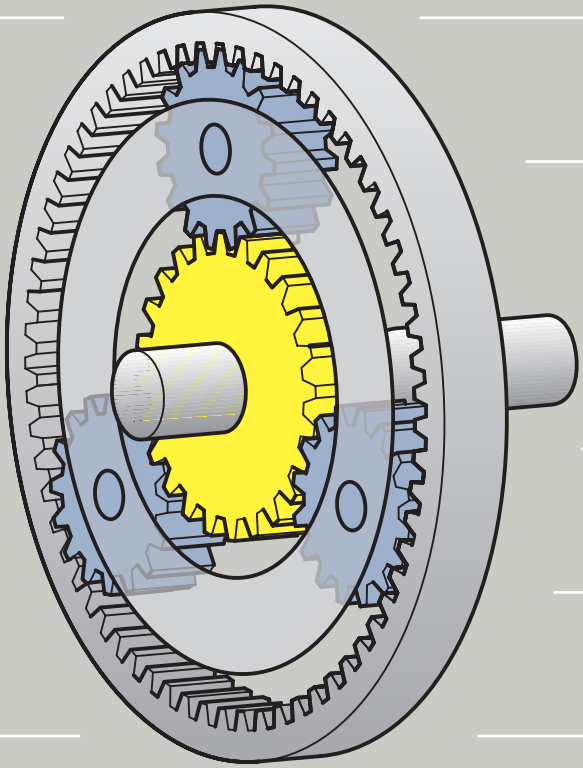
Automatisches Getriebe

Grundlagen



Selbststudienprogramm

Automatisches Getriebe
- Grundlagen -



SP20-3

Das Getriebe im Kraftfahrzeug
ist das technische Hilfsmittel
zur Umsetzung der Motorkräfte in
die wechselnden Betriebsbedingungen.

Kuppeln und Schalten machen
den Großteil der physischen Belastung
beim Führen eines Kraftfahrzeuges aus.
Diese merklich zu mindern, die aktive Sicherheit
zu erhöhen, damit die Reaktionsfähigkeit voll auf
das Verkehrsgeschehen zu orientieren – das ist das Anliegen
des Einsatzes von „selbstschaltenden Getrieben“.

Die Fortschritte der Elektronik gestatten es, elektronische
Funktionsdetails und Hydraulik zu verknüpfen und ein
sicheres „automatisches“ Fahren mit hohem Wirkungsgrad
zu erreichen. Deshalb gehören automatische Getriebe mehr
und mehr zum Ausrüstungsumfang moderner Kraftfahrzeuge.

Die Wirkungsweise eines automatischen Getriebes
ist im Grunde genommen bei allen Personenkraftwagen gleich.
Entsprechend Einbaulage und Motorleistung variieren sie in
konstruktiven Details.

Dieses Selbststudienprogramm soll Ihnen den grundsätzlichen
Aufbau eines Getriebes und die Funktion bestimmter Bauteile vermitteln.
Die dargestellten Bauteile sind überwiegend allgemeingültig oder
entsprechen dem im OCTAVIA eingesetzten Getriebe 01M.

Inhalt

	Kraftwandlung	**4**
	Aufbau allgemein	**7**
	Schaltpunktermittlung	**9**
	Automatikgetriebeöl	**14**
	Drehmomentwandler	**16**
	Überbrückungskupplung	**18**
	Planetengetriebe	**19**
	Schaltglieder	**23**
	Lamellenkupplung	**23**
	Lamellenbremsen	**24**
	Bandbremsen	**24**
	Freilauf	**26**
	Getriebesteuerung	**27**
	Systemübersicht eines autom. Getriebes	**28**
	Notprogramm/Eigendiagnose	**30**
	Hydraulik	**31**
	Ölkreislauf/Ölpumpe	**31**
	Hydraulisches Schaltgerät	**32**
	Hydraulik-Schema	**33**
	Die Drücke im Hydrauliksystem	**34**
	Hydraulische Schaltelemente	**36**
	Prüfen Sie Ihr Wissen	**38**

Spezielle Informationen zum automatischen Getriebe 01M im SKODA OCTAVIA finden Sie im Selbststudienprogramm Heft 21.



Kraftwandlung

Warum Kraftwandlung?

Erinnern wir uns dazu an einige Grundregeln der Kfz-Mechanik.

Die Leistung zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges und notwendiger Nebenaggregate (z. B. Servolenkung, Klimakompressor) bringt der Motor.

Die Leistung **P** ist das rechnerische Produkt von Drehmoment **M** multipliziert mit der Drehzahl **n**, dividiert durch den Zahlenfaktor 9550*. Die Maßeinheit ist kW.

Die Leistung wächst mit Drehzahl und Drehmoment.

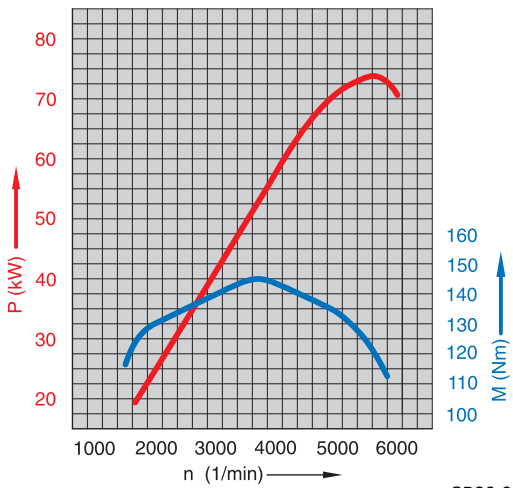
Was sagt uns der Begriff Drehmoment?
Das Drehmoment beschreibt die Kraftübertragung durch eine Welle oder Rad.
Es ist mit dem Formelzeichen **M** bezeichnet und wird gebildet aus der Kraft **F,** die am Umfang des drehenden Teils wirkt, multipliziert mit dessen Radius **r**.
Als Drehzahl finden wir die Winkelgeschwindigkeit ω in 1/s.
Die Maßeinheit des Drehmoments ist Nm = Newtonmeter. Beim Getriebe sind es die Zahnräder, die einen bestimmten Hebelarm „r“ besitzen.

Verbrennungsmotoren können aber nur zwischen der Leerlaufdrehzahl (beim PKW ca. 600 bis 700 1/min) und der Höchstdrehzahl (nach Motorbauart verschieden, im Schnitt 6000 bis 7000 1/min) betrieben werden.
Das höchste Drehmoment indessen wird nur in einem schmalen Drehzahlbereich erreicht.
Es steigt zum Maximalwert und fällt im Bereich der Nenndrehzahl wieder ab.

Zur Anpassung dieses begrenzten Drehzahlbereiches an den weiten Bereich des Zugkraftbedarfs ist deshalb im Fahrzeug ein Wandler notwendig.
Dieser ist das Getriebe.
Theoretisch würde zur Anpassung an den Zugkraftbedarf ein Getriebe mit unendlich vielen Stufen erforderlich sein.
Dies ist nicht realisierbar.
Deshalb wird über mehrere konstante Stufen = schaltbare Übersetzungen eine Annäherung an den Idealverlauf der Zugkraftlinie versucht.

* Der Zahlenfaktor 9550 ergibt sich aus der Umrechnung aller rechnerischen Größen, wenn in die Gleichung die Zahlenwerte für n in 1/min und M in Nm eingehen. P ergibt sich in kW.

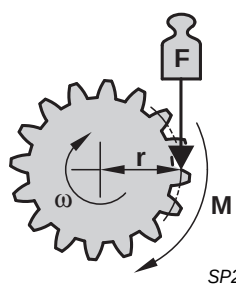
$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$



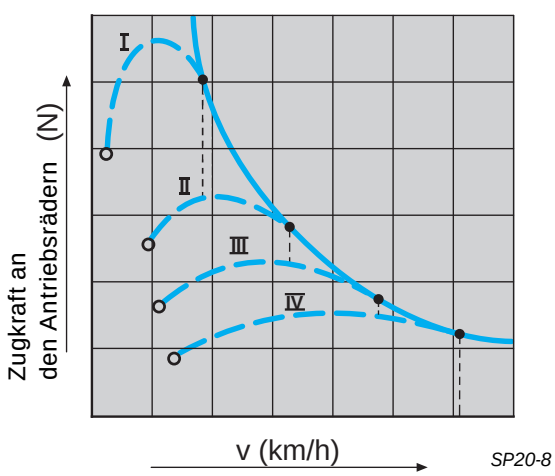
SP20-6

Leistungs-Drehmoment-Diagramm eines Benzinmotors

$$M = F \cdot r$$



SP20-45



SP20-8

Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm

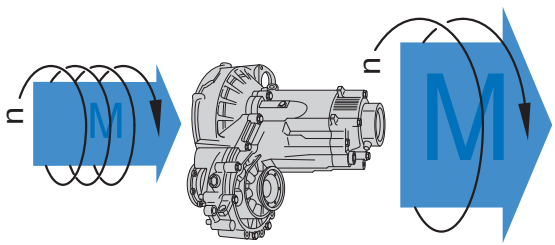
ideale Zugkraftlinie

Zugkraftlinie der Gänge I bis IV

● n = 5000 1/min o n = 1000 1/min

Das Schaltgetriebe

Man kann bei einem Getriebe also von einer Vorrichtung zur Umwandlung von Drehmomenten sprechen.
Drehzahl **n** und Drehmoment **M** verhalten sich dabei im umgekehrten Verhältnis,
d. h. ein am Getriebeeingang eingeleitetes Drehmoment erscheint am Getriebeausgang verstärkt wieder.
Der Gewinn an Drehmoment wird aber durch Verlust an Drehzahl erkauft.
Die Motorleistung wird durch das Getriebe nicht verändert.



SP20-7

Das handgeschaltete Schaltgetriebe ist in der Regel als Vorgelegewellen-Getriebe aufgebaut.
Wir kennen dies von allen SKODA-Fahrzeugen.

Der Kraftfluß verläuft von der Antriebswelle über eine feste Zahnradkombination auf die Hauptwelle zum Achsantrieb.

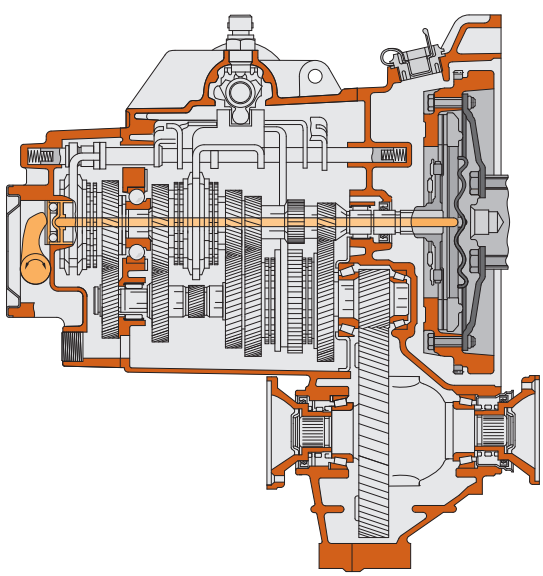
Die Schalträder auf der Hauptwelle laufen lose und werden erst durch Schiebemuffen beim Schaltvorgang mit dieser gekoppelt.

Schaltgetriebe arbeiten also formschlüssig –
im Gegensatz zu Automatikgetrieben,
die kraftschlüssig arbeiten.

Die Drehmomente verhalten sich in Abhängigkeit vom Übersetzungsverhältnis „i“

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{Drehzahl treibendes Rad}}{\text{Drehzahl getriebenes Rad}}$$

$$M_{Abtrieb} = M_{Antrieb} \bullet i$$


SP18-22

Wichtig:
Beim Anfahren und Schalten muß beim Schaltgetriebe der Kraftfluß vom Motor zum Getriebe unterbrochen werden.
Unter Last ist bekanntlich kein Schalten möglich.
Dazu ist eine Einrichtung erforderlich – die Trennkupplung.
Sie überträgt im eingerückten Zustand das Motordrehmoment auf das Getriebe und die Antriebsräder und unterbricht im ausgerückten Zustand den Kraftfluß.

Kraftwandlung

Handschaltgetriebe von heute entsprechen zwar dem Stand der Technik .....

Die Funktion der Handschaltgetriebe wurde in den vergangenen Jahren stark verbessert:

- einfaches Schalten durch Zwangssynchronisation
- geräuscharmer Lauf durch schrägverzahnte Zahnräder
- Anpassung der Übersetzung an die Motorleistung und optimale Gestaltung der Zugkraftansprüche zwischen den Gängen
- Gestaltung der PKW-Getriebe überwiegend mit 5 Gängen.

Auch die Kupplungen erfuhren eine Verbesserung, insbesondere hinsichtlich Reduzierung der Fußpedalkräfte.

Wie Kupplung und Getriebe für moderne PKW aufgebaut sind und funktionieren ist im Selbststudienprogramm 18 beschrieben.

Aber .....

Bei einer Fahrstrecke von 10 000 km – so zeigen Meßfahrten auf – wird das Kupplungspedal etwa 30 000 bis 40 000mal bewegt.

Entsprechend oft werden die Gänge manuell mit dem Schalthebel geschaltet.
So braucht man sich nicht zu wundern, daß es zum Schalten unterschiedliche Meinungen gibt.



SP20-13

SCHALTEN MACHT SPASS – SO DIE EINEN



SP20-14

SCHALTEN MACHT ARBEIT – SO DIE ANDEREN

deshalb arbeiten lassen → **automatische Getriebe!**

Ungeachtet dessen gab es im Laufe der Entwicklung der automatischen Getriebe dazu viele Vorurteile.
Sie galten als „lahm“ und „unsportlich“.

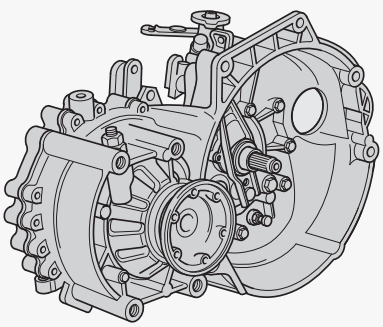
Diese Argumente sind heute Dank der Computertechnik im Fahrzeug mit elektronischen Schaltprogrammen und der Schaltpunktermittlung nach der Fuzzy Logik überholt.

Die Unterschiede

Wodurch unterscheidet sich ein Fahrzeug mit handgeschaltetem Getriebe vom Fahrzeug mit automatischen Getriebe?

Kraftfluß bei beiden Fahrzeugen ähnlich
Motor -Trennkupplung - Getriebe - Ausgleichsgetriebe - Achswellen - Fahrwerk

mit Schaltgetriebe



SP15-19

mechanische Trennkupplung, manuell betätigt

Schaltgetriebe mit Vorgelegewelle

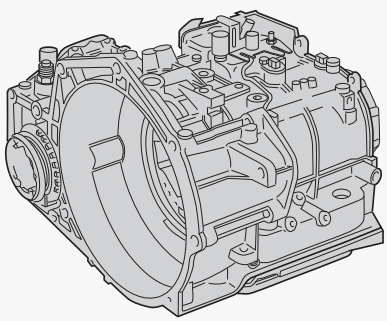
mit formschlüssiger Schaltung (über Schalthebel, Schaltgabel Schiebemuffen) zur Drehmomentweiterleitung

Fahrer am Schalten beteiligt.
Auge und Ohr nehmen die Fahrsituation wahr.

