

Bildquelle: Audi

Steuerung/Riemen/Kette

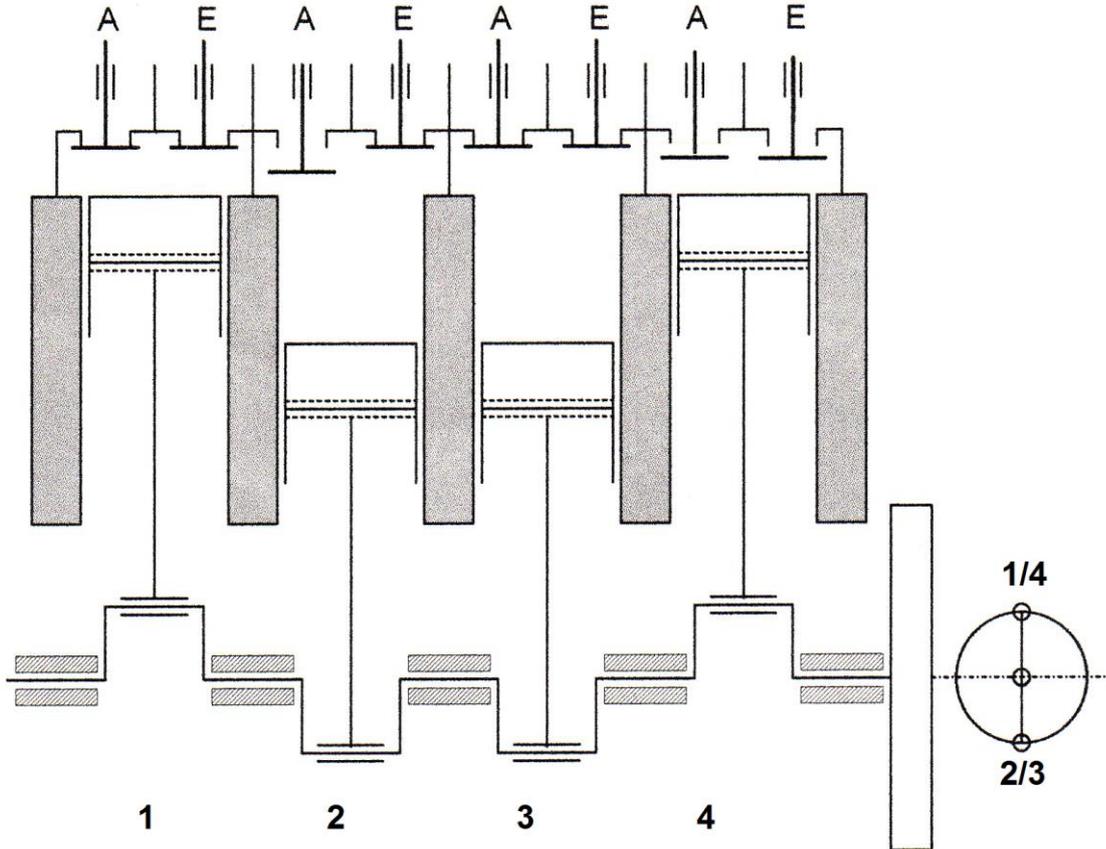
Grundlagen

INHALTSVERZEICHNIS

GRUNDLAGEN 4-TAKT-MOTOR	3
Vierzylinder Kurbeltrieb (Zündreihenfolge 1-3-4-2)	3
Arbeitsspieldiagramm	3
Ventilsteuerung / Nockenwellenantrieb	3
ZAHNRIEMENANTRIEB	4
KETTENANTRIEBE	5
Stirnradantriebe	6
Arbeiten am Zahnradantrieb	6
ZAHNRIEMEN	7
RIEMENSPANNSYSTEME	7
KEIL UND KEILRIPPENRIEMEN	8
Keilriemen	8
Keilrippenriemen	8
Elastische Keilrippenriemen	8
Drehschwingungsdämpfer	9
WERKSTATTARBEITEN	10
Zahnriemenwechsel	10
Arbeiten am Kettenantrieb	12
Keil- und Keilrippenriemen prüfen/ersetzen	13
Stretch-Fit-Riemen ersetzen	14

Grundlagen 4-Takt-Motor

Vierzylinder Kurbeltrieb (Zündreihenfolge 1-3-4-2)



