

## **Wasserstoffbetriebene Nutzfahrzeuge – eine strategische Perspektive für Rheinland-Pfalz**

**Dr. Martin J. Thul, CVC Nutzfahrzeuge GmbH, Kaiserslautern**

**Wasserstoff wird zukünftig von zentraler Bedeutung für den Nutzfahrzeugbereich sein. Wasserstoff ermöglicht Mobilität auf Basis regenerativer Energien und eröffnet als CO<sub>2</sub>-freier Energieträger auch dem Verbrennungsmotor neue Zukunftsperspektiven. Damit lassen sich gleichzeitig technologische und wirtschaftliche Stärken des Wirtschaftsstandortes Deutschlands und insbesondere von Rheinland-Pfalz erhalten und wirksame Beiträge zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten.**

Im Südwesten der Bundesrepublik Deutschland und insbesondere in Rheinland-Pfalz kommt der Nutzfahrzeugbranche eine besondere wirtschaftliche Bedeutung zu. Lkw und Busse aber auch Land- und Baumaschinen werden hier entwickelt, produziert und exportiert. Die Exportorientierung der Nutzfahrzeugindustrie in Rheinland-Pfalz ist dabei stark ausgeprägt, ca. 67% der produzierten Produkte gehen in den Export. Deshalb müssen alle Innovationen - speziell im Bereich der Antriebssysteme - nicht nur die nationalen Rahmenbedingungen und Anforderungen beachten, sondern zwingend auch die der internationalen Märkte.

In Rheinland-Pfalz beschäftigen Hersteller von Nutzfahrzeugen über 20.000 Mitarbeiter und die Anzahl der entsprechenden Arbeitsplätze in der Zulieferindustrie und bei Dienstleistern dürfte mindestens in einer ähnlichen Größenordnung liegen. Unternehmen, die im Nutzfahrzeugbereich tätig sind, generieren gemeinsam einen Umsatz, der in einem bedeutenden zweistelligen Milliardenbereich liegen dürfte. Die Nutzfahrzeugindustrie ist als Wirtschaftsfaktor und als Arbeitgeber von herausragender Bedeutung für den Standort Rheinland-Pfalz. Das bedeutet aber auch, dass Fehlentscheidungen bzgl. der richtigen Produktstrategie schnell deutliche Konsequenzen für die Wirtschaftskraft und die Beschäftigungssituation im Land Rheinland-Pfalz haben können. „Fehlentscheidung“ bedeutet dabei nicht zwangsläufig, dass ein Hersteller das falsche Produkt entwickelt und produziert. Eine Fehlentscheidung liegt auch dann vor, wenn das richtige Produkt angeboten wird, aber notwendige Infrastrukturen und Rahmenbedingungen nicht rechtzeitig oder in ausreichendem Umfang zur Verfügung stehen.

Ebenso wie andere Wirtschaftsbereiche muss auch die Nutzfahrzeugindustrie einen wirksamen Beitrag zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes leisten. Allerdings ist das Erreichen dieses Ziels wesentlich anspruchsvoller als im Pkw-Bereich. Einerseits weil batterieelektrische Lösungen nur in speziellen Einsatzbereichen von Nutzfahrzeugen sinnvoll sind, andererseits, weil bei Nutzfahrzeugen hohe Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit gestellt werden. Im Zusammenhang mit letztgenanntem Punkt sind bei batterieelektrischen Antrieben insbesondere die sehr ungünstige Relation vergleichsweise langer Lade- und kurzer Einsatzzeiten sowie das hohe, nutzlasteinschränkende Gewicht der Batterien problematisch.

Die Eignung eines Antriebskonzeptes darf bei Nutzfahrzeugen nie losgelöst vom jeweiligen Einsatzkontext beurteilt werden. Das heißt, was technisch sinnvoll ist, wird durch die Fragen „wofür wird ein Nutzfahrzeug eingesetzt“ und „unter welchen Bedingungen wird es eingesetzt“ bestimmt. So ist ein batteriebetriebener E-Traktor, der bei Volllastbetrieb eine Einsatzzeit von einer Stunde hat, für den Praxiseinsatz untauglich. Ein batterieelektrischer Schwerlast-Lkw, der mit einer Reichweite von 200 km im innerstädtischen Verteilerverkehr eingesetzt wird, stellt eine durchaus sinnvolle Option dar.

Soll der batteriebetriebene LKW aber in einer Stadt eingesetzt werden, die keine zuverlässige Stromversorgung garantieren kann, ist auch dort der Einsatz wenig sinnvoll. Man wird hier auf die etablierte Verbrennungstechnologie nicht verzichten können.

