



50 kW
5,5 meter

- Waterstof
- efficiënt
- Robuust
- Hoogwaardig

Eindrapportage MIIP005-2023

- Duurzaam
- Schaalbaar
- sexy

schaal 1:25

7,5 meter
150 kW



projectleider
Edo Krock
edo@krock.nl
+31 6 487 999 74

Summary

De haalbaarheidsstudie naar het seriematig bouwen van snelvarende waterstof elektrisch aangedreven boten heeft ons waardevolle inzichten opgeleverd over de technische, commerciële, juridische en financiële aspecten van dit ambitieuze project. Met een grondige analyse van de verschillende componenten en systemen, en nauwe samenwerking met experts en stakeholders, zijn we tot de volgende conclusies gekomen:

Technische Haalbaarheid

- De technologieën voor waterstofaandrijving en elektrische voortstuwing bevinden zich in een veelbelovende fase, met producenten die geleidelijk aan uit de startupfase komen en investeringen in grootschalige productiecapaciteit.
- De implementatie van hydrofoil-systemen wordt momenteel als te vroeg beschouwd vanwege constructieve uitdagingen en onvolwassenheid van beschikbare systemen.
- Elektrisch snelvaren blijkt technisch haalbaar, maar vereist zorgvuldige systemenintegratie en testen vanwege uitdagingen met elektronica.

Commerciële Haalbaarheid

- Hoewel de waterstofboten een hogere kostprijs hebben vergeleken met traditionele boten, bevinden ze zich binnen het markt bereik van de bovenkant van het midden- en hoge segment van de recreatieve botenmarkt.
- Toekomstige regelgeving rond fossiele brandstoffen en groeiende interesse in duurzame oplossingen bieden kansen voor commerciële toepassingen.
- De concurrentie van batterij-elektrische boten en de noodzaak van een goed ontwikkelde laadinfrastructuur vormen echter uitdagingen.

Juridische Haalbaarheid

- Het ontbreken van specifieke regelgeving voor maritieme toepassingen van waterstof blijft een uitdaging, maar er zijn alternatieve methoden voor certificering beschikbaar.
- Het verkrijgen van vrijstellingen en toestemmingen van lokale autoriteiten zal voorlopig nodig zijn voor het varen met waterstofboten.

Financeerbaarheid

- Financieringsmogelijkheden zijn veelbelovend, met succesvolle kapitaalinjecties in vergelijkbare maritieme startups en kansen voor samenwerking met investeerders en subsidieprogramma's.
- Het ontwikkelen van een prospectus voor investeerders en deelname aan maritieme evenementen zoals METS bieden mogelijkheden om financiering te verkrijgen en het project te promoten.

Vervolgstappen

- De productie van de Minimal Viable Product (MVP) is gepland, gevolgd door uitgebreide tests en evaluaties.
- Er wordt gestreefd naar opschaling naar de waterstofboot en verdere ontwikkeling van het bedrijfsplan en investeringsstrategieën.
- Door continue samenwerking en innovatie streven we ernaar om onze doelstellingen te bereiken, waaronder deelname aan toonaangevende maritieme evenementen en deelname aan Sail Amsterdam 2025.

In conclusie heeft de haalbaarheidsstudie aangetoond dat het bouwen van snelvarende waterstof elektrisch aangedreven boten technisch, commercieel, juridisch en financieel haalbaar is, met de juiste strategieën en inspanningen. Met een sterke toewijding aan innovatie en duurzaamheid zijn we klaar om de volgende stappen te zetten naar een toekomst van groenere maritieme mobiliteit.

Inleiding

Krock H2 Boats heeft recentelijk een belangrijke haalbaarheidsstudie afgerond, die zich richtte op de huidige mogelijkheden voor seriematige productie van snelvarende, waterstof-elektrisch aangedreven boten. Dit project, uitgevoerd onder de Maritieme Innovatie Impuls Projecten (MIIP) subsidie van Nederland Maritiem Land (NML), vertegenwoordigt een cruciale stap in de verduurzaming van de maritieme sector.

Het onderzoek werd uitgevoerd in nauwe samenwerking met Duister, Kalk & Zwart Marine Consultancy en met ondersteuning van vooraanstaande organisaties zoals Holland Shipyard, Marin, RVO, TKI Nieuw Gas en Zakelijk Zichtbaar. Deze samenwerking bracht een breed scala aan expertise samen, wat essentieel was voor het grondig evalueren van de verschillende aspecten van het project.

De haalbaarheidsstudie richtte zich op drie kerngebieden: technische, commerciële en juridische aspecten van waterstof-elektrische vaartuigen. Het doel was om een uitgebreide analyse te bieden van de mogelijkheden en uitdagingen die gepaard gaan met deze innovatieve technologie. De technische evaluatie omvatte de prestaties en specificaties van de boten, terwijl de commerciële analyse zich richtte op de kosten, marktpotentieel en economische levensvatbaarheid. Daarnaast werden juridische aspecten onderzocht om inzicht te krijgen in regelgeving, veiligheid en andere wettelijke vereisten.

Belangrijke bijdragen van partners zoals Holland Shipyards Group en Marin leverden cruciale technische inzichten en productiemogelijkheden. Tegelijkertijd zorgden RVO en TKI Nieuw Gas voor ondersteuning op het gebied van kennis, studies, subsidies en financieringsmogelijkheden. Zakelijk Zichtbaar hielp bij het ontwikkelen van marketingstrategieën om de commerciële uitrol van de waterstof-elektrische boten te bevorderen.

Dit eindverslag presenteert de bevindingen van de haalbaarheidsstudie, die een solide basis vormen voor de volgende stappen richting daadwerkelijke productie en marktintroductie. Door middel van innovatie en samenwerking streeft Krock H2 Boats ernaar een significante bijdrage te leveren aan een duurzamere toekomst voor de maritieme industrie.

Aanleiding

In de maritieme sector groeit de behoefte aan duurzame alternatieven voor traditionele brandstoffen, gedreven door zowel milieubewuste overwegingen als de druk van toenemende regelgeving. Als reactie hierop heeft ons team besloten om een diepgaande haalbaarheidsstudie uit te voeren naar waterstofaandrijving voor boten. Deze studie heeft tot doel de levensvatbaarheid te onderzoeken van twee specifieke modellen: een 5,5 meter waterstof rib met een brandstofcelvermogen van 50 kWh en een 7,5 meter waterstof rib met een brandstofcelvermogen van 150 kWh.