Kraftflußunterbrechung beim Schalten.
In der Regel rollt das Fahrzeug 1 bis 2 Sekunden antriebslos (fahrerabhängig) beim Schalten.

Erhöhte physische Anforderung an den Fahrer, volle Konzentration auf Fahrzustände.

mit automatischem Getriebe



SP15-18

Drehmomentwandler, trennt im Stillstand des Fahrzeuges automatisch den drehenden Motor vom stehenden Getriebe, hat aber zusätzliche Aufgaben und kann auch als hydraulisches Getriebe angesehen werden.

Planetengetriebe

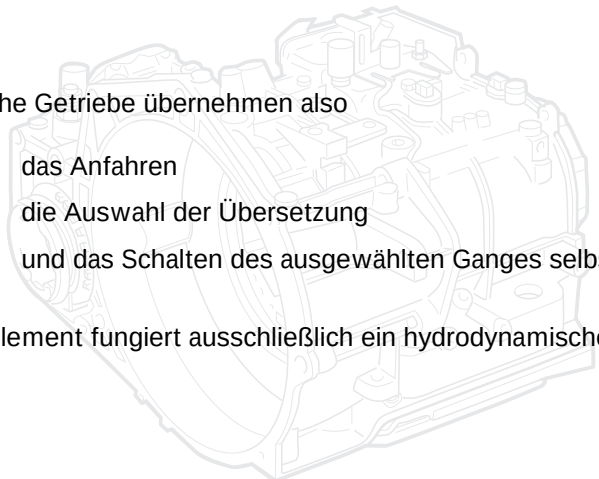
Bringt erst die Voraussetzung, daß eine automatische Steuerung eingeführt werden kann, automatische kraftschlüssige Drehmomentweiterleitung über Kupplungen und Bremsen.

Fahrer entlastet, Sensoren nehmen die Fahrwiderstände auf. Elektronische Getriebesteuerung verarbeitet diese Informationen zur Auswahl eines Ganges, der durch hydraulische Schaltelemente und Schaltglieder gebildet wird.

Automatische Getriebe kennen keine Kraftflußunterbrechung und beschleunigen ununterbrochen.
Sie stehen in der Beschleunigung dem handgeschalteten Getriebe nicht nach.

Fahrkomfort erhöht sich, Streß wird abgebaut, Sicherheit wird insgesamt erhöht.

Aufbau allgemein



Automatische Getriebe übernehmen also

- das Anfahren
- die Auswahl der Übersetzung
- und das Schalten des ausgewählten Ganges selbsttätig.

Als Anfahrelement fungiert ausschließlich ein hydrodynamischer Wandler

Automatisches Getriebe
– Hauptbauteile –

Drehmomentwandler
Zum Anfahren, zur Drehmomentsteigerung
und zur Schwingungsdämpfung

Planetengetriebe
zur mechanischen Bildung der Übersetzungen/Gänge

Schaltelemente
Öldruckbetätigte Lamellenkupplungen/ -bremsen
(den einzelnen Elementen des Planetenradsatzes zugeordnet)
zur Durchführung der Gangwechsel

Freiläufe
zur Optimierung der Lastzuschaltung mit den Schaltelementen

Getriebesteuerung
(elektronisch/hydraulisch) nach Schaltprogrammen

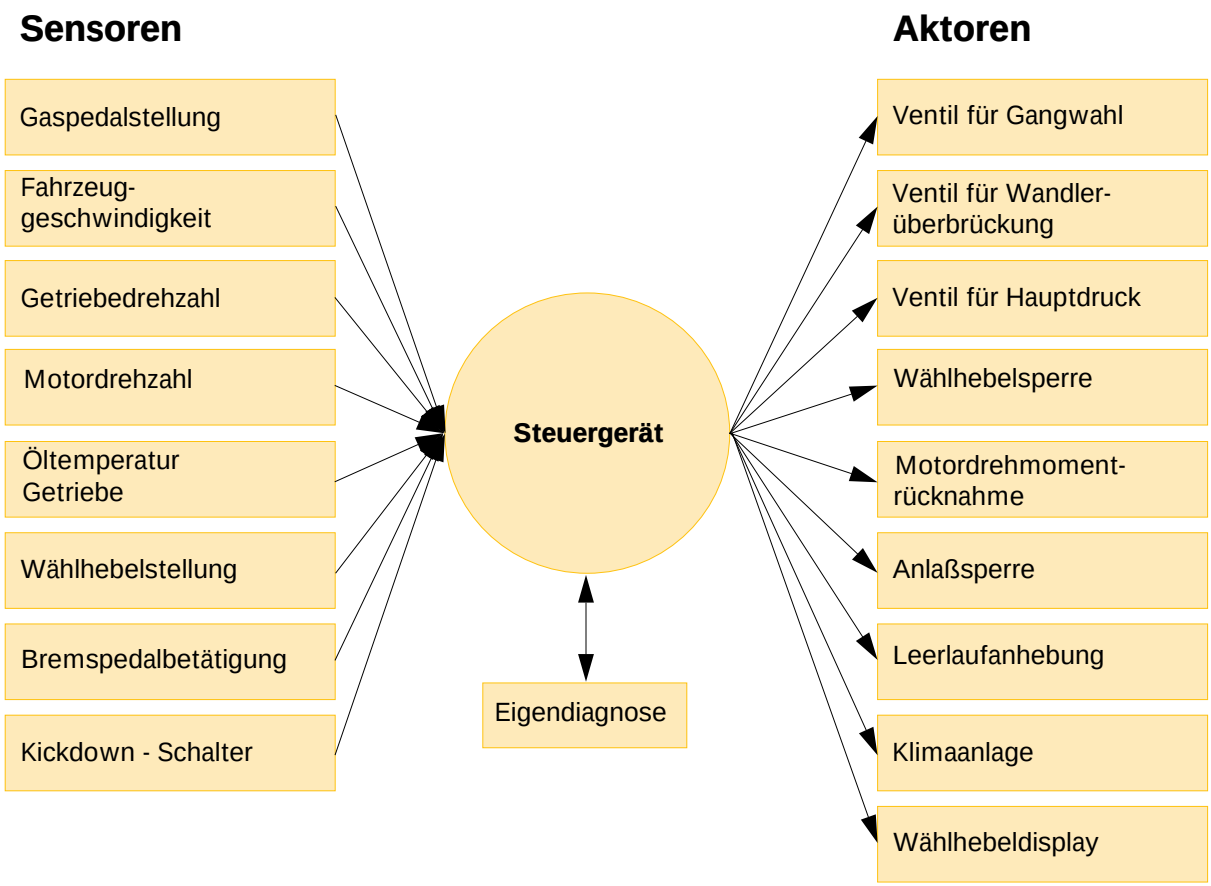
Ölpumpe
zur Versorgung der Schaltelemente, des Drehmomentwandlers
und der Getriebeschmierung

Schaltpunktermittlung

Für die Durchführung der automatischen Schaltvorgänge d. h. die Wandlung des Drehmoments entsprechend den vorliegenden Fahrsituationen sind neben der rein mechanischen Getriebeauslegung (Planetengetriebe) drei Fragen interessant.

1. Wie erkennt die automatische Getriebesteuerung, wann geschaltet werden muß? → adaptive Schaltkennlinie
2. Wer liefert dem Steuergerät dazu die Informationen? → Sensoren
3. Wie werden die Schaltungen getätigt? → hydraulisch über Aktoren/ Magnetventile

Betrachten wir uns hierzu die Systemfunktionen für ein automatisches Getriebe, wie wir es auch im SKODA OCTAVIA vorfinden.



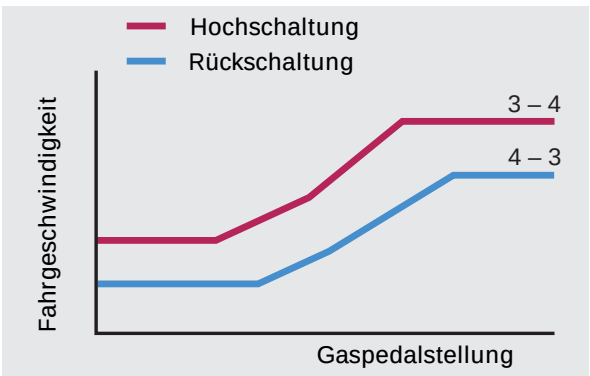
Die Schaltlogik wird von einem Computer im Steuergerät digital durchgerechnet. Die elektronische Getriebesteuerung wiederholt ständig die Erfassung der Sensorsignale, die Berechnung der Schaltentscheidung und die Ausgabe an die Stellglieder. Dieser Zyklus wird in 20 ms durchgerechnet.

Schaltpunktermittlung

Schaltlinie konventionell

Die Schaltung zwischen zwei Gängen wird von der elektronischen Getriebesteuerung auf Grund einer Schaltlinie vorgenommen. Diese berücksichtigt Fahrgeschwindigkeit und Gaspedalstellung.
Für das Hochschalten gilt eine andere Kennlinie als für das Rückschalten.
In Abhängigkeit von Fahrgeschwindigkeit und Gaspedalstellung ist für jeden Gangwechsel eine Schaltkennlinie abgelegt.

Diese Schaltpunktauswahl ist relativ starr, da je nach Gaspedalstellung und Fahrzeuggeschwindigkeit immer an den gleichen Punkten geschaltet wird.
Im Diagramm ist nur die Schaltung 3. - 4. Gang dargestellt.



SSP172/116

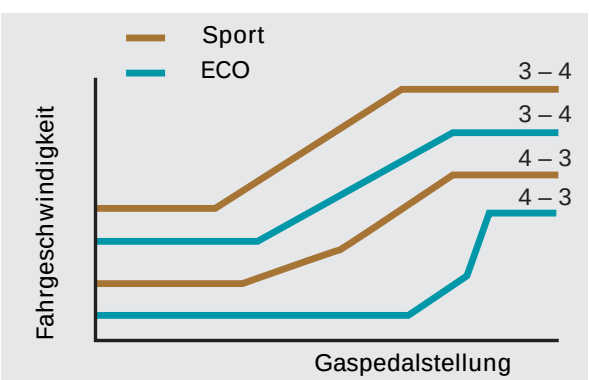
Sport-Kennlinie
Öko-Kennlinie

In der Anfangszeit der elektronischen Getriebesteuerung waren also nur feste Schaltkennlinien programmiert.

In der weiteren Entwicklung der elektronischen Getriebesteuerung konnte zwischen zwei Programmen gewählt werden:

- einem sportlichen
- und einem ökonomischen

Die **Umschaltung** erfolgte **vom Fahrer** durch einen separaten Schalter am Wählhebel. Eine spätere Verbesserung automatisierte das Umschalten.
Es wurde durch die Betätigungsgeschwindigkeit am Gaspedal abgenommen.
Es handelte sich nach wie vor um eine absolute Entscheidung
„ECO“ oder „SPORT“



SSP172/117

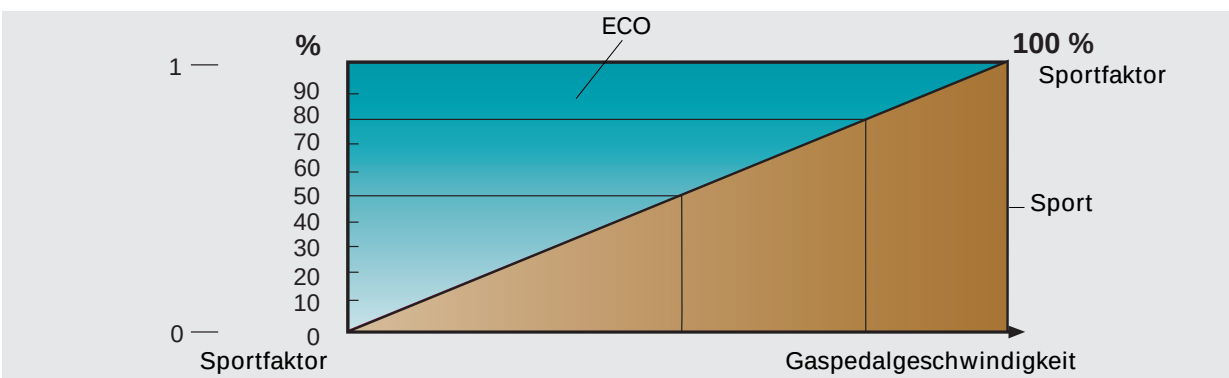
Adaptive Kennlinien

Moderne Elektronische Getriebesteuerungen – so auch beim Getriebe 01M im OCTAVIA ermitteln aus einer großen Anzahl von Informationen, die ständig die aktuelle Betriebs- und Fahrsituation beschreiben, eine Kennlinienverschiebung.

Diese individuell angepaßte, nicht starre Schaltkennlinie wird im Steuergerät zur Schaltentscheidung verwendet.
Man spricht von einer adaptiven Schaltkennlinie.

Das **fahrwiderstandsabhängige Schaltprogramm** erkennt Fahrwiderstände wie Bergauf- und Bergabfahrten, Hängerbetrieb und Gegenwind.
Anhand der Fahrgeschwindigkeit, der Drosselklappenstellung, der Motordrehzahl und der Fahrzeugbeschleunigung errechnet das Steuergerät den Fahrwiderstand und legt danach die Schaltpunkte fest.

Die fahrer- und fahrsituationsabhängige Schaltpunktermittlung erfolgt nach dem Prinzip der Fuzzy Logik.



SP20-11

Über die Gaspedalgeschwindigkeit (schnell oder langsam betätigt) erzielt der Fahrer einen Sportfaktor, der durch die Fuzzy Logik ermittelt wird.
Mit Hilfe des Sportfaktors erfolgt eine gleitende Schaltpunktermittlung zwischen einer verbrauchsorientierten oder fahrleistungsorientierten Schaltpunktauslegung.
Somit sind zwischen der „ECO“ und der „SPORT“ Schaltkennlinie beliebig viele Schaltpunkte möglich.
Es kann auf die individuellen Fahrwünsche sehr viel feinfühliger reagiert werden.

Schaltpunktermittlung

Was bedeutet Fuzzy Logik?



SP20-46

Fuzzy Logik begegnet uns schon bei vielen Geräten des täglichen Bedarfs.
Waschmaschinen, Staubsauger, Video Kameras oder Rasierapparate werden durch Fuzzy Logik gesteuert.