Arbeitsspieldiagramm

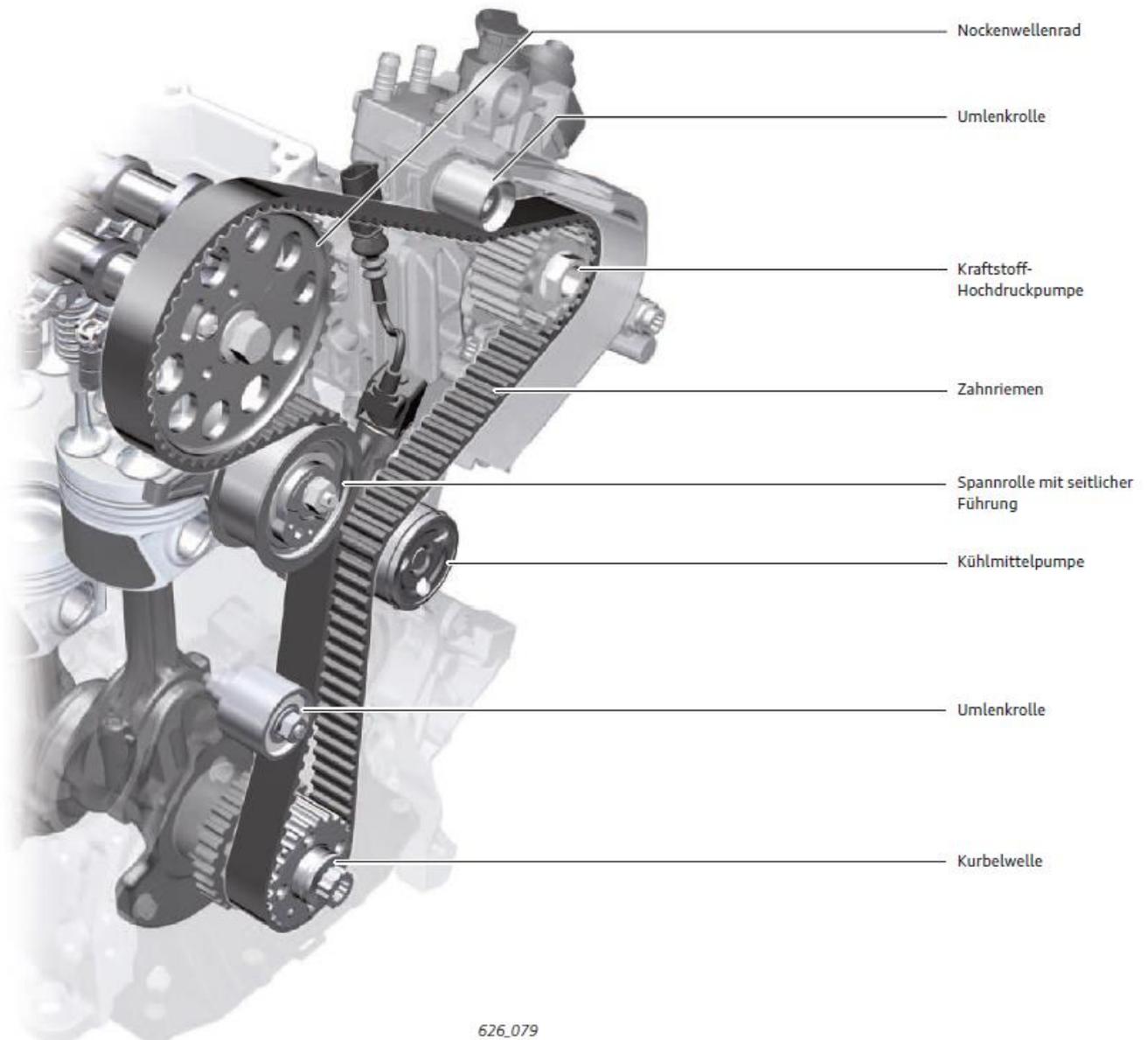
Takt	Kurbelwinkel	Zylinder			
		1	2	3	4
1	0° -180°	Arbeiten	Ausst.	Verdicht.	Ansaugen
2	180° -360°	Ausst.	Ansaugen	Arbeiten	Verdicht.
3	360° -540°	Ansaugen	Verdicht.	Ausst.	Arbeiten
4	540° -720°	Verdicht.	Arbeiten	Ansaugen	Ausst.

Ventilsteuerung / Nockenwellenantrieb

Bei einem Viertaktmotor (Ansaugen – Verdichten – Arbeiten – Ausstossen) dürfen sich die Ventile nur bei jeder zweiten Kurbelwellenumdrehung öffnen, um die vier Takte zu realisieren. Kurbel- und Nockenwelle rotieren in diesem Fall deshalb im Verhältnis 2:1, das heisst, die Nockenwelle dreht sich halb so schnell wie die Kurbelwelle. Damit der Brennraum vollständig mit Gas beziehungsweise dem Luft-Kraftstoffgemisch gefüllt und die Abgase effektiv abgeleitet werden können, müssen die Ventile in exakt definierten Zeitfenstern geöffnet und wieder geschlossen werden. Bei der Betätigung zum falschen Zeitpunkt liefert der Motor nicht die gewünschte Leistung und es kann zu einem schwerwiegenden Motorschaden kommen, wenn die Ventile mit dem Kolben kollidieren.

