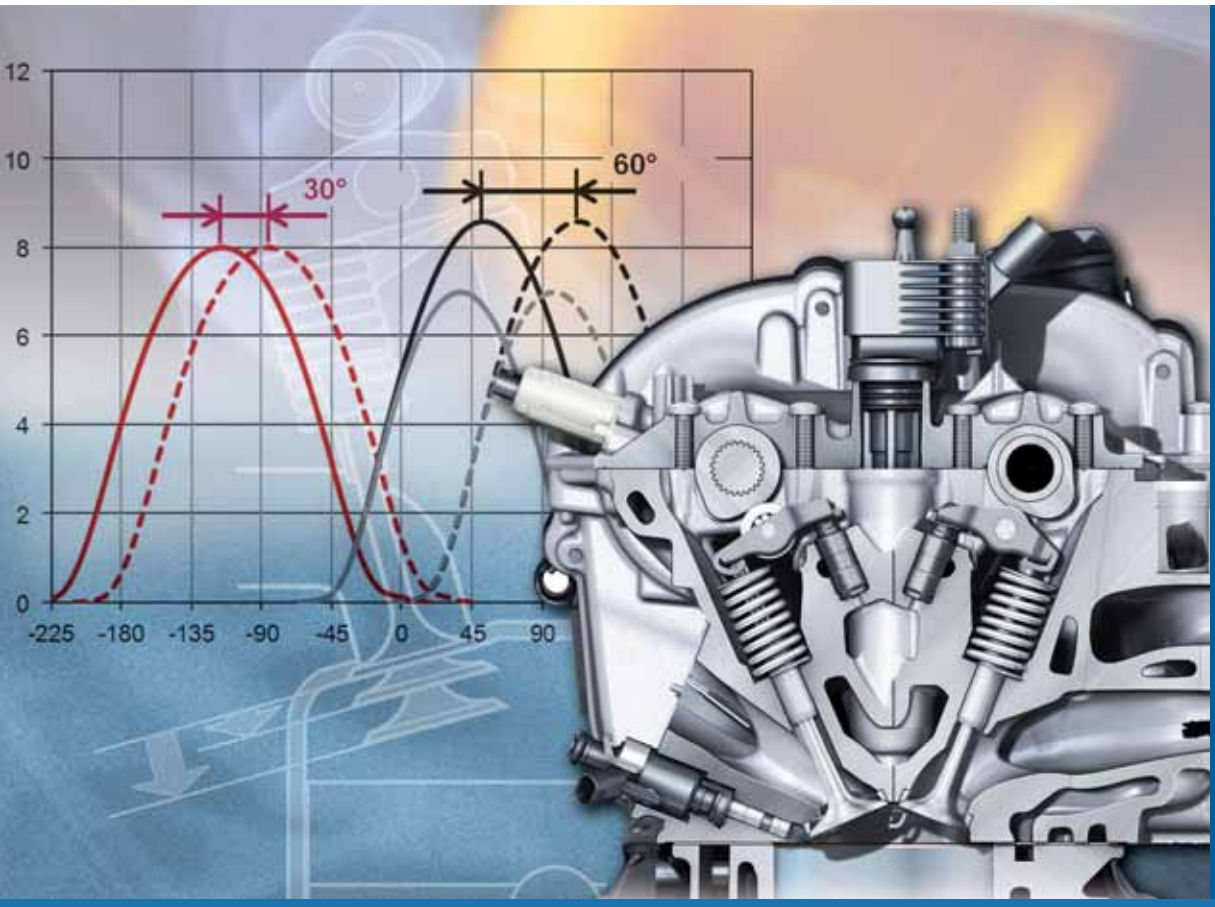
Service Training

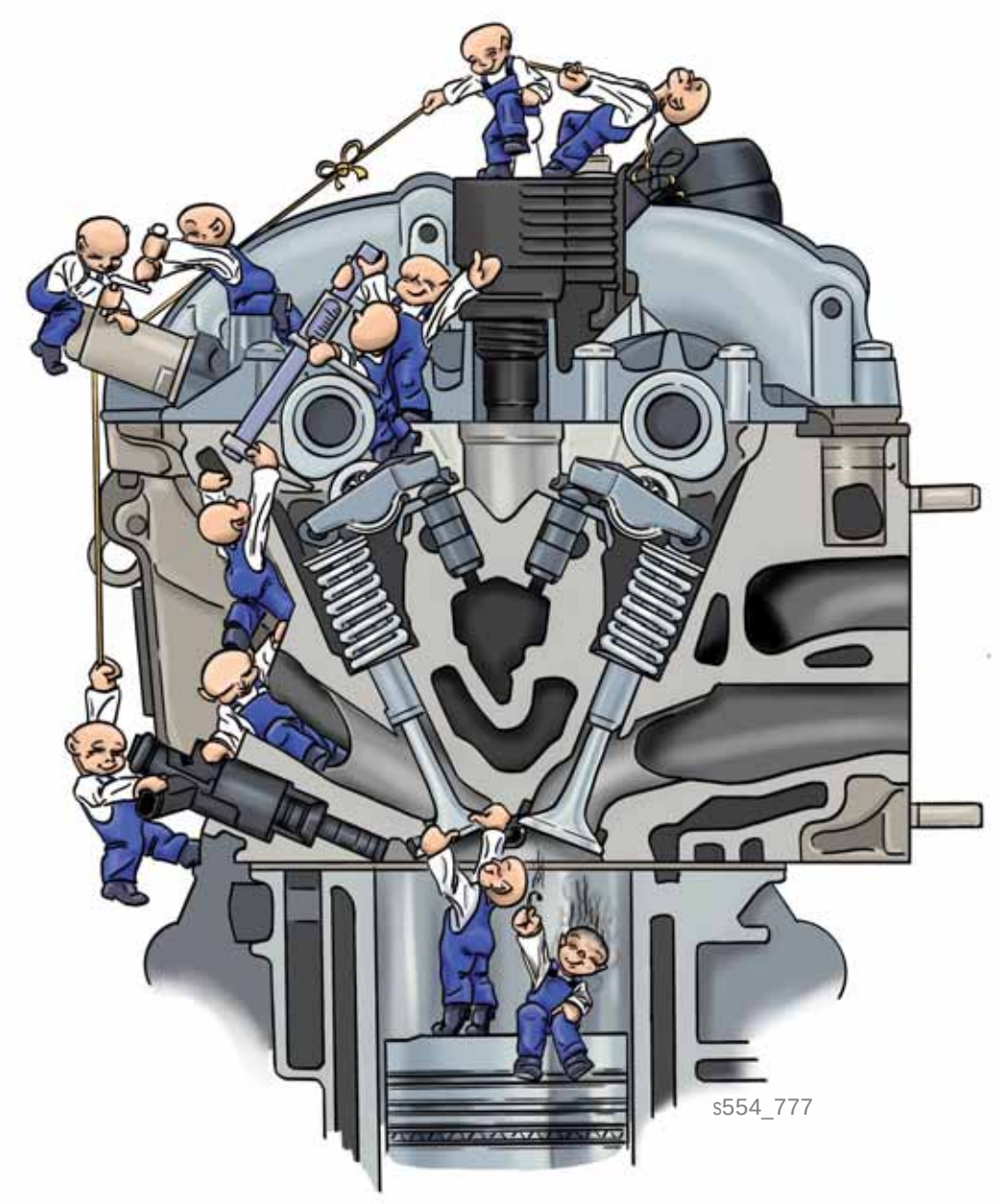
Selbststudienprogramm 554

Der 2,0l-132kW-TSI-Motor

Konstruktion und Funktion



Der 2,0l-132kW-TSI-Motor von Volkswagen gehört zur Baureihe EA888.
Bei der Entwicklung standen die Reduzierung des Verbrauchs und der CO_2- sowie der Partikelemissionen im Vordergrund.