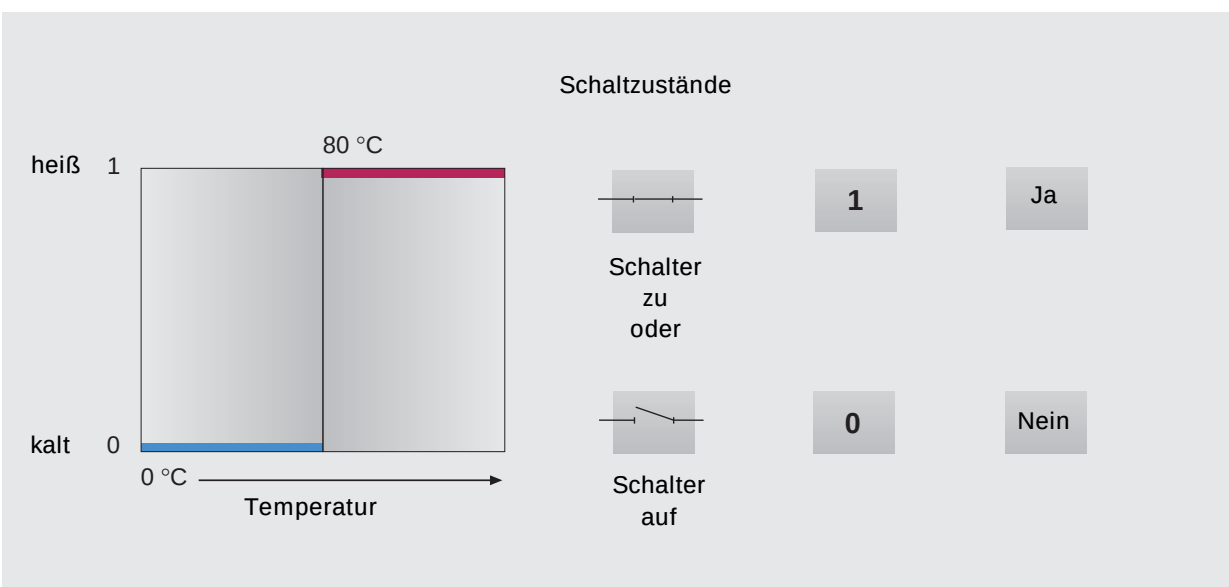
Das Wort **Fuzzy** stammt aus dem englischen Sprachraum und bedeutet etwa **„gezielt angewandte Unschärfe“**.

Durch Fuzzy Logik werden die klassischen harten Schaltzustände aufgelöst,
denn eine harte Einteilung erlaubt keine Toleranzbreite in der Zuordnung von Mengen.

Klassische Einteilung

Folgendes Beispiel soll die klassische harte Mengenzuteilung eines Computers
ohne Fuzzy Logik verdeutlichen:
Ein Computer soll zwischen heiß und kalt unterscheiden. Dazu muß ihm ein fester Grenzwert (im Beispiel 80 °C) mitgeteilt werden.

Anhand der Schaltzustände kann der Computer nun zwischen heiß und kalt entscheiden.
Diese harte Einteilung erlaubt aber dem Computer keine Toleranzbreite in der Zuordnung von Mengen.

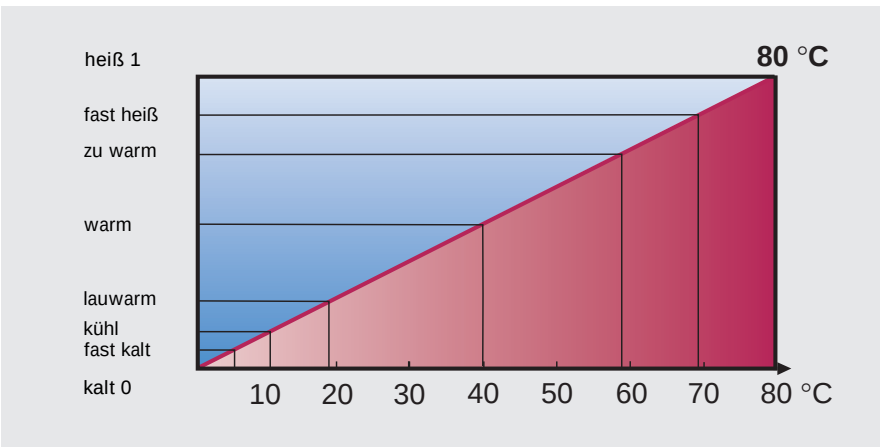


SSP172/107

Neben den absoluten Aussagen „heiß“ und „kalt“ müssen nun aber oft Entscheidungen getroffen werden, die zwischen diesen Aussagen liegen.

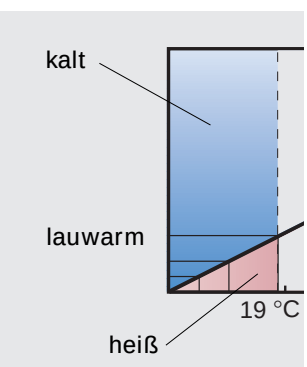
Die Fuzzy Logik berücksichtigt eine gewollte Unschärfe, die nicht mit zwei Werten arbeitet, sondern mit Ergebnismengen.

So können sich unendlich viele Zwischenwerte wie „fast kalt“, „kühl“, „lauwarm“ oder „zu warm“ ergeben.



SP20-10

Die Obergrenze „heiß“ und die Untergrenze „kalt“, sowie alle Zwischenwerte sind genauen Temperaturen zugeordnet.



SP20-9

Die Fuzzy Logik erkennt anhand der aus den Schnittpunkten entstehenden Flächen – blaue Fläche zur roten Fläche – die Zuordnung zu den vorher genau festgelegten Zwischenwerten.

So ist bei 19 °C von der Gesamtfläche
88 % der Fläche blau = kalt und
12 % der Fläche rot = heiß zugeordnet.

Die Fuzzy Logik erkennt „lauwarm“.

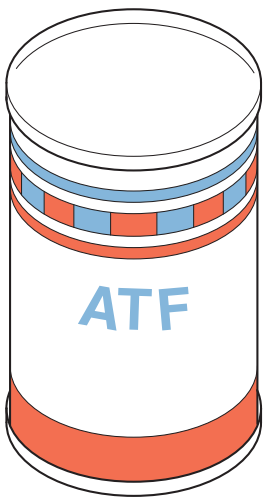
Automatikgetriebeöl

Automatikgetriebeöl = ATF (**A**utomatik **T**ransmission **F**luid)

Das Öl im automatischen Getriebe muß in seinem Kreislauf unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden.

Es muß

- Kräfte übertragen (im Drehmomentwandler)
- Schaltungen ausführen (in den hydraulischen Schaltgliedern)
- Reibwerte herstellen (in den Lamellenkupplungen und -bremsen, in der Überbrückungskupplung)
- Teile schmieren (alle rotierenden Getriebeteile)
- Wärme abführen
- Abrieb transportieren.



SP20-4

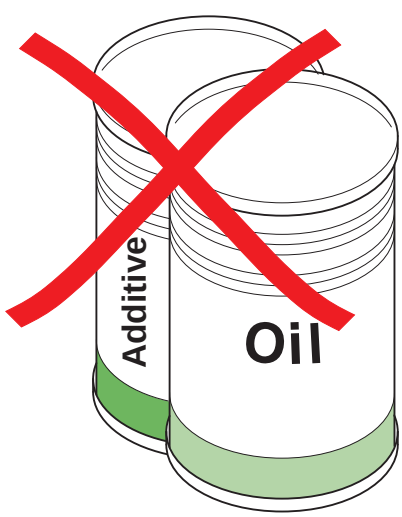
Diese Aufgaben muß das Öl in einem Temperaturbereich von -30 °C bis 150 °C erfüllen (Temperaturmeßstellen in der Ölwanne des Getriebes).

An den Lamellenkupplungen und -bremsen sind während des Schaltvorganges kurzzeitig sogar Temperaturen von 250 °C bis 400 °C möglich.

Für automatische Getriebe ist deshalb das mineralische Grundöl mit einer Reihe von Zusatzstoffen (Additiven) versehen, um alle Aufgaben unter allen Bedingungen zu erfüllen.
Insbesondere wird der Viskositäts-Index verbessert, um eine gleichbleibende Zähflüssigkeit im gesamten Temperaturbereich zu gewährleisten.
Weltweit werden Standards anerkannt, die von General Motors (ATF Dexron) und Ford (ATF Mercon) dazu aufgestellt sind.



Hinweis:
Nur das vom Fahrzeughersteller freigegebene Öl verwenden.
Andere Öle oder Zusätze ergeben veränderte Eigenschaften und sind nachteilig für Funktion und Lebensdauer des Getriebes.
Besonders funktionsstörend sind Wasser-bestandeile im Getriebeöl.
Zur Sauberhaltung des Öls wird es über einen Filter aus der Ölwanne angesaugt.
Ein starker Dauermagnet in der Ölwanne sammelt metallischen Abrieb.

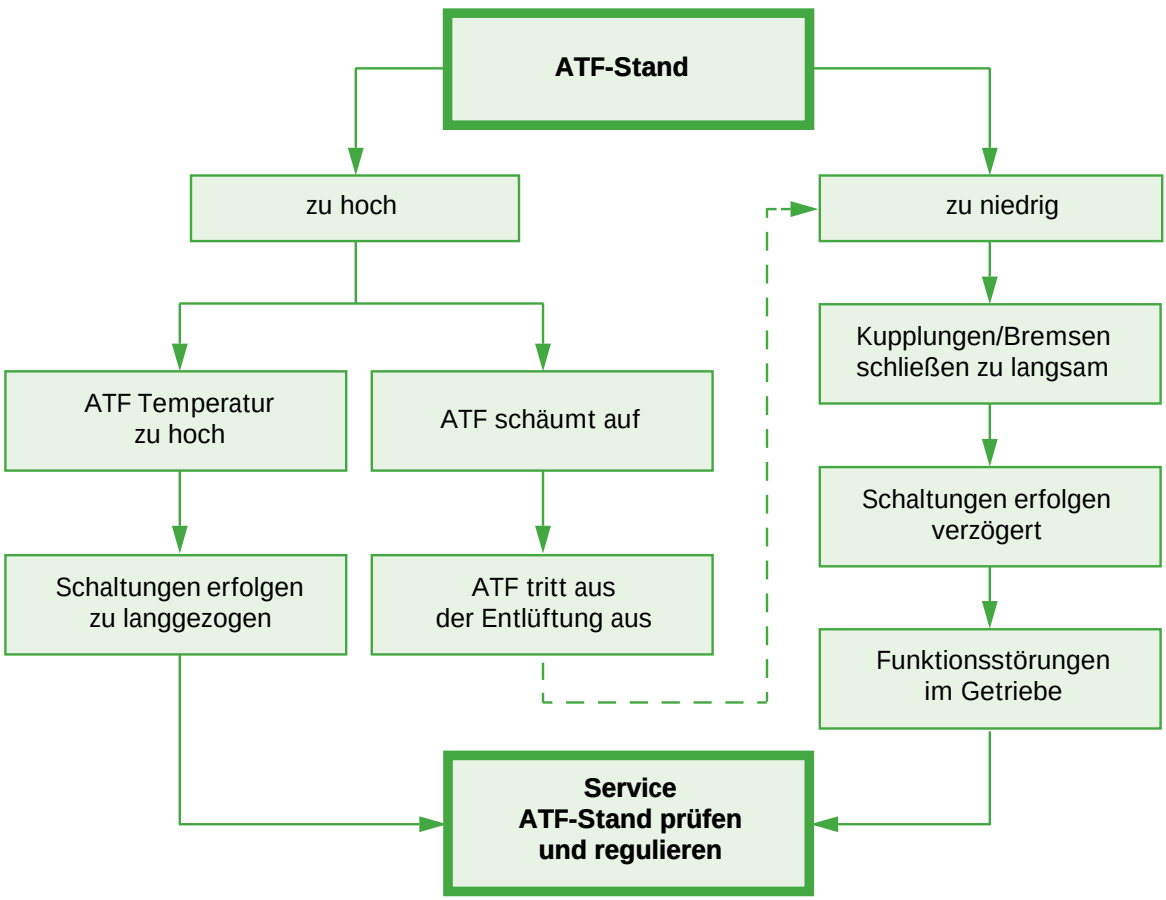


SP20-5

Ölstand/Öltemperatur

Ölstand und Öltemperatur haben auf die einwandfreie Funktion eines automatischen Getriebes enormen Einfluß.

Deshalb besitzen Automatikgetriebe einen Temperatursensor, der die Öltemperatur mißt und einen Ölkühler. Die Grafik soll uns die Zusammenhänge verdeutlichen.



Schon geringe Temperaturüberschreitungen führen zu Ölstandsveränderungen. Die Ausdehnung des Öls erfolgt nicht in den Ölkanälen sondern schlägt sich in der Ölwanne nieder.
Insbesondere die Erwärmung im Wandler drückt das Öl in die Ölwanne.

Zu hoher Ölstand führt zum Schäumen und zum Austritt des Öls aus dem Überlauf.

Achtung!
Falsche Befüllung eines automatischen Getriebes kann zu Funktionsstörungen und Getriebeschäden führen.

Achten Sie besonders auf die Prüftemperatur des Öles, wenn der Ölstand richtiggestellt werden soll.

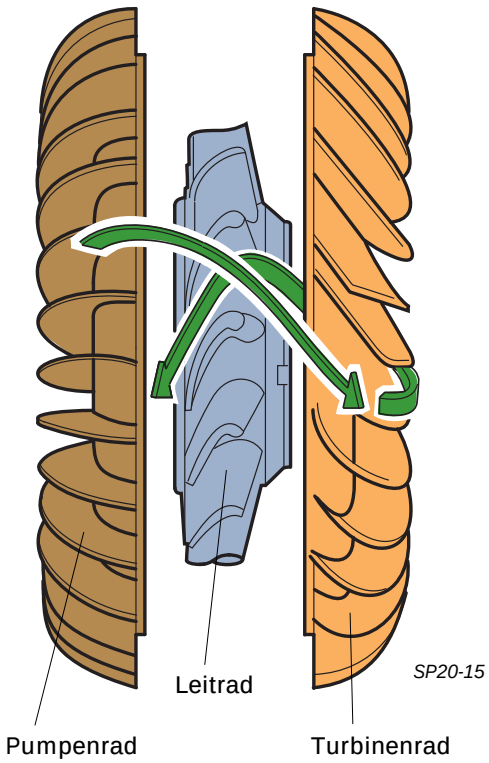
Die Prüftemperatur ist mit dem Diagnosegerät zu messen und auf die angegebene Temperatur einzurichten.

Bei der Prüfung des Ölstandes ist nach dem aktuellen Reparaturleitfaden des jeweiligen Getriebes vorzugehen.

Bei richtiger Ölmenge steuert die elektronische Getriebesteuerung der Viskositätsänderung infolge Temperaturerhöhung durch Öldruckänderung entgegen, um gleichmäßige Schaltqualität zu sichern.

Drehmomentwandler

Der hydrodynamische Drehmomentwandler



Der hydrodynamische Drehmomentwandler ist eigentlich ein zusätzliches Strömungsgetriebe zum automatischen Getriebe.

Er bildet das Eingangselement des automatischen Getriebes.

Das Prinzip des Drehmomentwandlers wurde erstmals 1905 von Hermann Föttinger im Schiffsbau eingesetzt.
Deshalb wird der hydrodynamische Drehmoment-wandler oft auch als Föttinger-Wandler bezeichnet.

Das Prinzip des Wandlers:
Eine Pumpe saugt Flüssigkeit an – in unserem Fall das Spezial-Getriebeöl ATF – beschleunigt sie und gibt sie an eine Turbine weiter.
Die Strömungsenergie wird so in eine mechani-sche Drehbewegung umgesetzt.

