

Partikelemissionen: Ottomotoren haben noch Verbesserungspotential

Inhalt

Testprozeduren: Green NCAP und ADAC Ecotest	1
Partikelemissionen von Diesel- und Ottomotor im Vergleich	2
Partikelemissionen von Ottomotoren mit Direkt- und Saugrohr-einspritzung im Vergleich	2
Ultrafeinstaubpartikel kleiner als 23 nm	4
Fazit	4

Die Diskussionen um den Verbrennungsmotor reißen nicht ab. Eine Verschärfung der Emissionsgrenzwerte im Rahmen der zukünftigen Euro7-Abgasnorm bis hin zum Verbot des Verbrennungsmotors stehen dabei im Raum. Doch wie sauber sind aktuelle Benziner- und Dieselmotoren hinsichtlich ihrer **Partikelemissionen** wirklich? Der ADAC zeigt aktuelle Ergebnisse aus Green NCAP und dem ADAC Ecotest.

Testprozeduren: Green NCAP und ADAC Ecotest

Green NCAP

Die bei Green NCAP durchgeführten Testprozeduren teilen sich auf in einen Teil mit **Abgasmessungen im Labor** und einen Teil mit **Abgasmessungen auf der Straße** (RDE, Real Driving Emissions).

Die Testprozedur basiert auf dem aktuellen Abgasmessverfahren WLTP (Worldwide harmonized Light-Duty Test Procedure) und dessen neuen Prüfzyklus WLTC (Worldwide harmonized Light Duty Test Cycle), im Falle von Green NCAP WLTC+ genannt. Das „+“ soll dabei symbolisieren, dass die **Tests über die gesetzlichen Anforderungen im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens hinausgehen**. Denn im Gegensatz zum Typgenehmigungsverfahren werden die Messungen bei niedrigerer Umgebungstemperatur durchgeführt (14 °C statt 23 °C). Besonders der vom ADAC Ecotest in die Green NCAP Prozedur übernommene Autobahnzyklus BAB130 verlangt mit seinen Vollastbeschleunigungen der Abgasnachbehandlung der Fahrzeuge Höchstleistungen ab. Zusätzlich wird ein WLTC-Zyklus bei -7 °C gefahren – eine besondere Herausforderung, hier trennt sich die Spreu vom Weizen. Nur Fahrzeuge mit einer äußerst robusten Abgasnachbehandlung haben eine Chance diesen Test zu bestehen.

Auch die Straßenmessungen mit der mobilen Abgasmessanlage (PEMS+) **gehen über die gesetzlichen Anforderungen hinaus**. So werden hohe Zuladung sowie eine sportliche Fahrweise ebenso ins Testportfolio übernommen wie eine besonders effizient gefahrene Runde. Hinzu kommt eine zusätzliche simulierte Staufahrt mit vielen Stopp&Go-Phasen, typisch für den dichten Stadtverkehr.

Um sicherstellen zu können, dass Fahrzeuge bzw. deren Abgasnachbehandlung **wirklich in jedem Betriebspunkt sauber arbeiten**, ist es ein Ziel von Green NCAP, möglichst viele Lastpunkte des Motorkennfelds bei Abgasmessungen abzudecken. Hierzu wird eine entsprechende Vollastkurve der jeweiligen Antriebseinheit ermittelt.

Ausführliche Informationen zu Green NCAP unter www.adac.de/greenncap.

ADAC Ecotest

Auch der ADAC Ecotest geht **über die Anforderungen im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens hinaus**. Die Messungen erfolgen im aktuellen Zulassungszyklus WLTC (Worldwide harmonized Light-Duty Vehicles Test Cycle) Version 5.3 sowie im ADAC Autobahnzyklus. Der WLTC wird als Kaltstart sowie mit warmem Motor durchgeführt. In allen drei Fahrzyklen wird mit Tagfahrlicht (oder alternativ Abblendlicht), eingeschalteter Klimaanlage und einer Zuladung von 200 kg gefahren.

Fahrzeuge, die auf dem Prüfstand **mindestens 4 Ecotest-Sterne** erreichen, werden einer **zusätzlichen Messungen im Straßenbetrieb (RDE-Messung)** unterzogen, um zu überprüfen, ob das Fahrzeug auch unter realitätsnahen Bedingungen auf der Straße genauso sauber ist wie im Labor.

