

Stellungnahme zur Sachverständigenanhörung des 5. Untersuchungsausschusses der 18. Wahlperiode

Univ.-Prof. Dr. Christian Beidl
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugantriebe
Technische Universität Darmstadt
Otto-Berndt-Str. 2
64287 Darmstadt
Tel. +49 6151 16 21270
Mobil: +49 151 12209148
E-Mail: beidl@vkm.tu-darmstadt.de

Fragestellung zum Beweisbeschluss SV-1

„Welche wissenschaftlichen anerkannten und technisch validen Testverfahren zur Ermittlung von Abgasemissionen auf dem Rollenprüfstand sowie im Realbetrieb von KfZ standen im Untersuchungszeitraum ab wann in Deutschland, in Europa und weltweit zur Verfügung oder befanden sich in der Entwicklung und welche Ergebnisse zu Realemissionen von PKW haben sie ergeben?“

Einleitung

Der Gesetzgeber sieht verschiedene Testverfahren zur Ermittlung von Abgasemissionen eines Fahrzeugs vor, die im Folgenden genauer beschrieben, zeitlich eingeordnet, untereinander verglichen und bewertet werden. Dies gilt für ihre Aussagekraft und auch für ihre Anfälligkeit hinsichtlich Manipulation. Für die Bewertung wichtig ist die Feststellung folgender grundsätzlicher Punkte.

Generell muss zwischen Schadstoff- (gesundheitsgefährdend) und CO₂-Emissionen (Treibhausgas proportional zum Kraftstoffverbrauch) unterschieden werden.

Darüber hinaus ist zu unterscheiden, ob quantitative Messergebnisse erzielt werden sollen (z.B. zur Festlegung von fahrzeugspezifischen Steuersätzen) oder qualitative Messergebnisse im Sinne einer Einhaltung einer festgelegten Obergrenze („not to exceed“).

Nur mit eindeutig definierten Randbedingungen und Testvorgaben (typ. Zyklus auf einem Prüfstand) sind quantitative Emissionsbewertungen möglich. Eine stochastische Prüfprozedur mit stark variablen Randbedingungen, wie z.B. beim Verfahren der Real-Driving-Emissions (RDE) hingegen zielt auf qualitative Aussagen.

Stellungnahme

Messungen am Rollenprüfstand wurden bisher eine große Aufmerksamkeit geschenkt, da seit den 90er Jahren die Emissionstests für Neufahrzeuge mit dem bis heute in Europa aktuellen **Zertifizierungszyklus „NEFZ“** auf der Rolle überprüft wurden. Dabei ist das Geschwindigkeitsprofil in einfacher Form vorgegeben und die entsprechend der Messprozedur ermittelten Fahrzeugdaten bestimmen die auftretenden Lastpunkte und somit je nach Antriebsstrang- und Abgasnachbehandlungskonzept die Höhe der Schadstoffemissionen. Die Verwendung eines festen Zyklus und die für den Test festgelegten Randbedingungen stellen eine eindeutig definierte Bewertungsbasis dar. Antriebsstränge lassen sich für diese reproduzierbar auftretenden Lasten sehr gut optimieren und der Emissionsausstoß minimieren.

Die Frage ist, wie repräsentativ dieser eine Zyklus ist. Bei einer anders gearteten Realfahrt und damit anderer Bewertungsbasis (andere Lastprofile, Temperaturen und weitere Randbedingungen) tritt häufig und teilweise Prinzip bedingt eine weite Spreizung zwischen gemessenen Emission und Zyklus-Zertifizierungsgrenzwerten auf, wie sie in letzter Zeit zahlreich kommuniziert wurden. (Anm.: Das ist auch dann der Fall, wenn keinerlei unerlaubte Abschaltvorrichtungen o.ä. vorhanden sind). Seit ca. 10 Jahren wird in Fach-Veröffentlichungen klar dargelegt, dass der NEFZ das reale Fahrverhalten unzureichend abbildet.