Bauteile

Der Drehmomentwandler besteht aus drei wesentlichen Teilen:

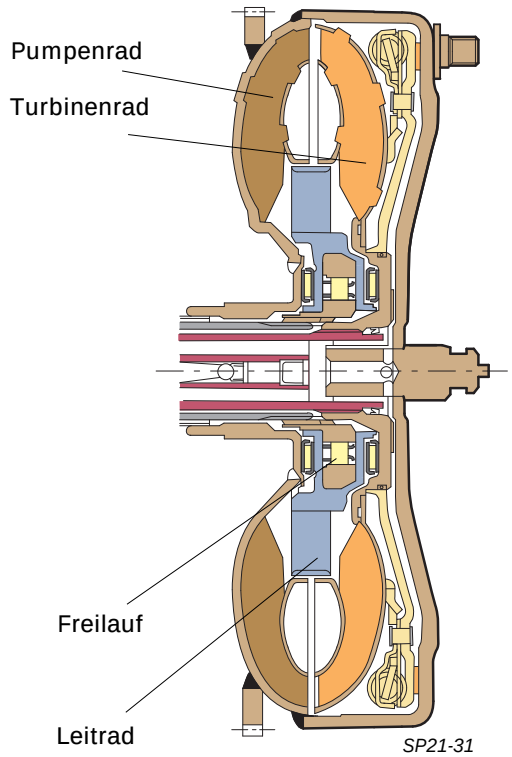
- **Pumpenrad** (das ist zugleich das Gehäuse des Drehmomentwandlers)
- **Turbinenrad** (das die Turbinenwelle und damit das Getriebe treibt)
- **Leitrad** (über einen Freilauf mit Getriebe-gehäuse verbunden, es kann sich nur in die gleiche Richtung wie Pumpenrad und Turbinenrad drehen)

Er ist mit Spezial-Getriebeöl befüllt und steht unter Druck.

Antriebswirkung

Vom Fahrzeugmotor wird das Pumpenrad (zugleich Gehäuse) mit direkter Drehzahl angetrieben.
Durch die Fliehkraft wird das Öl zwischen den Schaufeln des Pumpenrades nach außen gedrückt.
An der Innenwand des Gehäuses wird es zum Turbinenrad gelenkt.
Diese Strömungsenergie nehmen die Schaufeln des Turbinenrades auf, es dreht sich.
Die Strömungsenergie ist in mechanische Drehbewegung umgesetzt.
Der Ölstrom fließt in der Nähe der Achse des Wandlers durch die Flügel des Leitrades geordnet zum Pumpenrad zurück.
Der interne Ölkreislauf im Wandler ist geschlossen.

Die Drehmomenterhöhung



In der Wandlungsphase setzt der Drehmomentwandler die Reduzierung der Drehzahl in eine Erhöhung des Drehmomentes um.

Im Moment des Anfahrens dreht sich zunächst nur das Pumpenrad. Die Turbine steht noch.
Die Drehzahldifferenz – bezeichnet als Schlupf – beträgt 100 %.
In dem Maße, wie das Öl die Strömungsenergie an das Turbinenrad abgibt, verringert sich der Schlupf. Pumpendrehzahl und Turbinendrehzahl nähern sich.

Der Wandlerschlupf ist das funktionsnotwendige Kriterium bei der Drehmomentwandlung.
Bei hohem Schlupf ist die Drehmomentsteigerung am höchsten, d. h. bei großem Drehzahlunterschied zwischen Pumpenrad und Turbinenrad wird der Ölstrom durch das Leitrad umgelenkt.
Das Leitrad bewirkt also in der Wandlungsphase die Drehmomenterhöhung.
Dabei stützt es sich über einen Freilauf am Getriebegehäuse ab.
Bei geringem Schlupf, wenn also Pumpenrad und Turbinenrad nahezu mit gleicher Drehzahl laufen, bewirkt das Leitrad keine Drehmomenterhöhung mehr.
Es dreht sich dann dank des Freilaufs in gleicher Richtung wie Pumpenrad und Turbinenrad. Es verursacht dadurch kaum Wirkungsgradverluste.

Die Energieübertragung durch den Ölstrom

Anfahren
Wandlungsphase 1

Das Turbinenrad steht.
Pumpenrad dreht sich.
Ölstrom stark umgelenkt. Hoher Schlupf.
Übersetzung ins Langsame.
Maximale Drehmomenterhöhung.

Wandlungsphase 2

Turbinendrehzahl steigt.
Ölstrom wird „gestreckt“. Schlupf wird geringer, Übersetzung nimmt ab.
Drehmomentenerhöhung nimmt ab.

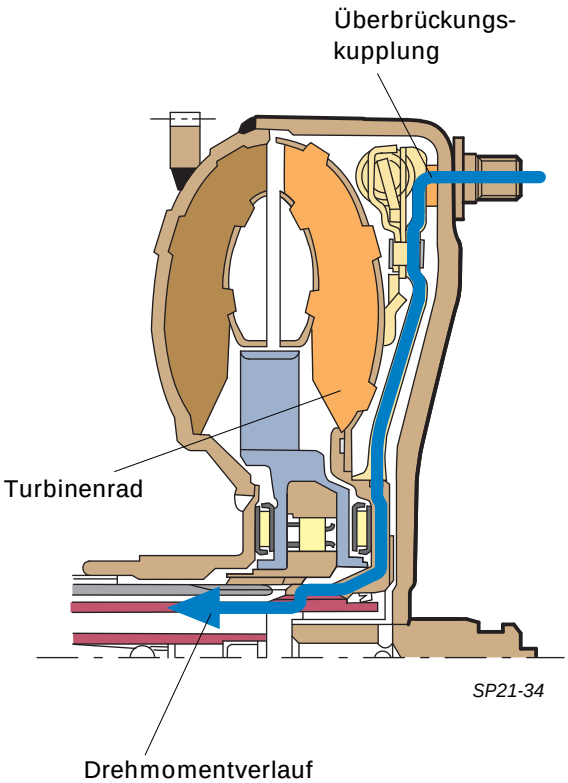
Kupplungsphase

Turbinendrehzahl nahezu Pumpendrehzahl.
Kleiner Schlupf, Leitrad dreht mit.
Drehmomentverhältnis schrumpft auf 1:1.
Arbeitet nur noch als Kupplung.

Also: Der Drehmomentwandler arbeitet im Schlupfbereich als hydraulisches Getriebe mit variabler Übersetzung.

Überbrückungskupplung

Wandlerüberbrückungskupplung – eine mechanische Kupplung.



Warum wird der Drehmomentwandler überbrückt?

Wenn die Kupplungsphase erreicht ist, also das Drehmomentverhältnis bei 1:1 liegt, arbeitet der Wandler mit relativ hohen Verlusten.
Der Wirkungsgrad liegt in der Regel bei 85 %, bei Hochleistungsmotoren mit hohen Drehzahlen auch schon bei 97 %.

Zwei bis drei Prozent Schlupf sind zur Kraftübertragung aber immer erforderlich, weil der Ölstrom sonst stillstände.

Verluste in der Kraftübertragung wirken sich aber immer auf den wirtschaftlichen Betrieb des Fahrzeuges aus.
Deshalb sind moderne Automatikgetriebe mit einer Überbrückungskupplung versehen. Sie überbrückt nach Bedarf bei kleinen Schlupfwerten den Wandler und setzt ihn außer Betrieb.

Die Überbrückungskupplung ist ins Gehäuse des Drehmomentwandlers eingefügt.
Sie trägt einen ringförmigen Reibbelag und ist mit dem Turbinenrad verbunden.
Per Öldruck wird sie gegen das Wandlergehäuse gepreßt, über den der Drehmomenteingang erfolgt.
Somit ist ein starrer, schlupffreier Antrieb vorhanden.

Funktionsweise

Wie eine normale Trockenreibungskupplung trägt die Wandlerüberbrückungskupplung Torsionsdämpfer zur Reduzierung von Motordrehschwingungen.
Wann die Überbrückungskupplung schließt oder öffnet wird vom Steuergerät des automatischen Getriebes bestimmt.

Mit einer Wandlerüberbrückungskupplung kann in der Praxis je nach Fahrzeug- und Getriebecharakteristik der Kraftstoffverbrauch bei Fahrzeugen mit automatischen Getriebe um 2 bis 8 % verbessert werden.

Hinweise zur hydraulischen Steuerung einer Wandlerüberbrückungskupplung enthält das Selbststudienprogramm 21.

Planetengetriebe

Der Gangradwechsel – Schaltgetriebe

Beim Schaltgetriebe läuft bekanntlich der Gangwechsel wie folgt ab:

- Schaltmuffe ausrasten,
  Kraftfluß unterbrochen
- Zahnrad wird auf gleiche Drehzahl gebracht,
- dann wird die gewählte Schaltmuffe
  eingerastet, der Kraftfluß wieder hergestellt.

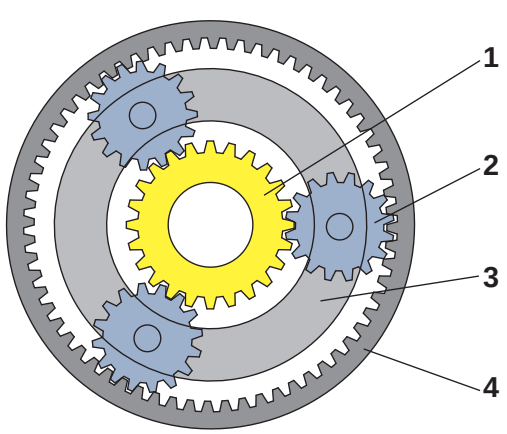
Der Gangwechsel – Automatikgetriebe

Beim automatischen Gangwechsel,
wie im Automatikgetriebe gewünscht, besteht
nicht die Möglichkeit der Kraftflußunterbrechung.

Das automatische Steuergerät kann aus
der Verkehrssituation nicht ableiten, wenn eine
Kraftflußunterbrechung günstig wäre.

Was gibt es für Alternativen?

Für automatische Getriebe eignen sich also nur Getriebe, die auch ohne Kraftflußunterbrechung schaltbar sind.
Dies ist bei Planetengetrieben der Fall.
Dadurch sind sie die konstruktive Ausgangsbasis fast aller automatischen Getriebe.
Planetengetriebe werden auf Grund ihrer Bauweise auch Umlaufgetriebe genannt.



SP20-31

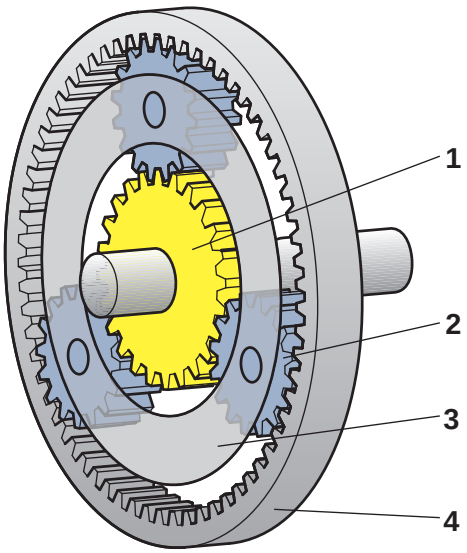
Ein Planetengetriebe besteht aus zwei bis vier Planetenradsätzen.
Diese sind untereinander fest oder mittels Kupplungen verbunden.
Die Funktion läßt sich bereits an einem Planetenradsatz erläutern.

Ein Planetenradsatz besteht aus

- einem zentralen Zahnrad,
  dem Sonnenrad – 1 –
- mehreren Planetenrädern (drei bis sechs) – 2 –
- dem Planetenträger – 3 –
- einem außenliegenden
  innenverzahnten Hohlrad – 4 –

Sämtliche Zahnradpaarungen sind ständig im Eingriff.
Schaltmuffen sind nicht erforderlich, Raddrehzahlen müssen nicht synchronisiert werden.

Planetengetriebe



SP20-2

Im Inneren dreht sich das Sonnenrad –1– auf einer zentralen Achse.
In die Verzahnung des Sonnenrades greifen die Planetenräder –2– ein.

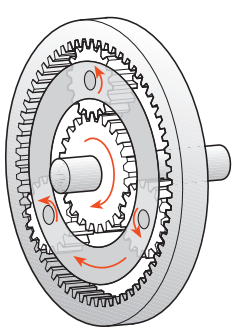
Diese können sich sowohl um ihre eigene Achse als auch auf einer Kreisbahn um das Sonnenrad drehen.

Die Planetenräder werden mit ihren Achsen im Planetenträger –3– aufgenommen.
Der Planetenträger nimmt die Umlaufbewegung der Planetenräder um das Sonnenrad auf, logischerweise damit auch um die zentrale Achse.

Das Hohlrad –4– greift mit seiner Innenverzahnung in die Planetenräder ein und umschließt den gesamten Planetenradsatz.
Die zentrale Achse bildet auch für das Hohlrad das Drehzentrum.

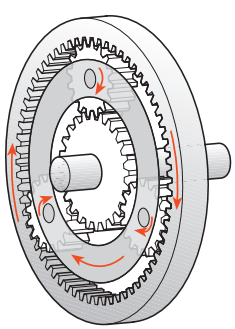
Hohlrad, Planetenträger und Sonnenrad haben jeweils Verbindung zu einer Welle.

Mit einem Planetenradsatz lassen sich sowohl große als auch kleinere Übersetzungen ins Langsame bzw. Schnelle erzielen, wenn eines der Getriebeteile festgehalten wird und die beiden anderen Antrieb und Abtrieb übernehmen.
Beim Festhalten des Planetenträgers erfolgt eine Drehrichtungsumkehr.
Werden zwei Teile festgehalten, verblockt das Planetengetriebe, die Übersetzung ist 1:1.



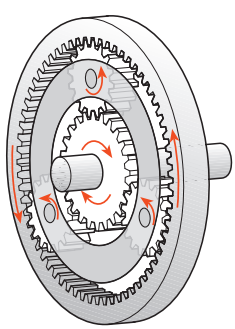
SP20-16

- Hohlrad fest
- Sonnenrad treibt = Große Übersetzung ins Langsame



SP20-17

- Sonnenrad fest
- Hohlrad treibt = kleine Übersetzung ins Langsame

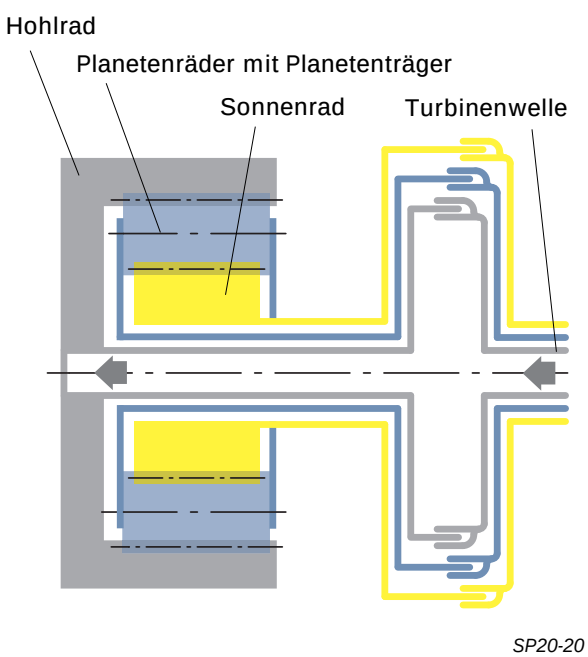


SP20-18

- Planetenträger fest
- Sonnenrad treibt = Drehrichtungsumkehr

Aus der Kombination von Antreiben und Bremsen (festhalten) von Teilen lassen sich **weitere Übersetzungsvarianten** bilden.

