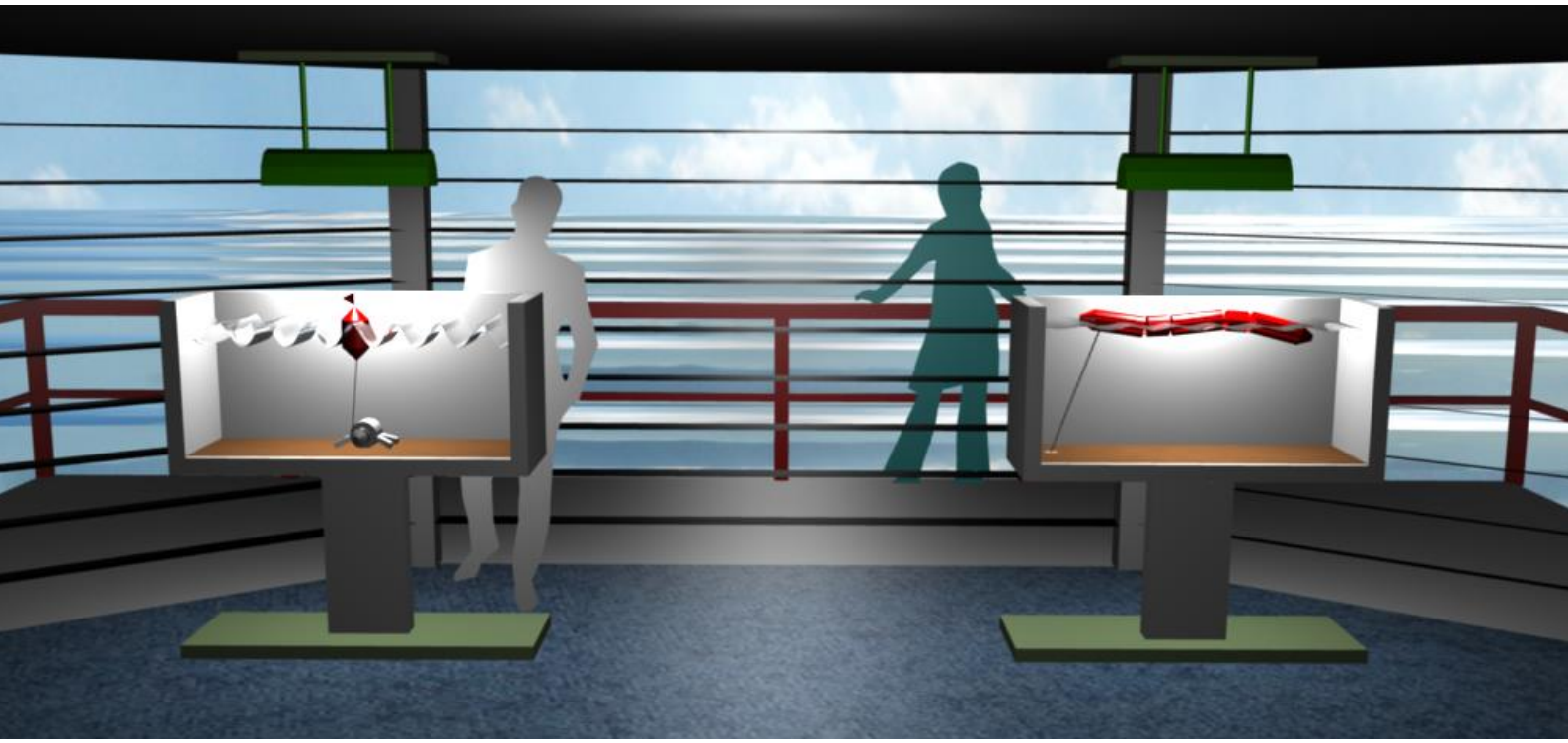
Duurzame watergerelateerde energietechnologieën geschikt voor expositiedoeleinden



Leeuwarden, maandag 13 juni 2011
Douwe Leffering 840501003

Hogeschool VAN HALL LARENSTEIN

Duurzame watergerelateerde energietechnologieën geschikt voor expositiedoeleinden

Gemaakt door:
Douwe Leffering

In opdracht van:
Duurzaamheidcentrum Afsluitdijk

Technische begeleiding:
Jos Theunissen

Communicatieve begeleiding:
Marije Klinefelter

Dit onderzoek vormt mijn afstudeeropdracht:
“Duurzame watergerelateerde energietechnologieën geschikt voor expositiedoeleinden”
Opleiding Kust een Zee management
Van Hall instituut
Leeuwarden, Nederland

Hogeschool VAN HALL LARENSTEIN

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie: “Duurzame watergerelateerde energietechnologieën geschikt voor expositiedoeleinden” uitgevoerd in opdracht van het duurzaamheidcentrum Afsluitdijk.

Met mijn scriptie heb ik geprobeerd de wereld van duurzame watergerelateerde energietechnologieën inzichtelijk te maken. De verschillende principes waarmee duurzame watergerelateerde energietechnologieën energie genereren zijn vanuit inhoudelijk, beeldend en technisch oogpunt geëvalueerd. Het resultaat hiervan geeft richting aan een later te vormen expositie rondom duurzame watergerelateerde energietechnologieën.

Tijdens mijn onderzoek heb ik mij verbaasd over het aantal duurzame watergerelateerde energietechnologieën en de diversiteit tussen de achterliggende principes. Het is een sector die pas in zijn kinderschoenen staat en volop in beweging is. In de komende jaren zullen veel technologieën in de praktijk worden ingezet. De concurrentie die zal ontstaan zal zorgen dat alleen de meest succesvolle principes overblijven. Ik zal deze ontwikkelingen met belangstelling blijven volgen.

Ik wil het duurzaamheidcentrum Afsluitdijk bedanken voor het verstrekken van deze opdracht. Daarnaast wil ik ook mijn afstudeerbegeleiders, Jos Theunissen en Marije Klinefelter bedanken voor hun inzet. Zonder hun tips en aanwijzingen was dit resultaat er niet geweest.

Douwe Leffering
Leeuwarden, maandag 13 juni 2011

Samenvatting

Het duurzaamheidcentrum Afsluitdijk heeft als doel het bewustzijn op het gebied van duurzaamheid van publiek en organisaties te vergroten en het gedrag te veranderen. Door het realiseren van een informatief en inspirerend belevingscentrum voor het publiek, en een ontmoetingsplaats en podium voor bedrijfsleven en wetenschap beoogd het duurzaamheidcentrum duurzame innovatie breed te ondersteunen (Stichting Duurzaamheidscentrum Afsluitdijk, 2010).

Binnen deze doelstelling past een expositie rondom duurzame watergerelateerde energietechnologie. Deze vorm van energieopwekking kan in de toekomst samen met andere duurzame vormen van energieopwekking een belangrijke bijdrage leveren aan onze totale energie voorziening.

Duurzame watergerelateerde energie technologieën kunnen categorisch worden onderverdeeld in vier groepen:

- **Golfenergie** is te winnen door gebruik te maken van de snel wisselende waterhoogte door de aanwezigheid van golven.
- **Getijdenenergie** is te winnen door gebruik te maken van het verschil in waterhoogte tussen eb en vloed.
- **Bleu Energy** is te winnen wanneer zoet en zoutwater gemengd worden.
- **Thermische energie** is te winnen wanneer warm en koud water samenkomen.

In welke mate een technologie geschikt is voor expositie doeleinden wordt bepaald door drie eigenschappen:

- **Inhoudelijke eigenschappen** bepalen de mate waarmee een techniek voldoet aan de inhoudelijke eisen van het duurzaamheidcentrum.
- **Technische eigenschappen** bepalen de technische toepasbaarheid van een technologie voor expositie doeleinden.
- **Beeldende eigenschappen** bepalen de esthetische waarden van een technologie voor expositie doeleinden.

De verhouding tussen deze drie eigenschappen heeft bepaalt welke technologieën het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden. Bij de beoordelingen is de visie van het duurzaamheidcentrum steeds als uitgangspunt gebruikt. De hoogst beoordeelde technologieën staan hieronder categorisch beschreven.

- **Golfenergie: attenuatoren** zijn vergeleken met de overige golfenergie technologieën beter beoordeeld op hun technische en beeldende eigenschappen. Omdat attenuatoren een relatief grote impact hebben op de omgeving waarin ze zijn geplaatst, zijn de inhoudelijke eigenschappen van attenuatoren gemiddeld beoordeeld. Vanuit technisch oogpunt zijn attenuatoren geschikt omdat deze systemen eenvoudig in elkaar zitten, ze bestaat slechts uit een paar onderdelen. Vanuit beeldend oogpunt zijn attenuatoren geschikt omdat de uiterlijke kenmerken

de werking goed verbeelden. Door het opvallende voorkomen en de bewegende delen van het systeem is de esthetische waarde van attenuatoren hoog.

- **Getijdenenergie: Horizontale as turbines** zijn vergeleken met de overige getijdenenergie technologieën beter beoordeeld op zowel de inhoudelijke eigenschappen, de technische eigenschappen als de beeldende eigenschappen. Inhoudelijk zijn horizontale as turbines geschikt omdat ze een relatief lage impact hebben op hun omgeving. Vanuit technisch oogpunt zijn horizontale as turbines geschikt omdat deze systemen eenvoudig in elkaar zitten. Ze bestaan slecht uit een rotor gekoppeld aan een generator. Vanuit beeldend oogpunt zijn horizontale as turbines geschikt omdat de uiterlijke kenmerken de werking goed verbeelden. Hierdoor is er weinig tot geen extra uitleg nodig om het achterliggende principe te kunnen begrijpen.
- **Blue energy: omgekeerde elektrodialyse technologieën** zijn in vergelijking tot druk gelimiteerde osmose technologieën beter beoordeeld op inhoudelijke en technische eigenschappen. De beeldende eigenschappen van beide technieken zijn hetzelfde beoordeeld. De inhoudelijke eigenschappen van omgekeerde elektrodialyse technologieën zijn geschikt omdat de impact van deze systemen op hun omgeving kleiner is als die van druk gelimiteerde osmose technologieën. De technische eigenschappen van omgekeerde elektrodialyse technologieën zijn als geschikt beoordeeld omdat in tegenstelling tot gelimiteerde osmose technologieën, hier een expositie model op schaal van bestaat.
- **Thermische energie: Gesloten thermische technologieën** zijn in vergelijking tot open thermische technologieën hetzelfde beoordeeld op inhoudelijke eigenschappen en beeldende eigenschappen. De technische eigenschappen van gesloten thermische technologieën zijn geschikt omdat er in tegenstelling tot open thermische technologieën een testopstelling van bestaat.

Aan de hand van deze uitkomsten zijn bestaande technologieën aanbevolen voor de expositie binnen het duurzaamheidcentrum. Dit advies staat hieronder kernachtig geformuleerd.

- **Golfenergie: De Pelamis Wave Energy Converter** bestaat uit drijvende cilindrische delen die aan elkaar gekoppeld zijn. De door golfslag veroorzaakte bewegingen van deze gewrichten worden opgevangen door een cilinder. De cilinder perst een vloeistof via een hydraulisch systeem naar een generator.
- **Getijdenenergie: Evopod** bestaat uit een drijvende constructie met een rotor die aan een generator is gekoppeld. Wanneer het systeem in een stroming wordt geplaatst gaat de rotor draaien. De generator zet deze bewegingsenergie om in elektrische energie.
- **Blue energy: de Blue energy toepassing van Wetsus** bestaat uit gestapelde membranen die door middel van omgekeerde elektrodialyse zorgen voor energie opwekking. Door de compartimenten in serie te schakelen kan dit voltage verhoogd worden. Afhankelijk van het type membraan dient elk compartiment continu gevoed te worden met zout of zoet water.
- **Thermische energie: het gesloten thermische systeem van Eenesys Inc** bestaat uit een gesloten kringloop gevuld met een mix van water en ammoniak. Door warm oppervlaktewater wordt de ammoniak tot het kookpunt verhit. De vrijkomende

stoom wordt vervolgens langs een turbine geleid. De turbine drijft een generator aan die zorgt voor de elektriciteit opwekking.

Inhoudsopgave

1. Introductie 9
1.1 Probleemstelling 9
1.2 Doelstelling 9
1.3 Leeswijzer 10

2. Materiaal en methodes 11
2.1 Inhoudelijke beoordeling 13
2.2 Technische beoordeling 17
2.3 Beeldende beoordeling 19

3. Resultaten 22
3.1 Duurzame watergerelateerde energietechnologieën 22
Golfenergie 22
Getijdenenergie 27
Blue energy 31
Thermische technologieën 32
3.2 Inhoudelijke beoordeling 34
Golfenergie 35
Getijdenenergie 36
Blue energie 37
Thermische energie 38
Overzicht 39
3.3 Technische beoordeling 40
Golfenergie 42
Getijdenenergie 43
Blue energy 44
Thermische energie 45
Overzicht 46
3.4 Beeldende beoordeling 46
Golfenergie 47
Getijdenenergie 48
Blue energy 49
Thermische energie 50
Overzicht 51
3.4 Samenvattend 51
Golfenergie 52
Getijdenenergie 53
Blue energy 54
Thermische energie 55
Overzicht 56

4. Discussie 57
Uitgangspunt bij de beeldende beoordeling 57
Integratie criteria bij beeldende beoordeling 57

5. Conclusies 58
5.1.1 Conclusies inhoudelijke beoordeling 58
5.1.2 Conclusies technische beoordeling 58
5.1.3 Conclusies beeldende beoordeling 59
5.1.4 Hoofdconclusie 60
5.2 Aanbevelingen 62
Categorie golfenergie: Attenuatoren 62
Categorie getijdenenergie: Horizontale as turbines 63
Categorie Blue energy: Omgekeerde elektrodialyse technologieën 64
Categorie thermische energie: Gesloten thermische technologieën 65

Appendix I: Duurzame watergerelateerde energietechnologieën

Appendix II: Inhoudelijke beoordeling

Appendix III: Technische beoordeling

Appendix IV: Beeldende beoordeling

Appendix V: Beeldende uitwerkingen

1. Introductie

De opname capaciteit van onze atmosfeer komt in toenemende mate onder druk te staan, natuurlijke hulpbronnen beginnen op te raken en de bevolking blijft wereldwijd groeien. Deze omstandigheden dwingen ons om in de toekomst op een fundamenteel andere mannier met onze planeet om te gaan. Het duurzaamheidcentrum wil aan deze noodzaak een bijdrage leveren door het realiseren van een nieuw “groots” belevingscentrum.

Met het realiseren van een informatief en inspirerend belevingscentrum rondom de thema’s water, energie, natuur en voedsel wordt de bezoeker meegenomen op een reis door de wereld van duurzame ontwikkelingen. Door de technieken te tonen die een duurzame transitie van de samenleving mogelijk maken, wordt de bezoeker overtuigt dat duurzame keuzes daadwerkelijk gemaakt kunnen worden. Dit moet een verandering in ons bewustzijn rondom duurzaamheid teweeg brengen. Op individueel niveau moeten we ons bewust worden van de impact die we hebben op onze natuurlijke hulpbronnen. Op collectief niveau moet deze verandering er voor zorgen dat we als maatschappij de keuzes gaan maken die nodig zijn om in de toekomst de ballans tussen mens en natuur te herstellen.

Voor het welslagen van dit herstel is verduurzaming van onze energievoorziening van cruciaal belang. We moeten de transitie maken van vervuilende fossiele energieopwekking naar schone duurzame alternatieven. Duurzame watergerelateerde energietechnieken kunnen hier een bijdrage aan leveren. Deze technieken genereren energie uit de onuitputtelijke energievoorraad die onze oceanen herbergen. Ze bezitten een aantal specifieke voordelen ten opzichte van andere duurzame energie technieken. De voorspelbaarheid van getijdenstromingen zorgt ervoor dat de energie voorziening betrouwbaar is. Ten opzichte van wind en zonne-energie betekent dit dat er geen back-up centrales klaar hoeven te staan om eventuele dalen in de energie productie op te vangen. Deze betrouwbaarheid maakt dat duurzame watergerelateerde energietechnieken zeer geschikt zijn om in te zetten in afgelegen gebieden. Dit voorkomt daar de uitstoot en het transport van fossiele brandstoffen.

1.1 Probleemstelling

Het duurzaamheidcentrum wil binnen haar beleveniscentrum een breed publiek aanspreken met verschillende exposities rondom de thema’s water, energie, natuur en voedsel. Om de bezoeker te inspireren om in de toekomst duurzame keuzes te maken, krijgen de exposities een inspirerend, uitdagend en informatief karakter. Een expositie rondom duurzame watergerelateerde energietechnologieën past binnen deze visie. Duurzame watergerelateerde energietechnologieën kunnen worden onderverdeeld in vier categorieën. Dit zijn; golfenergie, getijdenenergie, blue energy en thermische energietechnologieën. Het onderzoek richt zich op het categorisch selecteren van geschikte duurzame watergerelateerde energietechnologieën voor expositiedoeleinden binnen de gestelde visie.

1.2 Doelstelling

Het doel is om inzichtelijk te maken welke watergerelateerde energietechnologieën geschikt zijn voor expositiedoeleinden. Het verkregen inzicht moet de lezer in staat stellen om

inhoudelijk, beeldend en technisch richting te geven aan een later te vormen expositie rondom duurzame watergerelateerde energietechnologieën in het duurzaamheidcentrum.

Hoofdonderzoeksvraag:

(1) Welke duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn geschikt voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum?

Subonderzoeksvragen:

(1) Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt voor expositie doeleinden?
(2) Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit technisch oogpunt het meest geschikt voor expositiedoeleinden?
(3) Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt voor expositiedoeleinden?

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2: Materiaal en Methode
Vanuit de subonderzoeksvragen wordt de inhoud en samenhang van het onderzoek beschreven. De onderzoeksmethode is opgesteld met daarbij de visie van het duurzaamheidcentrum als uitgangspunt. Voor elk subonderzoek zijn werkzame criteria opgesteld waarmee de technologieën in het hoofdstuk resultaten categorisch beoordeeld zijn.

Hoofdstuk 3: Resultaten
De resultaten van het onderzoek worden gepresenteerd. Het hoofdstuk begint met een categorische beschrijving van de bestaande duurzame watergerelateerde energietechnologieën. In de latere paragrafen worden de resultaten van de inhoudelijke beoordeling, de technische beoordeling en de beeldende beoordeling gepresenteerd. Samenvattend worden in de laatste paragraaf de resultaten van de verschillende beoordelingen overzichtelijk samengevoegd.

Hoofdstuk 4: Discussie
Er worden een aantal kanttekeningen geplaatst bij deze studie. Er wordt aangegeven waar tekortkomingen liggen en richtingen aangegeven voor vervolgonderzoek.

Hoofdstuk 5: Conclusie
Met de antwoorden op de subonderzoeksvragen wordt de hoofdonderzoeksvraag beantwoord. Er wordt een categorisch overzicht gegeven van de technologieën die het geschiktst zijn om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum. Aansluitend worden de uitkomsten van het onderzoek geconcretiseerd, en worden er bestaande technologieën aanbevolen.

2. Materiaal en methodes

In dit hoofdstuk staan de onderzoeksopzet en de uitvoering beschreven. Het onderzoek is opgebouwd uit drie subonderzoeken waarin de technieken categorisch zijn beoordeeld op de inhoudelijke eigenschappen, de technische eigenschappen en de beeldende eigenschappen.

1. Een onderzoek naar de inhoudelijke eigenschappen van de technologieën. Om te bepalen in hoeverre de technieken overeenkomen met de visie op duurzaamheid van het duurzaamheidcentrum, is onderzoek gedaan naar de impact van de technologieën op hun omgeving.

2. Een onderzoek naar de technische eigenschappen van de technologieën. In dit onderzoek is bekeken welke technologieën vanuit technisch oogpunt het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden.

3. Een onderzoek naar de beeldende eigenschappen van de technologieën. In dit onderzoek is bekeken welke technologieën vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden.

Figuur 1 geeft de verhouding tussen de subonderzoeken weer.

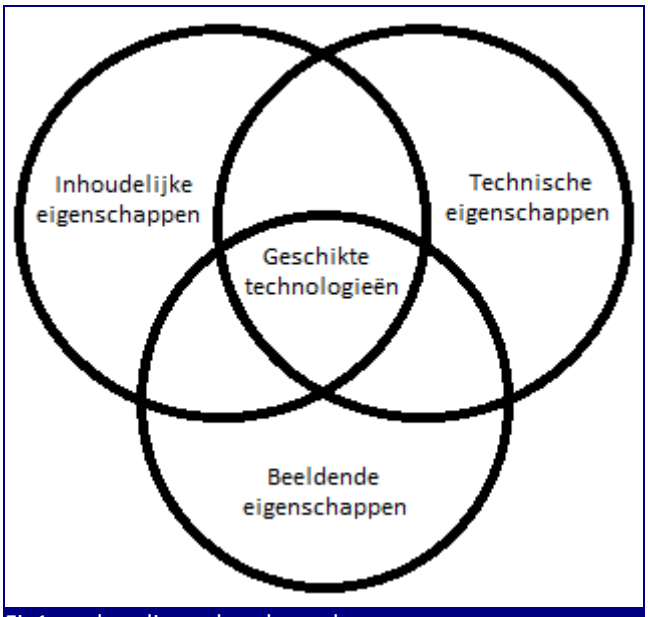


Fig1: verhouding subonderzoeken

Alle drie de bovenstaande onderzoeken zijn exploratief van karakter. Door middel van een surveyonderzoek zijn van een groot aantal duurzame watergerelateerde energietechnologieën gegevens verzameld. De websites van de fabrikanten van deze technologieën zijn geraadpleegd voor de informatie verzameling. Figuur 2 geeft het conceptuele model weer. Vervolgens wordt er per onderdeel dieper ingegaan op de uitvoering van het onderzoek.

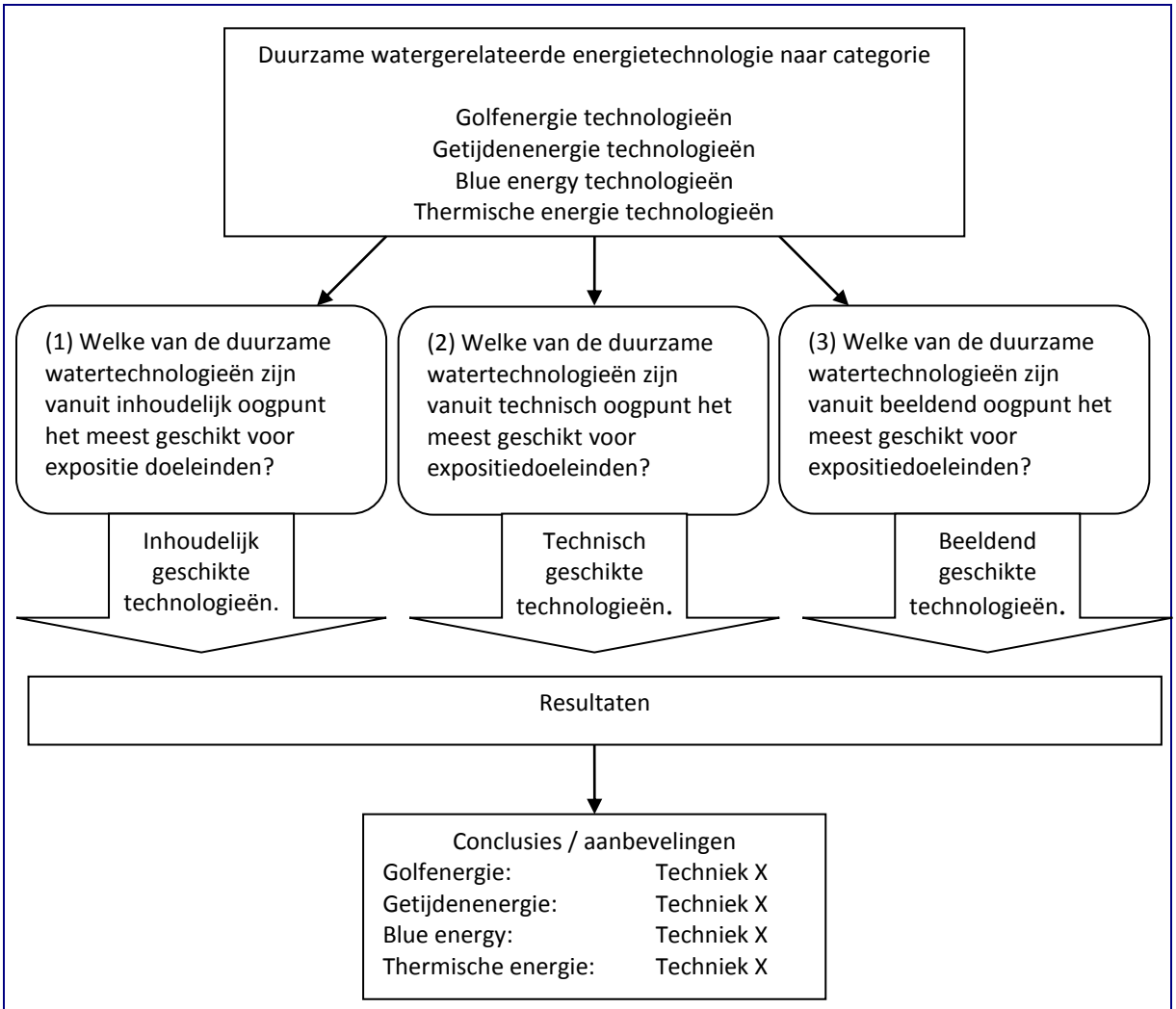


Fig2: Conceptueel model

In het hoofdstuk conclusies worden bestaande duurzame golfenergie, getijdenenergie, blue energy en thermische energietechnologieën aanbevolen die vanuit inhoudelijk, technisch en beeldend oogpunt het meest geschikt zijn voor expositie doeleinden.

2.1 Inhoudelijke beoordeling

Om te bepalen welke duurzame watergerelateerde energietechnologieën vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt zijn voor expositie doeleinden, zijn de technologieën categorisch afgewogen tegen de visie op duurzaamheid van het duurzaamheidcentrum. Op het gebied van duurzame watertechnologie beschrijft het duurzaamheidcentrum in haar visiedocument de volgende doelstelling:

> Het duurzaamheidcentrum wil het innovatieve vermogen van de mens uitdagen om van alle hernieuwbare bronnen gebruik te maken. Inspirerende voorbeelden van wind- en zonne-energie, geothermische bronnen, getijde-, waterkracht- en zout gradiëntenergie (Blue Energy) kunnen in technologisch en economisch opzicht naar een hoger plan gebracht worden.

De gangbare gedachte binnen de duurzame ontwikkeling is dat wanneer de sociale, ecologische en economische effecten met elkaar in balans zijn er sprake is van een optimaal duurzaam evenwicht. Hiervan uitgaande kan de innovativiteit van een technologie bepaald worden door de effecten op sociale, ecologische en economische gebied in kaart te brengen (Jorna, R.J. , et al, 2004). Onderstaande tabel geeft een overzicht van bekende uitwerkingen die duurzame watergerelateerde energietechnologieën met zich mee kunnen brengen. De inhoudelijke eigenschappen van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn aan de hand van deze criteria categorisch beoordeeld.

Sociale effecten	**Ecologische effecten**	**Economische effecten**
1. Gevaar voor scheepvaart. Het gevaar van een aanvaring kan grotendeels verholpen worden door de installaties te voorzien van lichten en radarbakens. Op deze mannier kunnen de installaties zelfs een bijdrage leveren aan de navigatie van scheepvaart. Bij een drijvende installatie vormt het risico van losraken een reëel gevaar voor de scheepsvaart. Een stevige verankering met de zeebodem moet dit gevaar tegen gaan. 2. Horizonvervuiling. Wanneer de installaties vanaf het land zichtbaar zijn kunnen deze de esthetische waarde van het landschap aantasten. 3. Geluidsproductie. Wanneer de installaties dicht bij de kust geplaatst worden zou er geluid gehoord kunnen worden vanaf de wal.	1. Veranderingen in sediment transport en afzetting. Deze veranderingen kunnen veroorzaakt worden door de plaatsing, of de werking van de installatie. 2. Veranderingen in de mate waarop erosie optreedt aan de kustlijn. De plaatsing van een installatie dicht bij de kust kan effect hebben op de golfslag. Doorgaans is dit een dempende werking. 3. Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden. Installatie en onderhoudsvaartuigen kunnen door geluidsproductie en vertroebeling van het water schade toebrengen aan het ecosysteem. Dit effect kan groot en deels voorkomen worden door zoveel mogelijk werkzaamheden aan wal te verrichten.	1. Effect op recreatie. Wanneer installaties vanaf de kant zichtbaar zijn kan dit negatieve effecten hebben op de toeristische aantrekkelijkheid van het kustgebied. Echter kunnen de installaties ook zorgen voor beschutting waardoor het gebied aantrekkelijker wordt voor watersporters. 2. Afname visgrond. Gebieden waar golf of getijde energie wordt gewonnen kunnen niet gebruikt worden als visgrond. Wel kan de beschuttende werking van de installaties ervoor zorgen dat deze gebieden een kraamkamer functie gaan vervullen. En zo op lange termijn gunstig zijn voor de visstand.

Sociale effecten	Ecologische effecten	Economische effecten
4. Vermindering golfslag. Door de dempende werking van bepaalde technologieën kan de golfslag aan de kust verminderen. Het kan zijn dat bepaalde locaties hierdoor minder geschikt worden voor golf en windsurfen. Activiteiten die baat hebben bij relatief kalm water zoals snorkelen en kajakken kunnen juist profiteren van de verminderde golfslag.	4. Geluidsproductie. De werking van bepaalde technologieën zou geluid kunnen produceren. De effecten op het ecosysteem moeten verder onderzocht worden. 5. Effect op zeezoogdieren en zeevogels. Zeezoogdieren en zeevogels zouden de installaties kunnen gaan gebruiken als nestlocaties of rustplekken. Lange termijn effecten zijn onzeker. 6. Vervuiling ecosysteem door schadelijke stoffen. Vervuilende stoffen kunnen in het ecosysteem terecht komen als gevolg van een ongeluk of lekkage aan het hydraulische systeem. In het laatste geval kan de kans hierop verminderd worden door de aanwezigheid van een “fail-safe”. Ook zou er ter vervanging van olie, water of zeewater gebruikt kunnen worden. Bij sommige installaties moet er gebruik gemaakt worden van een anti aangroeimiddel. Deze stoffen kunnen gevaar opleveren voor het ecosysteem. Er zijn echter ook milieuvriendelijke varianten beschikbaar.	

Tabel1: Overzicht effecten duurzame watertechnologieën (Brooke, J. , 2004)

Voor criteria waarbij de omgeving een rol speelt is de mogelijkheid dat het effect optreedt onder (voor het effect) gunstige omstandigheden beoordeeld. De schaal waarop is beoordeeld loopt van 1 tot 3, waarbij 3 correspondeert met een hoge inhoudelijk beoordeling, en 1 correspondeert met een lage inhoudelijke beoordeling. De beoordelingen van de sociale effecten, de ecologische effecten en de economische effecten zijn categorisch opgeteld en door het aantal beoordelingen van de desbetreffende categorie gedeeld. Deze gemiddelden zijn vervolgens weer bij elkaar opgeleld en gedeeld door drie (het aantal categorieën). Dit cijfer vormt de inhoudelijke beoordeling. Tabel 2 geeft een overzicht waarin de beoordeling van de gehanteerde criteria verder verduidelijkt wordt.

Sociale effecten	Ecologische effecten	Economische effecten
Gevaar voor scheepvaart. ■ ■ ■Technologie kan in geen geval een gevaar voor de scheepvaart opleveren. ■ ■ Technologie kan een gevaar voor de scheepvaart opleveren	**Veranderingen in sediment transport en afzetting**. ■ ■ ■ Technologie kan in geen geval veranderingen in sedimenttransport en afzetting teweegbrengen.	**Effect op recreatie.** ■ ■ ■ Technologie heeft in geen geval een effect op recreatie. ■ ■ Technologie kan een positief effect op recreatie hebben. Negatieve effecten zijn echter ook

Sociale effecten	Ecologische effecten	Economische effecten
maar kan ook in dieper water of tegen de kust aan worden geplaatst waardoor dit gevaar weggenomen wordt. ■ Technologie vormt een gevaar voor de scheepsvaart.	■■ Technologie kan veranderingen in sediment transport en afzetting teweegbrengen maar kan ook met een drijvende constructie verbonden worden waardoor de kans hierop vermindert. ■ Technologie brengt veranderingen in sediment transport en afzetting teweeg.	mogelijk. ■ Technologie heeft in alle gevallen een negatief effect op recreatie.
Horizonvervuiling. ■■■ Technologie kan in geen geval de horizon vervuilen. ■■ Technologie kan de horizon vervuilen maar kan ook onder het oppervlak of tegen de kust worden geplaatst, waardoor er geen horizon vervuiling optreedt. ■ Technologie steekt boven het wateroppervlak uit.	**Veranderingen in de mate waarop erosie optreedt aan de kustlijn**. ■■■ Technologie kan in geen geval veranderingen in de mate waarop erosie optreedt aan de kustlijn teweegbrengen. ■■ Technologie kan veranderingen in de mate waarop erosie optreedt aan de kustlijn teweegbrengen maar kan ook verder van de kust geplaatst worden waardoor de kans hierop vermindert. ■ Technologie heeft invloed op de mate waarop erosie aan de kustlijn optreedt.	**Afname visgrond.** ■■■ Technologie zorgt in geen geval voor afname visgrond. ■■ Technologie kan voor afname visgrond zorgen. Maar kan ook tegen de kust aan worden geplaatst waardoor dit effect tegengegaan wordt. ■ Technologie zorgt in alle gevallen voor een afname van visgrond.
Geluidsproductie. ■■■ Technologie kan in geen geval geluid produceren. ■■ Technologie kan geluid produceren maar kan ook onder het oppervlak worden geplaatst waardoor de geluidsproductie gereduceerd wordt. ■ Technologie produceert een (aanzienlijke hoeveelheid) geluid.	**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. ■■■ Technologie kan in geen geval schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden teweegbrengen. ■■ Technologie kan schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden teweegbrengen. Maar deze werkzaamheden kunnen ook (grotendeels) aan wal gedaan worden waardoor de kans hierop verkleind wordt. ■ Technologie veroorzaakt schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden.	
Golf vermindering. ■■■ Technologie kan in geen geval golfreducerend werken. ■■ Technologie kan golfreducerend werken maar kan ook ver van de kust (in diep water) geplaatst worden waardoor de effecten hiervan worden vermindert.	**Geluidsproductie**. ■■■ Technologie kan in geen geval geluid produceren. ■■ Technologie kan geluid produceren. Maar er bestaan ook varianten waarbij dit niet het geval is. ■ Technologie produceert een (aanzienlijke hoeveelheid) geluid.	

Sociale effecten	Ecologische effecten	Economische effecten
■ Technologie zorgt voor golfvermindering.		
	Effect op zeezoogdieren en zeevogels. ■■■ Technologie kan in geen geval een effect op zeezoogdieren en zoovogels hebben. ■■ Technologie heeft mogelijk effecten op zeezoogdieren en zeevogels. Nader onderzoek moet hier duidelijkheid over geven. ■ Technologie heeft (naar alle waarschijnlijkheid) effecten op zeezoogdieren en zeevogels.	
	Vervuiling ecosysteem. ■■■ Technologie kan in geen geval het ecosysteem vervuilen. ■■ Technologie kan door vervuiling een risico vormen voor het ecosysteem. Maar er bestaan ook varianten waarbij dit risico niet speelt. ■ Technologie kan door vervuiling een risico vormen voor het ecosysteem.	
Tabel2: Weging inhoudelijke criteria		

De technologieën met de hoogste scores zijn de technologieën die het meeste overeenkomen met de inhoudelijke visie van het duurzaamheidcentrum. De technologieën met de laagste scores staan inhoudelijk het verst verwijdert van de visie van het duurzaamheidcentrum.

2.2 Technische beoordeling

De technische toepasbaarheid van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën voor expositie doeleinden is categorisch onderzocht. Aan de hand van een aantal vooraf bepaalde criteria is vastgesteld welke technologieën vanuit technisch oogpunt eenvoudig te realiseren zijn, en welke technologen er vanuit technisch oogpunt moeilijk te realiseren zijn. Hierbij is rekening gehouden met de technische eigenschappen van de technologie zelf en de technische eigenschappen van de omgeving die nodig zijn om een technologie juist te exposeren.

De fysieke omvang van de technologieën zorgt ervoor dat er bij de expositie gebruik gemaakt moet worden van schaalmodellen. De bouw van op schaal gemaakte duurzame watergerelateerde energietechnologieën komt in grote mate overeenkomt met de bouw van op schaal gemaakte afvalwater verwerkingstechnologieën. Om deze reden is er gebruikt gemaakt van bestaande literatuur over dit onderwerp. Tabel 3 geeft een overzicht van de gehanteerde criteria.

Criteria	Overwegingen
Grootte van schaalmodel	Is de technologie op schaal na te bouwen? Beïnvloedt de grootte van het schaalmodel de werking? Zijn de componenten / onderdelen van de juiste afmetingen beschikbaar?
Veiligheid schaalmodel	Kan het schaalmodel veilig geëxposeerd worden? Kan de werking gevaar opleveren voor het publiek?
Constructie complexiteit en materialen	Kan de technologie wat betreft de complexiteit gebouwd worden? Zijn de materialen / technieken hiervoor beschikbaar?
Expositiefaciliteit	Hoe moet de technologie geëxposeerd worden om de werking ervan juist te tonen? Welke technische omgevingsfactoren zijn nodig om de technologie beeldend en technisch juist te exposeren?

