

Schadstoffminderung

Definition Katalysator:

Ein Katalysator ist ein Stoff, der eine chemische Reaktion hervorruft oder beschleunigt, ohne sich dabei selbst zu verbrauchen.

Reduktion/Oxidation am Beispiel des 3-Wege-Katalysators:

3 Wege = 3 Schadstoffe werden in Nicht-Schadstoffe umgewandelt:

1x **Reduktion**, d.h., Sauerstoff wird frei:

NO_x wird zu N_2 reduziert

2x **Oxidation**, d.h., Sauerstoff wird verbraucht:

CO wird zu CO_2 oxidiert

HC wird zu H_2O und CO_2 oxidiert

Aufgrund des hohen Luftüberschusses beim Dieselmotor (und bei Mager-Mix-Motoren) macht der Einsatz des 3-Wege-Katalysators keinen Sinn.

Katalysatoren und Filter bei Diesel-Motoren:

Der Oxidationskatalysator (2-Wege-Katalysator):

Aufgrund des hohen Luftüberschusses beim Diesel kann der Restsauerstoff im Abgas zur Oxidation von HC und CO genutzt werden (siehe oben). Eine Reduktion der Stickoxide ist aufgrund des hohen Restsauerstoffgehalts nur in geringem Maße möglich.

Optimale Betriebstemperatur: 250 ... 350°C

Wirkungsgrad: 70-80%

Bei heutigen Dieselfahrzeugen so gut wie überall verbaut, da in der Regel auch jedem Partikelfilter, NO_x -Speicherkatalysator oder SCR-Katalysator ein Oxidationskatalysator vorgeschaltet ist.

Auch zur Nachrüstung bei alten Dieselfahrzeugen ohne Katalysator eine sinnvolle Investition (einmalige Kosten ca.150€, jährliche Steuerersparnis bis zu 350€, in der Regel Verbesserung um eine Euro-Norm!).

Der Diesel-Partikelfilter (DPF):

Hierbei unterscheidet man zwischen **Haupt-/Vollstromfiltern** (geschlossene Systeme) und **Nebenstromfiltern** (offene Systeme).

Hauptstromfilter: 100% der Abgase werden in den Filter eingeleitet. Sie sind i.d.R. ab Werk verbaut und erfordern einen Eingriff ins Motormanagement. Die zunehmende Beladung des Filters wird durch den Differenzdrucksensor

überwacht und das Steuergerät kann bestimmte Maßnahmen einleiten, um die nötige Filterregeneration zu unterstützen (Nacheinspritzung, Abschalten AGR, Erhöhung Drehmoment...). Um die Partikel zu CO₂ verbrennen zu können, muss die Abgastemperatur auf ca. 550-600°C erhöht werden. Gleichzeitig sollte aber auch der Fahrer regelmäßig in entsprechendem Fahrprofil fahren (i.d.R. Teillast auf Autobahn oder Landstasse). Manche Hersteller verlangen auch eine Regeneration in der Werkstatt mit anschließendem Rücksetzen des Fehlerspeichers. Vor dem Kauf eines Diesels mit DPF empfiehlt es sich daher, sich vorher das entsprechende Kapitel im Bediener-Handbuch anzuschauen. Zugesetzte Filter, die auf ein falsches Fahrverhalten (nur Kurzstrecke) zurückzuführen sind, fallen nicht mehr in die Gewährleistung des Herstellers!

Manche Hersteller (z.B. Peugeot, Ford, Mazda) nutzen additivgestützte DPF-Systeme. Hierbei wird dem Kraftstoff bei Betankung die entsprechende Menge eines Additivs (Eisen-Kohlenstoffverbindungen) aus einem separaten Tank beigemischt. Dieses Additiv senkt die Freibrenntemperatur der Partikel auf ca. 450°C, was die Regeneration erleichtert.

Wirkungsgrad (mit und ohne Additiv: bis zu 95% Reduzierung der Partikelmasse)

Lebensdauer: zwischen 80.000 und 240.000km

Da beim Verbrennen der Partikel immer eine gewisse Aschemenge im Filter verbleibt, schreiben die Hersteller die Nutzung von aschearmem Motoröl vor. Außerdem sollten sowohl Motoröl als auch Kraftstoff schwefelarm sein.

