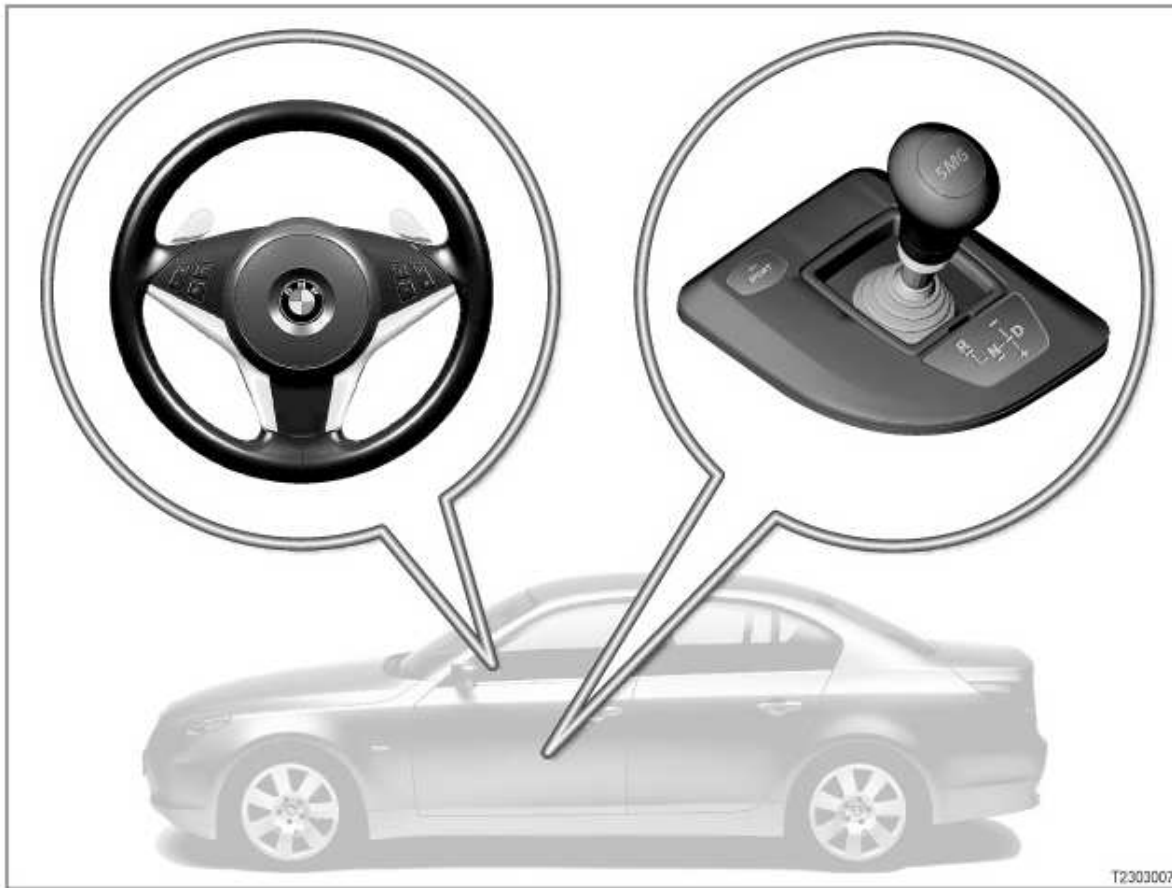


Sequenzielles manuelles Getriebe

E60, E61, E63, E64



Einleitung

Das sequenzielle manuelle Getriebe (SMG) kommt aus dem Rennsport und wird mittlerweile auch für die Serie umgesetzt.

- > E60, E61, E63, E64 bis 09/2005
- > E60, E61, E63, E64 ab 09/2005

Im Detail bedeutet SMG, dass im Gegensatz zum konventionellen Schaltgetriebe die Kupplungsbetätigung und der Gangwechsel automatisiert sind. Eine elektrohydraulische Steuerung übernimmt das Kuppeln und Schalten.

Das SMG kann im Manuellbetrieb und im Automatikbetrieb gefahren werden wie folgt:

- Manuellbetrieb: sequenzielles, manuelles Schalten

Die Gänge werden nacheinander (sequenziell) über Antippen von "+" oder "-" geschaltet. Durch schnelles, mehrmaliges Tippen können Gänge übersprungen werden.

Geschaltet wird wahlweise mit folgenden Mitteln:

- Schalthebel in der Mittelkonsole oder
- 2 Schaltwippen am Lenkrad

Der Schaltimpuls wird elektrisch an das SMG-Steuergerät übertragen. Bei dieser Übertragungsart ("shift-by-wire") besteht keine mechanische Verbindung zwischen Schalthebel bzw. Schaltwippen und Getriebe.

- Automatikbetrieb = D:

Im Automatikbetrieb werden die Schaltzeitpunkte automatisch nach Kennlinien und der Fahrsituation angepasst gesteuert.

Sequenzielles manuelles Getriebe

E60, E61, E63, E64

Das SMG wird als Sonderausstattung (SA 206) angeboten.

Passend für die Motoren mit einem höheren Drehmoment sind die SMG unterschiedlich stark ausgelegt. Somit unterscheiden sich die SMG z. B. durch stärker ausgelegte Kupplungsaktuatoren.

Abhängig von der Motorisierung werden folgende SMG eingebaut:

- GS6S37BZ (ausgelegt für ein maximales Drehmoment von 370 Nm)
- GS6S53BZ (ausgelegt für ein maximales Drehmoment von 600 Nm)

Die SMGs basieren auf den 6-Gang-Schaltgetrieben GS6-53BZ und GS6-37BZ.

Wesentliche Vorteile des SMGs im Vergleich zum herkömmlichen Schaltgetriebe:

- Kein Kupplungspedal, da das Ein- und Auskuppeln automatisch abläuft
- Wahlmöglichkeiten zwischen 4 Betriebsarten:
 - Manuellbetrieb

Die SMGs basieren auf den 6-Gang-Schaltgetrieben GS6-53BZ und GS6-37BZ.

Wesentliche Vorteile des SMGs im Vergleich zum herkömmlichen Schaltgetriebe:

- Kein Kupplungspedal, da das Ein- und Auskuppeln automatisch abläuft
- Wahlmöglichkeiten zwischen 4 Betriebsarten:
 - Manuellbetrieb
sequenzielles, manuelles Schalten über Schalthebel oder Schaltwippen
 - Manuellbetrieb mit Fahrdynamik-Control (FDC) über SPORT-Taste
Sportlichere Fahrweise durch Anpassung der Lenkunterstützung (nur bei Servotronic) und Eingriff in die Motor- und Getriebesteuerung
 - Automatikbetrieb = D ("Drive")
 - Automatikbetrieb mit Fahrdynamik-Control (FDC) über SPORT-Taste
Sportlichere Fahrweise durch Anpassung der Lenkunterstützung (nur bei Servotronic) und Eingriff in die Motor- und Getriebesteuerung
- Kurze und präzise Schaltvorgänge, keine Fehlschaltungen möglich (Gangwechsel in bis zu 0,15 Sekunden)
- Sicherheit und Komfort: Weil am Lenkrad Schaltwippen sind, können die Hände beim Schalten am Lenkrad bleiben.

Die Getriebegehäuse der 6-Gang-Schaltgetriebe GS6-37BZ und GS6-53BZ wurden geändert, um folgende Bauteile aufzunehmen:

- die Hydraulikeinheit mit den Aktuatoren zum Ein- und Auskuppeln und zum Gangwechsel
- die zusätzlichen Sensoren (Schaltwegsensor, Wählwinkelsensor, Induktivgeber für die Getriebeeingangsdrehzahl)

Der Aufbau des Getriebes und die Kupplung bleiben unverändert.

Bauteil-Kurzbeschreibung

Das System SMG besteht aus folgenden Bauteilen:

- **Schalthebel mit Schaltbock und Schalthebelabdeckung**

Der Schalthebel ermöglicht die Gangwechsel nacheinander (sequenziell) durch Antippen.

