

				
	✓	✓	✓	

LuK Kupplungs-Kurs

Einführung in die Kupplungstechnik für Nutzfahrzeuge

					
	✓	✓			
		✓	✓	✓	
					✓
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	✓	

LuK-Aftermarket Service oHG
 Paul-Ehrlich-Straße 21
 D-63225 Langen
 Telefon: +49 (0) 6103-753-0
 Telefax: +49 (0) 6103-753-295

 info@LuK-AS.de
 www.LuK-AS.com

1489/1.5/03.2004/00



1886

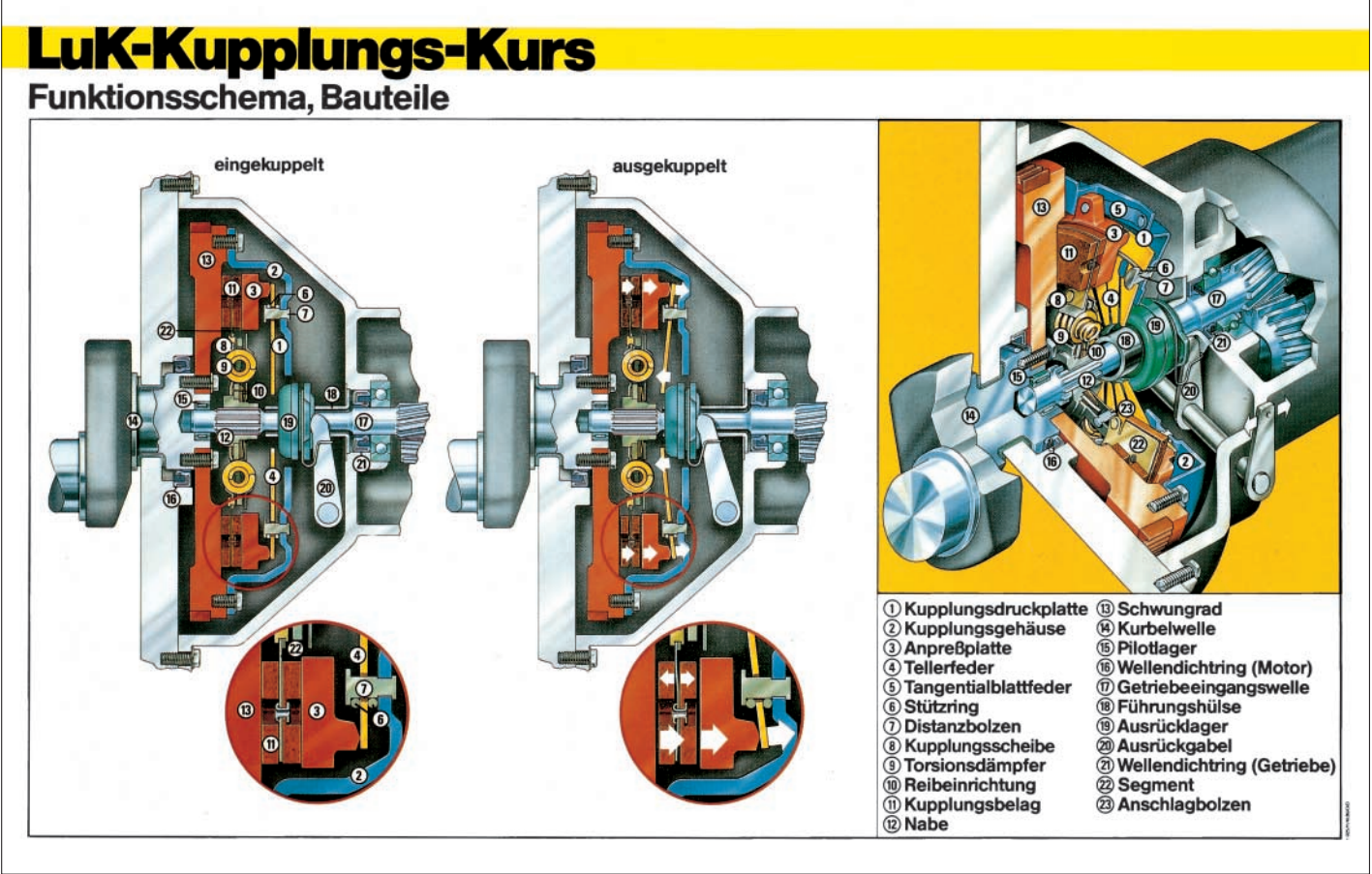
1992

2004

NFZ



Wissen ist Macht...	
...eine alte Weisheit, die in Zeiten sich wandelnder Technologien und steigender Ansprüche an Komfort und Technik einen neuen Sinn erhält. Es geht nicht mehr um die Macht über andere zu herrschen, sondern darum, Technologien und die aus ihnen resultierenden Probleme zu beherrschen. Voraussetzungen dafür sind eine geeignete Ausbildung und laufende Information über die Veränderungen und die gesammelten Erfahrungen. Als Hersteller von Kupplungen für fast alle Fahrzeughersteller der Welt weiss LuK, daß unser Produkt seine Qualitäten nur dann voll ausspielen kann, wenn es richtig eingebaut und qualifiziert gewartet wird.	
Diese Broschüre soll allen Interessierten einen Überblick über Grundlagen und Bauarten der modernen Kupplungstechnik vermitteln. Ein wichtiges Ziel ist es, deutlich zu machen, daß Kupplungen Präzisionsteile geworden sind, die sorgfältig behandelt und exakt nach den Montagevorschriften ein- und ausgebaut werden müssen.	
Ergänzende Schulungsunterlagen, wie z.B. die N.i.O.-Broschüre, Lehrtafeln etc. stehen auf Anfrage ebenfalls zum Erwerb zur Verfügung.	
LuK-Aftermarket Service oHG	
Tafel 1: Funktionsschema, Bauteile	3
Tafel 2: Einscheiben-Trockenkupplung – Bauarten	6
Tafel 3: Zweischeiben-Trockenkupplung	8
Tafel 4: Kupplungsscheibe für schwere NKW	10
Tafel 5: SAC-Kupplungsdruckplatte – Bauarten und Kennlinien	12
Tafel 6: Zweimassenschwungrad (ZMS) – Aufbau und Funktion	14
Tafel 7: Damped Flywheel Clutch (DFC) – Kompakt-ZMS	16
Tafel 8: Hydraulische Kupplungsausrückssysteme	18



Verbrennungsmotoren geben nur in einem bestimmten Drehzahlbereich nutzbare Leistung ab. Um diesen Drehzahlbereich für verschiedene Fahrzustände nutzen zu können, benötigen Nutzfahrzeuge ein Schaltgetriebe. Es wird heute in der Regel durch „Einscheiben-Trockenkupplungen“ mit dem Motor verbunden. Nur in Ausnahmefällen werden in Schwerst-Lastkraftwagen, z.B. Baustellenfahrzeuge auch trockenlaufende Zweischeibenkupplungen eingesetzt. Im Gegensatz zu „trocken“, also im Medium Luft arbeitende Kupplungen, arbeiten naßlaufende Kupplungen im Ölbad oder Ölnebel. Sie werden hauptsächlich verwendet als Lamellenkupplungen in automatischen Getrieben, in Baumaschinen und Sonderfahrzeugen.

- Tellerfederkupplungen, wie in Tafel 1 dargestellt, werden in Nutzfahrzeugen zunehmend an Stelle von Schraubenfederkupplungen eingesetzt. Ihre Vorteile gegenüber Schraubenfederkupplungen sind:
- Reduzierung der Bauteile
- geringere Bauhöhe
- Drehzahlfestigkeit
- geringere Ausrückkräfte
- höhere Lebensdauer
- geringere Unwucht durch rotations-symetische Bauteile

Wir unterscheiden bei Tellerfederkupplungen zwischen der gedrückten Version (Push-Type) und einer gezogenen Version (Pull-Type). Die rechte Grafik, die eine Kupplung gedrückter Version in typischer Einbausituation zeigt, verdeutlicht die prinzipielle Funktion als Binde- bzw. Trennglied zwischen Motor und Getriebe. Die Funktionsweise einer gezogenen Kupplung ist analog der gedrückten Kupplung und unterscheidet sich lediglich in der Befestigung und Betätigungsrichtung des Ausrücklagers und der Tellerfeder.

Neben der Hauptfunktion des Verbindens bzw. Trennens der Kurbelwelle (14) und der Getriebeeingangswelle (17), hat eine moderne Kupplung eine Reihe weiterer wichtiger Aufgaben.

- Sie soll:
- Ein weiches und ruckfreies Anfahren ermöglichen
 - Ein schnelles Schalten des Getriebes gewährleisten
 - Die Drehschwingungen des Motors vom Getriebe fernhalten und so Rasselgeräusche und Verschleiß vermindern
 - Als Überlastschutz für den gesamten Antriebsstrang (z.B. bei Schaltfehlern) dienen
 - Verschleißarm und leicht austauschbar sein.

Die Hauptbauteile eines vollständigen Kupplungsaggregates sind:

Die Kupplungsdruckplatte (1) mit den Einzelteilen Kupplungsgehäuse (2) (auch Kupplungsdeckel genannt), Anpreßplatte (3) als kuppungsseitiger Reibpartner der Kupplungsscheibe, Tellerfeder (4) zur Erzeugung der Anpreßkraft, Tangentialblattfeder (5) als federndes, den Abhub sicherndes Verbindungselement zwischen Gehäuse und Anpreßplatte, Stützring (6) und Distanzbolzen (7) (bei gezogener Kupplung nicht vorhanden), die Fixierung und Lagerung der Tellerfeder übernehmen.

Die Kupplungsscheibe (8) mit den Einzelteilen Nabe (12), Torsionsdämpfer (9) mit Reibeinrichtung (10) und Anschlagbolzen (23), Segmente (22) zur Belagfederung und den damit verbundenen Reibbelägen (11).

Das Schwungrad (13) mit Pilotlager (15) (auch Kupplungsführungslager genannt).

Die Ausrückvorrichtung mit Führungshülse (18), Ausrücklager (19) und Ausrückgabel (20).

Die Arbeitsweise der
Einscheiben-Trockenkupplung

Die Funktion einer Einscheiben-Trockenkupplung mit Tellerfeder zeigen die beiden linken Grafiken. Im eingekuppelten Zustand (links) geht der von der Kurbelwelle (14) kommende Kraftfluß auf das Schwungrad (13) und die Kupplungsdruckplatte (1). Die Kupplungsscheibe (8) leitet den Kraftfluß formschlüssig über die Nabe (12) auf die Getriebeeingangswelle (17) weiter. Die Tellerfeder preßt die axial bewegliche Anpreßplatte gegen die Kupplungsscheibe (8) und das Schwungrad (13). Die Verbindung Motor–Getriebe ist damit hergestellt.

Soll der Kraftfluß bei einer gedrückten Kupplung unterbrochen werden, wird durch das Treten des Kupplungspedals über den Ausrückmechanismus (Gestänge, Kupplungszug oder Hydraulik) die Ausrückgabel und das mit ihr verbundene Ausrücklager in Richtung Kupplung auf die Tellerfederspitzen gedrückt. Bei einer gezogenen Kupplung werden über den Ausrückmechanismus durch das Ausrücklager die Tellerfederspitzen in Richtung Getriebe gezogen (Das Ausrücklager ist mit der Tellerfeder axial fest verbunden). Die Tellerfederspitzen haben die Funktion eines Hebels. Bei weiterem Durchdrücken (gedrückte Kupplung) oder Ziehen (gezogene Kupplung) erfolgt über die Tellerfederlagerung eine Richtungsumkehr, die Anpressplatte (3) wird entlastet und über die Tangential-Blattfedern (5) von der Kupplungsscheibe (8) abgehoben. Die Kupplungsscheibe kann sich frei drehen – Motor und Getriebe sind getrennt. Die Belagfederung (22) ist im Kreisausschnitt zur Darstellung der Kupplung in ausgekuppeltem Zustand (Tafelmitte) deutlich zu erkennen (vereinfachte Darstellung). Sie sorgt durch gleichmäßigen Druckaufbau für ein weiches Eingreifen der Kupplung.

Funktionell zwar nicht notwendig, für den praktischen Einsatz aber von großer Bedeutung, ist der Torsionsdämpfer (9) in der Kupplungsscheibe. Er glättet durch eine motorspezifisch abgestimmte Kombination von Feder- und Reibelementen die ungleichförmigen Dreh-schwingungen der Kurbelwelle und vermindert so Rasselgeräusche , Dröhnen und vorzeitigen Verschleiß im Getriebe (auf den Torsionsdämpfer wird ausführlich in der Tafel 4 auf Seite 10 eingegangen).

Das Pilotlager (15) dient der einwandfreien Führung bzw. Lagerung der Getriebeeingangswelle (17).

Die Führungshülse (18) führt das Ausrücklager (19) mittig auf die Kupplung.

Die Wellendichtung an Motor (16) und Getriebe (21) sollen das Kupplungsgehäuse ölfrei halten. Schon geringste Mengen Fett oder Öl auf den Kupplungsbelägen verschlechtert den Reibwert beträchtlich und führt zum Rutschen der Kupplung, Überhitzung und verbrennen der Reibbeläge.

