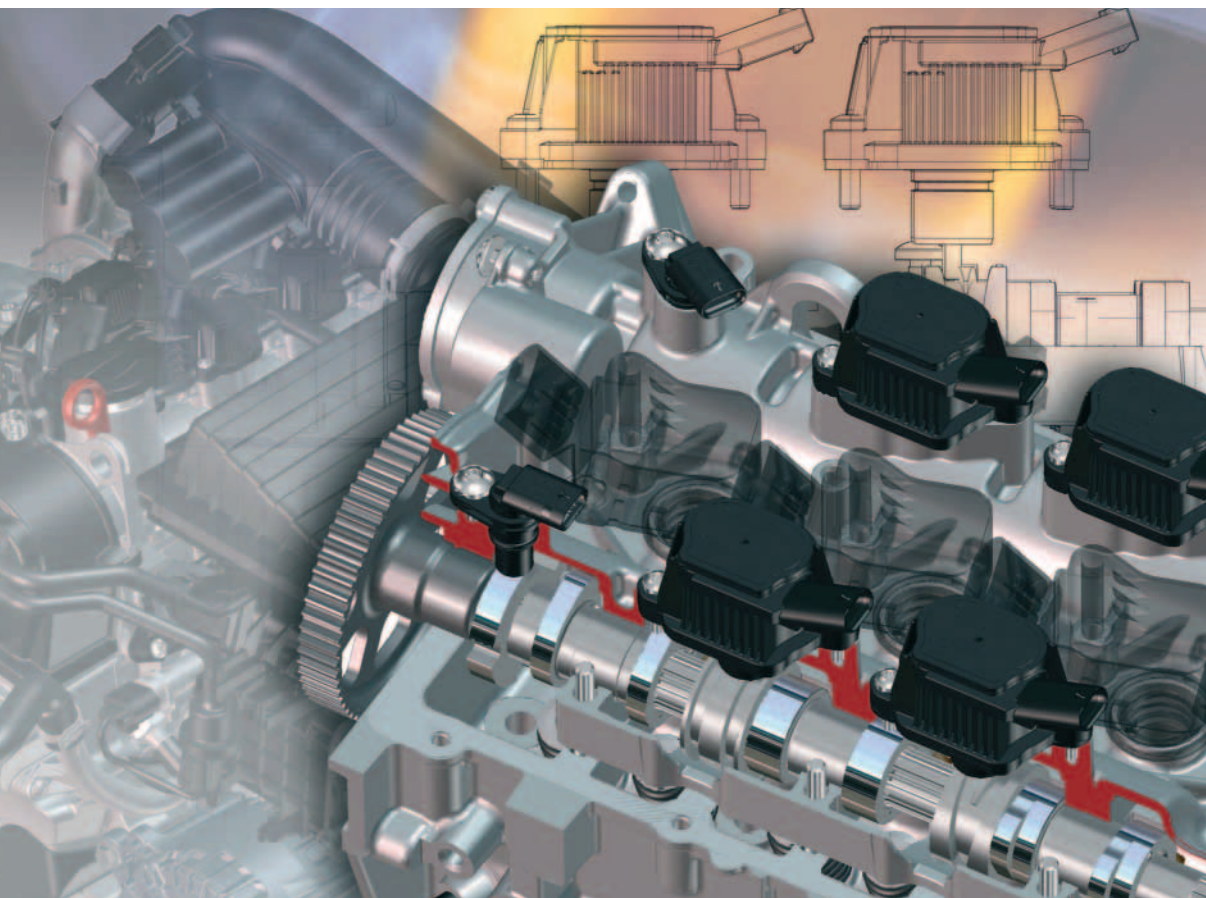




Selbststudienprogramm 510

**Das Aktive Zylindermanagement ACT
beim 1,4l-103kW-TSI-Motor**

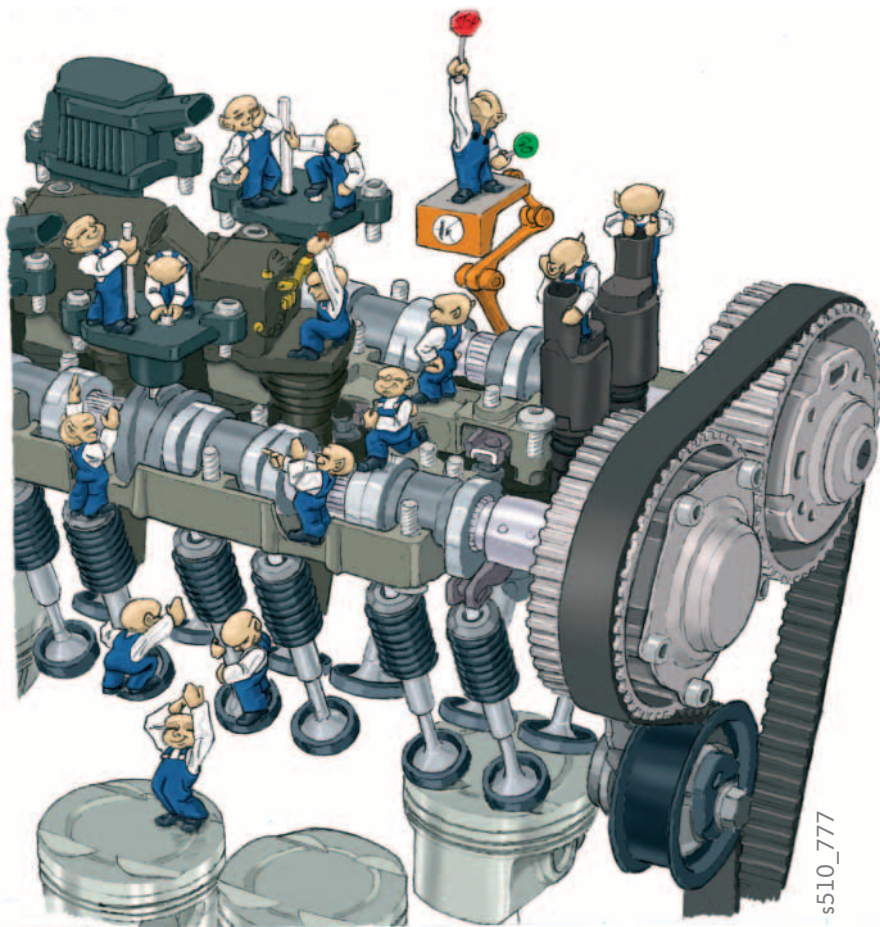
Konstruktion und Funktion



Der 1,4l-103kW-TSI-Motor mit Aktivem Zylindermanagement ist ein Motor aus der neuen Ottomotoren-Baureihe EA211. Zugleich ist es der erste Großserienmotor, bei dem zeitweise zwei der vier Zylinder abgeschaltet werden, um den Kraftstoffverbrauch zu senken.

Zusammen mit der BlueMotion Technology ist er sehr umweltfreundlich und trotzdem leistungsstark.

Im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) reduziert das Aktive Zylindermanagement den Verbrauch des 1,4l-TSI-Motors um 0,4 Liter pro 100 Kilometer. Daraus ergibt sich eine CO₂-Verringerung von zehn Gramm pro Kilometer. Zusammen mit der BlueMotion Technology verringert sich der Kraftstoffverbrauch um 0,6 Liter pro 100 Kilometer.



Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen die Konstruktion und Funktion des Aktiven Zylindermanagements ACT* vor.






*Die Bezeichnung „ACT“ ist eine geschützte Buchstabenkombination von Volkswagen.

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.





Einleitung	4	
Der 1,4l-103kW-TSI-Motor mit Aktivem Zylindermanagement ACT	4	
Die Vorteile des Aktiven Zylindermanagements	6	
Motormechanik	8	
Der Aufbau des Aktiven Zylindermanagements	8	
Der Aufbau der Nockenwellen	10	
Die Verschiebung der Nockenstücke	12	
Die Maßnahmen zur Schwingungs- und Geräuschreduzierung	14	
Motormanagement	16	
Die Systemübersicht	16	
Das Motormanagement	18	
Der Arbeitsbereich des Aktiven Zylindermanagements ACT	19	
Der Abschaltvorgang	20	
Der Zuschaltvorgang	22	
Die Anzeige für das Aktive Zylindermanagement ACT	24	
Die Sensoren	25	
Die Aktoren	28	
Service	32	
Die Spezialwerkzeuge	32	
Prüfen Sie Ihr Wissen	33	

Einleitung



Der 1,4l-103kW-TSI-Motor mit Aktivem Zylindermanagement ACT

Dieser Motor unterscheidet sich vom herkömmlichen 1,4l-103kW-TSI-Motor vor allem durch das Aktive Zylindermanagement.

Technische Merkmale

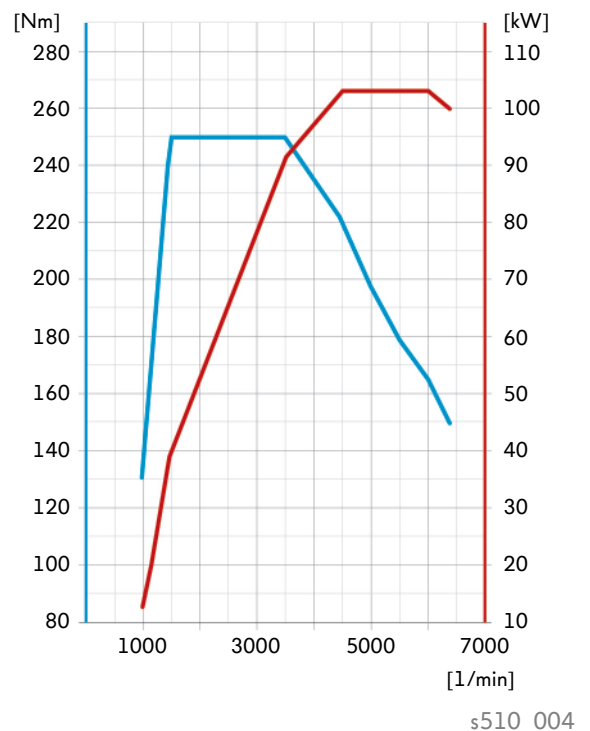
- Aktives Zylindermanagement ACT
- Zahnriementrieb
- Zylinderkopf mit integriertem Abgaskrümmmer
- Kühlmittelpumpe im Kühlmittelreglergehäuse integriert
- Antrieb der Kühlmittelpumpe über einen Zahnriemen von der Auslass-Nockenwelle
- Abgas-Turboladermodul mit elektrischem Ladedrucksteller
- Einlass- und Auslass-Nockenwellenverstellung
- Außenzahnrad-Ölpumpe mit zweistufiger Öldruckregelung



Technische Daten

Motorkennbuchstabe	CPTA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1395 cm ³
Bohrung	74,5 mm
Hub	80 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	10,0:1
max. Leistung	103 kW bei 4500-6000 1/min
max. Drehmoment	250 Nm bei 1500-3500 1/min
Motormanagement	Bosch Motronic MED 17.5.21
Kraftstoff	Super Bleifrei mit ROZ 95
Abgasnachbehandlung	Drei-Wege-Katalysator, eine Breitband-Lambdasonde vor und eine Sprung-Lambdasonde nach dem Katalysator
Abgasnorm	EU6

Drehmoment -/Leistungsdiagramm



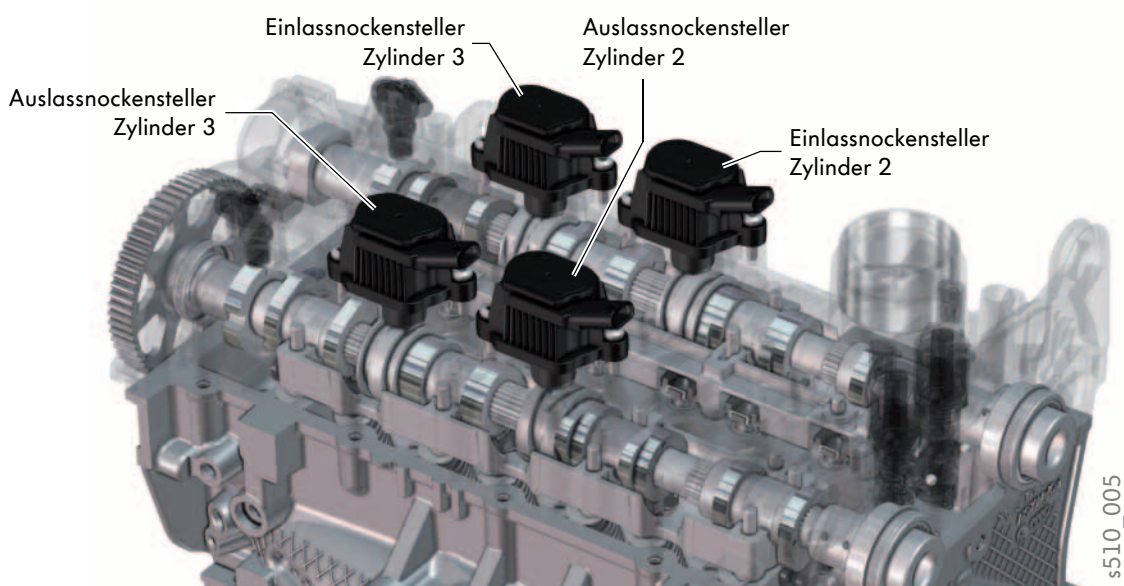


Das Aktive Zylindermanagement ACT

Mit dem Aktiven Zylindermanagement ACT werden in einem möglichst großen Teillastbereich die Zylinder 2 und 3 komplett abgeschaltet. Das heißt, die Ein- und Auslassventile der beiden Zylinder bleiben geschlossen und die Einspritzung und Zündung werden abgeschaltet. Der Motor läuft im 2-Zylinder-Modus.