Der Schalthebel hat 6 Positionen:

- 3 einrastbare Positionen für Neutral "N", Rückwärtsgang "R" und Manuellbetrieb (Symbol "-" zwischen "N" und "D").
- 3 Tipp-Positionen für "+", "-", "D".

Im Schaltbock ist auch die Schalthebelsperre (Shiftlock) eingebaut.

In der Schalthebelabdeckung befindet sich die beleuchtete Schalthebel-Positionsanzeige. [\[mehr...\]](#)

- **Lenkrad mit 2 Schaltwippen**

Das Lenkrad mit 2 Schaltwippen ermöglicht manuelle Gangwechsel, ohne die Hände vom Lenkrad zu nehmen. Durch Ziehen einer oder beider Schaltwippen wird hochgeschaltet. Durch Drücken einer oder beider Schaltwippen wird zurückgeschaltet.

Die beiden Schaltwippen sind identisch aufgebaut und parallel geschaltet.

Die Schaltwippen werden vom Schaltzentrum Lenksäule (SZL) mit Spannung versorgt.

- **SPORT-Taste für die Fahrdynamik-Control**

Mit der SPORT-Taste wird die Fahrdynamik-Control (FDC) eingeschaltet: Die Schaltzeiten werden verkürzt, und die Schaltkennlinien sind sportlicher abgestimmt. Der Motor spricht spontaner auf Bewegungen des Fahrpedals an. Die Lenk- und Haltekräfte am Lenkrad werden sportlicher abgestimmt - bei Servotronic bzw. Aktivlenkung (AFS). Die AFS (= Active Front Steering) beinhaltet die Servotronic.

- **SPORT-Taste für die Fahrdynamik-Control**

Mit der SPORT-Taste wird die Fahrdynamik-Control (FDC) eingeschaltet: Die Schaltzeiten werden verkürzt, und die Schaltkennlinien sind sportlicher abgestimmt. Der Motor spricht spontaner auf Bewegungen des Fahrpedals an. Die Lenk- und Haltekräfte am Lenkrad werden sportlicher abgestimmt - bei Servotronic bzw. Aktivlenkung (AFS). Die AFS (= Active Front Steering) beinhaltet die Servotronic.

- **Hydraulikeinheit mit Sensoren**

Mit der Hydraulikeinheit und den Sensoren werden das Aus- und Einkuppeln sowie die Gangwechsel automatisch durchgeführt.

- **Schalt- und Wählwinkelaktuator**

Der Schalt- und Wählwinkelaktuator verschiebt die Schaltwelle auf ihrer Längsachse und dreht die Schaltwelle beim Wechsel der Schaltgasse.

- **Schaltwegsensoren und Wählwinkelsensoren**

Über Schaltwegsensoren und Wählwinkelsensoren wird der eingelegte Gang erkannt:

Der Schaltwegsensoren erfasst die Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung der Schaltwelle in der jeweiligen Schaltgasse.

Der Wählwinkelsensoren erkennt die Drehung der Schaltwelle und somit den Wechsel der Schaltgasse.

- **Druckspeicher**

Der Druckspeicher ist links unten am Getriebe angebaut und stellt sicher, dass immer ausreichend Öldruck für die Schaltvorgänge vorhanden ist.

Ein frei beweglicher Kolben unterteilt den Druckspeicher in 2 Kammern. Eine Kammer ist mit ca. 27 bar Stickstoff bei -25 °C befüllt (lebenslange Füllung). Die andere Kammer nimmt das von der Hydraulikpumpe geförderte Öl auf. Dabei drückt das Öl auf eine Seite des Kolbens, der Stickstoff wird zusammengepresst. Durch den komprimierten Stickstoff wird der Öldruck während den Schaltvorgängen aufrechterhalten.

- **Hydraulikdrucksensor**

Der Hydraulikdrucksensor ist direkt am Ventilblock der Hydraulikeinheit eingebaut und meldet den aktuellen Öldruck an das SMG-Steuergerät. Die Hydraulikpumpe wird je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet.

- **Kupplungsaktuator mit Kupplungswegsensor**

Der Kupplungsaktuator führt das Aus- und Einkuppeln durch. Der Ausrückweg wird vom Kupplungswegsensor erfasst.

- **Hydraulikpumpe mit Elektromotor**

Die Hydraulikpumpe mit Elektromotor baut bis zu 55 bar Systemdruck für die Schaltvorgänge auf. Die Hydraulikpumpe wird über das SMG-Steuergerät angesteuert.

Die Hydraulikpumpe erzeugt den erforderlichen Öldruck, um die Kupplung zu betätigen bzw. die Schaltvorgänge auszuführen.

Die Hydraulikpumpe ist als Zahnradpumpe ausgelegt und wird von einem Elektromotor angetrieben. Die Stromaufnahme des Pumpenelektromotors liegt bei ca. 20 A. Der Einschaltstrom liegt bei max. 60 A.

Abhängig von der Öltemperatur wird bei Unterschreiten des Öldrucks von 35-40 bar das Relais der Hydraulikpumpe vom SMG-Steuergerät angesteuert.

Bei ca. 55 bar Öldruck schaltet das SMG-Steuergerät den Elektromotor der Pumpe über das Relais wieder ab.

Um sicherzustellen, dass bei Motorstart ausreichend Öldruck vorhanden ist, wird einmalig mit dem Öffnen der Tür, bei einem Speicherdruck unter 35-40 bar, die Hydraulikpumpe angesteuert. Wenn ca. 55 bar im Speicher erreicht werden, wird die Hydraulikpumpe wieder abgeschaltet.

Hinweis: Druckangaben Hydrauliköl bei 20° c

Bei jeder vierten Schaltung wird die Pumpe für ca. 2-5 Sekunden angesteuert. Im Fahrzeugstillstand wird die Pumpe ca. alle 30 Sekunden angesteuert, um die Kupplung offen zu halten.

- **Ausgleichsbehälter**

Der Ausgleichsbehälter stellt sicher, dass immer ausreichend Hydrauliköl für das System zur Verfügung steht. Zum Ölstandsabgleich befinden sich am Ausgleichsbehälter eine Maximum- und eine Minimum-Markierung.

- **Ventilblock**

Der Ventilblock enthält die Magnetventile, den Hydraulikdrucksensor, den Druckspeicher und ein Rückschlagventil.

- **Magnetventile**

Im Ventilblock sind insgesamt 4 Magnetventile eingebaut:

- 1 Magnetventil für die Steuerung des Kupplungsaktuators
- 1 Magnetventil für die Schaltung des 1., 3., 5. Gangs und des Rückwärtsgangs (Schaltwegventil)
- 1 Magnetventil für die Schaltung des 2., 4., 6. Gangs
- 1 Magnetventil für die Steuerung der Wählwinkelbremse (zum Wechsel der Schaltgasse). Das Magnetventil dient zugleich als Überdruckventil des Hydrauliksystems.

Zusätzliche Messgrößen von folgenden Bauteilen:

- **Bremslichtschalter**

Das Signal des Bremslichtschalters wird vom DME-Steuergerät über den PT-CAN (Powertrain Controller Area Network) übertragen. Zur Sicherheit wird das Signal zusätzlich über eine direkte Leitung vom Bremslichtschalter zum SMG-Steuergerät übertragen.

Das Signal des Bremslichtschalters wird für folgende Vorgänge genutzt:

- Zur Entriegelung der Schalthebelsperre (Shiftlock)
- Erkennung eines Bremsvorgangs
- Schalten in "N" bei Motorstillstand

- **Startersperre**

Das Car Access System (CAS) schaltet den Starter nur dann frei, wenn vom SMG-Steuergerät das Freigabesignal kommt. Zur Startfreigabe müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Schalthebelposition "N" muss eingelegt sein.
Im LC-Display der Instrumentenkombination muss "N" stehen, was bedeutet, dass auch das Getriebe in "N" steht.
- Das SMG-Steuergerät gibt den Start frei, die Kupplung ist geöffnet.