Das übertragbare Drehmoment einer Einscheibenkupplung errechnet sich:

$$M_d = r_m \times n \times \mu \times F_a$$

Dabei bedeuten:

- r_m = mittlerer Reibradius [in m]
- n = Anzahl Reibflächen
- μ = Reibwert der Beläge
- F_a = Anpresskraft [N]
- M_d = übertragbares Moment [Nm]

Ein Beispiel:

Innendurchmesser des Belages d_i 240 mm
Außendurchmesser des Belages d_a 430 mm
 $n=2$ bei Einscheibenkupplung
Anpreßkraft F_a : 20.000 N

$$d_m = \frac{d_i + d_a}{2} = \frac{240\text{mm} + 430\text{mm}}{2}$$

$$= 335\text{mm mittl. Reibdurchmesser}$$

$$r_m = \frac{d_m}{2} = \frac{335\text{mm}}{2} = 167,5\text{mm}$$

$$= 167,5 \times 10^{-3}\text{m mittl. Reibradius}$$

Reibwert
0,27-0,32 (bei organischen Belägen)
0,40-0,46 (bei anorganischen Belägen)

$M_d = (167,5 \times 10^{-3}\text{m}) \times 2 \times 0,27 \times 20.000\text{N}$
 $M_d: \approx 1800\text{ Nm}$

Das übertragbare Moment einer Kupplung muß immer höher als das maximale Motordrehmoment sein (Übertragungssicherheit).

Die Arbeitsweise der
Zweischeiben-Trockenkupplung

Die Funktion der Zweischeiben-Trockenkupplung ist analog einer Einscheiben-Trockenkupplung mit dem Unterschied, daß die Anzahl der Reibflächen doppelt so groß ist und 2 Kupplungsscheiben zum Einsatz kommen. Vorteil der Zweischeiben-Trockenkupplung ist ein doppelt so hohes übertragbares Motordrehmoment gegenüber einer Einscheiben-Trockenkupplung, bzw. geringer Anpreß- und Ausrückkraft bei gleichem Drehmoment.

Das übertragbare Drehmoment einer Zweischeiben-Trockenkupplung errechnet sich:

$$M_d = r_m \times n \times \mu \times F_a$$

Ein Beispiel:

Innendurchmesser des Belages d_i 240 mm
Außendurchmesser des Belages d_a 430 mm
 $n=4$ bei Zweischeibenkupplung
Anpreßkraft F_a : 20.000 N

$$d_m = \frac{d_i + d_a}{2} = \frac{240\text{mm} + 430\text{mm}}{2}$$

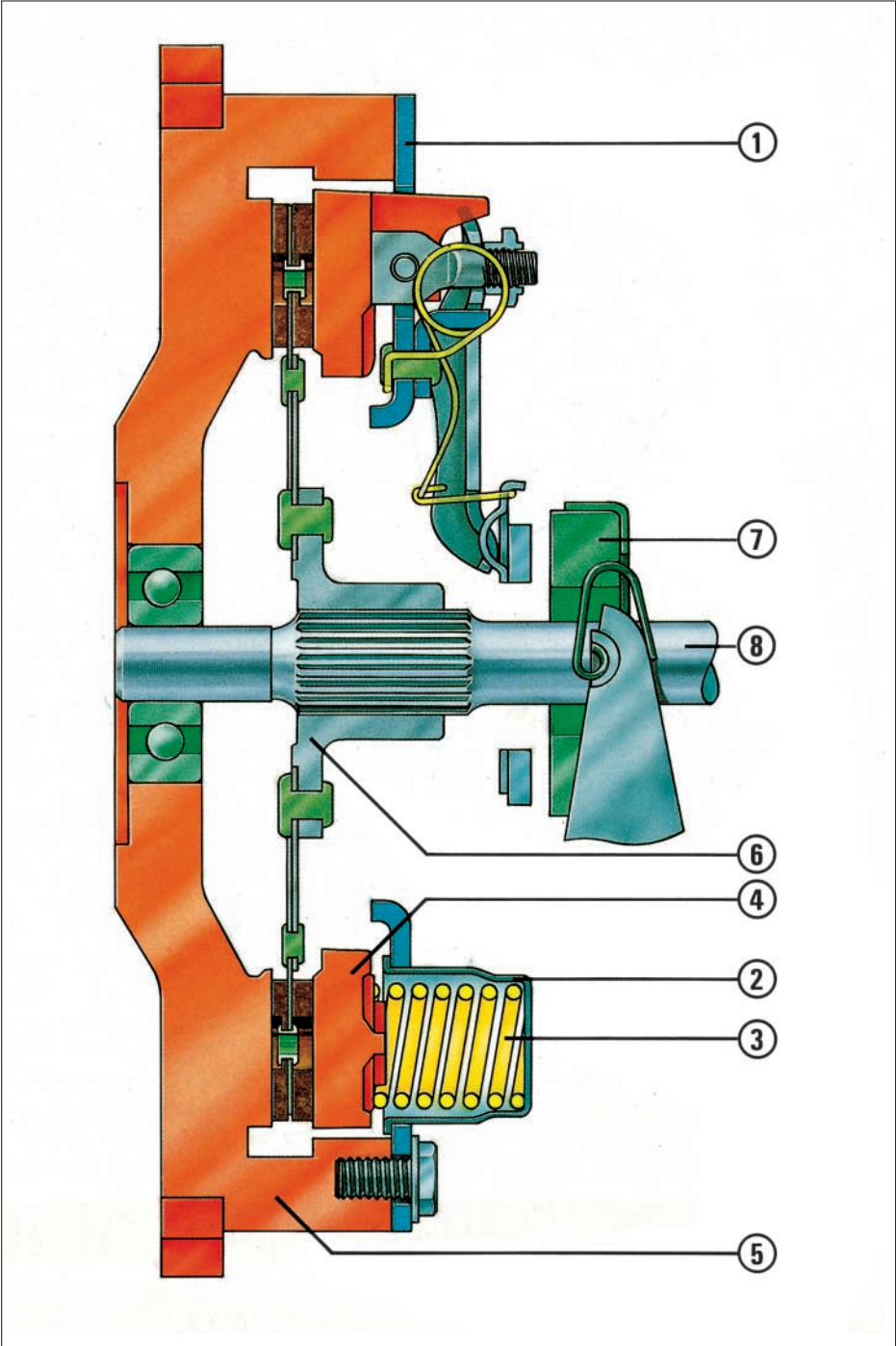
$$= 335\text{mm mittl. Reibdurchmesser}$$

$$r_m = \frac{d_m}{2} = \frac{335\text{mm}}{2} = 167,5\text{mm}$$

$$= 167,5 \times 10^{-3}\text{m mittl. Reibradius}$$

Reibwert
0,27-0,32 (bei organischen Belägen)
0,40-0,46 (bei anorganischen Belägen)

$M_d = (167,5 \times 10^{-3}\text{m}) \times 4 \times 0,27 \times 20.000\text{N}$
 $M_d: \approx 3600\text{ Nm}$

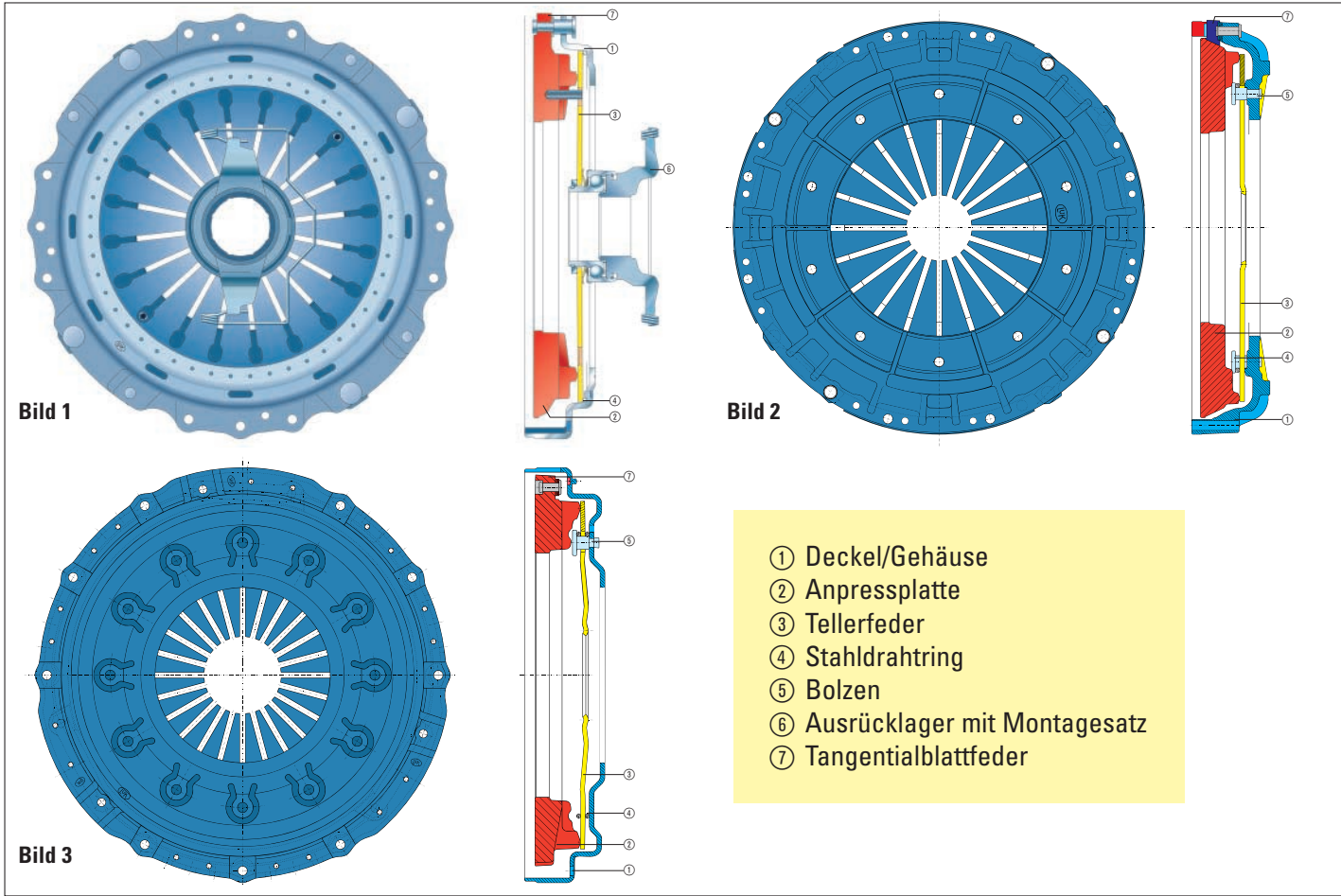


Schraubenfederkupplung

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle eine Bauart der Schraubenfederkupplung dargestellt. Im Kupplungsgehäuse (1) eingelassen sind Blechtöpfe (2), die die Schraubenfedern (3) aufnehmen. Diese Federn pressen die Anpreßplatte (4) in Richtung Schwungrad (5) und klemmen so die Kupplungsscheibe (6) ein. Das Drehmoment kann also über Schwungrad (5), Kupplungsgehäuse (1) und Anpreßplatte (4) auf die axial verschiebbare Kupplungsscheibe (6) übertragen werden, die sich auf der Getriebeeingangswelle (8) befindet.

Während bei der Tellerfederkupplung Druckelement und Hebel ein Teil sind, benötigt die Schraubenfederkupplung sowohl Ausrückhebel als auch Druckelemente. Die Anpreßplatte wird über den gesamten Abhub gegen den zunehmenden Federdruck bewegt. Dies ist die Ursache für eine vergleichsweise höhere Betätigungskraft bei einer Schraubenfederkupplung, bei gleicher Anpreßkraft.

Weitere Nachteile sind verhältnismäßig geringe Drehzahlfestigkeit sowie größere Bauhöhe der Schraubenfederkupplung, sowie ein linearer Abfall der Anpreßkraft bei Reibbelag-Verschleiß.



Aufgaben

Die Kupplungsdruckplatte bildet mit dem Schwungrad und der Kupplungsscheibe ein Reibsystem. Sie ist am Schwungrad über die Verschraubung des Kupplungsgehäuses befestigt und bewirkt die Weiterleitung des Motordrehmoments über die Kupplungsscheibe an die Getriebeeingangswelle. Eines der wichtigsten Bauelemente moderner Fahrzeugkupplungen ist die Tellerfeder (3). Sie hat die früher üblichen Schraubenfedern in Nfz-Kupplungen fast vollständig ersetzt.

Weitere wichtige Bauteile sind: Das Kupplungsgehäuse (1) dient als Träger für die Tellerfeder (3), die sich über Bolzen (5) und/oder Ringe (4) an dem Kupplungsgehäuse abstützt. Die Tellerfeder (3) drückt die Anpressplatte (2) gegen den Kupplungsbelag. Tangentialblattfedern (7) bilden eine axial bewegliche Verbindung zwischen Kupplungsgehäuse (1) und Anpressplatte (2). Eine Zentrierung dient der exakt fluchtenden Montage des Kupplungsgehäuses (1) auf dem Schwungrad. Zentrierungen können wahlweise sein: Zentrierbohrungen/Zentrierstifte im Kupplungsgehäuse oder der Außendurchmesser des Kupplungsgehäuses bzw. Zentrierdurchmesser am Schwungrad.

Die Tellerfeder

Zentrales Bauelement aller aufgeführten Bauarten ist die Tellerfeder. Sie baut wesentlich flacher und ist leichter als Schraubenfedern. Von besonderer Bedeutung ist die Kennlinie der Tellerfeder, die sich deutlich von der linearen Kennlinie einer Schraubenfeder unterscheidet.

Durch die gezielte Auslegung der Tellerfeder- außen- und innendurchmesser, Materialdicke, Aufstellwinkel und Materialhärtung läßt sich ein Kennlinienverlauf erzeugen, wie er mittels der blauen Kurve im Diagramm in Bild 4 Seite 7 dargestellt ist.

Während die erzeugte Anpresskraft bei einer Schraubenfederkupplung durch Verschleiß bei abnehmender Reibbelagstärke linear abfällt, steigt sie bei einer Tellerfederkupplung zunächst an und fällt dann wieder ab. Die Auslegung der Tellerfederkupplung ist so gewählt, daß die Kupplung vor Erreichen der Verschleißgrenze des Reibbelages zu rutschen beginnt. Damit wird die Notwendigkeit eines Kupplungswechsels so rechtzeitig signalisiert, daß weitere Folgeschäden z.B. durch einlaufende Belagnieten vermieden werden. Aufgrund der Tellerfederkennlinie sind die notwendigen Kupplungspedalkräfte zudem geringer als bei Schraubenfederkupplungen.

