

Power Transmission

▼ IN DIESER AUSGABE

EINFÜHRUNG	2	DREHMOMENT- WANDLUNG	5	DIE KUPPLUNG	7
ENTWICKLUNG DES ANTRIEBSSTRANGS	2	AUFBAU EINES GETRIEBESYSTEMS	6	KUPPLUNGS- DIAGNOSE	14
KINEMATISCHE KETTE	4	DAS SCHWUNGRAD	6	REPARATUR UND AUSTAUSCH	15
				TECHNISCHE HINWEISE	18

EINFÜHRUNG

Der entscheidende Faktor für die Erfindung des Automobils war, so seltsam es auch klingen mag, die Erfindung des Antriebsstrangs. Die Verbindung von stationären Verbrennungsmotoren mit den damals bestehenden Pferdekarren benötigte nur die Erfindung eines Systems, das in der Lage war, Kraft und Bewegung von ihrem Ursprung, dem Motor, auf die Räder zu übertragen. Die Aufgabe erwies sich jedoch als nicht einfach und führte schließlich zur Entwicklung eines kompletten mechanischen Systems, das nach jahrelangen Studien und Entwicklungsstadien in der Lage war, die Motorkraft zu übertragen, zu unterbrechen und umzuwandeln, um sie an die Bedürfnisse des Fahrzeugverkehrs hinsichtlich der verschiedenen Gegebenheiten der Erdoberfläche anzupassen.

Heutzutage ist die Konstruktion des Antriebsstrangs ein Schlüsselfaktor

für die Leistung, den Verbrauch und die dynamische Qualität von Fahrzeugen, und seine Untersuchung und Entwicklung ist ebenso notwendig wie die des Motors selbst. Ein außergewöhnlicher Motor nützt nur wenig, wenn sein Potenzial nicht vollständig auf die Räder übertragen und in Fortbewegung umgesetzt wird.

Dieser Artikel möchte über den Ursprung des Antriebsstrangs, über die im Zusammenhang mit der Kraftübertragung in Fahrzeugen stehenden physikalischen Phänomene sowie über die verschiedenen Komponenten informieren, aus denen das für die Übertragung der Motorkraft verantwortliche System besteht, wobei besonderes Augenmerk auf das Kupplungssystem gerichtet wird.

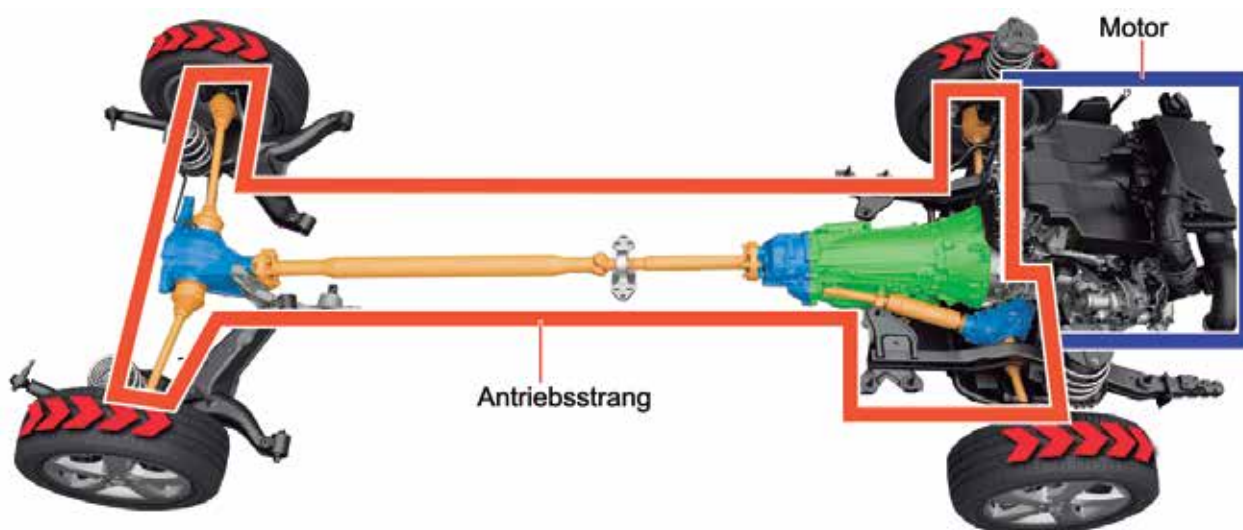
ENTWICKLUNG DES ANTRIEBSSTRANGS

Der Antriebsstrang eines Fahrzeugs hat die Aufgabe, das vom Motor entwickelte Drehmoment auf die Räder zu übertragen und umzuwandeln, sodass diese das Fahrzeug durch ihre Drehung antreiben.

Historisch gesehen war die Entwicklung des Antriebsstrangs der entscheidende Faktor für die Entstehung der ersten Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Im Gegensatz zu den Dampflokomotiven und sogar zu den ersten Elektrofahrzeugen, deren Antriebsquellen einen Direktantrieb ermöglichten, hatten die Ende des 19. Jahrhunderts entwickelten Verbrennungs-

motoren viele Nachteile bei der Umsetzung der Mobilität und nur einen einzigen wirklichen Vorteil, nämlich dass sie mit flüssigem Kraftstoff funktionierten.

Der heikle Prozess des Anlassens der ersten Verbrennungsmotoren machte ihre praktische Anwendung erforderlich, insbesondere beim Anhalten des Fahrzeugs ohne Abstellen des Motors. Die „hohen“ Mindestdrehzahlen der Kurbelwelle zur Erzielung einer einigermaßen gleichmäßigen Leistung erforderten eine progressive Kupplung beim Anfahren.



1886 entwickelten Carl Benz und Gottlieb Daimler nur wenige Kilometer voneinander entfernt jeweils ein Kraftfahrzeug, was die Wiege des heute als Automobil bekannten Begriffs definieren sollte, dessen ursprüngliche Idee als selbstfahrende Kutsche Leonardo Da Vinci im Jahr 1495 zugeschrieben wird.

Am 29. Januar 1886 erhielt Carl Benz das deutsche Patent mit der Nummer 37435 für das erste Automobil. Es handelte sich um ein Dreirad mit Rohrrahmen, das von einem horizontalen Einzylindermotor mit 954 cm und einer angegebenen Leistung von $\frac{2}{3}$ PS bei 250 U/min angetrieben wurde. Der Antrieb erfolgte über einen abnehmbaren Lederriemen (ein ursprüngliches Kupplungssystem) mit nur einem Gang und einer starren Antriebswelle.



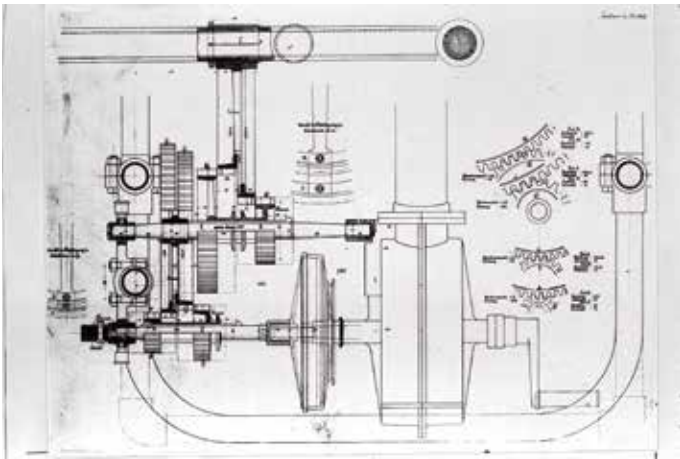


Im Sommer desselben Jahres stellte Gottlieb Daimler sein erstes selbstfahrendes Fahrzeug auf vier Rädern und mit zwei Gängen vor, dem ursprünglichen Konzept des Getriebes. Es handelte sich um eine offene Pferdekutsche, angetrieben von einem mittig vertikal stehenden Einzylinder-Ottomotor mit doppelter Kraftübertragung durch zwei Riemenscheiben mit Lederriemen, die abwechselnd gespannt wurden und so für unterschiedliche Geschwindigkeiten sorgten.

Beide Fahrzeuge hatten eine starre Antriebsachse, deren Drehfähigkeit durch das gleich schnelle Drehen der Hinterräder beeinträchtigt wurde; das Doppelrad auf einer starren Schwenkachse verschaffte dem Daimler-Wagen jedoch einen Vorteil in dieser Hinsicht.



1889 wurde das erste von der Firma Daimler-Maybach vermarktete Auto von einem Zweizylinder-V-Motor mit Vierganggetriebe angetrieben; es war somit das erste mit einem Getriebe ausgestattete Automobil. Die Idee stammte von Wilhelm Maybach, dem technischen Leiter des Unternehmens.



Henry Fords Quadricycle von 1896 war mit einer Antriebsachse mit Differentialgetriebe ausgestattet, womit das Problem des Drehwiderstandes gelöst wurde.

1903 revolutionierte der Spyker 60Hp von Jacobus und Hendrik-Jan Spijker weltweit die technische Automobillandschaft mit gleich drei Neuheiten. Erster Sechszylindermotor, erstes Fahrzeug mit Vierradbremse und erster Allradantrieb. Die aus dem 8,8-Liter-Reihenmotor erzielte hohe Leistung wurde mit einem System von drei Differentials, einem pro Achse und einem Zentraldifferential, permanent auf die Räder übertragen.



In nur 20 Jahren wurden so die Grundlagen für Antriebssysteme gelegt, die sich zudem mechanisch ständig weiter entwickelt haben, um immer mehr Leistung immer komfortabler, schneller und effizienter übertragen zu können. Moderne elektronisch gesteuerte Antriebssysteme ermöglichen das Fahren auch auf rutschigem Untergrund und sind das Ergebnis von mehr als einem Jahrhundert Entwicklung, die durch den Wettbewerb vorangetrieben wurde und heute wesentlich zur Verbesserung der Fahrzeugdynamik und -sicherheit beiträgt.

KINEMATISCHE KETTE

Die Kinematik ist der Zweig der Physik, der sich mit der Untersuchung von Bewegungen beschäftigt, unabhängig von den Ursachen, die sie hervorrufen. Die Gesamtheit der Elemente, die ein und dieselbe Bewegung übertragen, wird als kinematische Kette bezeichnet. Die kinematische Kette bzw. der Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen besteht aus verschiedenen Komponenten, die die Bewegung vom Motor auf die Räder übertragen.

Der Motor und seine inneren Komponenten werden nicht als Teil des Antriebsstrangs betrachtet, auch wenn er der Ausgangspunkt der zu übertragenden Kraft ist, die bei Verbrennungsmotoren als variables Drehmoment und variable Drehzahl zur Verfügung gestellt wird. Unter Berücksichtigung

der Tatsache, dass die Kurbelwelle das Verbindungsglied der von den Pleuelstangen des Motors übertragenen Kräfte und das erste Drehelement ist, umfasst die Untersuchung der kinematischen Kette eines Fahrzeugs die Komponenten, deren Funktion darin besteht, die Drehung vom Ausgang der Kurbelwelle auf die Räder zu übertragen, wo das Drehmoment wieder in eine tangential zum Rad wirkende Kraft umgewandelt wird, um das Fahrzeug anzutreiben.