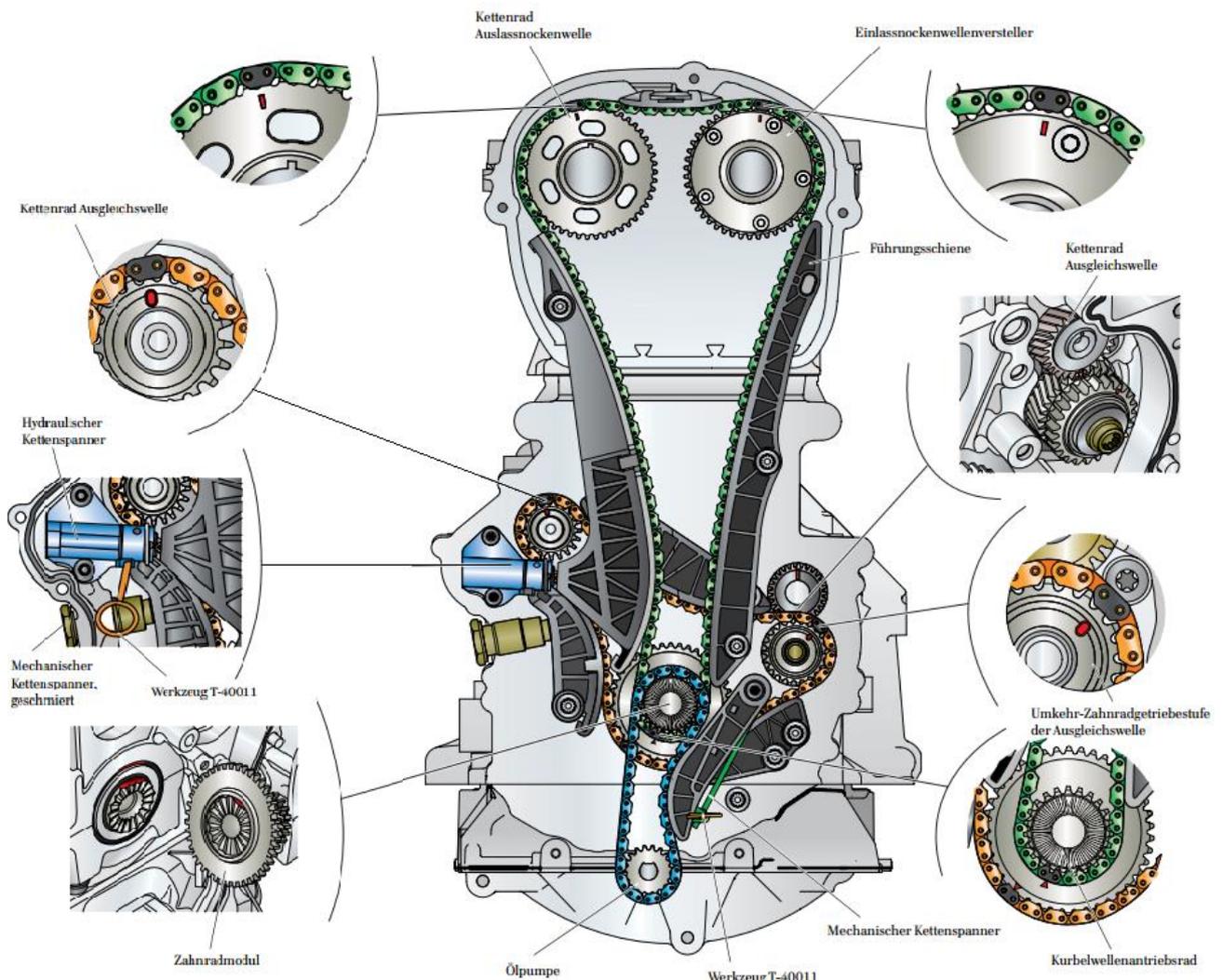
Zahnriemenantrieb

Der Antrieb der Nockenwellen kann unter anderem über Zahnriemen erfolgen. Beim Zahnriemenantrieb verwendet man Kunststoffriemen, um Nockenwellen und Kurbelwelle miteinander zu verbinden. Eine Spannrolle sorgt dafür, dass der Riemen stets unter Spannung steht und dadurch sicher läuft. In den Zahnriemenantrieb lassen sich weitere Nebentriebe, wie z. B. die Kühlmittelpumpe, einbinden und betreiben. Auf der Spann- und Umlenkrolle wird der Zahnriemen durch ein Führungsbord am seitlichen Ablaufen gehindert.



Kettenantriebe

Eine andere Möglichkeit die Nockenwellen anzutreiben, stellt der Kettentrieb dar. Dieses Konzept wird verwendet, wenn höhere Kräfte zu übertragen sind oder grössere Abstände überbrückt werden müssen. Eine Kette überträgt hierbei die Drehbewegung des Antriebsrads der Kurbelwelle an die Kettenräder der Nockenwellen. Ein hydraulischer Kettenspanner sorgt für eine konstante Spannung der Kette. Der Kettenspanner trägt wesentlich dazu bei, den Verschleiss der Kette zu minimieren. Gleitschienen aus Kunststoff führen die Kette und halten Laufgeräusche niedrig. Je nach Übertragungsweg können mehrere Kettenspanner zum Einsatz kommen. Auch die Anzahl der eingesetzten Kettentriebe variiert je nach Motor und der Anzahl der anzutreibenden Nebenaggregate. Kettentriebe für Nebenaggregate werden oftmals über mechanische Spannelemente gespannt.



S401_013

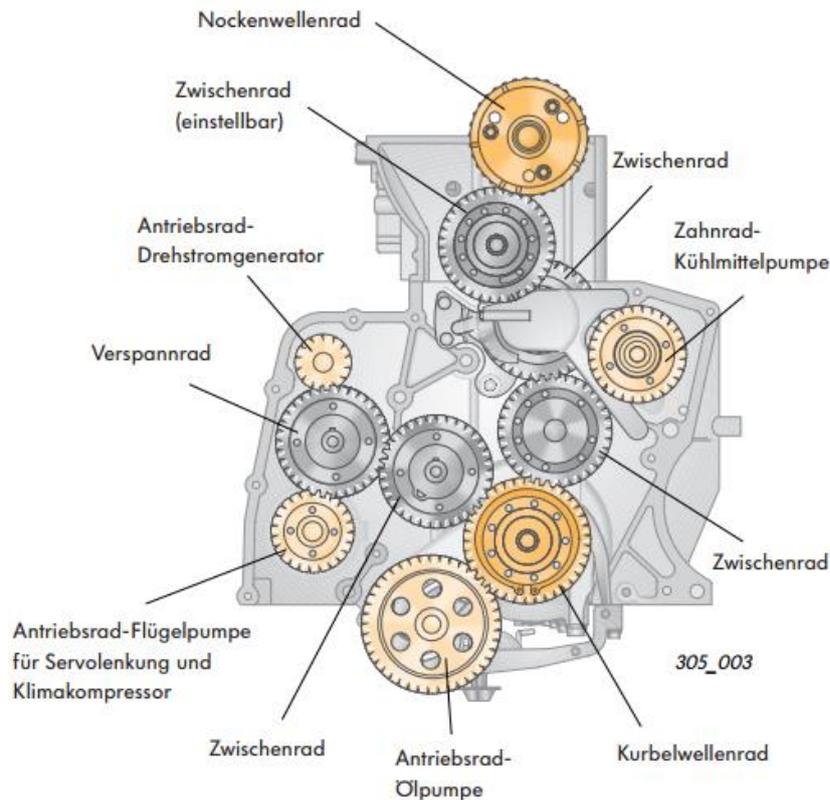
Quelle: AMAG

Kettenlänge

Bei Kettentrieben kann mit zunehmender Laufleistung eine Kettenlänge auftreten. Dies äussert sich durch Geräusche im Bereich des Kettentriebs oder Leistungsverlust.

