

<b>4 Getriebe für Kraftfahrzeuge</b>	<b>106 Module für Getriebesteuerung</b>
4 Getriebe im Triebstrang	106 Anwendung
6 Anforderungen an Getriebe	107 Modulausführungen
7 Handschaltgetriebe	
8 Automatisierte Schaltgetriebe (AST)	<b>110 Literaturverzeichnis</b>
12 Doppelkupplungsgetriebe (DKG)	<b>111 Sachworte und Abkürzungen</b>
13 Automatische Getriebe (AT)	111 Sachworte
22 Stufenlose Getriebe (CVT)	114 Abkürzungen
Toroidgetriebe	
<b>30 Elektronische Getriebesteuerung</b>	
30 Triebstrangmanagement	
31 Markttrends	
32 Steuerung automatisierter Schaltgetriebe	
36 Steuerung von Automatikgetrieben	
52 Steuerung stufenloser Getriebe	
<b>54 Sensoren</b>	
54 Einsatz im Kfz	
55 Getriebe-Drehzahlsensoren	
56 Mikromechanische Drucksensoren	
59 Temperatursensoren	
60 Positionssensoren	
<b>61 Sensorsignalverarbeitung</b>	
<b>62 Steuergerät</b>	
62 Einsatzbedingungen, Aufbau, Datenverarbeitung	
68 Steuergeräte für die elektronische Getriebesteuerung	
75 Thermo-Management	
77 Prozesse und Tools in der Steuergeräteentwicklung	
78 Softwareentwicklung	
<b>92 Elektrohydraulische Aktuatoren</b>	
92 Anwendung und Aufgabe, Anforderungen	
93 Aufbau und Arbeitsweise	
94 Aktuatorausführungen	
103 Simulation in der Entwicklung	

Der Antriebsstrang soll die vom Verbrennungsmotor erzeugte Energie mit möglichst geringen Verlusten bis zu den Rädern übertragen. Dazu müssen seine Komponenten – Motor, Getriebe, Kupplung und Bremsen – bestmöglich aufeinander abgestimmt sein. Die besten Ergebnisse lassen sich mit der „Elektronischen Getriebe-steuerung“ (EGS) erreichen. Sie kann die Steuerung der einzelnen Systeme und Komponenten übergreifend mit komfortablen und Energie sparenden Schaltstrategien koordinieren.

Das „Automatisierte Schaltgetriebe“ (AST) ist ein Handschaltgetriebe mit elektrischen oder elektrohydraulischen Aktuatoren für die Betätigung von Kupplung und Schaltung. Mit entsprechenden Schaltstrategien ist das AST so sparsam, dass es im ersten 3-Liter-Auto zum Einsatz kommt.

Der Schaltkomfort lässt sich mit einem „Doppelkupplungsgetriebe“ (DKG) erhöhen. Es vermeidet die Zugkraftunterbrechung beim Schaltvorgang. Die Vorteile beim Kraftstoffverbrauch bleiben dabei erhalten.

Neue elektronisch gesteuerte „Automatikgetriebe“ (AT) erschließen ein hohes Potenzial zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs, indem sie den besten Betriebspunkt wählen. Darüber hinaus können sie in weiten Bereichen den hydraulischen Wandler überbrücken. Ihre unterschiedlichen Schaltstrategien können auch den Charakter des Fahrzeugs prägen – nämlich von sparsam bis sportlich.

Hohen Komfort in Verbindung mit günstigem Kraftstoffverbrauch bietet auch das „Stufenlose Getriebe“ (CVT). Seine elektronische Steuerung kann den Motor wahlweise im verbrauchsgünstigsten oder im leistungsstärksten Bereich betreiben.

Diese Ausgabe der Heftreihe „Fachwissen Kfz-Technik“ macht Sie mit den verschiedenen Getriebearten und der jeweils zugehörigen Variante der „Elektronischen Getriebe-steuerung“ und deren Komponenten bekannt. Die Inhaltsübersicht sowie das ausführliche Sachwortverzeichnis hilft Ihnen beim Auffinden der einzelnen Sachgebiete, und das Verzeichnis der Abkürzungen zeigt, was hinter den bei der Elektronischen Getriebe-steuerung gebräuchlichen Abkürzungen steckt.

