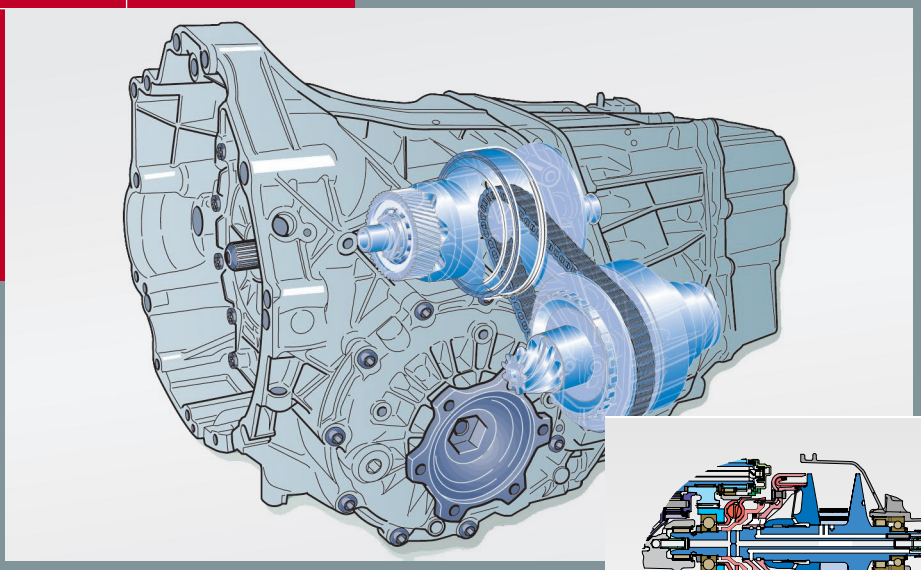
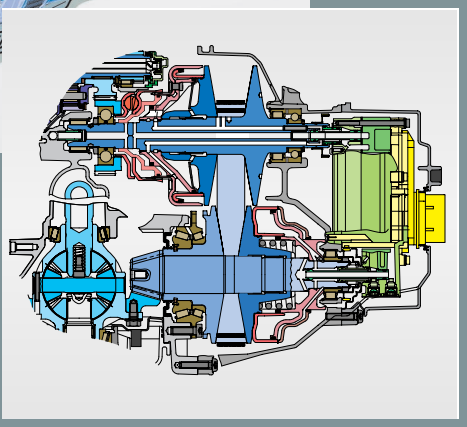
228

Service.





Stufenloses Automatikgetriebe

multitronic® 01J
Konstruktion und Funktion

Selbststudienprogramm 228

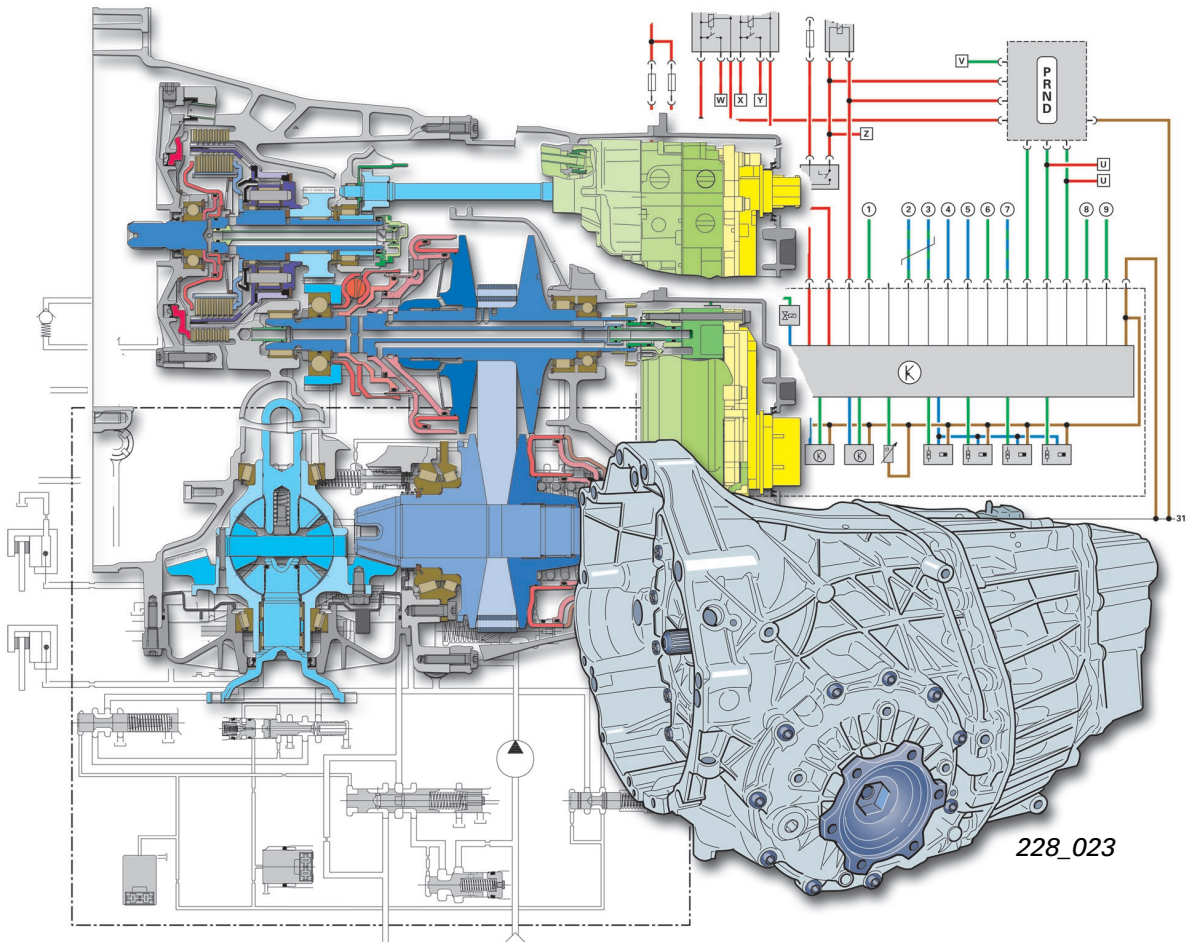
nur zum internen Gebrauch

multitronic®

Der Name multitronic® steht für das von Audi neu entwickelte stufenlose Automatikgetriebe.
Im allgemeinen Sprachgebrauch werden stufenlose Automatikgetriebe auch CVT-Getriebe genannt.

Das von Audi weiterentwickelte CVT-Konzept basiert auf dem seit langem bekannten Prinzip der „Umschlingungsgetriebe“. Bei diesem Prinzip kann mit Hilfe eines sogenannten „Variators“ das Übersetzungsverhältnis zwischen der kürzesten und der längsten Übersetzung stufenlos geregelt werden.

CVT ist die englische Abkürzung für „**C**ontinuously **V**ariable **T**ransmission“, was übersetzt „kontinuierlich-variable Übersetzung“ heißt.



Die neue multitronic® mit tiptronic-Funktion von Audi bietet die Synergie von bestmöglicher Dynamik, optimaler Kraftstoffausnutzung und höchstmöglichem Antriebskomfort.

Inhalt

Seite

Einführung

multitronic® 2
Getriebe-Konzept 9
Technische Daten 10

Getriebe-Baugruppen

Die Schwungrad-Dämpfereinheit 11
Der Getriebeschnitt 13
Die Vorwärtskupplung/Rückwärtskupplung
mit Planetenradsatz 14
Die Kupplungsregelung 20
Die Kupplungskühlung 28
Die Vorgelegestufe 31
Der Variator 32
Die Übersetzungssteuerung 35
Der Drehmomentfühler 38
Die Fliehölhaube 43
Die Kette 44
Die Ölversorgung 47
Elektronisch-hydraulische Steuerung 52
Schaltwelle und Parksperre 56
Getriebegehäuse/Leitungs- und Dichtsysteme 57
Hydraulikplan 60
ATF-Kühlung 62

Getriebesteuerung

Steuergerät für multitronic J217 63
Sensoren 66
CAN-Informationsaustausch multitronic® 75
Zusatzsignale/Schnittstellen 76
Funktionsplan 80
Dynamisches Regelprogramm (DRP) 82

Service

Abschleppen 91
Update-Programmierung (Flash-Programmierung) 92
Spezialwerkzeuge/Betriebseinrichtungen 96

Das Selbststudienprogramm informiert Sie über Konstruktionen und Funktionen.

Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!

Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle, technische Literatur.

Neu!
Hinweis!



Achtung!
Hinweis!



Einführung

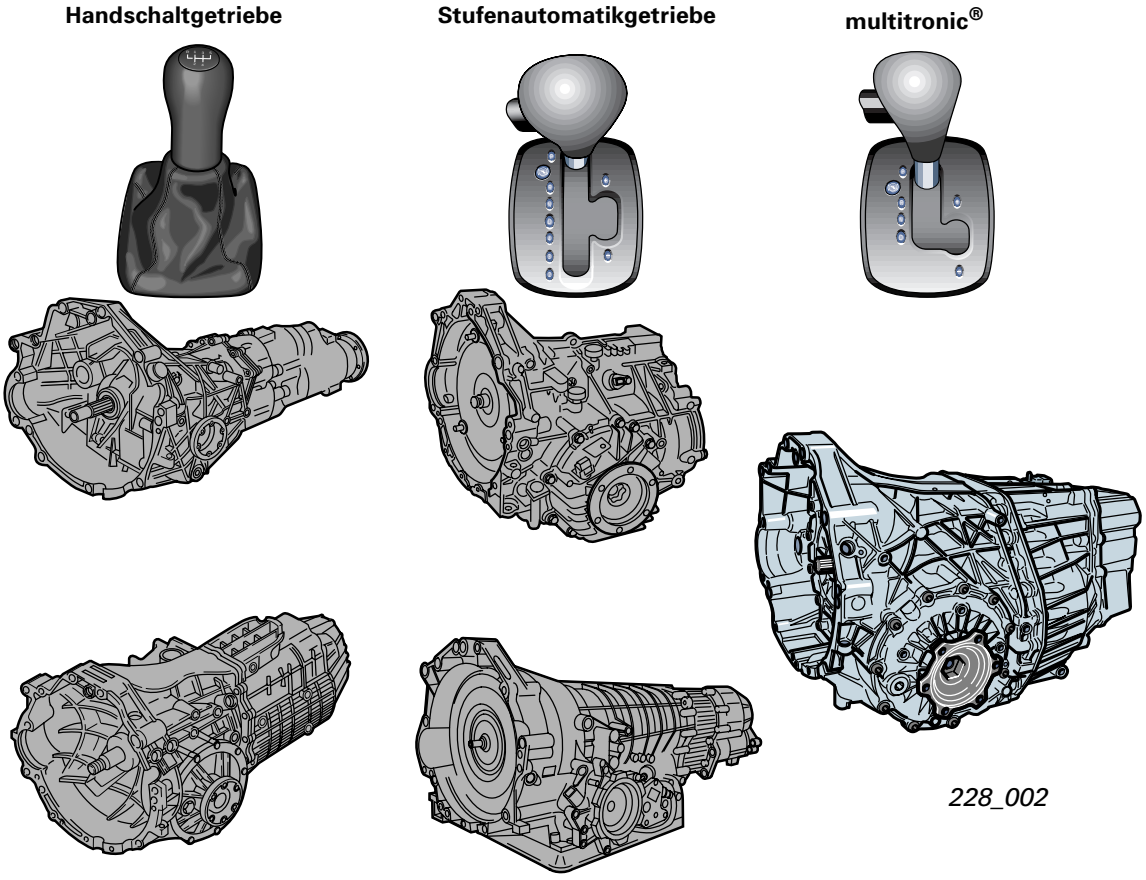
Getriebe werden benötigt, um die Drehmomentcharakteristik von Verbrennungsmotoren auf das Fahrzeug abzustimmen.
Es kommen im Wesentlichen Stufengetriebe wie Handschaltgetriebe, automatisierte Schaltgetriebe und Stufenautomatikgetriebe zum Einsatz.
Dabei ist ein Stufengetriebe (Gangschaltgetriebe) immer ein Kompromiss zwischen Fahrdynamik, Verbrauch und Fahrkomfort.

Das Drehmoment eines Verbrennungsmotors entfaltet sich nicht in Stufen, sondern kontinuierlich. Deshalb ist zur optimalen Leistungsnutzung der Kraftübertragung eine stufenlose Übersetzung am besten geeignet.

Die bisher auf dem Markt befindlichen CVT-Konzepte arbeiten ebenfalls nach dem „Umschlingungsprinzip“. Sie sind aber aufgrund ihrer begrenzten Leistungsübertragung nur für Kleinwagen und Fahrzeuge der unteren Mittelklasse mit geringer Motorleistung geeignet. Gemäß unabhängiger Tests können sie in Bezug auf Fahrleistung noch nicht überzeugen.

Bei der Entwicklung eines CVT-Getriebes favorisierte Audi ebenfalls das Umschlingungsprinzip, da es den am weitest fortgeschrittenen Entwicklungsstand aufweist.

Ziel von Audi war es, ein CVT-Getriebe zu entwickeln, das bei stark motorisierten Fahrzeugen der Oberklasse nicht nur hinsichtlich Fahrleistung und Verbrauch, sondern auch durch Fahrdynamik und Komfort überzeugt sowie neue Maßstäbe setzt.



228_002

Die bei der Weiterentwicklung von Audi und seinen Entwicklungspartnern eingebrachten Innovationen sollen die bereits bestehenden Getriebe-Konzepte hinsichtlich aller bereits oben genannten Eigenschaften übertreffen.

Audi stellt somit als erster Fahrzeughersteller ein CVT-Getriebe vor, welches im Leistungsbereich bis 200 PS und 300 Nm mit dem 2,8-l-V6-Motor zum Einsatz kommt.

Grundprinzip

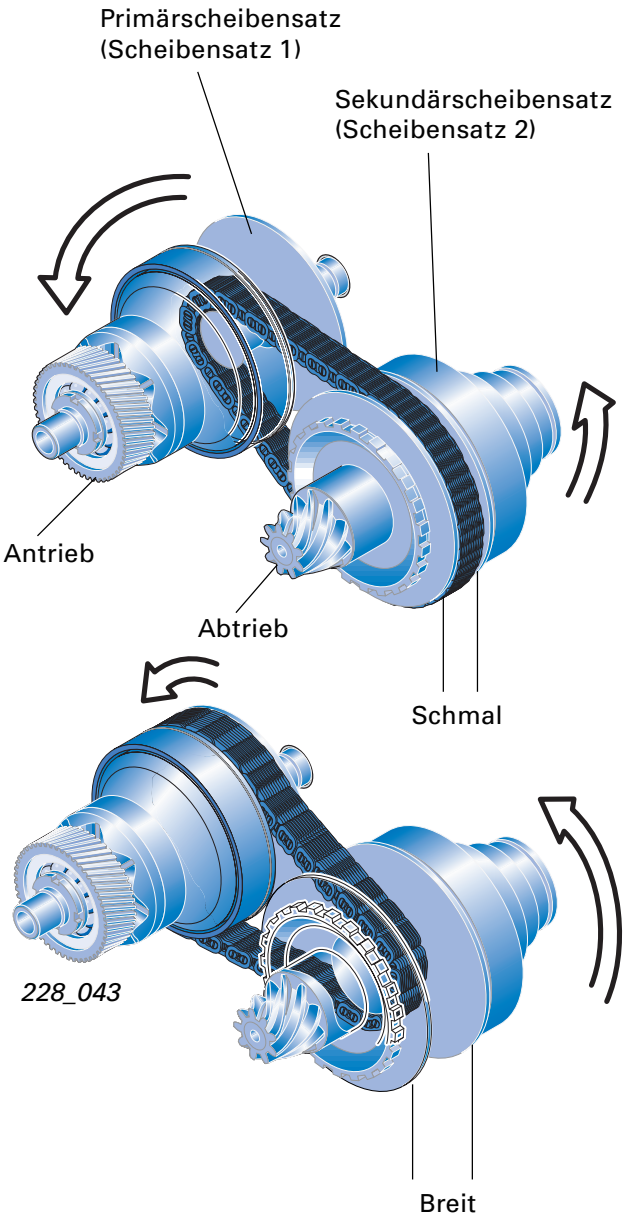
Das Kernstück der multitronic® ist der Variator. Mit Hilfe des Variators werden die Übersetzungsverhältnisse zwischen der Anfahr- und Endübersetzung stufenlos verändert.

Es steht somit immer eine passende Übersetzung zur Verfügung. Der Motor kann, ob leistungs- oder verbrauchsorientiert, immer im jeweils optimalen Betriebsbereich arbeiten.

Der Variator besteht aus zwei Kegelscheibenpaaren, dem Primärscheibensatz (Scheibensatz 1) und dem Sekundärscheibensatz (Scheibensatz 2) sowie einer speziellen Kette, welche im Keilspalt der beiden Kegelscheibenpaare läuft („umschlingt"). Die Kette dient dabei als Kraftübertragungselement.

Der Scheibensatz 1 wird über eine Vorgelegestufe vom Motor angetrieben. Das Motormoment wird über die Kette auf den Scheibensatz 2 übertragen und von dort in den Achsantrieb geleitet.
Jeweils eine Kegelscheibe eines Scheibensatzes ist auf der Welle verschiebbar, wodurch die Laufdurchmesser der Kette und somit die Übersetzung stufenlos verstellt werden kann.

Die beiden Scheibensätze müssen gleichzeitig so verstellt werden, dass die Kette immer gespannt und die zur Kraftübertragung notwendige Anpresskraft der Scheiben sichergestellt ist.



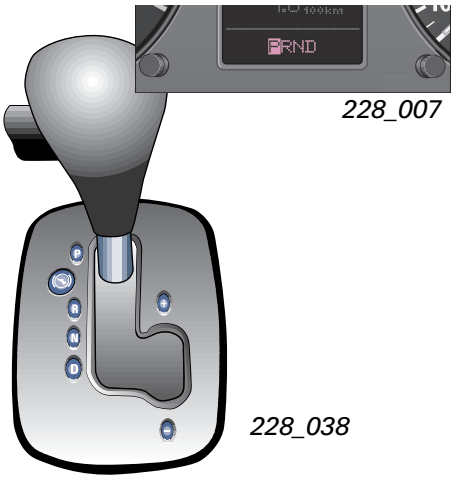
Aufgrund dieser Bauart spricht man von einem Umschlingungsgetriebe.

multitronic® für höchsten Komfort

Im Automatikbetrieb ist jede innerhalb vom Regelkennfeld liegende Übersetzung möglich. Bestimmend für das Drehzahlniveau ist der Fahrerwunsch (Stellung und Betätigungsgeschwindigkeit des Fahrpedals) sowie der Fahrwiderstand. Die Übersetzungsänderungen erfolgen völlig ruckfrei und ohne Zugkraftunterbrechung.

In der tiptronic-Funktion stehen 6 definierte Schaltkennlinien zur manuellen Gangwahl zur Verfügung. Dadurch hat der Fahrer die Möglichkeit seine persönlichen Wünsche in Bezug auf die Fahrdynamik selbst „in die Hand zu nehmen“. Besonders sinnvoll kann dies z. B. bei Bergabfahrt sein, da der Fahrer durch gezieltes Rückschalten die Motorbremswirkung individuell bestimmen kann.

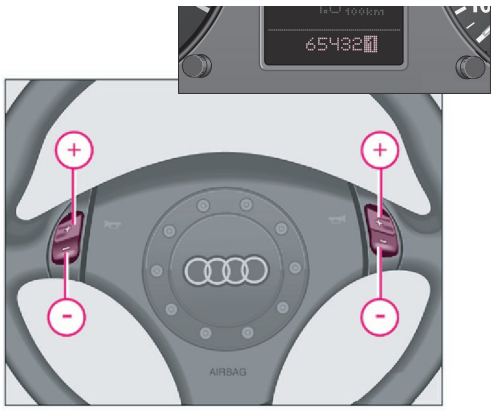
Die Höchstgeschwindigkeit wird im 5. Gang erreicht. Der 6. Gang ist als sogenannter „E-Gang“ oder „Overdrive“ ausgelegt. Optional ist die tiptronic vom Lenkrad aus zu bedienen. Dies sorgt auch in der tiptronic-Funktion für höchsten Bedienkomfort.



228_007

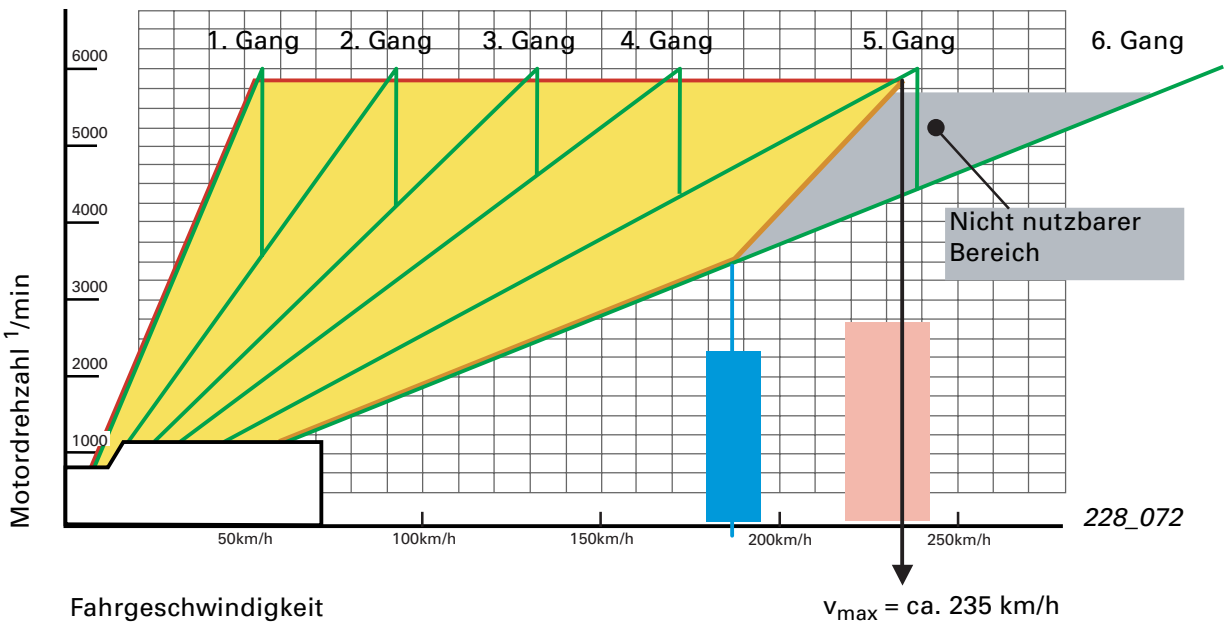
228_038

228_015



228_016

Übersetzungsdiagramme multitronic® 01J im Audi A6 2,8-l-V6 mit 142 kW



228_072

multitronic® für maximale Dynamik

Stufengetriebe:

Die farbigen Felder zeigen die Bereiche, in denen die maximale Leistung des Motors verlassen werden muss. Dies führt zu Einbußen bei der Beschleunigung.

multitronic®:

Durch die Antriebsdrehzahl-Regelung wird die Motorleistung auf maximalem Niveau gehalten.
Dabei erfolgt die Beschleunigung ohne Zugkraftunterbrechung. Das Ergebnis ist ein optimales Beschleunigungsverhalten.

Regelkennfeld

Durch die Antriebsdrehzahl-Regelung variiert die Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Fahrwiderstände.

Den Fahrwiderständen entsprechend muss die längste Übersetzung früher oder später verlassen werden.

Schaltkennlinien tiptronic 01J

Ökonomischste Kennlinie

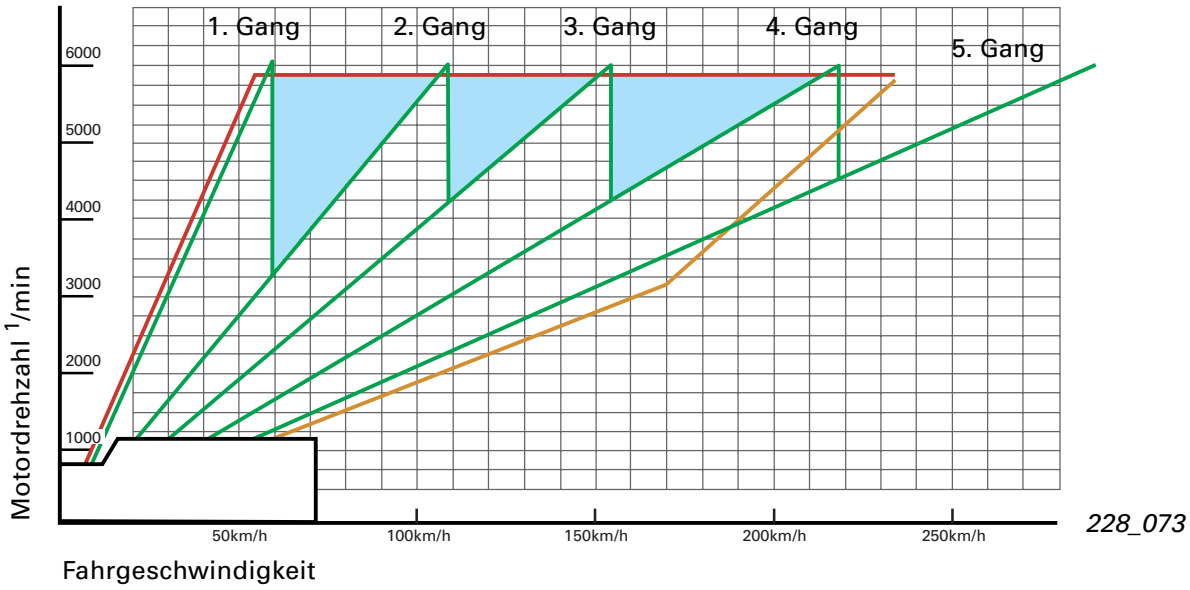
Sportlichste Kennlinie

Übersetzungsvergleich:

- 5-Gang-Automatikgetriebe 01V (Getriebekennbuchstabe DEU)
- multitronic® 01J (Getriebekennbuchstabe DZN)

Nicht nutzbarer Bereich bei Stufengetrieben

Schaltkennlinien 01V



multitronic® für geringen Kraftstoffverbrauch

Durch die lange Übersetzung ist bei ökonomischer Fahrweise eine erhebliche Drehzahlreduzierung möglich.
Im Vergleich zum 5-Gang-Schaltgetriebe wird beispielsweise bei 130 km/h die Motordrehzahl von ca. 3200 ^{1}/min auf ca. 2450 ^{1}/min reduziert und somit der Kraftstoffverbrauch verringert.

Durch die stufenlose Übersetzungsänderung kann der Motor, ob leistungs- oder verbrauchsorientiert, immer im jeweils optimalen Betriebsbereich arbeiten.

Die grüne Fläche zeigt die im ökonomischen Fahrbereich wirksame Drehzahlreduzierung.

Ökonomischste Kennlinie

Sportlichste Kennlinie

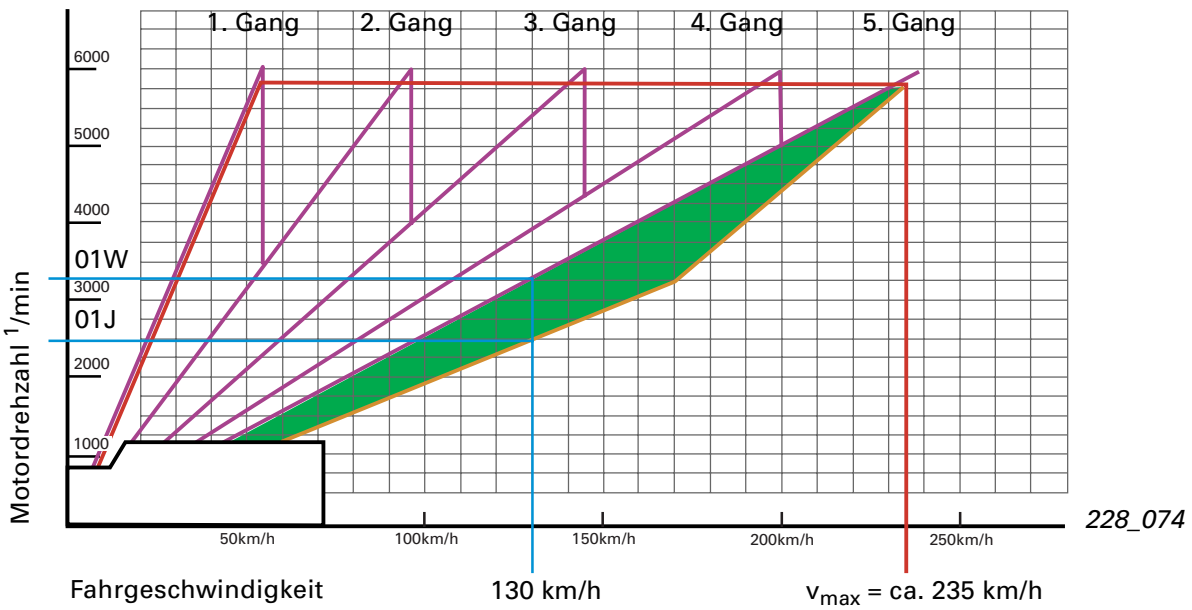
Übersetzungsstufen 01W

Drehzahlreduzierung im ökonomischen Fahrbereich

Beispiel 130 km/h

Übersetzungsvergleich:

- 5-Gang-Handschaltgetriebe 01W (Getriebekennbuchstabe DHY)
- multitronic® 01J (Getriebekennbuchstabe DZN)



Das Getriebe-Konzept

Das Motormoment wird entsprechend der Motorisierung über eine Schwungrad-Dämpfereinheit oder ein Zweimassen-Schwungrad ins Getriebe eingeleitet.

Als Anfahrkupplung dient jeweils eine „nasse“ Lamellenkupplung für Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt.

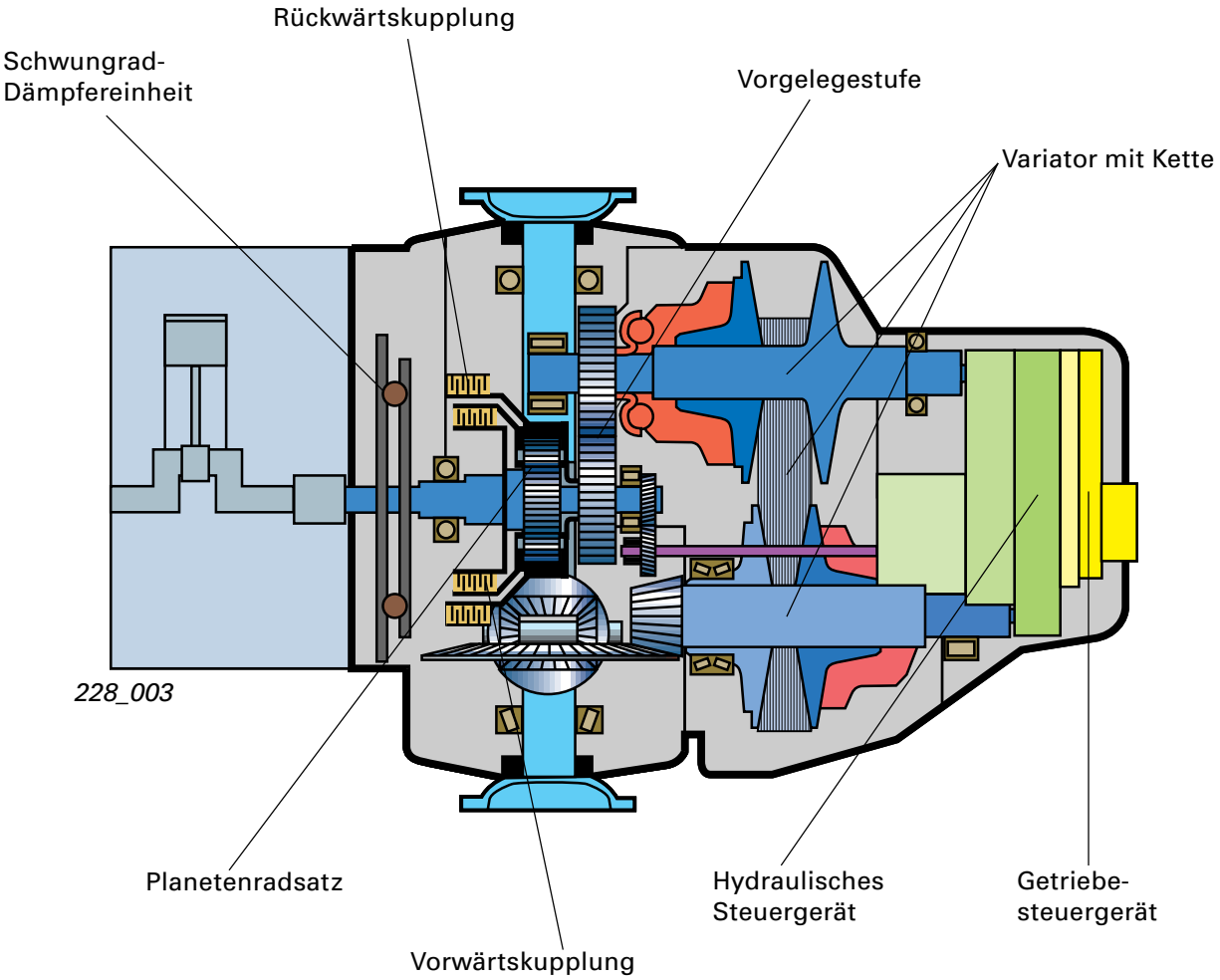
Mittels eines Planetenradsatzes wird die Drehrichtungsänderung beim Rückwärtsfahren erzeugt.

Über eine Vorgelegestufe wird das Motormoment auf den Variator übertragen und von dort auf den Achsantrieb weitergeleitet.

Als Innovation ist hier die Drehmomentübertragung mittels einer Zugkette hervorzuheben (siehe Beschreibung zum Variator und der Zugkette).

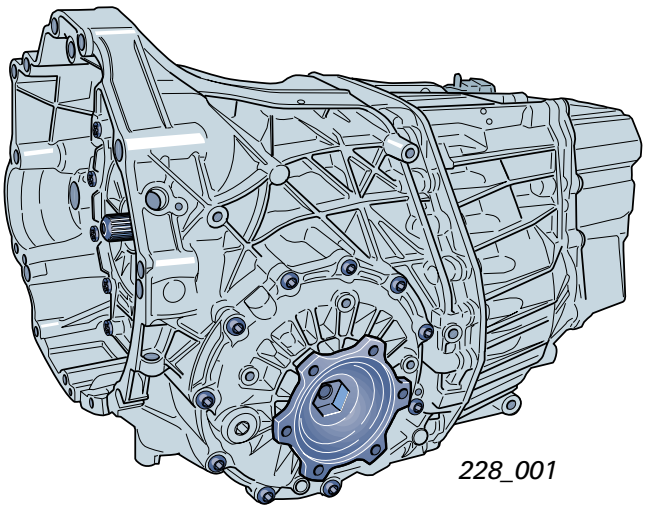
Die elektro-hydraulische Steuerung bildet zusammen mit dem Getriebesteuergerät eine Einheit und ist im Getriebegehäuse untergebracht.

Mit der tiptronic-Funktion stehen 6 „Gänge“ zur manuellen Gangwahl zur Verfügung.



Technische Daten

Bezeichnung:	multitronic® 01J
Werksbezeichnung:	VL 30
Kennbuchstabe:	DZN
Maximal übertragbares Drehmoment:	bis 310 Nm
Übersetzungsbereich des Variators:	2,40 - 0,40
Spreizung (Übersetzungsbandbreite):	6
Übersetzung Vorgelegestufe:	51/46 = 1,109
Übersetzung Achsantrieb:	43/9 = 4,778
Betriebsdruck der Ölpumpe:	max. ca. 60 bar
Fördermenge der Ölpumpe:	10 l/min bei 1000 ^{1}/min
ATF für multitronic®: **Achsöl für multitronic®:**	G 052 180 A2 G 052 190 A2
Getriebeölmengen: **ATF-Neufüllung mit ATF-Kühler und ATF-Filter** **ATF-Wechselmenge** **Achsöl**	 ca. 7,5 Liter ca. 4,5 Liter ca. 1,3 Liter
Gesamtgewicht (ohne Schwungrad):	ca. 88 kg
Gesamtlänge:	ca. 610 mm



228_001

Alle Größenangaben in diesem Selbststudienprogramm beziehen sich ausschließlich auf die multitronic® mit dem Kennbuchstaben DZN.

Die Schwungrad-Dämpfereinheit

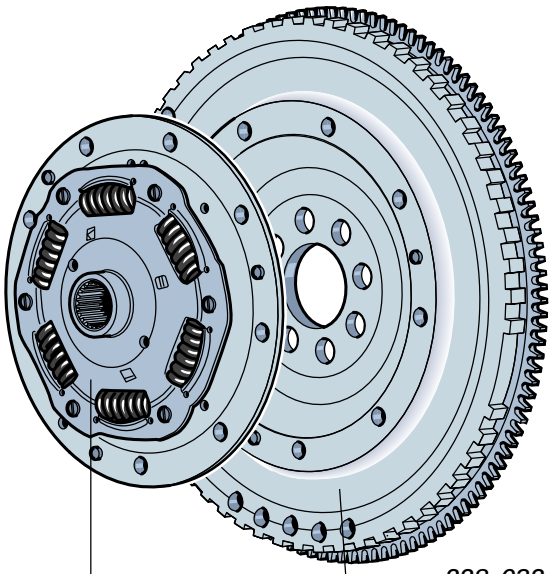
Bei Hubkolbenmotoren werden durch die Ungleichförmigkeit des Verbrennungsablaufes Torsionsschwingungen an der Kurbelwelle erzeugt.

Diese Drehschwingungen werden auf das Getriebe übertragen und führen dort zu Resonanzschwingungen. Geräusche und übermäßige Belastung der Bauteile sind die Folge.

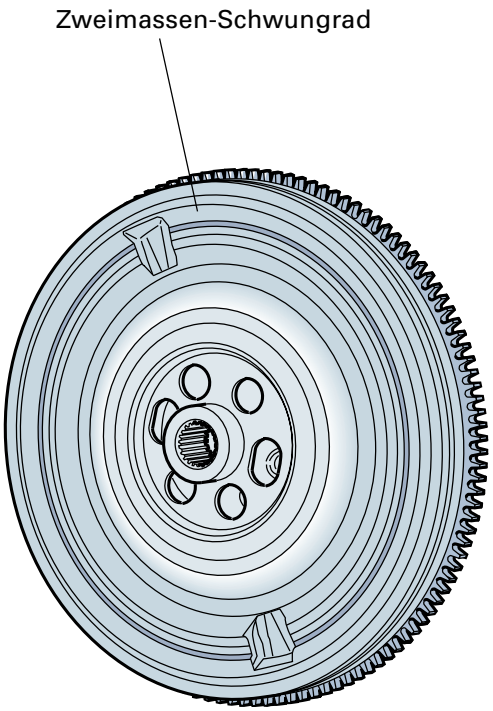
Die Schwungrad-Dämpfereinheit bzw. das Zweimassen-Schwungrad dämpfen die Torsionsschwingungen und sorgen für geräuscharmen Lauf.

Das Motormoment wird beim 2,8-l-V6-Motor über eine Schwungrad-Dämpfereinheit ins Getriebe geleitet.

Vierzylinder-Motoren haben einen ungleichförmigeren Lauf als 6-Zylinder-Motoren, weshalb bei den 4-Zylinder-Motoren ein Zweimassen-Schwungrad zum Einsatz kommt.



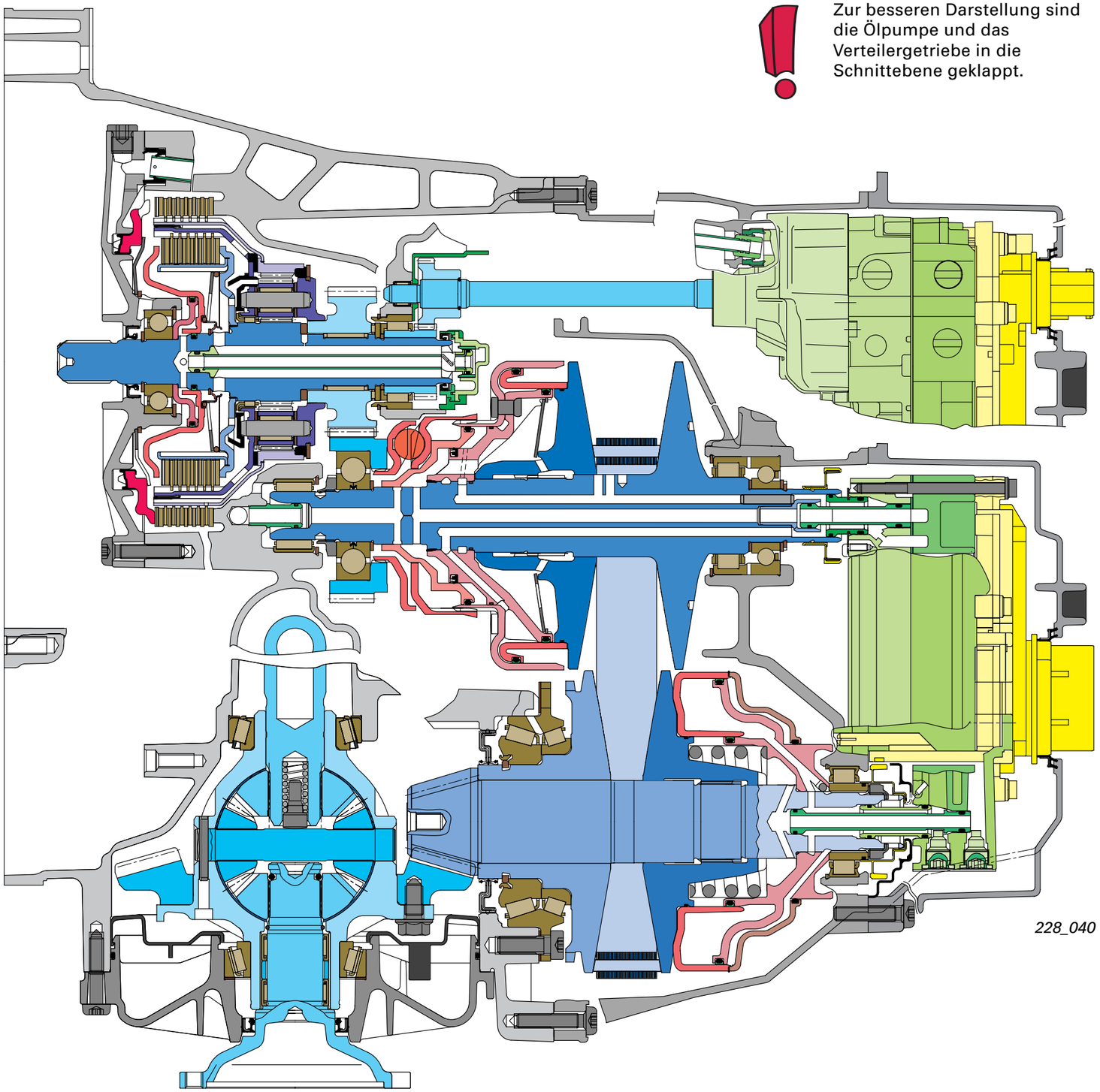
228_032



228_004

Nähere Informationen finden Sie im Selbststudienprogramm 142.

Zur besseren Darstellung sind die Ölpumpe und das Verteilergetriebe in die Schnittebene geklappt.



228_040

Der Getriebeschnitt

Farbdefinitionen

- Gehäuse, Schrauben, Bolzen
- Hydraulikteile/Steuerung
- Elektronische Getriebesteuerung
- Wellen, Zahnräder
- Lamellenkupplungen
- Kolben, Drehmomentfühler
- Lager, Scheiben, Sicherungsringe
- Kunststoffe, Dichtungen, Gummi

Bestellnummer: 507.5318.01.00

Diese Abbildung kann als Poster im A0-Format zum Nettopreis von 10.00 DM über Bertelsmann Distribution bestellt werden.

Die Direktbestellung über Bertelsmann gilt nur für Deutschland.

