

Kat.-Dieselmotor.

Konstruktion und Funktion.

Selbststudienprogramm Nr. 124.

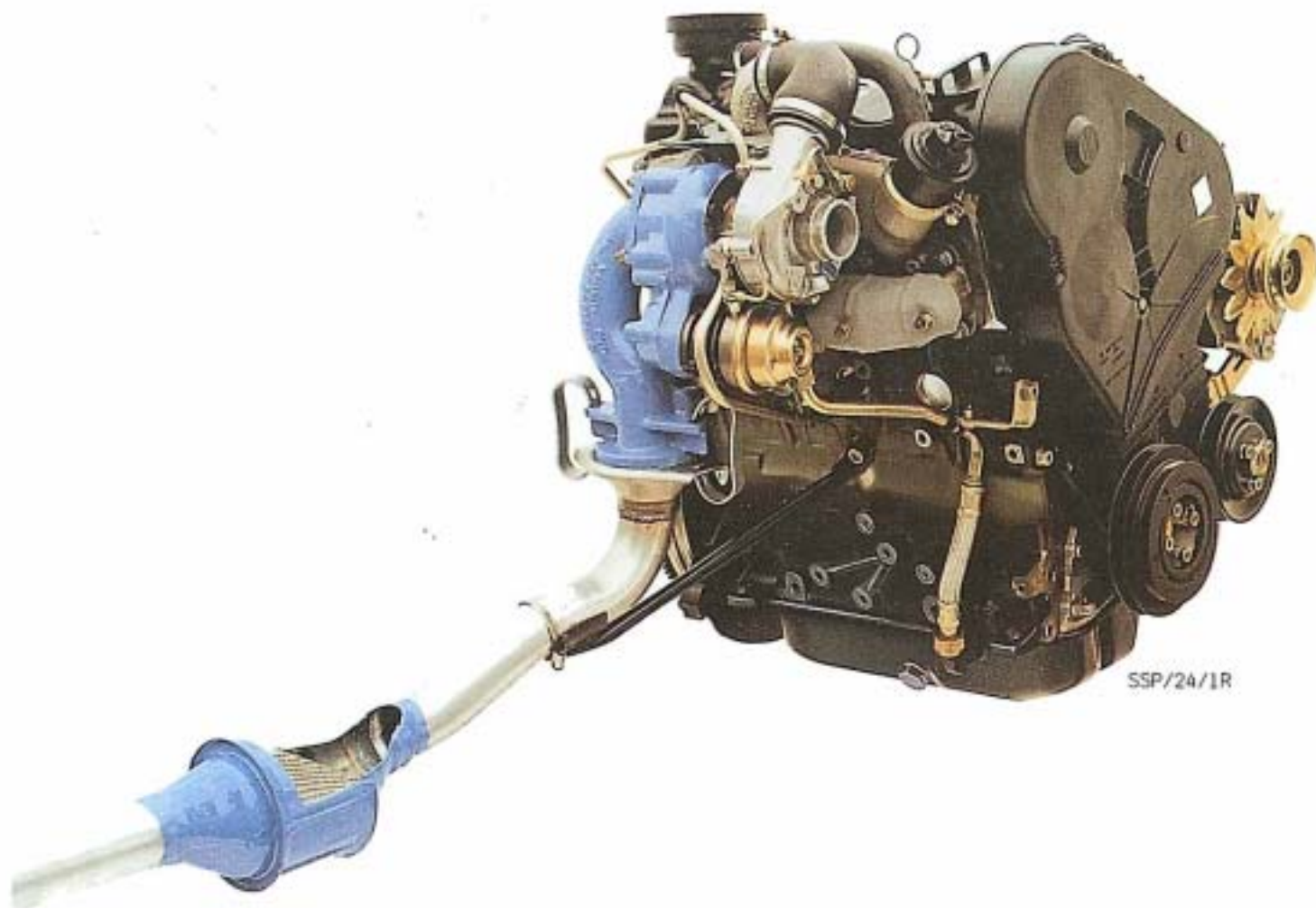
1,6 l Kat-Dieselmotor

Mit dem weiterentwickeltem Dieselmotor leistet Volkswagen einen weiteren Beitrag gegen Umweltverschmutzung und Klimaveränderung durch den befürchteten Treibhauseffekt in der Erdatmosphäre.

Diese neue Dieselvariante reduziert gegenüber den herkömmlichen Saug- und Turbodieselmotoren noch einmal deutlich den Ausstoß von:

- o Kohlendioxid (Treibhauseffekt)
- o Kohlenmonoxid (Treibhauseffekt)
- o Stickoxiden (Waldsterben und Ozonloch)
- o Partikel Emissionen (Ruß)
- o und den unangenehmen, riechenden aromatischen Kohlenwasserstoffen

Weiterhin zeichnet sich der Motor durch ein optimales Verhältnis von Kraftstoffverbrauch und Leistung sowie eine deutliche Verringerung der Geräuschemissionen aus.



SSP/24/1R

Inhalt

-  **Aufbau**
-  **Kraftstoff-Luftverhältnis**
-  **Abgasemissionen**
-  **Abgasreinigung**
-  **Brennraumoptimierung**
-  **Einspritzanlage**

Die genauen Prüf- und Reparaturanweisungen finden Sie im
Reparaturleitfaden Golf 1984 > Heft 1,6 l Dieselmotor.

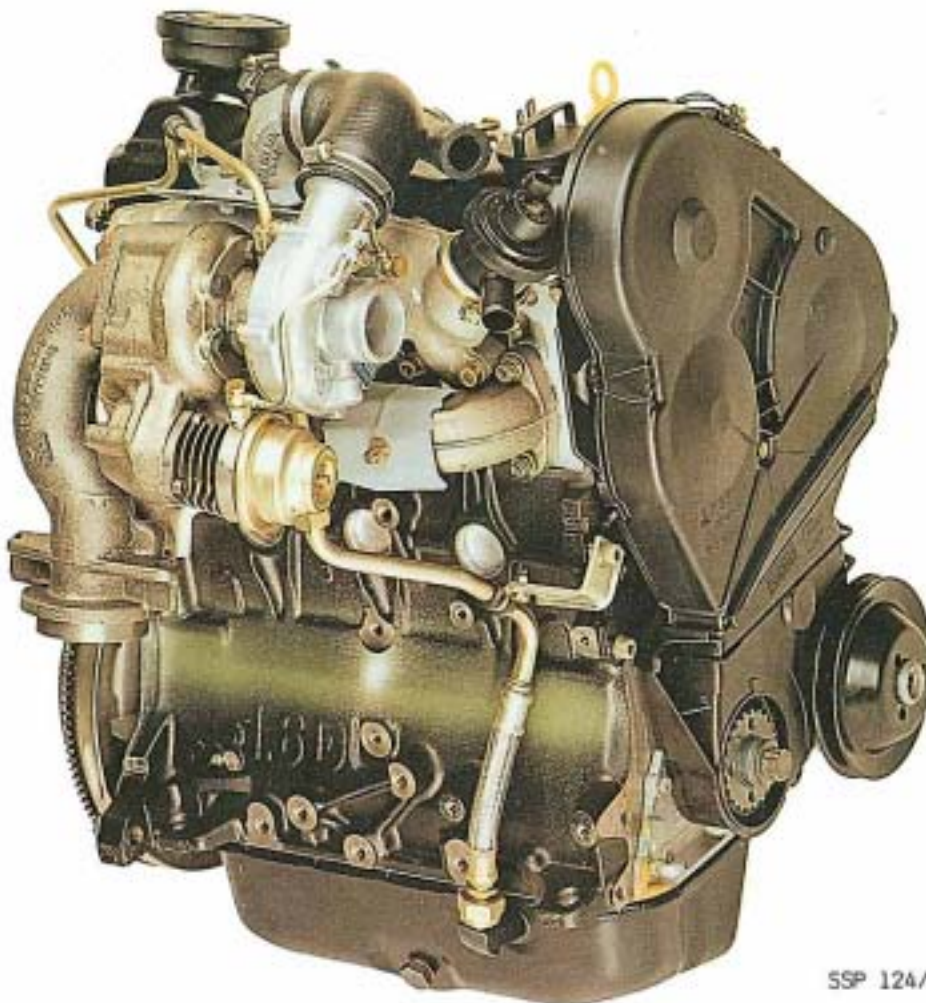
Aufbau

Der neue 1,6 l Kat-Dieselmotor basiert auf dem bekannten 1,6 l Saugdieselmotor.

