



# Zweimassenschwungrad

## Technik

### Schadensdiagnose



	Seite
1. Historie	4 – 5
2. Zweimassenschwungrad – ZMS	6 – 7
2.1. Warum ZMS?	6
2.2. Aufbau	6
2.3. Funktion	7
3. Bauteile des ZMS	8 – 17
3.1. Primärschwungscheibe	8
3.2. Sekundärschwungscheibe	9
3.3. Lager	10
3.4. Flansch	12
3.5. Reibsteuerscheibe	13
3.6. Bogenfedern	14
3.7. ZMS Sonderformen	16
4. ZMS Schadensdiagnose	18 – 27
4.1. Allgemeine Hinweise	18
4.2. Geräusche	19
4.3. Chiptuning	20
4.4. Sichtprüfung/Schadensbilder	21

# Vom klassischen Torsionsdämpfer zum Zweimassenschwungrad



Die rasante Entwicklung in der Fahrzeugtechnik hat in den letzten Jahrzehnten immer leistungsstärkere Motoren hervorgebracht – und gleichzeitig ist der Qualitätsanspruch der Autofahrer immer weiter gestiegen. Durch die Gewichtsreduzierung der Fahrzeuge und die im Windkanal optimierten Karosserien sind nun aufgrund geringerer Windgeräusche andere Geräuschquellen wahrnehmbar. Aber auch Magerkonzepte und extrem niedertourig fahrbare Motoren, oder neue Getriebegenerationen mit dünnflüssigen Ölen tragen hierzu bei.

Mitte der 80er Jahre stieß die jahrzehntelange Weiterentwicklung des klassischen Torsionsdämpfers in der Kupplungsscheibe an ihre technischen Grenzen. Stetig weitergestiegene Motorleistungen und die damit ebenfalls gestiegenen Motordrehmomente – bei gleichem oder gar kleinerem Bauraum – konnten nicht mehr in ausreichendem Maße abgefangen werden.

Umfangreiche Entwicklungsarbeiten bei LuK resultierten in einer einfachen, aber sehr wirkungsvollen Lösung – dem Zweimassenschwungrad (ZMS) – ein damals neuartiges Torsionsdämpferkonzept für den Antriebsstrang.

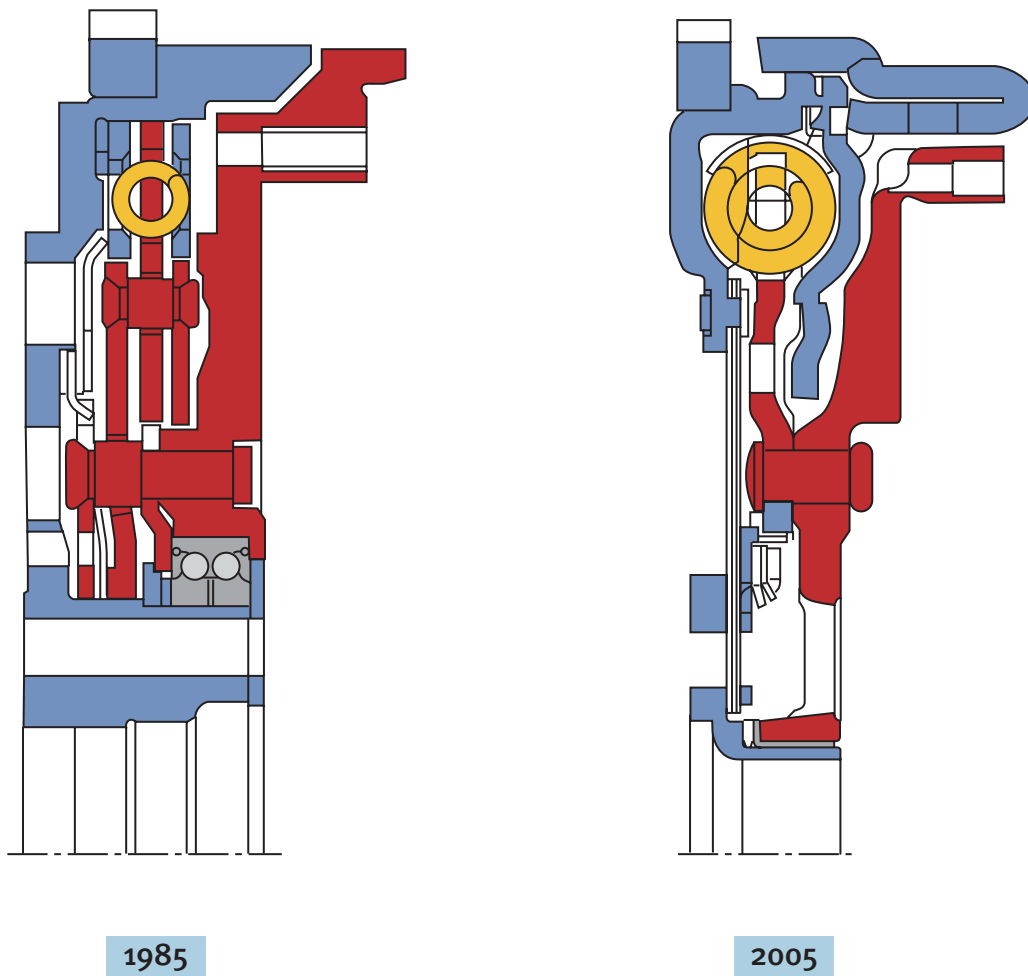


# 1. Historie

Die ZMS der 1. Generation enthielten Federkonfigurationen wie bei konventionellen Torsionsdämpfern, bei denen die Druckfedern radial weit innen angeordnet waren und deshalb nur ein geringes Federvolumen zur Verfügung stand. Die Schwingungsisolierung von 6-Zylinder Motoren war damit gewährleistet, da diese eine niedrigere Resonanzdrehzahl haben.

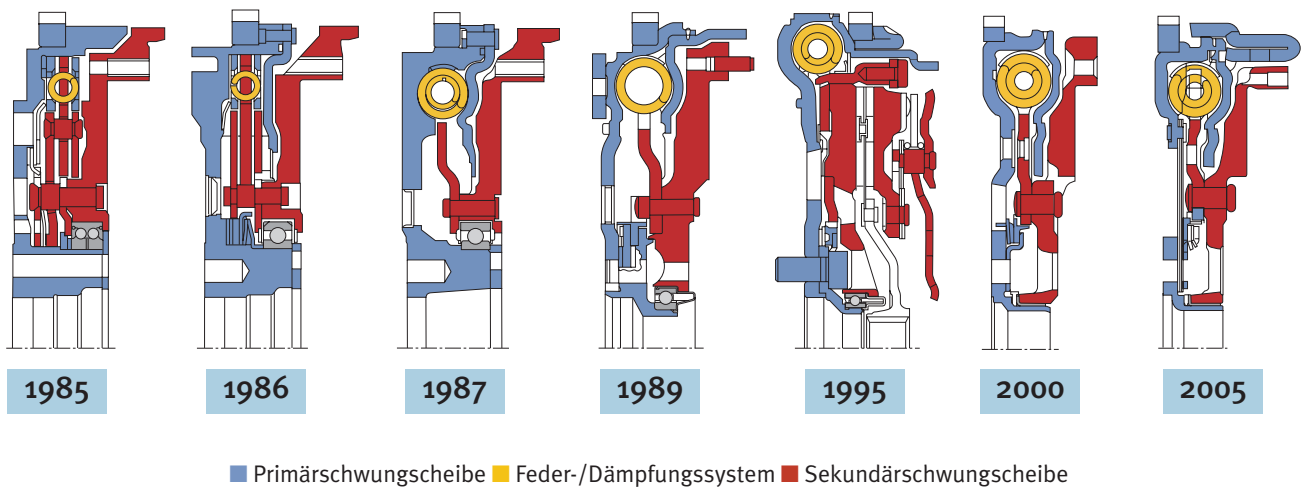
4-Zylinder Motoren haben jedoch eine höhere Ungleichförmigkeit und höher liegende Resonanzdrehzahlen. Durch Verlagerung der Federn nach außen und Verwendung von großem Druckfederdurchmesser konnte die Dämpferkapazität bei gleichem ZMS-Bauraum vervielfacht werden.

