

## Fragen und Antworten

Projektcheck: ShipFuel

Sitzungs-Kennnummer: 1631981176

Datum: Mittwoch, 1. Juli 2020

Startzeit: 14:00



- **Bei einem Anteil von 0,5% könnte man sich fragen, ob das Thema wirklich relevant ist....**
  - Insgesamt (global) sind es zwar "nur" 0,5%, aber regional durchaus sehr relevant, da v.a. Gütertransportschiffe einen hohen spezifischen Verbrauch aufweisen. Ziel ist es auch die Transportleistung von der Straße zurück auf die Schiffe und Schiene zu verlagern (bieten gute Synergien!)
  - Auch Schadstoffe stellen in Brennpunktgebieten (z.B. entlang dem Rhein) eine gewichtige Rolle der alternativen Binnenschiffsantriebe dar.
- **Sehen Sie die Schwierigkeiten, H<sub>2</sub> auf Schiffen genehmigt zu bekommen? Wie sind die Sicherheitsanforderungen im Vergleich zu genehmigten Kraftstoffen wie LNG?**
  - H<sub>2</sub> kann im Rahmen einer sog. Empfehlung (Ausnahmegenehmigung) an Bord von Binnenschiffen genutzt werden. Auf der Homepage von CESNI steht das entsprechende Merkblatt „MERKBLATT ZUR BERATUNG ÜBER ABWEICHUNGEN UND GLEICHWERTIGKEITEN IN BEZUG AUF DIE TECHNISCHE VORSCHRIFTEN DES ES-TRIN FÜR BESTIMMTE FAHRZEUGE“ zur Verfügung. Das Prinzip der zwei Barrieren kommt auch bei Wasserstoff zum Tragen, so dass Analogien zu LNG bestehen.
  - CESNI/PT – Technische Vorschriften für Binnenschiffe: Im Bereich der technischen Vorschriften für Binnenschiffe wurde die Einrichtung einer nichtständigen Arbeitsgruppe für Brennstoffzellen auf Binnenschiffen beschlossen. Die Hauptaufgabe der neuen nichtständigen Arbeitsgruppe wird darin bestehen, einen Entwurf für technische Vorschriften für den Einsatz von Brennstoffzellensystemen auf Binnenschiffen zu erstellen, der auch auf die Lagerung, Verteilung und Aufbereitung von Brennstoffen (insbesondere Methanol und Wasserstoff) eingeht. Ergebnisse aus e4ships-Projekten werden dort einfließen.
- **Kann auch Ammoniak als Treibstoff für Brennstoffzellen in diesem Segment eingesetzt werden?**
  - Zum Einsatz von Ammoniak in Brennstoffzellen auf Schiffen gibt es momentan keine Projekte im NIP. Das Thema wird aber beispielsweise im Forschungsvorhaben CAMPFIRE näher untersucht. Das Forschungsvorhaben CAMPFIRE ist eine Initiative im Rahmen des Förderprogramms "WIR!-Wandel durch Innovation in der Region" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).
  - Technisch kann Ammoniak z.B. in alkalischen bzw. Hochtemperatur-Brennstoffzellen eingesetzt werden. Zu Fragen der Betriebs- und Unfallsicherheit sowie möglichen Risiken und Folgen bei ‚intended misuse‘ im Zusammenhang mit den in der kommerziellen Binnenschifffahrt umgeschlagenen Liefer- und Bunkermengen besteht Klärungsbedarf.
  - Für PEMFC (NT und HAT) ist Ammoniak, z.B. im Reformat, ein Schadgas
- **Ist zu erkennen, dass Ihre Handlungsempfehlungen gehört werden?**
  - Das Thema Brennstoffzellen in der Schifffahrt stößt auf großes Interesse im BMVI. Mit der Novellierung der Richtlinie zur nachhaltigen Modernisierung der Binnenschifffahrt und dem aktuellen Förderprogramm NIP wurden Fördermöglichkeiten für Brennstoffzellen in Schiffen geschaffen.
- **In welchem Marktsegment sehen sie am ehesten die Chance, innovative Systeme einzuführen?**
  - Notwendigkeit im Güter- und Passagierschiffahrtsbereich (CO<sub>2</sub> und Schadstoffe). Marktrelevant auch im Sportbootbereich (Stückzahlen! Jedoch keine hohe politische Motivation).