Weitere Informationen zu den Motoren der Baureihe EA888 finden Sie im Selbststudienprogramm 522 „Der 2,0l-162kW/169kW-TSI-Motor".

Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar!
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.

Achtung Hinweis

Auf einen Blick

Einleitung 4
Die Entwicklung des 2,0 l-132 kW-TSI-Motor 4
Die technischen Merkmale im Überblick 5

Motormechanik 6
Die technischen Anpassungen. 6
Die Kurbelgehäuseentlüftung 8
Der Zylinderkopf 9
Der dreiteilige Ölabstreifring 11

Motormanagement 12
Die Systemübersicht 12
Das Motorsteuergerät J623 14
Der Luftmassenmesser G70 14
Das 4-Takt-Brennverfahren 15
Die Betriebsarten 17

Service 19
Die Spezialwerkzeuge 19

Prüfen Sie Ihr Wissen 20

Die Entwicklung des 2,0l-132kW-TSI-Motor

Nachdem die Entwicklung in den letzten Jahren zu immer kleineren Motoren tendierte (Downsizing), folgt jetzt der nächste Schritt mit der weiteren Optimierung der Motoren. Das bedeutet, dass bei der Entwicklung eines Motors besonders darauf geachtet wird, Hubraum, Leistung, Drehmoment und Kraftstoffverbrauch sowie Einsatzbedingungen optimal aufeinander abzustimmen.

Der Kunde bewegt sein Fahrzeug hauptsächlich im Teillastbereich. So wurde der Motor besonders in diesem Lastbereich verbessert. Daraus resultierend ergeben sich die Verbrauchsvorteile eines kleineren Aggregats. Bei höheren Lasten werden die Vorteile des hubraumstarken Triebwerks genutzt. So ergibt sich ein optimales Effizienz- und Leistungsverhalten über das gesamte Drehzahlband hinweg.





Bitte beachten Sie, dass es zu diesem Motor eine Vielzahl von neuen Spezialwerkzeugen gibt!

Die technischen Merkmale

Motormechanik

Die Motormechanik ist in weiten Teilen identisch mit dem 2,0l-162kW-TSI-Motor aus dem Volkswagen Programm. Aufgrund eines optimierten Brennverfahrens, wurden die folgenden Bauteile bzw. Baugruppen angepasst:

- der Ansaugkanal
- der Brennraum mit den Einlass- und Auslassventilen
- die Einspritzventile
- der Kolben

Motormanagement

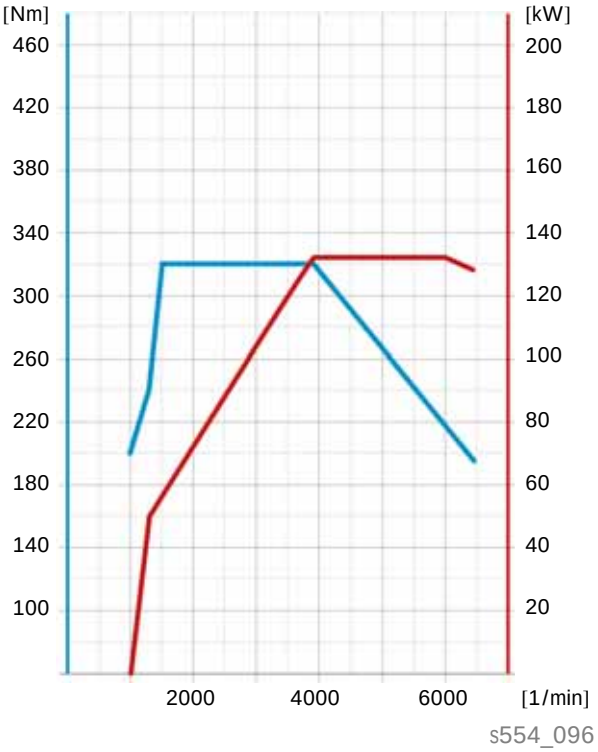
Das Motormanagement besitzt folgende Merkmale:

- Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassseite
- Einspritzdruck auf 250 bar erhöht
- Luftmassenmesser G70 zwischen Turbolader und Luftfiltergehäuse
- Motorsteuergerät mit einem Vierkern-Prozessor
- Ein- und Auslassnockenwellenverstellung
- duales Einspritzsystem mit TSI- und SRE-Einspritzventilen (kombinierte Direkt- und Saugrohreinspritzung)
- Innovatives Thermomanagement mit Drehschieberregelung (Stellelement für Motortemperaturregelung N493)
- schaltbare Kolbenkühldüsen
- Saugrohrklappen

Technische Daten

Motorkennbuchstabe	CZPA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1984 cm^3
Bohrung	82,5 mm
Hub	92,8 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	11,6 : 1
max. Leistung	132 kW bei 3940-6000 1/min
max. Drehmoment	320 Nm bei 1500 bis 3940 1/min
Motormanagement	Bosch MG1
Kraftstoff	ROZ 95
Abgasnachbehandlung	Drei-Wege-Katalysator, eine Breitband-Lambdasonde vor Turbolader und eine Sprunglambdasonde nach dem Katalysator
Abgasnorm	EU6

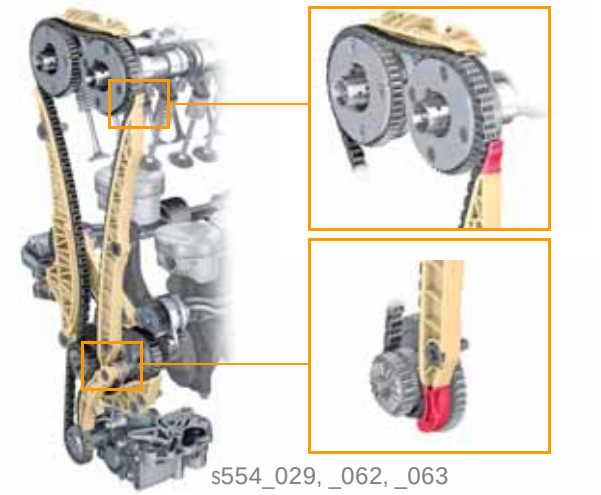
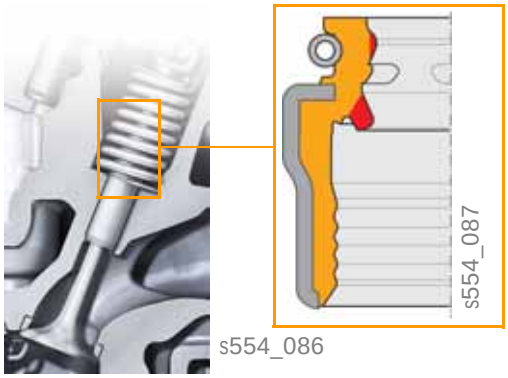
Drehmoment-Leistungsdiagramm



Die technischen Anpassungen

Nachfolgend finden Sie einen Überblick zu den wesentlichen Anpassungen beim 2,0l-132kW-TSI-Motor.

