

IJzer als alternatieve en hernieuwbare brandstof voor schepen

Een verkennende studie naar een CO₂-loze energieopwekking voor maritieme toepassing.

Achtergrond

- **Probleemstelling**

De Wereld staat voor de gigantische uitdaging om de opwarming van de Aarde halverwege deze eeuw tot staan te brengen. Hierbij is het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen en met name van CO₂ een eerste vereiste. De scheepvaart moet hier nu ook aan gaan bijdragen: [In IMO verband is recent 50% minder CO₂ uitstoot in 2050 afgesproken](#). Daarnaast en dat geldt nu al, moeten de bijkomende vervuilende emissies (SO₂, NO_x en fijnstof) tot praktisch nul gereduceerd worden.

Om bovenstaande (maatschappelijke) uitdagingen aan te kunnen gaan is doorbraaktechnologie nodig. IJzer als alternatieve brandstof zou zo'n doorbraaktechnologie kunnen zijn, maar er is nog een weg te gaan voordat maritieme toepassing commercieel beschikbaar is. Deze weg moet eerst verkend worden.

- **Wat is er eerder al aan gedaan?**

Er zijn inmiddels diverse studies uitgevoerd naar alternatieve brandstoffen die mee kunnen helpen genoemde klimaat- en milieudoelen te realiseren (zie bv [MIIP2016-019 Framework CO₂ reduction in Shipping](#)).

Verder zijn er al enkele, met name nieuwbouwschepen die, al of niet in dual-fuel configuratie, op LNG varen. Hierbij wordt LNG als scheepsbrandstof nog wel als een soort tussenstap gezien; dit met name vanwege het feit dat hierbij nog wel CO₂ en ook methaan-slip worden uitgestoten.

Een ander reële mogelijkheid is de toepassing van (Bio)methanol (CH₃OH) (zie [MIIP2017-001 Methanol as alternative fuel for vessels](#)).

Tot nu toe is er nog geen sprake van echte doorbraken. Het verst in de ontwikkeling naar een CO₂-loze energieopwekking is de toepassing van ammonia (NH₄OH), dat ook nu al makkelijk in bestaande installaties toegepast zou kunnen worden.

Een andere ook nu al toepasbare optie is waterstofgas (H₂), al zal dit door de zeer lage energiedichtheid waarschijnlijk nooit geschikt worden voor de 'Grote Vaart'.

Tenslotte zijn er in beperkte mate enkele ontwikkelingen waarbij [zeilondersteuning](#) wordt toegepast.

Tenslotte, en daar gaat het hier om, is bij TU Eindhoven, i.s.m. andere Europese partners, een H2020 project opgezet waarbij het werkingsprincipe (zie kader) van de toepassing van ijzer als brandstof in een ['proof of concept' door studenten-'Team Solid' is aangetoond](#). [Zie ook](#).....

Vervolgens wordt een demonstrator-project van 100kW, waarvan TU/e projectleider is en Team Solid projectpartner, bij de campus [Metalot](#) gerealiseerd.

IJzer als hernieuwbare brandstof.

Het proces komt in het kort neer op een ijzerpoeder cyclus. Het begint allemaal met ijzeroxide (roest). Duurzame energie kan via H₂ door reductie gebruikt worden om roest om te zetten naar ijzerpoeder. De energie is nu opgeslagen in ijzer-poeder. Dit kan getransporteerd worden of opgeslagen worden voor een lange periode. Wanneer er energie nodig is, verbranden we het ijzerpoeder. De opgeslagen energie komt hierbij vrij en kan nu gebruikt worden om industriële en transportapplicaties van energie te voorzien. Nu is het ijzerpoeder weer omgezet naar roest. De cyclus kan weer opnieuw starten!

'De volumetrische energiedichtheid van ijzerpoeder is minimaal drie keer hoger dan die van waterstof', zegt Philip de Goey, hoogleraar verbrandingstechnologie aan de TU/e. 'En dit poeder hoeft je niet onder hoge druk of extreem lage temperaturen te vervoeren.'

- **waarom nu ?**

De urgentie om ook in de scheepvaart (gemiddelde levensduur van schepen is ca 30 jaar) CO₂ terug te dringen is buitengewoon groot. Veel rederijen zijn er al mee bezig, zoals [Maersk, dat in 2050 zelfs geheel van CO₂ af wil](#). Dat is dus relatief kort dag.

Voor wat betreft 'ijzer als brandstof' zijn we nu bij TRL2 à 3 en dat moet nog naar TRL9, wat nog wel 10 tot 15 jaar duurt.

- **wat is het vergezicht/kansen?**

Het lange termijn doel is 'Nul-CO₂-emissie' in de scheepvaart en voor de korte termijn een 'Road Map' naar een prototype schip dat vaart op ijzer als brandstof. Gezien de geslaagde 'proof of concept' (TU/e 2018) lijkt de haalbaarheid reëel. Dit geldt ook voor de verdere omzetting van thermische energie in bewegingsenergie, waarbij, bijvoorbeeld, aan stoom gedacht zou kunnen worden.

- **het project kan worden gekoppeld** aan het thema 'schone schepen'.

