

feder (4) gedrückt, bis der äußere Rand der Tellerfeder kippt. Die Anpressplatte (3) unterliegt nicht mehr dem Tellerfederdruck und wird von den Tangentialblattfedern (5) zurückgezogen.

Somit ist die Kupplungsscheibe (8) freigegeben und die Drehmomentübertragung vom Motor zum Getriebe unterbrochen.

## 1.4 Komponenten des Kupplungsaggregates

### 1.4.1 Schwungscheibe

Durch den ungleichförmigen Verbrennungsprozess im Motor ergibt sich zwangsläufig ein unrunder Motorlauf.

Das Schwungrad bzw. die Schwungscheibe dient in diesem Zusammenhang als Energiespeicher und gleicht die Ungleichförmigkeiten des Motors weitgehend aus.

Je größer das Massenträgheitsmoment der Schwungscheibe ist, umso gleichmäßiger läuft der Motor.

Im Hinblick auf das Kupplungsaggregat stellt die Schwungscheibe eine der beiden Gegenreibflächen der Kupplungsscheibe dar. Sie muss so ausgelegt sein, dass sie die beim Einkuppelvorgang entstehende Reibungswärme aufnehmen und auch bestmöglich abführen kann.

Da sie einen entscheidenden Einfluss auf Rupfneigung, Anfahr- und Verschleißverhalten hat, ist die Materialauswahl von großer Bedeutung.

Als geeignete Gegenreibfläche zu den Belagmaterialien der Kupplungsscheibe mit entsprechend guter Wärmeleitfähigkeit hat sich Grauguss GG 25 bewährt. Nur bei Fahrzeugen mit hochdrehenden Motoren wird hochwertigerer Sphäroguss GGG 50 oder GGG 60 verwendet.

Von den Ausführungsvarianten her unterscheidet man zwischen **Topfschwungrad** (Bild A1.3a) und **Flachschwungrad** (Bild A1.3b).

Während ein Flachschwungrad einfach zu bearbeiten und kostengünstig herzustellen ist, verfügt das Topfschwungrad über ein hohes Trägheitsmoment, relativ geringes Gewicht und schützt die Kupplungsglocke bei Berstschäden der Anpressplatte. Zur Abfuhr von Belagabrieb und zur besseren Kühlung ist es mit Bohrungen versehen.



*Bei einem Kupplungswechsel ist auf die einwandfreie Beschaffenheit der Schwungrad-Reibfläche zu achten. Bei Riefen oder Hitzebeulen ist sie unbedingt nachzuarbeiten. Hierbei darf das vom Hersteller vorgeschriebene Bearbeitungsmaß wegen der Mindestmaterialstärke des Schwungrades nicht überschritten werden.*

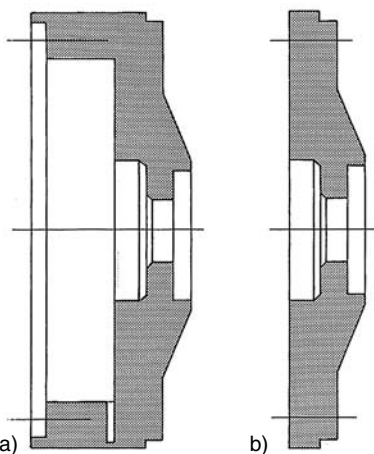


Bild A1.3  
Ausführungsvarianten von  
Schwungrädern: Topfschwungrad  
und Flachschwungrad

Bei Topf- und Flachschwungrädern ist die Anschraubfläche der Kupplungsdruckplatte um den gleichen Betrag nachzusetzen, wie die Reibfläche abgetragen wurde. Bei Nichtbeachtung verschiebt sich der Betriebspunkt der Kupplung, was zu Rutschen oder einer Verkürzung der Lebensdauer führt.

### 1.4.2 Pilotlager

Obwohl das Pilot- oder Führungslager (Bild A1.4) nicht in direktem Zusammenhang mit der Kupplung steht, sei es der Vollständigkeit halber hier erwähnt, denn es hat auf die einwandfreie Funktion der Kupplung einen erheblichen Einfluss.