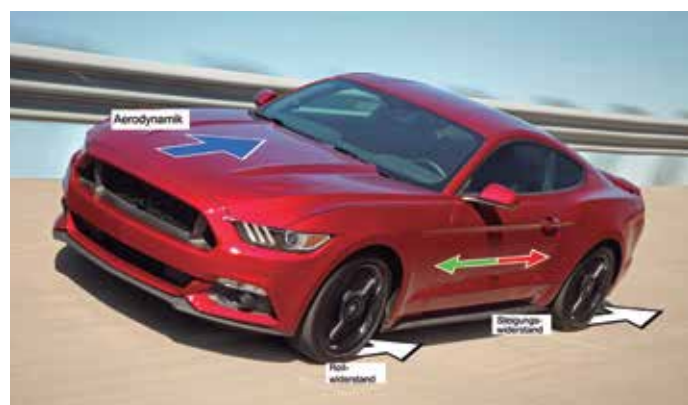
Damit ein Fahrzeug angetrieben und somit bewegt werden kann, müssen zwei physikalische Bedingungen erfüllt sein.

Erste Bedingung



Das auf die Räder übertragene Drehmoment muss in Zug- und/oder Schubkraft umgewandelt werden. Die Fähigkeit, das Drehmoment in eine Antriebskraft umzuwandeln, hängt im Wesentlichen von der Anzahl und Größe der Räder ab, die das Drehmoment in eine lineare Kraft umwandeln, von der Kontaktfläche der Reifen mit der Fahrbahn, von dem auf jedem Rad lastenden Gewicht und vom Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Boden.

Zweite Bedingung

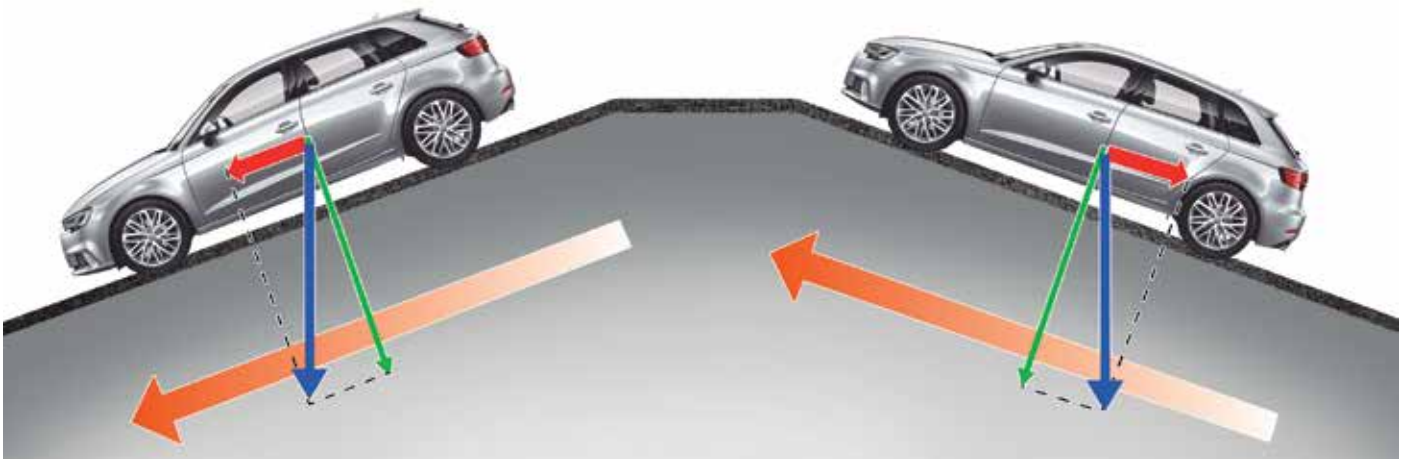


Die Summe der von den Fahrzeugrädern entwickelten Schub-/Zugkräfte muss größer sein als die Summe der in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kräfte, wobei Letztere durch verschiedene Faktoren verursacht werden und in vielen Fällen variabel sind.

- **Rollwiderstand:** Durch das auf die Räder lastende Gewicht üben die Reifen einen Druck auf den Boden aus. Dieser Druck sorgt dafür, dass die Reifen nicht nur auf einem Punkt, sondern auf einer mehr oder weniger großen Fläche, der sogenannten Aufstandsfläche aufliegen, welche Reibung auf dem Boden und damit einen Widerstand verursacht. Dieser Widerstand hängt von der Tiefe der Aufstandsfläche ab, die der Reifen auf dem Boden hinterlässt, dem Gewicht

auf diesem Rad und dem Rollwiderstandskoeffizienten ab. Der Rollwiderstandskoeffizient wiederum variiert je nach Art und Zustand des Bodens.

- **Steigungswiderstand:** Die Neigung des Geländes und das Fahrzeuggewicht können sowohl als Gegenkraft oder zugunsten der Vorwärtsbewegung einwirken. Die Größe und Richtung dieser Kraft hängen vom Winkel und der Beschaffenheit der Neigung (an- oder absteigend), der Fahrzeugmasse und der Schwerkraft ab, die, da sie über die gesamte Erdoberfläche praktisch konstant ist, vernachlässigt werden kann.
- **Luftwiderstand:** Die Luft nimmt den gesamten Raum der Erde ein, der nicht von festen Elementen, Flüssigkeiten oder anderen Gasen besetzt ist, sodass jedes Element, das seine Position verändert, sich durch die Luftmasse bewegen und diese somit verdrängen muss. Dazu ist eine Kraft erforderlich, die der Kraft widersteht oder entgegengesetzt ist, welche die Bewegung des Elements verursacht. Bei Kraftfahrzeugen hängt der Luftwiderstand von 5 Faktoren ab:
 - Der Fahrgeschwindigkeit
 - Der Frontfläche des Fahrzeugs und ihr Volumen
 - Der Luftdichte
 - Dem Strömungswiderstandskoeffizienten
 - Der Geschwindigkeit und Richtung der atmosphärischen Luft

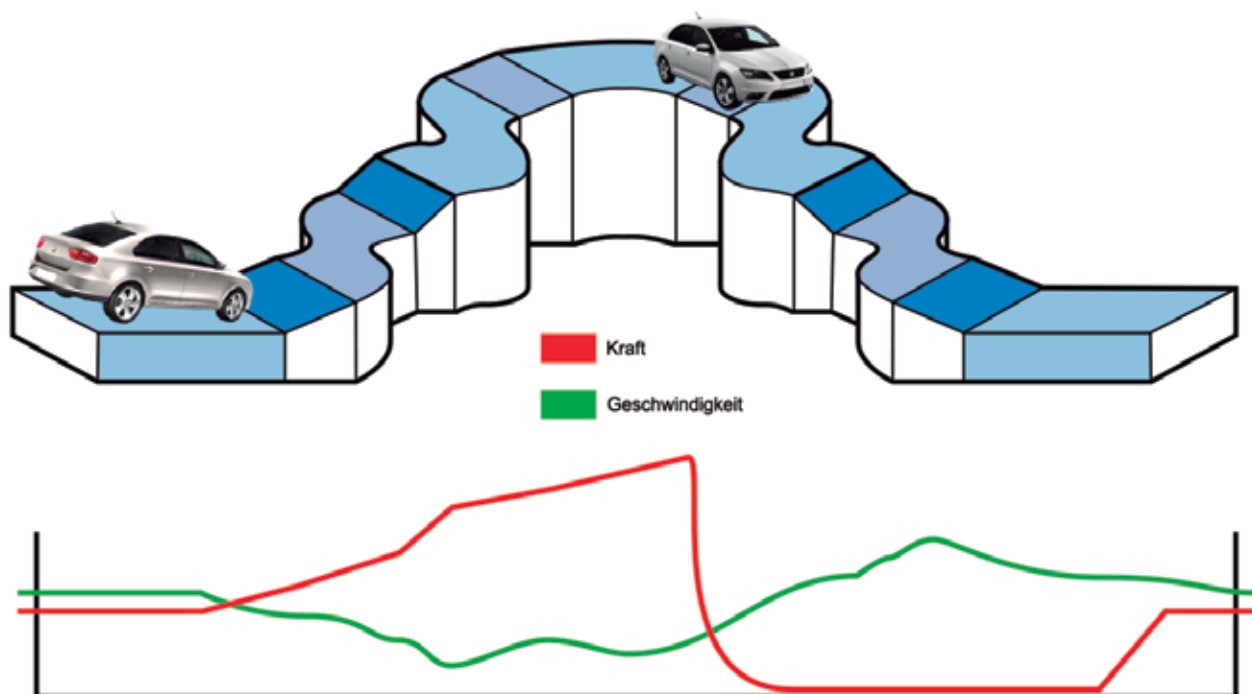


DREHMOMENTWANDLUNG

Die Unebenheiten der Erdoberfläche und das hohe Gewicht der Fahrzeuge führen dazu, dass das an den Antriebsrädern zum Anfahren eines Fahrzeugs erforderliche Drehmoment sehr variabel ist und teilweise viel höher liegt als die vom Motor erbrachte Kraft bzw. sogar seine Höchstleistung. Verbrennungsmotoren wiederum erzeugen je nach ihrer Arbeitsdrehzahl ein sehr variables Drehmoment (Motordrehmoment), was von vielfältigen Faktoren abhängt, die die Zylinderfüllung und die Verbrennungsentwicklung beeinflussen.

Die Überwindung dieser Bedingungen zu jedem Zeitpunkt würde den Einsatz von Motoren voraussetzen, die in der Lage sind, ein extrem hohes Drehmoment zu leisten, was wiederum mit einem höheren Motorgewicht und Kraftstoffverbrauch verbunden wäre; oder aber die Motoren könnten das von ihnen erzeugte Drehmoment in ein größeres, auf die Räder übertragenes Kraftmoment umwandeln.

Für diese Aufgabe werden ein oder mehrere Elemente in den Antriebsstrang eingebaut, die nicht nur das Drehmoment übertragen, sondern es auch verändern und folglich auch die Drehzahl ändern.