Im Nutzfahrzeugbereich werden zukünftige verschiedene Antriebskonzepte nebeneinander existieren und vor dem Hintergrund des jeweiligen Anwendungskontextes muss die bestgeeignete Variante ausgewählt werden. Dies erfordert zwingend eine technologieoffene Haltung zu alternativen Antriebslösungen für Nutzfahrzeuge!

Der Verbrennungsmotor hat insbesondere im Nutzfahrzeugbereich unverändert Zukunftsperspektiven. Allerdings muss die Frage geklärt werden, wie Verbrennungsmotoren einen weitergehenden Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten können. Der Lösungsansatz sind die verwendeten Kraftstoffe. Wirksame CO<sub>2</sub>-Einsparungen bedingen den Verzicht auf fossile Kraftstoffe, nicht aber zwingend den Verzicht auf die Verbrenner-Technologie selbst!

Vor diesem Hintergrund erlangt Wasserstoff im Nutzfahrzeugbereich eine besondere Bedeutung. Er lässt sich nicht nur in Brennstoffzellen, z.B. zur Realisierung langstreckentauglicher, elektrischer Antriebe nutzen. Wasserstoff kann auch in reiner Form oder zu E-Gas oder E-Fuel veredelt als Treibstoff für Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Bei der Verwendung von reinem Wasserstoff in Verbrennungsmotoren können diese im Idealfall CO<sub>2</sub>-frei betrieben werden. Solche Motoren erzielen auf dem Prüfstand schon heute Wirkungsgrade von 50% und liegen damit deutlich über den Werten moderner Dieselmotoren. Die Anschaffungskosten von Fahrzeugen mit Wasserstoff-Verbrennungsmotor werden sich in etwa auf dem Niveau Diesel-betriebener Fahrzeuge bewegen und deutlich unter denen von Nutzfahrzeugen mit batterieelektrischem oder Brennstoffzellen-Antrieb liegen. Die Relationen macht folgendes Beispiel deutlich: So kostet ein Diesel-betriebener Stadtbus in der Anschaffung ca. 350.000 Euro, die batterieelektrische Variante 450.000 Euro und die Brennstoffzellenbetriebene 650.000 Euro (Quelle: [https://bizz-energy.com/keyou\\_will\\_diesel\\_motoren\\_auf\\_wasserstoff\\_umruesten](https://bizz-energy.com/keyou_will_diesel_motoren_auf_wasserstoff_umruesten)).

Die systematische Nutzung von Wasserstoff als Energieträger für Nutzfahrzeuge ist mit einer Vielzahl ökologischer und ökonomischer Vorteile verbunden. Dabei wird deutlich, dass die Sektorenkopplung ein wichtiger Erfolgsfaktor ist. Insbesondere folgende Aspekte sind hervorzuheben:

- In Form von Wasserstoff lässt sich Wind- und Solarenergie stofflich speichern. Damit wird Ökostrom unabhängig vom Ort und Zeitpunkt der Erzeugung und vor allem auch mobil in Nutzfahrzeugen nutzbar.
- Wasserstoff erfüllt eine Pufferfunktion. Ökostrom, der heute noch mangels Bedarf abgeregelt werden muss, lässt sich zur Erzeugung von Wasserstoff nutzen. Allein mit der 2018 abgeregelten Menge an Windenergie von 5,2 TWh ließen sich ca. 95.000 t Wasserstoff erzeugen (Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/665177/umfrage/menge-des-abgeregelten-windstroms-in-deutschland/>). Dieser kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Erzeugung elektrischer Energie oder zum Betrieb von Nutzfahrzeugen genutzt werden.
- Statt fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas für den Betrieb von Nutzfahrzeugen zu importieren kann zukünftig „grüner“ Wasserstoff importiert werden, mit positiven Konsequenzen für die deutsche Außenhandelsbilanz.

- Wasserstoff ermöglicht die Umsetzung alternativer Antriebskonzepte. Er kann unmittelbar in Brennstoffzellen, Verbrennungsmotoren und Turbinen eingesetzt oder zu E-Gas und E-Fuel veredelt werden.
- Wasserstoffbasierte Verbrennungsmotoren ermöglichen kostengünstige Antriebslösungen für Nutzfahrzeuge, die zudem minimale Stillstandzeiten wegen Betankungsvorgängen haben. Letzteres gilt auch für Brennstoffzellen.
- Die hohe Energiedichte des Wasserstoffs ermöglicht einen Langstreckenbetrieb bzw. den Dauereinsatz von Nutzfahrzeugen - sowohl beim Einsatz in Brennstoffzellen als auch in Verbrennungsmotoren.
- Wasserstoffbasierte Verbrennungsmotoren können auch unter sehr rauen klimatischen Bedingungen eingesetzt werden (z.B. bei extrem tiefen Temperaturen), wo Brennstoffzellen oder batterieelektrische Antriebssysteme von Nutzfahrzeugen an ihre Grenzen kommen.
- Bei der Verwendung von „grünem“ Wasserstoff können Verbrennungsmotoren auch bei einer „Well to wheel Betrachtung“ CO<sub>2</sub>-frei betrieben werden.
- Wasserstoffbasierte Verbrennungsmotoren nutzen zentrale technologische Kompetenzen der deutschen Wirtschaft und erhalten Wertschöpfung und Arbeitsplätze in der deutschen Industrie.