Das im Schwungrad mittig platzierte Pilotlager ist üblicherweise als Nadellager ausgeführt und nimmt die Getriebeeingangswelle auf.

Ein beschädigtes, nicht mehr frei rotierendes Pilotlager verursacht Trennprobleme, da bei betätigter Kupplung die Getriebewelle weiter mit Motordrehzahl rotieren muss. Die Gänge lassen sich nicht oder nur kratzend einlegen.



Bei einer Kupplungsreparatur ist daher auch dem Pilotlager die erforderliche Sorgfalt zu widmen. Im Zweifelsfalle ist es unbedingt zu erneuern.

Fahrzeuge ohne Pilotlager verfügen meist über eine stark dimensionierte Getriebeeingangswelle mit entsprechend steifer Lagerung.

### 1.4.3 Kupplungsscheibe

Als Reibpartner zwischen Schwungscheibe und Anpressplatte dient die Kupplungsscheibe (Bild A1.5). Durch sie wird das vom Motor abgegebene Drehmoment auf die Getriebeeingangswelle übertragen. Weiterhin muss sie ein weiches, rupffreies Anfahren und schnelles Schalten ermöglichen sowie die Drehmomentschwankungen des Motors vom Antriebsstrang fernhalten.

Eine Kupplungsscheibe setzt sich im wesentlichen aus vier Komponenten zusammen:

- Reibbeläge,
- Belagfederung,
- Torsionsdämpfer und
- Nabe.

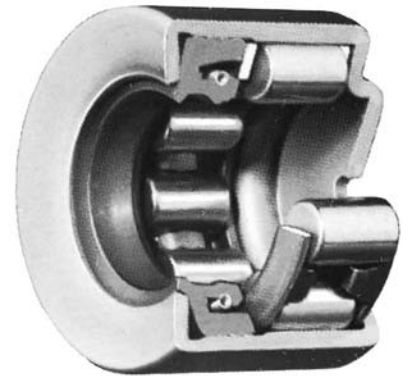


Bild A1.4  
Pilot- oder Kupplungsführungslager, Ausführung BK

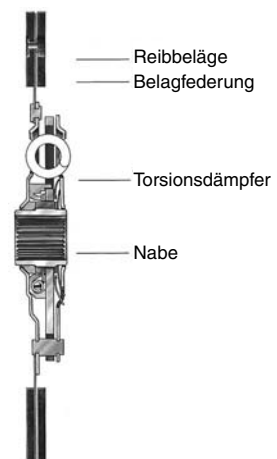


Bild A1.5  
Torsionsgedämpfte Standardkupplungsscheibe mit Belagfederung für Pkw  
(Quelle: Fa. LuK)

## 1.2 Aufbau mechanischer Schaltgetriebe

### Getriebebauarten

Am Kraftfahrzeug werden unterschieden:

- gleichachsige Getriebe und
- ungleichachsige Getriebe.

Sie können ausgeführt sein als:

- Schieberadgetriebe (veraltet),
- Allklauengetriebe (Aphongetriebe),
- Synchrongetriebe,
- Automatikgetriebe.

Automatikgetriebe sind immer gleichachsige Getriebe.