Systemfunktionen

Das SMG umfasst folgende Funktionen:

- Motorstart
- Schaltvorgang
- Fahren in Schalthebelposition "D" (Automatikbetrieb)
- Launch Control (Beschleunigungsassistent)
- Freischaukeln, z. B. aus Schnee
- Fahrzeugstillstand
- Schalthebelposition Neutral und Zündung AUS
- Notprogramm

Motorstart

Zum Starten des Motors müssen Schalthebel und Getriebe in "N" (Neutral) stehen. Beim Motorstart muss sofort ausreichender Systemdruck zum Öffnen der Kupplung aufgebaut worden sein. Daher wird bereits beim Entriegeln des Fahrzeugs das SMG-Steuergerät durch das Wecksignal vom Car Access System (CAS) geweckt. Das SMG-Steuergerät ermittelt den Systemdruck über den Hydraulikdrucksensor. Wenn der Systemdruck zu niedrig ist, wird die Hydraulikpumpe angesteuert. Die Hydraulikpumpe baut Druck auf. Wenn der Systemdruck erreicht ist, schaltet das SMG-Steuergerät die Hydraulikpumpe wieder ab.

Mit dem "Wecksignal" wird die Anzeige der Schalthebelposition in der Mittelkonsole aktiviert. Wenn nach ca. 15 Minuten ab Entriegeln des Fahrzeugs die Klemme 15 (Weckleitung) nicht aktiviert wird, wird die Anzeige der Schalthebelposition wieder abgeschaltet.

Schaltvorgang

Wenn im Manuellbetrieb oder im Automatikbetrieb ein Schaltvorgang ausgelöst wird, steuert das SMG-Steuergerät die entsprechenden Magnetventile im Ventilblock an.

Das unter Druck stehende Hydrauliköl fließt in den Kupplungsaktuator und betätigt die Kupplung.

Gleichzeitig sendet das SMG-Steuergerät an das DME-Steuergerät die Information, dass ein Schaltvorgang eingeleitet wird und die Aufforderung, das Motordrehmoment zu reduzieren.

Im nächsten Schritt wird der Schalt- und Wählwinkelaktuator angesteuert. Der Schalt- und Wählwinkelaktuator führt gleichzeitig die Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung der Schaltwelle und bei Bedarf auch eine Drehung der Schaltwelle aus.

Während des Schaltvorgangs wird bei Bedarf die Motordrehzahl angehoben, um das Einkuppeln schneller und komfortabler durchzuführen.

Wenn der Gang eingelegt ist, schließt die Kupplung automatisch.

Das SMG-Steuergerät erhält die genaue Kupplungsposition vom Kupplungswegsensor.

Nach dem Schaltvorgang werden die Magnetventile stromlos geschaltet.

Der gesamte Schaltvorgang läuft in Abhängigkeit von Fahrpedalstellung, Motordrehzahl, Fahrgeschwindigkeit und weiterer Faktoren (wie z. B. Motoröltemperatur) ab.

Kurz vor dem Fahrzeugstillstand schaltet das SMG in den 1. Gang und öffnet die Kupplung. Der Kraftschluss zwischen Motor und Getriebe ist unterbrochen.

Schaltvorgänge, die zu unzulässig hohen bzw. niedrigen Motordrehzahlen führen würden, werden nicht zugelassen.

Fahren in Schalthebelposition "D" (Automatikbetrieb)

- Konstantfahrt

Das SMG-Steuergerät registriert ständige Wechsel der Fahrpedalstellung (Gas geben und Gas zurücknehmen). Das SMG-Steuergerät unterbindet einen dadurch bedingten ständigen Wechsel zwischen benachbarten Gängen (hin und her, z. B. bei einer Autobahnfahrt mit ständig wechselnder Geschwindigkeit).

- Hochschalten unterdrücken

Das SMG-Steuergerät erkennt über die Fahrpedalstellung eine schnelle Gasrücknahme, z. B. vor einem Bremsvorgang.

Das SMG-Steuergerät unterdrückt das Hochschalten. Somit bleibt die Motorbremswirkung erhalten und unterstützt den Bremsvorgang.

- Bergauffahrt

Das SMG-Steuergerät erkennt aus den Daten der Raddrehzahlsensoren und der Fahrpedalstellung eine Bergauffahrt und verhindert ungewolltes Hochschalten und störende Pendelschaltungen (z. B. bei gleich bleibend hoher Motordrehzahl und Gasrücknahme).

- Bergabfahrt

Das SMG-Steuergerät erkennt eine Bergabfahrt über die Signale vom Drosselklappenpotenziometer (Lastsignal), von den Raddrehzahlsensoren (Fahrgeschwindigkeit) und dem Bremslichtschalter. Bei einer Zunahme der Fahrgeschwindigkeit schaltet das SMG-Steuergerät in den nächstniedrigeren Gang, damit die Motorbremswirkung erhalten bzw. erhöht wird.

- Bremsverzögerung und automatisches Zurückschalten

Das SMG-Steuergerät erkennt über den Bremslichtschalter, die Raddrehzahlsensoren und der Fahrpedalstellung eine Bremsverzögerung.

Das SMG-Steuergerät schaltet zur Erhaltung der Motorbremswirkung entsprechend der Fahrgeschwindigkeit herunter. Dabei können auch mehrere Gänge übersprungen werden. Zur erneuten Beschleunigung wird automatisch der richtige Gang geschaltet.

- Manueller Eingriff im Automatikbetrieb

Wenn der Schalthebel betätigt wird bzw. die Schaltwippen im Automatikbetrieb betätigt werden, wird automatisch in den Manuellbetrieb gewechselt.

Der Automatikbetrieb muss wieder neu angewählt werden.

Launch Control (Beschleunigungsassistent)

Voraussetzungen für die Launch Control:

- griffige Fahrbahn
- Dynamische Stabilitäts-Control (DSC) abgeschaltet (DSC-Taste länger als 3 Sekunden betätigt)
- SPORT-Taste gedrückt

Die Launch Control ermöglicht eine optimale Fahrzeugbeschleunigung aus dem Fahrzeugstillstand auf Rennsportniveau.

Wenn die Launch Control aktiv ist, wird selbst im Manuellbetrieb automatisch hochgeschaltet. Somit wird verhindert, dass der Motor kritische Drehzahlen erreicht.

Launch Control deaktivieren:

- über die Stellung des Fahrpedals (Rücknahme der Kick-down-Stellung)
oder
- durch einen manuellen Schaltwunsch
oder
- durch Ausschalten der Fahrdynamik-Control (FDC) über die SPORT-Taste
oder
- durch Aktivierung der DSC

Achtung! Erhöhter Verschleiß der Bauteile durch Launch Control.

Während des Einfahrens eines Neufahrzeuges keine Fahrzeugbeschleunigungen mit Launch Control durchführen. Häufige Einsätze der Launch Control führen zu erhöhtem Verschleiß der Bauteile.

Freischaukeln, z. B. aus Schnee

Zum Freischaukeln, z. B. aus Schnee, kann der Schalthebel schnell von Position 1. Gang über Position "N" in Position "R" oder umgekehrt geschaltet werden. Der Schaltvorgang muss innerhalb von 0,8 Sekunden

Fahrzeugstillstand

Wenn das SMG-Steuergerät einen Fahrzeugstillstand erkennt, wird die Kupplung geöffnet und in den 1. Gang geschaltet. Ein Fahrzeugstillstand wird über die Fahrpedalstellung und die Raddrehzahlen sowie die Motordrehzahl erkannt. Das Öffnen der Kupplung und das Schalten in den 1. Gang werden unabhängig vom Fahrprogramm (Manuell- oder Automatikbetrieb) durchgeführt.

Wenn bei Motor EIN die Fahrertür geöffnet wird, wird sofort eine akustische Warnung ausgegeben. Gleichzeitig blinkt im LC-Display der Instrumentenkombination das Symbol "N" (9-mal). Somit wird darauf aufmerksam gemacht, dass noch eine Fahrstufe eingelegt ist und das Getriebe nicht in Position "N" bzw. "P" ist.