Deze keuze voor waterstofaandrijving is ingegeven door de erkenning van waterstof als een veelbelovende, schone energiebron die potentieel biedt voor een breed scala aan toepassingen, waaronder de scheepvaart. De twee geselecteerde modellen, elk met hun eigen vermogensspecificaties, vertegenwoordigen een kans om de technische, commerciële en praktische haalbaarheid van waterstofaandrijving in de maritieme sector te evalueren.

Met dit eindrapport willen we onze bevindingen delen na een grondige analyse van de verschillende aspecten die bijdragen aan de haalbaarheid van waterstofaangedreven boten. We hebben gekeken naar technische vraagstukken zoals prestaties, betrouwbaarheid en beschikbaarheid van waterstofinfrastructuur. Daarnaast hebben we ook de commerciële aspecten onderzocht, zoals marktvraag, concurrentie, kosten en financieringsopties. Verder hebben we juridische en regelgevende kwesties behandeld, zoals certificering, veiligheidsnormen en regelgeving met betrekking tot waterstofgebruik in de scheepvaart.

Door deze uitgebreide haalbaarheidsstudie hebben we inzicht gekregen in de kansen en uitdagingen van waterstofaandrijving voor boten. Deze studie vormt de basis voor de verdere inspanningen die wij gaan leveren aan de doorontwikkeling van duurzame oplossingen voor de maritieme sector. Met de juiste strategieën en investeringen geloven we dat waterstofaangedreven boten een waardevolle bijdrage kunnen leveren aan een schonere en groenere toekomst voor de scheepvaart.

Het proces

De haalbaarheidsstudie voor het seriematig bouwen van snelvarende waterstof-elektrisch aangedreven boten was een complex proces dat verschillende fasen en activiteiten omvatte. Dit hoofdstuk behandelt de verschillende stappen die zijn genomen om de levensvatbaarheid van het project te onderzoeken en te evalueren.

Deskresearch

Een belangrijk aspect van de haalbaarheidsstudie was deskresearch. Hierbij werd uitgebreid onderzoek gedaan naar de benodigde producten en systemen, leveranciers, concurrenten, markttrends en regelgeving met betrekking tot waterstof-elektrisch aangedreven boten. Door deze informatie te verzamelen en te analyseren, konden we een solide basis leggen voor verdere besluitvorming.

Netwerkbijeenkomsten en Seminars

Naast deskresearch hebben we deelgenomen aan verschillende netwerkbijeenkomsten en seminars over de opkomende waterstofeconomie en energietransitie. Deze evenementen boden waardevolle gelegenheid om te netwerken met experts en belanghebbenden, en om inzicht te krijgen in de laatste ontwikkelingen en trends in de sector.

Deelname aan Handelsmissie

Een hoogtepunt van de haalbaarheidsstudie was onze deelname aan een handelsmissie tijdens het staatsbezoek van onze Koning en Koningin aan België. Tijdens deze missie konden we waardevolle contacten leggen en onze plannen presenteren aan potentiële partners en investeerders.

Bezoeken van Maritieme en Gespecialiseerde Beurzen

We hebben ook verschillende maritieme beurzen en gespecialiseerde beurzen bezocht, waaronder die over elektronica, duurzame mobiliteit, kunststof en rubber, en recycling. Deze bezoeken gaven ons de mogelijkheid om de nieuwste technologieën en innovaties te verkennen, contacten te leggen met leveranciers en partners, en de markttrends te volgen.

Ontwikkeling van een Bedrijfsplan

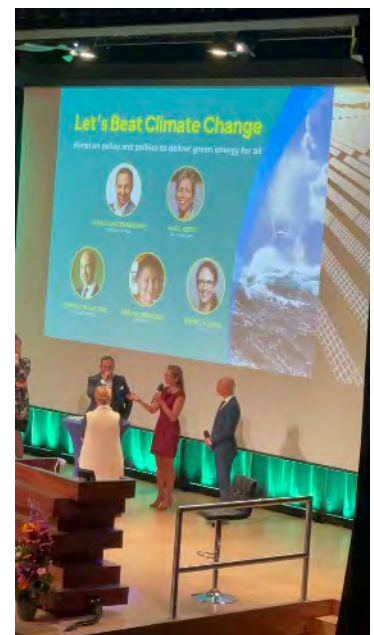
Een cruciaal onderdeel van de haalbaarheidsstudie was het ontwikkelen van een gedetailleerd bedrijfsplan om externe financiering aan te trekken. Hierin werden de strategieën, doelstellingen en financiële prognoses van het project uiteengezet.

Marketing en Website Ontwikkeling

Marketing kreeg ook de nodige aandacht tijdens de haalbaarheidsstudie. We hebben hoogwaardige renderingen van twee waterstofbootconcepten ontwikkeld en deze geïntegreerd in renderanimaties die in video's zijn bewerkt. Daarnaast is er een website ontwikkeld om ons project te presenteren aan een breder publiek en potentiële investeerders.

Conclusie

Het proces van de haalbaarheidsstudie was een uitgebreide en multidisciplinaire inspanning om de levensvatbaarheid van het project te evalueren. Door middel van deskresearch, deelname aan evenementen, bezoeken van beurzen, het ontwikkelen van een bedrijfsplan, marketinginspanningen en de ontwikkeling van een website, hebben we een solide basis gelegd voor de verdere ontwikkeling van ons waterstofbootproject.



Waterstof

Waterstof is een veelzijdige energiedrager met veel potentieel voor verschillende toepassingen, waaronder de scheepvaart. Er zijn drie hoofdtypen waterstof, elk geproduceerd op een andere manier en met verschillende milieueffecten: grijze waterstof, blauwe waterstof en groene waterstof.

Grijze Waterstof

Grijze waterstof wordt geproduceerd uit fossiele brandstoffen, zoals aardgas, via een proces genaamd stoommethaanreforming (SMR). Hierbij wordt aardgas verhit en gemengd met stoom om waterstof en koolstofdioxide (CO₂) te produceren. Dit is momenteel de meest gebruikelijke methode om waterstof te produceren, maar het heeft een grote nadelige invloed op het milieu omdat de geproduceerde CO₂ direct in de atmosfeer wordt vrijgelaten.