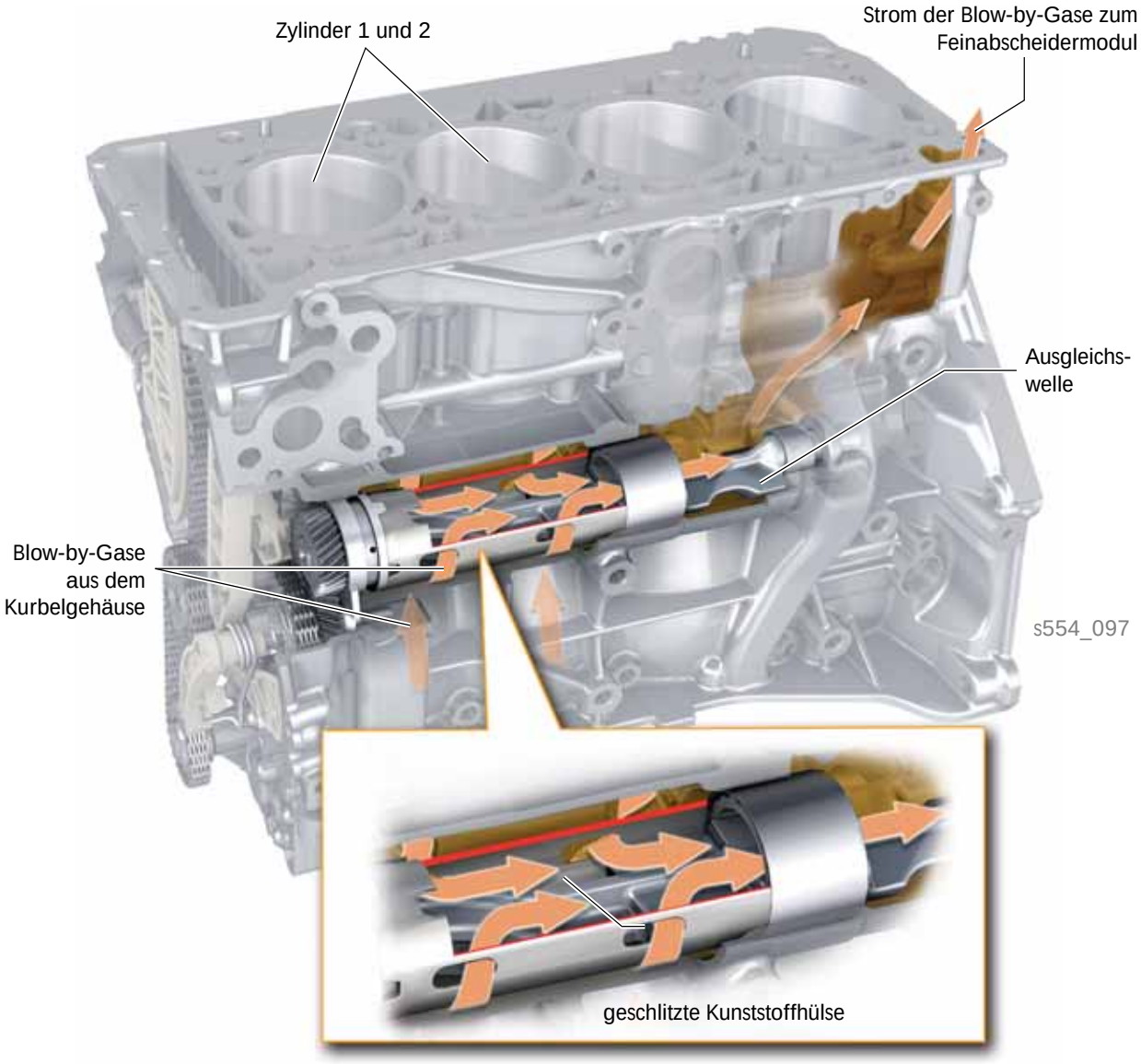
Bauteil	Änderung
Zylinderblock  s554_032	- Weiterleitung der Blow-by-Gase über die Ausgleichswelle einlassseitig durch eine geschlitzte Kunststoffhülse. - Bei den Kolbenkühldüsen ist aufgrund der Änderungen an der Kurbelgehäuseentlüftung ein präziser Verbau notwendig (siehe Reparaturleitfaden).
Zylinderkopf  s554_024	- Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassseite. - Die Einlasskanäle wurden begradigt. - Anpassungen der Brennräume. - Die Ventile und das Einspritzventil sind weiter in den Brennraum gerückt.
Kolben  s554_022	- Dreiteiliger Ölabstreifring. - Den tiefer sitzenden Ventilen angepasster Kolbenboden. **Hinweis** Neues Spezialwerkzeug zum Einbau des Kolbens.
Ölpumpe  s554_085	- Antriebsrad der Ölpumpe mit 22 Zähnen anstelle von 24 Zähnen für eine höhere Übersetzung. - Schnellerer Öldruckaufbau.

Bauteil	Änderung
Kettentrieb  s554_029, _062, _063	- Längere Führungsschiene gegen das Überspringen der Steuerkette. - Das Kurbelwellenkettenrad besteht aus drei Kettenrädern: • Ölpumpenantrieb, • Ausgleichswellenantrieb, • Nockenwellenantrieb. - Das Nockenwellenkettenrad ist unrund ausgeführt, um die Kettenkräfte auf der Steuerkette zu reduzieren.
Kraftstoffsystem  s554_021	- Erhöhung des Einspritzdrucks auf 250 bar, dadurch erfolgt eine feinere Zerstäubung des Kraftstoffs im Brennraum.
Motormanagement  s554_020	- Bosch MG1 mit vier Kernprozessoren.
Ventilschaftabdichtung  s554_086 s554_087	- Die Ventilschaftabdichtungen der Auslassventile besitzen eine Doppellippe zur besseren Abdichtung.

Die Kurbelgehäuseentlüftung

Durch die Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassseite waren Anpassungen der Kurbelgehäuseentlüftung erforderlich. Die Blow-by-Gase gelangen aus dem Kurbelgehäuse im Bereich der Zylinder 1 und 2 über die Ausgleichswelle einlassseitig zum Feinabscheider-modul im Zylinderkopf. Um die Ausgleichswelle ist hierfür eine geschlitzte Kunststoffhülse eingefügt, sodass die Blow-by-Gase hindurchströmen können.

Durch die Rotation der Ausgleichswelle wird bereits ein großer Teil des Öls aus den Blow-by-Gasen abgeschieden (Zentrifugalwirkung) und fließt zurück in die Ölwanne. So übernimmt die Ausgleichswelle die Funktion des Grobölabscheiders.