Die Verwendung eines **Rollenprüfstands** hat den klaren Vorteil, dass unter definierten Randbedingungen reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden können. Hier lassen sich gezielt Umwelteinflüsse ausblenden oder hervorrufen. Aufgrund dieser reproduzierbaren Randbedingungen lassen sich mit Rollenprüfständen hervorragend unterschiedliche Fahrzeug- und Konfigurationsvarianten vergleichen. Die Messtechnik an Rollenprüfständen ist seit den Achtzigern mit der Einführung der ersten Abgasgesetzgebungen verfügbar und seit den Neunzigern ausgereift, robust und erreicht messprinzipbedingt höhere Genauigkeiten als die eingesetzte Messtechnik bei mobilen Anwendungen. Hier kommen modale Abgasmessanlagen (zeitdiskreter Konzentrationsverlauf) sowie die CVS-Anlagen (Constant Volume Sampler), die die Summenkonzentration des in Beuteln aufgefangenen Abgases einmal am Ende eines Zyklus präzise bestimmen lassen [g/km].

Leistungsfähige Rollenprüfstände sind nicht auf das Abfahren eines vorgegebenen Zyklus (z.B. NEFZ) beschränkt, sondern durchaus in der Lage, Realfahrten in hoher Qualität abzubilden (s.u.). Damit können grundsätzlich ähnlich hohe Emissionen wie im realen Verkehr erreicht werden. Abweichungen zwischen Zyklusergebnis und Realfahrtemissionen stellen kein Problem des Rollenprüfstands dar, sondern sind in erster Linie der vorgegebenen Testprozedur geschuldet.

Ein Testverfahren, das den Anspruch hat, die Bandbreite realen Fahrens abzudecken, müsste diese Bandbreite mit einem stochastischen Anteil berücksichtigen. Diese Zufälligkeit im Test würde somit kein im Voraus bekanntes Lastprofil darstellen. Derartige Tests sind am Rollenprüfstand unter kontrollierten Randbedingungen, mit hoher Messgüte und bei Bedarf wiederholbar durchführbar und stellen sowohl für die Fahrzeugentwicklung als auch ggf. für Vergleichstests zu Realfahrten gemäß RDE eine interessante Option für die Zukunft dar.

Realfahrten auf der Straße sind ebenfalls schon seit Jahren für die Automobilhersteller von Bedeutung. Bereits 2002 kamen Mobile Emissionsmessgeräte (sog. PEMS Geräte) zu Forschungszwecken bei LKWs zum Einsatz. Dass eine solche Untersuchungsmethode auch bei PKWs zielführend sein könnte, wurde bereits ab 2007 offiziell diskutiert und seit dem evaluiert. Etwa seit 2005 kommen PEMS Systeme zu Forschungszwecken an PKW zum Einsatz, erst um 2010 erreichten diese PEMS-Geräte jedoch eine Kompaktheit, dass ein breiterer Einsatz an PKW möglich war. Jedoch waren die Messsysteme immer noch groß und sperrig, sodass sowohl ein großer Laderaum als auch eine Haltevorrichtung am Heck des Fahrzeugs (siehe Abbildung 1) für diese Systeme notwendig war und sie auch

entsprechend das Fahrzeugverhalten beeinflussten. Erst im Jahr 2014 (siehe Abbildung 2) kamen PEMS Geräte in für PKW handhabbarer Größe auf den Markt und ermöglichten somit auch das Vermessen von PKWs mit geringem Platzangebot und mit vertretbarem Einfluss auf das Fahrzeugverhalten. [Franken and Booker: RDE Challenges for Instrument Manufacturers & Outlook on PEMS PN, 2015]

Alle PEMS davor waren in erster Linie für Forschungsaufgaben und nicht für einen industriellen Einsatz geeignet. Bereits vorhandene Kleinserien wurden v.a. zur Messgeräteentwicklung entworfen und verwendet.

Mit der PEMS Generation von 2014 hatte die Messung von gasförmigen Schadstoffkomponenten (sog. Gas-PEMS) einen Reifegrad erreicht, der für industriellen Einsatz geeignet ist. PEMS mussten somit kleiner, leichter und für den Straßeneinsatz mit Vibrationen, Beschleunigungen etc. robuster gebaut werden. Die dafür notwendigen Messprinzipien besitzen Prinzip bedingt eine höhere Messunsicherheit als die einer CVS-Beutelmessung (s.o.), wie sie seit Jahren stationär an Prüfständen unter anderem auch für die Zertifizierung in Verwendung sind. Dieses wird auch weiterhin unabhängig vom Reifegrad der mobilen Messtechnik so sein. Bei der CVS-Beutelmessung werden Gesamtemissionen gemessen, während bei der mobilen Messtechnik Berechnungsmethoden notwendig sind, um auf die Emissionen schließen zu können. Dies ist prinzipiell stärker fehlerbehaftet.