- Behördenschiffe (Küste), Fähren und Schubschiffe /-boote wie die „Elektra“ stellen interessante Anwendungen dar. Auf Binnenseen und Flüssen bieten Tagesausflugsschiff-Flotten mit entsprechend gut planbarer Kraftstoff-Infrastruktur in enger Abstimmung mit z.B. Bussen-Depots, z.B. auf Wasserstoff mit Brennstoffzellen hohe Synergien; dies könnte z.B. vor allem in Regionen mit hoher Luftschadstoffbelastung oder gezielt in Tourismus-Regionen eingeführt und gefördert werden.
- Ein wesentlicher Faktor ist der Handlungsdruck, der durch Endkunden entsteht. Hier steht die Personenschiffahrt im Fokus.
- **Pa-X-ell ist doch eingetragen als HT PEM Projekt. Wird hier jetzt eine PEM mit Reformier eingesetzt?**
  - Es werden beide Optionen untersucht.
- **Wurden batterieelektrische Antriebe ebenfalls im Rahmen der Studie berücksichtigt?**
  - Nein. Dies wurde nicht berücksichtigt, um die Komplexität nicht noch weiter zu steigern.
- **Was ist der Vorteil von Brennstoffzellen bspw. für E-Methan im Vergleich zur Verbrennung in einem Gasmotor? Diese Technologie wäre ja schon breiter vorhanden.**
  - Brennstoffzellen sind robust Nullemissionen. Elektromotoren weisen hohe Drehmomente über einen weiten Drehzahlbereich auf.
  - Die Brennstoffzelle hat keinen „Methanschluß“. Es wird keine Abgasnachbehandlung benötigt (z.B. NOx). Die Effizienz von BZ ist über einen breiten Lastbereich höher als bei Verbrennungsmotoren. Dies führt, gerade bei Anwendungen mit hohem Teillast-Anteil, zu geringerem Kraftstoffverbrauch. Der Aufwand für Wartung und Revision sind bei BZ deutlich niedriger.
- **Wurden in den Projekten auch Stakeholder-Analysen durchgeführt?**
  - Tatsächlich gab es keine Stakeholder-Analysen im klassischen Sinn. Stattdessen wurden drei Experten-Workshops mit eingeladenen Akteuren, repräsentativ für Politik, unterschiedliche Industrie, Verbände und F&E durchgeführt
- **Gibt es einen Austausch mit Japan für eine Zusammenarbeit bei der LH<sub>2</sub> Infrastruktur zur Anlandung im Hafen und Betankung?**
  - Dieses Thema wurde im Rahmen der Studie nicht behandelt.
- **Inwieweit wird der Wirkungsgrad der BZ von Up-Scaling-Effekten beeinflusst?**
  - Bei BZ-Stacks gibt es kaum einen Einfluss. Ggf. geringer Einfluss beim Gesamtsystem, z.B. wenn eine Kraftstoffreformierung notwendig ist.
- **Warum nur LNG (und Diesel) für SOFC Schiffe und nicht CNG? Sie haben beide CGH<sub>2</sub> und LH<sub>2</sub> für PEFC.**
  - Die Auswahl der Kombinationen BZ - Kraftstoff wurden mit relevanten Stakeholdern abgestimmt (BZ-Hersteller, Werften, Reeder,...). Außerdem war die Nutzung realer Projektergebnisse für die Studie wichtig. Für SOFC / CNG gab es keine entsprechenden Daten.
- **Welches sind die jeweils drei wichtigsten Vorteile und Hemmnisse für die Schifffahrtunternehmen und Hafengesellschaft für: 1. die Nutzung regenerativer Kraftstoffe und 2. die Installation von Brennstoffzellen?**
  - 1. Noch hohe Investitions- und Betriebskosten (BZ-Technikkosten sind v.a. von der Produktionskapazität abhängig, 2. fehlende klare Rahmenbedingungen für Investitionsentscheidungen bis 2030, z. B. Unsicherheit bei der Entwicklung von Abgaben für Dieselkraftstoff bzw. Befreiung von erneuerbarem Kraftstoff von Abgaben, z.B. Netzentgelte, 3. Verfügbarkeit von alternativer Kraftstoffinfrastruktur ist erst in Vorbereitung / Aufbau 4. derzeitige schlechte Verfügbarkeit von BZ-Systemen (v.a. im Hafenbereich: für Schiffe aber auch Lkw).

