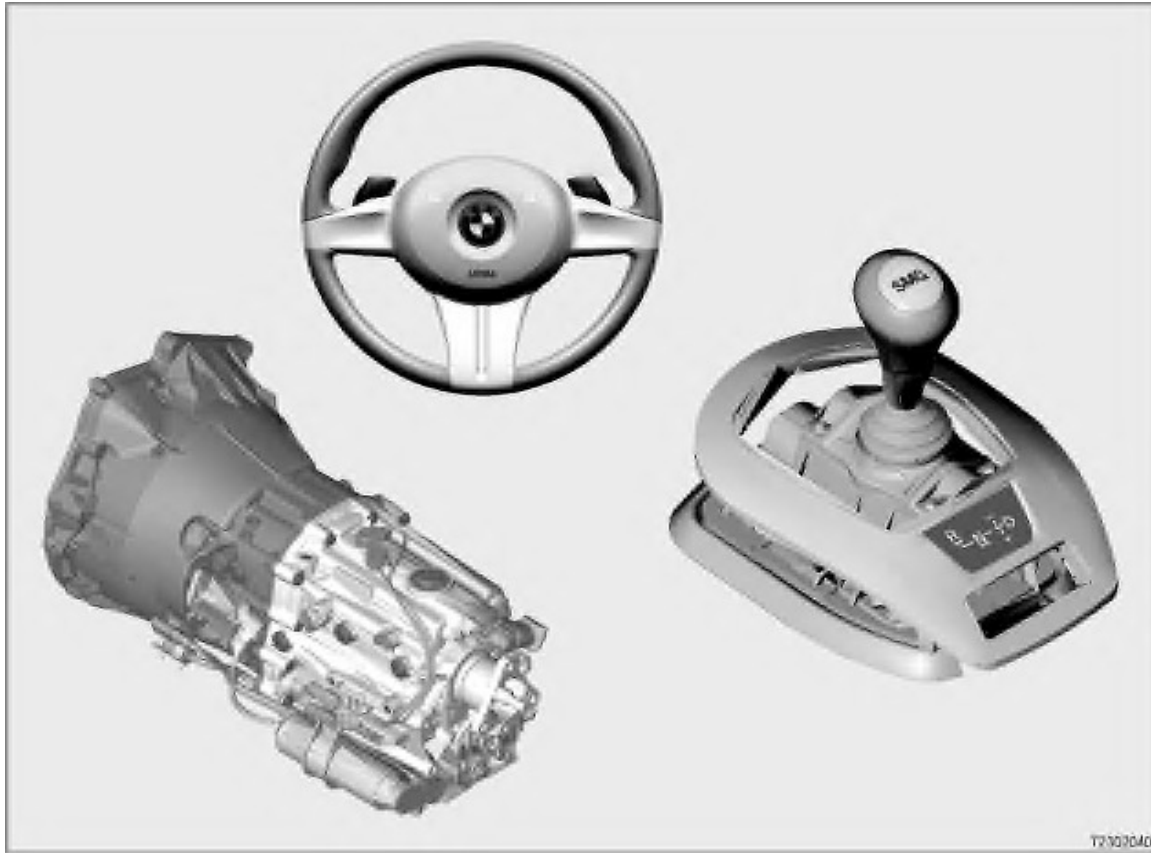


Sequenzielles manuelles Getriebe SMG auf Basis GS6-37BZ

E85



Einleitung

Die Idee eines sequenziellen manuellen Getriebes SMG kommt aus dem Rennsport und wird mittlerweile auch für die Serie umgesetzt.

Im Detail bedeutet SMG, dass im Gegensatz zum konventionellen Schaltgetriebe die Kupplungsbetätigung und der Gangwechsel automatisiert sind. Eine elektrohydraulische Steuerung übernimmt die Funktionen, die der Fahrer sonst beim Schalten mit Kupplungspedal, Schalthebel und Fahrpedal ausführt.

Das SMG ermöglicht

- sequenziellen manuellen Gangwechsel = manueller Modus

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

Geschaltet wird

- am Schalthebel in der Mittelkonsole oder
- an 2 Schaltwippen am Lenkrad.

Die Gänge können manuell bei jeder beliebigen Geschwindigkeit bzw. bei jeder beliebigen Stellung des Fahrpedals geschaltet werden.

Der Schaltimpuls wird elektrisch an das SMG-Steuergerät übertragen. Bei dieser "shift-by-wire" genannten Übertragungsart bestehen keine mechanischen Verbindungen zwischen Schalthebel bzw. Schaltwippen und Getriebe.