Entsprechend der aktuellen Regulariendiskussion erfährt diese erhöhte Messunsicherheit durch den sogenannten Conformity Factor (CF) Berücksichtigung.

Die Möglichkeit Partikelemissionen von Fahrzeugen im realen Straßenverkehr zu messen besteht erst seit Kurzem und ist daher zurzeit in einer Monitoringphase. Das erste in Kleinserie hergestellte mobile Messsystem zur Partikelzählung ist seit Ende 2015 erhältlich. (Siehe Abbildung 3) Die derzeit erzielbare Meßgüte bei der Partikelzählung ist noch deutlich geringer als bei der Messung der gasförmigen Bestandteile, qualitative Aussagen sind jedoch möglich und an einer Verbesserung der Robustheit für den industriellen Einsatz wird intensiv gearbeitet.

PEMS-Systeme müssen autark arbeiten. Sie besitzen daher eine eigene Energieversorgung, welche von der Fahrzeugenergieerzeugung entkoppelt ist und somit nur eine begrenzte Zeit (derzeit ca. zwei Stunden) zur Verfügung steht. Das kann bei RDE Testfahrten - z.B. bei auftretendem Stau - zu Reichweitenproblemen führen. Als Nachteil der aktuellen PKW-PEMS Generation ist aufzuführen, dass diese keine Kohlenwasserstoff (HC) Emissionen messen, da für das Messprinzip das Mitführen von synthetischer Analysatorluft und Brenngas nötig wäre, was den Transport einer unter hohem Druck stehenden Gasflasche bedarf. Da dies im Straßenverkehr nicht ohne weiteres möglich ist, müssen somit Rollenprüfstandsmessungen durchgeführt werden, um diesen Schadstoff zu untersuchen. Derzeit befinden sich Systeme zur portablen Messung von HC im PKW-Bereich in der Entwicklung.

Bei den **RDE – Testfahrten** wird ein PKW mit einem PEMS ausgestattet und im normalen Straßenverkehr bewegt, deswegen bildet der RDE – Test derzeit unter den gängigen Testprozeduren das reale Fahren am Ähnlichsten ab. Jedoch sei hier angemerkt, dass es das „reale Fahren“ nicht gibt und dass aufgrund unterschiedlicher Fahrer und Umwelteinflüsse stets eine Bandbreite an Ergebnissen zu erwarten ist. In Zukunft sollen sämtliche PKW Zertifizierungsprozesse zusätzlich mit einem PEMS durchgeführt werden, jedoch besitzt die derzeitige Fassung der Testprozedur noch einige ungeklärte Fragen wie z.B. die Berücksichtigung des Kaltstarts.

Ohne Zweifel **eignen sich die RDE – Testfahrten** zur Überprüfung, ob Fahrzeuge Emissionsgrenzwerte einhalten. Es sei jedoch angemerkt, dass derartige Messungen mit großer Sorgfalt und entsprechender Expertise durchgeführt werden müssen und Korrelationsmessungen mit Rollenprüfständen wichtig sind, um Fehlmessungen auszuschließen.



Abbildung 1: PEMS Gerät Modell 2010



Abbildung 2: PEMS Gerät Modell 2014 [AVL.com]



Abbildung 3: PEMS Gerät mit PN PEMS Modell 2016

Vergleiche zwischen unterschiedlichen Fahrzeugen sind jedoch nur eingeschränkt möglich, da sich jede RDE – Fahrt unterscheidet. Dabei sind sowohl Randbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchte unterschiedlich wie auch das entstehende Geschwindigkeitsprofil aufgrund des Fahrerverhaltens und des Verkehrs. Der hohe Einfluss des Fahrers und des Verkehrs führte dazu, dass im Rahmen der RDE Gesetzgebung unterschiedliche Normalisierungs- und Auswertestandards entwickelt und während der Monitoring Phase getestet werden. Derzeit finden noch Diskussionen bezüglich dieser Standards statt und mit einer Weiterentwicklung dieser darf gerechnet werden. An dieser Stelle sei auf die Expertise von Prof. Hausberger verwiesen, der in diesem Thema hervorragend ausgewiesen ist.