## Schematische Darstellung ZMS



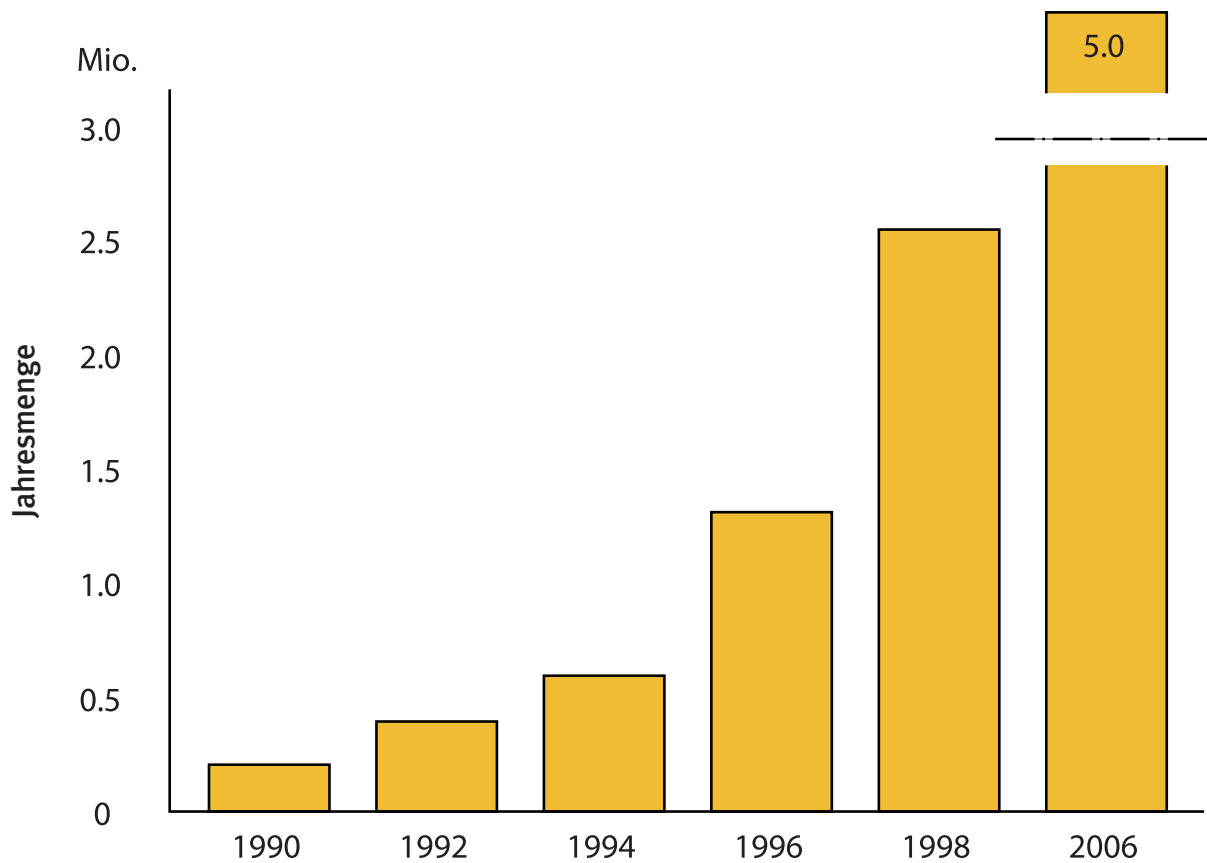
■ Primärschwingscheibe ■ Feder-/Dämpfungssystem ■ Sekundärschwingscheibe

## ZMS im Wandel der Zeit



## Entwicklung der Absatzmengen von 1990 bis 2006

Heute produziert LuK mehr als  
5.000.000 ZMS pro Jahr





## 2. Zweimassenschwungrad – ZMS

### 2.1 Warum ZMS?

Durch die periodischen Verbrennungsvorgänge eines Hubkolbenmotors werden Drehschwingungen im Antriebsstrang angeregt. Die dabei angeregten Geräusche und Vibrationen, wie Getrieberasseln, Karosseriedröhnen und Lastwechselschwingen, führen in der Folge zu Einbußen an Geräusch- und Fahrkomfort.

Zielsetzung bei der Entwicklung des Zweimassenschwungrades war daher, die an der Drehmasse des Motors erzeugten Drehschwingungen möglichst weitgehend vom restlichen Antriebsstrang abzukoppeln.

Das Zweimassenschwungrad nimmt die Drehschwingungen mit seinem integrierten Feder-/Dämpfungssystem auf und absorbiert diese nahezu vollständig.

Das Resultat ist eine sehr gute Schwingungsisolierung.



### 2.2 Aufbau

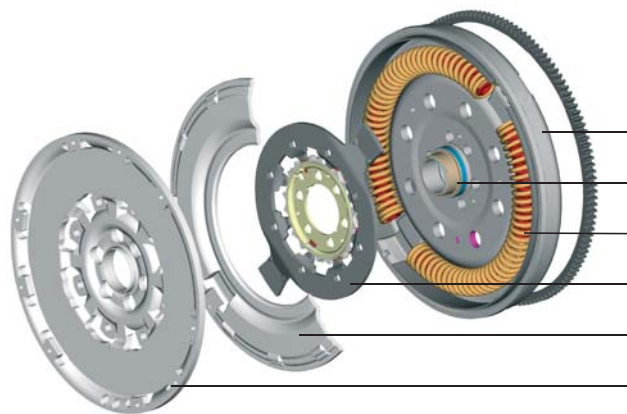
Ein Standard-Zweimassenschwungrad besteht aus der Primärschwunghälfte (1) und der Sekundärschwunghälfte (6).

Die beiden entkoppelten Schwunghälften sind über ein Feder-/Dämpfungssystem miteinander verbunden und über ein Rillenkugellager oder ein Gleitlager (2) gegeneinander verdrehbar gelagert.

Die dem Motor zugeordnete Primärschwunghälfte mit Anlasserzahnkranz wird fest mit der Kurbelwelle verschraubt. Sie umschließt zusammen mit dem Primärdeckel (5) einen Hohlraum, der den Federkanal bildet.

Das Feder-/Dämpfungssystem besteht aus den Bogenfedern (3). Sie liegen in Gleitschalen im Federkanal und erfüllen die Anforderungen an einen „idealen“ Torsionsdämpfer mit geringstem Aufwand.

Die Gleitschalen gewährleisten eine gute Führung und eine Fettfüllung im Federkanal verringert die Reibung zwischen Bogenfeder und Gleitschale.



Standard-Zweimassenschwungrad

1. Primärschwunghälfte
2. Gleitlager
3. Bogenfedern
4. Flansch
5. Primärdeckel (Schnitt)
6. Sekundärschwunghälfte

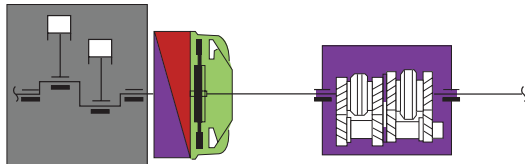
Die Übertragung des Motordrehmomentes erfolgt über den Flansch (4). Der Flansch ist mit der Sekundärschwunghälfte vernietet und greift mit seinen Flanschflügeln zwischen die Bogenfedern ein.

Die Sekundärschwunghälfte erhöht das Massenträgheitsmoment auf der Getriebeseite. Zur besseren Wärmeabfuhr ist sie mit Lüftungsschlitzen versehen. Da sich das Feder-/Dämpfungssystem im ZMS befindet, wird als Kupplungsscheibe in der Regel eine starre Ausführung ohne Torsionsdämpfer eingesetzt.

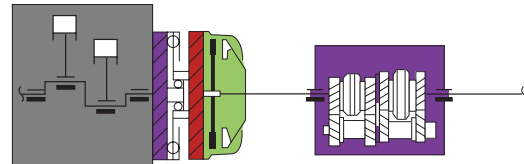
## 2.3 Funktion

Das Grundprinzip des ZMS ist einfach und effizient. Mit der Zusatzmasse auf der Getriebeeingangswelle wird die Resonanzstelle, die bei den ursprünglichen Torsionsdämpfern zwischen 1.200 U/min und 2.400 U/min liegt, hin zu geringeren Drehzahlen verschoben. Damit liegt bereits ab Leerlaufdrehzahl eine hervorragende Schwingungsisolierung vor.

mit konventionellem Schwungrad

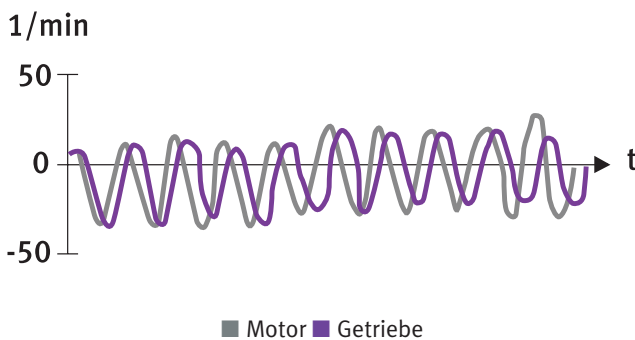


mit Zweimassenschwungrad

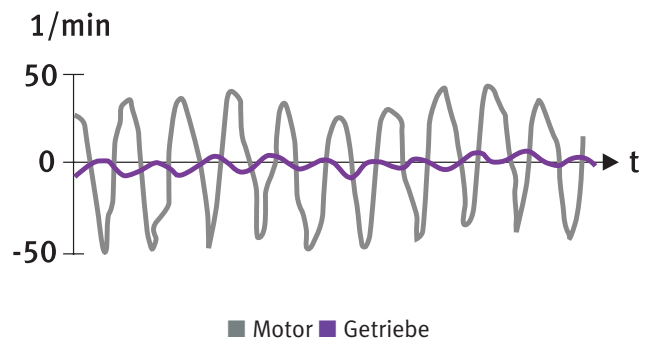


■ Motor ■ Kupplung ■ Getriebe □ Torsionsdämpfer ■ Primärschwungmasse ■ Sekundärschwungmasse