Tabel3: Technische criteria (Takashi, A. , 2006)

Een expositiefaciliteit is nodig om de technische en de beeldende eigenschappen van de schaalmodellen natuurgetrouw te kunnen exposeren. Het type expositiefaciliteit dat nodig is hangt af van de geëxposeerde technologie.

De duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn aan de hand van de criteria uit tabel 3 beoordeeld. De schaal waarop is beoordeeld loopt van 1 tot 3, waarbij 3 correspondeert met een hoge technisch beoordeling, en 1 correspondeert met een lage technisch beoordeling. Van de uitkomsten is een gemiddelde gemaakt. Dit cijfer vormt de technische beoordeling. Tabel 4 geeft een overzicht waarin de beoordeling van de gehanteerde criteria verder verduidelijkt wordt.

Criteria	Score
Grootte van schaalmodel	■■■ Grootte van schaalmodel vormt geen probleem omdat er al bestaande schaalmodellen zijn met de gewenste grootte. ■■ Grootte vormt naar aller waarschijnlijkheid geen probleem omdat de gebruikte componenten / onderdelen op schaal beschikbaar zijn. ■ Grootte kan een probleem vormen omdat de fysieke omvang van de technologie bepalend is voor de juiste werking. Of omdat de gebruikte componenten / onderdelen niet op schaal beschikbaar zijn.

Criteria	Score
Veiligheid schaalmodel	■■■ Veiligheid schaalmodel vormt geen gevaar omdat er geen gebruik wordt gemaakt van grote hitte, hoge spanningen of hoge hydraulische druk. Ook de mechanische werking vormt geen gevaar. ■■ Veiligheid schaalmodel vormt een gevaar omdat er gebruik wordt gemaakt van grote hitte, hoge spanningen, hoge hydraulische druk, of omdat de mechanische werking een gevaar voor de veiligheid oplevert. ■ Veiligheid schaalmodel vormt een gevaar omdat er gebruik wordt gemaakt van grote hitte, hoge spanningen of hoge hydraulische druk. Daarnaast vormt de mechanische werking een gevaar.
Constructie complexiteit en materialen	■■■ De constructie complexiteit vormt geen probleem omdat er bestaande schaalmodellen zijn gebaseerd op dezelfde constructie / dezelfde materialen. ■■ De constructie complexiteit vormt naar alle waarschijnlijkheid geen probleem omdat het gaat om “bewezen technieken / materialen”. ■ De constructie complexiteit vormt een probleem omdat de technologie is opgebouwd uit experimentele technieken / materialen.
Expositiefaciliteit	■■■ De technologie heeft een warm en koudwatervoorziening, of een zoet – zout gradiënt nodig om juist geëxposeerd te worden. ■■ De technologie heeft een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden. ■ De technologie heeft een sleeptank of een cavitatie tunnel nodig om juist geëxposeerd te worden.

Tabel4: Weging technische criteria

2.3 Beeldende beoordeling

De criteria waaraan de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn afgewogen zijn opgesteld met als uitgangspunt de doelstelling van het duurzaamheidcentrum. Omdat het bij een expositie gaat om beleving is deze doelstelling vertaald naar een belevingsstrategie. De belevingsstrategie is vervolgens vertaald naar concrete criteria waaraan de duurzame watergerelateerde energie technieken zijn afgewogen. Figuur 2 toont het verband tussen de doelstelling van het duurzaamheidcentrum en de lager gelegen niveaus.

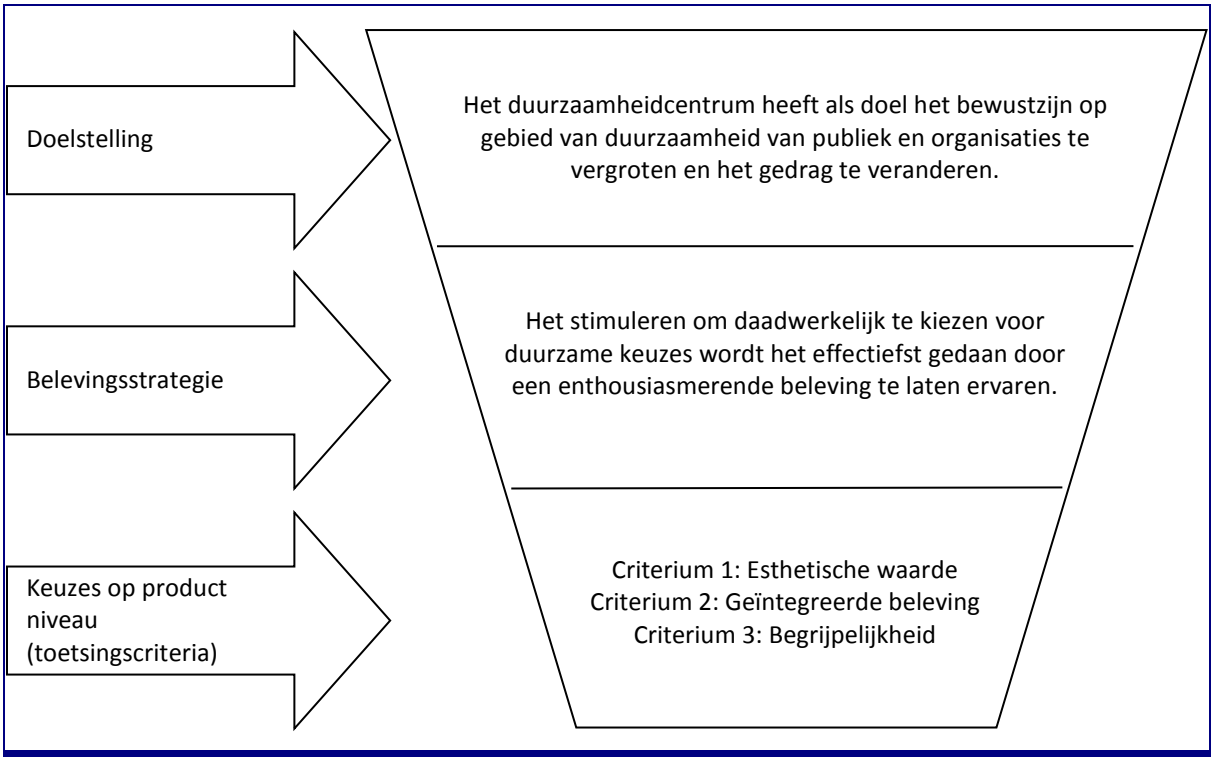


Fig2: Relatieschema doelstelling tenopzichte van lagere niveaus

Doelstelling
Het duurzaamheidcentrum beschrijft in haar visiedocument de volgende verandering in houding en gedrag na te streven:

> Het duurzaamheidcentrum heeft als doel het bewustzijn op gebied van duurzaamheid van publiek en organisaties te vergroten en het gedrag te veranderen.

Belevingsstrategie
Exposities zijn een uniek communicatiemiddel door de multi-zintuiglijke waarneming. Horen, zien en tasten bevorderen een sterk communicatief effect (Eeckhout, H. , 2006). Door deze variatie in binnenkomende prikkels kan een bezoeker een sterk gevoel van “beleving” ervaren. Dit kunnen zowel positieve als negatieve belevingen zijn.

In algemene zin kan gesteld worden dat positief gestemde mensen makkelijker te beïnvloeden zijn als minder positief gestemde mensen. Daarnaast speelt de betrokkenheid een rol bij het bereid zijn informatie te verwerken (Wiegerink, K. , et al, 2010).

Het stimuleren om daadwerkelijk te kiezen voor duurzame keuzes wordt dus het effectiefst gedaan door de bezoeker een enthousiasmerende beleving te laten ervaren (Hiam, A. , 2004).

Keuzes op product niveau

Om de bezoeker een positieve beleving te laten ervaren moet er op productniveau nagedacht worden over de punten geformuleerd in tabel 5 (Kaarsgaren, L. , 2010). De criteria uit deze tabel vormen tevens de criteria waarmee de beeldende eigenschappen van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn beoordeeld.

Criteria	Overwegingen
Welke esthetische waarde heeft de geëxposeerde technologie?	Past het product bij het imago van de organisatie? Willen we dit signaal afgeven aan de doelgroep? Het gevoel dat opgewekt wordt door alleen de visuele waarneming kan voor een groot gedeelte bepalend zijn voor de waardering en beleving van een geëxposeerde technologie. Het is daarom van belang dat ook puur subjectieve waarden meegenomen worden in het toetsingskader.
In welke mate vormt de beleving van de geëxposeerde technologie een geïntegreerde beleving?	Rijmt de beleving van het product met die van het evenement? Wanneer de beleving van een product in het verlengde ligt van het evenement versterken zij elkaar. De expositie binnen het duurzaamheidcentrum moet plaatsvinden binnen een nieuw te bouwen expositie ruimte. Duurzaam, modern, futuristisch zullen enkele kenmerken van dit gebouw worden. De geëxposeerde technologieën moeten hierbij aansluiten. Daarnaast moet de beleving van de expositie in overeenstemming zijn met de verwachtingen die door middel van marketing bij het publiek zijn gecreëerd. Ten derde moet de beleving van de geëxposeerde techniek aansluiten bij de beleving van de andere exposities binnen het duurzaamheidcentrum.
Hoe begrijpelijk is de geëxposeerde technologie voor de gemiddelde Nederlander?	Passen de normen en waarden bij de belevingswereld van de doelgroep? Is het product begrijpelijk voor de doelgroep? Het duurzaamheidcentrum heeft als doelstelling het publieke bewustzijn op het gebied van duurzaamheid te vergroten. Een doelgroep die maatschappijbreed is wordt het meest effectief bereikt wanneer de informatie laagdrempelig is. Daarnaast moet de informatie bij het publiek bevatbaar zijn vanuit de heersende perceptie.

Tabel5: Beeldende criteria (Kaarsgaren, L. , 2010)

Naast bovenstaande criteria spelen ook externe factoren zoals de lichtsterkte, het geluidsniveau en het totaal aan zintuiglijke stimuleringen een belangrijke rol bij het opwekken van een positieve beleving (Wiegerink, K. , et al, 2010).

Tabel 6 geeft een overzicht waarin de beoordeling van de gehanteerde criteria verder verduidelijkt wordt.

Criteria	Score
Welke esthetische waarde heeft de geëxposeerde technologie?	■■■ Hoge esthetische waarde ■■ Gemiddelde esthetische waarde ■ Lage esthetische waarde
In welke mate vormt de beleving van de geëxposeerde technologie een geïntegreerde beleving?	1. De geëxposeerde technologieën moeten aansluiten bij de kenmerken van het gebouw. 2. De beleving van de technologieën moet in overeenstemming zijn met de verwachtingen die door middel van marketing bij het publiek zijn gecreëerd. 3. Ten derde moet de beleving van de geëxposeerde techniek aansluiten bij de beleving van de andere exposities binnen het duurzaamheidcentrum. ■■■ De technologie voldoet aan alle bovenstaande criteria. ■■ De technologie voldoet aan twee van de bovenstaande criteria. ■ De technologie voldoet aan 1 of geen van de bovenstaande criteria.
Hoe begrijpelijk is de geëxposeerde technologie voor de gemiddelde Nederlander?	■■■ De beeldende eigenschappen van de technologie laten precies zien hoe de technologie werkt en hebben geen extra uitleg nodig. ■■ De beeldende eigenschappen van de technologie hebben extra uitleg nodig om de werking ervan te kunnen begrijpen. ■ De beeldende eigenschappen van de technologie vertellen niets over de werking van de technologie.

Tabel6: Weging beeldende criteria

De beeldende eigenschappen van de technologieën zijn beoordeeld aan de hand van een beeldende uitwerking. Appendix V geeft hier een overzicht van. De beeldende uitwerkingen geven een globale indruk van de beeldende eigenschappen van de technologieën. Er zijn bij de vormgeving geen concessies gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan.

De afbeeldingen van de technologieën zijn aan de hand van de opgestelde criteria beoordeeld. De schaal waarop is beoordeeld loopt van 1 tot 3, waarbij 3 correspondeert met een hoge beeldende beoordeling, en 1 correspondeert met een lage beeldende beoordeling. Van de uitkomsten is een gemiddelde gemaakt. Dit cijfer vormt de beeldende beoordeling. De technologieën met de hoogste beoordelingen zijn de technologieën die vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt zijn voor expositie doeleinden.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. Paragraaf 3.1 geeft een categorisch overzicht van de bekeken duurzame watergerelateerde energietechnologieën. In paragraaf 3.2 staan de resultaten van de inhoudelijke beoordeling aan de visie van het duurzaamheidcentrum vermeld. Paragraaf 3.3 geeft een overzicht van de resultaten van de technische beoordeling. In paragraaf 3.4 worden de resultaten van de beeldende beoordeling vermeld. Samenvattend zijn in de laatste paragraaf de resultaten van de verschillende beoordelingen samengevoegd. Appendix I geeft een uitgebreid overzicht van de bekeken technologieën.

3.1 Duurzame watergerelateerde energietechnologieën

Vanaf de late jaren negentig hebben door toedoen van de CO_2 discussie duurzame watergerelateerde energietechnologieën volop de aandacht gekregen. De Europese unie heeft binnen haar onderzoeksprogramma Joule ruimte gemaakt voor onderzoek naar deze mannier van energieopwekking. Dit heeft geresulteerd in een groot aantal uiteenlopende initiatieven. Bijna alle initiatieven die eind jaren negentig in gang zijn gezet bevinden zich inmiddels in de testfase of afrondingsfase. De komende jaren zullen voor de economische haalbaarheid van veel technologieën doorslaggevend zijn (Wegenmayr, R. , et al, 2008).

De technologieën kunnen onderverdeeld worden in vier categorieën:

1. **Golfenergie**: technologieën die energie genereren uit golfslag.
2. **Getijdenenergie**: technologieën die energie genereren uit getijdenstromingen.
3. **Blue energy**: technologieën die gebruik maken van de energie die vrijkomt wanneer zoetwater met zoutwater worden gemengd.
4. **Thermische energie**: Technologieën die energie genereren uit het verschil in temperatuur tussen oppervlaktewater en diepzeewater.

Golfenergie

Golfenergie vormt de eerste categorie. Deze energie is te winnen door gebruik te maken van de snel wisselende waterhoogte door aanwezigheid van golven. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen vaste en drijvende installaties. Hoge slijtage en schade als gevolg van extreme weeromstandigheden hebben ervoor gezorgd dat golfenergie technologieën nog niet commercieel levensvatbaar zijn. Momenteel worden er een groot aantal verschillende golfenergie technologieën ontwikkelt waarbij deze problemen tot het verleden moeten behoren. Figuur 3 toont twee van deze technologieën. Links; het Archimedes waveswing systeem dat gebruik maakt van de drukgolf onderwater veroorzaakt door passerende golfen. Rechts; het Palamis systeem waarbij segmenten ten opzichte van elkaar bewegen door de aanwezigheid van golfslag. Deze beweging wordt vervolgens omgezet in elektrische energie.

Fig3: Links: het Archimedes waveswing systeem, Rechts: het Palamis systeem

Oppervlakte golf absorbeerders

Een oppervlakte golf absorbeerder bestaat uit een drijvend element dat beweegt ten opzichte van de basis als gevolg van verticale golfkracht. Deze beweging wordt vervolgens omgezet in elektrische energie. De energieopwekking kan op verschillende manieren gebeuren. 1: Door een magneet die bij elke op en neergaande beweging langs een spoel beweegt. 2: Door een generator die door middel van een tandwiel constructie is verbonden met de drijver. 3: Met tussenkomst en een hydraulisch systeem waarmee een turbine wordt aangedreven. Figuur 4 toont een schematische weergave van een oppervlakte golf absorbeerder.

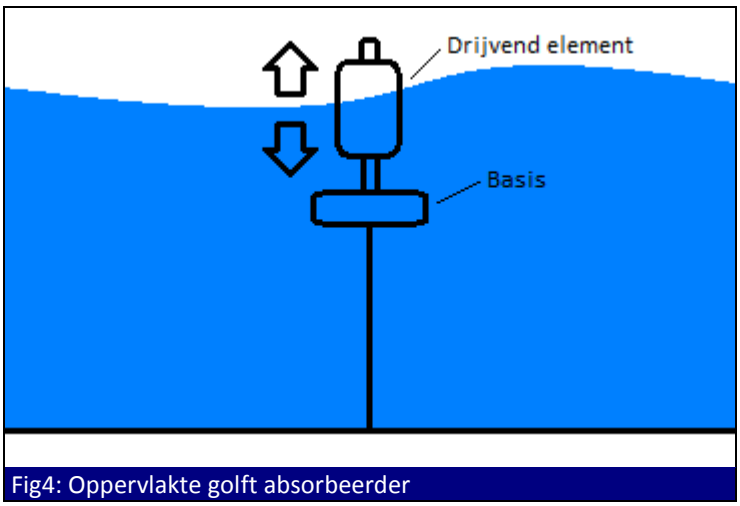


Fig4: Oppervlakte golft absorbeerder

Tabel 7 geeft een overzicht van de bekeken oppervlakte golf absorbeer technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Ocean Navitas	Aegir Dynamo	www.oceannavitas.com
Wavebob Ltd	Wavebob	www.wavebob.com
Hidroflot S.L.	Hidroflot	www.hidroflot.com
Wave Energy Technologies Inc	EnGen	www.waveenergytechnologies.com

Tabel7: Golfenergie – Oppervlakte golf absorbeerders

Onderwater golf absorbeerders

Een onderwater golf absorbeerder bestaat uit een ondergedompelde drijver die beweegt ten opzichte van de basis door het verschil in druk van het omringende water dat ontstaat wanneer er een golf passeert. De verticale beweging van de drijver ten opzichte van de basis wordt omgezet in elektrische energie. Figuur 5 toont een schematische weergave van een onderwater golf absorbeerder. Energieopwekking kan op dezelfde manieren plaatsvinden als bij oppervlakte golft absorbeerders. Een voorbeeld van een onderwater golf absorbeerder is het Archimedes Wave swing systeem (figuur 3 links).

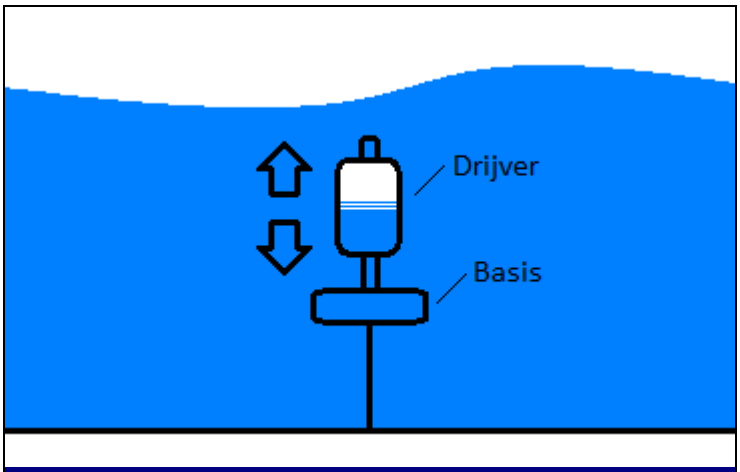


Fig5: Onderwater golf absorbeerder

Tabel 8 geeft een overzicht van de bekeken onderwater golf absorbeer technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
AWS Ocean Energy	Archimedes WaveSwing	www.awsocean.com
Carnegie	CETO III	www.carnegiecorp.com.au

Tabel8: Golfenergie – Onderwater golf absorbeerders

Oscillerende waterkolom technologieën

Bij technologieën die gebruik maken van een oxiderende waterkolom (figuur 6) wordt bij een inkomende golf de lucht die zich in de installatie bevindt onder druk gezet en langs een turbine geleid. Zodra de golf is gepasseerd ontstaat er een vacuüm waardoor er lucht langs de turbine naar binnen wordt gezogen. Zowel bij het verlaten van de lucht als bij het aanzuigen van de lucht wordt energie opgewerkt door de turbine (Wegenmayr, R. , et al, 2008).

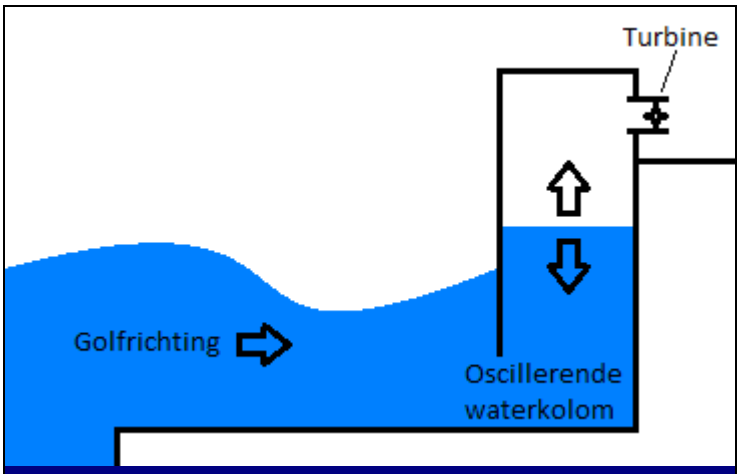


Fig6: Oscillerende waterkolom

Tabel 9 geeft een overzicht van de bekeken oscillerende waterkolom technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Dresser Road	HydroAir	www.dresser-rand.com
Embley Energy	Sperboy	www.sperboy.com

Tabel9: Golfenergie - Oscillerende waterkolom technologieën

Oscillerende golfslag technologieën

Technologieën die gebruik maken van oscillerende golfslag bestaan uit een element dat door de horizontale kracht van golfslag in beweging wordt gebracht. Deze bewegingsenergie wordt omgezet in elektrische energie door middel van een generator die op de bodem staat. Figuur 7 toont een schematische weergave van een oscillerende golfslag technologie.

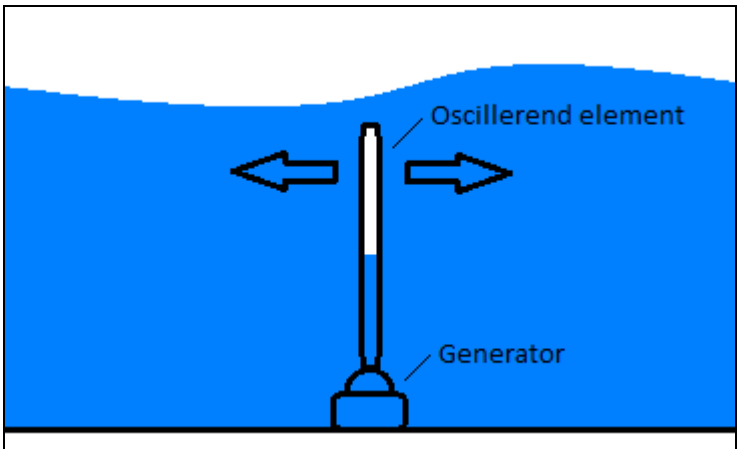


Fig7: Oscillerende golfslag technologie

Tabel 10 geeft een overzicht van de bekeken oscillerende golfslag technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Biopowersystems	bioWAVE	www.biopowersystems.com
Green Cat Renewables	Green Cat Wave Turbine	www.greencatrenewables.co.uk
Owel offshore wave energy Ltd	Grampus	www.owel.co.uk
Checkmate Seaenergy Ltd	Anaconda	www.checkmateuk.com

Tabel10: Golfenergie - Oscillerende golfslag technologieën

Attenuators

Attenuators zijn lange drijvende constructies die bestaan uit meerdere segmenten parallel aan de richting van de golven. Golfslag zorgt ervoor dat de segmenten ten opzichte van elkaar buigen. Deze beweging wordt opgevangen door een hydraulisch systeem gekoppeld aan een hydraulische motor. De hydraulische motor is gekoppeld aan een generator die de energie omgezet in elektrische energie. Figuur 8 toont een schematische weergave van een attenuator. Een voorbeeld van een attenuator is het Palamis systeem (figuur 3 rechts).

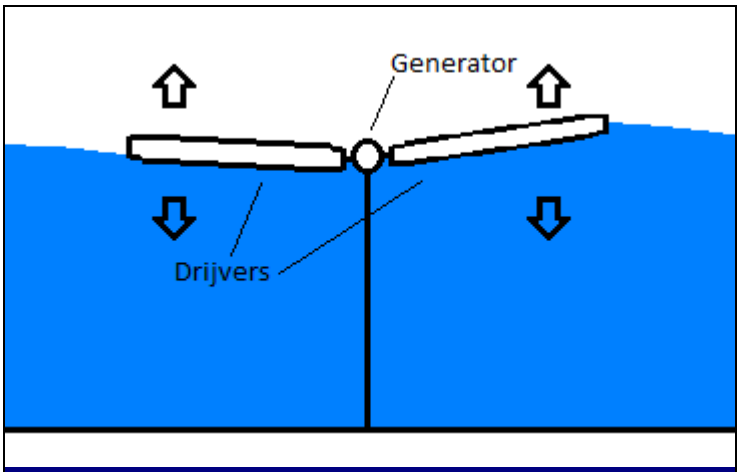


Fig8: Attenuator

Tabel 11 geeft een overzicht van de bekeken attenuators. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Pelamis Wave Power	Pelamis Wave Energy Converter	www.pelamiswave.com
DEXA	DEXA Wave Converter	www.dexawave.com
Green Ocean Energy Ltd	Wave Treader	www.greenoceanenergy.com

Tabel11: Golfenergie - Attenuators

Golfoverslag technologieën

Een technologie die gebruik maakt van golfoverslag bestaat uit een drijvende structuur met daarin een reservoir (figuur 9). Golfslag die over de structuur slaat komt in het reservoir terecht en loopt via een turbine terug naar zee. De turbine is gekoppeld aan een generator die zorgt voor de energie opwekking.

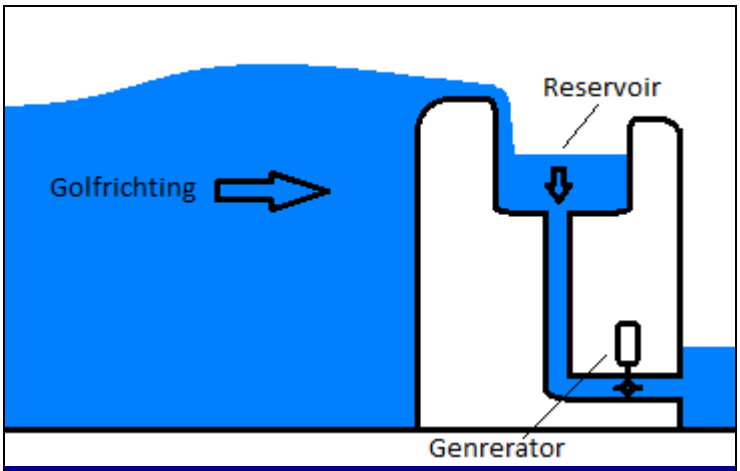


Fig9: Golfoverslag technologie

Tabel 12 geeft een overzicht van de bekeken golfoverslag technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Wave Dragon Ltd	Wave Dragon	www.wavedragon.net

Tabel12: Golfenergie – Golfoverslag technologieën

Tabel 13 geeft een kort overzicht van de hierboven besproken golfenergie technologieën.

Golfenergie technologie	Omschrijving
Oppervlakte golf absorbeerders	Een oppervlakte golf absorbeerder bestaat uit een drijvend element dat beweegt ten opzichte van de basis als gevolg van verticale golfkracht. De beweging van het drijvende element ten opzichte van de basis wordt omgezet in energie.
Onderwater golf absorbeerders	Een onderwater golf absorbeerder bestaat uit een ondergedompelde drijver die beweegt ten opzichte van de basis door het verschil in druk van het omringende water als gevolg van golfslag. De verticale beweging van de drijver ten opzichte van de basis wordt omgezet in energie.
Oscillerende waterkolom technologieën	Een technologie die gebruik maakt van een oscillerende waterkolom bestaat uit een compartiment gevuld met lucht. Bij een inkomende golf wordt de lucht die zich in het compartiment bevindt onder druk gezet en langs een turbine geleid.
Oscillerende golfslag technologieën	Een technologie die gebruik maakt van oscillerende golfslag bestaat uit een element dat door de horizontale kracht van de golfslag in beweging wordt gebracht. Deze beweging wordt omgezet in elektrische energie.
Attenuators	Attenuators bestaan uit drijvende compartimenten die evenwijdig aan de richting van de inkomende golfen zijn geplaatst. De beweging van de elementen ten opzichte van elkaar wordt omgezet in energie.
Golfoverslag technologieën	Een technologie die gebruik maakt van golfoverslag bestaat uit een drijvende of vaste structuur met daarin een reservoir. Golfslag die over de structuur slaat komt in het reservoir terecht en loopt via een turbine terug naar zee.

Tabel13: Golfenergie technologieën

Getijdenenergie

Getijdenenergie vormt de tweede categorie. Deze energie is te winnen door gebruik te maken van het verschil in waterhoogte tussen eb en vloed. Op plaatsen waar de kustlijn zich hiervoor leent (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een natuurlijke trechter) kan het verschil tussen eb en vloed oplopen tot meer dan 10 meter. Bestaande technologieën zijn

erop gericht het water bij vloed in een bassin op te slaan waarna het bij eb via een generator terug naar zee stroomt. Momenteel worden er nieuwe technieken ontwikkelt om getijde energie op te slaan. Deze technologieën maken geen gebruik meer van een bassin maar halen de energie direct uit het stromende water. De gebruikte technologie is te vergelijken met windenergie op land. Het grote voordeel van getijde energie ten opzichte van wind energie is de voorspelbaarheid van het getij (European Renewable Energy Council, 2010). Vraag en aanbod kunnen hierdoor beter op elkaar worden afgesteld.

Figuur 10 toont de KESC Tidal Generator en de Evopod. Beide systemen kunnen energie genereren uit opkomende getijde stromingen en afgaande getijde stromingen. De KESC Tidal Generator doet dit door middel van inklapbare propellers. De drijvende Evopod wordt door zijn vorm juist in de stroming geplaatst.

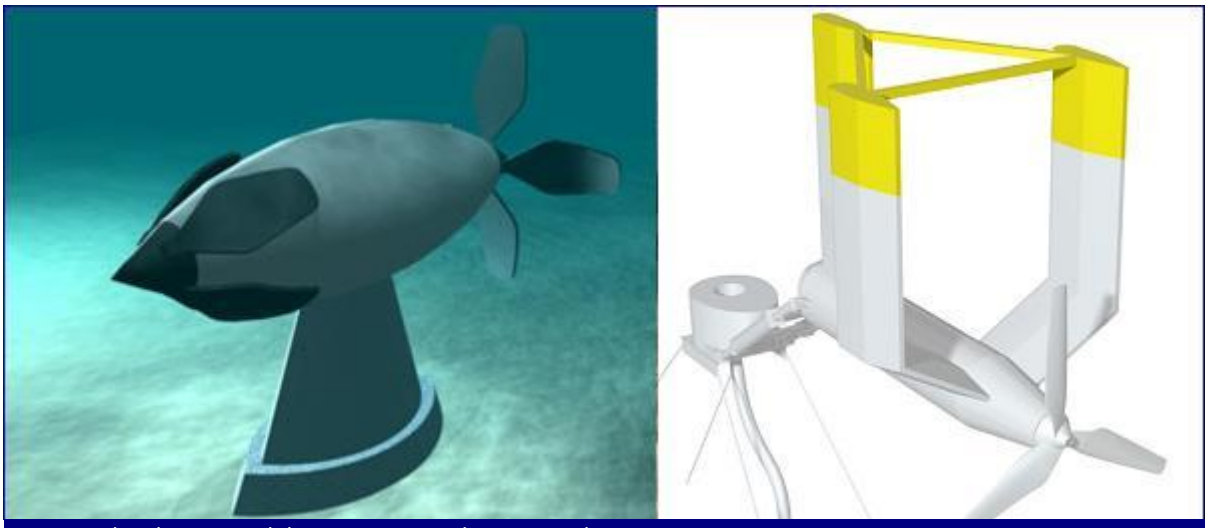


Fig10: Links: de KESC Tidal Generator, Rechts: Evopod

Getijdenturbines kunnen worden onderverdeeld in verticale as turbines, horizontale as turbines en resonantie technologieën. Het tweetal technologieën afgebeeld in bovenstaande figuur zijn voorbeelden van horizontale as turbines.

Horizontale as turbines

Bij horizontale as turbines zijn de bladen van de rotor via een horizontale as verbonden met de generator. De beweging van het water creëert lift op de bladen, waardoor de rotor in beweging komt. De generator zet de bewegingsenergie om in elektrische energie. Om zijn werking juist te kunnen doen moet de rotor in de richting van de stroming worden geplaatst. Figuur 11 toont een schematische weergave van een horizontale as turbine.

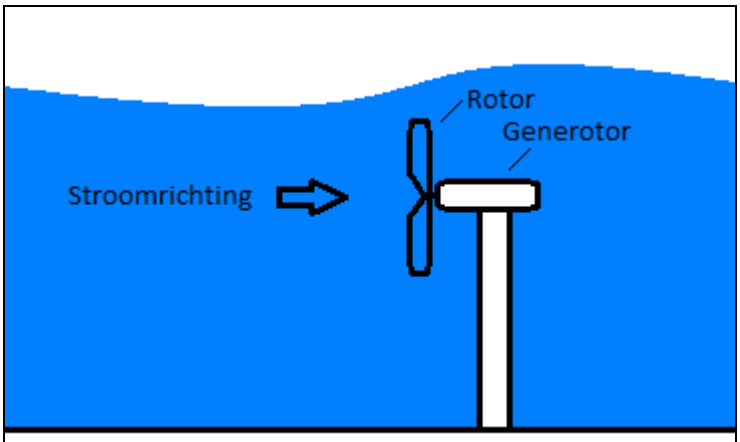


Fig11 : Horizontale as turbine

Tabel 14 geeft een overzicht van de bekeken horizontale as turbines. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Ocean Flow Energy	Evopod	www.oceanflowenergy.com
Tidal Generation Ltd	DEEP-Gen	www.tidalgeneration.co.uk
Tidal Energy Ltd	DeltaStream	www.tidalenergyltd.com
Aquaphile sarl	Hydro-gen 1	www.hydro-gen.fr
Aquaphile sarl	Hydro-gen 2	www.hydro-gen.fr
Tocardo International BV	T500	www.tocardo.com

Tabel 14: Getijde energie - Horizontale as turbines

Verticale as turbines

Bij verticale as turbines wordt de turbine rotor in een stroming geplaatst waardoor de draagvleugels lift in een voorwaartse richting genereren. Dit zorgt ervoor dat de as waar de draagvleugels aan gemonteerd zijn omwentelingen begint te maken. De turbine draait in dezelfde richting ongeacht de richting van de stroming. Een generator is gemonteerd op de as die ervoor zorgt dat de draaiende beweging van de as wordt omgezet in elektrische energie. Figuur 12 toont een schematische weergave van een verticale as turbine.

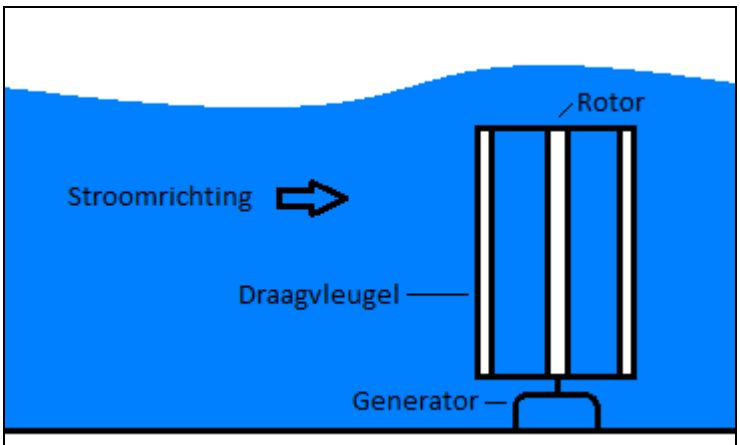


Fig12: Verticale as turbine

Tabel 15 geeft een overzicht van de bekeken verticale as turbines. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
New Energy Corporation Inc	EnCurrent Turbine	www.newenergycorp.ca
Tidal Energy Pty Ltd	Davidson-Hill Venturi Turbine	www.tidalenergy.net.au
Ponte di Archimede International	Enermar	www.pontediarchimede.com
Current Power AB	Current Power	www.currentpower.se

Tabel 15: Getijde energie - Verticale as turbines

Resonantie technologieën

Resonantie technologieën bevatten een vleugel die door de passerende stroming gaat resoneren. Deze beweging wordt vervolgens door een generator omgezet in elektrische energie. Er bestaan ook technologieën waarbij de vorm van de vleugel wordt aangepast om de gewenste zigzag beweging te creëren. Figuur 13 toont een schematische weergave van een resonantie technologie.