Prinzipiell muss bei den RDE Tests darauf geachtet werden, dass die Streckenvielfalt durch die Topografie begrenzt und Temperatur jahreszeiten- und lageabhängig ist. So können bei ein und demselben Fahrzeug bei Vergleichstests unterschiedliche Emissionsniveaus gemessen werden, je nachdem an welchem Ort und zu welcher Jahreszeit diese Untersuchungen gemacht wurden. Diese Bandbreite an Ergebnissen schlägt sich unterschiedlich in den Messgrößen nieder. Dies sei an folgender Gegenüberstellung verdeutlicht.

Die CO₂-Emission ist proportional zum Kraftstoffeinsatz und damit zur Überwindung der Fahrwiderstände. Eine Fahrt mit höherer Geschwindigkeit, mehr Steigungsanteilen, einem voll besetzten Fahrzeug, etc. führt somit erwartungsgemäß zu einer erhöhten CO₂-Emission. Dieses nachvollziehbare proportionale Verhalten gilt nicht generell für die Schadstoffe. Diese können sich selbst bei geringen Änderungen der Fahrweise sogar um Faktoren unterscheiden. RDE führt somit de facto bei Gleichbleiben der Grenzwerte zu einer deutlichen Verschärfung der Abgasgesetzgebung, da dieses potenziell stark variierende Schadstoffverhalten durch einen entsprechend hohen Sicherheitsabstand zum Grenzwert in der Entwicklung berücksichtigt werden muss. Diese gilt unabhängig von jeglicher u.U. Messprinzip bedingter Messungenauigkeit.

Hinsichtlich einer möglichen **Testererkennung** kann grundsätzlich festgestellt werden, dass ein fest vorgegebenes Geschwindigkeitsprofil eines Zyklus grundsätzlich immer erkennbar ist, unabhängig von der Prüfumgebung und der Art des Zyklus. Auf Rollenprüfständen ermöglicht zusätzlich die Tatsache, dass sich das Fahrzeug nicht relativ zu seiner Umgebung bewegt, eine Erkennung, dass sich das Fahrzeug nicht auf der realen Straße befindet. Eine Manipulationsmöglichkeit kann also nicht ausgeschlossen werden, sie ist jedoch kein Spezifikum des Rollenprüfstandes.

Eine Offenlegung der ECU Software und Kontrolle auf Manipulationen wäre zwar wünschenswert und wird sicher von allen Herstellern in Zukunft unterstützt werden, ist jedoch praktisch auf Grund der Komplexität der heutigen Motorsteuerung im Zertifizierungsprozess kaum handhabbar. Zudem besitzen abgastechnische Einrichtungen Wechselwirkungen mit der weiteren Fahrzeugstruktur (Getriebesteuerung etc.), so dass eine reine Offenlegung der Motorsteuerung alleine nicht zielführend ist.

RDE-Tests bieten hier deutliches Verbesserungspotential. Durch die Messung auf der Straße und die frei definierbare Route kann hierüber nur schwer eine Erkennung erfolgen. Zwar könnte beispielsweise ein verbauts PEMS-System auf der Anhängerkupplung zur Emissionsmessung als Testererkennung zu Grunde gelegt werden, auch hierbei ist also ein hundertprozentiger Ausschluss von Manipulationsmaßnahmen nicht gewährleistet.

Allerdings bietet die RDE-Testprozedur den größten Manipulationsschutz indirekt dadurch, dass sich das Fahrzeug auf der Straße mit allen Realfahrteinflüssen (Fahrer-Fahrzeug-Umwelt) in unterschiedlichsten Betriebszuständen normal verhalten muss, eine Manipulation also wenig sinnvoll ist und in der Entwicklung schon eine Optimierung auf diese in der Realität relevanten Fahrzustände erfolgt.