Blauwe Waterstof

Blauwe waterstof wordt ook geproduceerd uit fossiele brandstoffen, maar met een belangrijke toevoeging: de CO₂ die tijdens het productieproces vrijkomt, wordt opgevangen en opgeslagen (Carbon Capture and Storage, CCS). Dit maakt blauwe waterstof minder schadelijk voor het milieu dan grijze waterstof, hoewel het nog steeds afhankelijk is van fossiele brandstoffen. Het opvangen en opslaan van CO₂ is echter een complexe en dure technologie die nog in de ontwikkelingsfase verkeert.

Groene Waterstof

Groene waterstof wordt geproduceerd door middel van elektrolyse, een proces waarbij water (H₂O) wordt gesplitst in waterstof (H₂) en zuurstof (O₂) met behulp van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen zoals wind, zonne-energie of waterkracht. Dit is de meest duurzame vorm van waterstof, aangezien er geen CO₂ vrijkomt tijdens de productie en het proces afhankelijk is van hernieuwbare energie. De term "waterstofeconomie" verwijst naar een toekomst waarin groene waterstof de primaire energiedrager is, wat zou bijdragen aan het verminderen van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en het aanpakken van klimaatverandering.

De Realiteit van Groene Waterstof

Hoewel de visie van een waterstofeconomie gericht is op groene waterstof, zijn we er momenteel nog lang niet. De productie van groene waterstof staat nog in de kinderschoenen, en de fabrieken die elektrolyzers op grote schaal kunnen produceren, moeten nog worden gebouwd. Hierdoor is groene waterstof op dit moment slechts beperkt beschikbaar, hoewel het wel verkrijgbaar is.

Daarnaast zijn er momenteel nog weinig tank- of bunkerfaciliteiten voor boten en de scheepvaart die groene waterstof gebruiken. Dit vormt een significante uitdaging voor de grootschalige toepassing van waterstof in de maritieme sector.

Oplossingen voor Tank- en Bunkerfaciliteiten

Er zijn twee mogelijke oplossingen voor het huidige tekort aan tank- en bunkerfaciliteiten voor waterstof:

1. Trailerbare Modellen: Beide studiemodellen (de 5,5 meter en de 7,5 meter waterstof rib) zijn ontworpen om trailerbaar te zijn. Dit betekent dat de boten over de weg naar een tankstation voor automotieve waterstof kunnen worden vervoerd. Hoewel dit niet ideaal is, biedt het wel een tijdelijke oplossing totdat meer maritieme tankfaciliteiten beschikbaar zijn.
2. Installatie van Eigen Tankfaciliteiten: Een andere oplossing is het verkopen van een tankinstallatie samen met de boot, of zelfs beter, met een vloot boten. Dit zou het meest ideaal zijn wanneer dit in samenwerking met andere gebruikers wordt gedaan om de kosten te delen. Door gezamenlijke investeringen in tankinfrastructuur kan de toegang tot waterstof worden vergemakkelijkt en kunnen de operationele kosten worden verlaagd.

Conclusie

Waterstof biedt veel potentieel voor de verduurzaming van de scheepvaart, maar er zijn nog aanzienlijke uitdagingen te overwinnen, vooral met betrekking tot de productie en distributie van groene waterstof. Terwijl de industrie zich verder ontwikkelt en de infrastructuur wordt uitgebreid, kunnen tijdelijke oplossingen zoals trailerbare modellen en gezamenlijke tankinstallaties helpen om de overgang naar een waterstofeconomie te versnellen. Het is van cruciaal belang om te blijven investeren in onderzoek en ontwikkeling, en om samen te werken met andere belanghebbenden om de barrières voor de grootschalige toepassing van waterstof in de maritieme sector te overwinnen.

Technische Haalbaarheid van Elektrisch Snelvaren

Elektrisch snelvaren biedt een aantrekkelijk alternatief voor traditionele verbrandingsmotoren, met voordelen zoals minder uitstoot, lagere operationele kosten en stillere werking. Dit hoofdstuk onderzoekt de technische haalbaarheid van elektrisch snelvaren voor verschillende bootgroottes binnen ons project, met specifieke aandacht voor de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van elektromotoren en elektronische systemen.

Beschikbaarheid van Elektromotoren

Elektromotoren zijn verkrijgbaar in een breed scala van vermogens en specificaties, wat flexibiliteit biedt voor verschillende toepassingen. Voor grotere boten, zoals ons 7,5 meter concept, zijn goede systemen beschikbaar vanaf 120 kW, waardoor hoge snelheid en betrouwbaarheid haalbaar zijn. Dit segment van de markt is goed ontwikkeld, met diverse OEM's die robuuste en bewezen oplossingen bieden.

Uitdagingen voor Kleinere Vermogens

Voor kleinere boten, zoals ons 5,5 meter concept (50-75 kW) en de 4 meter MVP (10 kW), is de situatie uitdagender. Er zijn weinig OEM's die oplossingen bieden voor snelvaren met relatief kleine vermogens, wat het vinden van geschikte elektrische voorstuwingsystemen complex heeft gemaakt. Na intensief onderzoek en langdurige tests hebben we echter een geschikte pod-motor gevonden die voldoet aan onze eisen voor snelheid en betrouwbaarheid in deze kleinere segmenten.

Technische Voorbeelden en Probleemgebieden

Tijdens onze verkenning zijn we vele praktijkvoorbeelden tegengekomen van elektrisch aangedreven schepen die problemen ondervonden met hun elektronische systemen. Veelvoorkomende issues omvatten oververhitting, inefficiënte energieoverdracht, en storingen in de besturingselektronica. Deze problemen benadrukken het belang van rigoureuze tests en debugging om betrouwbare prestaties te garanderen.

