

Anwenderbericht

Praktischer Einsatz der mobilen Datenerfassung CuroControl®Mx im Rahmen von RDE-Messfahrten

Motivation

Die Weiterentwicklung und Zertifizierung von PKW-Abgas- und Verbrauchswerten erfolgt bislang primär auf Prüfständen. Dort lassen sich reproduzierbare Messergebnisse unter Laborbedingungen erzielen - hochpräzise und geeignet zum Vergleich mit anderen Fahrzeugen. Soweit die Theorie.

In der Praxis ist festzustellen, dass es zunehmend schwieriger wird, die auf dem Prüfstand ermittelten Kraftstoffverbräuche und Emissionen auf die Straße zu übertragen.

So ist es nur konsequent, dass der "Optimierung" auf dem Prüfstand jetzt die objektive Messung auf der Straße folgt. Gemäß EU-Beschluss tritt mit Wirkung zum 01.09.2017 das Real Driving Emissions (RDE) Verfahren in Kraft, welches die Emissionen im praktischen Fahrbetrieb ermittelt.

Testfahrzeug

ElringKlinger Motortechnik GmbH (EKM) hat nach zahlreichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor jetzt erstmals ein Vollhybrid-Fahrzeug auf der Straße untersucht. Hierfür stellte CuroCon GmbH ein Fahrzeug des Typs VW Passat Variant GTE aus ihrem Fuhrpark zur Verfügung.

Fahrzeugeckdaten:

Kraftstoffverbrauch (kombiniert) 1,8 l/100 km zzgl. 13,2 kWh/100 km, CO₂ kombiniert 40 g/km; Verbrennungsmotor 115 kW @ 5000-6000/min, 250 Nm @ 1500-3500/min; Elektromotor 85 kW @ 2500/min; Systemleistung 160 kW, Systemdrehmoment 400 Nm; Traktionsbatterie 9,9 kWh



Bild 1: Das Testfahrzeug Passat Variant GTE

Messtechnische Ausrüstung

Das Testfahrzeug wurde mit einem mobilen Emissionsmessgerät (-> Portable Emission Measuring System - PEMS), einer Messbox **CuroControl® Mx** sowie zahlreichen Sensoren bestückt.

CuroControl® Mx dient als zentrale, mobile Echtzeit-Messwerterfassung und speichert die von PEMS, OBD-Schnittstelle, GPS und aller Sensorik bereitgestellten Daten mit Zeitstempel ab. Die spezifisch konfigurierte Messbox ermittelt darüber hinaus auch den eingelegten Gang sowie den Fahrmodus.



Bild 2: Einbau des mobilen Emissionsmessgeräts im Fahrzeugkofferraum



Bild 3: Messsystem **CuroControl® Mx** für das zentrale Datenmanagement



Bild 4: Schnittstellenleisten auf der Rückseite der Messbox

Fahrstrecke und Durchführung

Die Fahrstrecke beginnt bei EKM, Standort Idstein und umfasst zunächst 24 km Stadtfahrt. Es schließt sich die Überlandfahrt über Landes- und Bundesstraßen (einschließlich zweier Ortsdurchfahrten) bis zur BAB-Anschlussstelle Limburg-Süd an. Dort beginnt die Autobahn-Strecke A3 Richtung Süden, mit baustellenbedingter Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h im Bereich Bad Camberg, bis BAB-Anschlussstelle WI/Niedernhausen. Hier endet nach insgesamt 84,6 km die Messdatenaufzeichnung planmäßig. Sowohl die beiden Ortsdurchfahrten als auch der Baustellenabschnitt wurden konform zur EU-Verordnung 2016/427 in die Messfahrt integriert.