Hauptziel dieses neuen Motorkonzepts ist die Schadstoffminimierung und die Geräuschminimierung und nicht die Leistungssteigerung.

Dieses Ziel wurde erreicht durch:

- o einen Abgasturbolader, der zur Erhöhung des Ansaugluftangebots beiträgt,
- o ein Oxidationskatalysator, der die unverbrannten und unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffe oxidiert,
- o eine Optimierung der Brennräume und der Einspritzanlage, die gemeinsam zur Senkung der Stickoxidemission, zur Dämpfung der Geräuschentwicklung und zu einer leichten Leistungssteigerung beitragen.



SSP 124/2R

Um den gestiegenen thermischen Belastungen des Motors und damit der Lebensdauer des Kat-Dieselmotors Rechnung zu tragen hat der Motor

- o eine Kolbenspritzkühlung
- o und einen Ölkühler bekommen.

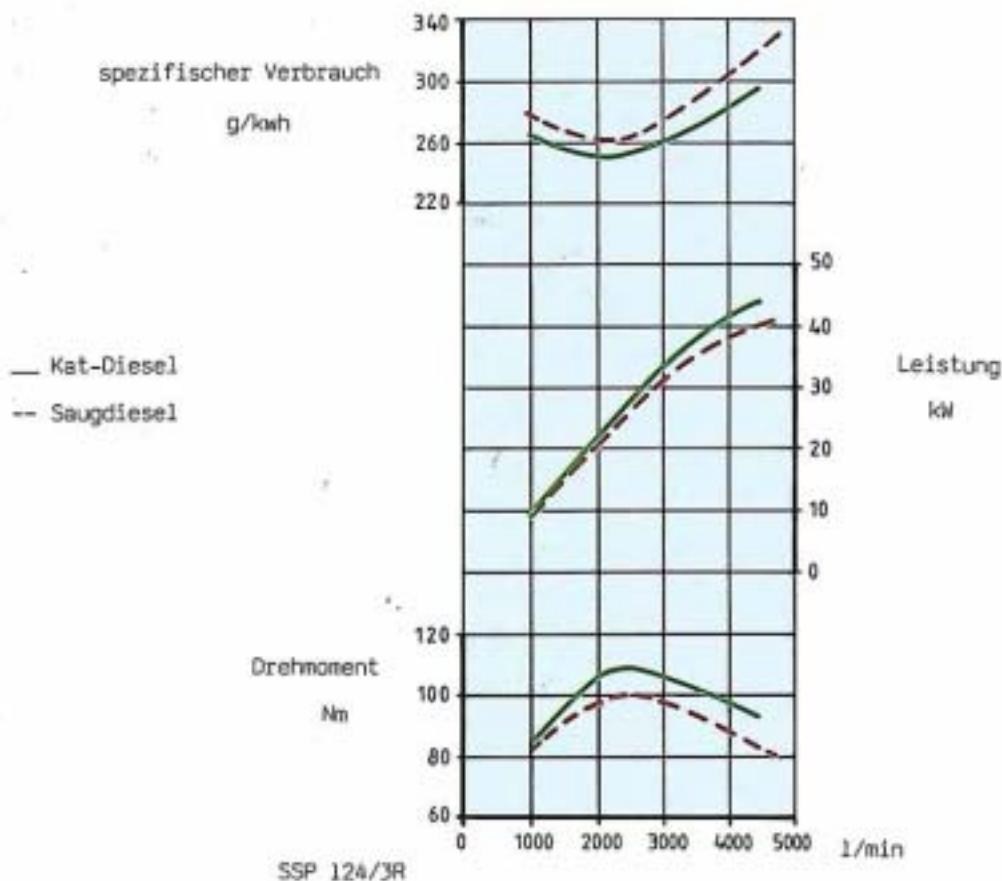
Ladedruck und Motorleistung sind so aufeinander abgestimmt, daß auf eine

- o Ladedruckanreicherung

verzichtet werden konnte.

Die Zylinderkopfdichtung ist im Material geändert, das Nachziehen der Zylinderkopfschrauben entfällt dadurch.

Das Diagramm verdeutlicht die Wirtschaftlichkeit des Kat-Dieselmotors. Bei gesteigerter Leistung und gestiegenem Drehmoment konnte der spezifische Verbrauch gesenkt werden.



Der spezifische Verbrauch gibt die Kraftstoffmenge an, die ein Motor benötigt um 1 Stunde 1 Kilowatt zu leisten.

Er wird auf dem Prüfstand ermittelt und bietet die Möglichkeit Motoren unabhängig von der Leistung in Bezug auf Wirtschaftlichkeit zu vergleichen.

Kraftstoff-Luftverhältnis

Das stöchiometrische Verhältnis gibt das Verhältnis zwischen Kraftstoff und Luft für die optimale Verbrennung bei effektivem Mitteldruck (Drehmoment) an.

- o Im Verbrennungsmotor 14,7 kg Luft zu 1 kg Kraftstoff.
- o Heute bezeichnet mit der Luftzahl-Lambda 1.

Der Dieselmotor neigt trotz Luftüberschuß Lambda 1,15 zu sichtbarer Rußbildung, da durch die innere Gemischbildung keine optimale Vermischung von Kraftstoff und Luft stattfindet.

Diese Rußbildung ist die Ursache der Diskussionen um den Dieselmotor.

Im Leerlauf hat der Dieselmotor aufgrund seiner Inneren Gemischbildung mehr als genug Luft zur Verfügung (ca. Lambda 7). Ein großer Teil der Luft verläßt unverbrannt den Motor.

Bei Vollast und im Gebirge mit abnehmender Luftdichte kommt es bei herkömmlichen Dieselmotoren zur Rußbildung.