Test- en Debuggingprocessen

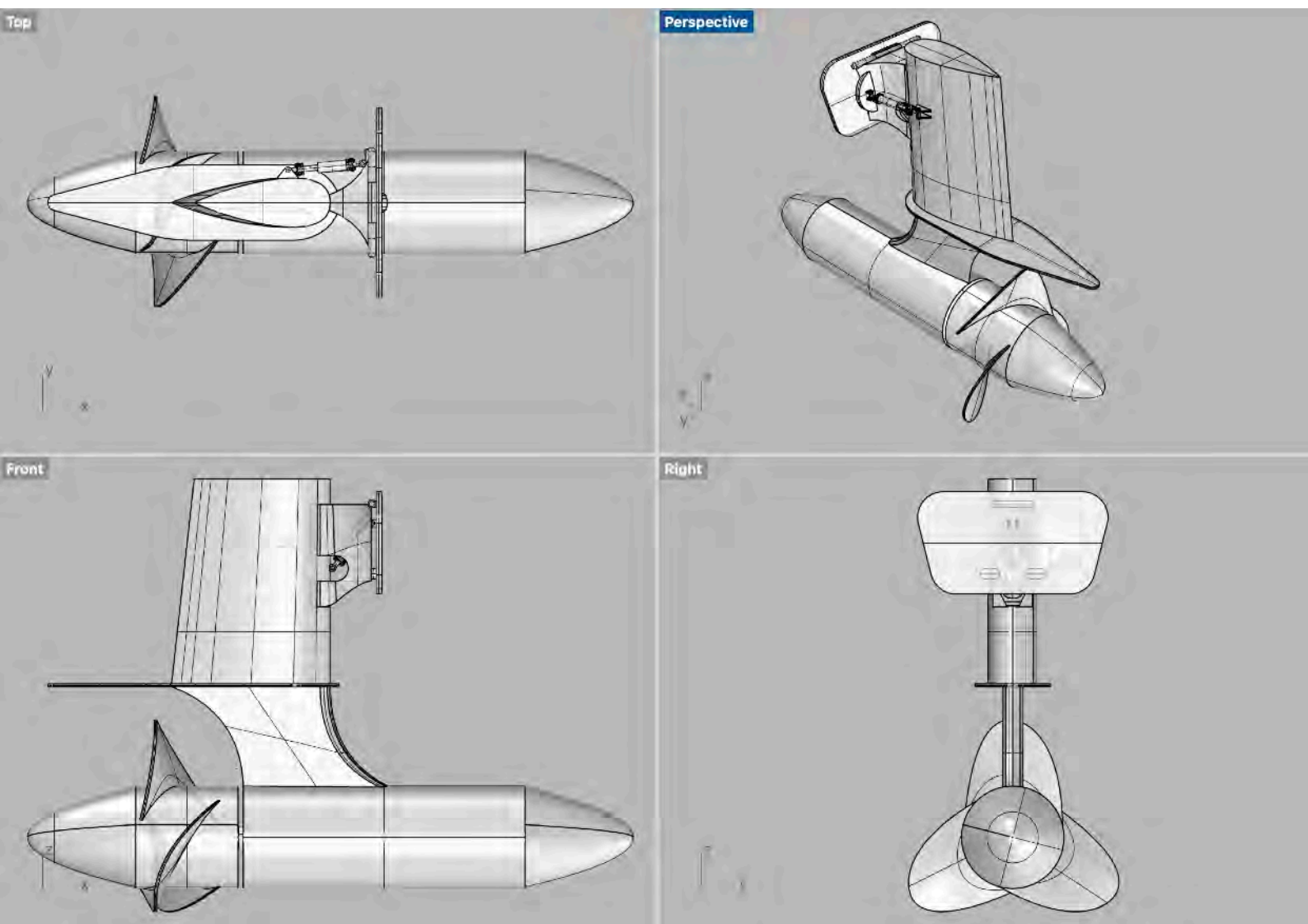
Om de technische haalbaarheid van elektrisch snelvaren te waarborgen, hebben we uitgebreide test- en debuggingprocessen geïmplementeerd. Deze processen omvatten:

- Langdurige Belastingsproeven: Om de betrouwbaarheid, duurzaamheid en prestaties van de elektromotoren, motorcontrollers, batterijen en hun koelsystemen te testen.
- Simulaties van Operationele Conditie: Om de elektronica te testen onder verschillende omstandigheden, zoals variabele snelheden, belasting en met name omgevingsfactoren en weercondities.
- Analyse van Storingengevallen: Om patronen en oorzaken van storingen te identificeren en oplossingen te ontwikkelen.

- Samenwerking met OEM's: Voor directe feedback en ondersteuning bij het oplossen van technische problemen.

Conclusie

Hoewel de markt voor elektromotoren voor grotere boten goed ontwikkeld begint te worden, blijft het vinden van geschikte oplossingen voor kleinere vermogens een uitdaging. Door intensief onderzoek en uitgebreide tests hebben we echter betrouwbare systemen kunnen identificeren die voldoen aan onze eisen en wensen voor snelvaren met kleinere boten. Desondanks blijven we alert op de noodzaak om systemen grondig te testen en te debuggen voordat we kunnen spreken van een betrouwbaar product. De technische haalbaarheid van elektrisch snelvaren is positief, mits er voldoende aandacht wordt besteed aan de selectie en validatie van componenten en systemen.



Technische Haalbaarheid van de Waterstofcomponenten

De technologische vooruitgang en de marktdynamiek rondom waterstofcomponenten hebben een significante invloed op de haalbaarheid van waterstof-elektrisch aangedreven vaartuigen. Dit hoofdstuk bespreekt de technische haalbaarheid van de belangrijkste waterstofcomponenten, met nadruk op hoge druk waterstoftanks en brandstofcelsystemen. Hierbij wordt gekeken naar de ontwikkeling van producenten, de rijping van de technologie, en de impact van investeringen door grote OEM's (Original Equipment Manufacturers) op de prijs en beschikbaarheid van deze componenten.

Ontwikkeling van Producenten

Producenten van hoge druk waterstoftanks en brandstofcelsystemen bevinden zich in een overgangsfase van start-up naar volwassenheid. Deze bedrijven hebben aanzienlijke vooruitgang geboekt in de ontwikkeling en het testen van hun producten, wat resulteert in betrouwbare en efficiënte technologieën. De volwassenheid van deze producenten is een positief teken voor de maritieme sector, omdat het een stabiele toeleveringsketen en kwalitatief hoogwaardige componenten garandeert.