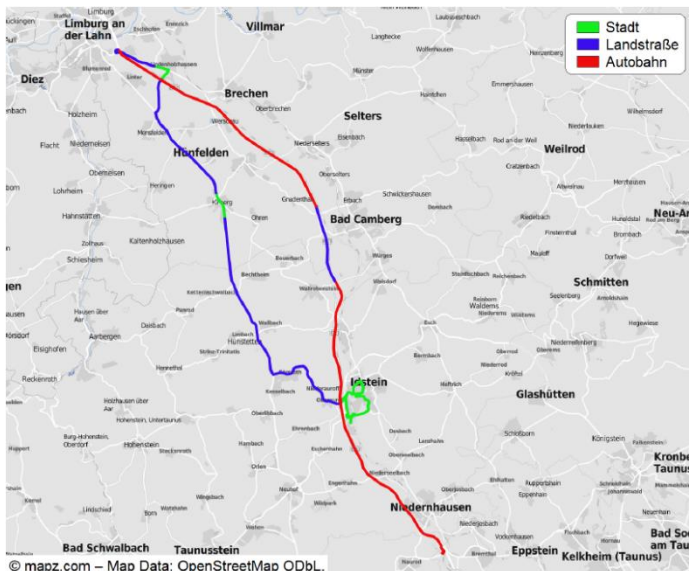


Bild 5: Streckenführung für die RDE-Messfahrten

Die komplette Fahrstrecke wurde an vier aufeinanderfolgenden Wochentagen jeweils mit derselben Fahrzeugbesatzung und zur selben Tageszeit im Zeitraum 18. bis 23.11.2016 in den vier Betriebsmodi Hybrid, GTE, E-Mode und Charge absolviert. Alle Ausrüstung war innerhalb des Fahrzeugs platziert.



Bild 6: Einsatzbereites Testfahrzeug

Die Heckklappe wurde zwecks einfacher Führung der flexiblen Abgasleitungen vom Auspuffende zum PEMS leicht geöffnet fixiert; der Unterschied im Fahrwiderstand aus der geänderten Aerodynamik sollte im vorgegebenen Fahrprofil gering sein und wurde daher nicht weiter berücksichtigt.

Fahrmodi

Der VW Passat Variant GTE verfügt über insgesamt 4 manuell anwählbare Fahrmodi. Charakteristika und Besonderheiten der einzelnen Fahrmodi sind im Folgenden beschrieben.

Hybrid-Modus: Die Restreichweite ist bei Start und Ziel stets die gleiche (sofern keine Zielvorgabe im Navigationssystem eingegeben wurde). Das Anfahren erfolgt, außer bei hoher Lastanforderung, stets rein elektrisch. Spätestens im zweiten Gang bei ca. 20 km/h übernimmt der Verbrennungsmotor den Antrieb. Beim Gaswegnehmen in Fahrhebelstellung "B" rekuperierte der E-Motor. Unterschiedliche Stufen der Rekuperation sind nicht wählbar. Beim Gaswegnehmen in Fahrhebelstellung "D" läuft der Antrieb entkoppelt (d.h. keine motorische Bremswirkung) - während der gesamten Messfahrten und in allen Betriebsmodi wurde diese Einstellung nicht gewählt.

GTE-Modus: Hier arbeiten E-Maschine und Verbrenner parallel. Der Verbrennungsmotor hat höhere Zuschaltwerte. Insbesondere bei zügiger Beschleunigung (jedoch nicht Vollgas) schaltet das Getriebe bei deutlich geringerer Drehzahl hoch als im Hybrid-Modus bei selber Beschleunigung; die elektromotorische Unterstützung ist hoch, der Antrieb wirkt souverän und unangestrengt. Die Rekuperation auf dem Abschnitt Überlandfahrt ist deutlich geringer als im Hybridmodus.

E-Modus: Der Verbrennungsmotor schaltet 3800 sec nach Messbeginn selbstständig in den Hybridmodus, nachdem die angezeigte elektrische Restreichweite 0 km beträgt. Bis zu einer elektrischen Restreichweite von 3 km bleibt der Hybridmodus aktiv; danach wird automatisch zurück in den E-Modus gewechselt. Der Verzugszeitwert bis zum Aufheizen des Katalysators beträgt ca. 400 sec. Bei bestimmten Betriebszuständen schaltet sich der Verbrennungsmotor trotz geladener Traktionsbatterie - vom Fahrer ungewollt - zu.

Charge-Modus: Der Verbrennungsmotor läuft, bis auf die Rekuperation beim Bremsen, durchgängig. Die Rekuperation erfolgt insgesamt seltener als im Hybrid-Modus. Im Stadt- und Überlandbetrieb ist die Abgastemperatur nach dem 1. Katalysator ca. 50 bis 150° C höher als in den anderen Modi. Die Unterstützung der E-Maschine beim Beschleunigen ist gering.