## Übertragung von Drehschwingungen



**Mit konventionellem Schwungrad:** 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).

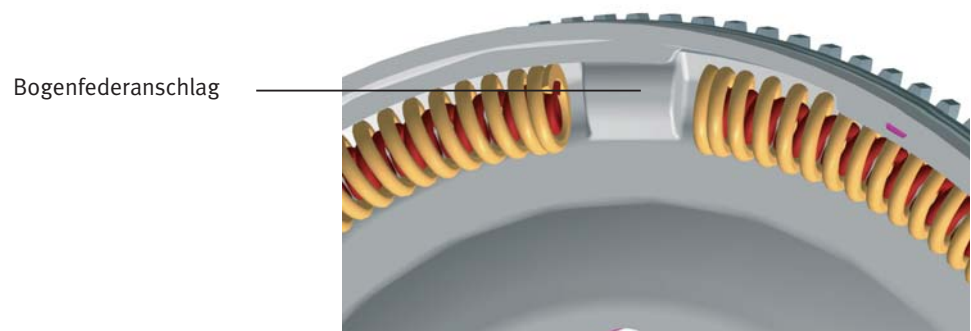
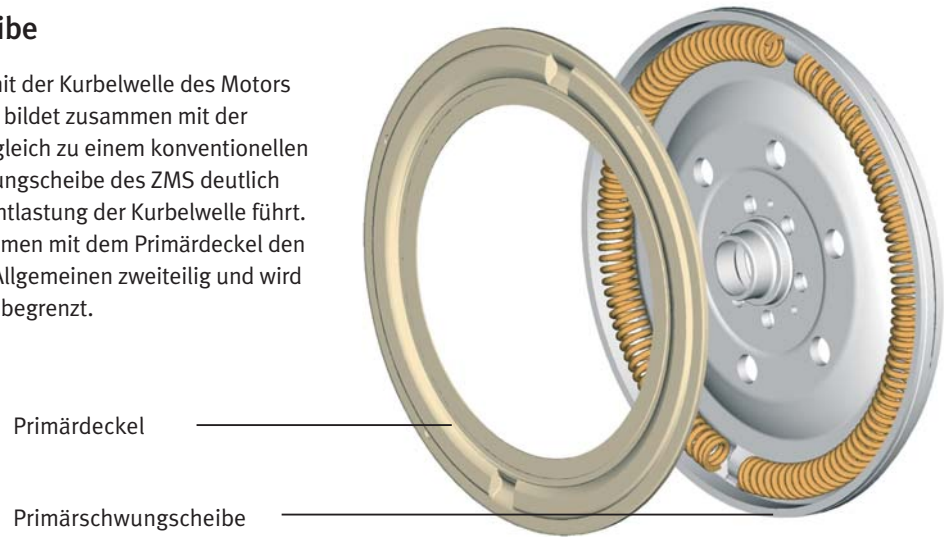


**Mit Zweimassenschwungrad:** Durch den Einsatz eines ZMS hingegen werden die vom Motor eingeleiteten Drehschwingungen durch das Feder-/Dämpfungssystem herausgefiltert, die Getriebekomponenten werden nicht von ihnen beaufschlagt – es rasselt nicht, die Komfortexpectungen des Autofahrers werden in vollem Umfang erfüllt!

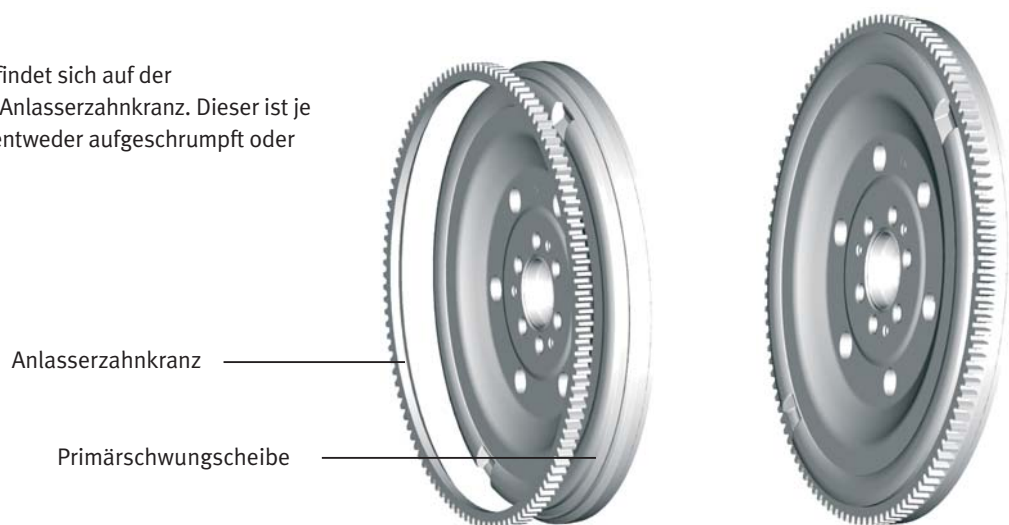
## 3. Bauteile des ZMS

### 3.1 Primärschwungscheibe

Die Primärschwungscheibe ist mit der Kurbelwelle des Motors verbunden. Ihre Massenträgheit bildet zusammen mit der Kurbelwelle eine Einheit. Im Vergleich zu einem konventionellen Schwungrad ist die Primärschwungscheibe des ZMS deutlich biegeelastischer, was zu einer Entlastung der Kurbelwelle führt. Darüber hinaus bildet sie zusammen mit dem Primärdeckel den Bogenfederkanal. Dieser ist im Allgemeinen zweiteilig und wird durch die Bogenfederanschlüge begrenzt.



Zum Starten des Motors befindet sich auf der Primärschwungscheibe der Anlasserzahnkranz. Dieser ist je nach Ausführung des ZMS entweder aufgeschraubt oder angeschweißt.

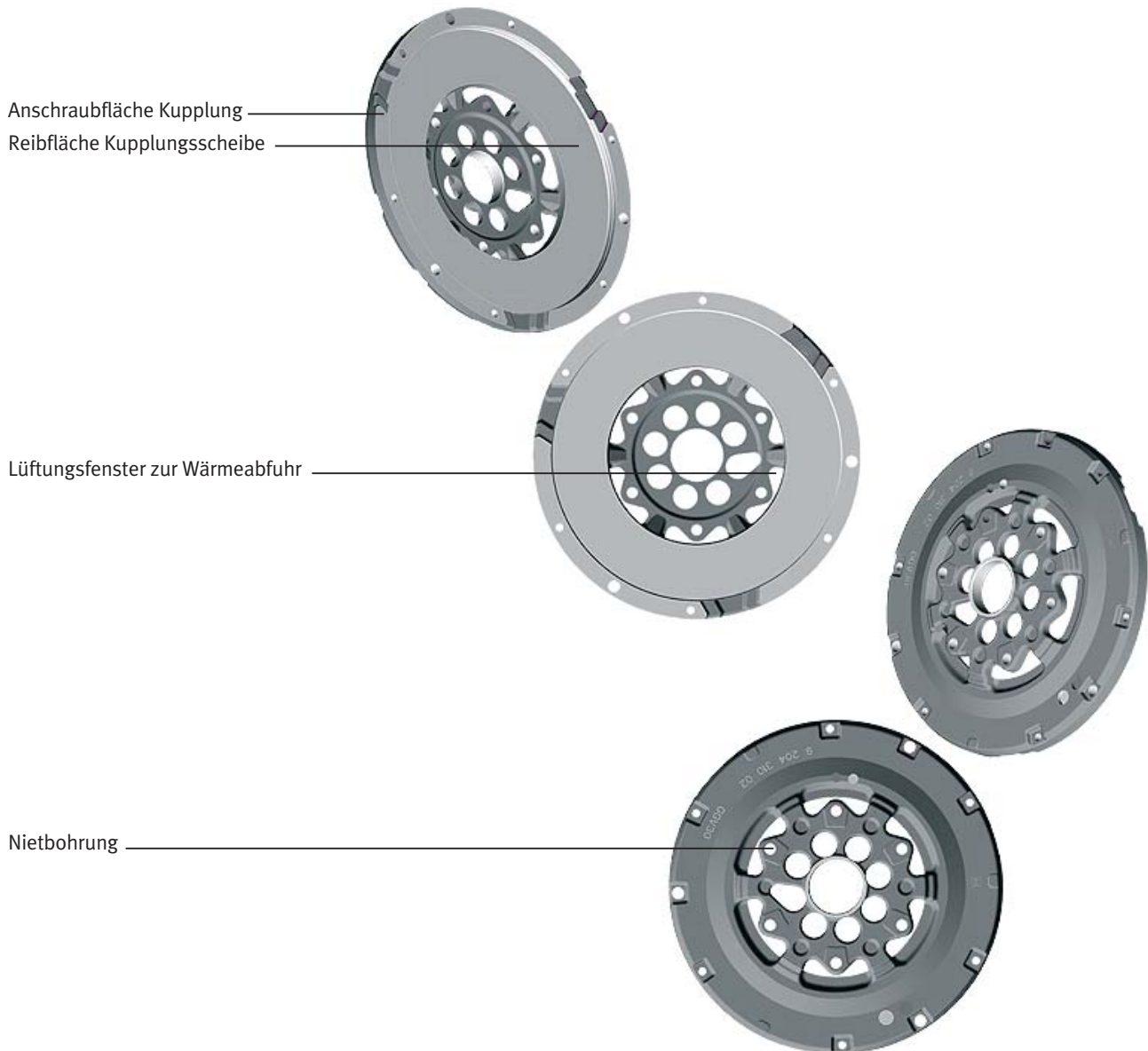




### 3.2 Sekundärschwungscheibe

Die Sekundärschwungscheibe bildet die getriebeseitige Anbindung des ZMS an den Antriebsstrang. Im Zusammenspiel mit der Kupplung überträgt sie das modulierte Drehmoment aus dem ZMS. Am Außenrand wird der Deckel der Kupplung angeschraubt.

Im Inneren der Kupplung presst ein Federmechanismus nach dem Einkuppeln die Kupplungsscheibe an die Reibfläche der Sekundärschwungscheibe. Das Drehmoment wird reibschlüssig übertragen. Die sekundärseitige Schwungmasse setzt sich hauptsächlich aus der Sekundärschwungscheibe und dem Flansch zusammen. Über die Flanschflügel wird das Drehmoment von den Bogenfedern abgegriffen (siehe 3.4).

