

für Mitglieder

aus der umfassenden Kompetenz der Technischen Kommission der SSM

*Antriebstechnologien
Treib- und Schmierstoffe*

*Reglemente & Politik
Infos aus der SSM*

Vortragstagung SSM, 17. September 2015, Campus Sursee

Synthetische Treibstoffe – CO₂-Reduktion, erneuerbar, Zukunft?

Ueli Wolfensberger

Viel wurde in den letzten Jahren über die Möglichkeiten der Reduktion von Emissionen, Verbrauch und CO₂ diskutiert, auch an den SSM-Vortragstagungen. Es kristallisierte sich heraus, dass das CO₂-Äquivalent im Life Cycle für alle Fahrzeugsysteme (konventionell, hybrid oder elektrisch) primär von der Energiequelle für den Fahrzeugbetrieb abhängt – entscheidend ist der Einsatz von erneuerbarer Energie. Fossile Treibstoffe sollen durch synthetische Treibstoffe substituiert werden (als eine – wesentliche – Massnahme im Dreiklang Effizienz, Substitution und Suffizienz).

Die in einigen europäischen Ländern eingeleitete Energiewende (weg von nuklearer und fossiler hin zu alternativer Stromproduktion) bewirkt, dass vor allem durch Wind- und Photovoltaikanlagen zeitweise grosse Stromüberschüsse entstehen, die längerfristig gespeichert werden sollten. Dazu bietet sich die Erzeugung von synthetischem Treibstoff an, sog. Power-to-Gas (PtG) bzw. Power-to-Liquid (PtL).

Dabei wird mit dem überschüssigen erneuerbaren Strom Wasser mittels Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Dazu sind drei Elektrolyse-Technologien bekannt:

Alkalisch, PEM (Polymer-Elektrolyt-Membran) und SOEC (Solid oxide electrolyser cell). Durch Optimierung wurde im Pilot-Massstab bereits ein Wirkungsgrad von über 80% erreicht. Wasserstoff kann in Brennstoffzellen-Fahrzeugen als Treibstoff eingesetzt oder aber mit CO₂ zu synthetischem Erdgas methanisiert und ins Erdgasnetz eingespeist werden. Auch für die Methanisierung sind verschiedene Reaktor-Systeme in Entwicklung bzw. in Einführung. Mit einem neuen Verfahren wird CO₂ aus der Luft gewonnen, indem die CO₂-Moleküle mit einem aminobeschichteten Material gebunden und anschliessend bei Unterdruck und erhöhter Temperatur in hoher Konzentration (99 %) gelöst werden.

Wird das Synthesegas nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren verflüssigt, erhält man flüssigen synthetischen Treibstoff (Prozess der Firma sunfire).

„Synthetische Treibstoffe bieten uns die Chance, die Mobilität unserer Gesellschaft innert weniger Jahrzehnte umzustellen auf ein treibhausgasneutrales Wirtschaften.“ (Caroline Beglinger)

Weitere Informationen:

- <http://www.strasseschweiz.ch/ssm/vortragstagungen-ssm/vortragstagung-ssm-2015/>

Beurteilung der aktuellen Vorschrift zur Abgasmessung

Christian Bach, Empa

Das heutige Abgasmessverfahren für Personen- und Lieferwagen stammt aus den 80er-Jahren. Ein grosser Teil davon wurde seither nicht wesentlich verändert und ist entsprechend veraltet.

Das Testfahrzeug wird mit den angetriebenen Rädern auf einem Rollenprüfstand aufgebaut. Damit eine Strassenfahrt nachgebildet werden kann, müssen vergleichbare Momente auf die Antriebsräder wirken. Diese bestehen aus dem Fahrwiderstand und der Massenträgheit des Fahrzeugs. Am Rollenprüfstand eingestellt wird aber nicht die tatsächliche Masse des Testfahrzeugs, sondern eine Masse, die aus verschiedenen Berechnungen resultiert und auch deutlich geringer ausfallen kann als die effektive Masse des Testfahrzeugs. Es ist durchaus möglich, dass ein Fahrzeug mit einer Leermasse von 1'800 kg mit einer Prüfstandseinstellung von nur 1'470 kg geprüft wird.