Test- en Validatiefase

De huidige fase van productontwikkeling wordt gekenmerkt door uitgebreide test- en validatieprocessen. Deze tests zijn cruciaal om de veiligheid, efficiëntie en duurzaamheid van hoge druk waterstoftanks en brandstofcelsystemen te waarborgen. Succesvolle afronding van deze testfasen geeft vertrouwen in de technische haalbaarheid van het grootschalig inzetten van deze componenten in maritieme toepassingen.

Grote Investeringen door OEM's

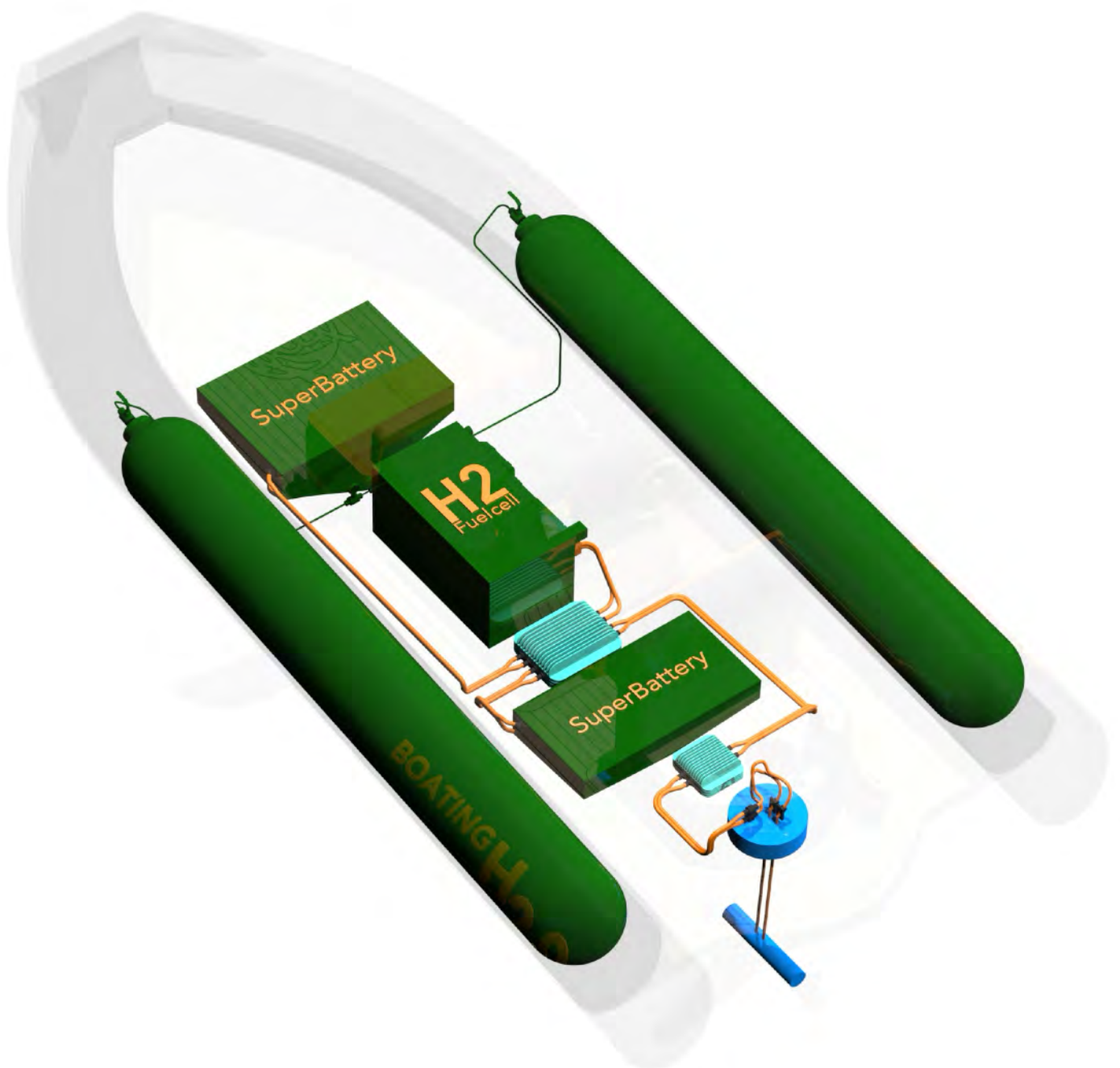
De aankondigingen van grote OEM's, vooral uit de automotive sector, voor aanzienlijke investeringen in productiefaciliteiten voor elektrolyzers en brandstofcellen, hebben een grote invloed op de markt. Deze investeringen dragen bij aan schaalvoordelen en versnellen de ontwikkeling van de waterstofinfrastructuur. Voor de maritieme sector betekent dit niet alleen een toename in de beschikbaarheid van waterstofcomponenten, maar ook een verwachte daling van de kosten.

Verwachte Prijsdaling

De waterstofcomponenten, die momenteel nog relatief duur zijn, zullen naar verwachting in prijs dalen door de toegenomen productiecapaciteit en efficiëntieverbeteringen. De economische voordelen van schaalvergroting zullen leiden tot lagere kosten per eenheid voor hoge druk waterstoftanks en brandstofcelsystemen. Dit maakt de implementatie van waterstof-elektrische aandrijving aantrekkelijker en financieel haalbaarder voor seriematige productie van boten.

Conclusie

De technische haalbaarheid van de waterstofcomponenten voor waterstof-elektrisch aangedreven boten is positief. De rijping van producenten, de voortgang in test- en validatiefasen, en de aanzienlijke investeringen door grote OEM's dragen bij aan een stabiele toeleveringsketen en dalende kosten. Deze ontwikkelingen ondersteunen de seriematige productie van snelvallende, waterstof-elektrisch aangedreven boten, waardoor de maritieme sector een belangrijke stap kan zetten richting duurzaamheid en innovatie.



Technische Haalbaarheid van Hydrofoilsystemen

Hydrofoiling, een technologie die schepen boven het wateroppervlak tilt voor een soepele en efficiënte vaart, heeft de potentie om de maritieme sector te transformeren. Dit hoofdstuk analyseert de technische haalbaarheid van het toepassen van hydrofoilsystemen op waterstof-elektrisch aangedreven boten. Ondanks de theoretische voordelen van hydrofoiling, hebben we geconcludeerd dat het momenteel nog te vroeg is om deze technologie te implementeren op onze waterstofboten. Dit besluit is gebaseerd op verschillende technische, structurele en marktgerelateerde overwegingen.