Der gewählte Fahrmodus wurde mit Hilfe des Messsystems **CuroControl®Mx** permanent festgehalten und mit Zeitstempel parallel zu den übrigen Messdaten abgespeichert.

Messergebnisse

Nach Anschluss der Messfahrten wurden die Rohdaten zur Auswertung aufbereitet. Hierbei wurden im Wesentlichen folgende Erkenntnisse gewonnen:

<i>Fahrmodus</i>	<i>Anzahl V-Motor an [-]</i>	<i>Dauer V-Motor an [sec]</i>
Hybrid-Modus (Restreichweite bei Start: 3 km)	130	2808
Hybrid-Modus (Restreichweite bei Start: 50 km)	158	3786
GTE-Modus	139	3905
E-Modus	29	1544
Charge-Modus	91	4447

Bild 7: Startvorgänge und Motorlaufzeit in den einzelnen Betriebsmodi

Im E-Modus schaltet der Verbrennungsmotor erwartungsgemäß nur selten zu (vorausgesetzt, dass die Traktionsbatterie noch Energie bereitstellen kann). Im Gegensatz dazu erfolgt die Zuschaltung des Verbrennungsmotors im Hybrid- und GTE-Modus am häufigsten. Ganz anders im Charge-Modus: Hier läuft der Verbrennungsmotor in den meisten Betriebszuständen, inkl. Fahrzeugstillstand, durch, was zu einer entsprechend geringen Anzahl Startvorgänge führt.

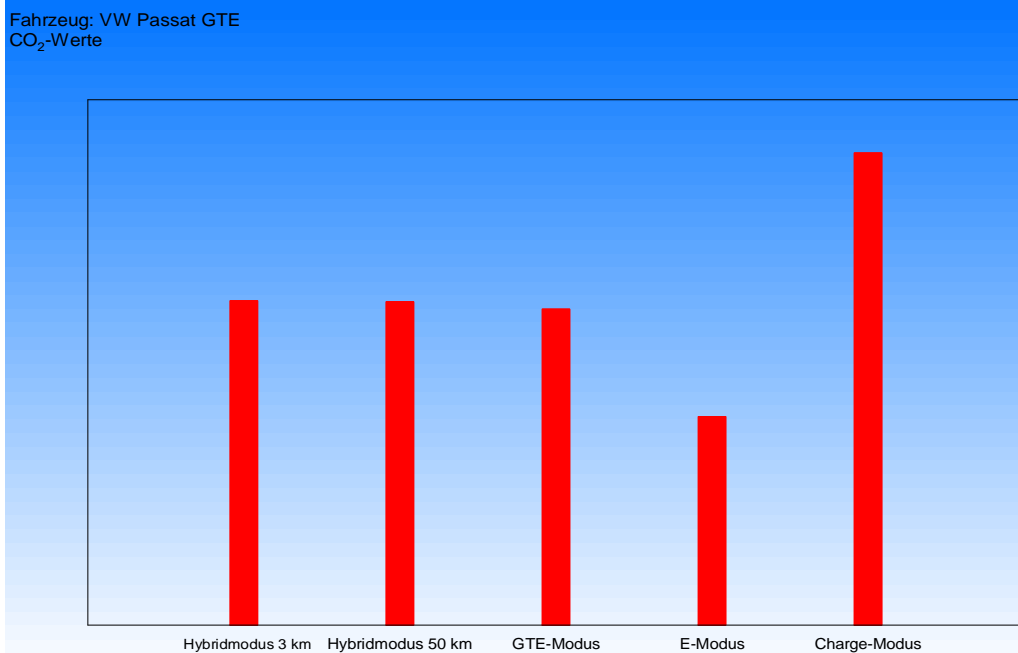


Bild 8: CO₂-Emission

Erwartungsgemäß ist der CO₂-Ausstoß im E-Modus am geringsten. Im Hybrid- und GTE-Modus liegen die Werte dicht beisammen auf etwa 50% höherem Niveau. Gegenüber diesen beiden Betriebsmodi liegen Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß im Charge-Modus weitere 50% höher.

