



---

## Format eindrapportage MIIP

---

Datum	:	17-01-2022
Projectcode	:	2021_NN_0007
Projectnaam	:	<b>ObiHydro</b> - Technische Haalbaarheidsstudie en ontwerp voortstuwing binnenvaartschip op waterstof gewonnen uit LOHC
Thema Innovatiecontract	:	schone schepen, slim en veilig varen en effectieve infrastructuur
Betrokken partijen	:	Voyex B.V. & Dekker Groep B.V.

---

Projectleider : Wiard S. Leenders  
Organisatie : Voyex B.V.  
Adres : Waalbandijk 1  
Postcode + plaats : 4133 JJ IJzendoorn

---

## **Project**

### **Doelstelling project (beknopte omschrijving):**

Met dit project willen Dekker Groep en Voyex bepalen of een binnenvaartschip effectief, competitief en veilig kan varen op waterstof gewonnen uit een Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC). De Dekker Groep heeft een vloot binnenvaartschepen waarmee zand- en grondstoffen vervoerd worden. In een ambitie om CO<sub>2</sub> uitstoot verder te reduceren en daarom diesel te vervangen voor een zero emissie brandstof wordt waterstof onderzocht. Voyex ontwikkelt een nieuwe LOHC die geschikt is om te tanken aan boord van een schip om waterstof te kunnen leveren aan een verbrandingsmotor of brandstofcel.

De doelstelling van het project richt zich op de technische haalbaarheid van deze technologie. Door goed te doorgronden wat het operationeel profiel is en wat de vermogensbehoefte is en daarmee ook de energiebehoefte qua waterstof en de hoeveelheid LOHC, kan een diepgaande en realistische techno-economische analyse uitgevoerd worden. Daarnaast is de insteek om de basic design te maken van het beoogde schip om te bepalen hoe de LOHC ingepast kan worden, wat het effect is op laadruimte, payload en lay-out van het schip.

Middels deze studie wordt bepaald of LOHC als vervanger van diesel in de context van een binnenvaartschip potentie heeft en of het mogelijk in de toekomst de technologiekeuze kan zijn voor het verduurzamen van de vloot. Voor Voyex is het een moment om te kijken hoe nauw LOHC aansluit bij de behoeften, eisen, problematiek en dynamiek van de binnenvaart sector. Hierbij is door Voyex specifiek gekeken naar het gebruik van een waterstof verbrandingsmotor die i.c.m. een elektromotor in de aandrijving voorziet.

### **De volgende activiteiten zijn binnen het project uitgevoerd (omschrijving):**

- Uitgebreide beschrijving van LOHC technologie binnen de context van een binnenvaartschip alsook een kwalitatief vergelijk tussen LOHC, ammonia, gasvormige waterstof, cryogene waterstof, methanol, e-diesel en batterijen
- Bezoek aan boord van 2-tal binnenvaartschepen + bestuderen van diverse ontwerp tekeningen
- Doorgronden van het operationeel profiel van een schip uit de vloot van Dekker door 3 retour reizen diepgaand te analyseren.
- Technisch overleg tussen afd planning van Dekker Groep en Voyex mbt vaarprofielen en operationeel gebruik.



- Op basis van het operationeel profiel, het doorgronden van de vermogensbehoefte (o.a. power vs curve) van dit schip alsook het diesel verbruik.
- De vertaling van energie- en vermogensbehoefte naar waterstof en LOHC, conversieverliezen en motor efficiëntie in acht nemende.
- Intekenen van LOHC systemen met Autocad aan boord van het schip. Hierbij zijn verschillende scenario's en specifieke aspecten zoals tankindeling extra uitgewerkt.
- Kosten inschatting voor retrofit o.b.v. uitvraag voor componenten. Uitgebreide 'Total Cost of Ownership' analyse o.b.v. realistische operationele kosten, inclusief vergelijk met diesel-elektrische, bio-diesel elektrisch, batterijen en gasvormige waterstof.