Dadurch wird der Motor in einem kraftstoffsparenderen Wirkungsgradbereich betrieben und der Kraftstoffverbrauch sinkt.

Abgeschaltet werden die Ventile von je zwei Ein- und Auslassnockenstellern.



Abschaltvoraussetzungen

- Die Motordrehzahl liegt im Bereich von etwa 1250 - 4000 1/min
- Das angeforderte Motordrehmoment beträgt drehzahlabhängig bis zu 85Nm
- Die Öltemperatur beträgt mindestens 10 °C
- Die Lambdaregelung ist aktiv



Der Motorstart erfolgt immer im 4-Zylinder-Modus!



Die Vorteile des Aktiven Zylindermanagements

Entdrosselter Betrieb

Ein großer Verbrauchsnachteil von Ottomotoren gegenüber Dieselmotoren ist der stark gedrosselte Betrieb im Teillastbereich.

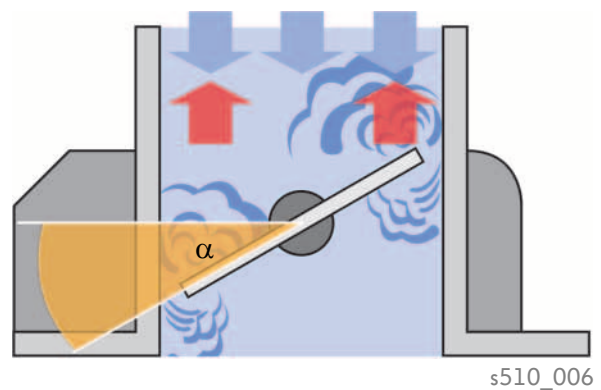
Während bei Dieselmotoren ein fast ungedrosselter Betrieb möglich ist und das Drehmoment über die eingespritzte Kraftstoffmenge geregelt wird, muss bei Ottomotoren das Luft-/Kraftstoffverhältnis unter fast allen Bedingungen auf $\lambda = 1$ geregelt werden. Nur so werden die Abgasnormen mit dem Drei-Wege-Katalysator erfüllt.

Um Ihnen die Vorteile des 2-Zylinder-Modus zu verdeutlichen, zeigen wir nachstehend die Stellungen der Drosselklappe während der Teillast im 2- und 4-Zylinder-Modus. In beiden Fällen hat das Motorsteuergerät berechnet, wie viel Frischluft und Kraftstoff für das angeforderte Drehmoment notwendig sind.

4-Zylinder-Modus

Dadurch, dass alle Zylinder mit Frischluft versorgt werden, ist die Drosselklappe für das erforderliche Drehmoment nur wenig geöffnet.

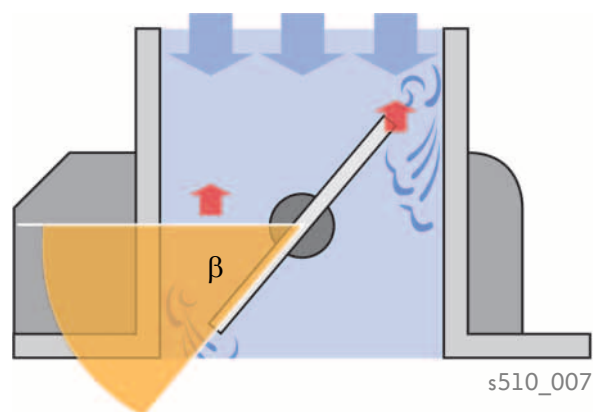
Beim Ansaugen entstehen an der Drosselklappe starke Verwirbelungen. Aufgrund dieser Verwirbelungen muss der Motor die Luft gegen einen großen Widerstand ansaugen. Durch diese Drosselverluste steigt der Kraftstoffverbrauch.



s510_006

2-Zylinder-Modus

Um im 2-Zylinder-Modus das gleiche Drehmoment zu erzeugen, wie im 4-Zylinder-Modus, muss den beiden Zylindern ungefähr die gleiche Luftmenge zugeführt werden, wie vorher den 4 Zylindern. Das ist nur möglich, indem die Drosselklappe weiter geöffnet wird. Durch den größeren Öffnungswinkel entstehen weniger Verwirbelungen an der Drosselklappe. Der Motor saugt die Luft gegen einen geringeren Widerstand an und der Kraftstoffverbrauch sinkt.



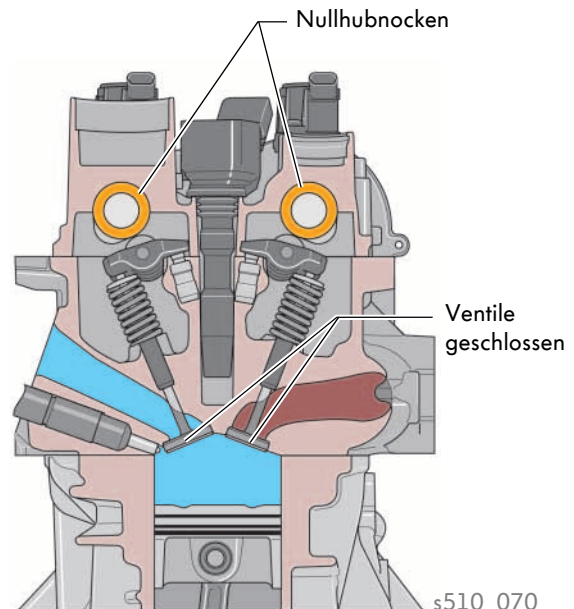
s510_007



Geringere Ladungswechselverluste

Bei den abgeschalteten Zylindern 2 und 3 entfällt der komplette Ladungswechsel. Die Rollenschlepphebel dieser Zylinder laufen auf Nullhubnocken (siehe Seite 11), wodurch die Ventile geschlossen bleiben. Der Motor muss für die abgeschalteten Zylinder keine Kraft aufbringen, weder um die Ventile zu öffnen, noch um Luft anzusaugen und auszustoßen.

abgeschalteter Zylinder

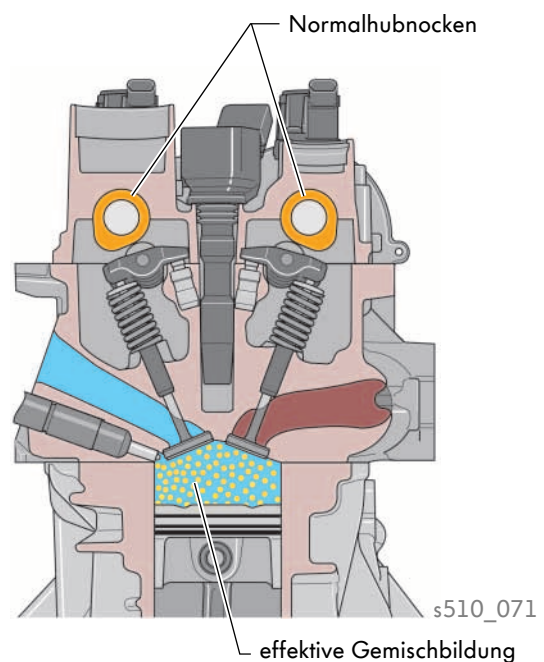


Wirkungsgradverbesserung

Die Zylinder 1 und 4 übernehmen die Arbeit der abgeschalteten Zylinder 2 und 3. Dadurch arbeiten sie in einem höheren Lastbereich. In diesem ist die Gemischbildung und Verbrennung effektiver. Außerdem wird in den abgeschalteten Zylindern keine Verbrennungswärme an die Zylinderwände abgegeben.

Die Wandwärmeverluste des Motors sinken und der thermische Wirkungsgrad steigt.

arbeitender Zylinder

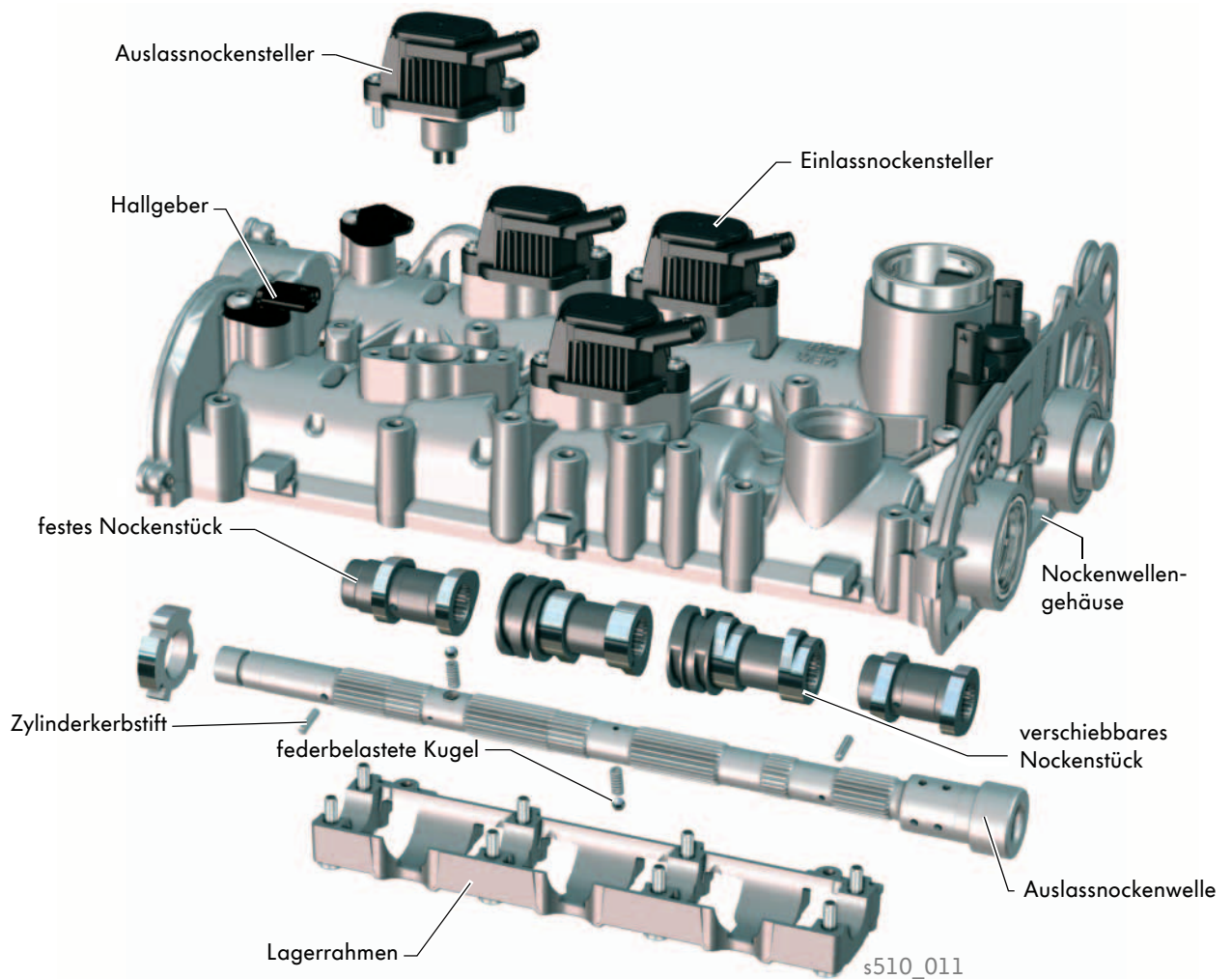


Der Aufbau des Aktiven Zylindermanagements

Das Nockenwellengehäuse besteht aus Aluminium-Druckguss und bildet mit den beiden Nockenwellen ein Modul.