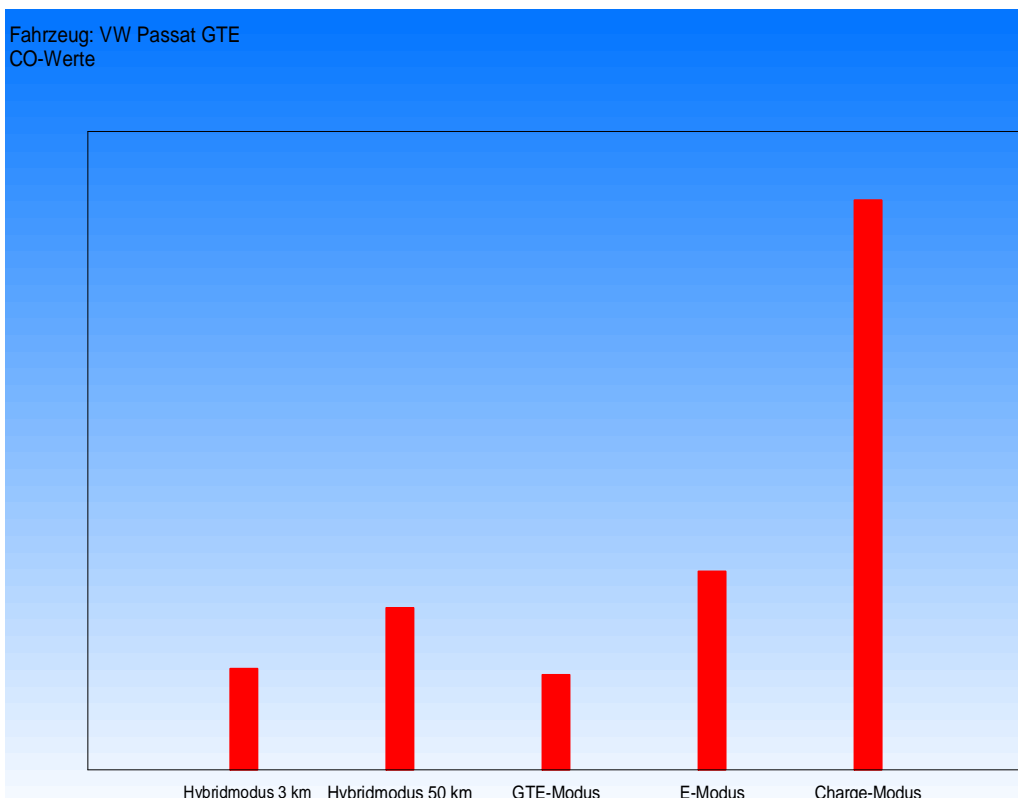


Bild 9: CO-Emission

Sowohl im Hybrid- als auch im GTE- und E-Modus liegt der CO-Ausstoß relativ betrachtet auf niedrigem Niveau. Deutlich höher, aber noch weit unter dem zulässigen Grenzwert (1000 mg/km), ist die CO-Emission im Charge-Modus.

Fahrzeug: VW Passat GTE
NO_x-Werte

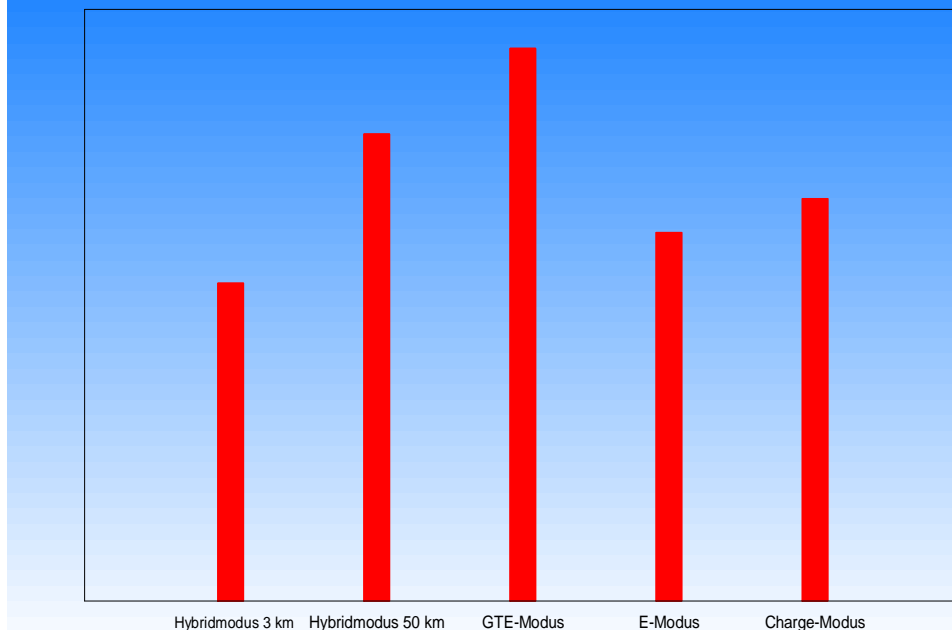


Bild 10: NO_x-Emission

Die NO_x-Emission liegt für alle Fahrmodi im Bereich 25 - 50% des zulässigen Grenzwerts (60 mg/km).