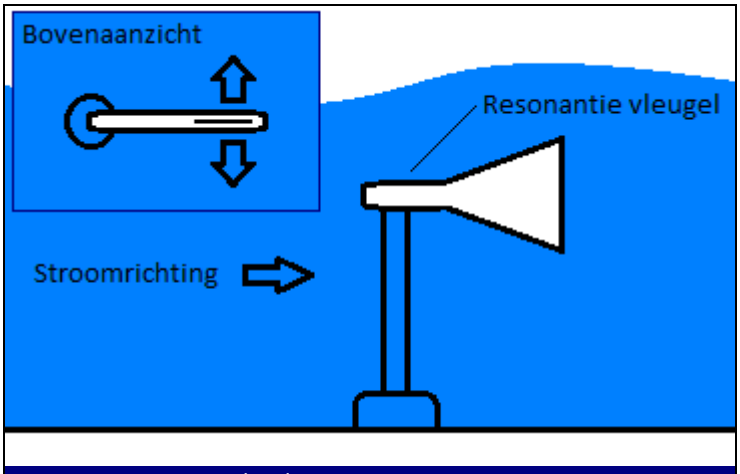


Fig13: Resonantie technologie

Tabel 16 geeft een overzicht van de bekeken resonantie technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Biopowersystems	bioSTREAM	www.biopowersystems.com

Tabel 16: Getijde energie – Resonantie technologieën

Tabel 17 geeft een kort overzicht van de hierboven besproken getijdenenergie technologieën.

Getijdenenergie technologie	Omschrijving
Horizontale as turbines	Bij horizontale as turbines zijn de bladen van de rotor via een horizontale as verbonden met de generator. De beweging van het water creëert lift op de bladen, waardoor de rotor in beweging komt. Deze beweging wordt door de generator omgezet in elektrische energie.
Verticale as turbines	Bij verticale as turbines wordt de turbine rotor in een stroming geplaatst waardoor de draagvleugels lift in een voorwaartse richting genereren. Dit zorgt ervoor dat de as waar de draagvleugels aan gemonteerd zijn omwentelingen

Getijdenenergie technologie	Omschrijving
	begint te maken. Een generator is gemonteerd op de as die de beweging omzet in elektrische energie.
Resonantie technologieën	Resonantie technologieën bevatten een vleugel die door de passerende stroming gaat resoneren. Deze beweging wordt door een generator omgezet in elektrische energie.

Tabel17: Golfenergie technologieën

Blue energy

Blue energy vormt de derde categorie. Blue energy is energie die vrijkomt wanneer zoet water met zout water gemengd wordt. Door gebruik te maken van membramen kan hierbij energie gewonnen worden. Dit kan gedaan worden door middel van omgekeerde elektrodialyse of door druk gelimiteerde osmose.

Omgekeerde elektrodialyse (RED)

Bij omgekeerde elektrodialyse worden speciale membranen gebruikt. Deze laten alleen negatief geladen ionen, of alleen positief geladen ionen door. Over het compartiment met zoet water en het compartiment met zout water ontstaat zo een potentiaal verschil van 86 mV. Door de compartimenten in serie te schakelen kan dit voltage verhoogd worden. Afhankelijk van het type membraan dient elk compartiment continu gevoed te worden met zout of zoet water. Figuur 14 toont het principe van omgekeerde elektrodialyse.

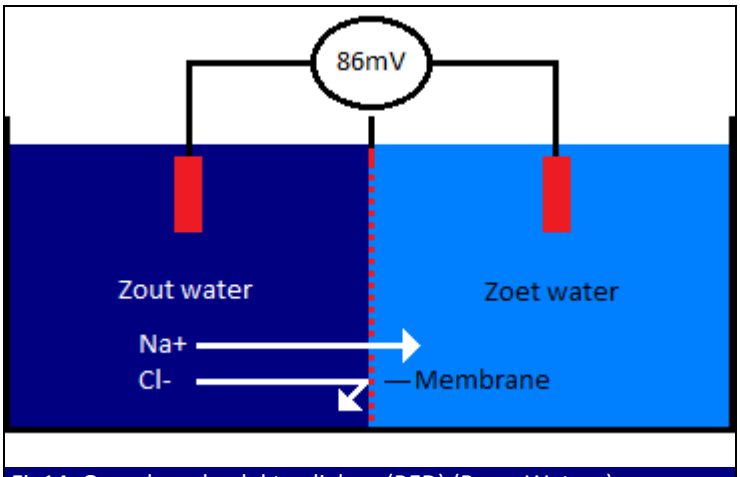


Fig14: Omgekeerde elektrodialyse (RED) (Bron: Wetsus)

Tabel 18 geeft een overzicht van de bekeken omgekeerde elektrodialyse technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Wetsus	Blue Energy	www.wetsus.nl

Tabel 18: Blue energy - Omgekeerde elektrodialyse technologieën

Druk gelimiteerde osmose (PRO)

Bij druk gelimiteerde osmose wordt zoet water met het zout water in contact gebracht door middel van semipermeabele membranen die opgerold zitten in kokers. Door het principe van osmose zullen watermoleculen van het zoete water naar het zoute water vloeien waardoor er in het compartiment met het zoute water een grote druk wordt opgebouwd.

Deze druk wordt gebruikt om een turbine aan te drijven die op zijn beurt weer een generator in beweging brengt en zo elektriciteit produceert. Een drukwisselaar zorgt ervoor dat het water langs de juiste kant wegvloeit en dat er geen drukverlies optreedt in het systeem. Het brakke water dat ontstaat wordt terug naar de zee geleid. Figuur 15 geeft een gesimplificeerde grafische weergave van dit proces.

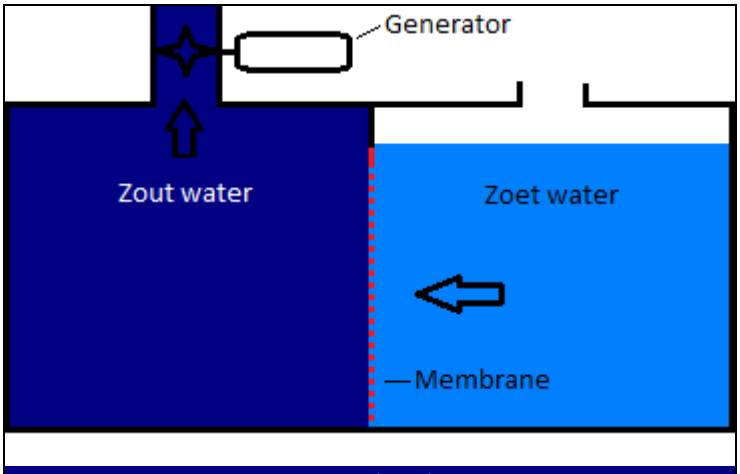


Fig15: Druk gelimiteerde osmose (PRO)

(Bron: www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power)

Tabel 19 geeft een overzicht van de bekeken druk gelimiteerde osmose technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Statkraft	Osmotic power	www.statkraft.com

Tabel 19: Blue energy - Druk gelimiteerde osmose technologieën

Thermische technologieën

De vierde categorie wordt gevormd door thermische technologieën. Dit zijn technologieën die energie genereren uit warm zeewater. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen gesloten thermische technologieën, open thermische technologieën en hybride thermische technologieën.

Gesloten thermische technologieën

Gesloten thermische technologieën bestaan uit een gesloten systeem dat is gevuld met een vloeistof waarvan het kookpunt laag is. Door warm oppervlaktewater wordt de vloeistof tot het kookpunt verhit. De vrijkomende stoom wordt vervolgens langs een turbine geleid. De turbine drijft een generator aan die zorgt voor de elektriciteit opwekking. Nadat de stoom de turbine heeft verlaten wordt het met koud diepzeewater in een warmtewisselaar afgekoeld tot vloeibare vorm. De vloeistof wordt met een compressor onder hoge druk gebracht waarna de kringloop opnieuw begint. Figuur 16 toont een grafische weergave van dit proces.

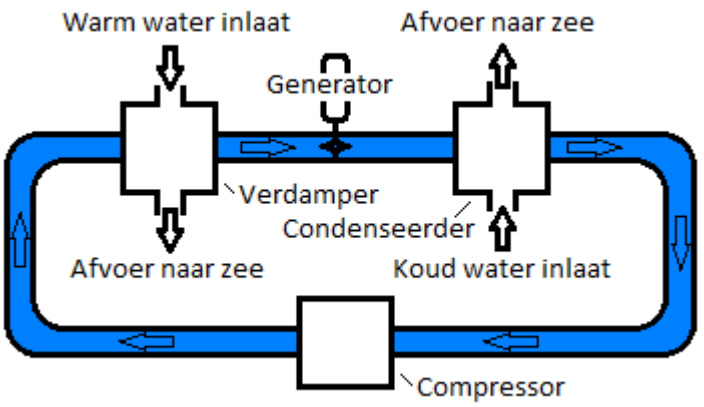


Fig16: Gesloten thermische technologie

Tabel 20 geeft een overzicht van de bekeken gesloten thermische technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Xenesys inc	OTEC plant	www.xenesys.com/english/otec/
Lockheed Martin	OTEC pilot plant	www.lockheedmartin.com/products/OTEC/
Makai Ocean Engineering	Verschillende test installaties	http://www.makai.com/e-otec.htm
Natural Energy Laboratory of Hawaii	OTEC-1	www.hawaii.gov/dbedt/info/energy/renewable/otec

Tabel 20: Thermische energie - Gesloten thermische technologieën

Open thermische technologieën

Open thermische technologieën maken gebruik van het warme oppervlaktewater in tropische zeeën om elektriciteit te genereren. Als warm zeewater vacuüm wordt gezogen gaat het koken. De vrijkomende stoom drijft een turbine aan die gekoppeld is aan een generator en voor de energie opwekking zorgt. De stoom die de turbine verlaat bestaat bijna geheel uit zuiver zoet water. Door middel van een warmtewisselaar wordt de stoom met koud water uit de diepzee gecondenseerd waarna het in vloeibare vorm terug naar zee stroomt. Figuur 17 toont een grafische weergave van dit proces.

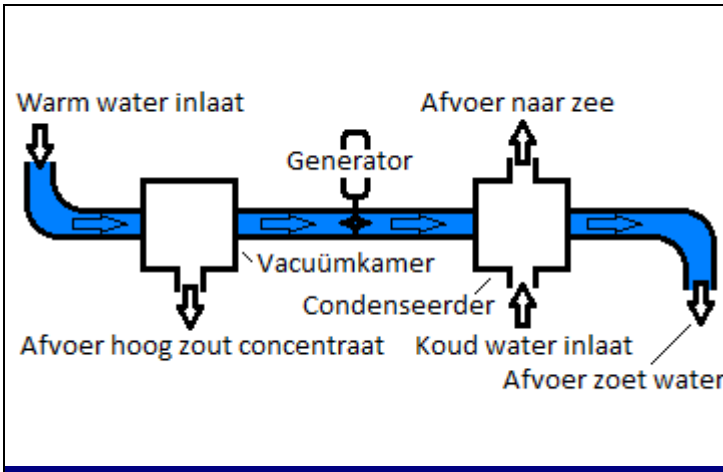


Fig17: Open thermische technologie

Tabel 21 geeft een overzicht van de bekeken open thermische technologieën. In Appendix I worden deze technologieën nader beschreven.

Bedrijf / instelling	Naam technologie	Website
Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority	Open-cycle plant	www.hawaii.gov/dbedt/info/energy/renewable/otec

Tabel 21: Thermische energie - Open thermische technologieën

Tabel 23 geeft een kort overzicht van de besproken thermische energie technologieën.

Thermische energie technologie	Omschrijving
Gesloten thermische technologieën	Een gesloten systeem dat is gevuld met een vloeistof waarvan het kookpunt laag is. Door warm oppervlaktewater wordt de vleistof tot het kookpunt verhit. De vrijkomende stoom wordt vervolgens langs een turbine geleid die gekoppeld is aan een generator.
Open thermische technologieën	Warm zeewater wordt vacuüm gezogen waardoor het gaat koken. De vrijkomende stoom drijft een turbine aan die gekoppeld is aan een generator.

Tabel23: Thermische energie technologieën

3.2 Inhoudelijke beoordeling

Watergerelateerde energietechnologieën bezitten een aantal gezamenlijke voordelen ten opzichte van conventionele energie opwekkingstechnologieën (European Renewable Energy Council, 2010):

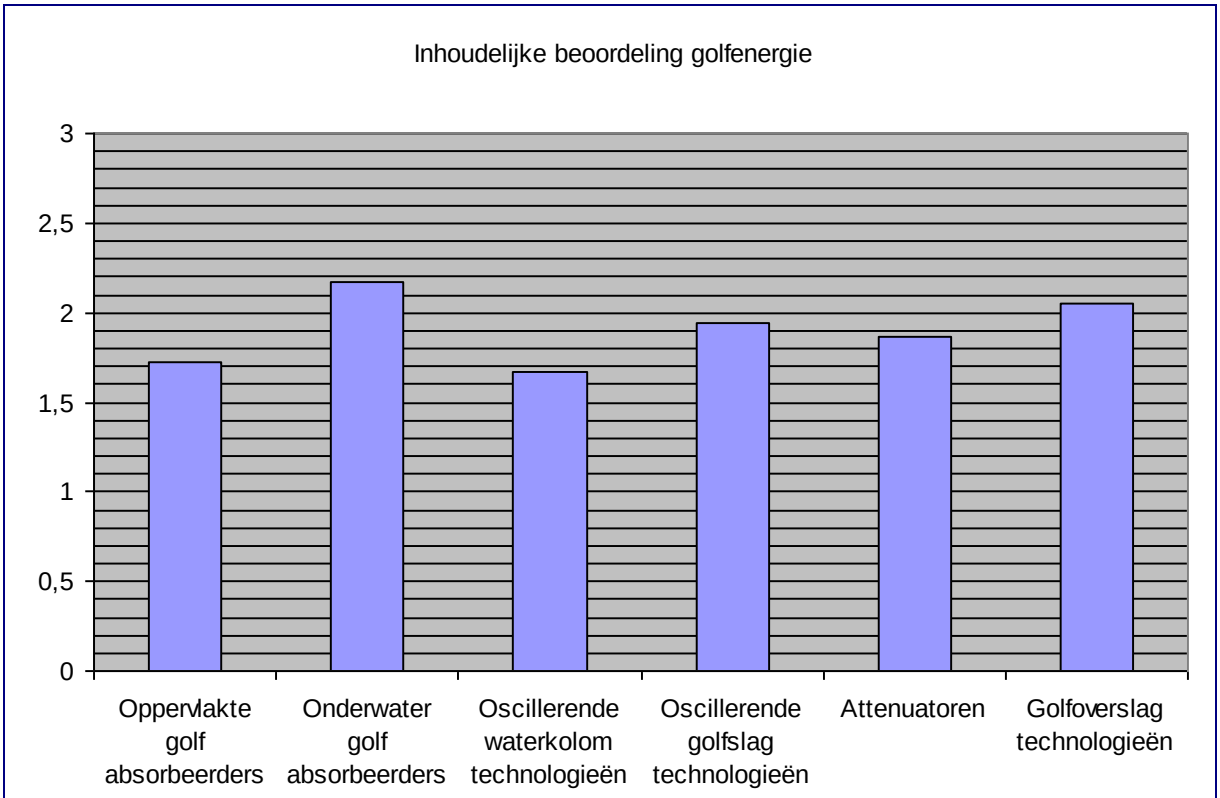
- Betrouwbare en onuitputtelijke energie voorraad. De theoretische energie die het water op aarde bezit is enorm, direct beschikbaar en praktisch onuitputtelijk.
- Vrij natuurvriendelijk. Watergerelateerde energietechnologieën hebben een bepaalde impact op hun omgeving. Uit oriënterende studies blijkt dat deze impact relatief gering is.
- Geen uitstoot schadelijke stoffen. Watergerelateerde energietechnologieën produceren geen broeikasgassen of andere schadelijke stoffen.
- Toename in werkgelegenheid. Installatie, onderhoud, transport en het managen van de systemen zorgen voor extra werkgelegenheid. Geschat wordt dat voor elke megawatt - golf of getijde energie 10 tot 20 banen gecreëerd worden.
- Toename in diversiteit en robuustheid van energie productie. Door het toevoegen van watergerelateerde energietechnologieën aan de productie capaciteit wordt de energie voorziening robuuster.
- Toepasbaar op afgelegen eilanden. Watergerelateerde energietechnologieën kunnen op kleine eilanden fossiele brandstofcentrales vervangen. Hiermee wordt voorkomen dat er schadelijke broeikasgassen worden uitgestoten. Ook de gevaren die het vervoer van de fossiele brandstoffen met zich brengen worden hiermee voorkomen.

De inhoudelijke eigenschappen van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn categorisch beoordeeld aan de hand van de visie op duurzaamheid van het duurzaamheidcentrum. De criteria die hieruit zijn voortgekomen kunnen worden onderverdeeld in sociale, ecologische en economische criteria.

1. **Sociale criteria**: Gevaar voor scheepvaart, horizon vervuiling, geluidsproductie en vermindering van golfslag.
2. **Ecologische criteria**: Veranderingen in sediment transport en afzetting, veranderingen in de mate waarop erosie optreedt aan de kustlijn, schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden, geluidsproductie, effect op zeezoogdieren en zeevogels en vervuiling ecosysteem door schadelijke stoffen.
3. **Economische criteria**: Effect op recreatie en afname visgrond.

Grafieken 1 t/m 4 geven een overzicht van de behaalde resultaten. Technologieën met de hoogste scores bezitten vanuit inhoudelijk oogpunt de gunstigste eigenschappen. Hiermee wordt antwoord gegeven op de eerste subonderzoeksvraag; welke van de duurzame watertechnologieën vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt zijn voor expositie doeleinden. In appendix II wordt dieper ingegaan op de redenatie achter de beoordeling.

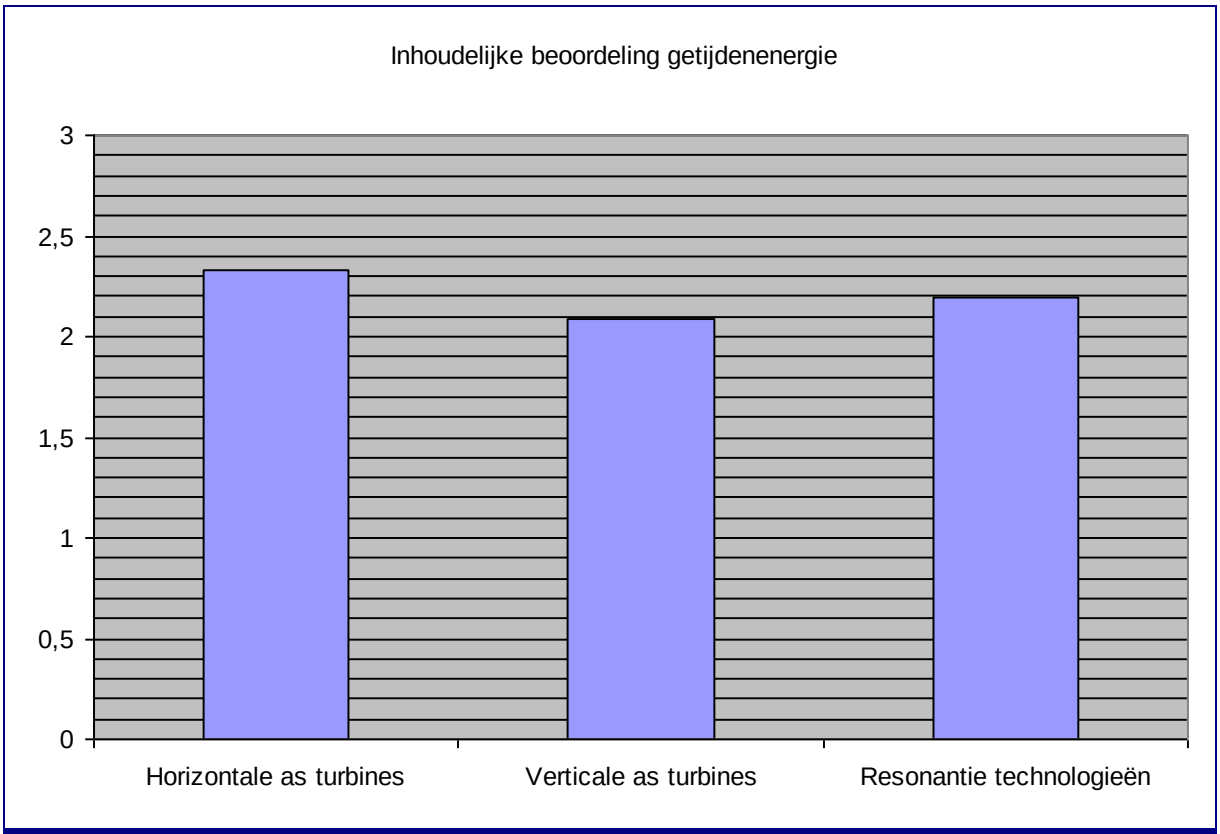
Golfenergie



Grafiek1: Resultaten inhoudelijke beoordeling golfenergie (hoger is beter)

Grafiek 1 geeft de inhoudelijke beoordeling van golfenergie technologieën weer. De technologieën met de hoogste scores komen het meest overeen met de inhoudelijke visie van het duurzaamheidcentrum. De grafiek laat zien dat onderwater golf absorbeerders en golfoverslag technologieën de laagste impact hebben op hun omgeving en daarom het beste scoren.

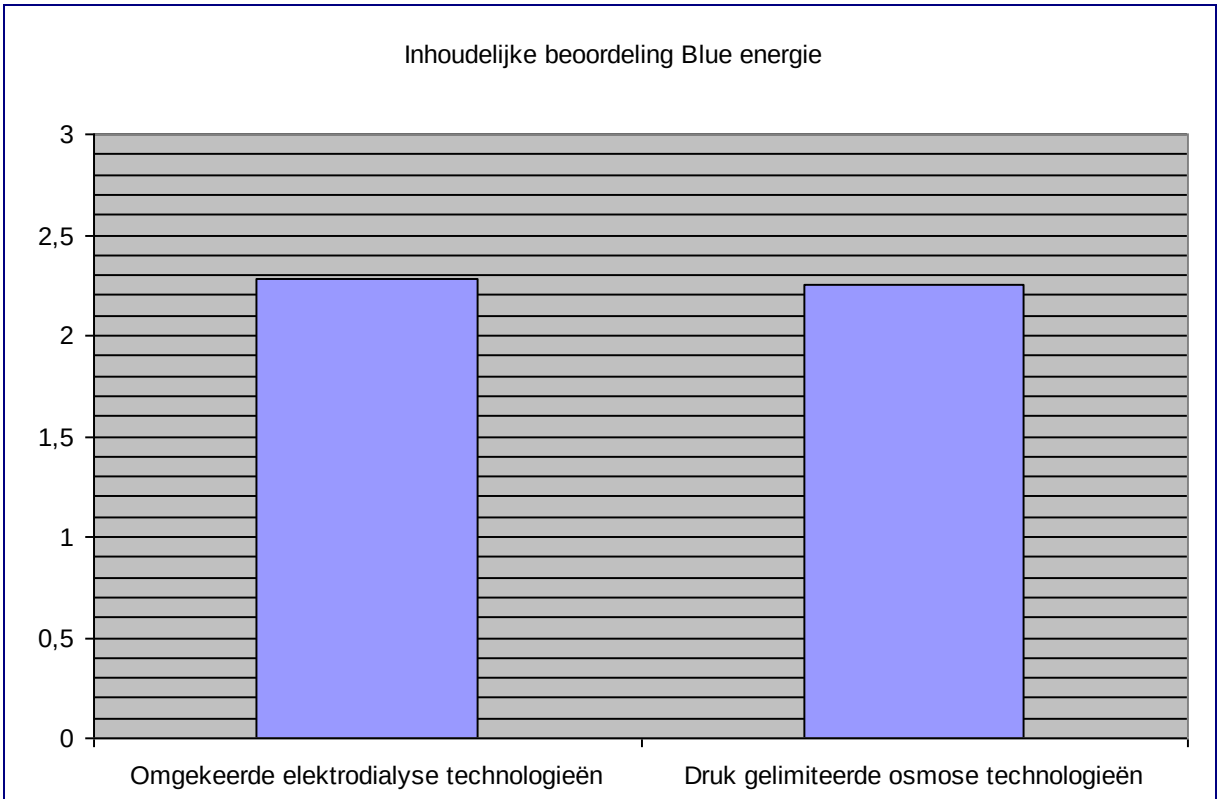
Getijdenenergie



Grafiek2: Resultaten inhoudelijke beoordeling getijdenenergie (hoger is beter)

Grafiek 2 geeft de inhoudelijke beoordeling van getijdenenergie technologieën weer. De grafiek laat zien dat horizontale as turbines vergeleken met verticale as turbines en resonantie technologieën de laagste impact hebben op de omgeving waarin ze zijn geplaatst. De verschillen zijn echter zeer klein.

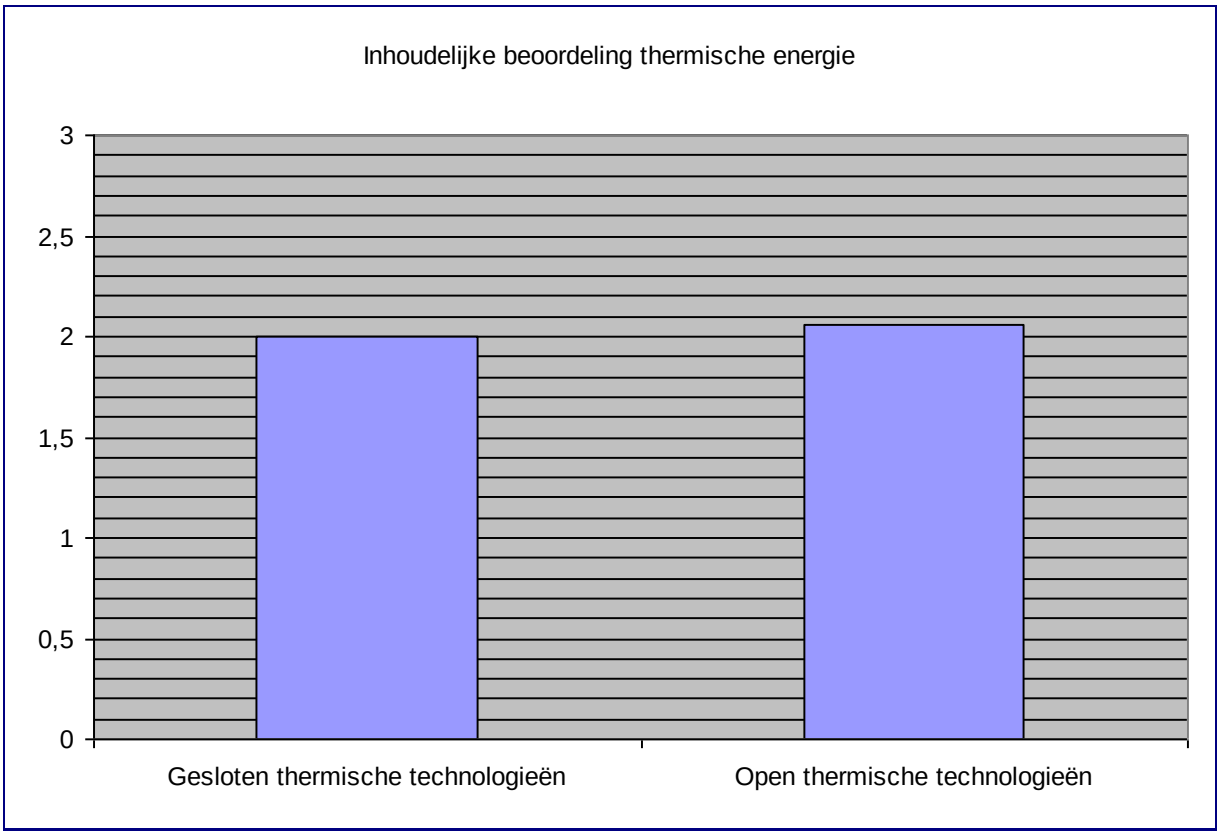
Blue energie



Grafiek3: Resultaten inhoudelijke beoordeling Blue energy (hoger is beter)

Grafiek 3 geeft de inhoudelijke beoordeling van Blue energie technologieën weer. De grafiek laat zien dat omgekeerde elektrodialyse technologieën een minder grote impact hebben op de omgeving waarin ze zijn geplaatst dan druk gelimiteerde osmose technologieën.

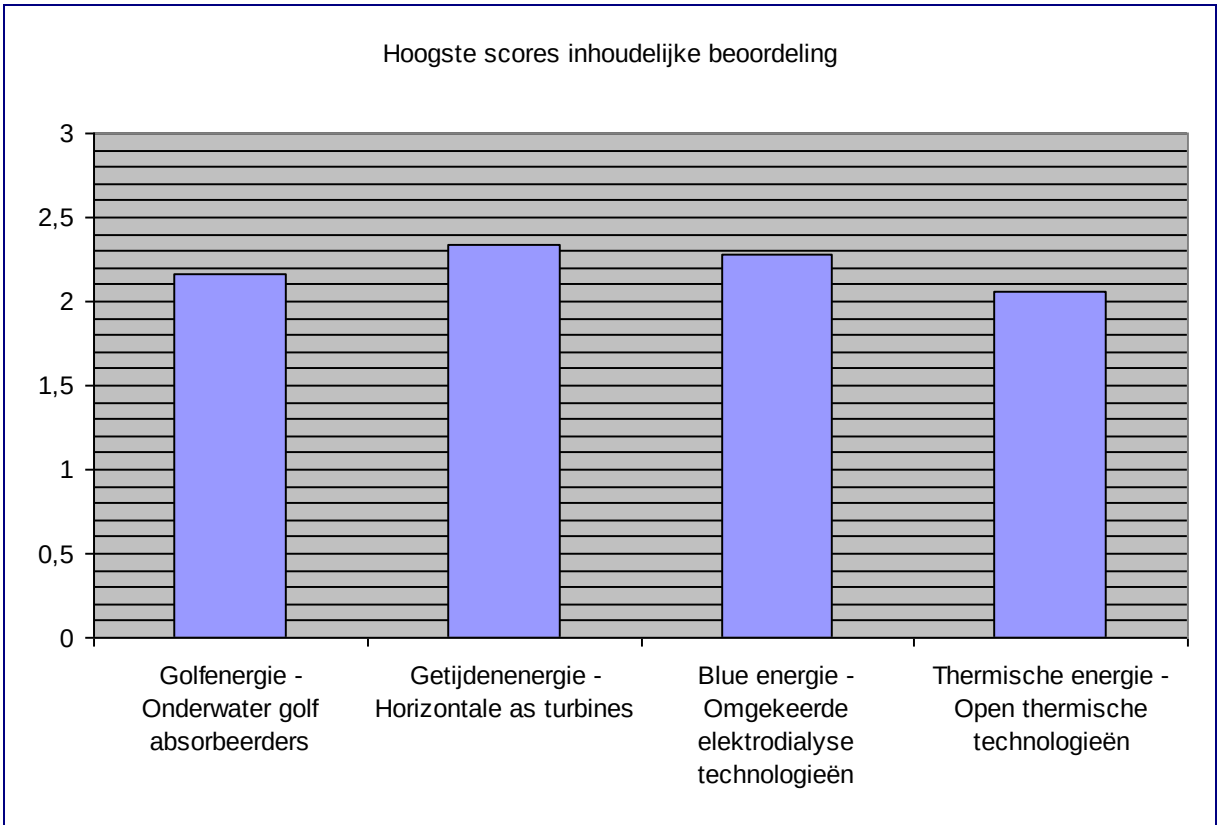
Thermische energie



Grafiek4: Resultaten inhoudelijke toetsing thermische energie (hoger is beter)

Grafiek 4 geeft de inhoudelijke beoordeling van thermische technologieën weer. De grafiek laat zien dat open thermische technologieën een minder grote impact hebben op de omgeving waarin ze zijn geplaatst dan gesloten thermische technologieën. Dit verschil is te verklaren doordat open thermische technologieën geen gebruik maken van gevaarlijke stoffen in hun systeem.

Overzicht



Grafiek5: Hoogste scores inhoudelijke beoordeling naar categorie (hoger is beter)

Grafiek 5 toont een categorisch overzicht van de inhoudelijk hoogst beoordeelde technologieën. Dit zijn de technologieën die vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum.

3.3 Technische beoordeling

Om te kunnen bepalen welke technologieën vanuit technisch oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden, moet rekening worden gehouden met de benodigde omgevingsfactoren waarin een technologie geëxposeerd dient te worden. Tabel 24 toont de duurzame watergerelateerde energietechnologieën categorisch, met bij elke technologie de bijbehorende expositiefaciliteit.

Soort technologie	Expositiefaciliteit	Beschrijving
Thermische energie	Warm en koud water	Om thermische technologieën juist te exposeren is warm en koud water nodig.
Bleu energy	Zoet en zout water	Om Blue energy technologieën juist te exposeren is een zoet / zout gradiënt nodig.
Getijde energie	Sleeptank of cavitatie tunnel	Om getijde energietechnologieën juist te exposeren moet het model in stromend water geplaatst worden. Een sleeptank of cavitatie tunnel kan hiervoor gebruikt worden.
Golfenergie	Golfgenerator / golftank	Om golf energietechnologieën juist te exposeren moet het model in water met een golfslag geplaatst worden. Een golfslag generator kan hiervoor gebruikt worden.

Tabel24: Technologieën met bijbehorende expositiefaciliteit

Thermische energie
Om thermische energie technologie (Ocean thermal energy conversion) juist te exposeren is een verschil in watertemperatuur van minimaal 20 graden nodig. (U.S. National Research Council, 1989) Omdat het gaat om een gering warmteverschil ligt de efficiëntie van thermische energie technologieën laag. Het systeem moet daarom voorzien worden van een relatief grote hoeveelheid water (Twidell, J. , et al, 2006).

Blue energy
Om blue energy toepassingen juist te exposeren is water nodig met een hoog opgelost zoutconcentraat en water met een laag opgelost zoutconcentraat. Er van uitgaande dat een blue energie toepassing gebaseerd op reverse electrodialys met 20% efficiëntie en geschikt is voor expositie doeleinden, ongeveer 100 mW zal moeten produceren om een kleine elektromotor aan te drijven (Veerman, J. , et al, 2009). Dan is 766 milliliter zoet water per uur nodig om deze energie te leveren bij een overvloed aan zoutwater.

Zeewater, zoute meren of pekel van zoutproductie, in combinatie met een zeer lage concentratie bron, zoals rivierwater of kraanwater kunnen voorzien in deze zoutwater behoefte. Om te voorkomen dat de membranen vervuild raken moet het water gefilterd worden.

Getijde energie
Voor een goede expositie zijn getijdenenergie technologieën afhankelijk van een stroming die op de technologie inwerkt. Dit kan gedaan worden door middel van een sleeptank of een cavitatie tunnel. Een sleeptank is een bassin (zie figuur 20) van enkele meters breed en tientallen meters lang, uitgerust met een sleepwagen die voortbeweegt op rails langs beide zijden van het bassin. De sleepwagen trekt het model door het bassin waardoor er een voorwaartse stroming op het model inwerkt.

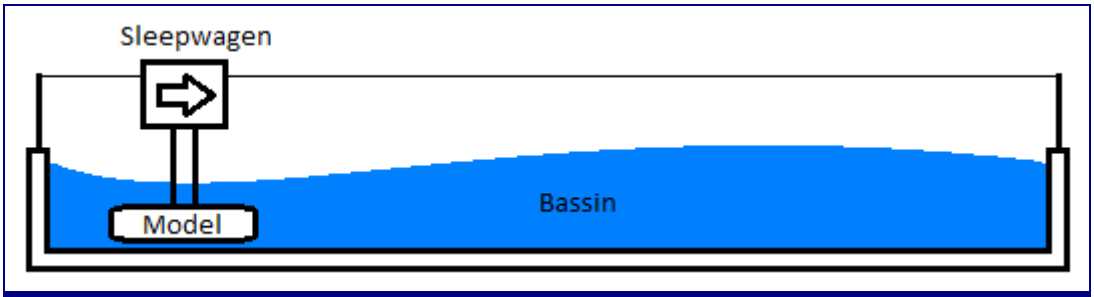


Fig20: Sleeptank

Een cavitatie tunnel is een gesloten tunnel systeem waarin een pomp is geplaatst die het water rondpompt. Een model kan in de stroming worden geplaatst. In een cavitatie tunnel kan geen golfslag nagebootst worden. Figuur 21 toont een gesimplificeerde afbeelding van een cavitatie tunnel.

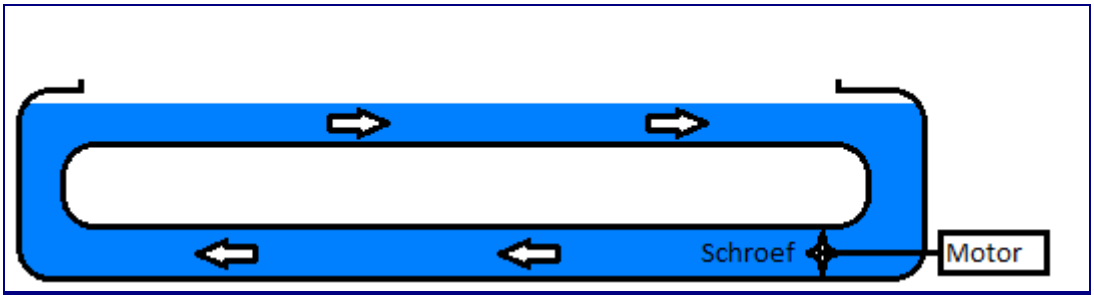


Fig21: Cavitatie tunnel

Golfenergie

Een golfgenerator genereert golfslag waaraan het model blootgesteld wordt. De generator kan zelfstandig in een bassin geplaatst worden of gecombineerd worden met een sleeptank. Figuur 22 toont een gesimplificeerde afbeelding van een golfgenerator.