Wenn trotzdem weder Pedale, Schaltwippen oder der Schalthebel betätigt werden, wird nach ca. 2 Sekunden automatisch der Gang herausgenommen.

Schalthebelposition Neutral und Zündung AUS

Wenn der Schalthebel in Position "Neutral" ist und die Zündung ausgeschaltet wird, blinkt das Symbol "N" im LC-Display in der Instrumentenkombination. Zusätzlich gibt der Multi-Audiosystem-Kontroller (M-ASK) eine akustische Warnung aus.

Notprogramm

Im Notprogramm bleibt das Fahrzeug eingeschränkt fahrbereit.

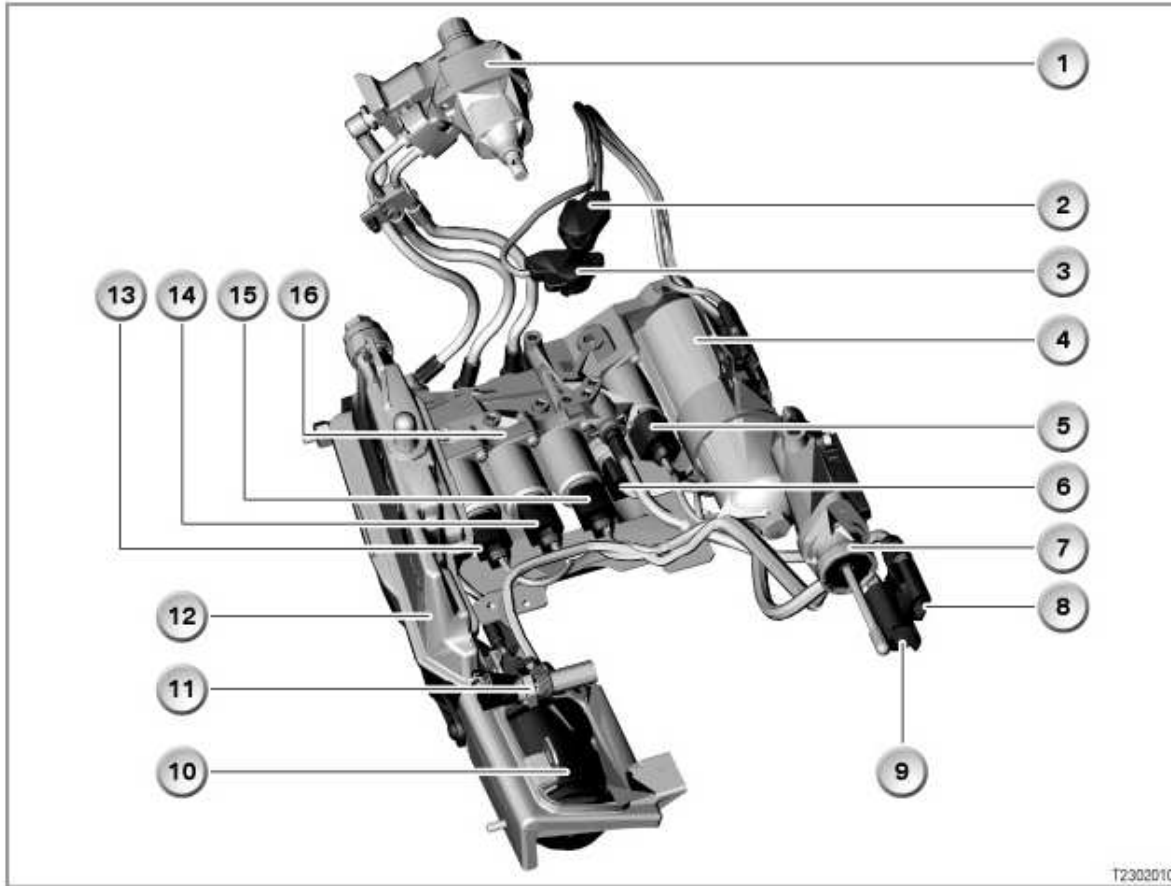
Nur die Schalthebelpositionen "R", "N" und der 1. bis 3. Gang sind verfügbar. Je nach Art des Getriebefehlers ist das Fahrzeug nach einem Fahrzeugstillstand nicht mehr fahrbereit.

Hydraulikeinheit mit Sensoren SMG: E60, E61, E63, E64

Einbauort

Die Hydraulikeinheit wird vorgefüllt und geprüft mit den Aktuatoren (Schalt- und Wählwinkelaktuator und Kupplungsaktuator mit Kupplungswegsensor) an das Schaltgetriebe montiert.