Stellvertretend für die Datenaufbereitung erfolgt abschließend die Darstellung des Betriebszustands im Antriebsystems sowie die Katalysatorortemperatur für die ersten 2000 sec. im Hybrid-Modus. Gut erkennbar ist das Zusammenspiel zwischen Verbrennungsmotor (Antrieb) und E-Maschine (Antrieb und Rekuperation).

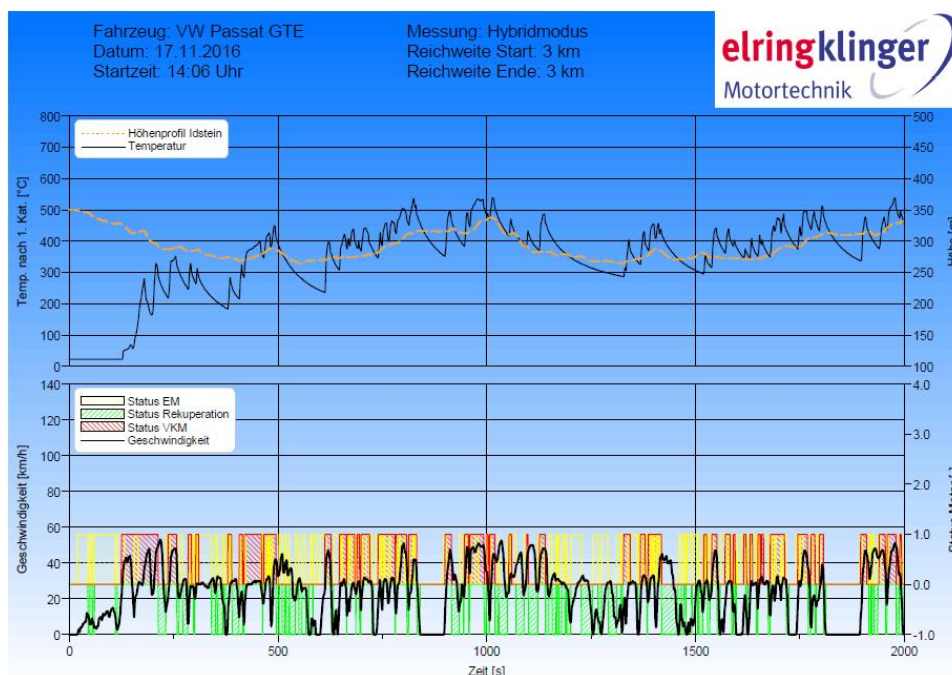


Bild 11: Status Antrieb und Katalysatorortemperatur im ersten Fahrabschnitt (hier: Hybrid-Modus)

Ausblick

Bereits die ersten von EKM mit dem Vollhybrid-Fahrzeug VW Passat Variant GTE durchgeführten Messfahrten haben interessante Erkenntnisse in Bezug auf Verbrauch und Emissionsverhalten geliefert. Der Hybridantrieb ist nicht nur vom Aufbau her komplexer, sondern er bietet auch mehr Freiheitsgrade in Auslegung und Einsatz. Es ist zu erwarten, dass sich durch die Optimierung von Antriebskomponenten und Betriebsstrategie die Gesamteffizienz und das Emissionsverhaltens weiter verbessern lassen.

Das mobile Messsystem [CuroControl®Mx](#) wurde im Hinblick auf die erhöhten Anforderungen im Umfeld komplexer Hybridantriebsysteme weiter optimiert und hat sich auch bei den Messfahrten mit dem VW Passat Variant GTE bewährt.

Es ist geplant, dass mit der gleichen technischen Ausrüstung in Kürze reale Messfahrten mit weiteren Hybridfahrzeugen folgen.