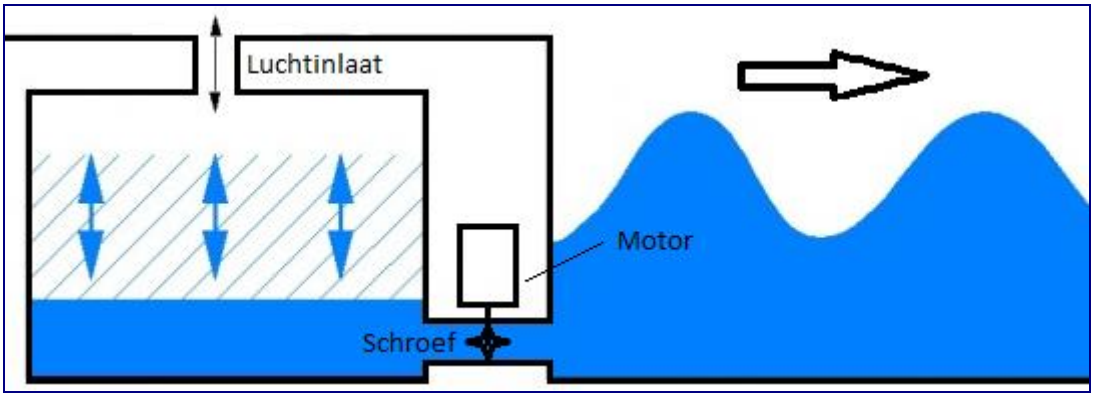


Fig22: Golfgenerator

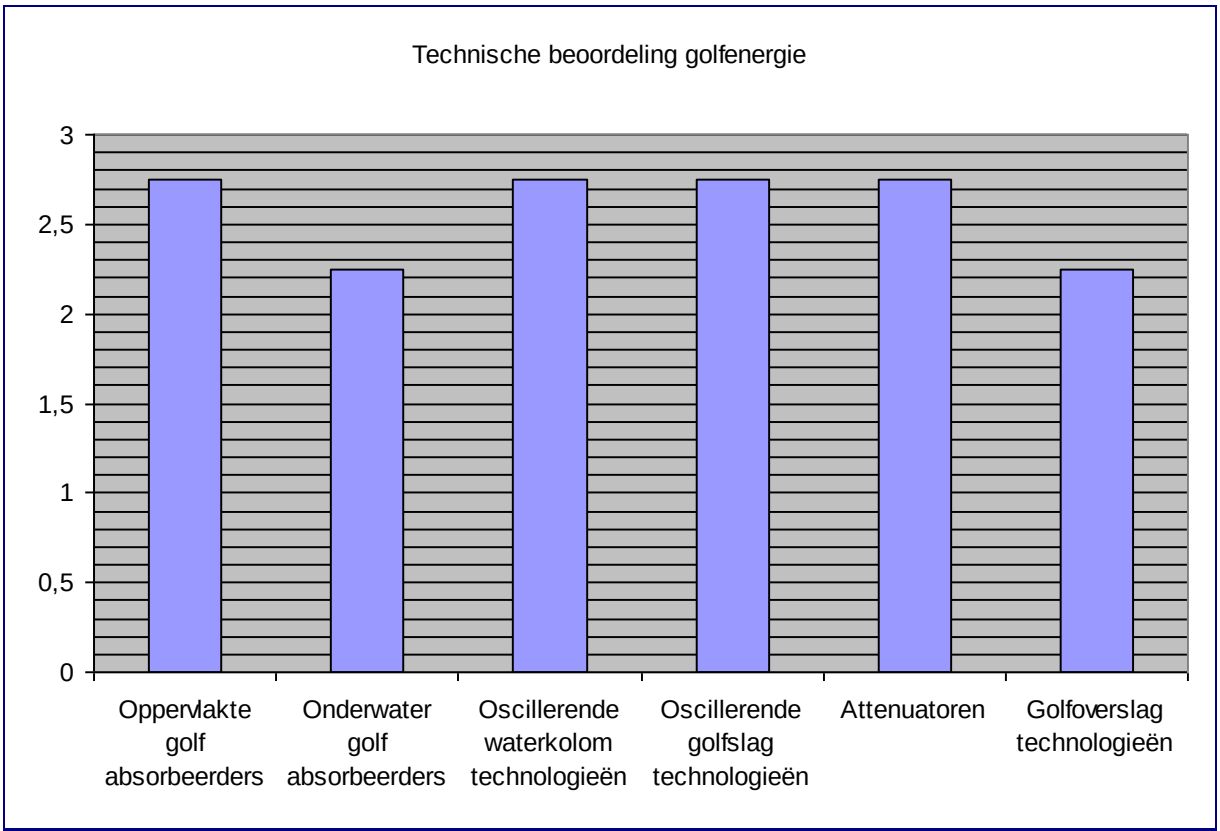
De technische haalbaarheid van duurzame watergerelateerde energietechnologieën wordt voornamelijk bepaald door de wijze waarop ze bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden (International Energy Agency, 2006). Voor de op schaal gebouwde prototypes geldt dat ze langdurig bestand moeten zijn tegen de gecontroleerde omstandigheden waarin ze geëxposeerd worden. Een robuust ontwerp en een gering aantal onderdelen verkleinen de kans op slijtage.

De technische eigenschappen van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn categorisch beoordeeld aan de hand van onderstaande criteria:

1. **Grootte van schaalmodel:** Werking technologie op schaal, beschikbaarheid onderdelen en componenten op schaal.
2. **Veiligheid schaalmodel:** Gevaar voor het publiek.
3. **Constructie complexiteit en materialen:** Constructie complexiteit, beschikbaarheid materialen en technieken.
4. **Expositiefaciliteit:** Complexiteit expositiefaciliteit.

De resultaten van deze beoordeling staan in grafieken 6 t/m 10 vermeld. Technologieën met een hoge beoordeling zijn vanuit technisch oogpunt het eenvoudigst te realiseren. Hiermee wordt antwoord gegeven op de tweede subonderzoeksvraag; welke van de duurzame watertechnologieën vanuit technisch oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden. Opgemerkt moet worden dat technologieën die geëxposeerd kunnen worden zonder daarbij een complexe expositiefaciliteit nodig te hebben, op dat punt hoger zijn beoordeeld dan technologieën die wel een complexe expositiefaciliteit nodig hebben. In appendix III worden de afwegingen waaruit deze grafieken tot stand zijn gekomen onderbouwd.

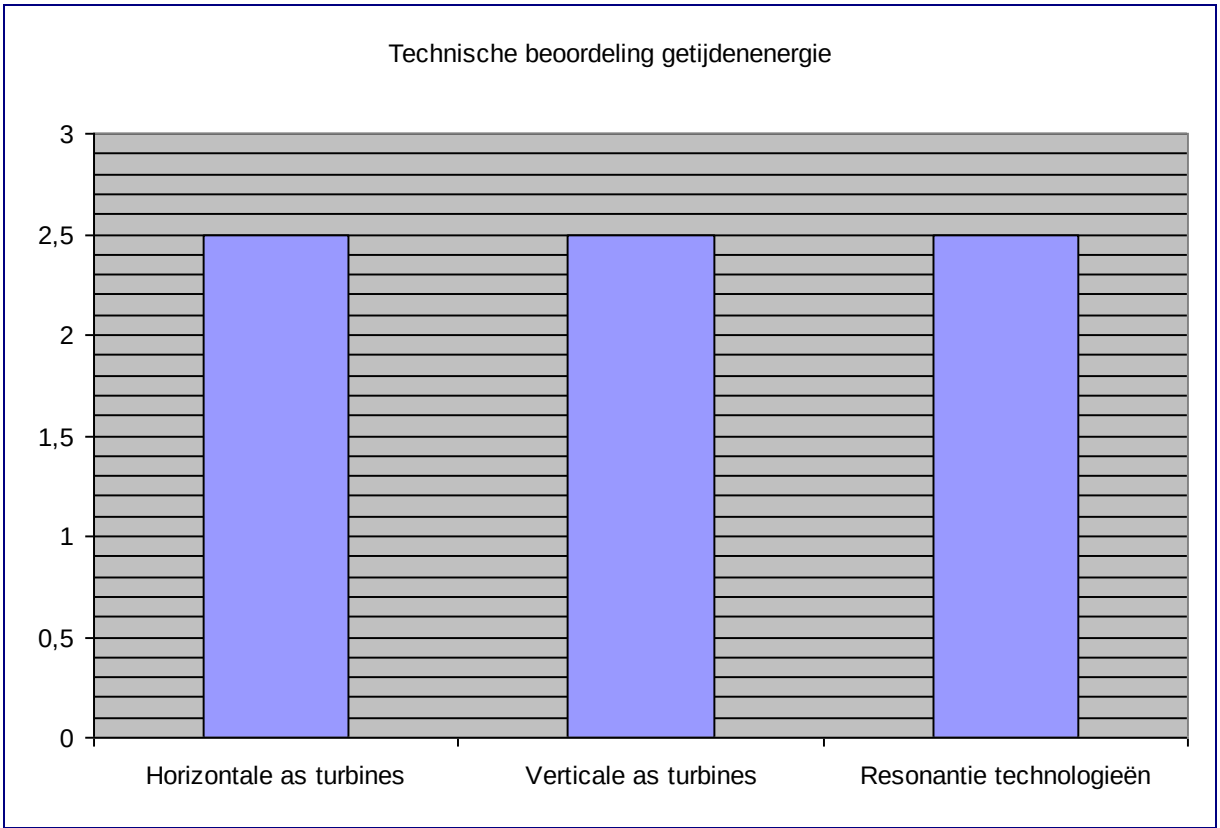
Golfenergie



Grafiek6: Technische beoordeling golfenergie (hoger is beter)

Grafiek 6 geeft de technische beoordeling van de golfenergie technologieën weer. De technologieën met de hoogste scores zijn technisch het eenvoudigst te realiseren. Opvallend is dat onderwater golf absorbeerders en golfoverslag technologieën minder hoog scoren dan de overige technieken. De verklaring hiervoor is dat er geen bestaande schaalmodellen bestaan van de bekeken onderwater golf absorbeerders en golfoverslag technologieën. Dit heeft geresulteerd in een lagere score.

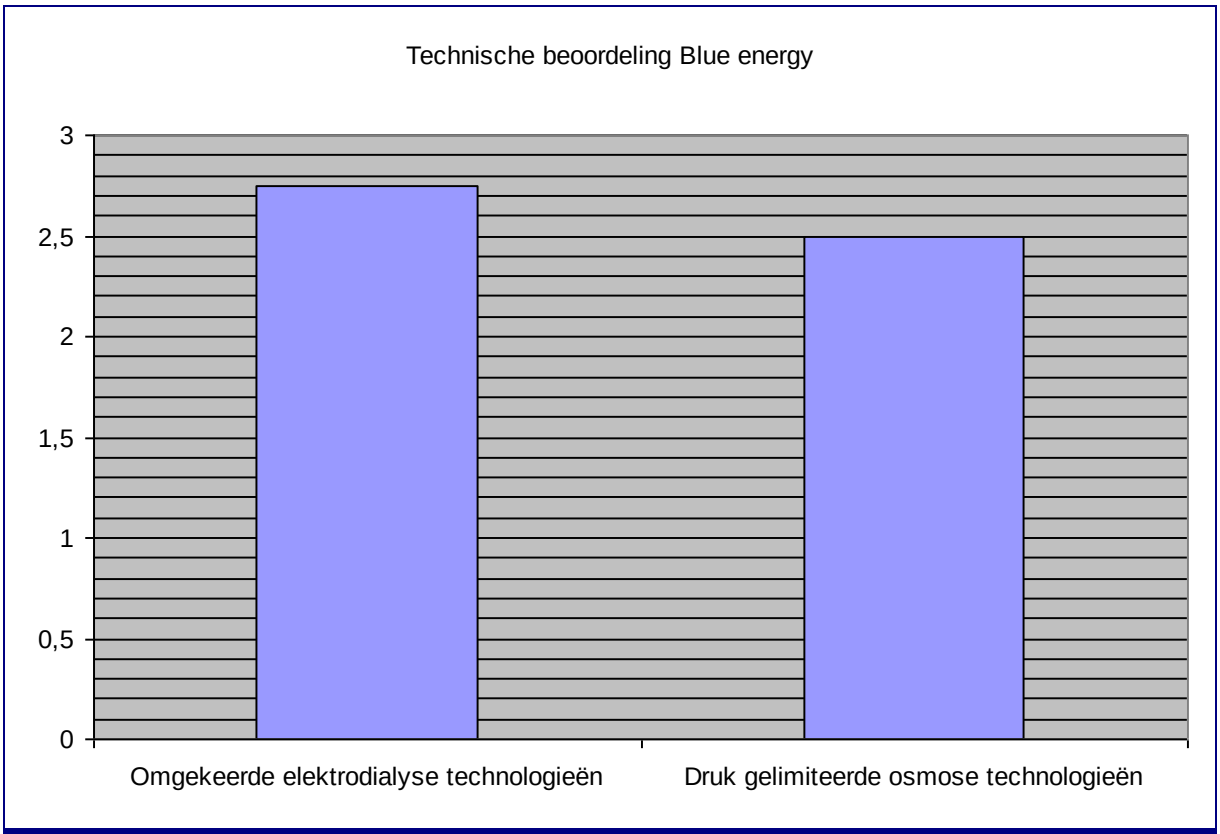
Getijdenenergie



Grafiek7: Technische uitvoerbaarheid getijdenenergie (hoger is beter)

Grafiek 7 geeft de technische beoordeling van de getijdenenergie technologieën weer. Wat opvalt is dat alle drie de technologieën hetzelfde scoren.

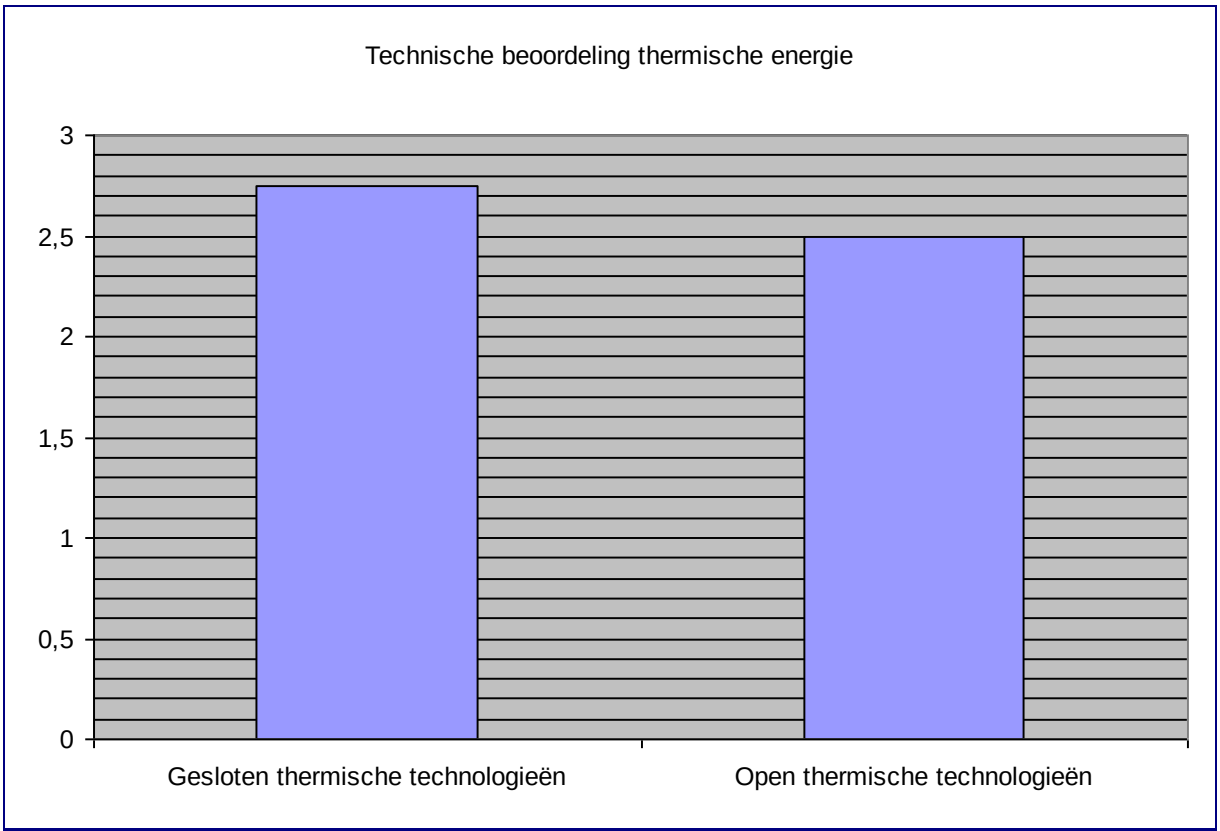
Blue energy



Grafiek8: Technische uitvoerbaarheid Blue energy (hoger is beter)

Grafiek 8 geeft de technische beoordeling van Blue energy technologieën weer. Omgekeerde elektrodialyse technologieën scoren hierin hoger dan druk gelimiteerde osmose technologieën. De verklaring hiervoor is dat er bij druk gelimiteerde osmose technologieën een hoge druk wordt opgebouwd in het systeem. Bij lekkage kan dit een gevaar voor het publiek opleveren. Bij omgekeerde elektrodialyse technologieën is dit niet het geval.

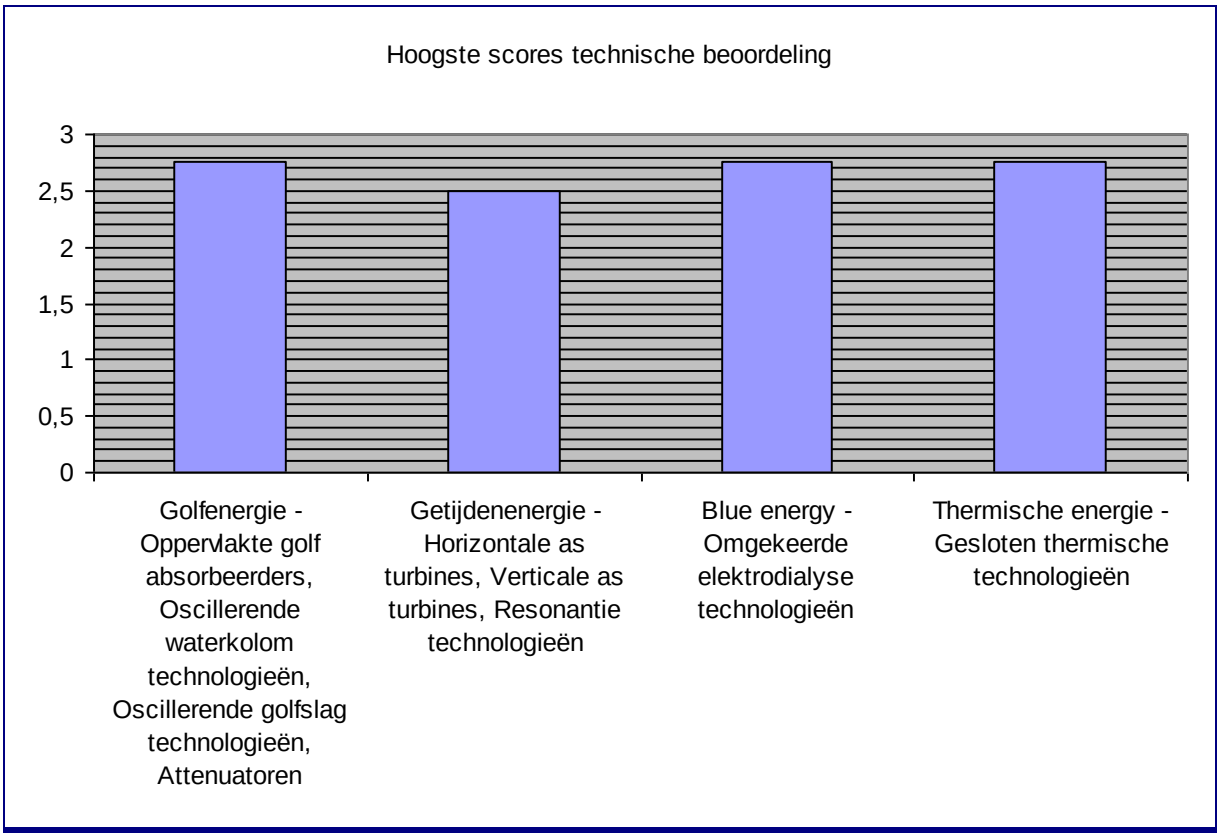
Thermische energie



Grafiek9: Technische uitvoerbaarheid thermische technologieën (hoger is beter)

Grafiek 9 geeft de technische beoordeling van thermische energietechnologieën weer. Gesloten thermische technologieën scoren hierin hoger als open thermische technologieën. De verklaring hiervoor is dat er van de bekeken open thermische technologieën geen schaalmodellen bestonden. Dit heeft geresulteerd in een lagere score.

Overzicht



Grafiek10: Hoogste scores technische beoordeling naar categorie (hoger is beter)

Grafiek 10 toont een categorisch overzicht van de technisch hoogst beoordeelde technologieën. Dit zijn de technologieën die vanuit technisch oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden.

3.4 Beeldende beoordeling

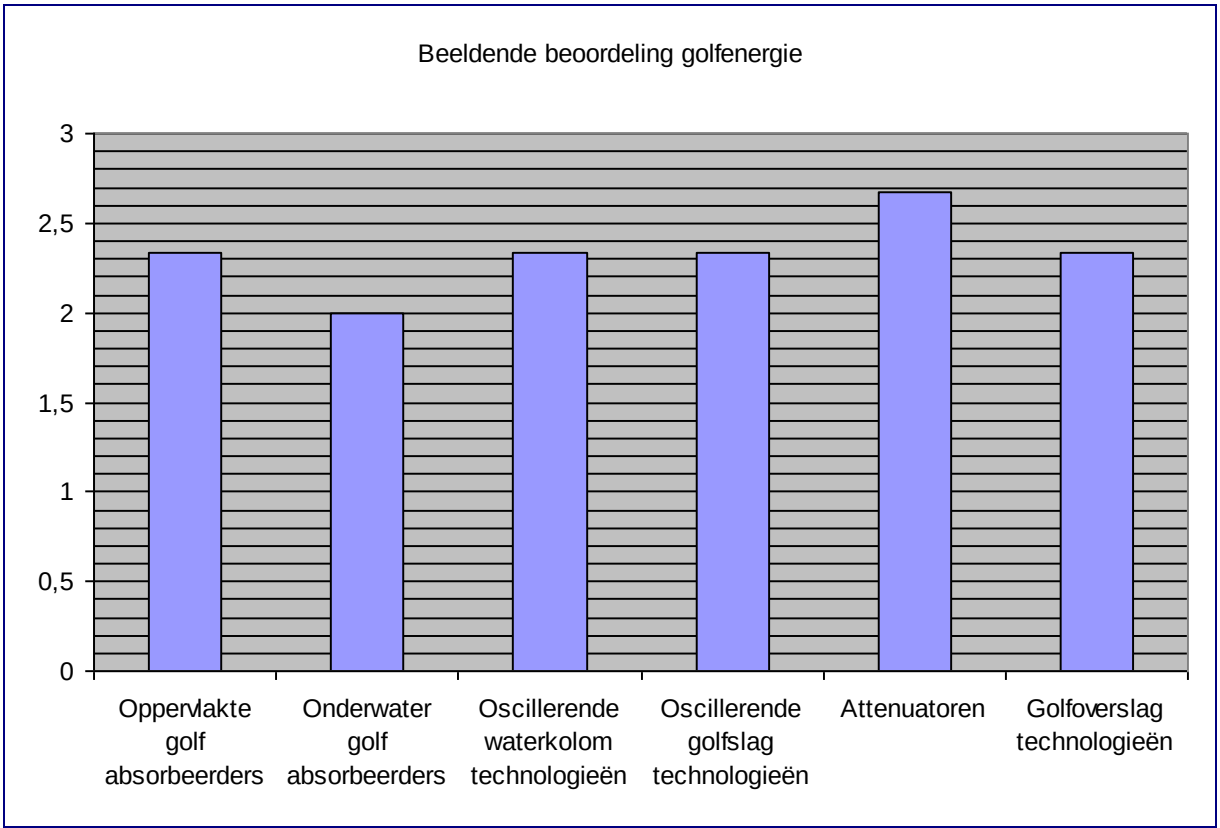
De beeldende eigenschappen van de duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn categorisch beoordeeld aan de hand van gesimplificeerde beeldende uitwerkingen. Appendix V geeft hier een overzicht van. De beeldende uitwerkingen zijn beoordeeld op onderstaande criteria:

1. **Esthetische waarde**: De visuele aantrekkelijkheid van een technologie.
2. **Integratie**: De mate waarmee de uiterlijke kenmerken van een technologie overeenkomen met de kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn opgeroepen.
3. **Begrijpelijkheid**: De mate waarmee de uiterlijke kernmerken van een technologie iets vertellen over de achterliggende werking.

De resultaten van de beoordeling zijn terug te vinden in grafieken 11 t/m 15. Technologieën met de hoogste scores bezitten vanuit beeldend oogpunt de gunstigste eigenschappen. Hiermee wordt antwoord gegeven op de derde subonderzoeksvraag; welke van de

duurzame watertechnologieën vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden. In appendix IV wordt dieper ingegaan op de redenatie achter de beoordeling. Opgemerkt moet worden dat de gebruikte vormgeving alleen bestaat uit een beeldende vertaling van de technische eigenschappen. Bij het maken van deze vertaling zijn geen aanpassingen gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan.

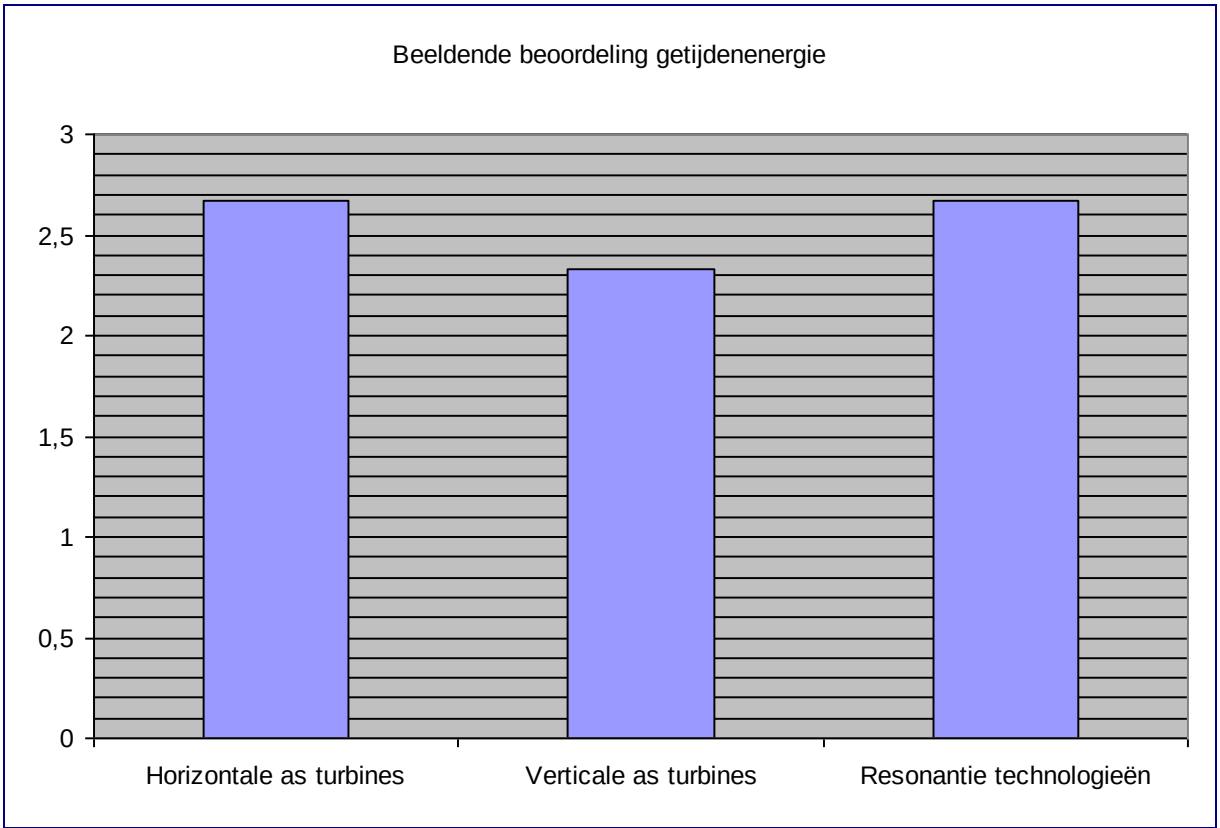
Golfenergie



Grafiek11: Beeldende beoordeling golfenergie (hoger is beter)

Grafiek 11 geeft de beeldende beoordeling van golfenergie technologieën weer. De technologieën met de hoogste scores zijn vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt voor expositie doeleinden. Attenuatoren scoren het hoogst gevolgd door oppervlakte golf absorbeerders, oscillerende waterkolom technologieën, oscillerende golfslag technologieën en golfoverslag technologieën die allemaal dezelfde score neerzetten. Onderwater golf absorbeerders scoren het laagst. De verklaring voor de hoger uitgevallen score voor attenuatoren is de esthetische waarde die als hoger is beoordeeld als bij de overige golfenergie technologieën. Onderwater golf absorbeerders hebben vanwege hun esthetische waarde juist lager gescoord dan de rest.

Getijdenenergie

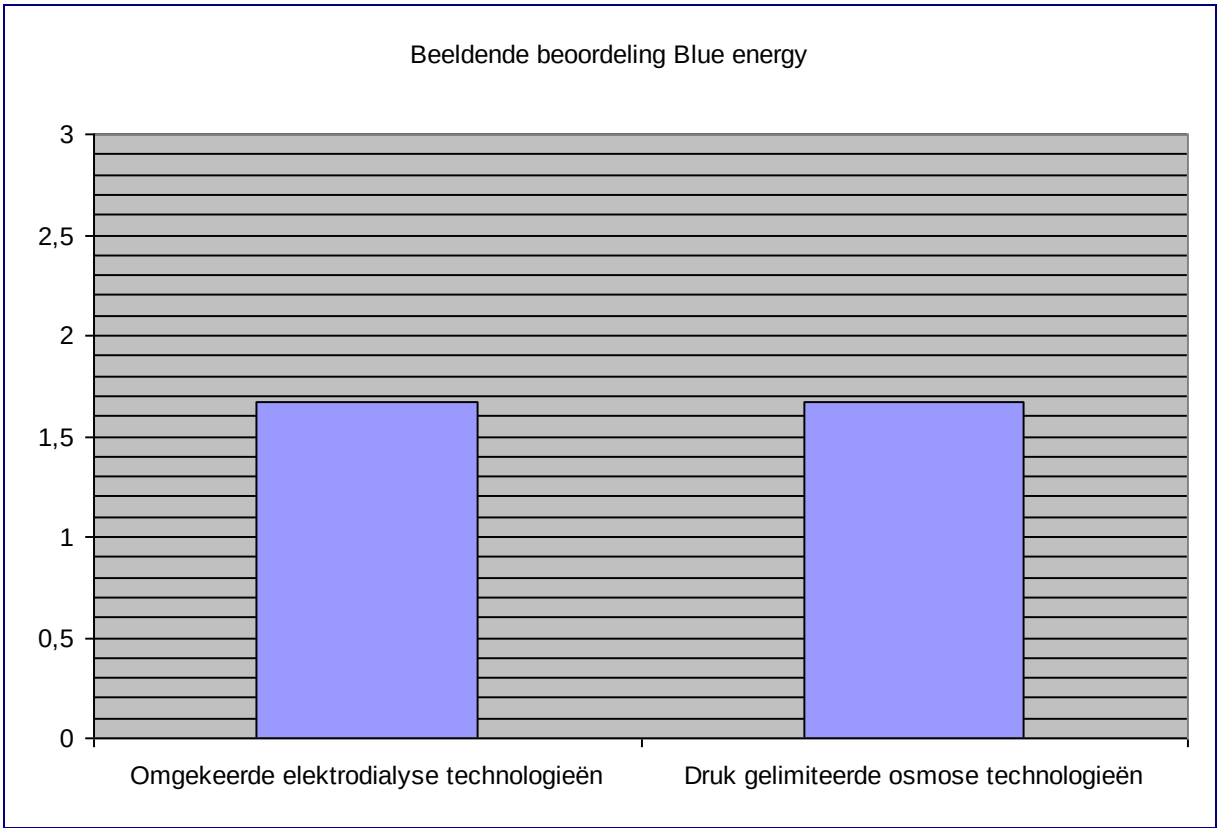


Grafiek12: Beeldende beoordeling getijdenenergie (hoger is beter)

Grafiek 12 geeft de beeldende beoordeling van getijdenenergie technologieën weer. Horizontale as turbines en resonantie technologieën scoren hierin even hoog. De beeldende eigenschappen van verticale as turbines zijn als minder hoog beoordeeld.

Horizontale as turbines hebben een hoge score gekregen dankzij het eenvoudige principe waarmee ze werken. De begrijpelijkheid is als hoog beoordeeld omdat de vergelijking met een windmolen op het land makkelijk is te maken. Bij resonantie technologieën is de esthetische waarde als hoog beoordeeld vanwege de natuurlijke vormgeving. Verticale as turbines hebben minder hoog gescoord omdat ze esthetisch niet hoog scoren, en op het gebied van begrijpelijkheid extra uitleg vereisen.

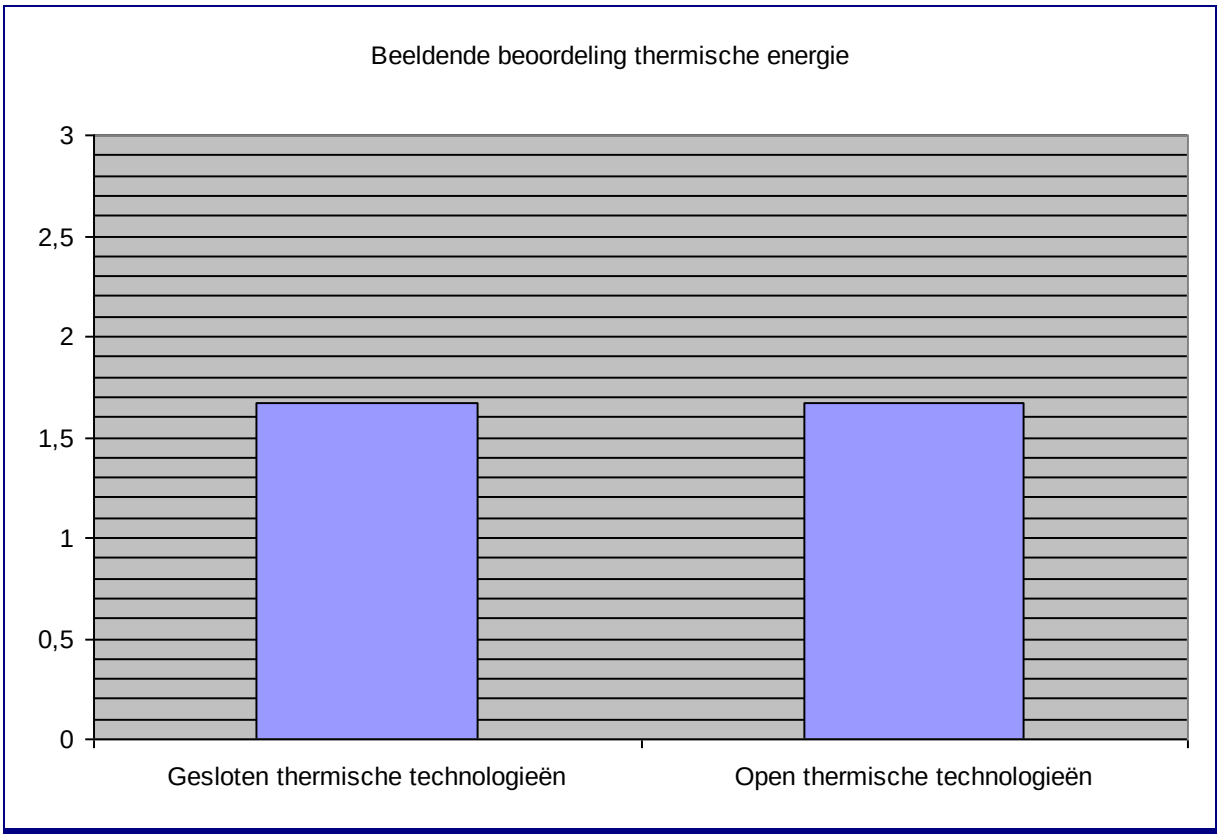
Blue energy



Grafiek13: Beeldende beoordeling Blue energy (hoger is beter)

Grafiek 13 geeft de beeldende beoordeling van Blue energie technologieën weer. Omgekeerde elektrodialyse technologieën en druk gelimiteerde osmose technologieën laten dezelfde score zien. Beide technologieën hebben laag gescoord op esthetische waarde en begrijpelijkheid.