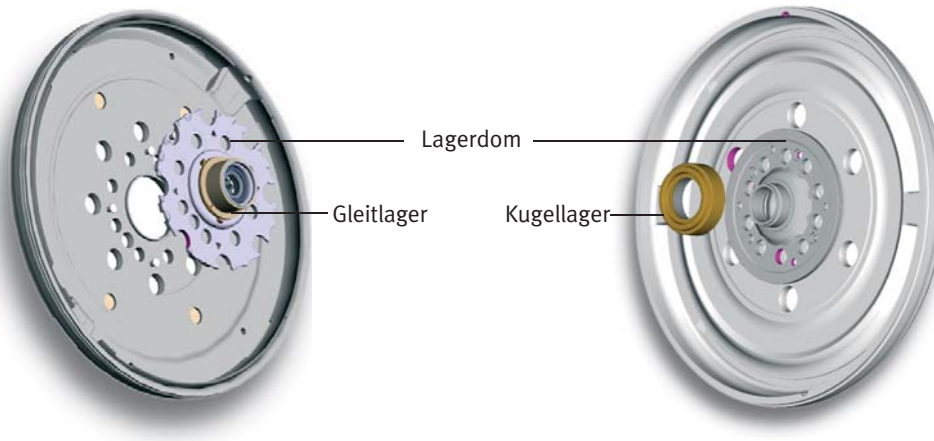


## 3. Bauteile des ZMS

### 3.3 Lager

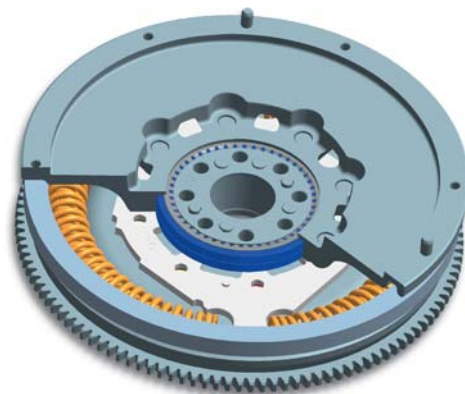
#### Lagersitz

Der Sitz des Lagers befindet sich in der Primärschwungscheibe. Die Drehlagerung ist eine Verbindung zwischen der Primärschwungscheibe und der Sekundärschwungscheibe. Darüber werden die Gewichtskraft der Sekundärschwungscheibe und der Kupplungsdruckplatte gelagert. Gleichzeitig stützt es die Ausrückkraft ab, welche beim Auskuppeln auf das ZMS wirkt. Die Lagerung gestattet nicht nur eine Verdrehung der beiden Schwungscheiben, sondern auch eine leichte Kippbewegung zueinander (leichtes Taumeln).



In einem ZMS kommen zwei verschiedene Prinzipien von Lagern zum Einsatz

Das Kugellager wird schon von Anfang an verwendet und verfügt mit immer wieder verbesserter Ausführung über eine gute Laufeigenschaft.

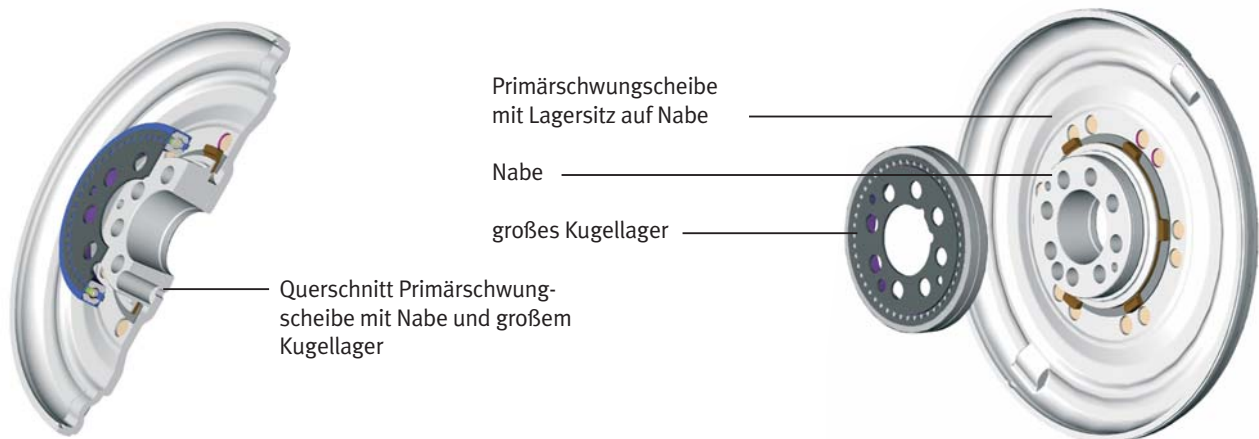


Die Weiterentwicklung führte über ein kleines Kugellager zum Gleitlager. Diese Lagerung ist heute der Standard beim ZMS.



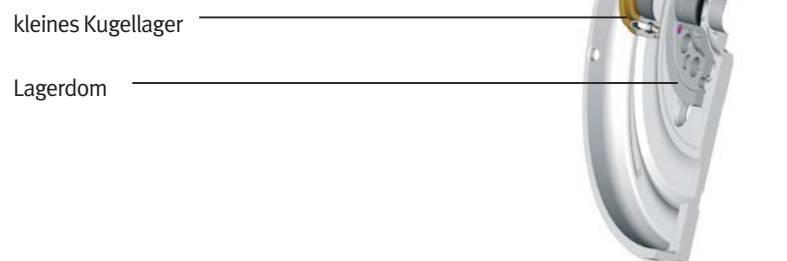
### Großes Kugellager

In die Primärschwungscheibe ist eine gedrehte Nabe eingebracht, welche als Sitz für ein großes Kugellager dient.



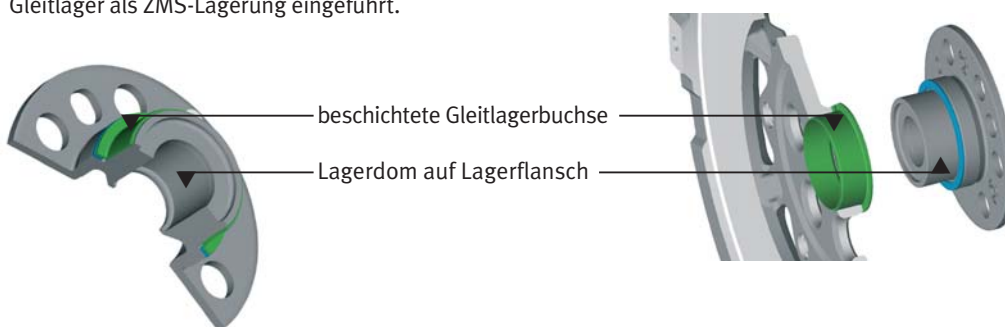
### Kleines Kugellager

Auf der Primärschwungscheibe aus Blech ist ein Nabenflansch mit dem Lagersitz aufgebracht (gezogen und gedreht). Der Lagersitz ist sowohl für ein kleines Kugellager, wie hier dargestellt, als auch für ein Gleitlager modifizierbar.



### Gleitlager

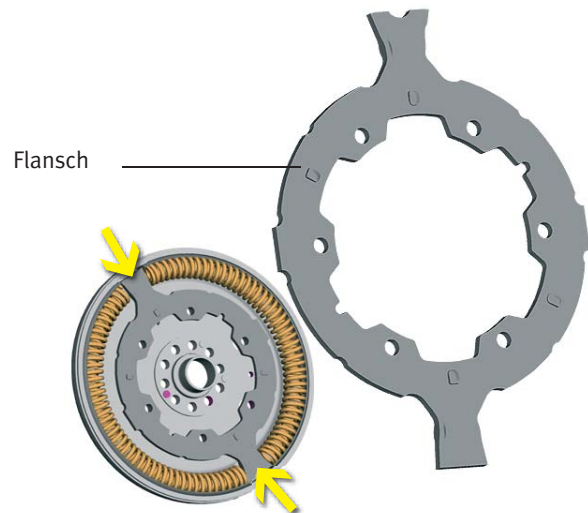
Als eine Weiterentwicklung des Kugellagers wurde das Gleitlager als ZMS-Lagerung eingeführt.



## 3. Bauteile des ZMS

### 3.4 Flansch

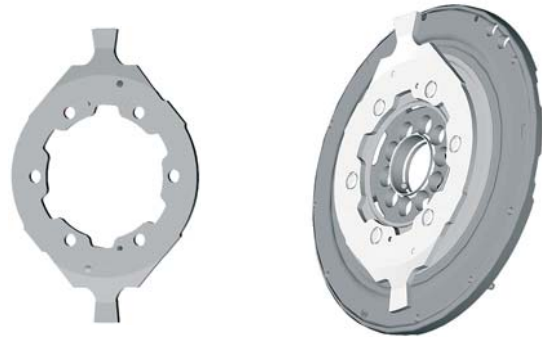
Der Flansch dient zur Übertragung des Drehmomentes von der Primärschwungscheibe über die Bogenfedern zur Sekundärschwungscheibe und damit vom Motor zur Kupplung. Er ist fest mit der Sekundärschwungscheibe verbunden und liegt mit den Flanschflügeln (Pfeile) im Bogenfederkanal der Primärschwungscheibe. Zwischen den Bogenfederanschlüssen des Bogenfederkanals ist genügend Raum vorhanden, so dass die Verdrehung des Flansches nicht behindert wird.



### Flanschausführungen

#### Starrer Flansch

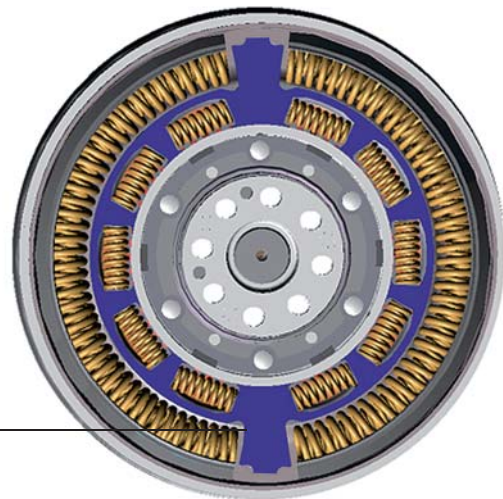
Bei dieser Bauform ist der starre Flansch mit der Sekundärschwungscheibe vernietet. Zur besseren Schwingungsisolierung sind die Flanschflügel in verschiedenen Symmetrien konstruiert. Die einfachste Form ist der symmetrische Flansch, bei dem die Zug- und Schubseite gleich ausgeführt sind. Die Krafteinleitung in die Bogenfedern erfolgt dadurch sowohl im Außen- als auch im Innenbereich der Endwindung.