Ausführliche Informationen zum ADAC Ecotest unter www.adac.de/ecotest.

Partikelemissionen von Diesel- und Ottomotor im Vergleich

Im Rahmen des europäischen Förderprojekts „Green Vehicle Index“ wurde in Green NCAP unter anderem das **Abgasverhalten der in Europa 25 meistverkauften Modelle mit Ottomotor (davon zwei mit CNG-Antrieb) sowie 17 Modelle mit Dieselmotor unterschiedlicher Marken und in unterschiedlichen Fahrzeugsegmenten ausführlich unter die Lupe genommen**, allesamt nach aktueller Abgasnorm Euro 6d bzw. Euro 6d-TEMP zugelassen. Die ermittelten **Ergebnisse sind also repräsentativ für die seit 2018 in Europa zugelassenen Neufahrzeuge**.

Die **Tests zeigen, dass die durchschnittliche Partikelzahl (PN) über alle Modelle mit Ottomotor nicht nur bei 14 °C mit kaltem bzw. betriebswarmen Motor, sondern auch mit Kaltstart bei -7 °C sowie im Autobahnzyklus deutlich unter dem aktuellen Euro 6 PN-Grenzwert von 6,0 *10¹¹ 1/km liegen**.

Die **Ergebnisse der Straßentest bestätigen die Ergebnisse**.

Ein vergleichbares Bild zeigen auch die Ergebnisse des ADAC Ecotest, in dem insgesamt 136 Modelle mit Ottomotor (davon zwei mit CNG-Antrieb) sowie 106 Modelle mit Dieselmotor der Abgasnorm Euro 6d bzw. Euro 6d-TEMP gemessen wurde.

Allerdings wird deutlich, dass **in allen Tests die durchschnittliche Partikelzahl der gemessenen Modelle mit Ottomotor deutlich höher sind als die durchschnittliche Partikelzahl der gemessenen Modelle mit Dieselmotor (mit Partikelfilter)**, wenngleich die Emissionen der Modelle mit Ottomotor insgesamt wesentlich unter den Emissionen von früheren Dieseln ohne Partikelfilter liegen.

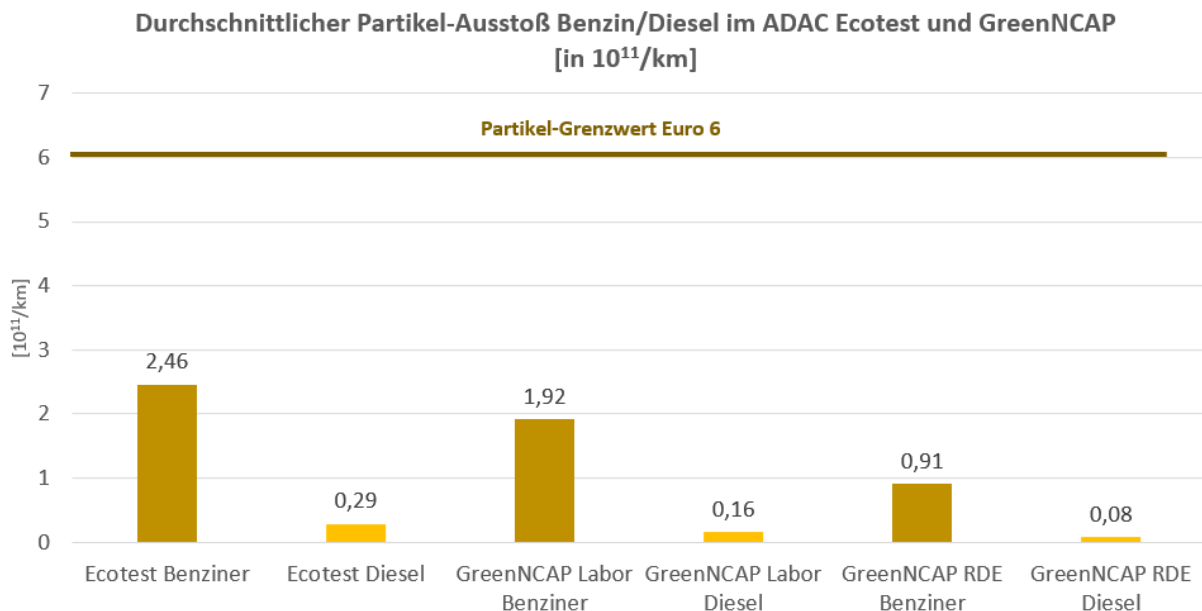


Abbildung 1: Durchschnittlicher PN-Ausstoß – Diesel- und Ottomotoren im Vergleich (Quelle: ADAC Ecotest, Green NCAP)