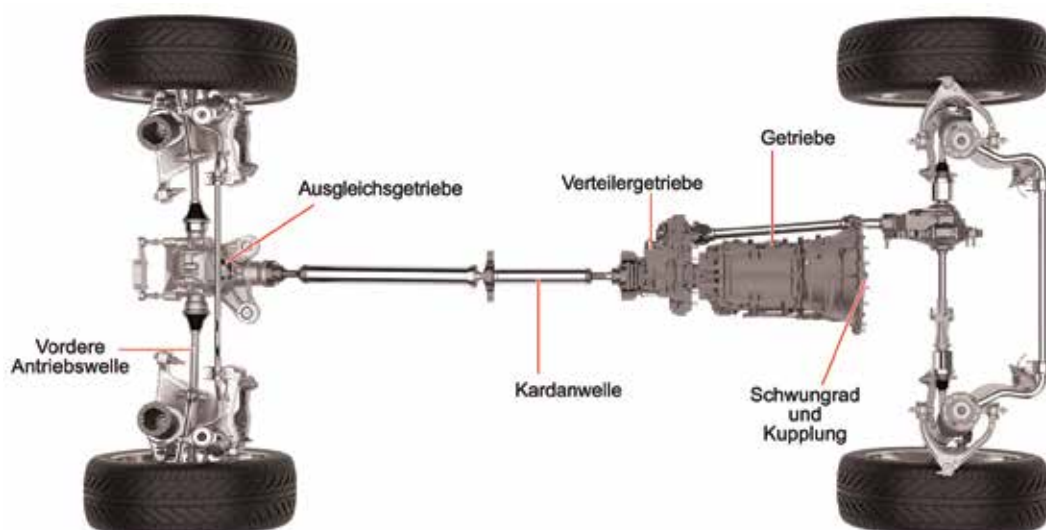
Der Fahrer des Fahrzeugs hat seinerseits die Möglichkeit, den Prozentsatz des erbrachten Motordrehmoments zu regulieren, indem er die zum Verbrennungszyklus zugeführte Kraftstoffmenge dosiert, was unter realen Bedingungen die Kontrolle über das Drehmoment und die Drehzahl des Motors bedeutet. Ebenso muss er die Drehmomentwandlung wählen, die erforderlich ist, um die Antriebskraft des Fahrzeugs an die jeweiligen Fahrbedingungen anzupassen.

Auf diese Weise ist es möglich, Kraft und Geschwindigkeit eines Fahrzeugs zu kontrollieren, indem man ein Drehmomentverhältnis wählt, das jederzeit über dem Drehmoment liegt, das augenblicklich erforderlich ist, um die Motordrehzahl zu gewährleisten und zu erhöhen. Andernfalls kann der Motor nicht weiterlaufen oder seine Drehzahl wird allmählich verringern, bis er ganz zum Stillstand kommt.

AUFBAU EINES GETRIEBESYSTEMS

Der Antriebsstrang von Fahrzeugen muss an die spezifischen Eigenschaften des gesamten Fahrzeugs und seiner Nutzung sowie an die Motorleistung angepasst werden. Seine unauffällige Entwicklung hat wesentlich zur Verbesserung der dynamischen Bedingungen von Fahrzeugen und ihrer Sicherheit, zur Leistungssteigerung, zu mehr Einsatzbereichen sowie zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs beigetragen. Die kontinuierliche

Zunahme von Drehmoment und Leistung der Motoren hat ihrerseits zur Anpassung des Antriebsstrangs an die neuen Anforderungen beigetragen. Aufbau und Anordnung des Antriebsstrangs im Fahrzeug variieren je nach Position und Anzahl der Antriebsräder und dem Fahrzeugtyp; die meisten Antriebsstränge bestehen jedoch mehr oder weniger aus den gleichen Komponenten:



- **Das Schwungrad:** Dabei handelt es sich um eine an der Motor- und Pleuelstange befestigte Schwungradmasse, deren Hauptfunktion darin besteht, die übertragene Drehzahl und den Motordrehmoment auszugleichen.
- **Die Kupplung:** Ihre Aufgabe ist es, den Kraftfluss zwischen Motor und Antriebssystem herzustellen (einkuppeln) und zu unterbrechen (auskuppeln), um das Fahrzeug zu bewegen oder anzuhalten.
- **Das Getriebe:** Seine Funktion besteht darin, das Motordrehmoment so umzuwandeln, dass das auf die Räder übertragene Drehmoment und die Drehzahl jederzeit den Einsatzbedingungen des Fahrzeugs entsprechen.
- **Das Differentialgetriebe:** Es hat die Aufgabe, das Kraftmoment zwischen den beiden Rädern derselben Achse, die bei Kurvenfahrt unterschiedlich lange Wege zurücklegen und sich daher unterschiedlich schnell drehen, auszugleichen.
- **Die Antriebswellen:** Elemente zur Kraft- und Drehzahlübertragung zwischen Komponenten, die ihre Position variieren können oder nicht. Ihre Aufgabe ist es, die durch die Federwege des Fahrzeugs bedingten Winkel- und Abstandsänderungen auszugleichen und dabei Drehmoment und Drehzahl zu übertragen, ohne sie zu verändern.
- **Das Verteilergetriebe:** Bei Fahrzeugen mit Allradantrieb verdoppelt das Verteilergetriebe die Drehbewegung nach dem Getriebe, um sie gleichzeitig auf beide Fahrzeugachsen zu übertragen.
- **Die Untersetzung:** Sie wirkt als zusätzlicher Drehmoment-Multiplikator in allen Gängen des Getriebes. Das Untersetzungsgetriebe wird hauptsächlich in Geländefahrzeugen verwendet, um große Steigungen bei niedriger Geschwindigkeit zu meistern.

DAS SCHWUNGRAD



Wenn sich der Pleuel an dem oberen Totpunkt des Motors befindet, steht die aus Pleuel und Pleuelzapfen gebildete Pleuelstange senkrecht in einer Linie, sodass die Pleuelstange an dieser Stelle kein Drehmoment erzeugt. Wenige Augenblicke später, wenn der Pleuel wieder nach unten geht, nimmt die Pleuelstange einen bestimmten Winkel ein und die Schubkraft wirkt auf den Pleuelzapfen und treibt so die Pleuelstange an, sodass nun ein Drehmoment erzeugt wird; die Kraftabgabe ist eine eindeutig unregelmäßige Arbeit und sie auszugleichen ist Aufgabe des Schwungrads oder der Pleuelstange.

Es handelt sich hierbei um eine Scheibe großer Masse, die sich am entgegengesetzten Ende der Pleuelstange befindet und die in der Lage ist, die vom Motor erzeugte kinetische Energie zu speichern und dann wieder abzugeben, wenn keine Energie zugeführt wird, um so den dynamischen Betrieb des Motors zu regulieren.

Ihr Vorhandensein hat jedoch gewisse Nachteile, da sich ein sehr schweres Schwungrad auf die Torsionsbeanspruchung der Kurbelwelle auswirkt, vor allem auf die Arbeitsimpulse des am weitesten von ihr entfernten Zylinders. Ein sehr schweres und träges Schwungrad erschwert zudem schnelle Drehzahländerungen, sodass dadurch das Ansprechverhalten bei Beschleunigung beeinträchtigt werden kann. Folglich muss die Berechnung der Eigenschaften dieses Bauteils entsprechend dem Motortyp, für den es vorgesehen ist, und seiner Nutzung festgelegt werden.

Das Schwungrad unterstützt auch die Kupplung, die nach den Vorgaben des Fahrers Motor und Getriebe ein- oder auskuppelt. Das Anlasserritzel wiederum ist über einen äußeren Zahnkranz mit dem Schwungrad verbunden. Darüber hinaus kann es mit einem weiteren Zahnkranz oder Impulsring für den Drehzahl- und Kurbelwellensensor ausgestattet sein. Auf der Vorderseite am äußeren Rand des Schwungrads sind Angaben zur Ventilsteuerung und Zündung eingraviert.

Es wird normalerweise aus Gusseisen mit Kugelgraphit oder Stahl hergestellt und muss einzeln und in Verbindung mit der Kurbelwelle und der Kupplung ausgewuchtet werden.

Für eine geringere Vibrationsübertragung auf die, die Motorleistung aufnehmenden Fahrzeugelemente wird das Zweimassenschwungrad verwendet. Konstruktionstechnisch ist es in zwei unabhängige Massen aufgeteilt, die durch Federn elastisch miteinander verbunden sind. Das Primärschwungrad dreht sich fest verbunden mit der Kurbelwelle und das Sekundärschwungrad dreht sich mit dem restlichen Antriebsstrang (Kupplung, Getriebe...). Bei hohen Drehmomenten (Beschleunigung)



werden die Federn zusammengedrückt und speichern dadurch kinetische Energie, während sie bei Verzögerung (Schubbetrieb) ihre Ausgangsform wieder annehmen und die Energie wieder abgeben. Zusätzlich werden in einigen Fällen Reibungssysteme zwischen den beiden Massen genutzt, um die Reaktion des gesamten Schwungrads abzugleichen.

DIE KUPPLUNG

Die Kupplung ist dafür verantwortlich, die Übertragung der Motordrehung auf das Getriebe zu unterbrechen, sodass man das Fahrzeug vollständig stoppen kann, jedoch mit dabei laufendem Motor. Beim Einkuppeln muss die Kupplung das Motordrehmoment auf den Antriebsstrang übertragen, damit das Anfahren sanft und progressiv erfolgen kann. Schließlich muss

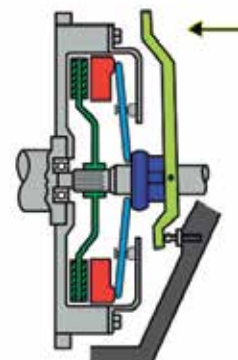
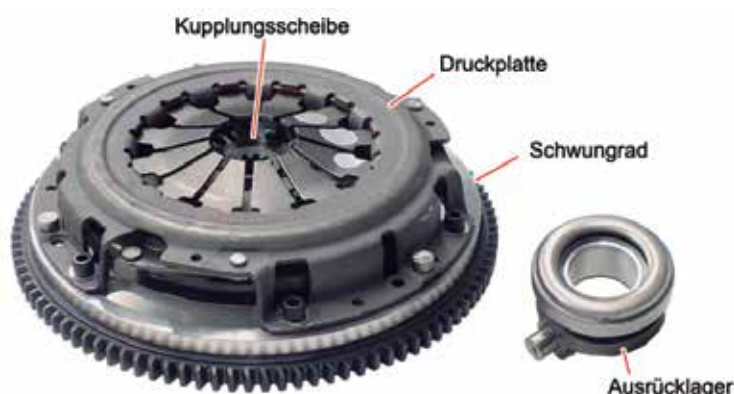
sie auch in der Lage sein, die Übertragung der Drehbewegung und des Kraftmoments des Motors auf das Getriebe schnell zu unterbrechen, damit die Zahnräder der verschiedenen Getriebeabstufungen oder Gänge ohne Kraftaufwand ineinander greifen können.

Die Membranfederkupplung

Die Membranfederkupplung vereint in einem einzigen Element die Komponenten, die dafür verantwortlich sind, die Kupplungsscheibe gegen das Schwungrad gedrückt zu halten. In einer kompakten Baueinheit, der sogenannten Kupplungsdruckplatte, befinden sich die Druckplatte, die Membranfeder und das Außengehäuse, das an das Schwungrad geschraubt wird.