- **Mit welchen Kosten muss man für eine Pier-to-Ship-Tankstelle für ein Fahrgastschiff ungefähr rechnen?**
  - Pier-to-Ship Tankstellen gleichen den Tankstellen im Automotive Bereich. Damit sind auch die Kosten vergleichbar.
- **Aus welchem Grund wurde Ammoniak nicht untersucht?**
  - Zum Zeitpunkt der Konzipierung der Studie war Ammoniak in der Schifffahrt noch kein wesentliches Thema.
- **Wurde auch die DMFC für Methanol in die Betrachtungen mit einbezogen?**
  - Es gibt nur noch wenig F&E im Bereich DMFC. Inzwischen ist die Reformierung von Methanol und die anschließende Umsetzung in einer PEM / HTPEM sehr effizient.
- **Wurde Wärme-Einkopplung von der Brennstoffzelle in den LCA und gesamten Studie berücksichtigt?**
  - (Ab-)Wärmenutzungen hängen stark von der konkreten Anwendung ab. In der Breite, in der wir bei dieser vergleichenden Analyse unterwegs waren, war eine tiefergehende Differenzierung von Anwendungen nicht möglich. Wir haben in einem konservativen Ansatz daher keine Nutzung der Abwärme aus der Brennstoffzelle angenommen. Insbesondere wenn in größerem Umfang ‚Hotel-lasten‘ vorhanden sind, z.B. bei Ausflugs- und Fahrgastschiffen, verdient die Wärmeintegration an Bord eine dezidierte Betrachtung. Bei Hochtemperaturbrennstoffzellen könnte dabei auch Absorberkälte zum Einsatz kommen und so auch Kühlenergiebedarfe an Bord ggf. optimiert werden. Eine weitere Optimierung durch (Ab-)Wärmenutzung wäre zudem auf der Kraftstoffherzeugungseite aus der Elektrolyse möglich, wenn diese z.B. in ein Niedertemperatur-Wärmenetz eingebunden werden kann. Auch hier haben wir ohne Beschränkung der Allgemeinheit keine Wärmegutschrift angenommen.
- **Wurde bedacht, dass gegenwärtig immer noch Dieselkraftstoff in DE mit insgesamt ca. 7 Mrd. € / a indirekt subventioniert wird?**
  - Das ist ein relevanter Punkt für volkswirtschaftliche Betrachtungen und für die Politik. Im Rahmen der Pfadvergleiche in der ShipFuel-Studie haben wir für Fossile die Marktpreise (ohne Steuern und Abgaben) sowie für Erneuerbare die Vollkosten gerechnet, d.h. alle Kosten, die anfallen, wenn man neue Wind-, Solar-, PtX-Anlagen sowie Brennstoffzellensysteme bauen würde.
- **Welche Auswirkung haben H<sub>2</sub>- und LOHC-Speicher auf die Masseverteilung im Schiff; ist eine besondere Anordnung wegen der Änderung des Schwerpunktes erforderlich?**
  - Der Aspekt zweier Medien für die Logistik von LOHC – wasserstoffreiches und wasserstoffarmes LOHC muss ausgetauscht werden – ist in der Tat ein wichtiger Punkt. Die Frage zur Ausbalancierung auf dem Schiff können eher die Kollegen aus dem Schiffbereich beantworten.
  - Ist gegebenenfalls beim Schiffsdesign zu berücksichtigen.
  - Die Unterbringung von Betriebsstoffen wird im Schiffsentwurf festgelegt. Spezielle Auswirkungen auf die Masseverteilung sind nicht zu erwarten. Bei Lagerung von LOHC in Wechseltanks bleibt der festgelegte Schwerpunkt erhalten.
- **Dass H<sub>2</sub> direkt (komprimiert oder verflüssigt) energetisch am besten abschneiden, ist ja bekannt. Gibt die Studie den Lesern denn auch Aussagen darüber welcher Kraftstoff sich aus dem Blickwinkel der Anwendung empfehlen, oder wichtiger, ausschließen?**
  - Die Anwendbarkeit der Alternativkraftstoffe unterscheidet sich für die ausgewählten Schiffstypen nicht. Grundsätzlich gilt unsere Interpretation bzw. die Handlungsempfehlungen der Studie: technisch sind alle Optionen machbar, wirtschaftlich bedeuten alle mehr oder weniger große Herausforderungen, die Bunkerfrequenz und damit logistische Aufwendungen steigen entgegengesetzt

zur Speicherdichte der Kraftstoffe. Dazu ist die Direktnutzung von Wasserstoff (CGH<sub>2</sub>) robust aus Energieressourcen- und Komplexitätsgründen der Energiekette zu bevorzugen, die Nutzung von Flüssigkraftstoffen (LOHC, Methanol) einfacher in der täglichen Handhabung, relativ komplexer die Handhabung von LNG (und CNG). Es kommt daher auf das Wechselspiel der Bedürfnisse der beteiligten Akteure an: Politik: Erfüllung von Klima- und Ressourcenschutz und Betreiber/Hersteller: Wirtschaftlichkeit.

