

Steckbrief zum Projektfortschritt halbjährlich & öffentlich

LOHC-LKW

1. Liste der Verbundpartner mit Laufzeit:

Förderkennzeichen	Partner	Laufzeitbeginn	Laufzeitende	Gesamtsumme	Fördermittel
03B10801	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	01.02.2017	31.03.2018	160.402 €	160.402 €

2. Projektkurzbeschreibung

Die Bundesregierung hat erkannt, dass die Ziele der Energiewende in Bezug auf die CO₂-Emissionen nicht rechtzeitig erreicht werden können. Einer der Gründe ist die ungebrochene Steigerung der CO₂-Emission der Mobilität, wobei die Fahrleistung stärker gestiegen ist als die Effizienzsteigerung der Fahrzeuge. Daher wurde die Uni Erlangen beauftragt, ein Projekt „Wasserstoff und Speicherung im Schwerlastverkehr“ durchzuführen, um die CO₂-Minderungspotentiale sichtbar zu machen.

Das Projekt greift bewusst den Schwerlastverkehr auf, da dieser im Gegensatz zu PKW einem batteriegetriebenen Ansatz im Moment nicht zugänglich ist. Eine Änderung ist heute nicht in Sicht. Im Güterverkehr wurden im Jahre 2012 44 Mill. to CO₂ in Deutschland ausgestoßen, der Löwenanteil durch den Straßen-Güterverkehr. Nach heutigem Stand der Technik lassen sich diese CO₂-Mengen nur durch Wasserstoff-Nutzung vermeiden, wobei der Wasserstoff dicht und sicher verpackt als Liquid-Organic Hydrogen Carrier (LOHC) gespeichert wird. Diese Transportform hat gegenüber dem verdichteten Wasserstoff eine Reihe von Vorteilen, darunter die deutlich größere Menge pro Liter Tank und die bereits bestehende Infrastruktur durch die mineralischen Treibstoffe. Zudem können LOHC per Standard-Schiff (Öltanker) oder Pipeline aus großer Entfernung nach Europa gebracht werden. Der Wasserstoff für die LOHC sollte durch Elektrolyse mit regenerativer Elektrizität hergestellt werden. Da bieten sich Länder wie die arabischen Emirate, Nord-Afrika, Island und Kanada an.

Projektziel: im Rahmen dieses Projektes wird eine Voruntersuchung zur technologischen, ökonomischen und ökologischen Eignung der LOHC-Technologie (liquid organic hydrogen carrier, LOHC) für den Einsatz im Schwerlastverkehr durchgeführt. Der Fokus liegt dabei auf der Erfassung des IST-Zustandes der Antriebskonzepte im Schwerlastverkehr, der Identifizierung der Anforderungen an die LOHC-Technologie für mobile Anwendungen sowie eine erste Konzeptstudie über eine mögliche LOHC-Infrastruktur. Bezüglich des Antriebs sollen 2 Konzepte gegenübergestellt werden: Verbrennungsmotor mit erweiterter Stickoxid-Reduktion und Brennstoffzelle. Da bei einem Verbrennungsmotor mit Wasserstoff der Schadstoff Stickoxid auftritt, ist gleichzeitig zu prüfen, ob sich dieser mit



Wasserstoff zu Stickstoff und Wasser umsetzen lässt. Damit wurde die TU Bergakademie Freiberg (Prof. Kureti) in einem Unterauftrag einbezogen.

3. Aktueller Fortschrittsbericht

Der Bericht zeigt in der Analyse „welchen Energieumsatz hat eine Tankstelle?“ sehr klar auf, dass eine Versorgung mit verdichtetem Wasserstoff logistisch nicht vernünftig ist. Der Stand heute ist, dass bei einer Dieselförderung von 90 L/min sich bei einem maximalen Tankvolumen von 1.500 L eine Tankzeit von circa 16 Minuten ergibt. Bezogen auf die Reichweite kann eine spezifische Tankzeit von circa 23 Sekunden pro 100 km Reichweite angenommen werden. Im Jahr 2015 konnte in Deutschland an 14.531 Tankstellen Diesel bezogen werden. Einer der Industriepartner gibt an, dass die Teilumrüstung einer Zapfsäule von Diesel oder Benzin auf LOHC Kosten von 5000€ nach sich ziehen würde. Die Rohrleitungen und Tanks blieben erhalten. Würde sich bei einer Drucktankstelle eine Warteschlange von LKW ergeben, wäre jeder 6. LKW ein Versorgungsfahrzeug, denn mit der heutigen Technologie lassen sich unter Druck in Spezialfahrzeugen 300-400 kg Wasserstoff transportieren, während es bei LOHC in den heute üblichen Tankfahrzeugen 1800 kg Wasserstoff wären. Eine Umrüstung auf LOHC würde sowohl Kosten sparen als auch die Funktion der heutigen Tankstelle erhalten.

