

SELEKTIVEN KATALYTISCHEN REDUKTION (SCR)



WAS IST SELEKTIVE KATALYTISCHE REDUKTION?

Die Technologie der **selektiven katalytischen Reduktion (SCR)** gibt es schon seit Jahrzehnten. Sie wurde von den Japanern in den 1970er Jahren eingeführt und kommt oftmals bei Kraftwerken, Schiffen und schweren Lastfahrzeugen zum Einsatz. Sie ist eine der kosteneffektivsten und energieeffizientesten Wege zum Abbau von Stickstoffoxid- (NO) und Stickstoffdioxid-Emissionen (NO_x).

Rußpartikel werden nicht mehr als die „schlimmsten“ Elemente in den Emissionen von Dieselfahrzeugen betrachtet. In jüngerer Zeit hat die Forschung gezeigt, dass NO_x möglicherweise verschiedene Atemwegserkrankungen verursacht oder verschlimmert.

Automobilhersteller wie Mercedes und Volkswagen setzen die SCR-Technologie seit etwa 2004 ein. Seit der Einführung der Abgasnorm Euro 6 im Jahr 2015, bei der der zulässige Stickoxid-Anteil in Abgasen um mehr als 50 % gesenkt wurden, ist die Technologie zur Verarbeitung von Emissionen aus Dieselmotoren mit einem Hubraum von mehr als 1,6 Litern zum Standard geworden.

Mithilfe der SCR-Technologie können die NO_x-Emissionen eines Fahrzeugs um bis zu **90 %** abgebaut werden, gleichzeitig können die Emissionen von Kohlenwasserstoffen (HC), Kohlenmonoxid (CO) und Feinstaub verringert werden.

WORAUS BESTEHT ES?

SCR-Katalysatorsubstrate werden normalerweise aus dem selben keramischen Wabenmaterial hergestellt wie Standardkatalysatoren für Fahrzeuge. Sie werden generell entweder mit **Oxiden** von unedlen Metallen wie z. B. Vanadium oder mit **Zeolithen** von Kupfer oder Eisen beschichtet.

Der Vorteil von Zeolith-SCR-Katalysatoren besteht darin, dass sie eine höhere thermische Beständigkeit aufweisen und sowohl bei niedrigeren Temperaturen während des Starts als auch bei den höheren Temperaturen, die typischerweise während der Regeneration auftreten, betrieben werden können. Vanadium eignet sich gut für Fahrzeuge, ist aber eher in der Industrie zu finden.

Bei frühen SCR-Systemen waren der Harnstoff-/DEF-Einspritzer und der SCR-Katalysator in der Regel anderen Emissionsminderungseinrichtungen nachgeschaltet. Immer häufiger sieht man Teile, die sowohl SCR- als auch DPF-Substrate enthalten. In einigen Fällen enthalten sie sogar nur ein einziges DPF-Substrat, das als SCR-Katalysator beschichtet ist.

Häufig wird nach dem SCR-Katalysator in der Abgasanlage noch ein Sperrkatalysator eingebaut, um jegliches verbliebenes Ammoniak zu entfernen. Dieser heißt Ammoniak-schlupf-Katalysator. Ammoniak-schlupf kann auftreten, wenn:

- Zu viel Harnstoff/DEF eingespritzt wird
- Die Temperaturen für eine Reaktion des Ammoniaks zu niedrig sind
- Der SCR-Katalysator sich zersetzt hat