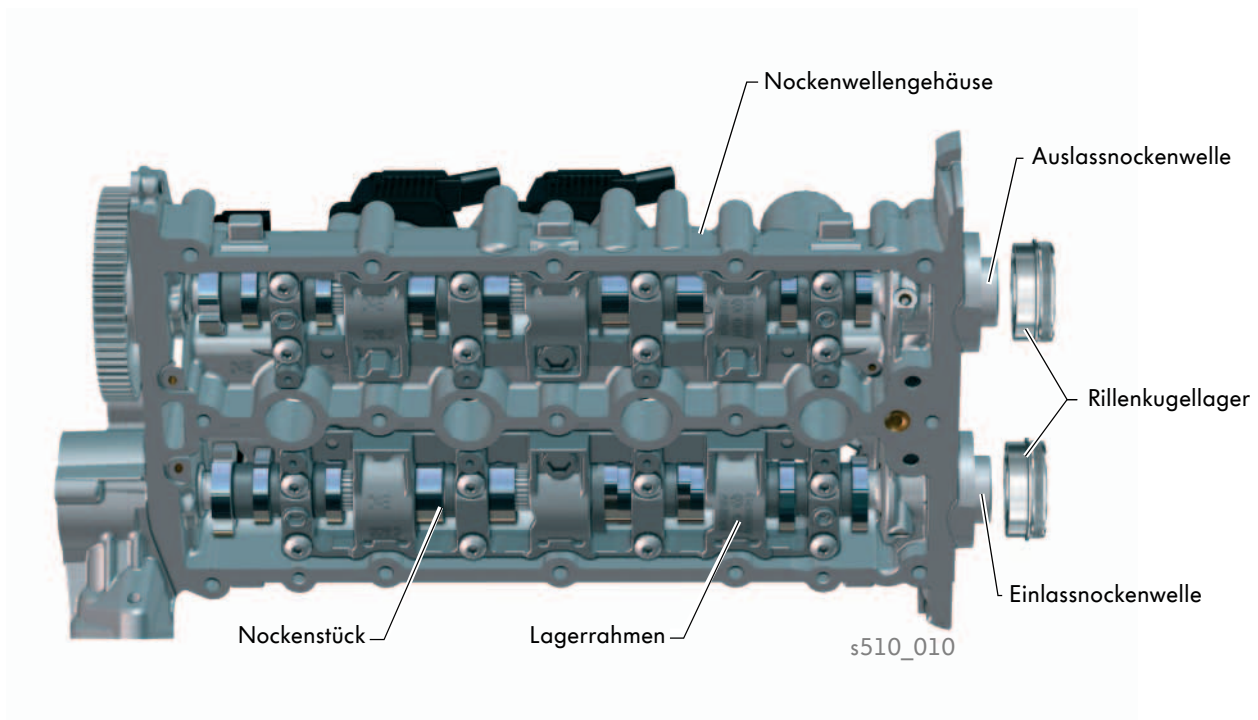
Vom Aufbau her sind die Nockenwellen gleich. Es sind Wellen mit einer Außenverzahnung, auf die zwei feste Nockenstücke für die Zylinder 1 und 4 sowie zwei in Längsrichtung verschiebbare Nockenstücke für die Zylinder 2 und 3 aufgeschoben sind. Zusammengebaut werden die Nockenwellen im Nockenwellengehäuse.

Versoben werden die verschiebbaren Nockenstücke durch je zwei Einlass- und Auslassnockensteller am Nockenwellengehäuse.



Die Nockenwellen sind zur Hälfte im Nockenwellengehäuse und in zwei stabilen Lagerrahmen gelagert. Die Nockenstücke dienen dabei gleichzeitig als Lagerstellen.

Um die Reibung zu reduzieren, sind die vom Zahnriementrieb am höchsten belasteten, ersten Lager einer jeden Nockenwelle als Rillenkugellager ausgeführt.



Im Reparaturfall ist das Nockenwellengehäuse gemeinsam mit den Nockenwellen auszutauschen.

Der Aufbau der Nockenwellen

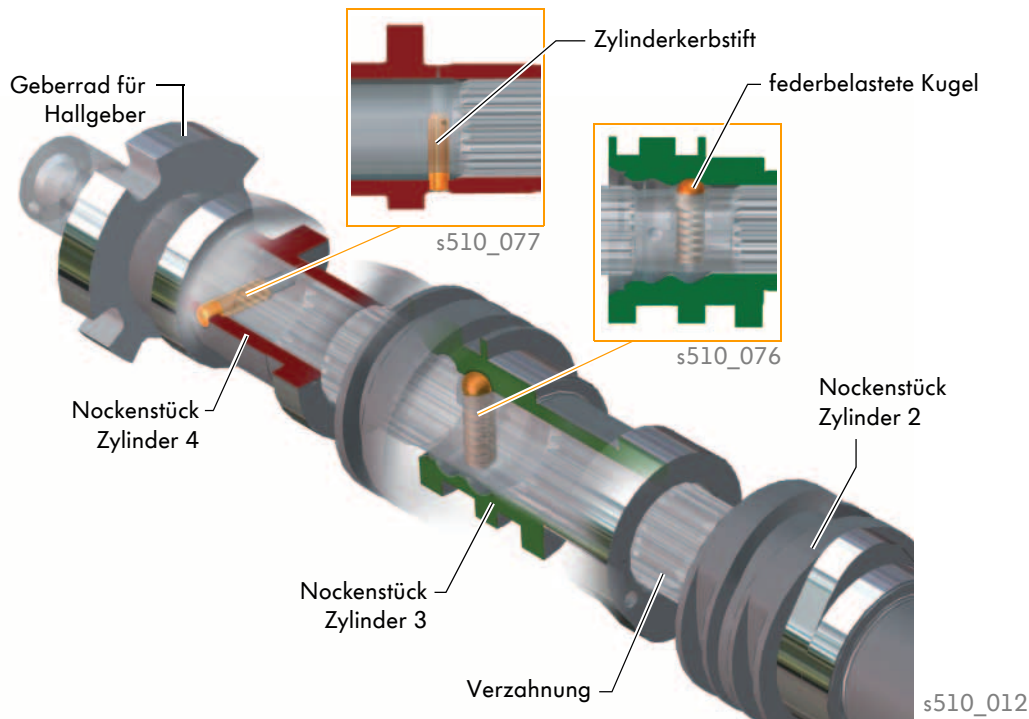
Auf den Nockenwellen befinden sich zwei Arten von Nockenstücken:

Zylinder 1 und 4:

- Die Nockenstücke sind über die Verzahnung und einen Zylinderkerbstift fest mit der Nockenwelle verbunden.

Zylinder 2 und 3:

- Die Nockenstücke sind mit einer federbelasteten Kugel gesichert und können auf einer Verzahnung um ca. 7 mm in Längsrichtung verschoben werden.

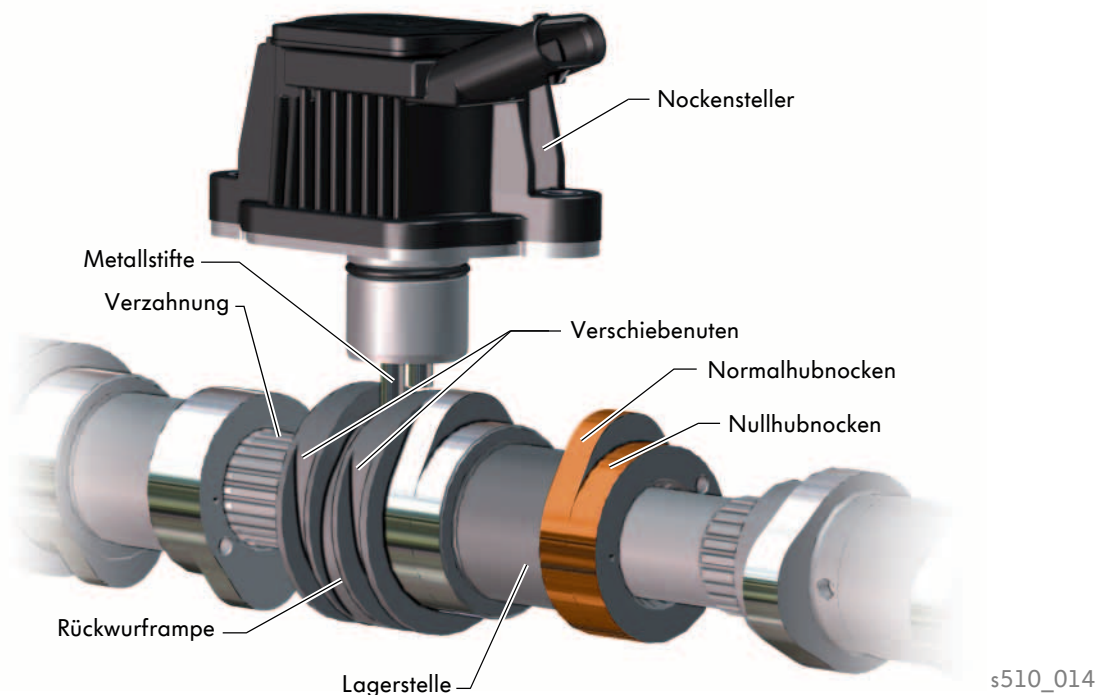


Aus Platzgründen bei den verschiebbaren Nockenstücken und zur Vereinheitlichung sind bei diesem Motor alle Nockenbahnen und Rollen der Rollenschlepphebel schmäler als bei herkömmlichen Motoren.

Die verschiebbaren Nockenstücke

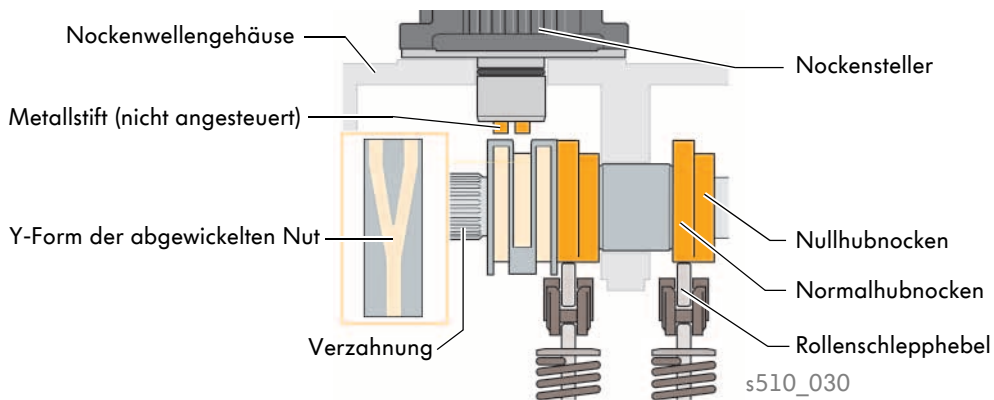
Die verschiebbaren Nockenstücke der Zylinder 2 und 3 haben folgende Besonderheiten:

1. Über die Verschiebenuten erfolgt die Verstellung des Nockenstücks auf der jeweiligen Welle. Durch die Rückwurframpe werden die Metallstifte in den Nockensteller zurückgeworfen.
2. Die Verzahnungen der Nockenstücke und der Nockenwellen ermöglicht es, die Nockenstücke in Längsrichtung zu verschieben.
3. Die verschiebbaren und die festen Nockenstücke dienen gleichzeitig als Lagerstellen der Nockenwellen zwischen Nockenwellengehäuse und Lagerrahmen.
4. Laufen die Rollenschlepphebel auf dem Normalhubnocken, sind die Zylinder zugeschaltet. Die Ventile werden betätigt. Laufen sie auf dem Nullhubnocken, sind die Zylinder abgeschaltet. Die Ventile werden nicht betätigt.