Stirnradantriebe

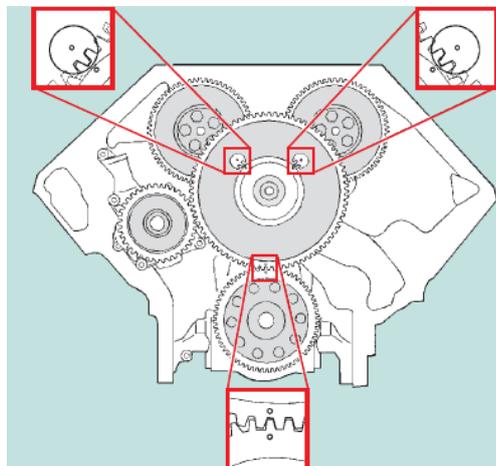
Der Vorteil dieser Bauart liegt einerseits in der Wartungsfreiheit und andererseits auch darin, dass grosse Antriebs-Drehmomente übertragen werden können. Vor allem für Motoren mit Pumpe-Düse-Einspritzanlagen oder Common-Rail-Einspritzsystemen, bei welchen die Hochdruckpumpen hohe Antriebskräfte verlangen, hat diese Bauart ihre Berechtigung. Wichtig: Oftmals befinden sich die Steuerräder aus Platzgründen hinten, das heisst auf der Schwungradseite des Motors.



Quelle: AMAG

Arbeiten am Zahnradantrieb

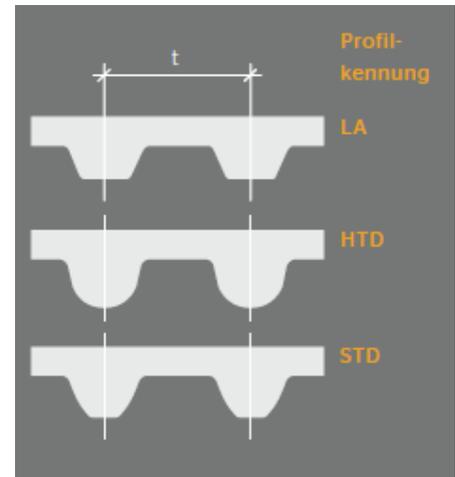
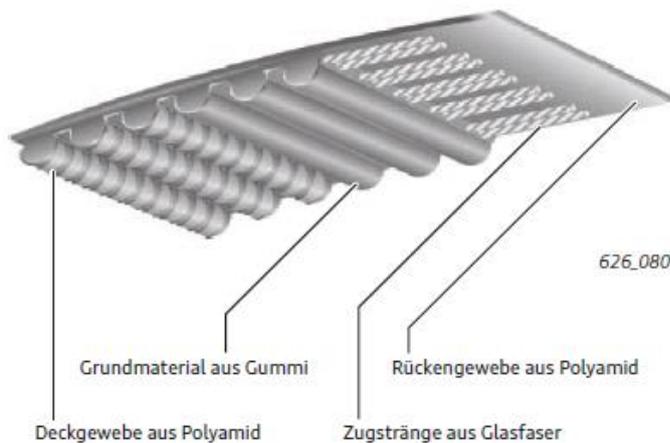
Da bei dieser Antriebsart lediglich einzelne Zahnräder ausgerichtet werden müssen, bietet diese Konstruktion für die Einstellung und Kontrolle abgesehen, dass die Zugänglichkeit oftmals erschwert ist, den kleinsten Aufwand.



Im Gegensatz zu den Nockenwellenrädern, welche gegenüber der Kurbelwelle genau positioniert werden müssen, benötigen die übrigen Antriebsräder keine spezielle Ausrichtung.

Zahnriemen

Ein Zahnriemen setzt sich aus mehreren Schichten zusammen. Er muss in regelmässigen Abständen erneuert werden. (Laufleistung und/oder Riemenalter)



Sonderbauformen

- In Öl laufende Zahnriemen. Die Bauteile sind beständig gegen Öl, Kraftstoff, und Glykol.
- Doppelzahnriemen, die beidseitigen Antrieb erlauben (z. B. für Ausgleichswellen).
- Zahnriemen mit einer gerippten Rückseite zum Antrieb von Nebenaggregaten.

Hinweis

Bei Geräuschen aus dem Bereich des Zahnriemens sollte die Spannung des Zahnriemens mit einem Zahnriemen-Messgerät geprüft werden. Weiterhin sollte der Zustand von Spann- und Umlenkrollen geprüft werden. Beachten Sie beim Prüfen des Zahnriementriebs die Hinweise im Reparaturleitfaden.