Die gedrückte Tellerfederkupplung

Das Bild 2 zeigt eine Tellerfederkupplung in der Standardausführung. Das Kupplungsgehäuse (1) umschließt Tellerfeder (3) und Anpressplatte (2). Die Anpressplatte (2) ist mit dem Kupplungsgehäuse (1) über Tangentialblattfedern (7) verbunden. Sie sind an der Anpressplatte (2) über Nocken angenietet. Die Tangentialblattfedern (7) haben drei wesentliche Funktionen.

- Abhub der Anpressplatte beim Auskuppeln
- Übertragung des Motordrehmoments vom Gehäuse auf die Anpressplatte
- Zentrierung der Anpressplatte

Die Tellerfeder (3) ist so zwischen Anpressplatte (2) und Kupplungsgehäuse (1) eingespannt, daß sie die nötige Anpresskraft erzeugt um die Kupplungsscheibe zwischen Schwungrad und Anpressplatte (2) kraftschlüssig einzuspannen. Sie stützt sich dabei am Kupplungsgehäuse (1) ab. Am Außendurchmesser liegt sie auf der Anpressplatte (2) auf. Wird die Kupplung betätigt, drückt das Ausrücklager auf die Spitzen der Tellerfederzungen (3). Die Anpressplatte (2) hebt ab und die Kupplungsscheibe wird freigegeben.

Die gedrückte Tellerfederkupplung mit Federlaschen

Das Bild 2 zeigt eine Tellerfederkupplung mit Federlaschen. Die Federlaschen sind so gestaltet, daß sie die Bolzen (5) nach außen ziehen. Dies hat zur Folge, daß die Tellerfeder (3) auch bei Verschleiß in der Tellerfederlagerung immer spielfrei gehalten wird. Vorteil: Gleichbleibender Abhub über die gesamte Lebensdauer.

Die gezogene Tellerfederkupplung

Das Bild 1 zeigt eine gezogene Tellerfederkupplung. Das Kupplungsgehäuse (1) umschließt Tellerfeder (3) und Anpressplatte (2). Die Anpressplatte (2) ist mit dem Kupplungsgehäuse (1) über Tangentialblattfedern (7) verbunden. Sie sind an der Anpressplatte (2) über Nocken angenietet.

Die Tellerfeder (3) ist so zwischen Anpressplatte (2) und Kupplungsgehäuse (1) eingespannt, daß sie die nötige Anpresskraft erzeugt um die Kupplungsscheibe zwischen Schwungrad und Anpressplatte (2) kraftschlüssig einzuspannen. Sie stützt sich dabei am Kupplungsgehäuse (1) ab. Am Außendurchmesser liegt sie im Gehäuse über einem Ring (4) auf. Wird die Kupplung betätigt zieht das Ausrücklager (6) an den Spitzen der Tellerfederzungen (3). Die Anpressplatte (2) hebt ab und die Kupplungsscheibe wird freigegeben.

Zu beachten ist, daß das Ausrücklager entweder mit der Tellerfeder vormontiert ist oder über einen Verriegelungsmechanismus mit der Tellerfeder verbunden ist.

Vorteil: Die gezogene Tellerfederkupplung hat bei gleicher Anpresskraft auf Grund der Hebelverhältnisse geringere Ausrückkräfte gegenüber einer gedrückten Tellerfederkupplung.

Nachteil: Der Montageaufwand des Verriegelungsmechanismus für das Ausrücklager ist aufwendiger gegenüber einer gedrückten Tellerfederkupplung.

Kennlinien und Kraftdiagramme

Im Bild 4 sind beispielhaft Kupplungskennlinien und Kraftdiagramme dargestellt. Sie beziehen sich nicht direkt auf die in Tafel 2 abgebildeten Bauarten, sondern sind allgemeingültiger Natur.

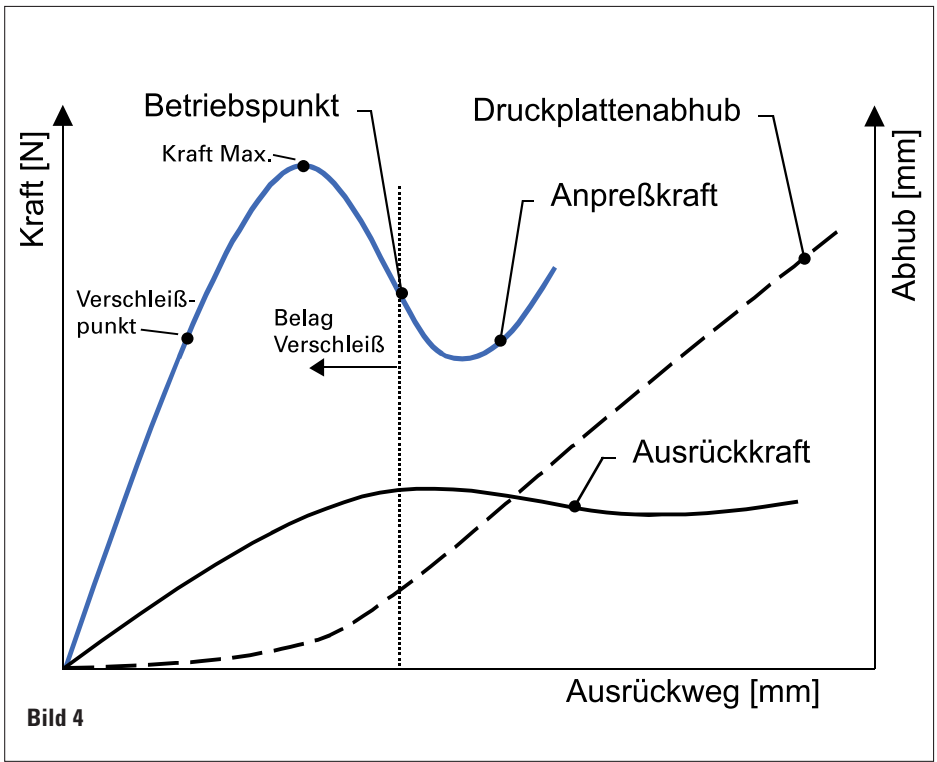
Im Diagramm links aufgetragen ist die Kraft, unten, auf der Abszisse der Ausrückweg, und auf der rechten Ordinate der Abhub der Anpressplatte.

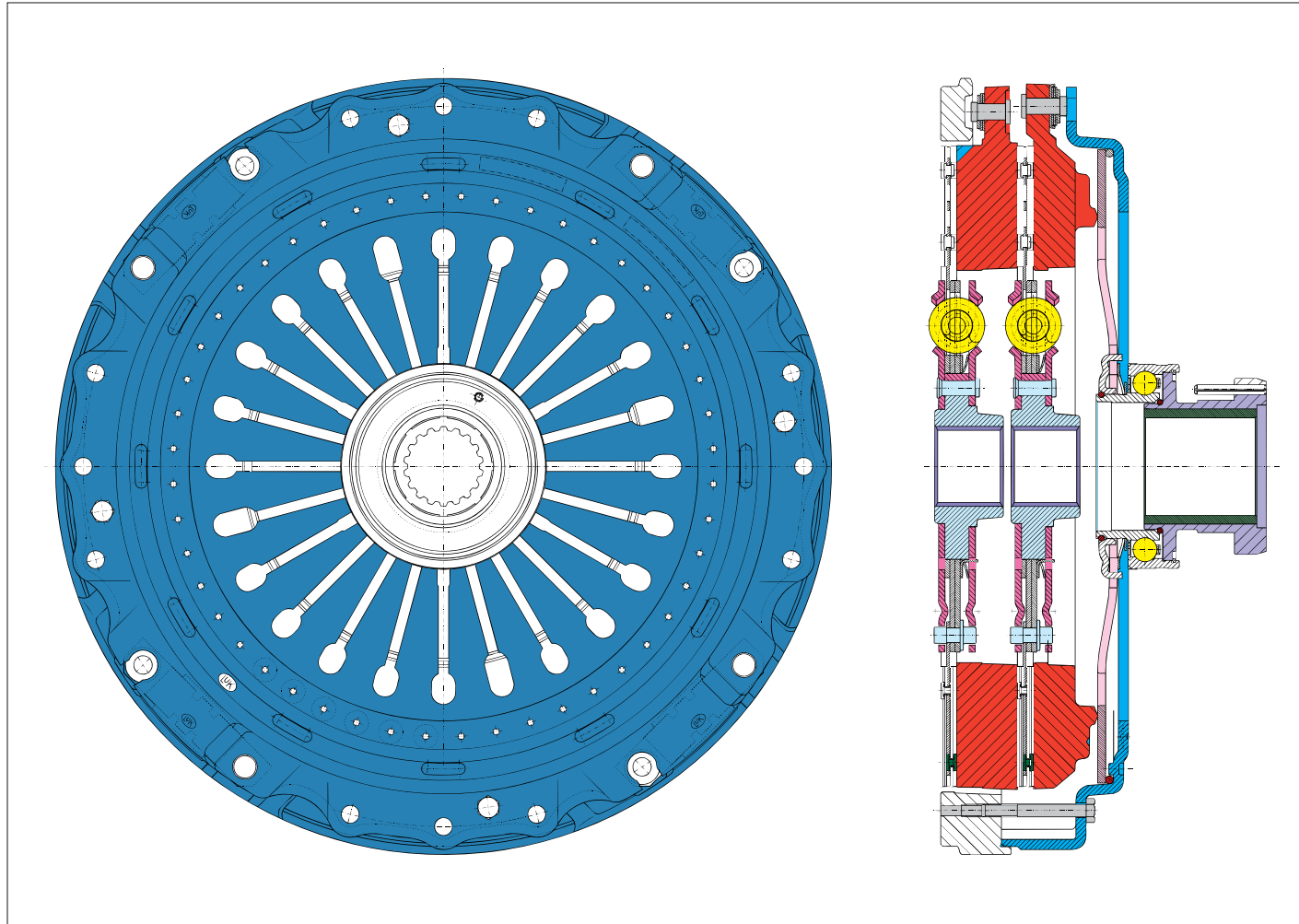
Die blaue durchgezogene Linie beschreibt den Verlauf der Anpresskraft. Im Zustand einer neu montierten Kupplungsscheibe ist die Position maximaler Federkraft der Tellerfeder überwunden (Betriebspunkt Kupplung Neuzustand). Mit abnehmender Reibbelagstärke (Betriebspunkt wandert nach links) steigt dann die Anpresskraft der Tellerfeder (3) bis zum Kraftmaximum, um dann bis zur zulässigen Belagabnutzung wieder etwa auf den Kraftpunkt des Neuzustandes abzusinken (Verschleißpunkt).

Die Kupplungsscheibenstärke nimmt während der Lebensdauer ab. Die Anpresskräfte sind so berechnet, daß die Kupplung zu rutschen beginnt, kurz bevor die Nieten der Kupplungsscheibe an die Anpressplatte oder an das Schwungrad anlaufen und damit zusätzlichen Schaden anrichten würden.

Die durchgezogene schwarze Linie zeigt den Verlauf der Ausrückkraft, also der zum Betätigen der Kupplung notwendigen Kraft im Neuzustand. Zunächst steigt die Ausrückkraft an, bis der Betriebspunkt erreicht wird, um dann wieder leicht abzusinken. Der höheren Anpresskraft im Betriebspunkt bei verschleißenden Reibbelägen stehen im Verhältnis entsprechend höhere Ausrückkräfte gegenüber.

Die gestrichelte Linie zeigt den Verlauf des Anpressplattenabhubes über dem Ausrückweg. Der Anpressplattenabhub ist über dem Ausrückweg ansteigend. Bestimmt wird der Anpressplattenabhub über das Hebelverhältnis zwischen den Tellerfeder – Auflagen des Ausrückdurchmessers und dem zur Verfügung stehenden Ausrückweg.





