DOI: 10.17117/na.2015.09.723

Поступила (Received): 29.09.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.09.723.pdf>

Ильина И.Е., Морозова О.Н. Альтернативные виды топлива в автомобильных двигателях

Ilina I.E., Morozova O.N.
Alternative Arten der Brennstoffen

Рассмотрены преимущества и недостатки, экономические, технические и экологические аспекты альтернативных видов топлива. Первоначально сфера применения топливных элементов распространялась в области автомобильной трансмиссии. Топливные элементы связывают с электромотором, который считают перспективной альтернативой поршневому двигателю (бензиновому или дизельному)

Ключевые слова: топливный элемент, топливо, природный газ, бензин, водород, метанол, дизель, альтернативные виды топлива, перспективные двигатели

Ильина Ирина Евгеньевна

Кандидат филологических наук, доцент
Тамбовский государственный технический университет
г.Тамбов, ул. Мичуринская, 112

Морозова Ольга Николаевна

Кандидат педагогических наук, доцент
Тамбовский государственный технический университет
г.Тамбов, ул. Мичуринская, 112

Es werden Vorteile und Nachteile, ökologische, technische und ökologische Aspekte der alternativen Arten der Brennstoffen angesehen. Als erstes Einsatzgebiet der Brennstoffzelle wird im Folgenden auf den Bereich der Fahrzeugantriebe eingegangen. Die Brennstoffzelle gilt in Verbindung mit einem Elektromotor als eine aussichtsreiche Alternative zum Hubkolbenmotor (Otto- und Dieselmotor)

Key words: die Brennstoffzelle, der Brennstoff, das Erdgas, das Benzin, der Wasserstoff, das Methanol, der Diesel, die Alternativbrennstoffe, die Perspektivmotoren

Ilina Irina Evgenyevna

Candidate of Philological Sciences, associate Professor
Tambov state technical university
Tambov, Michurinskaya st., 112

Morozova Olga Nikolaevna

Candidate of Pedagogic Sciences, associate Professor
Tambov state technical university
Tambov, Michurinskaya st., 112

Als erstes Einsatzgebiet der Brennstoffzelle wird auf den Bereich der Fahrzeugantriebe eingegangen. Die Brennstoffzelle gilt in Verbindung mit einem Elektromotor als eine aussichtsreiche Alternative zum Hubkolbenmotor. Die enormen Entwicklungsanstrengungen der großen Automobilhersteller bieten den Beleg für diese Aussage. Nur BMW verfolgt die abweichende Strategie Wasserstoff in einem konventionellen Verbrennungsmotor in die erforderliche mechanische Energie umzusetzen.

Um den Brennstoffverbrauch und Schadstoffausstoß des derzeitig dominierend eingesetzten Hubkolbenmotors zu senken, sind in den letzten Jahrzehnten di-

verse Entwicklungsfortschritte erzielt worden. Neben Innovationen am Antrieb selbst, wie die Brennstoffdirekteinspritzung, der Abgasturbolader und die Vierventiltechnik, konnte die Effizienz des Fahrzeuges durch eine Minimierung des Gesamtgewichtes (Leichtbauweise) gesteigert werden. Verringerungen der Emission lassen sich aber auch durch andere Brennstoffe mit geringerem Kohlenstoffanteil erzielen. Nachteilig beim Erdgas ist dessen Speicherung, die wegen seines geringen volumenspezifischen Energieinhaltes unter Druck erfolgen muss. Als Alternativbrennstoff ohne Ressourcenverbrauch gilt Rapsölmethylester. Er kann nach geringen Modifikationen des Brennstoffversorgungssystems direkt in Dieselmotoren eingesetzt werden. Bei der herkömmlichen Verbrennung von Wasserstoffen hat sich die Einhaltung des aktuell bestehenden Grenzwertes für die NO_x-Emission als schwierig erwiesen, da die Verbrennungstemperaturen vergleichsweise hoch sind.

Der Elektromotor mit einer Energiespeicherung in herkömmlichen Batterien stellt eine Alternative zum Hubkolbenmotor dar. Die Vorteile eines Elektromotors liegen in dem guten Teillastverhalten, der hohen Dynamik und einer möglichen Energierückgewinnung. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit jedes Rad separat anzutreiben. Ökologisch vorteilhaft ist dieses Antriebssystem nur bei einer regenerativen Erzeugung der für die Aufladung notwendigen elektrischen Energie. Erfolgt die Aufladung durch den deutschen Strommix liegt der Schadstoffausstoß sogar höher als bei einem fortschrittlichen Hubkolbenmotor. Durch die geringe Energiedichte des Speichermediums Batterie hat sich dieses Konzept bis heute nicht durchsetzen können [1].