Bild B1.17

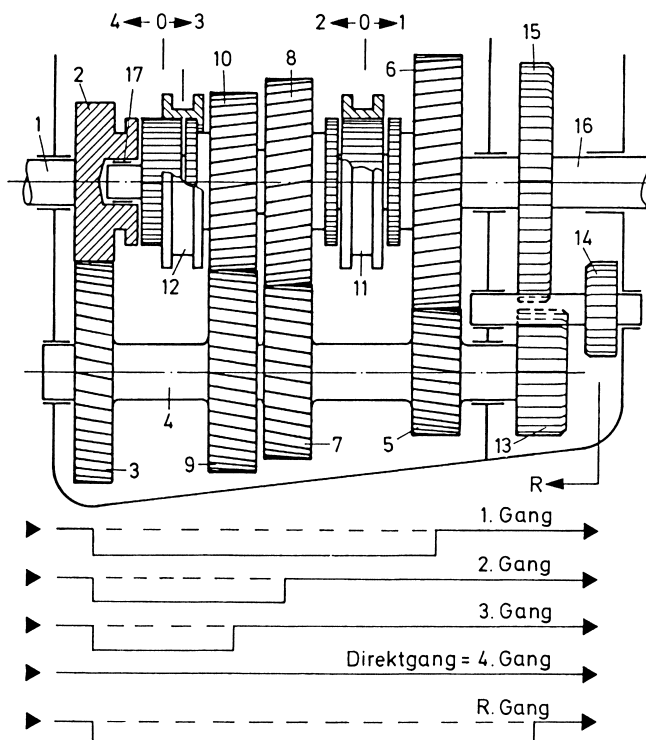
Aufbau und Wirkungsweise eines gleichachsigen Vierganggetriebes (Direktgetriebe)

- 1 Antriebswelle mit Abtriebszahnrad;
- 2, 3 Antriebsrad der Vorlegewelle;
- 4, 5 bis 6 Zahnradstufe für 1. Gang;
- 7, 8 Zahnradstufe für 2. Gang;
- 9, 10 Zahnradstufe für 3. Gang;
- 11 Schaltmuffe für 1. und 2. Gang;
- 12 Schaltmuffe für 3. und 4. Gang;
- 13 Antriebsrad für Rückwärtsgang;
- 14 verschiebbares Rücklaufrad;
- 15 Festrad für Rückwärtsgang;
- 16 Getriebehauptwelle;
- 17 Nadellager zur Lagerung der Getriebehauptwelle in der Antriebswelle.

Die Räder 6, 8 und 10 sind die Gang- oder Losräder, die – meist in Nadellagern – auf der Getriebehauptwelle lose (frei drehbar) gelagert sind. Beim Schalten werden sie formschlüssig (drehfest) mit der Getriebehauptwelle verbunden. Festräder sind die Räder, die mit der zugehörigen Welle unlösbar verbunden sind: die Räder 2, 3, 5, 7, 9, 13 und 15.

### 1.2.1 Gleichachsige Getriebe

Antrieb und Abtrieb liegen in der gleichen Achse (Mittellinie; Bild B1.17). Die Ausgangsdrehrichtung des Getriebes ist gleich der Eingangsrichtung. Das Getriebe hat drei Wellen:



- Antriebswelle (1),
- Vorgelege- oder Getriebenebenwelle (4) und
- Getriebehauptwelle (16).

Gleichachsige Getriebe werden in Fahrzeugen mit Standardantrieb eingebaut, z.B. BMW, Daimler-Chrysler oder Nutzfahrzeuge.

Der Rückwärtsgang wird durch ein verschiebbares Rücklaufrad (14) geschaltet.

In allen Vorwärtsgängen, außer dem Direktgang, erfolgt der Kraftfluss über zwei *Zahnradstufen* = vier Zahnräder. (Mit Zahnradstufe bezeichnet man zwei in Eingriff befindliche Zahnräder.)

Alle *Schaltvorgänge* für die *Vorwärtsgänge* erfolgen stets auf der Getriebehauptwelle.

Der Kraftfluss in den einzelnen Gängen ist aus dem Kraftfluss-Schema, unter dem Getriebe abgebildet, ersichtlich.