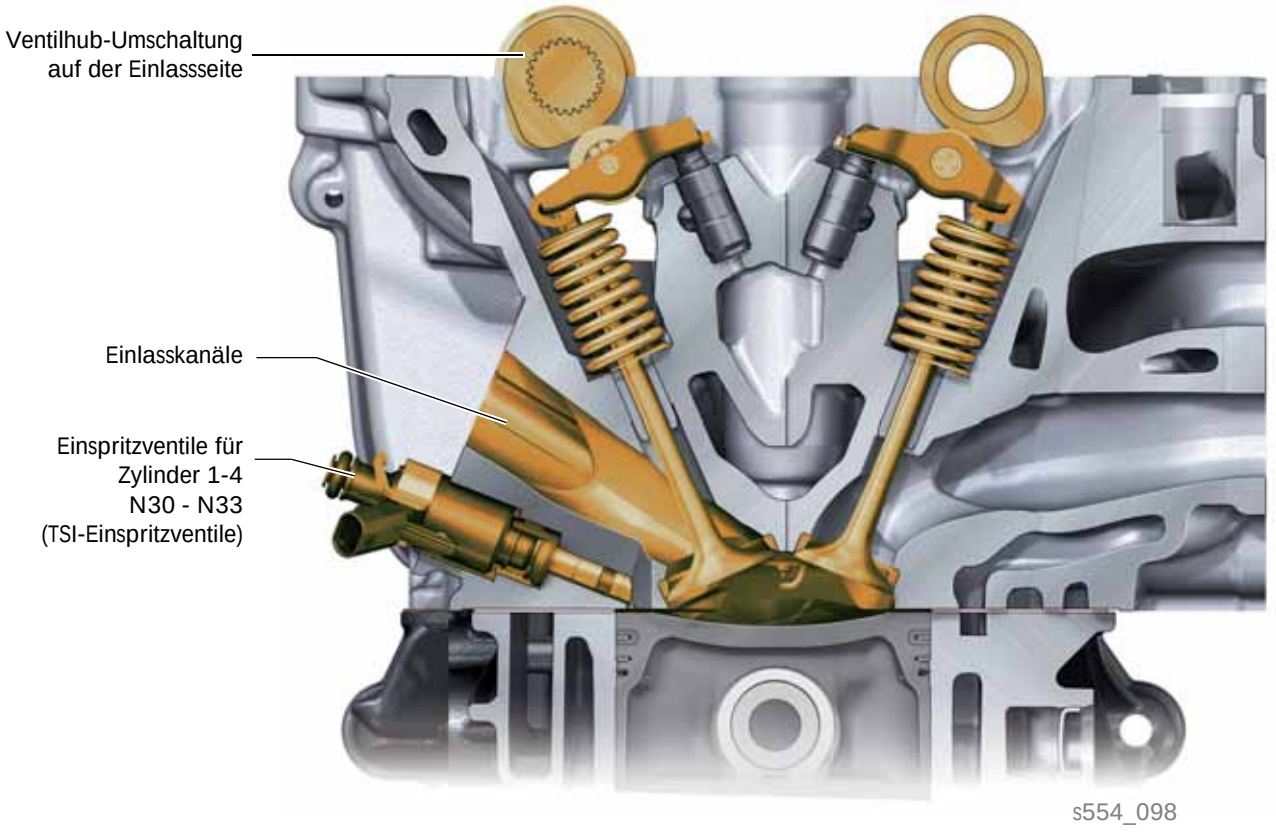


Der Zylinderkopf

Die Änderungen am Zylinderkopf waren erforderlich, um ein optimiertes Brennverfahren umsetzen zu können. Ebenso konnten die Laufruhe und die Klopfneigung damit auch verbessert werden.

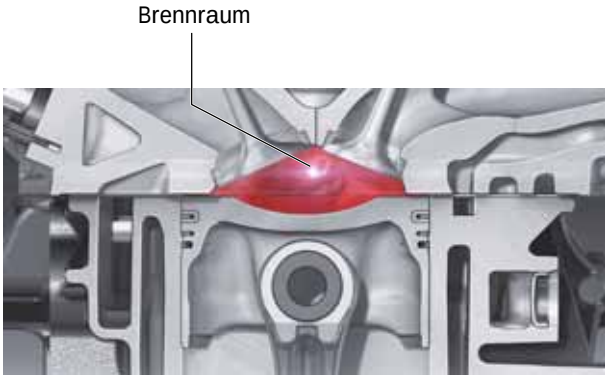
Folgende Änderungen weist der Zylinderkopf des Motors auf:

- Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassseite
- Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses von 9,6 auf 11,6 durch:
  - Absenkung des Brennraumdachs um 9 mm
  - Anpassung des Kolbenbodens
- Einspritzventile näher an den Brennräumen positioniert
- Einlasskanäle geradliniger ausgeführt, um die Ladungsbewegung zu optimieren
- Ventilschaftabdichtung der Auslassventile mit Doppellippe



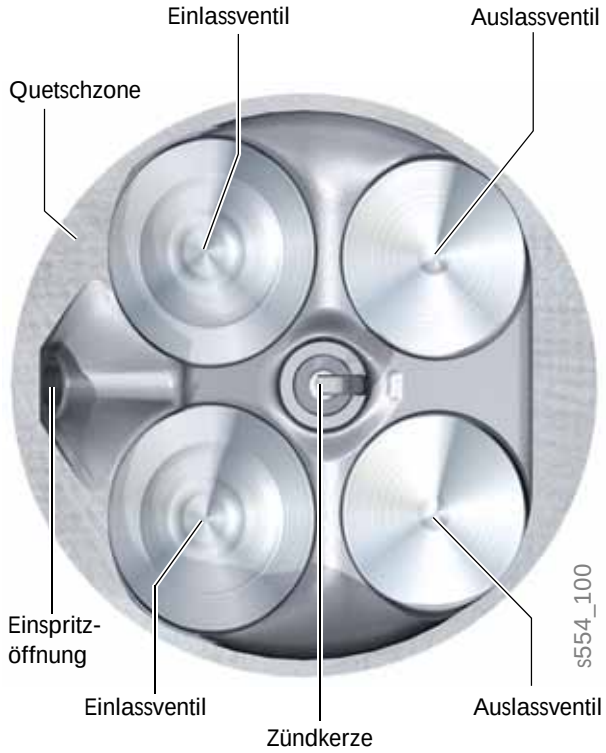
Die Brennraumgestaltung

Der Brennraum wird durch die Ausformung der Brennraummulde im Zylinderkopf und der Strömungsmulde im Kolbenboden gebildet.
Die Brennraummulde ist mit einer größeren Quetschzone ausgeführt, was den Einsatz kleinerer Einlassventile erfordert.
Die vergrößerte Quetschzone sorgt für eine bessere Durchmischung von Kraftstoff und Luft im Zylinder.
Passend dazu wurden die Ventiltaschen und die Strömungsmulde auf dem Kolbenboden ausgeformt.