Partikelemissionen von Ottomotoren mit Direkt- und Saugrohrspritzung im Vergleich

Die aktuelle Pkw-Abgasgesetzgebung schreibt einen Partikelmasse- (PM) und Partikelzahl-Grenzwert (PN) nur für Dieselmotoren sowie für Ottomotoren mit Direkteinspritzung vor. **Für Ottomotoren mit Saugrohreinspritzung gelten die Grenzwerte nicht**.

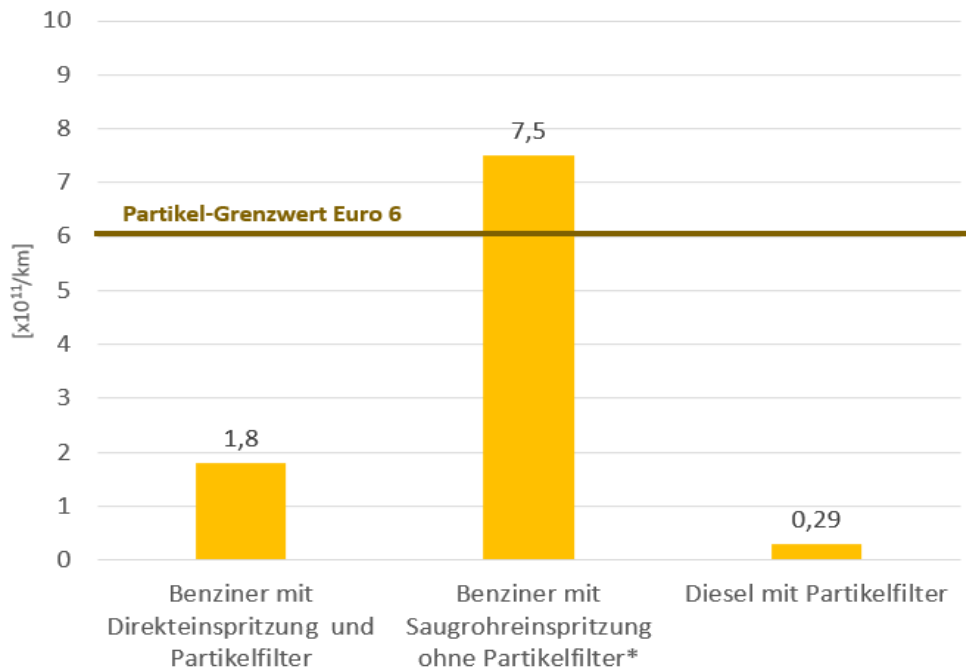
Im Rahmen des ADAC Ecotest fallen immer wieder Fahrzeugmodelle mit diesen Motoren hinsichtlich ihres deutlich erhöhten Partikelausstoßes auf.

Aktuelle Auswertungen der Messergebnisse von insgesamt 136 Modellen mit Ottomotor (davon zwei mit CNG-Antrieb) der Abgasnorm Euro 6d bzw. Euro 6d-TEMP zeigen, dass die durchschnittliche Partikelzahl (PN) über alle Modelle mit Otto-Direkteinspritzermotoren (120 Modelle) deutlich niedriger ist als bei den Modellen mit Saugrohreinspritzung (16 Modelle). **Insbesondere Otto-Direkteinspritzermotoren mit Partikelfilter (107 Modelle) schneiden hier besonders gut ab**.

Allerdings wird deutlich, dass die **durchschnittliche Partikelzahl der gemessenen Modelle mit Ottomotor noch deutlich höher ist als die durchschnittliche Partikelzahl der gemessenen Modelle mit**

Dieselmotor. Die Partikelemissionen der Dieselfahrzeuge liegen durchweg auf niedrigem Niveau, auch unter anspruchsvollen Bedingungen steigen sie nicht übermäßig an.