Die Verschiebung der Nockenstücke

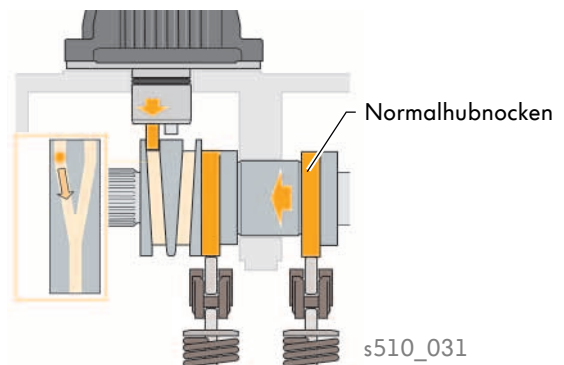
Das Verschieben der Nockenstücke erfolgt durch Metallstifte in den Nockenstellern. Je nachdem, in welche Richtung verstellt wird, greift einer der beiden Metallstifte in die entsprechende Verschiebenut. Die Form der Nuten ist so gestaltet, dass bei ausgefahrenem Metallstift und Drehung der Nockenwelle, das Nockenstück zwangsläufig in Längsrichtung verschoben wird. Abgewickelt sehen die Nuten wie ein Y aus.



Beispiel: Abschalten der Ventile eines Zylinders

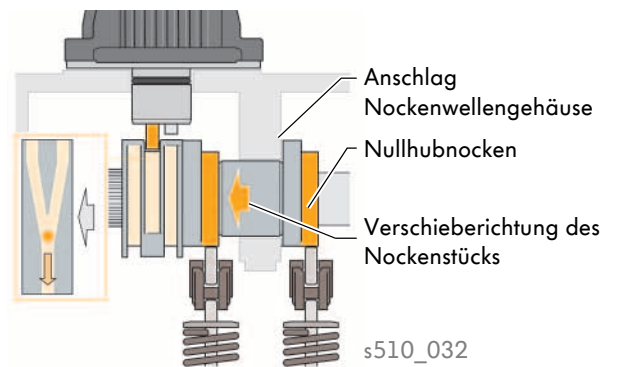
Das Motorsteuergerät steuert mit einem kurzen Masseimpuls den Nockensteller an.

Der entsprechende Stift wird ausgeworfen und taucht in die Verschiebenut des Nockenstücks ein. Durch die Drehung der Nockenwelle und die Form der Nut wird das Nockenstück in Längsrichtung nach links verschoben.



An der Stelle, an der beide Verschiebenuten zusammenlaufen, drückt eine federbelastete Kugel (siehe rechte Seite) das Nockenstück bis an den Anschlag an das Nockenwellengehäuse und arretiert es.

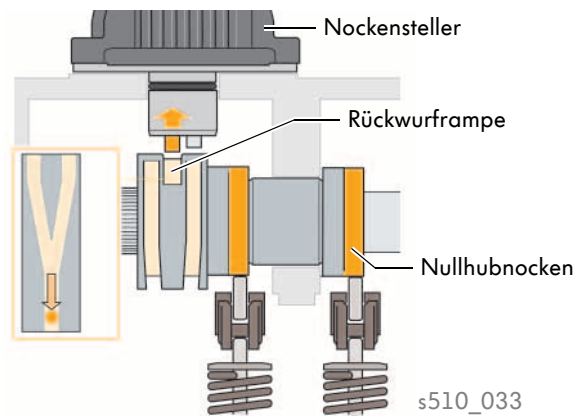
Die Rollenschlepphebel laufen jetzt auf dem Nullhubnocken. Die Ventile werden nicht mehr betätigt. Zum Zurückstellen auf den Normalhubnocken wird der andere Metallstift herausgeworfen und das Nockenstück nach rechts verschoben.



Rückwurf des Metallstiftes

Damit der Metallstift in seine Ausgangslage zurückkommt, ist die Y-Nut an ihrem Ende wie eine Rampe geformt. Durch sie wird der Metallstift in den Nockensteller zurückgeworfen und zusätzlich von einem Magneten im Nockensteller in der Ausgangslage gehalten.

Durch das Zurückwerfen des Metallstiftes entsteht im Nockensteller eine Induktionsspannung. Anhand dieser Induktionsspannung erkennt das Motorsteuergerät die erfolgreiche Verstellung des Nockenstücks.

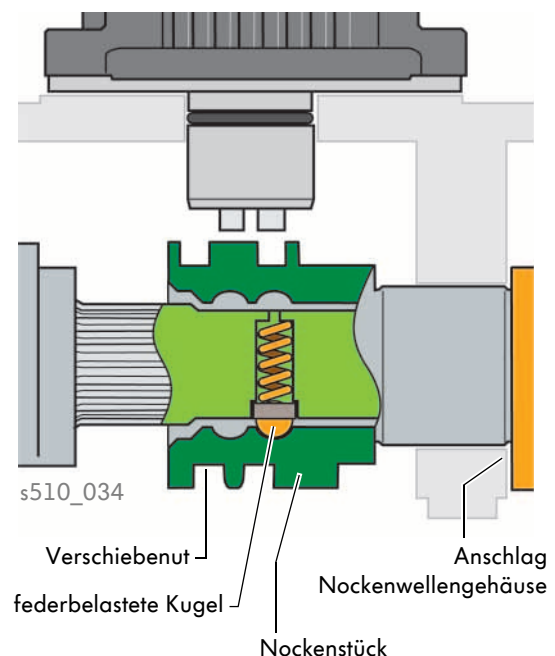


Die federbelastete Kugel

Damit die Nockenstücke bei der Verstellung nicht zu weit verschoben werden, begrenzt ein Anschlag den maximalen Verstellweg in Längsrichtung. Diesen Anschlag bilden die Lagerstellen im Nockenwellengehäuse und den beiden Lagerrahmen.

Die federbelastete Kugel hat zwei Aufgaben:

1. Beim Verstellvorgang drückt sie das Nockenstück in die jeweils gewünschte Position.
2. Sie hält bis zum nächsten Verstellvorgang das Nockenstück in der aktuellen Position.



Beim Anschlagen der Nockenstücke an die Lagerstellen kann es in seltenen Fällen zu einem hörbaren „Klackgeräusch“ kommen. Dabei handelt es sich um ein normales, mechanisch hervorgerufenes Geräusch.

Beachten Sie, dass es nur beim Umschalten zwischen den Modi entsteht und auch nur kurzzeitig wahrnehmbar ist.

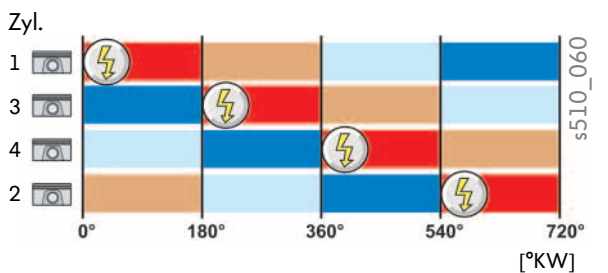
Die Maßnahmen zur Schwingungs- und Geräuschreduzierung

Das allgemein günstige Schwingungsverhalten des Motors wird bereits durch seine Grundkonstruktion mit der steifen Motorkonstruktion, dem leichten Kurbeltrieb sowie der Einbaulage quer zur Fahrtrichtung erreicht.

Die größten Herausforderungen sind das Ab- und Zuschalten der Zylinder sowie das Schwingungsverhalten und der Motorklang im 2-Zylinder-Modus. Zwar bleibt durch das Abschalten des 2. und 3. Zylinders ein gleichmäßiger Zündabstand, aber während im 4-Zylinder-Modus

zwei Zündungen pro Kurbelwellenumdrehung erfolgen, ist es im 2-Zylinder-Modus nur eine Zündung. Ohne Maßnahmen führt das zu erhöhten Schwingungen und einem rauerem Motorklang.

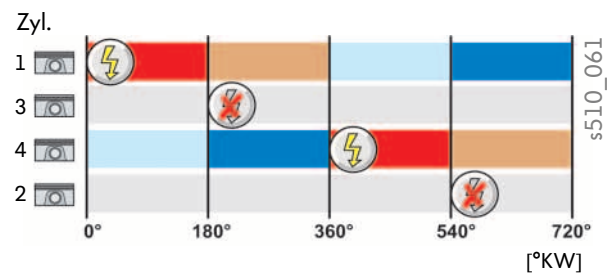
4-Zylinder-Modus Zündreihenfolge



Legende

- | | |
|---|--|
| Ansaugen | Zünden/Arbeiten |
| Verdichten | Ausstoßen |

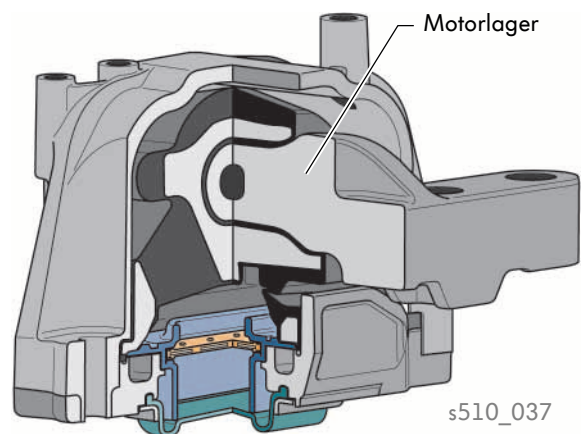
2-Zylinder-Modus Zündreihenfolge



- | |
|---|
| ⚡ Zylinder zugeschaltet |
| ⚡ Zylinder abgeschaltet |

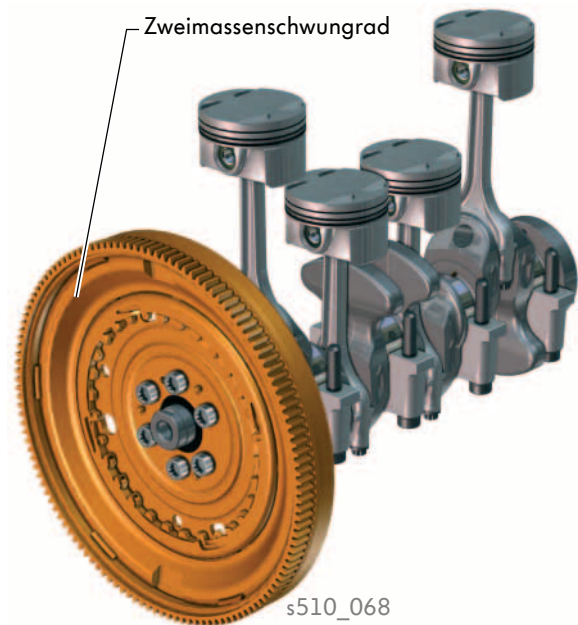
Aggregatelagerung

Die Motorlager sind vom 1,6l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem übernommen worden. Es sind hydraulische Lager, die über einen großen Frequenzbereich eine geringe dynamische Steifigkeit besitzen. Dadurch werden die für die Insassen spürbaren Vibrationen und Resonanzschwingungen im 2-Zylinder-Modus minimiert.