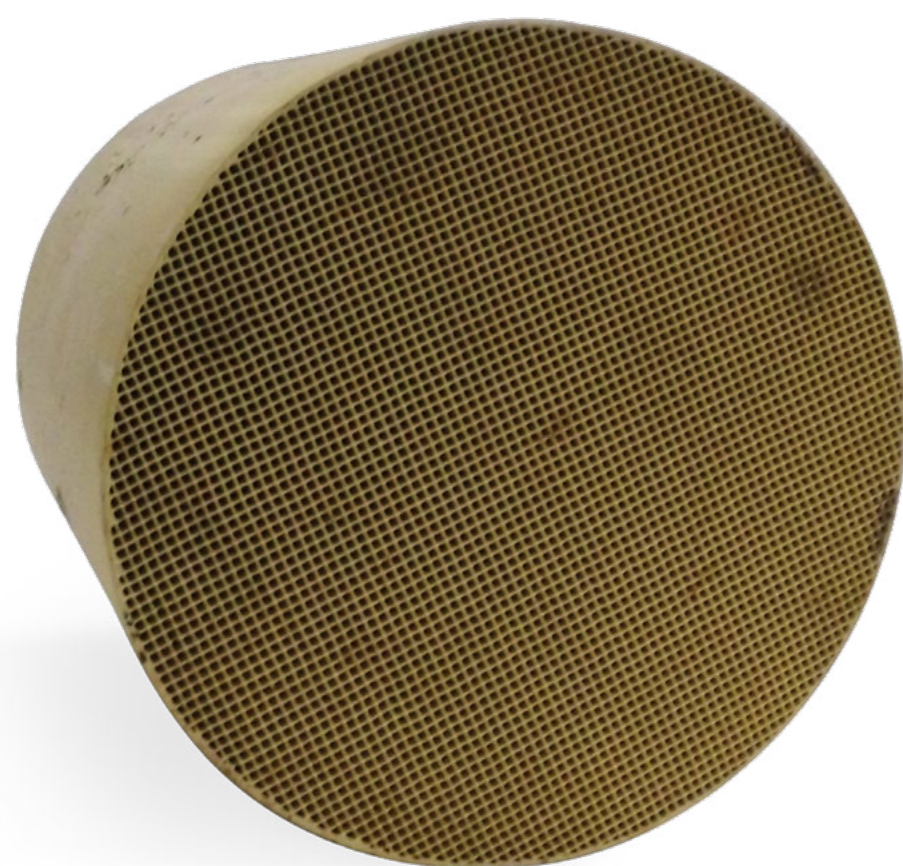


WIE FUNKTIONIERT'S?

Bei der SCR-Technologie wird ein Flüssigkeits-Reduktionsmittel durch einen speziellen Katalysator in den Abgasstrom des Fahrzeugs eingespritzt. Dieses Reduktionsmittel ist eine Automobilharnstofflösung, die zu etwa 1/3 aus Ammoniak und zu 2/3 aus Wasser besteht. Es wird gemeinhin als **Dieselabgasflüssigkeit (DEF)** bezeichnet und löst eine chemische Reaktion aus, die NO_x in folgende Bestandteile umwandelt:

Stickstoff (N) Kohlendioxid (CO₂) Wasserdampf (H₂O)

Ammoniak ist in der oxidierenden Atmosphäre von Fahrzeugabgasen hochreaktiv mit NO_x. Darum ist auch der Begriff „**selektiv**“ ein Bestandteil des Namens. Die chemische Reaktion selbst wird als „**Reduktion**“ bezeichnet und ist ebenfalls Bestandteil des Begriffs „selektive katalytische Reduktion“.



WAS IST DEF/ADBLUE?

Die gängigste Marke bei den DEF ist **AdBlue**. DEF ist für Mensch und Umwelt ungefährlich, kann aber eine leicht korrosive Wirkung auf Lacke haben, sodass ein Verschütten beim Befüllen des DEF-Tanks möglichst vermieden werden sollte.

Ein durchschnittliches Auto hat einen relativ kleinen DEF-Tank von 5–20 Litern und verbraucht ungefähr alle 800–965 Kilometer einen Liter Flüssigkeit. Der Verbrauch variiert je nach Fahrzeug und Fahrweise.

Wichtig ist, dass immer DEF vorhanden sein muss, damit das Fahrzeug ständig betriebsbereit ist. Wenn der Flüssigkeitsstand zu niedrig ist, wird der Fahrer durch eine Reihe von Lichtsignalen auf dem Armaturenbrett und Tönen darüber informiert. Ist der Tank leer oder fast leer, lässt sich das Fahrzeug nach dem Abstellen des Motors nicht mehr starten, bis der DEF nachgefüllt wurde.

Verschmutzung und Verstopfung können SCR-Systemen schaden. Kristallisierte Harnstoff-/DEF-Ablagerungen können sich bekanntermaßen auf der Oberfläche von Rohrleitungen oder auf den Substraten selbst bilden. Substrate müssen porös sein, damit sie funktionieren können. Das bedeutet aber auch, dass die Poren leicht verstopfen können. In diesem Fall muss ein SCR-Katalysator wahrscheinlich ausgetauscht werden.

DEF-KRISTALLISIERUNG

- Eine vollständige Hydrolyse ist bei zu viel DEF (Überdosierung) nicht möglich. Dies kann zu kristallisierten Harnstoffablagerungen im Auspuff oder in der Einspritzdüse führen – das DEF kann dann nicht mehr eingespritzt werden.
- Eine Überdosierung kann auf eine teilweise offene DEF-Einspritzdüse, verstopfte DEF-Leitungen oder Probleme mit der DEF-Pumpe zurückzuführen sein.
- Niedrige Temperaturen sind wahrscheinlich der Grund für eine Kristallisierung, da das Wasser im DEF verdampft. Temperaturen über 400 °C können allerdings ebenfalls zur Kristallisation führen, da sich die bei der Reaktion entstehenden Nebenprodukte des Harnstoffs zersetzen.