Aufbau

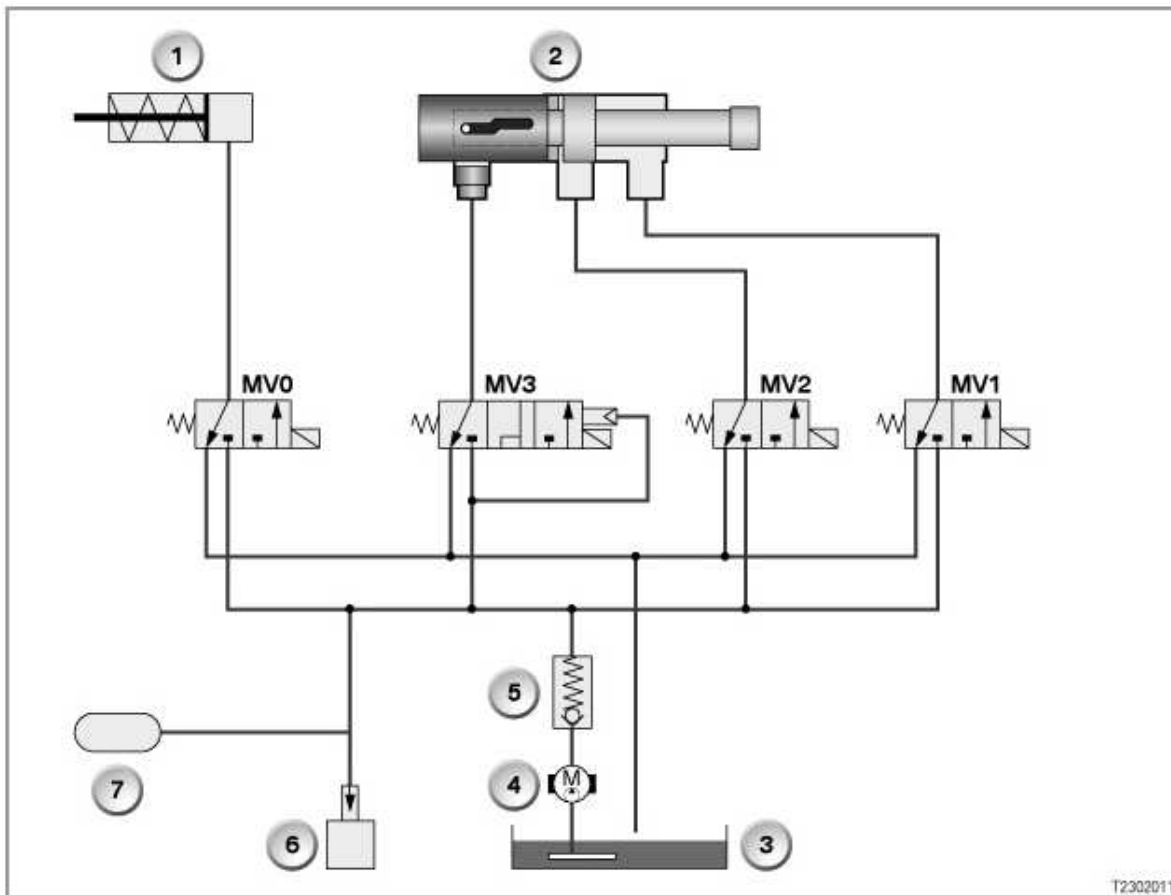


| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|---|-------|--|
| 1 | Schalt- und Wählwinkelaktuator | 2 | Schaltwegsensor |
| 3 | Wählwinkelsensor | 4 | Druckspeicher |
| 5 | Magnetventil MV3 für die Wählwinkelbremse und für das Überdruckventil | 6 | Hydraulikdrucksensor |
| 7 | Kupplungsaktuator mit Kupplungswegsensor | 8 | Spannungsversorgung für die Hydraulikpumpe (Elektromotor) |
| 9 | Stecker für die Ansteuerung der Bauteile des Ventilblocks (4 Magnetventile, Hydraulikdrucksensor) | 10 | Hydraulikpumpe |
| 11 | Induktivgeber für die Getriebeeingangsdrehzahl | 12 | Ausgleichsbehälter |
| 13 | Magnetventil MV0 für den Kupplungsaktuator | 14 | Magnetventil MV1 (Schaltwegventil) für die Schaltung des 1., 3., 5. Gangs und des Rückwärtsgangs |
| 15 | Magnetventil MV2 für die Schaltung des 2., 4., 6. Gangs | 16 | Ventilblock |

Der Stecker für die Ansteuerung der Bauteile des Ventilblocks (4 Magnetventile, Hydraulikdrucksensor) ist auf der linken Getriebeseite.

Oberhalb dieses Steckers ist der Stecker für die Spannungsversorgung der Hydraulikpumpe (Elektromotor). Die Hydraulikpumpe ist über das Getriebegehäuse an Masse geschaltet.

- Hydraulikplan



T2302011

| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|---|-------|--|
| 1 | Kupplungsaktuator | 2 | Schalt- und Wählwinkelaktuator mit Wählwinkelbremse |
| 3 | Ausgleichsbehälter | 4 | Hydraulikpumpe mit Elektromotor |
| 5 | Rückschlagventil | 6 | Hydraulikdrucksensor |
| 7 | Druckspeicher | MV0 | Magnetventil für den Kupplungsaktuator |
| MV1 | Magnetventil (Schaltwegventil) für die Schaltung des 1., 3., 5. Ganges und des Rückwärtsgangs | MV2 | Magnetventil für die Schaltung des 2., 4., 6. Ganges |
| MV3 | Magnetventil für die Wählwinkelbremse und für das Überdruckventil | | |

Kupplungsaktuator mit Kupplungswegsensor SMG: E60, E61, E63, E64

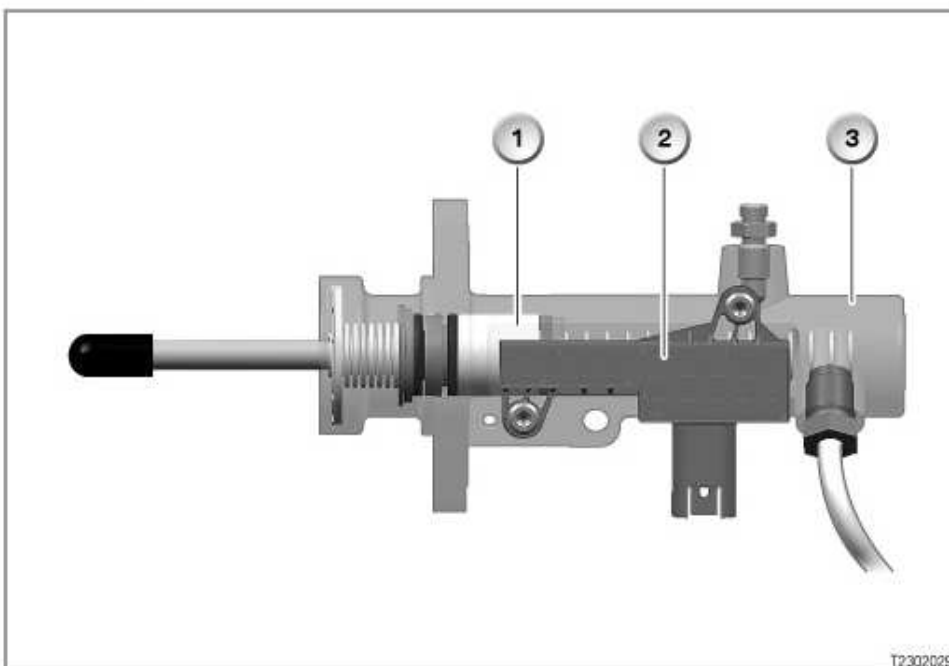
Einbauort

Der Kupplungsaktuator mit Kupplungswegsensor ist an der linken Getriebeseite angebaut.



T2302039

Aufbau



T2302029

| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|-------------------------|-------|--------------------|
| 1 | Permanentmagnet | 2 | Kupplungswegsensor |
| 3 | Kupplungsnehmerzylinder | | |

Der Kupplungsaktuator besteht aus folgenden Bauteilen:

- Kupplungswegsensor am Gehäuse des Kupplungsnehmerzylinders
- Kupplungsnehmerzylinder

Der Kupplungsnehmerzylinder besteht aus:

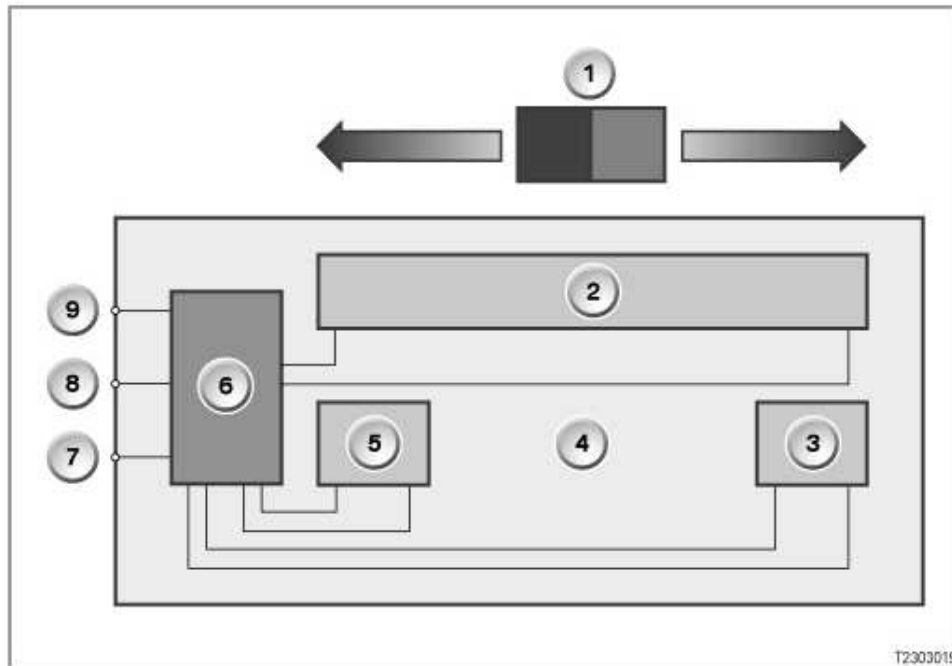
- Kolben und
- Permanentmagnet

Der Permanentmagnet ist fest auf dem Kolben.

Der Kupplungswegsensor erkennt den Ausrückweg des Kolbens (zugleich Ausrückweg der Kupplung) über den Ausrückweg des Permanentmagnets.