240 Doppelkupplung

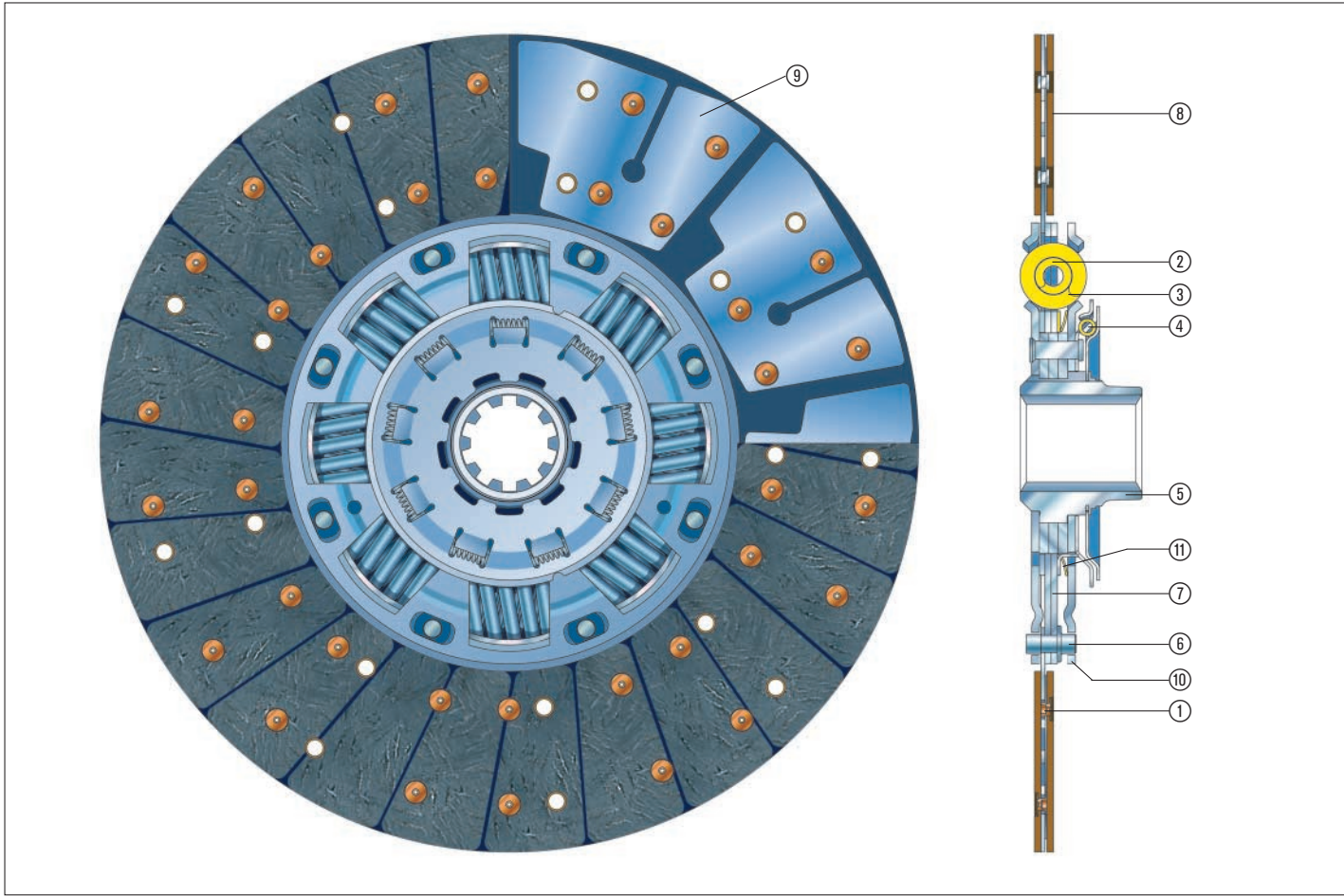
Das Funktionsprinzip der Kupplungsdruckplatte entspricht den Bauarten der Einscheiben-Trockenkupplung.

Unterschied sind eine zweite Anpreßplatte und eine zweite Kupplungsscheibe und damit eine Verdoppelung der Reibflächen (Dargestellt im Berechnungsbeispiel „Zweischeiben-Trockenkupplung“ in Tafel 1, Seite 4)

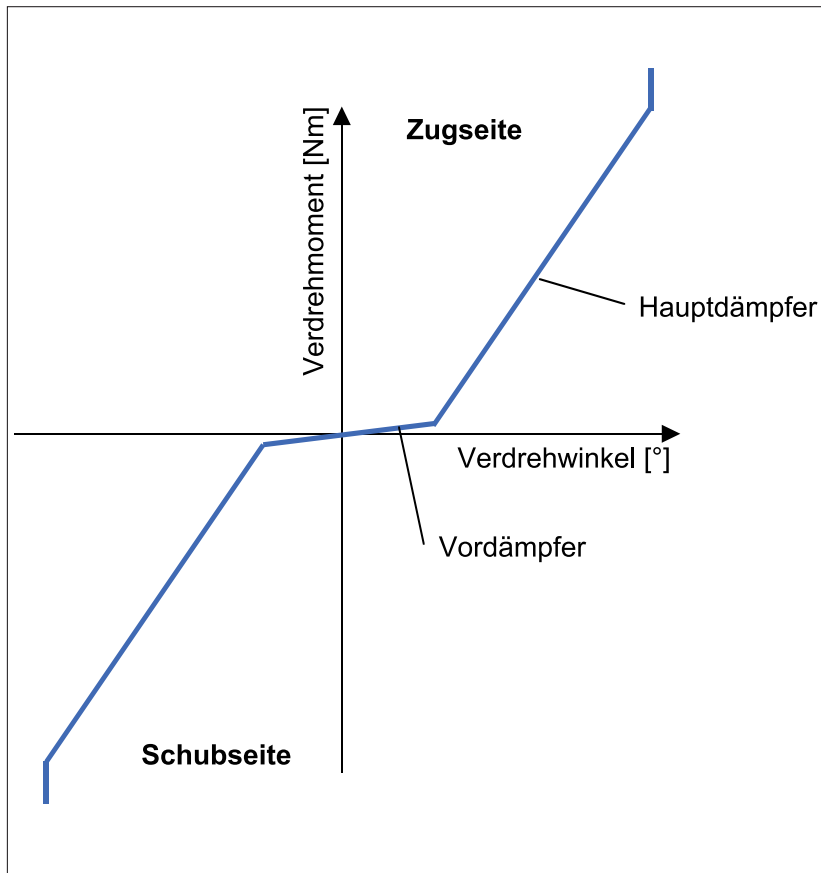
Der Vorteil dieser Bauart liegt in der Verbesserung des Wärmeaufnahmevermögens als auch in einem doppelten übertragbaren Motor-drehmoments im Vergleich zur Einscheiben-Trockenkupplung bei gleicher Anpresskraft.

Nachteil der Zweischeiben-Trockenkupplung ist der erhöhte axiale Bauraumbedarf gegenüber einer Einscheiben-Trockenkupplung, sowie das höhere Gewicht

Die Zweischeiben-Trockenkupplung findet hauptsächlich Anwendung bei schweren und stark beanspruchten Nutzfahrzeugen wie z.B. Baufahrzeugen.



- ① Belagniet
- ② Druckfeder Hauptdämpfer
- ③ Druckfeder Hauptdämpfer
- ④ Druckfeder Vordämpfer
- ⑤ Nabe
- ⑥ Segmentniet
- ⑦ Trägerblech
- ⑧ Belag
- ⑨ Federsegment
- ⑩ Gegenscheibe
- ⑪ Reibeinrichtung



Die Kupplungsscheibe ist das zentrale Verbindungselement der Kupplung. Sie bildet mit dem Schwungrad und der Kupplungsdruckplatte ein Reibsystem. In eingekuppeltem Zustand ist sie zwischen Schwungrad und Kupplungsdruckplatte kraftschlüssig eingepreßt. Über die Verzahnung der Nabe leitet sie das Motordrehmoment formschlüssig an die Getriebeingangswelle weiter.

In modernen Nutzfahrzeugen werden überwiegend Kupplungsscheiben mit Torsionsdämpfer und Belagfederung verwendet. Ebenso werden überwiegend organische Reibbeläge eingesetzt. Lediglich für Sonderfahrzeuge und Traktoren kommen auch metallkeramische Sinterbeläge zum Einsatz.

Die Grafik zeigt eine typische Kupplungsscheibe mit Torsionshauptdämpfer und Torsionsvordämpfer.

Ihre Bauteile sind: Die Kupplungsbeläge (8) die mit Belagnieten (1) auf die Federsegmente (9) aufgenietet sind. Diese Federsegmente sind mit Nieten auf dem Trägerblech (7) befestigt. Das Trägerblech (7) ist drehbar auf der Nabe (5) zentriert. Der Torsionsdämpfer setzt sich aus dem Vordämpfer (mit den Federn (4)), dem Hauptdämpfer (mit den Federn (2) und (3)) und einer Reibeinrichtung (11) zusammen.

Aufgaben

Die Kupplungsscheibe hat die prinzipielle Aufgabe, als Reibpartner zwischen Schwungrad und Anpreßplatte das Motordrehmoment zur Getriebeingangswelle weiterzuleiten.

- Hauptbauteile sind :
- Trägerblech (7)
 - Paarweise aufgenietete Kupplungsbeläge (8)
 - Nabe mit Profil (5)

Die Kupplungsscheibe hat darüber hinaus aber noch eine Reihe weiterer Aufgaben, die hier noch einmal kurz wiederholt werden: Sie muß einen weichen Anfahrvorgang und schnelles Schalten ermöglichen, Motordreh-schwingungen vom Getriebe fernhalten und so auch Getrieberasselgeräusche, die durch an-geregte Zahnradpaare entstehen, vermeiden.

Diese Zusatzaufgaben, ohne deren Lösung ein modernes Nutzfahrzeug in seiner heutigen Form nicht vorstellbar wäre, erfordern einige zusätzliche Bauelemente und zwar:

- Belagfederung (9)
- Torsionsdämpfer (2-4)

Torsionsdämpfer

Torsionsdämpfer haben die Aufgabe, Schwin-gungen zwischen Motor und Getriebe zu dämpfen (isolieren).

Verbrennungsmotoren geben im Gegensatz zu Elektromotoren oder Turbinen kein konstantes Drehmoment ab. Die ständig wechselnden Winkelgeschwindigkeiten der Kurbelwelle erzeugen Schwingungen, die über die Kupp-lung und die Getriebeingangswelle zum Getriebe übertragen werden. Hier verur-sachen sie unangenehme Rasselgeräusche und Verschleiß an den Getriebezahnradern. Torsionsdämpfer sollen diese Schwingungen zwischen Motor und Getriebe verringern. Der Trend im modernen Nutzfahrzeugbau, ähn-lich wie bei PKW, mit Gewichtsreduzierung Kraftstoff zu sparen verstärken diesen Effekt. So muß heute für jedes Fahrzeug eine speziel-le Abstimmung des Torsionsdämpfers vorge-nommen werden, was zu einer großen Vielfalt an Dämpfern und Bauarten geführt hat.

Ihre grundsätzliche Wirkungsweise ist folgende: Die mit der Nabe (5) vernieteten Gegenschei-ben (10) sind, abgestützt über die Dämpferfe-dern (2-3), drehbar zum Trägerblech (7) und den damit verbundenen Belägen (8). Unter Last entsteht so ein mehr oder weniger großer Winkelausschlag. Die Federung wird durch eine Reibeinrichtung (11) gedämpft. Das über-tragbare Drehmoment des Dämpfers muß immer größer sein als das maximale Motor-drehmoment um eine Überbeanspruchung des Torsionsdämpfers (Drehmomentspitzen) zu vermeiden bzw. zu eliminieren.

Vordämpfer

Der Vordämpfer (Vordämpferfedern 4) ist dem Torsionsdämpfer vorgeschaltet und hat die Funktion Rasselgeräusche bei Leerlaufdreh-zahl zu eliminieren. Die Wirkungsweise gleicht der des Torsionsdämpfers jedoch mit wesent-lich geringerer Federrate.

Belagfederung

Die Belagfederung wird durch die Federseg-mente (9) erzeugt und liegt zwischen den Kupplungsbelägen (8). Sie sorgt für ein weiches Einkuppeln und somit für ein ruckfreies Anfahren. Die Anpreßplatte der Kupplung muß zunächst gegen den Federdruck der Belag-federung die Kupplungsscheibe gegen das Schwungrad pressen. Da sich dieser Druck langsam aufbaut und den Einkuppelvorgang verlängert, kann durch das Schleifen der Kupplungsscheibe die Getriebedrehzahl der

Motordrehzahl mit Verzögerung angepaßt werden. Neben dem ruckfreien Anfahren sind ein günstigeres Verschleißverhalten des Reib-belages, ein besseres Tragbild des Reibbel-a-ges und damit verbunden, eine gleichmäßi-gere Wärmeverteilung weitere Vorteile der Belagfederung.

Bauarten

Die Bauarten werden je nach Fahrzeugtyp und Anforderung ausgewählt. Die Funktion läßt sich in sogenannten „Torsionsdämpferkenn-linien“ darstellen wie in Tafel 4 abgebildet. Die Kennlinie zeigt den Verdrehwinkel des Torsi-ondämpfers in Abhängigkeit vom vorhande-nen Motordrehmoment.

Torsionsdämpfer, separater Vor-dämpfer

Heute sind im modernen Fahrzeugbau über-wiegend Torsionsdämpfer im Einsatz. Die Abbildung auf Seite 10 zeigt einen häufig ein-gesetzten Torsionsdämpfer. In den acht tangential angeordneten Fenstern befinden sich Schraubendruckfedern (2,3), auch Torsionsfedern genannt, mit zwei un-ter-schiedlichen Federraten welche die Haupt-dämpferstufe bilden. Ein über das Trägerblech (7) eingeleitetes Drehmoment wird über die Torsionsfedern zu den Gegenscheiben (10) bzw. Nabe (5) und damit zur Getriebeeingangswelle weitergeleitet. Da die Torsionsfedern allein keine Schwingun-gen absorbieren können, ist eine zusätzliche Reibeinrichtung (11) zur Dämpfung notwendig. Im Nutzfahrzeugbau kommen dabei oft „Stahl/Stahl“ Reibeinrichtungen zum Einsatz.

Die in der Grafik auf Seite 10 gezeigte Torsi-ondämpferkennlinie beschreibt die Funktion von Vordämpfer und Hauptdämpfer. Wird vom Motor ein Drehmoment eingeleitet wirkt bei Leerlaufdrehzahl zuerst der Vordämpfer. Der Vordämpfer (4), der die flache Kennlinie um den Nullpunkt erzeugt, ist bei dieser Kupp-lungsscheibe separat über einen Vordämpfer-flansch mit der Nabe (5) verbunden und soll Getriebe-Rasselgeräusche im Motorleerlauf eliminieren. Nachdem das Anschlagmoment des Vordämpfers erreicht und überschritten ist wirkt die Hauptdämpferstufe (2, 3), die gemein-sam mit der Reibeinrichtung im normalen Fahr-betrieb die notwendige Dämpfung erzeugt.