Durchschnittlicher Partikel-Ausstoß ADAC Ecotest [in $10^{11}/\text{km}$]



* Für Benziner ohne Direkteinspritzung gibt es aktuell keinen Partikelgrenzwert

Abbildung 2: Durchschnittlicher PN-Ausstoß – Direkteinspritzer-Ottomotoren mit Partikelfilter, Saugrohreinspritzer ohne Partikelfilter und Dieselmotoren (Quelle: ADAC Ecotest)

Die Detailergebnisse aller Benziner mit Saugrohreinspritzung ohne Partikelfilter (15 Modelle) sind in Abbildung 3 dargestellt.

Partikel-Ausstoß ADAC Ecotest Benziner mit Saugrohreinspritzung ohne Partikelfilter [in $10^{11}/\text{km}$]

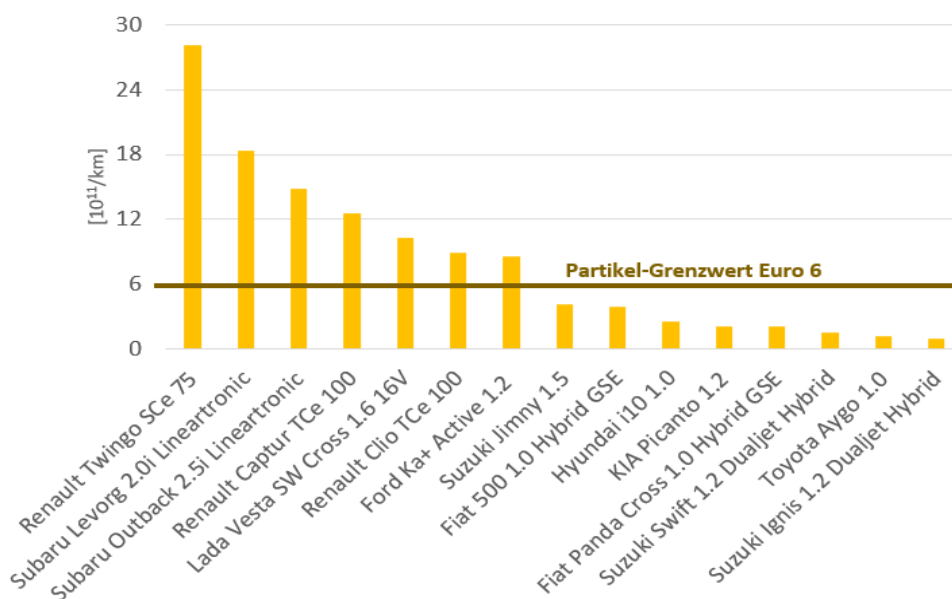


Abbildung 3: Durchschnittlicher PN-Ausstoß Benziner mit Saugrohreinspritzung ohne Partikelfilter (Quelle: ADAC Ecotest)

Auffälligkeiten zeigen hier insbesondere die Modelle von Renault (Twingo S Ce 75, Captur T Ce 100, Clio T Ce 100), Subaru (Levorg 2.0i, Outback 2.5i), Lada (Vesta 1.6) und Ford (Ka+ 1.2).

Ultrafeinstaubpartikel kleiner als 23 nm

Rußpartikel, die im Verbrennungsmotor entstehen, weisen eine Größe von weniger als 10 nm bis einige Hundert nm auf. **Die aktuelle Pkw-Abgasgesetzgebung bezieht sich auf Feinstaubpartikel ab einer Größe von 23 nm.**

Im Rahmen von Green NCAP wurde **Messungen von Ultrafeinstaubpartikel ab 10 nm** an zwölf Fahrzeugmodellen durchgeführt, zwei Dieselmotoren, zwei Erdgasmodelle sowie je vier Benzinermodelle mit bzw. ohne Partikelfilter.

