

Echtzeitfähige Bestimmung des Biodieselanteils

Regionale Schwankungen der Treibstoffqualität durch variable Beimengung von Biodiesel sind eine große Herausforderung für ein modernes, auf effiziente Verbrennung und geringen Schadstoffausstoß optimiertes Motormanagement. Mit einem, nur wenige Millimeter großen Sensor kann einer der wichtigsten Parameter für die Einspritzung, die Fließfähigkeit des Treibstoffes, in Echtzeit bestimmt, und die Motorregelung entsprechend angepasst werden.

Variabler Biodieselanteil

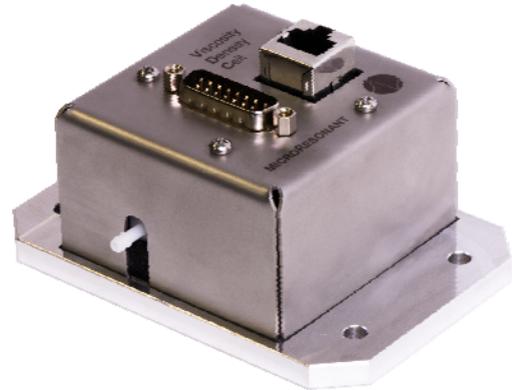
Nach der in der EU gültigen Spezifikation EN 590 darf Dieselkraftstoff bis zu sieben Volumenprozent Biodiesel (FAME) beigemischt werden. Der beigemischte Biodiesel muss dabei die Anforderungen der EN 14214 erfüllen. Die variable Beimengung führt aus praktischen Gründen zu regionalen Unterschieden bei den angebotenen Treibstoffen, was vor allem Fahrzeuge im Langstreckenbetrieb betrifft. Diese Schwankungen sind eine große Herausforderung für ein modernes, auf effiziente Verbrennung und geringen Schadstoffausstoß optimiertes Motormanagement.

Vor allem die höhere Viskosität des Biodiesels im Vergleich zu mineralischem Diesel beeinflusst das Verhalten des Kraftstoffes beim Einspritzvorgang (Zerstäubung). Für die optimale Regelung des Motorbetriebs ist daher neben dem Brennwert des Kraftstoffes die Viskosität einer der wichtigsten Parameter.

Im Gegensatz zu Sensorsystemen die den Anteil von Biodiesel durch Messung der Permittivität bestimmen, erlaubt die direkte Messung der Viskosität eine höhere Robustheit gegen Querempfindlichkeiten aber vor allem ein besseres Motormanagement bei der Verwendung von Treibstoffen die außerhalb der üblichen Spezifikation liegen.

Messprinzip

Die Messung der Viskosität und Massendichte erfolgt mittels eines piezoelektrischen Resonators nach dem Prinzip der besonders robusten und langzeitstabilen Quarzstimmgabel. Durch ein patentiertes Verfahren wird dabei in Echtzeit die Viskosität und die Massendichte des Treibstoffes bestimmt. Der nur wenige Millimeter große Sensor eignet sich hervorragend um kompakte Messsysteme zu realisieren. In Kombination mit einem Temperaturfühler ist das System in der Lage innerhalb einer



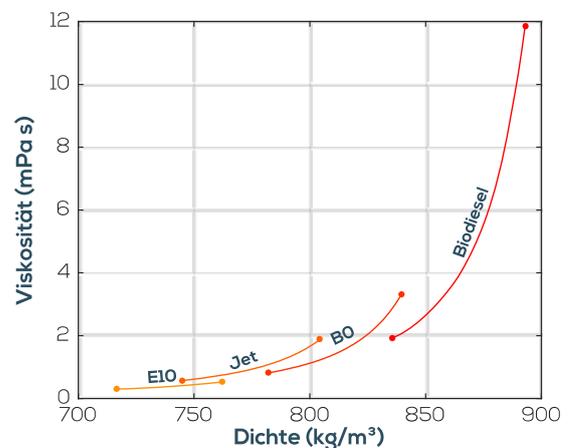
VDC100: die kompakte, aktiv temperaturgeregelte Durchflussmesszelle zur Viskositäts- und Dichtemessung von MicroResonant.

Sekunde die relevanten Parameter des Treibstoffes zu bestimmen. Durch diese hohe Messgeschwindigkeit sind exakte Messungen trotz schneller Temperaturänderungen des Treibstoffes möglich, was besonders bei Kaltstarts und während der Warmlaufphase von großem Vorteil ist.

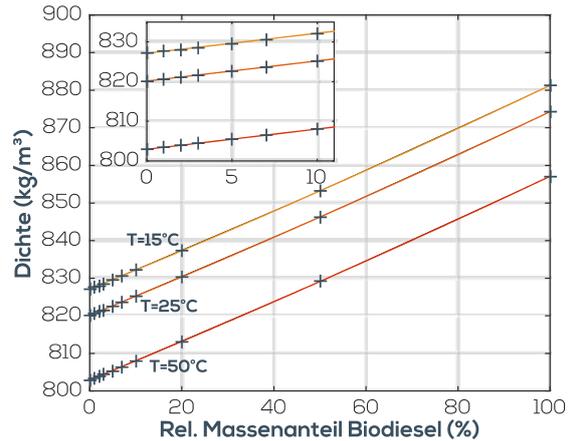
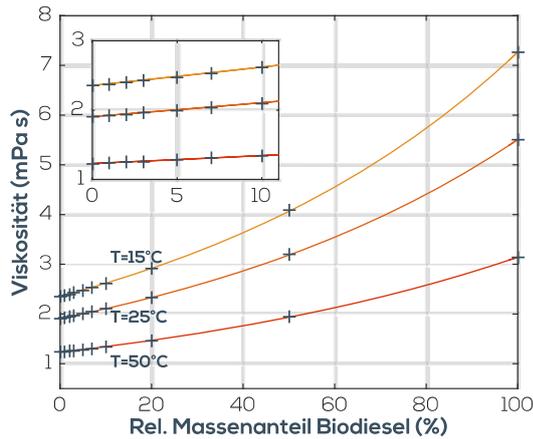
Um den Einfluss der Temperatur auf die Messungen zu verdeutlichen wurde zur Demonstration eine aktiv temperierte Messzelle verwendet.