Dies unterscheidet die RDE-Testprozedur grundsätzlich von jedem fest vorgegebenen Zyklus. So ist die Logik bei der WLTP-Prozedur vom Grundsatz her die gleiche wie bisher beim NEFZ. Die Prüfung des Fahrzeugs im Rahmen der WLTP ist zwar im direkten Vergleich zum NEFZ realistischer, da der Zyklus und die Prozedur insgesamt realitätsnäher und die Randbedingungen der Prüfung deutlich kundenrelevanter sind. Der Zyklus der WLTP erzielt aufgrund seines realitätsnahen Lastprofils deutlich realitätsnähere Emissionen und Verbräuche als der NEFZ. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt seit Jahren die amerikanische Gesetzgebung mit der Verwendung des FTP75, der einer aufgezeichneten Realfahrt um Los Angeles entspricht.

Ein vorgegebener Zyklus beliebiger Art kann aber von der grundsätzlichen Logik nicht alle möglichen Fahrsituationen von Realfahrten abdecken. Insbesondere auch deswegen, da ein solcher Zyklus möglichst alle kritischen Situationen abdecken sollte. Diese sind aber massiv abhängig von verschiedensten Faktoren wie beispielsweise vom Antriebsstrangkonzzept und somit nicht durch einen einzigen Zyklus abdeckbar. Entsprechend der Aufgabenstellung würde wieder das Fahrzeug an den entsprechenden Zyklus angepasst. Diese Anpassungen sind keine Manipulation, sondern gewollte ingenieurmäßige Vorgehensweisen innerhalb des gesetzlichen Rahmens. Im Gegensatz zur Realfahrt wird das Gesamtsystem in diesen Fällen jedoch nicht für beliebige Situationen, sondern eben nur für den spezifischen Zyklus optimiert.

Potentiell lassen sich diese Zyklen von unerlaubter Software aber genauso erkennen wie der NEFZ und bieten trotz seiner Realitätsnähe keine höhere Sicherheit bzgl. potentieller Manipulationen.

Da die RDE-Prüfung eine quasi willkürliche Realfahrt ist, ergibt sich somit per se Kundenrelevanz und weitest gehende Repräsentativität. Funktionen und Komponenten, welche die Emissionen für diese Prüfung absenken sind somit im Grunde genommen gewollte Optimierungen des Realfahrtemissionsverhaltens und keine Manipulation.

Weiterhin erschwert wird eine Manipulation bei RDE-Fahrten durch die Möglichkeit der „member state surveillance“, d.h. jedes EU-Mitgliedsland kann jederzeit ohne Vorwarnung

Fahrzeuge mit unterschiedlichen Messsystemen (sofern zugelassen) auf ihre Gesetzes-einhaltung überprüfen und bei Nicht-Bestehen entsprechende Konsequenzen ziehen. Eine Manipulation müsste dementsprechend jegliche Art von zugelassenen Messsystemen erkennen, was neben den weiter oben genannten Aspekten zu einer Reduzierung der Manipulationsanfälligkeit führt.

Die RDE – Prüfung mit ihrer stochastischen Natur zwingt die Antriebsstrangentwickler die Systeme nicht punktuell für einen Zyklus, sondern in Richtung Robustheit zu entwickeln. Wird diese Eigenschaft erreicht, ist der Nutzen in den stark variierenden Kundennutzungsprofilen gegeben. Für die Entwicklung gilt dann das Spannungsfeld zwischen vollständiger Abdeckung aller möglichen Situationen versus zu hohem Entwicklungs- und somit Kostenaufwand. Es sei hier angemerkt, dass dies eine große Herausforderung für die Hersteller bedeutet und dass neue Entwicklungsmethoden erforderlich sind, an denen zurzeit intensiv gearbeitet wird. Es kann jedoch keinen Zweifel daran geben, dass dies der zukunftsorientierte Weg ist, um Schadstoffemissionen, insbesondere NO_x und Partikel wirkungsvoll zu begrenzen.

Für quantifizierende Tests (z.B. absolute CO₂ Emission in g/km) ist die WLTP Prozedur gut geeignet und kann als ergänzendes Testverfahren zum Einsatz kommen. An dieser Stelle ist jedoch anzustreben, den gesamten Testaufwand in vernünftigen Grenzen zu halten.

Für die zukünftige **Weiterentwicklung von Testverfahren** seien im Folgenden einige wesentliche Aspekte nochmals zusammengefasst.