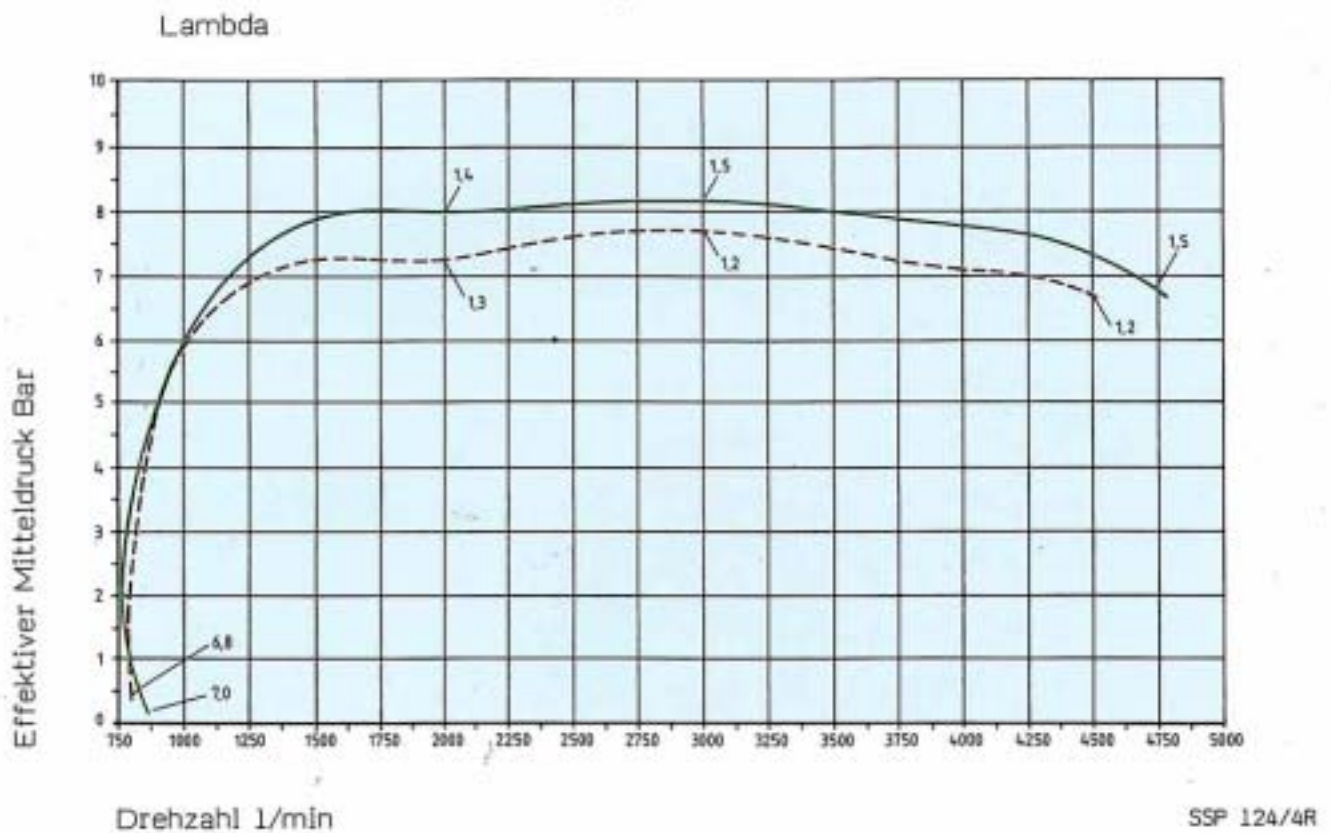
Durch den Abgasturbolader wird der Kat-Dieselmotor um 0,6 bar aufgeladen, so daß in den kritischen Bereichen (Vollast und im Gebirge bei abnehmender Luftdichte) ein Luftüberschuß von Lambda 1,5 erreicht wird.

Mit dieser Maßnahme, Aufladung des Motors ohne Kraftstoffanreicherung, wird eine Reduzierung der Partikelbildung um ca. 50 % erreicht, bei gleichzeitig leichter Leistungssteigerung.

Das dargestellte Diagramm vergleicht die Lambdawerte von:

- Kat-Dieselmotor
- und Saugdieselmotor

bezogen auf den effektiven Mitteldruck des Motors zur Motordrehzahl.
Der effektive Mitteldruck errechnet sich aus dem Durchschnittsdruck während eines Arbeitshubes



Durch die Aufladung kommt der Kat-Dieselmotor bei keiner Drehzahl in den für die Rußbildung kritischen Lambdabereich.

Abgasemissionen

Abgasemissionen von Dieselmotoren

Im Abgas von Dieselmotoren befinden sich neben den vom Ottomotor bekannten Schadstoffen Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoff (HC) und Stickoxiden (NOx) zusätzlich teilchenförmige Emissionen, die sogenannten Partikel.

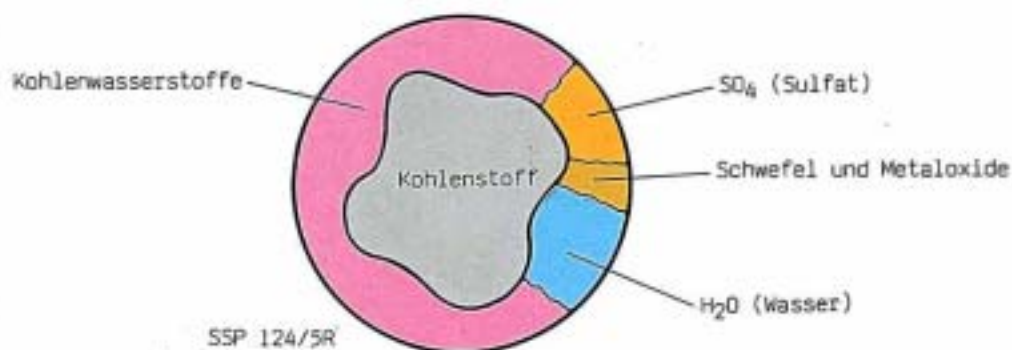
Vergleicht man die Abgasemissionen von Ottomotor und herkömmlichem Dieselmotor, stellt man fest, daß der Dieselmotor ohne Abgasnachbehandlung niedrigere CO- und HC-Werte erreicht. Bei den Stickoxiden ergeben sich etwa gleiche Konzentrationen.

Betrachtet man die Partikelemissionen, liegen die Nachteile eindeutig beim Dieselmotor.

Diese Partikelemissionen, vom Volksmund auch als Ruß bezeichnet, bestehen im Kern aus reinem Kohlenstoff.

An diesem Kern lagern sich im Abgasstrom verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen, Metalloxyde und Schwefel an.

Schematische Zusammensetzung von Dieselpartikeln



Während der Kohlenstoffkern als gesundheitlich unbedenklich gilt, werden einige Kohlenwasserstoffverbindungen als gesundheitlich bedenklich eingestuft, andere sind für den typischen Dieselgeruch verantwortlich.

Kohlenwasserstoffe: Sammelbezeichnung. Dahinter verbergen sich eine Vielzahl verschiedener chemischer Verbindungen. (z. B. Methan, Ethan, Ethylen usw.)

Sulfat: Die Sulfatbildung (SO_4) ist abhängig von der Abgastemperatur. Im Stadtverkehr kommt es beim Kat-Dieselmotor, durch niedrige Abgastemperaturen zu keiner Sulfatbildung. Mit zunehmender Geschwindigkeit und höheren Abgastemperaturen, bildet sich auch beim Kat-Diesel Sulfat. Durch die Sulfatbildung kommt es zu keinem höheren Partikelausstoß als beim Saug- bzw. Turbodieselmotor.

Verfahren zur Diesellabgasreinigung

Die gesetzgebenden Gremien der einzelnen Länder fordern heute weltweit auch bei Dieselmotoren eine Reduzierung der Schadstoffemissionen.

Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid

Die noch nicht an den Kohlenstoffkern angelagerten Kohlenwasserstoffverbindungen (HCs) und das Kohlenmonoxid (CO) können in einem Oxidationskatalysator in Wasserdampf (H₂O) und in Kohlendioxid (CO₂) chemisch umgewandelt werden.

Begünstigt wird die Oxidation (Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff) im Oxidationskatalysator durch den hohen Sauerstoffgehalt im Diesellabgas.

Partikelemissionen

Durch zur Verfügung stellen von mehr Luft bei der Verbrennung, besonders in den kritischen Bereichen (Vollast, im Gebirge) wird die Produktion der Partikel um ca. 50 % reduziert.