Hohlrad	Sonnenrad	Planetenträger	Übersetzung
fest	Abtrieb	Antrieb	groß ins Schnelle
Abtrieb	fest	Antrieb	klein ins Schelle
Antrieb	Abtrieb	fest	ins Schnelle Drehrichtungsumkehr
fest	fest	Abtrieb	keine Planetenradsatz verblockt
Antrieb langsam	Antrieb normal	Drehung setzt auf die des Hohlrades auf, Überlagerung der Drehzahlen (Rolltreppeneffekt)	



An- und Abtrieb eines Planetenradsatzes – schematisch

Die Teile des Planetenradsatzes müssen also von außen gebremst oder angetrieben werden.

Damit dies funktioniert, müssen die Wellen der infragekommenden Teile nach außen geführt und mit Gegenwellen verbunden werden.

Dies wird konstruktiv gelöst durch ineinandergefügte Hohlwellen.

Diese sind außen glockenartig geformt (Kupplungsglocken) und werden mit den gleichartig geformten Gegenwellen je nach Ansteuerung kraftschlüssig verbunden.

Die Kupplungsglocken tragen ihrerseits dazu die Kupplungen und Bremsen.

Beim Bremsen stützen sich die Bremsen gegen das Getriebegehäuse ab (siehe auch dazu unter Schaltglieder).

Planetengetriebe

Für die automatischen Getriebe im Fahrzeug werden mehrere Planetenradsätze hintereinander angeordnet. Aus dieser Kombination lassen sich dann die erforderlichen Getriebeabstufungen „Zusammenstellen“.
Die unterschiedlichen Kombinationen und technischen Standard-Gestaltungen werden nach ihren Erfindern benannt.

Wilson – Getriebe →

besteht aus 3 Planetenradsätzen.
Das erste Hohlrad, der zweite Planetenträger und das dritte Hohlrad sind fest miteinander verbunden.
Außerdem sind zweites und drittes Sonnenrad fest miteinander verbunden.
Der Antrieb in den Vorwärtsgängen erfolgt über dieses Doppelsonnenrad.

Simpson – Getriebe →

besteht aus 2 Planetenradsätzen mit gemeinsamen Sonnenrad.
Planetenträger des einen Satzes; das Hohlrad des anderen und die Antriebswelle sind fest miteinander verbunden.
Der Antrieb der Vorwärtsgänge erfolgt jeweils über die Hohlräder.
Diese Art wurde in der Zeit der Dreigang-Automatikgetriebe oft verwendet.

Ravigneaux – Getriebe →

besteht aus 2 Planetenradsätzen mit gemeinsamen Planetenträger.
Diese Konstruktion findet sinngemäß Anwendung im automatischen Getriebe 01M des SKODA OCTAVIA.

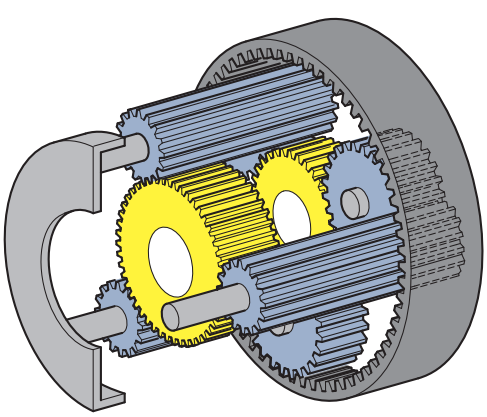
Der Planetenträger trägt zwei Sätze von Planetenrädern:

- kurze Planetenräder mit großem Durchmesser, sie greifen in ein kleines Sonnenrad ein
- lange Planetenräder mit kleinem Durchmesser, die in ein großes Sonnenrad und die kurzen Planetenräder eingreifen.

Das Ravigneaux-Getriebe besitzt nur ein Hohlrad, es umfaßt die kurzen Planetenräder.

Über das Hohlrad erfolgt immer der Abtrieb.
Mit den Ravineaux-Getriebe lassen sich 4 Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang konstruieren.

Wegen seiner kompakten Bauweise ist es für Fahrzeuge mit Frontantrieb besonders geeignet.



SP20-19

Lamellenkupplung

Jeder Gang besitzt mindestens ein Schaltglied, das durch Reibung den Kraftfluß herstellt.

Lamellenkupplungen werden verwendet, um den Kraftfluß von der Turbinenwelle zum Planetenradsatz herzustellen.

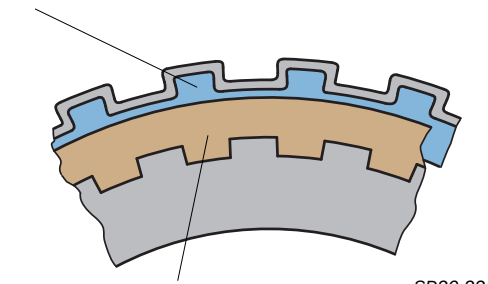
Sie besitzen Innen- und Außenlamellen, die beide mit drehenden Teilen verbunden sind. Sie sind kammartig ineinander verschachtelt. Im unbetätigten Zustand ist ein Spalt dazwischen und sie sind mit Öl befüllt, so daß sie sich frei drehen können.
Das Lamellenpaket wird von einem Hydraulikkolben zusammengepreßt, der sich samt seiner Ölfüllung mitdreht, die von hinten auf den Kolben wirkt.
Die Ölzufuhr erfolgt deshalb über eine Hohlwelle. Die Entlastung der Lamellenkupplung beim Auskuppeln wird über Federn erreicht (Druckfedern, auch Tellerfedern).
Kugelventile (teilweise im Kolben, teilweise im Lamellenträger) sorgen dafür, daß sich der Druck im unbetätigten Zustand schnell abbauen und das Öl abfließen kann.

Die Lamellenträger am Innen- wie am Außenteil nehmen die Lamellen über Nasen auf, es ergibt sich eine formschlüssige Verbindung.

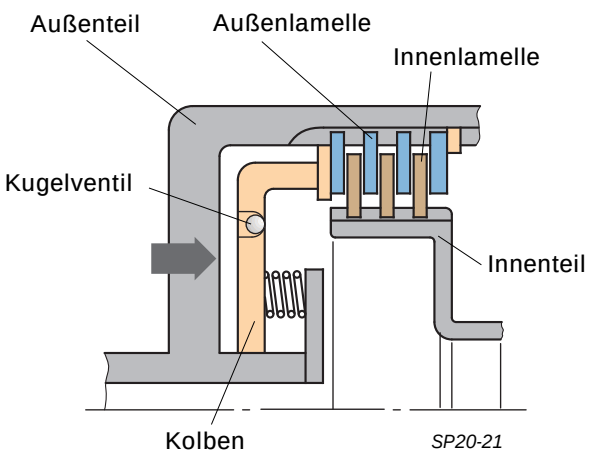
Die Außenlamellen sind aus Stahl.
Die Innenlamellen sind aus hochfestem Kunststoff.
Sie erfüllen gleichzeitig die Funktion des Reibbelags.
Das Stützgerüst ist aus Zellulose.
Die Temperaturfestigkeit wird durch Beimischung von Aramidfasern, einem hochfesten Kunststoff, erreicht.
Zur Beeinflussung des Reibwertes werden Mineralien, zum Verbinden Phenolharz beigefügt.

Die Anzahl der Lamellen ist nach Getriebeausführung sehr unterschiedlich.
Das Spiel zwischen den Lamellen ist für die Funktion der automatischen Schaltung von Bedeutung und konstruktiv vorgegeben.
Es wird bei der Montage gesondert eingestellt.

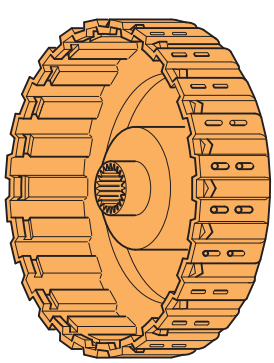
Das Prinzip der Lamellenkupplung finden wir auch beim automatischen Getriebe 01M des SKODA OCTAVIA.



SP20-22



SP20-21



SP20-25

Lamellenträger (Kupplungsglocke) zur Aufnahme der Außenlamellen

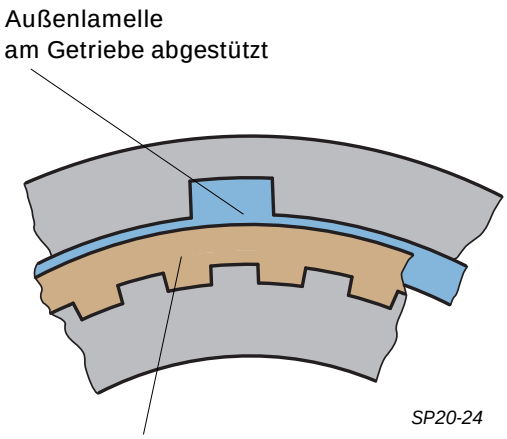
Schaltglieder

Lamellenbremsen

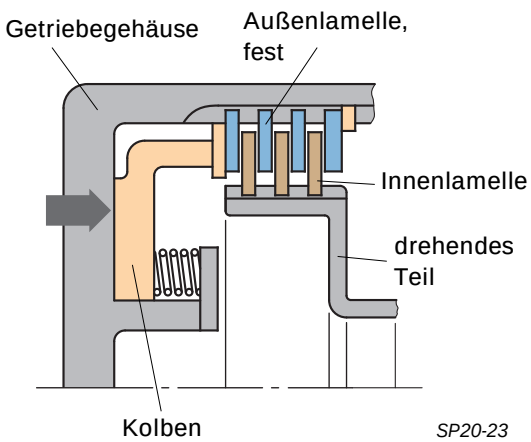
Die Lamellenbremsen werden zum Festhalten eines Teiles vom Planetenradsatz verwendet. Sie ähneln den Lamellenkupplungen und besitzen ebenfalls Innen- und Außenlamellen. Die Innenlamellen sind ebenfalls mit dem drehenden Teil über Nasen verbunden, während die Außenlamellen feststehen, sich am Getriebegehäuse abstützen.

Bei der Ansteuerung drückt ein Hydraulikkolben das Lamellenpaket zusammen.
Im Gegensatz zur Lamellenkupplung sitzt der Hydraulikkolben fest.
Auch bei der Lamellenbremse ist das Spiel zwischen den Lamellen für eine einwandfreie Funktion der Schaltung von Bedeutung und wird gesondert eingestellt.

Diese Art der Bremsen sind im automatischen Getriebe 01M des SKODA OCTAVIA eingesetzt.



SP20-24



SP20-23

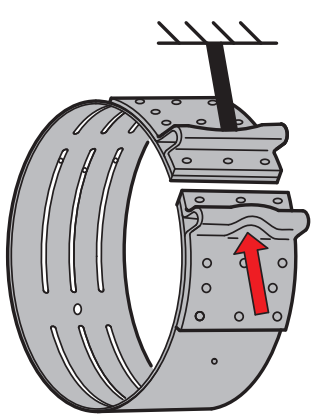
Bandbremsen

Eine weitere konstruktive Möglichkeit zum Festhalten der Elemente eines Planetensatzes bietet die Bandbremse.

Die Außenform der Welle ist ähnlich einer Bremstrommel gestaltet.
Als Bremselement umschlingt ein Bremsband aus Stahl eng diese Bremstrommel, die im unbetätigten Zustand frei läuft.
Das Bremsband stützt sich an einem Ende gegen das Getriebegehäuse ab.
Auf das andere Ende wirkt beim hydraulischen Ansteuern die Kolbenkraft und bremst die Trommel bis zum Stillstand ab.

Ein Nachteil der Bandbremse ist, daß große radiale Kräfte auf das Getriebegehäuse wirken.

Angewand wird dieses Prinzip zum Beispiel im Getriebe 001 des PKW Arosa.

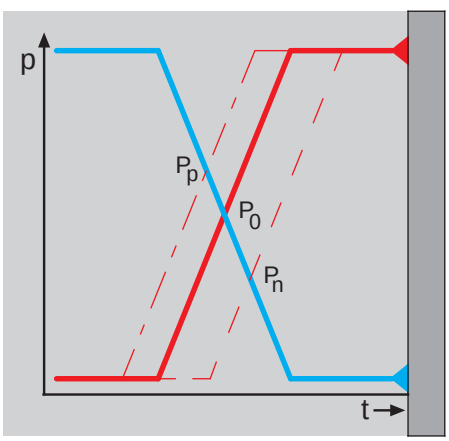


SP20-26

Überschneidung

Beim elektro-hydraulischen Gangwechsel wird ein Schaltglied geöffnet, ein anderes geschlossen.
Dieser Vorgang geschieht in Bruchteilen von Sekunden.
Während dieses Vorganges sinkt das übertragene Drehmoment vom öffnenden Schaltglied. Das des Schließenden steigt.
Der neue Gang greift zu dem Zeitpunkt, wo das Drehmoment am zuschaltenden Schaltglied größer ist als am abschaltenden Schaltglied.

Dieser Vorgang wird als Überschneidung bezeichnet.
Bei der sogenannten Nullüberschneidung übernimmt das zuschaltende Schaltglied soviel Drehmoment, wie das abschaltende abgibt. Insgesamt bleibt es erhalten.
Die Überschneidungssteuerung erfolgt allein durch hydraulische Schaltungen, angesteuert vom Elektronischen Schaltgerät.
Das zuschaltende Schaltglied erhält den vollen Arbeitsdruck.



SP20-27

p = Druck
t = Zeit

= Druckverlauf abschaltendes Schaltglied bei Nullüberschneidung

= Druckverlauf zuschaltendes Schaltglied bei Nullüberschneidung

= negative Überschneidung

= positive Überschneidung

P_0 = Punkt der Nullüberschneidung

P_n = Punkt negativer Überschneidung

P_p = Punkt positiver Überschneidung

Zusätzlich zur Nullüberschneidung gibt es negative und positive Überschneidungen, die für bestimmte Betriebszustände sinnvoll angewandt werden.

Negative Überschneidung

Zuschaltendes Schaltglied übernimmt zu spät.

(d. h. bei Zug-Hochschaltung/Bremsrückschaltung ist der Druckabbau des ersten Schaltgliedes zu früh
oder
bei Zug-Rückschaltung/Schubhochschaltung ist der Druckaufbau des zuschaltenden Schaltgliedes zu spät.
Im Lastbetrieb des Motors geht die Motordrehzahl durch die Trennung hoch.
Im Schubbetrieb sackt die Motordrehzahl ab).

Positive Überschneidung

Zuschaltenendes Schaltglied übernimmt zu früh.

(d. h. bei Zug-Hochschaltung/Bremsrückschaltung ist der Druckabbau am abschaltenden Schaltglied zu spät
oder
bei Zug-Rückschaltung/Schubhochschaltung ist der Druckaufbau am zuschaltenden Schaltglied zu früh. Es kommt kurzfristig zum Verblocken des Getriebes, damit zum Momenteinbruch. Dieser kann sinnvoll sein, wenn der Motor schnell von hoher Drehzahl in niedrige gebracht werden soll).