Der Fahrwiderstand wird durch Ausrollen auf einer ebenen Strasse ermittelt. Beträgt beispielsweise die Zeit für das Ausrollen von 85 auf 75 km/h 10 Sekunden, wird der Prüfstand so eingestellt, dass das Ausrollen für dieses Geschwindigkeitsintervall auch 10 s dauert. Soweit so gut – allerdings können die Ausrollversuche auf der Strasse mit schmalen Reifen und aerodynamisch optimierter Karosserie ausgeführt werden, während die Serienfahrzeuge mit Breitreifen und sonstigem Zubehör verkauft werden dürfen. Bei den CO₂- bzw. Verbrauchsmesswert dürfen zudem noch 4% für Messunsicherheiten abgezogen werden.

Es ist deshalb nicht sonderlich erstaunlich, dass Fahrzeuge auf der Strasse höhere Verbräuche aufweisen als im Labor. Die hier beschriebenen Fälle sind legal – man kann

also zumindest nicht nur den Automobilherstellern den Vorwurf unrealistischer Verbrauchsangaben machen, sondern es ist insbesondere eine ungeeignete Messnorm.

Neben den problematischen CO₂-Messwerten kommt bei den Plug-In-Hybridfahrzeugen im Weiteren eine willkürliche Berechnungsformel für den Verbrauchswert zur Anwendung, die nun praktisch überhaupt keine Aussagekraft mehr aufweist.

Auch im Bereich der Abgasemissionen gibt es „legale Unschönheiten“. So weisen Dieselfahrzeuge teilweise im Normverfahren zwar niedrige NO_x-Werte auf; wird der Motor aber warm gestartet, können diese auf einem wesentlich höheren Niveau liegen, nur weil der Motor bei einem Warmstart (was nicht Bestandteil der offiziellen Abgasprüfung ist) ohne Abgasrückführung betrieben wird. Das ist sicher nicht im Sinne der Gesetzgebung, aber ist es auch verboten? – Das ist nicht so klar.

Natürlich entspricht auch der Testzyklus „NEFZ“ nicht einem realen Fahrprofil. Allerdings ist das niedriglastige Fahren zumindest für verbrennungsmotorische Fahrzeuge nachteilig, weshalb der Wechsel auf den neuen, realistischeren Fahrzyklus für konventionelle Fahrzeuge nicht zu höheren Abgas- und Verbrauchswerten führt.

Die Schweiz (ASTRA, BAFU) arbeitet seit längerer Zeit in den entsprechenden Gremien an einer deutlichen Verbesserung dieses Prüfverfahrens. Dieses neue, WLTP genannte Verfahren (siehe nachstehender Beitrag) wird in vielen Bereichen des Messverfahrens eine deutliche Verbesserung bringen. Bis dann müssen wir noch mit der aktuellen Situation leben.

Weitere Informationen:

- https://de.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Harmonized_Light-Duty_Vehicles_Test_Procedure

Realistischere Verbrauchsmessung im WLTP-Zyklus?

Christian Bach, Empa

Heutige Verbrauchs- und CO₂-Angaben sind realitätsfern – das alleine ist nicht untypisch. Auch bei Heizungen hat die Art und Weise, wie sie betrieben wird, einen grossen Einfluss auf den Verbrauch. Wird beispielsweise eine

Wohnung auf 23°C beheizt, kann der Energieverbrauch um einen Faktor zwei höher sein, als wenn die gleiche Wohnung auf 20°C beheizt würde.

Das ist bei Fahrzeugen genau gleich, wird aber bei der Verbrauchsmessung nicht berücksichtigt. Und die Messung beinhaltet nur den Energieverbrauch für den Antrieb. Mit eingeschalteter Klimaanlage oder Heizung (bei E-Fahrzeugen) oder bei erhöhter Zuladung steigt der Verbrauch weiter an. Der Normverbrauch stellt deshalb auch eher den in der Realität „niedrigst-möglichen Verbrauchswert“ dar.