#### Flansch mit Innendämpfer

Die Hauptfunktion des ZMS ist die bestmögliche schwingungstechnische Entkopplung von Getriebe und Motor. Um die immer höher werdenden Motordrehmomente bei gleichem Bauraum abzudecken, werden die Kennlinien der Bogenfedern zwangsläufig steiler. Das führt zu einer Verschlechterung der Schwingungsisolierung. Durch reibungsfreie Innendämpfer konnte die Zugisolation verbessert werden. Der Flansch und die Seitenbleche haben im inneren Federfenster, in denen gerade Druckfedern sitzen. Die gute Schwingungsisolierung bei ZMS mit Innendämpfer bleibt bis zu höchsten Drehzahlen erhalten.

Flansch mit Federfenstern (blau dargestellt)





Bei hohen Drehzahlen werden die Bogenfedern aufgrund der hohen Fliehkraft stark nach außen gegen die Gleitschale gedrückt und die Windungen werden abgeschaltet. Die Folge davon ist, dass die Bogenfeder versteift und die Federwirkung teilweise verloren geht. Um weiterhin eine gute Federwirkung zu gewährleisten, werden im Flansch gerade Druckfedern eingebaut. Aufgrund ihrer geringeren Masse und ihrer Anordnung auf kleinerem Radius unterliegen diese Federn einer deutlich niedrigeren Fliehkraft. Zusätzlich wird die Reibung in den Federfenstern durch den konvex gebogenen oberen Rand weiter verringert. Damit nimmt die Reibung und die wirksame Federrate bei steigender Drehzahl nicht mehr zu.

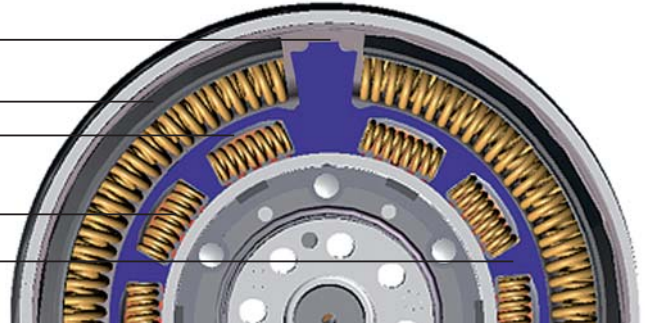
Bogenfederanschlag in der Primärschwungscheibe

Gleitschalen

Federfenster

Druckfeder

Flansch



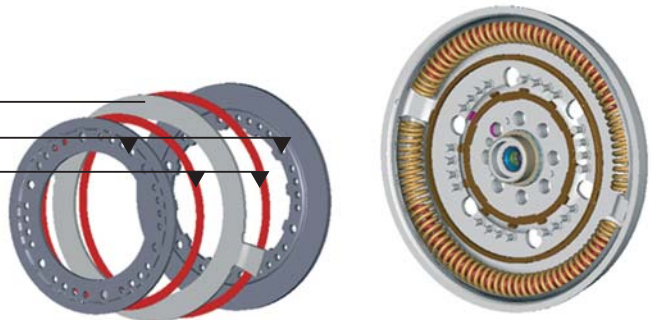
### Flansch mit Rutschkupplung

Die dritte Flanschart ist, im Gegensatz zum starren Flansch, nicht fest mit der Sekundärschwungscheibe vernietet. Der Flansch ist hier als Tellerfeder ausgebildet. Die Tellerfeder wird am Rand von zwei Halblechen positioniert. Im Querschnitt ergibt sich dadurch eine gabelförmige Halterung. Durch das Reibmoment zwischen Halterung und Tellerfeder wird das Motordrehmoment sicher übertragen. Gleichzeitig schützt die Rutschkupplung das ZMS vor Überlast.

Flansch

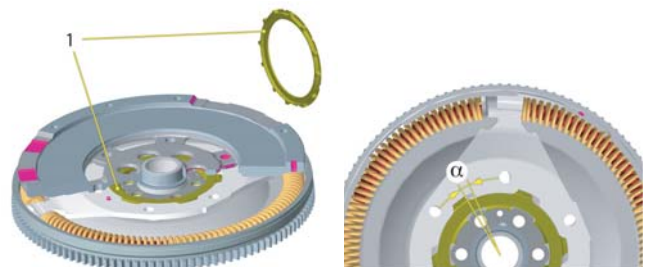
Halblech

Tellerfeder



### 3.5 Reibsteuerscheibe

In einigen Zweimassenschwungrädern gibt es eine zusätzliche Reibeinrichtung, die Reibsteuerscheibe (1). Die Reibsteuerscheibe besitzt einen Freiwinkel ( $\alpha$ ), das heißt, die zusätzliche Reibung tritt erst bei größeren Verdrehwinkeln auf und bewirkt im Betrieb eine zusätzliche Dämpfung, z.B. beim Start oder Lastwechsel.





## 3. Bauteile des ZMS

### 3.6 Bogenfedern

Zweimassenschwungradsysteme erlauben es, durch eine spezielle Gestaltung des Torsionsdämpfers, die Geräuschkvalität eines Fahrzeuges erheblich zu verbessern. Eine direkte Folge davon ist, neben der geringeren Geräuschentwicklung, ein geringerer Kraftstoffverbrauch.

Zur optimalen Ausnutzung des vorhandenen Bauraumes wird eine Schraubenfeder mit einer sehr großen Anzahl an Windungen halbkreisförmig eingebaut. Die so genannte Bogenfeder liegt im Federkanal des ZMS und wird von einer Gleitschale abgestützt. Im Betrieb gleiten die Windungen der Bogenfeder an dieser Gleitschale entlang und erzeugen dabei Reibung, welche als Dämpfung genutzt wird. Um der Abnutzung der Bogenfeder vorzubeugen, werden die Gleitkontakte der Bogenfeder mit Fett geschmiert. Durch die optimale Gestaltung der Federführung wird die Reibarbeit beträchtlich reduziert. Neben der besseren Schwingungsisololation kommt noch der Vorteil des geringeren Verschleißes hinzu.

#### Vorteile der Bogenfeder:

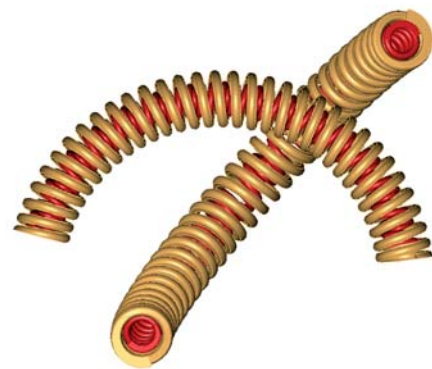
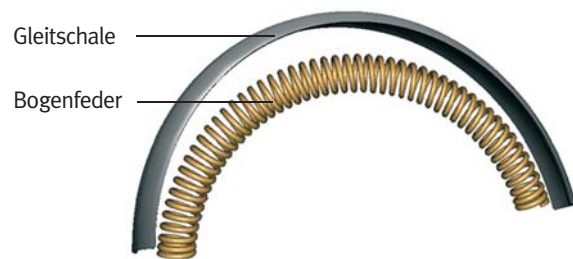
- hohe Reibung bei großem Verdrehwinkel (Start) und niedrige Reibung bei kleinem Verdrehwinkel (Zug)
- niedrige Federrate dank guter und flexibler Bauraumausnutzung
- Anschlagdämpfung integrierbar (Dämpfungsfeder)

Die Vielzahl der verschiedensten Bogenfedern ermöglicht es, für jeden Fahrzeugtyp und jede Belastungssituation genau abgestimmte Zweimassenschwungradsysteme anzufertigen. Bogenfedern werden in verschiedenen Ausführungen und Eigenschaften verbaut.

Vor allem eingesetzt werden:

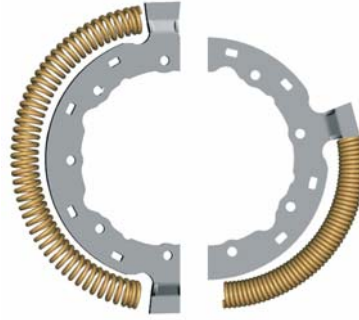
- **einstufige Federn**
- **zweistufige Federn**  
entweder als **Parallelfeder** in verschiedenen Ausführungen oder als **Reihenfederausführung**
- **Dämpfungsfedern**

Die einzelnen Federarten werden in der Praxis in unterschiedlichen Kombinationen eingesetzt.



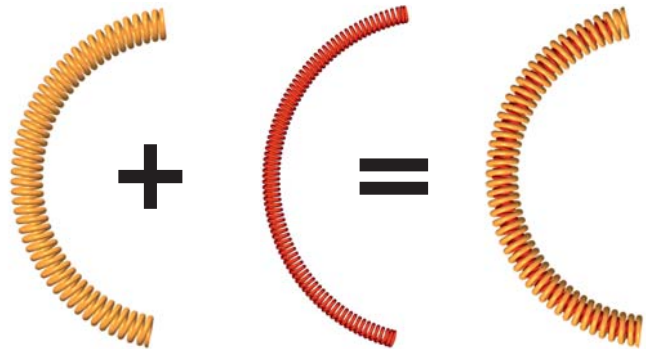
### Einzelfeder

Die einfachste Form der Bogenfeder ist die Standard-Einzelfeder.