Die Kupplungsdruckplatte ist mit ihrem Außengehäuse mit dem Schwungrad verschraubt und presst die Kupplungsscheibe gegen das Schwun-

rad, sodass die Kupplungsscheibe unter Druck steht und das System eingekuppelt ist. Über ein Lager, das sich axial auf einer Führungshülse bewegt, werde die Zungen der Membranfeder nach innen gedrückt, wobei sie durch die Bolzen des Gehäuses verformt wird und die Druckplatte entlastet. Durch den fehlenden Druck bewegt sich die Kupplungsscheibe entlang des Keilwellenprofils der Getriebeeingangswelle und unterbricht die Kraftübertragung, sodass das System ausgekuppelt wird.



Die kreisförmige und fast ebene Konstruktion der Membranfeder macht sie unempfindlich gegenüber den Drehzahlen und der Fliehkraft und ermöglicht gleichzeitig eine leichtes, einfaches und kompaktes Design. Der beträchtliche Abstand zwischen dem Kraftangriffspunkt für das Auskuppeln und dem Stütz- oder Reaktionspunkt ermöglicht die Herstellung sehr starker Federn, die wiederum nur geringe Betätigungskräfte erfordern.

Heutzutage verwenden nahezu alle Personenkraftwagen mit einer Reibungskupplung Kupplungssysteme, bei denen eine oder mehrere Scheiben mittels Membranfedern gegen das Schwungrad gedrückt werden.

Die Kupplung besteht aus den folgenden Komponenten:

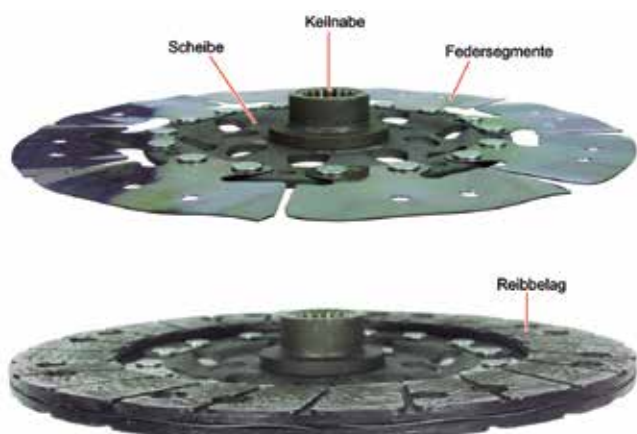
- Schwungrad
- Kupplungsscheibe
- Torsionsdämpfer
- Kupplungsdruckplatte
- Ausrücklager und Ausrückhebel
- Kupplungsbetätigung

Schwungrad

Wie oben aufgeführt, kann das Schwungrad starr oder mit zwei Massen ausgeführt werden und ist mit einer seinen Reibungsflächen Bestandteil der Kupplung. Normalerweise wird es aus Stahlguss hergestellt und entsprechend mechanisch bearbeitet, gedreht und ausgewuchtet. Abmessungen, Volumen und Oberfläche hängen von seiner Schwunngmasse und der zur Übertragung des Motordrehmoments erforderlichen Reibungsflächen ab.

Gleichzeitig müssen sein thermisches Dispersionsvermögen und seine Dimensionsstabilität berücksichtigt werden. Bei Hochleistungskupplungen und Rennmotoren, bei denen die Schwunngmasse des Schwungrads maximal reduziert wird (Aluminium, Titan, usw.), wird die Reibfläche für die Kupplung als zusätzliches Element hergestellt, das mit dieser verschraubt oder vernietet wird.

Kupplungsscheibe



Die Kupplungsscheibe befindet sich zwischen dem Schwungrad und der Druckplatte. Ihre Aufgabe besteht darin, die vom Schwungrad und der Druckplatte an der Außenseite erhaltene Kraft, durch das an ihrem Innendurchmesser eingearbeitete Keilwellenprofil auf die Getriebeeingangswelle zu übertragen. Die Kupplungsscheibe besteht aus einer Stahlscheibe, die auf einer Keilnabe befestigt ist, die sich während der Ein- und Auskuppelungsphase axial auf der Getriebeeingangswelle bewegt.

Die Reibbeläge werden mit versenkten Nietköpfen auf die Scheibe genietet, in den meisten Fällen auf zwischenliegende Federsegmente. Diese Federsegmente wirken als Trennfeder zwischen beiden Reibbelägen, damit die Reibwirkung und infolgedessen das Ein- und Auskuppeln dosierbarer und progressiver erfolgen kann. Je nach Anforderung befinden sich die Federsegmente auf der Trägerscheibe oder werden an deren Außendurchmesser genietet. Reibbeläge können je nach Anforderung und Anwendung aus drei Typen und unterschiedlichen Materialien bestehen:

- **Ringförmig:** Die ringförmige Kontaktfläche des Belags ist völlig glatt ist und wirkt gleichermaßen als Reibfläche. Diese Form wird aufgrund ihres unregelmäßigen und vibrierenden Reibwiderstands nicht mehr eingesetzt.
- **Durchgehend segmentiert:** Sie haben eine durchgehende Belagstruktur mit einer radial vertieften Oberfläche, sodass sie in verschiedene Reibsegmente unterteilt sind. Die Aussparungen verleihen den Belägen eine gewisse Flexibilität, was zusammen mit der Kraft der Federsegmente ein progressives Einrücken der Kupplungsscheibe bewirkt.
- **Einzelsegmente:** Das Reibmaterial besteht aus separaten Einzelsegmenten, die in einem gewissen Abstand voneinander auf die Kupplungsscheibe genietet werden. Manchmal wird die Trägerscheibe flacher gemacht, um Gewicht zu sparen und ihre Struktur flexibler zu gestalten. Sie werden normalerweise bei Rennsport-Kupplungsscheiben verwendet, wenn bei hohen Drehzahlen geschaltet wird, weshalb das Gewicht der Scheibe und ihre Trägheit eine entscheidende Rolle spielen.



Kupplungsbeläge können aus den folgenden Materialien hergestellt werden:



Organisches Material-Metall



Organisches Material-Aramid

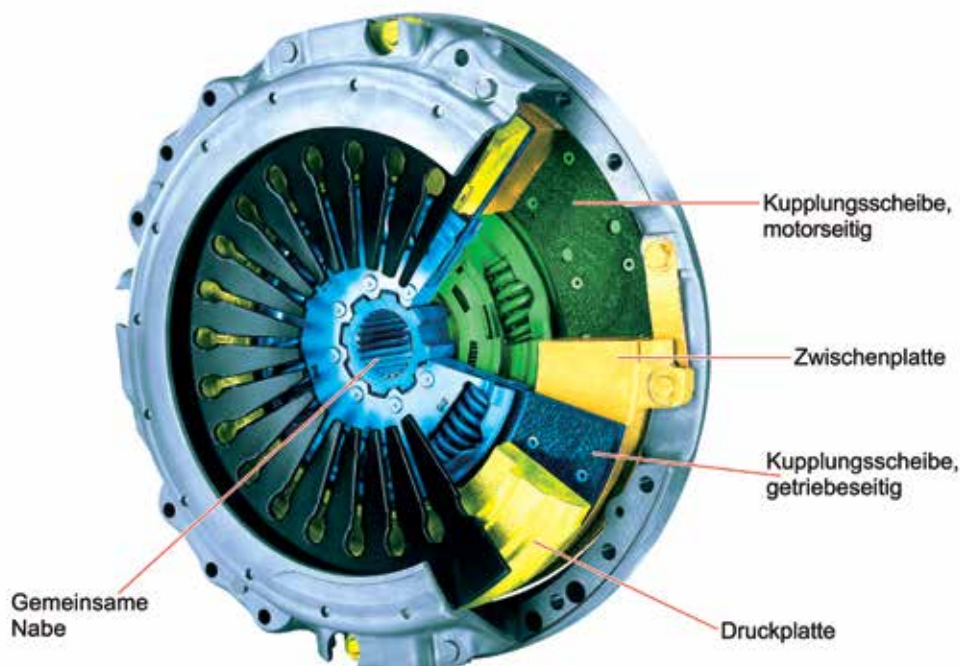


Kevlar



Carbon-Keramik

- **Organisches Material:** Das am meisten verwendete Material wegen seiner gleichmäßigen und sanften Drehmomentübertragung. Es hat einen mäßigen Verschleiß, hält dem Druck sehr gut stand und hat ein ausreichendes Temperaturverhalten. Es besteht aus verflochtenen Metallfasern (Eisen, Kupfer oder Messing), die mit Aramid, Zellulose, Glasfaser und Harz verdichtet sind. Es ist braun oder dunkelgrau mit metallischem Schimmer.
- **Kevlar (Poly-p-Phenylenterephthalamid):** Ideal aufgrund seiner hohen Zug- und Scherfestigkeit; es hat jedoch ein empfindliches Temperaturverhalten, da sein Reibkoeffizient stark mit der Temperatur schwankt. Sein Verschleiß ist gering, was die Zeiträume der Oberflächenanpassung verlängert. Es wird häufig bei Fahrzeugen mit sequenziellen oder automatischen Hochleistungsgetrieben eingesetzt, bei denen die Elektronik den Kupplungsschlupf und die Temperatur begrenzt.
- **Karbon-Keramik:** Keramische Werkstoffe sind hochtemperaturbeständig und übertragen hohe Motordrehmomente, weshalb sie sich ideal für sehr leistungsstarke oder Rennfahrzeuge eignen. Ihr Reibkoeffizient ist sehr hoch, was auf Kosten der Progressivität bei der Drehmomentübertragung geht, weshalb sie mit verschiedenen Weichmetallen zu Verbundstoffen kombiniert werden. Die inhärente Steifigkeit keramischer Werkstoffe erschwert gleichzeitig die Verwendung von zwischenliegenden Federsegmenten, was ihre Reaktion abrupt und schwer regulierbar macht. Aus diesem Grund wird es normalerweise auf Einzelsegmenten und flexiblen Kupplungsscheiben montiert. Sie sind in der Regel braun bis kupferfarben oder grünlich, je nach den für ihre Herstellung verwendeten Metallen.



Bei Hochleistungs-Kupplungsbelägen geht man heute dazu über, verschiedene Materialien als Schmelzverbund unter Druck herzustellen (Sintermetall), um ein ausgewogenes Ansprechverhalten der Kupplung bei unterschiedlichen Temperaturen zu erreichen.

Um hohe Drehmomentwerte mit geringer oder mäßiger Kupplungskraft zu erreichen, werden Mehrscheiben-Trockenkupplungen mit einem Viel-

fachen an Reibfläche hergestellt, bei gleichzeitig mittelgroßen oder sogar kompakten Scheibendurchmessern. Der von der Membranfeder ausgeübte Druck wird durch Hinzufügen einer oder mehrerer Scheiben und schwimmender Zwischenplatten auf eine größere Kontaktfläche ausgeübt, wodurch die Fähigkeit der Kraftübertragung bei gleichem Scheibendurchmesser deutlich erhöht wird.