Es stellte sich im Projekt heraus, dass die LOHC keine Gefahrstoffe sind, also die Mengenbegrenzung der Mitnahme von Diesel nicht gilt. So kann der geringere Energieinhalt der LOHC gegenüber Diesel ausgeglichen werden.

Die LOHC-Technologie war bis zur Initiative des BMVI für die stationäre Speicherung von elektrischer Energie entwickelt worden. Daher sind Veränderungen in den notwendigen Apparaten nötig. Im Vordergrund stand die Verkleinerung des Freisetzers, da auf einem LKW der notwendige Bauraum fehlt. Diese Arbeitsgruppe konnte klare Forschungsperspektiven aufzeigen.

Die Freisetzung von Wasserstoff aus LOHC benötigt die gleiche Wärmemenge, die bei der Beladung frei wird. Da jedoch Be- und Entladung räumlich getrennt sind, muss diese Wärmemenge in der Mobilität on-board aufgebracht werden. Günstig ist es, wenn diese Wärme verfügbar wäre. Dies ist bei einem Wasserstoff-Verbrennungsmotor und bei einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) der Fall. Ein Wasserstoff-Verbrennungsmotor wurde bereits von den Firmen MAN und BMW entwickelt und steht als Kleinserie zur Verfügung. Wirkungsgrade von 42% rücken ihn deutlich an Brennstoffzellen heran. Die Kosten von Wasserstoff-Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle pro kW Antriebsleis-



tung liegen heute um einen Faktor 100 verschieden, der Preis der Brennstoffzellen allein würde heute den Fahrzeugpreis erreichen. Es gibt eine Reihe von Technikern, die Hoffnung machen.

4. (Teil-)Ergebnisse und Ergebnisverwertung

Der 1. Teilbericht zu diesem Projekt hat ein erhebliches Echo in der Fachwelt und in den Medien hervorgerufen. Der Begriff „Wasserstoff“ muss von den Begriffen wie „gefährlich“, „umständlich“ und „keine Infrastruktur“ getrennt werden. Die Transportform LOHC ist dafür hervorragend geeignet. Als Brückentechnologie kann aus einer LOHC-Tankstelle der Wasserstoff verdichtet in die Gastanks der wenigen vorhandenen Fahrzeuge gedrückt werden, so werden die Nachteile der Infrastruktur von Druck-Wasserstoff vermieden. Parallel zu dieser Untersuchung hat das bayerische Kabinett das Helmholtz-Institut HIERN in Erlangen beauftragt, eine Lösung für Diesel-betriebene Züge auf Basis der LOHC zu entwickeln.

Zu den Brennstoffzellen wird es einen zweiten Bericht geben. In Kombination mit dem Träger LOHC sollten Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC) genutzt werden, um das Wärmemanagement zu optimieren. Dann gäbe es eine zweite Entwicklungslinie neben den heute verwendeten PEM-Brennstoffzellen. SOFC für die Mobilität sind in der Entwicklung, der Treiber ist die Verwendung von Brennstoffen jenseits von Wasserstoff.

Additiv zu den Brennstoffzellen steht die preisgünstige Variante „Wasserstoff-Verbrennungsmotor“ zur Verfügung. In Bezug auf die Effizienz und Umweltrelevanz wäre er fast gleich zur Brennstoffzelle, im Preis liegt er aus heutiger Sicht bei einem Bruchteil. Allein das Fehlverhalten eines Teils der deutschen Fahrzeugindustrie hat dem Verbrennungsmotor ein negatives Image beschert.