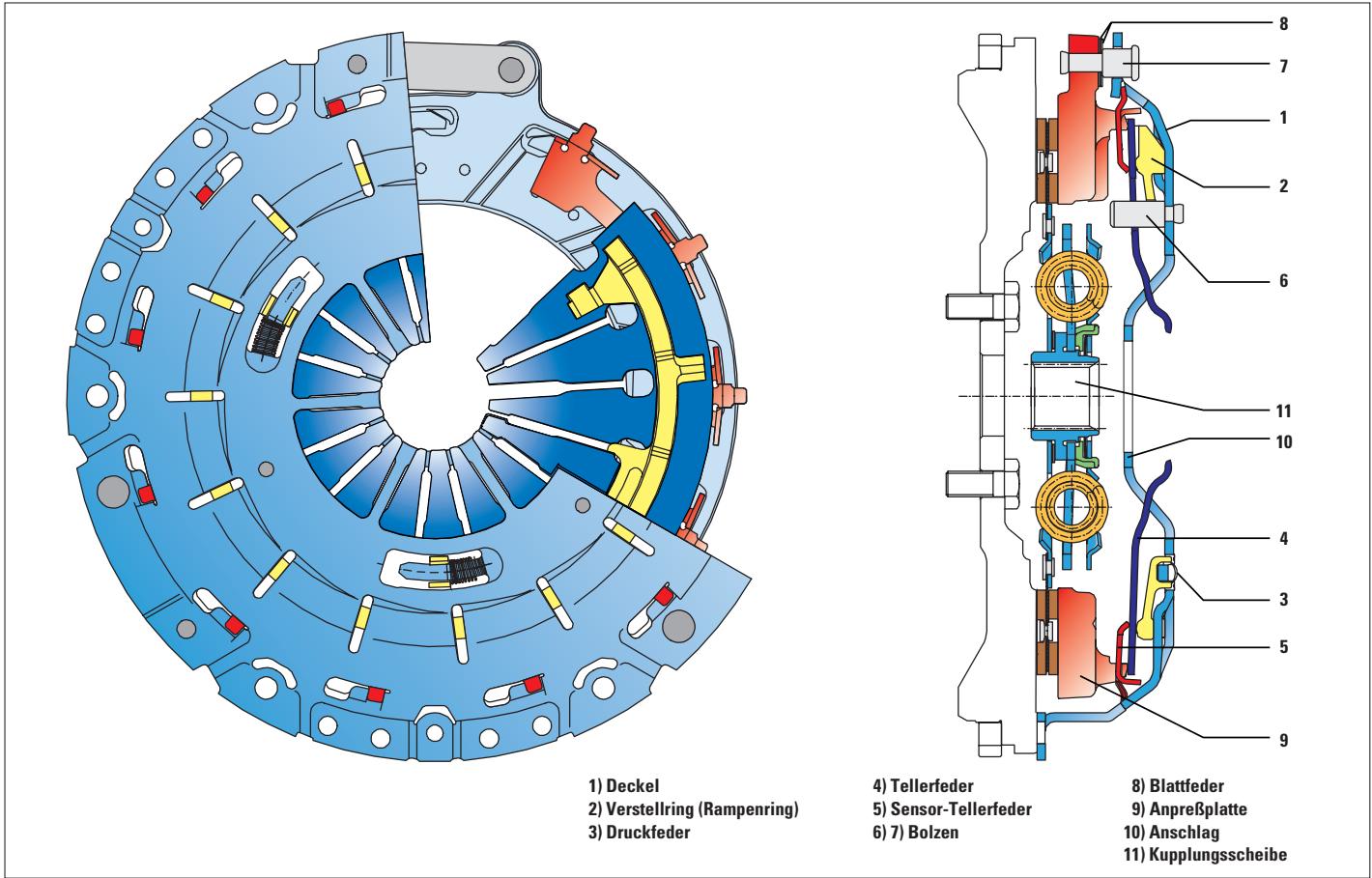


Bild 1

Wie bereits auf Seite 3 hingewiesen, werden im modernen Fahrzeugbau fast ausschließlich Tellerfederkupplungen verwendet.

Die technologische Weiterentwicklung an diesem Bauteil wurde in den vergangenen Jahren mit hohem Maße vorangetrieben (z. B. Tellerfederkupplung mit Federlaschen – Beschreibung s. S. 7) und mündet nun in der aktuellen Neuentwicklung, der SAC-Kupplung.

Die Abkürzung SAC kommt aus dem Englischen und bedeutet Self Adjusting Clutch (Selbst-einstellende Kupplung).

Leistungsstärkere Motoren, wie sie sich heutzutage durchgesetzt haben, brauchen auch Kupplungen mit höheren Übertragungsmomenten. Fast zwangsläufig ist damit auch die Pedalkraft angestiegen. Zwar konnte dieser Anstieg durch verschiedene Maßnahmen (z. B. durch verbesserte Ausrücksysteme) in Grenzen gehalten werden, trotzdem wurden die Forderungen nach Kupplungen mit reduzierter Betätigungskraft immer stärker erhoben.

Die wichtigsten Vorteile dieser Bauart gegenüber den bisherigen Ausführungen lauten:

- niedrige Ausrückkräfte, die über die Lebensdauer konstant bleiben
- dadurch hoher Fahrkomfort über die gesamte Lebensdauer
- erhöhte Verschleißreserve und damit höhere Lebensdauer durch automatische Verschleißnachstellung
- Überweg des Ausrücklagers wird begrenzt durch Tellerfederanschlag

Hieraus ergeben sich eine Reihe von sekundären Vorteilen:

- Entfall von Servosystemen (bei Transportern)
- einfachere Ausrücksysteme
- kürzere Pedalwege
- gleiche Pedalkräfte über die gesamte Motorenpalette
- neue Möglichkeiten zur Reduzierung des Kupplungsdurchmessers (Drehmomentübertragung)
- kleinerer Ausrücklagerweg über die Lebensdauer

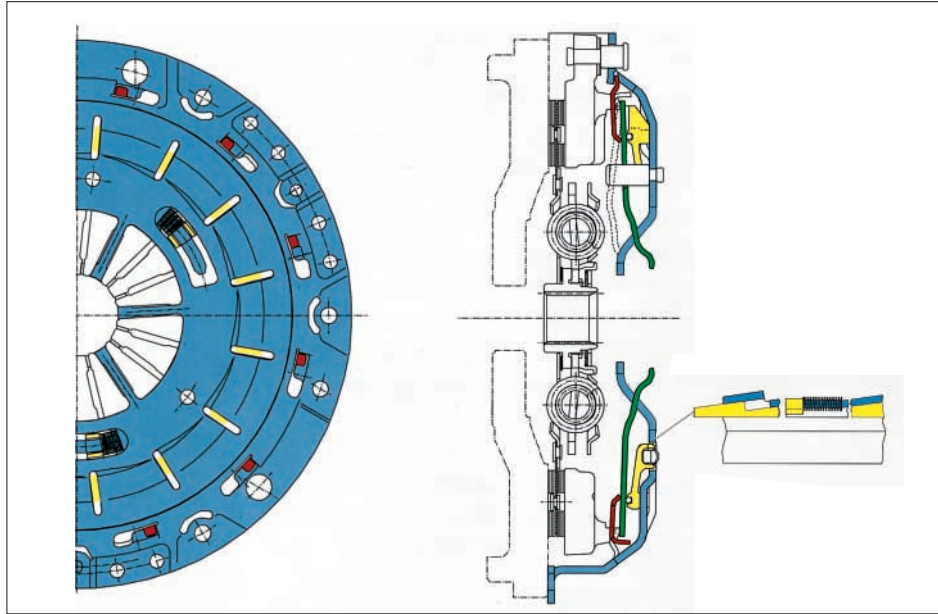


Bild 2: Selbst-einstellende Kupplung (SAC)

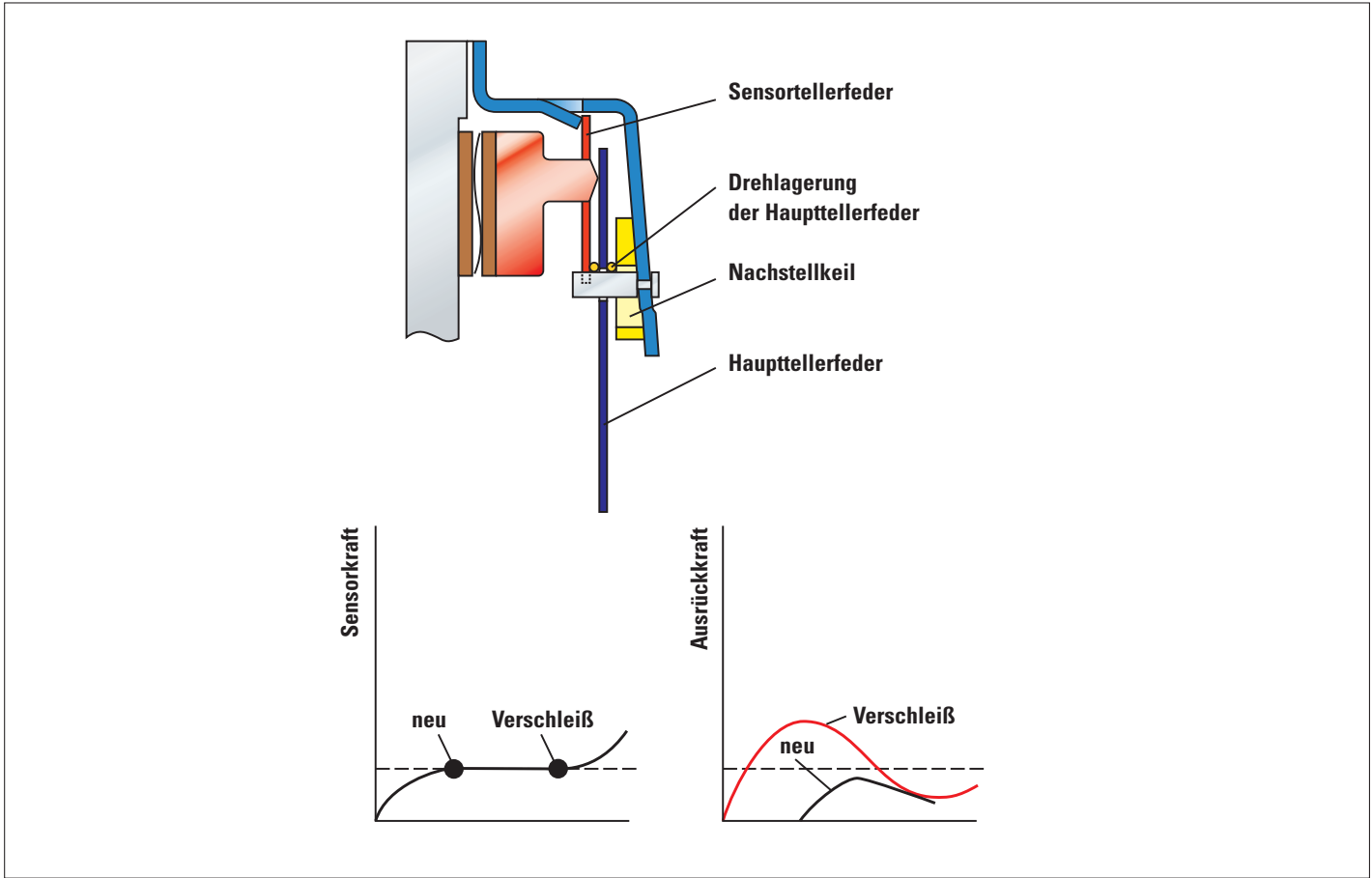


Bild 3: Prinzip der selbst-einstellenden Kupplung (SAC)

Prinzip der selbst-einstellenden Kupplung (SAC):

Kraftsensor

Bei der Kupplung mit Verschleißnachstellung wird der Anstieg der Ausrückkraft durch Verschleiß erfaßt und gezielt ein Ausgleich für die abnehmende Dicke der Beläge herbeigeführt. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung. Als wesentlicher Unterschied zu einer herkömmlichen Kupplung wird die Lagerung der (Haupt)-Tellerfeder nicht fest am Deckel angeordnet, sondern über eine sogenannte Sensortellerfeder abgestützt. Diese Sensortellerfeder weist einen ausreichend langen Bereich mit fast konstanter Kraft auf, im Gegensatz zu der stark degressiven Haupttellerfeder. Der horizontale Bereich der Sensortellerfeder wird gerade etwas über der gewünschten Ausrückkraft eingestellt. Solange die Ausrückkraft kleiner ist als die Haltekraft der Sensorfeder, bleibt die Drehlagerung der Haupttellerfeder beim Ausrücken an der gleichen Stelle. Wenn sich jedoch durch Verschleiß der Beläge die Ausrückkraft erhöht, wird die Gegenkraft der Sensortellerfeder überschritten und die Drehlagerung weicht in Richtung Schwungrad aus, und zwar genau so weit, bis die Ausrückkraft wieder auf die Sensorkraft abgesunken ist. Zwischen der Drehlagerung und dem Deckel entsteht bei ausweichender Sensortellerfeder ein Spalt, der zum Beispiel durch einen Keil ausgeglichen werden kann.