Riemenspannsysteme

Riemenspannsysteme sorgen für eine korrekte Spannung des Riemens und somit für einen sicheren Lauf. Es gibt 3 verschiedene Varianten von Spannsystemen:

	Exzenter-Spannrolle	Mechanischer Kompaktspanner	Hydraulikspanner
			
Wirkprinzip	▶ Feste Spannrolle	▶ Reibungsgedämpfte Spannrolle	▶ Hydraulisch gedämpfte Spannrolle
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Spannung des Riemens verändert sich in Abhängigkeit von der Motortemperatur. ▶ Änderung der Riemenlänge und Riemenverschleiß über Laufzeit. ▶ Riemen verliert nach und nach an Grundspannung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verhindert die Änderung der Riemenlänge über Laufzeit. ▶ Reduziert den Verschleiß des Zahnriemens. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zahnriemen wird von einer Druckfeder im Hydraulikelement über Hebel und Spannrolle vorgespannt. ▶ Dämpfung erfolgt gerichtet über ein Hydraulikelement. ▶ Gerichtete Dämpfung ermöglicht Kontrolle anspruchsvoller Riementreibe. ▶ Vorspannkraft wird optimiert.

Quelle: Audi

Keil und Keilrippenriemen

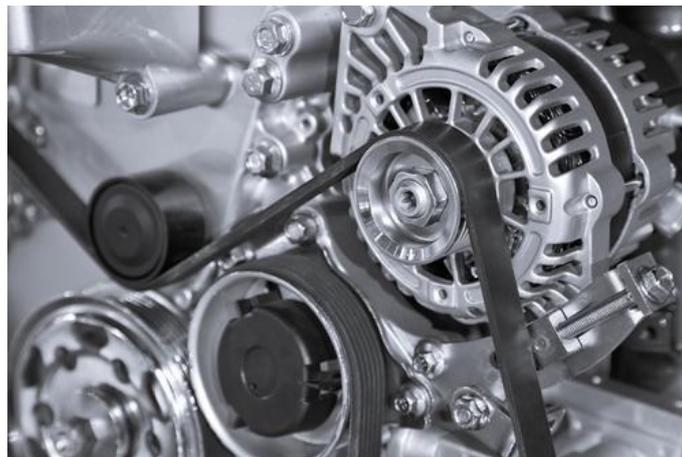
Keilriemen

Keilriemen haben mit ihrem hohen Aufbau haben sie eine schlechte Rückenflexibilität. Sie können deshalb nicht umgelenkt werden und Aggregate nur mit der Innenseite antreiben. Aus diesem Grund findet der konventionelle Keilriemen bei modernen Fahrzeugen keine Anwendung mehr.



Keilrippenriemen

Keilrippenriemen bieten durch die flache Bauform mit mehreren aneinandergereihten Rippen eine grosse Reibfläche zur Kraftübertragung. Er ist in der Lage, mehrere Aggregate gleichzeitig anzutreiben.



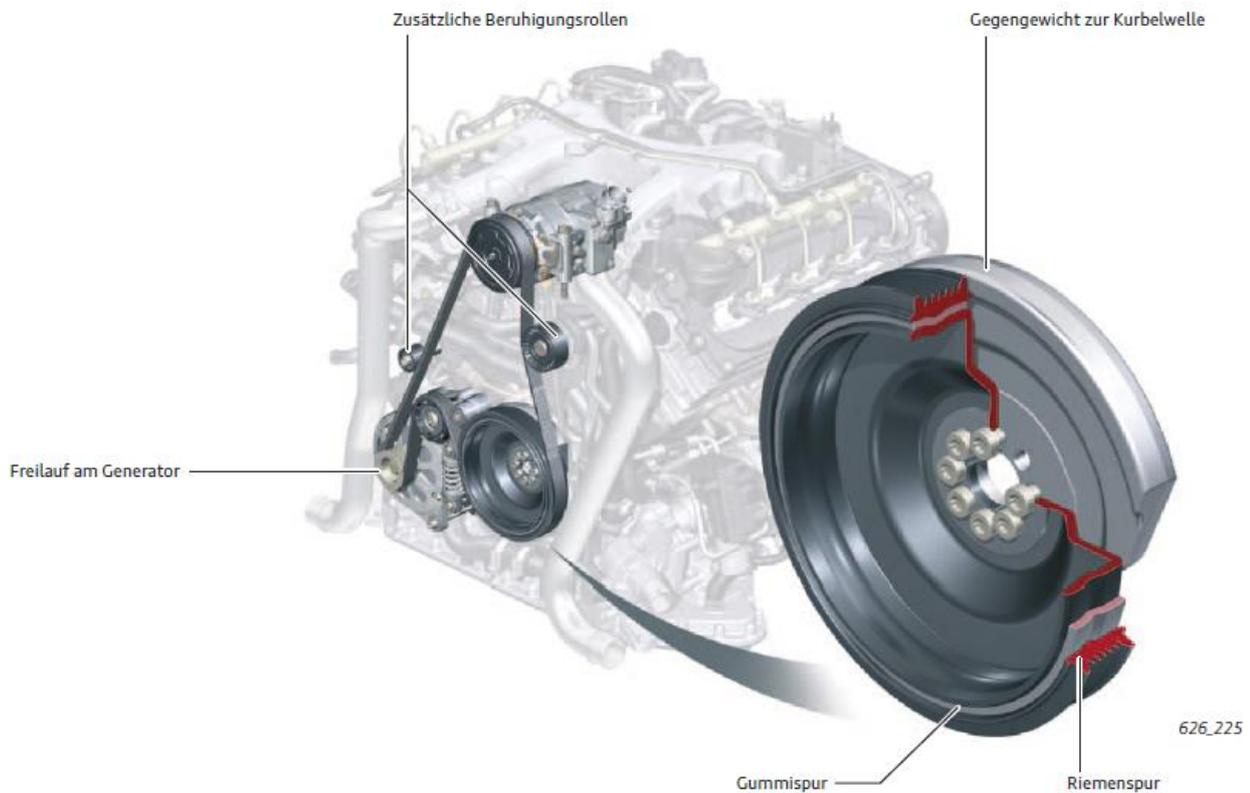
Elastische Keilrippenriemen

Elastische Keilrippenriemen werden mit einer Vorspannung montiert, die sie aufgrund ihrer Elastizität weitestgehend selbstständig halten. Von normalen Keilrippenriemen sind sie optisch kaum zu unterscheiden.