Optimale Rompvorm voor Hydrofoiling

Een van de belangrijkste bevindingen is dat een foilende boot een romp moet hebben die specifiek is geoptimaliseerd voor hydrofoiling. Conventionele rompen zijn niet geschikt om de voordelen van hydrofoils volledig te benutten. De aanpassing van bestaande ontwerpen of de ontwikkeling van een geheel nieuwe romp vergt aanzienlijke investeringen en tijd, wat de implementatie van hydrofoils bemoeilijkt.

Beperkingen in Conditie en Vaargebieden

Hydrofoiling is momenteel slechts mogelijk onder beperkte condities en in specifieke vaargebieden. Variërende wateromstandigheden en wisselende weersomstandigheden kunnen de effectiviteit en veiligheid van hydrofoils beïnvloeden. Deze beperkingen maken het uitdagend om hydrofoils in een brede range van operationele omgevingen te gebruiken, wat hun toepasbaarheid op waterstofboten beperkt.

Constructieve Problemen bij Pilotprojecten

Diverse pilotprojecten hebben ons waardevolle inzichten gegeven in de praktische uitdagingen van hydrofoiling. We hebben geconcludeerd dat er nog steeds veel constructieve problemen bestaan die moeten worden opgelost voordat hydrofoils op grote schaal kunnen worden toegepast. Deze problemen variëren van structurele integriteit tot duurzaamheid en betrouwbaarheid van de systemen.

Marktanalyse van Hydrofoilsystemen

Hoewel er verschillende partijen zijn die kennis en hydrofoilsystemen kunnen bieden, is het aantal daadwerkelijk operationele foilende boten beperkt. De markt voor hydrofoilsystemen is momenteel nog een "cowboymarkt", waarin standaarden en betrouwbaarheid ontbreken. Veel bedrijven zijn nog in de experimentele fase en bieden geen volledig betrouwbare en commercieel levensvatbare oplossingen.

Interne Ontwikkelingsmogelijkheden

We hebben onderzocht of het mogelijk zou zijn om een eigen hydrofoilsysteem te ontwikkelen. Echter, de benodigde investeringen voor onderzoek, ontwikkeling en productie van een betrouwbaar systeem zijn aanzienlijk. Gezien de huidige onzekerheden en uitdagingen, hebben we besloten om af te zien van interne ontwikkeling van hydrofoilsystemen op dit moment.

Conclusie

Hoewel hydrofoils een veelbelovende technologie vertegenwoordigen voor efficiënte en soepele vaart, is de implementatie ervan op waterstof-elektrisch aangedreven boten momenteel nog te vroeg. De huidige beperkingen in rompvorm, operationele condities, constructieve betrouwbaarheid en de onvolwassen markt maken het onpraktisch om hydrofoils nu te integreren. We blijven de ontwikkelingen in de hydrofoiltechnologie nauwlettend volgen en zullen opnieuw evalueren wanneer de producten volwassen zijn en de markt meer stabiliteit biedt. Tot die tijd richten we ons op bewezen technologieën om de haalbaarheid en duurzaamheid van onze waterstofboten te waarborgen.



Technische Haalbaarheid Biocomposieten

Composieten zijn aantrekkelijke materialen voor de scheepsbouw vanwege hun lichte gewicht, hoge sterkte, snelle productie en onderhoudsgemak. Echter, traditionele composieten hebben nadelen met betrekking tot hun milieu-impact en recyclingmogelijkheden. Dit hoofdstuk onderzoekt de technische haalbaarheid van biocomposieten als duurzamer alternatief, met een focus op natuurlijke vezels en alternatieve harsen.

Problemen met Traditionele Composieten

Traditionele composieten, voornamelijk gemaakt van thermohardende kunststoffen zoals epoxy of polyester, dragen bij aan de CO₂-voetafdruk en hebben beperkte recyclingmogelijkheden. Het productieproces genereert ook aanzienlijk afval, vooral bij kleine series.

Onderzoek naar Natuurlijke Vezels

We hebben onderzoek gedaan naar het gebruik van natuurlijke vezels, met name vlas. Helaas bleek vlas momenteel nog niet geschikt als duurzaam alternatief vanwege de grote hoeveelheid epoxy die nodig is en het resulterende gewichtstoename. Basaltvezels tonen echter veelbelovend potentieel als lichtgewicht maar sterke vezels voor composieten objecten en boten.

Alternatieve Harsen

Als reactie op de milieu-impact van epoxy en polyester harsen, hebben we twee alternatieve harsen geïdentificeerd die kansrijk zijn maar nog weinig gebruikt worden in de maritieme sector. We zullen deze harsen verder testen om hun geschiktheid te beoordelen.

