

In situ variable Ethanol-Dieselmischung zur Emissionsverbesserung bei Serien-Dieselmotoren

bioltec systems GmbH
Dipl.-Phys. Wolfram Kangler
Bachbuegler Weg 9
93149 Nittenau
Tel.: +49 9436 300 98 31 / Fax: -33
E-Mail: wolfram.kangler@bioltec.de
<http://www.bioltec.de>

Beitrag zum

18. SYMPOSIUM "BIOENERGIE" Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas OTTI e.V.

Verlag: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI), Regensburg ISBN / NR 978-3-941785-07-6

Die Senkung der Emissionen bedeutet die verantwortungsvollste Herausforderung bei der Entwicklung von Motoren der Zukunft.

In Bezug auf CO₂-Emissionen sind dabei Konzepte zur Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Alternativen zielführend.

Darüber hinaus sind für Motorenhersteller entsprechend definierte Normen verbindlich, die sowohl Grenzwerte als auch Prüfverfahren relevanter Abgaskomponenten vorschreiben. Bei Dieselmotoren kommt dabei den Partikelemissionen große Bedeutung zu, die stets zusammen mit den Stickoxiden betrachtet werden müssen.

Mit variabler Ethanol-Diesel Mischung abhängig vom aktuellen Betriebszustand des Motors gelingen nachhaltige Verbesserungen der Gesamtemissionen: Drastische Senkung der Partikelmasse bei gleichzeitiger Senkung der Stickoxide und Vermeidung von klimaschädlichem Kohlendioxid durch anteilige Substitution fossilen Diesels. Prüfstandsuntersuchungen mit serienmäßigen Dieselmotoren und der von bioltec entwickelten Technik bei der Motorenentwicklung MAN (Nürnberg, 2008) und der MWM INTERNATIONAL Motores Engenharia de Desenvolvimento (Sao Paulo, 2009) zeigen eine Reduktion der Partikelmasse von typischer Weise 40% im standardisierten ESC (European Stationary Cycle RL99/96/EG). Verfahren und Apparatur sind Gegenstand internationaler Patentanmeldungen.

Ethanol als Kraftstoff

Ethanol lässt sich mit hohem Ertrag aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen und ist deshalb von besonderer Bedeutung als Kraftstoff bei der Reduzierung der Emissionen, insbesondere CO₂-Emissionen von Fahrzeugen.

Ethanol findet bereits Verbreitung in Fahrzeugen mit Otto-Motoren, in Beimischung zum Benzin bzw. in speziell ausgerüsteten Flexi-Fuel-Fahrzeugen. In der Handhabung stellen Ethanol und Benzin sowie Mischungen aus beiden (z.B. E5, E85) vergleichbare Anforderungen. Die Tanklogistik ist etabliert. Eine großflächige Marktdurchdringung von Ethanol für Fahrzeuge mit fremdzündenden Motoren ist inzwischen weniger eine technische Herausforderung als vielmehr Ländern und Marktsegmenten vorbehalten, die dem Anwender Kostenvorteile gegenüber dem Betrieb mit Benzin bieten können.

Ethanol und Diesel

Im Sektor der Nutzfahrzeuge dominiert jedoch der selbstzündende Dieselmotor. Auch hiermit wurden bereits in der Vergangenheit Ethanol-Diesel Mischungen weltweit erprobt (z.B. USA, Kanada, Brasilien, Australien und Indien) und je nach Region unterschiedlich bezeichnet: E-diesel (USA, Kanada), Diesohol (Australien) und MAD (Mistura Álcool Diesel - Brasilien). Ethanol-Diesel Mischungen enthalten in der Regel zwischen 7 und 15 % Ethanol und bis zu 5 % Additive.

Als Additive enthalten Ethanol-Diesel-Emulsionen Emulgatoren, um die Dispersion von Ethanol in Diesel zu ermöglichen. Ethanol-Diesel Mischungen sind meistens Mikroemulsionen, in der der Ethanol in mikrofeinen Tröpfchen im Diesel dispergiert ist. In Ethanol-Diesel-Lösungen ist das Ethanol (100 % Ethanol) im Diesel mit Hilfe von Lösungsmitteln gelöst.

Feste Ethanol-Diesel Mischungen verändern sehr stark die Kraftstoffeigenschaften im Vergleich zu reinem Diesel, z.B. durch die Absenkung des Flammpunktes und die Erhöhung des Dampfdruckes, so dass erhöhte Sicherheitsvorkehrungen bei der Tanktechnik notwendig werden.

Dieselmotoren mit Ethanol

Beim Betrieb von Motoren mit Ethanol-Diesel Mischungen in fest vorgegebenem Verhältnis ergeben sich aus der im Vergleich zu Diesel niedrigen Cetanzahl des Ethanols Probleme. Ein in den Brennraum eingebrachtes Kraftstoffgemisch ist abhängig von der Brennraumtemperatur nur schwer zündbar. Mit Hilfe von Additiven wie beispielsweise 2-Ethylhexylnitrat lassen sich die Verbrennungseigenschaften des Ethanol-Diesel Gemisches anpassen. Derartige Additive stellen aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften jedoch ein großes Gefährdungspotential dar. Die Emissionen aus mit diesen Additiven betriebenen Dieselmotoren weisen erhöhte NO_x-Werte und weitere gesundheitsschädliche Komponenten auf. Außerdem ist ein stark korrosives Verhalten feststellbar, so dass das Abgasnachbehandlungssystem mittelfristig Schaden nimmt.