Der Wechsel auf das neue Prüfverfahren WLTP (Worldwide harmonized light-duty vehicles test procedure) ändert daran nicht sehr viel. Untersuchungen zeigen, dass der Zykluswechsel alleine (trotz höherer Dynamik) bei konventionellen Fahrzeugen zu sehr ähnlichen Verbrauchswerten wie im NEFZ führt. Dies deshalb, weil der Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren mit steigender Last zunimmt und die höhere Dynamik so kompensiert wird. Bei elektrischen und Plug-In-Hybridfahrzeugen steigt der Verbrauch im neuen Zyklus leicht an, weil die Verzögerungszeiten, bei denen rekuperiert werden kann, kürzer sind als im NEFZ und weil höhere Leistungen bei E-Motoren zu etwas schlechteren Wirkungsgraden führen.

Im WLTP müssen die Fahrzeuge neu aber mit einer realistischen Leermasse geprüft werden, die Fahrwiderstandsbestimmung erfolgt nach einem präziseren Verfahren und die generellen Abzüge bei den Verbrauchsmesswerten entfallen. Vor allem diese Punkte werden dazu führen, dass das WLTP-Verfahren zu etwas realistischeren Verbrauchswerten führen wird, die aber – je nach Benutzerverhalten – immer noch relativ weit von realen Verbräuchen entfernt sein können.

Die Empa arbeitet deshalb an einem wissenschaftlich abgestützten Verfahren, um aus den künftigen WLTP-Normverbrauchswerten individuelle Realverbräuche zu berechnen, die unterschiedliche Betriebsarten der Fahrzeuge mit einschließen. Das vom Bundesamt für Energie unterstützte Projekt soll dazu führen, dass in Zukunft verschiedene Antriebskonzepte auf einer sauber abgestützten und validierten Methode korrekt verglichen werden können. Die heutigen und die kommenden Normverbrauchswerte alleine sind dazu definitiv nicht geeignet.

Emissionsmessungen im praktischen Fahrbetrieb (RDE)

Thomas Bütler, Empa

Im Oktober 2015 hat die EU Kommission bekannt gegeben, wie die hohen NO_x-Emissionen im realen Fahrbetrieb eingeschränkt werden sollen. Ab 2017 werden die offiziellen Emissionsmessungen, die weiterhin auf einem Rollenprüfstand im Labor durchgeführt werden, neu durch ein „RDE-Prüfverfahren“ (Real Driving Emissions) ergänzt. Wie die Messungen auf dem Prüfstand muss auch die RDE-Prüfung durch eine akkreditierte Prüfstelle durchgeführt werden.

Bei einer RDE-Messung wird das zu prüfende Fahrzeug mit einem mobilen Emissionsmessgerät (PEMS, Portable Emission Measurement System) ausgerüstet und danach unter realen Fahrbedingungen im normalen Verkehr bewegt. Der Prüfer ist jedoch nicht vollkommen frei, was die Wahl der Route oder des Fahrstils angeht. Hier wurden relativ strikte Regelungen festgelegt, um eine Vergleichbarkeit mit den Messungen auf dem Prüfstand zu gewährleisten. Wie im WLTP muss zuerst eine Innerortsstrecke, danach ein

Ausserortsteil und als Abschluss ein Autobahnstück befahren werden, damit die Fahrt als gültig erachtet werden kann. Auch die jeweiligen Streckenanteile sind reglementiert. Während der Fahrt werden nebst den Abgasemissionen auch die Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Luftdruck aufgezeichnet und die Fahrzeugposition und Geschwindigkeit per GPS erfasst. Die Messdaten werden anschliessend anhand umfassender Kriterien ausgewertet.

Die so ermittelten Emissionswerte dürfen die Laborgrenzwerte maximal um den Faktor 2.1 überschreiten. Ab 2021 wird dieser Faktor auf 1.5 abgesenkt. Vorerst gelten diese "Übereinstimmungsfaktoren" nur für die NO_x-Emissionen und betreffen somit hauptsächlich Dieselfahrzeuge. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen auch Grenzwerte für die Partikelanzahlmissionen folgen, die dann auch bei Benzinfahrzeugen relevant sind.