Dieselpartikelfilter bieten eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung von Partikelemissionen. Die Partikel werden im Filter gesammelt und müssen in bestimmten Zeitabständen abgebrannt werden. Wegen der relativ hohen Rußzündungstemperatur und der relativ kalten Diesellabgase müssen Vorrichtungen eingesetzt werden um die Partikel zu zünden. In naher Zukunft werden in Großversuchen erste Partikelfilter auf ihre Alltagstauglichkeit getestet.

Stickoxidemissionen

Im Gegensatz zu Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid (Oxidation) muß den Stickoxiden zur Reinigung Sauerstoff entzogen werden (Reduktion).

Die Reduzierung der Stickoxide im 3-Wege-Katalysator, wie beim Ottomotor, ist wegen des hohen Sauerstoffgehaltes im Abgas von Dieselmotoren nicht möglich.

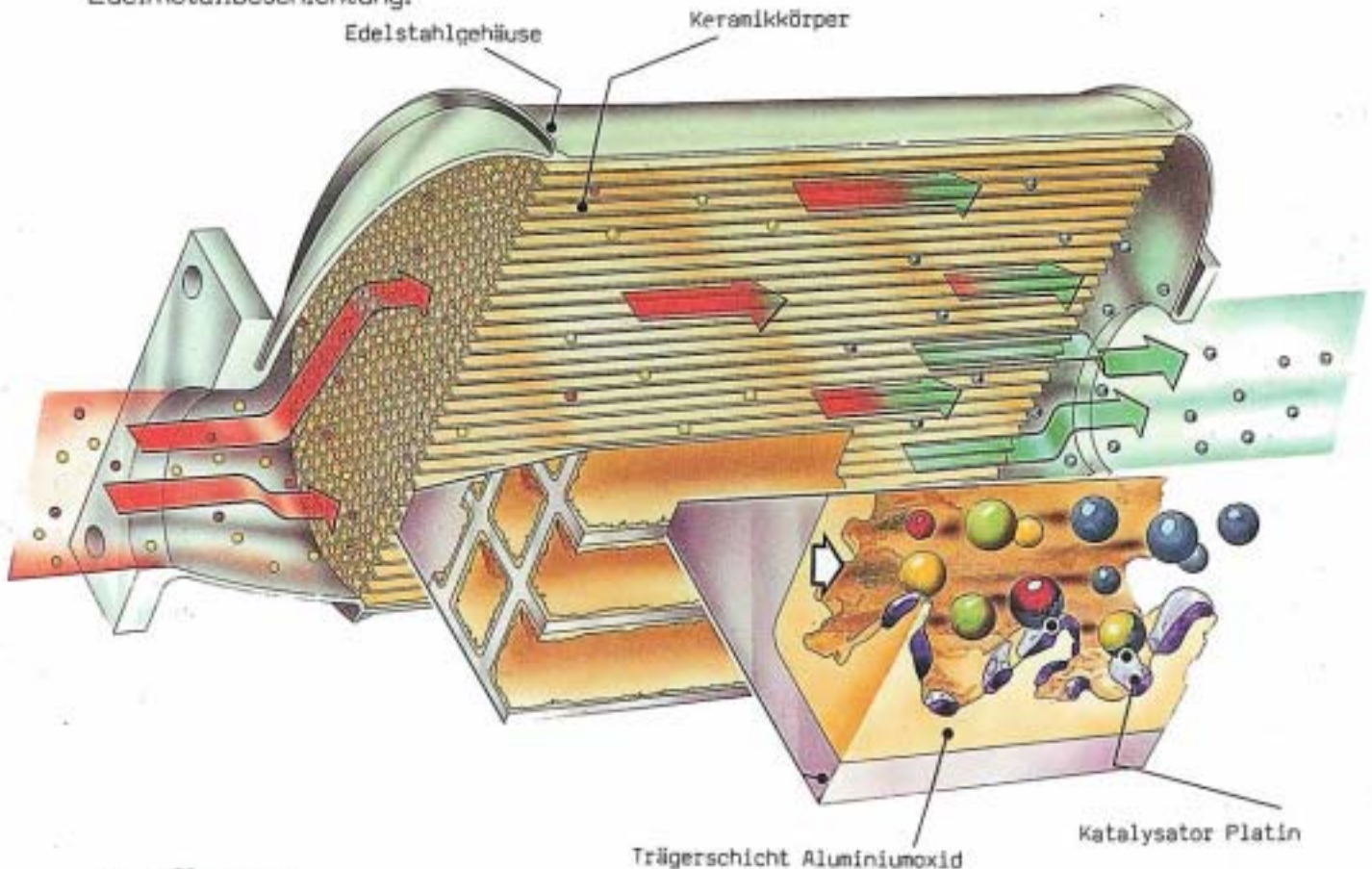
Deshalb müssen sich die Maßnahmen zur Reduzierung von Stickoxiden auf Optimierungsmaßnahmen an den Brennräumen und in der Einspritzanlage beschränken.

Abgasreinigung

Der Katalysator

des Kat-Dieselmotors ist ein Oxidationskatalysator. Er ist im grundsätzlichen Aufbau identisch mit dem vom Ottomotor bekannten 3-Wege-Katalysator.

Er unterscheidet sich nur durch die Zusammensetzung der Edelmetallbeschichtung.



Aufbau

Der in einem Edelstahlgehäuse untergebrachte wabenförmige Keramikkörper ist beschichtet mit Aluminiumoxid.

Das Aluminiumoxid dient als Trägerschicht für den Katalysator, durch die raue Oberfläche wird die wirksame Fläche um den Faktor 7000 vergrößert.

Eine große Oberfläche bewirkt eine gute Katalyse.

Die Trägerschicht ist mit ca. 0,8 g Platin bedampft, das für CO und HC als Katalysator dient.