Nebenstromfilter:

Es handelt sich i.d.R. um Nachrüst-Partikelfilter, da hier ein Eingriff ins Motormanagement, d.h., Umprogrammierung des Steuergerätes etc... viel zu teuer wäre.

Diese Nachrüst-Filter werden entweder hinter oder an Stelle des ab Werk verbauten Oxidationskatalysators eingebaut. Hierbei sollte der Oxidationskatalysator eine Lebensdauer von 80.000km nicht überschritten haben, um noch eine optimale Wirkung zu erzielen.

Bei diesen Filtern, auch offene Systeme genannt, werden nur ca. 60-70% der Abgase in den Filter eingeleitet, der andere Teil verlässt ungefiltert den Auspuff, so dass ein Zusetzen des Filters nicht möglich ist.

Die Regeneration kann hier nur erfolgen, wenn die Bedingungen dafür günstig sind (längere Fahrten auch im Vollastbereich).

Wirkungsgrad: 60-70% Reduzierung der Partikelmasse

Der NO_x-Speicherkatalysator:

Zur Reduzierung der wegen des Luftüberschusses vermehrt auftretenden Stickoxide kann neben der Abgasrückführung ein NO_x-Speicherkatalysator verbaut werden.

Er ähnelt im Aufbau dem 3-Wege-Katalysator, ist aber wegen einer Zusatzbeschichtung (Bariumoxid oder Kaliumoxid) im Magerbetrieb in der Lage, die sonst flüchtigen NO_x für eine gewisse Zeit (60-90Sek.) zu speichern. Durch periodisches Anfetten (1-5Sek.) werden die gespeicherten Stickoxide wieder frei und mit Hilfe von HC und CO zu Stickstoff reduziert. CO und HC werden durch den freigesetzten Sauerstoff zu CO_2 und H_2O umgewandelt.

Die optimale Arbeitstemperatur liegt zwischen 250 und 500°C, hierbei können 80-90% der Stickoxide reduziert werden.

Der NO_x -Speicher-katalysator reagiert sehr empfindlich auf Schwefelanteile im Kraftstoff, da diese die Speicherfähigkeit herabsetzen (Schwefelvergiftung). Eine „Entschwefelung“ des Kats kann nur bei Abgastemperaturen über 600°C stattfinden, dies führt allerdings zu einer frühzeitigen Hochtemperaturalterung des Kats. Um die Lebensdauer also nicht unnötig herabzusetzen, sollte der Schwefelanteil im Kraftstoff unter 0,05ppm (0,05mg) liegen.

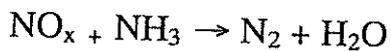
Der SCR-Katalysator (Ad-Blue):

S: selektive (ausgewählt/bevorzugt, hier : NO_x)

C: catalytic (katalytisch, Stoff, der eine chem. Reaktion hervorruft...)

R: reduction (Reduktion der Stickoxide)

Bei diesem Verfahren werden die Stickoxide mit Hilfe von Ammoniak (NH_3) an der Katalysatoroberfläche zu Stickstoff und Wasserdampf umgewandelt.



Ein SCR-System besteht aus einer Kombination aus einem Oxidationskatalysator, einer Dosiereinrichtung und dem nachgeschalteten SCR-Katalysator.

Weil Ammoniak giftig ist, dient eine 32-prozentige, wässrige Harnstofflösung als Trägermaterial (**Ad-Blue**), die an den heißen Abgasen zu Ammoniak hydrolysiert.

Durch dieses System kann der NO_x -Ausstoß um bis zu 90% reduziert werden. Gleichzeitig kann der Kraftstoffverbrauch um ca.6% und der Partikel ausstoß um bis zu 40% gesenkt werden. Dies kommt daher, dass der Motor verbrauchsoptimiert eingestellt werden kann, z.B. durch früheren Spritzbeginn. Der hierbei entstehende höhere NO_x -Ausstoß kann im SCR-Katalysator in unschädliche Bestandteile umgewandelt werden.

Der Verbrauch von Ad-Blue liegt bei etwa 3-5% des Dieserverbrauchs. Bei einer Überdosierung könnte giftiges Ammoniak in die Umwelt gelangen, deswegen wird das System durch eine Breitbandlambdasonde oder einen NO_x -Sensor überwacht. Bei neueren Systemen kann auch ein Oxidationskatalysator nachgeschaltet sein, der evtl. austretendes Ammoniak wieder in NO_x umwandelt.