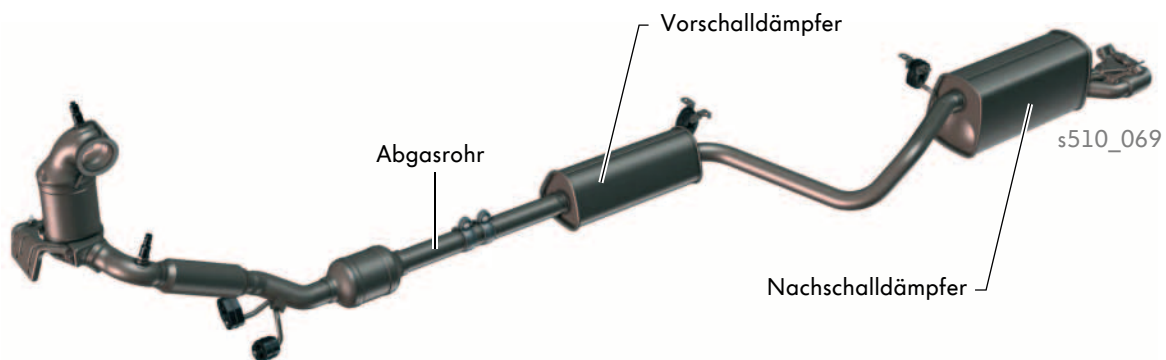
Zweimassenschwungrad

Das Zweimassenschwungrad wurde hinsichtlich der Torsionsfederkennlinie speziell ausgelegt. Mit einer sehr weichen ersten Stufe für den 2-Zylinder-Modus und einer steifen zweiten Stufe für den 4-Zylinder-Modus.



Abgasanlage

Um die stark unterschiedlichen Abgas-Pulsationen zwischen dem 4- und 2-Zylinder-Modus zu verringern, haben der Vor- und der Nachschalldämpfer in der Abgasanlage unterschiedlich große Resonatoren und Volumen. Ergänzend dazu wurden die Rohrlängen speziell abgestimmt.



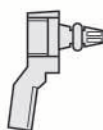
Motormanagement

Die Systemübersicht

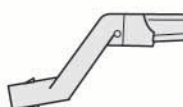
Die Systemübersicht zeigt Ihnen die Sensoren und Aktoren, die im direkten Zusammenhang mit dem Aktiven Zylindermanagement stehen.

Sensoren

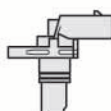
Saugrohrdruckgeber **G71**
Ansauglufttemperaturgeber **G42**



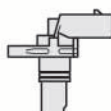
Motordrehzahlgeber **G28**



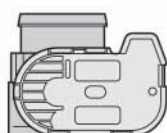
Hallgeber **G40**



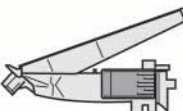
Hallgeber **G163**



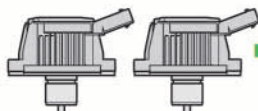
Drosselklappensteuereinheit **J338**
Winkelgeber 1, 2 für
Drosselklappenantrieb bei elektrischer
Gasbetätigung **G187, G188**



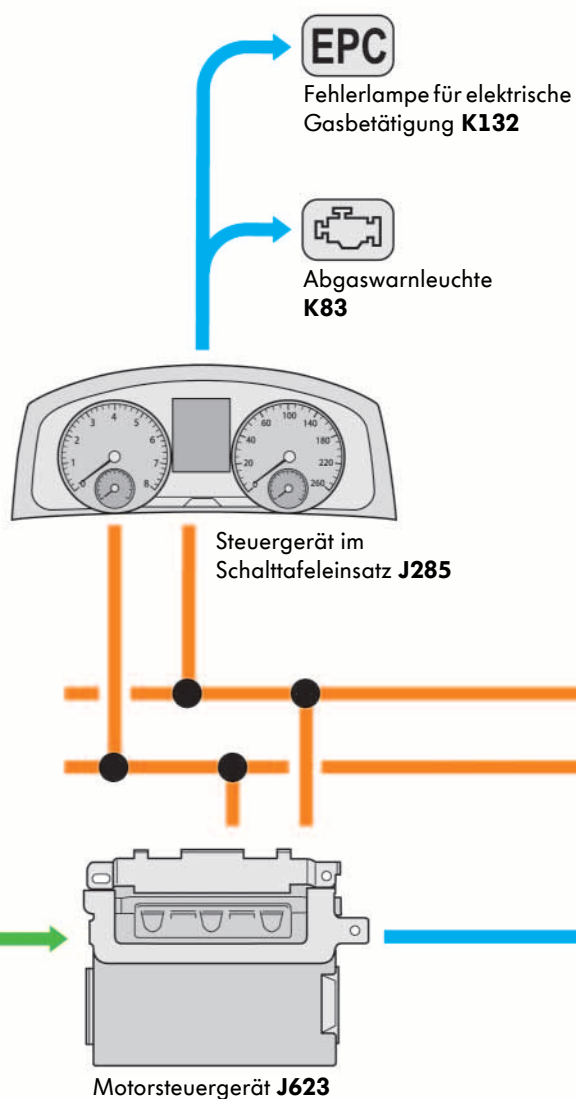
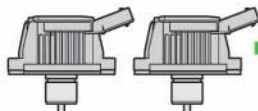
Gaspedalstellungsgeber
G79, G185



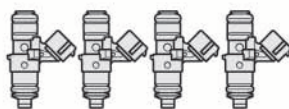
Einlassnockensteller für Zylinder 2
und 3 **N583, N591**



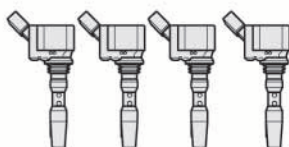
Auslassnockensteller für Zylinder 2
und 3 **N587, N595**



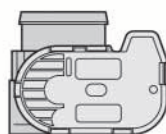
Aktoren



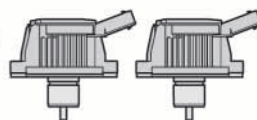
Einspritzventil 1-4 für Zylinder **N30-33**



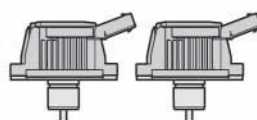
Zündspule 1-4 mit Leistungsendstufen
N70, N127, N291, N292



Drosselklappensteuereinheit **J338**
Drosselklappenantrieb für elektrische
Gasbetätigung **G186**



Einlassnockensteller für Zylinder 2 und 3
N583, N591



Auslassnockensteller für Zylinder 2 und 3
N587, N595



Diagnose-Interface
für Datenbus **J533**

s510_050

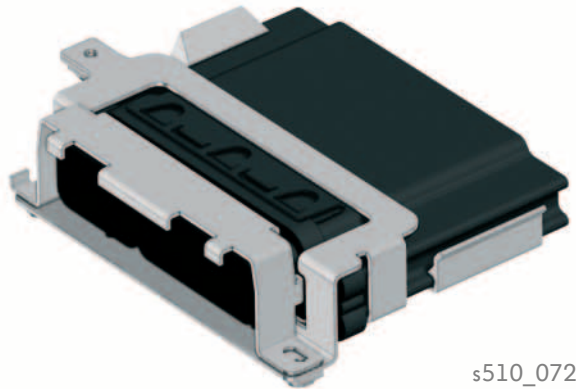


Das Motormanagement

Das Motormanagement ist die Bosch Motronic MED 17.5.21. Neben den herkömmlichen Aufgaben übernimmt es die komplette Steuerung des Aktiven Zylindermanagements ACT.

Dazu gehören:

- die Berechnung, ob der Betrieb im 2- oder 4-Zylinder-Modus kraftstoffsparender ist,
- die Maßnahmen einzuleiten, die beim Ab- und Zuschalten der Zylinder erforderlich sind und
- die Funktion zu überwachen und die Diagnose des Systems durchzuführen.



s510_072

Diagnose des Aktiven Zylindermanagements

Rückwurfsignal

Das Motorsteuergerät wertet das Rückwurfsignal aus und erkennt, dass eine Verstellung des Nockenstücks erfolgt ist. Fehlt das Signal, geht das Motormanagement von einem Fehlerfall aus.

Saugrohrdruckgeber

Wenn alle Zylinder zugeschaltet beziehungsweise zwei Zylinder abgeschaltet sind, entstehen bestimmte Druckverhältnisse im Saugrohr. Weichen die Druckverhältnisse vom Sollwert ab, besteht die Möglichkeit, dass sich ein Nockenstück in der falschen Position befindet.

Eigendiagnose

Von der Eigendiagnose werden sämtliche elektrischen Anschlüsse der Nockensteller überwacht und im Fehlerfall im Ereignisspeicher abgelegt.

Funktionsprüfung

Die Funktion der Nockensteller wird in der geführten Fehlersuche im Menü „Teilsystem, Randbedingungen“ unter „Prüfplan - Zylinderabschaltung“ geprüft.

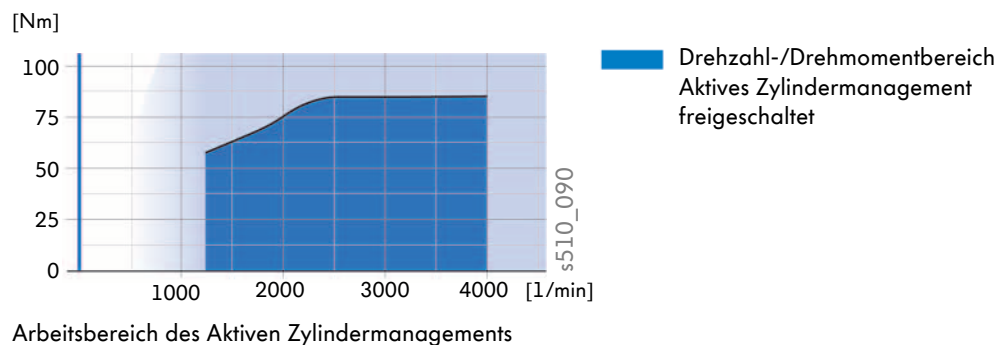
In dem Prüfplan „Zylinderabschaltung prüfen“ werden bei einer Drehzahl von 1500 1/min, 2000 1/min und 3000 1/min alle vier Nockenstücke hin- und hergeschaltet. Bei korrekter Verstellung wird das System als „in Ordnung“ angezeigt.

Der Arbeitsbereich des Aktiven Zylindermanagements ACT

Die Zylinderabschaltung erfolgt in einem Arbeitsbereich, der im durchschnittlichen Fahrbetrieb häufig vorkommt.

Bedingungen für den 2-Zylinder-Modus:

- Die Motordrehzahl liegt ungefähr zwischen 1250 und 4000 1/min.
Unterhalb dieser Drehzahlgrenze würden im 2-Zylinder-Modus Drehungleichförmigkeiten des Motors auftreten und oberhalb wären die Schaltkräfte an den Nockenstellern zu groß.
- Die Öltemperatur beträgt mindestens 10 °C.
Die bewegten Teile im Nockensteller werden mit Öl geschmiert. Mit kaltem, zähflüssigem Öl reicht die zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, um die Metallstifte zum richtigen Zeitpunkt auszuwerfen und die Nockenstücke zu verschieben.
- Das angeforderte Drehmoment beträgt drehzahlabhängig bis zu 85 Nm.
Bei höheren Momenten wird durch die Klopfgrenzen und Zündzeitpunktverschiebungen im 2-Zylinder-Modus nicht mehr das Verbrauchsoptimum erzielt, dementsprechend werden wieder alle vier Zylinder aktiviert.
- Die Lambdaregelung ist aktiv.
Damit wird ein ruckelfreier Schaltvorgang sichergestellt.



Auch wenn die oben stehenden Bedingungen erfüllt sind, können andere Anforderungen dazu führen, dass weiterhin im 4-Zylinder-Modus gefahren wird, beziehungsweise vom 2- in den 4-Zylinder-Modus geschaltet wird.

Solche Anforderungen können zum Beispiel sein:

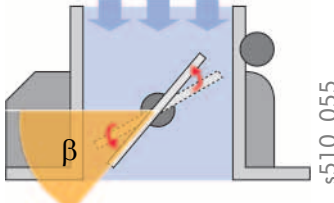

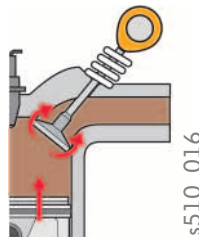
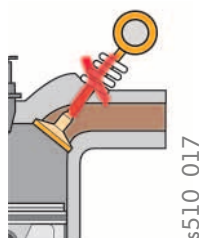
- Eine sehr sportliche Fahrweise, bei der ein ständiges Hin- und Herschalten den Kraftstoffverbrauch eher erhöhen würde.
- Eine Heizungsanforderung, bei der schnellstmöglich die volle Heizleistung verfügbar sein muss.
- Bei Bergabfahrt und Schubabschaltung, damit die maximale Motorbremswirkung genutzt werden kann.
- Bei starker Beschleunigung, damit der Motor die entsprechende Leistung zur Verfügung stellen kann.