Drehschwingungsdämpfer

Drehschwingungsdämpfer an der Kurbelwelle sollte ebenfalls überprüft werden. Ein alter und verschlissener Torsionsschwingungsdämpfer kann die Vibrationen von der Kurbelwelle nicht mehr sauber aufnehmen und zu viele Vibrationen führen letztlich zu Schäden an zahlreichen Motor- sowie Riemenantriebsbauteilen



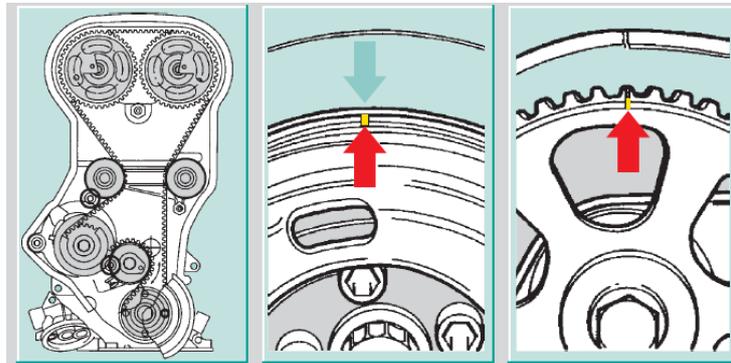
Werkstattarbeiten

Zahnriemenwechsel

Beim Zahnriemenwechsel müssen alle Arbeitsschritte nach den Vorgaben des Fahrzeugherstellers ausgeführt werden. Der Einsatz vorgeschriebener Spezialwerkzeuge ist dabei unbedingt notwendig. So wird sichergestellt, dass die relative Lage von Kurbel-, Nockenwelle und ggf. Einspritzpumpe zueinander nicht verändert wird. Verändern Sie beim Zahnriemenwechsel niemals die relative Lage von Kurbel- und Nockenwellen zueinander! Um Beschädigungen durch Kollisionen der Kolben mit geöffneten Ventilen zu vermeiden, darf der Motor nur mit einem montierten Zahnriemen durchgedreht werden. Ein Zahnriemen darf auf keinen Fall mit Gewalt oder Hebelwerkzeugen auf die Zahnscheiben montiert werden.

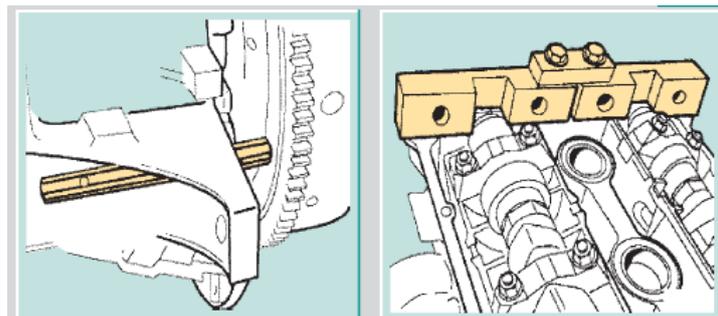
Ausbau

Vor der Demontage ist die Kurbelwelle unbedingt in OT-Stellung des ersten Zylinders zu bringen. Oftmals sind dazu Markierungen vorhanden. Unter Umständen kann die Kurbelwelle mittels eines Passdornes positioniert und blockiert werden. Falls auch Markierungen auf den Nockenwellen vorhanden sind, sollten diese nun ebenfalls auf die Gegenmarken zeigen. Je nach Hersteller sind die Einzelheiten, welche den Aus- und Einbau der Motorsteuerungs-Bauteile betreffen, sehr unterschiedlich.



Nockenwellenräder ohne formschlüssige Verbindung

Wenn die Zahnriemenräder der Nockenwellen «lose» aufgebracht werden, das heisst, wenn keine formschlüssige Verbindung zwischen der Welle und dem Antriebsrad vorhanden ist. Bei diesen Konstruktionen kann, bei (noch) nicht angezogener Befestigungsschraube, das Nockenwellenrad gegenüber der Nockenwelle verdreht werden. In der Regel müssen bei diesen Konstruktionen die Nockenwellen mit Hilfe eines Spezialwerkzeuges in die richtige Position gebracht und fixiert werden. Zusätzlich muss auch die Kurbelwelle in die Grundposition gestellt werden. Sobald sich die Nockenwellen und die Kurbelwelle in der Grundposition befinden, kann der Zahnriemen aufgelegt und gespannt werden. Danach können auch die Befestigungsschrauben der Nockenwellenräder angezogen werden, wodurch diese verdrehfest mit den Nockenwellen verbunden werden. Weil die Nockenwellenräder mit den Nockenwellen über einen konischen Sitz verbunden werden, ist die so genannt kraftschlüssige Verbindung problemlos in der Lage, das notwendige Drehmoment zu übertragen.



Prüfung der Bauteile

Bauteile wie Wasserpumpe Spann- und Umlenkrollen prüfen und ggf. ersetzen. Oft werden Zahnriemenkits inkl. dieser Verschleissteile verbaut.