Dazu muss zunächst Optimierung klar von Manipulation unterschieden werden. Optimierung ist ein entscheidender Teil einer ingenieurmäßigen Herangehensweise und explizit gewünscht. Optimieren bedeutet das Anpassen eines Systemverhaltens auf bestmögliche Weise an eine Aufgabenstellung. Nur so lässt sich das Potenzial eines Systems ausschöpfen. Für den Zertifizierungskontext ist damit die Minimierung der Schadstoffemissionen gemeint. Das Erkennen des Betriebszustands des Fahrzeugs und der aktuellen Fahrsituation ermöglicht erst das optimale Umsetzen etwaiger Fahrerwünsche innerhalb der identifizierten Randbedingungen. Dies ist beispielsweise für das sinnvolle Funktionieren von Hybridfahrzeugen nötig und Stand der Technik.

Eine Manipulation liegt vor, wenn die Fahrzeugsteuerung einen Zertifizierungstest erkennt und aufgrund dessen eine Betriebsart mit verminderten Schadstoffemissionen wählt, aber diese Betriebsart während realer Fahrten mit gleichem Fahrprofil und gleichen Randbedingungen nicht verwendet wird. Ziel einer solchen Manipulation ist beispielsweise eine für den Kunden merkbare Betriebskostenreduktion durch eine verbrauchsoptimale Betriebsart.

Sicher Manipulationen auszuschließen ist grundsätzlich bei keinem Ansatz möglich. Für eine vergleichbare Zertifizierungsprozedur müssen bestimmte Randbedingungen definiert sein. Diese können grundsätzlich erkannt werden. Wichtig ist somit, dass die Prüfung an sich möglichst relevant für die spätere Kundennutzung ist. Hier bietet die RDE Gesetzgebung bis dato die größten Chancen und ist aufgrund ihrer stochastischen Natur am schwierigsten zu „manipulieren“. RDE ist damit jedem fest definierten Zyklus überlegen. Eine Zertifizierungsprüfung ist also dann robust gegen Manipulation, wenn sich manipulieren nicht lohnt. Zusätzlich kann das Mitmessen von Monitoring-Größen, die auf Eigenschaftsänderungen hinweisen würden (z.B. Kraftstoff- und AdBlueverbrauch) eine wichtige **vertrauensbildende Maßnahme** sein.

Aus Sicht der Entwicklung zukünftiger Fahrzeuge mit minimalen Emissionen ist festzustellen, dass für Forschungs- und Entwicklungszwecke konstante Randbedingungen und das Abprüfen definierter kritischer Zustände unumgänglich ist, da dies die Voraussetzung dafür darstellt, dass ein System optimiert werden kann. Dies ist nur an Prüfständen und nicht während Realfahrten möglich. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass eine Übertragbarkeit von Realfahrten auf den Rollen- oder Motorenprüfstand möglich ist. Hierbei ist zu beachten, dass die Konfiguration des Antriebstrangs auf dem Prüfstand der Straßenfahrt

entspricht. Ein 4x4 Allrad-Rollenprüfstand bildet hierbei die bestmögliche Grundlage, ein realitätsnahes Abbilden zu ermöglichen. Auch Motorenprüfstände mit Echtzeitsimulation von Fahrzeug und Umgebung (Sog. „In-theLoop“ Prüfstände) bieten das Potential, realitätsnahe Fahrten, ohne Einschränkungen in der Dynamik, abzubilden. [Beidl, C.: Evolution in einem revolutionären Umfeld, MTZ Artikel 06/2014] Es bleiben jedoch Einflüsse in der Realfahrt, die auf den Prüfständen nur bedingt und unter großem Aufwand oder gar nicht implementiert werden können. Hierzu zählen z. B. Wind- und Wettereinflüsse. Abbildung 4 zeigt das Aufeinanderliegen der unterschiedlichen Messwertverläufe und damit die hohe Güte der Übertragbarkeit einer Realfahrt auf einen entsprechend ausgeführten Rollenprüfstand. Die Abbildung von Realfahrten auf dem Prüfstand befindet sich aktuell in der Entwicklungsphase und bietet ein hohes Potenzial für die Zukunft. Der große Vorteil ist die damit gegebene Reproduzierbarkeit und Quantifizierbarkeit der Testergebnisse.

