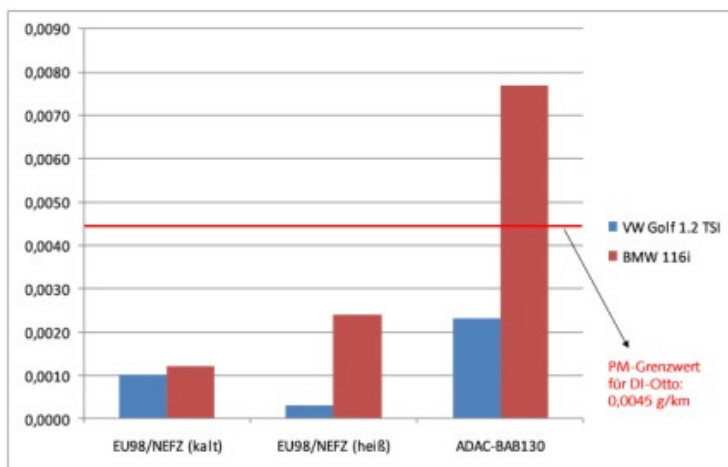


Partikelausstoß von Fahrzeugen mit direkteinspritzenden Ottomotoren

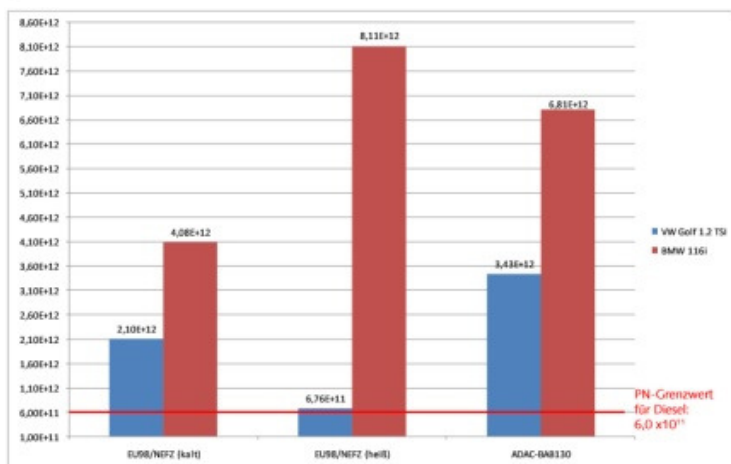
Grundlagen

Bisher waren Partikelemissionen aus Motoren vorwiegend ein Problem bei Dieselfahrzeugen. Grenzwerte zur Reduzierung der Partikelmasse traten bereits mit Euro 1 in Kraft. Sukzessive wurden seitdem die Grenzwerte für die zulässige Partikelmasse mit jeder neuen Euro-Stufe reduziert. Mit Euro 5 ist seit dem 1.01.2011 der Grenzwert auf 5 mg/km begrenzt. Dieser Wert kann nur mithilfe eines geschlossenen Partikelfilters eingehalten werden. Aufgrund eines überarbeiteten Messverfahrens wurde der Partikelmassewert (PM) sowohl für Otto- als auch Diesel-Pkw ab 1.9.2011 auf 4,5 mg/km gesenkt (Euro 5b). Zusätzlich gilt für Diesel-Pkw ab diesem Datum auch ein Grenzwert für die Partikelanzahl (PN).

Konventionelle Ottomotoren emittieren so gut wie keine Partikel. Allerdings hat sich gezeigt, dass bei der Verbrennung in direkteinspritzenden Ottomotoren verstärkt ultrafeine Partikel entstehen. Problematisch ist hier jedoch nicht die Partikelmasse sondern die Partikelanzahl. Diese liegt bei direkteinspritzenden Ottomotoren um den Faktor 3 bis 10 über dem Niveau von Dieselmotoren mit Partikelfilter¹. Tests im Auftrag von VCD und DUH zeigen, dass die Partikelmasse direkteinspritzender Ottomotoren relativ unproblematisch ist (ausgenommen der getestete BMW im Autobahnzyklus). Bei der Partikelanzahl konnten aber beide Testfahrzeuge den bereits gültigen Dieseltrennwert nicht einhalten, überschritten diesen zum Teil sogar um mehr als das zehnfache. Aus diesem Grund ist ein Grenzwert für die Partikelanzahl auch bei direkteinspritzenden Benzinern unumgänglich.