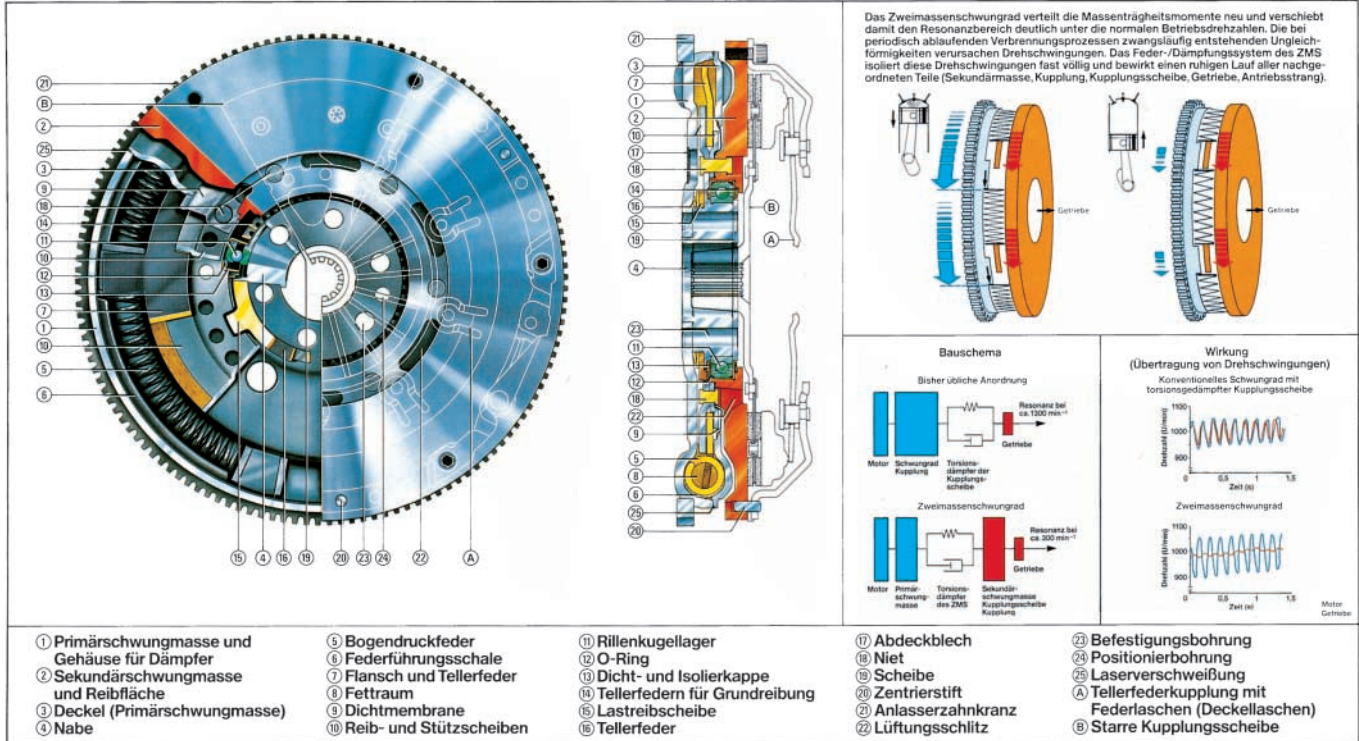
Ausführung einer verschleißnachstellenden Kupplung mit Kraftsensor

Der Kraftsensor mit dem Dickenausgleich über Keile läßt sich recht elegant und einfach verwirklichen. Bild 2 zeigt eine solche Konstruktion. Im Vergleich zur konventionellen kommen nur eine Sensortellerfeder (rot) und ein Rampenring (gelb) hinzu. Die Sensortellerfeder ist außen im Deckel eingehängt und bildet mit ihren inneren Zungen die Lagerung für die Haupttellerfeder. Die Keile, die die eigentliche Nachstellung bringen, sind wegen der Fliehkräfte nicht, wie im vorherigen Prinzipbild, radial, sondern in Umfangsrichtung angeordnet. Dazu läuft ein Kunststoffring mit 12 Rampen auf gegenüberliegenden Rampen im Deckel. Der Kunststoffring, auch als Rampenring bezeichnet, wird über drei kleine Druckfedern in Umfangsrichtung vorgespannt, damit er bei ausweichender Sensortellerfeder die Lücke zwischen Tellerfederlagerung und Deckel ausfüllen kann. Bild 3 zeigt die Ausrückkraftverläufe für eine konventionelle Kupplung im Neuzustand sowie im Verschleißzustand der Beläge. Im Vergleich dazu die viel niedrigere Ausrückkraft der selbstnachstellenden Kupplung (SAC), deren Kennlinie sich auch im Verlauf der Lebensdauer praktisch nicht verändert.

Als weiterer Vorteil ergibt sich eine höhere Verschleißreserve, die jetzt nicht mehr, wie bei konventionellen Kupplungen, von der Länge der Tellerfederkennlinie abhängt, sondern von der Rampenhöhe und damit ohne weiteres auf etwa 4 mm bei kleinen und bis zu ca. 10 mm bei sehr großen Kupplungen gesteigert werden kann. Dies stellt einen entscheidenden Schritt in Richtung hohe Lebensdauer der Kupplungen dar.

LuK-Kupplungs-Kurs

Zweimassenschwungrad: Aufbau und Funktion



Die Zunahme störender Geräuschquellen aufgrund mangelhafter natürlicher Dämpfung macht sich im modernen Automobilbau bemerkbar. Die Ursachen hierfür liegen in der Gewichtsreduzierung der Fahrzeuge sowie an den im Windkanal optimierten Karosserien, die aufgrund geringerer Windgeräusche nun andere Geräuschquellen wahrnehmbar machen. Aber auch Magerkonzepte und extrem niedertourig fahrbare Motoren, als auch 5- und 6-Ganggetriebe und dünnflüssige Öle, tragen hierzu bei.

Die periodischen Verbrennungsvorgänge des Hubkolbenmotors regen Drehschwingungen im Antriebsstrang an, die in Form von Getrieberasseln und Karosseriedröhnen die Komforterwartungen des Autofahrers nicht erfüllen.

Aufbau:

Durch die Teilung eines konventionellen Schwungrades in zwei Scheiben ergeben sich die dem Motor zugeordnete Primärschwungmasse (1) mit Anlasserzahnkranz (21) sowie die Sekundärschwungmasse (2) mit Lüftungsschlitzen (22) zur Wärmeabfuhr, die das Massenträgheitsmoment der Getriebeseite erhöht.

Die beiden entkoppelten Massen sind über ein Feder-/Dämpfungssystem miteinander verbunden und über ein Rillenkugellager (11) gegeneinander verdrehbar gelagert. Die Abdichtung ist durch den O-Ring (12) sowie die Dicht- und Isolierkappe (13) gewährleistet.

Zwei am Außenrand mit Laser verschweißte (25) Blechformteile (1, 3) bilden den ringförmigen Fettraum (8), in dem sich die Bogendruckfedern (5) mit Federführungsschalen (6) befinden. Die Abdichtung erfolgt hier durch die Dichtmembrane (9).

Der als Tellerfeder ausgelegte Flansch (7) greift mit seinen Nasen zwischen die Bogendruckfedern (5) ein. Er liegt reibschlüssig zwischen den sekundärseitig vernieteten Reib- und Stützscheiben (10). Die Tellerfederkraft ist hierbei so ausgelegt, daß das Reibmoment deutlich über dem maximalen Motordrehmoment liegt.

Eine weitere, auf der Nabe (4) schwimmend gelagerte Reibeinrichtung (15, 16), wird über Spiel von einem der Haltebleche mitgenommen.

Da das Feder-/Dämpfungssystem im Zweimassenschwungrad integriert ist, wird als Kupplungsscheibe (B) eine starre Ausführung ohne Torsionsdämpfer eingesetzt. Als Kupplungsdruckplatte (A) dient meistens eine Tellerfederkupplung mit Federlaschen, die über Zentrierstifte (20) positioniert wird.

Funktion:

Die physikalische Untersuchung des Antriebsstranges ergibt, daß sich durch eine geänderte Zuordnung der Massenträgheitsmomente der Resonanzdrehzahlbereich verschieben läßt. Bei einer Erhöhung des Getriebe-Massenträgheitsmoments sinkt die Resonanzdrehzahl, bei der sehr laute Geräusche entstehen, unter die Leerlaufdrehzahl und liegt somit außerhalb des Betriebsdrehzahlbereichs des Motors.

Mit dem Zweimassenschwungrad (ZMS) gelang es LuK ein Großserienprodukt zu entwickeln, das dieses Prinzip realisiert und dabei die Resonanzamplitude äußerst klein hält.

Wie in der Grafik „Bauschema“ dargestellt, wird beim ZMS das Massenträgheitsmoment gegenüber der konventionellen Anordnung vor dem Torsionsdämpfer verringert und dahinter erhöht. Dem Trägheitsmoment des Motors ist nun die Primärschwungmasse des ZMS zugeordnet, dem des Getriebes die Sekundärschwungmasse, die Kupplungsscheibe sowie die Kupplungsdruckplatte. Somit verschiebt sich der Resonanzdrehzahlbereich von ursprünglich ca. 1300 min⁻¹ auf ca. 300 min⁻¹ und kann sich im Fahrbetrieb nicht mehr störend bemerkbar machen, da der Motor nicht in diesem Drehzahlbereich betrieben wird.

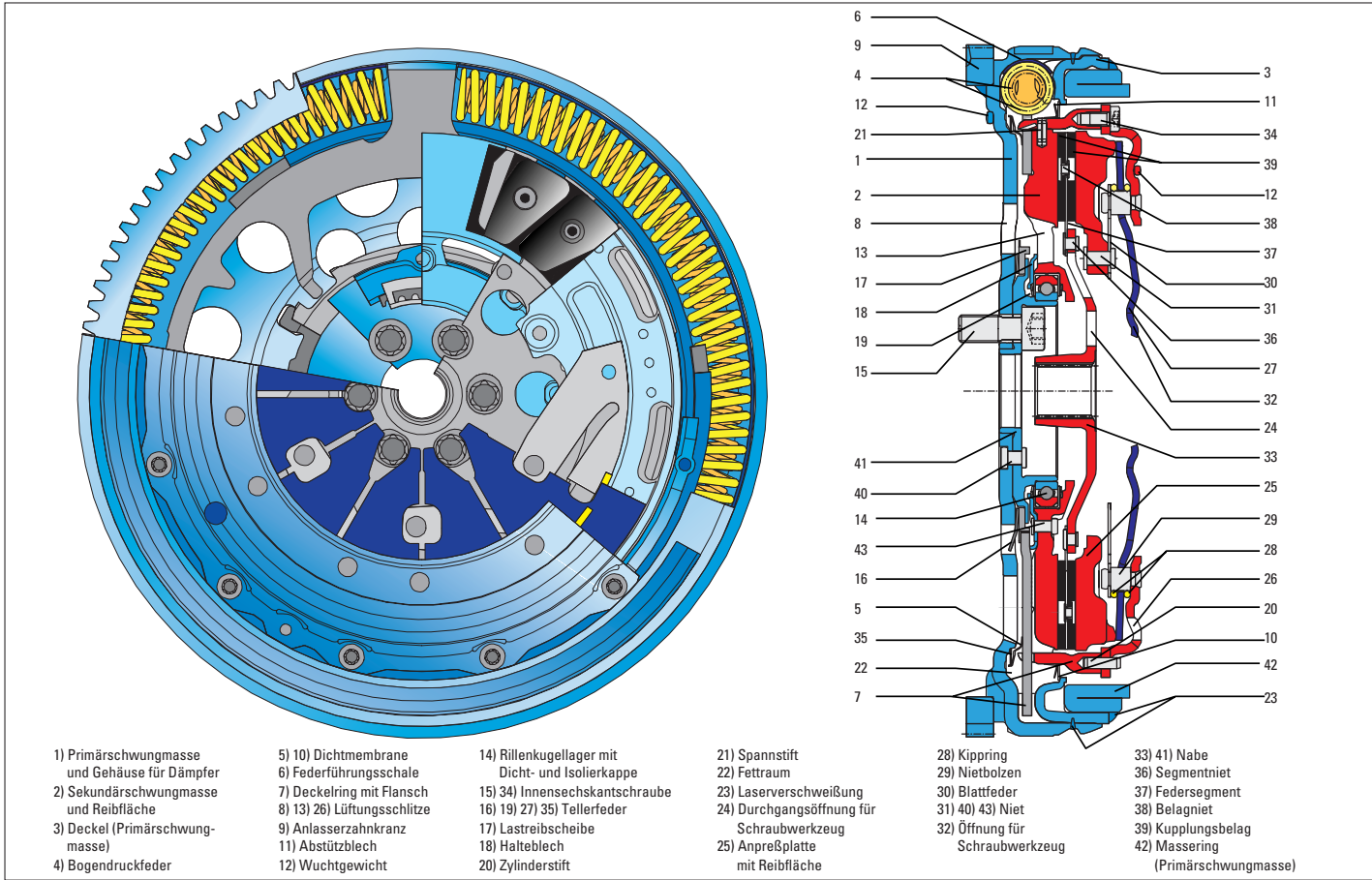
Ein weiterer positiver Effekt ergibt sich durch das motorseitig reduzierte Massenträgheitsmoment obendrein: das Getriebe läßt sich wegen der geringeren zu synchronisierenden Masse leichter schalten und die Synchronisierung unterliegt geringerem Verschleiß.

Die Auswirkungen auf das Drehschwingungsverhalten sind in der Grafik „Wirkung (Übertragung von Drehschwingungen)“ ersichtlich. Bei der bisher üblichen Ausführung mit konventionellem Schwungrad und torsionsgedämpfter Kupplungsscheibe werden die Drehschwingungen im Leerlaufbereich weitestgehend ungefiltert an das Getriebe weitergeleitet und verursachen das Gegeneinanderschlagen der Zahnflanken der Getrieberäder (Getrieberasseln).

Durch den Einsatz eines Zweimassenschwungrades hingegen werden die vom Motor eingeleiteten Drehschwingungen durch den konstruktiv aufwendigen Torsionsdämpfer herausgefiltert, die Getriebekomponenten werden nicht von ihnen beaufschlagt – es rasselt nicht, die Komforterwartungen des Autofahrers werden in vollem Umfang erfüllt!