## Steuerung von Automatikgetrieben

### Anforderungen

Die wesentlichen Anforderungen bzw. Aufgaben der Steuerung eines Automatikgetriebes sind:

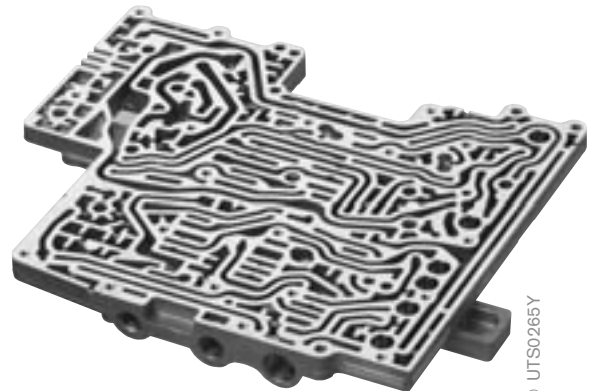
- In Abhängigkeit von verschiedenen Einflussgrößen stets den richtigen Gang schalten bzw. die richtige Übersetzung einstellen,
- den Schaltvorgang durch angepasste Druckverläufe möglichst komfortabel ausführen,
- zusätzliche manuelle Eingriffe des Fahrers umsetzen,
- Fehlbedienungen abfangen, z. B. indem unzulässige Schaltungen verhindert werden, sowie
- ATF-Öl für Kühlung, Schmierung und Wandler bereitstellen.

Aktuelle Steuerungen werden ausschließlich elektrohydraulisch ausgeführt.

### Hydraulische Steuerung

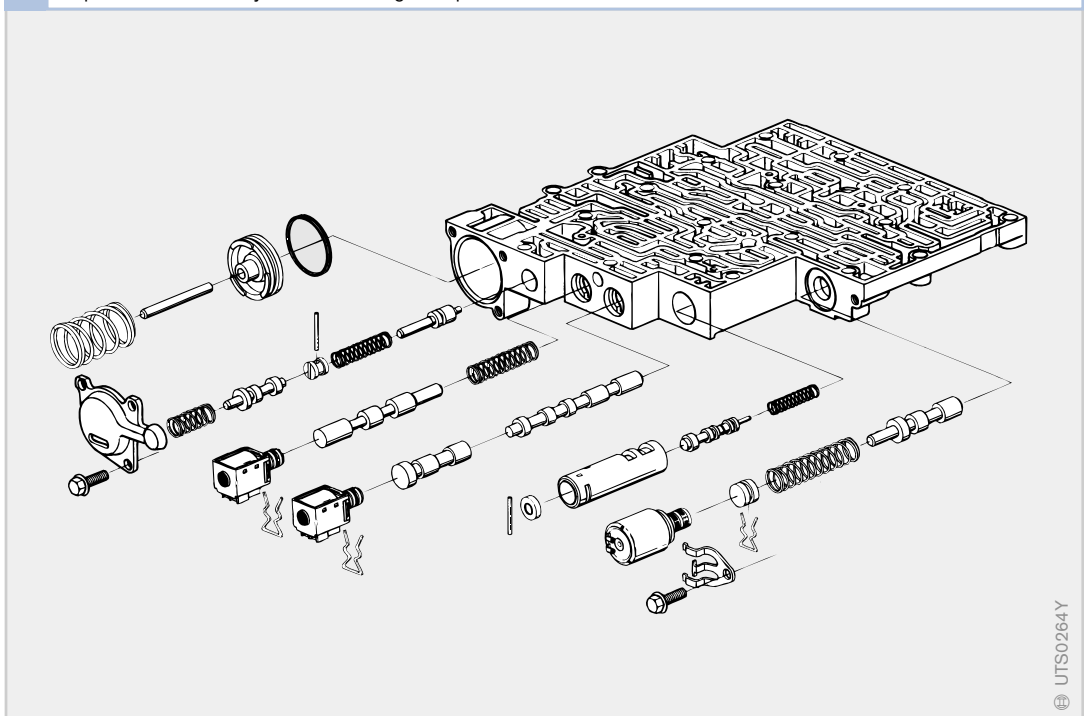
Hauptaufgabe der Hydrauliksteuerung (Bilder 1 und 2) ist es, hydraulische Drücke und Volumenströme zu regeln, zu verstärken und zu verteilen. Dazu zählen die Erzeugung der Kupplungsdrücke, Versorgung des Wandlers und Bereitstellung des Schmierdrucks. Die Gehäuse der hydraulischen Steuerung bestehen aus Alu-Druckguss und enthalten mehrere feinbearbeitete Schieberventile und elektrohydraulische Aktuatoren.

2 Hauptsteuerung mit Hydraulikventilen



© UTS0265Y

1 Explosionsbild einer Hydrauliksteuerung (Beispiel GM HYDRA-MATIC 4L60-E)



© UTS0264Y

**Elektrohydraulische Steuerung**

Alle modernen Automatikgetriebe mit vier bis sechs Gängen sowie stufenlose Getriebe werden aufgrund ihrer umfangreichen Funktionen ausschließlich elektrohydraulisch gesteuert. Im Gegensatz zu früheren, rein hydraulischen Steuerungen mit Fliehkraftreglern, werden die Kupplungen individuell über Druckregler angesteuert, was eine präzise Modulation sowie die Realisierung geregelter Überschneidungsschaltungen (ohne Freilauf) ermöglicht.