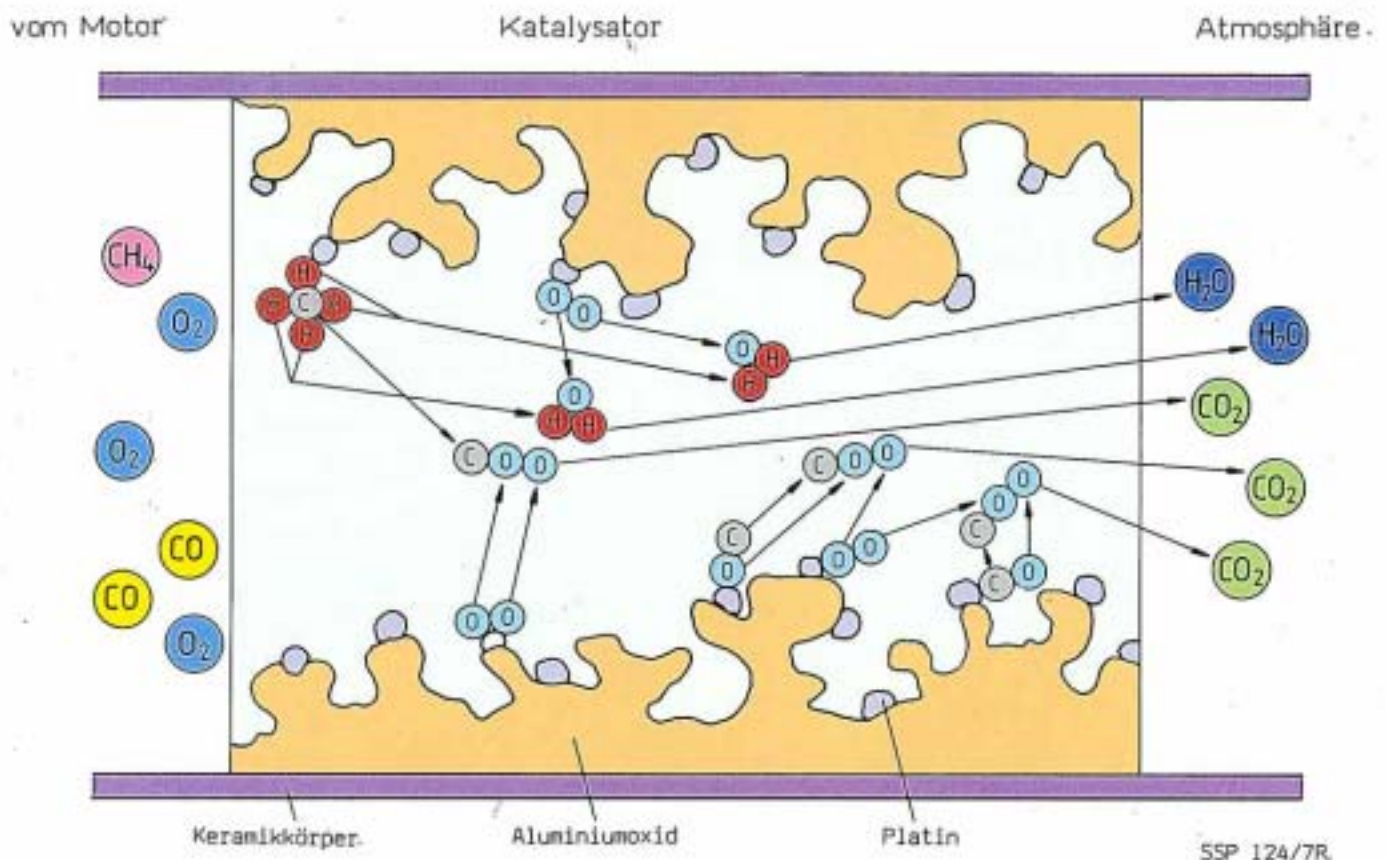
Ein Katalysator ist ein Stoff (z. B. Platin), der eine chemische Reaktion fördert oder hemmt ohne sich selbst zu verändern.

Diese Stoffumsetzung nennt man Katalyse.

Abgasreinigung im Oxidationskatalysator

Der Oxidationskatalysator reinigt das hochgiftige Kohlenmonoxid zu 90 % und die als gesundheitlich bedenklich eingestuften Kohlenwasserstoffverbindungen zu 65 %.

Zum besseren Verständnis der chemischen Vorgänge ist nur ein Kanal des Katalysators dargestellt. Stellvertretend für die vielen Kohlenwasserstoffverbindungen ist für die Darstellung **Methan (CH₄)** gewählt.



Chemische Reaktionen

Das Methan (CH₄) spaltet sich am Platin in:

1 Teil Kohlenstoff (C) und 4 Teile Wasserstoff (H).

Je 2 Teile Wasserstoff verbinden sich mit je 1 Teil Sauerstoff (O) zu:

Wasser (H₂O).

Da atomarer Sauerstoff (O) in der Atmosphäre nicht vorkommt, kann diese Reaktion nur im Katalysator ablaufen.

Das überbleibende Kohlenstoffatom verbindet sich mit den Sauerstoffmolekülen (O₂) des Dieselabgases zu:

Kohlendioxid (CO₂).

Die Kohlenmonoxidmoleküle (CO) verbinden sich mit Sauerstoffatomen zu Kohlendioxid (CO₂).

Brennraumoptimierung

Die Wirbelkammer des Kat-Dieselmotors ist gegenüber den herkömmlichen Dieselmotoren schlanker.

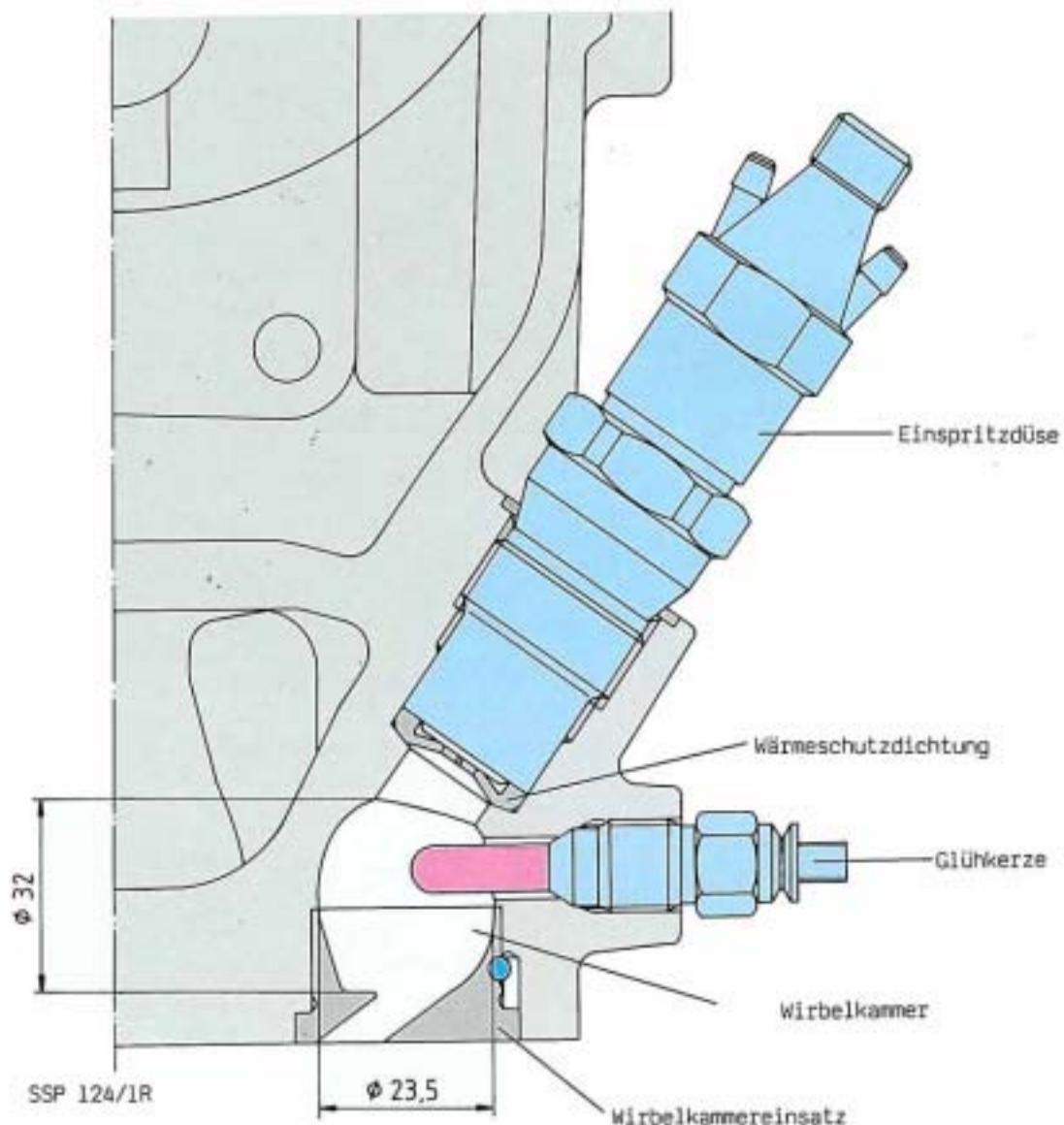
Die neue Wirbelkammer hat sich in Versuchen als besonders günstig in Bezug auf Stickoxidminimierung erwiesen, ohne dabei die Leistung des Motors negativ zu beeinflussen.