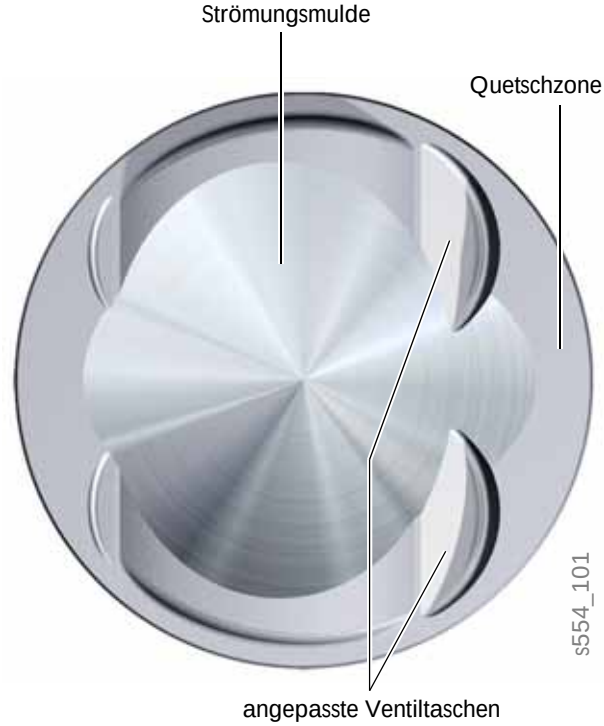
s554_099

Brennraummulde im Zylinderkopf



s554_100

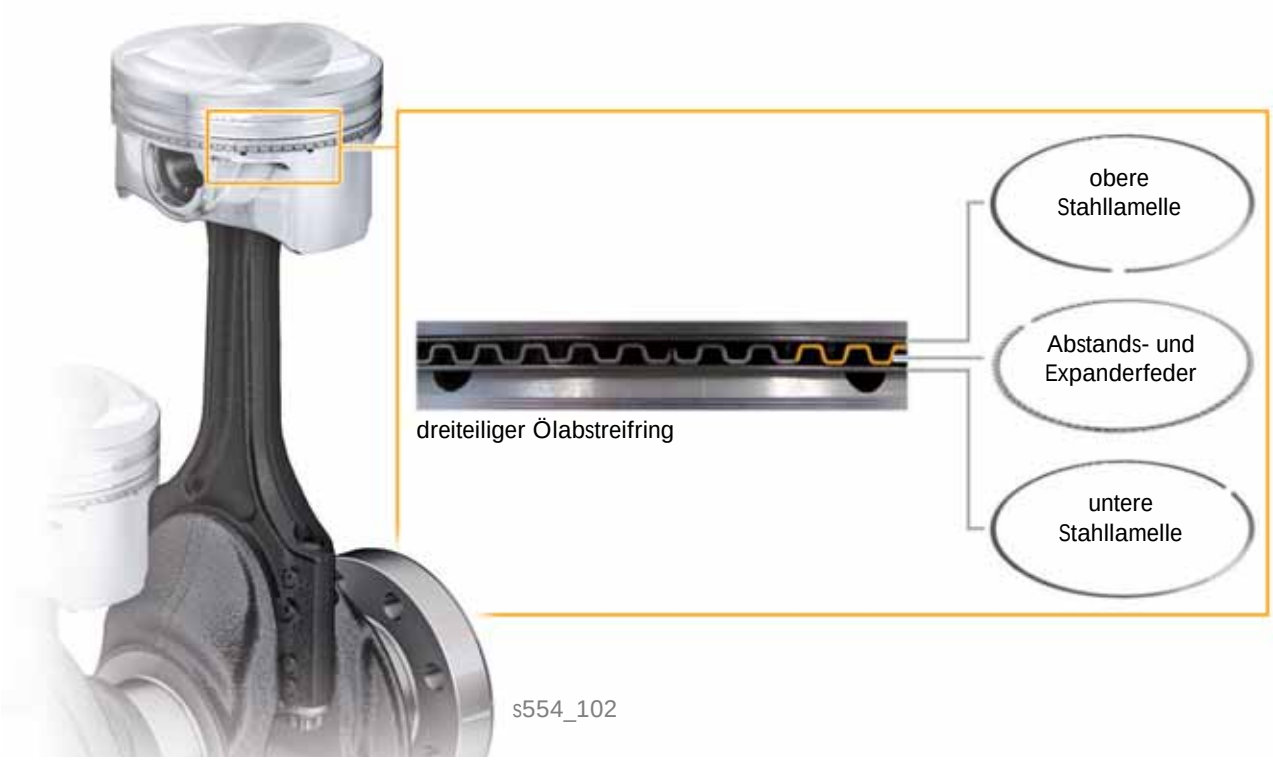
Brennraumgestaltung im Kolbenboden



s554_101

Der dreiteilige Ölabstreifring

Jeder Kolben besitzt einen dreiteiligen Ölabstreifring. Er besteht aus zwei Stahllamellen und einer Abstands- und Expanderfeder.





Bei der Montage der Ölabstreifringe ist darauf zu achten, dass die korrekte Lage der Expanderfeder sichergestellt ist. Das ist besonders wichtig bei Kolben, die mit Ringen vormontiert geliefert werden. Es besteht die Möglichkeit, dass die Federenden übereinander gerutscht sind.
Für eine bessere Überprüfung der genauen Lage der Bauteile sind deshalb beide Enden der Expanderfeder mit einer Farbkennzeichnung versehen. Die Expanderfeder darf nicht überlappen, da sonst die Funktion des Ölabstreifrings nicht gegeben ist. Die Ringstöße des dreiteiligen Ölabstreifrings müssen um 120° verdreht eingebaut werden.

Die Systemübersicht

Sensoren

Drosselklappensteuereinheit **GX3:**
Winkelgeber 1 & 2 für Drosselklappenantrieb
bei elektrischer Gasbetätigung **G187, G188**

Bremslichtschalter **F**

Kupplungspositionsgeber **G476**

Gaspedalmodul **GX2:**
Gaspedalstellungsgeber **G79**
Geber 2 für Gaspedalstellung **G185**

Klopfsensor 1 **G61**

Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck **G410**

Hallgeber **G40,** Hallgeber 3 **G300**

Kühlmitteltemperaturgeber **G62**

Kühlmitteltemperaturgeber
am Kühlerausgang **G83**

Motordrehzahlgeber **G28**

Ölstands- und Öltemperaturgeber **G266**

Potenziometer für Saugrohrklappe **G336**

Saugrohrgeber **GX9:**
Saugrohrdruckgeber **G71**
Ansauglufttemperaturgeber **G42**

Kraftstoffdruckgeber **G247**

Ladedruckgeber **G31**

Lambdasonde 1 vor Katalysator **GX10:**
Lambdasonde **G39**

Lambdasonde 1 nach Katalysator **GX7:**
Lambdasonde nach Katalysator **G130**

Öldruckschalter **F1**

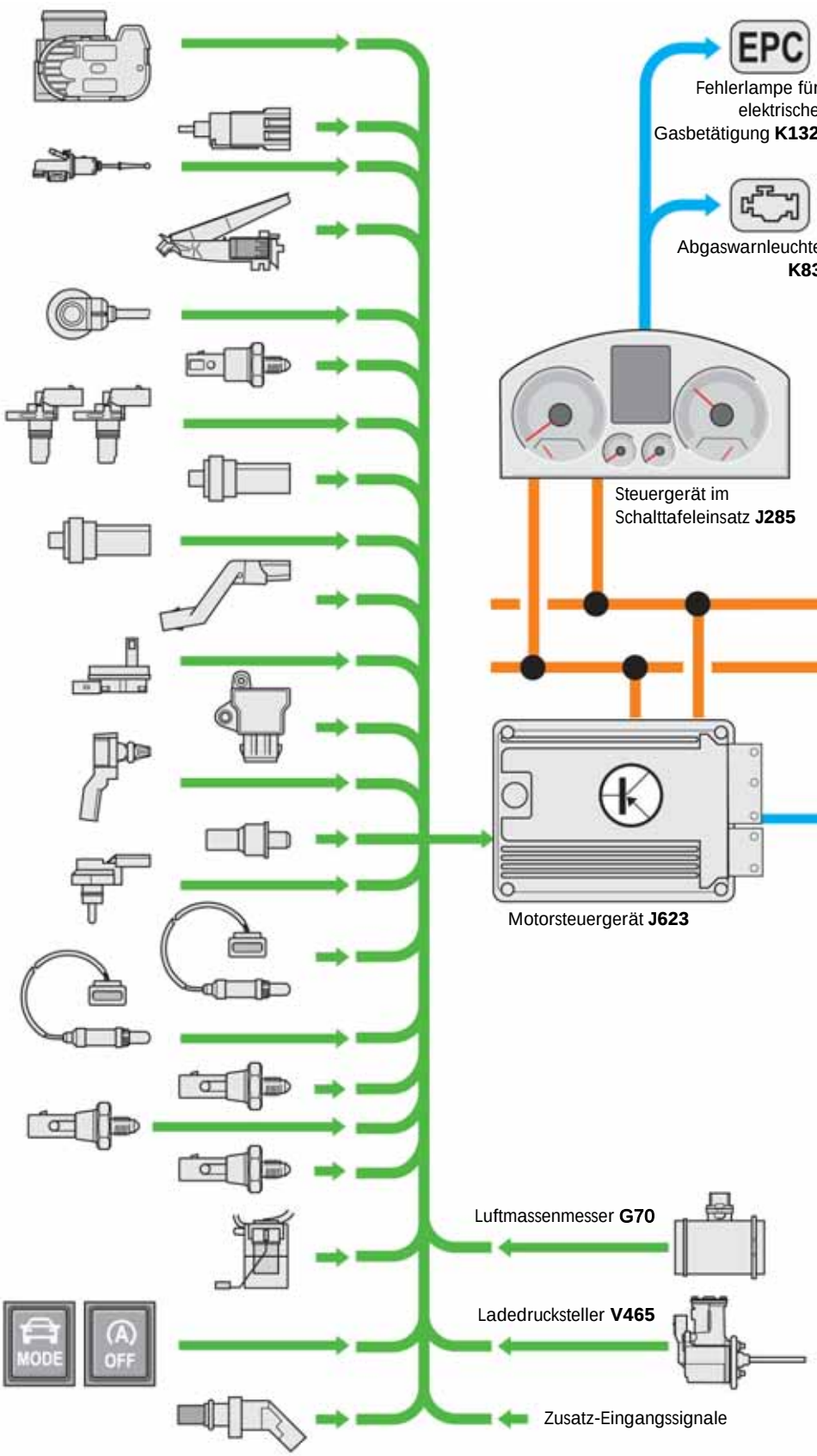
Öldruckschalter für reduzierten Öldruck **F378**

