

Dimethylether als Treibstoff für Langstrecken-Nutzfahrzeuge

Patrik Soltic, Empa

Tags: CO₂-Absenkungen bei schweren Nutzfahrzeugen / Effizienzsteigerung des Energiewandlers oder Umstieg auf alternative chemische Energieträger / erneuerbare Treibstoffe, namentlich Dimethylether, DME

Im Bereich der Personenwagen befinden wir uns schon seit etlichen Jahren auf einem an die EU-Vorschriften angelehnten Absenkpfad der CO₂-Flottenmittelwerte, wobei hohe Sanktionen bei Nichteinhaltung fällig werden. Auch im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge (Lieferwagen und leichte Sattelschlepper bis 3.5 Tonnen) sind 2020 ebenfalls an die EU angelehnte Flottengrenzwerte eingeführt worden. Als nächstes stehen CO₂-Absenkungen bei schweren Nutzfahrzeugen an. In diesem Bereich werden die Grenzwerte nicht in absoluten Zahlen definiert, sondern relativ zum Stand 2019: im Jahr 2025 sollen die CO₂-Emissionen in Durchschnitt der relevantesten Segmente um 15% und im Jahr 2030 um 30% reduziert werden.

In der EU sind aktuell um die 300 Millionen Personenwagen und um die 4 Millionen Nutzfahrzeuge zugelassen. Die Personenwagen sind für 62% der CO₂-Emissionen im Strassenverkehr verantwortlich, die Nutzfahrzeuge für 38%. Mit anderen Worten: 1.3% der Strassenfahrzeuge sind Nutzfahrzeuge, diese machen aber 38% der CO₂-Emissionen aus. Von den Nutzfahrzeugen wiederum produzieren Fahrzeuge über 30 Tonnen rund 85% der Tonnen-Kilometer. Dies macht deutlich, dass die schwersten Nutzfahrzeuge sehr CO₂-relevant sind, weil sie einerseits viel Energie pro Kilometer benötigen und andererseits viele Kilometer zurücklegen.

Die aktuellen Vorschriften im Strassenverkehrsbereich betrachten lediglich Auspuff CO₂-Emissionen (sogenannte Tank-to-Wheel Emissionen). Diese politisch gewollte Ausblendung der vorgelagerten Prozesse macht Elektrofahrzeuge zur Erreichung der Flottenziele sehr attraktiv. Sie gehen mit Null CO₂-Emissionen, ungeachtet der Stromherkunft und ihrer Kilometerleistung, in die Rechnung ein. Diese Betrachtungsweise wird mit Sicherheit im Segment der leichten Fahrzeuge mit tiefen Kilometerleistungen zu einem anhaltenden Attraktivitätsgewinn der Elektroantriebe führen, weil diese technisch vergleichsweise einfach realisierbar sind. Im Bereich der schweren, energieintensiven Langstreckenfahrzeuge hingegen ist keine zu chemischen Energieträgern alternative Technologie absehbar. Um dort die CO₂-Absenkungen zu erreichen, stehen uns also im Wesentlichen zwei Pfade zur Verfügung: die Effizienzsteigerung des Energiewandlers sowie der Umstieg auf alternative chemische Energieträger.

Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge war eine möglichst hohe Effizienz schon immer viel stärker im Fokus der Hersteller als im Bereich der Personenwagen, denn die Treibstoffkosten dominieren oftmals die Betriebskosten von Nutzfahrzeugen. Moderne Nutzfahrzeug-Dieselmotoren nähern sich aktuell einem Wirkungsgrad von 50% und weitere Effizienzgewinne werden aus thermodynamischen Gründen zunehmend schwierig. Der grössere Hebel als Effizienzgewinne sind darum kohlenstoffarme oder erneuerbare Treibstoffe.

Erneuerbare Treibstoffe müssen grosstechnisch hergestellt werden. Als chemische Bausteine eignen sich dafür typischerweise Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Stickstoff (N) und Sauerstoff (O). Vergleichsweise kosteneffizient lassen sich daraus eher kurzkettenige

Moleküle herstellen, dies also zum Beispiel: H₂ (Wasserstoff), CH₄ (Methan), CH₃-O-H (Methanol), C₂H₅-O-H (Ethanol), CH₃-O-CH₃ (Dimethylether, DME) oder NH₃ (Ammoniak). Da Ammoniak aus Sicherheitsgründen für den Strassenverkehr eher nicht in Frage kommt, bleibt Wasserstoff sowie die Kohlenwasserstoffe für die Nutzung in Verbrennungsmotoren.

Aus den aufgelisteten Kohlenwasserstoffen ist einzig DME so zündwillig, dass es im Dieselmotor eingesetzt werden kann (Cetanzahl >55). Dies macht DME zu einem attraktiven Treibstoff für Langstreckenfahrzeuge.

Die physikalischen Eigenschaften von DME sind sehr ähnlich zu Propan/Butan. Es ist unter atmosphärischen Bedingungen gasförmig und unter geringem Druck flüssig. Das heisst, es lässt sich vergleichsweise einfach in einem Fahrzeugtank mitführen und die Betankungsanlagen sind kostengünstig. DME wird in einem praktisch verlustfreien katalytischen Prozess aus Methanol hergestellt. Es wird heute bereits in grossen Mengen produziert und in industriellen Prozessen sowie oftmals auch als Treibmittel in Spraydosen eingesetzt. Aktuell wird der Grossteil von DME aus fossilen Quellen (Erdgas, Kohle) erzeugt. Pilotprojekte haben gezeigt, dass es sich auch effizient aus biogenen Quellen wie Holz, Schilf, Klärschlamm oder Biogas oder, nicht durch Biomasse-Verfügbarkeit begrenzt, mittels Power-to-X Technologie erzeugen lässt. Im Forschungsstadium sind noch Technologien, welche DME mittels sogenannter sorptions-gestützter Katalyse direkt aus CO₂ und Wasserstoff, also ohne den heute üblichen Umweg über Methanol, erzeugen.

In einem aktuell laufenden und vom Bundesamt für Energie geförderten Kooperationsprojekt von FPT Motorenforschung AG Arbon, Empa Dübendorf und Motorex Langenthal wird das Potenzial von DME in einem modernen Dieselmotor für schwere Nutzfahrzeuge erforscht. Da DME Sauerstoff enthält, zeigt sich, dass die dieselmotorische Verbrennung russfrei erfolgt. Dies ermöglicht völlig andere Prozessparameter als bei der Dieselverbrennung. So können wir beispielsweise sehr hohe Abgasrückführaten realisieren, um die NO_x-Emissionen zu unterdrücken, und haben trotzdem kein Russproblem. Dies führt dazu, dass DME ein sehr guter Treibstoff ist, um auch zukünftige Schadstoffemissionsvorschriften mit vergleichsweise einfacher Abgasnachbehandlung zu erreichen. Es ist also durchaus vorstellbar, dass DME in Zukunft zu einem wichtigen Baustein der CO₂-armen und schadstofffreien Langstreckenmobilität werden kann.

Weitere Informationen:

- BioDME Herstellung: <http://www.biodme.eu/>

<https://www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/dimethylether-dme-neue-power-to-x-anlage-erzeugt-emissionsarmen-diesel-ersatz-2019766/>