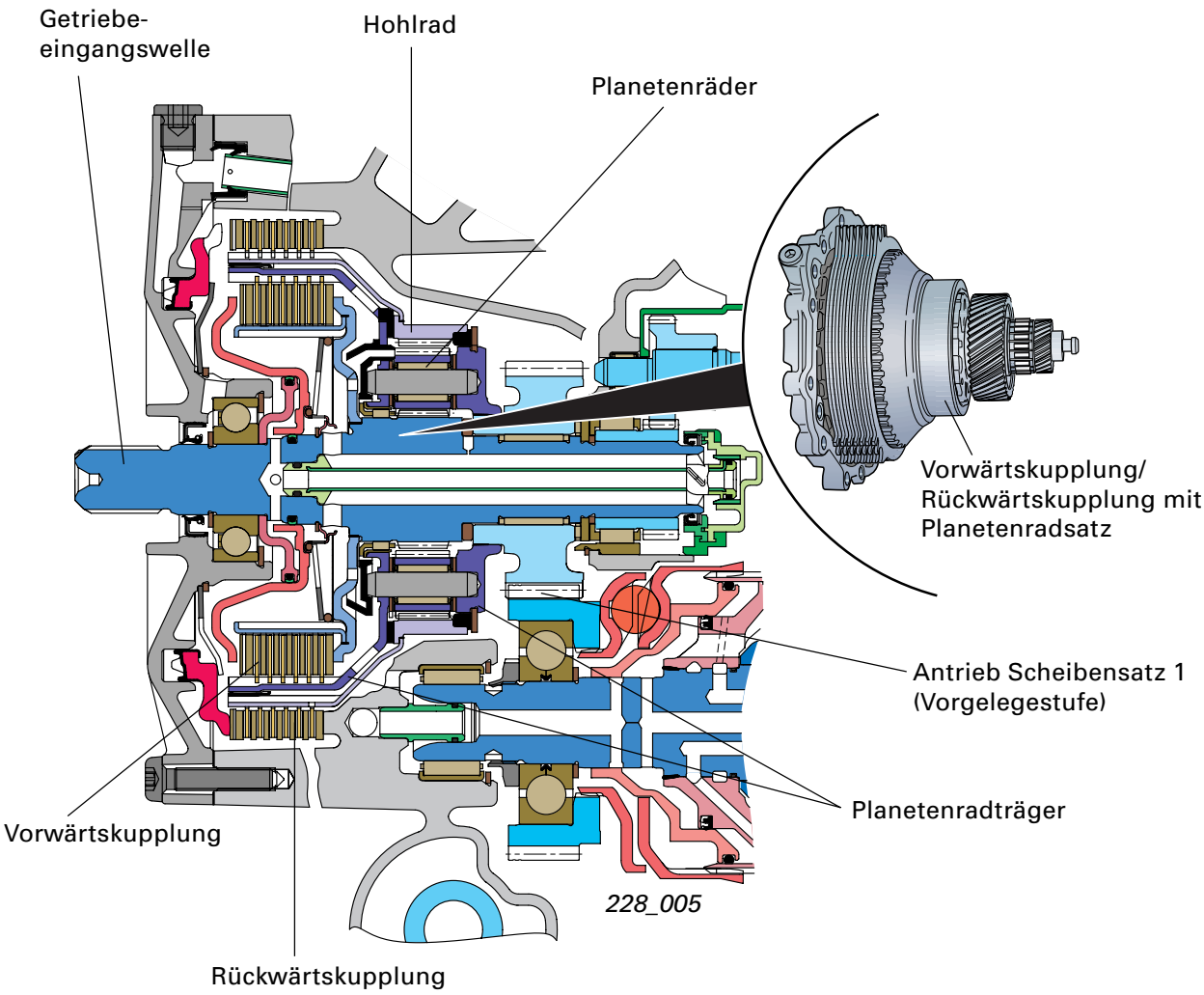
Exportmärkte wenden sich bitte an ihren Importeur.

Die Vorwärtskupplung/Rückwärtskupplung mit Planentenradsatz

Im Gegensatz zu den Stufen-Automatikgetrieben, die zur Drehmomentübertragung einen Drehmomentwandler verwenden, kommt beim CVT-Konzept von Audi jeweils eine separate Kupplung für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt zum Einsatz.
Es handelt sich hierbei um sogenannte „nasse Lamellenkupplungen“, wie sie grundsätzlich auch bei den Stufen-Automatikgetrieben zum Schalten der Gänge verwendet werden.
Sie dienen zum Anfahren und Übertragen des Drehmoments auf die Vorgelegestufe.
Der Anfahrvorgang sowie die Drehmomentübertragung werden elektronisch überwacht und elektro-hydraulisch geregelt.

Die elektronisch-hydraulisch geregelte Lamellenkupplung hat gegenüber einem Drehmomentwandler folgende Vorteile:

- Geringes Gewicht
- Geringer Bauraum
- Anpassung der Anfahrcharakteristik an die Fahrsituation
- Anpassung des Kriechmoments an die Fahrsituation
- Schutzfunktion bei Überlastung oder Mißbrauch



Der Planetenradsatz

Der Planetenradsatz ist als Planetenwendesatz ausgeführt und dient ausschließlich zur Drehrichtungsänderung für die Rückwärtsfahrt.

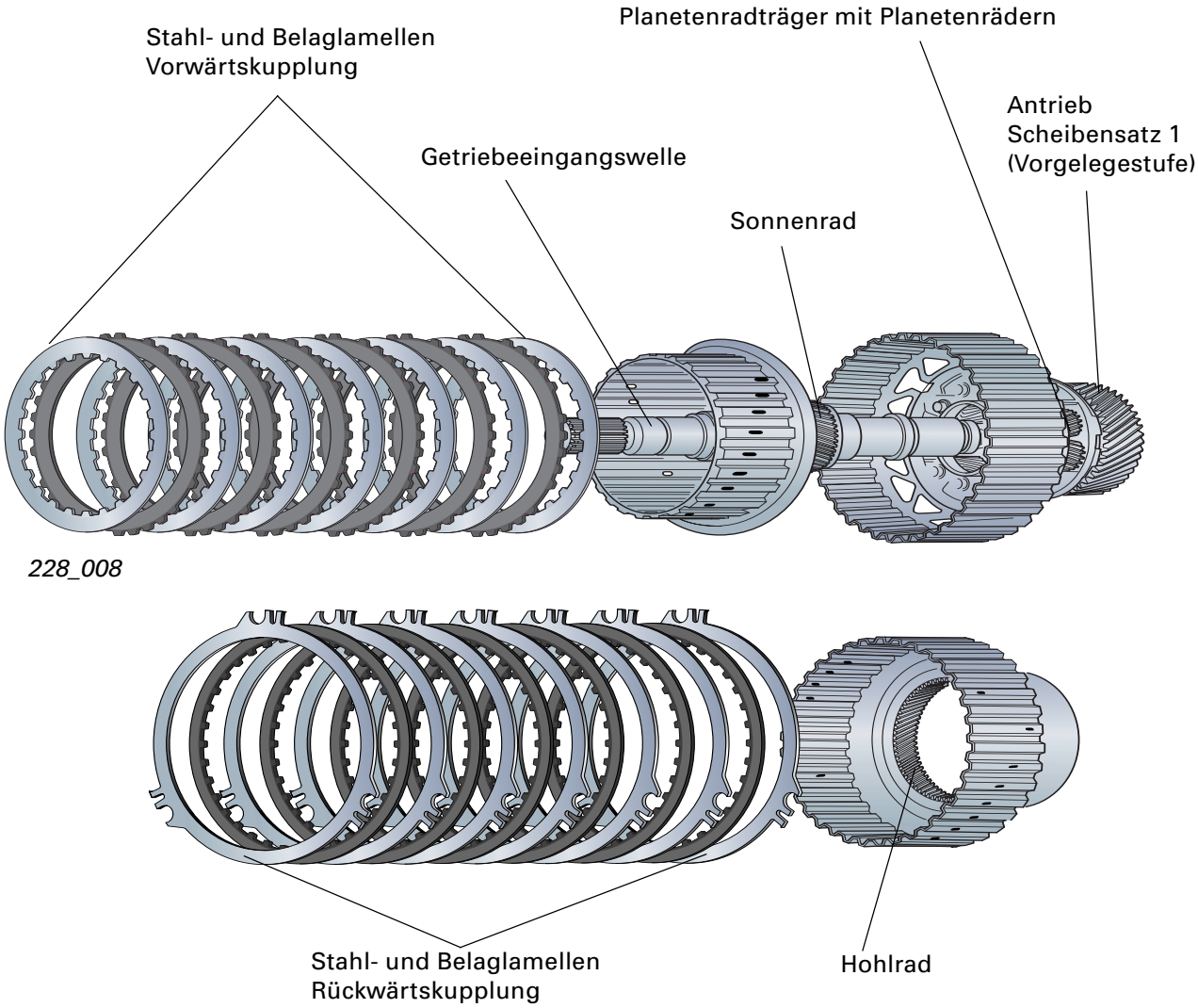
Das Übersetzungsverhältnis im Planetenradsatz beträgt bei Rückwärtsfahrt 1:1.

Zuordnung der Bauteile

Das **Sonnenrad** (Antrieb) ist mit der Getriebeeingangswelle und den Stahllamellen der Vorwärtskupplung verbunden.

Der **Planetenradträger** (Abtrieb) ist mit dem Antriebsrad der Vorgelegestufe und den Belaglamellen der Vorwärtskupplung verbunden.

Das **Hohlrad** ist mit den Planetenrädern und den Belaglamellen der Rückwärtskupplung verbunden.



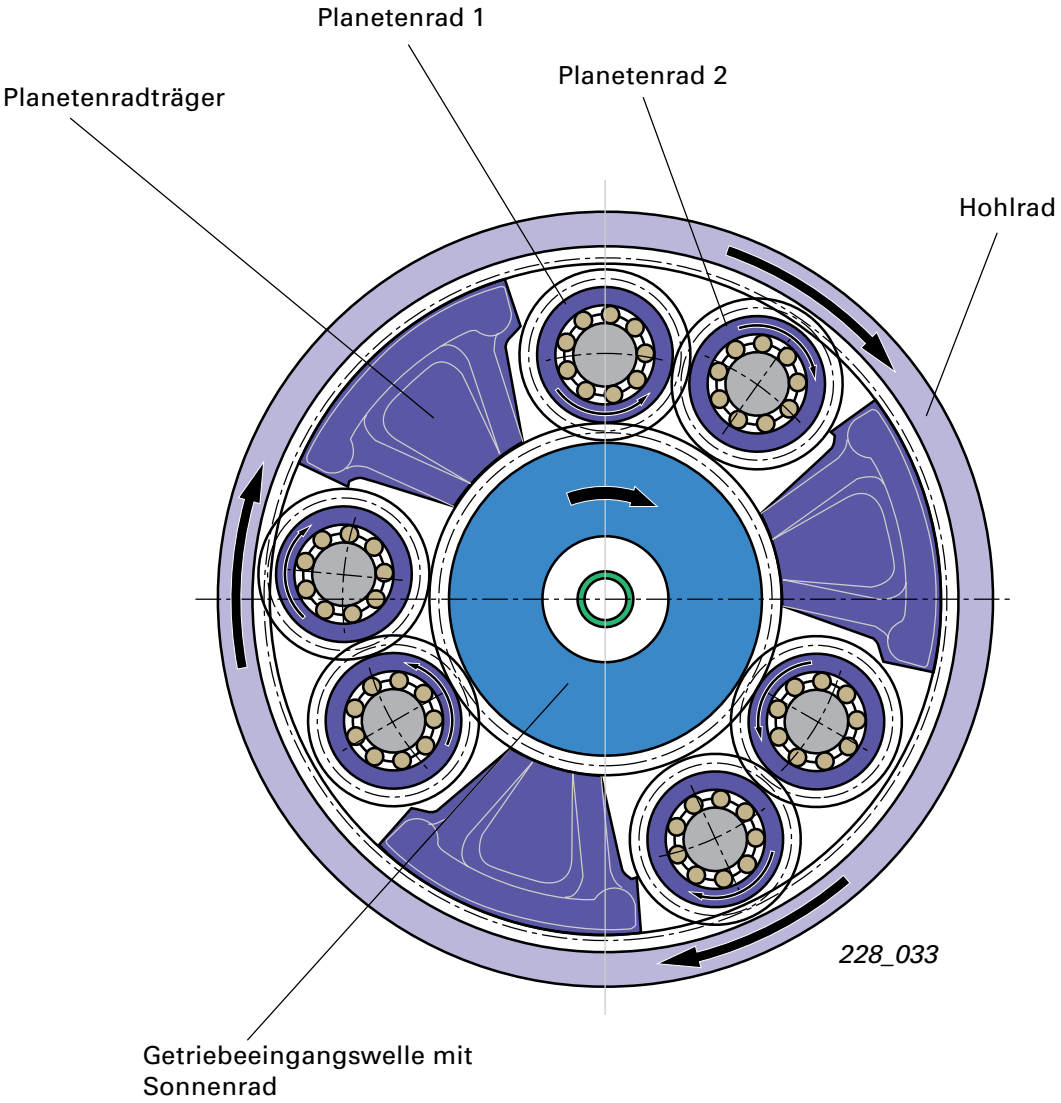
Kraftverlauf im Planetenradsatz

Das Drehmoment wird über das mit der Eingangswelle verbundene Sonnenrad in den Planetenradsatz eingeleitet und treibt die Planetenräder 1 an.

Die Planetenräder 1 treiben die Planetenräder 2 an, die mit dem Hohlrad im Eingriff sind.

Der Planetenradträger (Abtrieb Planetenradsatz) steht, da er den Antrieb der Vorgelegestufe bildet und sich das Fahrzeug noch nicht bewegt.

Das Hohlrad dreht leer, mit halber Motordrehzahl in Motordrehrichtung.

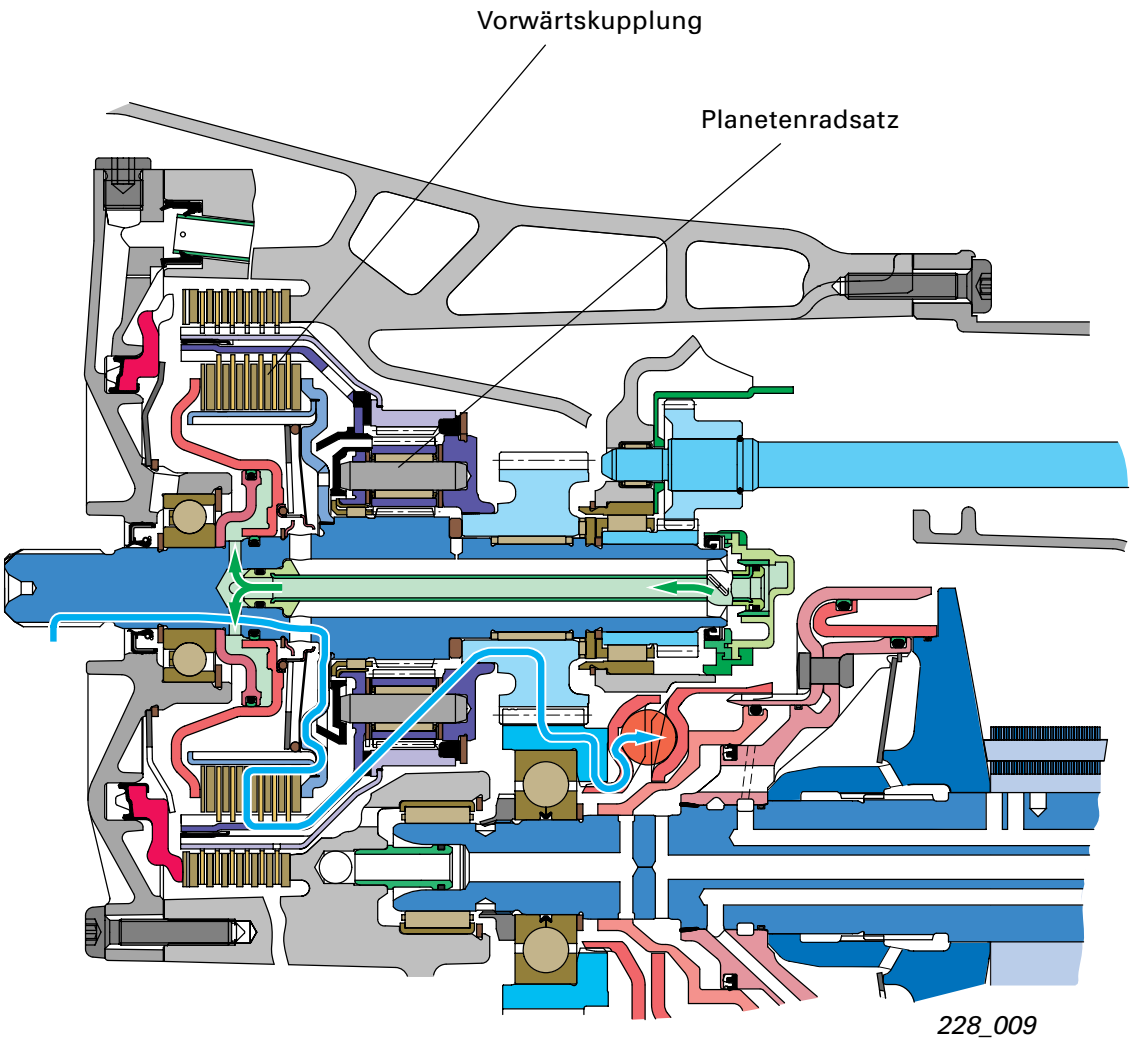


Drehrichtung der Bauteile bei laufendem Motor und stehendem Fahrzeug

Kraftverlauf bei Vorwärtsfahrt

Die Stahllamellen der Vorwärtskupplung sind mit dem Sonnenrad und die Belaglamellen sind mit dem Planetenradträger verbunden.

Wird die Vorwärtskupplung kraftschlüssig, verbindet sie die Getriebeeingangswelle mit dem Planetenradträger (Abtrieb). Der Planetenradsatz ist blockiert und dreht in Motordrehrichtung, wobei das Drehmoment 1:1 übertragen wird.



Öldruck für Kupplung
Drehmomentfluss

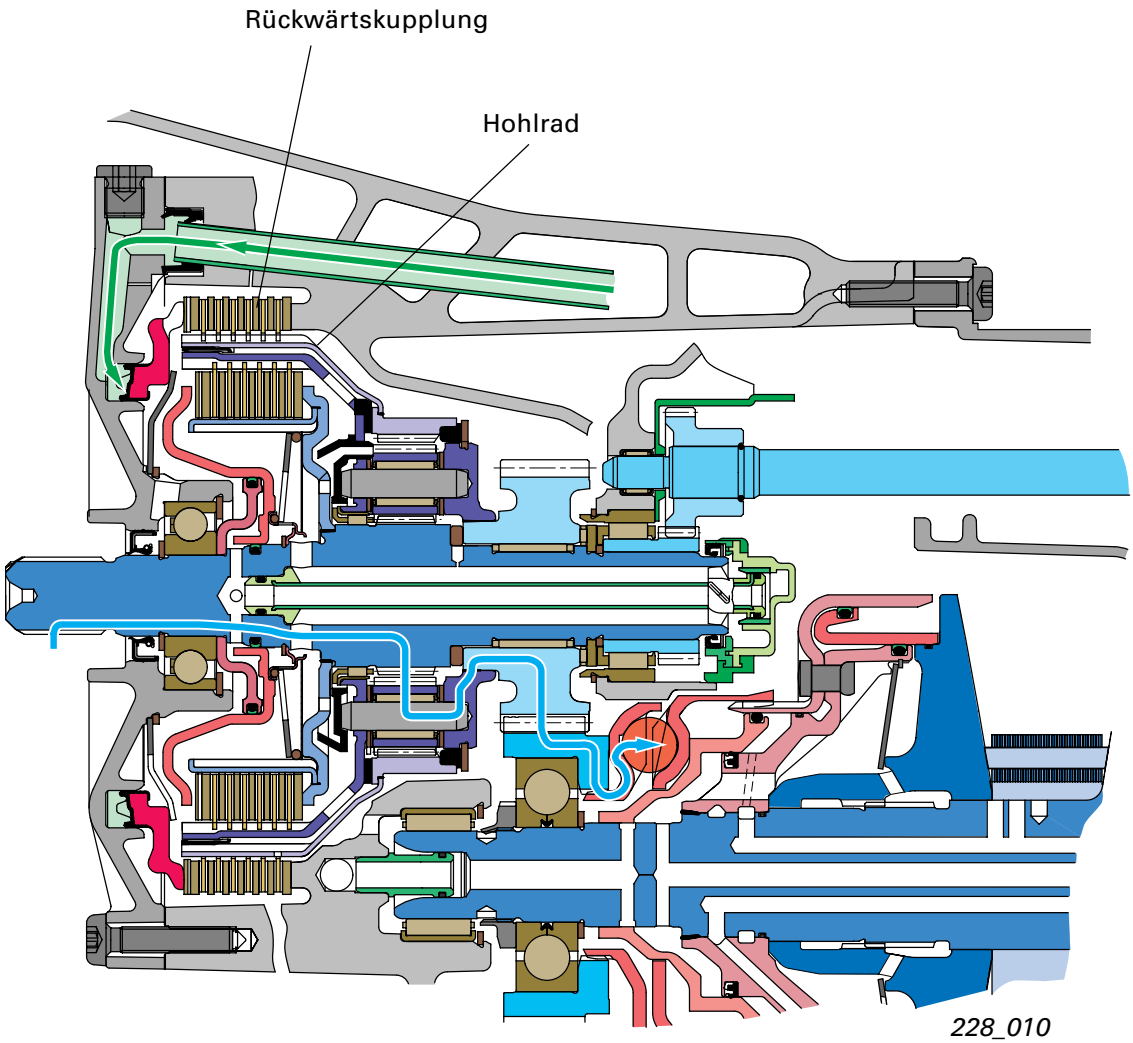
Kraftverlauf bei Rückwärtsfahrt

Die Belaglamellen der Rückwärtskupplung sind mit dem Hohlrad und die Stahllamellen sind mit dem Getriebegehäuse verbunden.

Wird die Rückwärtskupplung kraftschlüssig, hält sie das Hohlrad fest und stützt somit das Drehmoment am Getriebegehäuse ab. Jetzt wird das Drehmoment auf den Planetenradträger übertragen, der sich entgegengesetzt zur Motordrehrichtung zu drehen beginnt. Das Fahrzeug fährt rückwärts.

Bei Rückwärtsfahrt wird die Geschwindigkeit elektronisch begrenzt.

Der Variator verbleibt in Anfahrübersetzung.



Öldruck für Kupplung
Drehmomentfluss

Notizen

Die Kupplungsregelung

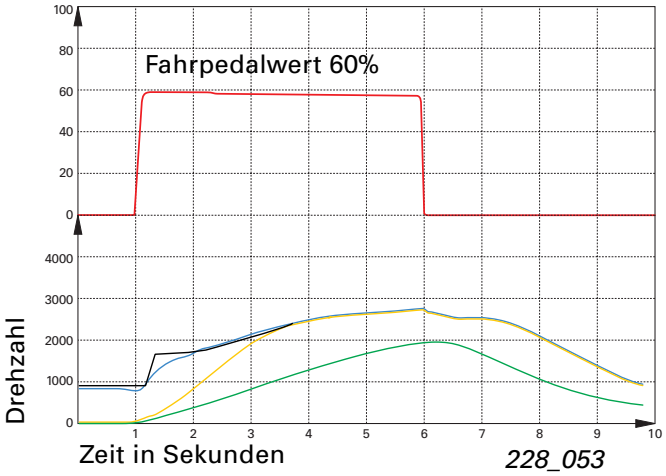
Der Anfahrvorgang

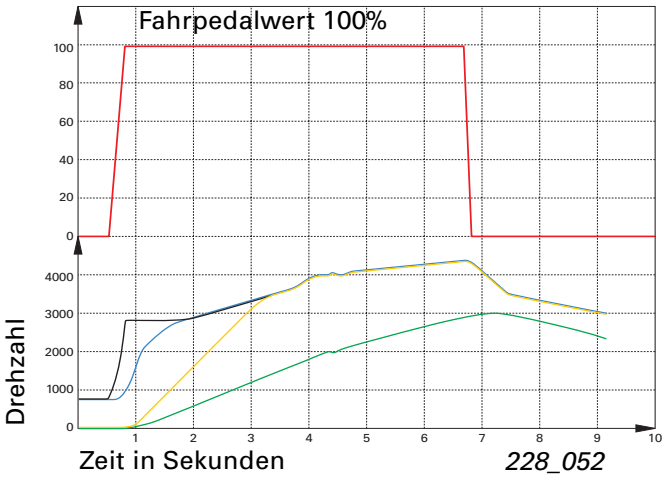
Beim Anfahrvorgang wird zur Kupplungsregelung primär die Motordrehzahl betrachtet. Je nach Anfahrcharakteristik ermittelt das Getriebesteuergerät eine Motor-Solldrehzahl, zu welcher die Motordrehzahl über das Kupplungsmoment geregelt wird.
Der Fahrerwunsch sowie interne Anforderungen im Getriebesteuergerät bestimmen die Anfahrcharakteristik.

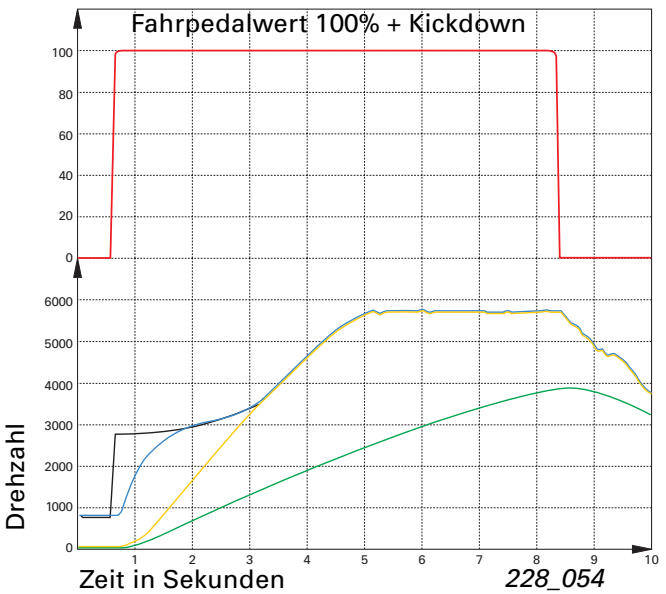
Bei ökonomischer Fahrweise, gekennzeichnet u. a. durch einen geringen Fahrpedalwinkel während des Anfahrvorgangs, wird die Motordrehzahl auf niedrigem Niveau in die anschließende Fahrdrehzahl geführt. Kurze Kupplungs-Schlupfzeiten und niedrige Motordrehzahlen ermöglichen so eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs.

Bei leistungsorientiertem Anfahren wird die Motordrehzahl auf höherem Niveau in die anschließende Fahrdrehzahl geführt. Dabei führt das höhere Motormoment zu entsprechender Fahrzeugbeschleunigung.

Verschiedene Motorvarianten (Benzin/Diesel, Drehmoment und Drehmomentverlauf) haben ebenfalls einen Einfluss auf die Anfahrcharakteristik.







Fahrpedalwinkel

Motordrehzahl

Motor-Solldrehzahl

Antriebsdrehzahl Scheibensatz 1

Abtriebsdrehzahl Scheibensatz 2

Elektronische Regelung

Zu der Kupplungsregelung werden folgende Parameter herangezogen:

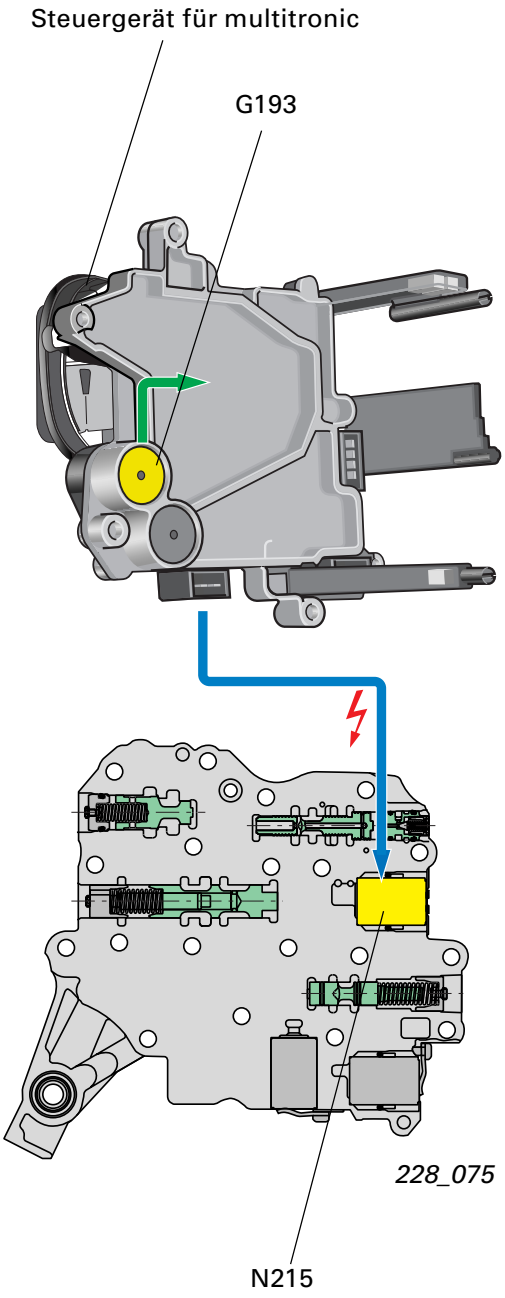
- Motordrehzahl
- Getriebeeingangsdrehzahl
- Fahrpedalstellung
- Motormoment
- Bremse betätigt
- Getriebeöltemperatur

Das Getriebesteuergerät berechnet daraus den Kupplungs-Solldruck und ermittelt einen entsprechenden Steuerstrom für das Druckregelventil N215. Nahezu proportional zum Steuerstrom verändert sich der Kupplungsdruck und somit das von der Kupplung zu übertragende Motormoment (siehe hydraulische Steuerung Seite 22).

Der Geber 1 für Hydraulikdruck G193 erfasst den Kupplungsdruck (Kupplungs-Istdruck) in der hydraulischen Steuerung. Der Kupplungs-Istdruck wird ständig mit dem vom Getriebesteuergerät errechneten Kupplungs-Solldruck verglichen.

Dabei werden Ist- und Solldruck kontinuierlich auf Plausibilität geprüft und bei entsprechender Abweichung Maßnahmen eingeleitet (siehe Sicherheitsabschaltung Seite 23).

Um ein Überhitzen der Kupplung zu vermeiden, wird sie gekühlt und die Kupplungstemperatur vom Getriebesteuergerät überwacht (Näheres unter „Kupplungskühlung” Seite 28 und „Überlastungsschutz” Seite 23).



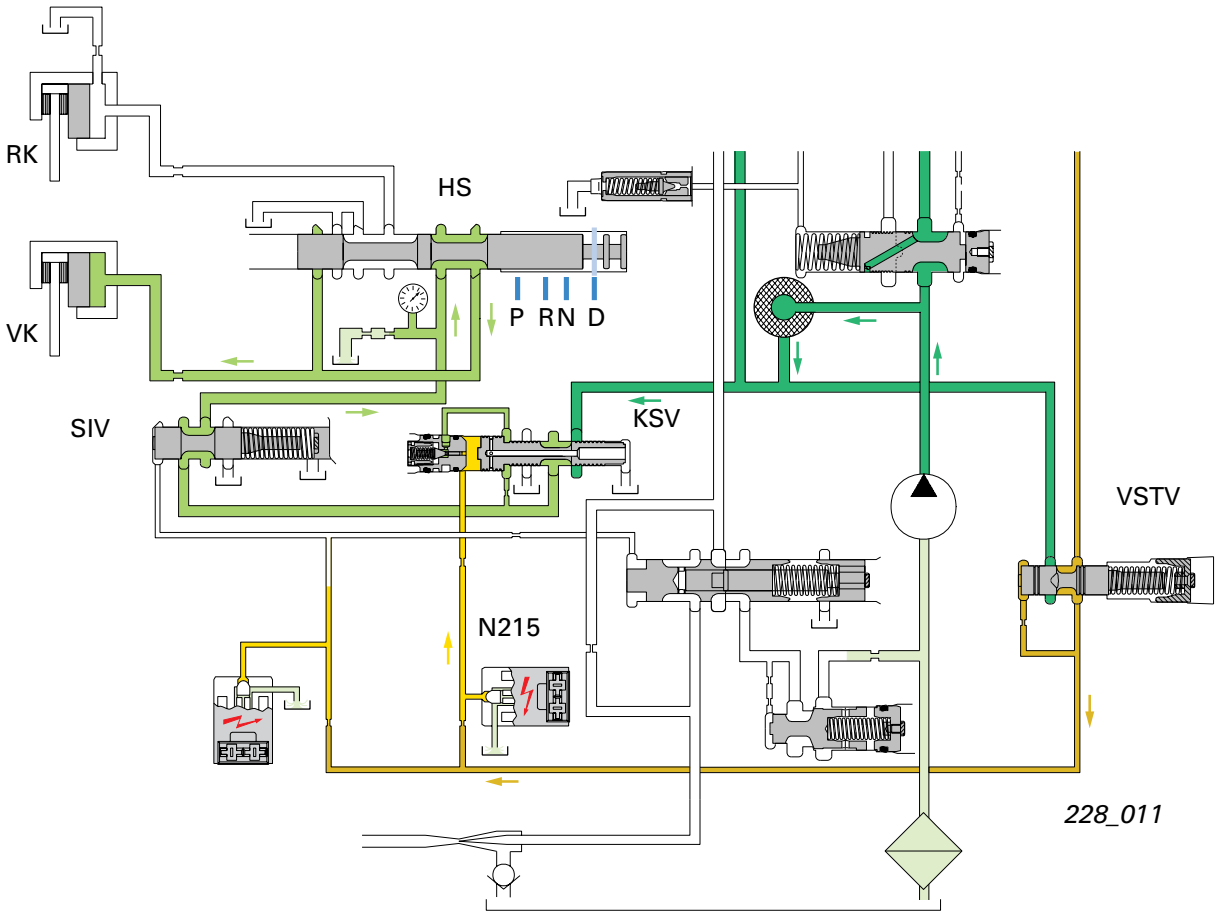
Hydraulische Steuerung

Der Kupplungsdruck steht im Verhältnis zum Motormoment und ist unabhängig vom Systemdruck.
Das Druckregelventil N215 wird vom Vorsteuerdruckventil VSTV mit einem konstanten Druck von ca. 5 bar versorgt. Entsprechend dem vom Getriebesteuergerät berechneten Steuerstrom bildet das N215 einen Steuerdruck, der die Stellung des Kupplungssteuerventils KSV beeinflusst.
Ein großer Steuerstrom führt zu einem hohen Steuerdruck.

Das Kupplungssteuerventil KSV steuert den Kupplungsdruck und somit das zu übertragende Motormoment.

Das KSV wird mit Systemdruck versorgt und bildet je nach Ansteuerung vom N215 den Kupplungsdruck. **Ein großer Steuerdruck führt zu einem hohen Kupplungsdruck.**
Der Kupplungsdruck wird über das Sicherheitsventil SIV zum Handschieber HS geführt. Der HS leitet den Kupplungsdruck entsprechend der Wählhebelstellung entweder zur Vorwärtskupplung (Stellung D) oder zur Rückwärtskupplung (Stellung R). Die jeweils nicht mit Druck beaufschlagte Kupplung wird zum Ölsumpf belüftet.

In den Wählhebelstellungen N und P ist der Zulauf über den Handschieber gesperrt und beide Kupplungen sind zum Ölsumpf belüftet.



ATF drucklos
Kupplungsdruck
Versorgungsdruck
Vorsteuerdruck
Steuerdruck
In den Ölsumpf

Sicherheitsabschaltung

Ist der tatsächliche Kupplungsdruck deutlich über dem Kupplungs-Solldruck, so liegt eine sicherheitsrelevante Fehlfunktion vor. In diesem Fall wird die Kupplung unabhängig von der Handschieberstellung und allen anderen Systemzuständen drucklos geschaltet.

Die Sicherheitsabschaltung ist über das Sicherheitsventil SIV realisiert und ermöglicht ein schnelles Öffnen der Kupplung.

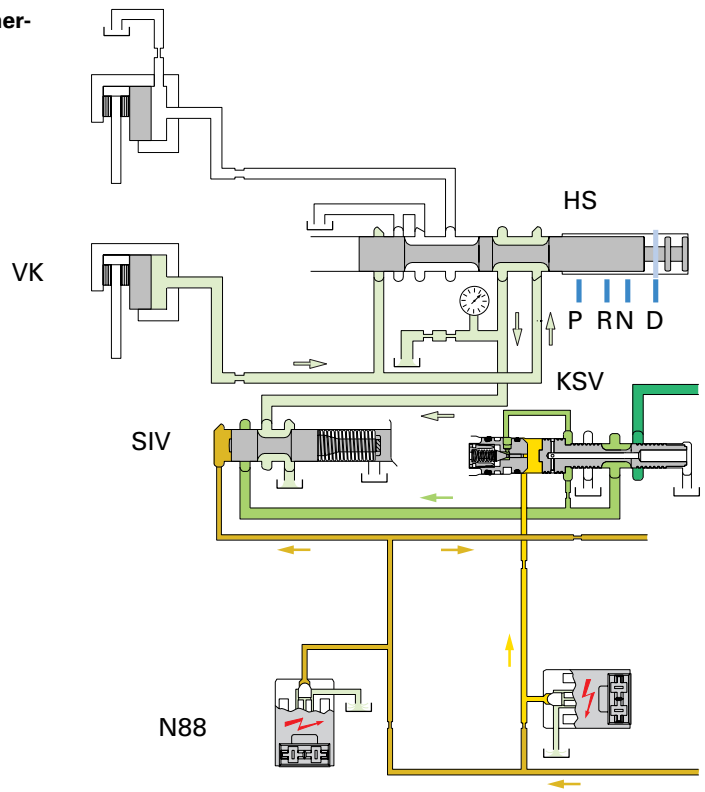
Das SIV wird vom Magnetventil 1 N88 angesteuert. Ab einem Steuerdruck von ca. 4 bar wird der Zulauf vom KSV unterbrochen und gleichzeitig die Verbindung zum Handschieber in den Ölsumpf belüftet.

Überlastungsschutz

Die Kupplungstemperatur wird vom Getriebesteuergerät mit Hilfe eines Rechenmodells aus dem Kupplungsschlupf, dem zu übertragenden Motormoment und der Getriebeöltemperatur errechnet. Übersteigt bei zu starker Belastung der Kupplung die ermittelte Kupplungs-temperatur eine definierte Schwelle, wird das Motormoment reduziert.

Das Motormoment kann bis zur erhöhten Leerlaufdrehzahl reduziert werden. Der Motor zeigt unter Umständen kurzfristig keine Reaktion auf das Fahrpedal. Die Kupplungskühlung sorgt für eine kurze Abkühlzeit. Das volle Motormoment steht wieder schnell zur Verfügung.
Eine Überlastung der Kupplung wird nahezu ausgeschlossen.

Schaltstellung bei Sicher-heitsabschaltung



228_082

Belüftet zum Ölsumpf/drucklos
Kupplungsdruck
Versorgungsdruck
Vorsteuerdruck
Steuerdruck
In den Ölsumpf

Die Kupplungsregelung im Stand (Creep-Regelung)

Die Funktion der Creep-Regelung bewirkt, dass bei Motorleerlauf und eingelegter Fahrstufe ein definiertes Schleifmoment an der Kupplung (Kupplungsmoment) eingeregelt wird.
Das Fahrzeug verhält sich so, wie man es von einem Automatikgetriebe mit Drehmomentwandler gewohnt ist.

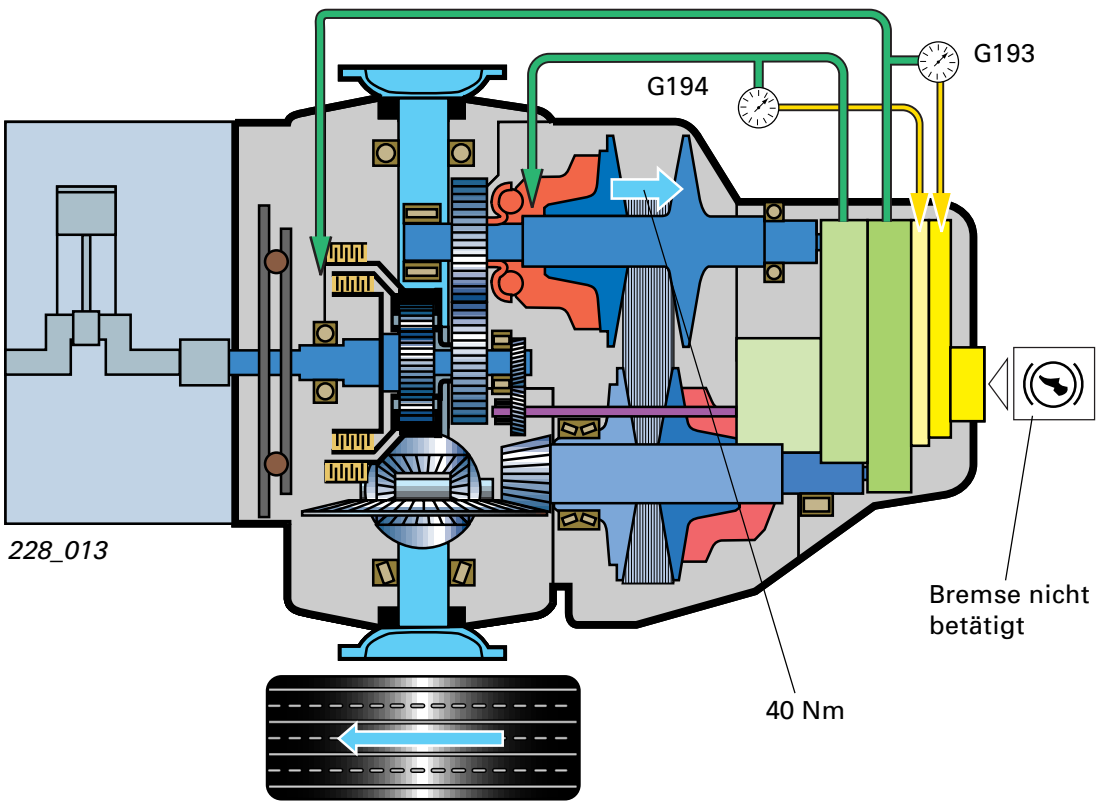
Durch gezieltes Anpassen des Kupplungsdruckes resultiert ein Antriebsmoment, das zum „Kriechen" des Fahrzeugs führt.

Das Antriebsmoment wird in Abhängigkeit des Fahrzustandes und der Fahrzeuggeschwindigkeit in definierten Grenzen variiert.
Für die genaue Regelung des Kupplungsmomentes wird der vom G194 ermittelte Anpressdruck der Kegelscheiben verwendet.

„Creep" ist das englische Wort für kriechen.

Die Creep-Regelung ermöglicht Rangiervorgänge (beim Einparken) ohne Betätigung des Fahrpedals und erhöht so den Fahrkomfort.

Da der Anpressdruck proportional zum tatsächlichen, am Scheibensatz 1 anliegenden Antriebsmoment des Motors ist, lässt sich das Kupplungsmoment mit Hilfe des G194 sehr genau berechnen und somit regeln (Näheres unter „Der Drehmomentfühler" Seite 38).