Printen met Vezelversterkte Thermoplasten

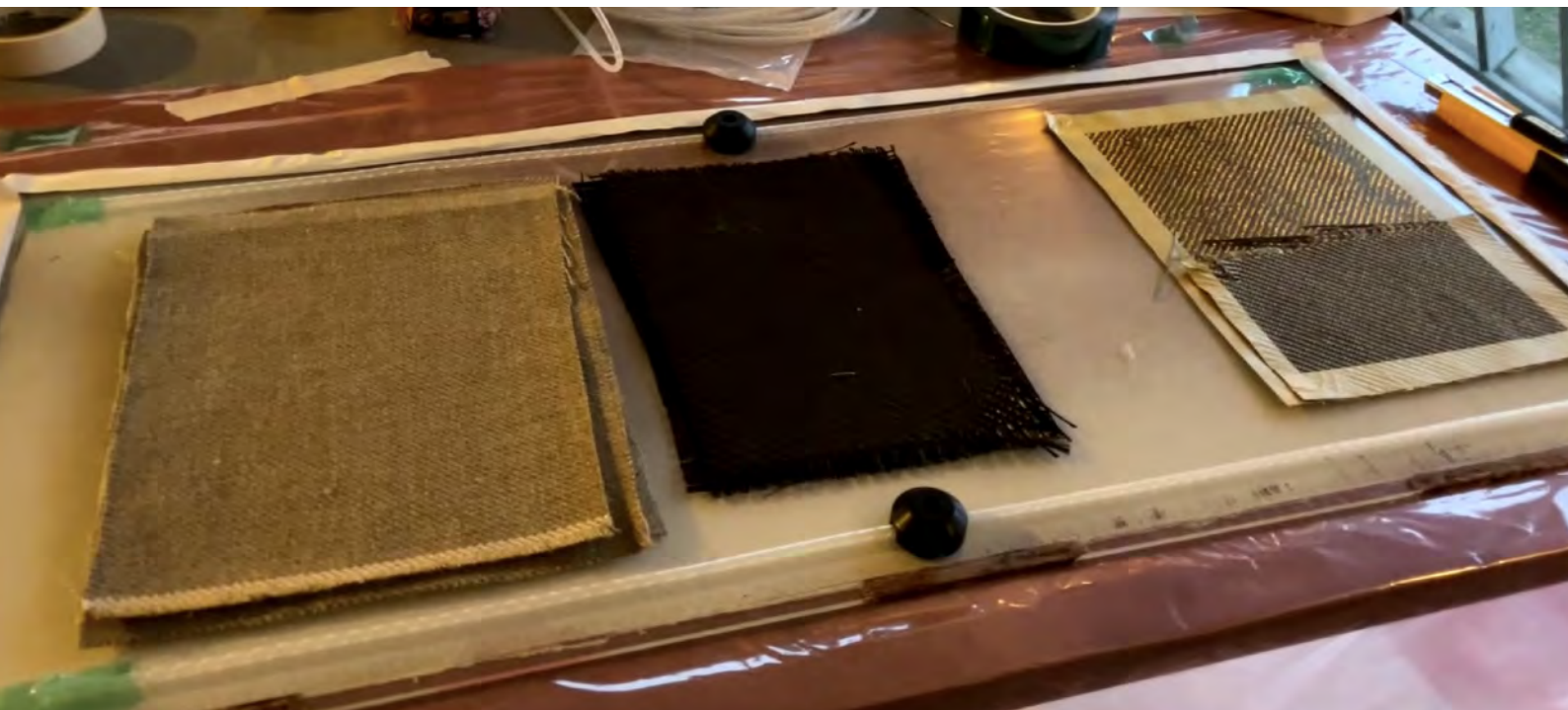
Hoewel het printen met vezelversterkte thermoplasten veelbelovend is, hebben we momenteel nog geen vertrouwen in deze technologie vanwege gewichts- en stijfheidsproblemen, evenals mogelijke bindingsproblemen tussen vezels en thermoplasten.

Voorkeur voor Carbon

Op dit moment biedt carbonvezel de meest positieve CO₂-voetafdruk over de levensduur van een snelvarende boot, vanwege het substantiële gewichtsverlies van het casco, wat leidt tot een lagere energiebehoefte en CO₂-uitstoot.

Conclusie

Biocomposieten bieden potentieel als duurzamer alternatief voor traditionele composieten in de scheepsbouw. Terwijl onderzoek en ontwikkeling voortgaan, blijft carbonvezel op dit moment het meest veelbelovende materiaal voor snelvarende boten, gezien de beperkingen van alternatieve materialen en technologieën. We zullen echter de ontwikkelingen in biocomposieten nauwlettend volgen in de hoop dat toekomstige innovaties de technische haalbaarheid en betrouwbaarheid van deze materialen zullen verbeteren.



Commerciële Haalbaarheid

De commerciële haalbaarheid van het project staat centraal in het bepalen van de levensvatbaarheid van de waterstofboten. In dit hoofdstuk wordt de commerciële haalbaarheid van het project onderzocht en geanalyseerd.

Prijsvergelijking en Marktpositie

Gezien de huidige prijzen van waterstofbenodigdheden, zoals tanks en brandstofcelsystemen, valt de beoogde verkoopprijs van de waterstofboten binnen het bereik van de bovenkant van het midden- en hoge segment van de recreatiebotenmarkt. Dit plaatst onze boten niet buiten de markt, maar maakt ze eerder concurrerend binnen dit segment.

Vergelijking met Alternatieven

Echter, bij vergelijking met snelvarende boten met benzine motoren, zoals basic RIBs, kan worden opgemerkt dat de waterstofboten relatief duur zijn. Voor de prijs van onze RIB zou men een behoorlijke vloot aan benzine aangedreven boten kunnen aanschaffen, wat het voor commerciële toepassingen minder aantrekkelijk maakt.

Opkomende Regelgeving en Toenemende Milieueisen

Niettemin zien we een groeiende trend in regelgeving met betrekking tot het gebruik van fossiele brandstoffen, vooral in sectoren zoals de aannemerij die voor overheden werken. Het gebruik van fossiele brandstoffen wordt vaak uitgesloten, wat perspectieven biedt voor het commerciële gebruik van waterstofboten.

Concurrentie van Batterij-elektrisch Varen

Hoewel batterij-elektrisch varen een sterke concurrentie vormt, vooral voor korte afstanden en met een goede laadinfrastructuur, zien we toch potentieel in de pleziervaartmarkt. Bovendien worden beroepsmatige gebruikers van ons segment boten steeds meer gestimuleerd om richting emissievrije alternatieven te bewegen.

Conclusie

Ondanks de uitdagingen met betrekking tot de prijs en concurrentie van alternatieve aandrijvingen, zien we toch perspectieven voor de commerciële haalbaarheid van onze waterstofboten. Met toenemende regelgeving en bewustwording rondom milieueisen, groeit de vraag naar emissievrije alternatieven, wat kansen biedt voor ons product binnen de markt.

Juridische Haalbaarheid

De juridische haalbaarheid van het project is een cruciale factor die de implementatie van waterstofboten kan beïnvloeden. In dit hoofdstuk onderzoeken we de juridische aspecten die van invloed zijn op het gebruik en de verkoop van waterstofboten.

Gebrek aan Regelgeving

Een van de grootste uitdagingen op juridisch gebied is het gebrek aan specifieke regelgeving voor de maritieme toepassing van waterstof. Dit houdt in dat er momenteel geen duidelijke richtlijnen zijn voor de certificering en verzekering van waterstofboten.