Die Vorteile des LuK-Zweimassenschwungrades auf einen Blick:

- Erstklassiger Fahrkomfort
- Absorbiert Vibrationen
- Isoliert Geräusche
- Kraftstoffeinsparung durch niedrige Motordrehzahlen
- Erhöhter Schaltkomfort
- Geringerer Verschleiß der Synchronisierung
- Überlastschutz für den Antriebsstrang



Aufbau und Funktion

Mit dem Zweimassenschwungrad steht ein äußerst leistungsfähiges System zur Dämpfung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang zur Verfügung und hat sich im Bereich Oberklasse durchgesetzt.

Die Bedeutung der Mittelklasse und sogenannter Kompaktfahrzeuge mit quer eingebauten Motoren nimmt in hohem Maße zu. Die Forderungen nach verbrauchs- und schadstoffreduzierten Motoren nimmt zu, was aber gleichzeitig zu höheren Motorungleichförmigkeiten führt, insbesondere im Bereich der direkteinspritzenden Dieselmotoren. Um aber auch bei diesen Fahrzeugen den Fahrkomfort der Oberklasse zu erreichen, hat LuK das DFC entwickelt.

Zwei grundsätzliche Probleme mußten in diesem Zusammenhang gelöst werden:

1. Die Einbauräume bei front-querangeordneten Fahrzeugen sind stark eingeschränkt
2. Die bei dieser Fahrzeugklasse zugrunde liegende Preisstruktur macht kostenoptimierte Lösungen notwendig, um die Funktionskosten für den verbesserten Torsionsdämpfer umsetzen zu können.

Das DFC isoliert bereits im Leerlauf wirkungsvoll die Motorschwingungen; d. h. Getrieberrasseln tritt nicht mehr auf und das unangenehme Dröhnen der Karosserie in bestimmten Drehzahlbereichen verschwindet.

Auch in Hinblick auf den Umweltschutz werden hierdurch positive Folgen sichtbar:

- durch das exzellente Geräuschverhalten bei niedertouriger Fahrweise, wird weniger geschaltet, die mittleren Betriebsdrehzahlen sinken
- der Wirkungsgrad des Gesamtsystems erhöht sich hierdurch und der Kraftstoffverbrauch und der damit verbundene Ausstoß an Schadstoffemissionen wird verringert.

Das DFC stellt eine Integration aus Zweimassenschwungrad, Kupplungsdruckplatte und Kupplungsscheibe dar.

Das gesamte Modul wird dem Fahrzeughersteller- und Ersatzteilhandel incl. Kurbelwellenschrauben geliefert und kann dort innerhalb der Produktionsabläufe bzw. Reparatur als Einheit montiert werden. Durch Öffnungen in der Tellerfeder und der Kupplungsscheibe können die Kurbelwellenschrauben festgezogen werden.

Weitere Vorteile gegenüber konventionellen Systemen:

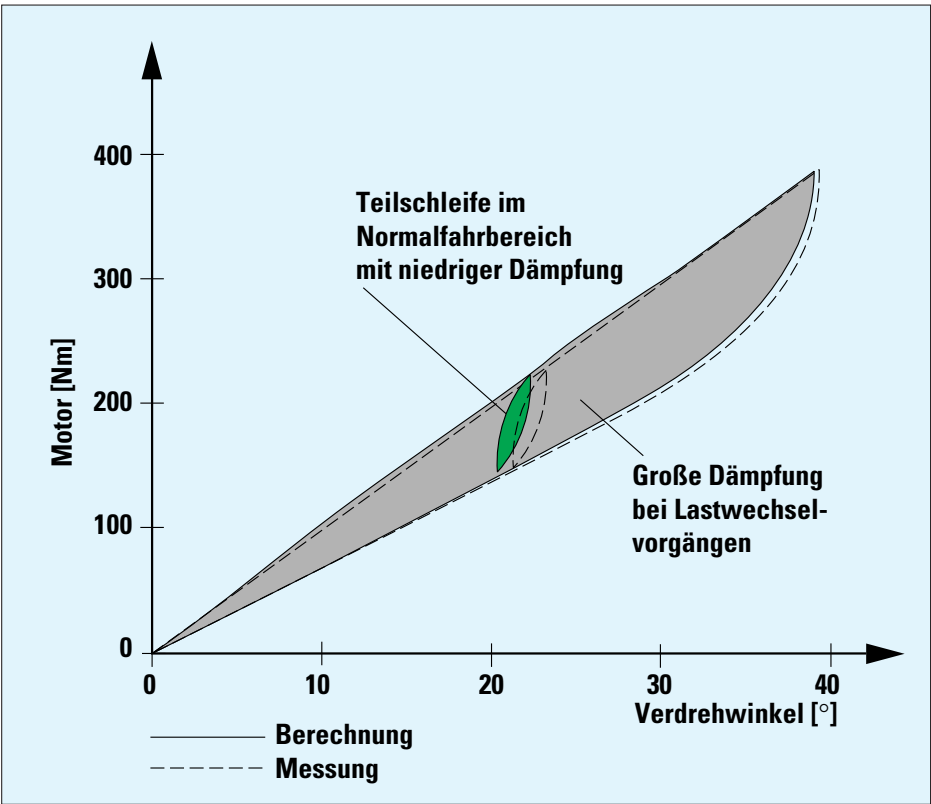
- geringeres Gewicht
- geringere Unwucht des Gesamtsystems
- geringere Zungenhöhtoleranz der Tellerfeder.

TECHNIK TOTAL

Kupplungsdeckel:

Die topfartige Primärmasse (1), die das Dämpfergehäuse für die Bogendruckfedern bildet, zugehöriger Deckel (3), Massering (2) und der Deckelring (7) werden aus einer Blechrunde tiefgezogen.

Die Sekundärschwungmasse (2) und Anpreßplatte (25) bestehen aus Grauguß, der über eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit verfügt. Die durchdachte Ventilation und Luftkühlung bewirkt eine hervorragende Kühlung des Schwungrades und der Kupplungsdruckplatte.

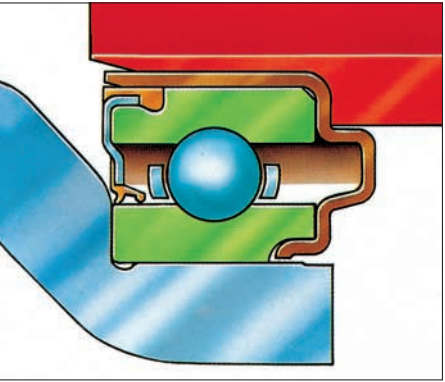


Bogenfeder:

Der Bogenfederdämpfer, bereits im Zweimassenschwungrad verwendet, ist in die DFC Einheit integriert. Das Feder-Dämpfungssystem muß zwei sich widersprechende Anforderungen erfüllen.

1. Im Normalbetrieb erzeugt die Ungleichförmigkeit des Motors nur geringe Arbeitswinkel im Dämpfer. In diesem Betriebsbereich werden zur optimalen Schwingungsdämpfung niedrige Federraten, verbunden mit geringer Dämpfung, benötigt.
2. Bei typischen Lastwechseln (z. B. Vollgasgeben) treten Lastwechselschwingungen auf, die in hohem Maße zur Geräuschbildung führen. Dieser Effekt kann nur mit einem Torsionsdämpfer bekämpft werden, der eine extrem niedrige Federrate und gleichzeitig eine hohe Dämpfung besitzt.

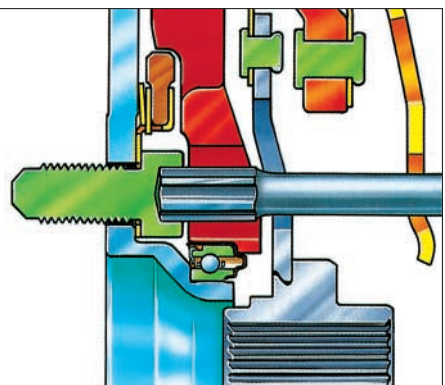
Der Bogenfederdämpfer löst diesen Widerspruch; d. h. bei großen Arbeitswinkeln bietet er bei sehr niedrigen Federraten eine hohe Dämpfung, gleichzeitig isoliert er perfekt Schwingungen durch niedrige Dämpfung und geeignete Federraten im normalen Fahrbetrieb.



Lager

Eine spezielle Lagerkonstruktion ermöglicht es, die Lagerung innerhalb der Kurbelwellenverschraubung anzuordnen. Das Lager (14) ist den Drehschwingungen des Motors permanent ausgesetzt, wobei keine weitere Relativbewegung zwischen Innen- und Außenring stattfindet. Gleichzeitig treten hohe Spitzentemperaturen auf. Diese Betriebsbedingungen stellen eine außergewöhnlich hohe Belastung für das Lager dar.

Die Lösung ist ein integriertes Lagerkonzept mit speziellen Dichtungen, die eine Schmierung über die gesamte Lebensdauer garantieren. Eine vorhandene Wärmeisolationsskappe hält auch höchsten Betriebstemperaturen stand.



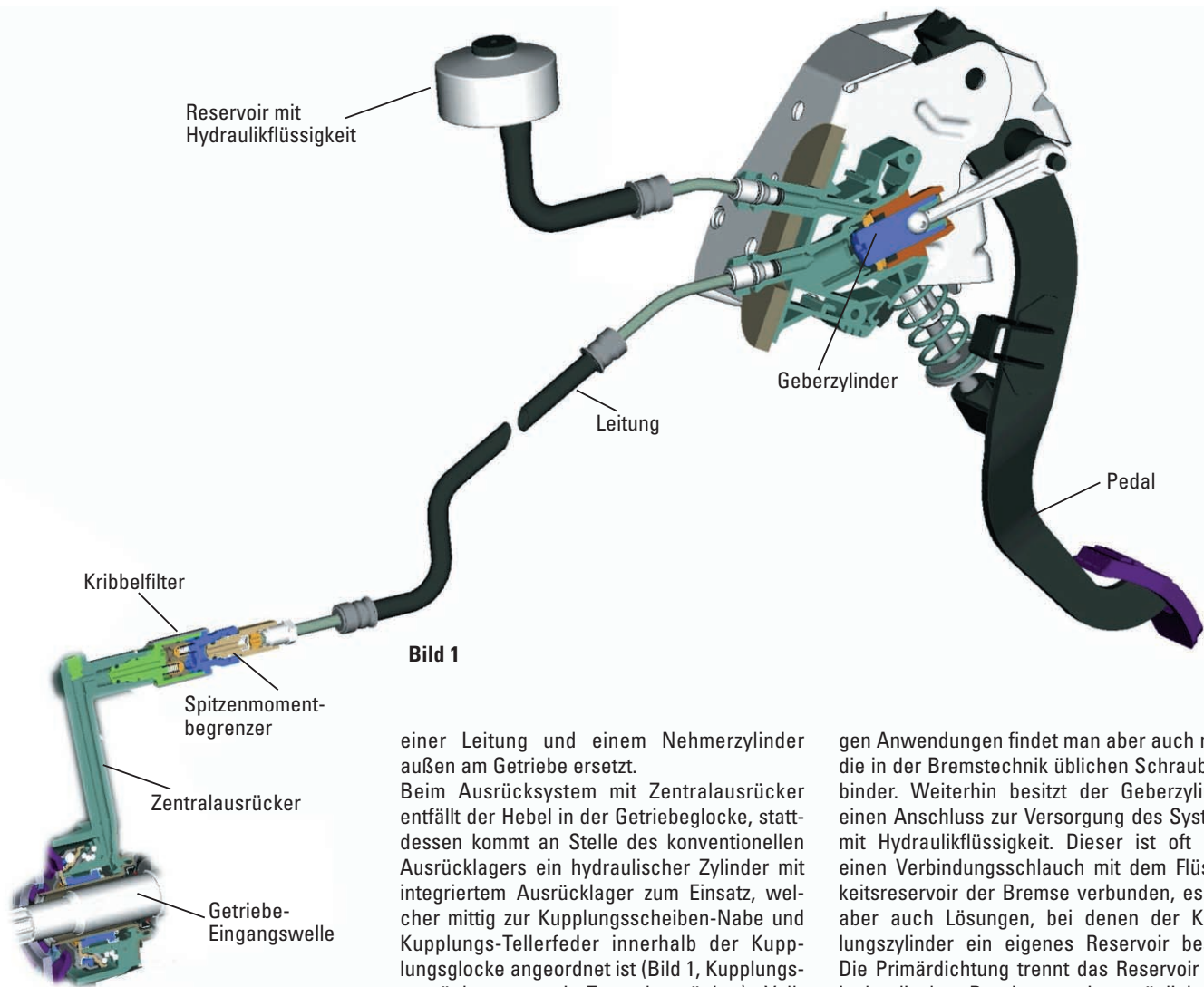
Montage und Logistik

Das DFC reduziert drastisch den Montageaufwand bei der Fahrzeugherstellung und auch im Werkstattbereich.

Die Kupplungsdruckplatte kann von der Einheit getrennt werden, um ggf. die Kupplungsscheibe auszutauschen (Verölung etc.).

Ein weiterer Vorteil liegt in der Teilezuordnung: alle Teile sind aufeinander abgestimmt und werden in der Regel komplett geliefert und ausgetauscht.

Die Typenvielfalt nimmt drastisch ab und somit auch der gesamte logistische Aufwand (Teilelager, Katalogzuordnung etc.).