Erfahrungen in der Praxis

Es wurden bisher umfangreiche Langzeittests mit Diesel-Ethanol Mischungen in verschiedenen Ländern durchgeführt, die gleichwohl grundsätzlich eine erfolgreiche Nutzung dieses Kraftstoffs aufzeigen. Bei den Tests handelt es sich sowohl um Labortests als auch um Praxistest, wie z.B. die Nutzung von Diesel-Ethanol Mischungen in landwirtschaftlichen Fahrzeugen (z.B. Versuche mit John Deere Traktoren in den USA), in Bussen des öffentlichen Nahverkehrs (z.B. Chicago, Kalifornien und Curitiba in Brasilien) und in LKWs (z.B. Scania und Mercedes Benz LKWs in Brasilien und Mack-LKWs in den USA).

Es hat sich gezeigt, dass Handhabung und Bereitstellung der festen Mischung von Ethanol und Diesel sowohl logistisch als auch technisch Probleme aufwirft – die motorseitige Eignung und die Verbesserung der Emissionen im Dieselmotor sind jedoch vielfach bestätigt.

Bi-fuel Systeme

Mit großem Erfolg finden seit einigen Jahren Bi-fuel Systeme (sog. 2-Tank Systeme) in der Nachrüstung von aktuellen Serien-Motoren Verwendung, wie z.B. in schweren Nutzfahrzeugen der Abgasnorm Euro 5. Insbesondere durch biogene Öle und Fette (z.B. Rapsöl, tierische Fette) wird damit die Substitution von Diesel mit im

Praxisbetrieb typischer Weise über 90% alternativem Kraftstoffanteil erreicht. Damit geht prinzipbedingt eine Minderung der CO₂-Emissionen einher. Systeme zur Zuführung von während des Betriebes variablen Kraftstoff-Mischungen ermöglichen weitere Verbesserungen in relevanten Abgaskomponenten. Eine damit gegenüber reinem Dieselbetrieb erzielte Senkung des Mutagenitätspotenzials der Partikelemissionen ist nachgewiesen.

In situ variable Mischung

Das Konzept der in situ variablen Ethanol-Diesel Mischung zeichnet nun als wesentliches Merkmal die separate Bevorratung von Ethanol und Diesel in zwei getrennten Tanks am Fahrzeug aus.

Über ein sog. Kraftstoff-Regelmodul werden die Kraftstoffe im entsprechenden Mischungsverhältnis aufbereitet und unmittelbar gemeinsam mittels des am Motor vorhandenen Kraftstoffsystems eingespritzt.

Das Mischungsverhältnis wird durch ein eigenes elektronisches Steuergerät automatisch eingestellt und abhängig vom Betriebszustand des Motors geregelt.

Die Bereitstellung und Handhabung von einerseits Ethanol als auch Diesel andererseits stellt keine grundsätzlich neuen Herausforderungen an Technik und Anwender.

Der jeweilige Betriebszustand des Motors wird anhand von diversen Messgrößen (Temperaturen, Drücke, Einspritzmenge, Drehzahl etc.) ermittelt und bewertet. Anhand von Kennfeldern im Steuergerät, die spezifisch für den Motor und das Anwendungsspektrum parametrierbar werden können, wird der Anteil an Ethanol vorgegeben. Emulsionsbildung, Separation und Kondensation der Kraftstoffphasen im Rücklauf etc. sind Teil des patentgegenständlichen Verfahrens.

Durch die automatische Aufbereitung beider Kraftstoffe in einem variabel geregelten Mischungsverhältnis kann auf die Verwendung jeglicher Additive verzichtet werden. Für beispielsweise einen Kaltstart kommt nur Dieselkraftstoff zur Verwendung. Im Bereich mittlerer und hoher Lasten und Drehzahlen kann der Ethanolanteil in der Praxis beispielsweise 30% betragen.

Ergebnisse und Ausblick

Das Potenzial heutiger Motoren ist auch im Hinblick auf Anforderungen künftiger Abgasnormen und verantwortungsvollen Umgang mit Energieressourcen nicht ausgeschöpft.

Die in situ variable Ethanol-Diesel Mischung führt zu einer drastischen Reduktion der Partikel und senkt die CO₂-Emissionen. Durch sortenreine Betankung ohne Notwendigkeit von Additiven werden die bekannten technischen und marktseitigen Hürden im Praxisbetrieb beseitigt.

Mehrere Projekte in Europa und Brasilien laufen hierzu.

Die Präsentation zeigt aktuelle Ergebnisse aus Prüfstandsläufen und dem Praxisbetrieb und steht unter www.bioltec.de zum download bereit.