Die aktuellen Auswertungen zeigen, dass alle Motorvarianten höhere Partikelemissionen aufweisen, wenn Ultrafeinstaubpartikel ab 10 nm berücksichtigt werden. **Besonders auffällig sind hier Benziner ohne Partikelfilter.**

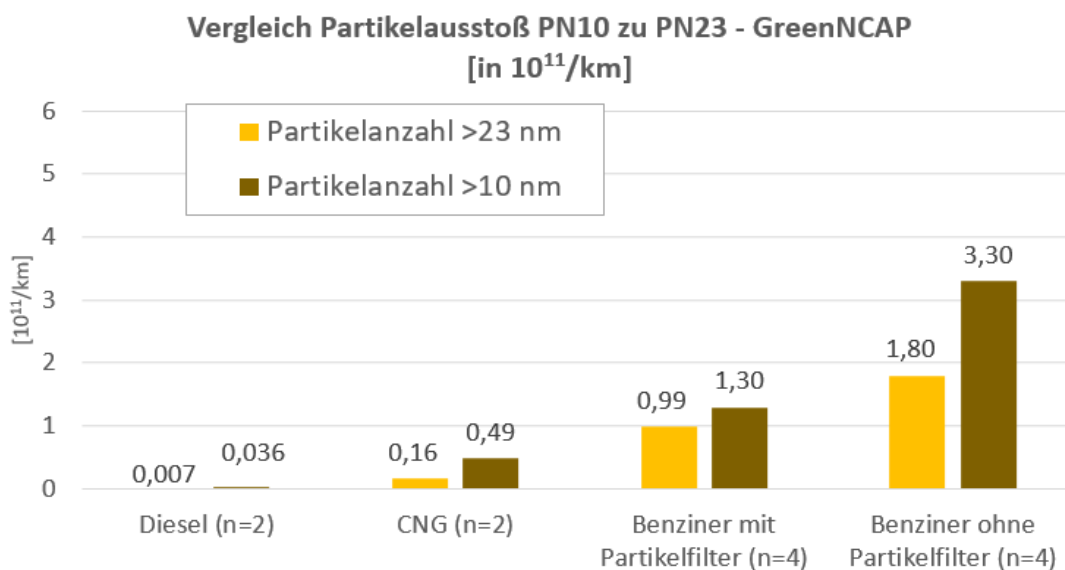


Abbildung 4: Vergleich durchschnittlicher PN-Ausstoß PN10 zu PN23 (Quelle: Green NCAP)

Fazit

Die aktuellen Messergebnisse zeigen, dass **Diesel-Pkw mit modernster Abgastechnik sehr geringe Partikelemissionen** über den gesamten Einsatzbereich aufweisen können und bereits deutlich unter dem aktuellen Euro 6 Grenzwert liegen.

Ottomotoren weisen dagegen noch ein deutliches Verbesserungspotential auf, insbesondere Ottomotoren mit Saugrohreinspritzung.

Der ADAC steht einer Überarbeitung der Verordnungen hinsichtlich der Verringerung der Schadstoffemissionen von Straßenfahrzeugen (Euro 7) offen gegenüber. Die **Fortschreibung der Regelwerke zur Luftqualität (immissionsseitig) und zu Abgasstandards (emissionsseitig) muss jedoch besser als in der Vergangenheit koordiniert werden** (Negativbeispiel Umweltzonen und Fahrverbote). Der **Grundsatz „Wirkvorschrift statt Bauvorschrift“ muss auch bei der Weiterentwicklung der Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge gelten**, sie darf nicht von vornherein darauf zielen, eine konkrete Technologie wie den Verbrennungsmotor ins Aus zu manövrieren. **Neue Grenzwerte können anspruchsvoll und im Rahmen des durchaus bestehenden Spielraums verschärft werden, sollten dabei aber technisch machbar bleiben.**

Insbesondere **technologieunabhängige identische Grenzwerte für Benzin und Diesel** gehören seit Jahrzehnten zu den grundlegenden Forderungen des ADAC. In diesem Zusammenhang wird vor allem die **Ausweitung des Geltungsbereichs des Partikelmasse- (PM) und Partikelzahl-Grenzwertes (PN) auf Ottomotoren mit Saugrohreinspritzung empfohlen.**

Darüber hinaus soll der Partikelzahl-Grenzwert (PN) ein möglichst breites Größenspektrum der motorischen Partikelemissionen abdecken. Rußpartikel, die im Verbrennungsmotor entstehen, weisen eine Größe von weniger als 10 nm bis einige Hundert nm auf. Die aktuelle Pkw-Abgasgesetzgebung bezieht sich auf Feinstaubpartikel ab einer Größe von 23 nm.

Herausgeber/Impressum

ADAC e.V.
Test und Technik
81360 München
E-Mail tet@adac.de
www.adac.de