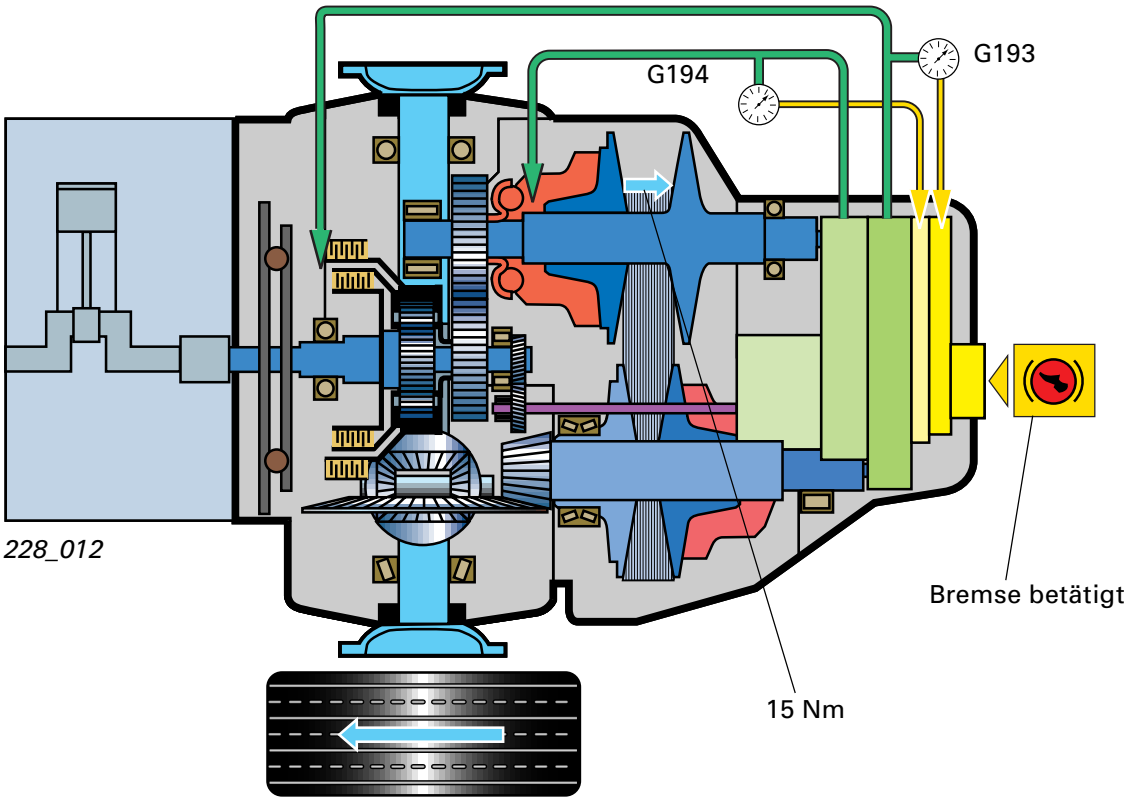
Besonderheit der Creep-Regelung

Eine Besonderheit der Creep-Regelung ist die Reduzierung des Kriechmoments bei stehendem Fahrzeug und betätigter Bremse, wodurch dem Motor weniger Moment abverlangt wird (dabei ist die Kupplung weiter geöffnet).

Dies wirkt sich positiv auf den Kraftstoffverbrauch aus und führt zu einer Komfortverbesserung, da sich die Akustik (Standbrummen) verbessert und die Bremsbetätigungskräfte zum Festhalten des Fahrzeugs deutlich geringer sind.

Rollt das Fahrzeug im Stand an einer Steigung und mit nur leicht betätigter Bremse zurück, wird der Kupplungsdruck erhöht und das Fahrzeug somit gehalten („Hillholder"-Berghalte-Funktion).

Durch die Verwendung von zwei Gebern für Abtriebsdrehzahl, G195 und G196, kann zwischen Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt unterschieden werden, wodurch diese Funktion ermöglicht wird (weitere Infos finden Sie im Kapitel „Sensoren").



228_012

Die Mikroschlupfregelung

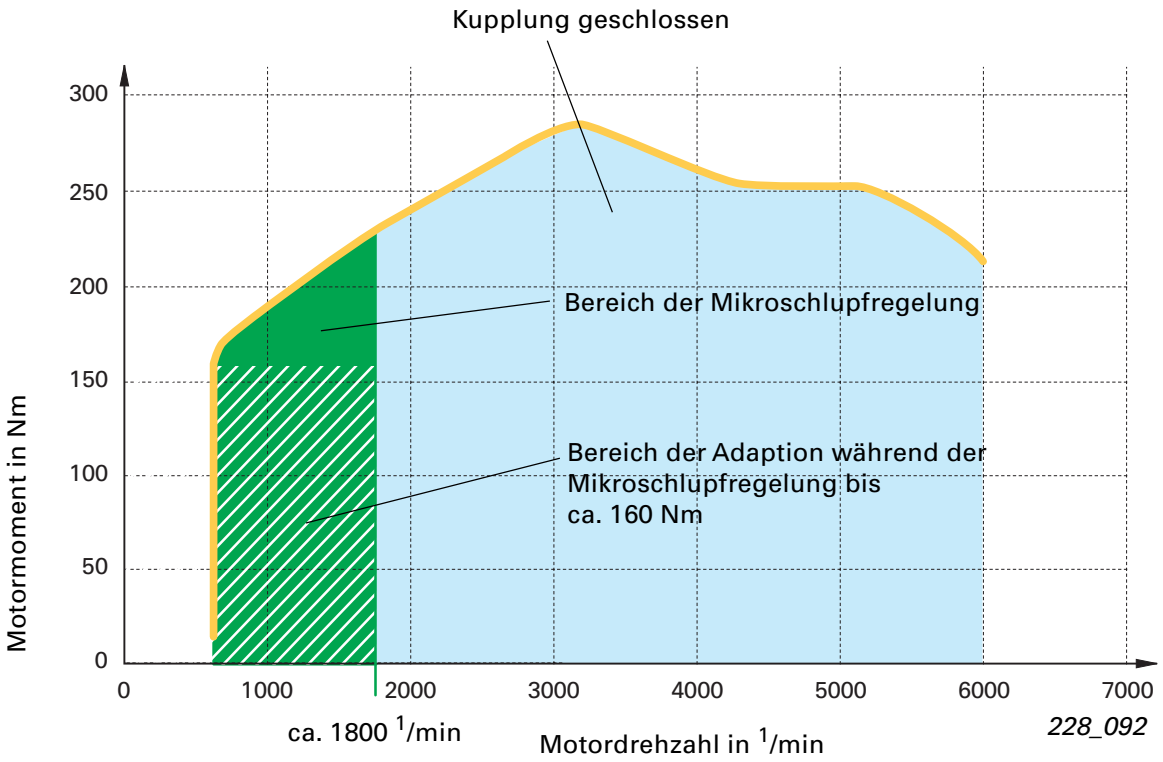
Die Mikroschlupfregelung dient zur Adaption der Kupplungsregelung (siehe Beschreibung der Adaption) und zur Dämpfung der vom Motor verursachten Drehschwingungen.

Die Adaption der Kupplungskennlinien im Teillastbereich erfolgt bis zu einem Motormoment von 160 Nm.

Im Drehzahlbereich bis ca. 1800 ^{1}/min und einem Motormoment bis ca. 220 Nm lässt man die Kupplung mit sogenanntem „Mikroschlupf" arbeiten.
In diesem Betriebsbereich regelt man eine Schlupfdrehzahl (Differenzdrehzahl) von ca. 5 ^{1}/min bis 20 ^{1}/min zwischen Getriebeeingangswelle und Scheibensatz 1.

Dazu vergleicht das Getriebesteuergerät das Signal des Gebers für Getriebeeingangsdrehzahl G182 zur Motordrehzahl (unter Berücksichtigung der Vorgelegestufe).
Der G182 erfasst die Drehzahl vom Scheibensatz 1.

Wie der Begriff „Mikroschlupf" verrät, wird der Schlupf der Kupplung sehr gering gehalten, so dass keine merkbaren Nachteile bezüglich Belagverschleiß und Kraftstoffverbrauch auftreten.



Adaption der Kupplungsregelung

Um die Kupplung in jedem Betriebszustand und über die gesamte Lebensdauer gleichbleibend komfortabel regeln zu können, muss der Zusammenhang zwischen Steuerstrom und Kupplungsmoment fortlaufend aktualisiert werden.

Dies ist erforderlich, da sich die Reibwerte der Kupplungen permanent verändern.

Der Reibwert ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Getriebeöl (Qualität, Alterung, Verschleiß)
- Getriebeöltemperatur
- Kupplungstemperatur
- Kupplungsschlupf

Zur Kompensation dieser Einflüsse und somit zur Optimierung der Kupplungsregelung werden die Zusammenhänge zwischen Steuerstrom und Kupplungsmoment während der Creep-Regelung und im Teillastbereich adaptiert.

Die Adaption während der Creep-Regelung (Bremse betätigt):

Wie bereits erwähnt, wird während der Creep-Regelung ein definiertes Kupplungsmoment eingeregelt. Dabei betrachtet das Getriebesteuergerät das Verhältnis zwischen dem Steuerstrom (von N215) und dem Wert des Druckgebers G194 (Anpressdruck) und speichert die Werte ab. Die aktuellen Daten werden zur Berechnung der neuen Kennlinien herangezogen.

„Adaptieren“ bedeutet anpassen, oder wie hier, Lernen neuer Vorsteuerwerte.

Die Adaption im Teillastbereich ...

... erfolgt während der Mikroschlupfregelung. In diesem Betriebsbereich vergleicht das Getriebesteuergerät das Motormoment (vom Motorsteuergerät) mit dem Steuerstrom zum N215 und speichert die Werte ab. Die aktuellen Daten werden zur Berechnung der neuen Kennlinien herangezogen (siehe Mikroschlupfregelung).

Zusammenfassung:

Die Adaption dient einer gleichbleibenden Qualität der Kupplungsregelung.

Die Adaptionswerte beeinflussen ebenfalls die Berechnung des Kupplungsdruckes bei höheren Übertragungsmomenten (Kupplung voll kraftschlüssig).

Die Kupplung braucht somit nicht mit überhöhtem Druck beaufschlagt zu werden, was sich letztlich wiederum positiv auf den Wirkungsgrad auswirkt.

Die Kupplungskühlung

Um die Kupplungen vor zu starker Erhitzung zu schützen (besonders beim Anfahren unter schwierigen Bedingungen), werden sie von einem separaten Ölstrom gekühlt.

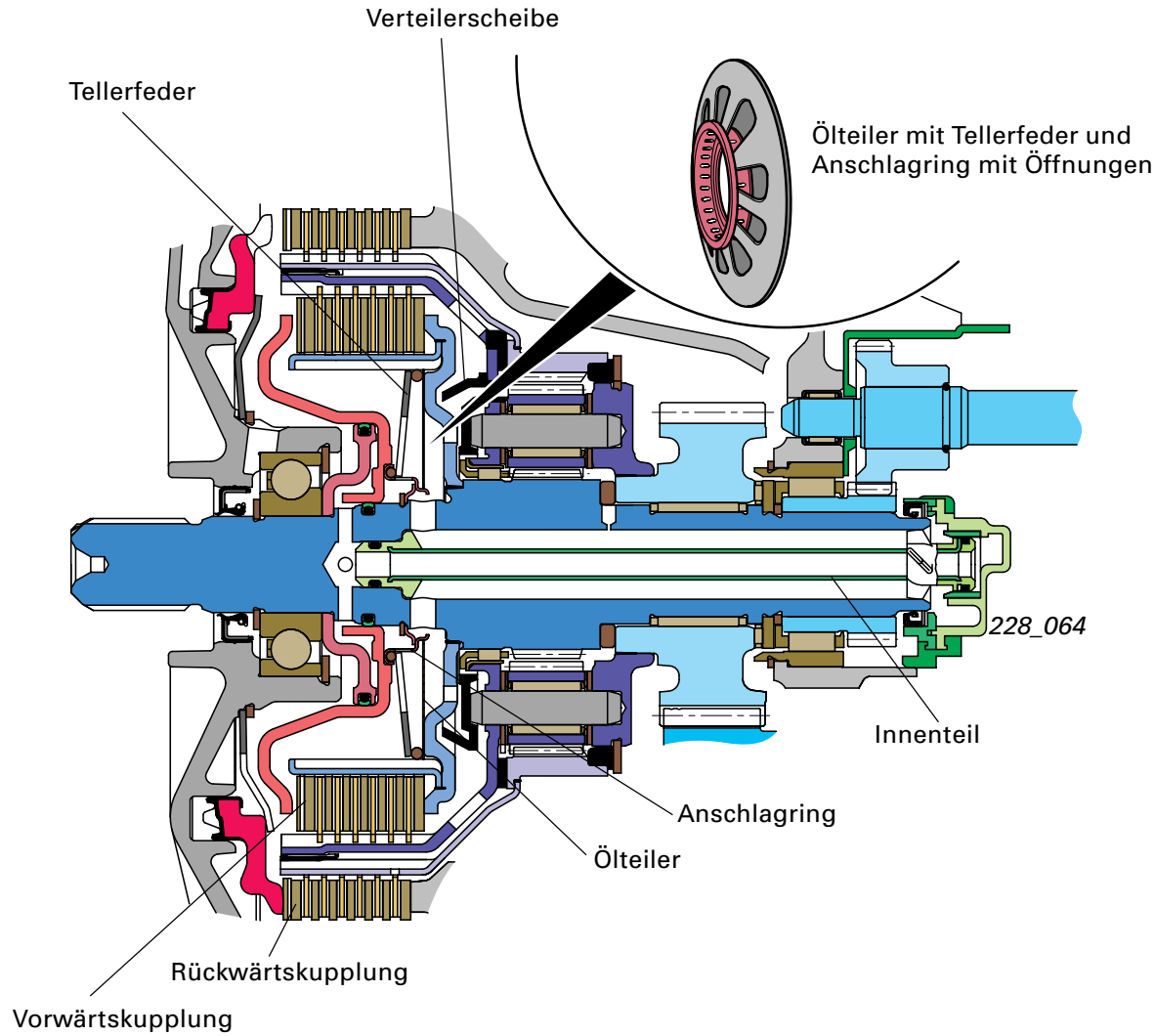
Um Leistungsverluste durch die Kupplungskühlung gering zu halten, wird der Kühlölstrom über eine im Schieberkasten integrierte Kühlölsteuerung nach Bedarf zugeschaltet.

Zudem wird über eine Saugstrahlpumpe die Kühlölmenge erhöht, ohne dass der Ölpumpe wesentlich mehr Leistung abverlangt wird.

Zur Optimierung der Kupplungskühlung wird der Kühlölstrom nur an das jeweils leistungsübertragende Lamellenpaket geleitet.

Das Kühlöl sowie das Drucköl der Vorwärtskupplung werden durch die hohl gebohrte Getriebeeingangswelle geführt. Die beiden Ölkreisläufe sind durch ein Stahlrohr, das sogenannte „Innenteil" voneinander getrennt.

An den Ölaustrittsbohrungen der Getriebeeingangswelle befindet sich ein „Ölteiler", der den Kühlölstrom zur Vorwärts- bzw. zur Rückwärtskupplung leitet.



Kühlung der Vorwärtskupplung

Ist die Vorwärtskupplung betätigt, wird der Ölteiler vom Zylinder (Druckplatte) der Vorwärtskupplung nach hinten gedrückt.

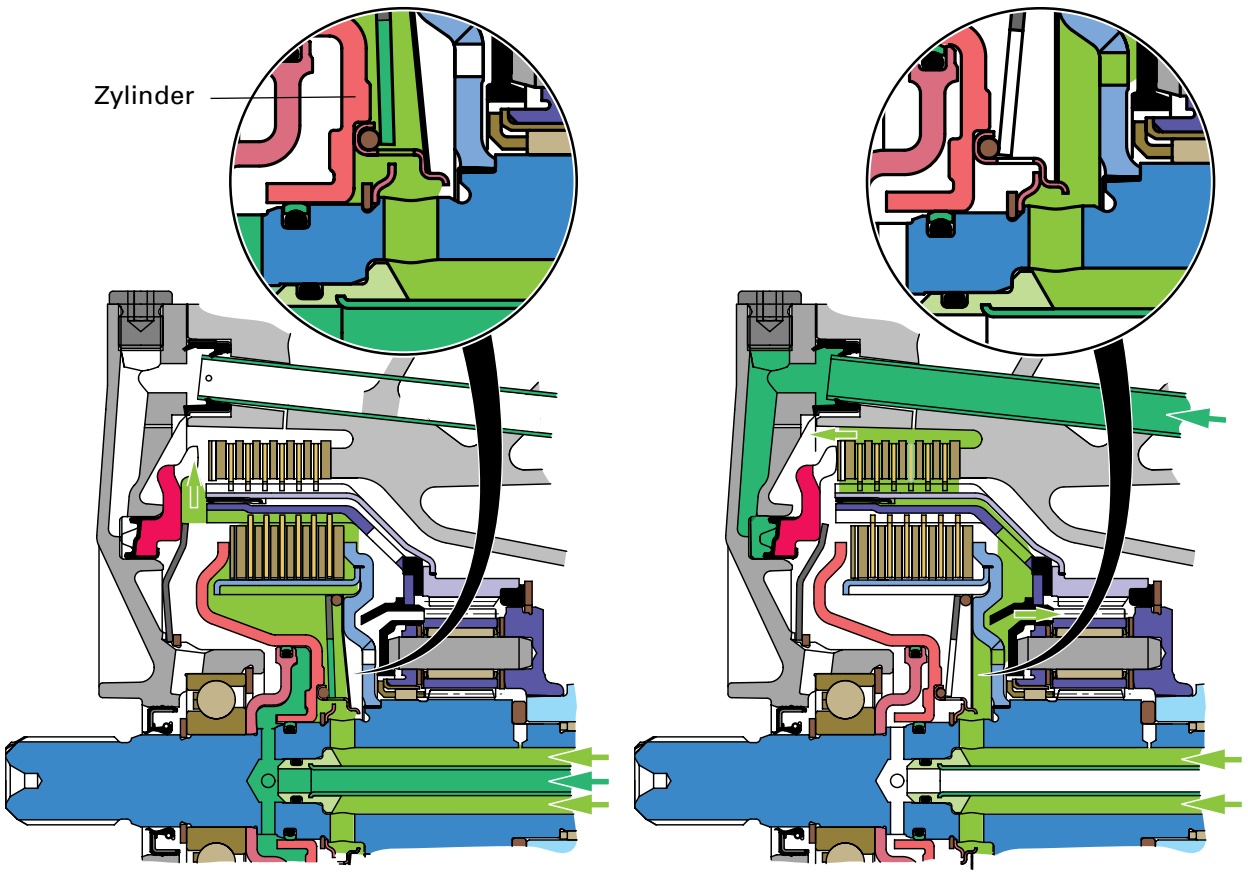
In dieser Position wird der Kühlölstrom an der Vorderseite des Ölteilers vorbeigeleitet und durchströmt die Vorwärtskupplung.

Kühlung der Rückwärtskupplung

Ist die Vorwärtskupplung nicht betätigt (im Leerlauf oder bei betätigter Rückwärtskupplung), befindet sich der Ölteiler in seiner Grundposition.

In dieser Position fließt der Kühlölstrom zur Rückseite des Ölteilers und wird mittels einer Verteilerscheibe zur Rückwärtskupplung geleitet. Abzweigungen in der Verteiler-scheibe leiten zudem einen Teil des Kühlöls zum Planetenradsatz und sorgen für die nötige Schmierung.

Vorwärtskupplung **Rückwärtskupplung**



228_014

Öldruck für Kupplung

Ölstrom für Kupplungskühlung

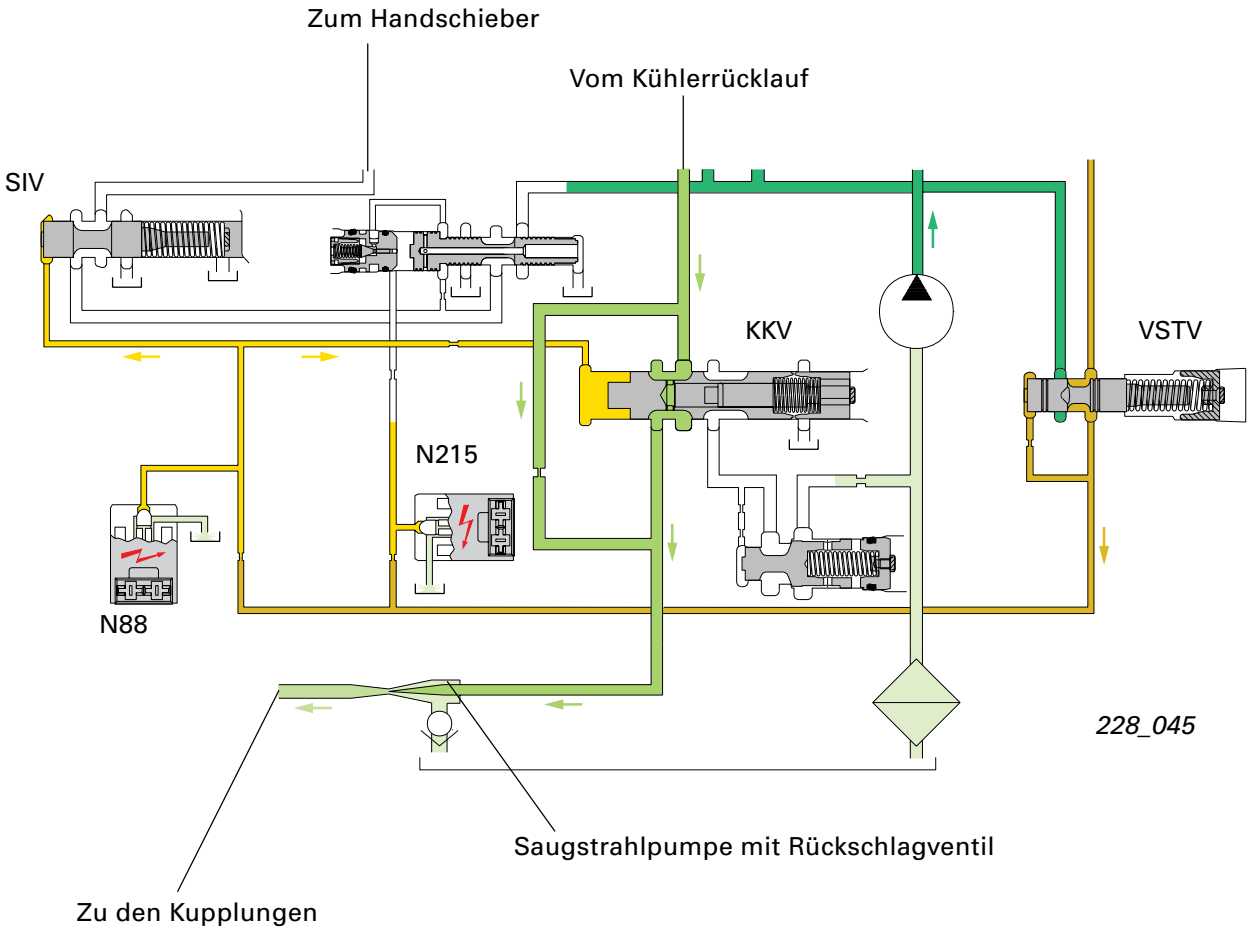
Hydraulische Steuerung der Kupplungskühlung

Zeitgleich mit der Ansteuerung der Kupplungsregelung wird die Kupplungskühlung zugeschaltet.

Das Getriebesteuergerät leitet einen definierten Steuerstrom an das Magnetventil 1 N88. Dies bewirkt einen Steuerdruck, der das Kupplungskühlventil KKV schaltet.

Das Kupplungskühlventil KKV leitet Drucköl vom Kühlerrücklauf zur Saugstrahlpumpe.

Das Drucköl dient zum Betrieb der Saugstrahlpumpe (Näheres unter „Ölversorgung/Saugstrahlpumpe“ Seite 51).

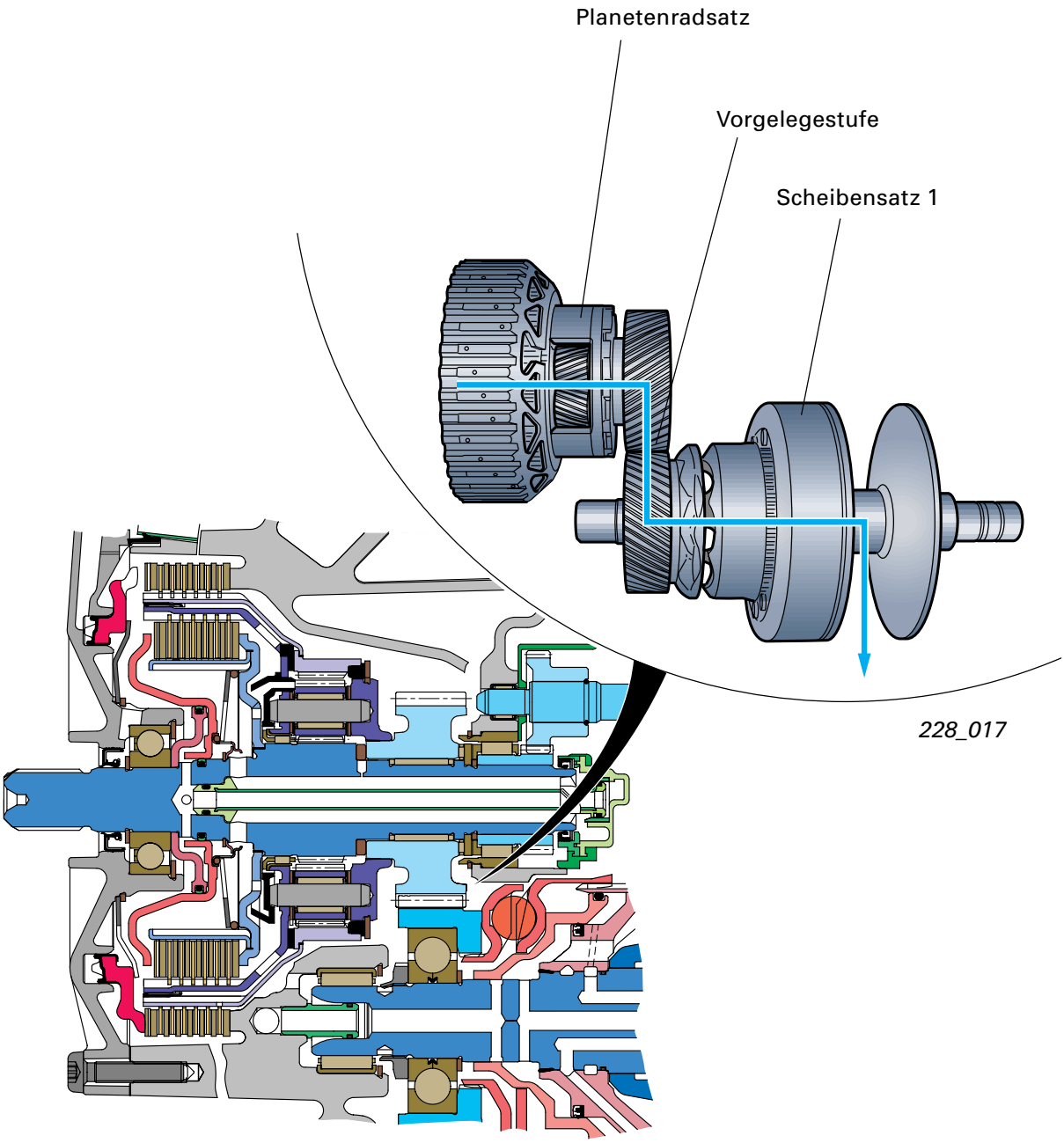


ATF drucklos
Kühlölstrom
Öl vom Kühlerrücklauf
Vorsteuerdruck
Steuerdruck
In den Ölsumpf

Die Vorgelegestufe

Aufgrund der Platzverhältnisse wird das Drehmoment über eine Vorgelegestufe auf den Variator übertragen.

Durch unterschiedliche Übersetzungen der Vorgelegestufe erfolgt die Anpassung verschiedener Motorvarianten an das Getriebe.
Dadurch wird der Variator in seinem optimalen Drehmomentbereich betrieben.



Der Variator

Das Grundprinzip des Variators wurde bereits auf Seite 5 dargestellt. Nachfolgend wird auf die Besonderheiten und Funktionen des Variators der multitronic® eingegangen.

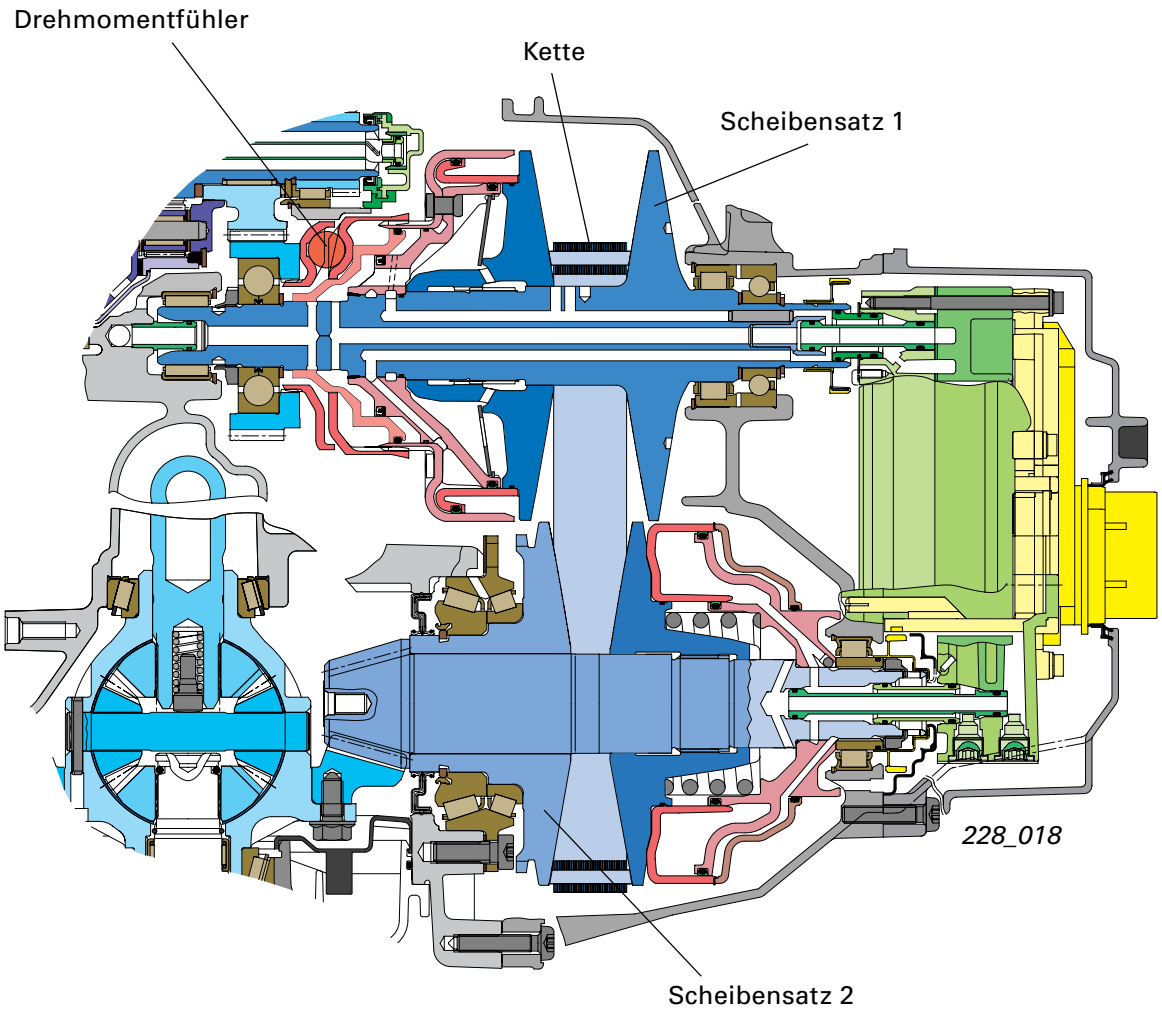
Konzept des Variators in der multitronic®

Der Variator arbeitet mit einem sogenannten Doppelkolbenprinzip. Als weitere Besonderheit ist im Scheibensatz 1 ein Drehmomentfühler untergebracht (Näheres unter „Der Drehmomentfühler“ Seite 38).

Die Scheibensätze 1 und 2 verfügen jeweils über einen separaten Zylinder für die Anpressung der Kegelscheiben (Anpresszylinder) sowie einen separaten Zylinder für die Verstellung der Übersetzung (Verstellzylinder).

Mit dem Doppelkolbenprinzip ist es möglich, mit einer geringen Menge von Drucköl sehr schnell die Übersetzung zu verändern und auf relativ niedrigem Druckniveau immer eine ausreichende Anpressung der Kegelscheiben sicherzustellen.

Anfahrübersetzung (Underdrive)



Verstellung

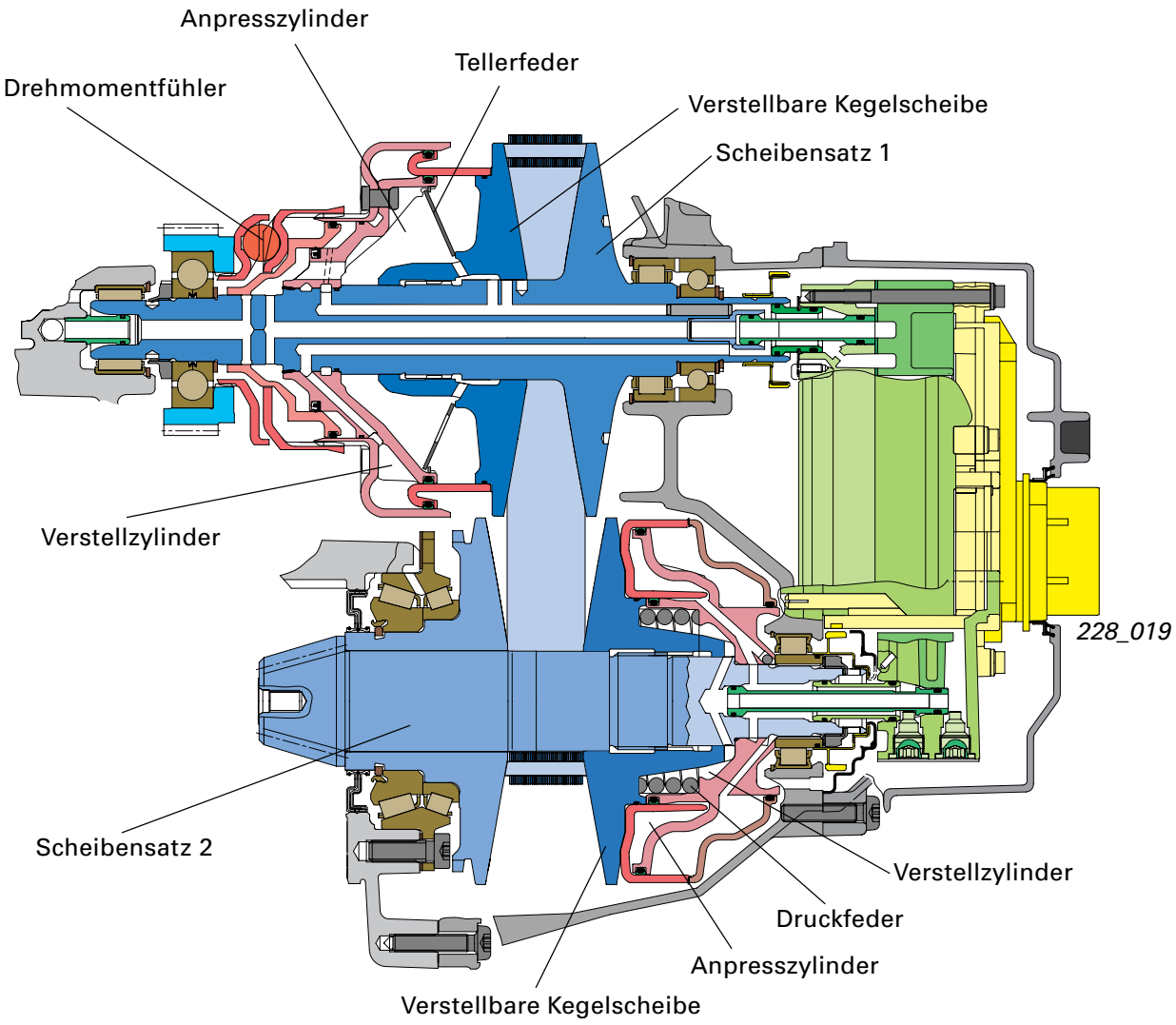
Hohe Ansprüche an die Verstelldynamik erfordern die Bereitstellung einer entsprechende Menge von Drucköl. Um die Ölmenge möglichst gering zu halten, haben die Verstellzylinder eine kleinere Fläche als die Anpresszylinder. Zur Verstellung benötigt man somit eine relativ geringe Ölmenge.

Trotz geringer Förderleistung der Ölpumpe wird eine hohe Verstelldynamik ermöglicht sowie der Wirkungsgrad positiv beeinflusst.

Die Tellerfeder im Scheibensatz 1 und die Schraubenfeder im Scheibensatz 2 sorgen bei drucklosem Hydrauliksystem für eine gewisse Grundspannung (Anpressung) der Kette.

Durch die Federkraft der Schraubenfeder im Scheibensatz 2 wird im drucklosen Zustand der Variator zur Anfahrübersetzung verstellt.

Endübersetzung (Overdrive)

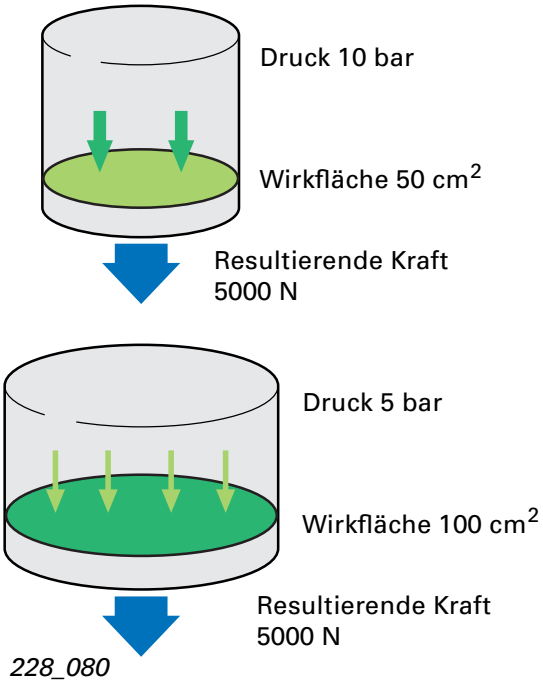


Anpressung

Zur Übertragung der Drehmomente sind hohe Anpresskräfte zwischen Kegelscheiben und Kette gefordert. Die Anpresskraft wird über einen entsprechenden Öldruck im Anpresszylinder realisiert.

Dem Gesetz der Hydraulik zufolge kann eine resultierende Kraft (Anpresskraft) über Druck und Wirkfläche variiert werden.

Die Anpresszylinder haben eine größere Fläche und benötigen somit einen geringeren Öldruck zur Anpressung. Der relativ niedrige Öldruck beeinflusst den Wirkungsgrad ebenfalls positiv.



228_080

Abschleppen

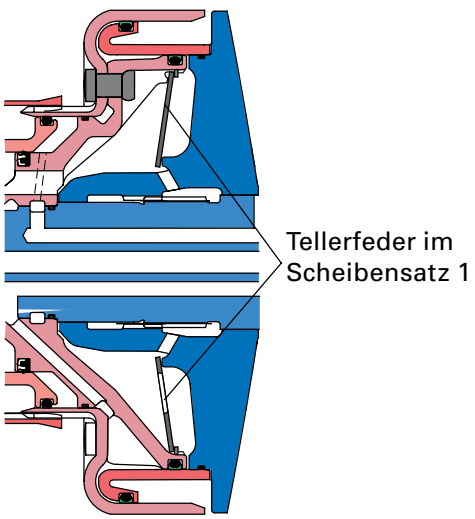
Beim Abschleppen treibt der Scheibensatz 2 den Scheibensatz 1 an und es kommt zu einem dynamischen Druckaufbau in den Verstell- und Anpresszylindern der Scheibensätze.

Das System ist so ausgelegt, dass durch den dynamischen Druckaufbau der Variator in ein Übersetzungsverhältnis von ca. 1:1 verstellt. Der Scheibensatz 1 und der Planetenradsatz werden dadurch vor zu hohen Drehzahlen geschützt.

Die Tellerfeder in Scheibensatz 1 unterstützt diesen Vorgang.

„Dynamischer Druckaufbau“ siehe Kapitel „Fliehölhaube“.

Beachten Sie auch die Hinweise zum Thema Abschleppen im Kapitel „Service“.



228_081

Die Übersetzungs-steuerung

Elektronische Regelung

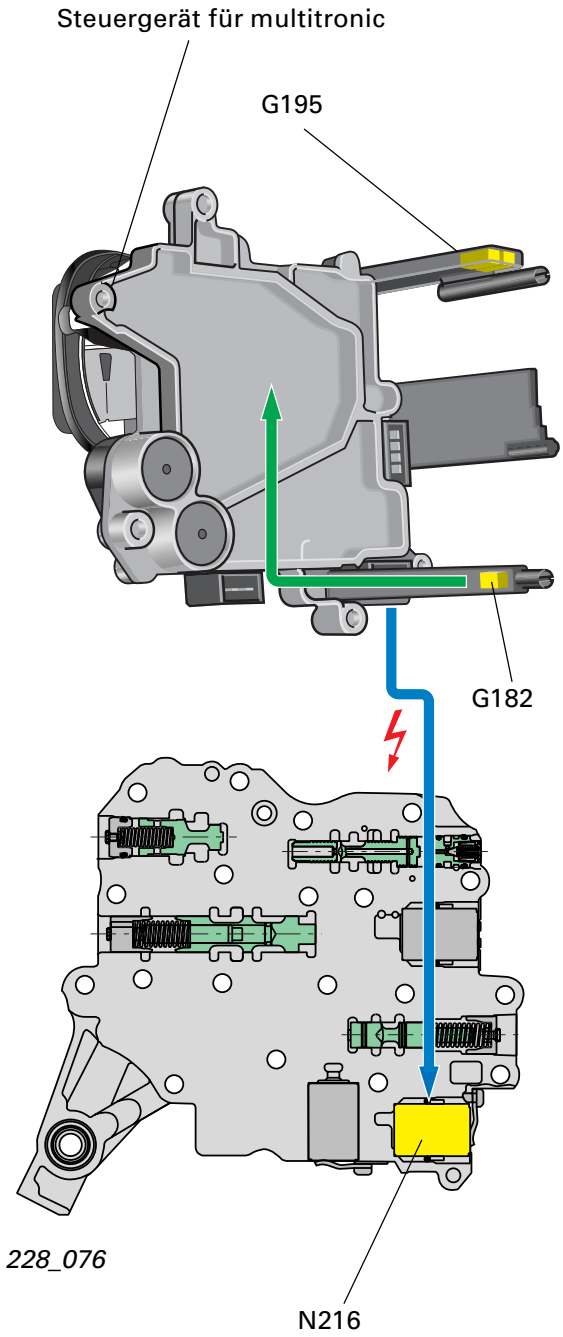
Zur Berechnung der Soll-Antriebsdrehzahl verfügt das Steuergerät der multitronic® über ein dynamisches Regelprogramm (DRP). Es handelt sich dabei um eine Weiterentwicklung des von den Stufenautomaten bekannten dynamischen Schaltprogrammes DSP. So werden Fahrerwunsch und Fahrzustand bewertet, um in jeder Fahrsituation die optimale Getriebeübersetzung bereitzustellen (siehe Beschreibung DRP Seite 82).

Abhängig von den Randbedingungen errechnet das Dynamische Regelprogramm eine Soll-Antriebsdrehzahl.

Der Geber G182 erfasst die aktuelle Getriebeeingangsdrehzahl am Scheibensatz 1.

Anhand eines Soll-Ist-Vergleichs errechnet das Getriebesteuergerät einen Steuerstrom für das Druckregelventil N216. Nahezu proportional zum Steuerstrom erzeugt das N216 einen Steuerdruck für das hydraulische Übersetzungsventil.