Damit sich die oben skizzierten Vorteile entfalten können, müssen verschiedene Rahmenbedingungen geschaffen werden. Es reicht nicht aus wasserstoffbasierte Antriebslösungen isoliert zu betrachten. Vielmehr ist es unabdingbar die notwendigen, insbesondere auch nicht-technischen Voraussetzungen zu schaffen, damit sich Wasserstofftechnologien am Markt etablieren können.

- Eine zentrale Voraussetzung für einen Markterfolg von Wasserstofftechnologien -egal ob Brennstoffzelle oder wasserstoffbetriebener Verbrennungsmotor- ist die Sicherstellung der Wasserstoffversorgung. Dabei muss die Wertschöpfungskette von der Produktion von Wasserstoff über dessen Distribution bis zur Bereitstellung an Wasserstofftankstellen bzw. Versorgungsdepots betrachtet und gestaltet werden. Darüber hinaus ist die dezentrale Wasserstoffherzeugung (z.B. für den Eigenverbrauch) ein Handlungsfeld, welches z.B. der Landwirtschaft neuartige Optionen erschließen kann, allerdings auch die Entwicklung neuer Technologien erfordert.
- Nach wie vor ist die Speicherung von Wasserstoff auf Nutzfahrzeugen eine große Herausforderung. Hochdruckspeicher oder Flüssiggasspeicher sind etablierte Lösungen, die jedoch mit verschiedenen Nachteilen behaftet sind. Metallhydridspeicher oder Speichersysteme auf LOHC-Basis eröffnen neuartige Lösungsperspektiven, erfordern jedoch umfangreiche Investitionen für Forschung und Entwicklung.
- Wasserstoffbasierte Antriebssysteme haben im Nutzfahrzeugbereich große Zukunftspotenziale. Kurzfristig ist der wasserstoffbasierte Verbrennungsmotor die Option, die am schnellsten zur Marktreife gebracht werden kann. Forschung und Entwicklung können sich darauf fokussieren vorhandene Verbrennungstechnologien weiter zu entwickeln und kostengünstig am Markt be-

reit zu stellen. Lang- und mittelfristig wird die Brennstoffzelle in geeigneten Anwendungsbereichen eine wichtige Rolle spielen. Allerdings sind derzeit die hohen Kosten noch ein hemmender Faktor für einen breiten Einsatz im Nutzfahrzeugbereich.

- Die Fahrzeugverfügbarkeit ist im Nutzfahrzeugbereich -insbesondere im öffentlichen Nahverkehr- ein entscheidendes Kriterium. Daher müssen nicht nur zuverlässige Antriebssysteme entwickelt und produziert werden, vielmehr müssen auch die erforderlichen Service- und Dienstleistungsinfrastrukturen aufgebaut werden. Hierfür ist die Verfügbarkeit entsprechender Fachkompetenzen ein Schlüsselfaktor. Wasserstofftechnologie muss deshalb in der akademischen aber auch in der gewerblichen Aus- und Weiterbildung fest verankert werden.
- Der Einstieg in die Wasserstofftechnologie ist für Nutzfahrzeughersteller mit sehr hohen Investitionskosten verbunden. Ein wirksamer Anreiz für einen derartigen Technologiewandel ist insbesondere im LKW-Bereich die angemessene Berücksichtigung wasserstoffbasierter Verbrennungstechnologie bei den CO<sub>2</sub>-Flottenemissionen. Hierfür sind entsprechende Regelungen auf der EU-Ebene zwingend erforderlich.
- Ein weiterer regulatorischer Handlungsbereich ist die Befreiung der Wasserstofferzeugung aus Ökostrom von der EEG-Umlage. Speziell dieser Punkt erschwert zumindest die sinnvolle Nutzung abgeregelten bzw. nicht absetzbaren Ökostroms zur Wasserstoffherstellung.

Insgesamt ist der Nutzfahrzeugbereich in besonderem Maße für den Einsatz von Wasserstofftechnologie prädestiniert. Gleichzeitig erfordert der Nutzfahrzeugbereich aber, dass die Thematik „Wasserstoff“ inhaltlich breit und systemisch aufgegriffen wird. Die Vielzahl der dabei zu lösenden Herausforderungen führt dazu, dass der Nutzfahrzeugbereich eine Vorreiterrolle einnehmen und als Referenz für andere Wirtschaftsbereiche dienen kann.