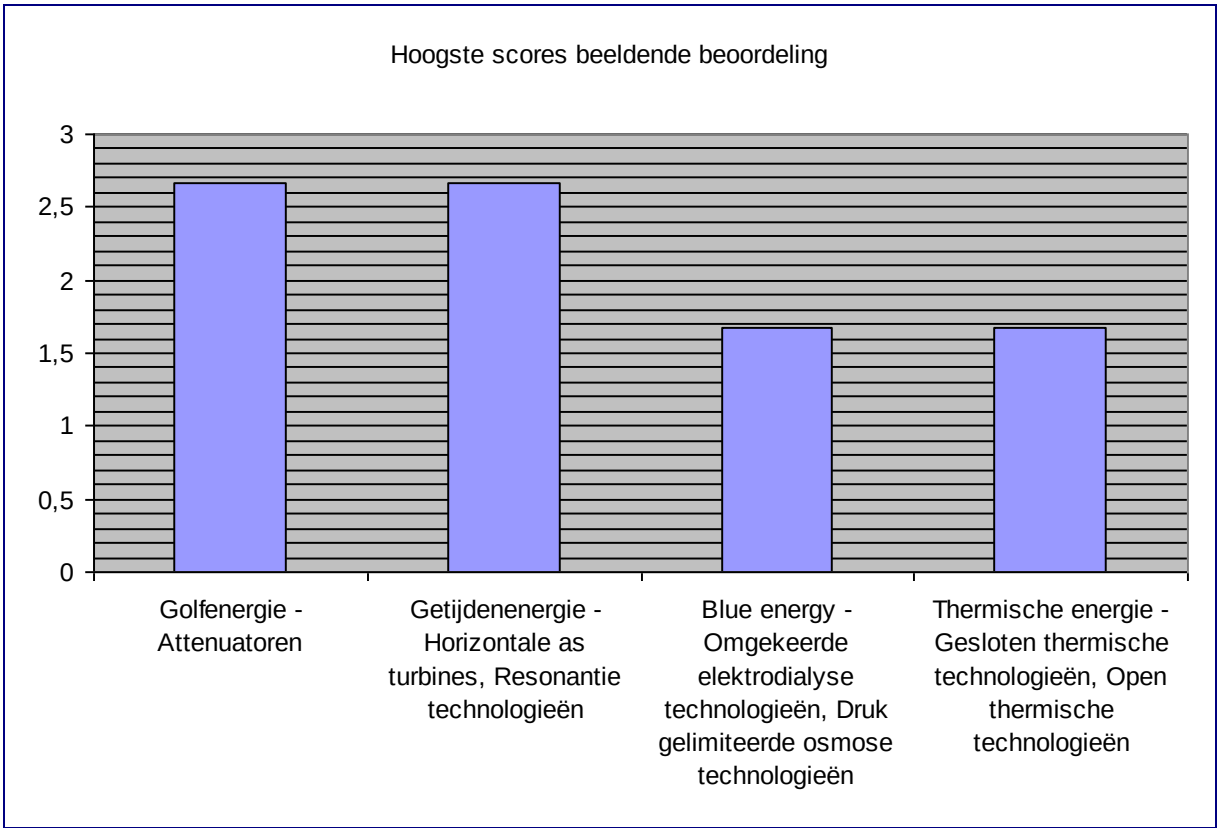
Thermische energie



Grafiek14: Beeldende beoordeling thermische energie (hoger is beter)

Grafiek 14 geeft de beeldende beoordeling van thermische energietechnologieën weer. Gesloten thermische technologieën en open thermische technologieën laten dezelfde score zien. Beide technologieën hebben laag gescoord op esthetische waarde en begrijpelijkheid.

Overzicht



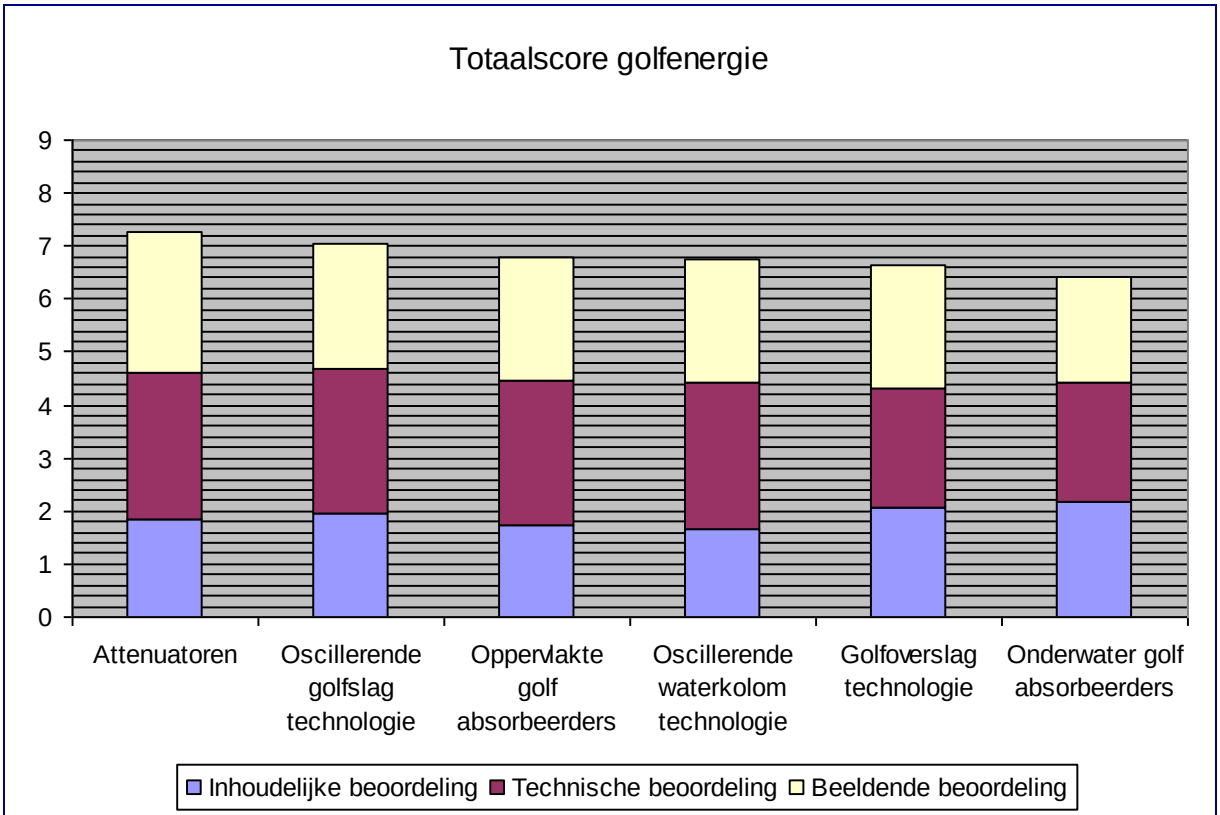
Grafiek15: Hoogste scores beeldende beoordeling naar categorie (hoger is beter)

Grafiek 15 toont een categorisch overzicht van de beeldend hoogst beoordeelde technologieën. Dit zijn de technologieën die vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum. Wat opvalt is dat blue energy technologieën en thermische technologieën veel lager scoren dan golfenergie technologieën en getijdenenergie technologieën. Dit komt door een lagere beoordeling op esthetische waarde en begrijpelijkheid. De esthetische waarde en begrijpelijkheid zijn beoordeeld aan de hand van de uiterlijke kenmerken van een technologie zonder dat hier aanpassingen aan zijn gedaan die ten goede komen aan de geschiktheid voor expositie doeleinden. Het resultaat hiervan is geweest dat de esthetische waarde als laag is beoordeeld. En omdat de uiterlijke kenmerken niets zeggen over de werking van de technologie, is de begrijpelijkheid ook als laag beoordeeld.

3.4 Samenvattend

Grafieken 16 t/m 19 tonen een categorisch overzicht waarin de resultaten van de inhoudelijke beoordeling, de technische beoordeling en de beeldende beoordeling zijn samengevat. Hiermee wordt categorisch antwoord gegeven op de hoofdonderzoeksvraag; welke duurzame watergerelateerde energietechnologieën het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum. De beoordelingen zijn van hoog naar laag gerangschikt.

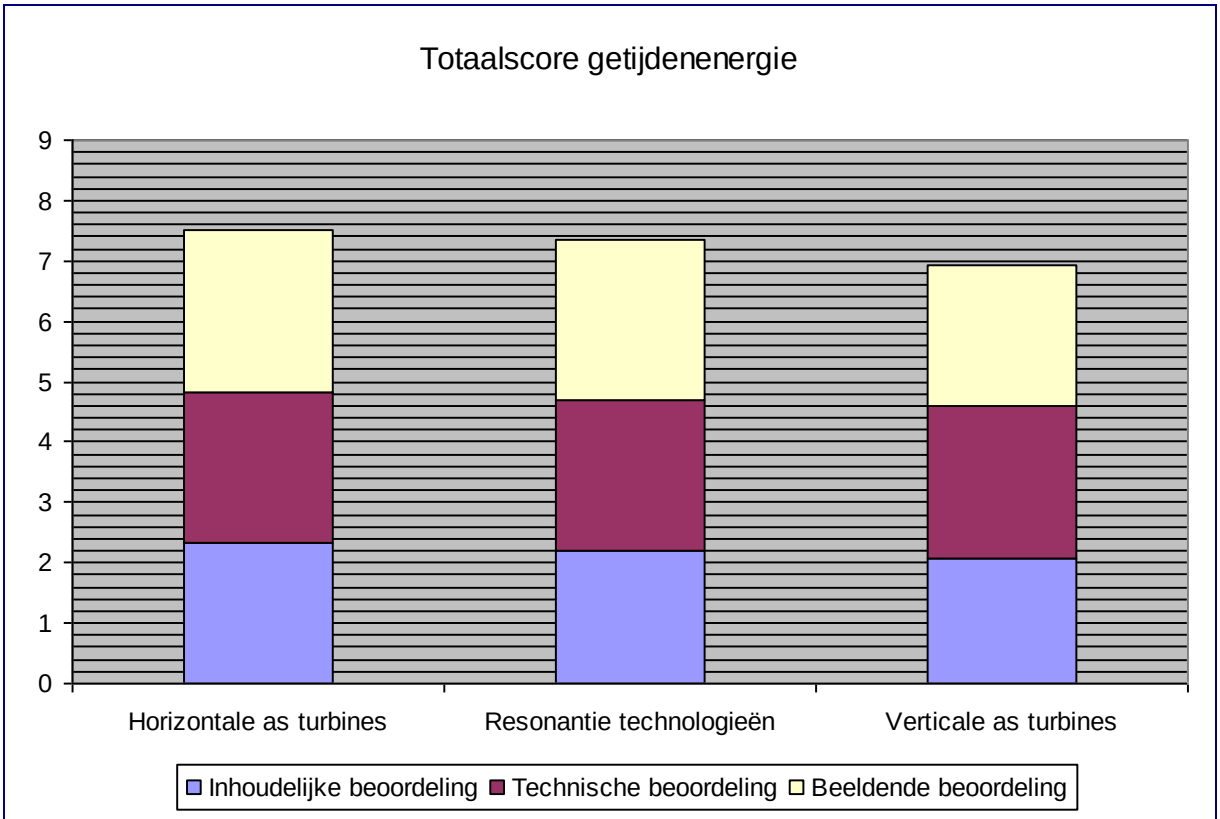
Golfenergie



Grafiek16: Totaalscore golfenergie (hoger is beter)

Grafiek 16 laat zien dat binnen de categorie golfenergie, attenuatoren de hoogste algehele beoordeling hebben gekregen. Dit betekend dat attenuatoren ten opzichte van de overige golfenergie technologieën het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum.

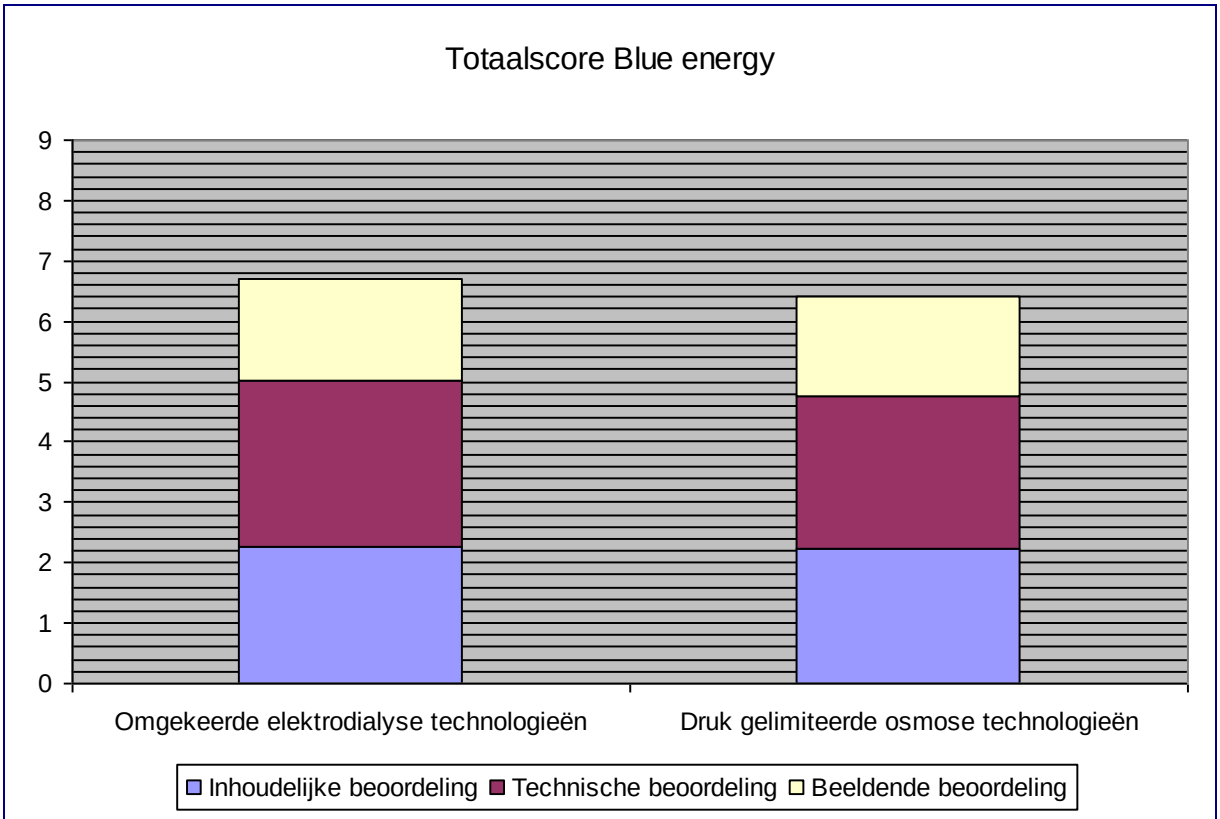
Getijdenenergie



Grafiek17: Totaalscore getijdenenergie (hoger is beter)

Grafiek 17 laat zien dat binnen de categorie getijdenenergie, horizontale as turbines de hoogste algehele beoordeling hebben gekregen. Dit betekend dat horizontale as turbines ten opzichte van de overige getijdenenergie technologieën het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum.

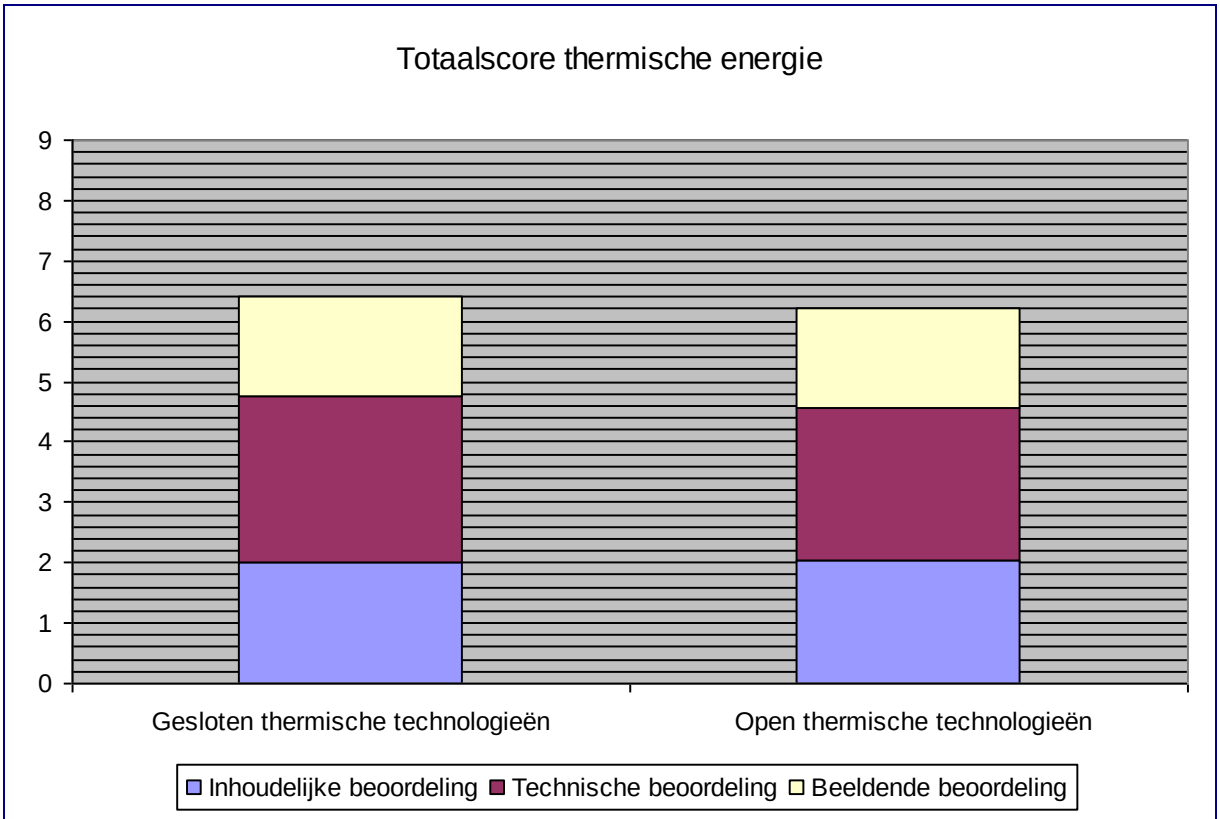
Blue energy



Grafiek18: Totaalscore Blue energy (hoger is beter)

Grafiek 18 laat zien dat binnen de categorie blue energy, omgekeerde elektrodialyse technologieën de hoogste algehele beoordeling hebben gekregen. Dit betekend dat omgekeerde enektrodialyse technologieën ten opzichte van druk gelimiteerde osmose technologieën het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum.

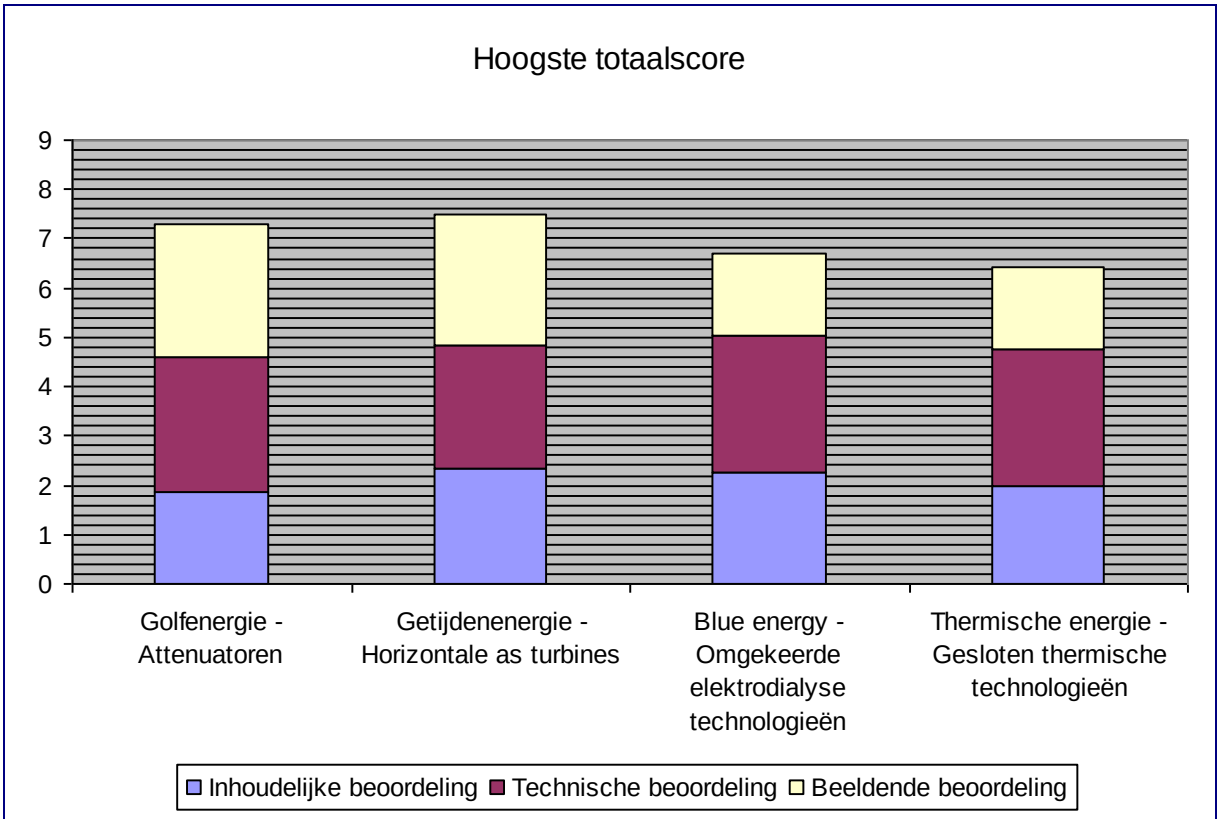
Thermische energie



Grafiek19: Totaalscore thermische energie (hoger is beter)

Grafiek 19 laat zien dat binnen de categorie thermische energie, gesloten thermische technologieën de hoogste algehele beoordeling hebben gekregen. Dit betekend dat gesloten thermische technologieën ten opzichte van open thermische technologieën het meest geschikt zijn om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum.

Overzicht



Grafiek20: Hoogste totaalscore (hoger is beter)

Grafiek 20 toont een categorisch overzicht van de algeheel hoogst beoordeelde technologieën. Dit zijn de technologieën die het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum.

4. Discussie

In de volgende paragrafen worden een aantal kanttekeningen geplaatst bij deze studie. Er wordt aangegeven waar tekortkomingen liggen en richtingen aangegeven voor vervolg onderzoek.

Uitgangspunt bij de beeldende beoordeling

Er is voor gekozen om technologieën waarbij een creatief proces noodzakelijk is voor een juiste expositie alleen te beoordelen op uiterlijke kenmerken. De vraag “hoe” een technologie moet worden geëxposeerd is zo buiten beschouwing gelaten. Dit om te voorkomen dat de focus van het onderzoek zich hier teveel op zou gaan richten.

Gevolg hiervan is geweest dat bij het maken van de grafische uitwerkingen het uitgangspunt heeft gelegen op het tonen van de uiterlijke kenmerken van de technologieën en niet op het achterliggende principe. Het resultaat hiervan is dat technologieën waarbij de uiterlijke kenmerken niets prijsgeven over de werking lager zijn beoordeeld dan technologieën waarbij dit wel het geval is. Het kan dus zijn dat door de gebruikte methode, technologieën met een interessant achterliggend principe niet als zodanig zijn beoordeeld. Een vervolg onderzoek zou zich hier op kunnen richten.

Integratie criteria bij beeldende beoordeling

De mate waarmee de uiterlijke kenmerken van een technologie overeenkomen met de kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn opgeroepen hebben gezamenlijk de score voor het integratie criteria bepaald. Dit is in grote mate op speculatieve basis gebeurt omdat veel van deze informatie nog onbekend is. Wanneer hier meer duidelijkheid over bestaat, zou dit kunnen resulteren in een andere uitkomst.

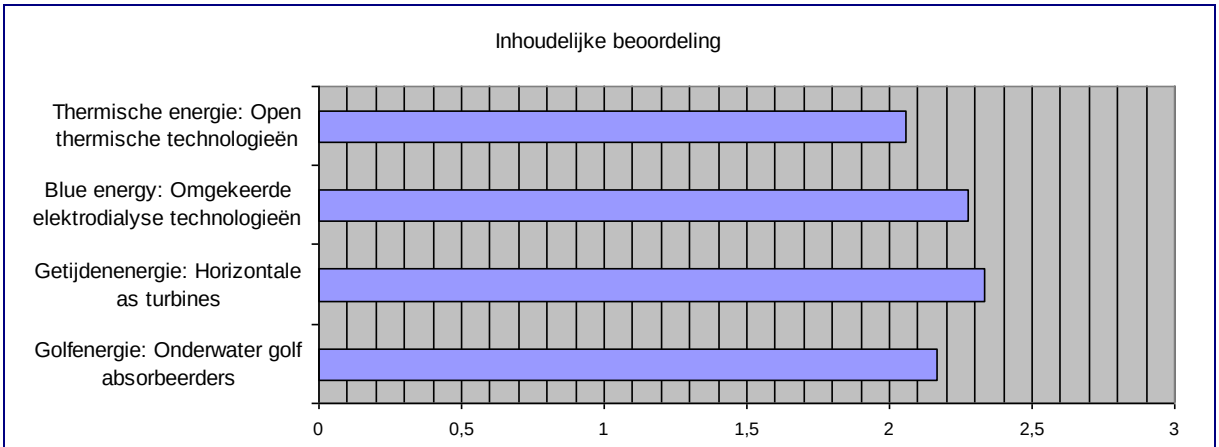
5. Conclusies

In de onderstaande paragrafen wordt aan de hand van de onderzoeksvragen een samenvatting gegeven van de behaalde resultaten.

5.1.1 Conclusies inhoudelijke beoordeling

Subonderzoeksvraag: Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt voor expositie doeleinden?

Grafiek 21 is afgeleid van grafiek 5 en toont een categorisch overzien van de technologieën die vanuit inhoudelijk oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum.



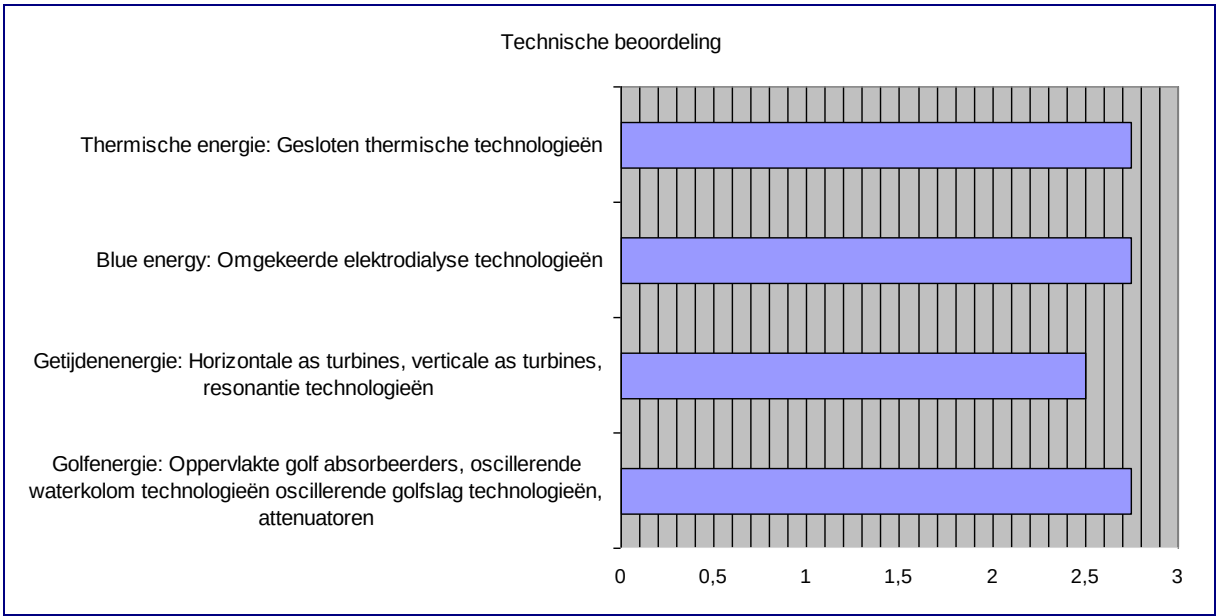
Grafiek21: Inhoudelijk hoogst beoordeelde technologieën naar categorie (hoger is beter)

Opvallend is dat de inhoudelijke beoordeling over de hele linie geen grote verschillen tussen de verschillende technologieën laat zien. Hieruit kan opgemaakt worden dat er geen technologieën zijn die vanwege inhoudelijk redenen buiten de visie van het duurzaamheidcentrum vallen. De nuance verschillen zijn voor een groot deel te herleiden naar de gebruikte methode.

5.1.2 Conclusies technische beoordeling

Subonderzoeksvraag: Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit technisch oogpunt het meest geschikt voor expositiedoeleinden?

Grafiek 22 is afgeleid van grafiek 10 en toont een categorisch overzien van de technologieën die vanuit technisch oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden.



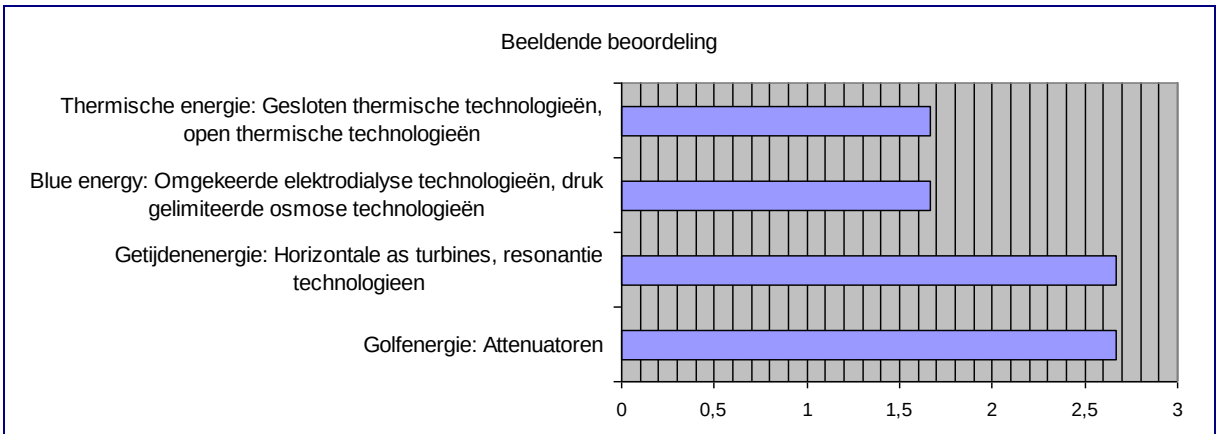
Grafiek22: Technisch hoogst beoordeelde technologieën naar categorie (hoger is beter)

Tussen de verschillende technologieën bestaan kleine verschillen in met name de constructie complexiteit en expositiefaciliteit. Wanneer de expositiefaciliteit niet als beoordelingscriterium was gebruikt zouden de verschillen nog kleiner zijn geweest. Er vallen geen technologieën af omdat ze technisch onhaalbaar zijn.

5.1.3 Conclusies beeldende beoordeling

Subonderzoeksvraag: Welke van de duurzame watertechnologieën zijn vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt voor expositiedoeleinden?

Grafiek 23 is afgeleid van grafiek 15 en toont een categorisch overzien van de technologieën die vanuit beeldend oogpunt het meest geschikt zijn voor expositiedoeleinden.



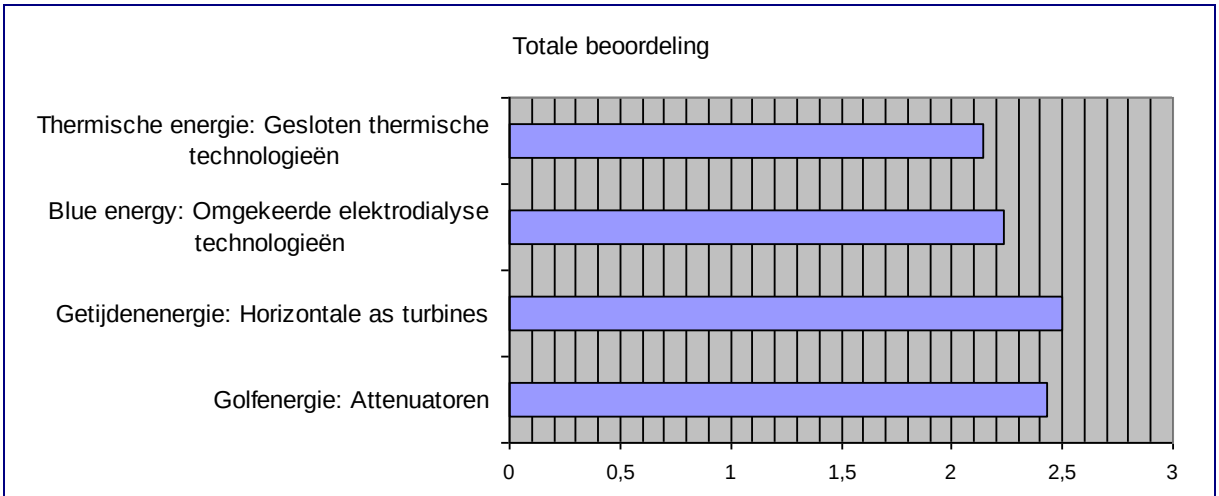
Grafiek23: Beeldend hoogst beoordeelde technologieën naar categorie (hoger is beter)

Omdat alleen de uiterlijke kenmerken van de technologieën zijn beoordeeld, is er een groot verschil in beoordeling ontstaan tussen golfenergie en getijdenenergie waarbij de uiterlijke kenmerken wel iets vertellen over de werking, en blue energy en thermische energie waarbij de uiterlijke kenmerken niets vertellen over de werking.

5.1.4 Hoofdconclusie

Hoofdonderzoeksvraag: Welke duurzame watergerelateerde energietechnologieën zijn geschikt voor expositiedoeleinden binnen de visie van het duurzaamheidcentrum?

Grafiek 24 is afgeleid van grafiek 20 en toont de duurzame watergerelateerde energietechnologieën categorisch die over de gehele linie gemiddeld genomen het hoogst zijn beoordeeld. Deze technologieën zijn het meest geschikt om geëxposeerd te worden in het duurzaamheidcentrum.



Grafiek24: Totaal hoogst beoordeelde technologieën naar categorie (hoger is beter)

Golfenergie: attenuatoren
Attenuatoren zijn vergeleken met de overige golfenergie technologieën beter beoordeeld op hun technische en beeldende eigenschappen. Omdat attenuatoren een relatief grote impact hebben op de omgeving waarin ze zijn geplaatst, zijn de inhoudelijke eigenschappen van attenuatoren gemiddeld beoordeeld. Vanuit technisch oogpunt zijn attenuatoren geschikt omdat deze systemen eenvoudig in elkaar zitten, ze bestaat slechts uit een paar onderdelen. Vanuit beeldend oogpunt zijn attenuatoren geschikt omdat de uiterlijke kenmerken de werking goed verbeelden. Door het opvallende voorkomen, en de bewegende delen van het systeem is de esthetische waarde van attenuatoren hoog. Om attenuatoren juist te exposeren is een golfgenerator nodig.

Getijdenenergie: Horizontale as turbines zijn vergeleken met de overige getijdenenergie technologieën beter beoordeeld op zowel de inhoudelijke eigenschappen, de technische eigenschappen als de beeldende eigenschappen. Inhoudelijk zijn horizontale as turbines geschikt omdat ze een relatief lage impact hebben op hun omgeving. Vanuit technisch oogpunt zijn horizontale as turbines geschikt omdat deze systemen eenvoudig in elkaar zitten. Ze bestaan slecht uit een rotor gekoppeld aan een generator. Vanuit beeldend oogpunt zijn horizontale as turbines geschikt omdat de uiterlijke kenmerken de werking goed verbeelden. Hierdoor is er weinig tot geen extra uitleg nodig om het achterliggende principe te kunnen begrijpen. Om horizontale as turbines juist te exposeren is een sleeptank of cavitatie tunnel nodig.

Blue energy: omgekeerde elektrodialyse technologieën zijn in vergelijking tot druk gelimiteerde osmose technologieën beter beoordeeld op inhoudelijke en technische eigenschappen. De beeldende eigenschappen van beide technieken zijn hetzelfde beoordeeld. De inhoudelijke eigenschappen van omgekeerde elektrodialyse technologieën zijn geschikt omdat de impact van deze systemen op hun omgeving kleiner is als die van druk gelimiteerde osmose technologieën. De technische eigenschappen van omgekeerde elektrodialyse technologieën zijn als geschikt beoordeeld omdat in tegenstelling tot gelimiteerde osmose technologieën, hier een expositie model op schaal van bestaat. Om omgekeerde elektrodialyse technologieën juist te exposeren is zoet en zout water nodig.

Thermische energie: Gesloten thermische technologieën zijn in vergelijking tot open thermische technologieën hetzelfde beoordeeld op inhoudelijke eigenschappen en beeldende eigenschappen. De technische eigenschappen van gesloten thermische technologieën zijn geschikt omdat er in tegenstelling tot open thermische technologieën een testopstelling van bestaat. Om gesloten thermische technologieën juist te exposeren is warm en koud water nodig.