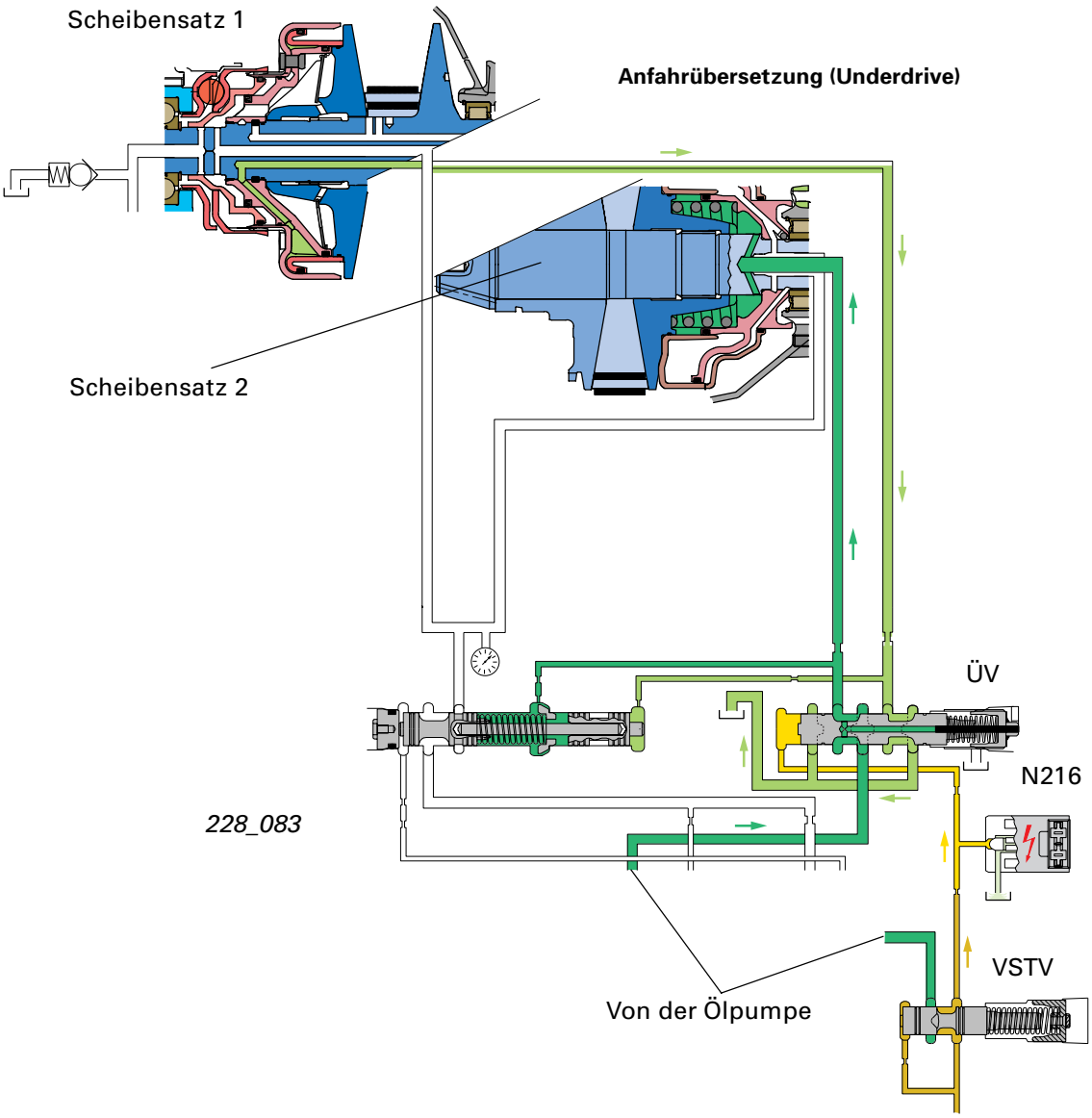
Zur Überwachung der Übersetzungssteuerung werden die Signale von G182 (Geber für Getriebeeingangsdrehzahl), G195 (Geber für Getriebeausgangsdrehzahl) sowie die Motordrehzahl auf Plausibilität zueinander beobachtet.



Hydraulische Übersetzungssteuerung

Das Druckregelventil N216 wird vom Vorsteuerdruckventil VSTV mit einem konstanten Druck von ca. 5 bar versorgt. Entsprechend dem vom Getriebesteuergerät berechneten Steuerstrom bildet das N216 einen Steuerdruck, der die Stellung des Übersetzungsventils ÜV beeinflusst.

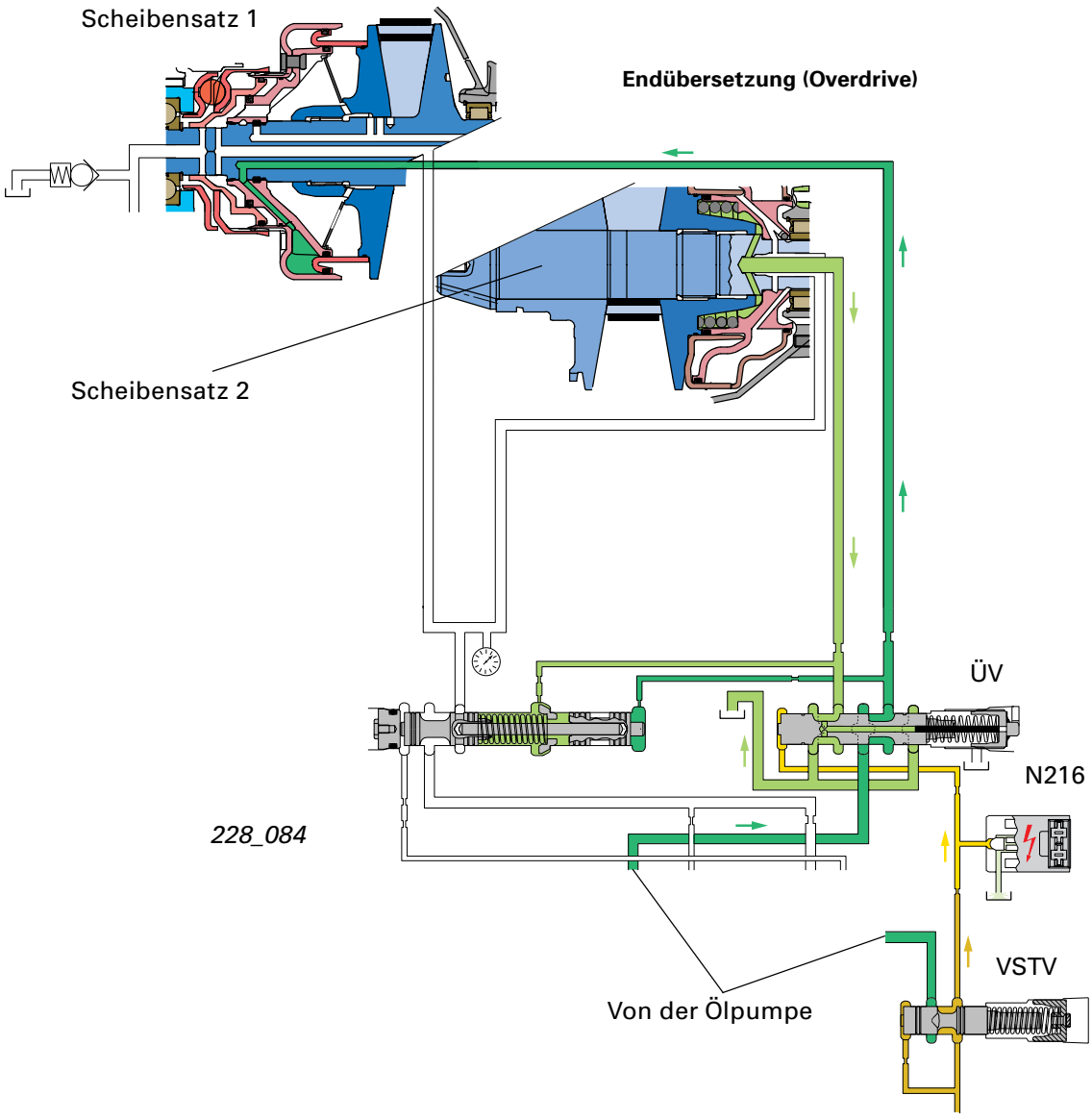
Ein großer Steuerstrom führt zu einem hohen Steuerdruck.
Je nach Steuerdruck leitet das Übersetzungsventil ÜV den Verstelldruck zum Verstellzylinder des Scheibensatzes 1 bzw. 2.



Vorsteuerdruck
Steuerdruck
In den Ölsumpf
Belüftet zum Ölsumpf
Ölversorgung

Bei einem Steuerdruck zwischen ca. 1,8 bar und 2,2 bar ist das Übersetzungsventil ÜV geschlossen. Bei einem Steuerdruck kleiner 1,8 bar wird der Verstelldruck zum Verstellzylinder/Scheibensatz 1 geleitet und zugleich der Verstellzylinder/Scheibensatz 2 zum Ölsumpf belüftet. Der Variator verstellt in Richtung Overdrive.

Ist der Steuerdruck größer als 2,2 bar, wird der Verstelldruck zum Verstellzylinder/ Scheibensatz 2 geleitet und zugleich der Verstellzylinder/Scheibensatz 1 zum Ölsumpf belüftet. Der Variator verstellt in Richtung Anfahrübersetzung.



Vorsteuerdruck

Steuerdruck

In den Ölsumpf

Belüftet zum Ölsumpf

Ölversorgung

Der Drehmomentfühler

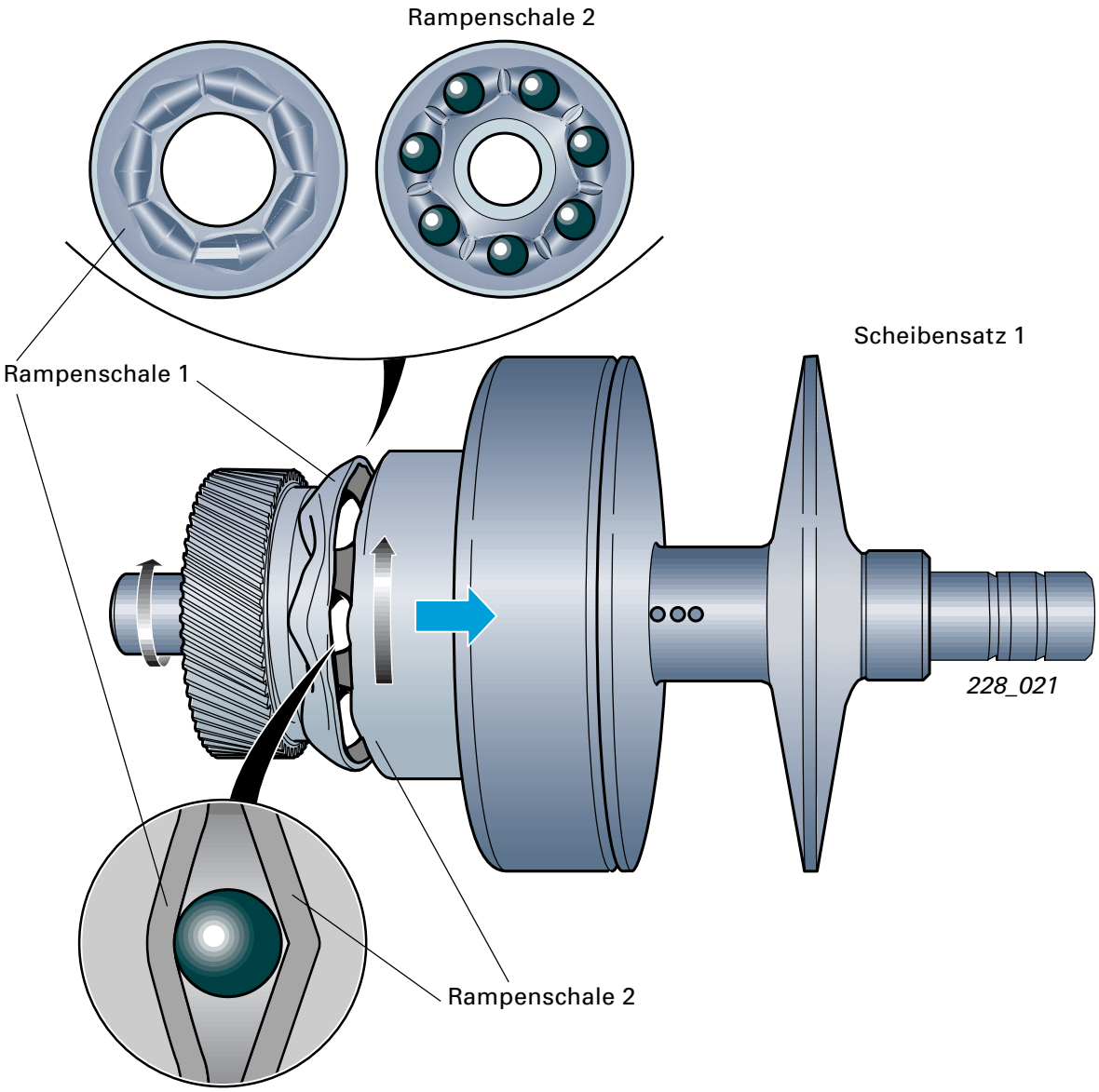
(Regelung der Anpresskraft)

Wie bereits beschrieben ergibt ein entsprechender Öldruck im Anpresszylinder eine resultierende Anpresskraft der Kegelscheiben. Ist diese zu gering, kommt es zum Rutschen der Kette und somit zu Schäden an Kette und Scheibensätzen. Ein zu hoher Anpressdruck führt hingegen zur Verschlechterung des Wirkungsgrades.

Ziel ist es deshalb, die Anpresskraft der Kegelscheiben den Erfordernissen entsprechend möglichst genau und sicher einzustellen.

Ein hydraulisch-mechanisch arbeitender Drehmomentfühler im Scheibensatz 1 erfasst das tatsächlich übertragene Moment statisch und dynamisch sehr genau und stellt den richtigen Öldruck in den Anpresszylindern ein.

Das Motormoment wird ausschließlich über den Drehmomentfühler in den Variator eingeleitet.
Der Anpressdruck wird rein mechanisch-hydraulisch vom Drehmomentfühler geregelt.

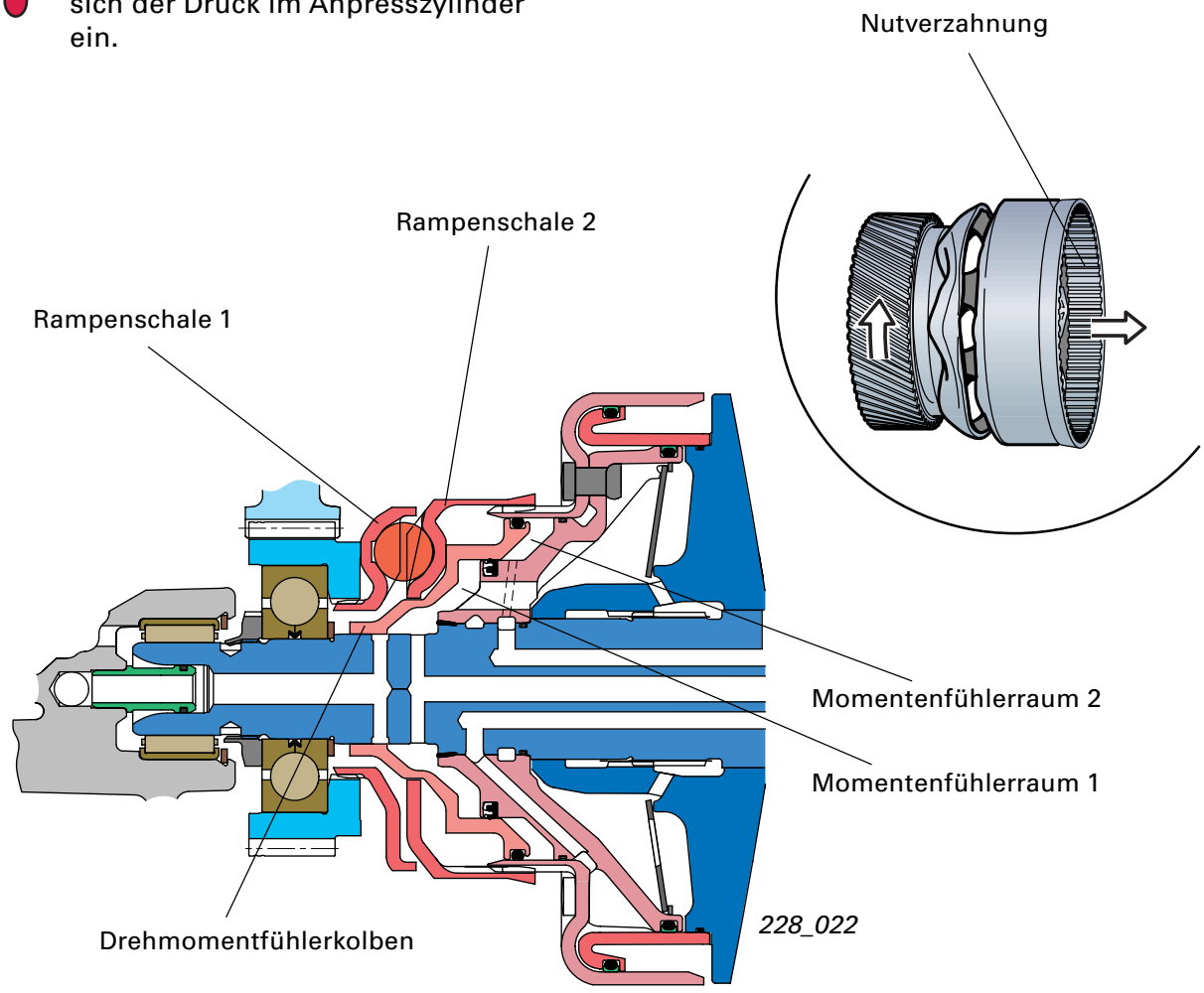


Aufbau und Funktion

Der Drehmomentfühler besteht im Wesentlichen aus zwei Schalen mit sieben Rampen, zwischen denen Stahlkugeln gelagert sind. Die Rampenschale 1 ist mit dem Abtrieb des Scheibensatzes 1 (Abtriebsrad Vorgelegestufe) formschlüssig verpresst. Die Rampenschale 2 ist mit dem Scheibensatz 1 über eine Nutverzahnung axial verschiebbar verbunden und stützt sich am Drehmomentfühlerkolben ab. Der Drehmomentfühlerkolben dient zur Regelung des Anpressdruckes und bildet das Gehäuse von Momentenfühlerraum 1 und 2.

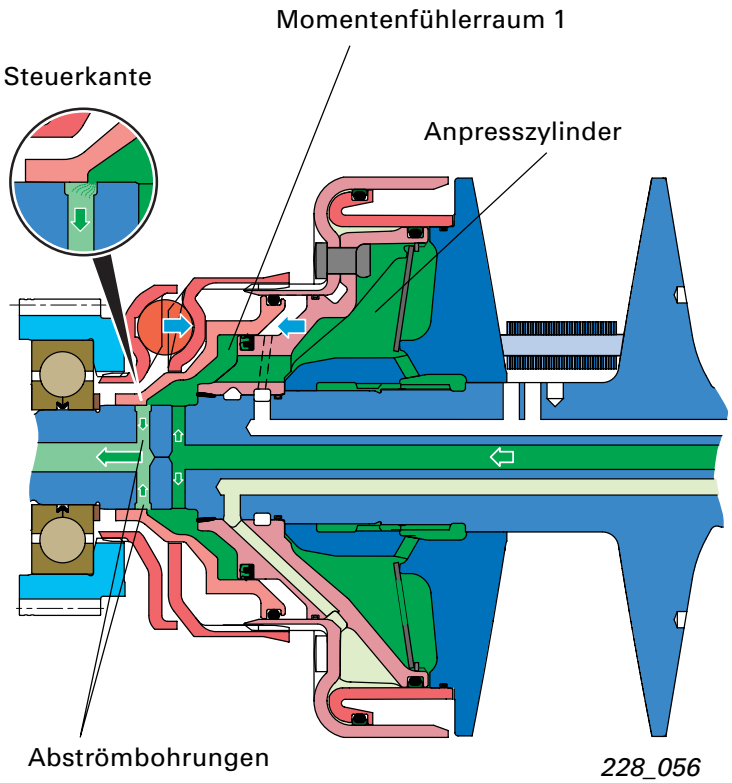
Die Schalen können sich radial gegeneinander verdrehen, wobei aufgrund der Geometrie von Rampen und Kugeln das Drehmoment in eine Axialkraft umgewandelt wird.
Diese Axialkraft wirkt auf die Rampenschale 2 und verschiebt den anliegenden Drehmomentfühlerkolben.
Dabei werden durch die Steuerkante des Drehmomentfühlerkolbens Abströmöffnungen im Momentenfühlerraum 1 verschlossen bzw. freigegeben.

Die vom Drehmomentfühler erzeugte Axialkraft dient als Steuerkraft, die proportional zum Motormoment ist. Entsprechend der Steuerkraft stellt sich der Druck im Anpresszylinder ein.



Der Momentenfühlerraum 1 steht mit dem Anpresszylinder direkt in Verbindung.

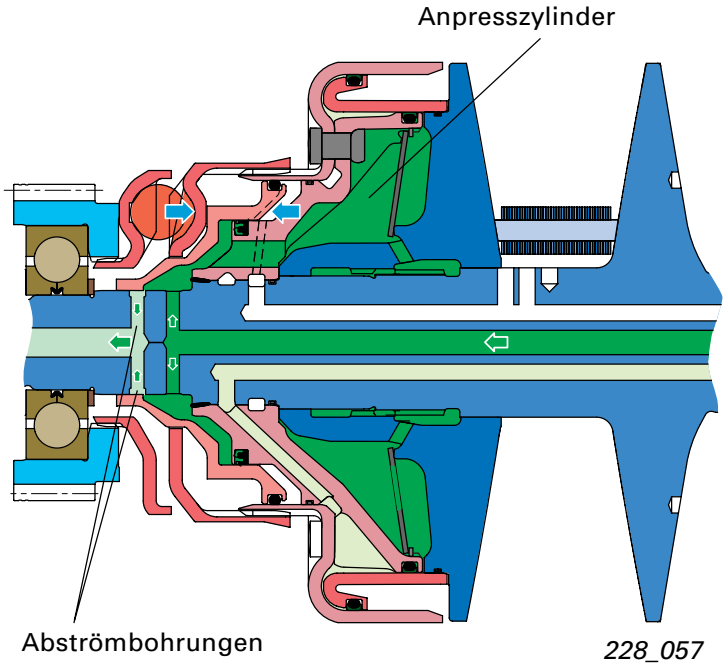
Das System ist so ausgelegt, dass die vom Motormoment erzeugte Axialkraft und der Druck im Anpresszylinder ein Kräftegleichgewicht bilden.
Bei konstantem Fahrbetrieb sind die Abströmbohrungen nur zum Teil verschlossen. Der durch die Steuerung der Abströmbohrungen (Drehmomentfühler) erzeugte Druckabfall moduliert den Druck im Anpresszylinder.



228_056

Erhöht sich das Antriebsmoment, werden die Abströmbohrungen durch die Steuerkante zunächst weiter verschlossen. Der Druck im Anpresszylindern steigt, bis erneut ein Kräftegleichgewicht herrscht.

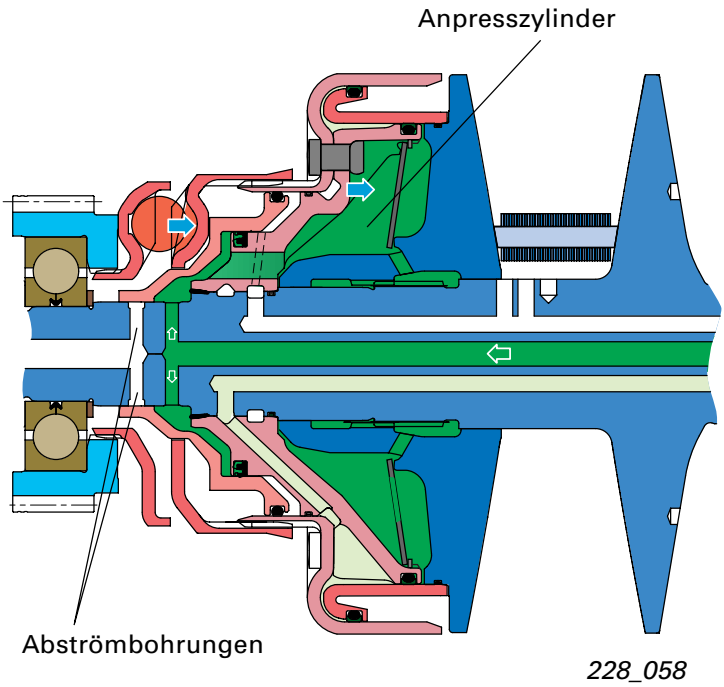
Verringert sich das Antriebsmoment, werden die Abströmbohrungen weiter geöffnet. Der Druck im Anpresszylinder wird geringer, bis sich das Kräftegleichgewicht wieder einstellt.



228_057

Bei Drehmomentspitzen überfährt die Steuerkante die Abströmbohrungen, bis sie verschlossen sind.
Bewegt sich der Drehmomentfühler noch weiter, wirkt er als Ölpumpe, wobei jetzt sehr schnell das verdrängte Ölvolumen den Druck in den Anpresszylindern erhöht und so den Anpressdruck ohne Zeitverzug anpasst.

Enorme Drehmomentspitzen entstehen z. B. beim Überfahren eines Schlagloches oder bei stark wechselnden Reibwerten der Fahrbahn (von Glatteis auf Asphalt).

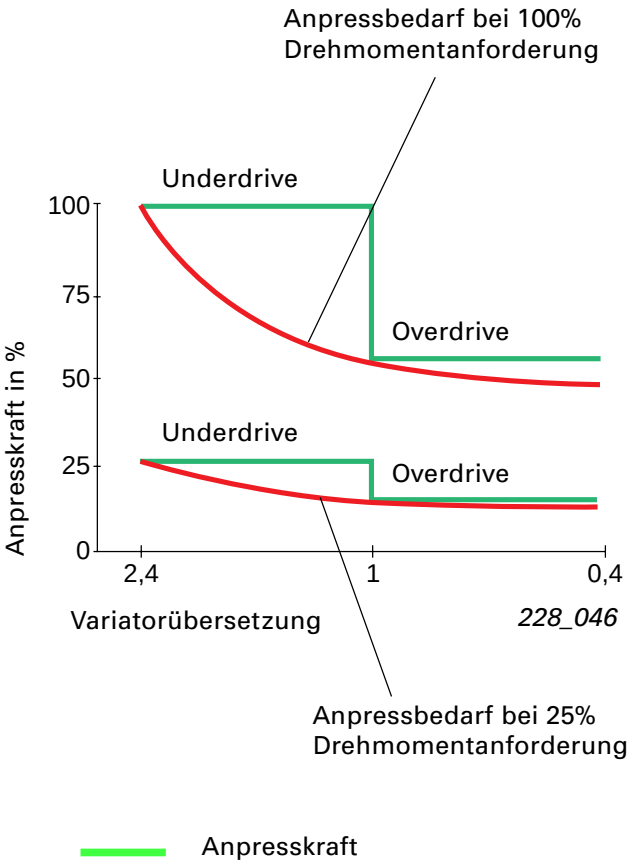


228_058

Anpassung des Anpressdrucks in Abhängigkeit von der Übersetzung

Der Anpressdruck der Kegelscheiben hängt nicht nur vom Antriebsmoment ab, sondern steht auch in Abhängigkeit zum Kettenlaufradius und somit zum momentanen Übersetzungsverhältnis des Variators.

Wie die Grafik zeigt, ist der Anpressbedarf bei der Anfahrübersetzung am größten.
Die Kette läuft im Scheibensatz 1 den kleinsten Radius. Trotz hohen Antriebsmoments ist zur Kraftübertragung nur eine geringe Anzahl von Wiegedruckstücken im Eingriff.
Deshalb erfolgt die Anpressung der Kegelscheiben bis zum Überschreiten eines definierten Übersetzungsverhältnisses (1:1) mit einer höheren Anpresskraft.



228_046

Funktion und Arbeitsweise

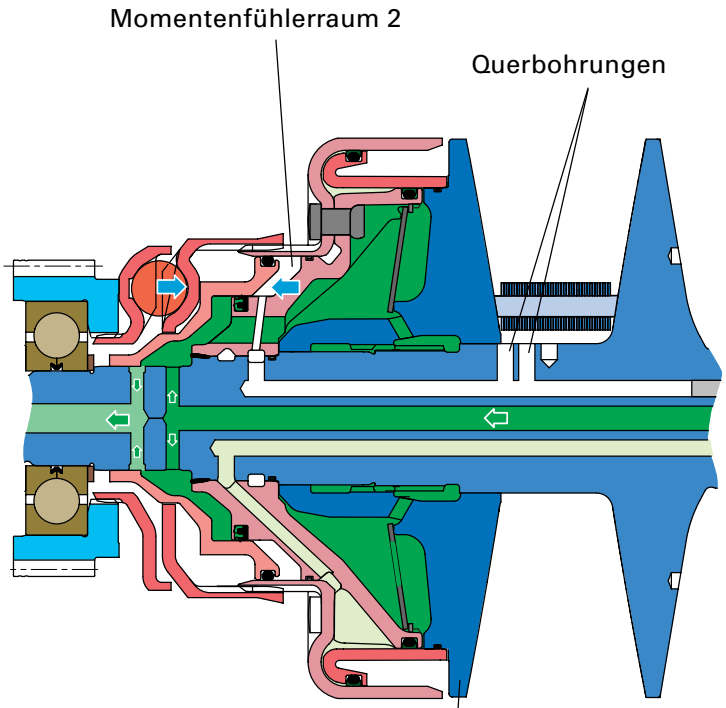
Die Anpassung der übersetzungsabhängigen Anpresskraft wird durch den Momentenfühlerraum 2 realisiert.
Durch Druckauf- bzw. -abbau im Momentenfühlerraum 2 wird das Druckniveau der Anpresszylinder variiert.
Gesteuert wird der Momentenfühlerraum 2 mit zwei Querbohrungen in der Welle des Scheibensatzes 1. Durch axiale Verschiebung der verstellbaren Kegelscheibe werden diese Querbohrungen geöffnet bzw. geschlossen.

Steht der Variator in der Anfahrübersetzung, sind die Querbohrungen geöffnet (Momentenfühlerraum 2 drucklos).

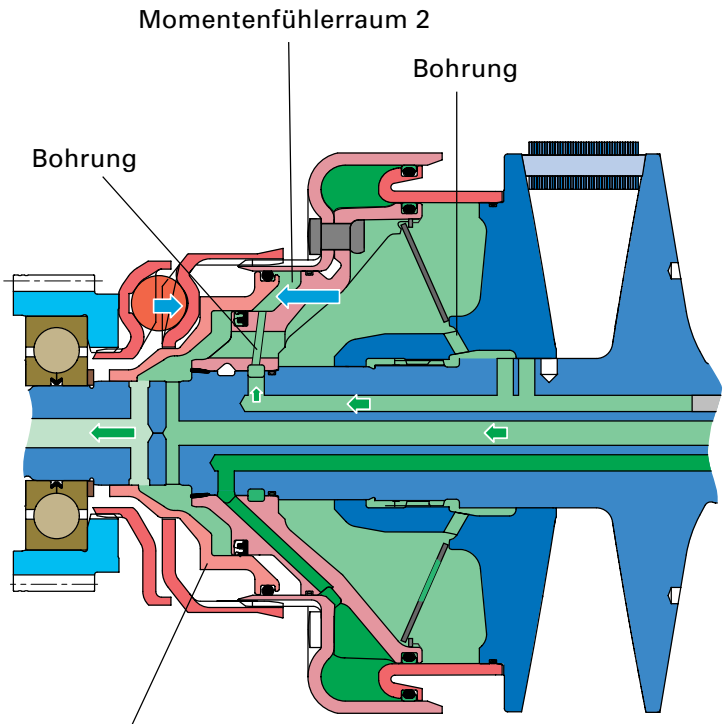
Verändert der Variator die Übersetzung ins „Schnelle", werden zunächst die Querbohrungen verschlossen. Ab einem definierten Übersetzungsverhältnis wird die linke Querbohrung geöffnet und steht jetzt über entsprechende Bohrungen in der verstellbaren Kegelscheibe mit dem Anpresszylinder in Verbindung.

Jetzt wird der Öldruck vom Anpresszylinder in den Momentenfühlerraum 2 geleitet. Dieser Druck wirkt der Axialkraft des Drehmomentfühlers entgegen und bewegt den Drehmomentfühlerkolben nach links.
Die Abströmbohrungen werden von der Steuerkante weiter geöffnet und der Öldruck im Anpresszylinder wird verringert.

Vorteil der zweistufigen Druckanpassung ist im Wesentlichen, dass bereits im mittleren Übersetzungsbereich mit niedrigem Anpressdruck gefahren wird, was den Wirkungsgrad positiv beeinflusst (siehe Bild 228_046 vorige Seite).



228_059



228_060

Die Fliehölhaube

Als weitere Besonderheit des Variators besitzt der Scheibensatz 2 eine „Fliehölhaube“, um dem dynamischen Druckaufbau im Anpress-zylinder entgegenzuwirken.

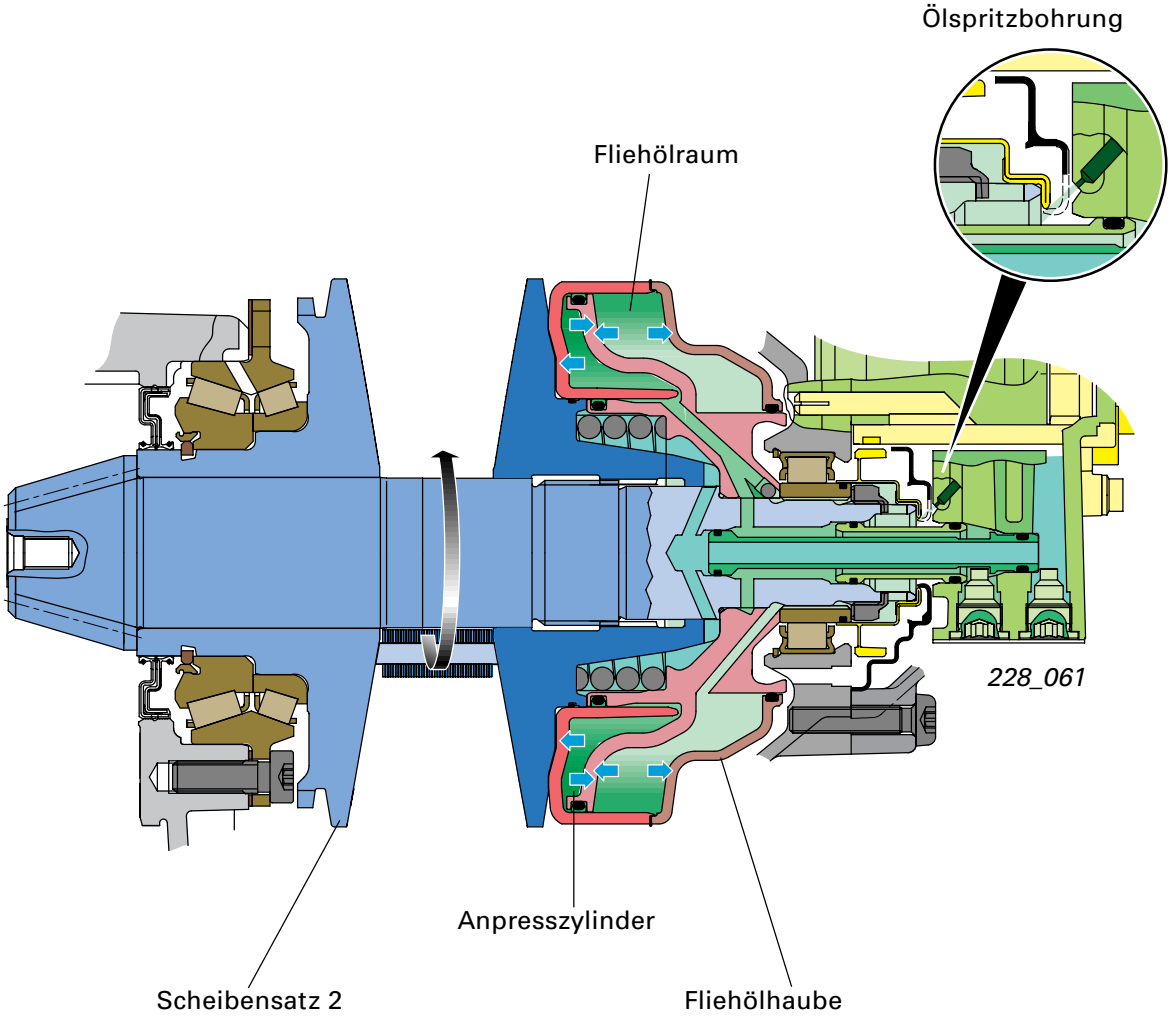
Bei höheren Drehzahlen ist, bedingt durch die Rotation, das Getriebeöl im Anpresszylinder hohen Fliehkräften (Zentrifugalkraft) ausgesetzt, was zu einem Ansteigen des Druckes führt. Man spricht von „dynamischem Druckaufbau“.

Ein dynamischer Druckaufbau ist nicht erwünscht, da er den Anpressdruck unnötig erhöht und die Übersetzungssteuerung negativ beeinflusst.

Das in der Fliehölhaube eingeschlossene Öl ist dem gleichen dynamischen Druckaufbau ausgesetzt wie im Anpresszylinder. Dadurch wird der dynamische Druckaufbau im Anpresszylinder ausgeglichen.

Die Ölversorgung des Fliehölraums erfolgt über eine Ölspritzbohrung direkt vom hydraulischen Steuergerät. Die Ölspritzbohrung spritzt kontinuierlich Öl in den Zulauf des Fliehölraums.

Reduziert sich das Volumen im Fliehölraum (beim Variieren der Übersetzung), wird das Öl über den Zulauf herausgedrückt.



Die Kette

Eine Schlüsselposition im Variator der multitronic® nimmt die Kette ein.

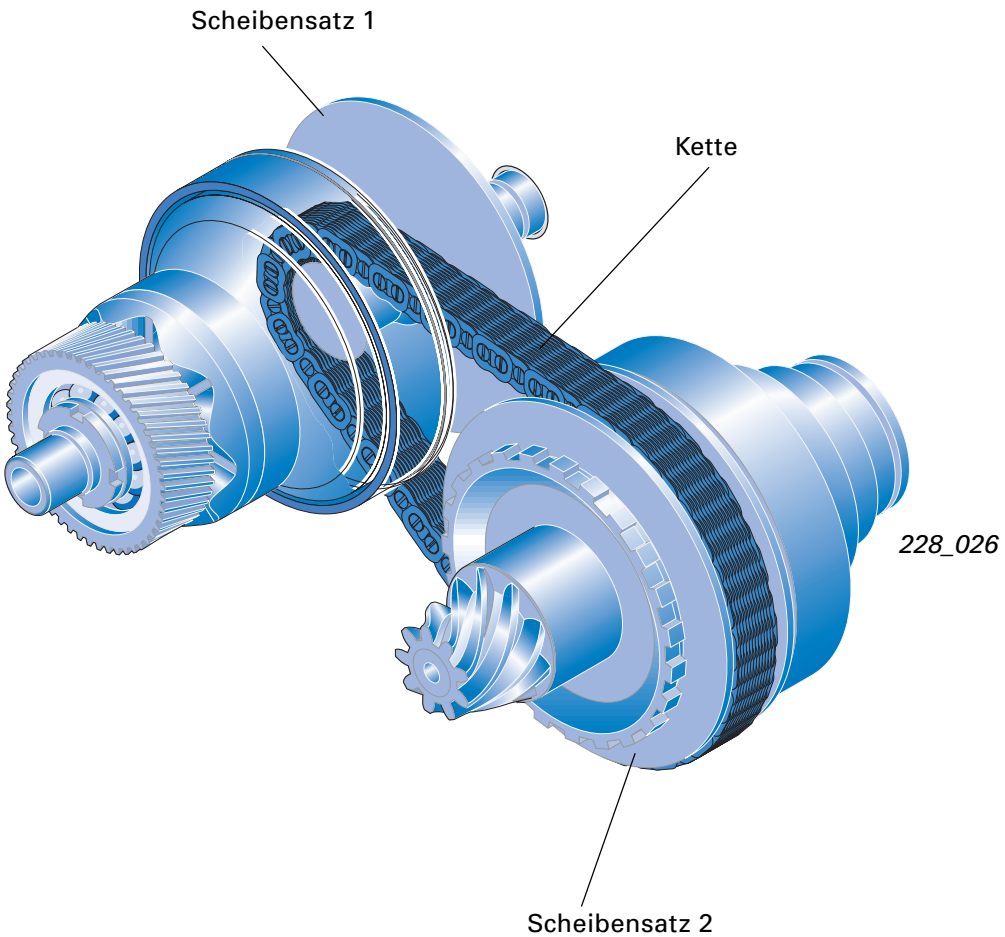
Erstmals kommt bei einem CVT-Getriebe eine Kette als „Umschlingungsmittel“ zum Einsatz.

Die Kette ist eine Neuentwicklung und weist gegenüber den bisher bekannten „Umschlingungsmitteln“ wie Schubglieder-band oder Keilriemen folgende Vorteile auf:

- Sehr kleine Laufradien ermöglichen eine große „Spreizung“ trotz geringer Baugröße des Variators.
- Großes übertragbares Drehmoment
- Hoher Wirkungsgrad

Die **Spreizung** gibt an, welchen Übersetzungsbereich ein Getriebe zur Verfügung stellt.

Die Spreizung wird als Verhältniszahl angegeben. Die Anfahrübersetzung dividiert durch die Spreizung ergibt die Endübersetzung.
Generell ist eine große Spreizung von Vorteil, da sowohl eine hohe Anfahrübersetzung (gute Dynamik) als auch eine geringe Endüber-setzung (niedriger Verbrauch) zur Verfügung stehen.
Insbesondere gilt dies natürlich für ein CVT-Konzept, da praktisch alle Zwischenstufen zur Verfügung stehen und es keinen unpassenden „Gangsprung“ mehr gibt.



Aufbau und Funktion

Bei einer herkömmlichen Kette sind die Kettenlaschen über den Gelenkbolzen beweglich miteinander verbunden. Zur Drehmomentübertragung greift ein Zahnrad zwischen den Laschen auf die Bolzen.

Anders die Technik bei der CVT-Kette.

Die CVT-Kette besteht aus den nebeneinander gereihten Kettenlaschen, die mit jeweils zwei Wiegedruckstücken endlos verbunden sind.

Bei der CVT-Kette werden die seitlich überstehenden Wiegedruckstücke zwischen den Kegelscheiben des Variators „eingeklemmt“, indem die Kegelscheiben gegeneinander gedrückt werden.

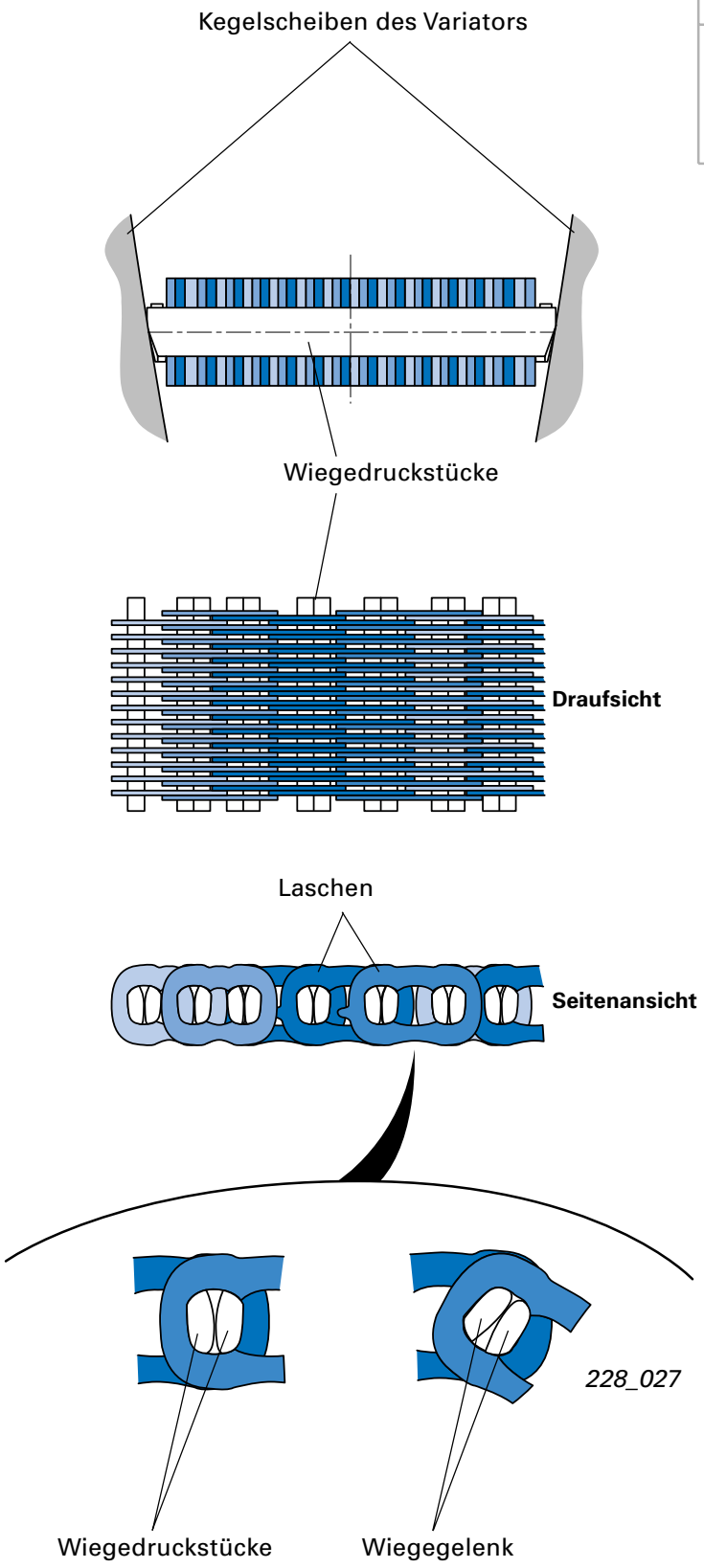
Das Drehmoment wird nur durch die Reibkraft zwischen Stirnfläche der Wiegedruckstücke zu den Anlageflächen der Kegelscheiben übertragen.