### 1-stufige Parallelfeder

Die heutigen Standardfedern sind so genannte 1-stufige Parallelfedern. Sie bestehen aus einer Außen- und einer Innenfeder, welche annähernd gleich lang sind. Beide Federn werden parallel geschaltet. Die einzelnen Kennlinien der beiden Federn addieren sich zur Setkennlinie.



### 2-stufige Parallelfeder

Bei den 2-stufigen Parallelfedern liegen auch zwei Bogenfedern ineinander. Die innen liegende Feder ist kürzer, damit sie später betätigt wird. Die Kennlinie der äußeren Feder ist auf die Steigungsanforderungen bei Motorstart abgestimmt. Hier wird nur die weichere Außenfeder angesprochen, der problematische Resonanzfrequenzbereich kann schneller durchlaufen werden. Bei höheren Drehmomenten, bis hin zum maximalen Motordrehmoment, wird auch die Innenfeder betätigt. Außen- und Innenfeder arbeiten in der 2. Stufe gemeinsam. Das Zusammenspiel beider Federn kann so eine gute Isolation bei allen Drehzahlen gewährleisten.



### 3-stufige Bogenfeder

Diese Bogenfeder besteht aus einer Außenfeder und zwei in Reihe geschalteten, unterschiedlich starken Innenfedern. Hier werden die beiden Konzepte der Parallelfeder und Reihenfedern zusammen eingesetzt, um bei jedem Motordrehmoment den optimalen Torsionsausgleich gewährleisten zu können.



## 3. Bauteile des ZMS

### 3.7 ZMS Sonderformen

#### Kompakt-ZMS ( DFC )

DFC = Damped Flywheel Clutch

Diese Sonderform des ZMS besteht aus einer vormontierten, aufeinander abgestimmten Montageeinheit von ZMS, Kupplungsscheibe und Kupplungsdruckplatte.



Kupplung bestehend  
aus Kupplungsdruckplatte  
und Kupplungsscheibe



Sekundärschwung-  
scheibe mit Flansch

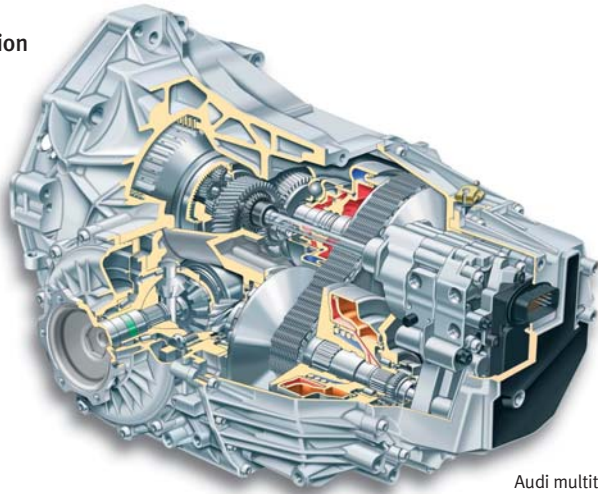


Primärschwingscheibe



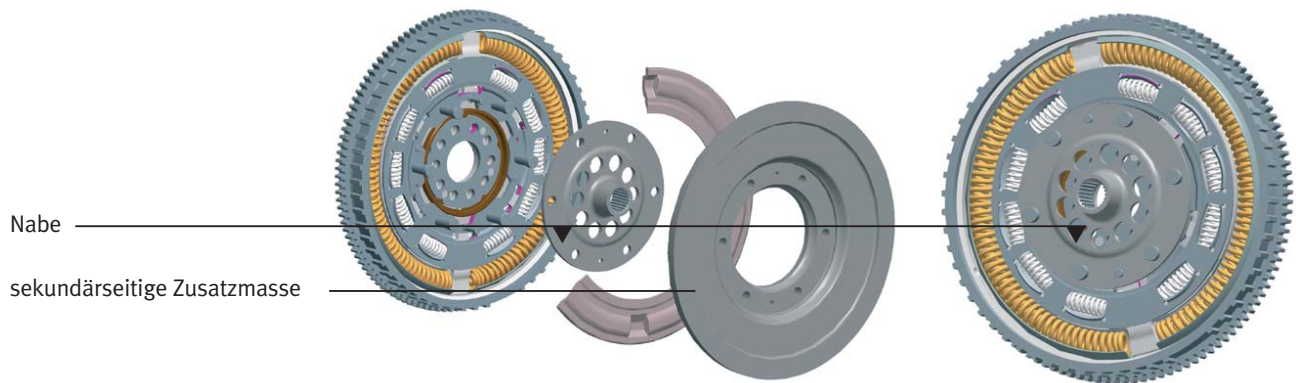
## ZMS für CVT

CVT = Continuously Variable Transmission



Audi multitronic®

Dieses ZMS wird bei stufenlosen Getrieben bzw. bei Direktschaltgetrieben verwendet. Die Kraftübertragung wird hier nicht mittels Reibschluss zwischen Sekundärschwungscheibe und Kupplungsscheibe erzielt, sondern mit Direktantrieb über Formschluss von der Nabe auf die Getriebeeingangswelle. Im Anschluss können verschiedene Getriebevarianten angeschlossen werden.





## 4. ZMS Schadensdiagnose

### 4.1 Allgemeine Hinweise

Im Rahmen eines Kupplungswechsels ist das ZMS unbedingt zu überprüfen. Ein verschlissenes, schadhaftes ZMS kann zur Zerstörung der neuen Kupplung führen!

#### Wichtiger Hinweis!

In der Erstausrüstung der Fahrzeughersteller werden vermehrt Zweimassenschwungräder eingesetzt – Tendenz weiter steigend. Grund hierfür sind die technischen Vorteile eines ZMS sowie die Notwendigkeit den Geräuschkomfort weiter zu erhöhen und die Emission moderner Motoren zu reduzieren. Das ZMS ist auf das Fahrzeug und den Motor abgestimmt. Alternativ zum ZMS werden im Markt mehrteilige Reparaturlösungen angeboten. Diese Kits bestehen vorwiegend aus:

- einem konventionellen, starren Schwungrad,
- einer Kupplungsdruckplatte,
- einer Kupplungsscheibe und
- einem Ausrücklager

#### Achtung!

Diese alternativen Reparaturlösungen entsprechen **nicht** den Fahrzeugherstellerspezifikationen! Die Kupplungsscheibe kann in diesem Anwendungsfall die vom Motor erzeugten DrehSchwingungen aufgrund ihres geringeren Verdrehwinkels gegenüber einem ZMS nicht vollständig aufnehmen. Als Folge können Geräusche bis hin zu schwingungsbedingten Beschädigungen im Antriebsstrang entstehen.

#### Fragen Sie Ihren Kunden:

Bei Kundenbeanstandungen erleichtern gezielte Fragen die Fehlersuche.

- Was funktioniert nicht, was wird beanstandet?
- Seit wann ist das Problem vorhanden?
- Wann tritt das Problem auf?  
.....> sporadisch, häufig, immer?
- In welchem Fahrzustand tritt das Problem auf?  
.....> z.B. beim Anfahren, Beschleunigen, Hochschalten oder Zurückschalten, bei kaltem oder betriebswarmen Fahrzeug?
- Hat das Fahrzeug Startschwierigkeiten?
- Laufleistung des Fahrzeugs gesamt und pro Jahr?
- Außergewöhnliche Belastungen für das Fahrzeug?  
.....> z.B. Anhängerbetrieb, hohe Zuladung, Taxi, Flottenfahrzeug, Fahrschule, Chiptuning?
- Fahrprofil?  
.....> im Ort, Kurzstrecke, Überland, Autobahn?
- Wurden bereits Reparaturen an der Kupplung oder am Getriebe durchgeführt?  
.....> wenn ja, bei welchem km-Stand, damaliger Beanstandungsgrund?

#### Allgemeine Prüfungen am Fahrzeug:

- Fehlerspeichereinträge Steuergerät (Motor, Getriebe)
- Batterieleistung
- Zustand und Funktion des Anlassers
- Wurde das Fahrzeug getunt (Stichwort „Chiptuning“)?

#### Wichtig!

- Heruntergefallene ZMS dürfen **nicht** mehr montiert werden!  
.....> Beschädigung des Kugel- oder Gleitlagers, verbogener Geberring, erhöhte Unwucht
- Das Abdrehen der Reibfläche am ZMS ist **nicht** zulässig!  
.....> Durch die Schwächung der Reibfläche kann die geforderte Berstdrehzahl **nicht** mehr sichergestellt werden.
- Bei ZMS mit Gleitlagern darf die Sekundärschwungscheibe in axialer Richtung **nicht** mit großer Kraft bewegt werden!  
.....> Die Membrane im Inneren des ZMS kann dadurch beschädigt werden.



### Bei der Montage des ZMS sind folgende Punkte zu beachten:

#### ...❖ Vorschriften des Fahrzeugherstellers beachten!

- Wellendichtringe (motor- und getriebeseitig) auf Undichtigkeiten prüfen und gegebenenfalls ersetzen.
- Anlasserzahnkranz auf Beschädigung und festen Sitz prüfen.
- Immer neue Befestigungsschrauben verwenden.
- Korrekter Abstand zwischen Drehzahlsensoren und Geberstiften/Geberring am ZMS
  - Je nach Fahrzeughersteller.
- Korrekter Sitz der Passstifte für die Kupplung
  - Die Passstifte dürfen **nicht** in das ZMS eingedrückt oder herausgewandert sein.
  - Eingedrückte Passstifte schleifen an der Primärschwungscheibe (Geräusche).
- Die Reibfläche des ZMS mit einem mit fettlösendem Reinigungsmittel angefeuchteten Lappen reinigen
  - Es darf kein Reinigungsmittel in das ZMS gelangen!
- Richtige Schraubenlänge für die Kupplung
  - Zu lange Schrauben schleifen an der Primärschwungscheibe (Geräusche) oder blockieren diese gegebenenfalls.
  - Zu lange Schrauben beschädigen das Kugellager oder ziehen es von seinem Sitz ab.