- Automatikbetrieb = Drive-Modus

Im Automatikbetrieb werden die Schaltvorgänge automatisch nach Kennlinien und der Fahrsituation angepasst gesteuert. [Systemübersicht ...]

Das SMG GS6S37BZ (H-SMG) basiert auf dem 6-Gang-Schaltgetriebe GS6-37BZ (H-Getriebe).

Wesentliche Vorteile des SMGs im Vergleich zum herkömmlichen Schaltgetriebe:

- Entfall des Kupplungspedals, da der Ein- und Auskuppelvorgang automatisch abläuft
- Wahlmöglichkeiten zwischen 3 Betriebsmodi:
 - Sequenzielles, manuelles Schalten über Schalthebel oder Schaltwippen
 - Fahrdynamik-Control FDC über SPORT-Taste: Sportlichere Fahrweise durch Eingriff in die Lenkungs-, Motor- und Getriebesteuerung (im manuellen Modus und im Drive-Modus)
 - Drive-Modus = Automatikbetrieb
- 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.

Einsatztermin:

Das SMG wird als Sonderausstattung (SA 206) angeboten.

Modell	Motor	Geplante Einführung
E85	M54B25 M54B30	04/03 weltweit

Bauteil-Kurzbeschreibung

Das SMG-System besteht aus folgenden Bauteilen:

- **Schalthebel mit Schaltbock und Schalthebelblende**

Der Schalthebel ermöglicht die Gangwechsel sequenziell durch Antippen.

Der Schalthebel hat 6 Positionen: 3 federbelastete einrastbare Positionen für Neutral "N", Rückwärtsgang "R" und manuellen Modus (Symbol " -" zwischen Neutral und Drive-Modus) sowie 3 nicht einrastbare Positionen, die nur angetippt werden ("+", "-", "D" (Drive-Modus = Automatikbetrieb). Zur Erkennung der Schalthebelposition sind im Schaltbock 7 Hallsensoren eingebaut. Im Schaltbock ist auch die Schalthebelsperre (Shiftlock) eingebaut.

In der Schalthebelblende befindet sich die beleuchtete Schalthebel-Positionsanzeige. [mehr ...]

- **Lenkrad mit Schaltwippen**

Das Lenkrad mit Schaltwippen ermöglicht manuelle Gangwechsel, ohne die Hände vom Lenkrad zu nehmen. Durch Ziehen einer oder beider Schaltwippen erfolgt ein Hochschalten, durch Drücken ein Rückschalten des Getriebes. [mehr ...]

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

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 Fahrpedalbewegungen an. Die Auslenk- und Haltekräfte am Lenkrad werden sportlicher abgestimmt.

Bei einem Motorstart ist die Fahrdynamik-Control immer deaktiviert. [mehr ...]

- **SMG-Hydraulikeinheit mit Sensoren**

Mithilfe der SMG-Hydraulikeinheit und den Sensoren werden der Kupplungsvorgang und die Gangwechsel automatisch durchgeführt. [mehr ...]

• **Schalt-/Wählwinkelaktuator**

Der Schalt-/Wählwinkelaktuator verschiebt die Schaltwelle auf ihrer Achse und dreht die Schaltwelle beim Gassenwechsel. [mehr ...]

• **Schaltwegsensoren und Wählwinkelsensoren**

Über Schaltwegsensoren und Wählwinkelsensoren wird der eingelegte Gang erkannt:

Der Schaltwegsensoren erfasst die Vor- bzw. Zurückbewegung der Schaltwelle in der jeweiligen Schaltgasse.

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

[mehr ...]

- **Druckspeicher**

Der Druckspeicher ist links unten am Getriebe angebaut und stellt sicher, dass immer ausreichend Öldruck für die Schaltvorgänge vorhanden ist. Ein Kolben unterteilt den Druckspeicher in 2 Kammern. Eine Kammer ist mit ca. 27 bar Stickstoff bei -25 °C befüllt. Die zweite Kammer nimmt das von der Hydraulikpumpe geförderte Öl auf. Das Speichervolumen beträgt ca. 285 cm³.

- **Drucksensor**

Der Drucksensor ist direkt am Ventilblock 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 den Ein- und Auskuppelvorgang durch. Der Ausrückweg wird vom Kupplungswegsensor erfasst. [mehr ...]