So funktioniert es:

Die Wiegedruckstücke sind jeweils mit einer Laschenreihe verdrehfest verbunden. Zwei Wiegedruckstücke bilden ein sogenanntes Wiegegelenk.

Die Technik besteht nun darin, dass sich beim „Umschlingen“ der Kette in den Laufradius der Kegelscheiben die Wiegedruckstücke aneinander abwälzen und somit fast reibungsfrei abrollen.

Auf diese Weise können trotz hoher Drehmomente und großer Beugewinkel Verlustleistung und Verschleiß auf ein Minimum reduziert werden. Dies führt zu langer Lebensdauer und optimalem Wirkungsgrad.

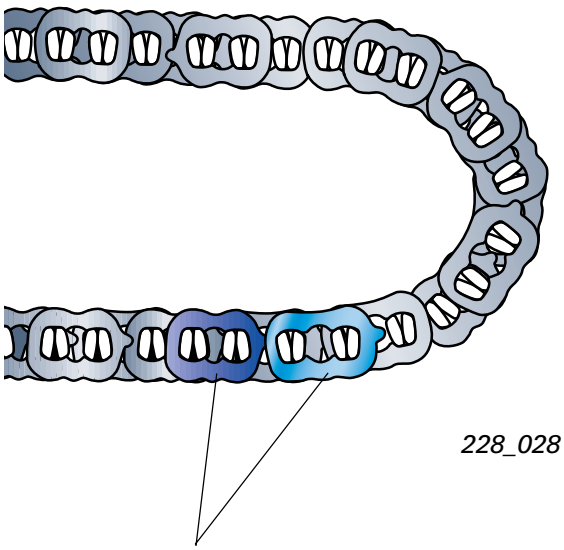


Akustikmaßnahmen

Um einen weitgehend geräuscharmen Lauf der Kette zu gewährleisten, werden zwei verschiedene Laschenlängen verwendet.

Bei der Verwendung einer konstanten Laschenlänge treffen die Wiegedruckstücke in gleichen Abständen auf die Kegelscheiben und erzeugen Schwingungen, die unangenehme Geräusche verursachen.

Durch Verwendung verschiedener Laschenlängen wird die Resonanz gestört und das Laufgeräusch minimiert.



228_028

Unterschiedliche Laschenlängen

Die Ölversorgung

Bei der multitronic® hängt die Kraftübertragung sowohl von der Stromversorgung als auch von der Hydraulik ab.

Ohne Strom und ausreichende Ölversorgung läuft nichts.

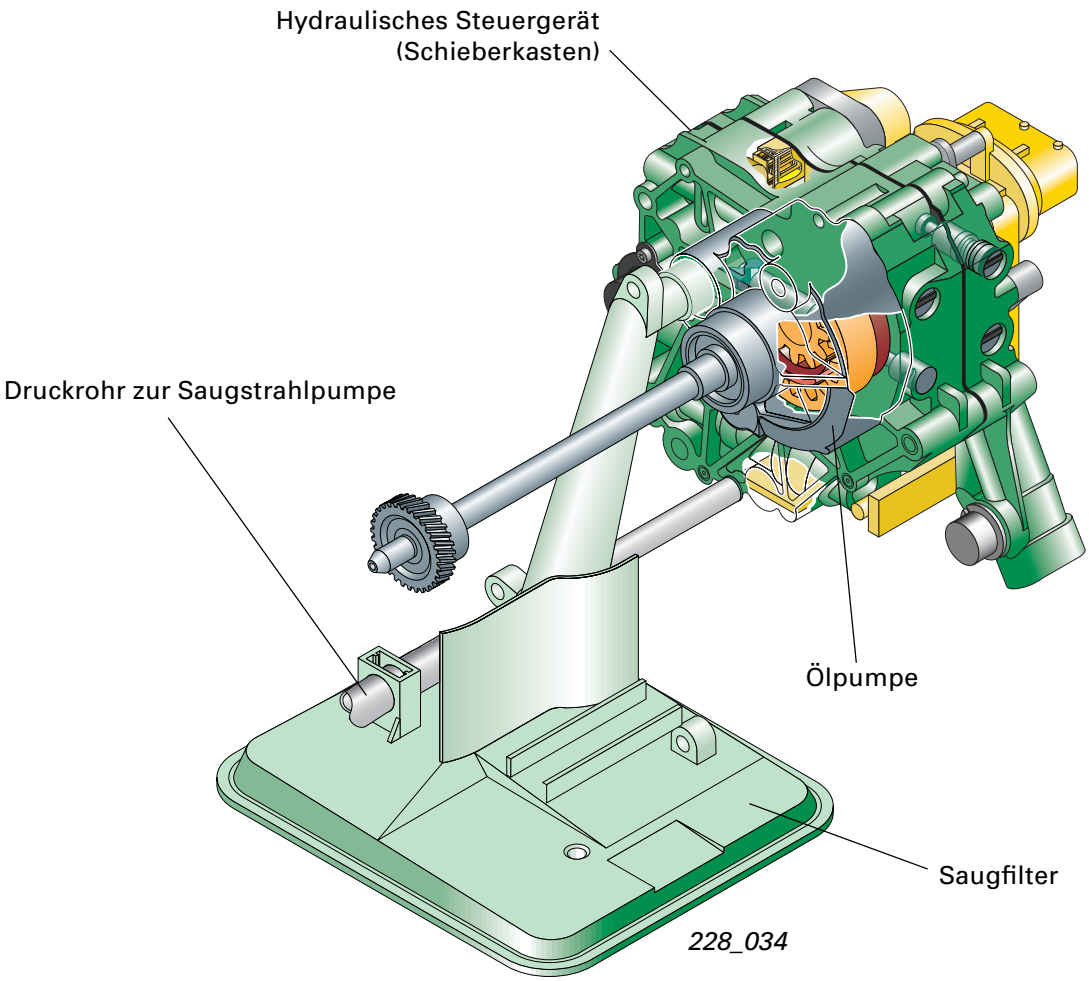
Die dazu von der Ölpumpe aufgebrachte Pumpleistung stellt den Hauptenergiebedarf des Getriebes dar und ist somit maßgebend für dessen Gesamtwirkungsgrad.

Die bisher beschriebenen Systeme wurden deswegen auf geringsten Ölbedarf konstruiert und eine innovative Ölversorgung entwickelt.

Die Ölpumpe

Zur Vermeidung von unnötigen Schnittstellen ist die Ölpumpe direkt an das hydraulische Steuergerät montiert. Diese Bauart bildet zusammen mit dem Steuergerät eine kompakte Einheit, verringert die Druckverluste und ist zudem kostengünstig in der Fertigung.

Die multitronic® ist mit einer wirkungsgradoptimierten Sichelpumpe ausgestattet. Sie liefert die erforderlichen Drücke bei vergleichsweise geringer Ölmenge.
Eine Saugstrahlpumpe liefert zusätzlich die geforderte Ölmenge bei niedrigem Druck für die Kupplungskühlung.
Die Sichelpumpe ist als kompaktes Bauteil in das hydraulische Steuergerät integriert und wird direkt von der Eingangswelle über Stirnrad und Pumpenwelle angetrieben.



Getriebe-Baugruppen

Als Besonderheit der Ölpumpe ist hier der Axialspalt- sowie der Radialspaltausgleich zu nennen.

Um bei niedrigen Drehzahlen bereits hohe Drücke realisieren zu können, ist eine Pumpe erforderlich, die eine gute „interne Abdichtung" aufweist.

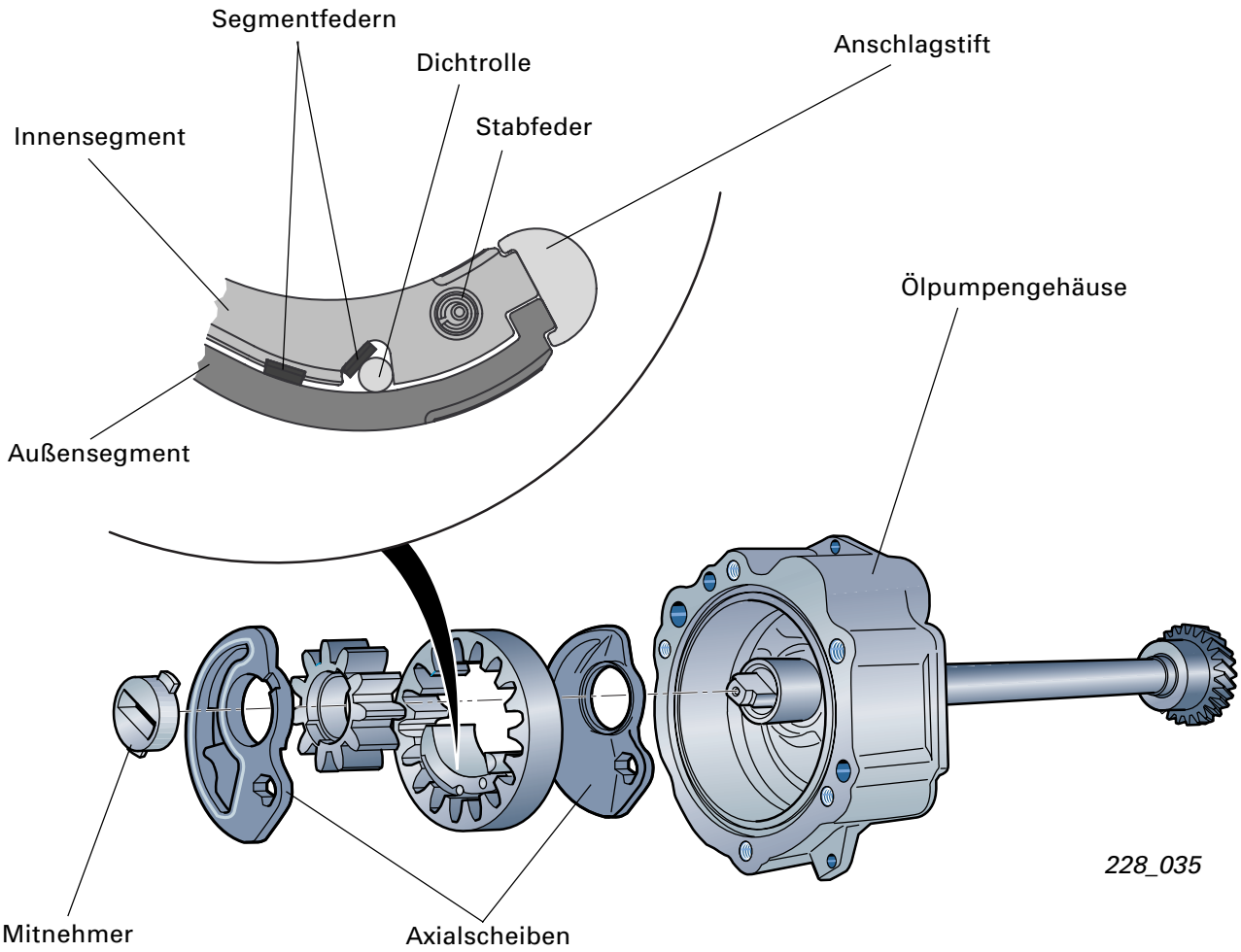
Aufgrund von Bauteiltoleranzen erfüllen Ölpumpen in herkömmlicher Bauweise diese Anforderungen nicht.

Mit „interner Abdichtung" ist die innere Dichtheit der Pumpe gemeint.

Je nach Toleranzlage der Bauteile sind die axialen Spalte (Spiele) zwischen den Zahnrädern und dem Gehäuse sowie die radialen Spalte (Spiele) zwischen den Zahnrädern und der Sichel größer oder kleiner.

Der erzeugte Druck kann so mehr oder weniger „intern" entweichen.

Die Folge ist Druckverlust und die Minderung des Wirkungsgrades.

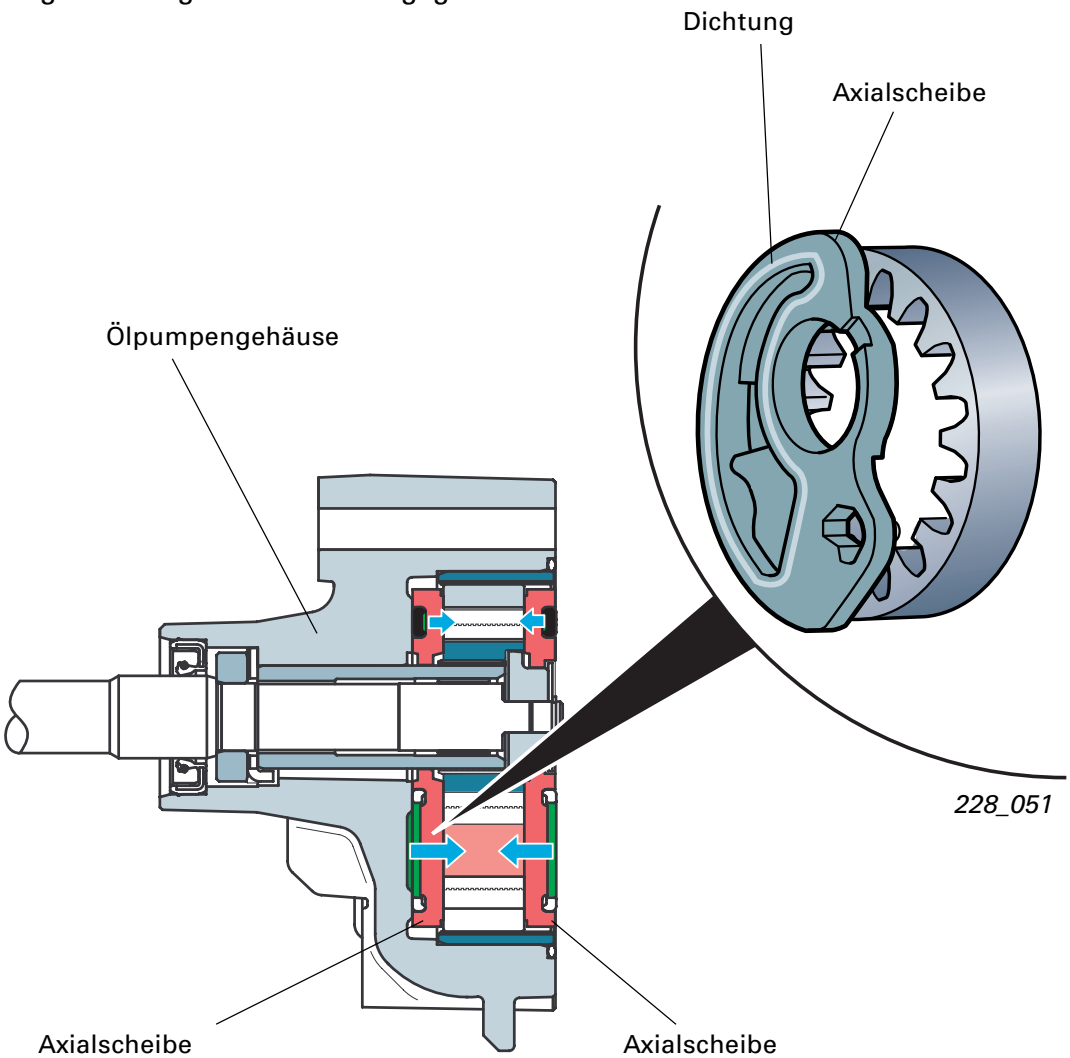


Der Axialspaltausgleich

Zwei Axialscheiben überdecken den Druckbereich der Pumpe und bilden ein separates Druckgehäuse in der Pumpe. Sie dichten den Pumpendruckraum seitlich (axial) ab. Dabei stützen sie sich, mit spezieller Dichtung versehen, gegen das Ölpumpengehäuse bzw. die Pumpenplatte des hydraulischen Steuergeräts.

Die Axialscheiben sind so ausgeführt, dass der Pumpendruck zwischen den Axialscheiben und dem Gehäuse wirken kann. Die Dichtung sorgt dafür, dass der Druck nicht entweichen kann. Mit steigendem Pumpendruck werden die Axialscheiben stärker an die Sichel sowie an die Pumpenräder gedrückt und somit das axiale Spiel ausgeglichen.

Durch den Axialspalt- und Radialspaltausgleich erreicht man trotz kompakter Bauweise die geforderten hohen Drücke bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad.

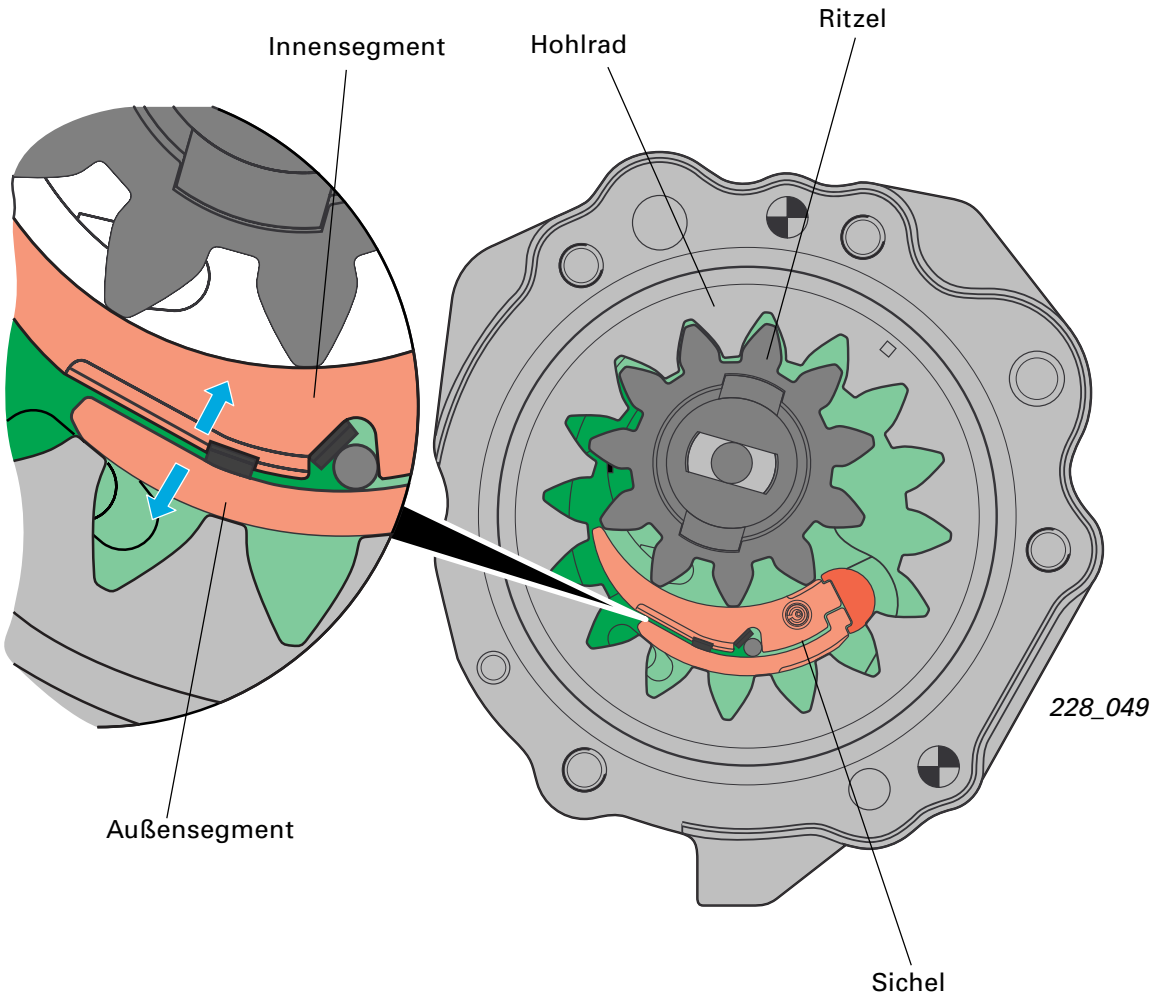


Der Radialspaltausgleich

Der Radialspaltausgleich kompensiert die radialen Spalte zwischen Sichel und Zahnrädern (Ritzel und Hohlrad).
Dazu ist die Sichel in zwei Segmente geteilt, das **Innensegment** und das **Außensegment**.

Das Innensegment dichtet den Druckraum zum Ritzel ab. Außerdem hält es das Außensegment in radialer Richtung.
Das Außensegment dichtet den Druckraum zum Hohlrad ab.
Der Pumpendruck gelangt zwischen die beiden Segmente und mit steigendem Pumpendruck werden sie stärker gegen Ritzel und Hohlrad gedrückt, wobei der radiale Spalt ausgeglichen wird.

Die Segmentfedern sorgen in drucklosem Zustand für eine Grundanpressung der Segmente sowie der Dichtrolle und verbessern das Ansaugverhalten der Ölpumpe.
Sie stellen außerdem sicher, dass der Pumpendruck zwischen den Segmenten und auf die Dichtrolle wirken kann.



Die Saugstrahlpumpe

Die ausreichende Kühlung der beiden Kupplungen erfordert vor allem beim Anfahren (hohe Wärmeentwicklung durch Schlupf) größere Ölmengen als die Innenzahnradpumpe liefern kann.
Um die zur Kupplungskühlung erforderliche Ölmenge bereitzustellen, ist in das Kupplungskühlsystem eine Saugstrahlpumpe integriert.

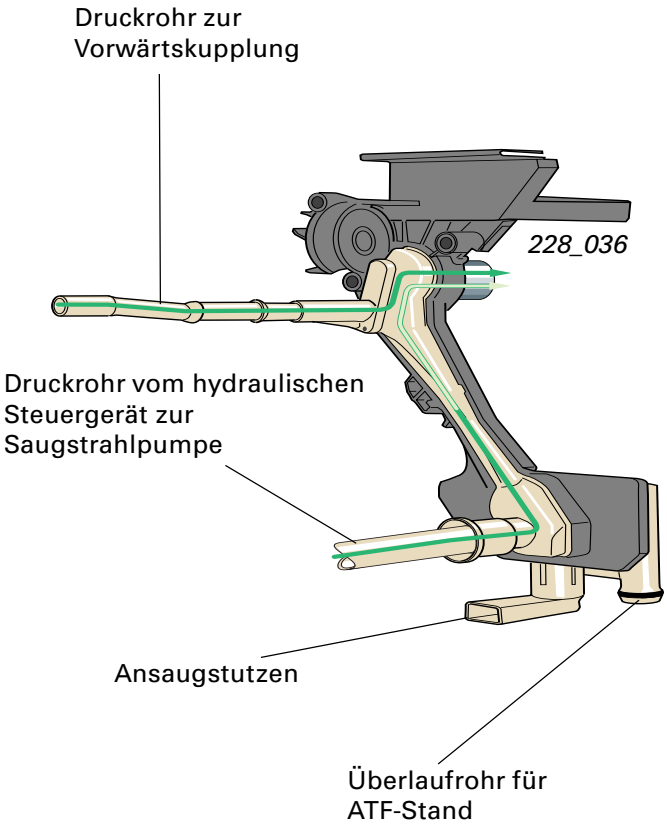
Die Saugstrahlpumpe ist in Kunststoff ausgeführt und ragt tief in den Ölsumpf.

So funktioniert es:

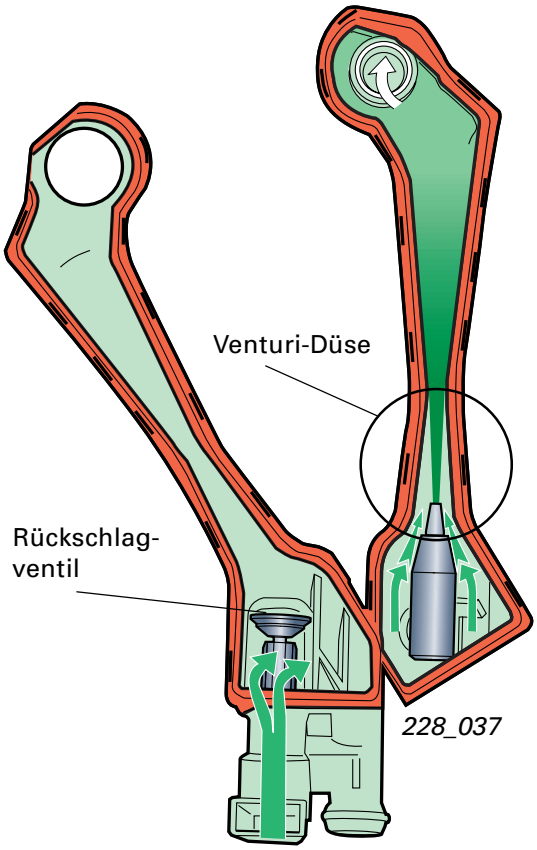
Die Saugstrahlpumpe arbeitet nach dem Venturi-Prinzip.
Bei Kühlbedarf wird das von der Ölpumpe bereitgestellte Kühlöl (Drucköl) als „Treibstrahl“ durch die Saugstrahlpumpe geleitet. Beim Durchströmen entsteht ein Unterdruck, der Öl aus dem Ölsumpf ansaugt und zusammen mit dem Treibstrahl eine große, fast drucklose Ölmenge bildet.
Somit wird die Kühlölmenge im Bedarfsfall ohne zusätzliche Pumpenleistung nahezu verdoppelt.

Ein Rückschlagventil verhindert ein Leerlaufen der Saugstrahlpumpe und ermöglicht ein schnelles Ansprechen der Kühlölförderung.

Ansicht Saugstrahlpumpe



Saugstrahlpumpe geschnitten und aufgeklappt

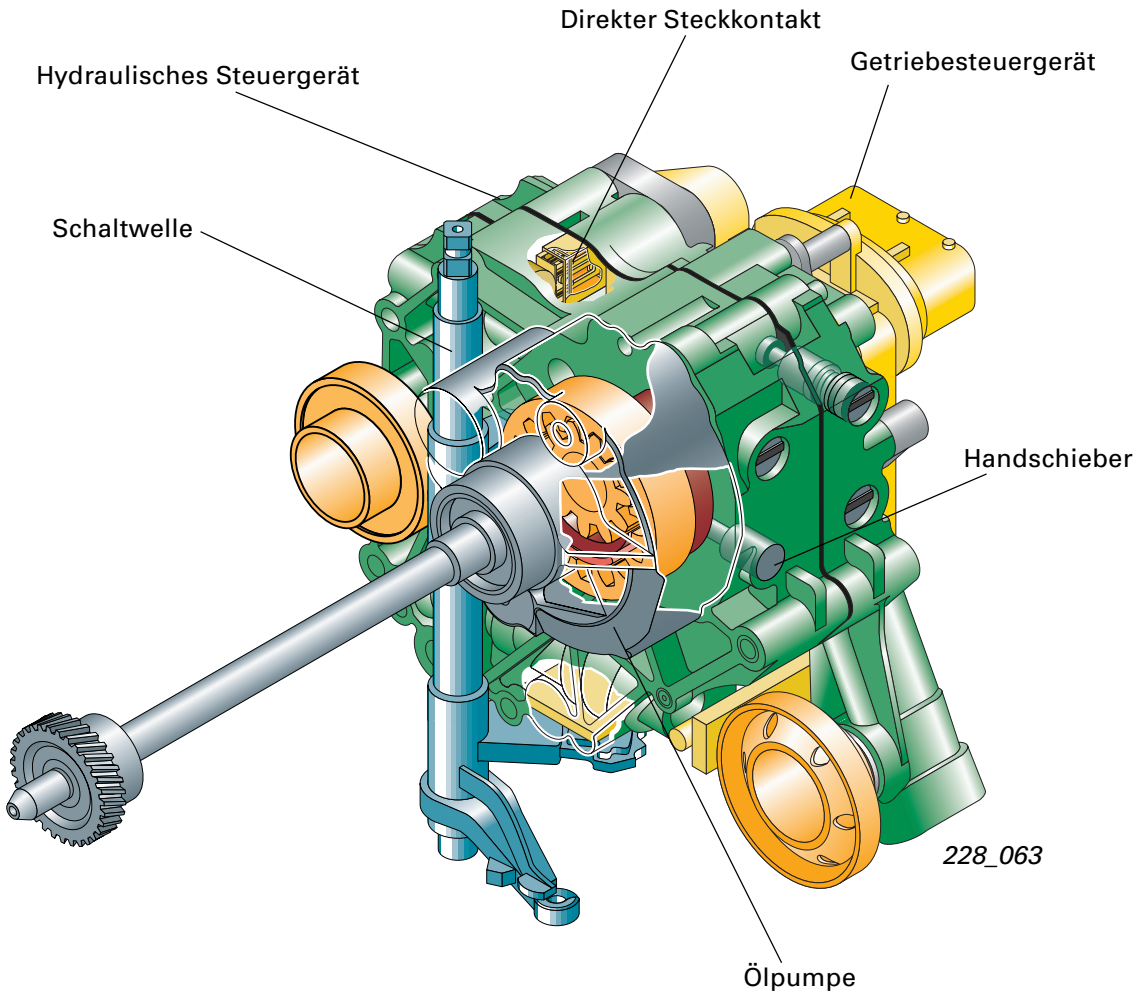


Elektronisch-hydraulische Steuerung

Als Neuheit ist die Zusammenfassung von Ölpumpe, hydraulischem Steuergerät (Schieberkasten) und Getriebesteuergerät zu einer kompakten, komplett montierten Einheit zu nennen.

Das hydraulische Steuergerät beinhaltet den Handschieber, neun hydraulische Ventile und drei elektromagnetische Drucksteuerventile.

Das hydraulische Steuergerät und das Getriebesteuergerät sind elektrisch mit direkten Steckkontakten miteinander verbunden.

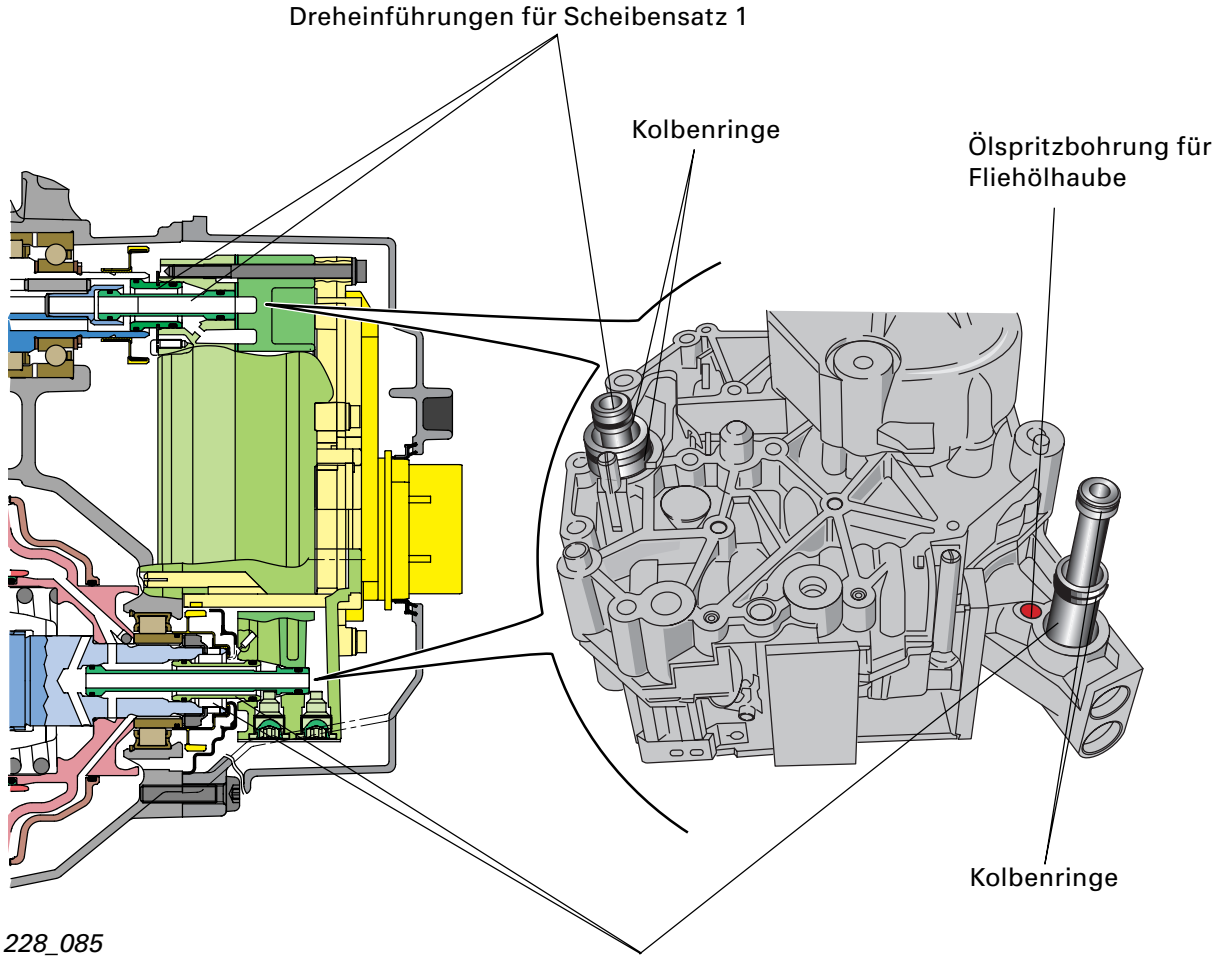


Folgende Funktionen werden vom hydraulischen Steuergerät ausgeführt:

- Steuerung der Vorwärts-Rückwärtskupplung
- Kupplungsdruckregelung
- Kupplungskühlung
- Druckölversorgung der Anpressregelung
- Übersetzungssteuerung
- Versorgung der Fliehölhaube

Über sogenannte „Dreheinführungen" steht das hydraulische Steuergerät direkt mit dem Scheibensatz 1 bzw. dem Scheibensatz 2 in Verbindung.

Die Dreheinführungen sind über Kolbenringe abgedichtet.



228_085

Getriebe-Baugruppen

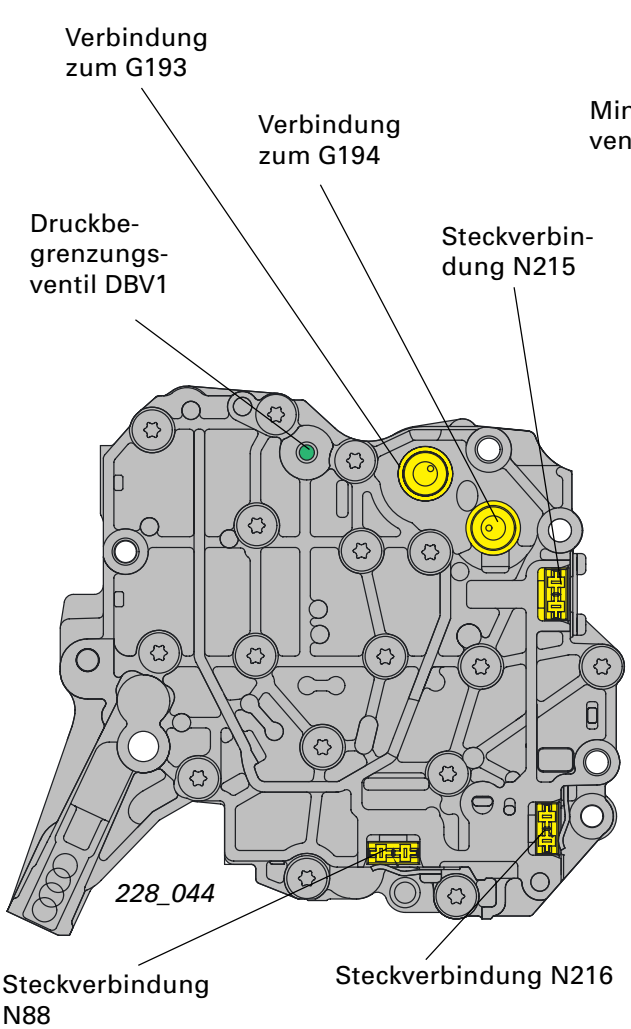
Nachfolgend die Beschreibung der Ventile, soweit sie in den Baugruppen/Funktionen noch nicht behandelt wurden.

Zum Schutz der Bauteile begrenzt das **Druckbegrenzungsventil DBV1** den Pumpendruck auf max. 82 bar.

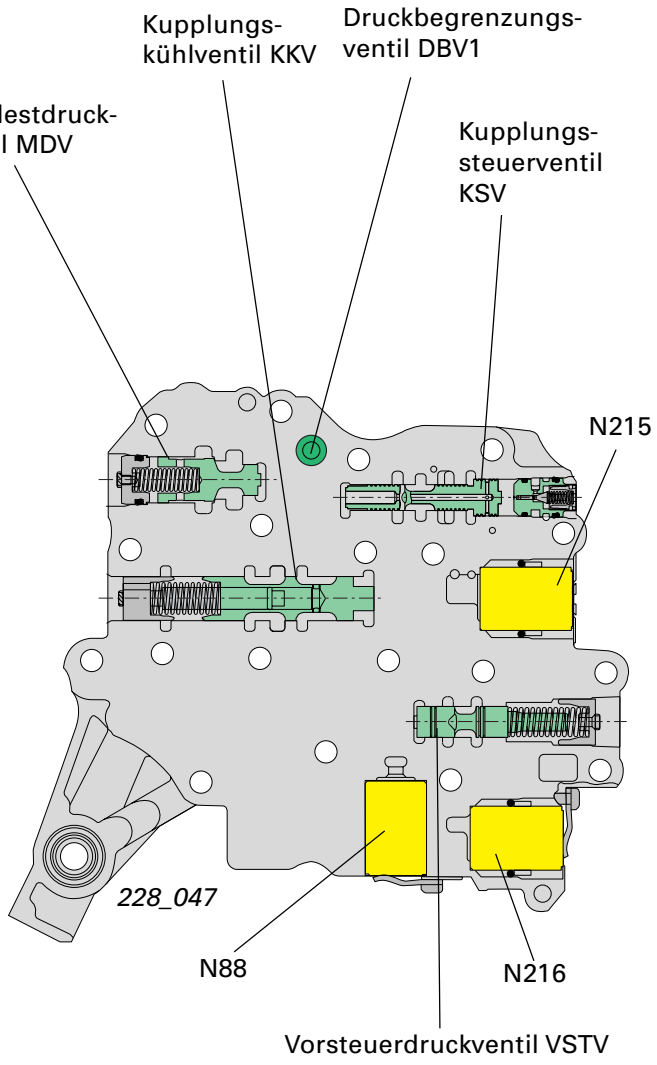
Über das **Vorsteuerdruckventil VSTV** werden die Drucksteuerventile mit einem konstanten Vorsteuerdruck von 5 bar versorgt.

Das **Mindestdruckventil MDV** verhindert, dass die Ölpumpe während des Motorstarts Luft ansaugt.
Bei hoher Pumpleistung öffnet das MDV und leitet das vom Ölrücklauf kommende Öl zur Saugseite der Ölpumpe, wodurch der Wirkungsgrad verbessert wird.

Hydraulisches Steuergerät (Getriebesteuergerät abgebaut)



Schnitt Ventilplatte

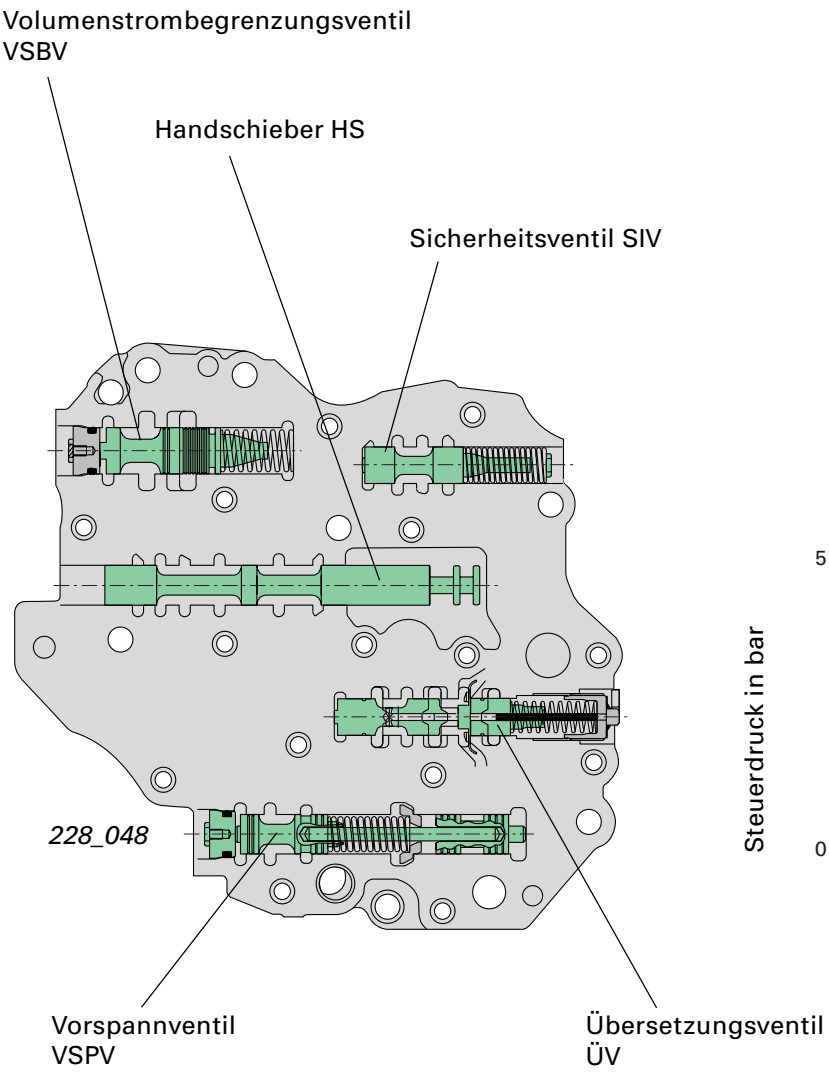


Das **Vorspannventil VSPV** steuert den Systemdruck so, dass immer ausreichend Öldruck für die jeweilige Funktion (Anpressung oder Verstellung) zur Verfügung steht.

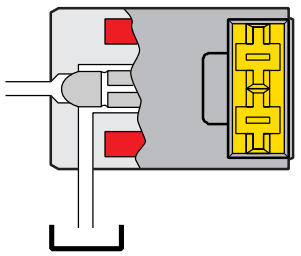
Die Ventile **N88**, **N215** und **N216** sind als sogenannte Drucksteuerventile ausgeführt. Sie setzen einen elektrischen Steuerstrom in einen proportionalen, hydraulischen Steuerdruck um.

Das **N88** (Magnetventil 1) erfüllt zwei Funktionen: Es steuert das Kupplungskühlventil KKV und das Sicherheitsventil SIV an.
Das **N215** (Druckregelventil 1 für autom. Getriebe) steuert das Kupplungssteuerventil KSV an.
Das **N216** (Druckregelventil 2 für autom. Getriebe) steuert das Übersetzungsventil ÜV an.