5.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf worden de categorisch best beoordeelde technologieën aan bestaande technologieën gekoppeld. Deze koppeling fungeert als brug tussen de theoretische werkelijkheid en de reële werkelijkheid.

Categorie golfenergie: Attenuatoren

Naam	Pelamis Wave Energy Converter
Bedrijf	Pelamis Wave Power
Website	www.pelamiswave.com
Type technologie	Golfenergie - Attenuator
Ontwikkelfase	Prototype op ware grootte
Capaciteit	Max 750 Kw

De Pelamis Wave Energy Converter bestaat uit cilindrische delen die door scharnierende gewrichten met elkaar zijn verbonden. De door golfslag veroorzaakte bewegingen van deze gewrichten worden opgevangen door een cilinder. Figuur 23 toont een schematische voorstelling van dit principe. De cilinder perst een vloeistof via een hydraulisch systeem naar een turbine. De generator die aan de turbine is gekoppeld zet vervolgens de beweging om in elektrische energie.

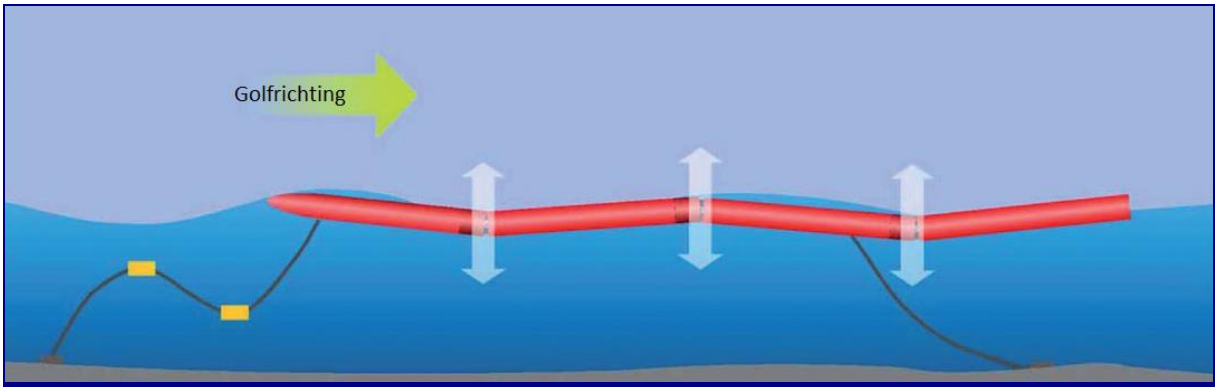


Fig23: Schematische voorstelling Pelamis Wave Energy Converter (bron: www.windprospect.fr)

Bij het selecteren van een attenuator voor expositiedoeleinden zijn de volgende systemen bekeken; de Pelamis Wave Energy Converter, de DEXA Wave Converter en de Wave Treader. De keuze is gevallen op de Pelamis Wave Energy Converter omdat dit systeem betere beeldende eigenschappen heeft als de andere bekeken systemen. De technische eigenschappen zijn gunstig omdat het systeem relatief eenvoudig in elkaar zit, en er bestaande schaalmodellen van zijn.

Categorie getijdenenergie: Horizontale as turbines

Naam	Evopod
Bedrijf	Ocean Flow Energy
Website	www.oceanflowenergy.com
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 1.5 MW

Evopod is een horizontaal as turbine waarmee energie uit getijdenstromingen kan worden gehaald. De rotor is aan een generator gekoppeld, als vervolgens de rotor in een stroming geplaatst wordt zet de generator de bewegingsenergie om in elektrische energie. De drijvende constructie waaraan de rotor is bevestigd, is ontworpen om de turbine ongeacht de stroomrichting juist in de stroming te plaatsen. Het systeem wordt door middel van een kabel aan de bodem bevestigt. Het ontwerp is simpel gehouden waardoor er minder onderhoud nodig is en het systeem ook ingezet kan worden op plaatsen waar er extreme weersomstandigheden heersen.

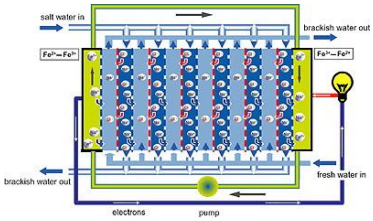
Fig24: Evopod schaalmodel (bron: Newcastle University)

Bij het selecteren van een horizontale as turbine voor expositiedoeleinden zijn de volgende systemen bekeken; Evopod, DEEP-Gen, DeltaStream, Hydro-gen 1, Hydro-gen 2 en T500. De keuze is gevallen op Evopod omdat dit systeem drijft. Hierdoor heeft dit systeem, vergeleken

met horizontale as turbines die op de bodem staan, een relatief lage impact op de omgeving waarin het is geplaatst. Daarnaast zijn de technische eigenschappen gunstig, het systeem zit relatief eenvoudig in elkaar, en er bestaan schaalmodellen van. Figuur 24 toont hier een voorbeeld van. De beeldende eigenschappen zijn gunstig omdat deze horizontale as turbine aan de oppervlakte drijft. Dit heeft niet alleen een positief effect op de esthetische waarde, maar zorgt er ook voor dat het systeem goed zichtbaar is vanuit een bovenaanzicht.

Categorie Blue energy: Omgekeerde elektrodialyse technologieën

Naam	Blue energy
Bedrijf	Wetsus
Website	www.wetsus.nl
Type technologie	Omgekeerde elektrodialyse
Ontwikkelfase	Prototype op schaal
Capaciteit	Max 200 Mw (test installatie)



Wetsus ontwikkelt momenteel een blue energy toepassing waarin gestapelde membranen door middel van omgekeerde elektrodialyse zorgen voor de energieopwekking. Bij omgekeerde elektrodialyse worden speciale membranen gebruikt. Deze laten alleen negatief geladen ionen, of alleen positief geladen ionen door. Over het compartiment met zoet water en het compartiment met zout water ontstaat zo een potentiaal verschil van 86 mV. Door de compartimenten in serie te schakelen kan dit voltage verhoogd worden. Afhankelijk van het type membraan dient elk compartiment continu gevoed te worden met zout of zoet water.

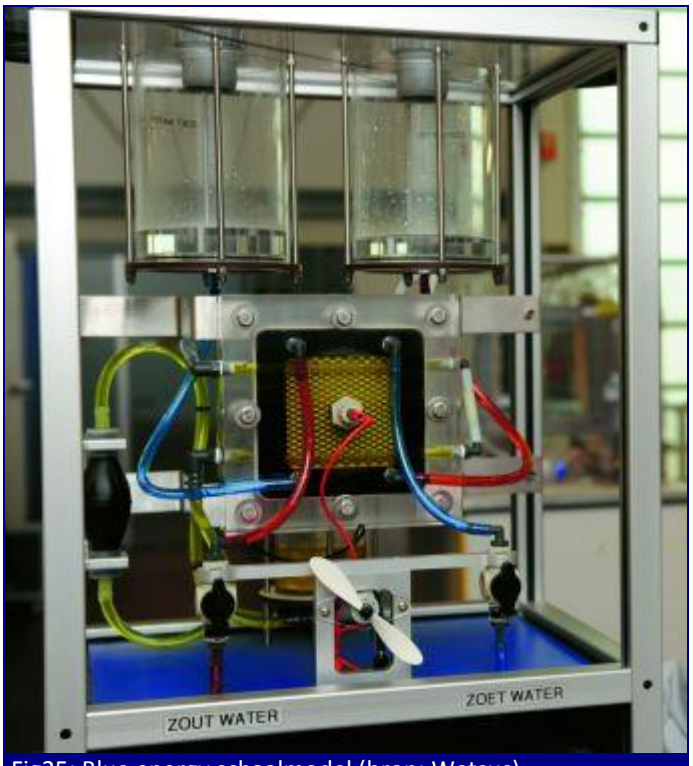


Fig25: Blue energy schaalmodel (bron: Wetsus)

De keuze is op de blue energy toepassing van Wetsus gevallen omdat er geen andere omgekeerde elektrodialyse technologieën in het kader van dit onderzoek zijn bekeken. Daarnaast ligt het voor de hand de blue energy toepassing van Wetsus op te nemen in een

expositie omdat Wetsus een partner is van het duurzaamheidcentrum, en er een geschikt schaalmodel bestaat van hun technologie. Zie afbeelding 25.

Categorie thermische energie: Gesloten thermische technologieën

Naam	OTEC plant
Bedrijf	Xenesys Inc
Website	www.xenesys.com/english/otec/
Type technologie	Gesloten thermische technologie
Ontwikkelfase	Prototype op schaal
Capaciteit	

Eenesys Inc ontwikkelt momenteel een gesloten thermisch systeem waarin een mix van water en ammoniak wordt gebruikt. Dit zorgt ervoor dat er ook bij een gering warmteverschil tussen het oppervlakte water en het diepzeewater energie geproduceerd kan worden. Door warm oppervlaktewater wordt de ammoniak tot het kookpunt verhit. De vrijkomende stoom wordt langs een turbine geleid. De turbine drijft vervolgens een generator aan die zorgt voor de elektriciteitsopwekking. Nadat de stoom de turbine heeft verlaten wordt het met koud diepzeewater in een warmtewisselaar afgekoeld tot vloeibare vorm. De vloeistof wordt met een compressor onder hoge druk gebracht waarna de kringloop opnieuw begint.

Fig26: Schaalmodel OTEC systeem Xenesys Inc (bron: www.xenesys.com)

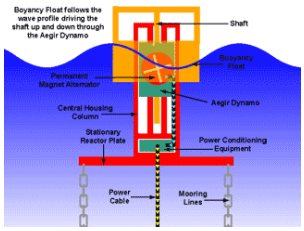
Bij het selecteren van een gesloten thermische technologie voor expositiedoeleinden zijn de systemen van de volgende bedrijven en instellingen bekeken; Xenesys inc, Lockheed Martin, Makai Ocean Engineering en Natural Energy Laboratory of Hawaii. De keuze is op het gesloten thermische systeem van Xenesys inc gevallen omdat hier een expositie model op schaal van bestaat. Figuur 26 toont hier een weergave van. Ook de toepassingsmogelijkheden van het systeem van Xenesys inc passen goed bij het duurzaamheidcentrum.

Appendix I: Duurzame watergerelateerde energietechnologieën

Alle bekeken duurzame watergerelateerde energietechnologieën staan in deze bijlage beschreven.

Aegir Dynamo

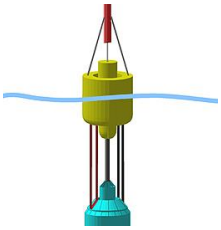
Bedrijf	Ocean Navitas
Website	www.oceannavitas.com
Type technologie	Golfenergie - Oppervlakte golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Uitgewerkt design
Capaciteit	Max 1,4 Mw



Het Aegir Dynamo golfenergiesysteem bestaat uit een drijver en een vast plateau. Passerende golven brengen de met lucht gevulde drijver in beweging waardoor deze langs een aan de bodem bevestigde schacht wordt bewogen. In de schacht bevind zich een generator die de bewegingsenergie omzet in elektrische energie. Het systeem wordt door middel van kabels aan de bodem verankert.

Wavebob

Bedrijf	Wavebob Ltd
Website	www.wavebob.com
Type technologie	Golfenergie - Oppervlakte golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 500 Kw



De Wavebob is een zelfreagerend golfenergiesysteem, met name geschikt voor zware golfen. De Wavebob is ontworpen om in grote clusters geplaatst te worden. Om het rendement te verhogen kan het systeem worden ingesteld op de natuurlijke golffrequentie van de zee waarin het geplaatst is. De energie wordt opgewekt door drie of vier generatoren. Afhankelijk van de golfsterkte kunnen deze ingeschakeld of uitgeschakeld worden.

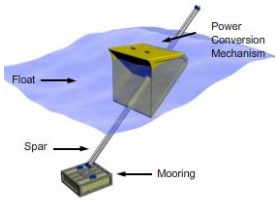
Hidroflot

Bedrijf	Hidroflot S.L.
Website	www.hidroflot.com
Type technologie	Golfenergie - Oppervlakte golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Prototype op ware grote
Capaciteit	Max 6 Mw

Hidroflot bestaat uit een drijvend platform met 16 drijvers. De drijvers worden in beweging gebracht door passerende golfen. De op en neergaande beweging van elke twee boeien wordt door middel van een elektromechanisch systeem omgezet in elektrische energie. Het systeem is zo ontworpen dat het ongeacht de golfrichting energie kan opwekken.

EnGen

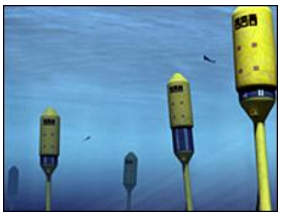
Bedrijf	Wave Energy Technologies Inc
Website	www.waveenergytechnologies.com
Type technologie	Golfenergie - Oppervlakte golf absorbeerder / oscillerende golfslag technologie
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 0,1 MW



De EnGen genereert energie uit zowel de verticale als de horizontale golfbeweging (het systeem is dus naast een oppervlakte golf absorbeerder ook een oscillerende golfslag technologie). De technologie bestaat uit een buis met daaraan een drijvend plateau dat zich over de lengte van de buis kan bewegen. De buis is onder een hoek van 45 graden op de bodem geplaatst. Wanneer er een golf passeert wordt het plateau door de golf meegenomen waardoor het langs de buis schuift. Wanneer het plateau het einde van de buis heeft bereikt wordt het tegengehouden door de buis en schuift het, zodra de golf gepasseerd is terug naar de begin positie.

Archimedes WaveSwing

Bedrijf	AWS Ocean Energy
Website	www.awsocean.com
Type technologie	Golfenergie – Onderwater golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 0,25 MW

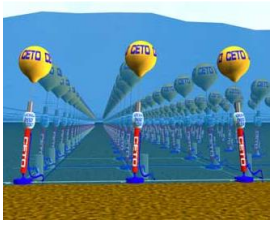


Het Archimedes Wave Swing golfenergiesysteem werkt door middel van een drijver gevuld met lucht bevestigd aan de zeebodem. Passerende golven brengen de met lucht gevulde drijver in beweging waardoor deze langs een aan de bodem bevestigde cilinder wordt bewogen. Deze bewegingen worden omgezet in elektriciteit. Als er een golf nadert neemt de waterdruk op de bovenkant van de drijver toe. Dit zorgt ervoor dat de lucht in de drijver gecomprimeerd wordt. Het omgekeerde gebeurt als de golf gepasseerd is. De beweging

tussen de drijver en de cilinder wordt omgezet in elektriciteit door middel van een hydraulische systeem en een generator.

CETO III

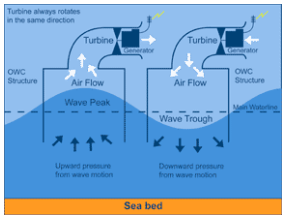
Bedrijf	Carnegie
Website	www.carnegiecorp.com.au
Type technologie	Golfenergie – Onderwater golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Testen prototype op zee
Capaciteit	



Ceto III is een onderwater golf absobeerder die is bevestigd aan de zeebodem. De technologie wekt zelf geen energie op maar transporteert zeewater onder druk via een leidingsysteem naar een turbine aan wal. Passerende golven drukken de met lucht gevulde drijver naar beneden. De kabel waarmee de drijver aan het systeem is bevestigd kan hierdoor zonder weerstand worden binnengehaald. Wanneer de golf is gepasseerd trekt de drijver aan de kabel. Deze kracht wordt vervolgens gebruikt om zeewater onder druk naar de turbine te pompen. De turbine zet de druk om in energie. De technologie is ontworpen om in grote clusters te worden ingezet.

HydroAir

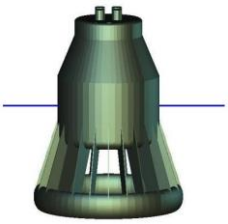
Bedrijf	Dresser Road
Website	www.dresser-rand.com
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende waterkolom
Ontwikkelfase	Prototype op ware grootte
Capaciteit	Max 500 Kw



De HydroAir bestaat uit een gesloten compartiment gevuld met lucht (de oscillerende waterkolom). Een inkomende golf zorgt ervoor dat de lucht in het compartiment langs een turbine naar buiten wordt geperst. De turbine zet deze beweging van de lucht om in elektrische energie. Het proces wordt herhaald (in omgekeerde richting) voor de volgende golf cyclus.

Sperboy

Bedrijf	Embley Energy
Website	www.sperboy.com
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende waterkolom
Ontwikkelfase	Prototype op ware grootte
Capaciteit	Max 2 Mw

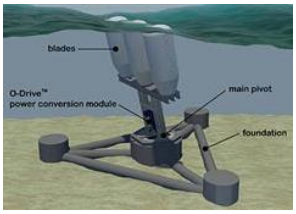


De SPERBOY is een drijvende boei met daarin een oscillerende waterkolom. Een inkomende golf zorgt ervoor dat de lucht in het compartiment langs een turbine naar buiten wordt geperst. De turbine zet deze beweging van de lucht om in elektrische energie. Het proces

wordt herhaald (in omgekeerde richting) voor de volgende golf cyclus. Omdat de Sperboy geen vaste basis nodig heeft kan deze technologie ingezet worden in diep water.

bioWAVE

Bedrijf	Biopowersystems
Website	www.biopowersystems.com/biowave
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende golfslag
Ontwikkelfase	Uitgewerkt design
Capaciteit	Max 1 MW



De BioWAVE is gebaseerd op de slingerende beweging van zeeplanten bij de aanwezigheid van golven. Het oppervlak dat gebruikt wordt om de energie van de golf op te vangen is relatief groot. De deinende beweging van de golven wordt door een as naar de generator geleid. Deze generator zet de bewegingsenergie om in elektrische energie.

Green Cat Wave Turbine

Bedrijf	Green Cat Renewables
Website	www.greencatrenewables.co.uk
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende golfslag / oppervlakte golf absorbeerder
Ontwikkelfase	Uitgewerkt design
Capaciteit	

De Green Cat Wave Turbine bestaat uit twee palen die aan de zeebodem zijn verankert. Tussen deze palen is een langwerpige drijver geplaatst. Het ophang systeem stelt de drijver instaat om zowel verticaal als horizontaal te bewegen. Onder invloed van golfslag resulteert dit in een roterende beweging. Door middel van een generator wordt deze bewegingsenergie vervolgens omgezet in elektrische energie. Omdat de Green Cat Wave Turbine zowel energie uit de verticale als de horizontale golfbeweging genereert worden oscillerende golfslag technologie en oppervlakte golf absorbeer technologie gecombineerd. Dit moet resulteren in een hoger rendement.

Grampus

Bedrijf	Owel offshore wave energy Ltd
Website	www.owel.co.uk
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende golfslag
Ontwikkelfase	Schaal model testen
Capaciteit	Max 10 Mw

Grampus is een drijvend platform dat golfwerking gebruikt om lucht te comprimeren in een horizontaal trechtervormig systeem. De gecomprimeerde lucht wordt verzameld in een reservoir en vervolgens langs een turbine geleid. Het systeem is zo ontworpen dat het ongeacht de golfrichting energie kan opwekken.

Anaconda

Bedrijf	Checkmate Seaenergy Ltd
Website	www.checkmateuk.com/seaenergy
Type technologie	Golfenergie - Oscillerende golfslag
Ontwikkelfase	Testen met schaalmodel
Capaciteit	Max 1 MW

Anaconda maakt gebruik van een grote rekbaar rubberen slang die met water gevuld is. Deze drijft net onder het zeeoppervlak en loopt parallel aan de golfrichting. Zodra er een golf passeert wordt er vlak voor de golf druk opgebouwd in de slang. Deze druk vormt door de rekbaarheid van de slang een bobbel en wordt door de golf richting een turbine gestuwd. Deze turbine die zich aan de achterzijde van de slang bevind zet vervolgens de golfenergie om in elektrische energie.

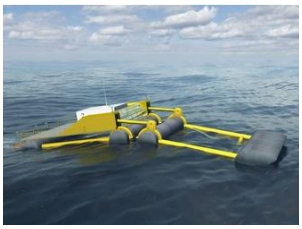
Pelamis Wave Energy Converter

Bedrijf	Pelamis Wave Power
Website	www.pelamiswave.com
Type technologie	Golfenergie - Attenuator
Ontwikkelfase	Prototype op ware grootte
Capaciteit	Max 750 Kw

De Pelamis Wave Energy Converter bestaat uit cilindrische delen die door scharnierende gewrichten met elkaar verbonden zijn. De door golfslag veroorzaakte bewegingen van deze gewrichten worden opgevangen door een hydraulisch systeem. Deze perst een vloeistof naar een turbine. De turbine zet vervolgens de druk om in elektrische energie.

DEXA Wave Converter

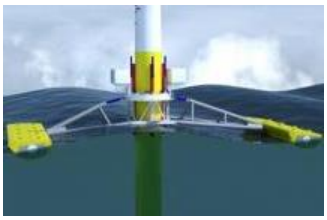
Bedrijf	DEXA
Website	www.dexawave.com
Type technologie	Golfenergie - Attenuator
Ontwikkelfase	Testen schaalmodel op zee
Capaciteit	Max 25 Kw



De DEXA Wave Converter is een eenvoudige constructie die bestaat uit twee pontons verbonden door een scharnier in het midden. De golfslag zorgt ervoor dat de pontons te opzichte van elkaar in beweging komen. Op één van beide pontons is een hydraulisch systeem geplaatst die de beweging omzet in waterdruk. Het water zet vervolgens een turbine in werking die zorgt voor de energie opwekking.

Wave Treader

Bedrijf	Green Ocean Energy Ltd.
Website	www.greenoceanenergy.com
Type technologie	Golfenergie - Attenuator
Ontwikkelfase	Prototype op ware grootte
Capaciteit	Max 500 Kw



De Wave Treader bestaat uit twee pontons die door middel van armen verbonden zijn aan de vaste constructie van een offshore windturbine. Tussen de armen en de windturbine zijn hydraulische cilinders gemonteerd. Zodra er een golf passeert pompen de hydraulische cilinders vloeistof onder druk naar een turbine. De turbine zet vervolgens de druk om in elektrische energie. De technologie kan rond de as van de windmolen draaien waardoor de pontons optimaal kunnen worden afgesteld op de golfrichting.

Wave Dragon

Bedrijf	Wave Dragon Ltd
Website	www.wavedragon.net
Type technologie	Golfenergie - Golfoverslag
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 11 Mw

De Wave Dragon is een drijvend golfoverslag systeem. Het principe bestaat uit twee reflectoren die de golven richting een helling sturen. Achter de helling bevind zich een groot reservoir waarin het water dat over de helling slaat tijdelijk wordt opgeslagen. Het water verlaat het reservoir door middel van waterkracht turbines die het verschil in hoogte tussen het reservoir en de zeespiegel gebruiken om energie op te wekken.

Evopod

Bedrijf	Ocean Flow Energy
Website	www.oceanflowenergy.com
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 1.5 MW

Evopod is een horizontaal as turbine waarmee energie uit getijdenstromingen kan worden gehaald. De drijvende constructie waaraan de turbine is bevestigd is ontworpen om de turbine ongeacht de stroomrichting juist in de stroming te plaatsen. Het systeem wordt door middel van een kabel aan de bodem bevestigt. De bedenkers van Evopod hebben ervoor gekozen om het ontwerp simpel te houden waardoor er minder onderhoud nodig is en het systeem ook ingezet kan worden op plaatsen waar er extreme weersomstandigheden heersen.

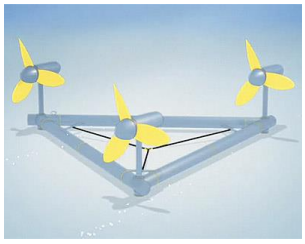
DEEP-Gen

Bedrijf	Tidal Generation Ltd
Website	www.tidalgeneration.co.uk
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Prototype op ware grote
Capaciteit	Max 1 MW

DEEP-Gen is een horizontale as turbine die ontwikkelt is voor getijdenstromingen dieper dan 30 meter. De turbine is goedkoop te bouwen en eenvoudig te installeren. Doordat het systeem vervaardigt is uit lichtgewicht materiaal kan het systeem eenvoudig van de zeebodem opgetakeld worden. Dit voorkomt de noodzaak tot duur onderhoud onderwater.

DeltaStream

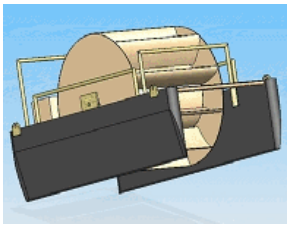
Bedrijf	Tidal Energy Ltd
Website	www.tidalenergyltd.com
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Uitgewerkt design
Capaciteit	Max 2 MW



De DeltaStream is een getijde systeem bestaande uit 3 horizontale as turbines verbonden met een driehoekig frame. De vorm van het frame zorgt ervoor dat verankering aan de zeebodem niet nodig is. Door het simpele ontwerp kan de DeltaStream locaal geassembleerd worden waarna deze eenvoudig op de zeebodem gezet kan worden. De generatoren draaien automatisch met de stroming mee waardoor ze ongeacht de stroomrichting energie opwekken.

Hydro-Gen 1

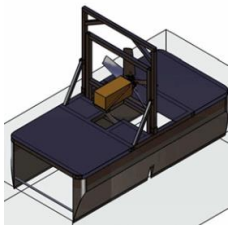
Bedrijf	Aquaphile sarl
Website	www.hydro-gen.fr
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Schaalmodel testen op zee
Capaciteit	Max 3 Mw



Hydro-Gen 1 bestaat uit een schoepenrad gemonteerd op catamaran drijvers. Het frame is zo ontworpen dat het in snelle stroming geplaatst kan worden. Het schoepenrad is verbonden met een dynamo die de bewegingsenergie omzet in elektrische energie. De Hydro-Gen levert energie bij zowel afnemende getijdenstromingen als opkomende getijdenstromingen.

Hydro-Gen 2

Bedrijf	Aquaphile sarl
Website	www.hydro-gen.fr
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Schaalmodel testen op zee
Capaciteit	Max 3 Mw



Hydro-Gen 2 bestaat uit een horizontale as turbine gemonteerd op catamaran drijvers. Het frame is zo ontworpen dat het in snelle stroming geplaatst kan worden. De rotor hangt tussen de catamaran drijvers in en drijft de turbine aan. De Hydro-Gen levert energie bij zowel afnemende getijdenstromingen als opkomende getijdenstromingen.

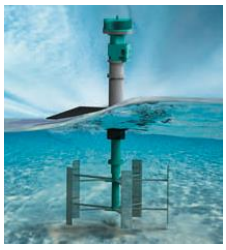
T500

Bedrijf	Tocardo International BV
Website	www.tocardo.com
Type technologie	Getijdenenergie - Horizontale as turbine
Ontwikkelfase	Productie
Capaciteit	Max 500 Kw

De T500 bestaat uit een horizontale as turbine waarmee energie gehaald kan worden uit getijdenstromingen. De T500 heeft geen vaste basis waar de turbine aan is bevestigd. De technologie is hierdoor breed inzetbaar. De T500 haalt zowel energie uit opkomende als afgaande getijdenstromingen.

EnCurrent Turbine

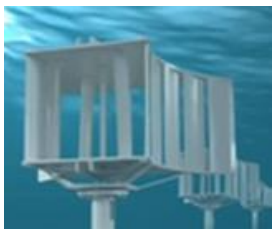
Bedrijf	New Energy Corporation Inc
Website	www.newenergycorp.ca
Type technologie	Getijdenenergie - Verticale as turbine
Ontwikkelfase	Testen op zee
Capaciteit	Max 250 Kw



De EnCurrent turbine is een verticale as turbine. De turbine kan zowel aan vaste constructies bevestigd worden als aan drijvende. Het systeem wekt energie op ongeacht de stroom richting. Figuur 12 toont de Encurrent Turbine bevestigd aan een drijvende installatie.

Davidson-Hill Venturi Turbine

Bedrijf	Tidal Energy Pty Ltd
Website	www.tidalenergy.net.au
Type technologie	Getijdenenergie - Verticale as turbine
Ontwikkelfase	Testen schaalmodel op zee
Capaciteit	Max 1 MW



De Davidson-Hill Venturi turbine is een verticale as turbine met een trechtervormige inlaat. De trechtervormige inlaat zorgt ervoor dat het rendement van de turbine verhoogd wordt. De turbine kan zowel aan vaste constructies bevestigd worden als aan drijvende.

Enermar

Bedrijf	Ponte di Archimede International
Website	www.pontediarchimede.com/language_us
Type technologie	Getijdenenergie - Verticale as turbine
Ontwikkelfase	Testen schaalmodel op zee
Capaciteit	Onbekend

De Enermar is een verticale as turbine. De turbine is op een drijvend platform gemonteerd. Het platform is door middel van kabels met de bodem bevestigd. De rotor functioneert ongeacht van de stroomrichting. De Enermar beschikt over een aantal technieken die ervoor zorgen dat het systeem geschikt is voor zware weersomstandigheden.

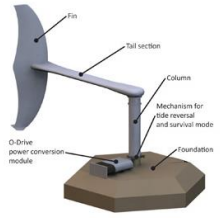
Current Power

Bedrijf	Current Power AB
Website	www.currentpower.se
Type technologie	Getijdenenergie - Verticale as turbine
Ontwikkelfase	Testen schaal model
Capaciteit	Max 3 Mw

De Current Power is een langzaam draaiende verticale as turbine. De rotor is direct verbonden met de generator. Het systeem is bedoeld om op de bodem van een oceaan of rivier geplaatst te worden. De beschutting die het hier vind van zware golven en harde wind moet voorkomen dat het systeem beschadigt raakt.

bioSTREAM

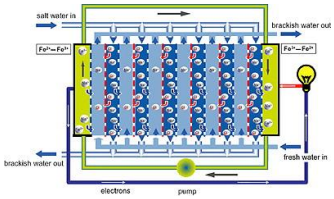
Bedrijf	Biopowersystems
Website	www.biopowersystems.com/biostream
Type technologie	Getijdenenergie - Resonantie technologie
Ontwikkelfase	Uitgewerkt design
Capaciteit	Max 1 MW



BioSTREAM is een systeem waarmee energie uit getijdenstromingen kan worden gehaald. De technologie is gebaseerd op natuurlijke zwembewegingen van vissen. Door het aandrijfmechanisme om te keren kan uit een bewegende stroom energie gehaald worden. Het is een vast systeem dat door middel van een beweegbare as aan de bodem is bevestigt. Door de bewegende as kan het systeem mee roteren met de stroming.

Blue Energy - Wetsus

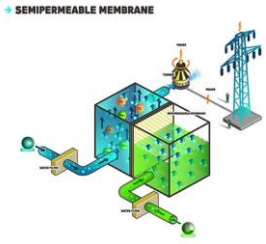
Bedrijf	Wetsus
Website	www.wetsus.nl
Type technologie	Omgekeerde elektrodialyse
Ontwikkelfase	Prototype op schaal
Capaciteit	Max 200 Mw (test installatie)



Wetsus ontwikkelt momenteel een blue energie toepassing waarin gestapelde membranen door middel van omgekeerde elektrodialyse zorgen voor de energie opwekking. Door dit principe in de toekomst op grote schaal toe te passen kunnen grote hoeveelheden energie gewonnen worden. De installaties kunnen op het land, of op de bodem van de zee geplaatst worden.

Osmotic power – Statkraft

Bedrijf	Statkraft
Website	http://www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/
Type technologie	Druk gelimiteerde osmose
Ontwikkelfase	Prototype op ware grote
Capaciteit	Max 25 Mw (test installatie)



De testinstallatie van Statkraft die momenteel dienst doet in Noorwegen produceert energie door gebruik te maken van druk gelimiteerde osmose. De filters die gebruikt worden moeten nog verder doorontwikkelt worden om in de toekomst een hoger rendement te behalen.

OTEC plant

Bedrijf	Xenesys Inc
Website	www.xenesys.com/english/otec/
Type technologie	Gesloten thermische technologie
Ontwikkelfase	Prototype op schaal
Capaciteit	

In het gesloten systeem van de OTEC installatie ontwikkeld door Eenesys Inc wordt een mix van water en ammoniak gebruikt. Dit zorgt ervoor dat er ook bij een gering warmteverschil tussen het oppervlakte water en het diepzeewater energie geproduceerd kan worden. Het systeem kan aan land, of op een drijvende constructie geplaatst worden.

OTEC pilot plant

Bedrijf	Lockheed Martin
Website	www.lockheedmartin.com/products/OTEC/
Type technologie	Gesloten thermische technologie
Ontwikkelfase	Prototype op schaal
Capaciteit	Max 50 Kw (test installatie)

Lockheed Martin ontwikkelt momenteel een drijvend gesloten OTEC systeem waarmee in de toekomst grote hoeveelheden energie gewonnen kunnen worden. De centrale bestaat uit een mobiel platform dat aan de bodem kan worden verankert. Doordat de centrale mobiel is, is deze uiterst geschikt voor afgelegen gebieden in minder ontwikkelde landen.

OTEC pilot Facilitys

Bedrijf	Makai Ocean Engineering
Website	http://www.makai.com/e-otec.htm
Type technologie	Gesloten thermische technologie
Ontwikkelfase	Testfaciliteiten op zee en land
Capaciteit	Max 100 Mw (test installatie)

Bij Makai Ocean Engineering worden verschillende onderdelen voor thermische technologieën ontwikkelt.

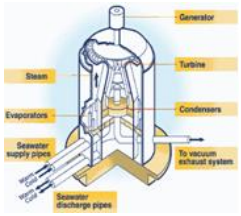
OTEC-1

Bedrijf	Natural Energy Laboratory of Hawaii
Website	www.hawaii.gov/dbedt/info/energy/renewable/otec
Type technologie	Gesloten thermische technologie
Ontwikkelfase	Testinstallatie op ware grootte
Capaciteit	

In 1980 werd voor de kust van Hawaï een tanker van het Amerikaanse legen omgebouwd tot gesloten thermische testcentrale. Er werden warmtewisselaars en andere componenten uit een gesloten kringloop getest. Er werd ook onderzoek gedaan naar de milieu effecten. De installatie was niet ontworpen om elektriciteit mee op te wekken.

Tunkey OTEC

Bedrijf	Natural Energy Laboratory of Hawaii
Website	www.hawaii.gov/dbedt/info/energy/renewable/otec
Type technologie	Open thermische technologie
Ontwikkelfase	Testinstallatie op ware grootte
Capaciteit	Max 50 Kw



Tussen 1992 en 1998 heeft een open thermische testinstallatie dienst gedaan op Hawaï.

Appendix II: Inhoudelijke beoordeling

De redenaties achter de inhoudelijke beoordeling van de verschillende technieken staan in deze bijlage beschreven. De beoordelingen lopen van 1 tot 3. Waarbij 1 correspondeert met een grote kans is dat het effect optreed, en 3 correspondeert met een minimale kans dat het effect optreed.

Golfenergie – Oppervlakte golf absorbeerders

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Gevaar voor scheepvaart. Zoals bij ieder opstakel op zee bestaat er een kans op aanvaringen.	3	Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Omdat golf absobeerders gebruik maken van de verticale golfkracht is de kans op veranderingen in sediment transport minimaal.	3	**Effect op recreatie** mogelijk. Veel golf absorbeerders steken een aantal meter boven het water uit. Hierdoor kan de esthetische waarde van de kust afnemen. Ook kan de dempende werking van de onderwater golf absorbeerders op de golfslag een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben.	3
Kans op **horizon vervuiling**. Veel golf absorbeerders steken een aantal meters boven het water uit. Hierdoor zijn ze van veraf zichtbaar. Ze zijn niet geschikt om direct tegen de kust aan te worden geplaatst.	3	Kleine kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de golf absorbeerders op de golfen neem de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen.	3	**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de oppervlakte golf absorbeerders beschadigt raken door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de oppervlakte golf absorbeerders zijn geplaatst niet gevist worden. Oppervlakte golf absorbeerders zijn niet geschikt om tegen de kustlijn aan geplaatst te worden.	3
Minimale **geluidsproductie**. De technologieën maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Deze systemen produceren weinig tot geen geluid.	3	Minimale kans op **schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Oppervlakte golf absorbeerders zijn compacte systemen die aan wal gefabriceerd worden, ook het (groot) onderhoud vind plaats aan wal, of aan boord van een schip. Hierdoor is er een minimale impact door installatie en onderhoudswerkzaamheden op de omgeving.	3		
Kans op **golf vermindering**.	3	Minimale **geluidsproductie**.	3		

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Door het dempende effect van golf absorbeerders nemen de golfen in kracht af. Oppervlakte golf absorbeerders kunnen niet ver van de kust (in dieper water) geplaatst worden.		Oppervlakte golf absorbeerders maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Deze systemen produceren hierdoor weinig geluid.			
		Mogelijk **effect op zeezoogdieren en zeevogels**. De golf absorbeerders kunnen bij rustig weer fungeren als rustplaats voor zeevogels en zee zoogdieren. Lange termijn effecten zijn onzeker.			
		Kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Veel golf absorbeerders maken gebruik van een hydraulisch systeem op basis van olie druk. Wanneer hierin een lekkage ontstaat kan de olie in zee terecht komen.			