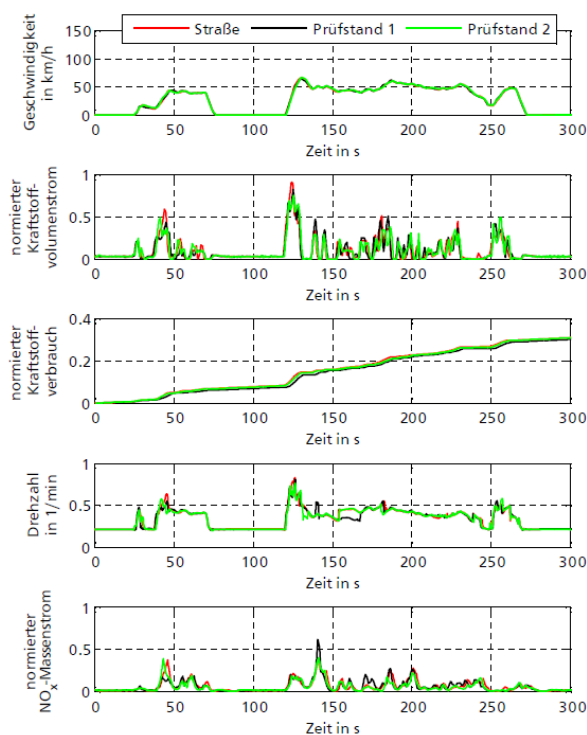


Abbildung 4: Vergleich Straßenmessung/Rollenprüfstandsmessung (inkl. Wiederholungsmessung) [Dissertation Till Weber/ 2016]

Aus technischer Sicht generell wünschenswert und seit Jahren angestrebt ist eine **weltweite Harmonisierung von Prüfprozeduren**. Eine große Herausforderung dafür stellen die unterschiedlichen Randbedingungen der Länder dar. So ergeben sich stark unterschiedliche Fahrprofile je nach Einsatzort der Kraftfahrzeuge. Während in mitteleuropäischen Regionen Durchschnittsgeschwindigkeiten >100 km/h erreicht werden, zeigen sich z. B. in asiatischen Regionen nur wesentlich geringere Fahrzeuggeschwindigkeiten (siehe Abbildung 5). [Tutuianu et al.: Development of the Worldwide harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) and a possible pathway for its introduction in the European legislation, 2015] Eine weitere Herausforderung für die Verwendung einer einheitlichen Zertifizierungsprozedur mit weltweit gleichen Grenzwerten ergibt sich aus den stark unterschiedlichen Kraftstoffqualitäten, die direkten Einfluss auf das Emissionsniveau und die Abgasnachbehandlung nehmen.

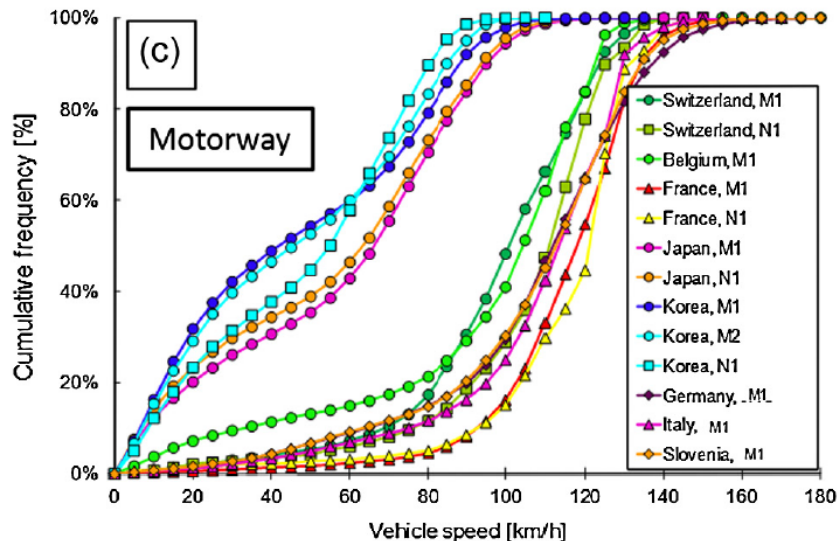


Abbildung 5: Geschwindigkeitsverteilung verschiedener Länder weltweit [Tutuianu et al.: Development of the Worldwide harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) and a possible pathway for its introduction in the European legislation, 2015]