Doelstelling

Het project heeft tot doel inzicht in de technische en economische haalbaarheid van ijzerpoeder als recyclebare energievoorziening van diverse typen schepen.

Tevens heeft het project tot doel een inventarisatie van de ontwikkelstappen die nodig zijn om tot een varend prototype te komen en van de kennisvragen die als voeding van dit traject eerst beantwoord moeten worden.

In een beoogde vervolgtraject, waarvoor in het project ook een eerste opzet wordt gemaakt, zal een consortium van wetenschappelijk instituten en van (maritieme) bedrijven en organisaties een aantal onderzoeksprojecten (doen) uitvoeren, ter beantwoording van de gestelde kennisvragen. Uiteindelijk doel van dat traject is een varend prototype vaartuig, dat al op middelkorte termijn de maritieme sector de meeste kansen biedt door te ontwikkelen voor toepassing in de praktijk.

Aanpak

De volgende activiteiten worden binnen het project uitgevoerd.

- WP1. Systeemanalyse voor de toepassing van ijzer als (recyclebare) energiebron, omgezet in rotatie-energie, voor de voortstuwing en verdere energievoorziening van schepen en offshore-werktuigen, inclusief de bijbehorende brandstofsysteemen, zowel aan boord als op de wal, mede in relatie tot scheepstype specifieke vermogens en vaarafstanden.
- WP2. Inventarisatie van de benodigde en beschikbare deelsystemen, resp. van de kennis en kennistekorten benodigd voor verdere, resp. aanvullende systeemontwikkelingen.
- WP3. Economie: inschatting van de TCO (CAPEX en OPEX) en van de kritische kostenfactoren daarbij (in vergelijking met thans gebruikelijk systemen), resulterend in een aanvullende lijst met benodigde deeloptimalisaties (om e.a. concurrerend te maken t.o.v. de huidige systematiek).
- WP4. Beschrijving van de brandstofsysteemen: ijzerpoeder en ijzeroxide (verbrandingsproduct) en (dubbele) bunkersysteemen aan boord en de benodigde walinstallaties.
- WP5. Specificatie van en consortiumvorming voor een of meerdere wetenschappelijk onderzoekprojecten voor het invullen van de kennisleemten die nodig zijn voor de ontwikkelingen van scheeps- en walsysteemen voor de toepassing van ijzer als energiebron voor schepen. In het verlengde hiervan worden ook de subsidiemogelijkheden onderzocht.
- WP6. Roadmap-opzet naar een varend prototype (incl. te bepalen scheepstype, capaciteit, vaargebied en brandstoflogistiek), ontwikkeltraject op basis van de resultaten van WP5.
- WP7. Eindrapportage en publicatie.

Planning

WP	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Resultaten

- Beschrijvingen energiesysteem op basis van ijzerpoederverbranding
- Beschrijving logistieksysteem, zowel aan boord als op de wal
- Overzicht voor verdere systeemontwikkelingen nog benodigde kennis
- Overzicht van beschikbare en nog verder of totaal nieuw te ontwikkelen deelsystemen.
- Kostprijsindicatie en ontwikkelbehoefte ter beperking daarvan
- Onderzoeksplan op hoofdlijnen
- Onderzoeksconsortium
- Roadmap ontwikkeltraject prototype schip
- Eindrapport + samenvatting, publicatie SWZ en presentatie MKC-MT, NML-IC e.d..

Kosten

De kosten van dit project zijn begroot op € 62.000, ex. BTW.

Subsidie

Van de hiervoor genoemde projectkosten wordt €32.000 door de projectpartners + klankbordgroep in-kind' bijgedragen.

NML wordt gevraagd de resterende 48,5%, zijnde € 30.000 bij te dragen.

Subsidiemotivatie

Emissiereductie voor de scheepvaart vereist nog een aanzienlijke inspanning om economische, technologische en logistieke barrières te slechten. Gezamenlijk onderzoek van kennisorganisaties en bedrijven in de maritieme keten is daarvoor essentieel. Het draagt bij aan de strategische positionering van de maritieme industrie op een maatschappelijk zeer relevant thema. Het project leidt niet tot een commercieel product of dienst.

Samenwerking

Het project wordt uitgevoerd door het Maritiem Kennis Centrum MKC i.s.m. TU Eindhoven (inclusief 'Team Solid'), NLDA-KIM en Prof.(em.) Ir. D. Stapersma. Daarnaast zijn / worden ook andere partners voor het onderzoeksvorstel uitgenodigd aan te sluiten: reders, maritieme dienstverleners, werven, systeemleveranciers en kennisinstellingen.

Taakverdeling

De taken worden uitgevoerd door MKC, TU Eindhoven (incl. Team Solid), NLDA-KIM en Prof.(em.) Ir. D. Stapersma. Enige industriële en wetenschappelijke partners functioneren als klankbordgroep en zullen input geven en relevantie van het onderzoek toetsen.

Penvoerder / Projectleider

Het Maritiem Kennis Centrum MKC functioneert als penvoerder / projectleider.

Contact

Maritiem Kennis Centrum (MKC) – Caspar Kramers - +31 651890452 – casparkramers@innovaart.nl