Tabel?: Effecten oppervlakte golf absorbeerders

Golfenergie – Onderwater golf absorbeerders

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Gevaar voor scheepvaart mogelijk. Als de drijvers zich op geringe diepte bevinden kan dit een gevaar voor de scheepvaart in het gebied opleveren. Wanneer de drijvers dieper worden geplaatst bestaat dit gevaar niet.		Minimale kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Omdat onderwater golf absorbeerders gebruik maken van de verticale golfkracht is de kans op veranderingen in sediment transport minimaal.		**Effect op recreatie** mogelijk. De dempende werking van de onderwater golf absorbeerders op de golfslag kan een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben.	
Geen **horizon vervuiling**. Onderwater golf absorbeerders steken niet boven het water uit.		Kleine kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de onderwater golf absorbeerders op de golfen neemt de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen. Wanneer de onderwater golf absorbeerders verder van de kust af worden geplaatst vermindert de kans hierop.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de onderwater golf absorbeerders beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de onderwater golf absorbeerders zijn geplaatst niet gevist worden. Onderwater golf absorbeerders kunnen niet tegen de kust aan worden geplaatst.	
Minimale **geluidsproductie**. Onderwater golf absorbeerders		Minimale kans op **schade door installatie en**			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
bevinden zicht geheel onder de oppervlakte en maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Hierdoor produceren deze systemen weinig tot geen geluid.		**onderhoudswerkzaamheden**. Onderwater golf absorbeerders zijn compacte systemen die aan wal gefabriceerd worden, ook het (groot) onderhoud vind plaats aan wal, of aan boord van een schip. Hierdoor is er een minimale impact door installatie en onderhoudswerkzaamheden op de omgeving.			
Kans op **golf vermindering**. Door het dempende effect van onderwater golf absorbeerders nemen de golfen in kracht af.		Minimale **geluidsproductie**. De technologieën maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Deze systemen produceren weinig tot geen geluid.			
		Minimaal **effect op zeezoogdieren en zeevogels**. Onderwater golf absorbeerders bezitten geen bewegende onderdelen waar zeezoogdieren en zeevogels door kunnen worden verwond. Ook kunnen ze niet worden gebruikt als rustplaats.			
		Kans op **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Veel onderwater golf absorbeerders maken gebruik van een hydraulisch systeem op basis van olie druk. Wanneer hierin een lekkage ontstaat kan de olie in zee terecht komen.			

Tabel?: Effecten onderwater golf absorbeerders

Golfenergie - Oscillerende waterkolom technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Zoals bij ieder opstakel op zee bestaat er een kleine kans op aanvaringen. Wanneer de oscillerende waterkolom technologie tegen de kust aan is geplaatst bestaat dit risico niet.		Minimale kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Omdat oscillerende waterkolom technologieën gebruik maken van de verticale golfkracht is de kans op veranderingen in sediment transport minimaal.		**Effect op recreatie** mogelijk. De dempende werking van de oscillerende waterkolom technologieën op de golfslag kan een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben.	

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Kans op **horizon vervuiling**. Oscillerende waterkolom technologieën genereren energie uit de verticale golfbeweging. Hierdoor steken ze een aantal meters boven het water uit, waardoor ze van ver zichtbaar zijn. Oscillerende waterkolom technologieën zijn wel geschikt om direct tegen de kust (bijvoorbeeld een dijk) te worden geplaatst.		Kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de oscillerende waterkolom technologieën op de golfen neem de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat oscillerende waterkolom technologieën beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de onderwater golf absorbeerders zijn geplaatst niet gevist worden. Oscillerende waterkolom technologieën kunnen echter ook tegen de kust aan worden geplaatst waardoor dit effect vermeden wordt.	
Kans op **geluidsproductie**. Bij oscillerende waterkolom technologieën wordt lucht onder hoge druk langs een turbine geperst. Dit kan een hard “huilend” geluid opleveren.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De constructie van oscillerende waterkolom technologieën kan schadelijk zijn voor het ecosysteem. Er bestaan echter ook mobiele systemen die aan wal geassembleerd worden. Hierbij treed dit effect niet op.			
Kans op **golf vermindering**. Door het dempende effect van oscillerende waterkolom technologieën nemen de golfen in kracht af. De technologie kan niet in diep water geplaatst worden omdat verankering aan de boden dan niet meer mogelijk is.		Kans op **geluidsproductie**. Bij oscillerende waterkolom technologieën wordt lucht onder hoge druk langs een turbine geperst. Dit kan een hard “huilend” geluid opleveren.			
		Mogelijk **effect op zeezoogdieren en zeevogels**. Een oscillerende waterkolom technologie heeft slecht 1 bewegend onderdeel. Dit is de turbine waarlangs de lucht naar buiten wordt geperst. Het is onwaarschijnlijk dat zeezoogdieren en zeevogels hierin terecht zullen komen. Oscillerende waterkolom technologieën kunnen bij rustig weer fungeren als rustplaats voor zeevogels en zee zoogdieren. Naar mogelijke effecten hiervan moet nader onderzoek gedaan worden.			
		Minimale kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Oscillerende waterkolom technologieën			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		maken geen gebruik van een hydraulisch systeem. Bij deze systemen bestaat er dus geen risico op lekkage waardoor er schadelijke stoffen vrij kunnen komen.			

Tabel?: Effecten oscillerende waterkolom technologieën

Golfenergie - Oscillerende golfslag technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Zoals bij ieder opstakel op zee bestaat er een kleine kans op aanvaringen. Wanneer de oscillerende golfslag technologieën tegen de kust aan worden geplaatst bestaat dit risico niet.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Omdat oscillerende golfslag technologieën gebruik maken van de horizontale golfkracht bestaat er een kans op veranderingen in sediment transport. Er bestaan ook drijvende oscillerende golfslag technologieën. Hierbij wordt dit effect vermeden.		Klein **effect op recreatie** mogelijk. De dempende werking van de oscillerende golfslag technologieën op de golfslag kan een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben. Door de geringe hoogte zal de esthetische waarde van de kust niet afnemen.	
Kans op **horizon vervuiling**. Oscillerende golfslag technologieën genereren energie uit de horizontale golfbeweging. Hierdoor hoeven de technologieën niet ver (of helemaal niet) boven het water uit te steken. Ze zijn hierdoor minder zichtbaar. Ook zijn oscillerende golfslag technologieën geschikt om tegen de kust aan te worden geplaatst.		Kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de oscillerende golfslag technologieën op de golfen neemt de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen. Oscillerende golfslag technologieën kunnen niet in dieper water worden geplaatst omdat de golf energie over de horizontale as daar te verspreid ligt.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat oscillerende golfslag technologieën beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Oscillerende golfslag technologieën zijn geschikt om tegen de kust aan te worden geplaatst. Op deze mannier wordt dit effect voorkomen.	
Kans op **geluidsproductie**. Oscillerende golfslag technologieën kunnen bestaan uit een element dat rechtstreeks door de horizontale golfslag in beweging wordt gebracht. Op deze mannier wordt er weinig tot geen geluid geproduceerd. Er bestaan ook oscillerende golfslag technologieën waarbij de golfen door middel van een trechtervormige constructie		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De constructie van oscillerende waterkolom technologieën kan schadelijk zijn voor het ecosysteem. Er bestaan echter ook mobiele systemen die aan wal geassembleerd worden. Hierbij treed dit effect niet op.			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
naar een turbine worden geleid. Deze methode produceert wel geluid.					
Kans op **golf vermindering**. Door het dempende effect van oscillerende golfslag technologieën nemen de golfen in kracht af. Oscillerende golfslag technologieën kunnen niet in dieper water worden geplaatst omdat de golf energie over de horizontale as daar te verspreid ligt.		Kans op **geluidsproductie**. Oscillerende golfslag technologieën kunnen bestaan uit een element dat rechtstreeks door de horizontale golfslag in beweging wordt gebracht. Op deze mannier wordt er weinig tot geen geluid geproduceerd. Er bestaan ook oscillerende golfslag technologieën waarbij de golfen door middel van een trechtervormige constructie naar een turbine worden geleid. Deze methode produceert wel geluid.			
		Mogelijke **effect op zeezoogdieren en zeevogels**. Oscillerende golfslag technologieën kunnen een turbine bevatten waarlangs water onder druk naar buiten wordt geperst. De turbine is afgesloten met een rooster waardoor het onwaarschijnlijk dat zeezoogdieren en zeevogels hierin terecht zullen komen. Drijvende oscillerende golfslag technologieën kunnen bij rustig weer fungeren als rustplaats voor zeevogels en zee zoogdieren. Naar mogelijke effecten hiervan moet nader onderzoek gedaan worden.			
		Kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Oscillerende golfslag technologieën waarbij een element direct door de golfslag in beweging wordt gebracht maken gebruik van een hydraulisch systeem op basis van olie. Wanneer deze olie ontsnapt kan het ecosysteem vervuild raken. Bij de methode waarbij de horizontale golfenergie gewonnen wordt door middel van een turbine met aangekoppelde generator			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		bestaat dit risico niet.			

Tabel?: Effecten oscillerende golfslag technologieën

Golfenergie – Attenuators

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Gevaar voor scheepvaart. Zoals bij ieder opstakel op zee bestaat er een kleine kans op aanvaringen. Omdat attenuators niet tegen de kust aan kunnen worden geplaatst is het risico op aanvaringen groter als bij technologieën die wel tegen de kust aan geplaatst kunnen worden.		Minimale kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Omdat attenuators gebruik maken van de verticale golfkracht bestaat er een verwaarloosbare kans op veranderingen in sediment transport.		Klein **effect op recreatie** mogelijk. De dempende werking van de attenuators op de golfslag kan een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben. Door de geringe hoogte zal de esthetische waarde van de kust niet afnemen.	
Kans op **horizon vervuiling**. Attenuators genereren energie uit de horizontale golfbeweging. Hierdoor hoeven de technologieën niet ver (of helemaal niet) boven het water uit te steken. Ze zijn hierdoor minder zichtbaar.		Kleine kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de attenuators op de golfen neem de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de attenuators beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Attenuators kunnen niet tegen de kust aan worden geplaatst.	
Weinig tot geen **geluidsproductie**. Attenuators maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Hierdoor produceren deze systemen weinig tot geen geluid.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Attenuators zijn drijvende constructies die aan wal geassembleerd worden. Vervolgens worden ze per schip de zee op gesleept. Ook het (groot) onderhoud vind aan wal plaats. Hierdoor wordt de schade als gevolg van installatie en onderhoudswerkzaamheden geminimaliseerd.			
Kans op **golf vermindering**. Door het dempende effect van attenuators nemen de golfen in kracht af.		**Geluidsproductie**. Attenuators maken gebruik van een mechanisch of hydraulisch systeem waarmee de beweging wordt overgebracht op de generator. Hierdoor produceren deze systemen weinig tot geen geluid.			
		Effect op zeezoogdieren en zeevogels. Attenuators kunnen bij rustig			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		weer fungeren als rustplaats voor zeevogels en zee zoogdieren. Naar mogelijke effecten hiervan moet nader onderzoek gedaan worden.			
		Kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Attenuators maken gebruik van een hydraulisch systeem. Bij deze systemen bestaat er kans op lekkage waardoor er schadelijke stoffen vrij kunnen komen. Er bestaan echter ook attenuators die gebruik maken van een mechanisch systeem. Bij deze systemen bestaat dit risico niet.			

Tabel?: Effecten attenuators

Golfoverslag technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Zoals bij ieder opstakel op zee bestaat er een kleine kans op aanvaringen. Wanneer de golfoverslag technologie tegen de kust aan is geplaatst bestaat dit risico niet.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Het water dat onder druk het systeem verlaat kan dit invloed hebben op de sediment afzetting nabij de installatie. Er zijn echter ook drijvende golfoverslag technologieën waarbij dit effect niet optreed.		Klein **effect op recreatie** mogelijk. De dempende werking van de golfoverslag technologieën op de golfslag kan een effect hebben op de aantrekkingskracht van het gebied voor bepaalde watersporten. Andere activiteiten kunnen hier juist baat bij hebben.	
Kans op **horizon vervuiling**. Golfoverslag technologieën genereren energie uit het hoogteverschil tussen golftoppen en zee niveau. Hiervoor is het noodzakelijk om enkele meters boven het wateroppervlak uit te steken. De technologie is geschikt om tegen de kust aan te worden geplaatst.		Kleine kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Door het dempende effect van de golfoverslag technologieën op de golfen neem de golfkracht af. Hierdoor kan de erosie die als gevolg van deze golfslag aan de kust optreed afnemen.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de golfoverslag technologieën beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Golfoverslag technologieën kunnen echter ook tegen de kust aan worden geplaatst waardoor dit effect vermeden wordt.	
Weinig **geluidsproductie**. Het water dat via de turbine het reservoir verlaat staat onder lage druk. Hierdoor is de geluidsproductie van golfoverslag technologieën laag.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Wanneer een golfoverslag systeem tegen de kust aan wordt geplaatst zorgen de moeilijke werkomstandigheden ervoor dat er met zwaar materieel gewerkt moet worden, dit heeft een impact op het ecosysteem. Drijvende			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		golfoverslag technologieën worden aan wal geassembleerd. Ook het (groot) onderhoud vind aan wal plaats. Hierdoor wordt de schade als gevolg van installatie en onderhoudswerkzaamheden bij drijvende systemen geminimaliseerd.			
Kans op **golf vermindering**. Door het dempende effect van golfoverslag technologieën nemen de golfen in kracht af.		Weinig **geluidsproductie**. Het water dat via de turbine het reservoir verlaat staat onder lage druk. Hierdoor is de geluidsproductie van golfoverslag technologieën laag.			
		Effect op zeezoogdieren en zeevogels. Golfoverslag technologieën kunnen bij rustig weer fungeren als rustplaats voor zeevogels en zee zoogdieren. Naar mogelijke effecten hiervan moet nader onderzoek gedaan worden.			
		Minimale kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Golfoverslag technologieën maken geen gebruik van een hydraulisch systeem. Hierdoor bestaat er geen kans op lekkage waardoor schadelijke stoffen vrij kunnen komen.			

Tabel?: Effecten golfoverslag technologieën

Horizontale as turbines

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de turbines zich op geringe diepte bevinden of bevestigd zijn aan drijvende constructies kan dit een gevaar voor de scheepvaart in het gebied opleveren. Wanneer de turbines in dieper water aan de bodem worden bevestigd bestaat dit gevaar niet.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Bij systemen waarbij de rotor zich op geringe hoogte van de bodem bevind kan een verandering in de mate waarop sediment wordt afgezet voorkomen. Bij systemen waarbij de rotor hoger in de waterkolom is geplaatst doet dit effect zich niet voor.		**Effect op recreatie** mogelijk. Wanneer de horizontale as turbine bevestigd is met een constructie die boven het water uit steekt kan dit een afbreuk zijn van de esthetische waarde van de kust. Horizontale as turbines kunnen echter ook aan de bodem bevestigd worden waardoor dit effect niet optreed.	
Kans op **horizon vervuiling**. Als de turbines zijn bevestigd aan		Minimale kans op **veranderingen in de mate**		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de horizontale	

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
drijvende constructies kan er horizon vervuiling optreden. Wanneer de turbines aan de bodem worden bevestigd is er geen horizon vervuiling.		**waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Horizontale as turbines hebben een verwaarloosbaar dempend effect op de golfslag. De erosie aan de kustlijn neemt hierdoor niet af.		as turbines beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Horizontale as turbines zijn niet geschikt om direct tegen de kust aan geplaatst te worden.	
Weinig **geluidsproductie**. Omdat de generator zich onder het wateroppervlak bevind wordt de geluidsproductie gereduceerd.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Horizontale as turbines zijn relatief compacte systemen die aan wal geassembleerd worden. Vervolgens worden ze per schip naar de plaats van werking gebracht. Ook het (groot) onderhoud vind aan wal plaats. Hierdoor wordt de schade als gevolg van installatie en onderhoudswerkzaamheden geminimaliseerd.			
Minimale **golf vermindering**. Horizontale as turbines hebben een verwaarloosbare impact op de golfslag.		**Geluidsproductie** kan schadelijk zijn voor het ecosysteem. Verder onderzoek is noodzakelijk. Bij horizontale as turbines met een laag toerental neemt dit risico af.			
		Effect op zeezoogdieren en zeevogels. De rotor kan een mogelijk gevaar opleveren voor zeezoogdieren. Verder onderzoek moet nog gedaan worden.			
		Minimale kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Horizontale as turbines maken geen gebruik van een hydraulisch systeem. Hierdoor bestaat er geen kans op lekkage waardoor schadelijke stoffen vrij kunnen komen.			

Tabel?: Effecten horizontale as turbines

Verticale as turbines

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de turbines zich op geringe diepte bevinden of bevestigd zijn aan drijvende constructies kan dit een gevaar		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Bij systemen waarbij de rotor zich op geringe hoogte van de bodem		**Effect op recreatie** mogelijk. Wanneer de verticale as turbine bevestigd is met een constructie die boven het water uit steekt kan dit een	

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
voor de scheepvaart in het gebied opleveren. Wanneer de turbines in dieper water aan de bodem worden bevestigd bestaat dit gevaar niet.		bevind kan een verandering in de mate waarop sediment wordt afgezet voorkomen. Bij systemen waarbij de rotor hoger in de waterkolom is geplaatst doet dit effect zich niet voor.		afbreuk zijn van de esthetische waarde van de kust. Verticale as turbines kunnen echter ook aan de bodem bevestigd worden waardoor dit effect niet optreed.	
Kans op **horizon vervuiling**. Als de turbines zijn bevestigd aan drijvende constructies kan er horizon vervuiling optreden. Wanneer de turbines aan de bodem worden bevestigd is er geen horizon vervuiling.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Verticale as turbines hebben een verwaarloosbaar dempend effect op de golfslag. De erosie aan de kustlijn neemt hierdoor niet af.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de verticale as turbines beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Verticale as turbines zijn niet geschikt om direct tegen de kust aan geplaatst te worden.	
Weinig **geluidsproductie**. Wanneer de generator zich boven het oppervlak bevind kan er bij hoge toeren geluid geproduceerd worden. Als de generator zich onder het wateroppervlak bevind wordt de geluidsproductie gereduceerd.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Verticale as turbines zijn relatief compacte systemen die aan wal geassembleerd worden. Vervolgens worden ze per schip naar de plaats van werking gebracht. Ook het (groot) onderhoud vind aan wal plaats. Hierdoor wordt de schade als gevolg van installatie en onderhoudswerkzaamheden geminimaliseerd.			
Minimale **golf vermindering**. Verticale as turbines hebben een verwaarloosbare impact op de golfslag.		**Geluidsproductie** kan schadelijk zijn voor het ecosysteem. Verder onderzoek is noodzakelijk. Bij verticale as turbines met een laag toerental neemt dit risico af.			
		Effect op zeezoogdieren en zeevogels. De rotor kan een mogelijk gevaar opleveren voor zeezoogdieren. Verder onderzoek moet nog gedaan worden.			
		Minimale kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Verticale as turbines maken geen gebruik van een hydraulisch systeem. Hierdoor bestaat er geen kans op lekkage waardoor schadelijke stoffen vrij kunnen komen.			

Tabel?: Effecten verticale as turbines

Resonantie technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de systemen zich op geringe diepte bevinden kan dit een gevaar voor de scheepvaart in het gebied opleveren. Wanneer de turbines in dieper water aan de bodem worden bevestigd bestaat dit gevaar niet.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Door de zwiepende beweging van de staartvin kunnen er veranderingen in sediment transport en afzetting ontstaan.		**Effect op recreatie** mogelijk. Wanneer de resonantie technologieën bevestigd is met een constructie die boven het water uit steekt kan dit een afbreuk zijn van de esthetische waarde van de kust. Resonantie technologieën kunnen echter ook aan de bodem bevestigd worden waardoor dit effect niet optreed.	
Kans op **horizon vervuiling**. Als de systemen zijn bevestigd aan drijvende constructies kan er horizon vervuiling optreden. Wanneer de turbines aan de bodem worden bevestigd is er geen horizon vervuiling.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Resonantie technologieën hebben een verwaarloosbaar dempend effect op de golfslag. De erosie aan de kustlijn neemt hierdoor niet af.		**Afname visgrond.** Om te voorkomen dat de resonantie technologieën beschadigt worden door visserij activiteiten kan er in het gebied waar de systemen zijn geplaatst niet gevist worden. Resonantie technologieën zijn niet geschikt om direct tegen de kust aan geplaatst te worden.	
Weinig **geluidsproductie**. Als de generator zich onder het wateroppervlak bevind wordt de geluidsproductie gereduceerd. Wanneer de generator zich boven het oppervlak bestaat er wel een kans op geluidsproductie.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. Resonantie technologieën zijn relatief compacte systemen die aan wal geassembleerd worden. Vervolgens worden ze per schip naar de plaats van werking gebracht. Ook het (groot) onderhoud vind aan wal plaats. Hierdoor wordt de schade als gevolg van installatie en onderhoudswerkzaamheden geminimaliseerd.			
Minimale **golf vermindering**. Resonantie technologieën hebben een verwaarloosbare impact op de golfslag.		De verwachte **geluidsproductie** afkomstig van resonantie technologieën is laag omdat geen gebruik wordt gemaakt van snel bewegende onderdelen. Verder onderzoek is noodzakelijk.			
		Geen **effect op zeezoogdieren en zeevogels** verwacht. Resonantie technologieën resoneren mee met de getijdenstroming. Dit zorgt niet voor snel bewegende delen.			
		Kans **vervuiling ecosysteem**			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		door schadelijke stoffen. Resonantie technologieën kunnen gebruik maken van een hydraulisch systeem. Hierdoor bestaat er kans op lekkage waardoor schadelijke stoffen vrij kunnen komen.			

Tabel?: Effecten resonantie technologieën

Omgekeerde elektrodialyse technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de centrale zich op geringe diepte onder het wateroppervlak bevind kan dit een gevaar voor de scheepvaart opleveren. Wanneer de centrale op de kant wordt geplaatst bestaat dit gevaar niet.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Zodra het water de centrale ingaat wordt het sediment uit het water gefilterd. Ook bij het verlaten van de centrale kan de waterstroom zorgen voor veranderingen in sediment afzetting.		**Effect op recreatie** mogelijk. Door de omvang van een omgekeerde elektrodialyse centrale kan de esthetische waarde van de kust afnemen. Aan de andere kant kan een centrale ook zorgen voor extra aantrekkingskracht omdat het bezoekers trekt.	
Kans op **horizon vervuiling**. Als de centrale aan de kust wordt geplaatst zou je kunnen spreken van horizon vervuiling. Wanneer de centrale zich onder het wateroppervlak bevind is er geen horizon vervuiling.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Omgekeerde elektrodialyse centrales hebben geen dempende werking op de golfslag. Hierdoor doen zich geen veranderingen in de mater waarop erosie aan de kust optreed voor.		**Afname visgrond.** Wanneer (gedeelten) van de centrale buiten de kust worden geplaatst kan daar niet gevist worden. Het is ook mogelijk om de gehele centrale op de kant te plaatsen.	
Geen **geluidsproductie**. Binnen een omgekeerde elektrodialyse centrale worden geen generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De bouw van een omgekeerde elektrodialyse centrale is een grootschalige operatie. De kans is groot dat het ecosysteem hier onder te lijden heeft.			
Geen **golf vermindering**. Omgekeerde elektrodialyse centrales hebben geen invloed op de golfslag.		Geen **geluidsproductie.** Binnen een omgekeerde elektrodialyse centrale worden geen generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.			
		Geen **effect op zeezoogdieren en zeevogels** verwacht. Het brakke water dat de centrale verlaat zal hoogst waarschijnlijk geen negatieve effecten hebben op zeezoogdieren en zeevogels.			
		Geen kans **vervuiling**			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		ecosysteem door schadelijke stoffen. Binnen een omgekeerde elektrodialyse centrale worden geen gevaarlijke stoffen gebruikt. Er is hierdoor geen kans op vervuiling van het ecosysteem.			

Tabel?: Effecten omgekeerde elektrodialyse technologieën

Druk gelimiteerde osmose technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Geen **gevaar voor scheepvaart**. Een druk gelimiteerde osmose centrale staat aan wal, hierdoor bestaat er geen gevaar voor de scheepvaart.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Zodra het water de centrale ingaat wordt het sediment uit het water gefilterd. Ook bij het verlaten van de centrale kan de waterstroom zorgen voor veranderingen in sediment afzetting.		**Effect op recreatie** mogelijk. Door de omvang van een druk gelimiteerde osmose centrale kan de esthetische waarde van de kust afnemen. Aan de andere kant kan een centrale ook zorgen voor extra aantrekkingskracht omdat het bezoekers trekt.	
Kans op **horizon vervuiling**. Wanneer de centrale aan de kust wordt geplaatst zou je kunnen spreken van horizon vervuiling.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Druk gelimiteerde osmose centrales hebben geen dempende werking op de golfslag. Hierdoor doen zich geen veranderingen in de mater waarop erosie aan de kust optreed voor.		Kans **afname visgrond.** Druk gelimiteerde osmose centrales staan aan wal, hierdoor neemt de visgrond niet af.	
Mogelijke **geluidsproductie**. Binnen een druk gelimiteerde osmose centrale worden generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De bouw van een druk gelimiteerde osmose centrale is een grootschalige operatie. De kans is groot dat het ecosysteem hier onder te lijden heeft.			
Geen **golf vermindering**. Druk gelimiteerde osmose centrales hebben geen invloed op de golfslag.		Mogelijke **geluidsproductie.** Binnen een druk gelimiteerde osmose centrale worden generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.			
		Geen **effect op zeezoogdieren en zeevogels** verwacht. Het brakke water dat de centrale verlaat zal hoogst waarschijnlijk geen negatieve effecten hebben op zeezoogdieren en zeevogels.			
		Geen kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		stoffen. Binnen een druk gelimiteerde osmose centrale worden geen gevaarlijke stoffen gebruikt. Er is hierdoor geen kans op vervuiling van het ecosysteem.			

Tabel?: Effecten omgekeerde druk gelimiteerde osmose technologieën

Gesloten thermische technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de gesloten thermische technologie buiten de kust wordt geplaatst kan er een gevaar voor de scheepvaart optreden. Gesloten thermische technologieën kunnen echter ook aan land worden geplaatst.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Gesloten thermische technologieën hebben veel water nodig. Bij het verlaten van de centrale kan dit water zorgen voor veranderingen in sediment afzetting.		**Effect op recreatie** mogelijk. Door de omvang van een gesloten thermische technologie kan de esthetische waarde van de kust afnemen. Aan de andere kant kan een centrale ook zorgen voor extra aantrekkingskracht omdat het bezoekers trekt.	
Kans op **horizon vervuiling**. Wanneer de gesloten thermische technologie in zee wordt geplaatst kan er horizon vervuiling optreden. Wanneer het systeem op land staat treed dit probleem niet op.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Gesloten thermische technologieën hebben geen dempende werking op de golfslag. Hierdoor doen zich geen veranderingen in de mater waarop erosie aan de kust optreed voor.		Kans **afname visgrond.** Wanneer de gesloten thermische technologie buiten de kust wordt geplaats neemt de visgrond af. Wanneer de technologie aan wal wordt geplaatst bestaat dit probleem niet.	
Mogelijke **geluidsproductie**. Binnen een gesloten thermische technologie centrale worden generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De bouw van een vaste gesloten thermische technologie is een grootschalige operatie. De kans is groot dat het ecosysteem hier onder te lijden heeft. Er bestaan echter ook mobiele installaties waarbij dit probleem niet optreed.			
Geen **golf vermindering**. Gesloten thermische technologieën hebben geen invloed op de golfslag.		Mogelijke **geluidsproductie.** Bij gesloten thermische technologieën worden generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.			
		Geen **effect op zeezoogdieren en zeevogels** verwacht. Het brakke water dat de centrale verlaat zal hoogst waarschijnlijk geen negatieve			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		effecten hebben op zeezoogdieren en zeevogels. Kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Binnen een gesloten thermische technologie kunnen gevaarlijke stoffen worden gebruikt. Er is hierdoor kans op vervuiling van het ecosysteem bij lekkage. Er bestaan echter ook varianten waarbij de gevaarlijke stof in het gesloten systeem vervangen is door een non toxische stof.			

Tabel?: Effecten gesloten thermische technologieën

Open thermische technologieën

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
Klein **gevaar voor scheepvaart**. Wanneer de open thermische technologie buiten de kust wordt geplaatst kan er een gevaar voor de scheepvaart optreden. Open thermische technologieën kunnen echter ook aan land worden geplaatst.		Kans op **veranderingen in sediment transport en afzetting**. Open thermische technologieën hebben veel water nodig. Bij het verlaten van de centrale kan dit water zorgen voor veranderingen in sediment afzetting.		**Effect op recreatie** mogelijk. Door de omvang van een open thermische technologie kan de esthetische waarde van de kust afnemen. Aan de andere kant kan een centrale ook zorgen voor extra aantrekkingskracht omdat het bezoekers trekt.	
Kans op **horizon vervuiling**. Wanneer de open thermische technologie in zee wordt geplaatst kan er horizon vervuiling optreden. Wanneer het systeem op land staat treed dit probleem niet op.		Minimale kans op **veranderingen in de mate waarop erosie optreed aan de kustlijn**. Open thermische technologieën hebben geen dempende werking op de golfslag. Hierdoor doen zich geen veranderingen in de mater waarop erosie aan de kust optreed voor.		Kans **afname visgrond.** Wanneer de open thermische technologie buiten de kust wordt geplaats, neemt de visgrond af. Wanneer de technologie aan wal wordt geplaatst bestaat dit probleem niet.	
Mogelijke **geluidsproductie**. Binnen een open thermische technologie centrale worden generatoren gebruikt die geluid kunnen produceren.		**Schade door installatie en onderhoudswerkzaamheden**. De bouw van een vaste open thermische technologie is een grootschalige operatie. De kans is groot dat het ecosysteem hier onder te lijden heeft. Er bestaan echter ook mobiele installaties waarbij dit probleem niet optreed.			
Geen **golf vermindering**. Open thermische technologieën hebben geen invloed op de golfslag.		Mogelijke **geluidsproductie.** Bij open thermische technologieën worden generatoren gebruikt die			

Sociale effecten	S	Ecologische effecten	S	Economische effecten	S
		geluid kunnen produceren. Geen **effect op zeezoogdieren en zeevogels** verwacht. Het brakke water dat de centrale verlaat zal hoogst waarschijnlijk geen negatieve effecten hebben op zeezoogdieren en zeevogels. Geen kans **vervuiling ecosysteem** door schadelijke stoffen. Binnen een open thermische technologie worden geen gevaarlijke stoffen gebruikt.			

Tabel?: Effecten gesloten thermische technologieën

Appendix III: Technische beoordeling

In deze bijlage staan de redenaties achter de technische beoordeling van de verschillende technieken beschreven. De scores lopen van 1 tot 3. Waarbij 1 betekend dat het criteria een grote belemmering vormt, en 3 betekend dat het criteria een minimale belemmering vormt.

Oppervlakte golf absorbeerders

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Van oppervlakte golf absorbeerders bestaan al verschillende prototypes met geschikte afmetingen voor expositie doeleinden. Een goed voorbeeld hiervan is dit filmpje van de Aegir Dynamo. Link: www.youtube.com/watch?v=xu6_Em1LfBg	
Veiligheid schaalmodel	Oppervlakte golf absorbeerders leveren geen gevaar voor het publiek op wanneer ze geëxposeerd worden. De druk binnen het hydraulische systeem (waarvan sommige oppervlakte golf absorbeerders gebruik maken om de bewegingsenergie over te brengen op de generator) blijft constant.	
Constructie complexiteit en materialen	Oppervlakte golf absorbeerders zijn relatief eenvoudig te maken. Het aantal onderdelen is beperkt, en er worden geen experimentele technieken gebruikt. Bestaande werkende prototypes bewijzen dit.	
Expositiefaciliteit	Oppervlakte golf absorbeerders hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Onderwater golf absorbeerders

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	De techniek van onderwater golf absorbeerders is vergelijkbaar met de techniek van oppervlakte golf absorbeerders. Het ligt in de lijn der verwachting dat bij het maken van een schaalmodel de grootte geen obstakel zal vormen. Van de bekeken onderwater golf absorbeer technieken bestaan geen schaalmodellen van de juiste afmetingen.	
Veiligheid schaalmodel	Onderwater golf absorbeerders leveren geen gevaar voor het publiek op wanneer ze geëxposeerd worden. De druk binnen het hydraulische systeem (waarvan sommige oppervlakte golf absorbeerders gebruik maken om de bewegingsenergie over te brengen op de generator) blijft constant.	
Constructie complexiteit en materialen	De technologie achter onderwater golf absorbeerders is niet complex en bestaat uit bewezen technieken die vergelijkbaar zijn met de technieken achter oppervlakte golf absorbeerders.	
Expositiefaciliteit	Onderwater golf absorbeerders hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Oscillerende waterkolom technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Van oscillerende waterkolom technologieën bestaan verschillende schaalmodellen die binnen een hydraulische testfaciliteit getest zijn. Onderstaande link geeft hier een voorbeeld van: www.wrl.unsw.edu.au/site/wp-content/uploads/08034-oceanlinx-wave-energy-system.pdf Hieruit blijkt dat er geen technische belemmeringen zijn voor het op schaal bouwen van oscillerende waterkolom technologieën.	

Criteria	Onderbouwing	S
Veiligheid schaalmodel	Het enige bewegende onderdeel aan een oscillerende waterkolom technologie is de turbine waarlangs de lucht naar buiten wordt geperst. Dit levert geen gevaar voor het publiek op. Ook bevat de technologie geen hydraulisch systeem waardoor er kans is op lekkages.	
Constructie complexiteit en materialen	De techniek achter oscillerende waterkolom technologieën bestaat alleen maar uit een turbine gekoppeld aan een generator. Ook bestaande schaalmodellen laten zien dat de complexiteit van de technologie geen belemmering vormt.	
Expositiefaciliteit	Oscillerende waterkolom technologieën hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Oscillerende golfslag technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	BioWAVE is een oscillerende golfslag technologie waarvan een prototype op schaal is gemaakt. Onderstaande link leid naar een artikel hierover. www.inventorspot.com/articles/inspired_ocean_life_biomimicry_ocean_power_23500 Dit toont aan dat oscillerende golfslag technologieën geschikt zijn om op schaal te bouwen.	
Veiligheid schaalmodel	Veel oscillerende golfslag technologieën bevatten een hydraulisch systeem waarmee de bewegingsenergie wordt overgebracht op de generator. Maar omdat deze zich geheel onder water bevind is het onwaarschijnlijk dat dit een gevaar oplevert voor het publiek.	
Constructie complexiteit en materialen	Oscillerende golfslag technologieën zijn relatief eenvoudige systemen. Ze zijn opgebouwd uit bewezen technologieën en bevatten slechts een paar onderdelen. Ook bestaande schaalmodellen laten zien dat de complexiteit van de technologie geen belemmering vormt.	
Expositiefaciliteit	Oscillerende golfslag technologieën hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Attenuatoren

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Pelamis is een attenuator waarvan een prototype op schaal is gemaakt. Onderstaande link leid naar een artikel hierover. www.pelamiswave.com/our-technology/research-development Dit toont aan dat oscillerende golfslag technologieën geschikt zijn om op schaal te bouwen.	
Veiligheid schaalmodel	Attenuatoren bevatten een hydraulisch systeem waarmee de bewegingsenergie wordt overgebracht op de generator. Maar onder de gecontroleerde omstandigheden van een expositiefaciliteit is de kans op gevaar voor het publiek minimaal.	
Constructie complexiteit en materialen	Attenuatoren zijn opgebouwd uit bewezen technologieën en bevatten slechts een paar onderdelen. Ook bestaande schaalmodellen laten zien dat de complexiteit van de technologie geen belemmering vormt.	
Expositiefaciliteit	Attenuatoren hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Golfoverslag technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Golfoverslag technologieën zitten niet complex in elkaar. Het ligt in de lijn der verwachting dat het bouwen van een model op schaal geen onoverbrugbare hindernissen zal opwerpen. Ook is de grote waarop de technologie is gebouwd niet van invloed op de werking ervan.	
Veiligheid schaalmodel	Het enige bewegende onderdeel van een golfoverslag technologie is de turbine waar water onder relatief lage druk wordt langs geleid. Dit levert geen gevaar voor het publiek op.	
Constructie complexiteit en materialen	Golfoverslag technologieën zitten simpel in elkaar en bestaan uit bewezen technieken vergelijkbaar met oscillerende golfslag technologieën.	
Expositiefaciliteit	Golfoverslag technologieën hebben een golfslagtank nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Horizontale as turbines

Criteria	Score	S
Grootte van schaalmodel	Horizontale as turbines zijn in grote mate vergelijkbaar met windmolens op land. Onderstaand artikel laat zien dat op schaal bouwen van deze systemen mogelijk is. www.oceanflowenergy.com/development-status.html	
Veiligheid schaalmodel	De rotor van horizontale as turbines draait relatief langzaam. Dit levert geen gevaar voor het publiek op.	
Constructie complexiteit en materialen	Horizontale as turbines bestaan uit een rotor gekoppeld aan een generator. Bestaande schaalmodellen laten zien dat de complexiteit van de technologie geen belemmering vormt.	
Expositiefaciliteit	Horizontale as turbines hebben een sleeptank of een cavitatie tunnel nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Verticale as turbines

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Verticale as turbines zijn in grote mate vergelijkbaar met windmolens op land. Onderstaand artikel laat zien dat op schaal bouwen van deze systemen mogelijk is. www.newenergycorp.ca/Resources/VideoGallery/tabid/82/Default.aspx	
Veiligheid schaalmodel	De rotor van verticale as turbines draait relatief langzaam. Dit levert geen gevaar voor het publiek op.	
Constructie complexiteit en materialen	Verticale as turbines bestaan uit een rotor gekoppeld aan een generator. Bestaande schaalmodellen laten zien dat de complexiteit van de technologie geen belemmering vormt.	
Expositiefaciliteit	Verticale as turbines hebben een sleeptank of een cavitatie tunnel nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Resonantie technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Onderstaand artikel laat zien dat op schaal bouwen van resonantie technologieën mogelijk is. www.inventorspot.com/articles/inspired_ocean_life_biomimicry_ocean_power_23500	
Veiligheid schaalmodel	Het hydraulisch systeem van een resonantie technologie zit geheel onderwater. Het vormt daarom geen gevaar voor het publiek.	
Constructie complexiteit en materialen	Resonantie technologieën bestaan uit een hydraulisch systeem gekoppeld aan een generator. Dit vormt geen technisch opstakel.	
Expositiefaciliteit	Resonantie technologieën hebben een sleeptank of een cavitatie tunnel nodig om juist geëxposeerd te worden.	