Im Bild ist der 3. Gang eingelegt. Der Kraftfluss erfolgt von der Antriebswelle (1) über deren Zahnrad (2) und das Zahnrad (3) auf die Vorgelegewelle (4), von dieser über das Festrad (9) auf das Gang- oder Losrad (10), das durch seine Mitnehmerverzahnung über die Schaltmuffe (12) und deren Nabe, den Synchronkörper, mit der Getriebehauptwelle (16) drehfest verbunden ist. In allen Vorwärtsgängen außer dem 4., dem direkten Gang, erfolgt der Kraftfluss zunächst über die Zahnradstufe, gebildet aus den Zahnrädern (2 und 3), auf die Vorgelegewelle (4). Man bezeichnet diese Zahnradstufe daher auch als *Zahnradkonstante*. Im 4. Gang, dem **direkten** Gang, erfolgt der Kraftfluss von der Antriebswelle (1) direkt auf die Getriebehauptwelle (16). In Bild B1.18 ist der Kraftfluss im direkten Gang deutlich dargestellt. Bei laufendem Motor und nicht betätigter Kupplung drehen sich sämtliche Zahnräder des Getriebes, außer dem verschiebbaren Rücklaufrad und dem Festrad (15), auch im Leerlauf des Getriebes.

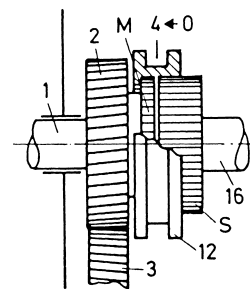
### Gleichachsiges Fünfganggetriebe

Zwei Arten werden unterschieden:

**Fünfgang-Direktgetriebe:** Der 5. Gang ist der direkte Gang. Bild B1.19 zeigt das Fünfgang-Direktgetriebe des Porsche 928 schematisch. (Das Rücklaufrad ist nicht gezeichnet.) Den Kraftfluss in den einzelnen Gängen vermittelt das Kraftfluss-Schema unter dem Getriebebild.

**Fünfganggetriebe**, bei dem der 4. Gang der direkte, der 5. Gang eine Übersetzung etwas ins Schnelle ist. Die Ausgangsdrehzahl ist im 5. Gang höher als die Eingangsdrehzahl (Bild B1.20).

Die Getriebe der Bilder B1.17, B1.19 und B1.20 stellen sowohl Allklauen- als auch Synchrongetriebe dar. (Die Synchronisierung ist



*Bild B1.18  
Kraftfluss im direkten Gang. Der Kraftfluss erfolgt von der Antriebswelle (1), deren Festrad (2) über dessen Mitnehmerverzahnung (M) auf die Schaltmuffe (12); von dieser über deren Nabe, den Synchronkörper (S), direkt auf die Getriebehauptwelle (16).*

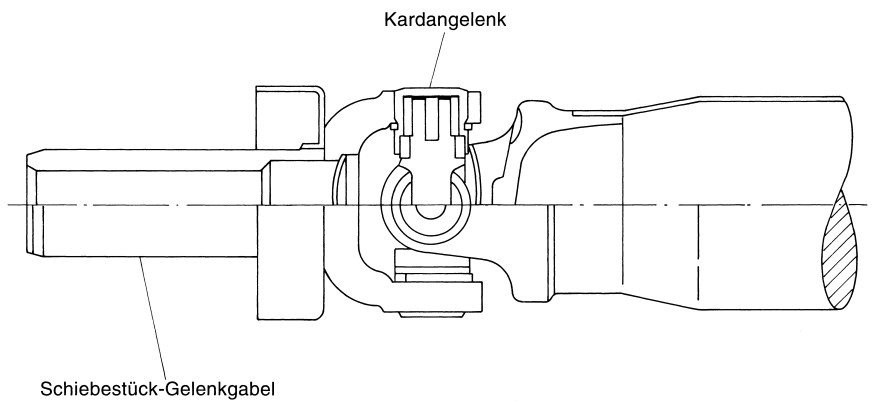
Gewicht, Kosten, Geräusch- und Crashverhalten sind durch die entsprechende Materialauswahl variierbar und auf den beabsichtigten Einsatzzweck abzustimmen.

## 2.1 Aufbau der Längswelle

Bei den heutigen Kraftfahrzeugen sind die Längswellen meist mit zwei oder drei Gelenken ausgeführt.

Bei Bild C2.3 handelt es sich um eine einteilige Kardanwelle. Wichtig hierbei ist es, dass beide Gelenkgabeln der Welle in einer Ebene liegen.