Funktionsweise

Die folgende Grafik zeigt die Funktionsweise des Kupplungswegsensors.



| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|--|-------|----------------------------|
| 1 | Permanentmagnet am Kolben des Kupplungsnehmerzylinders | 2 | Primärspule |
| 3 | Sekundärspule 1 | 4 | Kupplungswegsensor |
| 5 | Sekundärspule 2 | 6 | Auswerteelektronik |
| 7 | Analoger Signalausgang | 8 | Masse über SMG-Steuergerät |
| 9 | Spannungsversorgung (5 Volt) vom SMG-Steuergerät | | |

Errechnung des Ausrückwegs

Der Permanentmagnet signalisiert den Ausrückweg des Kolbens wie folgt:

- Je nach Position des Permanentmagneten wird in der Primärspule eine Spannung erzeugt.
- Je nach Position des Permanentmagneten wird somit in den Sekundärspulen eine unterschiedliche Spannung induziert.
- Die Auswerteelektronik errechnet aus den unterschiedlichen Induktionsspannungen von Sekundärspule 1 und Sekundärspule 2 die Position des Permanentmagneten und somit den Ausrückweg der Kupplung.
- Der Ausrückweg wird über den analogen Signalausgang an das SMG-Steuergerät gesendet.

Ansteuerung der Ausrückkraft und des Ausrückwegs

Das SMG-Steuergerät steuert den Kupplungsnehmerzylinder über den Solldruck für das Magnetventil MV0. Über das Magnetventil wird der erforderliche Druck auf den Kupplungsnehmerzylinder erzeugt. Entsprechend wird die Ausrückkraft dosiert. Der erforderliche Ausrückweg wird mit einem Hebel auf das Ausrücklager der Kupplung erzeugt.

Überwachung der Kupplungsposition und des Kupplungsschleifpunkts

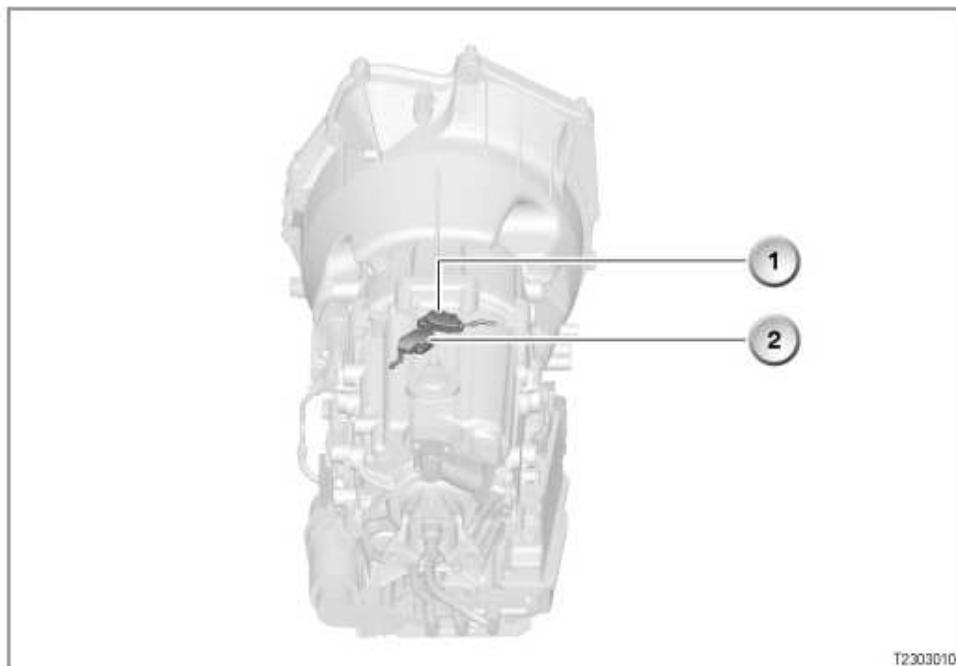
- Die Kupplungsposition wird ständig überwacht:
Beim Aus- und Einkuppeln misst und kontrolliert das SMG-Steuergerät laufend über den Kupplungswegsensor die Stellung des Kupplungsnehmerzylinders und somit die Kupplungsposition. Zudem wird zusätzlich aus den unterschiedlichen Drehzahlen von Motor und Getriebe der genaue Kupplungsschleifpunkt ermittelt.
- Kupplungsschleifpunkt:
Der Kupplungsschleifpunkt wird für ein optimales Aus- und Einkuppeln im SMG-Steuergerät gespeichert und entsprechend den Änderungen durch Einbautoleranzen und Verschleiß aktualisiert.

Schaltwegsensoren und Wählwinkelsensoren SMG: E60, E61, E63, E64

Einbauort

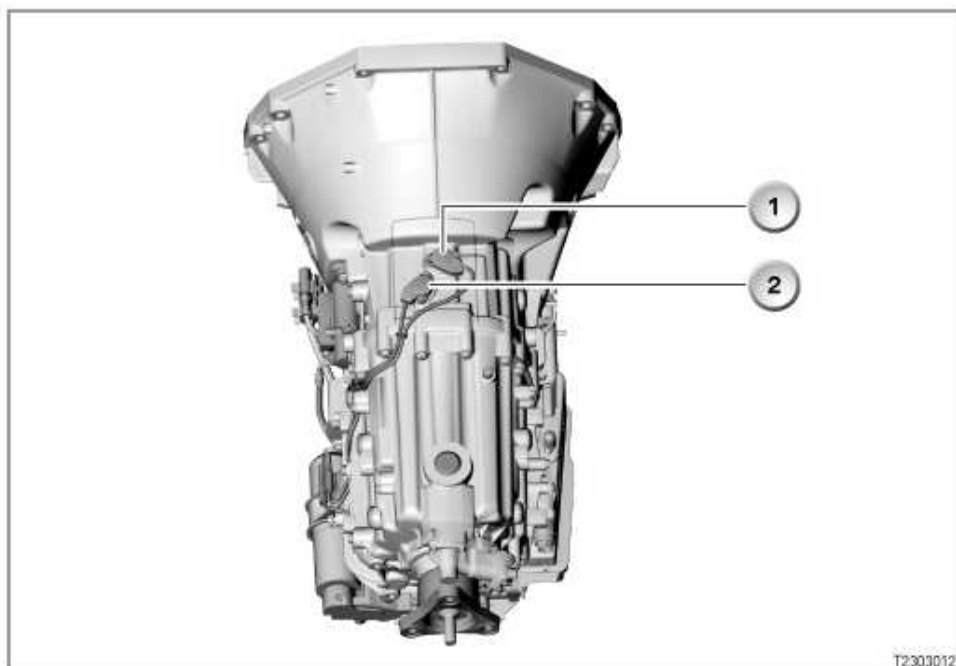
Der Schaltwegsensoren und der Wählwinkelsensoren sind bei den beiden Getrieben unterschiedlich eingebaut:

- GS6S37BZ: auf der Oberseite des Getriebes **hinter** der Flanschverbindung



| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|--------------------|-------|-------------------|
| 1 | Wählwinkelsensoren | 2 | Schaltwegsensoren |

- GS6S53BZ: auf der Oberseite des Getriebes **vor** der Flanschverbindung



| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|------------------|-------|-------------------|
| 1 | Wählwinkelsensor | 2 | Schaltwegsensoren |

Über den Schaltwegsensoren und dem Wählwinkelsensoren wird der eingelegte Gang erkannt. Der Schaltwegsensoren erfasst die Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung der Schaltwelle in der jeweiligen Schaltgasse. 4 Schaltgassen sind möglich:

- Schaltgasse für den Rückwärtsgang
- Schaltgasse für den 1. und 2. Gang
- Schaltgasse für den 3. und 4. Gang
- Schaltgasse für den 5. und 6. Gang

Der Wählwinkelsensoren erfasst die Drehung der Schaltwelle und somit die Wechsel der Schaltgassen. Ein Wechsel der Schaltgassen findet bei folgenden Schaltvorgängen statt:

- Rückwärtsgang in den 1. Gang und umgekehrt
- 2. Gang in den 3. Gang und umgekehrt
- 4. Gang in den 5. Gang und umgekehrt

Der Schaltwegsensoren und der Wählwinkelsensoren werden über das SMG-Steuergerät mit Spannung versorgt (5 Volt).