- **Hydraulikpumpe**

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

- **Sensor für die Getriebeeingangsdrehzahl**

Der Sensor erfasst die Getriebeeingangsdrehzahl zum Vergleich mit der Motordrehzahl. Durch diesen Vergleich entscheidet das SMG-Steuergerät, mit welcher Schließgeschwindigkeit der Kraftfluss zwischen Motor und Getriebe über die Kupplung hergestellt wird.

- **Ausgleichsbehälter**

Der Ausgleichsbehälter stellt sicher, dass immer ausreichend Hydrauliköl für das System zur Verfügung steht. Darüber hinaus kann sich das Öl im Ausgleichsbehälter ausdehnen. Zur Ölstandskontrolle befinden sich am Ausgleichsbehälter eine Maximum- und eine Minimum-Markierung. Für die Vorfiltration des Öls ist im Ausgleichsbehälter ein Filter integriert.

- **Ventilblock**

Der Ventilblock nimmt die Magnetventile, den Drucksensor, den Druckspeicher, ein Rückschlagventil und einen Feinfilter auf.

- **Magnetventile**

Im Ventilblock sind insgesamt 4 Magnetventile eingebaut.

3 Magnetventile steuern den Kupplungsaktuator sowie den Schaltaktuator für die Schaltbewegung an.

1 Magnetventil steuert die S-Cam-Bremse (S-Cam = Hülse mit S-Kontur) sowie den Schalt-/Wählwinkelaktuator zur Realisierung der Gassenwechsel an. Das Magnetventil dient zugleich als Überdruckventil des Hydrauliksystems.

- **SMG-Steuergerät**

Das SMG-Steuergerät (GS30) errechnet aus den Signalen der Sensoren die Ansteuersignale für die Magnetventile der Kuppelvorgänge und Gangwechsel. Zudem gibt das SMG-Steuergerät Informationen an verschiedene Steuergeräte, z. B. zur Anpassung der Motordrehzahl, zur Getriebeprogrammanzeige und zur Anzeige der Schalthebelposition. [mehr ...]

- **Relais für das Rückfahrlicht**

Das Signal der Getriebeposition des Rückwärtsgangs wird vom Schaltwegsensor und vom Wählwinkelsensor an das SMG-Steuergerät geleitet. Das SMG-Steuergerät erzeugt das Signal für das Relais. Das Relais für das Rückfahrlicht befindet sich im Deckel der Elektronikbox.

- **Getriebe**

Das SMG basiert auf dem 6-Gang-Schaltgetriebe GS6-37BZ. Das Getriebegehäuse wurde geändert und nimmt die Hydraulikeinheit mit den Aktuatoren für die Kuppelvorgänge und Gangwechsel sowie die zusätzlichen Sensoren auf. Die Schaltrastung und die Wählrastung auf der Schaltwelle wurden angepasst. Der Getriebeaufbau und die Kupplung bleiben unverändert.

- **Anzeige in der Instrumentenkombination**

Die gewählten Fahrstufen und Getriebeprogramme werden in 2 Segmenten in der Instrumentenkombination dargestellt. Bei einem Getriebefehler sowie beim Betrieb im Notprogramm leuchtet eine Warnleuchte in der

Zusätzliche Messgrößen von folgenden Bauteilen:

- **Bremslichtschalter**

Das Signal des Bremslichtschalters geht analog in das SMG-Steuergerät ein. Zur Sicherheit wird das Signal des Bremslichtschalters vom DME-Steuergerät (Digitale Motor Elektronik) über den PT-CAN (Powertrain-CAN) übertragen.

Das Signal des Bremslichtschalters wird für folgende Vorgänge genutzt:

- Zur Entriegelung der Schalthebelsperre (Shiftlock)
- Zur Bremserkennung
- Zur Auslegung eines Gangs bei Motorstillstand

- **Startersperre und Elektronische Wegfahrsperr (EWS)**

Die EWS schaltet den Starter nur dann frei, wenn vom SMG-Steuergerät das Signal zur Freigabe erfolgt ist. Über den Eingang Klemme 50 erkennt das SMG-Steuergerät den Startwunsch. Zur Startfreigabe müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Schalthebelposition N muss eingelegt sein (in der Anzeige der Instrumentenkombination muss "N" stehen).
- SMG-Steuergerät gibt den Start frei, Kupplung ist geöffnet.