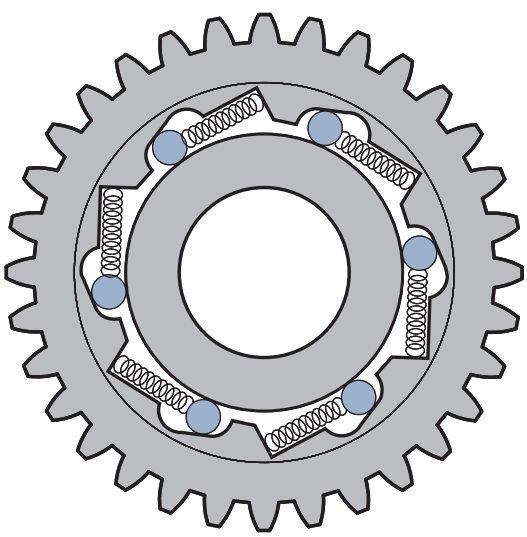
Freilauf

Die Überschneidungssteuerung läßt sich vereinfachen indem man sie durch Freiläufe unterstützt.
Der Freilauf überträgt ein Drehmoment nur in eine Richtung.
In der entgegengesetzten Richtung dreht er frei durch.
Er wird eingesetzt, um eine Schaltung ohne Zugkraftunterbrechung vom technischen Aufwand zu vereinfachen.
Er erlaubt einen exakten Schaltübergang ohne besondere Anforderungen an die Steuerung des zuschaltenden Schaltgliedes.

Im Schubbetrieb des Fahrzeuges kehrt sich der Kraftfluß um.
Der Freilauf würde sich dadurch öffnen und keine Motorbremswirkung erlauben (analog Freilauf beim Fahrrad).
Aus diesem Grunde sind dem Freilauf Bremsen oder Kupplungen parallel geschaltet.

Rollenfreilauf

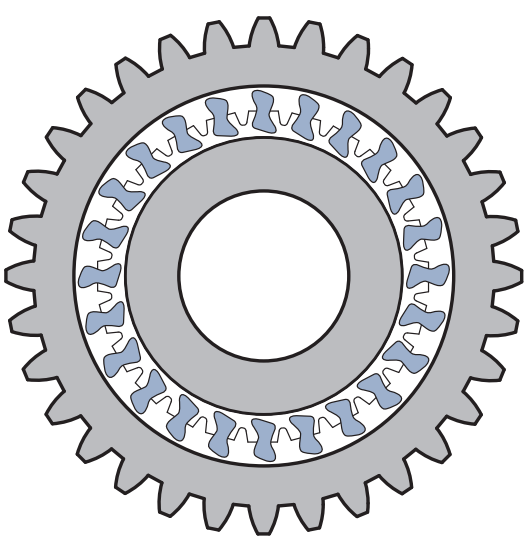
In den Spalten zwischen Innen- und Außenring befinden sich Rollen.
In Sperrichtung legen sich diese in die enger werdenden Spalte.
Innen- und Außenring werden dadurch verbunden. Federn drücken die Rollen in den Spalt, um sicheres Sperren zu erreichen.
Ein Rollenfreilauf finden wir z. B. im automatischen Getriebe 01M des SKODA OCTAVIA.



SP20-28

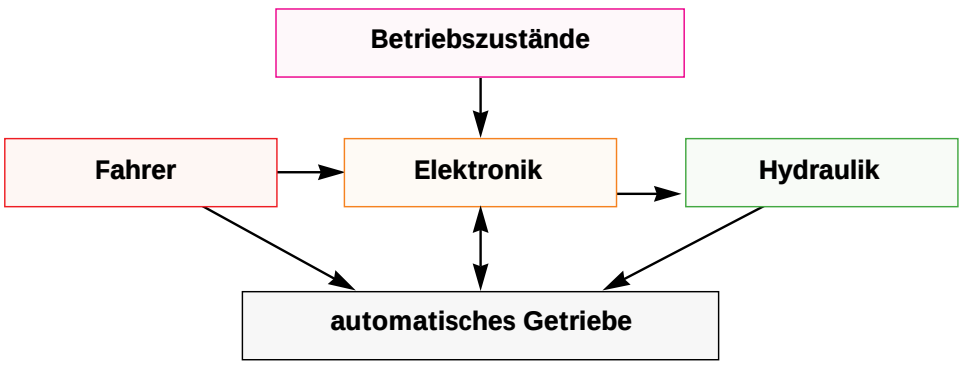
Klemmkörperfreilauf

Er ist aufwendiger als der Rollenfreilauf, erlaubt aber bei gleicher Größe höhere Drehmomentenübertragung.
Hantelförmige Klemmkörper liegen in einem Federkäfig zwischen Innen- und Außenring.
Durch die Federkraft liegen sie ständig an.
In Freilaufrichtung werden die Klemmkörper gekippt, behindern den Freilauf nicht.
In Sperrichtung stellen sie sich auf.
Ein Klemmkörperfreilauf findet z.B. Verwendung im automatischen Getriebe 001 des PKW Arosa.



SP20-29

Vereinfacht kann man sagen, daß bei einem modernen automatischen Getriebe vier Komponenten an der Steuerungslogik und -ausführung beteiligt sind.



Fahrer → entscheidet wann, wohin, wie schnell, sportlich oder ökonomisch.
Die Übermittler sind das Gaspedal und der Wählhebel.

Betriebszustände → Fahrwiderstände beeinflussen, ob bergab/bergauf,
mit Hänger, ob Gegenwind, ob unter Last oder mit Schub.
Sensoren geben die Informationen an das Steuergerät.

Elektronik → wertet aus, übernimmt die geistige Arbeit,
steuert das hydraulische Schaltgerät.

Hydraulik → übernimmt die Gestaltung der Steuerdrücke und Schaltwege.

Bei den ersten automatischen Getrieben war das noch nicht der Fall.
Die Logik der Gangwahl war hydraulisch realisiert.
Die Betriebszustände wurden durch hydraulische, pneumatische und elektrische Bauelemente erfaßt, in Drücke gewandelt und die Gangwahl ausgelöst.

Im Zuge der Entwicklung der Elektronik in der Kraftfahrzeug-Technik wurden
die meisten dieser Bauelemente durch entsprechende elektronische ersetzt.
Die hydraulische Getriebesteuerung wandelte sich in die Elektronische Getriebesteuerung.

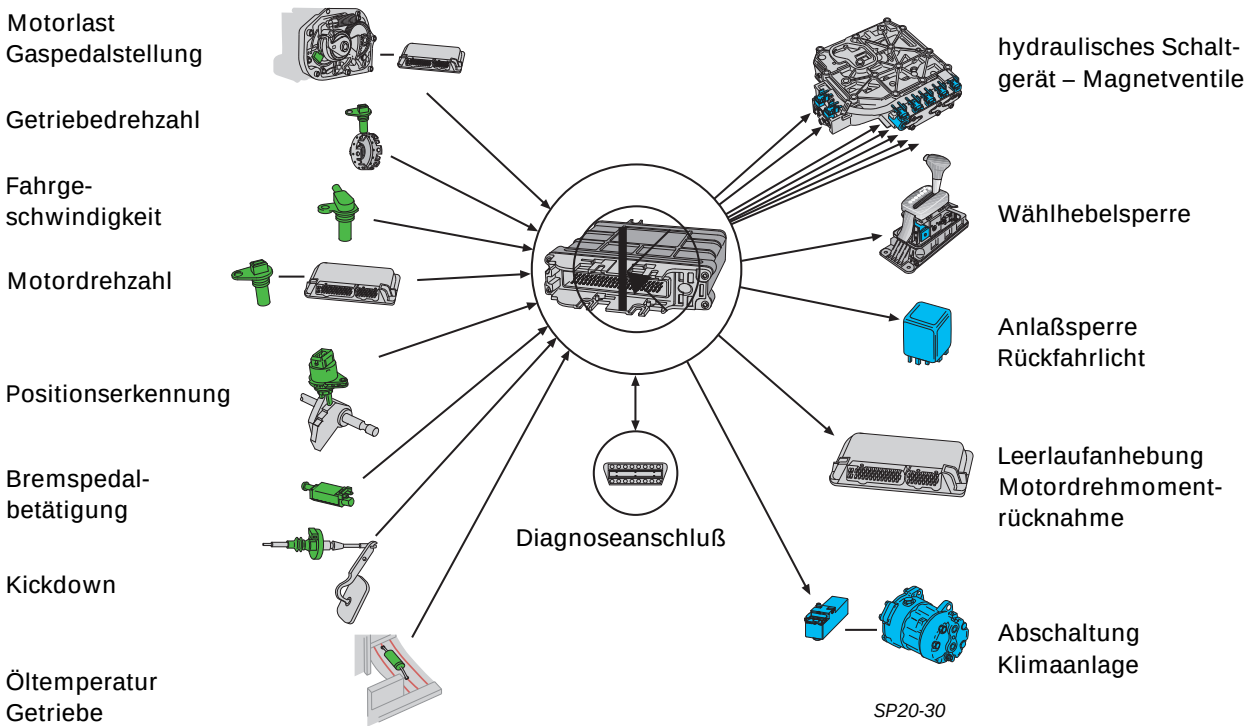
Die Schaltglieder werden durch die Elektronik angesteuert,
aus der hydraulischen Getriebesteuerung wurde die elektro-hydraulische.
Die Elektronische Getriebesteuerung wurde zum zentralen Element der Steuerlogik und -ausführung.
Die Schaltpunkte werden aus einer großen Zahl von Informationen,
die aktuelle Betriebs- und Fahrsituation beschreiben, gebildet (siehe auch Schaltpunktermittlung).

Ausnahmen
Die wichtigsten Stellungen des Wählhebels – P – R – N – D – werden aber auch nach wie vor zusätzlich mechanisch vom Wählhebel an den Wählschieber im hydraulischen Schaltgerät weitergegeben.
Dies sichert die Betriebsbereitschaft des automatischen Getriebes auch bei Ausfall
des elektronischen Steuergerätes.

Getriebesteuerung

Systemübersicht eines automatischen Getriebes

Das Steuergerät ist immer getrennt im Fahrzeug, nicht am Getriebe angeordnet.
Die Einbaustelle ist nach Fahrzeugtyp verschieden (z. B. im Wasserkasten, im Motorraum, im Fußraum).



Das Steuergerät ermittelt die Schaltlogik mit permanenten Rechenoperationen.
Darauf aufbauend steuert es die Stellglieder der elektronischen Getriebesteuerung,
zu denen in erster Linie die Magnetventile zählen, die sich im hydraulischen Schaltgerät
des Getriebes befinden.

Die Vorteile der elektronischen Getriebesteuerung gegenüber der konventionellen hydraulischen:

- Ohne großen Zusatzaufwand können zusätzliche Signale verarbeitet werden.
- Die Steuerung der Hydraulik erfolgt präziser.
- Auswirkungen von Verschleiß können durch adaptive Drucksteuerung ausgeglichen werden.
- Die Schaltkennlinie kann flexibel gestaltet werden.
- Die Elektronik schützt leichter gegen Fehlbedienung.
- Aufgetretene Fehler können in gewissem Umfang umgangen werden und die Betriebsbereitschaft des Fahrzeugs sicherstellen.
- Aufgetretene Fehler werden im Fehlerspeicher für den Service festgehalten.

Die Funktionen der Sensoren und Aktoren einer automatischen Getriebesteuerung
sind ausführlich im Selbststudienprogramm 21, Automatisches Getriebe 01M erläutert.

Kommunikation mit anderen Fahrzeugsystemen

Die elektronische Getriebesteuerung ist kein isoliert arbeitendes System. Sie kommuniziert mit weiteren elektronischen Systemen des Fahrzeuges um den Sensoraufwand zu minimieren, den Schaltkomfort zu optimieren und die Verkehrssicherheit zu erhöhen.

Motorelektronik

Viele Signale werden von der Motorelektronik und Getriebeelektronik gemeinsam genutzt, so z. B. Motordrehzahl, Lastsignal, Fahrpedalstellung.
Um Schaltdrücke während der Betätigung der Schaltglieder (z. B. Lamellenkupplungen, Lamellenbremsen) zu mildern wird der Schaltzeitpunkt dem Motorsteuergerät mitgeteilt.
Das Steuergerät für automatisches Getriebe ist dafür mit einer direkten Leitung mit dem Motorsteuergerät verbunden.
Während des Schaltzeitpunktes wird der Zündzeitpunkt kurzzeitig in Richtung spät verstellt, wodurch das Motordrehmoment kurzzeitig abfällt.

Fahrwerkelektronik

Bei einigen Systemen der elektronischen Getriebesteuerung erfolgen Informationsaustausche mit den verschiedenen Fahrwerkssystemen.
Bei einem Regeleingriff eines Stabilitäts-Kontrollsystems (z. B. Elektronische Traktionskontrolle oder Elektronische Differentialsperre) wird keine Schaltung durch die elektronische Getriebesteuerung veranlaßt.
Bei einem Regeleingriff während des Anfahrens (Antriebs-Schlupfregelung) wird von der elektronischen Getriebesteuerung der zweite Gang genutzt, um das Drehmoment zu mindern.
Bei straffer Kurvenfahrt wird von einem Sensor die Querbeschleunigung aufgenommen und an die elektronische Getriebesteuerung übermittelt. Schaltvorgänge werden in diesem Moment unterbunden.

Klimaanlage

Wenn bei notwendigem straffen Beschleunigen das volle Motordrehmoment verfügbar sein soll, wird die Magnetkupplung des Kompressors abgeschaltet.
Die Informationen dazu gibt die elektronische Getriebesteuerung an das Steuergerät für Klimaanlage, wenn der Kickdown-Schalter betätigt ist.

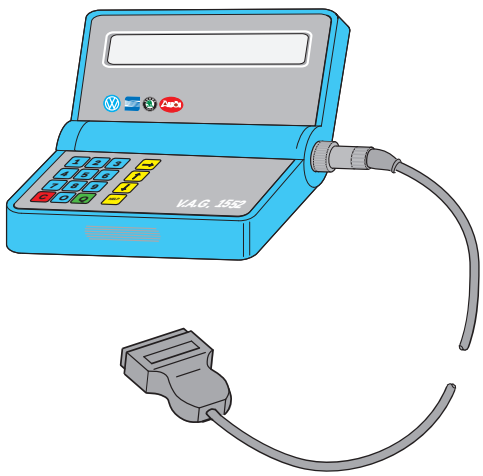
Notprogramm/Eigendiagnose

Die elektronische Getriebesteuerung beinhaltet **Strategien zu Signalausfällen = Notprogramm**.

Bei Ausfall eines Eingangssignals, z. B. durch Kabelbruch, wird versucht auf ein Ersatzsignal auszuweichen um einen sicheren Fahrzustand zu erhalten.

Beispiel:
Die Getriebeöltemperatur wird mit einem Temperatursensor abgenommen.
Fällt dieser aus, kann ein Erfahrungswert „betriebswarmes Getriebe 70 °C“ verwendet werden.
Als Ersatzsignal kann auch die Kühlmitteltemperatur des Motors angesetzt werden.

Die Beschreibung der Sensoren/Aktoren im Selbststudienprogramm 21 zum Getriebe 01M enthält auch die jeweils zutreffenden Ersatzsignale.



SP17-29

Im Notprogramm auftretenden Fehler legt die **diagnosefähige Getriebesteuerung** im **Fehlerspeicher** ab.
Dieser kann über die Diagnoseschnittstelle mit einem Fehlerauslesegerät ausgelesen werden.
Rückschlüsse auf die Ursache der Störung sind somit im Servicebereich möglich.