## **Ondervonden knelpunten en daarop ondernomen acties (omschrijving):**

- Gegeven het nog lage TRL niveau van de Voyex LOHC technologie zijn sommige karakteristieken en/of uitgangspunten wel bewezen in het laboratorium maar nog niet op grotere schaal in de praktijk, in de operatie. De insteek is nu om een impact analyse uit te voeren op de resultaten wanneer additionele informatie over de LOHC technologie van Voyex beschikbaar komt (medio 2022).
- Het is, in deze vroege fase, nog niet mogelijk om o.b.v. offertes voor equipment een >90% zekere kosteninschatting te maken. De machinerie bestaat nog niet in de juiste dimensies of moet nog doorontwikkeld worden. In deze gevallen is een realistische kosteninschatting gemaakt in overleg tussen Dekker Groep en Voyex.

## **Resultaten (projectinhoudelijk, maar ook m.b.t. rapporten, video's, presentaties, vervolgprojecten e.d.):**

- De eigenschappen van LOHC, de voorziene LOHC waardeketen en inpassing van LOHC binnen een maritieme context brengt veel voordelen met zich mee ten opzichte van alternatieve sustainable aandrijflijnen.
- De implementatie van LOHC aan boord van het onderzochte schip van Dekker in combinatie met een 100% waterstof verbrandingsmotor geeft substantiële veranderingen maar zijn inpasbaar.
- Het gebruik van de LOHC in combinatie met een ICE leidt tot 4.6x meer volume en 5.4x meer massa qua brandstof indien de exact zelfde behoefte qua range benodigd is tussen brandstof innames over dezelfde periode van tijd.
- Het effect op payload van het schip is beperkt tot -2,8% t.o.v. de oorspronkelijke capaciteit (1.263 ton i.p.v. 1.300 ton).
- 1 x per week tanken, wat tot de operationele mogelijkheden behoort, zou het effect beperken tot -1,5%
- Het effect op benodigde tankcapaciteit aan boord is aanzienlijk gegeven dat er 4.6x meer tankcapaciteit benodigd is tov de huidige situatie. Gegeven dat er voldoende ongebruikte ruimte is voor tankcompartimenten is dit overkomelijk op basis van het opgesteld basic design.
- Deze inzichten gaan uit van een 'like-for-like' operationeel profiel én technologie die nog niet volledig geoptimaliseerd is. In de praktijk is er op het vlak van operationeel profiel ruimte om e.e.a. anders in te richten waardoor de aanpassingen aan het schip verkleind kunnen worden.
- Het scheepsontwerp laat zien dat een de-hydrogenatie unit geïnstalleerd kan worden. Ook is het mogelijk om de tankcapaciteit met een factor 4.6 uit te vergoten zodat de Hydrogen Oil en Storage Oil opgeslagen kunnen worden. Het ontwerp van de de-hydrogenatie unit heeft laten zien dat 4% extra waterstof benodigd is om het de-hydrogenatie proces te draaien.
- De TCO calculaties laten zien dat een 100% H2 ICE i.c.m. LOHC de meest commercieel renderende optie is tov de onderzochte alternatieven. Echter, de calculaties laten zien dat de prijs per ton.km voor 100% H2 i.c.m. ICE ligt op 1.92 Euroct. Voor een diesel-elektrisch schip ligt dit op 1.25 Euroct per ton.km
- Het economische verschil tussen een LOHC en ICE aandrijflijn versus gasvormige waterstof i.c.m. een FC is betrekkelijk klein. Het operationele verschil daarentegen is zeer groot aangezien de opslag van gasvormige H2 aan dek dient plaats te vinden waarbij LOHC in tanks onderdeks (geïntegreerd in de constructie) opgeslagen kan worden.
- Het resultaat kan verder verbeterd worden door een situatie te realiseren waarbij de LOHC niet onderdeel is van de CAPEX maar wel in de OPEX.