Entscheidenden Einfluß auf die Stickoxidbildung hat die Verbrennungstemperatur und der Verbrennungsdruck.

Mit zunehmender Verbrennungstemperatur und zunehmendem Druck steigt die Stickoxidbildung.

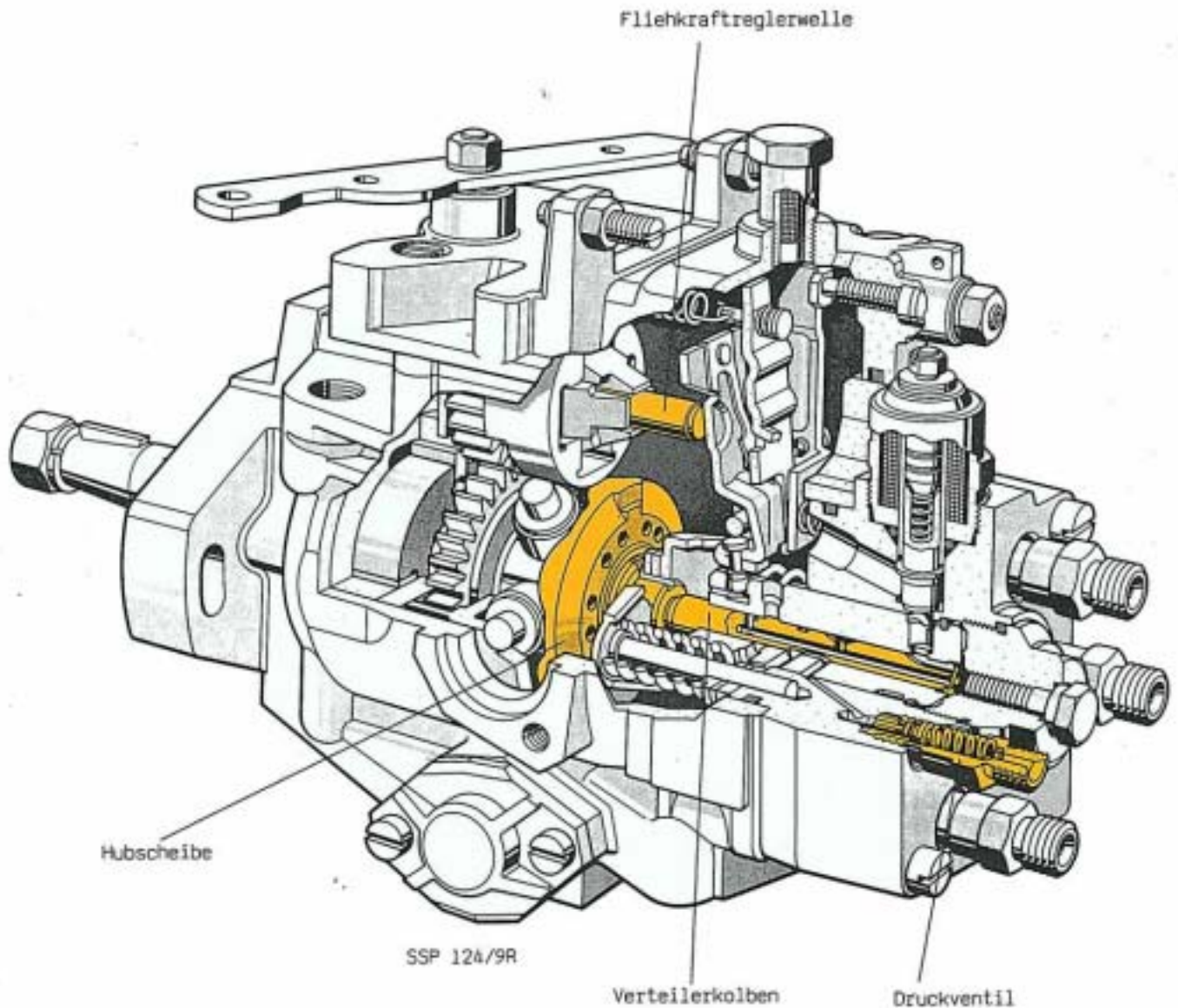
Durch die neue Wirbelkammer wird der Verbrennungsablauf bei warmem Motor weicher und der Verbrennungsdruck in der Wirbelkammer geringer. Das Kraftstoff-Luftgemisch ist infolge des höheren Luftanteils kälter; dadurch sinkt die Verbrennungstemperatur.

Der Stickoxidbildung wird durch diese Maßnahmen entgegengewirkt.



Einspritzanlage

Um der Entstehung von Schadstoffen schon bei der Verbrennung entgegenzuwirken sind an der Verteilereinspritzpumpe Optimierungsmaßnahmen vorgenommen worden.



Der Verteilerkolben und die Hubscheibe

Der Verteilerkolben ist im Durchmesser etwas kleiner und die Nockenbahn der Hubscheibe ist auf den Kat-Dieselmotor abgestimmt.

Zusammen führen diese Maßnahmen zu einem weicherem Verbrennungsablauf, der die Geräuschemissionen senkt und das Fahrverhalten im Teillastbereich deutlich verbessert.

Drehzahlabhängige Verstellung des Förderbeginns

Die drehzahlabhängige Verstellung des Förderbeginns und damit des Einspritzzeitpunktes erfolgt durch den Spritzversteller in Verbindung mit dem durch die Förderpumpe erzeugten Pumpeninnenraumdruck. Mit steigender Drehzahl und steigendem Förderpumpendruck wird der Einspritzzeitpunkt weiter in Richtung "Früh" verstellt.

NEU IST

der lastabhängige Förderbeginn.

Durch die lastabhängige Verstellung des Förderbeginns wird der Einspritzzeitpunkt in Abhängigkeit von der Belastung des Motors verstellt.

Sie ist so ausgelegt, daß bei fallender Last (z. B. von Vollast auf Teillast) eine Verstellung in Richtung "Spät" vorgenommen wird. Mit dieser Maßnahme wird eine Reduzierung der Stickoxidemissionen und der Geräuschemission erreicht.

Bei zunehmender Last wird der Förderbeginn wieder in Richtung "Früh" gelegt.