Ein **flüchtiger Fehler** tritt nur kurzzeitig auf und verschwindet wieder.
Je nach Art des Fehlers werden verschiedene Strategien benutzt:

- Steuerung verbleibt im Notprogramm, auch wenn Fehler nicht mehr auftritt,
- Steuerung geht in Normalbetrieb zurück, wenn Fehler über mehrere Startvorgänge nicht mehr auftrat.

Im Fehlerspeicher bleibt die Information jedoch gespeichert.



Hinweis:
Bei Servicearbeiten an einem automatischen Getriebe ist deshalb immer zuerst der Fehlerspeicher auszulesen, bevor weitere Arbeiten vorgenommen werden.

Notlauf

Ein Notlauf setzt ein, wenn unbedingt notwendige Signale oder die elektrische Getriebesteuerung selbst ausfallen.
Es setzt dann ein rein hydraulischer Betrieb ein.
Um das Fahrzeug im Notlauf bewegen zu können, ist der Wählhebel nach wie vor mechanisch an den Wählschieber gekoppelt.
Entsprechend der Wählhebelstellung befindet sich das automatische Getriebe in der Stellung N, R oder einem Vorwärtsgang D.
Die Wandlerüberbrückungskupplung ist abgeschaltet.

Ölkreislauf/Ölpumpe

Wandler, Elektronik und Planetengetriebe werden im automatischen Getriebe sinnvoll ergänzt durch die Hydraulik.

Das **Öl** ist letztendlich im automatischen Getriebe **das arbeitende Medium**.

Deshalb kommt dem Öl im automatischen Getriebe auch eine besondere Bedeutung zu, denn ohne Öl gehen alle Funktionen verloren (zur Bedeutung des Öl siehe auch den Abschnitt Öl).

Das Öl wird von einer gesonderten Ölpumpe auf Druck gebracht, und durchläuft den **Ölkreislauf**.

Als **Ölpumpe** wird bei fast allen automatischen Getrieben **eine Mondsichelpumpe** verwendet. Der Antrieb erfolgt vom Fahrzeugmotor mit Motordrehzahl.
Mondsichelpumpen sind robust und betriebsicher und erzeugen den notwendigen Arbeitsdruck (bis ca. 25 bar).

Sie sichern die Ölversorgung

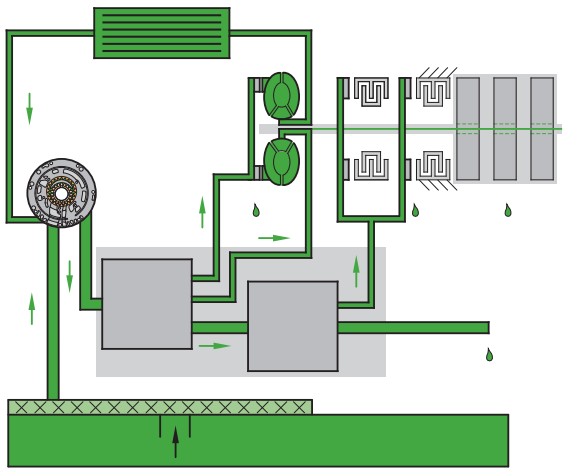
- der Schaltelemente
- der Getriebesteuerung
- des hydrodynamischen Drehmomentwandlers
- aller Schmierstellen des Getriebes.

Das Öl wird in einem kleinen, gesonderten Kreislauf durch die Kühlflüssigkeit des Motors gekühlt.

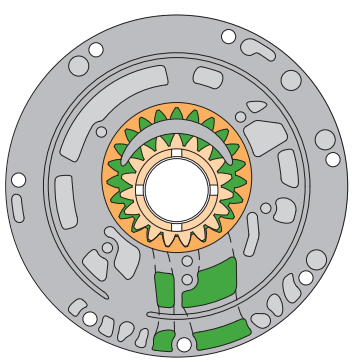
Im hydraulischen Schaltgerät (meist unter dem Getriebe angeordnet) erfolgt die Druckregelung und Druckverteilung.

Eine Mondsichelpumpe besitzt z. B. auch das automatische Getriebe 01M des SKODA OCTAVIA. Sie ist im Selbststudienprogramm 21 beschrieben.

Dort ist auch der Ölkreislauf, der sich bei allen automatischen Getrieben ähnelt, erläutert.



Ölkreislauf (schematisch) *SP21-19*



SP21-18

Ölpumpe (ATF-Pumpe)

Hydraulisches Schaltgerät

Das hydraulische Schaltgerät ist die Steuerzentrale für den Öldruck.

Dort wird entsprechend den Steuersignalen der Elektronischen Getriebesteuerung der Öldruck geregelt und auf die Schaltglieder verteilt.

In der Regel besteht das Schaltgerät aus mehreren Ventilgehäusen.
Ein Ventilgehäuse ist der gemeinsame Ventilkörper für alle darin befindlichen Ventile (Schaltventile, Regelmagnetventile, Druckregelventile).
Außerdem enthält es die Ölkanäle entsprechend Hydraulikplan.
Ölkanäle im Ventilgehäuse sind kreuzungsfrei geführt.
Erforderliche Kreuzungen werden durch Bohrungen in einem Zwischenblock konstruiert.
Damit können Öl-Bahnen in verschiedenen übereinanderliegenden Ventilgehäusen gebildet werden.

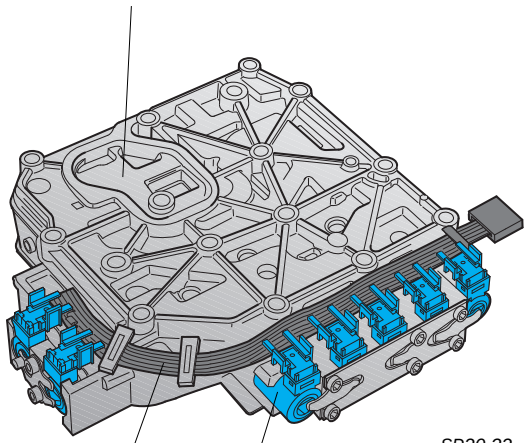
Die elektrisch vom elektronischen Steuergerät angesteuerten Ventile (Magnetventile) sind von außen auf die Ventilgehäuse aufgesteckt.
Sie sind dadurch für Servicearbeiten leicht zugängig und leicht austauschbar.

Das hydraulische Schaltgerät ist neben den elektrischen Verbindungen zum Elektronischen Steuergerät mechanisch über einen Handschieber mit dem Wählhebel verbunden.

Das hydraulische Schaltgerät ist meist unter dem Getriebe montiert.
Das Getriebegehäuse beinhaltet dann einen Teil der Ölkanäle.

Die Ölkanäle können auch als gesonderte Kanalplatte ausgeführt sein.

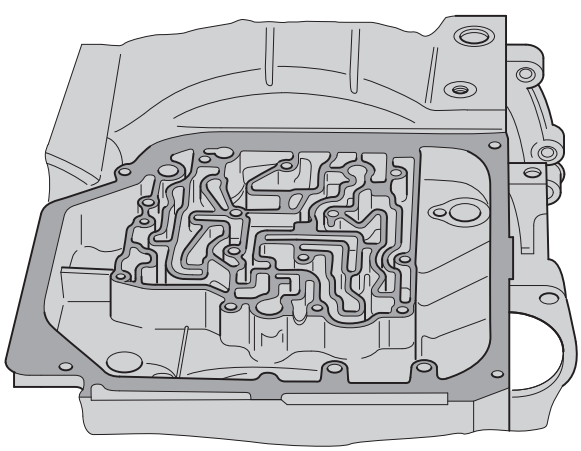
Hydraulisches Schaltgerät



SP20-32

Magnetventile

Leiterfolie, über die die Signale in die Magnetventile eingehen



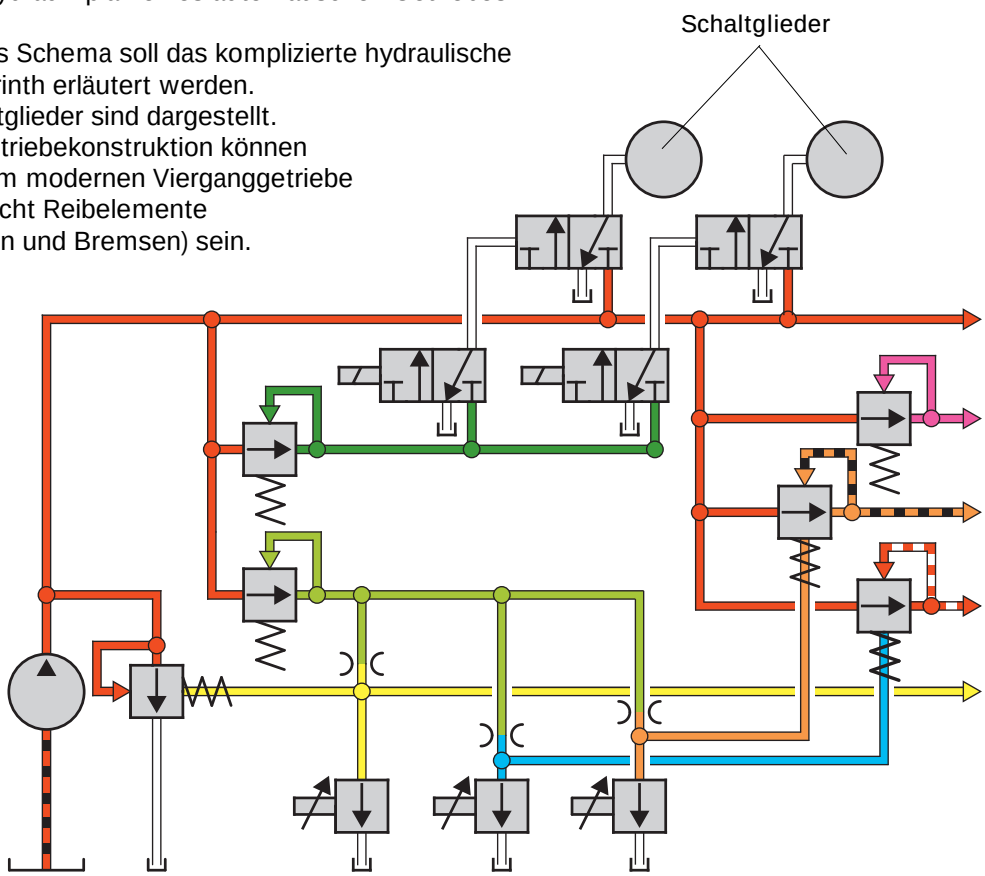
SP20-33

Ölkanäle im Getriebegehäuse

Hydraulik-Schema

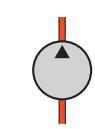
Das Hydraulik-Schema ist ein vereinfachter Ausschnitt aus dem Hydraulikplan eines automatischen Getriebes.

Über dieses Schema soll das komplizierte hydraulische Steuerlabyrinth erläutert werden.
Zwei Schaltglieder sind dargestellt.
Je nach Getriebekonstruktion können das in einem modernen Vierganggetriebe sechs bis acht Reibelemente (Kupplungen und Bremsen) sein.



Das Schema zeigt die Ventile in Ruhestellung.

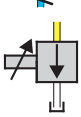
SP20-34



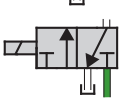
Ölpumpe



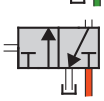
Druckregelventil



Regelmagnetventil



Schaltmagnetventil



Schaltventil



Nullabfluß



Drossel

Ansaugen

Arbeitsdruck für Schaltglieder

Arbeitsdruck für Wandlerüberbrückungskupplung

Schaltventildruck

Regelventildruck

Modulierdruck

Schaltdruck

Schaltdruck eingeregelt

Schmierdruck

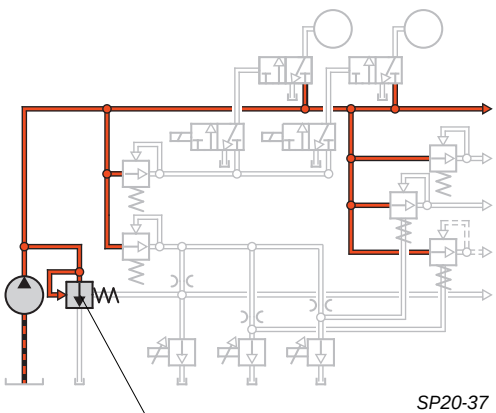
Regeldruck für Wandlerüberbrückungskupplung

Die Drücke im Hydrauliksystem

Im Hydrauliksystem wird das Öl in verschiedenen Druckstufen benötigt. Druckregelventile und Regelmagnetventile werden verwendet um die notwendigen Druckstufen zu erzeugen.

Arbeitsdruck

Der Arbeitsdruck ist mit 25 bar der Höchste im hydraulischen System.
Er wird durch die Ölpumpe erzeugt und liegt auch direkt hinter dieser an.
Durch einen kontrollierten Nullabfluß wird er durch das Arbeitsdruckregelventil eingeregelt.
Die Druckregelung erfolgt in Abhängigkeit des geschalteten Ganges nach Steuerimpulsen der Elektronischen Getriebesteuerung.
Je nach zu schaltendem Gang wird der Arbeitsdruck auf eines oder mehrere Schaltglieder verteilt.
Die Verteilung erfolgt durch ein Schaltventil.
Beim geschaltenden Gang liegt der Arbeitsdruck am jeweiligen Schaltglied an.



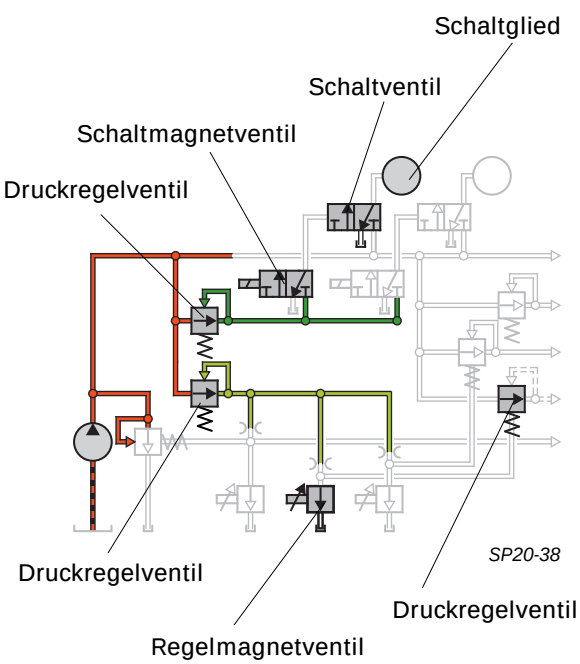
Arbeitsdruck-Regelventil
(ein Druckregelventil)

Schaltventildruck
Regelventildruck

Der **Schaltventildruck** wird durch ein Druckregelventil auf 3 bis 8 bar eingestellt.
Er versorgt die elektrisch gesteuerten Schaltmagnetventile.

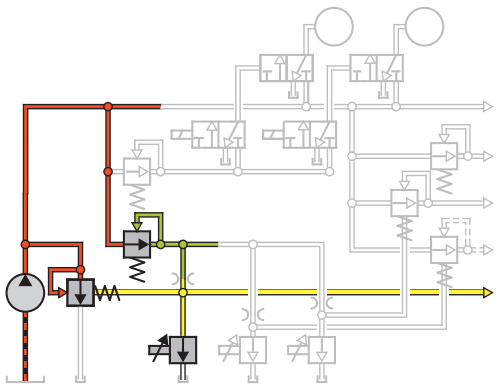
Wichtig!
Schaltmagnetventile steuern mit dem Schaltventildruck nachgeschaltete Schaltventile, die ihrerseits die Schaltglieder steuern (siehe auch Schaltbeispiel).