Messergebnisse

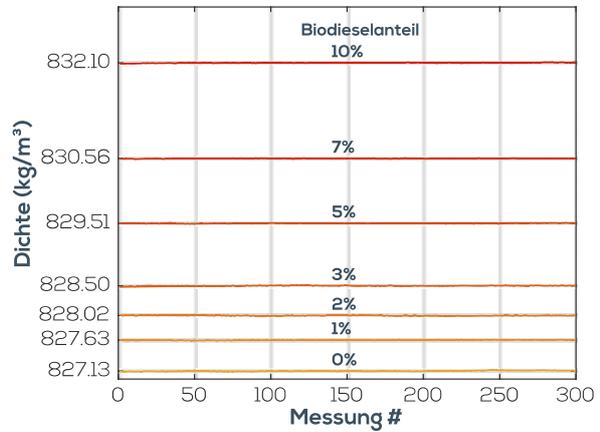
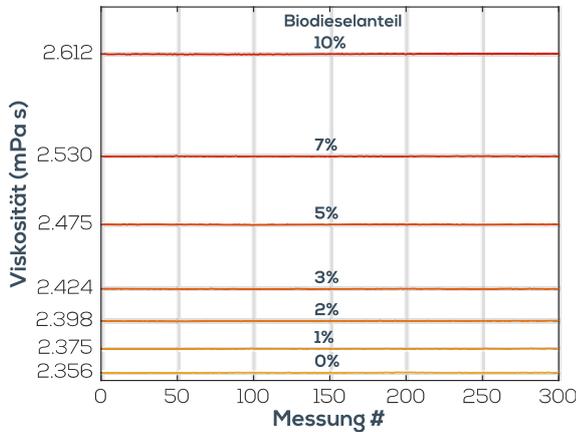
Die Grafik zeigt den charakteristischen Zusammenhang von Dichte und Viskosität im relevanten Temperaturbereich. Mit sinkender Temperatur erhöht sich die Viskosität von Biodiesel deutlich stärker als jene von mineralischem Diesel (B0). Zum Vergleich sind auch die Werte für Benzin (E10) und Kerosin (Jet A1) angeführt.



Dichte-Viskositätsdiagramm verschiedener Treibstoffe im Temperaturbereich von 0–80°C (E10: 0–40°C) mit VDC100 gemessen.



Links: Gemessene Viskositäten bei variablem Biodieselanteil. Die durchgezogenen Linien folgen in guter Näherung dem Grunberg-Nissan Modell. **Rechts:** gemessene Dichten. Die durchgezogenen Linien folgen in guter Näherung einem einfachen binären Mischungsmodell.



Viskositäts- und Dichtemesseihen bei geringen Konzentrationen und $T=15^{\circ}\text{C}$. Jeder einzelne der jeweils 300 Messpunkte ist unabhängig (d.h. ohne Mittelung oder Filterung). Trotz der hohen Messrate von 1/sek, ist das Messrauschen kaum zu erkennen.

Obige Grafiken zeigen Viskosität und Dichte von Mischungen von mineralischem und Biodiesel. Die Kurven sind temperaturabhängig und folgen in guter Näherung einfachen Mischmodellen. Die besonders interessanten Bereiche üblicher Treibstoffzugaben wurden zusätzlich vergrößert. Selbst sehr geringe Biodieselanteile sind gut messbar und können innerhalb einer Sekunde unterschieden werden. Die Viskositäts- und Dichtewerte wurden mit der Messzelle VDC100 gemessen und sind in den unteren Abbildungen gezeigt.

Das hohe Auflösungsvermögen des Systems ist in der zweiten Bilderreihe illustriert. Diese zeigen Signalausschnitte von jeweils 300 Messwerten, welche über eine Dauer von 5 Minuten ermittelt wurden. Konzentrationsunterschiede im Promillebereich sind

somit zuverlässig in Dichte und Viskosität unterscheidbar.

Zusammenfassung

Treibstoffe und Treibstoffmischungen sind anhand ihrer Dichte und Viskosität gut unterscheidbar. Besonders für die Optimierung von Einspritzparametern ist die Viskosität eine wichtige Größe, deren zuverlässige und schnelle Messung wertvolle Informationen für die Motorregelung liefert. Aufgrund der besonders hohen Langzeitstabilität ist dieses Messsystem hervorragend für die zuverlässige Bestimmung von Treibstoffparametern geeignet, durch die geringe Baugröße ist eine Integration in kompakte Messgeräte für bestehende Systeme möglich.