Lastabhängiger Förderbeginn

So funktioniert es

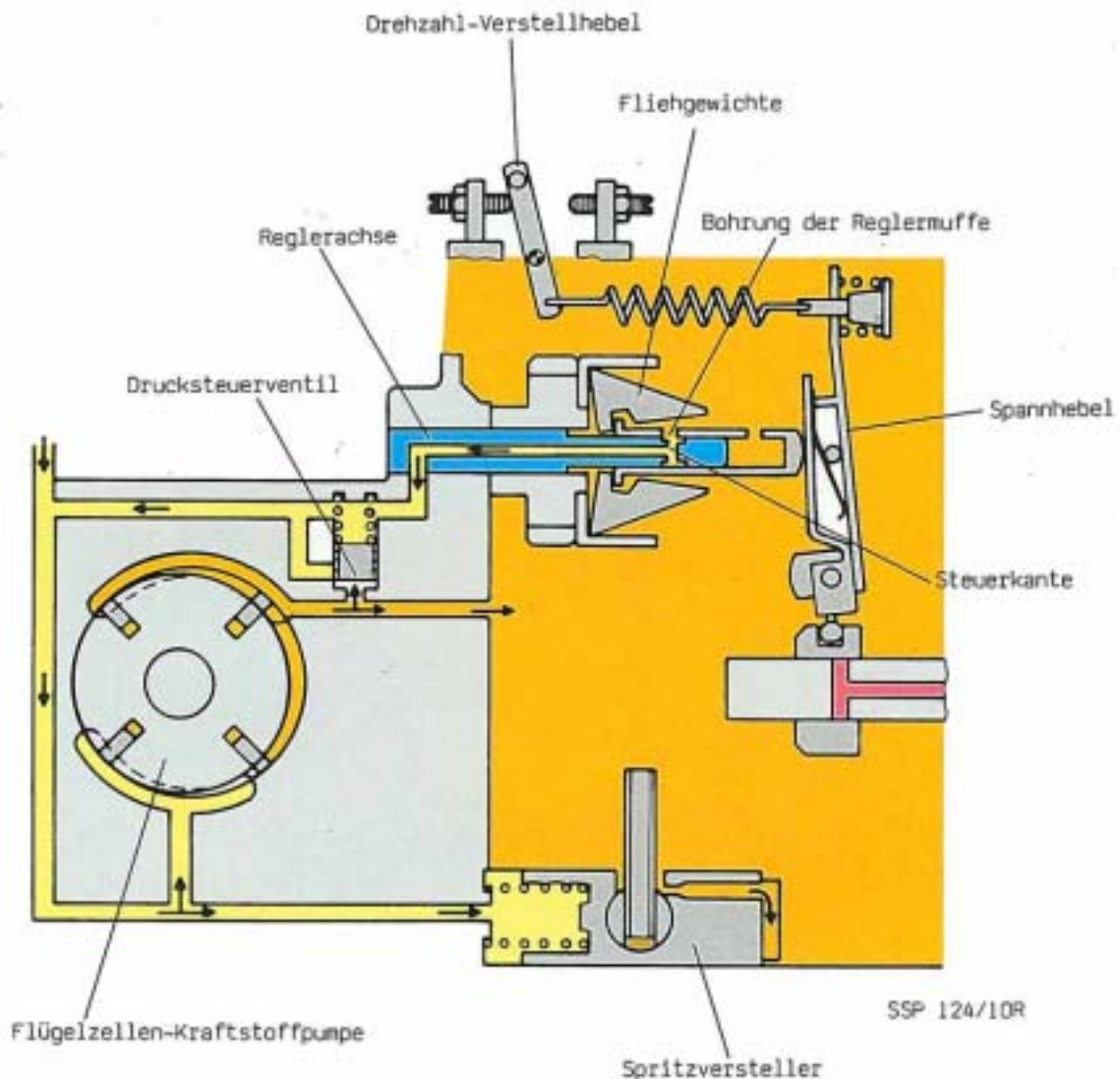
Spätverstellung

Bei abnehmender Last (z. B. bergab) und gleichbleibender Drehzahl bewegen sich die Fliehgewichte nach außen, da der Gegendruck vom Spannhebel durch das Zurücknehmen des Gaspedals geringer wird.

Dadurch wird die Bohrung der Reglermuffe von der Steuerkante der Reglerachse freigegeben.

Ein Teil des unter Druck stehenden Kraftstoffes aus dem Pumpeninnenraum fließt jetzt über die Längsbohrung der Reglerachse zur Saugseite der Förderpumpe und bewirkt im Pumpeninnenraum eine Druckverringeringung.

Durch diese Druckverringeringung ergibt sich eine neue Lage des Spritzverstellerkolbens, die eine Verschiebung des Einspritzzeitpunktes in Richtung "Spät" bewirkt.



Lastabhängiger Förderbeginn

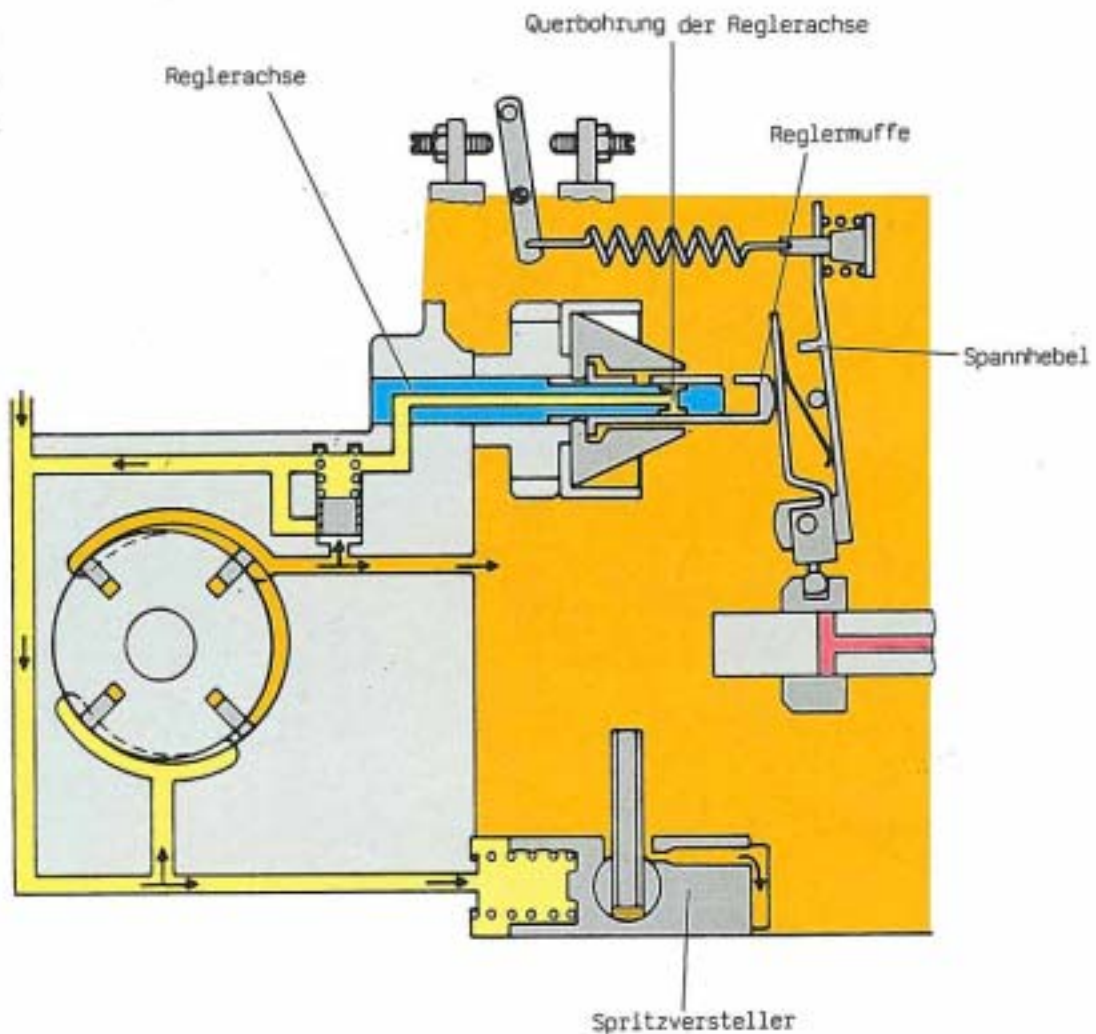
So funktioniert es

Frühverstellung

Bei zunehmender Last (z. B. bergauf) muß der Fahrer das Gaspedal weiter durchtreten, um die Geschwindigkeit beizubehalten. Dadurch erhöht sich der Druck auf den Spannhebel und die Reglermuffe.