Torsionsdämpfer

Vor der Einführung der Zweimassenschwungräder wurde die Kraft- und Drehzahlregulierung zwischen Motor und Getriebe von der Kupplungsscheibe mit Torsionsdämpfer übernommen, ein System, das noch immer in vielen Fahrzeugen stark genutzt wird.

Die Kraft- und Drehzahlschwankungen des Motors werden durch die Wirkung mehrerer Federn kompensiert, die in Momenten maximalem Drehmoments Energie durch Zusammendrücken speichern und diese in den Momenten geringerer Übertragungskraft wieder abgeben. Die Kupplungsscheibe aus Metall ist in zwei Hälften geteilt, der inneren Gegenseibe

und der äußeren Mitnehmerscheibe, die zusammen mit einem Deckel und den Federn den Torsionsdämpfer bilden. Die innere Scheibe ist mit der Keilnabe verbunden und stützt sich auf einer Seite der Federn ab, während die mit den Reibbelägen ausgestattete äußere Scheibe die innere Scheibe mitnimmt, indem sie sich auf der gegenüberliegenden Seite der Federn abstützt. Die äußere Mitnehmerscheibe und ihre Gegenseibe drehen sich durch Stifte verbunden gemeinsam, wobei sich zwischen ihnen die Schraubenfedern und die innere Lasttreibscheibe befinden.

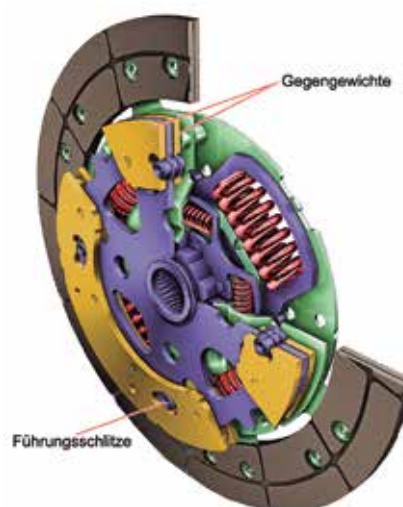


Um eine Dämpfung bei unterschiedlichen Schleppmomenten und Frequenzen zu erreichen, werden Kombinationen aus konzentrischen Federn verwendet.

Der maximale Federweg und die Winkelabweichung der Dämpfung werden durch den im mittleren Umfang der Kupplungsscheibe vorhandenen Raum begrenzt, weshalb in letzter Zeit aktive Kupplungsscheiben mit Gegengewichten entwickelt wurden, ähnlich denen, die in Schwungrädern verwendet werden.

Der zentrale Aufbau der Kupplungsscheibe enthält eine zusätzliche Mitnehmerscheibe, auf der die Gegengewichte angeordnet sind, welche durch Schlitze geführt werden und so die Schwankungen der hauptsächlich bei niedrigen Drehzahlen übertragenen Kraft verringern.

Das Gewicht der Kupplungsscheibe erhöht ihre Trägheit, was sich aufgrund des Trägheitswiderstandes, der durch die Scheibe auf der Getriebeingangswelle verursacht wird, negativ auf das Schalten und Einlegen der Gänge auswirkt.



Kupplungsdruckplatte

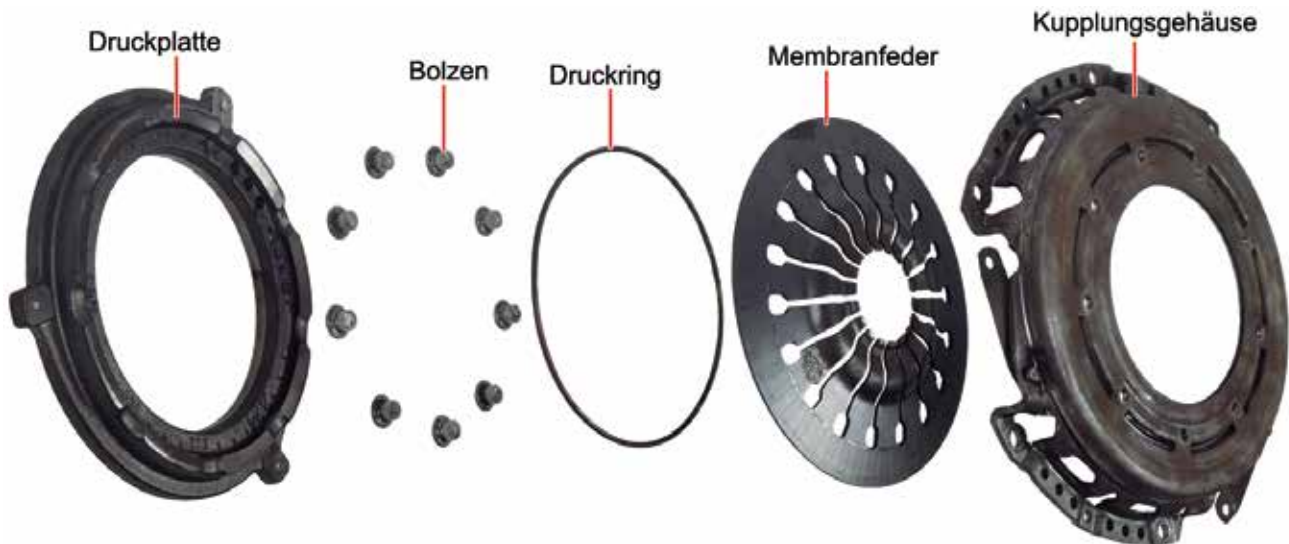
Die Druckplatte ist das Element, das den Druck auf die Reibbeläge ausübt, um das auf die Getriebeingangswelle übertragene Drehmoment zu regulieren, von 100% beim Einkuppeln bis zu 0% Kraftübertragung bei Betätigung des Kupplungspedals.

Die Kupplungsdruckplatte besteht aus den folgenden Komponenten:

- Dem **Deckel oder Gehäuse** aus gepresstem Stahlblech, mit auf der Außenseite befindlichen Bohrungen für die Befestigung mit Schrauben an das Schwungrad und die korrekte Zentrierung.
- Die ebenfalls aus gepresstem Stahlblech hergestellte konische **Membranfeder**, die an ihrem Drehpunkt durch die Bolzen und einen Druckring am Gehäuse befestigt ist. Obwohl es Kupplungen gibt, bei denen die Druckplatte durch Schlitze frei geführt wird, ist sie bei der am häufigsten verwendeten Form mit dem Gehäuse durch Stahlblatt-

federn verbunden, die an ihren Enden mit beiden Elementen vernietet sind. Das Metall der inneren Federzungen verteilt die Betätigungskraft gleichmäßig auf den Bereich nahe der Abstützung der Membranfeder im Gehäuse, weshalb die Membranfeder aufgrund ihrer Flexibilität über die Verbindungsbolzen kippt und verformt wird. Die konische Form der Membranfeder nimmt ab, wodurch der Druck auf die Druckplatte entlastet wird, die bei ihrem Rücklauf den Kontakt mit den Reibflächen unterbricht.

- Die **Druckplatte** der Kupplung besteht aus gehärtetem Stahlguss und hat die Aufgabe, den von der Membranfeder auf die Reibfläche der Kupplungsscheibe ausgeübten Druck gleichmäßig zu verteilen. Sie ist auch dafür verantwortlich, neben dem Schwungrad die Kupplungsscheibe zu kühlen, indem sie durch den Kontakt mit ihr die Wärme an die Luft abgibt.



Abhängig von der relativen Position zwischen dem Eintritts-, Dreh- und Austrittspunkt der Membranfederkraft unterscheidet man bei Druckplatten zwischen der gedrückten und gezogenen Ausführung. Bei der gedrückten Ausführung befindet sich der Drehpunkt der Membranfeder zwischen Druckeingang und Druckausgang, während bei der gezogenen Ausführung der Druck innen auf die Druckplatte erfolgt, die Membranfeder

sich über den Außendurchmesser des Gehäuses abstützt und zwischen beiden befindet sich der Druckausgangspunkt. Die konische Form der Membrane ist bei beiden Federn umgekehrt. Druckplatten in gedrückter Ausführung werden bei sehr harten Membranfederkupplungen eingesetzt, da sie bei gleichem Einbaudurchmesser einen größeren Hebelarm aufweisen.



Selbstnachstellende Kupplungsdruckplatte

Der progressive Verschleiß der Reibbeläge durch Reibung und Flexibilitätsverlust der Federsegmente bewirkt eine Veränderung der Dicke der Kupplungsscheibe und somit auch eine Änderung der jeweiligen Positionen von Druckplatte und Membranfeder. Die Positionsänderung der Membranfeder verringert ihre Kraft und verändert den Kupplungspunkt in Bezug auf den Pedalweg des Kupplungspedals, wodurch wiederum das Gefühl oder der Kraftaufwand für die Betätigung verändert wird. Dieses Verhalten macht es notwendig, den Betätigungsmechanismus im Laufe der Lebensdauer des Kupplungssystems mehrfach nachzustellen.

Zur Lösung dieses Problems wurden die selbstnachstellenden Kupplungsdruckplatten geschaffen, die den Verschleiß der Kupplungsscheibe mithilfe eines Stellrings korrigieren, der zwischen der Membranfeder und ihrem Auflagepunkt auf dem Kupplungsgehäuse angebracht wird. Die durch die Kraft der Ausgleichsfedern verursachte Winkelverschiebung des Stellrings auf den Rampen des Kupplungsgehäuses vergrößert den Spalt zwischen den beiden und gleicht so die durch den Scheibenschleiß verursachte Abnutzung aus. Der Ausgleichsmechanismus passt sich durch die Verringerung der Membranfederkraft progressiv an, insbesondere bei schnellen Biegeveränderungen der Membranfeder. Die Merkmale des selbstnachstellenden Systems machen es erforderlich, dass seine Montage mit



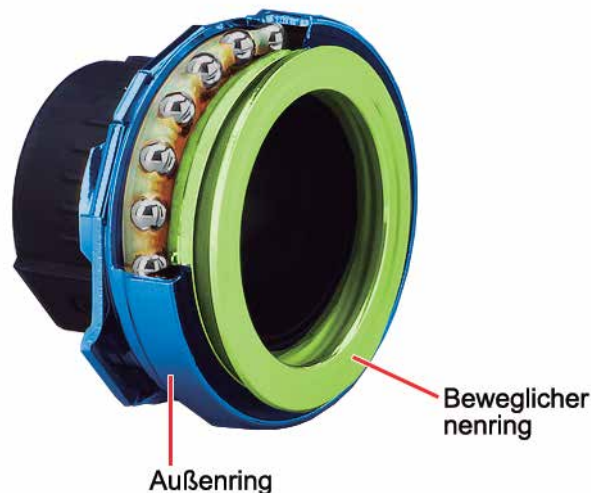
zusammengedrückter Membranfeder und verriegeltem Einstellsystem erfolgt. Beim ersten Auskuppeln werden die Ausgleichsfedern entriegelt und das selbstnachstellende System ist aktiviert.