Öldruckschalter Stufe 3 **F447**

Kraftstoffördereinheit **GX1:**
Geber für Kraftstoffvorratsanzeige **G**
Kraftstoffvorratsgeber 2 **G169**

Taster für Fahrprofilauswahl **E735**
Taster für Start-Stopp-Betrieb **E693**

Geber für Getriebe-Neutralstellung **G701**



Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung **K132**

Abgaswarnleuchte **K83**

Steuergerät im Schalttafeleinsatz **J285**

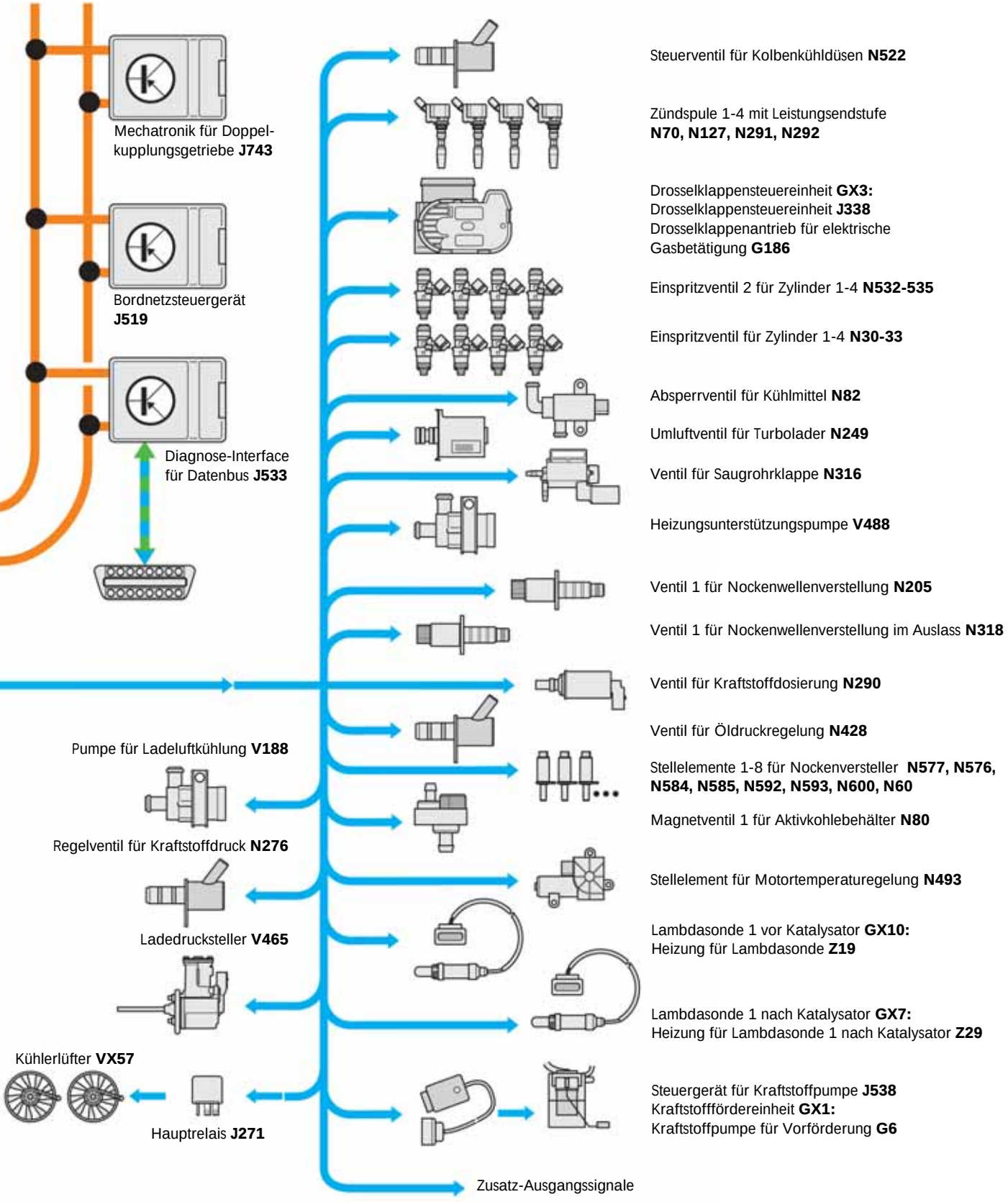
Motorsteuergerät **J623**

Luftmassenmesser **G70**

Ladedrucksteller **V465**

Zusatz-Eingangssignale

Aktoren



s554_077

Das Motorsteuergerät J623

Das Motormanagement wird als „Bosch MG1" bezeichnet. **Bosch:** Hersteller des Steuergeräts **M:** Motor, **G:** Gasoline, **1:** erste Rechnergeneration

Im Motorsteuergerät kommt ein 32 Bit, 300 MHz Vierkern-Prozessor zum Einsatz.
Zwei Hauptprozessoren übernehmen die eigentliche Rechnerarbeit. Zwei weitere Prozessorkerne überwachen die Rechenschritte der Hauptprozessoren. Dadurch erhält das Steuergerät eine beachtliche Rechenleistung und Flexibilität. Diese Eigenschaften erlauben es, verschiedene Betriebsarten umzusetzen, ohne an die Leistungsgrenzen des Motorsteuergerätes zu gelangen.


s554_020

Der Luftmassenmesser G70

Dieser Luftmassenmesser mit Rückstromerkennung misst die Luftmasse im Ansaugkanal.
Er ist erforderlich, weil bei dem optimierten Miller-Brennverfahren das Einlassventil früh schließt.
Dabei strömt die Ansaugluft von dem geschlossenen Einlassventil in den Ansaugkanal zurück.
Diese zurückströmende Luftmasse wird von der Rückstromerkennung gemessen.