Der Abschaltvorgang

Der komplette Abschaltvorgang erfolgt innerhalb einer Nockenwellenumdrehung und dauert nur wenige Millisekunden. In dieser Zeit muss durch unterschiedliche Maßnahmen dafür gesorgt werden, dass beim Abschalten keine Lastsprünge entstehen und der Fahrer möglichst wenig vom Vorgang spürt.

Auch die Reihenfolge der Maßnahmen ist entscheidend, da immer Lambda 1 eingehalten werden muss und zum Beispiel Veränderungen im Ansaugsystem länger dauern als im Zündsystem.

Die fünf Phasen des Abschaltvorgangs

Phase/Aktion	Modus	Beschreibung	grafische Darstellung
Phase 1 Drosselklappenstellung	4-Zylinder-Modus	Damit die Zylinder 1 und 4 nach dem Abschalten der Zylinder 2 und 3 mit ausreichend Luft versorgt sind, wird die Drosselklappe weiter geöffnet. Alle Zylinder zusammen bekommen nun ca. doppelt so viel Luft, wie im 2-Zylinder-Modus für das aktuelle Drehmoment erforderlich ist.	
Zündzeitpunktverstellung Zylinder 1 bis 4		Da noch alle Zylinder zugeschaltet sind, würde es beim folgenden Arbeitsspiel zu einem deutlichen Drehmomentanstieg kommen. Um das zu vermeiden, wird mit zunehmender Luftmenge der Zündzeitpunkt in Richtung „spät“ verschoben und dadurch der Wirkungsgrad verschlechtert. Das Drehmoment bleibt konstant.	
Phase 2 Abgasausstoß	2-Zylinder-Modus	Nach dem letzten Arbeitstakt wird das Abgas ausgestoßen.	
Auslassventile Zylinder 2 und 3		Ist das Abgas ausgestoßen, steuert das Motorsteuergerät die Auslassnockensteller mit einem kurzen Masseimpuls an. Die Nockenstücke werden verstellt und die Rollenschlepphebel laufen auf dem Nullhubnocken. Die Auslassventile werden nicht mehr betätigt.	



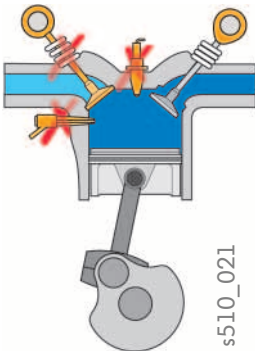
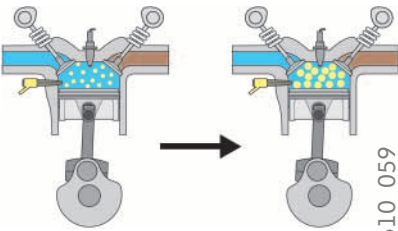
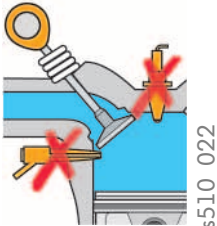
Phase/Aktion	Modus	Beschreibung	grafische Darstellung
Phase 3 Einspritzung, Zündung Zylinder 2 und 3	2-Zylinder- Modus	Die Einspritzung und die Zündung werden abgeschaltet.	 s510_018
Phase 4 Einlassventile Zylinder 2 und 3	2-Zylinder- Modus	<p>Es wird noch einmal Frischluft angesaugt. Die eingeschlossene Frischluft wirkt wie eine Feder. Die Kraft, die notwendig ist, um sie zu verdichten, unterstützt anschließend die Kolbenabwärtsbewegung.</p> <p>Ist die Frischluft angesaugt, steuert das Motorsteuergerät die Einlassnockensteller mit einem kurzen Masseimpuls an. Die Nockenstücke werden verstellt und die Rollenschlepphebel laufen auf den Nullhubnocken. Die Einlassventile werden nicht mehr betätigt.</p>	 s510_019 s510_020
Phase 5 Zündzeitpunkt- verstellung Zylinder 1 und 4	2-Zylinder- Modus	Die Zündzeitpunkte der Zylinder 1 und 4 werden für den optimalen Wirkungsgrad in Richtung „früh“ verstellt.	 s510_057

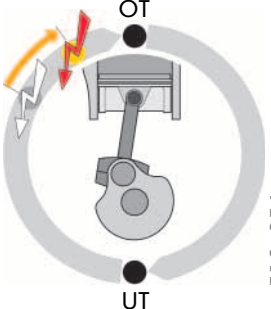
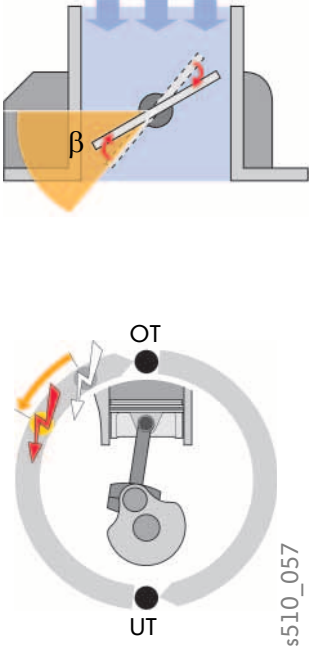
Motormanagement

Der Zuschaltvorgang

Auch beim Zuschaltvorgang darf es nicht zu Lastsprüngen kommen, die der Fahrer als störend auffassen würde. Deshalb werden auch hier unterschiedlichste Maßnahmen in der Motormechnik und dem Motormanagement durchgeführt, um Drehmomentsprünge zu unterbinden.

Die fünf Phasen des Zuschaltvorgangs

Phase/Aktion	Modus	Beschreibung	grafische Darstellung
Phase 1 Auslassventile Zylinder 2 und 3	2-Zylinder- Modus	Das Motorsteuergerät steuert die Auslassnockensteller mit einem kurzen Masseimpuls an. Die Nockenstücke werden verstellt und die Rollenschlepphebel laufen wieder auf dem Normalhubnocken. Die Auslassventile werden betätigt und die Frischluft ausgeschoben.	 s510_021
Phase 2 Auslassventile Zylinder 1 und 4	2-Zylinder- Modus	Durch die Frischluft würde das Abgas am Katalysator abgemagert werden und über Lambda 1 steigen. Da der Drei-Wege-Katalysator für die optimale Funktion Lambda 1 benötigt, wird bei den Zylindern 1 und 4 die Einspritzmenge so erhöht, dass am Katalysator Lambda 1 vorliegt.	 s510_059
Phase 3 Einlassventile Zylinder 2 und 3	4-Zylinder- Modus	Das Motorsteuergerät steuert die Einlassnockensteller mit einem kurzen Masseimpuls an. Die Nockenstücke werden verstellt und die Rollenschlepphebel laufen wieder auf dem Normalhubnocken. Die Einlassventile werden betätigt und Frischluft angesaugt.	 s510_022

Phase/Aktion	Modus	Beschreibung	grafische Darstellung
Phase 4 Zündzeitpunkt- verstellung Zylinder 1 bis 4	4-Zylinder- Modus	Da alle Zylinder, die Einspritzung und die Zündung wieder zugeschaltet sind und die Drosselklappe noch weit geöffnet ist, würde es beim folgenden Arbeitstakt zu einem deutlichen Drehmomentanstieg kommen. Um das zu vermeiden, wird der Zündzeitpunkt in Richtung „spät“ verschoben und der Wirkungsgrad verschlechtert. Das Drehmoment bleibt konstant.	 s510_056
Phase 5 Drossel- klappenstellung Zündzeitpunkt- verstellung Zylinder 1 bis 4	4-Zylinder- Modus	Da jetzt alle vier Zylinder mit Luft versorgt werden, wird die Drosselklappe weiter geschlossen, um einen Drehmomentsprung zu vermeiden. Die Zündzeitpunkte aller Zylinder werden für den optimalen Wirkungsgrad in Richtung „früh“ verstellt.	 s510_058 s510_057

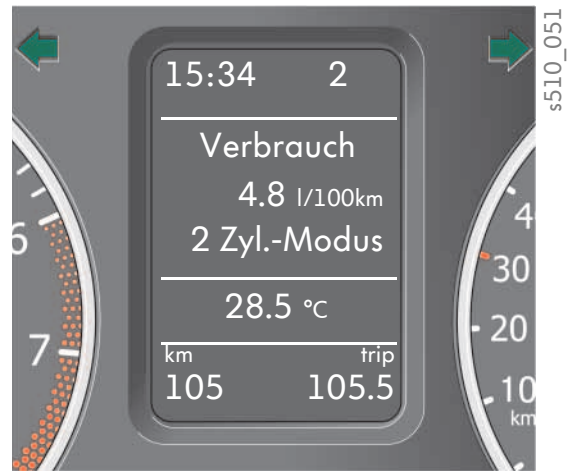


Motormanagement

Die Anzeige für das Aktive Zylindermanagement ACT

Anhand der Anzeige erkennt der Fahrer, dass er kraftstoffsparend im 2-Zylinder-Modus fährt. Das Aktive Zylindermanagement wird im Schalttafeleinsatz in der Multifunktionsanzeige MFA unter dem Menüpunkt momentaner Kraftstoffverbrauch angezeigt.

Immer wenn der Motor im 2-Zylinder-Modus betrieben wird, erscheint die Anzeige „2-Zyl.-Modus“. Im 4-Zylinder-Modus erlischt die Anzeige und es wird nur der momentane Durchschnittsverbrauch angezeigt.



Anzeige im Schalttafeleinsatz Polo BlueGT

Auswirkungen bei Ausfall

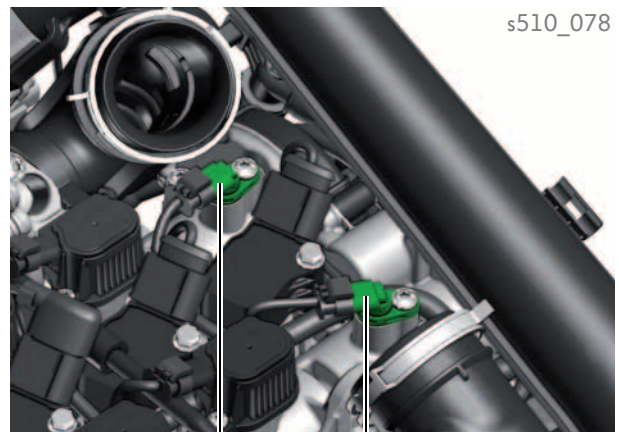
Bei einem Ausfall der Anzeige erlischt diese auf dem Display des Schalttafeleinsatzes. Auf das System hat der Ausfall keine Auswirkungen.

Die Sensoren

Die Signale der nachfolgend aufgeführten Sensoren werden für viele Funktionen des Motormanagements genutzt. Auch das Aktive Zylindermanagement verwendet sie für eine korrekte Funktion beziehungsweise zur Diagnose des Systems.

Hallgeber G40 und G163

Aus den Signalen der beiden Hallgeber und des Motordrehzahlgebers G28 erkennt das Motorsteuergerät die genaue Position der Nockenwellen. Das ist für die genaue Berechnung des Zeitpunktes, an dem die Metallstifte ausgeworfen werden müssen, erforderlich.