Ausrücklager und Ausrückhebel

Ausrücklager

Das Ausrücklager hat die Aufgabe, die vom Fahrer ausgeübte Betätigungskraft auf die Membranfeder zu übertragen, um das Auskuppeln durchzuführen. Es handelt sich um ein Kugellager, das auf einem Innenring (Führungshülse) läuft. Der (stationäre) Außenring nimmt die lineare Bewegung einer Gabel auf, die achs- oder punktgelagert das Kugellager bewegt. Die Kraft und die Bewegungsrichtung werden von den Kugeln auf den Innenring des Lagers übertragen, das formschlüssig mit den Zungen der Membranfeder sich mit gleicher Drehzahl dreht.

Bei Druckplatten in gezogener Ausführung erfolgt das Auskuppeln und somit auch die Arbeitsrichtung des Ausrücklagers nicht mehr durch Druck, sondern durch Zug, obwohl das System praktisch gleich ist. Der bewegliche Innenring enthält eine kegelförmige Buchse, die in die Membranfeder eingepresst wird, sodass beim Ziehen des Außenrings durch den Ausrückhebel die Kraft auf die in die Membranfeder eingepresste Buchse übertragen wird.



Das Ausrücklager läuft auf einer Führungshülse, die sich auf der Getriebeingangswelle befindet. Die Führungshülse hält das Ausrücklager in seiner Bewegung zentriert, sodass dieses eben und zentriert auf den Zungen

der Membranfeder aufliegt und eine völlig lineare Bewegung ausführt, wobei die Kraft auf die Membranfeder gleichmäßig verteilt wird.



Ausrückhebel

Der Ausrückhebel ist das Element, das die Bewegung des Ausrücklagers auf der Führungshülse bewirkt. Er nimmt die Bewegung von außerhalb des Kupplungsgehäuses auf und überträgt diese nach innen, wobei Strecke und Kraft verändert werden. Ausrückhebel können die auf sie ausgeübte Kraft in die gleiche (direkt) oder in die entgegengesetzte Richtung

weiterleiten. Die meisten modernen Fahrzeuge verwenden direkte Ausrückhebel, da ihre Fähigkeit zur Kraftübertragung viel höher ist. Ausrückhebel, die die Kraft in entgegengesetzter Richtung weiterleiten, haben einen kleineren Hebelarm, weil die Schwenkachse in der Mitte liegt, was mehr Betätigungskraft erfordert.

Kupplungsbetätigung

Das Kupplungsbetätigungssystem sorgt für die Übertragung der vom Fahrer durch das Kupplungspedal auf das Ausrücklager ausgeübten Kraft und Bewegung. Für eine praktische Anwendung und um das Ein- und Auskuppeln progressiv und dosierbar zu machen, muss der Weg des Ausrücklagers zum Pedalweg des Kupplungspedals progressiv sein, die Kraft

hingegen nimmt in der Regel zu. Die Kupplungsbetätigung kann folgendermaßen aufgebaut sein:

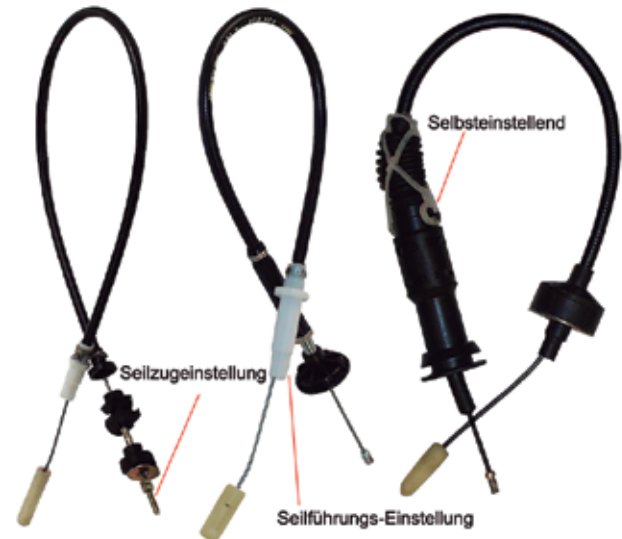
- Mechanisch
- Teilhydraulisch
- Hydraulisch

Mechanische Betätigung

Die ersten Betätigungssysteme bestanden aus einem Satz von auf Drehachsen gelagerten Hebeln und Verbindungsstangen, die das Kupplungspedal mit dem Ausrückhebel verbanden. Die Kraft- und Wegübertragung über Hebel war sehr zuverlässig und starr, erwies sich aber in Bezug auf die Flexibilität beim Einbau des Getriebes in das Fahrzeug als wenig praktisch. In der Folge waren Drahtseile mit flexibler Kabelummantelung viele Jahre lang das am häufigsten verwendete System für die Betätigung der Kupplung, da sie das Problem der Starrheit ihrer Vorgänger lösten.

Die mechanischen Systeme mit Seilzügen entwickelten sich dank der Verwendung reibungsarmer Kabelbeschichtungen, doppelt verdrehter Kabel und sogar automatischer Spannmechanismen (Verschleißnachstellung) erheblich weiter, bei denen entweder die Seilführung verlängert oder der Seilzug zum Pedal verkürzt wird.

Obwohl es sich um ein zuverlässiges System handelt, hat die Seilzugbetätigung aufgrund der unflexiblen Kabelführung (sehr große Biegeradien), des Platzbedarfs im Pedalbereich (gerade Kabelführung) und der geringen oder gegen null gehenden Kraftverstärkung gewisse konstruktive Einschränkungen.



Teilhydraulische Betätigung

Zunehmend härtere Membranfedern führten zur Konstruktion von hydraulischen Kupplungsbetätigungssystemen, viele davon mit Kraftverstärkung. Bei hydraulischen Betätigungssystemen wird der Seilzug durch einen Geberzylinder, Hydraulikleitungen und einen Nehmerzylinder ersetzt.

Das Kupplungspedal übt Kraft auf den Geberzylinder (Pumpe) aus, sodass hydraulischer Druck erzeugt wird, der die Bewegung auf den beweglichen Kolben des Nehmerzylinders überträgt. Kraft und Weg des Nehmerkolbens werden über eine Kolbenstange auf den Ausrückhebel, das mechanische Endelement, übertragen.

Hydraulische Betätigung

Das vollhydraulische Kupplungsbetätigungssystem macht den Ausrückhebel überflüssig und vereint Nehmerzylinder und Ausrücklager in einem einzigen Bauteil. Der Nehmerzylinder umschließt die Getriebeeingangswelle sodass sich der Durchmesser des Nehmerkolbens und seine Oberfläche erheblich vergrößern, was somit auch seine Kraft erhöht. Um das Ausrücklager in Kontakt mit der Kupplungsdruckplatte zu halten und den Totweg (ohne Kraft) des Nehmerzylinders zu vermeiden, ist Letztgenannter in der Regel mit einer Vorlastfeder ausgestattet.

Das System teilt sich in der Regel aufgrund seiner nahen Lage zum Bremssystem dessen Flüssigkeitsbehälter, obwohl es auch Systeme mit getrennten Behältern und unterschiedlichen Flüssigkeitsspezifikationen gibt. Das Vorhandensein der Vorlastfeder und die übliche Kombination mit selbstnachstellenden Druckplatten macht eine Nachjustierung aufgrund von Systemverschleiß überflüssig. Die besonderen Eigenschaften des hydraulischen Betätigungssystems sorgen automatisch für den Ausgleich.



KUPPLUNGSDIAGNOSE

Die Diagnose und Funktionskontrolle des Kupplungssystems muss seine drei Hauptfunktionen und die zur Betätigung erforderliche Kraft berücksichtigen.

Gesamtübertragung des Motordrehmoments

Im Ruhezustand muss das Kupplungssystem in der Lage sein, das maximale Motordrehmoment in jeder Getriebeabstufung und bei jedem Fahrbetrieb des Fahrzeugs zu übertragen. Um dies zu überprüfen, muss der Motor in hohen Gängen und bergauf vom maximalen Drehmoment auf die maximale Leistung beschleunigt werden. Sobald die der Fahrtrichtung entgegengesetzten Kräfte größer sind als die vom Motor erzeugte Kraft, erfolgt keine Beschleunigung mehr, obwohl der Motor seine maximale Leistung erbringt.

Wenn der Motor zu irgendeinem Zeitpunkt beschleunigt, ohne dass es zur damit mechanisch bedingten Geschwindigkeitserhöhung kommt und ohne dass die Räder die Traktion auf der Straße verlieren, dann bedeutet dies, dass die Kupplung rutscht. Dieses Phänomen kann auf übermäßigen Verschleiß der Kupplungsscheibe und verminderte Federkraft der Druckplatte durch deren normale Abnutzung bzw. durch Fehlfunktionen oder falsche Einstellung des Betätigungssystems zurückzuführen sein.

Bei mechanischen Betätigungssystemen müssen der Pedalweg und der Kupplungspunkt überprüft und ggf. nachjustiert werden. Bei hydraulischen

Betätigungssystemen ist der schnelle Druckabfall im Kreislauf durch Loslassen des Kupplungspedals zu überprüfen. Dazu ist das Pedal innerhalb kurzer Zeit wiederholt zu betätigen und nach dem Loslassen des Pedals der Entlüfter zu öffnen, um sicherzustellen, dass kein Druck ausgeübt wird.

Eine übermäßige Ansammlung von Restdruck im hydraulischen Betätigungssystem macht sich besonders nach dem schnellen Loslassen des Kupplungspedals beim Schalten bemerkbar und begrenzt den Schlupf auf wenige Sekunden, wobei das Phänomen erst wieder bei einer erneuten Pedalbetätigung auftritt. Dies kann auf Restdruckhalteventile/Pulsationsdämpfer in schlechtem Zustand oder auf geschlossene oder teilweise verstopfte flexible Hydraulikleitungen zurückzuführen sein.

Wenn man das Betätigungssystem als Fehlerursache ausschließen kann, muss die komplette Kupplungsbaugruppe ausgetauscht werden, wobei darauf zu achten ist, dass sich keine vom Motor oder Getriebe stammenden Flüssigkeiten oder Öle auf den Reibungsflächen befinden; in diesem Fall müssen diese gereinigt/ausgetauscht werden.

Übertragung des Motordrehmoments null oder sehr gering

Bei vollständig gedrücktem Kupplungspedal oder bei mehr als 70% des Pedalwegs muss die Kraftübertragung auf das Getriebe null sein, sodass alle Gänge problemlos eingelegt werden können.