### Nicht zulässig

- Waschen in Teilwaschmaschine
- Reinigen mit Hochdruckreiniger, Dampfstrahler, Pressluft oder Reinigungssprays

### Bauartbedingt sind folgende technische Gegebenheiten zulässig und haben keinen Einfluss auf die Funktion:

- Leichte Fettspuren auf der ZMS-Rückseite (motorseitig) von den Bohrungen nach außen gehend
- Die Sekundärschwungscheibe ist einige Zentimeter gegen die Primärschwungscheibe verdrehbar und stellt sich nicht selbst zurück.
  - Bei einem ZMS mit Reibsteuerscheibe ist ein harter Anschlag spür- und hörbar.
- Je nach Ausführung bis zu 2 mm Axialspiel zwischen Primär- und Sekundärschwungscheibe
  - Bei einigen Bauarten mit Gleitlager bis zu 6 mm Axialspiel.
- Jedes ZMS verfügt über ein Kippspiel der Sekundärschwungscheibe
  - Kugellager bis zu 1,6 mm, Gleitlager bis zu 3,0 mm.
  - Primär- und Sekundärschwungscheibe dürfen **nicht** aufeinanderschlagen!

## 4.2 Geräusche

Bei der Beurteilung eines ZMS im Fahrzeug ist generell sicherzustellen, dass keine Geräusche von umgebenden Bauteilen wie z.B. Abgasanlage, Hitzeschutzbleche, Dämpfungsblöcke der Motoraufhängung, Nebenaggregate o.ä. verursacht werden. Zusätzlich ist sicherzustellen, dass keine Geräusche vom Aggregatetrieb wie z.B. einer Riemenspanneinheit oder dem Klimakompressor übertragen werden. Um die Geräuschquelle einzugrenzen, kann beispielsweise ein Stethoskop eingesetzt werden.

Im Idealfall besteht die Möglichkeit, die vorhandene Beanstandung mit einem Fahrzeug mit gleicher oder ähnlicher Ausstattung zu vergleichen.

Klackgeräusche beim Einkuppeln, Schalten und beim Lastwechsel können aus dem Antriebsstrang stammen. Sie können vom Zahnflankenspiel der Zahnräder im Getriebe, vom Spiel in den Gelenkwellen, der Kardanwelle oder des Differenzials verursacht werden. Eine Beschädigung am ZMS liegt nicht vor.

Die Sekundärschwungscheibe ist im ausgebautem Zustand gegen die Primärschwungscheibe verdrehbar. Auch hier ist unter Umständen ein Geräusch wahrnehmbar. Dieses Geräusch stammt entweder vom Flansch, der an die Bogenfedern anschlägt oder vom Anschlagen der Sekundärschwungscheibe an die Reibsteuerscheibe. Auch in diesem Fall ist das ZMS nicht defekt.

Brummgeräusche können mehrere Ursachen haben; z.B. Resonanzen im Antriebsstrang oder unzulässig hohe Unwucht des ZMS. Hohe Unwucht kann z.B. durch fehlende Wuchtgewichte auf der Rückseite des ZMS oder durch ein defektes Gleitlager entstehen. Ob das Brummen von einer hohen Unwucht stammt, lässt sich relativ einfach herausfinden. Drehen Sie den Motor im Stand langsam und gleichmäßig hoch. Wird das Vibrieren des Motors mit zunehmender Drehzahl stärker ist das ZMS defekt. Auch hier ist der Vergleich mit einem Fahrzeug mit gleicher oder ähnlicher Motorisierung hilfreich.

## 4. ZMS Schadensdiagnose

### 4.3 Chiptuning

Leistungssteigerung durch Chiptuning ist schnell und unkompliziert durchführbar und mittlerweile auch relativ günstig. Für einige hundert Euro kann man die Leistung eines Motors leicht um teilweise über 30% steigern! Meistens wird dabei jedoch nicht bedacht, dass der Motor nicht dauerhaft für die höhere Leistung ausgelegt ist – z.B. thermische Überlastung – und auch die übrigen Teile des Antriebsstrangs bei den erhöhten Motordrehmomenten / Leistungen nicht dauerhaft sind.

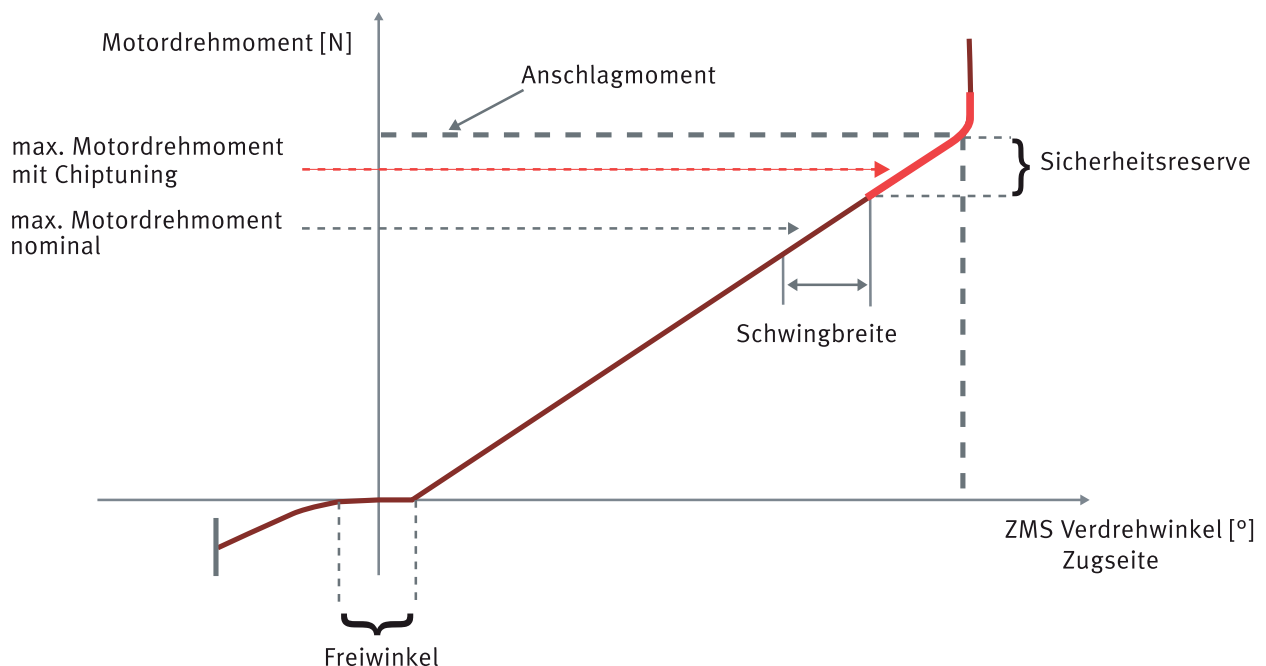
In der Regel wird das Feder-/Dämpfungssystem eines Zweimassenschwungrades, genau wie die übrigen Teile des Antriebsstrangs, auf den jeweiligen Motor ausgelegt. Durch eine Motordrehmomentsteigerung von teilweise über 30% wird in vielen Fällen die Sicherheitsreserve des Zweimassenschwungrades aufgebraucht oder überschritten. Als Folge können die Bogenfedern im normalen Fahrbetrieb vollständig zusammengedrückt werden, was zur Verschlechterung der Isolation (Geräusche) oder zum Ruckeln des Fahrzeugs führen kann. Da dies mit der halben Zündfrequenz geschieht, kommen sehr schnell sehr hohe Lastwechselzahlen zusammen, durch die nicht nur das Zweimassenschwungrad, sondern

auch das Getriebe, die Antriebswellen und das Differenzial geschädigt werden. Die Schädigung reicht vom erhöhten Verschleiß bis hin zum abrupten Ausfall und damit verbundenen hohen Instandsetzungskosten.

Durch die Leistungssteigerung eines Motors wird das maximale Motordrehmoment in Richtung Sicherheitsreserve verschoben. Während des Fahrbetriebs wird das Zweimassenschwungrad durch das höhere Motordrehmoment permanent überlastet. Das führt dazu, dass die Bogenfedern im Zweimassenschwungrad um ein Vielfaches häufiger „auf Block gehen“, als sie für die Serie ausgelegt sind. Die Folge: das Zweimassenschwungrad wird zerstört!

Zwar geben viele Tuner eine Garantie auf die Leistungssteigerung, aber wie sieht es aus, wenn diese abgelaufen ist? Die Leistungssteigerung schädigt die Teile des Antriebsstrangs eher langsam, aber dafür kontinuierlich. Unter Umständen fallen die Teile des Antriebsstrangs nach Ablauf der Garantie aus, was bedeutet, dass der Kunde auf den Instandsetzungskosten sitzen bleibt.

### Bogenfederkennlinie Zugseite (beispielhaft)



#### Wichtig!

Durch Chiptuning und die damit erfolgte Leistungssteigerung erlischt die Betriebserlaubnis des Fahrzeugs!