Der **Regelventildruck** wird ebenfalls durch ein Druckregelventil eingestellt und beträgt 3 bis 8 bar.
Er versorgt als Steuerdruck über ein Regelmagnetventil ein nachgeschaltetes Druckregelventil, z. B. für die Wandlerüberbrückungskupplung.



Modulierdruck

Der Modulierdruck ist dem Motormoment proportional, er ist ein Spiegel der Motorlast. Nach Informationen der Motorelektronik wird das Modulationsventil (ein Regelmagnetventil) von der Elektronischen Getriebesteuerung angesteuert und erzeugt den Modulationsdruck. Dieser beträgt 0 bis 7 bar.
Der Modulationsdruck gelangt auf das Arbeitsdruck-Regelventil und beeinflußt so die Höhe des Arbeitsdruckes.

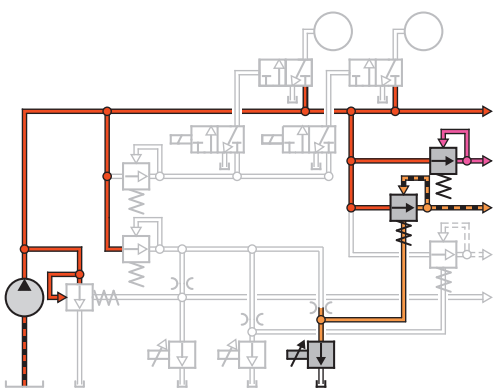


SP20-39

Schaltdruck
Schmierdruck

Der **Schaltdruck** beträgt 6 bis 12 bar.
Er wird während des Gangwechsels am zu schaltenden Schaltglied verwendet.
Eingestellt wird der Schaltdruck von der Elektronischen Getriebesteuerung über ein Regelmagnetventil und ein Druckregelventil.
Nach Beendigung der Schaltung wird er am Schaltglied durch Arbeitsdruck ersetzt.

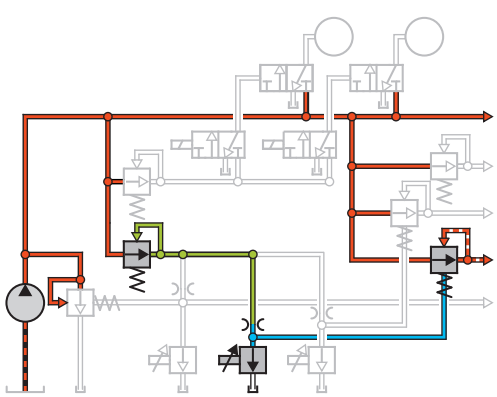
Der **Schmierdruck** beträgt 3 bis 6 bar.
Er versorgt den Drehmomentenwandler.
Das Öl strömt durch den Wandler, den Ölkühler und durch alle Schmierstellen des automatischen Getriebes.



SP20-40

Druck für Überbrückungskupplung

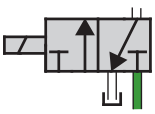
Eingestellt wird der Druck mittels eines Regelmagnetventils und eines Druckregel-ventils und von der Elektronischen-Getriebe-steuerung gesteuert.
Der Druck wird nach dem zu übertragenden Drehmoment eingestellt.



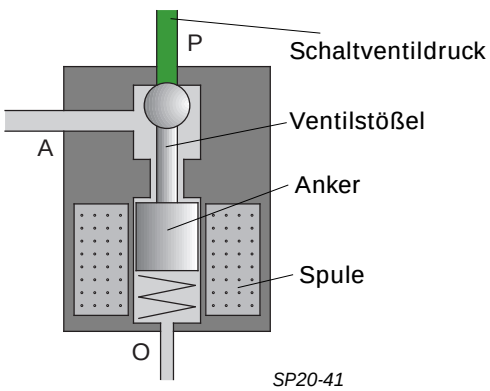
SP20-44

Hydraulische Schaltelemente

Im elektronisch gesteuerten Automatik-Getriebe werden Magnetventile als hydraulische Schaltelemente verwendet (Schaltmagnetventil, Regelmagnetventil).
Außerdem finden Schaltventile Anwendung, die nur hydraulisch arbeiten.



Schaltmagnetventil

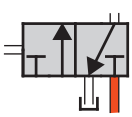


Schaltmagnetventile leiten den Öldruck an ein Schaltventil weiter oder bauen den Öldruck ab. Sie schalten also ein oder aus und führen zu Umschaltungen der Schaltglieder, z. B. wird der Schaltablauf eingeleitet.

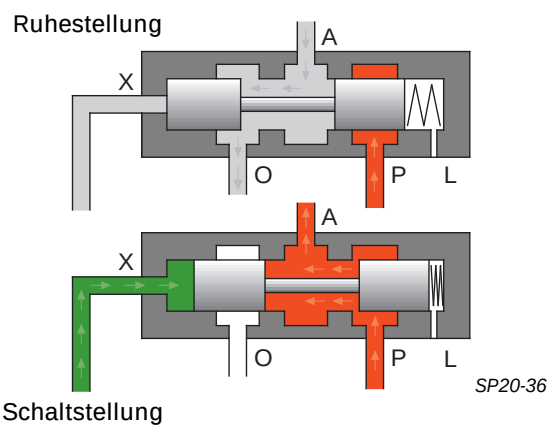
In Ruhestellung durch Federkraft geschlossen. Der Anker ist mit dem Ventilstößel verbunden. Beim Ansteuern durch das elektronische Steuergerät wird der Anker gegen die Federkraft gezogen.

Der Ventilstößel gibt den Durchgang von P nach A für den Schaltventildruck frei und verschließt den Abfluß O.

Schaltmagnetventile werden mit digitalem Schaltsignal (ein - aus) gesteuert.
Der Schaltventildruck wirkt als Steuerdruck auf das Schaltventil.



Schaltventil



Das Schaltventil ist ein rein hydraulisch arbeitendes Ventil. Es dient der Druckverteilung auf die Schaltglieder.

Es besitzt in der Regel nur zwei Schaltstellungen, die durch einen oder zwei Steuerdrücke geschaltet werden.

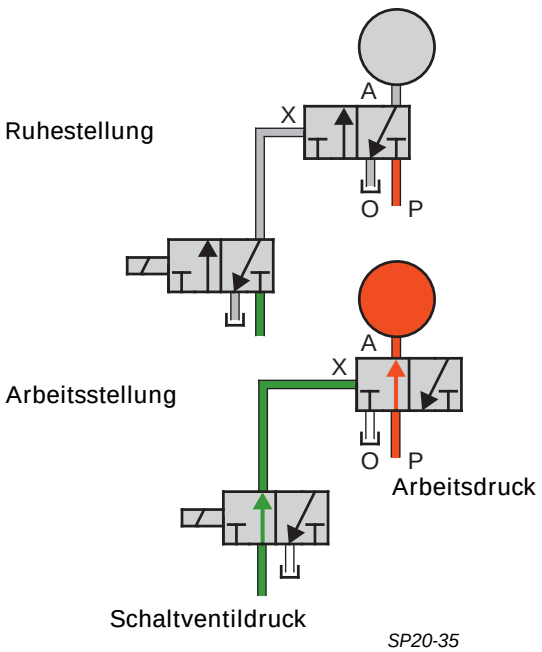
In Ruhestellung ist der Arbeitsanschluß A mit Abfluß O verbunden, die Schaltglieder damit drucklos.

In Arbeitsstellung wirkt der Steuerdruck am Anschluß X, Druck P ist auf Anschluß A durchgeschaltet, Abfluß O gesperrt. Der Abfluß L dient lediglich als Ausgleichsbohrung.

Die Schaltventile sind überwiegend Schieberventile und werden deshalb auch oft als Schieber oder Schaltschieber bezeichnet.

Funktionsbeispiel von Schaltmagnetventil und Schaltventil – schematisch

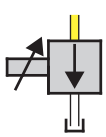
Das Funktionsbeispiel soll uns deutlich machen, daß ein Schaltglied den Arbeitsdruck nicht über das Magnetventil erhält.



SP20-35

Ruhestellung
Das Schaltmagnetventil ist nicht angesteuert.
Am Schaltventil liegt kein Steuerdruck (Schaltventildruck) an.
Der Nullabfluß ist geöffnet.

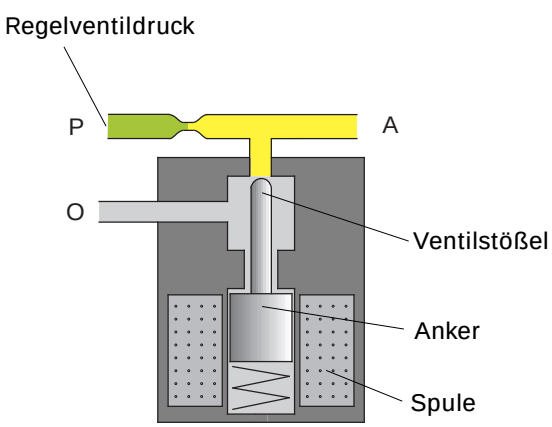
Arbeitsstellung
Das Schaltmagnetventil wird vom elektronischen Steuergerät des automatischen Getriebes angesteuert, es wird elektrisch betätigt.
Der Magnet zieht einen Ventilstößel an, und gibt Durchfluß für den Schaltventildruck zum Schaltventil frei.
Der Kolben (Schieber) im Schaltventil wird nun hydraulisch bewegt.
Der Nullabfluß wird dadurch gesperrt, der Anschluß für den Arbeitsdruck freigegeben.
Der Arbeitsdruck wirkt nun voll auf das Schaltglied (Kupplung oder Bremse, je nach Steuerungslogik).



Regelmagnetventil

Regelmagnetventile regeln einen stufenlosen Öldruck ein.

Sie sind Absperrventile gegen Druck Null, durch Federkraft vorgespannt.
Bei Ansteuerung wird der Anker gegen die Federkraft gezogen und der Ventilstößel öffnet den Abfluß O.
Dadurch sinkt der Öldruck bei A und zwar um so mehr, je größer der Ansteuerstrom ist, also eine stufenlose Steuerung.



SP20-42

Stromstärke niedrig = Druck hoch
Stromstärke hoch = Druck niedrig

Regelmagnetventile sind immer in Verbindung mit einer Drossel eingesetzt und werden mit Regelventildruck gespeist.
Sie steuern nicht direkt den Öldruck eines Schaltgliedes, sondern liefern den Steuerdruck, der über A auf ein nachgeschaltetes Druckregelventil wirkt (z. B. Modulierdruck).

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antworten sind richtig?
Manchmal nur eine.
Vielleicht aber auch mehr als eine – oder alle!

Diese Stellen ..... ergänzen Sie bitte.



1. Beim handgeschalteten Getriebe überträgt die mechanische Trennkupplung das Motordrehmoment auf das Getriebe. Diese Funktion übernimmt beim automatischen Getriebe ..... .

2. Konstruktive Merkmale eines automatischen Getriebes sind

   A. Die Synchronisation der Raddrehzahlen übernimmt die Hydraulik.
   B. Es ist ohne Kraftflußunterbrechung schaltbar.
   C. Alle Zahnradpaarungen sind ständig im Eingriff.

3. Die mechanische Ausgangsbasis fast aller automatischer Getriebe sind ..... .

4. Eine Sonderkonstruktion der ..... sind Ravigneaux-Getriebe.

   A. Es besitzt 3 Planetenradsätze.
   B. Es besitzt 2 Planetenradsätze mit gemeinsamen Sonnenrad.
   C. Es besitzt 2 Planetenradsätze mit gemeinsamen Planetenträger.

5. Die Schaltpunktermittlung der elektronischen Getriebesteuerung in konventioneller Art erfolgt über zwei Kenngrößen. Dies sind ..... und ..... .

6. Das Öl im automatischen Getriebe wird sehr oft durch die Kurzform ..... charakterisiert. Es muß neben der Schmierung noch wichtige Aufgaben erfüllen. Welche treffen nicht zu?

   A. Kräfte übertragen
   B. Synchronarbeit übernehmen
   C. Wärme speichern
   D. Schaltungen herstellen

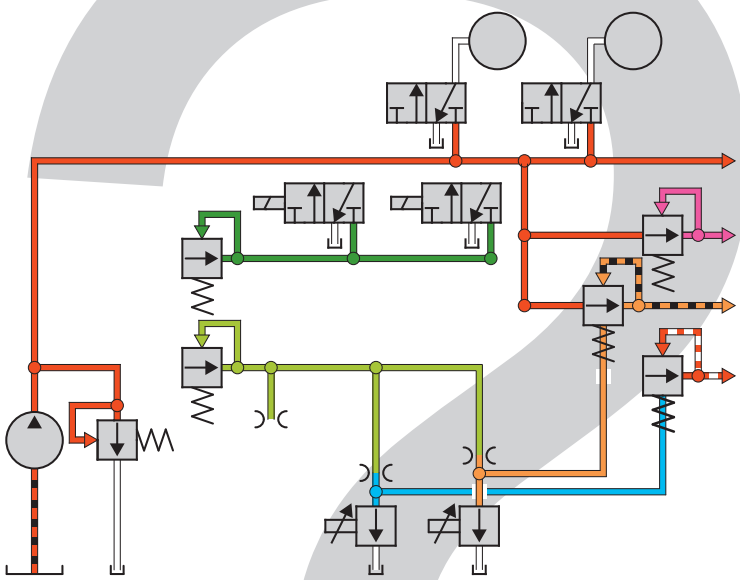
7. Welche Behauptung ist richtig?

   A. Beim automatischen Getriebe gibt es nur elektro-hydraulische Funktionen.
   B. Auch beim automatischen Getriebe werden wichtige Wählhebelstellungen mechanisch in das hydraulische Schaltgerät eingeleitet.

8. Welches Ventil leitet den Arbeitsdruck von ..... bar auf die Schaltglieder?

   A. Das Regelmagnetventil
   B. Das Schaltmagnetventil
   C. Das Schaltventil

9. Ergänzen Sie im Hydraulik-Schema fehlende Leitungen und Ventile.



10. Die elektronische Getriebesteuerung ist ..... .
    Verweist ein Kunde z. B. auf Unzulänglichkeiten im Fahrbetrieb,
    ist deshalb als erste Arbeit ....

11. Wann arbeitet ein Drehmomentwandler nur noch als Kupplung?

    A. Bei stehendem Turbinenrad
    B. Bei maximaler Drehmomenterhöhung
    C. Wenn Pumpendrehzahl und Turbinendrehzahl nahezu gleich sind.

Lösungen:
1. Drehmomentwandler; **2**. B;C; **3**. Planetengetriebe
4. Planetengetriebe, C; **5**. Fahrgeschwindigkeit, Gaspedalstellung; **6**. ATF;B;C;
7. B; **8**. ca. 25, C; **9**. Seite33; **10**. diagnosefähig, den Fehlerspeicher abfragen; **11**. C.

Nur für den internen Gebrauch in der Škoda-Organisation.
© ***ŠKODA AUTO a.s.***
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
S00.2003.79.00 Techn. Stand 09/97