- **Elektromechanische Servolenkung EPS**

Die EPS ist eine elektromechanische Servolenkung mit geschwindigkeitsabhängiger Lenkkraftunterstützung. Bei Aktivierung der Fahrdynamik-Control schaltet das EPS-Steuergerät auf eine sportlichere Kennlinie. Es werden größere Halte- und Lenkkräfte benötigt.

Systemfunktionen

Das SMG umfasst folgende Funktionen:

- Motorstart
- Schaltvorgang
- Fahren in Schalthebelposition Drive-Modus "D" (Automatikbetrieb)
- Beschleunigungsassistent (Rennstartfunktion)
- Freischaukeln, z. B. aus Schnee
- Fahrzeugstillstand
- Schalthebelposition Neutral und Zündung AUS
- Fehleranzeige, Warnleuchte SMG und Notprogramm

Motorstart

Zum Starten des Motors müssen Schalthebel und Getriebe in "N" (Neutral) stehen.

Um sicherzustellen, dass beim Motorstart sofort ausreichend Systemdruck zum Öffnen der Kupplung zur Verfügung steht, wird bei der Fahrzeugentriegelung über das Grundmodul das SMG-Steuergerät geweckt. Der Speicherdruck wird ermittelt. Bei zu niedrigem Speicherdruck wird einmalig die Hydraulikpumpe angesteuert. Nach Erreichen des Systemdrucks wird die Hydraulikpumpe vom SMG-Steuergerät wieder abgeschaltet. Mit dem "Wecksignal" wird die Anzeige der Schalthebelposition in der Mittelkonsole aktiviert. Wird nach ca. 15 Minuten die Klemme 15 nicht aktiviert, dann wird die Anzeige der Schalthebelposition wieder abgeschaltet.

Schaltvorgang

Wenn im manuellen Modus oder im Drive-Modus ein Schaltvorgang ausgelöst wird, steuert das SMG-Steuergerät der Reihe nach entsprechende 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-/Wählwinkelaktuator

angesteuert. Der Schalt-/Wählwinkelaktuator führt den Schaltvorgang aus, indem er gleichzeitig die Vor- bzw. Zurückbewegung der Schaltwelle und im Bedarfsfall auch eine Drehung der Schaltwelle ausführt. Der Schaltvorgang wird bei Bedarf durch Anhebung der Motordrehzahl (Zwischengas) unterstützt. Wenn der Gang eingelegt ist, schließt die Kupplung automatisch. Die genaue Kupplungsposition erhält das SMG-Steuergerät vom Kupplungswegsensor. Nach dem Schaltvorgang werden die Magnetventile stromlos geschaltet. Der gesamte Schaltvorgang läuft in Abhängigkeit von Pedalwertgeber-Stellung, Fahrgeschwindigkeit, Motordrehzahl, Getriebedrehzahl und weiteren 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 im Drive-Modus "D" (Automatikbetrieb)

- Konstantfahrt

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

- Hochschaltunterdrückung

Das SMG-Steuergerät erkennt über den Pedalwertgeber des Fahrpedals eine schnelle Gasrücknahme und aktiviert die Hochschaltunterdrückung. Dadurch wird ein unerwünschtes Hochschalten verhindert (z. B. vor einem Bremsvorgang) und die Motorbremswirkung bleibt erhalten.

- Bergauffahrt

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

- Bergabfahrt

Über die Signale vom Drosselklappenpotentiometer (Motorlastsignal), von den Raddrehzahlsensoren (Fahrgeschwindigkeit) und dem Bremslichtschalter (Bremsbetrieb) erkennt das SMG-Steuergerät eine Bergabfahrt. Zur Erhaltung und Erhöhung der Motorbremswirkung schaltet das SMG-Steuergerät bei einer Zunahme der Fahrgeschwindigkeit in den nächstniedrigeren Gang.

- Bremsverzögerung und automatisches Zurückschalten

Das SMG-Steuergerät erkennt über den Bremslichtschalter, die Raddrehzahlsensoren und den Fahrpedalwert eine Bremsverzögerung. Das SMG-Steuergerät schaltet zur Erhaltung der Motorbremswirkung entsprechend der Fahrgeschwindigkeit herunter. Dabei können auch mehrere Gänge übersprungen werden. Zur Wiederbeschleunigung wird automatisch der richtige Gang geschaltet.

- Manuelles Eingreifen des Fahrers im Automatikbetrieb

Betätigt der Fahrer den Schalthebel bzw. die Schaltwippen im Automatikbetrieb, wird automatisch in den manuellen Modus gewechselt. Der Automatikbetrieb muss durch den Fahrer wieder neu angewählt werden.