## 4.4 Sichtprüfung / Schadensbilder

### Kuplungsscheibe

#### Beschreibung

Kuplungsscheibe verbrannt

#### Ursache

Thermische Überlastung der Kuplungsscheibe

→ z.B. wenn Verschleißgrenze überschritten wurde

#### Auswirkung

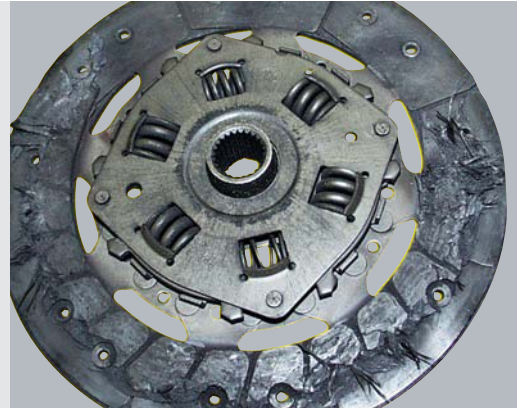
Thermische Belastung des ZMS

#### Abhilfe

Sichtprüfung ZMS auf thermische Verfärbung

→ Beurteilung siehe:

- |                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| • Thermische Belastung, gering    | auf Seite 24 |
| • Thermische Belastung, mittel    | auf Seite 24 |
| • Thermische Belastung, hoch      | auf Seite 24 |
| • Thermische Belastung, sehr hoch | auf Seite 25 |



### Bereich zwischen Primär- und Sekundärschwungscheibe

#### Beschreibung

Verbrannter Abrieb des Kupplungsbelags im Außenbereich des ZMS und in den Lüftungsschlitzen

#### Ursache

Thermische Überlastung der Kuplungsscheibe

#### Auswirkung

Abrieb kann in den Federkanal des ZMS gelangen und zu Funktionsstörungen führen

#### Abhilfe

ZMS austauschen



## 4. ZMS Schadensdiagnose

### Reibfläche

**Beschreibung**  
Riefen

**Ursache**

Verschlossene Kupplung

→ Nieten des Kupplungsbelages schleifen an der Reibfläche

**Auswirkung**

Eingeschränkte Kraftübertragung

→ Die Kupplung kann das erforderliche Moment nicht mehr bereitstellen

→ Beschädigung der ZMS Reibfläche

**Abhilfe**

ZMS austauschen



### Reibfläche

**Beschreibung**

Punktuelle, dunkle Hitzeblößen

→ Auch in großer Zahl

**Auswirkung**

Keine

**Abhilfe**

Keine Maßnahmen erforderlich



### Reibfläche

**Beschreibung**  
Risse

**Ursache**

Thermische Überlastung

**Auswirkung**

ZMS ist nicht mehr betriebssicher

**Abhilfe**

ZMS austauschen



## Kugellager

### Beschreibung

- Fettaustritt
- Lager hat „gefressen“
- Dichtkappe fehlt, ist beschädigt oder durch thermische Überlastung braun verfärbt

### Ursache

Thermische Überlastung oder mechanische Beschädigung/Überlastung

### Auswirkung

Mangelhafte Schmierung des Lagers

→ Ausfall des ZMS

### Abhilfe

ZMS austauschen



## Gleitlager

### Beschreibung

Beschädigt oder zerstört

### Ursache

Verschleiß und/oder mechanische Einwirkung

### Auswirkung

ZMS ist defekt

### Abhilfe

ZMS austauschen



## Gleitlager

### Beschreibung

Verschlissen

→ Die radiale Lagerluft darf, auf den Durchmesser bezogen, während der Lebensdauer von ca. 0,04 mm (Neuteil) bis auf maximal 0,17 mm zunehmen

### Ursache

Verschleiß

### Auswirkung

- $\leq 0,17$  mm: Keine
- $> 0,17$  mm: Stärkeres Verkippen der Sekundärschwungscheibe

### Abhilfe

ZMS austauschen wenn Lagerluft  $> 0,17$  mm





## 4. ZMS Schadensdiagnose

### Thermische Belastung, gering

#### Beschreibung

Reibfläche ist leicht verfärbt (gold/gelb)

→ Keine Anlassfarben am Außendurchmesser oder im Bereich der Vernietung

#### Ursache

Temperaturbelastung

#### Auswirkung

Keine

#### Abhilfe

Keine Maßnahmen erforderlich



### Thermische Belastung, mittel

#### Beschreibung

Blaue Verfärbung auf der Reibfläche durch kurzzeitige Erwärmung (220 °C)

→ keine Verfärbung im Bereich der Vernietung

#### Ursache

Die Verfärbung der Reibfläche ist eine betriebsbedingte Auswirkung

#### Auswirkung

Keine

#### Abhilfe

Keine Maßnahmen erforderlich



### Thermische Belastung, hoch

#### Beschreibung

Anlassfarben im Bereich der Vernietung und/oder am Außendurchmesser.

Die Reibfläche zeigt keine Anlassfarben.

→ Das ZMS war nach der thermischen Belastung noch einige Zeit in Betrieb.

#### Ursache

Hohe thermische Belastung (280 °C)

#### Auswirkung

Je nach Dauer der thermischen Belastung ist das ZMS defekt

#### Abhilfe

ZMS austauschen



## Thermische Belastung, sehr hoch

### Beschreibung

ZMS zeigt seitlich oder auf der Rückseite blaulila Verfärbung und/oder sichtbare Schäden wie Risse

### Ursache

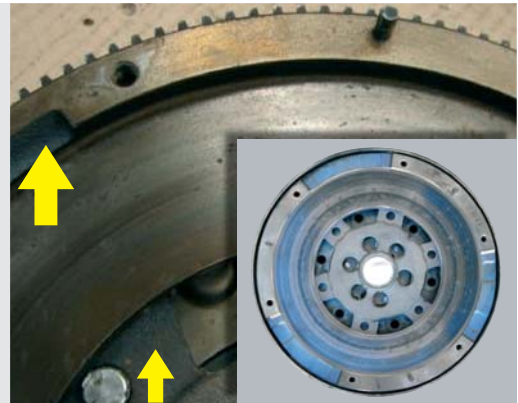
Sehr hohe thermische Belastung

### Auswirkung

ZMS ist defekt

### Abhilfe

ZMS austauschen



## Reibsteuerscheibe

### Beschreibung

Reibsteuerscheibe geschmolzen

### Ursache

Hohe, ZMS interne thermische Belastung

### Auswirkung

Funktionsbeeinträchtigung des ZMS

### Abhilfe

ZMS austauschen



## Primärschwungscheibe

### Beschreibung

Sekundärschwungscheibe schleift an Primärschwungscheibe

### Ursache

Gleitlager-Reibring verschlissen

### Auswirkung

Geräusche

### Abhilfe

ZMS austauschen



## 4. ZMS Schadensdiagnose

### Anlasserzahnkranz

#### Beschreibung

Starke Abnutzung des Anlasserzahnkranzes

#### Ursache

Defekter Anlasser

#### Auswirkung

Geräusche beim Starten des Motors

#### Abhilfe

→ ZMS austauschen

→ Funktionsprüfung des Anlassers



### Geberring

#### Beschreibung

Verbogene Zähne am Geberring

#### Ursache

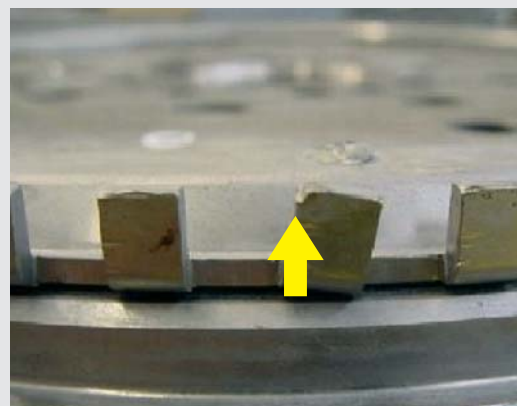
Mechanisch beschädigt

#### Auswirkung

Beeinträchtigung des Motorlaufs

#### Abhilfe

ZMS austauschen



## Geringer Fettaustritt

### Beschreibung

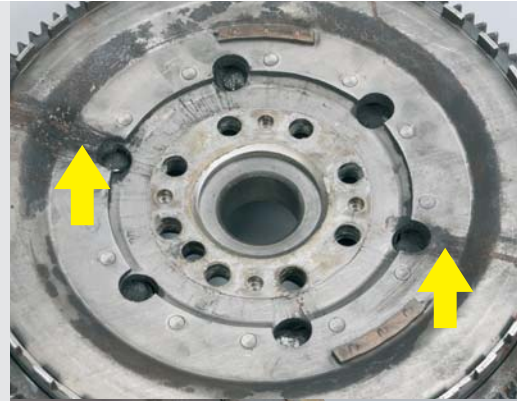
Geringe Fettspuren motorseitig aus den Öffnungen oder Dichtkappen

### Auswirkung

Keine

### Abhilfe

Keine Maßnahmen erforderlich



## Starker Fettaustritt

### Beschreibung

Fettaustritt > 20 g

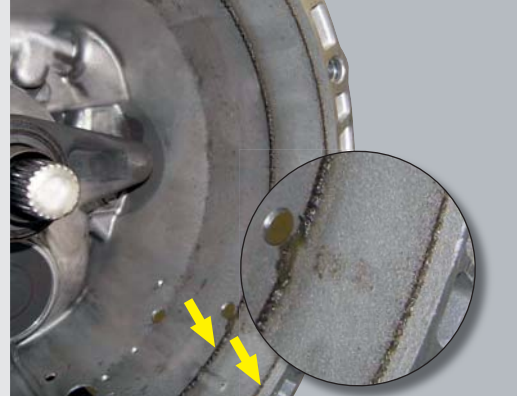
→ Fett ist im Getriebegehäuse verteilt

### Auswirkung

Mangelhafte Schmierung der Bogenfedern

### Abhilfe

ZMS austauschen



## Wuchtgewichte

### Beschreibung

Locker oder fehlen

→ Erkennbar an den sichtbaren Schweißpunkten

### Auswirkung

Unwucht des ZMS

→ Starkes Brummen

### Abhilfe

ZMS austauschen



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

Telefon: +49 (0) 1801 753-333\*

Telefax: +49 (0) 6103-753-297

LuK-AS@Schaeffler.com

www.LuK-AS.com

\*(4,6 ct /Min. aus dem deutschen Festnetz)