Die Reglermuffe verschiebt sich und verschließt die Querbohrung in der Reglerachse.

Der Kraftstoff im Pumpeninnenraum kann nicht mehr zur Saugseite der Kraftstoffpumpe fließen. Infolgedessen erhöht sich der Pumpeninnenraumdruck und der Einspritzzeitpunkt wird durch den Spritzversteller in Richtung "Früh" verstellt.



Druckventil mit Rückströmdrossel

Die Rückströmdrossel ist im Druckventilhalter integriert. Sie hat die Aufgabe, Nachspritzer an der Einspritzdüse und Kavitation an den Einspritzleitungen zu verringern.

Durch die Druckentlastung am Ende des Einspritzvorganges werden Druckwellen erzeugt, die vom Druckventil reflektiert werden Sie können zu einem erneuten Öffnen der Düsennadel (Nachspritzer) führen, die sich negativ auf die Abgasemissionen auswirken.

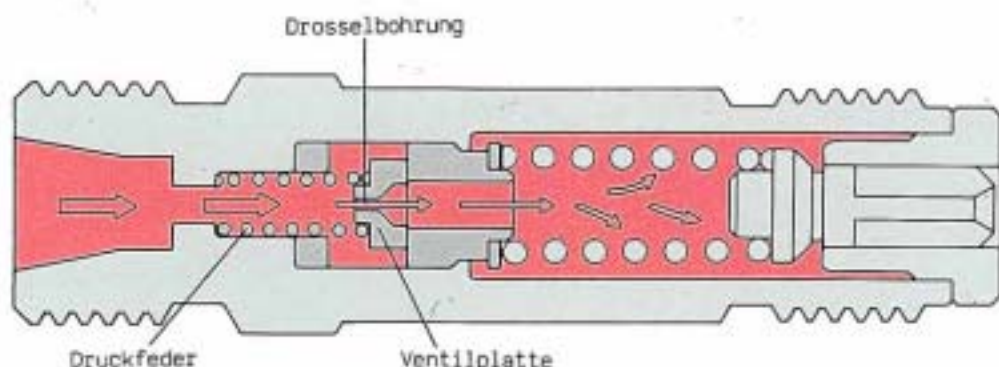
Die plötzliche Druckentlastung bewirkt weiterhin örtlich das Entstehen von Unterdruckblasen im Hochdruckkreis, die beim schlagartigen Zusammenbrechen zu Materialabtragungen in den Einspritzleitungen führen (Kavitation).

Die Rückströmdrossel besteht aus:

Ventilplatte mit Drosselbohrung
Druckfeder und Ventilträger

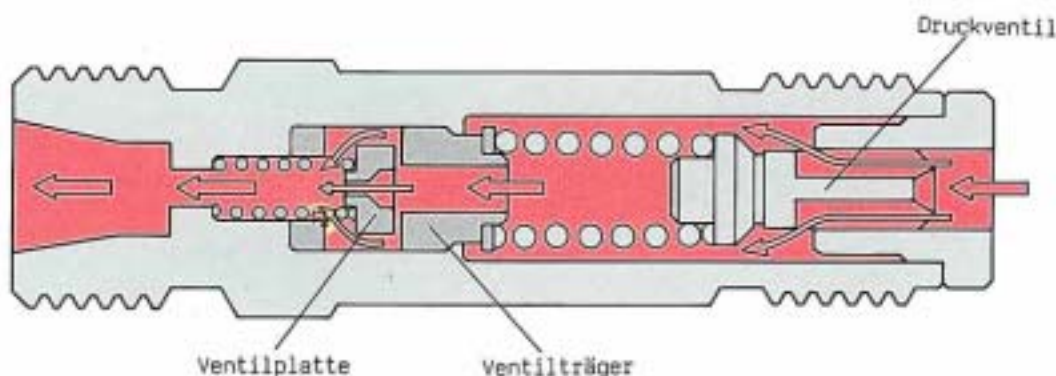
Rückströmung

In Rückströmrichtung schließt die Ventilplatte und der Kraftstoff muß durch die Drosselbohrung zurückströmen, dadurch wird die Druckwelle gedämpft und unschädlich gemacht.



Kraftstoffförderung

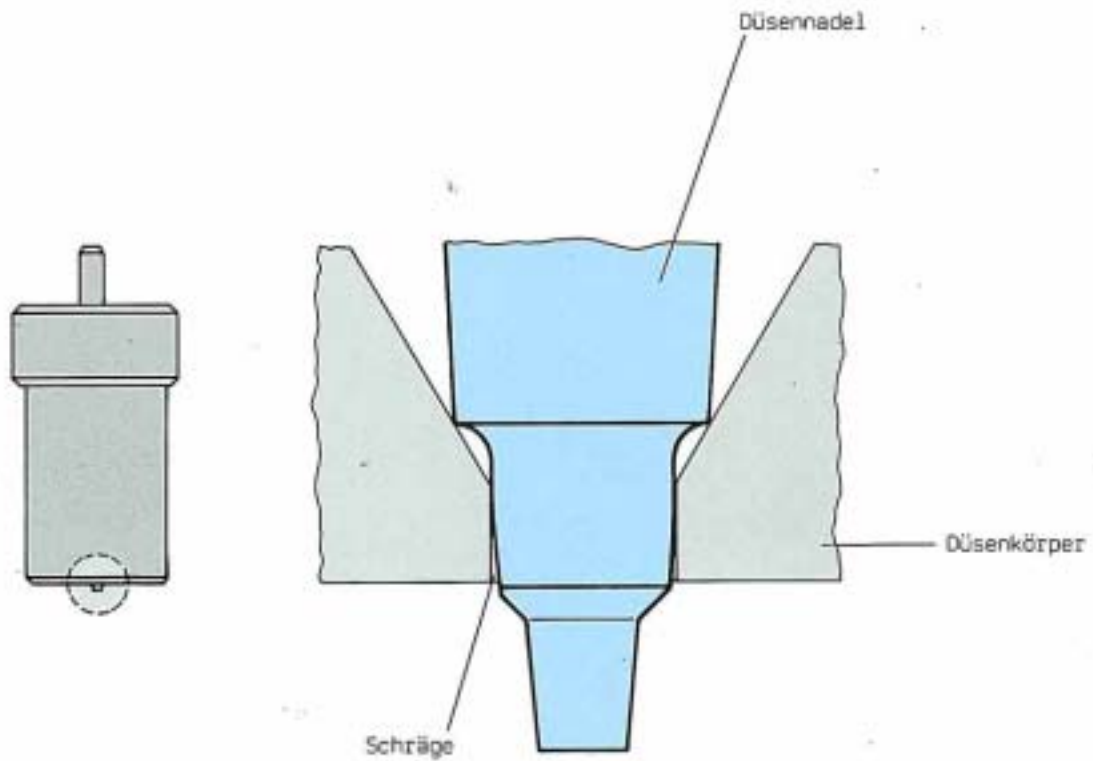
In Förderrichtung hebt die Ventilplatte vom Ventilträger ab und die Drosselbohrung ist unwirksam.



Einspritzanlage

Die Einspritzventile

Die Düsennadeln der Einspritzventile sind einseitig angeschrägt, dadurch ändert sich die Durchflußcharakteristik der Einspritzdüse und die Düse neigt weniger zum Verkoken.



Ein weiterer Vorteil der neuen Einspritzventile ist das Geräuschverhalten; die Geräuschemissionen werden deutlich gesenkt.

Nur für den internen Gebrauch in der V.A.G Organisation.
© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg.
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2809.42.00 Techn. Stand 01/90.