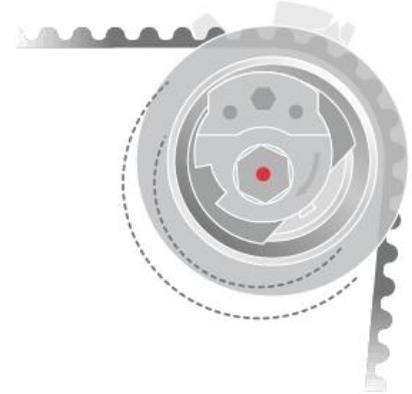
Einbau

Einige Zahnriemen verfügen Laufrichtungspfeile und/oder Montagemarkierungen auf dem Riemenrücken. Die Strich-Markierungen auf dem Riemen müssen bei der Montage mit Markierungen an den Riemenscheiben übereinstimmen.

Spannung des Zahnriemens

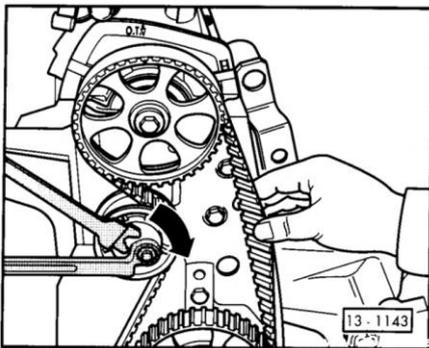
Spannvorrichtung mit Spannwerkzeug spannen (Dabei Spannrichtung beachten). Spannrolle mit Drehmoment festziehen. Nach dem Einstellen der vorgeschriebenen Spannung muss mit Hilfe der Markierungen die Ausrichtung der Nockenwellen und der Kurbelwelle – nachdem die Kurbelwelle zweimal durchgedreht wurde – überprüft werden.

Falsche Spannung ist die häufigste Ursache für den Ausfall von Zahnriemen und Keilrippenriemen. Die zeitgemässe Methode zur Spannungsprüfung ist die Frequenzmessmethode.



Spannvorrichtung mit Zeiger

Prüfmethoden/Prüfgeräte



90° Methode



mechanischer Spannungsprüfer



Frequenzmethode

Wichtige Punkte

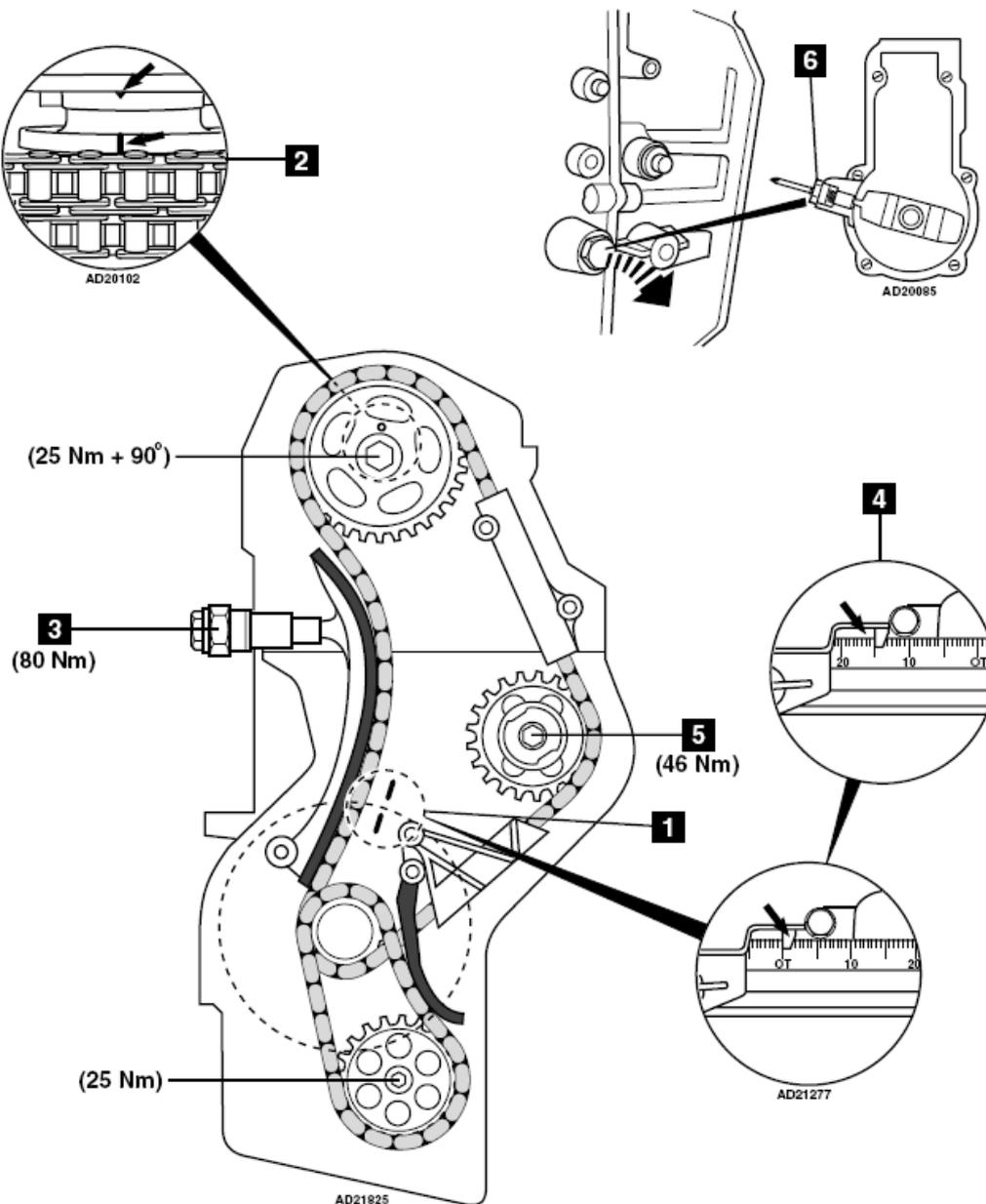
- Beachten Sie beim Einbau die Vorschriften des Automobilherstellers.
- Benutzen Sie unbedingt die vorgeschriebenen Spezialwerkzeuge.
- Verwenden Sie ausschliesslich Zahnriemen mit der richtigen Profilform!
- Zahnriemen nicht knicken oder verdrehen
- Riemen niemals gewaltsam auf die Riemenscheiben hebeln.
- Gegebenenfalls die vom Hersteller vorgegebene Riemenspannung mit einem Spannungsmessgerät einstellen. Das Verdrehen des Riemens um 90 Grad ist nur für sehr wenige Fahrzeuge zulässig und darf nicht verallgemeinert werden.
- Vorgeschriebene Anzugsdrehmomente beachten!
- Riemen vor Öleinwirkung und anderen Betriebsflüssigkeiten wie Kühlmittel, Kraftstoffen und Bremsflüssigkeit schützen.
- Keine Sprays und keine Chemikalien zur Reduzierung von Riemengeräuschen einsetzen.