In Hybridantrieben werden zwei Antriebskonzepte (meist Hubkolben- und Elektromotor) miteinander kombiniert. Der Elektromotor kompensiert bei diesem Konzept das ungünstige Teillastverhalten des Hubkolbenmotors. Der Nachteil solcher Systeme liegt in der hohen Komplexität und den damit verbundenen Kosten.

Unter dem Antriebskonzept Brennstoffzelle wird grundsätzlich ein System verstanden, in welchem elektrische Energie durch einen Brennstoffzellenstack erzeugt und anschließend durch einen Elektromotor in mechanische Energie umgewandelt wird. Durch die Brennstoffzelle sind im Gegensatz zu dem Konzept Elektromotor-Batterie konkurrenzfähige Reichweiten möglich.

Energielieferant für das System ist ein wasserstoffhaltiger Brennstoff, welcher gasförmig oder flüssig, kohlenstofffrei oder kohlenstoffhaltig sein kann.

Zum Betrieb des Brennstoffzellenstacks ist ein Wärme- und Wassermanagement, ein Stoff-Wärme-Tauscher, ein (Luft-)Verdichter und je nach eingesetztem Brennstoff ein Reformer und eine CO-Feinreinigung notwendig.

Als Brennstoffzellentyp werden nahezu ausschließlich die Polymer Electrolyte Fuel Cell Solid (PEFC) oder deren Abwandlung die Direct Methanol Fuel Cell (DMFC) eingesetzt. Mittel- und Hochtemperaturbrennstoffzellen können die dynamischen Anforderungen die an einen Fahrzeugantrieb gestellt werden, nicht erfüllen. Die PEFC benötigt ein wasserstoffhaltiges Gas, die DMFC Methanol als Brennstoff. Beide besitzen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Kohlenmonoxid CO, welches die Edelmetallkatalysatoren belegt.

Antriebskonzepte mit Brennstoffzellen bieten im Vergleich zu Verbrennungskraftmaschinen folgende grundsätzlichen Vorteile:

- Der Wirkungsgrad ist insbesondere im Teillastbereich höher als bei Verbrennungskraftmaschinen.
- Bei der Nutzung des Brennstoffs Wasserstoff entsteht vor Ort keine, bei Nutzung von Methanol oder anderen Kohlenwasserstoffen verglichen mit Verbrennungsmotoren eine geringere Emission.
- Da weniger umlaufende Teile für den Antrieb benötigt werden, ist der Antrieb geräuscharm und hat einen geringeren Wartungsaufwand. Dieser Vorteil wird aber im heutigen Entwicklungsstadium durch die aufwendige Peripherie aufgewogen.
- Die elektrische Energieversorgung, die durch zusätzliche Peripherie wie Klimaanlage, Bordcomputer aktive und passive Sicherheitssysteme immer weiter zunimmt, kann durch den eingesetzten Elektromotor mehr als sichergestellt werden.
- Durch den Wegfall des klassischen Motor-Getriebe-Block haben Entwickler und Designer bei der Fahrzeuggestaltung größere Freiräume. Der Stack und seine Performance könnte, wie im letzten Prototyp von DaimlerCrysler, im Bodenbereich und die Elektromotoren direkt an den Rädern angebracht werden.
- Ein durch kleine Elektromotoren möglicher autarker Antrieb einzelnen Räder bietet neue Möglichkeiten für aktive Sicherheitssysteme und ermöglicht bessere Fahreigenschaften.

Studien zur Bewertung des Antriebssystem Brennstoffzelle zeigen, dass es auch das niedrige Brennstoffverbrauchs-niveau zukünftiger Dieselmotoren erreichen oder sogar unterbieten kann [2].

Um die ökologischen Aspekte der Brennstoffzelle zu untersuchen, wird im Folgenden auf so genannte Ökobilanzen eingegangen. Auch Brennstoffherstellung und dessen Transport wurden berücksichtigt. Als Bezugspunkt gilt der konventionelle Ottomotor.