Testergebnisse VCD/DUH:
Partikelmasse (PM) von zwei Benzin-Direkteinspritzern in unterschiedlichen Fahrzyklen



Testergebnisse VCD/DUH:
Partikelanzahl (PN) von zwei Benzin-Direkteinspritzern in unterschiedlichen Fahrzyklen

¹ Quelle: Reduzierung der Partikelzahl durch applikative Maßnahmen; MTZ 11/2010, S.783

Entstehung und Wirkung der Partikel aus DI-Ottomotoren

Grundsätzlich entstehen Partikel bei einer unvollständigen Verbrennung und einer mangelhaften Kraftstoff-Luft-Gemischbildung². Dabei ist eine der Hauptursachen die unzureichende Kraftstoffzerstäubung und infolge derer die Benetzung bzw. Tropfenbildung an den kalten Brennraumwänden.

Die Reduzierung der Emissionen ultrafeiner Partikel aus direkteinspritzenden Ottomotoren ist vor allem hinsichtlich der negativen Gesundheitsauswirkungen relevant. Als ultrafeine Partikel werden Partikel mit einer Größe $<0,1\mu\text{m}$ (Nanopartikel) bezeichnet. Partikel dieser Größe sind extrem lungengängig und beeinträchtigen die Lungenfunktion, das Herz-Kreislaufsystem und führen zu Einschränkungen der Leistungsfähigkeit. Laut Umweltbundesamt sind die negativen Auswirkungen von Partikel umso größer, je kleiner sie werden. Mehrere Untersuchungen bestätigen mittlerweile die negativen Effekte von ultrafeinen Partikeln auf die menschliche Gesundheit³. So fordert Prof. Dr. Wichmann vom Institut für Epidemiologie des Helmholtz-Zentrums München, dass aus gesundheitlicher Sicht die Partikelemissionen von DI-Ottofahrzeugen genauso streng behandelt werden müssen wie die von Dieselfahrzeugen.

Allein 2010 wurden deutschlandweit etwas mehr als 400.000 Pkw mit direkteinspritzenden Ottomotoren zugelassen. Da durch die Direkteinspritzung der Verbrauch und damit die CO₂-Emissionen deutlich gesenkt werden können, ist zukünftig mit einem steigenden Anteil von solchen Fahrzeugen und somit der Zunahme der Emissionen von ultrafeinen Partikeln zu rechnen. Gerade die deutschen Hersteller, die einen Großteil der Fahrzeugzulassungen ausmachen, setzen auf die neue Technologie.

Möglichkeiten zur Reduzierung der Partikelemissionen

Um Partikel aus DI-Motoren zu reduzieren, stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Mittels eines dem Verbrennungsvorgang nachgelagerten Partikelfilters können die entsprechenden Abgasbestandteile herausgefiltert werden. Untersuchungen⁴ belegen, dass die Verwendung eines Partikelfilter (PF oder GPF – Gasoline Particulate Filter) relativ einfach zu den erwünschten Ergebnissen führt. Bei dem Testwagen waren keine weiteren Änderungen an der Abgasanlage, vor allem dem Drei-Wege-Katalysator notwendig. Zudem führte der GPF im NEFZ zu keinen Mehrverbräuchen. Lediglich bei einer Geschwindigkeit von mehr als 180 km/h kam es zu einem leichten Kraftstoffanstieg von 2-3% im Vergleich zum Referenzfahrzeug ohne GPF. Da die Technik der Partikelfilter für DI-Ottomotoren jedoch relativ neu und somit nicht vollständig ausgereift ist, bleiben noch einige Probleme zu lösen. So bestehen noch offene Fragen bezüglich der Einsatzfähigkeit des Filtersystems bei Kurzstrecken und kalter Umgebung, der Selbstreinigungsfähigkeit des Filters (Verbrennung der Partikelrückstände) und der Einlagerungsmöglichkeit der Ascherückstände im Abgassystem.

Eine zweite Möglichkeit zur Reduzierung der Partikelanzahl bilden innermotorische Verbesserungen. Dabei wird mittels verschiedener Techniken versucht, den Verbrennungsvorgang zu optimieren und so schon der Entstehung von Partikeln vorzubeugen. Als wichtigste Ansatzpunkte werden dabei von der Automobil- und Zulieferindustrie unter anderem die optimierte Gemischaufbereitung, das brennverfahrensoptimierte Strahlbild, die Erhöhung des Einspritzdruckes und die Aufteilung

² Quelle: Partikelreduktion-Neue Herausforderungen für Ottomotoren mit Direkteinspritzung; MTZ 11/2010, S.777