Arbeiten am Kettenantrieb

Bei Kettenantrieben ist das Vorgehen ähnlich wie beim Zahnriementrieb. Meist weisen die Kurbelwelle und die Nockenwellen Marken auf, welche wiederum mit den Gegenmarken in Bezug gebracht werden müssen. Einzelne Hersteller setzen jedoch auf ein System, bei welchem die Steuerkette mit andersfarbig markierten Kettengliedern versehen ist. Bei diesen Konstruktionen müssen die speziell markierten Kettenglieder auf die Marken auf dem Kurbelwellenrad und den Nockenwellenrädern ausgerichtet werden.

Auch bei Kettenantrieben setzen einzelne Hersteller auf die Verwendung von Spezialwerkzeugen, um die Nocken- und Kurbelwellen in der Grundposition zu fixieren. Nachdem die Kettenspannung korrekt eingestellt ist, können die Spezialwerkzeuge wieder entfernt werden.

Beispiel Kettenantrieb



Keil- und Keilrippenriemen prüfen/ersetzen

Der Wechselintervall für Keilrippenriemen beträgt ca. vier Jahre.

Keilrippenriemen prüfen

Die Sichtprüfung gibt dabei wertvolle Hinweise über den Zustand des Serpentintriebes. Die folgenden Anzeichen von Verschleiss lassen darauf schliessen, dass der Riementrieb oder Teile davon ersetzt werden müssen.

Mögliche defekte

- Rissige oder ausgebrochene Rippen
- übermässiger Abrieb
- Verschmutzung durch Öl
- Gerissener Riemen
- defekte Spannvorrichtungen, Umlenkrollen



Ausbau

Vor dem Ausbau die Einbaulage der aufzeichnen und Laufrichtung markieren. Riemen entspannen und ausbauen. Bei den meisten Fahrzeugen wird eine automatische Spannrolle verwendet, wodurch die Wartungsarbeiten wesentlich erleichtert werden. Bei anderen Anwendungen müssen die Spannrollen oder die Aggregate manuell verstellt und festgezogen werden.

Kontrolle der Bauteile und Fluchtung

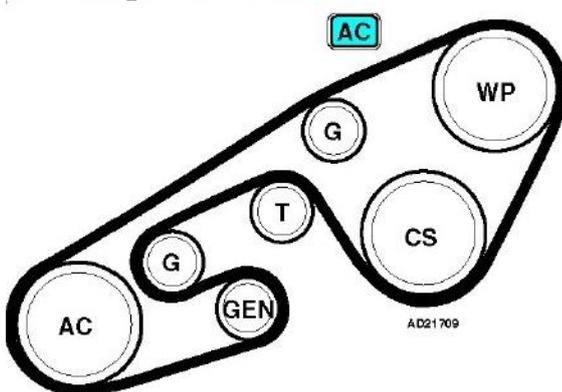
Bauteile wie Wasserpumpen, Riemenscheiben und Generatorfreiläufe prüfen ggf. ersetzen. Die Fluchtung ist ein Faktor für die einwandfreie Funktion von Keilrippenriemen.

Reinigung

Die Scheiben und Spannrollen sind mit einem Bremsenreiniger auf Alkoholbasis mithilfe einer Bürste (weiche Borsten) zu reinigen.

Einbau

Darauf achten, dass alle Rippen des Riemens korrekt in den Rillen der Scheiben liegen. Ein nicht korrekt eingebauter Keilrippenriemen kann aus den Scheibenrillen springen, wodurch er ernsthaft beschädigt wird.



Spannungsprüfung

Bei einem Riementrieb mit einer automatischen Spannrolle, wird diese langsam gelöst. Der Keilrippenriemen wird automatisch korrekt gespannt. Ist der Riementrieb manuell einstellbar, ist es wichtig, die für den Antrieb richtige Spannung einzustellen. Elektronische Riemenspannungsprüfgeräte eignen sich für die korrekte Einstellung am besten. Dazu wird auf dem Keilrippenriemen ein Sensor montiert, welcher anschliessend mit dem Daumen in Schwingung versetzt wird. Das Gerät zeigt nun an, ob der Riemen richtig, zu wenig oder zu fest gespannt ist.

Stretch-Fit-Riemen ersetzen

Stretch-Fit-Riemen müssen mit einem speziellen Montagewerkzeug montiert werden, sonst kann der Riemen beschädigt werden. Entsprechende Montageanweisungen sind jeweils auf dem Innendeckel der Riemenverpackung aufgedruckt. Der Riemen kann nur einmal aufgelegt werden, da er für die Demontage mit einem Schneidwerkzeug durchtrennt wird.