Hallgeber G40 Hallgeber G163

Auswirkungen bei Signalausfall

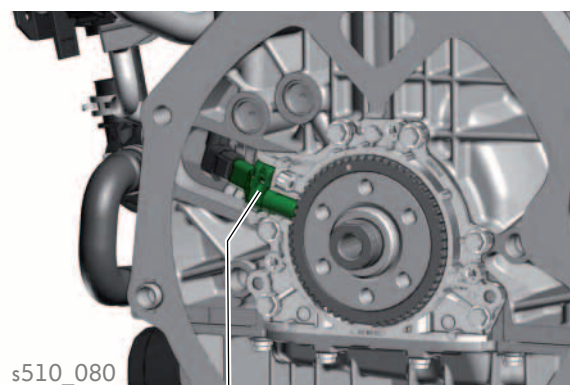
Fällt einer der beiden Geber aus, wird in den 4-Zylinder-Modus geschaltet und das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet.

Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.

Motordrehzahlgeber G28

Die Signale des Motordrehzahlgebers werden genutzt:

- Für die Freigabe des 2-Zylinder-Modus. Er ist nur in einem Drehzahlbereich zwischen 1250 und 4000 1/min erlaubt.
- Zur genauen Berechnung des Zeitpunktes, an dem die Metallstifte ausgeworfen werden müssen. Zusammen mit den Signalen der Hallgeber erkennt das Motorsteuergerät die genaue Stellung.



Motordrehzahlgeber G28

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal aus, wird in den 4-Zylinder-Modus geschaltet und das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.

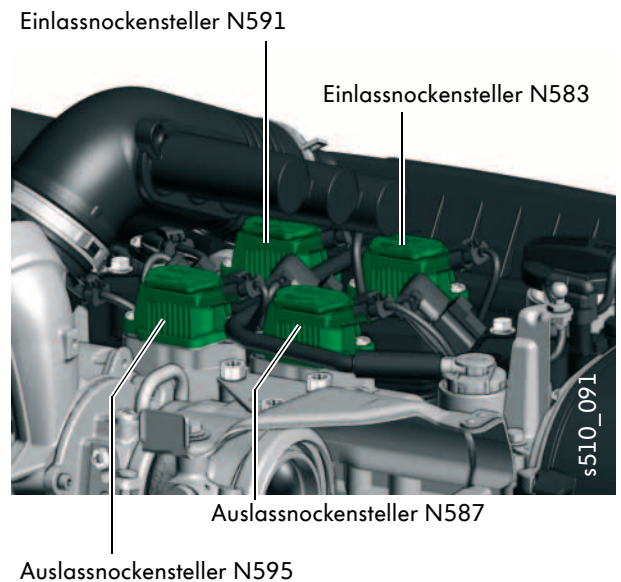


Einlassnockensteller N583, N591 und Auslassnockensteller N587, N595

Beim Zurückwerfen der Metallstifte entsteht in den Nockenstellern eine Induktionsspannung. Anhand dieser Induktionsspannung erkennt das Motorsteuergerät die erfolgreiche Verstellung der Nockenstücke.

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal aus, wird das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.

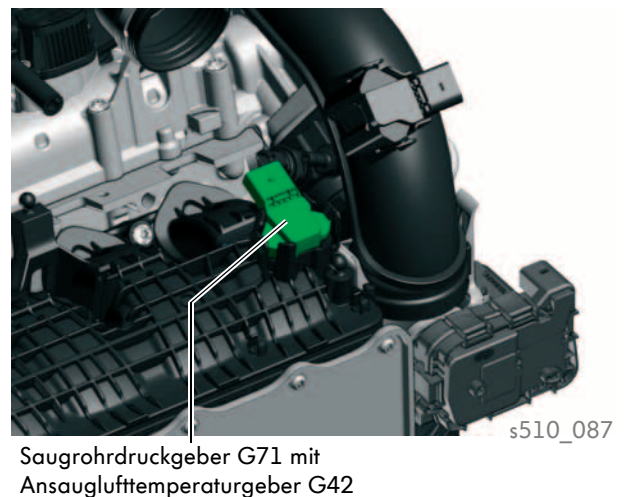


Saugrohrdruckgeber G71 mit Ansauglufttemperaturgeber G42

Mit dem Saugrohrdruckgeber wird ebenfalls das Schalten zwischen den Modi überprüft. In den beiden Modi herrschen durch das Öffnen und Schließen der Einlassventile bestimmte Druckverhältnisse. Unterscheiden sich die aktuellen Druckverhältnisse von den Soll-Druckverhältnissen, schließt das Motorsteuergerät auf eine Störung bei der Umschaltung.

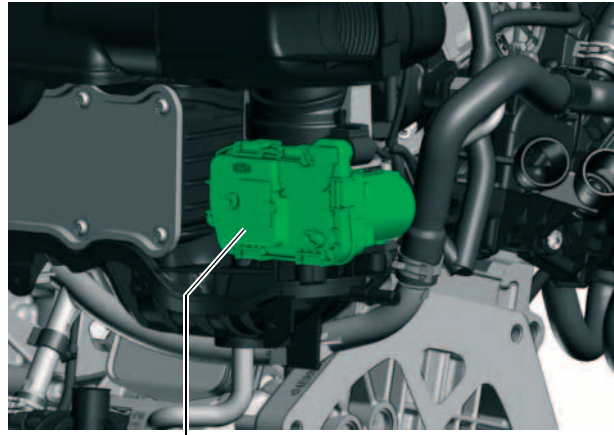
Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal aus, wird das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.



Drosselklappen-Steuereinheit J338 mit Winkelgeber für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung G187 und G188

Beim Umschalten zwischen den Modi muss die Luftmasse entsprechend angepasst werden. Über die Winkelgeber für Drosselklappenantrieb wird zum einen die aktuelle Stellung der Drosselklappe erkannt und zum anderen, wie weit sie für den Umschaltvorgang verstellt werden muss.



Drosselklappensteuereinheit J338

s510_088

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt einer der beiden Geber aus, wird das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.

Gaspedalstellungsgeber G79 und G185

Durch die Signale der Gaspedalstellungsgeber erkennt das Motorsteuergerät die Lastanforderung und die Fahrweise des Fahrers. Wird eine starke Beschleunigung oder eine sehr sportliche Fahrweise erkannt, bleibt beziehungsweise schaltet das Motorsteuergerät in den 4-Zylinder-Modus. Da häufige Umschaltungen den Kraftstoffverbrauch erhöhen würden.

Auswirkungen bei Signalausfall

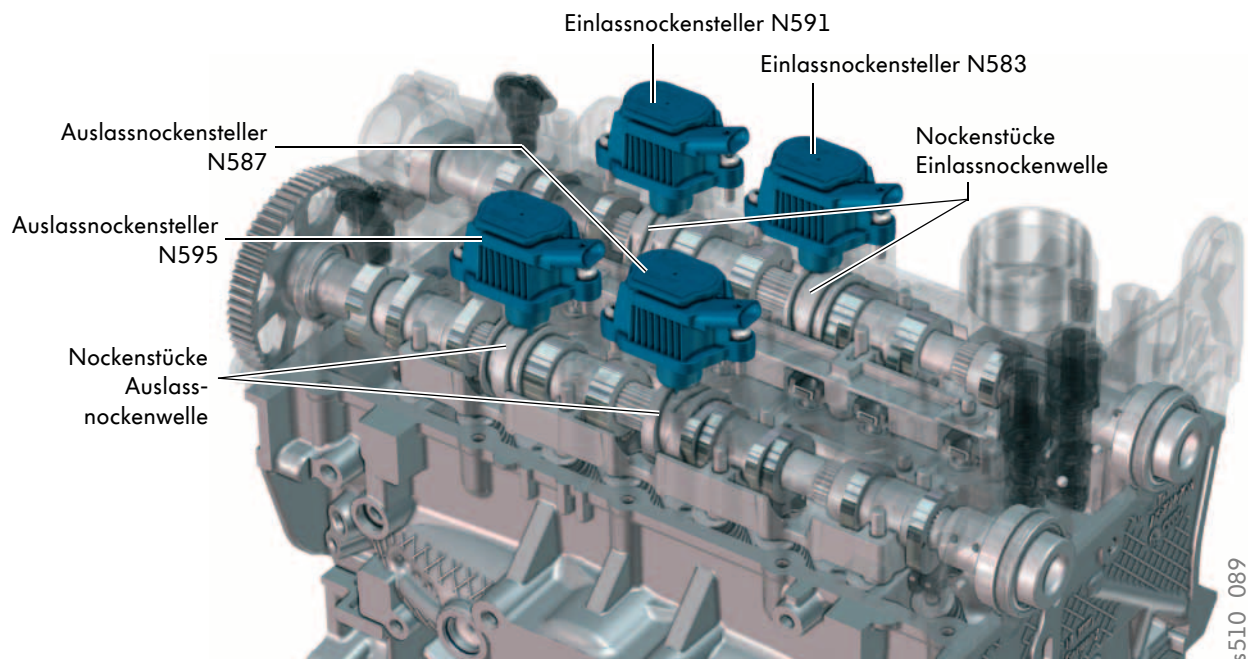
Fällt das Signal aus, wird die Lastanforderung, eine Beschleunigung oder eine sportliche Fahrweise nicht mehr erkannt. Neben weiteren Maßnahmen wird das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 wird eingeschaltet.



Die Aktoren

Einlassnockensteller N583, N591 und Auslassnockensteller N587, N595

Je zwei Ein- und Auslassnockensteller sind am Nockenwellengehäuse angeschraubt.



Aufgabe

Die Nockensteller sind elektromagnetische Stellelemente, durch welche die Nockenstücke auf den Nockenwellen axial verschoben werden. Je nach Ansteuerung werden die Zylinder 2 und 3 ab- oder zugeschaltet. Des Weiteren wird über ein Rückwurfsignal der Metallstifte erkannt, ob die Umschaltung bei jedem einzelnen Nockensteller erfolgreich war oder nicht.



Die Bezeichnungen der Nockensteller in der Service-Literatur und in der Eigendiagnose unterscheiden sich. In ElsaPro ist jeder Nockensteller mit einer elektrischen Kurzbezeichnung benannt. Zum Beispiel heißt der Einlassnockensteller für Zylinder 2 „N583 Einlassnockensteller für Zylinder 2“. In der Eigendiagnose werden die Metallstifte und die elektromagnetische Schaltung mit je einer Kurzbezeichnung benannt. Dort heißt es „N584 Einlassnockensteller A für Zylinder 2“, „N585 Einlassnockensteller B für Zylinder 2“ und „N586 Einlassnockensteller C für Zylinder 2“. Damit kann ein aufgetretener Fehler genau zugeordnet werden.

Auswirkungen bei Ausfall eines oder mehrerer Nockensteller

Ob und welcher Nockensteller ausgefallen ist, beziehungsweise nicht umgeschaltet hat, erkennt das Motorsteuergerät anhand des fehlenden Rückwurfsignals durch die Metallstifte der Nockensteller (siehe Seite 31). Die Reaktion bei einem oder mehreren ausgefallenen Nockenstellern richtet sich danach, ob der Motor gerade im 4-Zylinder- oder im 2-Zylinder-Modus betrieben wird.

Umschalten vom 4- in den 2-Zylinder-Modus

Erkennt das Motorsteuergerät durch ein fehlendes Rückwurfsignal des Metallstiftes, das zum Beispiel der Auslassnockensteller Zylinder 2 die Auslassventile nicht abgeschaltet hat, werden die bereits abgeschalteten Ventile der Zylinder 2 und 3 wieder zugeschaltet.

Der Motor läuft im 4-Zylinder-Modus.

Umschalten vom 2- in den 4-Zylinder-Modus

Erkennt das Motorsteuergerät durch das fehlende Rückwurfsignal des Metallstiftes, das zum Beispiel der Einlassnockensteller Zylinder 3 die Einlassventile nicht zugeschaltet hat, werden die bereits zugeschalteten Auslassventile des 3. Zylinders wieder abgeschaltet. Der Motor läuft mit 3-Zylindern weiter.

Fallen Nockensteller von 2 Zylindern aus, werden auch die anderen Ventile/Zylinder abgeschaltet. Der Motor läuft im 2-Zylinder-Modus weiter.



Fehlende Rückwurfsignale

Erkennt das Motorsteuergerät ein oder mehrere fehlende Rückwurfsignale:

- wird das Aktive Zylindermanagement abgeschaltet,
- erfolgt ein Ereignisspeichereintrag,
- wird die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 eingeschaltet.