Bild C2.3  
Einteilige Kardanwelle  
(Quelle: Toyota)



Bei einem Versatz der Gelenkgabeln um  $90^\circ$  erreicht die Drehbewegung ihre größtmögliche Ungleichförmigkeit.

## 2.2 Längswelle mit zwei Gelenken

Die relativ große Gesamtlänge einer Längswelle kann bei hohen Drehzahlen schnell zu Durchbiegungserscheinungen und somit zur Unwucht führen. Daher sind bei diesen Längswellentypen (Bild C2.4) die Anforderungen beim Wuchten besonders hoch.

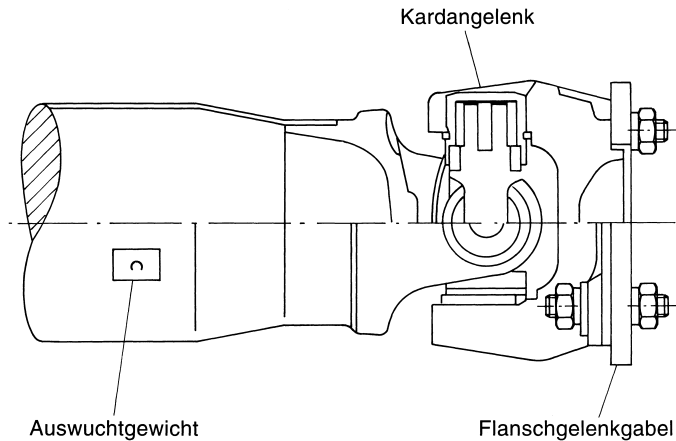


Bild C2.4  
Standard-Gelenkwelle mit zwei  
Kreuzgelenken (Quelle: Toyota)

### 2.3 Längswelle mit drei Gelenken

Bei Längswellen mit drei Gelenken (Bild C2.5) werden die unter Abschnitt 2.2 beschriebenen möglichen negativen Auswirkungen weitgehend vermieden. Aufgrund der kürzeren Wellenlängen treten Unwucht und Schwingungen nur vermindert und innerhalb akzeptabler Grenzen auf.

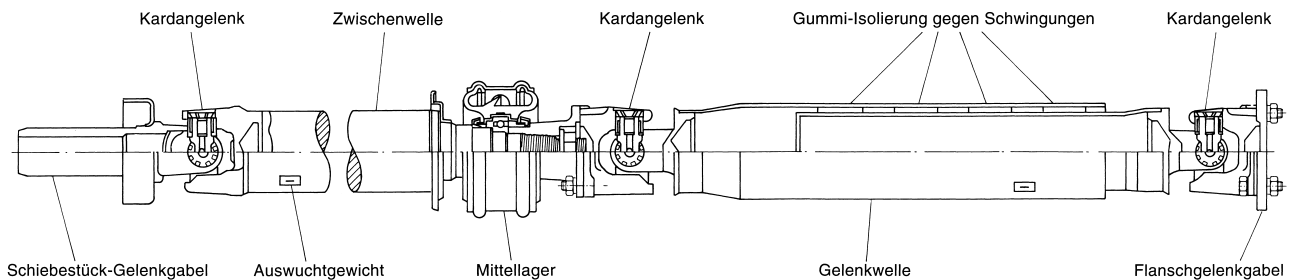


Bild C2.5  
Längswelle mit drei Gelenken und  
Mittellager (Quelle: Toyota)

### 2.4 Montage von Längswellen

Bei der Montage der Längswellen (Bild C2.6) ist unbedingt auf die richtige Positionierung und Zuordnung der Kreuzgelenke zu achten, sonst können aus der daraus resultierenden Unwucht Geräusche und Schwingungen entstehen.

Die vorderen, ggf. mittleren und hinteren Gabelflansche müssen immer in der gleichen Position zueinander angeordnet sein.

Bei einigen Kardanwellen geben Markierungspfeile die richtige Ebene an.