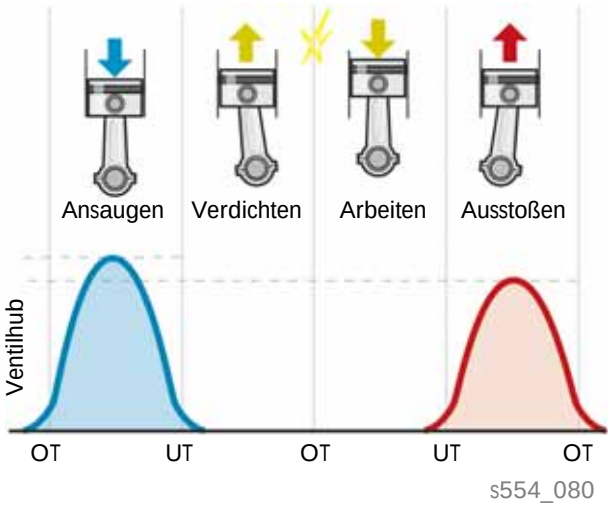

s554_034

Das 4-Takt-Brennverfahren

Zum Hintergrund

4-Takt-Brennverfahren nach Otto

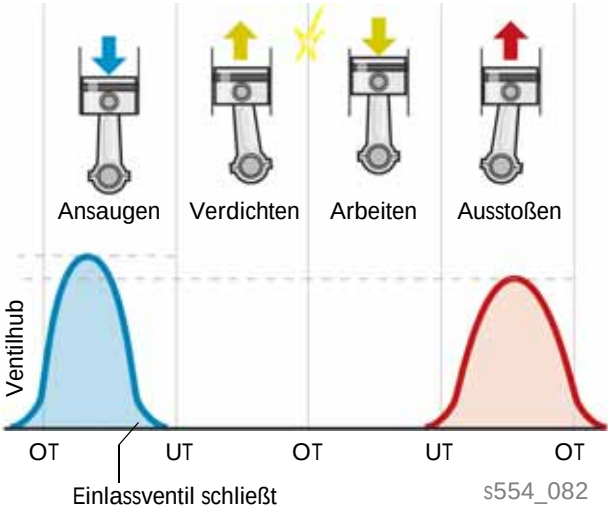
Um den Wirkungsgrad von Ottomotoren gegenüber dem ursprünglichen 4-Takt-Brennverfahren von Nicolaus August Otto zu erhöhen, hat es in der Vergangenheit unterschiedliche Lösungsansätze gegeben.
Der Grundgedanke dabei war immer, eine höhere Leistungsausbeute aus dem eingespritzten Kraftstoff-Luftgemisch zu erhalten.



s554_080

Brennverfahren nach Miller

Ralph Miller optimierte das Brennverfahren von Otto und ließ sich dieses 1947 patentieren. Dabei schließt das Einlassventil bereits weit vor dem Erreichen des unteren Totpunktes. Dies bewirkt, dass der Arbeitsraum vergrößert wird. Durch die Abwärtsbewegung des Kolbens zum unteren Totpunkt wird die Luft dekomprimiert und kühlt ab. Nach Überschreiten des unteren Totpunktes wird die Luft komprimiert. Dadurch wird der Wirkungsgrad des Kraftstoff-Luftgemisches erhöht.



s554_082

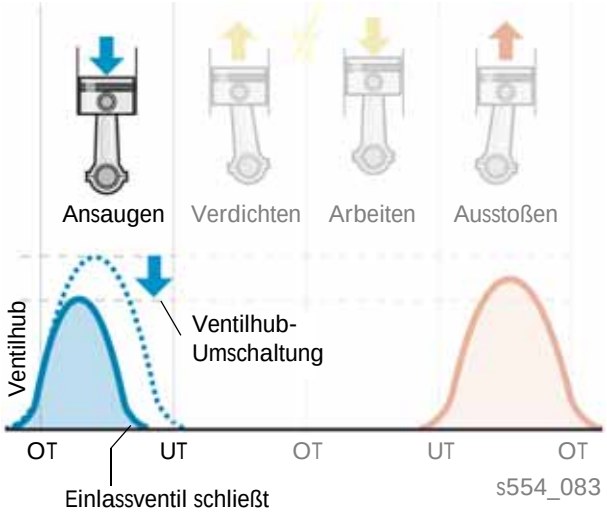
Das optimierte Miller-Brennverfahren von Volkswagen

Im Teillastbereich des 2,0l-TSI-Motors mit dem optimierten Miller-Brennverfahren ist der Motor verbrauchs- und abgasoptimiert.

Über die Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassnockenwelle wird je nach Motorlast zwischen einem kurzen und langen Ventilhub umgeschaltet. Im Leerlauf und Teillastbereich wird ein kurzer Ventilhub gefahren. Bei hoher Lastanforderung wird auf den großen Ventilhub umgeschaltet. Des Weiteren kann über die Nockenwellenverstellung die Einlass- und Auslasszeit verändert werden.

Kurzer Ventilhub im optimierten Brennverfahren

Durch das Umschalten auf den kurzen Ventilhub schließt das Einlassventil, im Zusammenspiel mit einer Frühverstellung der Nockenwellenverstellung, vor dem unteren Totpunkt (UT). Die Frischgasfüllung wird bis zum Erreichen des UT dekomprimiert, wobei sie sich abkühlt.



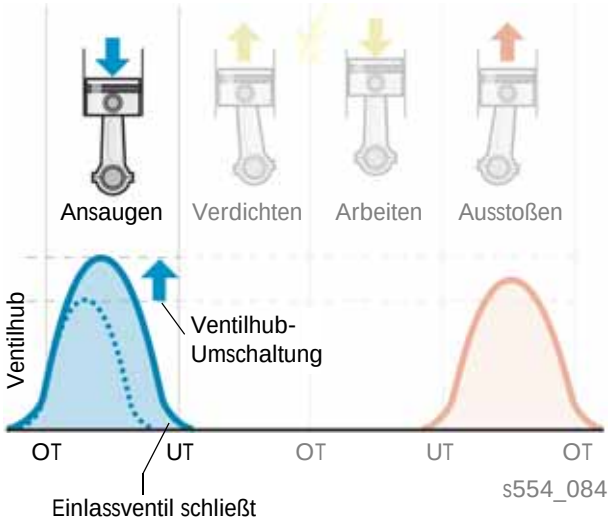
Ein weiterer Effekt des kürzeren Ventilhubs ist es, dass es den Querschnitt der Einströmöffnung reduziert, wodurch sich die Strömungsgeschwindigkeit der Luft erhöht. Dadurch ergibt sich eine bessere Durchmischung des Kraftstoff-Luftgemisches. Unterstützt wird dies durch die geometrische Ausgestaltung des Brennraums.

In Summe führt dies:

- zu einem höheren Wirkungsgrad des Kraftstoff-Luftgemisches
- zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch
- zu einem geringeren Schadstoffausstoß

Langer Ventilhub im Otto-Brennverfahren

Bei hoher Lastanforderung wird auf den langen Ventilhub umgeschaltet. Zusammen mit einer Spätverstellung der Nockenwellenverstellung schließt das Einlassventil nach UT.
Dadurch wird eine höhere Befüllung des Brennraums erreicht und die volle Leistung des Motors steht zur Verfügung.



Die Betriebsarten

Kaltstart

- Die Motordrehzahl wird erhöht, die Steuerzeiten angepasst, die Zündung auf „Spät" gestellt und bis zu drei Einspritzungen durchgeführt. Dadurch wird der Katalysator schneller auf Betriebstemperatur gebracht.

Warmlaufphase

- Bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 70 °C erfolgt die TSI-Einspritzung einfach bis dreifach. In Abhängigkeit von Drehzahl, Last und Temperatur wird auf MPI-Einspritzung umgeschaltet.

Warmstart

- Die Einlassnockenwelle steht auf kleinem Nockenprofil, entsprechend auf kleinem Ventilhub.
- Während der Startphase wird je nach Motortemperatur im Ansaug- und/oder im Verdichtungstakt einfach oder mehrfach eingespritzt.

Motorlauf bei Betriebstemperatur

- Je nach Lastanforderung im optimierten Miller-Brennverfahren oder in Volllast.