Elektromagnetventile

Im Ventilblock sind vier Elektromagnetventile verbaut. Ein Ventil dient zur Betätigung der Kupplung (Proportionalventil Kupplung). Zwei weitere zur Ausführung der Schaltbewegung (Proportionalventil EV1 und EV2). Das vierte führt die Wählbewegung aus (Magnetventil Wählwinkelbremse) und dient gleichzeitig als Überdruckventil des Hydrauliksystems.

Die Elektromagnetventile sind Hydraulikventile, die durch einen Elektromagneten gesteuert werden.

Die drei Proportionalventile haben einen Gleichstromwiderstand zwischen 5 und 10 Ohm.

Das Magnetventil Wählwinkelbremse hat einen Gleichstromwiderstand zwischen 2,5 und 10 Ohm.

Drucksensoren

Der Drucksensoren ist direkt am Ventilblock angebracht

Über den Drucksensoren erkennt das SMG-Steuergerät, ob der Öldruck im Speicher noch ausreicht und wann die Hydraulikpumpe angesteuert bzw. abgeschaltet werden muss

Um sicherzustellen, dass die Schaltungen unter allen Betriebsbedingungen problemlos ablaufen, muss ein bestimmter Öldruck im System herrschen.

Der Öldrucksensoren wird über die Sensorversorgungsspannung (5 V) aus dem SMG-Steuergerät mit Strom versorgt.

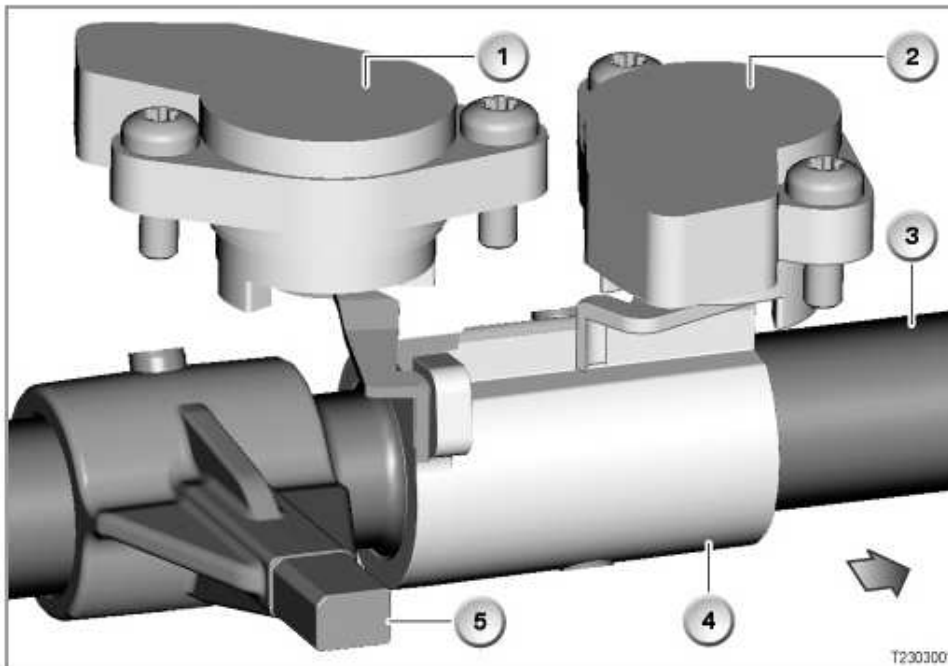
Der Messbereich des Öldrucksensors liegt zwischen 0-80 bar. Ausgewertet wird im Bereich von 35-40 bar, 44-55 bar und ca. 80 bar. Der Systemdruck beträgt ca. 44-55 bar.

Der momentan vorherrschende Öldruck und dessen Veränderung wird vom Öldrucksensoren erfasst, in ein Spannungssignal umgewandelt und über die Informationsleitung zum SMG-Steuergerät übertragen.

Aufbau

Die beiden Sensoren sind Hallensoren.

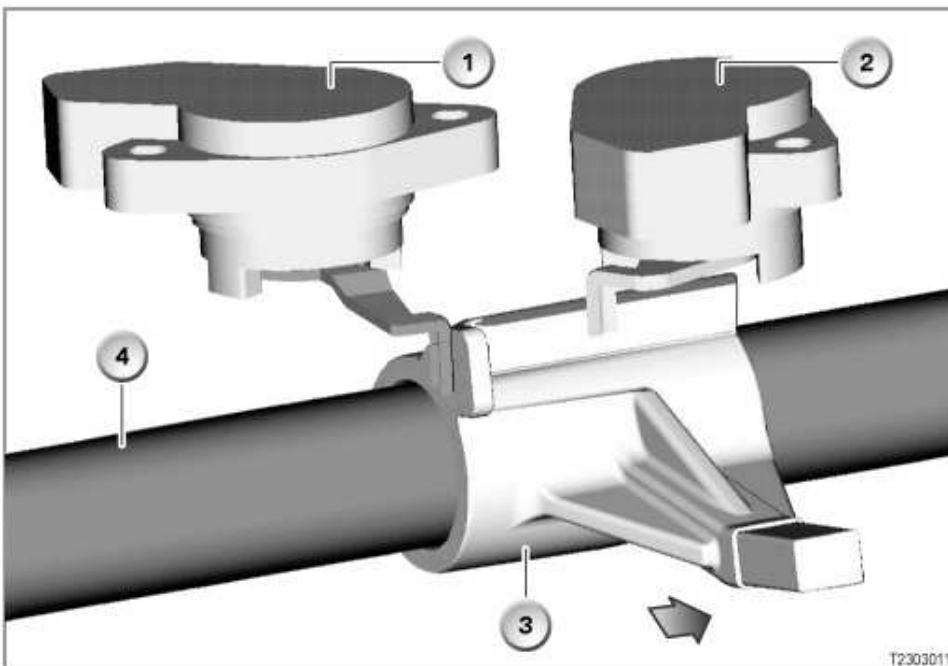
Funktionsweise



Die Grafik zeigt den Schaltwegsensoren und den Wählwinkelsensoren im GS6S37BZ.

| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|-------------------------|-------|--------------------|
| 1 | Schaltwegsensoren | 2 | Wählwinkelsensoren |
| 3 | Schaltwelle | 4 | Mitnehmer |
| 5 | Schaltfinger 1./2. Gang | | |

Der Pfeil zeigt in Fahrtrichtung.



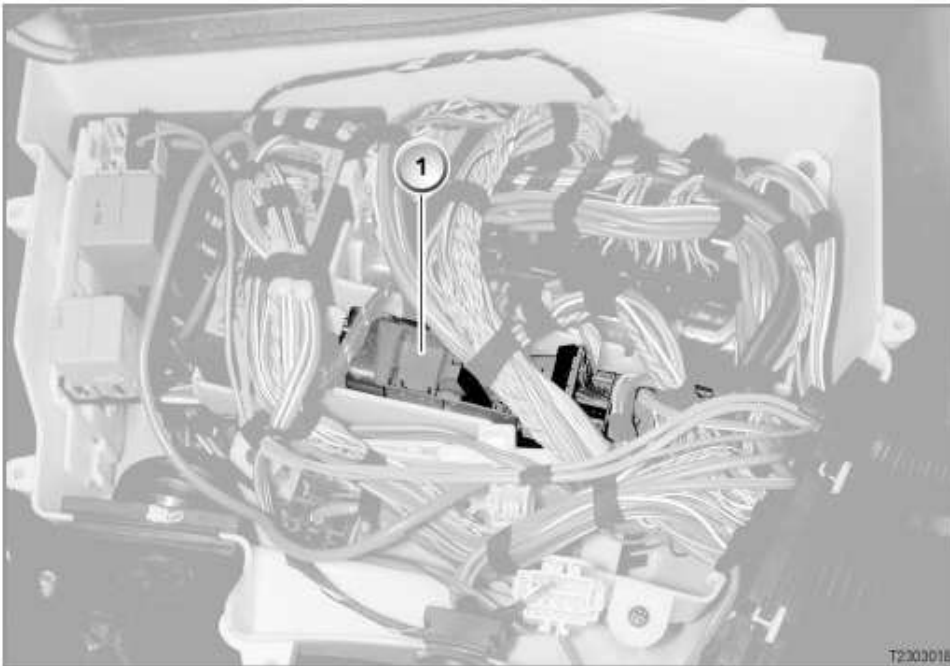
Die Grafik zeigt den Schaltwegsensoren und den Wählwinkelsensoren im GS6S53BZ.

| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|-------------------------|-------|--------------------|
| 1 | Schaltwegsensoren | 2 | Wählwinkelsensoren |
| 3 | Schaltfinger 5./6. Gang | 4 | Schaltwelle |

SMG-Steuergerät: E60, E61, E63, E64

Einbauort

Das SMG-Steuergerät ist im Motorraum in der Elektronikbox eingebaut (in Fahrtrichtung rechts).