- Als Daumenregel würde man tiefkalte (kryogene) Kraftstoffe, wie z.B. LH<sub>2</sub> oder LNG, eher bei planbaren, regelmäßigen und eher konstanten Betriebsregimen einsetzen. Wo Flexibilität und auch mal längere Stillstandzeiten eine Rolle spielen, stellt sich bei kryogenen Kraftstoffen nach dem Kraftstoffmanagement und ggf. Umgang mit Boil-off Verlusten u.U. ein Problem.
- **Gibt es derzeit aktuelle H<sub>2</sub> Förderaufrufe in der Binnenschifffahrt?**
  - Einen europäischen Förderaufruf (FCH<sub>2</sub>JU) gab es im Januar, sonst ist außer einem Förderprogramm „BordstromTech“ zur Förderung von Entwicklungen an Bordstromsystemen nichts bekannt. Mit Veröffentlichung der Nationalen Deutschen Wasserstoffstrategie dürften voraussichtlich neue Mittel verfügbar werden.
  - Im NIP können bei Interesse Förderaufrufe zu diesem Thema gestartet werden. Die Novellierung der Förderrichtlinie zur nachhaltigen Modernisierung von Binnenschiffen wird die Möglichkeit zur Förderung von BZ-Antrieben enthalten.
- **Wie viel Prozent des Binnenschiffsverkehrs könnte unter Berücksichtigung der Transportweite über Energieträger mit niedrigerer Energiedichte bedient werden (Wasserstoff)?**
  - Bei Beantwortung dieser Frage sind sehr viele Parameter zu beachten und abzuwägen. Heute übernimmt die Binnenschifffahrt weniger als 10% der Transportleistung in (tkm) [Quelle: BMWi, Datenübersicht zum 6. Monitoringbericht]. Ziel der EU (Weißbuch) ist es bis 2030 30% und bis 2050 50% des Güterverkehrs mit Wegstrecken über 300 km weg von der Straße hin zur Schiene und Binnenschifffahrt zu verlagern.  
Grundsätzliche Variablen sind: Umrüstung / Retrofit bestehender Schiffe bzw. -designs (d.h. es steht nur der Bauraum des Diesel-Antriebsstrangs inkl. Tank zur Verfügung plus ggfs. einer Schiffsverlängerung) oder Neudesign von Schiffen entsprechend der neuen Anforderungen an Bauraum und -volumen. Ein weiterer wichtiger Faktor stellt die Anforderung bzw. Rahmenbedingung für das Bunkern selbst dar: Wo ist Infrastruktur vorhanden, wie erfolgt das Bunkern und wie lange dauert dies (z.B. Wechselcontainer)? Eine Option könnte auch sein, dass die Bunkerroutine an die Anforderungen der neuen Infrastruktur angepasst wird (z.B. durch regulatorische Vorgaben zur Erfüllung von Emissionen und entsprechende Einfahrtsbeschränkungen bzw. Vorteile für EE-betriebene Schiffe...).
- **Wurde bei den Analysen die Sicherheit (z.B. Anforderungen an Personal, Zoneneinteilung etc.) berücksichtigt?**
  - Die generelle Machbarkeit wurde untersucht, wobei Aspekte der Zoneneinteilung Berücksichtigung gefunden haben. Arbeitsschutzrechtliche Aspekte wurden nicht betrachtet.
- **Wäre es nicht sinnvoll, regenerativen Diesel zu produzieren und dies mit der Erzeugung in der Luftfahrt zu kombinieren?**
  - Aus Synergiesicht (Jetfuel, Marine Diesel) ja. Jedoch gilt weiterhin als Hauptergebnis der Studie die Was wollen wir gesellschaftlich bis 2050 erreichen? Welche Rolle spielt dabei neben Klima- und Umweltschutz auch der Ressourcenschutz (REG-Quellen) bzw. welche REG-Energieimporte wollen wir uns langfristig leisten?

- Im Sinne einer Roadmap zur Kraftstoffwende im Binnenschiffverkehr wäre es interessant, für die Nutzung von Nebenprodukt-Diesel aus der Herstellung von PtL-Jetfuel die Mengengerüste über die Zeit aufzustellen und zu sehen unter welchen Annahmen welche Bunkermengen resultieren könnten.