Funktion

In Fahrzeugen mit fubettigter Einscheiben-trockenkupplung ist ein Mechanismus erforderlich, der die Kraftübertragung zwischen dem Pedal und der Kupplung ermöglicht. Die Realisierung dieser Funktion hat die Fahrzeugentwickler zu den unterschiedlichsten Lösungen angeregt. Ursprünglich wurden die Pedalkräfte über einen Seilzug vom Pedal zu einem Hebelmechanismus in der Kupplungs-glocke übertragen; über den Hebel und ein Ausrücklager wurde so die Kupplung betätigt. Der Marktanteil dieser Systeme ist inzwischen sehr stark zurückgegangen, da es in den immer enger werdenden Motorrumen zunehmend schwieriger ist, einen Seilzug in möglichst gerader Linie zwischen dem Pedal und dem Hebel zu verlegen. Enge Radien sind bei einem Seilzug nicht realisierbar, da dadurch die Reibung und der Verschleiß unzulässig stark ansteigen und der Komfort der Kupp-lungsbettigung beeinträchtigt wird. In modernen fubettigten Kupplungssystemen wird eine hydraulische Kupplungsbetätigung eingesetzt. Man unterscheidet prinzipiell zwei Systeme: Bei der sogenannten Semihydraulik wird der Seilzug durch eine hydraulische Strecke bestehend aus einem Geberzylinder am Pedal,

Bild 1

einer Leitung und einem Nehmerzylinder außen am Getriebe ersetzt. Beim Ausrücksystem mit Zentralausrcker entfällt der Hebel in der Getriebeglocke, stattdessen kommt an Stelle des konventionellen Ausrücklagers ein hydraulischer Zylinder mit integriertem Ausrücklager zum Einsatz, welcher mittig zur Kupplungsscheiben-Nabe und Kupplungs-Tellerfeder innerhalb der Kupp-lungsglocke angeordnet ist (Bild 1, Kupplungs-ausrcksystem mit Zentralausrcker). Voll-hydraulische Systeme besitzen aufgrund der geringen Teileanzahl den Vorteil einer einfachen Montage beim Fahrzeughersteller und die Verlegung der hydraulischen Leitung im Motorraum bietet ein hohes Maß an konstruktiver Flexibilität.

Aufbau und Funktion der einzelnen Komponenten:

Geberzylinder

Der Geberzylinder (Bild 2) besteht aus einem Gehäuse, einem Kolben mit der Kolbenstange und einer Anordnung aus zwei Dichtungen (Primär- und Sekundärdichtung). Er besitzt einen hydraulischen Anschluss für die Druck-leitung zum Nehmerzylinder; dieser ist meis-tens als Schnellverbinder ausgeführt, in eini-

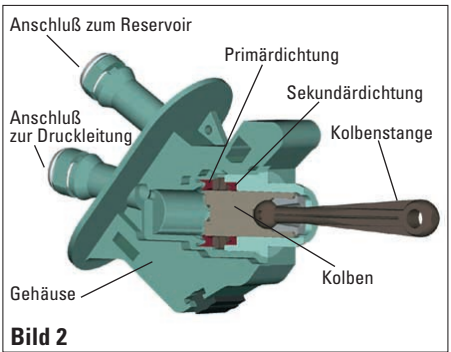


Bild 2

gen Anwendungen findet man aber auch noch die in der Bremstechnik üblichen Schraubver-binder. Weiterhin besitzt der Geberzylinder einen Anschluss zur Versorgung des Systems mit Hydraulikflüssigkeit. Dieser ist oft über einen Verbindungsschlauch mit dem Flüssig-keitsreservoir der Bremse verbunden, es gibt aber auch Lösungen, bei denen der Kupp-lungszylinder ein eigenes Reservoir besitzt. Die Primärdichtung trennt das Reservoir vom Druckaufbau zum Betätigen der Kupplung. Die Sekundärdichtung dichtet den Nieder-druckraum des Reservoirs gegen die Umge-bung ab. Bei entlastetem Pedal sorgt eine Feder am Pedal oder im Geberzylinder dafür, dass der Kolben vollständig zurückbewegt wird. In dieser Situation ist die Verbindung zwis-chen dem Reservoir und dem Druckraum geöffnet, auf diese Art und Weise kann in dem System eingeschlossene Luft entweichen und im Neuzustand lässt sich das System leichter befüllen.

Leitung

Die hydraulische Druckleitung ist den Brems-leitungen im Kraftfahrzeug nachempfunden und besteht in der Regel aus einem Schlauch und einer festen Verrohrung. Der Schlauch ist erforderlich, um Bewegungen zwischen dem Antriebsstrang und dem Chassis des Fahrzeu-ges auszugleichen. Bei der Verlegung der Lei-tung ist darauf zu achten, dass diese nicht mit anderen Bauteilen im Motorraum in Kontakt ist. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass die Verrohrung nicht beschädigt, geknickt oder durch Korrosion angegriffen wird. In zuneh-mendem Maße werden Leitungen aus Kunst-stoff eingesetzt. In diesem Fall muss zwingend darauf geachtet werden, dass die Leitung nicht in der Nähe von heißen Zonen (Turbo-lader, Auspuffkrümmer) verlegt wird.

Schwingungsdämpfer

In Kraftfahrzeugen kann es durch den Ver-brennungsprozess des Motors zu Schwin-gungsanregungen der Kupplung kommen, die sich durch das Ausrücksystem bis zum Pedal fortpflanzen. Der Fahrer sprft diese Schwin-gungen dann als unangenehmes Kribbeln am Fu oder hört sie als Geräusch. Zur Vermeidung der Schwingungsübertragung können Filterelemente in der Leitung eingesetzt werden. Dies sind entweder Membrandmpfer oder Kribbelfilter (Bild 3) mit zwei gegensinnig angeordneten Rückschlagventilen.

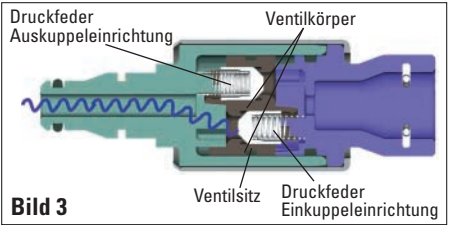
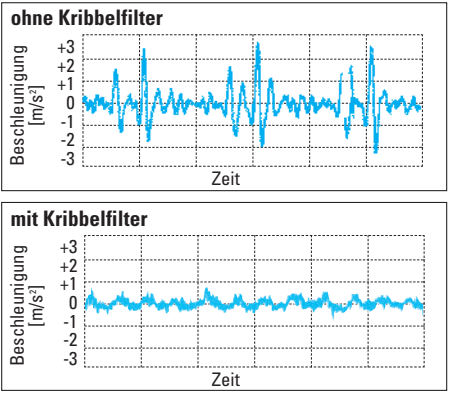


Bild 3

Schwingungen am Kupplungspedal



Spitzenmomentbegrenzer

Spitzenmomentbegrenzer (Bild 4) sind beweg-liche Blenden in der hydraulischen Leitung. Sie begrenzen den Volumenstrom nur während des Einkuppelns. Hierdurch soll eine über-lastung des Antriebsstranges bei schlag-artigem Einkuppeln durch Abrutschen vom Kupplungspedal verhindert werden. Spitzen-momentbegrenzer dürfen im Wartungsfall nicht aus dem hydraulischen System entfernt werden, da es ansonsten in der Folge zu Schäden am Getriebe, an den Antriebswellen oder am Zweimassenschwungrad kommen kann.

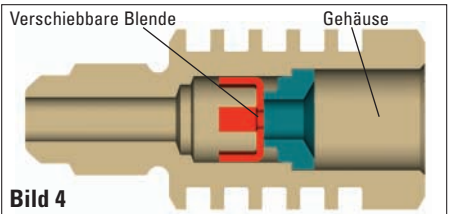
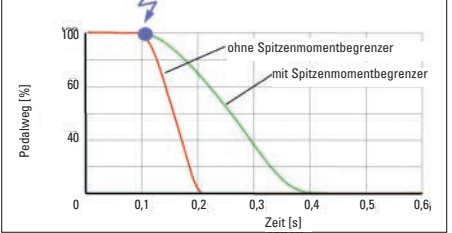


Bild 4

Abrutschen vom Kupplungspedal



Nehmerzylinder

In einem semihydraulischen System liegt der Nehmerzylinder meistens außerhalb der Getriebeglocke und dient zur Betätigung des Kupplungshebels (Bild 5). In diesem Fall besteht der Nehmerzylinder aus einem Gehäuse, dem Kolben mit Abdichtung, einer Vorlast-feder und einer Entlüfterschraube. Die Vorlast-

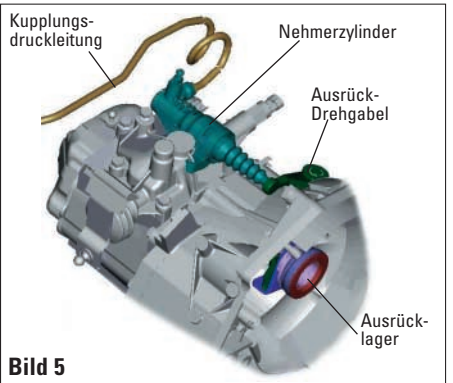


Bild 5

feder sorgt für eine permanente Vorlast des Ausrücklagers, damit dieses auch im druck-freien Zustand des Ausrcksystems mitdreht und störende Geräusche vermieden werden. Die Entlüftungsschraube erleichtert das Spülen des Systems im Wartungsfall. In einem System mit Zentralausrcker (Bild 6) ist das Ausrücklager direkt mit dem Kolben verbunden und über die integrierte Vorlastfe-der gegen die Tellerfederungen der Kupplung gespannt. Die Ausrckbewegung der Kupp-lung wird durch den hydraulischen Druck ein-geleitet, beim Einrücken schiebt die Tellerfeder der Kupplung den zentralen Kolben in die Aus-gangslage und die Flüssigkeit strömt zurück in den Geberzylinder. Durch den großen konstruktiv vorgesehenen Hub kann der Nehmer-zylinder Toleranzen beim Einbau und Kupp-lungverschlei ausgleichen.

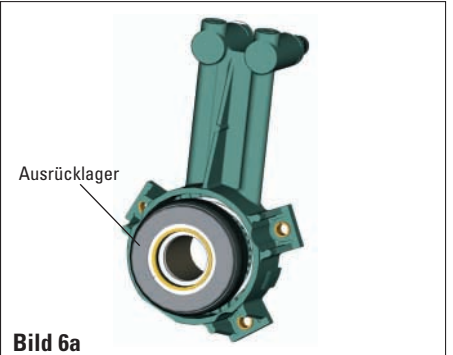


Bild 6a

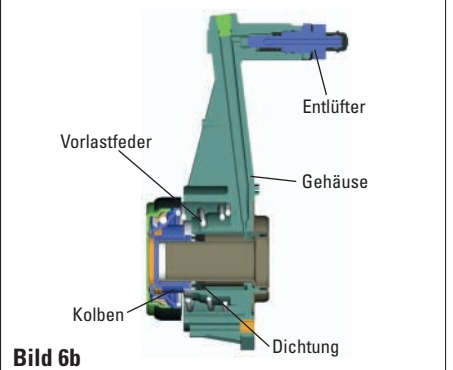


Bild 6b

Hydraulikflüssigkeit

Wenn nichts anderes vom Fahrzeughersteller angegeben ist, arbeiten die hydraulischen Systeme mit Bremsflüssigkeit. Bei Ausliefe-rung des Fahrzeuges ist das System bereits werksseitig gefllt. Durch den Einsatz im Fahr-zeug reichert sich die Bremsflüssigkeit mit Wasser an und der Siedepunkt sinkt ab. Im Extremfall kann es dadurch bei sommerlichen Temperaturen zu Dampfblasenbildung im Neh-merzylinder kommen, dies kann zu Problemen beim Auskuppeln führen. Zur Vorbeugung ist es notwendig, die Bremsflüssigkeit minde-stens alle zwei bis drei Jahre auszutauschen. Bei der Wahl der Ersatzflüssigkeit ist den Emp-fehlungen des jeweiligen Fahrzeugherstellers dringend Folge zu leisten, da ansonsten Schäden an den Dichtungen oder Geräuschbildung am Geberzylinder nicht auszuschließen sind.

Die Wartung eines hydraulischen Ausrck-systems beschränkt sich im Normalfall auf den Tausch der Bremsflüssigkeit. Gut ausgestat-tete Werkstätten verfügen zu diesem Zweck über Befllgerte, die einen schnellen und sauberen Austausch erlauben. Steht kein Gerät zur Verfügung, kann ähnlich wie bei der Bremse eine Neubefüllung durch Pumpen am Pedal und synchrones ffnen und Schließen der Entlüfterschraube vorgenommen werden. Damit der Spülvorgang möglichst vollständig erfolgt und keine Luftblasen in das System ein-getragen werden, sollte auch in diesem Fall auf die spezifischen Empfehlungen der Fahr-zeughersteller zurückgegriffen werden.

Sauberkeit ist bei allen Arbeiten an einem hydraulischen System unabdingbar. Bereits kleinste Verunreinigungen durch Schmutzpar-tikel können zu Undichtigkeit und Fehlfunk-tionen führen. Bei Systemen, die für Brems-flüssigkeit vorgesehen sind, darf keinesfalls Mineralöl in das Innere gelangen. Ein Nachbe-fetten der Zylinder oder der Konnektoren ist aus diesem Grund auch zu unterlassen. Selbst kleinste Mengen von Mineralöl können zur Zerstörung der Dichtungen führen. Bei Kupplungssystemen, die ein gemeinsames Reservoir mit der Bremse haben, besteht durchaus die Gefahr, dass eine Kontamination in der Bremsanlage verschleppt werden kann.

Beim Austausch der Kupplung sollte der Zen-tralausrcker visuell begutachtet werden. Bei Anzeichen einer Leckage, extremer Wärme-einwirkung, Schwergängigkeit des Lagers oder der Hydraulik und bei fortgeschrittenem Verschleiß des Lagerringes zur Tellerfeder sollte der Zentralausrcker ebenfalls ausgetauscht werden.

Vorteile der hydraulischen Ausrücksysteme:

- Flexibilität bei der Verlegung der Leitung
- Guter Bettigungskomfort durch geringe Reibung
- Vibrations- und geruschoptimiert
- Einfache Montage und Wartung
- Integrierte Verschleißnachstellung