Mit der neuen RDE-Gesetzgebung in Kombination mit dem neuen Messverfahren

WLTP werden grosse Lücken in den bisherigen Regelwerken geschlossen. In Zukunft wird die Herausforderung für die Fahrzeughersteller stetig grösser, da die Grenzwerte weiter absinken werden und auch

die RDE Prüfbedingungen (weniger Einschränkungen im Fahrprofil, tiefere Übereinstimmungsfaktoren) stetig angepasst werden dürften.

Weitere Informationen:

- http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5945_de.htm

Die Nutzfahrzeuge in der aktuellen Emissionsdiskussion

Meinrad Signer, FPT Motorenforschung AG

Die Emissionen der heutigen modernen Nutzfahrzeuge Euro VI sind absolut niedrig und unter Kontrolle. Die Massnahmen, welche nun mit Euro 6 bei den Personenwagen in den nächsten Jahren schrittweise eingeführt werden, sind bei den Nutzfahrzeugen seit 2013 Tatsache. Die Nutzfahrzeugindustrie hat schon seit Jahren darauf hingearbeitet, die realen Emissionen im praktischen Fahrbetrieb auf ein sehr niedriges Niveau zu bringen und hat deshalb die Abgasmessung auf dem Fahrzeug (PEMS; portable emissions measurement system) mitentwickelt; dies zusammen mit den Behörden und Instituten. Diese niedrigen Strassenemissionen müssen über eine Laufzeit von 700'000 km bei schweren Nutzfahrzeugen garantiert werden.

Es liegen bereits viele Messresultate von neutralen Testinstituten vor, wie TNO in Holland, TU Graz, Ricardo und andere in England, VTT in Finnland, usw. Alle Messungen zeigen, dass die Emissionen unter aktuellen Einsatzbedingungen im Bereich der Emissionsgrenzwerte liegen. VTT hat sieben verschiedene Euro VI Busse im Braunschweigzyklus vermessen und stellt fest, dass die NOx-Emission um einen Faktor 10 bis 15 tiefer liegt als bei der letzten Stufe Euro V-EEV (enhanced environmentally friendly vehicle).

Die englische Zeitung 'The Guardian' fasst wie folgt zusammen: "A separate study for Transport for London showed that a small car in the "supermini" class emitted several times more NOx than most HGVs (heavy goods vehicle) and the same amount as a 40-tonne vehicle". Und weiter: "The Transport for London research compared nine diesel cars, ranging from the super-mini class up to SUV, against three HGVs and one LGV (large goods vehicle). The NOx emitted from the cars was similar to that from the heavier trucks though one car – the smallest diesel tested – produced more than double the 12-tonne lorry and the same as the 40-tonne vehicle."

Die TU Graz, welche für die Ausarbeitung von Emissionsfaktoren bekannt und verantwortlich ist, hat ihrerseits festgestellt, dass ein 40-Tonner Lastwagen gleich viel NOx ausstösst wie ein moderner Diesel-Pkw.

Die Stickoxydemission der modernen Nutzfahrzeuge ist also unter Kontrolle und nahezu null. Zurzeit wird, auf der Basis der gemachten Erfahrungen, die PEMS Messung weiter optimiert und verfeinert. Diese Erkenntnisse zeigen auch auf, dass mit modernen Dieselmotoren near-zero Emissionswerte erzielt werden können, falls die Technik richtig eingesetzt wird.

Veranstaltungen und Termine

- 18. März 2016 Nachmittagstagung Empa Dübendorf
7th VERT Forum; latest developments in diesel converter technologies.
<http://oldweb.empa.ch/plugin/template/empa/22/161004/---/l=1>
- 20. Sept. 2016 SSM/SAE Switzerland-Tagung im Campus Sursee
Abgasgesetzgebung – was ändert sich? (Arbeitstitel)