Nachfolgend sind die wesentlichen Fakten aus den Wirkungsbilanzen der verschiedenen Antriebsoptionen in Bezug auf ihre ökologische Gefährdung zusammengefasst. Es kann nicht von einem grundsätzlichen ökologischem Vorteil des Antriebssystems Brennstoffzelle ausgegangen werden. Die Art der Brennstoffbereitstellung kann die Vorteile des höheren Wirkungsgrades des Antriebs aufwiegen. Dies gilt für die Antriebssysteme, in denen Wasserstoff zentral aus fossilen Energieträgern hergestellt und verflüssigt wird. Vor allem bei einer anschließenden Verbrennung in einem Ottomotor (BMW-Konzept) liegt die Emission von Gasen, die den Treibhauseffekt hervorrufen, um 81% über dem Referenzantrieb (Ottomotor mit Benzin). Sollte der Wasserstoff allerdings durch Elektrolyse mit regenerativ erzeugtem Strom hergestellt werden, liegt der Ausstoß der Treibhausgase der Konzepte unter dem Referenzantrieb. Die hohen Temperaturen, die im Ottomotor bei der Verbrennung von Wasserstoff entstehen, führen zu einem vergleichsweise hohen Ausstoß von Stickoxiden, welche zum stratosphärischen Ozonabbau (N_2O) und zur Eutrophierung (NO_x) beitragen. Der Brennstoff Erdgas erweist sich generell als ökologisch vorteilhaft. Die biogenen Brennstoffe RME (Rapsmetylester) und Bioethanol fallen durch die hohe Emission von N_2O und einem hohen Ausstoß kanzerogener Partikel auf. Unabhängig von der Herstellung des Brennstoffs Methanol zeigt dieser Vorteile in den Kategorien Ozonabbau und Kanzerogenität.

Definitiv hängt die Marktdurchdringung des Brennstoffzellenantriebs von den staatlichen Subventionen und Maßnahmen ab. Dies gilt vor allem für den Aufbau einer Infrastruktur der benötigten Brennstoffe.

Noch nie zuvor gab es eine Alternative zum Hubkolbenmotor, in welche die Automobilindustrie so viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit investiert hat, wie die Brennstoffzelle in Kombination mit einem Elektromotor. Die Kosten sind inzwischen zum Hauptproblem des Brennstoffzellensystems geworden. Da in diesem Anwendungsgebiet ausschließlich Membranbrennstoffzellen verwendet werden, sind die kostenintensiven Platinanteile für den Katalysator zwar reduziert worden, aber in gewissen Mengen unumgänglich, um eine ausreichende Kinetik der Brennstoffzelle sicherzustellen. In der Entwicklung wird weiterhin an Reduktionsmöglichkeiten der eingesetzten Edelmetallmenge gearbeitet.

Ein ganz zentraler Punkt bei diesem Anwendungsgebiet ist die Frage nach dem richtigen Brennstoff! Am aussichtsreichsten ist neben Wasserstoff, flüssig oder gasförmig komprimiert gespeichert das Alkohol Methanol. Im Gespräch sind weiterhin auch die weit verbreiteten konventionellen Brennstoffe Diesel und Benzin. Vor allem von der Mineralölindustrie wird der Einsatz von Diesel oder Benzin für Pkw mit Brennstoffzellenantrieben favorisiert. Die Reformer für Diesel und Benzin sind aber bis heute nicht verfügbar. Aufgrund der chemisch komplexen Struktur und der Verunreinigungen dieser Kohlenwasserstoffe ist eine Reformation mit der heute verfügbaren Technik nur mit neuen Reinheitsanforderungen möglich. Die Verunreinigungen der konventionellen Brennstoffe Diesel und Benzin stellen allerdings auch für die weitere Emissionsminderung von Verbrennungsmotoren ein Problem dar. Sollte der Einsatz von Diesel und Benzin für Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieben auch in Zukunft technisch nicht möglich sein, ist das flüssige Alkohol Methanol für eine Markteinführung der aussichtsreichste Brennstoff, da es direkt elektrochemisch umgesetzt oder problemlos in ein wasserstoffreiches Gas reformiert werden kann. Die Implementierung in die bestehende Tankstelleninfrastruktur würde nur Modifikationen der bereits bestehenden Anlagen erforderlich machen. Die DMFC befindet sich allerdings noch in der Entwicklung. In Deutschland wird insbesondere am Forschungszentrum Jülich an der Entwicklung der DMFC gearbeitet. Sollte sich Wasserstoff in flüssiger oder gasförmig-komprimierter Form als favorisierter Brennstoff herausstellen, wären sehr kostenintensive Neubauten in der Tankstelleninfrastruktur notwendig. Darüber hinaus wären aufwendige Speichersysteme an Bord des Fahrzeuges notwendig. Deswegen ist Wasserstoff als Energieträger eine Langfristperspektive.

References:

1. Mok, Philip; Walliser Dirk: Brennstoffzellen – saubere Antriebe für Straßenfahrzeuge von morgen Reader der Jahrestagung 1999 „Zukunftstechnologie Brennstoffzelle“ des Forschungsverbundes Sonnenenergie.
2. Oertel, Dagmar: Brennstoffzellen-Technologie: Hoffnungsträger für den Klimaschutz Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2001.