Motormanagement

Motorlauf im optimierten Miller-Brennverfahren

- Das neue Brennverfahren ist im Leerlauf und im Teillastbereich aktiv und erzielt durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren einen höheren Wirkungsgrad.
- Die Einlassnockenwelle steht auf kleinem Nockenprofil (kleinem Ventilhub).
- Bis zu einer Motordrehzahl von 2700 1/min erfolgt im Niedrig- und im Teillastbereich die Einspritzung über die MPI-Einspritzventile.
- Die Saugrohrklappen sind je nach Last und Drehzahl angestellt.
- Die Drosselklappe wird so weit wie möglich geöffnet.

Motorlauf in Volllast

- Ventilhub-Umschaltung auf das große Einlassnockenprofil und damit auf den großen Ventilhub. Hier wird eine Einlassphase von 170°KW realisiert.
- Die Saugrohrklappen sind im Volllastbereich geöffnet.
- Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt kennfeldabhängig mittels TSI-Einspritzung.
- Es können, je nach Anforderung, bis zu drei Einspritzungen realisiert werden.
  Hierbei kann die Einspritzmenge sowie der Zeitpunkt der jeweiligen Einspritzung variiert werden.

Beeinflussung des Motorlaufes durch Fahrprofilauswahl

- Ist das Fahrzeug mit einer Fahrprofilauswahl ausgestattet, wird in den unterschiedlichen Fahrprofilen das Motordrehmoment verändert.

Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T40347 Montagewerkzeug für den Kolben	 s554_202	zum Einbau des Kolbens Es darf auf keinen Fall ein Kolbenspannband zur Montage des Kolbens verwendet werden, weil dadurch der Ölabstreifring zerstört werden kann!
VAG1763/13 Einschraubadapter	 s554_203	zum Prüfen des Kompressionsdrucks
T10567	 s554_204	zum Drehen der Nockenwellen

Prüfen Sie Ihr Wissen!

Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Was sind die besonderen Merkmale beim neuen 2,0 l-132 kW-TSI-Motor?

❒ a) Der Einspritzdruck ist auf 350 bar erhöht worden.

❒ b) Motorsteuergerät mit 8 Kernprozessoren.

❒ c) Weiterleitung der Blow-by-Gase durch die Ausgleichswelle.

❒ d) Am Kettentrieb eine verlängerte Führungsschiene gegen das Überspringen der Steuerkette.

2. Wie ist die Ventilhub-Umschaltung bei diesem Motor ausgelegt?

❒ a) Ventilhub-Umschaltung auf der Einlassseite.

❒ b) Ventilhub-Umschaltung auf der Auslassseite.

❒ c) Ventilhub-Umschaltung auf der Einlass- und Auslassseite.

3. Was ist beim Einbau des dreiteiligen Ölabstreifrings zu beachten?

❒ a) Die Öffnungen der Ringe müssen übereinander stehen.

❒ b) Sämtliche Öffnungen müssen einen Versatz von 120° haben.

❒ c) Die farbige Markierung auf der Abstands- und Expanderfeder muss übereinander stehen.

❒ d) Die Abstands- und Expanderfeder dürfen nicht überlappen.

4. Beim optimierten Miller-Brennverfahren von Volkswagen ...

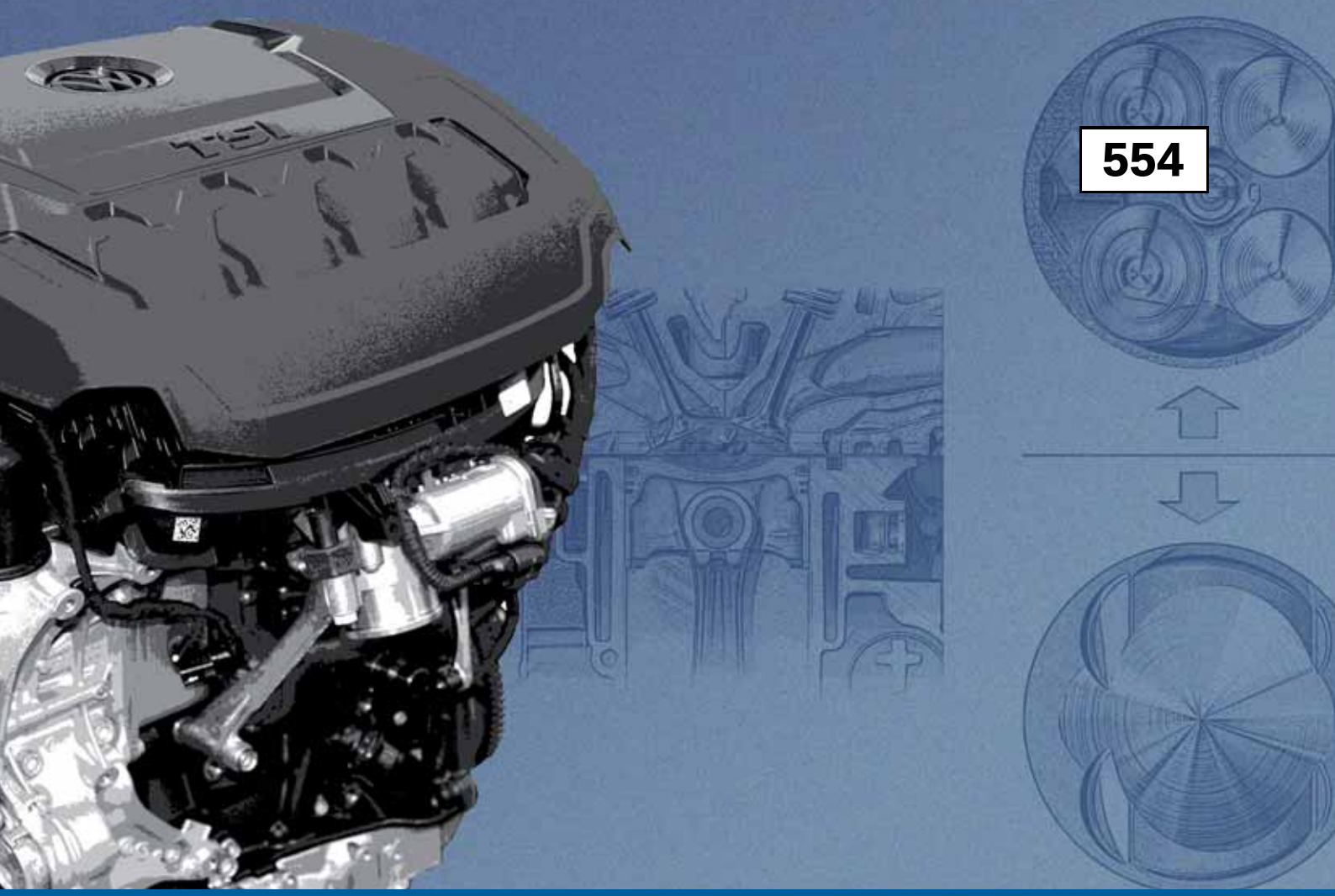
❒ a) wird mithilfe der Ventilhub-Umschaltung der Arbeitstakt verkürzt.

❒ b) wird mithilfe der Ventilhub-Umschaltung durch einen kürzeren Ventilhub eine kürzere Einlassdauer erreicht.

❒ c) wird mithilfe der Ventilhub-Umschaltung durch einen kürzeren Ventilhub eine kürzere Auslassdauer erreicht.

Lösung:
1. c), d); 2. a); 3. b), d); 4. b);

Notizen



554

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2813.11.00 Technischer Stand 08/2016

Volkswagen AG
After Sales Qualifizierung
Service Training VSQ-2
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

❀ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.