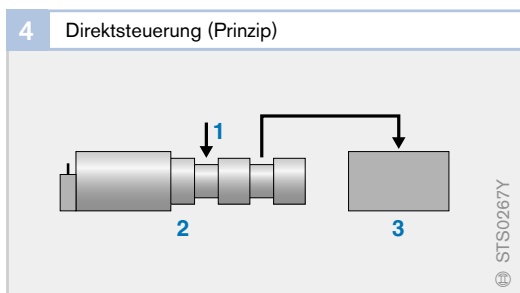
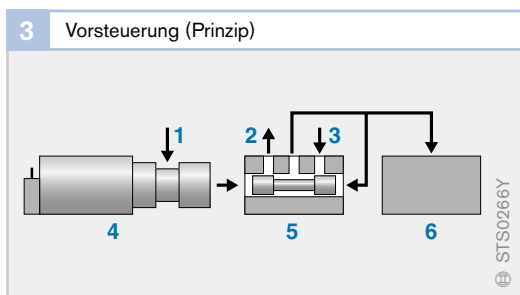
**Kupplungssteuerung**

Die Kupplungssteuerung erfolgt grundsätzlich entweder mit vorgesteuertem oder mit direktgesteuertem Druck.

**Vorsteuerung**

Bei der Vorsteuerung wird der erforderliche Druck und Durchfluss zur schnellen Kupplungsbefüllung über ein Schieberventil im Steuergehäuse bereitgestellt. Die Druckregelung erfolgt durch einen Pilotdruck auf die Fühlfläche am Schieberventil. Ein Aktuator erzeugt diesen Pilotdruck (Bild 3).

Damit ergeben sich größere Freiheitsgrade beim „Packaging“ sowie die Anwendung standardisierter Aktuatoren, hohe Dynamik und kleine Elektromagnete.



**Direktsteuerung**

Bei der Direktsteuerung werden der erforderliche Druck und der Durchfluss zur schnellen Kupplungsbefüllung direkt vom Aktuator bereitgestellt (Bild 4).

Es entsteht eine kompakte Kupplungssteuerung mit reduziertem Aufwand für die Hydraulik.

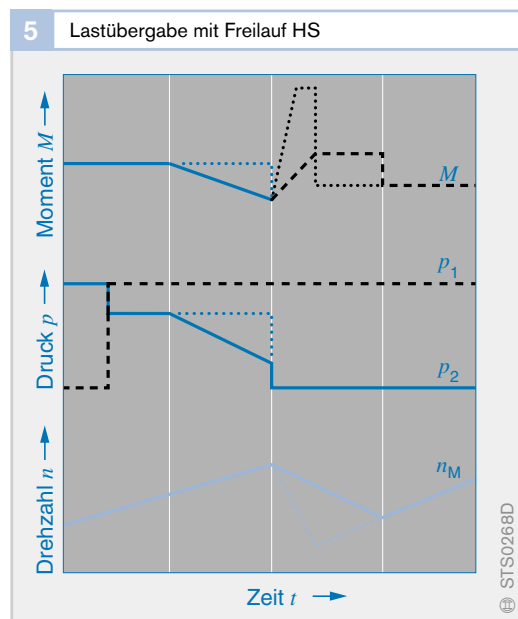
**Schaltablaufsteuerung**

**Konventionelle Schaltablaufsteuerung**

Die folgenden zwei Schaltfälle sind Beispiele für die konventionelle Steuerung eines einfachen 4-Gang-Automatikgetriebes mit Freiläufen (Bild 5).

**Hochschaltung unter Last**

Zughochschaltungen erfolgen beim Automatikgetriebe im Gegensatz zum Handschaltgetriebe ohne Zugkraftunterbrechung. Die Grafik in Bild 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der charakteristischen Größen bei einer Hochschaltung in den direkten Gang (Übersetzung 1). Das Schalten beginnt zum Zeitpunkt  $t_0$ : Die Kupplung wird mit Öl gefüllt, und somit werden die Reibelemente aneinander gepresst. Vom Zeitpunkt  $t_1$  an überträgt die Kupplung ein Moment. Mit dem Ansteigen des Kupplungsmoments fällt das am Freilauf abgestützte Moment ab. Bei



**Bild 3**

- 1 Zulauf zum Aktuator
- 2 Ölsumpf
- 3 Zulauf zum Schieberventil
- 4 Aktuator
- 5 Schieberventil im Steuergehäuse
- 6 Kupplung

**Bild 4**

- 1 Zulauf zum Aktuator
- 2 Aktuator
- 3 Kupplung

**Bild 5**

- $p_1$  Druck zuschaltende Kupplung
- $p_2$  Druck abschaltende Kupplung
- $n_M$  Motordrehzahl
- $M$  Drehmoment