Um den drehmomentfreien Übertragungspunkt zu bestimmen, ist das Fahrzeug im 1. Gang mit teilweise angezogener Handbremse anzufahren und die Kupplung langsam zu betätigen, bis man die Bremswirkung spürt. Falls erforderlich muss der Betätigungsmechanismus neu eingestellt werden.

Ebenso ist bei mechanischen oder teilhydraulischen Betätigungssystemen die geradlinige und lineare Bewegung des äußeren Endes des Aus-

rückhebels und seine Bewegung entsprechend dem Pedalweg zu überprüfen. Bei teilhydraulischen und vollhydraulischen Betätigungssystemen ist schließlich das Hydrauliksystem zu entlüften und die ordnungsgemäße Funktion der Pumpe (Geberzylinder) und des Nehmerzylinders sowie die Druckerzeugung zu überprüfen.

Wenn die oben genannten Kontrollen durchgeführt wurden, kann die Nichtunterbrechung der Kraftübertragung nur durch die Druckplatte, die Kupplungsscheibe bzw. das Ausrücklager verursacht werden, die in diesem Fall ausgebaut, überprüft und ersetzt werden müssen.

Progressivität und Dosierung

Die Kupplungsbetätigung sollte progressiv und proportional zum Pedalweg erfolgen, um ein möglichst komfortables und regulierbares Anfahren des Fahrzeugs zu ermöglichen. Um dies zu überprüfen, empfiehlt es sich, bei angezogener Handbremse oder gedrückter Fußbremse in einen hohen Gang sehr langsam einzukuppeln. Hierbei muss der progressive Bremsvorgang mit kontinuierlichem Widerstand ohne wahrnehmbare physische oder akustische Stöße oder Vibrationen wahrgenommen werden.

Wenn sich das Fahrzeug auf einer steilen Steigung befindet, muss auch das Anfahren kontinuierlich, progressiv und ohne Beeinträchtigung erfolgen. Ein ungleichmäßiger oder stoßartiger Kupplungsvorgang kann auf eine Verformung der Kupplungsscheibe, der Druckplatte oder eine außermittige Abstützung des Ausrücklagers auf der Membranfeder zurückzuführen sein, die in diesem Fall ausgebaut und visuell überprüft

werden müssen.

Das Ausrücklager muss zentriert auf die Zungen der Membranfeder drücken, wobei sein Durchmesser gleich oder kleiner dem der Aussparung der Membranfeder sein muss. Markierungen mit größerem Durchmesser sind Indikatoren für einen unzulässigen Versatz des Ausrücklagers aufgrund von Verformung/Verschleiß der Führungshülse, Lagerspiel oder fehlerhafter Kraftübertragung/Bewegung durch den Ausrückhebel.

Als Bestandteil des Systems müssen die Unversehrtheit und der korrekte Zustand der verschiedenen Stütz- bzw. Drehpunkte von Ausrückhebel, Führungshülse und Ausrücklager nach deren Ausbau überprüft werden. Manchmal ist das Schwungrad mit einem Lager zur Zentrierung der Getriebeeingangswelle ausgestattet. Sein korrekter Zustand und seine reibungslose Funktion sind visuell zu überprüfen.

Betätigungskraft

Die zum Auskuppeln erforderliche Kraft muss ebenfalls überprüft werden. Durch Alterung oder häufige Überhitzung (Stahl) kann die Härte der Membranfeder zunehmen, was zwar keine Fehlfunktion oder Schlupf der Kupplung zur Folge hat, aber eine höhere Ausrückkraft erfordert und den Betätigungsmechanismus überlastet.

Infolgedessen wird der Verschleiß der Stützpunkte beschleunigt, was zu Spiel und Fehleinstellungen führt, die schließlich Betriebsprobleme und Ausfälle verursachen. Im Extremfall kann die Erhärtung der Membranfeder sogar zur Verformung und/oder zum Bruch des Ausrückhebels und zu wiederkehrenden Störungen an der Hydraulikanlage oder am Seilzug führen.

REPARATUR UND AUSTAUSCH

Die Reparatur des Kupplungssystems beschränkt sich gegenwärtig auf den Austausch von Komponenten des Betätigungssystems oder der kompletten Kupplungsbaugruppe aufgrund von Verschleiß oder Ausfall.

Ein Austausch der Reibbeläge der Kupplungsscheibe ist zwar möglich, lohnt sich aber heutzutage nicht mehr, da ihr Verschleiß begrenzt ist und dem anderer Kupplungskomponenten unter normalen Betriebsbedingungen entspricht. Die Oberfläche der Druckplatte, die Membranfeder und ihre Bolzen bzw. Stützpunkte, das Ausrücklager und sogar das Schwun-

rad selbst sind ebenso wie die Kupplungsscheibe einem Verschleiß unterworfen, sodass im Falle einer Reparatur für ein zufriedenstellendes Resultat empfohlen wird, die Kupplung komplett auszutauschen.

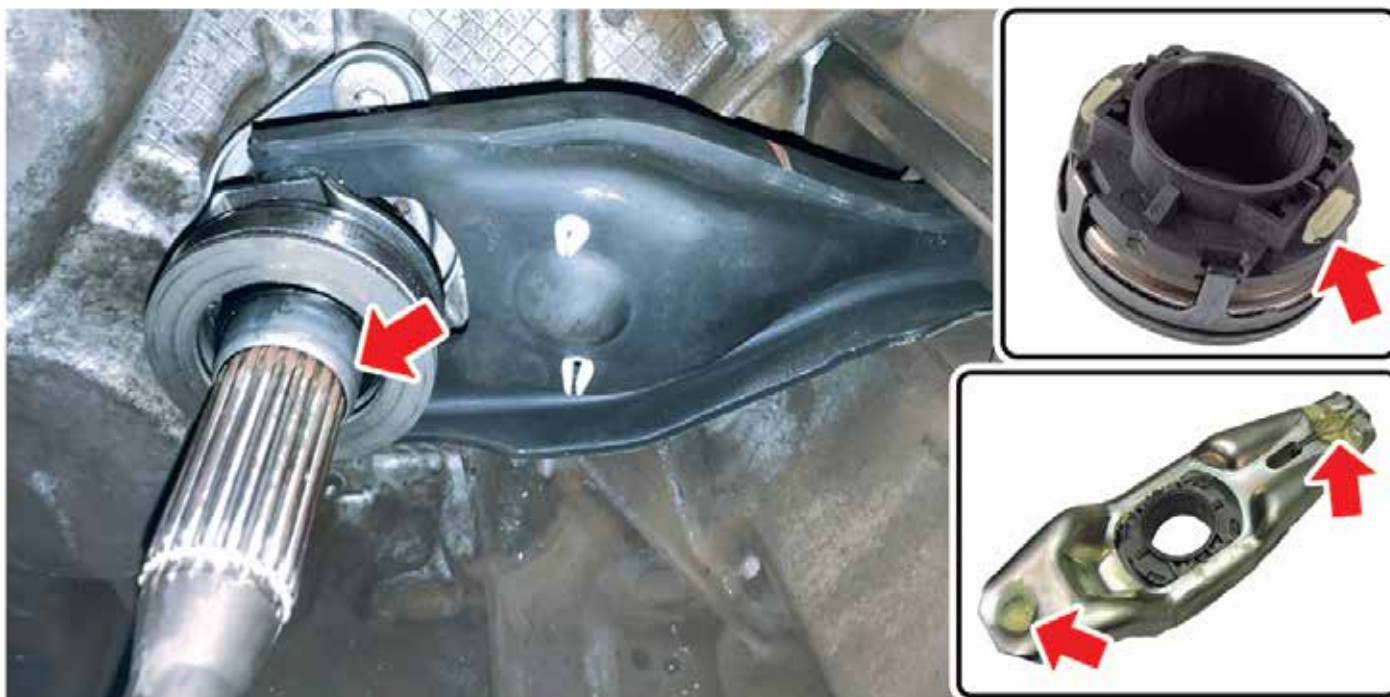
Zudem ist das Angebot an einzelnen Bauteilen heutzutage sehr begrenzt oder gar nicht vorhanden, weshalb die Ersatzteilhersteller Kupplungsscheibe, Druckplatte und Ausrücklager als Bausätze vermarkten und in einigen Fällen das Schwungrad, den Ausrückhebel oder den Nehmerzylinder mit einschließen.



Dennoch ist beim Austausch der kompletten Kupplungsbaugruppe während des Ausbaus auf den Zustand und die Verschleiß- und Arbeitsspuren der einzelnen Komponenten zu achten. Verschleißteile sind in vielen Fällen Indikatoren für die Ursachen von Störungen, weshalb sie diesbezüglich untersucht werden sollten.

Der Zustand und die Verfärbung der Reibflächen sind ein deutlicher Hinweis für Überhitzung/Schlupf der Kupplung, dessen Ursache ermittelt werden muss. Das Vorhandensein von Öl, sei es vom Motor oder aus dem Getriebe, oder Kühlmittel, muss ebenfalls untersucht werden. Ebenso ist auf den Verschleiß der Stütz- oder Drehpunkte und den Zustand der Führungshülse zu achten. Falls erforderlich ist sie zu ersetzen oder zu reparieren.

Auch der Verschleiß des Keilwellenprofils der Getriebeeingangswelle und deren Übereinstimmung mit der einzubauenden Kupplungsscheibe sind zu überprüfen. Die neue Kupplungsscheibe muss ohne Schwierigkeiten und ohne seitliches Spiel über das Keilwellenprofil gleiten. Übermäßiger Verschleiß und damit die lose Bewegung der Scheibe kann beim Auskuppeln Vibrationen und Geräusche verursachen.



Die Kontaktpunkte von Ausrückhebel-Lagerung, Ausrückhebel und Ausrücklager, Ausrücklager und Führungshülse sowie das Keilwellenprofil müssen gereinigt und geschmiert werden. Das normalerweise mit dem Kupplungssatz gelieferte Spezialfett ist stark haftend und feuchtigkeitsabweisend. Es genügt, die Hälfte des Fetts auf das Keilwellenprofil und die Nabe der Kupplungsscheibe zu verteilen, die Scheibe drei- oder viermal auf der Welle hin und her zu bewegen und das überschüssige Fett zu entfernen. Das restliche Fett dann auf die verschiedenen Kontaktpunkte verteilen.

In der Regel sind die beiden Seiten der Kupplungsscheibe asymmetrisch, sodass es beim Einbau zu keiner Verwechslung kommen kann. Die Einbauposition wird üblicherweise auf der Scheibe selbst bei ihrer Herstellung in verschiedenen Sprachen je nach Hersteller oder Herstellungsland angegeben; die nachfolgende Tabelle gibt die gebräuchlichsten Bezeichnungen an.