Beschleunigungsassistent (Rennstartfunktion)

Voraussetzungen für den Beschleunigungsassistenten:

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

Der Beschleunigungsassistent ermöglicht eine optimale Fahrzeugbeschleunigung auf Rennsportniveau aus dem Fahrzeugstillstand.

Normalerweise erfolgt das Einkuppeln bei ca. 1300 U/min. Mit dem Beschleunigungsassistenten erhöht sich die Drehzahl auf ca. 4000 U/min, bevor das SMG-System die Kupplung schließt. Dazu muss der Fahrer lediglich das Fahrpedal schnell und vollständig durchtreten (Kickdown-Funktion). Die Zwangshochschaltung im manuellen Modus (nur bei Rennstartfunktion) stellt sicher, dass der Motor keine kritischen Drehzahlen erreichen kann. Die Rennstartfunktion wird deaktiviert durch Rücknahme der Kickdown-Funktion über die Stellung des Fahrpedals, durch eine manuelle Schaltungsanforderung, durch Ausschalten der Fahrdynamik-Control über die SPORT-Taste oder durch Aktivierung der DSC.

Freischaukeln, z. B. aus Schnee

Zum Freischaukeln, z. B. aus Schnee, kann der Schalthebel schnell von Position 1. Gang in Position "R" oder umgekehrt geschaltet werden. Der Schaltvorgang muss innerhalb von 0,8 Sekunden erfolgen, da sonst die Schalthebelsperre (Shiftlock) aktiv wird.

Fahrzeugstillstand

Erkennt das SMG-Steuergerät über den Pedalwertgeber des Fahrpedals, die Raddrehzahlen und die Motordrehzahl einen Fahrzeugstillstand, wird unabhängig vom Fahrprogramm (manueller Modus oder Drive-Modus) die Kupplung geöffnet und in den 1. Gang geschaltet.

Bei laufendem Motor wird bei geöffneter Fahrertür auf eine eingelegte Fahrstufe aufmerksam gemacht (Warnsignal 9-mal hintereinander). Das Symbol N blinkt (9-mal) in der Instrumentenkombination. Werden weder Pedale, Schaltwippen oder der Schalthebel betätigt, wird nach ca. 2 Sekunden automatisch der Gang herausgenommen.

Schalthebelposition Neutral und Zündung AUS

Befindet sich der Schalthebel in Position Neutral und die Zündung wird ausgeschaltet, blinkt das Symbol "N" in der Getriebeprogrammanzeige in der Instrumentenkombination. Über den serienmäßigen Akustikgeber in der Instrumentenkombination ertönt ca. 9 Sekunden lang ein Warnsignal. Der Akustikgeber wird über das SMG-Steuergerät angesteuert.

Fehleranzeige, Warnleuchte SMG und Notprogramm

- Warnleuchte SMG leuchtet und Warnsignal ertönt
Ein Aufleuchten der Warnleuchte SMG und ein Warnsignal machen den Fahrer auf einen Fehler im SMG aufmerksam (z. B. Ausfall eines Sensors). Mithilfe von Ersatzwerten wird dieser Fehler in der SMG-Steuerlektronik korrigiert. Der Fehler kann sich auf die Schalt- und Fahrqualität auswirken.
- Fahrprogramm "D" wird angezeigt, Warnleuchte SMG leuchtet und Warnsignal ertönt
Das SMG befindet sich im Notprogramm, d. h. eingeschränkte Schalt- und Fahrqualität, Hochschaltungen sind bis max. 3. Gang möglich, die max. Fahrgeschwindigkeit ist begrenzt auf ca. 80 km/h.
- Getriebefehler "F" wird angezeigt, Warnleuchte SMG leuchtet und Warnsignal ertönt
Der Fahrer wird auf schwere Schalthebel-/Getriebefehler hingewiesen. Das Fahrzeug ist nach einem Fahrzeugstillstand nicht mehr fahrbereit.

Hinweise für den Service

Folgende Hinweise für den Service können zum heutigen Zeitpunkt gegeben werden:

- Allgemeine Hinweise: [mehr ...]
- Diagnose: ---
- Codierung/Programmierung: ---
- Car & Key Memory: ---

Länderausführung

- USA

Der SPORT-Taster (Bestandteil der SA 224 Fahrdynamik-Control) ist nur mit den Sonderausstattungen M-Sportfahrwerk (SA 704) oder SMG (SA 206) erhältlich.

Druckfehler, Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten!