



Die Rangierloks im tunesischen Redeyef steht stellvertretend für all die Dieselloks und -triebwagen, die fossile Kraftstoffe verbrennen und weltweit zu Luftverschmutzung und Klimaerwärmung beitragen.

## Schlussbericht der 38. Horber Schienen-Tage

# „Unsere Loks gewöhnen sich das Rauchen ab“

Mit diesem Slogan warb die Deutsche Bundesbahn vor mehr als fünfzig Jahren für das Ende der als Dreckschleudern geltenden Dampfloks. Doch ganz so des Rauchens entwöhnt waren die in höchsten Tönen gepriesenen neuen Lokomotiven dann doch nicht. Auch wenn in Deutschland Rauchfahnen wie die auf dem Bild aus Tunesien heute selten sind, Dieselabgase sind alles andere als harmlos. Im Gegenteil, sie sind schädlicher als der Qualm der Dampfloks. Dieselloks stoßen beispielsweise wesentlich mehr Feinstaub aus als ihre qualmenden Vorgänger. Was ist zu tun?

Eine gängige Antwort lautet: „vollständige Elektrifizierung“. Dies ist ein finanzieller Kraftakt und überdies nur zielführend, wenn die benötigte Elektrizität nicht aus fossilen Energien gewonnen wird. Und ist es sinnvoll, noch nutzbare Investitionen, beispielsweise in Dieselfahrzeuge, wegzuerwerfen?

Die Luftfahrt steht vor ähnlichen Problemen. Dr. Valentin Batteiger vom Bauhaus Luftfahrt hat bei den 38. Horber Schienen-Tagen Denkansätze der Luftfahrt vorgestellt.

Zumindest Flugzeuge der Mittel- und Langstrecke sind noch länger auf flüssige Kraftstoffe mit hoher Energiedichte angewiesen. Momentan kommen in der zivilen Luftfahrt beinahe aus-

schließlich Turbinenkraftstoffe, umgangssprachlich „Kerosin“, zum Einsatz. Sie werden aus Erdöl gewonnen. Die vereinzelt eingesetzten erneuerbaren Kraftstoffe sind fast immer sogenannte HEFA-Kraftstoffe, die in begrenztem Umfang aus öl- und fetthaltigen Reststoffen gewonnen werden können. Für eine Produktion auf dem Niveau der konventionellen Kerosinerzeugung müsste die weltweite Pflanzenölproduktion ausgeweitet werden. Die dadurch erhöhte Konkurrenz um landwirtschaftliche Nutzfläche birgt ein hohes Risiko einer veränderten Flächennutzung zulasten wichtiger Ökosysteme, dies wäre alles andere als nachhaltig.

Wie lassen sich erneuerbare Kraftstoffe erzeugen, ohne den schon bestehenden Druck auf landwirtschaftliche Nutzflächen zu erhöhen? Der Forschungsschwerpunkt „Alternative Kraftstoffe“ am Bauhaus Luftfahrt erforscht zwei Technologien, um die Verbrennungsprodukte Wasser und CO<sub>2</sub> in Kraftstoffe umzusetzen: solarthermochemische Sunlight-to-Liquid-Kraftstoffe und strombasierte Power-to-Liquid-Kraftstoffe. Beide bleiben wohl auf absehbare Zeit teurer als konventionelles Kerosin, bieten jedoch langfristig eine Perspektive, große Kraftstoffmengen auf Basis von Sonnen- oder Windenergie zu produzieren.

### Kerosin aus Wasser und CO<sub>2</sub>

Das Bauhaus Luftfahrt war als Koordinator des europäischen Verbundprojekts SOLAR-JET an der ersten solarthermochemischen Synthese von Kerosin aus Wasser und CO<sub>2</sub> beteiligt. Die Herstellung der ersten Probe im Labor gelang im April 2014. Im Nachfolgeprojekt SUN-to-LIQUID wurden

FOTOS: TRÄGERVEREIN IHS T. V.; IMDEA ENERGIA

im spanischen Institut IMDEA Energia solare Kraftstoffe im Feld synthetisiert. Fokussierende Spiegel konzentrieren das Sonnenlicht um mehr als einen Faktor 2500 in die Reaktoröffnung auf der Experimentierebene des Solarturns. Dort entstehen in einem solarthermochemischen Reaktor Wasserstoff und Kohlenmonoxid, daraus über einen nachgeschalteten Fischer-Tropsch-Prozess flüssige Kohlenwasserstoffe.