Schnitt Pumpenplatte

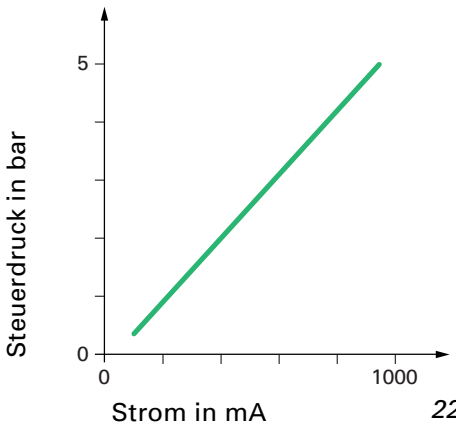


Drucksteuerventil
(Proportionalventil)



228_101

Diagramm Drucksteuerventil



228_100

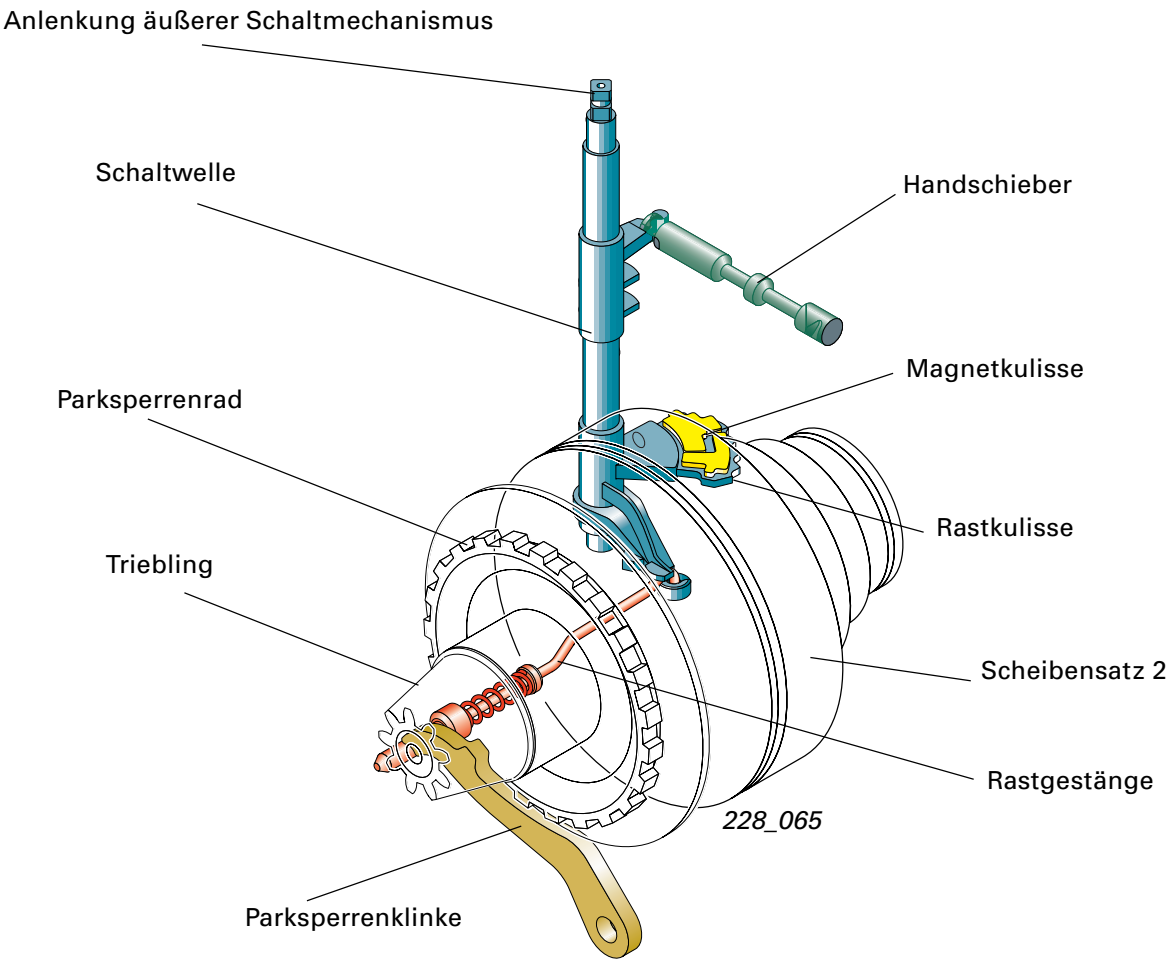
Schaltwelle und Parksperre

Nach wie vor besteht eine mechanische Verbindung (Seilzug) zwischen Wählhebel und Getriebe zur Übertragung der Wählhebelstellungen P, R, N und D.

Über die Schaltwelle werden folgende Funktionen ausgeführt:

- Betätigung des Handschiebers im hydraulischen Steuergerät und damit die mechanisch-hydraulische Festlegung des Fahrzustandes (Vorwärts/Rückwärts/Neutral)
- Betätigung der Parksperre
- Betätigung des Multifunktionsschalters zur elektrischen Erkennung der Wählhebelstellung

In Wählhebelstellung P wird das Rastgestänge axial verschoben, sodass die Parksperrenklinke gegen das Parksperrenrad gedrückt wird und damit die Parksperre eingelegt ist.
Das Parksperrenrad ist mit dem Triebling fest verbunden.



Getriebegehäuse/Leitungs- und Dichtsysteme

Manteldichtringsystem

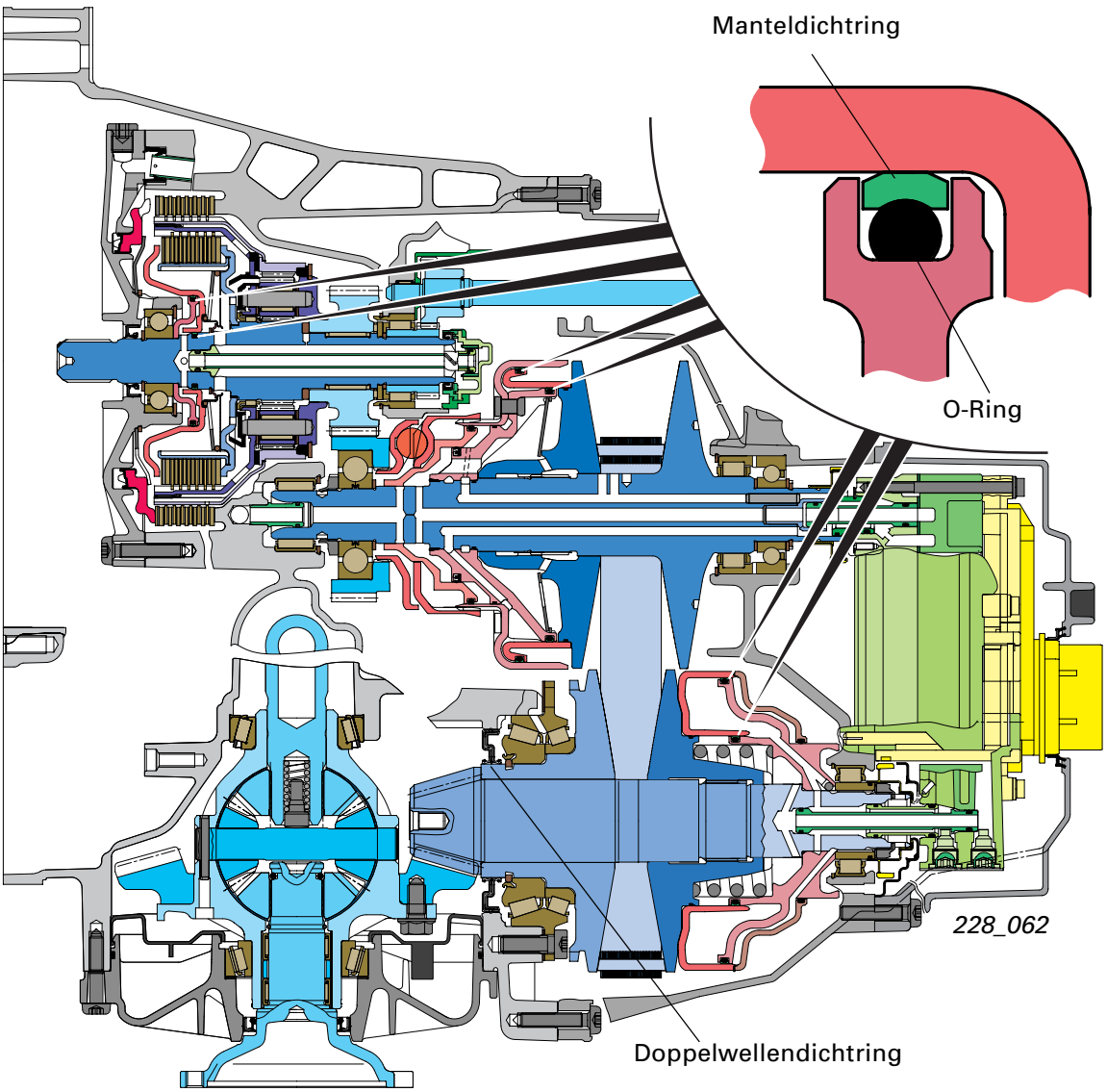
Die multitronic® ist mit einem neuartigen Manteldichtringsystem ausgestattet.
Die Manteldichtringe dichten den Anpress- und Verstellzylinder des Primärscheibensatzes und Sekundärscheibensatzes und den Kolben für die Vorwärtskupplung ab.

Der O-Ring hat die zwei Aufgaben:
Anpressen des Manteldichtrings und Abdichtung.

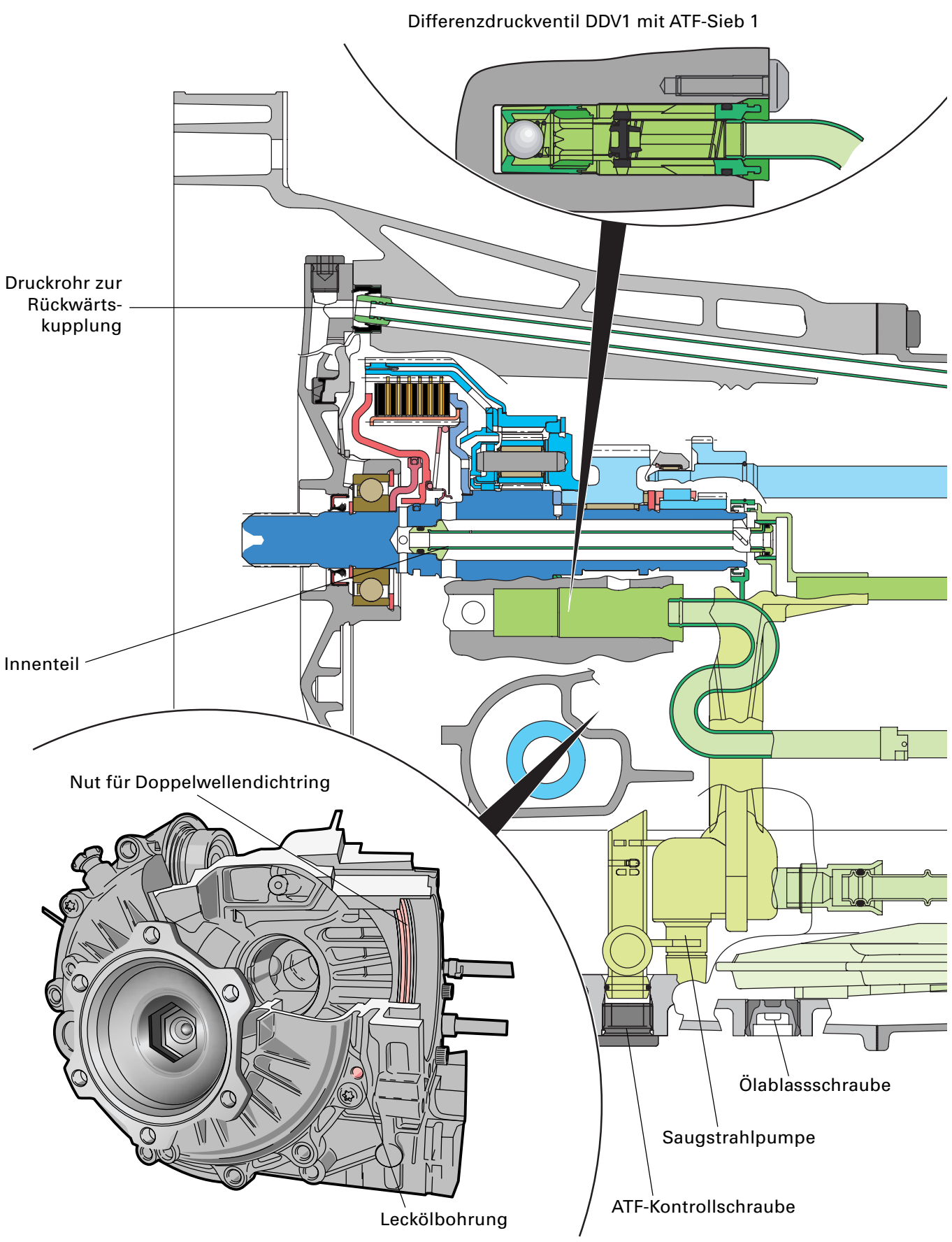
Die Anpressung des Manteldichtrings wird durch den anliegenden Öldruck unterstützt.

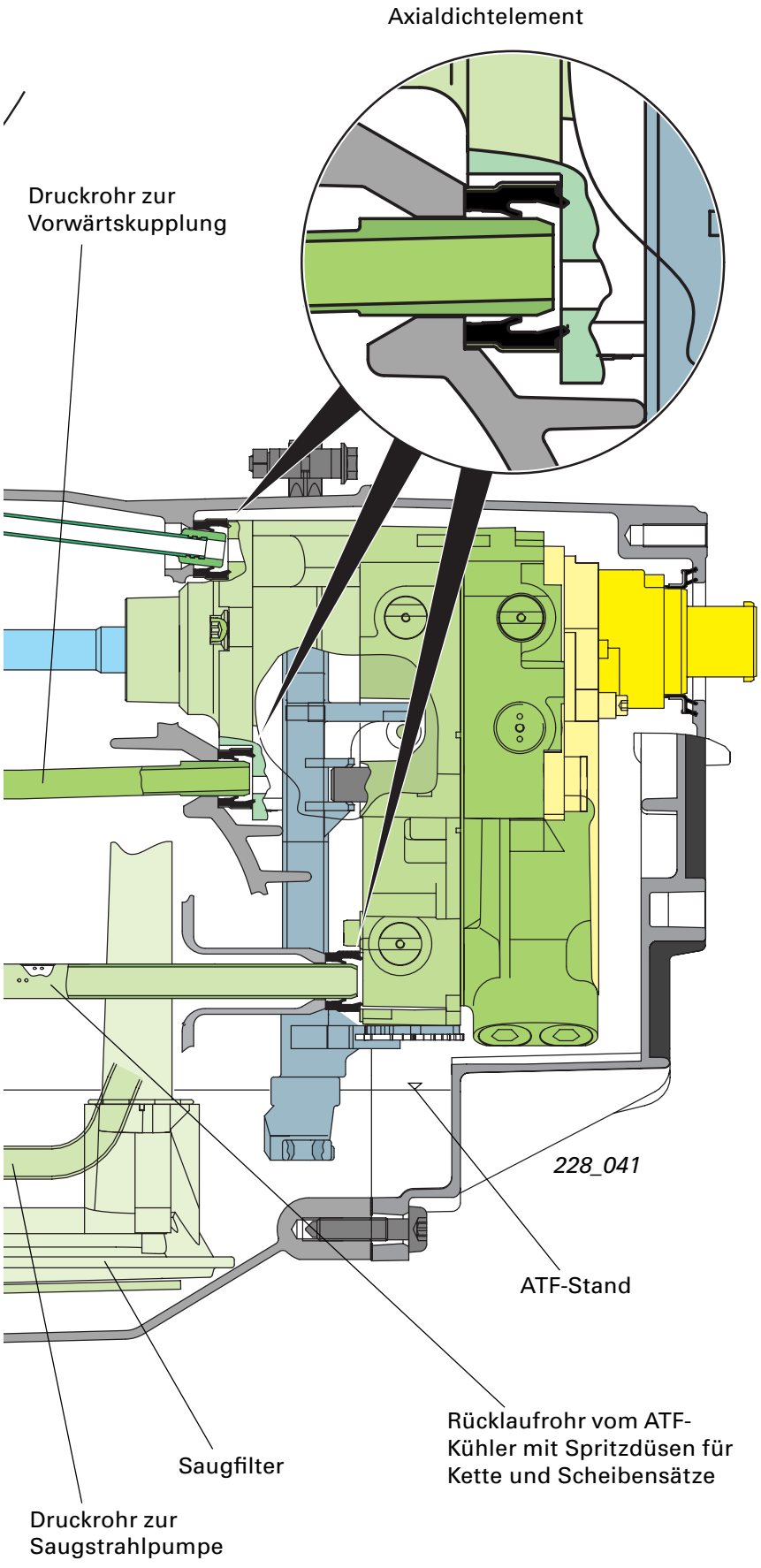
Vorteile des Manteldichtringsystems:

- Gute Gleiteigenschaften
- Geringe Verschiebekräfte
- Verschleißarm
- Stabil bei hohen Drücken



Getriebe-Baugruppen



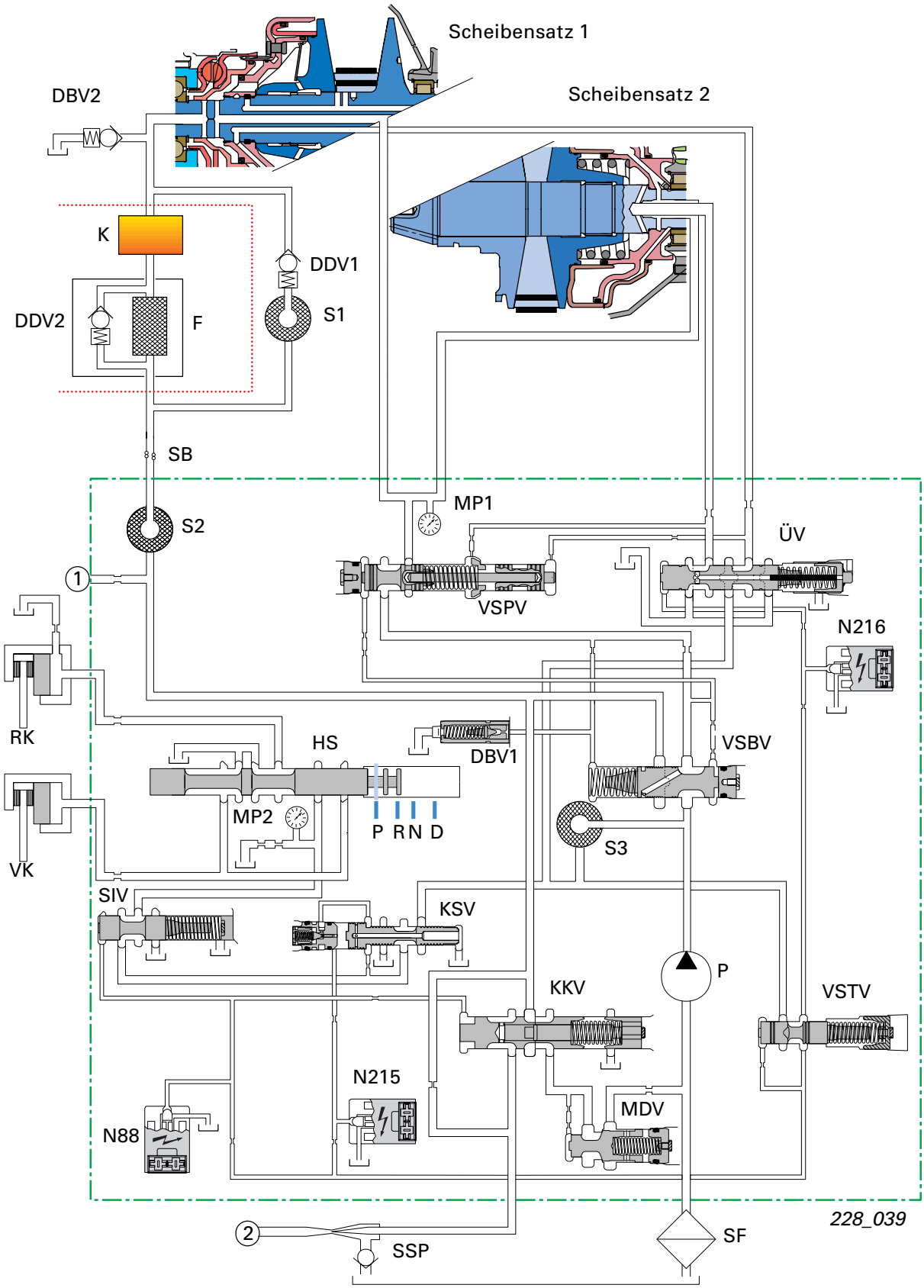


Aus Gründen der Gewichtsreduzierung ist das dreiteilige Getriebegehäuse aus der Magnesiumlegierung AZ91 HP gefertigt.
Diese Legierung ist sehr korrosionsbeständig, lässt sich gut bearbeiten und weist gegenüber einer herkömmlichen Aluminiumlegierung einen Gewichtsvorteil von 8 kg auf.
Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass das ATF-Drucköl nicht (wie bei Automatikgetrieben üblich) über Gehäusekanäle, sondern fast ausschließlich über Rohrleitungen verteilt wird.

Zur Abdichtung der Rohrleitungsverbindungen werden sogenannte Axialdichtelemente verwendet.
Die Axialdichtelemente der Druckrohrleitungen besitzen zwei Dichtlippen, die sich durch den Öldruck verstärkt anpressen und so für eine zuverlässige Abdichtung sorgen. Mit dieser Technik können auch schräg verlaufende Rohrverbindungen problemlos abgedichtet werden (z. B. Druckrohr zur Rückwärtskupplung).
Das Axialdichtelement am Ansaugstutzen der Ölpumpe ist mit Dichtwulsten versehen, die aufgrund ihrer Anpresskraft abdichten.

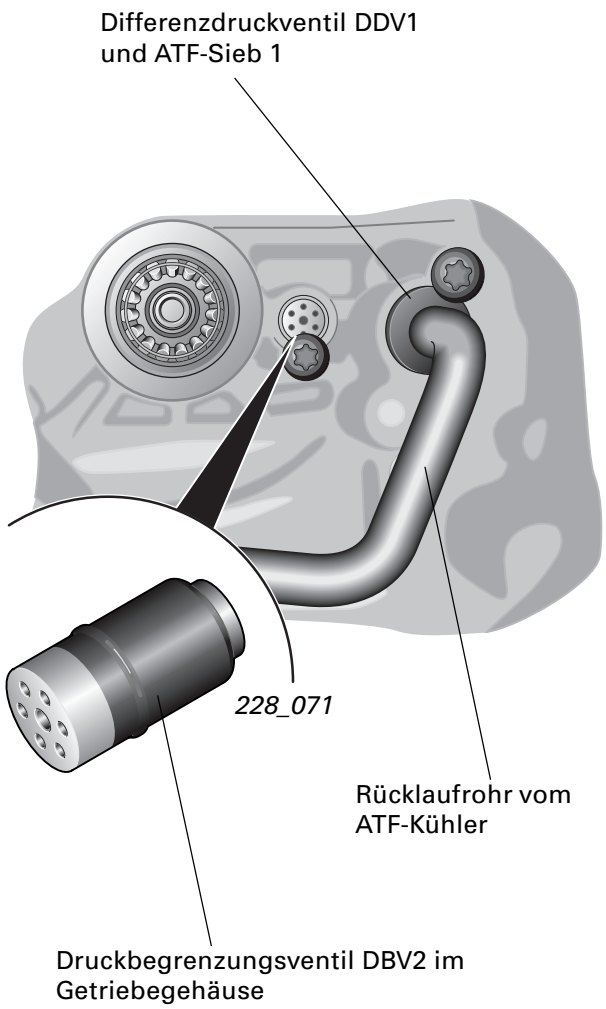
Für die Trennung des ATF-Bereichs vom Achsantrieb-Ölbereich sorgt der Doppelwellendichtring (siehe Seite 57). Er verhindert, dass ATF in den Achsantrieb gelangt bzw. Öl aus dem Achsantrieb in den ATF-Bereich kommen kann.
An der Leckölbohrung werden Undichtigkeiten des Doppelwellendichtrings sichtbar.

Hydraulikplan



Erklärungen zum Hydraulikplan
(Wählhebelstellung P und Motor aus)

DBV1	Druckbegrenzungsventil 1
DBV2	Druckbegrenzungsventil 2
DDV1	Differenzdruckventil 1
DDV2	Differenzdruckventil 2
F	ATF-Filter
HS	Handschieber
K	ATF-Kühler
KKV	Kupplungskühlventil
KSV	Kupplungssteuerventil
MDV	Mindestdruckventil
MP1	Messpunkt für Anpressdruck (erfasst über G194)
MP2	Messpunkt für Kupplungsdruck (erfasst über G193)
N88	Magnetventil 1 (Kupplungskühlung/ Sicherheitsabschaltung)
N215	Druckregelventil -1- für autom. Getriebe (Kupplung)
N216	Druckregelventil -2- für autom. Getriebe (Übersetzung)
P	Ölpumpe
PRND	Wählhebelstellungen
RK	Rückwärtskupplung
S1	ATF-Sieb 1
S2	ATF-Sieb 2
S3	ATF-Sieb 3
SB	4 Spritzbohrungen zur Schmierung/ Kühlung der Scheibensätze
SF	ATF-Saugfilter
SIV	Sicherheitsventil
SSP	Saugstrahlpumpe
ÜV	Übersetzungsventil
VK	Vorwärtskupplung
VSBV	Volumenstrombegrenzungsventil
VSPV	Vorspannventil
VSTV	Vorsteuerdruckventil



① Zur Fliehölhaube

② Zu den Kupplungen

In den Ölsumpf

Hydraulisches Steuergerät

Fahrzeug-Peripherie

ATF-Kühlung

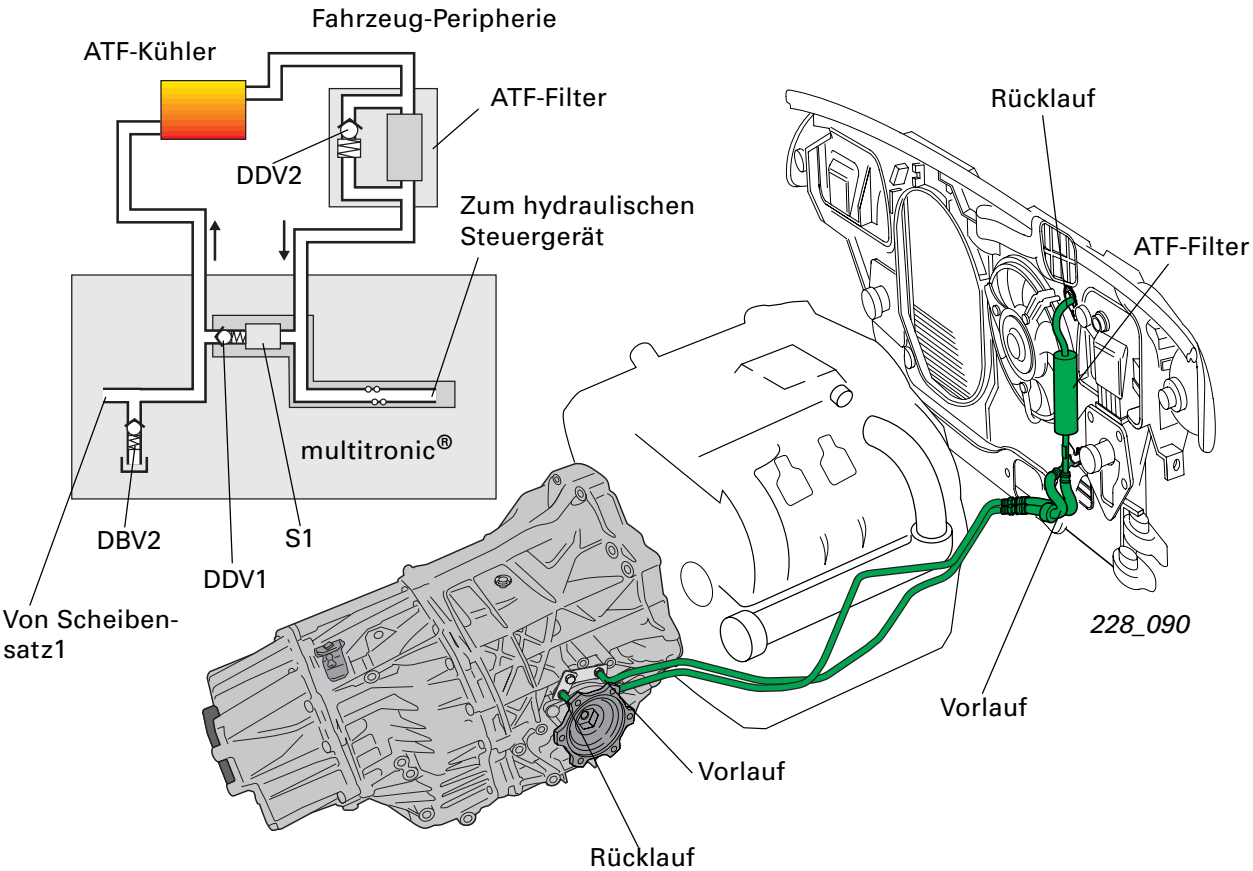
Das vom Scheibensatz 1 kommende ATF durchläuft zunächst den ATF-Kühler. Bevor es wieder der hydraulischen Steuerung zugeführt wird, durchströmt es den ATF-Filter.

Der ATF-Kühler ist wie bei den Stufenautomaten im „Motor-Kühler" integriert. Der Wärmeaustausch erfolgt an das Kühlmittel des Motor-Kühlkreislaufs (Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher).

Das Differenzdruckventil DDV1 schützt den ATF-Kühler vor zu hohen Drücken (ATF kalt). Bei kaltem ATF entsteht ein hoher Differenzdruck zwischen Vor- und Rücklauf. Bei einem definierten Differenzdruck öffnet das DDV1 und der Vorlauf ist mit dem Rücklauf kurzgeschlossen. Dies bewirkt zudem eine schnelle Erwärmung des ATFs.

Das Differenzdruckventil DDV2 öffnet bei zu hohem Durchflusswiderstand des ATF-Filters (z. B. Filter verstopft). Dies verhindert, dass durch den Rückstaudruck das DDV1 öffnet und die ATF-Kühlung unwirksam wird.

Bei undichtem ATF-Kühler gelangt Kühlmittel in das ATF. Bereits geringe Mengen von Kühlmittel im ATF führen zu Beeinträchtigungen in der Kupplungsregelung.



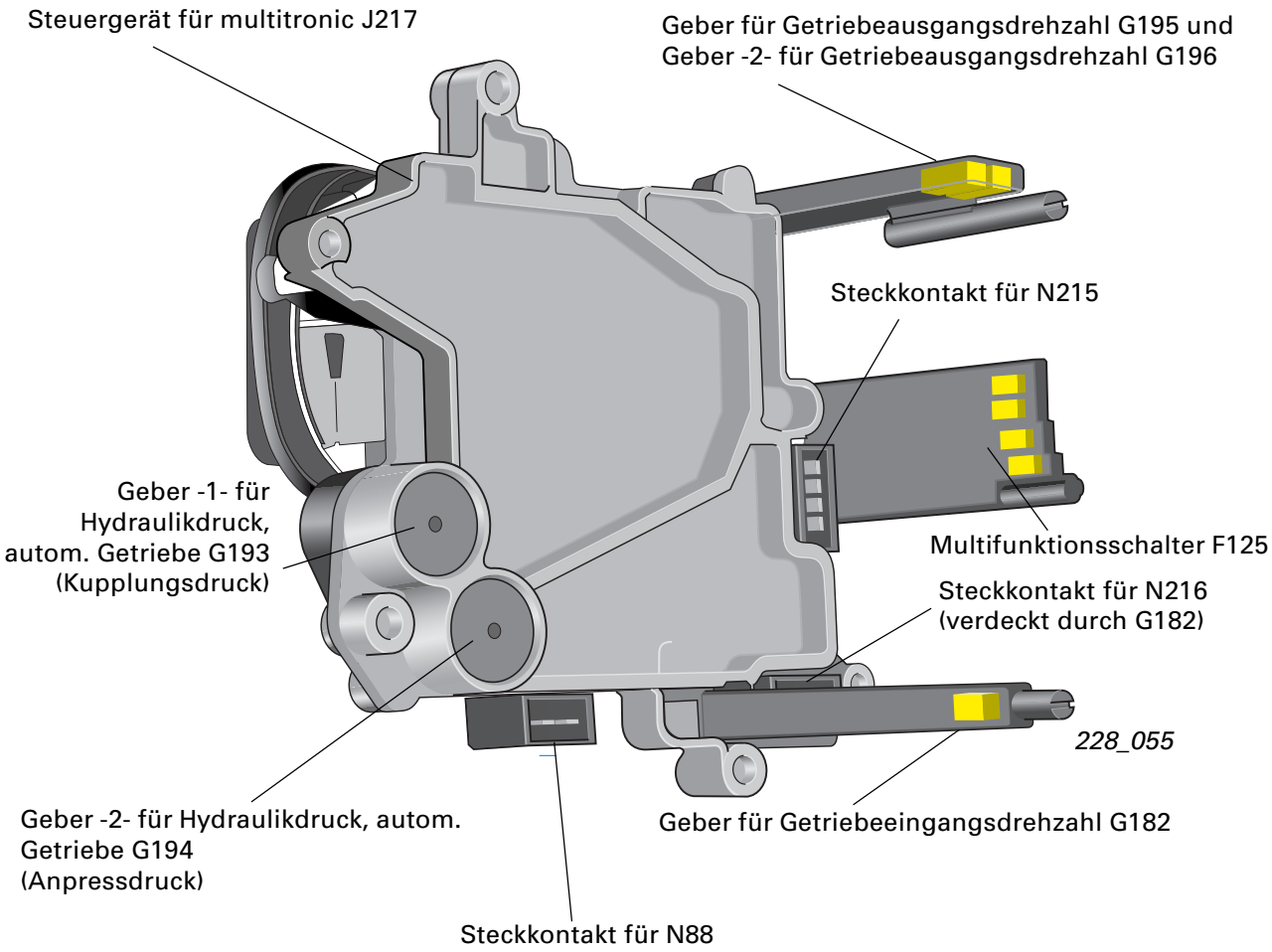
Steuergerät für multitronic J217

Eine Besonderheit der multitronic® ist die Integration der elektronischen Steuerung (Steuergerät) in das Getriebe.
Das Steuergerät ist direkt auf das hydraulische Steuergerät aufgeschraubt.

Die Verbindung zu den drei Druckregelventilen erfolgt direkt vom Steuergerät über robuste Steckkontakte (Schnabelkontakte) ohne jegliche Leitungsverbindungen. Die Schnittstelle zum Fahrzeug bildet ein 25-poliger Kompaktstecker.

Eine weitere Neuheit ist die Integration der Sensorik in das Steuergerät.

- F125 - Multifunktionsschalter
- G182 - Geber für Getriebeeingangsdrehzahl
- G195 - Geber für Getriebeausgangsdrehzahl
- G196 - Geber -2- für Getriebeausgangsdrehzahl
- G93 - Geber für Getriebeöltemperatur
- G193 - Geber -1- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe (Kupplungsdruck)
- G194 - Geber -2- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe (Anpressdruck)



Getriebesteuerung

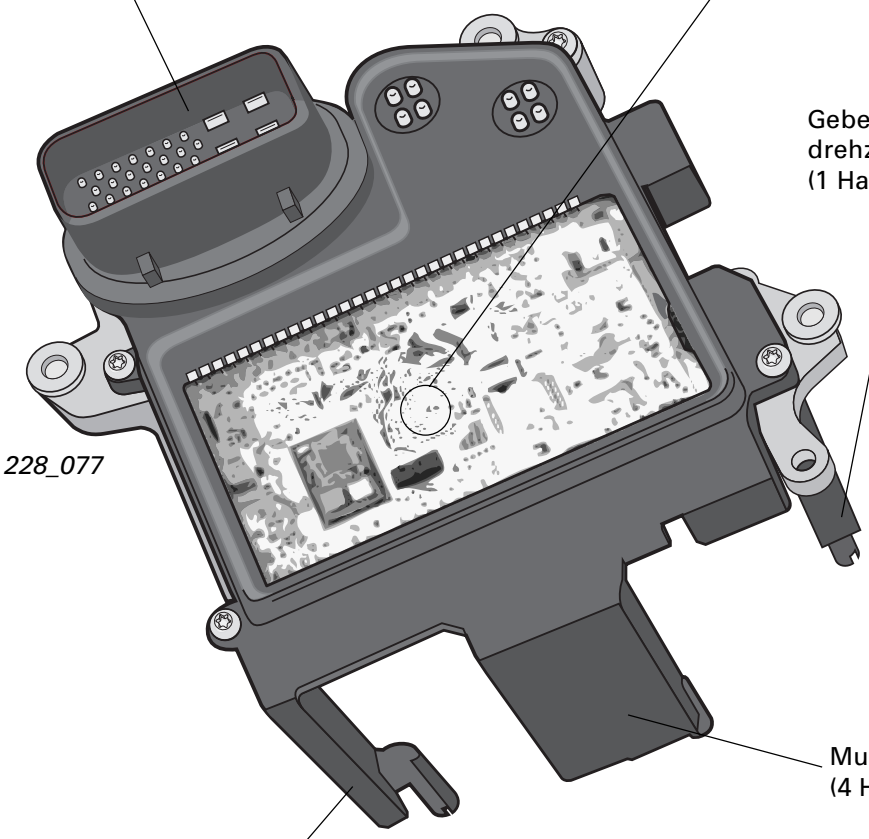
Eine stabile Aluminimplatte bildet den Grundträger für die Elektronik und dient der Wärmeableitung. Das Gehäuse ist aus Kunststoff gefertigt und mit dem Grundträger dicht vernietet. Es beinhaltet sämtliche Sensoren, wodurch weder Leitungen noch Steckkontakte nötig sind.

Da der Großteil aller elektrischen Ausfälle auf Leitungen und Steckkontakte fällt, erzielt man mit dieser Konstruktion eine sehr hohe Zuverlässigkeit.

Die Drehzahlgeber und der Multifunktionsschalter sind als Hall-Sensoren ausgeführt.

Hall-Sensoren arbeiten ohne mechanischen Verschleiß. Ihr Signal ist unempfindlich gegen elektromagnetische Einflüsse, was die Zuverlässigkeit nochmals verbessert.

Auf Grund der wenigen Schnittstellen zum Getriebesteuergerät wurde auf einen separaten Leitungssatz für die multitronic® verzichtet.
Die Verkabelung ist im Motor-Leitungssatz integriert.



Störungsanzeige

Fehler in der multitronic® werden größtenteils durch die umfangreiche Eigendiagnose erfasst.
Je nach Einfluss auf die multitronic® oder die Fahrsicherheit werden die Fehler dem Fahrer über die Wählhebelpositionsanzeige im Kombiinstrument signalisiert. In diesem Fall dient die Wählhebelpositionsanzeige zugleich als Störungsanzeige.

Bei Fehlern, die von der multitronic® erfasst werden, unterscheidet man 3 Zustände:

1. Der Fehler wird abgespeichert und ein Ersatzprogramm ermöglicht die Weiterfahrt (zum Teil mit Einschränkungen). Dem Fahrer wird dieser Zustand nicht signalisiert, da er weder für die Fahrsicherheit noch für die multitronic® kritisch ist. Wenn überhaupt, bemerkt der Fahrer anhand des Fahrverhaltens den Fehler und sucht automatisch einen Audi-Service-Partner auf.

2. Wie unter Punkt 1. beschrieben, zusätzlich signalisiert die Wählhebelpositionsanzeige durch invertierte Darstellung der Anzeige, dass ein Fehler vorliegt. Der Zustand ist für die Fahrsicherheit oder für die multitronic® noch nicht kritisch. Aber der Fahrer soll sobald als möglich einen Audi-Service-Partner aufsuchen, um den Fehler beheben zu lassen.

3. Wie unter Punkt 1. beschrieben, zusätzlich signalisiert die Wählhebelpositionsanzeige durch eine **blinkende** Anzeige, dass ein Fehler vorliegt. Der Zustand ist für die Fahrsicherheit oder für die multitronic® kritisch. Daher soll der Fahrer umgehend einen Audi-Service-Partner aufsuchen, um den Fehler beheben zu lassen.

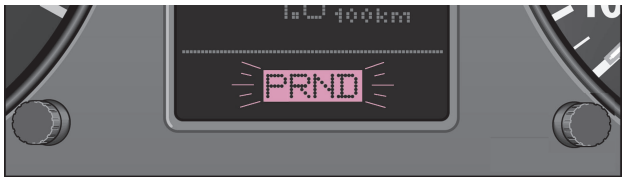
Bei blinkender Anzeige wird unter gewissen Voraussetzungen der Fahrbetrieb nur noch bis zum nächsten Anhalten aufrecht erhalten. Es kann anschließend nicht mehr weitergefahren werden!
In bestimmten Fällen kann durch einen Neustart der Fahrbetrieb wieder aufgenommen werden.



228_102



228_103



228_104

Sensoren

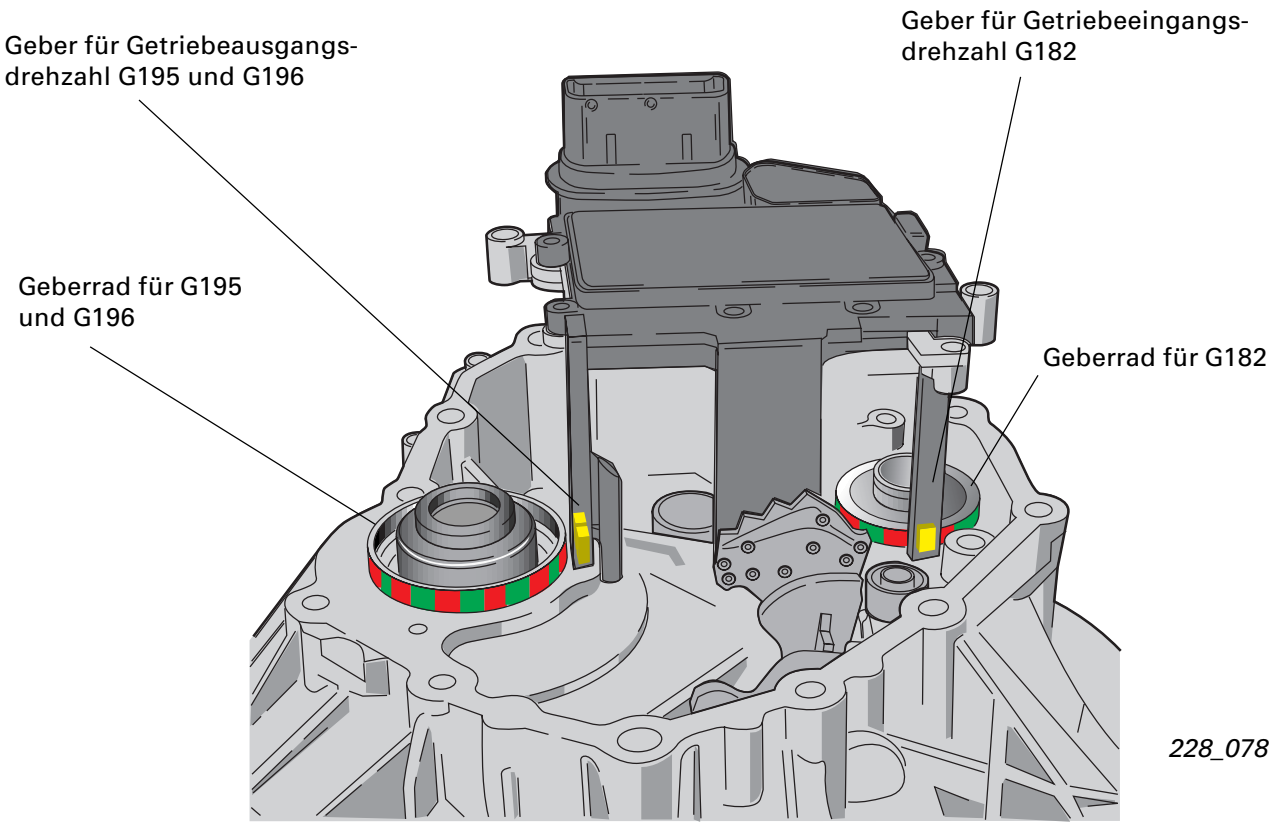
Die Signale der Sensoren können auf Grund der Integration des Steuergeräts in das Getriebe mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr gemessen werden. Eine Überprüfung kann nur mit den Diagnosetestern mittels „Fehler auslesen” und „Auslesen der Messwertblöcke” erfolgen.
Deshalb wird auf die Darstellung und Beschreibung der Sensorsignale verzichtet.

Bei Ausfall eines Sensors bildet das Getriebesteuergerät aus den Signalen der anderen Sensoren sowie den Informationen der vernetzten Steuergeräte Ersatzwerte. Dadurch kann der Fahrbetrieb aufrechterhalten werden.

Die Einflüsse auf das Fahrverhalten sind zum Teil so gering, dass der Fahrer den Ausfall eines Sensor nicht sofort bemerkt.
Ein weiterer Fehler kann jedoch schwerwiegendere Auswirkungen haben.

Die Sensoren sind fester Bestandteil des Getriebesteuergeräts.
Bei Ausfall eines Sensors muss das Getriebesteuergerät ersetzt werden.