- Het leasen van een batterij is een serieuze optie al is het niet duidelijk hoe dit business model over een langere termijn stand houdt. Dat gezegd hebbende, wanneer de veiligheid en eenvoud aspecten van LOHC meegewogen worden is LOHC sterk te prefereren boven alle alternatieven, incl. batterijen.
- Het onderzoekswerk is samengevat in een uitgebreide (confidentiële) rapportage. Dit is confidentieel vanwege de operationele bedrijfsgegevens van het onderzochte schip.
- 2 bezoeken aan boord bij kapitein/eigenaren van binnenvaartschepen heeft geleerd dat deze twee schippers geen grote bezwaren hebben of zien tegen een LOHC oplossing als onderzocht in dit project. Men ziet de oplossing technisch ingepast in een bestaand schip. Over economische impact is geen uitspraak gedaan anders dan dat het wenselijk is dat de kosten gelijk zouden moeten blijven aan het bestaande diesel concept.

## **Follow up:**

Dekker Groep en Voyex zijn voornemens de resultaten te gebruiken voor verder onderzoek naar mogelijke toepassing van waterstof aan boord van binnenvaartschepen en zijn van zins daarvoor een strategie uit te zetten tbv verdere marktverkenning in de binnenvaart (klanten, collega's, technologie leveranciers etc) naast een strategie voor verder technisch onderzoek en opschaling van de technologie. Een eerste stap zou een elektrische voortstuwing kunnen zijn en/of de toepassing van de technologie in een ondersteunende generator (lager vermogen dan voortstuwing).

## **Waarom was de haalbaarheidsstudie & subsidie nodig:**

Er zijn veel studies uitgevoerd over de verduurzaming van de binnenvaart. Echter, er is nog nooit een studie uitgevoerd waarbij

- a) LOHC aan boord van het schip wordt getankt (gelijk aan het diesel concept)
- b) de waterstof aan boord van het schip onttrokken wordt uit de LOHC (geen opslag van pure H<sub>2</sub> aan boord)
- c) waar dit i.c.m. een waterstof verbrandingsmotor omgezet wordt voor de aandrijving

Gegeven dat de LOHC van Voyex zich op een TRL4-5 niveau bevindt (proof of concept fase) is het nog niet geheel duidelijk hoe e.e.a. geïmplementeerd kan worden aan boord van een schip. Ten behoeve van de hydrogenatie van de LOHC (waterstof ontbinden van de LOHC) is warmte nodig. Daartoe verkent Voyex de integratie met een verbrandingsmotor welke voldoende restwarmte op de juiste temperatuur bevat. Deze combinatie van een nieuwe LOHC en de integratie met de verbrandingsmotor is bijzonder innovatief.

Dat LOHC, net als elk ander alternatief dan diesel, een impact heeft op de ruimte, indeling en de capaciteit van het schip is bekend maar er was grote behoefte aan een beter uitgewerkt beeld op basis van een werkelijke situatie. Met deze gegevens kan richting gegeven worden aan vervolgonderzoek.

Bovenstaande argumenten dragen bij aan het explorerende karakter van deze studie met bij aanvang relatief grote onzekerheid. Echter, de potentie van de toepassing qua eenvoud, veiligheid en efficiëntie kan voor de industrie gigantisch zijn. Vanuit deze overwegingen was de studie en subsidie benodigd.

## **Waar en wanneer is gepubliceerd:**

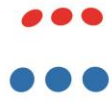
Er is nog geen openbare publicatie geweest.

## **Binnen een MIIP-project moet er sprake zijn van samenwerking, bijvoorbeeld tussen een kennisinstelling en private partijen en/of daarop gericht te zijn. Hoe is dit in dit project geborgd?**

Het project is in nauwe directe samenwerking uitgevoerd door Dekker Groep en Voyex. Daarnaast hebben beide partijen gesproken met vele marktpartijen en instanties om de nodige informatie op te halen. Voyex werkt voor het ontwikkelen van de LOHC ook samen met kennisinstellingen in Nederland. Dit heeft direct en indirect een belangrijke toevoeging gegeven op het rapport.

## **Financiële Rapportage**

Zie Excel bijlage



# Nederland Maritiem Land

**Bijzonderheden**

Geen