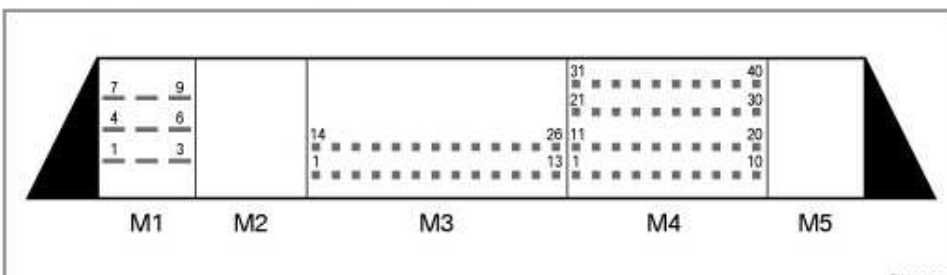


| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|---|-------|-----------|
| 1 | SMG-Steuergerät (Sequenzielles manuelles Getriebe) | | |

Der Pfeil zeigt in Fahrtrichtung.

Aufbau

Das SMG-Steuergerät ist ein Einplattensteuergerät mit einem modularen Steckersystem. Von den 5 Kammern (M1-M5) sind nur 3 Kammern belegt.



Das SMG-Steuergerät (GS35) errechnet die Ansteuerung für die Magnetventile zum Aus- und Einkuppeln und zum Gangwechsel. Zudem gibt das SMG-Steuergerät Informationen an verschiedene Steuergeräte, z. B. zur Anpassung der Motordrehzahl und zur Fahrprogrammanzeige. (Das SMG-Steuergerät ist programmierbar und kodierbar.)

- **Anzeige in der Instrumentenkombination**

Im LC-Display (Liquid-Crystal-Display = Flüssigkristallanzeige) in der Instrumentenkombination wird Folgendes angezeigt:

- gewählte Fahrstufe
- Fahrprogramm
- Check-Control-Meldungen
- Betrieb im Notprogramm

Position "R" oder umgekehrt geschaltet werden. Der Schaltvorgang muss innerhalb von 0,8 Sekund

- **Rückfahrlicht**

Das Rückfahrlicht wird aufgrund der Botschaften vom SMG-Steuergerät vom Lichtmodul (LM) eingeschaltet.

Signalweg:

Signale vom Schaltwegsensoren und vom Wählwinkelsensoren -> SMG-Steuergerät -> PT-CAN -> Sicherheits- und Gateway-Modul (SGM) bis 09/2005 oder Karosserie-Gateway-Modul (KGM) ab 09/2005 -> K-CAN -> LM

- Pinbelegung

| <p>E = Eingang M = Masse V = Versorgung</p> <p>Aktuelle Angaben zur Pinbelegung siehe BMW Diagnosesystem</p> | | |
|--|-----|--|
| Pinbelegung für den Stecker X70011, Kammer M1, 9-polig | | |
| Pin | Art | Beschreibung |
| 1 | E | Weckleitung (Klemme 15 Wake up) |
| 2 | --- | --- |
| 3 | --- | --- |
| 4 | --- | --- |
| 5 | M | Klemme 31 (Masse für die Elektronik) |
| 6 | --- | --- |
| 7 | V | <p>> E60, E61, E63, E64 bis 09/2005 Klemme 30 (Spannungsversorgung)</p> <p>> E60, E61, E63, E64 ab 09/2005 Klemme 30g (Spannungsversorgung geschaltet)</p> |
| 8 | --- | --- |
| 9 | --- | --- |

Pinbelegung für den Stecker X70003, Kammer M3, 26-polig

| Pin | Art | Beschreibung |
|-----|-----|---|
| | | A = Ausgang E = Eingang Aktuelle Angaben zur Pinbelegung siehe BMW Diagnosesystem |
| 1 | --- | --- |
| 2 | --- | --- |
| 3 | A | Starterfreigabe, Freigabesignal an das Car Access System (CAS) |
| 4 | --- | --- |
| 5 | E | Eingangssignal von den Schaltwippen |
| 6 | E | Analogsignal von den Hallsensoren zur Positionserkennung des Schalthebels |
| 7 | E | Analogsignal von den Hallsensoren zur Positionserkennung des Schalthebels |
| 8 | E | Analogsignal von den Hallsensoren zur Positionserkennung des Schalthebels |
| 9 | E | Motordrehzahl |
| 10 | --- | --- |
| 11 | --- | --- |
| 12 | E | Klemme 50 (Starter) |
| 13 | A | Schalthebelsperre (Shiftlock) |
| 14 | A | Minusleitung für den Schalthebel |
| 15 | E | Bremslichtschalter |
| 16 | --- | --- |
| 17 | --- | --- |
| 23 | E | Analogsignal von den Hallsensoren zur Positionserkennung des Schalthebels |
| 24 | E | Digitalsignal von den Hallsensoren zur Positionserkennung des Schalthebels |

Pinbelegung für den Stecker X70014, Kammer M4, 40-polig

| Pin | Art | Beschreibung |
|-----|-----|---|
| | | A = Ausgang E = Eingang E/A = Eingang und Ausgang M = Masse Aktuelle Angaben zur Pinbelegung siehe BMW Diagnosesystem |
| 1 | --- | --- |
| 2 | A | Plusleitung (5 Volt) für den Kupplungswegsensor |
| 3 | E | Wählwinkelsensor |
| 4 | E | Kupplungswegsensor |
| 10 | A | Magnetventil MV3 für die Wählwinkelbremse |
| 11 | A | Plusleitung (5 Volt) für den Wählwinkelsensor, den Schaltwegsensor und den Hydraulikdrucksensor |
| 12 | E | Schaltwegsensor |
| 13 | E | Hydraulikdrucksensor |
| 14 | --- | --- |
| 15 | A | Minusleitung für den Kupplungswegsensor |
| 16 | A | Minusleitung für den Wählwinkelsensor, den Schaltwegsensor und den Hydraulikdrucksensor |
| 17 | M | Masse für das SMG-Steuergerät |
| 18 | --- | --- |
| 19 | --- | --- |
| 20 | A | Magnetventil MV2 für die Schaltung des 2., 4., 6. Gangs |
| 21 | E | Klemme 15 |
| 22 | --- | --- |
| 23 | E | Induktivgeber für die Getriebeeingangsdrehzahl (induktiv +) |
| 24 | E | Induktivgeber für die Getriebeeingangsdrehzahl (induktiv -) |
| 25 | --- | --- |
| 26 | --- | --- |
| 27 | --- | --- |
| 28 | --- | --- |
| 29 | --- | --- |
| 30 | A | Relais für die Hydraulikpumpe |
| | --- | --- |
| 36 | E/A | PT-CAN-High (Powertrain Controller Area Network) |
| 37 | E/A | PT-CAN-Low (Powertrain Controller Area Network) |
| 38 | --- | --- |
| 39 | A | Magnetventil MV1 (Schaltwegventil) für die Schaltung des 1., 3., 5. Gangs und des Rückwärtsgangs |
| 40 | A | Magnetventil MV0 für den Kupplungsaktuator |
| 42 | --- | --- |