Geber für Getriebeeingangsdrehzahl G182 und Geber für Getriebeausgangsdrehzahl G195 und G196



228_078

Der **Geber G182** erfasst die Drehzahl des Scheibensatzes 1 und stellt somit die tatsächliche Getriebeeingangsdrehzahl dar.

Die Getriebeeingangsdrehzahl...

... dient zusammen mit der Motordrehzahl zur Kupplungsregelung (Näheres siehe unter Mikroschlupfregelung),

... dient als Führungsgröße zur Übersetzungssteuerung (Näheres siehe unter Übersetzungssteuerung).

Auswirkungen bei Ausfall des G182:

- Der Anfahrvorgang erfolgt über eine feste Kennlinie.
- Die Mikroschlupfregelung und die Adaption der Kupplungen sind deaktiviert.

Als Ersatzwert wird die Motordrehzahl verwendet.

Strörungsanzeige: Keine

Die **Geber G195 und 196** erfassen die Drehzahl des Scheibensatzes 2 und somit die Getriebeausgangsdrehzahl.
Das Signal des G195 dient zur Erfassung der Drehzahl. Das Signal des G196 dient zur Erkennung der Drehrichtung und somit der Unterscheidung zwischen Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt (siehe „Creep-Regelung“).

Die Getriebeausgangsdrehzahl dient ...

... zur Übersetzungssteuerung,
... zur Creep-Regelung,
... zur „Hillholder-Funktion“,
... zur Ermittlung des Geschwindigkeitssignals für das Kombiinstrument.

Bei Ausfall des G195 wird die Getriebeausgangsdrehzahl aus dem Signal des G196 ermittelt. Die „Hillholder-Funktion” ist ebenfalls deaktiviert.

Bei Ausfall des G196 ist die „Hillholder-Funktion” deaktiviert.

Bei Ausfall beider Sensoren wird aus der Information der Raddrehzahlen (über CAN-Bus) ein Ersatzwert gebildet. Die „Hillholder-Funktion” ist deaktiviert.

Störungsanzeige: Keine

Auf der Stirnseite des **Geberrads** befindet sich ein Magnetring aus 40 (bei G182) bzw. aus 32 (bei G195 und G196) aneinandergereihten Magneten (N/S-Pole).



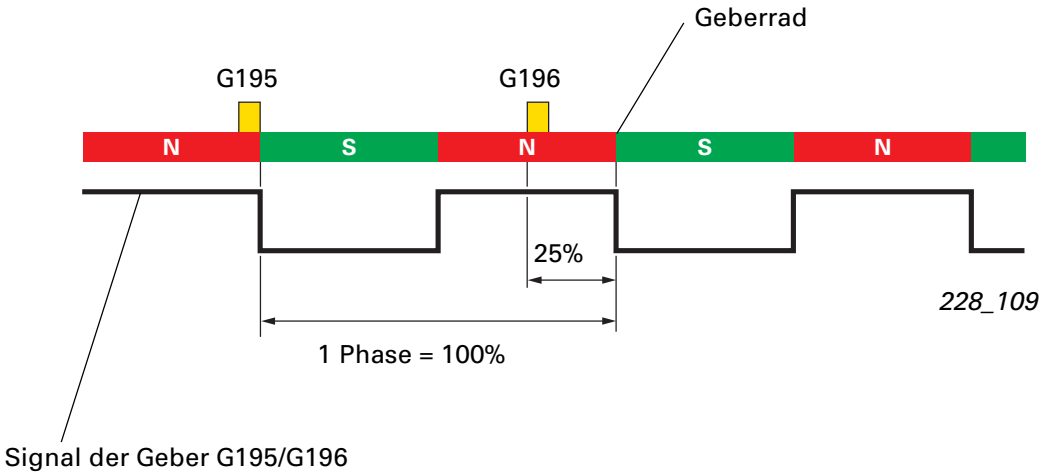
Starke Verschmutzung des Magnetrings (Metallspäne durch Verschleiß) können die Funktion des G182, G195 oder G196 beeinträchtigen.
Beseitigen Sie deshalb bei der Reparatur anhaftende Metallspäne.

So funktioniert die Erkennung der Drehrichtung:

Auf der Stirnseite des Geberrads für G195 und G196 befindet sich ein Magnetring aus 32 einzelnen Magneten (N/S-Pole).

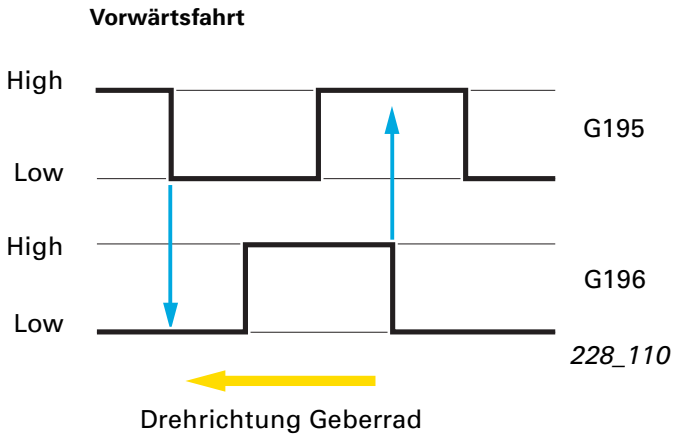
Die Positionierung des G195 ist gegenüber dem G196 so versetzt, dass die Phasenlage der Sensorsignale um 25% zueinander verschoben ist.

Die Erkennung der Drehrichtung dient im Wesentlichen der „Hillholder-Funktion“.

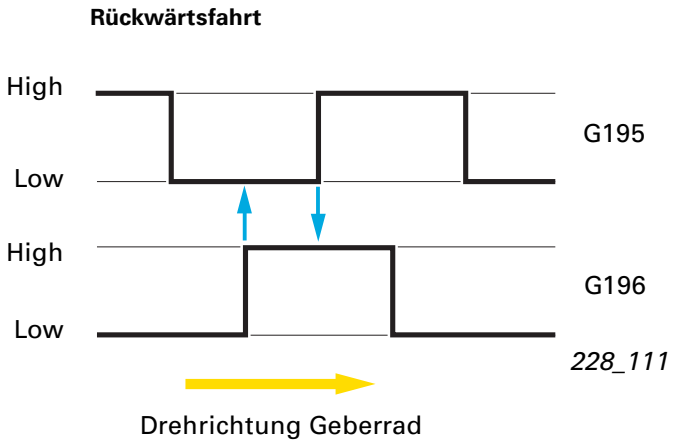


Nach Zündung „Ein” achtet das Steuergerät auf die abfallenden Signalflanken der beiden Sensoren und erfasst den Pegelzustand des jeweils anderen Sensors.

Wie im Beispiel gezeigt, ist bei abfallender Signalflanke des G195 der Pegelzustand des G196 „Low” und bei abfallender Signalflanke des G196 der Pegelzustand des G195 „High”. Dieses „Muster” interpretiert das Getriebesteuergerät als Vorwärtsfahrt.



In diesem Beispiel ist bei abfallender Signalflanke des G195 der Pegelzustand des G196 „High” und bei abfallender Signalflanke des G196 der Pegelzustand des G195 „Low”. Dieses „Muster” interpretiert das Steuergerät als Rückwärtsfahrt.

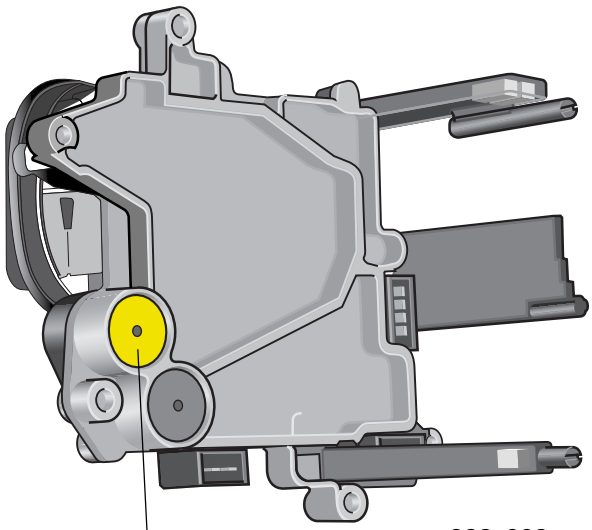


Geber -1- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe G193

Der Sensor G193 erfasst den Kupplungsdruck der Vorwärts- und der Rückwärtskupplung und dient der Überwachung der Kupplungs-funktion (siehe Kupplungsregelung).

Die Überwachung des Kupplungsdrucks hat eine hohe Priorität, sodass bei Störungen des G193 in den meisten Fällen das Sicherheitsventil angesteuert wird (siehe „Sicherheitsabschaltung“).

Störungsanzeige: Blinkend



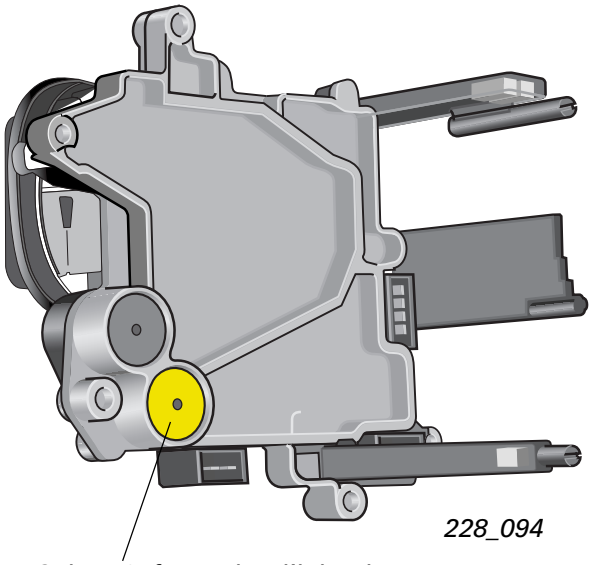
Geber -1- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe G193

Geber -2- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe G194

Der Sensor G194 erfasst den Anpressdruck, welcher vom Drehmomentfühler geregelt wird.
Da der Anpressdruck immer in einem bestimmten Verhältnis zum tatsächlichen Getriebe-Eingangsmoment steht, kann man das Getriebe-Eingangsmoment mit Hilfe des G194 sehr genau berechnen.

Das Signal des G194 dient zur Kupplungsregelung (Regelung und Adaption der Creep-Funktion).
Bei Störungen des G194 ist die Adaption der Creep-Regelung deaktiviert. Das Creep-Moment wird über abgespeicherte Werte gesteuert.

Störungsanzeige: Keine



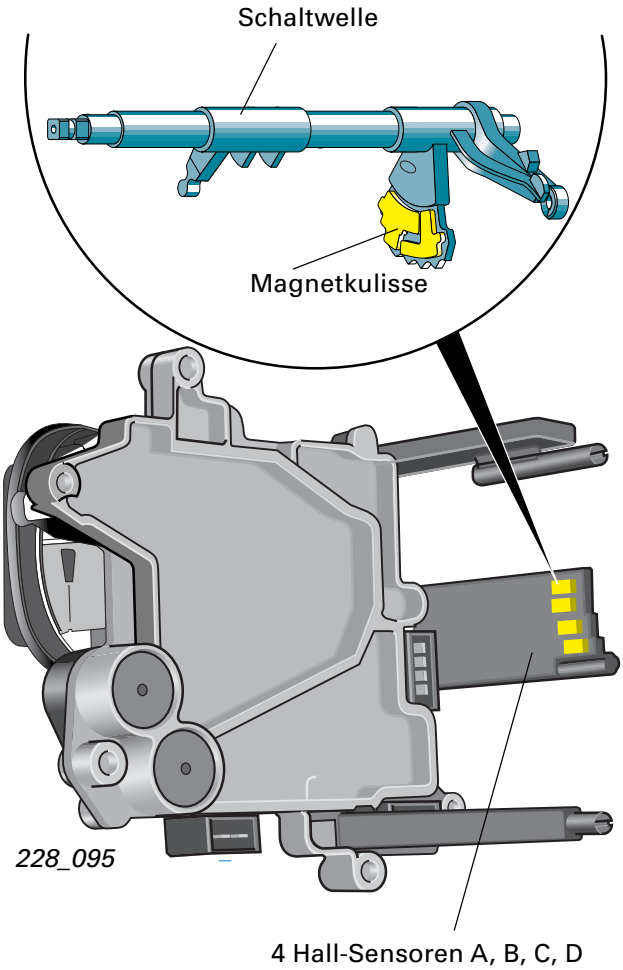
Geber -2- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe G194

Multifunktionsschalter F125

Der Multifunktionsschalter F125 besteht aus 4 Hall-Sensoren, die von der Magnetkulisse der Schaltwelle gesteuert werden. Die Signale der Hall-Sensoren werden wie die Stellungen von mechanischen Schaltern interpretiert.
Ein High-Pegel bedeutet: Schalter ist geschlossen (1).
Ein Low-Pegel bedeutet: Schalter ist offen (0).

Ein „Schalter" (Hall-Sensor) erzeugt somit die zwei Signale „1" und „0". Mit 4 „Schaltern" können 16 verschiedene Schaltkombinationen erzeugt werden:

- 4 Schaltkombinationen für die Erkennung der Wählhebelstellungen P, R, N, D,
- 2 Schaltkombinationen, welche als Zwischenstellungen (P-R, R-N-D) erkannt werden,
- 10 Schaltkombinationen, welche als fehlerhaft diagnostiziert werden.



Schaltkombinationen

	Hall-Sensoren			
	A	**B**	**C**	**D**
Wählhebelstellung	Schaltkombinationen			
P	0	1	0	1
zwischen P-R	0	1	0	0
R	0	1	1	0
zwischen R-N	0	0	1	0
N	0	0	1	1
zwischen N-D	0	0	1	0
D	1	0	1	0
Fehler	0	0	0	0
Fehler	0	0	0	1
Fehler	0	1	1	1
Fehler	1	0	0	0
Fehler	1	0	0	1
Fehler	1	0	1	1
Fehler	1	1	0	0
Fehler	1	1	0	1
Fehler	1	1	1	0
Fehler	1	1	1	1

Zur Tabelle Schaltkombinationen siehe Reparaturleitfaden!

Beispiel:

Der Wählhebel befindet sich in Wählhebelstellung „N“. Fällt beispielsweise der Hall-Sensor „C“ aus, kommt es zur Schaltkombination „0 0 0 1“. Das Getriebesteuergerät kann die Wählhebelstellung „N“ nicht mehr erkennen. Es erkennt die Schaltkombination als fehlerhaft und leitet das entsprechende Ersatzprogramm ein.

Fällt der Hall-Sensor „D“ aus, ist das Starten nicht mehr möglich.

Das Getriebesteuergerät benötigt die Information der Wählhebelstellung für folgende Funktionen:

- Steuerung der Anlasssperre
- Steuerung der Rückfahrleuchten
- Steuerung der P/N-Sperre
- Information über den Fahrzustand (Vorwärts/Rückwärts/Neutral) für die Kupplungsregelung
- Sperren der Übersetzung bei Rückwärtsfahrt

Störungen des F125 zeigen sich sehr unterschiedlich. Unter Umständen wird ein Anfahren nicht zugelassen.

Störungsanzeige: Blinkend

Geber für Getriebeöltemperatur G93

Der Sensor G93 ist in die Elektronik des Getriebesteuergeräts integriert. Er erfasst die Temperatur vom Alu-Grundträger des Getriebesteuergeräts und damit in guter Annäherung die Getriebeöltemperatur.

Die Getriebeöltemperatur beeinflusst die Kupplungs- und Antriebsdrehzahlregelung. Daher spielt sie bei den Regelfunktionen und den Adaptionsfunktionen eine wichtige Rolle.

Bei Ausfall des G93 wird die Motortemperatur zur Berechnung eines Ersatzwertes herangezogen. Adaptionsfunktionen und bestimmte Regelfunktionen werden deaktiviert.

Störungsanzeige: Invertiert

Zum Schutz der Bauteile wird ab einer Getriebeöltemperatur von ca. 145 °C die Motorleistung reduziert.
Bei weiterhin steigender Temperatur wird die Motorleistung mehr und mehr reduziert (möglich bis zur Leerlaufdrehzahl).

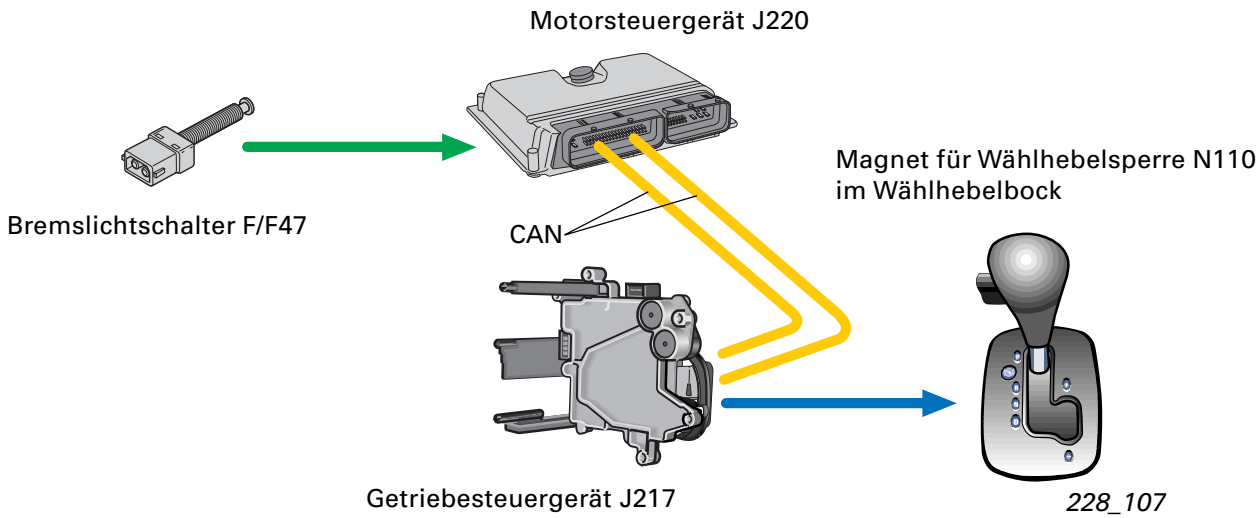
Störungsanzeige: Blinkend

Information „Bremse betätigt“

Die Information „Bremse betätigt” wird für folgende Funktionen benötigt:

- Für die Funktion der Wählhebelsperre
- Für die Creep-Regelung
- Für das dynamische Regelprogramm (DRP)

Es gibt keine direkte Schnittstelle zum Bremslichtschalter. Die Information „Bremse betätigt” wird vom Motorsteuergerät per CAN-Bus zur Verfügung gestellt.



Information „Kickdown“

Für die Kickdown-Information wird kein separater Schalter verwendet.

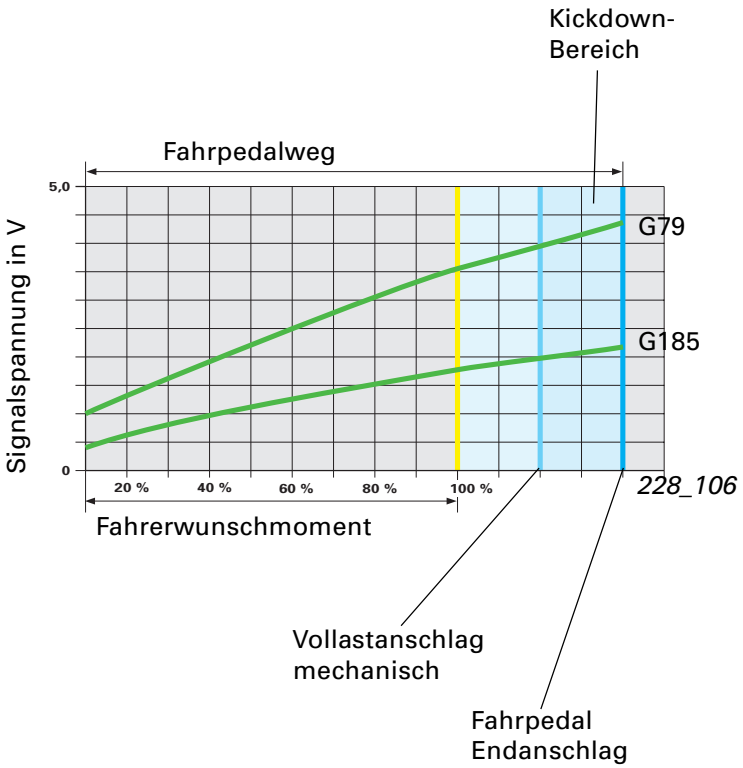
Am Fahrpedalmodul befindet sich ein federbelastetes Druckelement, welches einen „Druckpunkt” erzeugt, der dem Fahrer das „Kickdown-Gefühl” übermittelt.

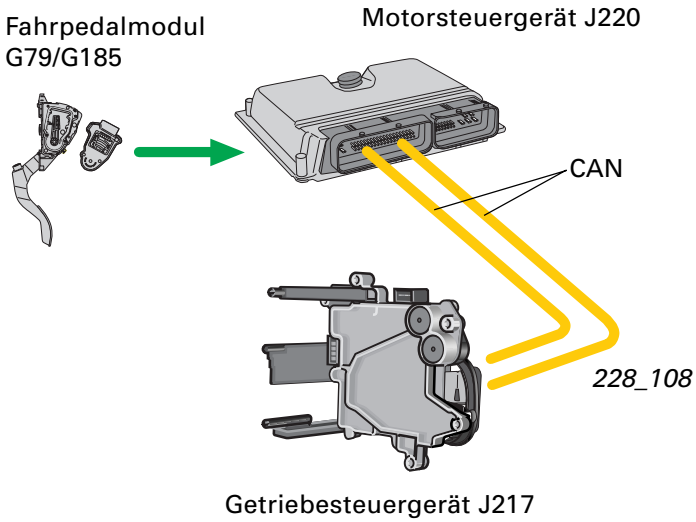
Betätigt der Fahrer den Kickdown, wird der Vollast-Spannungswert der Geber G79 und G185 (Fahrpedalmodul) überschritten. Ab einem definierten Spannungswert interpretiert das Motorsteuergerät daraus den Kickdown-Schaltpunkt und übermittelt diesen als Kickdown-Information per CAN-Bus an das Getriebesteuergerät.

Im Automatikbetrieb wird bei Kickdown die sportlichste Regelkennlinie für maximale Beschleunigung gewählt.

Der Kickdown muss dabei nicht ständig betätigt sein, sondern es reicht aus, wenn nach einmaliger Kickdown-Betätigung das Fahrpedal auf Vollast gehalten wird.

Wird das Fahrpedalmodul erneuert, muss der Kickdown-Schaltpunkt mittels Diagnosetester neu angelernt werden - siehe Reparaturleitfaden.





Schalter für tiptronic F189

Der Schalter für tiptronic F189 ist in die Leiterplatine der Schaltbetätigung integriert. Er besteht aus 3 Hall-Sensoren, die von einem Magneten auf der Jalousie betätigt werden.

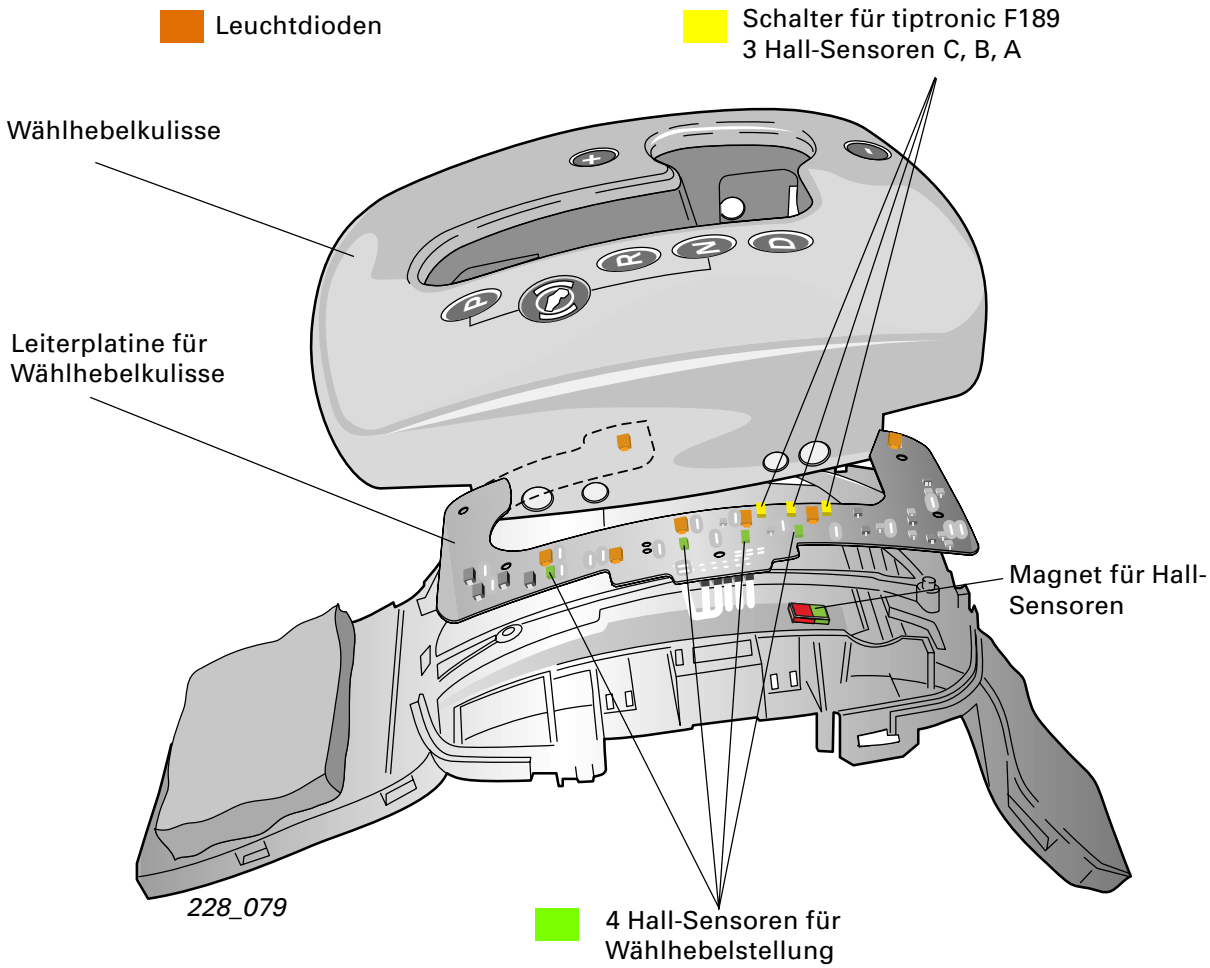
A - Sensor für Rückschaltung
B - Sensor für tiptronic-Erkennung
C - Sensor für Hochschaltung

Auf der Platine befinden sich 7 Leuchtdioden, je eine für die jeweilige Wählhebelstellung, für das Symbol für „Bremse betätigen" sowie für die Symbole + und – der tiptronic-Gasse.

Jeweils ein separater Hall-Sensor steuert die entsprechende Leuchtdiode zur Wählhebelstellung.

Die Schalter des F189 geben im betätigten Zustand Masse (Low-Signal) an das Getriebesteuergerät.
Bei einem Fehler wird die tiptronic-Funktion gesperrt.

Störungsanzeige: Invertiert



CAN-Informationsaustausch multitronic®

Bei der multitronic® erfolgt der Informationsaustausch zwischen dem Getriebesteuergerät und den vernetzten Steuergeräten bis auf wenige Schnittstellen über den CAN-Bus (CAN-Antrieb).

Die Systemübersicht zeigt Informationen, welche vom Getriebesteuergerät über den CAN-Bus zur Verfügung gestellt bzw. von den vernetzten Steuergeräten empfangen und genutzt werden.



Informationen, die vom Getriebesteuergerät gesendet werden.

Informationen, die vom Getriebesteuergerät empfangen und ausgewertet werden.

Detaillierte Informationen zum CAN-Bus finden Sie im SSP 186 und 213.

Zusatzsignale/Schnittstellen

Bei der multitronic® sind zum Informationsaustausch per CAN-Bus zusätzlich folgende Schnittstellen vorhanden:

Pin 15 Signal für Motordrehzahl
Pin 6 Signal für Ganganzeige
Pin 5 Signal für Fahrgeschwindigkeit
Pin 2 Diagnose- und Programmier-Schnittstelle
Pin 13 Signal für tiptronic (Erkennung)
Pin 12 Signal für tiptronic (Rückschaltung)
Pin 14 Signal für tiptronic (Hochschaltung)

Signal für Motordrehzahl

Die Motordrehzahl ist eine der wichtigsten Informationen für die multitronic®. Zur Steigerung der Zuverlässigkeit der multitronic® wird die Information der Motordrehzahl dem Getriebesteuergerät über eine separate Schnittstelle und zusätzlich (redundant) per CAN-Bus übermittelt (siehe Funktionsplan).

Bei Störungen bzw. Ausfall der separaten Schnittstelle „Signal für Motordrehzahl" wird als Ersatzwert die Information der Motordrehzahl vom CAN-Bus übernommen.

Bei Störungen der Schnittstelle „Signal für Motordrehzahl" ist die Mikroschlupfregelung deaktiviert.

Weitere Informationen zum Signal für Motordrehzahl finden Sie im SSP 198.

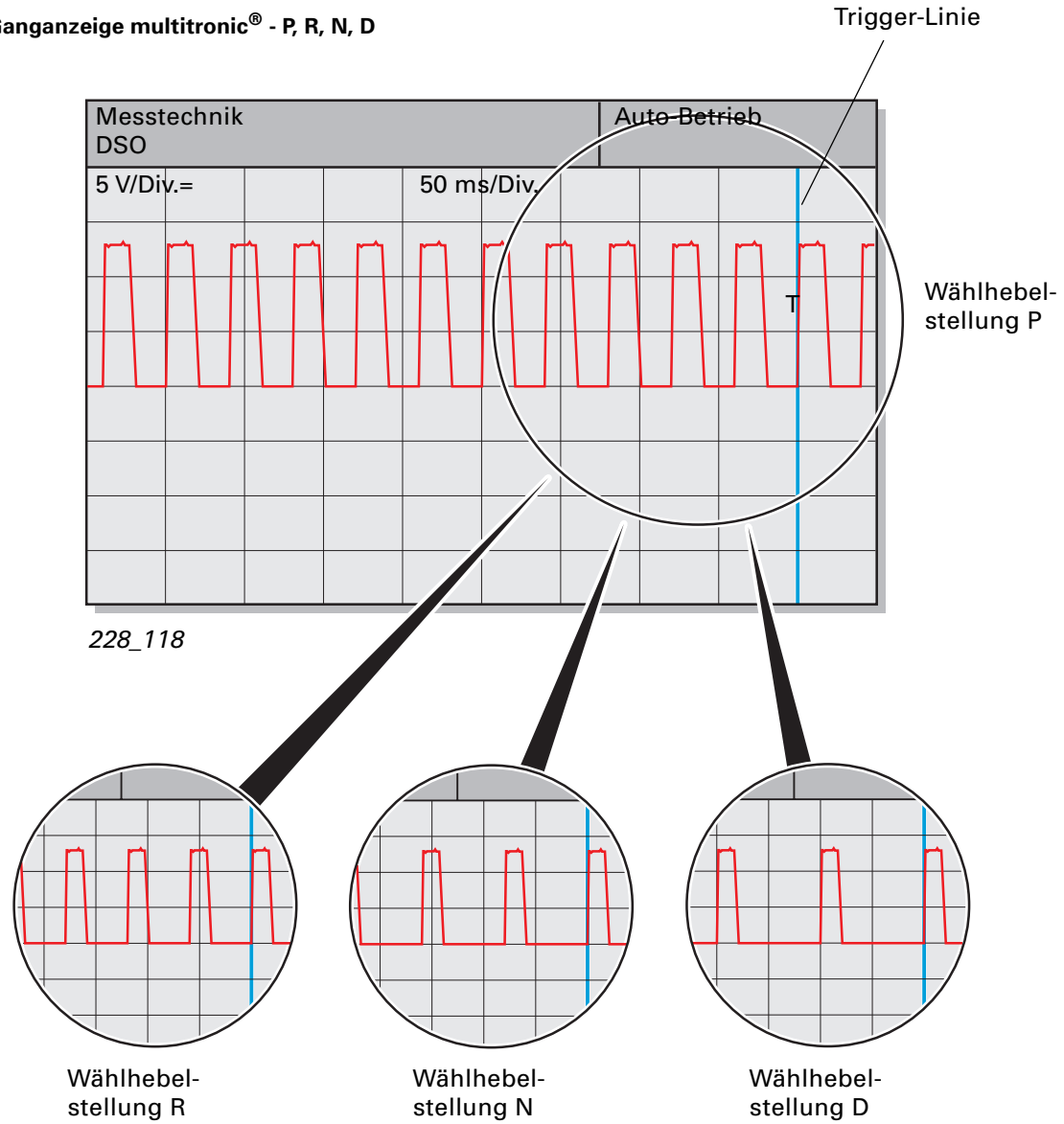
Signal für Ganganzeige

Das Signal für Ganganzeige ist ein vom Getriebesteuergerät generiertes Rechtecksignal mit einem konstanten High-Pegel (20 ms) und variablen Low-Pegel.

Jeder Wählhebelstellung bzw. jedem „Gang" (in der tiptronic-Funktion) ist ein definierter Low-Pegel zugeordnet.

Die Wählhebelpositions- bzw. Ganganzeige im Kombiinstrument erkennt anhand der Zeitdauer des Low-Pegels, welche Wählhebelstellung bzw. welcher Gang eingelegt ist und zeigt sie entsprechend an.

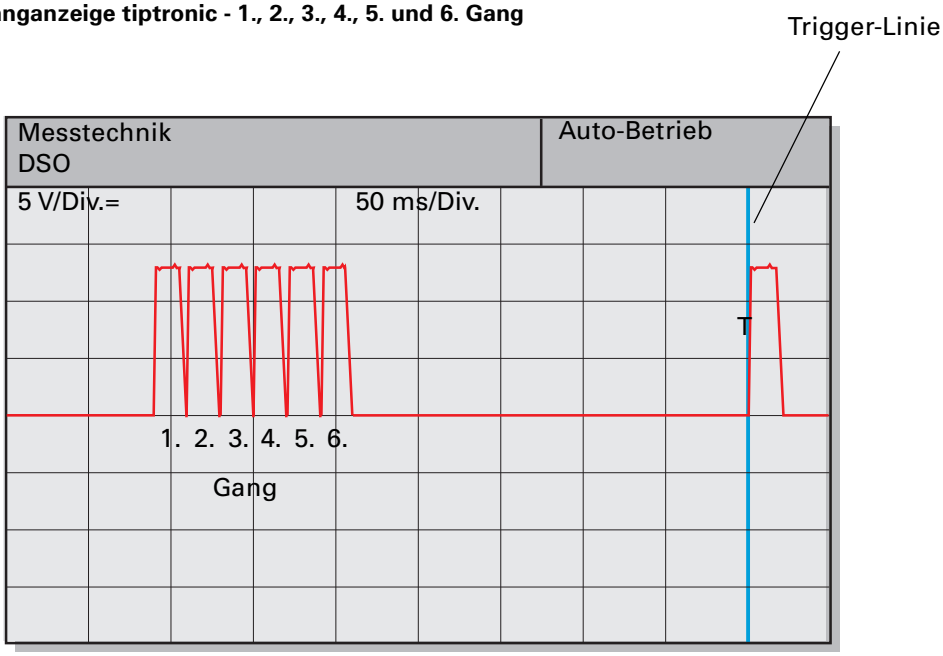
Signal für Ganganzeige multitronic® - P, R, N, D



Mit Einsatz des CAN-Busses im Kombiinstrument (Audi A6 voraussichtlich Mitte 2000) ist geplant, die Schnittstelle „Ganganzeige“ und „Fahrgeschwindigkeit“ entfallen zu lassen, da die Info bereits über den CAN-Bus übermittelt wird.

Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Signale **aller** sechs Gänge für die tiptronic-Funktion in **einem** Diagramm zusammengefasst.

Signal für Ganganzeige tiptronic - 1., 2., 3., 4., 5. und 6. Gang



228_117

Signal für Fahrgeschwindigkeit

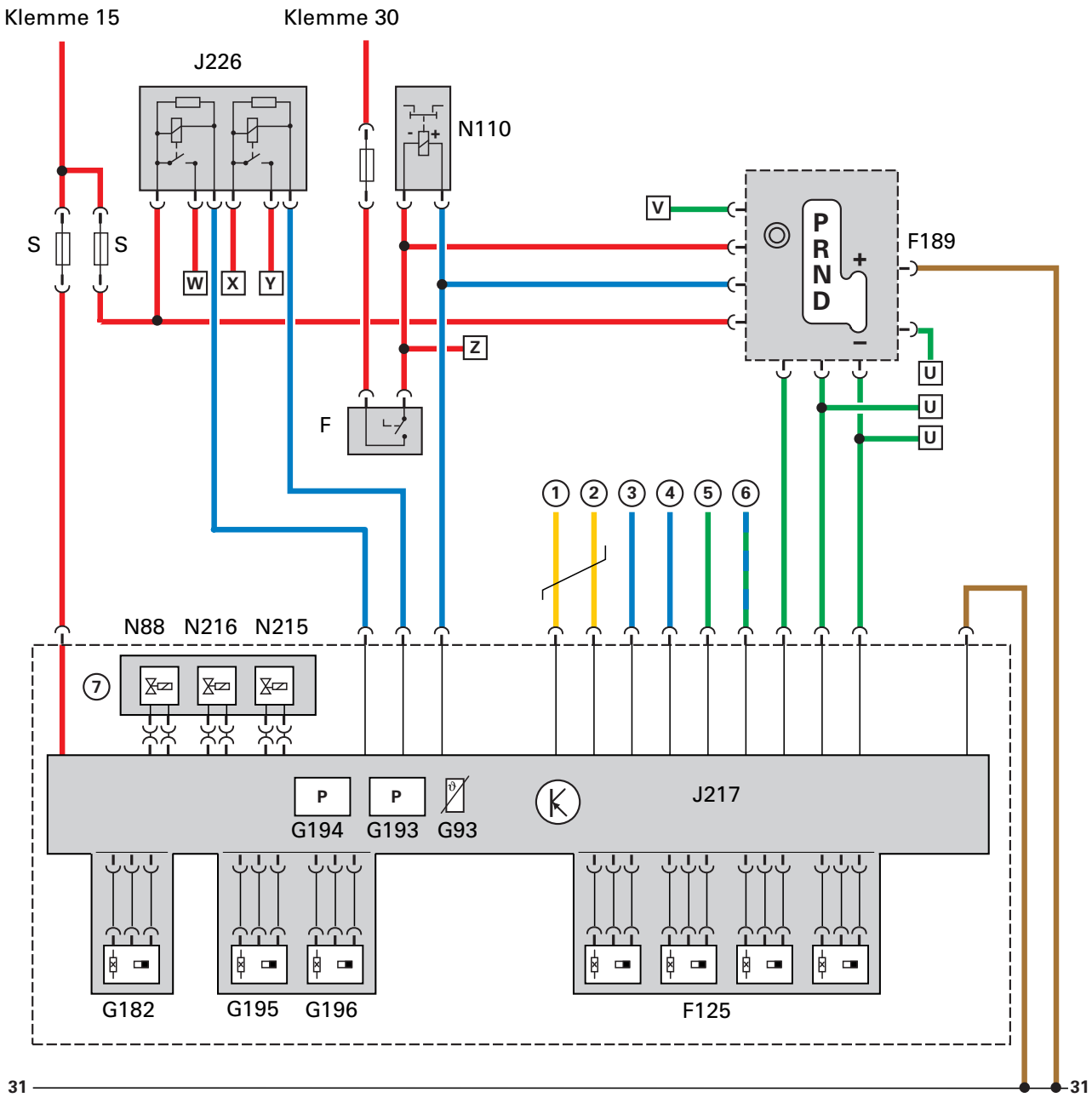
Das Signal für Fahrgeschwindigkeit ist ein vom Getriebesteuergerät generiertes Rechtecksignal. Das Pulsweitenverhältnis beträgt ca. 50% und die Frequenz ändert sich synchron zur Fahrgeschwindigkeit.

Pro Radumdrehung werden 8 Signale erzeugt und über eine separate Schnittstelle an das Kombiinstrument weitergeleitet.

Dort dient das Signal zum Betrieb des Tachometers und wird vom Kombiinstrument an die vernetzten Steuergeräte/Systeme (z. B. Motor, Klimaanlage, Radio usw.) weitergeleitet.

Notizen

Funktionsplan



228_030

Bauteile

F	Bremslichtschalter
F125	Multifunktionsschalter
F189	Schalter für tiptronic
G93	Geber für Getriebeöltemperatur
G182	Geber für Getriebeeingangsdrehzahl
G193	Geber -1- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe (Kupplungsdruck)
G194	Geber -2- für Hydraulikdruck, autom. Getriebe (Anpressdruck)
G195	Geber für Getriebeausgangsdrehzahl
G196	Geber -2- für Getriebeausgangs-drehzahl
N88	Magnetventil 1 (Kupplungskühlung/ Sicherheitsabschaltung)
N110	Magnet für Wählhebelsperre
N215	Druckregelventil -1- für autom. Getriebe (Kupplungsregelung)
N216	Druckregelventil -2- für autom. Getriebe (Übersetzungsregelung)
J217	Steuergerät für multitronic
J226	Relais für Anlasssperre und Rückfahrlicht
S	Sicherungen

Verbindungen und Zusatzsignale

U	Zum tiptronic-Lenkrad (Option)
V	Von Klemme 58d
W	Zu den Rückfahrleuchten
X	Vom Zündanlassschalter Klemme 50
Y	Zum Anlasser Klemme 50
Z	Zu den Bremsleuchten
1	CAN-Antrieb Low
2	CAN-Antrieb High
3	Signal für Ganganzeige
4	Signal für Fahrgeschwindigkeit
5	Signal für Motordrehzahl
6	K-Diagnoseanschluss

Farbcodierung

= Eingangssignal

= Ausgangssignal

= Plus

= Masse

= Bidirektional

= CAN-Antrieb

– · — · — · – multitronic®

⑦ Im hydraulischen Steuergerät verbaut

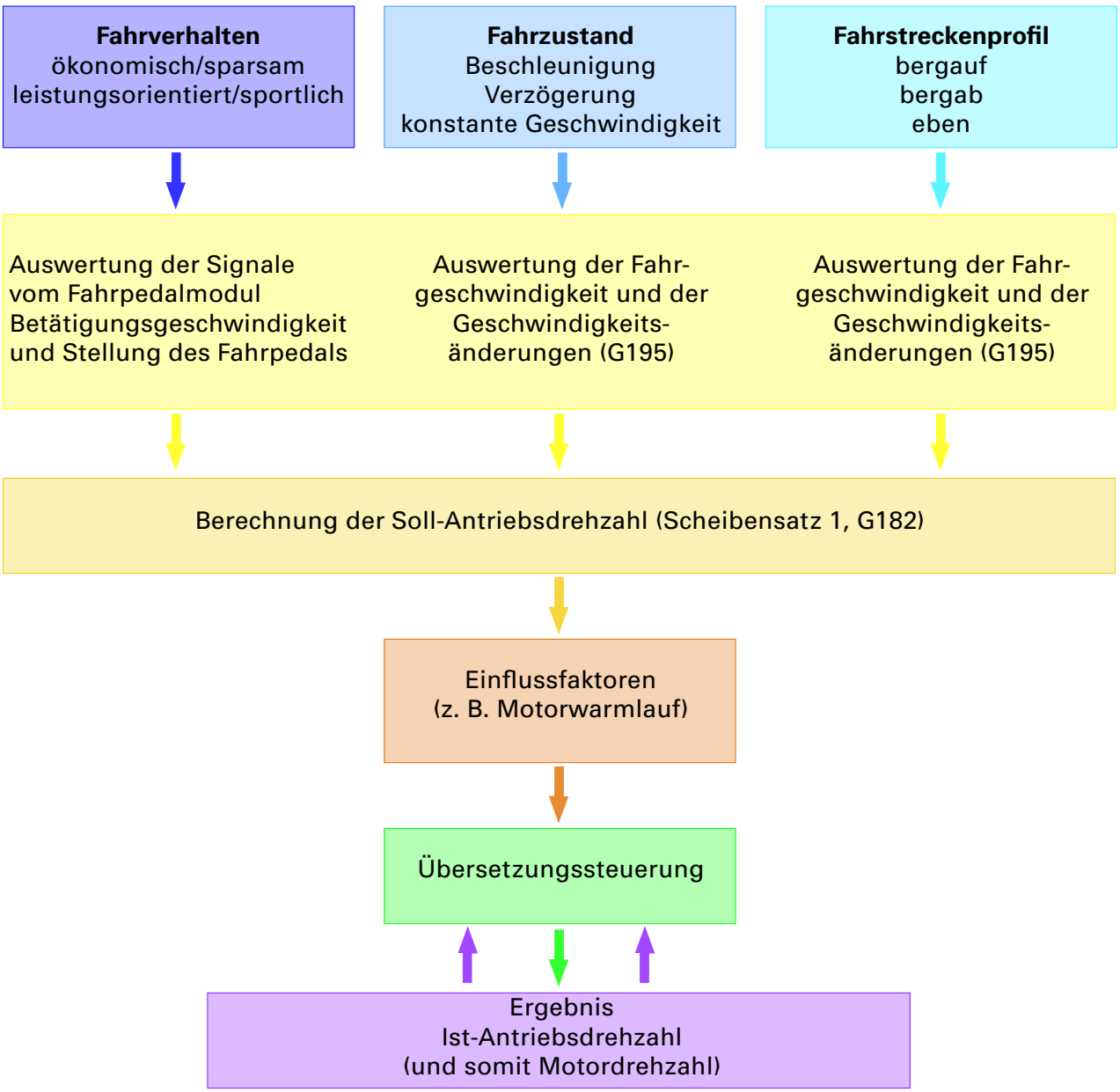
Auf Grund der wenigen Schnittstellen zum Getriebesteuergerät wurde auf einen separaten Leitungssatz für die multitronic® verzichtet.
Die Verkabelung ist im Motor-Leitungssatz integriert.