³ Brüske-Hohlfeld, Peters, Wichmann: Epidemiologie von ultrafeinen Partikeln; In: Experten-Workshop „Verkehrsbedingte Feinstäube in der Stadt“; Umweltbundesamt 2006

⁴ vgl: Dow Automotive Systems: Studie zur Partikelfilterapplikation an einem modernen homogenen turboaufgeladenen 2L DI-Ottomotor; RICARDO UK Ltd.: GDI Particles – Legislation, Current Levels and Control

der Einspritzmenge auf mehrere Einspritzvorgänge pro Zündtakt (Mehrfacheinspritzung) angesehen. Letzteres Verfahren wird allerdings als relativ teuer eingeschätzt. Zudem ist nicht sicher, wie das Emissionsverhalten außerhalb des Fahrzyklus aussieht.

Aktueller Stand

Im Dezember 2011 hat der technische Ausschuss für Kraftfahrzeuge (TCMV) im Rahmen des Komitologieverfahrens des United Nation Economic Council for Europe (UNECE) einen Grenzwert für die Partikelanzahl von direkteinspritzenden Ottomotoren beschlossen. Demnach müssen diese Fahrzeuge ab Euro 6 (2014) nicht, wie von VCD und anderen Umweltorganisationen gefordert, denselben Wert einhalten wie Dieselfahrzeuge ($PN=10 \times 6^{11}$), sondern dürfen 10-mal mehr Partikel ausstoßen ($PN\text{-Grenzwert}=10 \times 6^{12}$). Erst ab 2017 gilt für sie derselbe Partikelanzahlgrenzwert. Bis dahin stellen DI-Ottofahrzeuge hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung durch Partikel ein wesentlich größeres Risiko dar als Dieselfahrzeuge. Es steht zu befürchten, dass die aus Effizienzgründen ausdrücklich zu begrüßende Technologie der Direkteinspritzung bei Benzinfahrzeugen durch diese Entscheidung in Misskredit gebracht wird. Die Entscheidung in Brüssel ist auch dahingehend nicht nachvollziehbar, als dass die Automobilindustrie von der Problematik seit mehreren Jahren gewusst hat und sich auf entsprechende Regelungen hätte einstellen können. Die erfolgreiche Verzögerungstaktik, die in diesem Fall vor allem von den Nicht-Deutschen Automobilherstellern befeuert wurde, erfolgte unter der Unterstellung, dass ein ambitionierter Grenzwert zu unverhältnismäßigen finanziellen Belastungen für die Kunden führen würde. Schätzungen des International Council on Clean Transportation (ICCT), einem Zusammenschluss der wichtigsten internationalen Verkehrsexperten, gehen dagegen lediglich von zusätzlichen Kosten zwischen 40 und 140 € pro Fahrzeug aus.

VCD-Position

Der Verkehrsclub Deutschland lehnt die in Genf getroffene und noch durch das EU-Parlament zu bestätigende Regelung ab und fordert weiterhin einen identischen Grenzwert der Partikelanzahl von Diesel- und direkteinspritzenden Benzinfahrzeugen ab 2014. Da jedoch mit einer entsprechenden Entscheidung durch das EU-Parlament nicht zu rechnen ist, setzt sich der VCD dafür ein, die Automobilhersteller schon vor 2017 auf freiwilliger Basis für den ambitionierteren PN -Grenzwert gewinnen zu können. In der VCD Auto-Umweltliste wurden bereits 2011 Fahrzeuge mit Benzin-Direkteinspritzung durch einen Punktabzug in der Bewertungskategorie „Belastung des Menschen durch Schadstoffe“ bestraft. Da der VCD die gesundheitlichen Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs als sehr wichtig erachtet, wird das Bewertungsverfahren dahingehend in den kommenden Jahren weiter verschärft werden. Der Verkehrsclub Deutschland wird auch außerhalb der Auto-Umweltliste auf die Nachteile der Direkteinspritzung aufmerksam machen und die Menschen in Deutschland über die gesundheitlichen Risiken informieren. Die deutschen Autobauer, die europaweit gesehen am stärksten auf die Direkteinspritzung bei Benzinern setzen (z.B. betrug 2010 der Anteil der Otto-DI an allen Benzinern bei VW 43 Prozent, bei Audi 81 Prozent und bei BMW sogar 85 Prozent) haben nun die Chance, durch ein frühzeitiges Einhalten des strengeren Grenzwertes die Umweltbilanz ihrer Fahrzeugflotte zu stärken und somit die Glaubwürdigkeit gegenüber ihren Kunden zu festigen.