Alternatieve Methoden voor Certificering

Ondanks het gebrek aan specifieke regelgeving zijn er methoden om een gecertificeerde en verzekerbare boot te verkopen. Deze methoden zijn echter omslachtiger en vereisen meer tijd en kapitaal. Een van deze methoden omvat het verkrijgen van een CE-markering voor de boot, wat aangeeft dat deze voldoet aan de Europese richtlijnen voor veiligheid en gezondheid.

Vrijstellingen en Toestemmingen

Voorlopig zullen er voor diverse vaargebieden vrijstellingen moeten worden aangevraagd bij en afgegeven door lokale, regionale of nationale autoriteiten voor het varen met waterstofboten. Dit kan onder meer inhouden dat er specifieke regelingen moeten worden getroffen voor de opslag en het gebruik van waterstof aan boord van de boten.

Samenwerking en Overleg

Om de juridische uitdagingen aan te pakken, is nauwe samenwerking en overleg met relevante instanties en autoriteiten essentieel. Door actief deel te nemen aan de ontwikkeling van regelgeving en het verstrekken van de benodigde informatie en documentatie, kunnen we streven naar een meer gestroomlijnde en duidelijke juridische omgeving voor waterstofboten.

Conclusie

Hoewel er momenteel nog juridische obstakels zijn voor de maritieme toepassing van waterstof, zijn er methoden en benaderingen beschikbaar om deze uitdagingen aan te pakken. Met de juiste samenwerking en overleg met relevante instanties kunnen we streven naar een juridisch kader dat het gebruik van waterstofboten mogelijk maakt en ondersteunt.

Financierbaarheid van het Initiatief

Het financieren van het initiatief voor waterstofboten is een cruciale factor voor het succes ervan. In dit hoofdstuk onderzoeken we de verschillende aspecten van de financierbaarheid van het project en de mogelijke wegen om financiering te verkrijgen.

Benchmarking en Succesverhalen

Een grondige benchmarking van soortgelijke maritieme startups, vooral gericht op werven voor batterij-elektrische boten en toeleveranciers, heeft ons inzicht gegeven in de financieringsmogelijkheden en successen binnen de sector. We hebben regelmatig nieuwsberichten gezien over succesvolle kapitaalinjecties, variërend van enkele miljoenen tot opmerkelijke bedragen zoals de 113 miljoen dollar die Xshore heeft opgehaald.

Netwerken en Investeerdersrelaties

Op dit moment onderhouden we goede contacten met diverse organisaties die startups koppelen aan investeerders. Hoewel het nog te vroeg is om dit pad te bewandelen, gezien de fase waarin ons Minimum Viable Product (MVP) zich bevindt, zal dit een van onze belangrijkste strategieën worden zodra de MVP is doorgetest en klaar is voor verdere ontwikkeling.

Subsidie Regelingen

Naast investeerderskapitaal zien we ook grote kansen in diverse subsidieprogramma's. Door gebruik te maken van deze regelingen kunnen we financiering combineren met investeerderskapitaal om het initiatief van de grond te krijgen. Subsidies kunnen worden benut voor verschillende aspecten van het project, waaronder onderzoek en ontwikkeling, innovatie, duurzaamheid en milieubescherming.

Samenwerkingen en Partnerschappen

Het verkrijgen van financiering kan ook worden vergemakkelijkt door het aangaan van strategische samenwerkingen en partnerschappen. Door samen te werken met gevestigde spelers in de maritieme industrie, overheidsinstanties en onderzoeksinstituten kunnen we niet alleen financiering veiligstellen, maar ook toegang krijgen tot waardevolle middelen, kennis en expertise.

Conclusie

De financeerbaarheid van het initiatief voor waterstofboten is een complex maar haalbaar doel. Door gebruik te maken van benchmarking, investeerdersrelaties, subsidieprogramma's, samenwerkingen en partnerschappen, kunnen we streven naar de nodige financiering om ons project succesvol te realiseren.

Vervolgstappen van het Project

1. Productie van de Minimal Viable Product (MVP)

Momenteel ligt er een ontwerp voor een malloos te produceren composiet MVP, een kleine batterij-elektrische boot. We wachten nu op de uitlevering van de 10 kW pod motor, die naar verwachting binnen enkele maanden zal arriveren. Zodra de levering bekend is, gaan we over tot het bouwen van de romp van de MVP.

2. Testen en Evaluatie van de MVP

Voor de winter streven we ernaar om de MVP uitgebreid te testen en te evalueren. Deze tests zullen ons waardevolle inzichten geven in de prestaties, betrouwbaarheid en bruikbaarheid van het prototype, waardoor we eventuele aanpassingen kunnen aanbrengen voordat we verder gaan met de productie.

3. Op Schaal Brengen naar de Waterstofboot

Na het succesvol doorlopen van de testfase van de MVP, streven we ernaar om tegen het voorjaar de MVP te kunnen opschalen naar de 5.5 meter waterstofboot. Dit omvat het integreren van waterstofaandrijving en het verfijnen van het ontwerp voor optimale prestaties en efficiëntie.

4. Ontwikkeling van een Prospectus voor Investeerders

Parallel aan de productie van de MVP werken we aan het ontwikkelen van een prospectus voor investeerders, gebaseerd op ons bedrijfsplan. Dit prospectus zal potentiële investeerders voorzien van gedetailleerde informatie over ons project, inclusief financiële prognoses, risico's en kansen.

5. Deelname op METS in November

We hebben recent een plek toegewezen gekregen op het startup paviljoen op METS in november in de Rai om de waterstofboot aan het publiek te presenteren. Dit biedt een uitstekende kans om ons project te promoten en potentiële partners en investeerders te ontmoeten.

6. Opzetten van een Consortium Maritiem Masterplan

We zijn in gesprek met diverse partijen om een consortium op te tuigen voor deelname aan het Maritiem Masterplan. Dit biedt mogelijkheden voor samenwerking, financiering en het verkrijgen van steun van overheidsinstanties en andere belanghebbenden.

7. Doelstelling voor Sail Amsterdam 2025

Onze ambitieuze doelstelling om met de waterstofboot mee te varen tijdens Sail Amsterdam 2025 blijft hoog op onze agenda staan. We zullen blijven streven naar het realiseren van deze mijlpaal en zien dit als een showcase van onze innovatie en duurzaamheid op een wereldwijd podium.