Dynamisches Regelprogramm (DRP)

Zur Berechnung der Soll-Antriebsdrehzahl verfügt das Steuergerät der multitronic® über ein dynamisches Regelprogramm (DRP).

Es handelt sich um eine Weiterentwicklung des von den Stufenautomaten bekannten dynamischen Schaltprogramms DSP.

Ziel des DRP ist es, die Getriebeübersetzung so einzustellen, dass das Fahrverhalten möglichst genau dem Fahrerwunsch entspricht. Das Fahrgefühl soll vermitteln, dass alles so abläuft, wie wenn der Fahrer selber „Hand angelegen" würde.



Zu diesem Zweck wird das Fahrerverhalten, der Fahrzustand sowie das Fahrstreckenprofil ermittelt, um für jede Fahrsituation die optimale Getriebeübersetzung bereitzustellen.

Dazu wertet das Getriebesteuergerät die Betätigungsgeschwindigkeit und Winkelstellung des Fahrpedals (Fahrerbewertung), sowie die Geschwindigkeit und Fahrzeugbeschleunigung (Fahrzustand, Fahrstreckenprofil) aus.

Mit Hilfe dieser Informationen und deren Verknüpfungen wird das Soll-Antriebsdrehzahlniveau innerhalb der Drehzahlgrenzen, zwischen ökonomischster und sportlichster Kennlinie, durch Verändern der Übersetzung so geregelt, dass es dem Streckenprofil Rechnung trägt und dem Fahrerwunsch weitestgehend entspricht.

Die Verknüpfungen und Berechnungen (Regelstrategie/Regelphilosophie) sind durch die Software festgelegt und können nicht alle Eventualitäten berücksichtigen. Deshalb gibt es nach wie vor Situationen, in denen der manuelle Eingriff mit Hilfe der tiptronic-Funktion sinnvoll ist.

Fahrverhalten
ökonomisch/sparsam
leistungsorientiert/sportlich

Fahrzustand
Beschleunigung
Verzögerung
konstante Geschwindigkeit

Fahrstreckenprofil
bergauf
bergab
eben



Die Regelstrategie kann zwischen den verschiedenen Modellen, Motorisierungen und Steuergerät-Varianten unterschiedlich sein.

DRP-Regelstrategie

Anhand folgender Beispiele soll die Regelstrategie während typischer Fahrsituationen aufgezeigt werden.

Bild 228_119 zeigt den Drehzahlverlauf während einer Vollast-Beschleunigung mit betätigtem Kickdown.

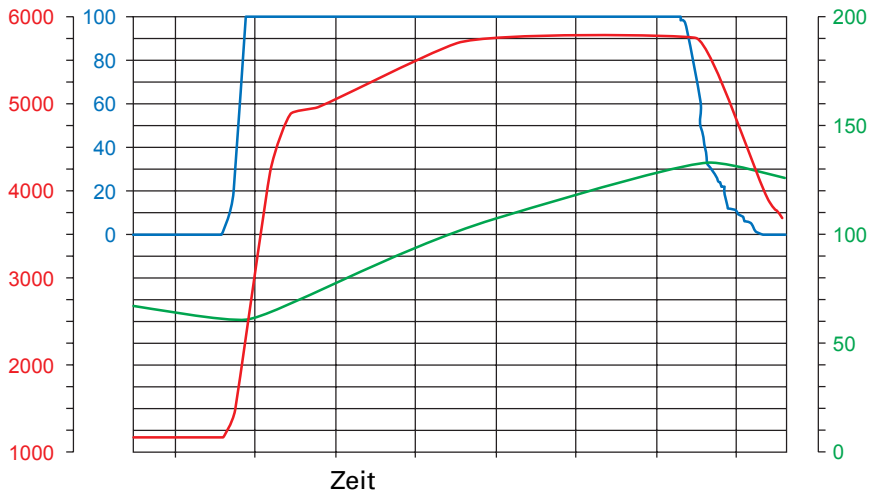
Mit Betätigen des Kickdown signalisiert der Fahrer dem Getriebesteuergerät, dass die maximale Beschleunigung gefordert wird.

Um dies zu erreichen, muss die maximale Leistung des Motors schnell bereitgestellt werden. Dazu wird die Drehzahl auf das Niveau der höchsten Motorleistung geregelt und bis zur Rücknahme des Fahrpedalwertes gehalten.

Dieses ungewöhnliche Verhalten erfordert eine gewisse Eingewöhnung des Fahrers, ermöglicht jedoch eine Fahrzeug-beschleunigung mit der größtmöglichen Dynamik. Außerdem wird somit die Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Fahrwiderstände immer auf dem maximal möglichen Wert gehalten.

Verursacht durch den schnellen Drehzahl-anstieg und die nicht in diesem Maße folgende Beschleunigung, tritt ein Effekt zum Vorschein, den man als „Gummiband-Effekt" interpretiert oder der dem Gefühl einer „schleifenden Kupplung" nahe kommt. Gemildert wird dies durch das „Abfangen" des Drehzahlanstiegs kurz vor Erreichen der Maximaldrehzahl.

Kickdown-Beschleunigung



228_119

Motordrehzahl ^{1}/min

Fahrpedalwert in %

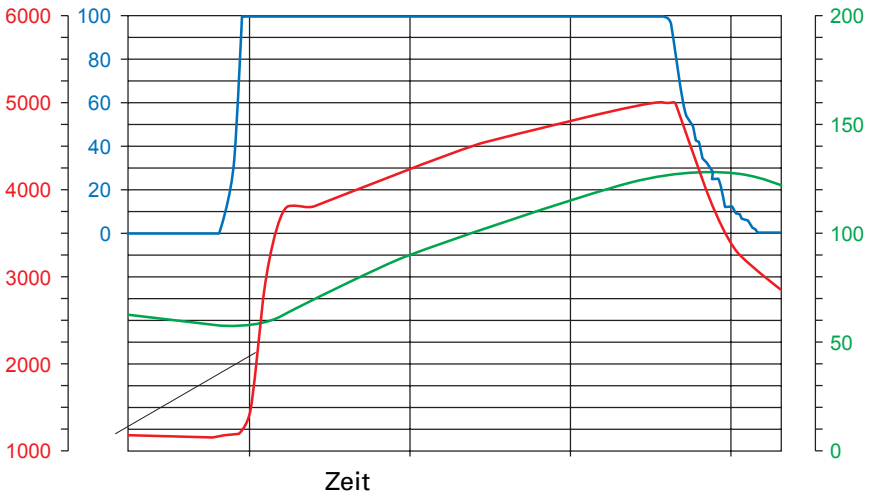
Geschwindigkeit in km/h

Damit dieser Effekt nicht so stark in Erscheinung tritt, ist die „normale" Vollast-Beschleunigung (ohne Kickdown), aber auch Beschleunigungen mit geringeren Fahrpedalwerten, durch die in den Bildern 228_124 und 228_122 gezeigten Drehzahlverläufe charakterisiert.

Zu diesem Zweck kommt die „Drehzahlnach-führung" zum Einsatz. Dabei werden die Motordrehzahl und das Drehzahlniveau in Abhängigkeit der Stellung bzw. der Betätigungsgeschwindigkeit des Fahrpedals so geregelt, dass der Drehzahlanstieg mit der Fahrgeschwindigkeit kontinuierlich ansteigt.

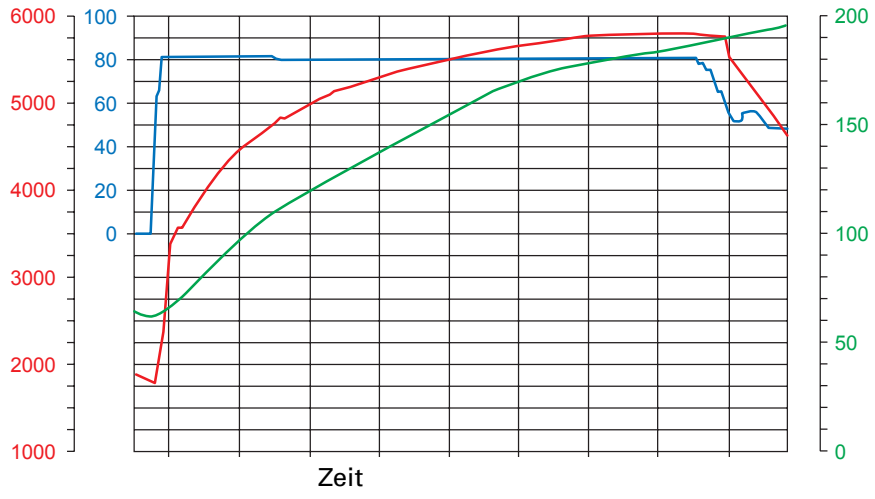
Diese Regelstrategie bildet das von Stufengetrieben bekannte Fahrverhalten nach und kommt somit dem gewohnten Fahreindruck sehr nahe. Das Drehzahlniveau ist entsprechend dem Fahrerverhalten bei hohen Fahrpedalwerten hoch (leistungsorientiert) und bei geringen Fahrpedalwerten niedrig (ökonomisch).

Vollast-Beschleunigung



228_124

Teillast-Beschleunigung 80% Fahrpedalwert



228_122

Motordrehzahl 1/min

Fahrpedalwert in %

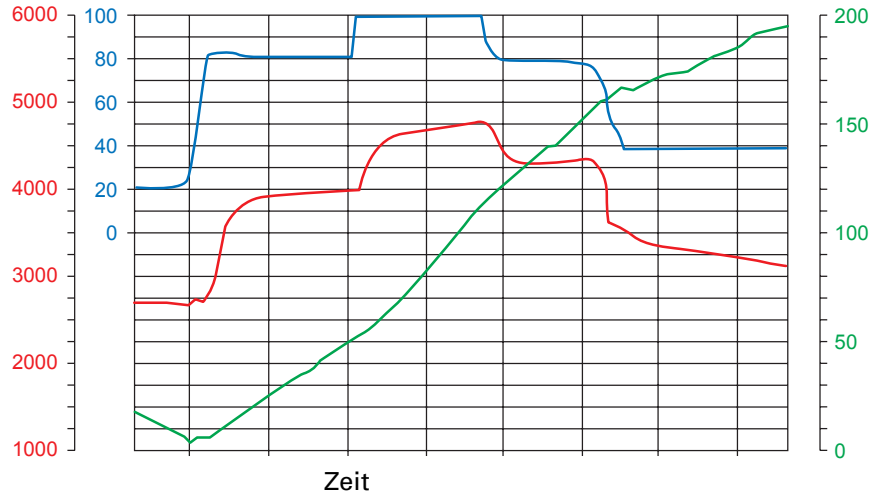
Geschwindigkeit in km/h

Getriebesteuerung

Wie im Bild 228_123 gezeigt, werden schnelle Änderungen der Fahrpedalstellung in spontane Drehzahländerungen umgesetzt, um dem Wunsch nach Leistung bzw. Beschleunigung nachzukommen.

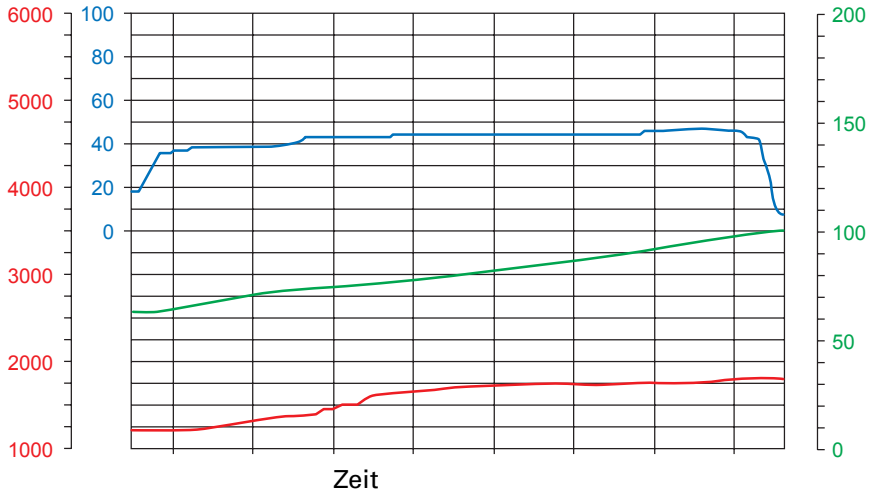
Bei ökonomischer Fahrweise, gekennzeichnet durch geringe Fahrpedalwerte und deren langsamer Anstieg wird die Fahrgeschwindigkeit auf niedrigstem Drehzahlniveau erhöht (siehe Bild 228_121).

Drehzahlverhalten bei schnellen Änderungen des Fahrpedalwertes



228_123

Beschleunigung bei ökonomischer Fahrweise



228_121

Motordrehzahl ^{1}/min

Fahrpedalwert in %

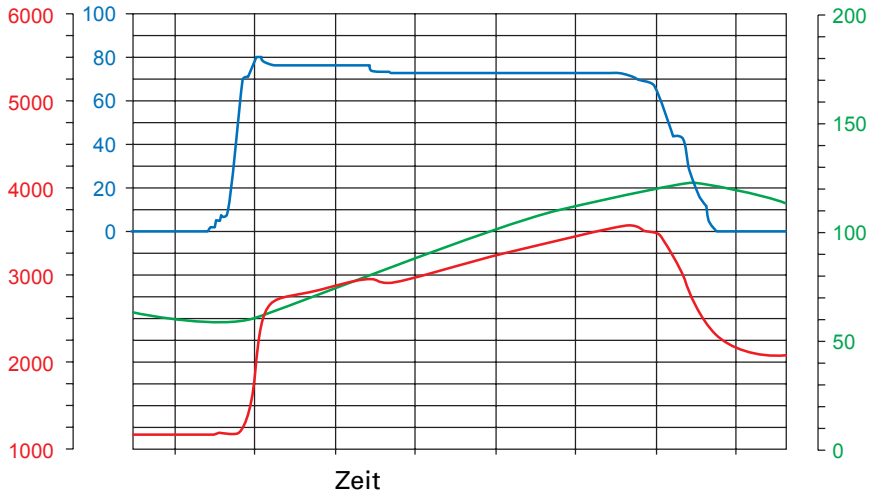
Geschwindigkeit in km/h

Auf Reduzierung des Fahrpedalwertes wird, wie im Bild 228_120 und 228_123 gezeigt, generell mit einer Senkung des Drehzahlniveaus reagiert.

Bei spontanem Zurücknehmen des Fahrpedalwertes, insbesondere bei sportlicher Fahrweise, wird die Motordrehzahl länger auf höherem Niveau „gehalten".

Diese Regelstrategie unterstützt durch die erhöhte Bremswirkung des Motors (hohe Schubdrehzahl) eine eventuelle Absicht, das Fahrzeug abzubremsen bzw. erhöht die Dynamik bei spontanem Gas geben. Zudem werden hierdurch unnötige Übersetzungsänderungen unterdrückt.

Beschleunigung mit reduziertem Fahrpedalwert



228_120

Motordrehzahl 1/min

Fahrpedalwert in %

Geschwindigkeit in km/h

Fahrwiderstand

Zur Erkennung des Fahrwiderstandes (Steigung, Gefälle, Betrieb mit Anhänger) wird die sogenannte „Lastleistung" errechnet.

Sie gibt Auskunft darüber, ob der Leistungsbedarf gegenüber den Fahrwiderständen bei Fahrbetrieb auf ebener Strecke (unbeladen) größer oder kleiner ist.

P_{Last} = Lastleistung
P_{mot} = Ist-Leistung des Motors
P_a = Beschleunigungsleistung
P_{FW} = Fahrwiderstandsleistung

$$P_{Last} = P_{mot} - P_a - P_{FW}$$

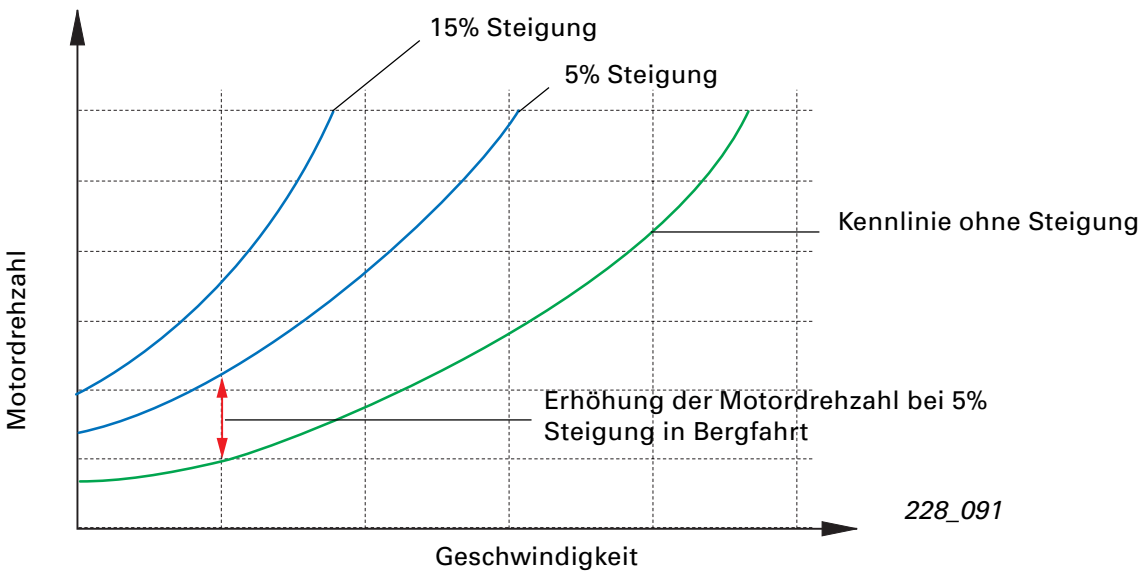
Bergauffahrt

Ist der Leistungsbedarf größer, kann dies durch eine Steigung, aber auch durch einen Anhänger verursacht werden.

In diesem Fall wird, wie im Bild 228_091 gezeigt, das Drehzahl- und Leistungsniveau durch eine kürzere Übersetzung angehoben ohne dass der Fahrer ständig mehr Gas geben muss.

Diese, auch als „Lastkompensation" bezeichnete Regelstrategie empfindet der Fahrer in der Praxis als Komfortsteigerung.

Drehzahlanstieg bei Bergfahrt



Bergabfahrt

Beim Fahren im Gefälle verhält sich die Sachlage etwas anders. Möchte der Fahrer beim Bergabfahren durch die Motorbremswirkung unterstützt werden, so muss er dies durch das Betätigen des Bremspedals signalisieren (Signal vom Schalter F/F47).

Befindet sich der Motor in der Schubphase und wird trotz betätigtem Bremspedal die Geschwindigkeit höher, wird die Übersetzung in Richtung Underdrive geregelt und somit das Motorschleppmoment erhöht.

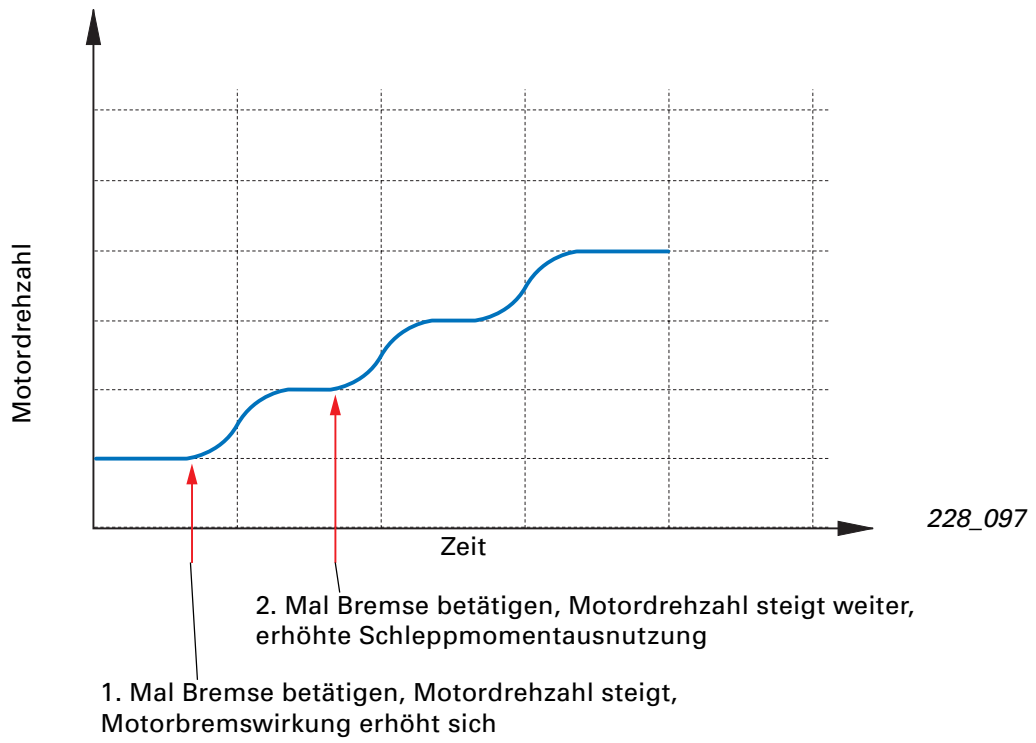
Durch mehrmaliges Betätigen des Bremspedals (ohne Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit) regelt die Getriebesteuerung die Übersetzung in kleinen Schritten in Richtung Underdrive (siehe Bild 228_097). Der Fahrer kann hierdurch die Intensität der Motorbremswirkung stark beeinflussen.

Verringert sich das Gefälle, wird die Übersetzung wieder in Richtung Overdrive verstellt. Dabei kommt es zu einer geringfügigen Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit.

Fährt der Fahrer mit bereits betätigtem Bremspedal in ein Gefälle (und verbleibt auf dem Bremspedal), ist die „Bergab-Funktion" wie beschrieben zunächst nicht aktiv. Wird in diesem Fall durch den Bremseingriff die Fahrgeschwindigkeit nahezu konstant gehalten, kann die multitronic® die Absicht des Fahrers nicht erkennen und ihn somit nicht durch eine Erhöhung der Motorbremswirkung unterstützen. Überschreitet jedoch das Fahrzeug einen definierten Beschleunigungswert, wird die „Bergab-Funktion" automatisch aktiviert.

Mit Hilfe der tiptronic-Funktion kann das Motorschleppmoment individuell beeinflusst werden.

Drehzahlanstieg bei Bergabfahrt



Getriebesteuerung



Fahren mit GRA

Beim Fahren im Gefälle mit eingeschalteter Geschwindigkeitsregelung (GRA) reicht im Schubbetrieb die Motorbremswirkung auf Grund der oftmals geringen Übersetzung nicht aus.
In diesem Fall wird durch Anheben der Soll-Antriebsdrehzahl (Übersetzungssteuerung in Richtung Underdrive) die Motorbremswirkung erhöht.
Dabei ist die so eingeregelte Fahrgeschwindigkeit stets geringfügig höher als die gesetzte Fahrgeschwindigkeit. Dies ist durch die Regeltoleranz der GRA und der Sicherheitsforderung, dass sich der Motor in Schubbetrieb befinden muss begründet.

Im Getriebesteuergerät ist eine maximale Schubdrehzahl als Grenzwert für die Antriebsdrehzahl-Regelung abgelegt. Bei Erreichen der maximalen Schubdrehzahl wird die Übersetzung nicht weiter in Richtung Underdrive verstellt, sie ist somit begrenzt.

Reicht die Motorbremswirkung bei max. Schubdrehzahl nicht aus, erhöht sich die Fahrgeschwindigkeit und der Fahrer muss bei Bedarf mit der Bremse eingreifen.

Die tiptronic-Funktion

Wie bereits erwähnt, können in der tiptronic-Funktion manuell 6 „Gänge" geschaltet werden. Hierbei werden definierte Übersetzungen geregelt und somit „Gänge" nachgebildet (siehe hierzu auch die Seite 6).

Das Fahrverhalten und die Strategien sind mit den Stufenautomaten mit tiptronic identisch (Zwangs-Hochschaltung bzw. Zwangs-Rückschaltung).

Wird während der Fahrt auf die tiptronic-Funktion umgeschaltet, wird zunächst die momentane Übersetzung gehalten. Durch Hoch- bzw. Rückschalten werden die definierten Übersetzungen schrittweise eingeregelt.

Grund:

Da sich die Übersetzung zum Zeitpunkt der Umschaltung auf tiptronic möglicherweise zwischen zwei „Gängen" befindet, würde ein sofortiger Wechsel in eine der definierten Übersetzungen zu einer, je nach Differenz zum nächsten Gang, stärkeren oder schwächeren Drehzahländerung führen.

Abschleppen

Um das Abschleppen zu ermöglichen, sind im Variator konstruktive Maßnahmen getroffen worden (Näheres im Kapitel „Der Variator").

Beim Abschleppen eines Fahrzeuges mit multitronic® sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- Der Wählhebel muss in Position „N" sein.
- **Die Geschwindigkeit darf 50 km/h nicht überschreiten.**
- Es darf nicht weiter als 50 km abgeschleppt werden.

Beim Abschleppen wird die Ölpumpe nicht angetrieben und die Schmierung der rotierenden Bauteile fällt aus.

Deshalb ist unbedingt darauf zu achten, dass die vorher genannten Bedingungen eingehalten werden, da es sonst zu **schweren Getriebeschäden** kommen kann.

Ein **An**schleppen zum Starten des Motors (z. B. Batterie zu schwach) ist **nicht** möglich.

Update-Programmierung (Flash-Programmierung)

Auf Grund der Integration des Getriebesteuergeräts in das Getriebe (Vorort-Elektronik) wurde erstmalig die Möglichkeit geschaffen ohne Austausch des Steuergeräts den Software-Stand zu aktualisieren.

Für die Berechnungen der Ausgangssignale benötigt das Steuergerät Programme, Kennlinien und Daten (Software). Diese sind in einem sogenannten EEPROM (elektronisch programmierbarer Speicher) fest abgespeichert und stehen dem Steuergerät immer wieder zur Verfügung.

Bisher konnte das EEPROM im verbauten Zustand nicht programmiert werden.

Bei Beanstandungen, die durch Änderungen an der Software behoben werden können, musste das Steuergerät ersetzt werden.

Das Steuergerät der multitronic® verfügt über ein sogenanntes „Flash-EEPROM".

Ein Flash-EEPROM kann im verbauten Zustand neu programmiert werden. Man nennt diesen Vorgang „Flash-Programmierung" oder „Update-Programmierung".

Voraussetzung für eine Flash-Programmierung ist der Diagnose-Tester VAS 5051 mit dem neuen Software-Stand (Update CD 12) und eine aktuelle Flash-CD.

Die Programmierung erfolgt über die Diagnoseschnittstelle (K-Leitung).

Nach Einführung der Flash-Programmierung bei der multitronic® werden weitere Systeme mit programmierbaren Steuergeräten Einzug halten.

Eine Flash-Programmierung ist nur dann notwendig, wenn Beanstandungen durch eine Software-Änderung behoben werden können.

Erklärung

„in a flash" heißt übersetzt „im Nu, sofort".

Bezogen auf den Begriff „Flash-Programmierung" bedeutet es soviel wie „schnelle Programmierung".

Außerdem findet das Wort „Flash" bei vielen Begriffen, die im Zusammenhang mit der Flash-Programmierung stehen, Verwendung (z. B. Flash-CD).

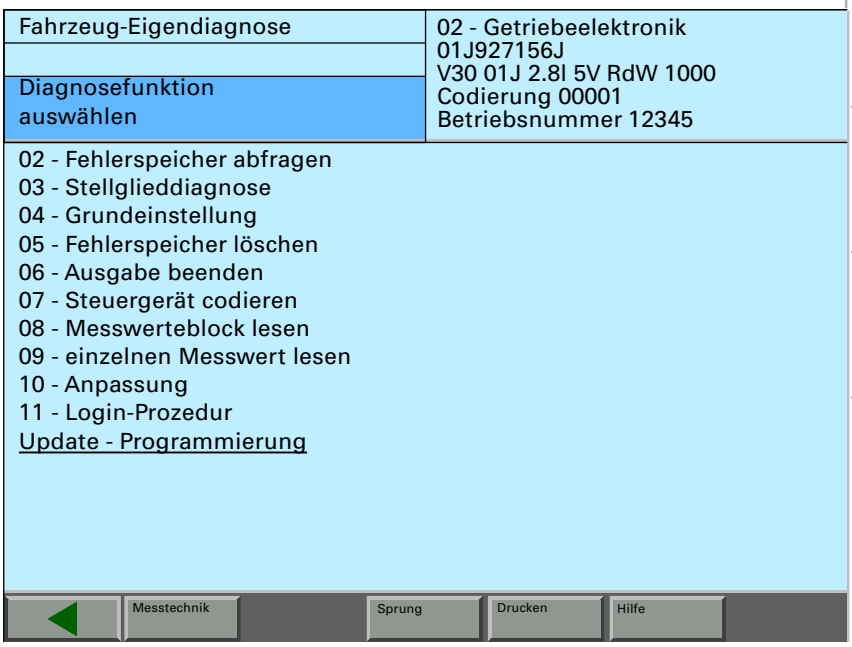
„Update" heißt übersetzt „auf den neuesten Stand bringen".

Funktionsablauf der Flash-Programmierung

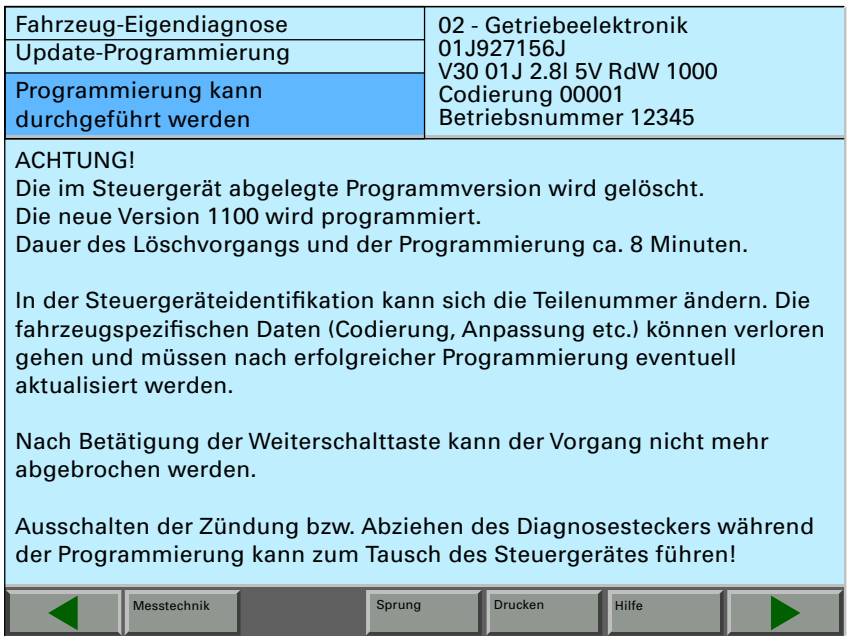
Nach Einlegen der aktuellen Flash-CD und anschließendem Einstieg in die Diagnose der multitronic® (Adresswort 02 Getriebeelektronik) erkennt der VAS 5051 anhand der Steuergeräteidentifikation, ob das Steuergerät programmierbar ist.

Anhand der Daten der Flash-CD ermittelt das VAS 5051, ob zu der Teilenummer des Getriebesteuergeräts ein neuer Software-Stand existiert.

Ist dies der Fall, so erscheint in der Auswahl der Diagnosefunktionen „Update-Programmierung". Nach Anwählen der Diagnosefunktion „Update-Programmierung" wird der Programmiervorgang gestartet.



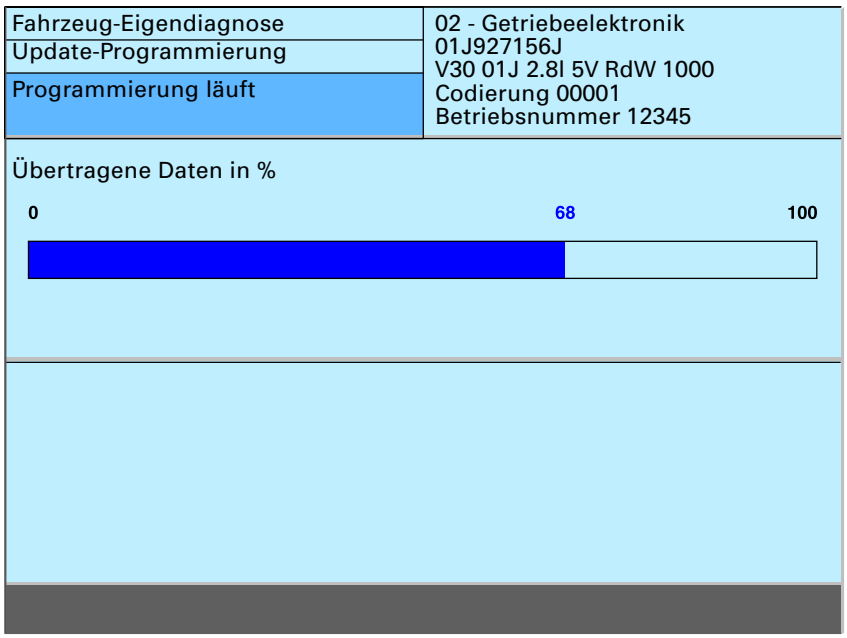
228_086



228_087

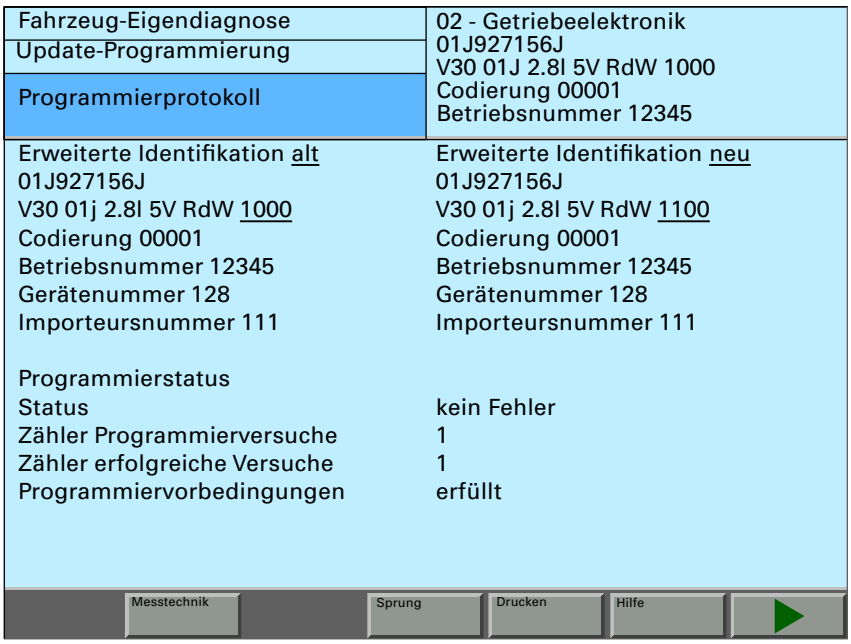
Der Programmiervorgang wird von der Flash-CD gesteuert und läuft automatisch ab.

Der Programmierablauf wird am Display angezeigt und informiert über die laufenden Schritte und zeigt Eingabeaufforderungen an. Der Programmiervorgang dauert ca. 5 - 10 Minuten.



228_088

Ist der Programmiervorgang abgeschlosen, wird ein Programmierprotokoll angezeigt.

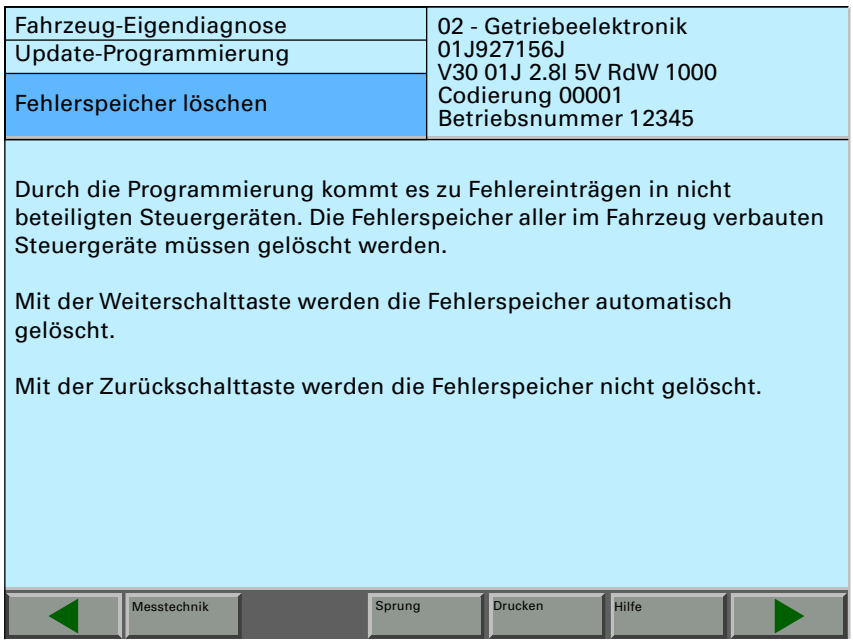


228_089

Da während der Programmierung der CAN-Datenaustausch unterbrochen ist, kommt es zu Fehlereinträgen in den Fehlerspeichern der CAN-vernetzten Steuergeräte.

Nach dem Programmieren müssen die Fehlerspeicher **aller** Steuergeräte gelöscht werden.

Es können nur neue Software-Versionen programmiert werden. Ein „Zurückprogrammieren“ ist nicht möglich.



228_087

Die Flash-CD

Auf der Flash-CD befinden sich die Daten und Programme für den Programmierablauf und die „Update- Versionen” neuer Software-Stände.

Für die Flash-CD gibt es in gewissen Zeitabständen ein Update. Die Flash-CD enthält ebenso die Update-Daten für andere programmierbare Steuergeräte (zukünftige Systeme). Das bedeutet, es gibt zukünftig nur **eine** Flash-CD für **alle** Systeme (Motor, Getriebe, Bremse, Klimaanlage usw.).

Flash-CDs werden nur dann ausgeliefert, wenn neue Software-Versionen zur Verfügung stehen.

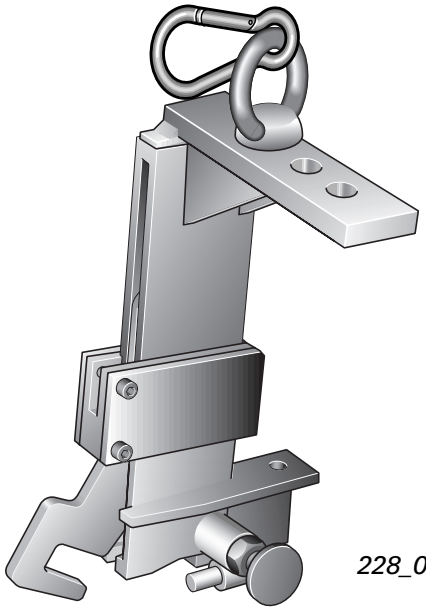
228_096

Spezialwerkzeuge/ Betriebseinrichtungen

Im Service werden zunächst die folgenden Sonderwerkzeuge/Betriebseinrichtungen benötigt:

Getriebe-Anhängevorrichtung

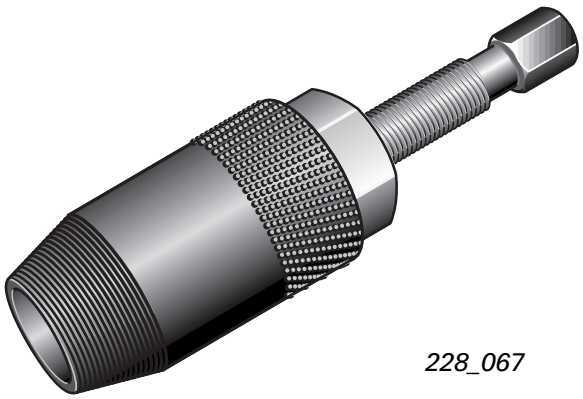
T40013



228_066

Dichtringauszieher

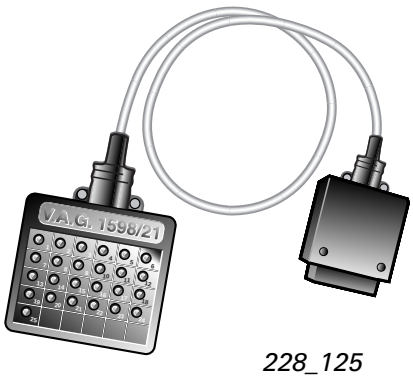
T40014



228_067

Prüfbox

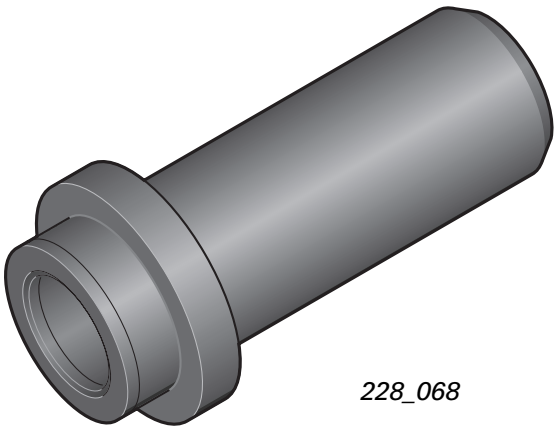
V.A.G 1598/21



228_125

Druckstück

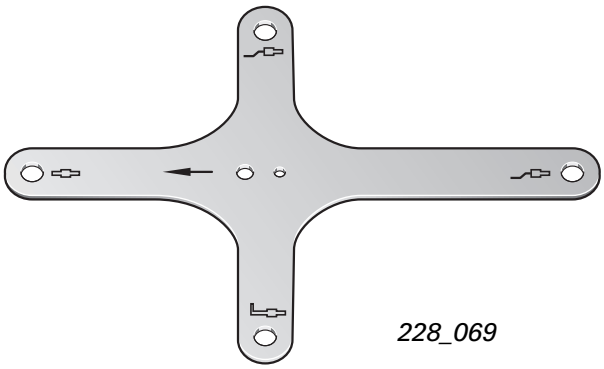
T40015



228_068

Justierplatte

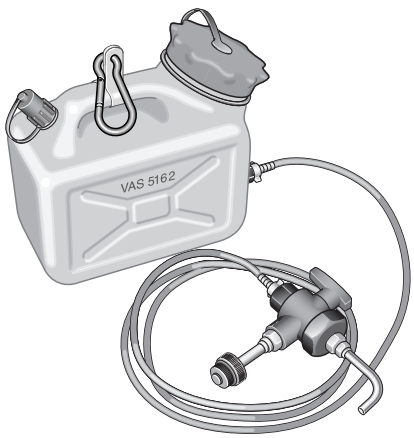
3282/30



228_069

ATF-Befüllsystem

VAS 5162



228_070

Notizen

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten
AUDI AG
Abteilung I/VK-5
D-85045 Ingolstadt
Fax 0841/89-36367
940.2810.47.00
Technischer Stand 09/99
Printed in Germany