Erneuter Motorstart

Beim nächsten Motorstart wird das Aktive Zylindermanagement wieder zugeschaltet und es versucht, die Nockenstücke, bei denen das Rückwurfsignal fehlte, ab- bzw. zuzuschalten. Ist dieser Umschaltvorgang erfolgreich, ist das System wieder in Ordnung.

Die Fehlerlampe wird ausgeschaltet und der Ereignisspeichereintrag erst auf sporadisch gesetzt und später gelöscht. Ist der Umschaltvorgang nicht erfolgreich, erfolgen die Reaktionen wie bei einem fehlenden Rückwurfsignal.

Wiederholtes Fehlen der Rückwurfsignale

Fehlt ein Rückwurfsignal bei drei aufeinander folgenden Fahrzyklen, wird die Abgaswarnleuchte K83 eingeschaltet. Sie bleibt eingeschaltet, bis der Fehler behoben ist.

Ein Fahrzyklus besteht aus Zündung ein und Motorstart.

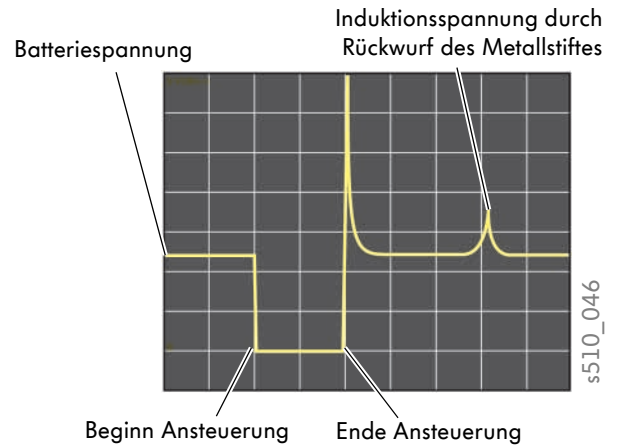
Motormanagement

Die Ansteuerung

Im ungeschalteten Zustand liegt über das Hauptrelais J271 ständig Batteriespannung an den Nockenstellern an.

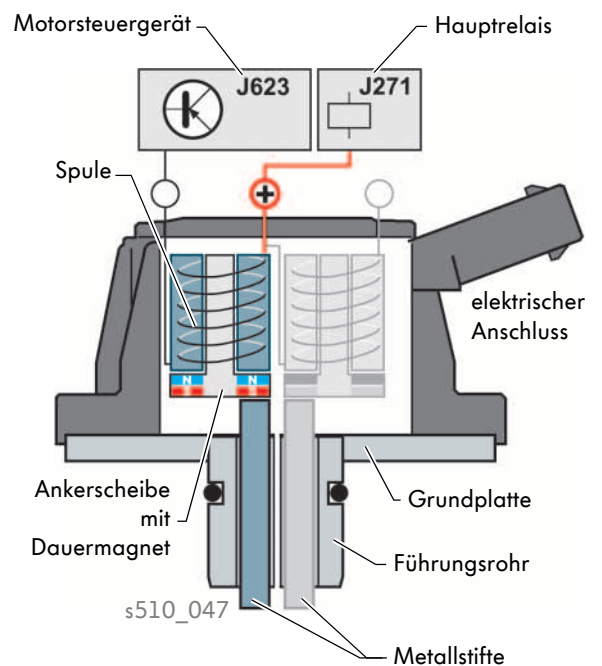
Um die Nockensteller zu betätigen, schaltet das Motorsteuergerät kurzzeitig auf Masse. Der Metallstift wird ausgeworfen und der Verschiebevorgang der Nockenstücke beginnt.

Zum Schluss wird der Metallstift durch die Rückwurframpe in den Nockensteller zurückgeworfen. Dabei entsteht eine Induktionsspannung.



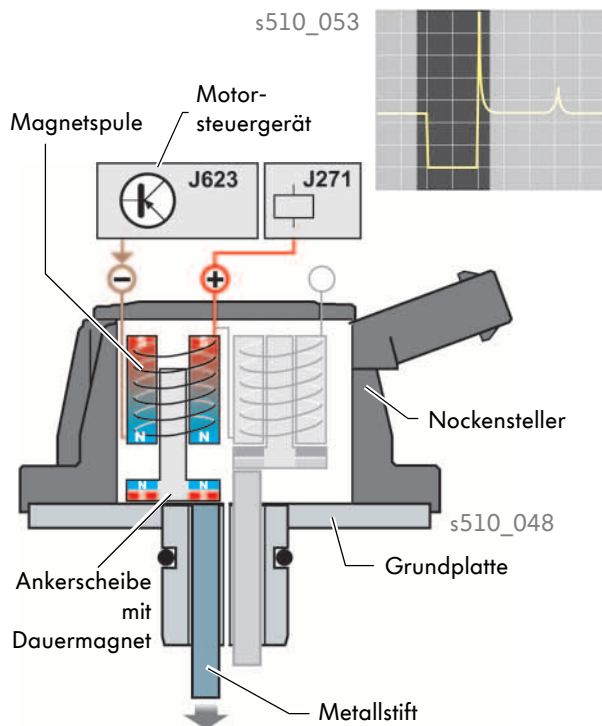
Metallstift in Ruhelage

Am elektrischen Anschluss liegt Batteriespannung an. Die beiden Dauermagneten halten die Metallstifte in Ruhelage. Die verschiebbaren Nockenstücke der Zylinder zwei und drei verbleiben durch eine federbelastete Kugel (siehe Seite 13) in ihrer aktuellen Position.



Metallstift wird ausgeworfen

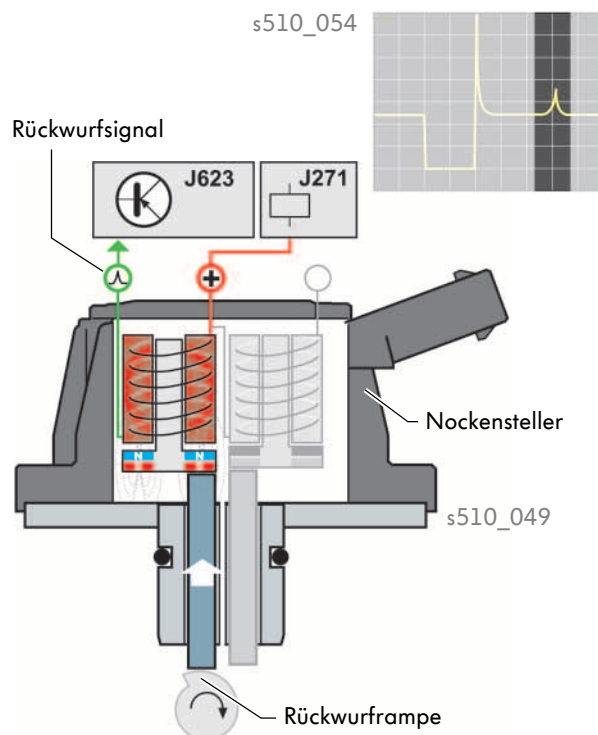
Wird das Stellelement angesteuert, legt das Motorsteuergerät kurzzeitig Masse an. Im Stellelement baut eine Magnetspule ein Magnetfeld auf, wodurch sich die Nordpole am Elektromagneten und am Dauermagneten der Ankerscheibe abstoßen. Mit dem Dauermagneten wird auch der Metallstift herausgeworfen. Der in die Verschiebenut ausgeworfene Metallstift bewirkt nun die Verschiebung des Nockenstücks, während sich die Nockenwelle dreht. Gehalten wird der Stift durch den Dauermagneten, der an der Grundplatte anliegt.



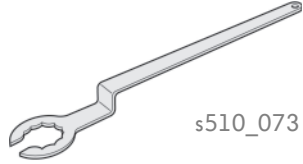
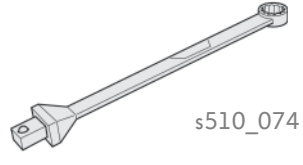
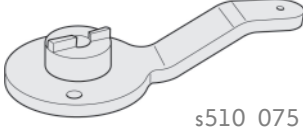
Metallstift wird zurückgeworfen

Die Kontur der Verschiebenut ist so ausgeprägt, dass nach einer knappen Umdrehung der Metallstift des Stellelements über eine Rückwurframpe zurückgeworfen wird. Durch das Zurückwerfen des Metallstifts und des Dauermagneten wird in der Magnetspule des Elektromagneten eine Spannung induziert.

Das Motorsteuergerät erkennt aus dem Rückwurf-Signal, dass das Nockenstück verschoben wurde und die Rückstellung des Metallstiftes geschehen ist. Der Dauermagnet hält auch hier den Metallstift in seiner Lage fest.



Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10499 Schlüssel	 s510_073	Mit dem Schlüssel wird die Zahnriemen-Exzentrerspannrolle ent- und gespannt.
T10500 Einsteckwerkzeug	 s510_074	Mit dem Einsteckwerkzeug wird die Schraube an der Zahnriemen-Exzentrerspannrolle bei angebaute Motorstütze gelöst und festgezogen.
T10504 Nockenwellenfixierung mit dem T10504/1 Arretierstift und dem T10504/2 Prüfstift	 s510_075	Mit der Nockenwellenfixierung und den beiden Stiften wird die Nockenwelle bei der Überprüfung und Einstellung der Steuerzeiten fixiert.



Welche Antwort ist richtig?

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

1. Welche Aufgabe hat das Aktive Zylindermanagement und was bewirkt es?

- a) Das Aktive Zylindermanagement regelt das Drehmoment durch Ab- und Zuschalten von Zylindern.
- b) Um Kraftstoff zu sparen, schaltet es unter bestimmten Bedingungen die Zylinder 2 und 3 ab.
- c) Um Kraftstoff zu sparen, schaltet es unter bestimmten Bedingungen ein, zwei oder drei Zylinder ab.

2. Welche Bedingungen müssen im normalen Fahrbetrieb für den 2-Zylinder-Modus erfüllt sein?

- a) Das angeforderte Drehmoment beträgt bis zu 85 Nm.
- b) Die Motordrehzahl liegt circa zwischen 1250 und 4000 1/min.
- c) Die Öltemperatur beträgt mehr als 10°C.
- d) Die Lambdaregelung ist aktiv.

3. Welche Aussagen zum Nockenwellengehäuse und zum Aufbau der Nockenwelle sind richtig?

- a) Im Reparaturfall ist das Nockenwellengehäuse nur gemeinsam mit den Nockenwellen auszutauschen.
- b) Im Reparaturfall können die Nockenwellen einzeln ausgetauscht werden.
- c) Jede der beiden Nockenwellen hat zwei feste und zwei in Längsrichtung verschiebbare Nockenstücke.

4. Wie erfolgt die Verschiebung der Nockenstücke?

- a) Durch Metallstifte, die in eine Verschiebenut an den Nockenstücken greifen.
- b) Durch einen Magneten an den verschiebbaren Nockenstücken.
- c) Durch einen Nullhubnocken, der bei Ansteuerung an die Seiten der Nockenstücke drückt.



Prüfen Sie Ihr Wissen!

5. Worin liegt der Unterschied zwischen dem Normal- und dem Nullhubnocken?

- a) Beim Normalhubnocken werden die Ventile betätigt und beim Nullhubnocken werden sie nicht betätigt.
- b) Es sind nur unterschiedliche Bezeichnungen, beide betätigen die Ventile.
- c) Beim Normalhubnocken werden die Ventile normal betätigt und beim Nullhubnocken werden sie nur teilweise geöffnet.

6. Woran erkennt der Fahrer, dass er im 2-Zylinder-Modus fährt?

- a) In der Multifunktionsanzeige des Momentanverbrauchs im Schalttafeleinsatz wird der 2-Zylinder-Modus angezeigt.
- b) Daran, dass in der Multifunktionsanzeige des Schalttafeleinsatzes der 4-Zylinder-Modus nicht angezeigt wird.
- c) Es ertönt ein akustisches Signal, wenn der Motor in den 2-Zylinder-Modus wechselt.



Lösung:
1. b); 2. a), b), c), d); 3. a); 4. a); 5. a); 6. a)

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2812.67.00 Technischer Stand 11/2012

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

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.