Tabel5: Weging technische criteria

Omgekeerde elektrodialyse technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Onderstaand artikel gaat over de testopstelling van Wetsus en laat zien dat het op schaal bouwen van omgekeerde elektrodialyse technologieën mogelijk is. www.technischweekblad.nl/blue-energy-heeft-een-potentieel-van-2-4-gw.80824.lynkx	
Veiligheid schaalmodel	De hoeveelheid opgewekte stroom en de beweging van de motor die hiermee in gang gezet wordt vormt geen gevaar voor het publiek.	
Constructie complexiteit en materialen	Het schaalmodel van wetsus laat zien dat de constructie complexiteit geen obstakel vormt bij het bouwen van een schaal model. Wel moet het gebruikte membraan doorontwikkelt worden.	
Expositiefaciliteit	Voor het exposeren van omgekeerde elektrodialyse technologieën is zoet en zout water nodig.	

Tabel5: Weging technische criteria

Druk gelimiteerde osmose technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	De huidige membranen hebben een efficiëntie van ongeveer 1 watt per m2. (bron: www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/qa/) Als er van uitgaande wordt dat een schaalmodel ongeveer 5 watt zal moeten leveren om een elektromotor te laten draaien (waardoor aangetoond wordt dat er energie opgewekt wordt), dan is een filteroppervlak van minimaal 5 m2 nodig. Laboratorium opstellingen laten zien dat druk gelimiteerde osmose technologieën op schaal gemaakt kunnen worden. (Blue Energy Noordzeekanaal: Verkenning naar een Blue Energy centrale langs het Noordzeekanaal. C.M. Swinkels, A.C. Bijlsma, S. Hommes. 2010)	
Veiligheid schaalmodel	Door de druk van +/- 24 bar kan er bij lekkage een risico voor het publiek ontstaan.	
Constructie complexiteit en materialen	Zowel onder laboratorium omstandigheden als onder realistische veldcondities heeft de techniek achter druk gelimiteerde osmose zich bewezen. (Blue Energy Noordzeekanaal: Verkenning naar een Blue Energy centrale langs het Noordzeekanaal. C.M. Swinkels, A.C. Bijlsma, S. Hommes. 2010) De uitdaging zit hem in het verder doorontwikkelen van het gebruikte membraan.	

Criteria	Onderbouwing	S
Expositiefaciliteit	Voor het exposeren van druk gelimiteerde osmose technologieën is zoet en zout water nodig.	

Tabel5: Weging technische criteria

Gesloten thermische technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	Onderstaande link toont een filmpje van een testopstelling waarmee het gesloten OTEC systeem ontwikkeld door Xenesys Inc wordt gedemonstreerd. www.youtube.com/watch?v=aQmfRNzLNQs Dit toont aan dat gesloten thermische technologieën op schaal te bouwen zijn.	
Veiligheid schaalmodel	In het gesloten gedeelte van een gesloten thermische technologie wordt een hoge druk opgebouwd. Bij lekkage kan dit een gevaar voor het publiek opleveren. Vooral als er voor het gesloten systeem gebruik wordt gemaakt van een giftige vloeistof.	
Constructie complexiteit en materialen	Gesloten thermische technologieën bestaan uit een simpel principe waarbij de constructie complexiteit hoogstwaarschijnlijk geen obstakel vormt.	
Expositiefaciliteit	Om een gesloten thermische technologie juist te exposeren is warm en kout water nodig.	

Tabel5: Weging technische criteria

Open thermische technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Grootte van schaalmodel	De grootte vormt bij open thermische technologieën naar aller waarschijnlijkheid geen probleem omdat de gebruikte onderdelen op schaal te bouwen zijn. Dit heeft geen negatieve effecten op de werking.	
Veiligheid schaalmodel	In een open thermische technologie wordt stoom geproduceerd. Wanneer de techniek geëxposeerd wordt, kan dit een gevaar voor het publiek opleveren.	
Constructie complexiteit en materialen	Open thermische technologieën bestaan uit een simpel principe waarbij de constructie complexiteit hoogstwaarschijnlijk geen obstakel vormt.	
Expositiefaciliteit	Om een open thermische technologie juist te exposeren is warm en kout water nodig.	

Tabel5: Weging technische criteria

Appendix IV: Beeldende beoordeling

In deze bijlage staan de redenaties achter de beeldende beoordeling van de verschillende technieken beschreven. De scores lopen van 1 tot 3. Waarbij 1 correspondeert met een lage visuele beoordeling, en 3 correspondeert met een hoge visuele beoordeling.

Oppervlakte golf absorbeerders

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Eenvoudig principe, gedeeltelijk onderwater en verticale beweging hebben gezorgd voor een gemiddelde esthetische waarde.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	
Afweging beeldende eigenschappen Oppervlakte golf absorbeerders		

Onderwater golf absorbeerders

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Omdat het principe eenvoudig is, en zich geheel onderwater afspeelt, hebben onderwater golf absorberders een lage esthetische waarde gekregen.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	
Afweging beeldende eigenschappen Onderwater golf absorbeerders		

Oscillerende waterkolom technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	
Afweging beeldende eigenschappen Oscillerende waterkolom technologieën		

Oscillerende golfslag technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	

Afweging beeldende eigenschappen Oscillerende golfslag technologieën

Attenuatoren

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	

Afweging beeldende eigenschappen Attenuatoren

Golfoverslag technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	

Afweging beeldende eigenschappen Golfoverslag technologieën

Horizontale as turbines

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek hebben geen extra uitleg nodig.	

Afweging beeldende eigenschappen Horizontale as turbines

Verticale as turbines

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde		
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	
Afweging beeldende eigenschappen Verticale as turbines		

Resonantie technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	De natuurlijke vormgeving en karakter zorgen ervoor dat deze technologie aantrekkelijk is om naar te kijken.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de techniek vereisen enige extra uitleg.	
Afweging beeldende eigenschappen Resonantie technologieën		

Omgekeerde elektrodialyse technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Bij de vormgeving van de beeldende uitwerkingen die als uitgangspunt hebben gefungeerd bij deze beoordeling zijn geen concessies gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan. Dit heeft geresulteerd in een lage score voor technologieën waarbij de uiterlijke kenmerken niets prijsgeven over de achterliggende werking.	
Integratie	Voor zover nu bekent, vormen omgekeerde elektrodialyse technologieën een geïntegreerd geheel met de overige exposities en sluiten goed aan bij een eventuele blue energy centrale op de afsluitdijk in de toekomst.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de technologie vertellen niets over de werking van de technologie. Extra uitleg is vereist.	
Afweging beeldende eigenschappen Omgekeerde elektrodialyse technologieën		

Druk gelimiteerde osmose technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Bij de vormgeving van de beeldende uitwerkingen die als uitgangspunt hebben gefungeerd bij deze beoordeling zijn geen concessies gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan. Dit heeft geresulteerd in een lage score voor technologieën waarbij de uiterlijke kenmerken niets prijsgeven over de achterliggende werking.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de technologie vertellen niets over de werking van de technologie. Extra uitleg is vereist.	
Afweging beeldende eigenschappen Druk gelimiteerde osmose technologieën		

Gesloten thermische technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Bij de vormgeving van de beeldende uitwerkingen die als uitgangspunt hebben gefungeerd bij deze beoordeling zijn geen concessies gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan. Dit heeft geresulteerd in een lage score voor technologieën waarbij de uiterlijke kenmerken niets prijsgeven over de achterliggende werking.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de technologie vertellen niets over de werking van de technologie. Extra uitleg is vereist.	
Afweging beeldende eigenschappen Gesloten thermische technologieen		

Open thermische technologieën

Criteria	Onderbouwing	S
Esthetische waarde	Bij de vormgeving van de beeldende uitwerkingen die als uitgangspunt hebben gefungeerd bij deze beoordeling zijn geen concessies gericht op de geschiktheid voor expositiedoeleinden gedaan. Dit heeft geresulteerd in een lage score voor technologieën waarbij de uiterlijke kenmerken niets prijsgeven over de achterliggende werking.	
Integratie	Voor zover op dit moment bekent is, vormt deze technologie een geïntegreerd geheel met de uiterlijke kenmerken van het gebouw, de overige exposities en de verwachtingen die vooraf bij het publiek zijn gesteld.	
Begrijpelijkheid	De beeldende eigenschappen van de technologie vertellen niets over de werking van de technologie. Extra uitleg is vereist.	
Afweging beeldende eigenschappen Open thermische technologieën		

Appendix V: Beeldende uitwerkingen

In deze bijlage zijn de figuren te vinden die zijn gebruikt voor de beeldende beoordeling. Het zijn gesimplificeerde beeldende vertalingen van de verschillende categorieën duurzame watergerelateerde energietechnieken. Bij het maken van deze vertaling zijn geen aanpassingen ten gunste van de expositie-eigenschappen gedaan. Voor blue energy technologieën en thermische technologieën zijn geen figuren gemaakt, omdat de uiterlijke kernmerken niets prijsgeven over de achterliggende werking.

Golfenergie – Oppervlakte golf absorbeerders

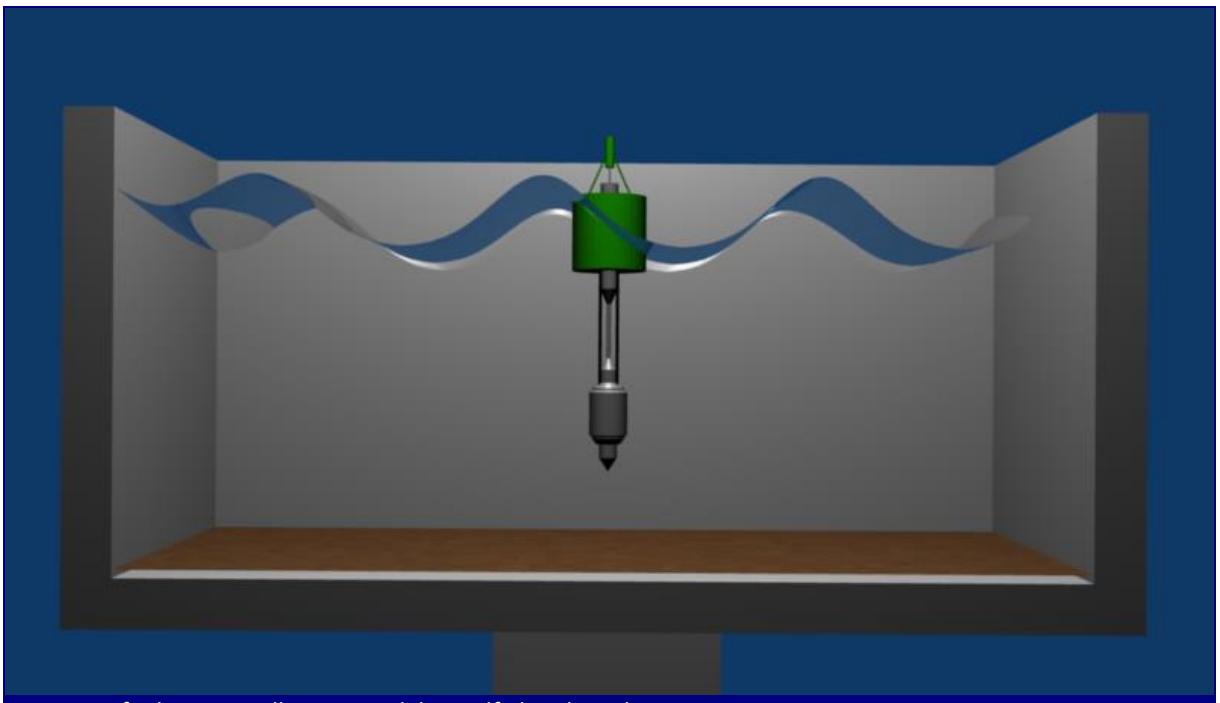


Fig23: Grafische voorstelling oppervlakte golf absorbeerder

Golfenergie – Onderwater golf absorbeerders

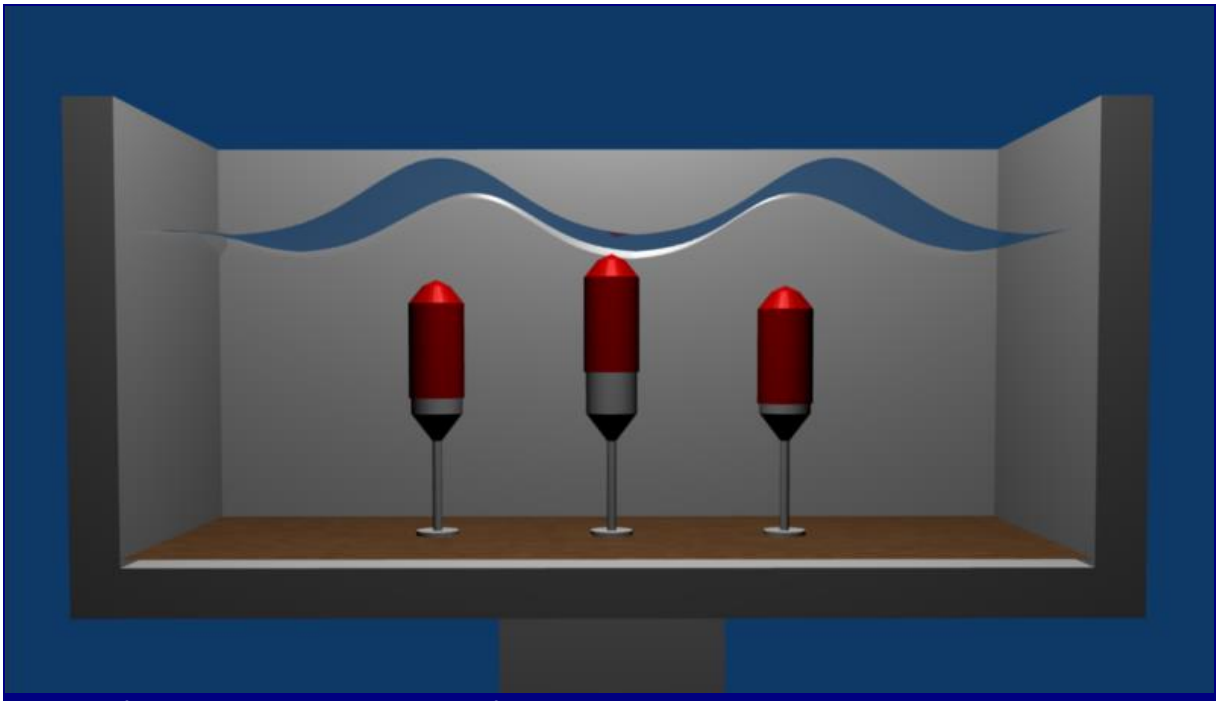


Fig24: Grafische voorstelling onderwater golf absorbeerder

Golfenergie - Oscillerende waterkolom technologie

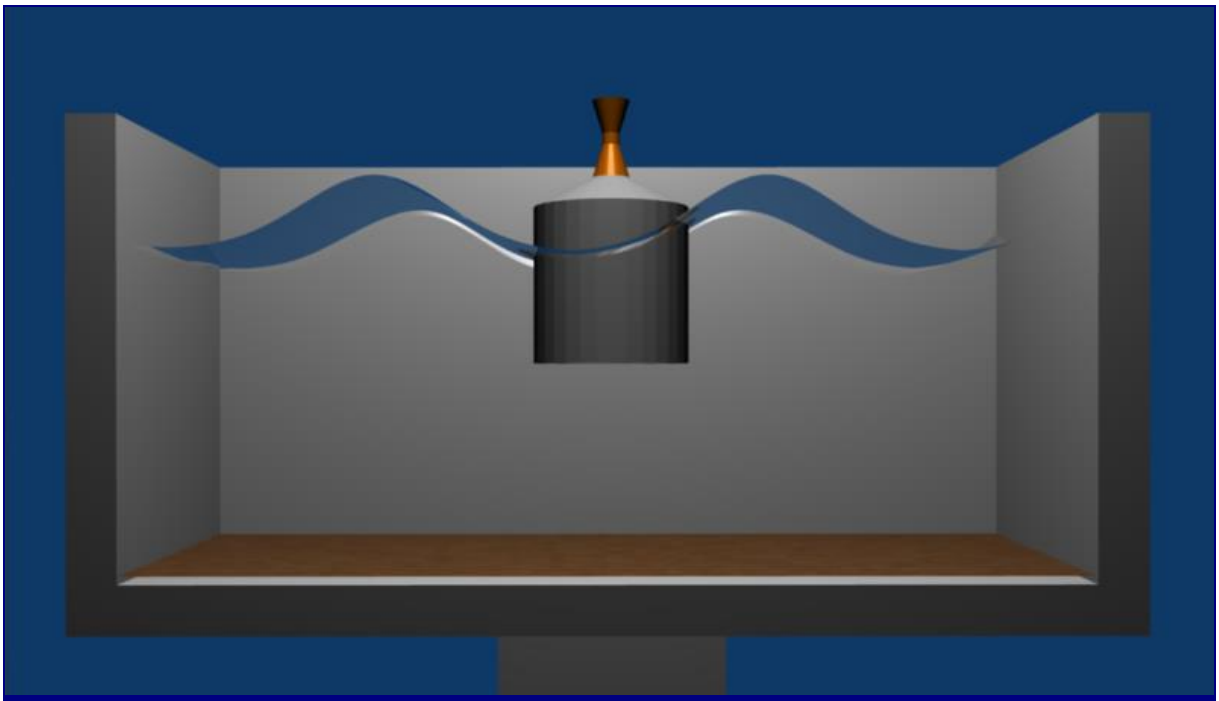


Fig25: Grafische voorstelling oscillerende waterkolom technologie

Golfenergie - Oscillerende golfslag technologie

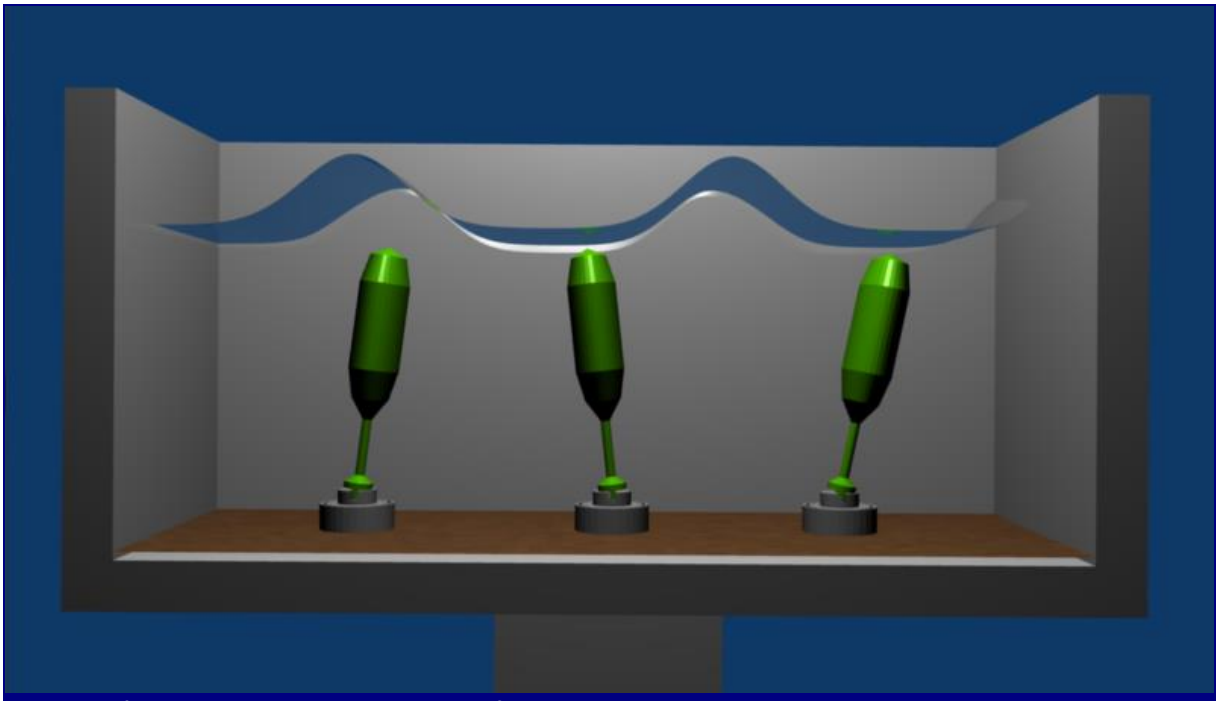


Fig26: Grafische voorstelling oscillerende golfslag technologie

Golfenergie - Attenuator

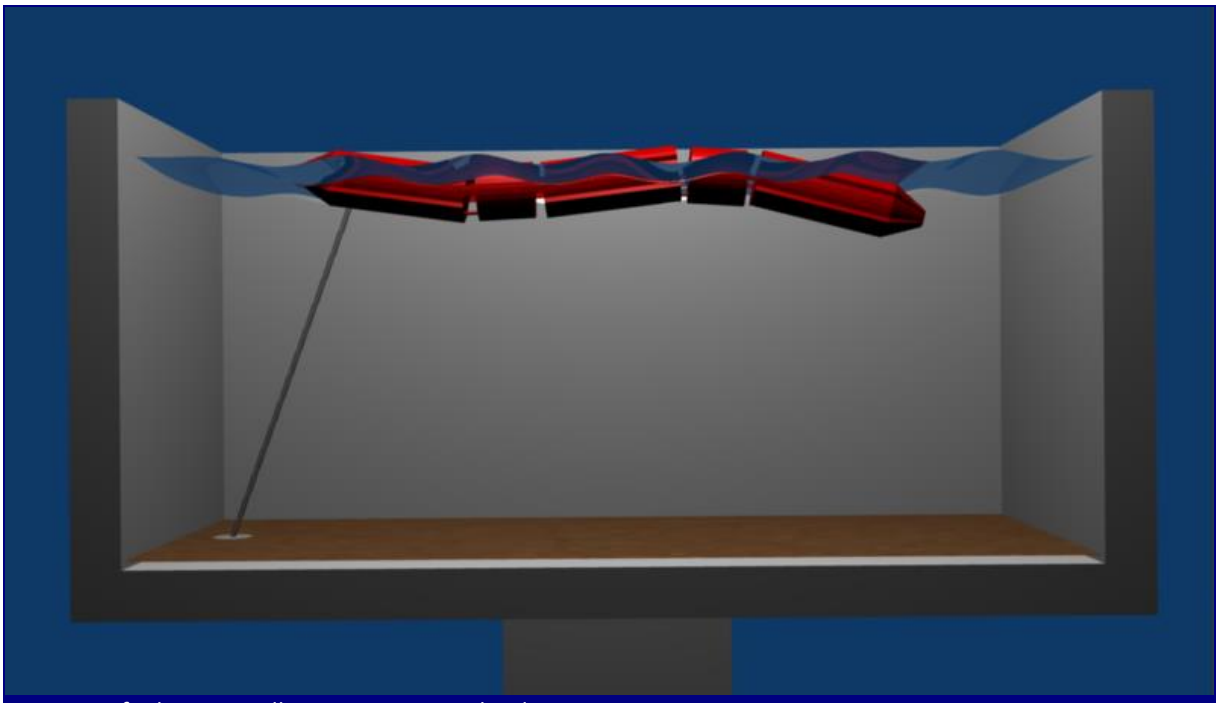


Fig27: Grafische voorstelling attenuator technologie

Golfenergie - Golfoverslag technologie

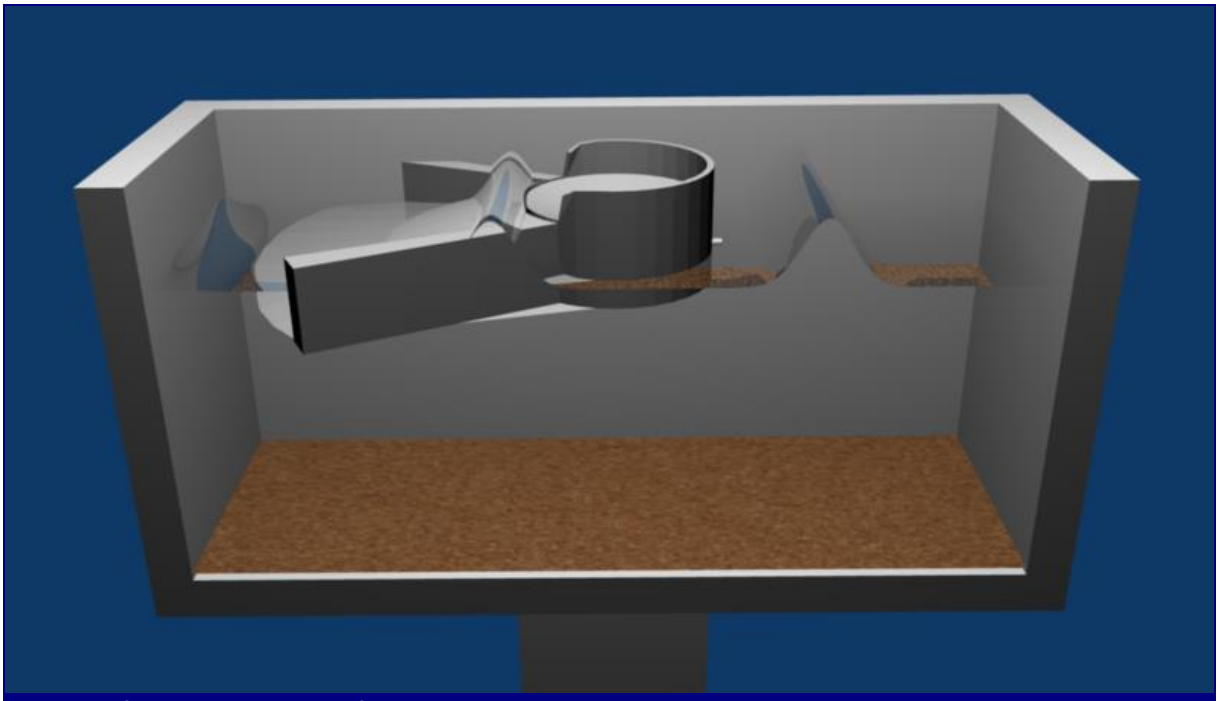


Fig28: Grafische voorstelling golfoverslag technologie

Getijdenenergie - Horizontale as turbines

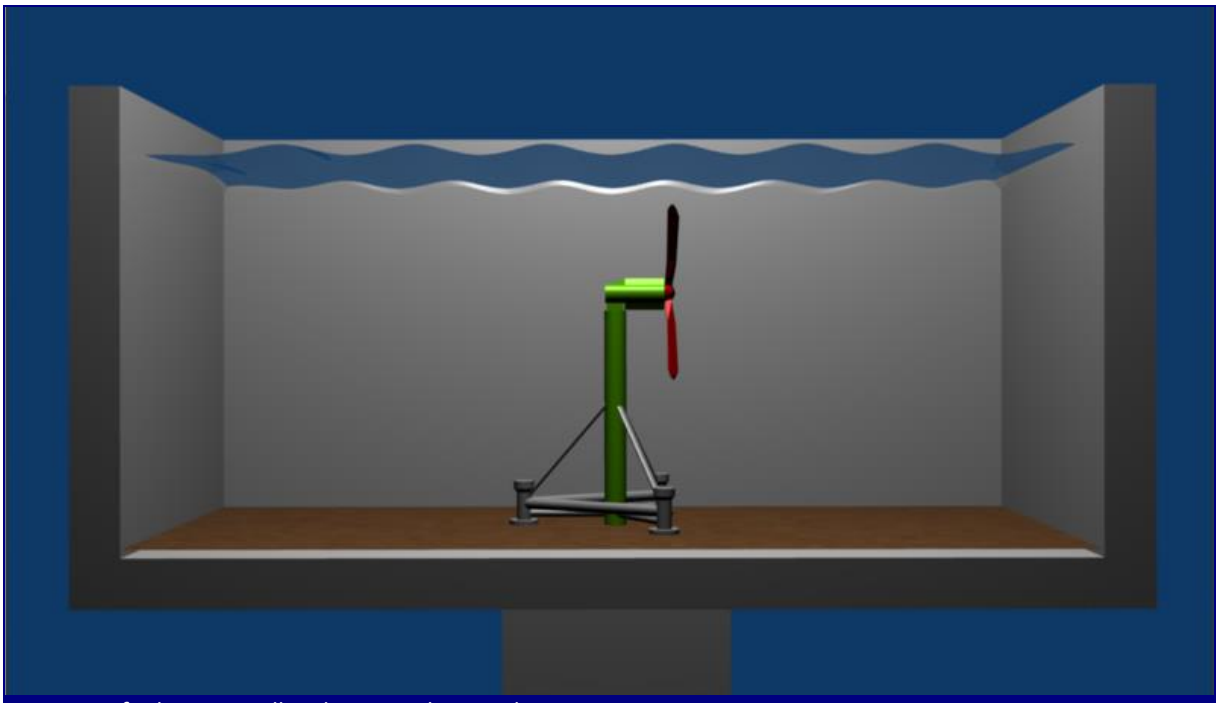


Fig29: Grafische voorstelling horizontale as turbine

Getijdenenergie - Verticale as turbines

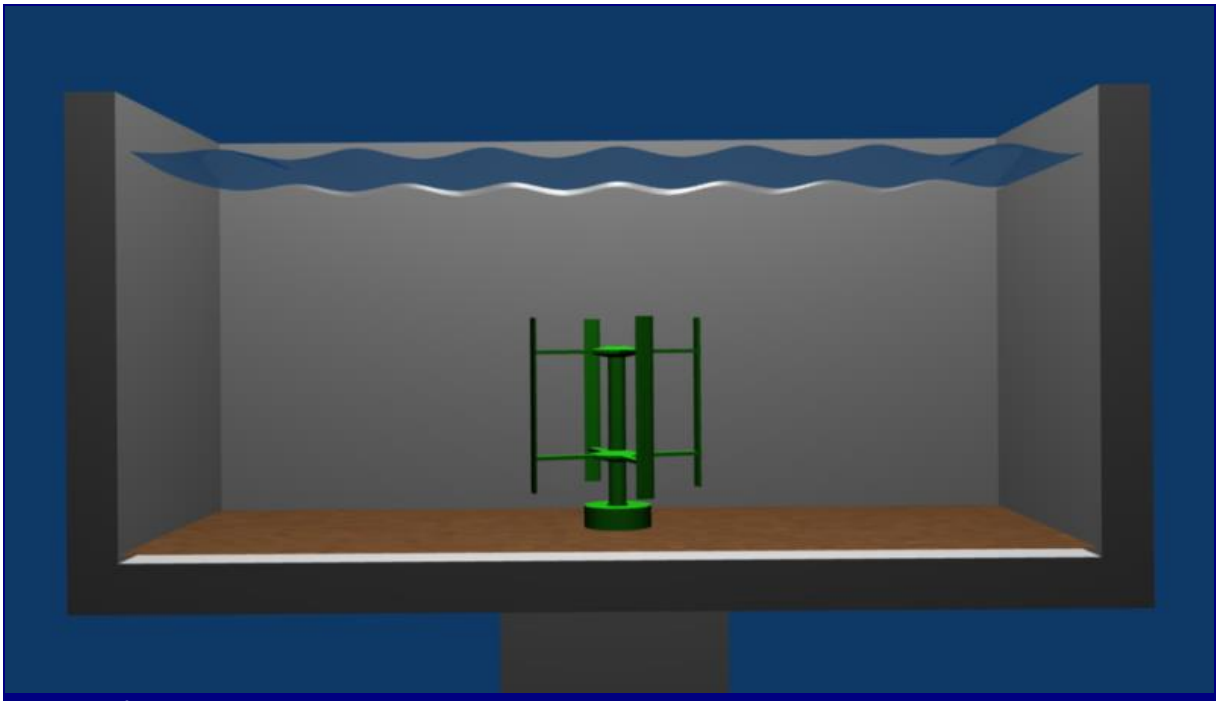


Fig30: Grafische voorstelling verticale as turbine

Getijdenenergie - Resonantie technologieën

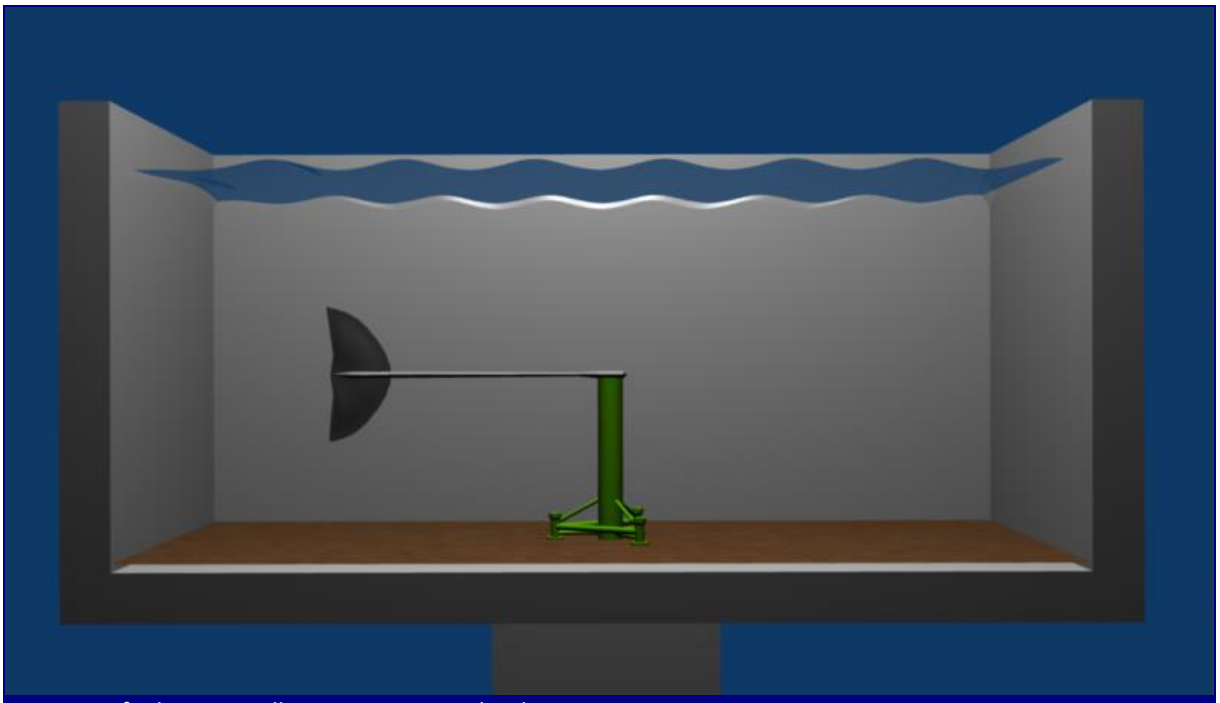


Fig31: Grafische voorstelling resonantie technologie

Geraadpleegde bronnen

- Stichting Duurzaamheidcentrum Afsluitdijk. Visiedocument, 2010
- R. J. Jorna, Jo M.L. van Engelen, H. Hadders. Duurzame innovatie: organisaties en de dynamiek van kenniscreatie, 2004
- J. Brooke. Wave energy conversion, 2003
- T. Asano. Water reuse: issues, technologies, and applications
- A. Hiam. Marketing voor dummies, 2004
- H. Eeckhout. Marketing: een kennismaking, 2006
- K. Wiegerink, E. Peelen. Eventmarketing, 2010
- L. Kaarsgaren. Zakelijke en publieks-evenementen, 2010
- K. Wiegerink, E. Peelen. Eventmarketing, 2010
- R. Wegenmayr, T. Buhrke. Renewable Energy, 2008
- European Renewable Energy Council. Renewable Energy in Europe: Markets, Trends and Technologies, 2010
- National Research Council (U.S.). Our seabed frontier: challenges and choices, 1989
- J. Twidell, D. Anthony. Weir Renewable energy resources, 2006
- J. Veerman, R. M. de Jong, M. Saakes, S. J. Metz, G.J. Harmsen. Reverse electrodialysis: Comparison of six commercial membrane pairs on the thermodynamic efficiency and power density, 2009
- International Energy Agency. Energy technology perspectives: scenarios & strategies to 2050, 2006
- G. Cada, J. Ahlgrimm, M. Bahleda, T. Bigford, S. Damiani Stavrakas, D. Hall, R. Moursund, M. Sale. Potential Impacts of Hydrokinetic and Wave Energy Conversion Technologies on Aquatic Environments, 2007