So können beispielhaft durch ungenügende Kraftstoffqualität vermehrt Schadstoffe oder Partikel emittiert werden, als auch durch Schwefelanteile die Abgasnachbehandlung dauerhaft geschädigt werden. Einen Überblick über die aktuelle Situation der Schwefelanteil im Dieseldkraftstoff ist in Abbildung 6 verdeutlicht. Die Harmonisierung der Kraftstoffqualitäten kann als Voraussetzung für die Harmonisierung der Grenzwerte gesehen werden. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die RDE-Prozedur ein hohes Potenzial für eine weltweite Harmonisierung hat, da hier das länderspezifische Fahrverhalten durch die Messung auf der Straße somit per se enthalten ist. Europa könnte hier Vorreiter werden.

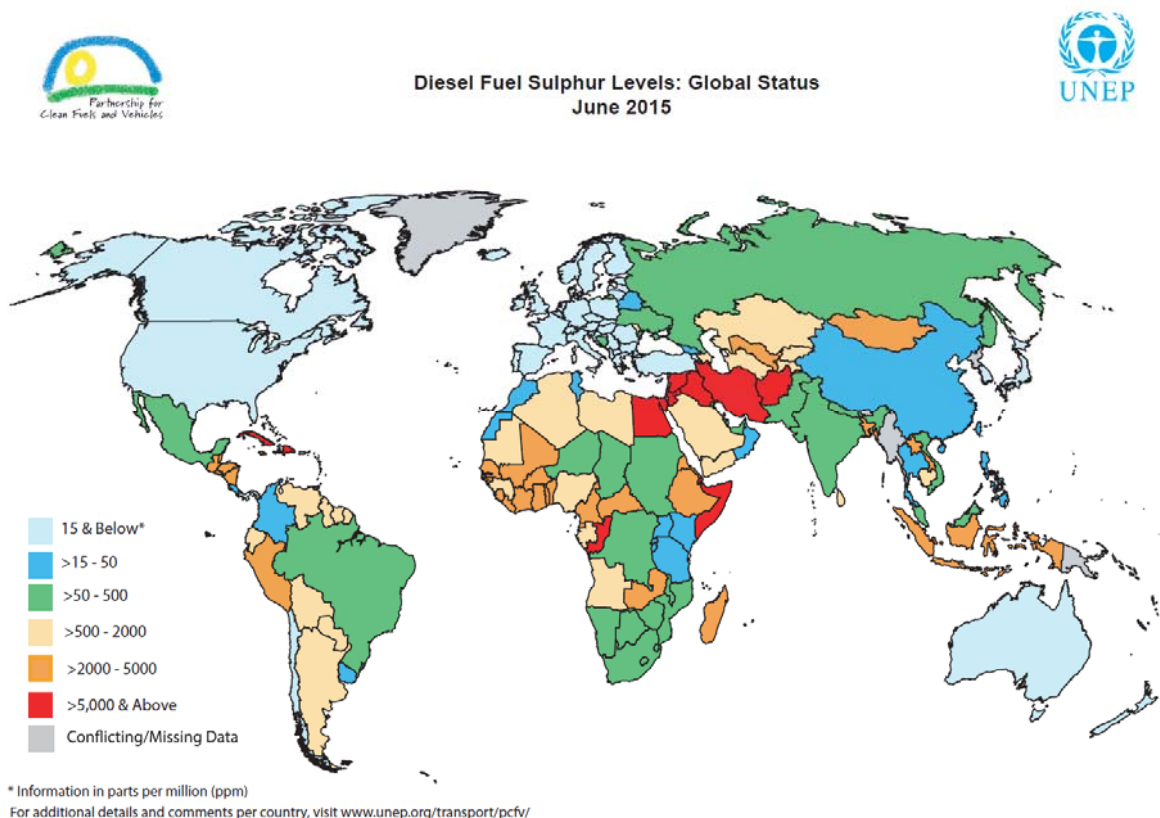


Abbildung 6: Schwefelanteil im Dieseldkraftstoff weltweit [United Nations Environment Programme, Diesel Fuel Sulphur Levels: Global Status June 2015, 2015]