Beim Einbau muss die Kupplungsscheibe vor dem Festziehen der Druckplatte perfekt auf dem Schwungrad zentriert werden. Dazu ist eine Zentrierhülse erforderlich, die in vielen Fällen jedoch mit dem Kupplungssatz geliefert wird, oder die Verwendung einer universellen Zentriervorrichtung. Das Festziehen der Druckplatte am Schwungrad muss schrittweise, ringsherum oder über Kreuz, und in mehreren aufeinanderfolgenden Schrit-

Getriebeseite	Schwungradseite
Gearbox side	Flywheel Side
GB side	Fw Side
Trans side	Engine Side
PP	Motor Side
T/M Side	Cote Volant
Lato cambio	F/W

ten erfolgen, um eine Beschädigung oder Verformung der Scheibe oder Druckplatte zu vermeiden, wobei die vom Hersteller empfohlenen Anzugsdrehmomente eingehalten werden müssen.



Besonders hervorzuheben ist der Einbau von selbstnachstellenden Druckplatten. Aufgrund ihrer Arbeitsweise müssen sie mit Verschleißkompensation null / verriegeltem Einstellsystem und druckfreier Scheibe eingebaut werden. Bei Nichtbeachtung kann der Ausgleichsmechanismus beschädigt werden oder die Ersteinstellung falsch erfolgen, was wieder-

um zu einer Fehlfunktion der Kupplung führt. Viele Hersteller liefern zu diesem Zweck in der Arbeitsposition verriegelte Druckplatten, deren Verriegelungselement nach dem Einbau am Schwungrad einfach entfernt werden muss.



Bei einem Ausbau ohne Ersatz oder beim Einbau einer neuen nicht verriegelten Druckplatte ist ein zum Zusammendrücken der Membranfeder

spezifisches Werkzeuge zu verwenden, um den Ausgleichsmechanismus zurückzudrücken und zu verriegeln.

TECHNISCHE HINWEISE

In diesem Abschnitt werden die häufigsten Störungen im Zusammenhang mit dem Antriebsstrang, insbesondere dem Schwungrad und der Kupplung, aufgeführt. Abhängig von den Herstellern und ihren verschiedenen Modellen kann die Anzahl der Ausfälle im Laufe der Jahre unterschiedlich ausfallen.

Diese Störungen sind eine Auswahl aus der Online-Plattform: www.einavts.com. Diese Plattform verfügt über mehrere Abschnitte, in denen die Marke, das Modell, die Klasse, das betroffene System und Subsystem aufgeführt sind, und diese Angaben können unabhängig voneinander nach dem gewünschten Suchkriterium ausgewählt werden.

VW

VW POLO (6R_) 1.4 TDI (CUSA)

Symptome	<p>Der Motor startet manchmal nicht. Klapper- oder Klopfgeräusche beim Anlassen. Klapper- oder Klopfgeräusche im Leerlauf. Der Motor geht aus, wenn die Kupplung bei niedriger Geschwindigkeit getreten wird. Das Fahrzeug weist eines oder mehrere der oben genannten Symptome auf.</p> <p>ANMERKUNG: Dieser Newsletter betrifft nur die Fahrzeuge, deren Fahrgestellnummer innerhalb eines bestimmten Bereiches liegt.</p>
Ursache	Defekt des Zweimassenschwungrads. Durch die ständigen Stopps und Starts des Motors infolge der Start-Stopp-Automatik werden durch das Zweimassenschwungrad starke Resonanzschwingungen erzeugt, wodurch sich der freie Spielwinkel des Schwungrades vergrößert.
Lösung	<p>Reparaturanleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestätigen Sie, dass eines oder mehrere der im Symptomfeld dieses Newsletters aufgeführten Symptome vorhanden sind. • Ersetzen Sie das Zweimassenschwungrad durch ein Einmassenschwungrad. • Das Motorsteuergerät mit aktueller Software neu programmieren.

FORD

TRANSIT Kleintransporter (FA_ _) 2.4 TDi (D4FA), (FA_ _) 2.4 TDE (DOFA), (FA_ _) 2.4 TDE (FXFA); TRANSIT Bus (FD_ _, FB_ _, FS_ _, FZ_ _, FC_ 2.4 TDCi (H9FA), (FD_ _, FB_ _, FS_ _, FZ_ _, FC_ 2.4 TDi (D2FE)

Symptome	<p>Geruch nach abgenutzter Kupplungsscheibe im Fahrzeuginnenraum. Korrekte Funktion der Kupplung. Die Kupplung rutscht möglicherweise.</p>
Ursache	Schmutzansammlung im Getriebe aufgrund von Verschleiß des Kupplungsmechanismus, vorausgesetzt, die ordnungsgemäße Funktion der Kupplung wird bestätigt.
Lösung	<p>Reparaturanleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfen Sie, dass die Kupplung nicht rutscht, indem Sie das Fahrzeug zusätzlich, z. B. mit einem Anhänger, belasten und einen Test durchführen. • Führen Sie eine gründliche Reinigung der Innenseite des Rahmens und des getriebeseitigen Kupplungsbereichs durch, wenn der Test bestätigt, dass die Kupplung nicht rutscht. • Wenn die Kupplung im Test rutscht: • Ersetzen Sie das Ausrücklager durch eine modifizierte Version. • Ersetzen Sie das Zweimassenschwungrad durch eine modifizierte Version. • Ersetzen Sie den Kupplungsscheibensatz und die Druckplatte durch eine modifizierte Version.

MERCEDES-BENZ

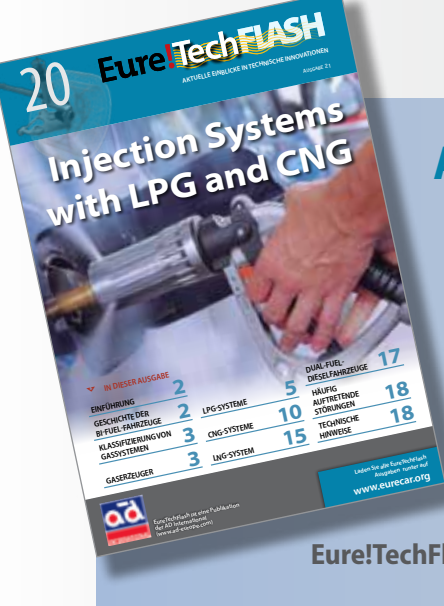
A-KLASSE (W168) A 140 (168.031; 168.131) (M 166.960), (W168) A 160 (168.033; 168.133) (M 166.960), (W168) A 160 CDI (168.006) (OM 668.940)	
Symptome	Fehlfunktion der Kupplung. Die Kupplungsscheibe trennt nicht bzw. die Gänge lassen sich schlecht schalten. ANMERKUNG: Dieser Newsletter betrifft nur Fahrzeuge innerhalb eines bestimmten VIN-Bereichs, die mit einem automatischen Kupplungssystem ausgestattet sind.
Ursache	Defekte Kupplungsscheibe. Die Scheibe bleibt aufgrund der Verdampfung des im Scheibenmaterial enthaltenen Harzes kleben.
Lösung	Die Kupplung durch einen neue modifizierte Version ersetzen.

SEAT

ALTEA (5P1), CORDOBA (6L2), LEON (1P1), TOLEDO III (5P2)	
Symptome	Quietschgeräusche im Bereich des Getriebes beim Betätigen des Kupplungspedals. ANMERKUNG: Dieser Newsletter gilt nur für Fahrzeuge innerhalb eines bestimmten VIN-Bereichs, die mit einem der folgenden Getriebe der Modelle MQ200 (0AF, 02T) und MQ250 (0A4, 02S, 02R) ausgestattet sind.
Ursache	Es existiert ein Korrosionsschaden oder ein vorzeitiger Verschleiß am Ausrückhebel-Drehzapfen und am Ausrückhebel selbst.
Lösung	Reparaturanleitung: <ul style="list-style-type: none"> • Den Ausrückhebel-Drehzapfen durch eine modifizierte Version ersetzen. • Den neuen Drehzapfen einfetten. • Den Ausrückhebel durch einen neuen ersetzen. • Die Komponenten des Kupplungssystems und die Kupplungspumpe schmieren.

PEUGEOT

PEUGEOT 1007 (KM_)	
Symptome	Die Kupplung rutscht während des Beschleunigens bei jedem eingelegten Gang. ANMERKUNG: Dieser Newsletter betrifft nur Fahrzeuge, die mit einem Schaltgetriebe ausgestattet sind.
Ursache	Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Defekt des Kupplungsbetätigungssystem. • Kupplungsdefekt.
Lösung	Reparaturanleitung: <ul style="list-style-type: none"> • Den Zustand des Kupplungsbetätigungssystem überprüfen. • Die betroffenen Elemente des Kupplungsbetätigungssystem ersetzen. • Überprüfen Sie, ob die Kupplung schleift, indem Sie die Handbremse anziehen und versuchen mit hoher Drehzahl anzufahren; dabei muss der Motor ausgehen. • Überprüfen Sie den Zustand der Kupplung, falls der Motor beim vorherigen Test nicht ausging. • Ersetzen Sie die Kupplung durch eine neue. ANMERKUNG: Im Falle von Kupplungsschlupf das Schwungrad nicht austauschen; bei Anzeichen von Überhitzung wenden Sie sich an Ihren technischen Berater.



Automobiltechnik im Blickpunkt

Der Eure!TechFlash-Newsletter ergänzt das Lehrgangsprogramm Eure!Car von ADI und verfolgt ein klares Ziel:

Aktuelle Einblicke in technische Innovationen in der Automobilindustrie vermitteln.

Ziel von Eure!TechFlash ist es, neue Technologien mit technischer Hilfe seitens des AD Technical Centre in Spanien und der Unterstützung der führenden Teilehersteller zu entmystifizieren und sie transparent zu machen, um Kfz-Werkstätten zu motivieren, mit der Technik Schritt zu halten und kontinuierlich in technische Aus- und Weiterbildung zu investieren.

Eure!TechFlash wird 3 bis 4 Mal im Jahr erscheinen.

Eure!Car[®]
CERTIFIED MASTERCLASSES

für den Fortbestand von Kfz-Werkstätten.

Eure!Car ist eine Initiative des Unternehmens Autodistribution International mit Hauptsitz in Kortenberg, Belgien

Die technische Kompetenz eines Mechanikers ist unabdingbar und in Zukunft wahrscheinlich von entscheidender Bedeutung

(www.autodistribution.international). Das Eure!Car-Programm umfasst ein umfangreiches Angebot erstklassiger technischer Lehrgänge für Kfz-Werkstätten, die von den nationalen AD-Unternehmen und ihren jeweiligen Teilehändlern in 39 Ländern gehalten werden.

Auf www.eurecar.org finden Sie weiterführende Informationen und können Sie sich unsere Lehrgänge anschauen.

Industrieunternehmen die Eure!Car unterstützen



Diagnosics



Einschränkende Bemerkung : Die Angaben in diesem Führer erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit und sind rein informativ. Der Autor übernimmt keine Haftung für diese Informationen.