Beim Power-to-Liquid (PtL) Verfahren ist in einer Elektrolyse gewonnener Wasserstoff zusammen mit CO<sub>2</sub> als Kohlenstoffquelle Ausgangsmaterial für flüssige Kraftstoffe. Im Auftrag des Umweltbundesamts entstand hierzu ein Hintergrundpapier. Das vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Verbundprojekt „PowerFuel“, Förderinitiative Energiewende im Verkehr, untersucht, wie sich PtL-Kraftstoffe herstellen lassen. Dabei wird auf dem Campus des KIT in Karlsruhe die gesamte PtL-Prozesskette demonstriert, inklusive einer CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Umgebungsluft und der Aufbereitung des PtL-Produkts zu einem Kraftstoff, der die Spezifikationen für einen Ein-

satz in der zivilen Luftfahrt erfüllt. Aus technologischer Sicht eignet sich auch flüssiger Wasserstoff als Luftfahrtkraftstoff. Dies bedingt allerdings tiefgreifende Änderungen entlang der gesamten Versorgungskette sowie den Entwurf neuartiger Flugzeuge, insbesondere auch die Entwicklung und Integration voluminöser Tanks für tiefkalten, flüssigen Wasserstoff. Soweit Dr. Batteiger. Sein vollständiger Beitrag steht im Tagungsband der 38. Horber Schienen-Tage, der demnächst erscheint.

### Chance für die Eisenbahn?

Zwischen Luftfahrt und Bahnsektor gibt es Parallelen, aber auch Unterschiede. Bei den Eisenbahnen etabliert sich Wasserstoff als Treibstoff, alternative Verbrennungstreibstoffe finden aber noch wenig Beachtung. Hier forscht die Luftfahrt intensiver. Alternative Treibstoffe basieren bei einigen Verfahren ebenfalls auf Wasserstoff. Grüner Wasserstoff steht hierbei im Zentrum des Interesses, das geht über die ursprüngliche Fragestellung der Erzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien hinaus. Die entspre-

chende Forschung kann in Deutschland vorangetrieben werden, hier können auch die Verfahren demonstriert werden. Als ein Beispiel wurde regeneratives Gas als Treibstoff und seine Erzeugung 2015 bei den 33. Horber Schienen-Tagen präsentiert. Die Produktion regenerativer Kraftstoffe in großem Maßstab bedingt aber energiereichere, also sonnigere, Standorte. Hier schließt sich der Kreis: Mitte Dezember 2020 berichtete die Zeitung „La Presse de Tunisie“ über eine Kooperation zwischen Deutschland und Tunesien zu grünem Wasserstoff (Power-to-X). Dieses Projekt soll, dem Bericht gemäß, nicht nur die Industrie für grünen Wasserstoff in Tunesien voranbringen, sondern auch Exportwege, bevorzugt nach Deutschland, erschließen. Die Vereinbarung unterzeichneten die tunesische Ministerin für Industrie, Energie und Bergbau, Saloua Sghaier, und der deutsche Staatssekretär im Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit, Norbert Barthle. Ein gemeinsames tunesisch-deutsches Kompetenzzentrum begleitet diese Vereinbarung. Ein Projektpartner im Kompetenzzentrum ist die TU Hamburg. Ihr Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft bietet aktuell eine Online-Vorlesung zu grünem Wasserstoff an, in der die Forschungszusammenarbeit mit Tunesien ein Schwerpunkt ist. Die Vorlesung macht auch deutlich: Das Projekt steht erst am Anfang, ein Bedarf für weitere Analysen und Studien insbesondere im Bereich Transport und Logistik besteht. Vielleicht findet dann auch die Eisenbahn Eingang ins Programm? Ob hierzu bei den 39. Horber Schienen-Tagen berichtet werden kann, lässt sich noch nicht absehen.

Sicher ist aber: Wie 2020 werden die Horber Schienen-Tage virtuell durchgeführt. Die uns aufgezwungenen dringenden Themen beeinflussen auch das Programm. Im Zentrum sollen aber über Corona hinausweisende strategische Themen stehen. Informationen zu den Planungen für 2021 sind unter <https://horber.schiene-tage.de/39/> verfügbar.

Rudolf Barth



Demonstrations-Anlage zur Erzeugung von solaren Kraftstoffen im Projekt SUN-to-LIQUID.

PHOTO CREDIT: CHRISTOPHE RAMAGE, © ARTTIC