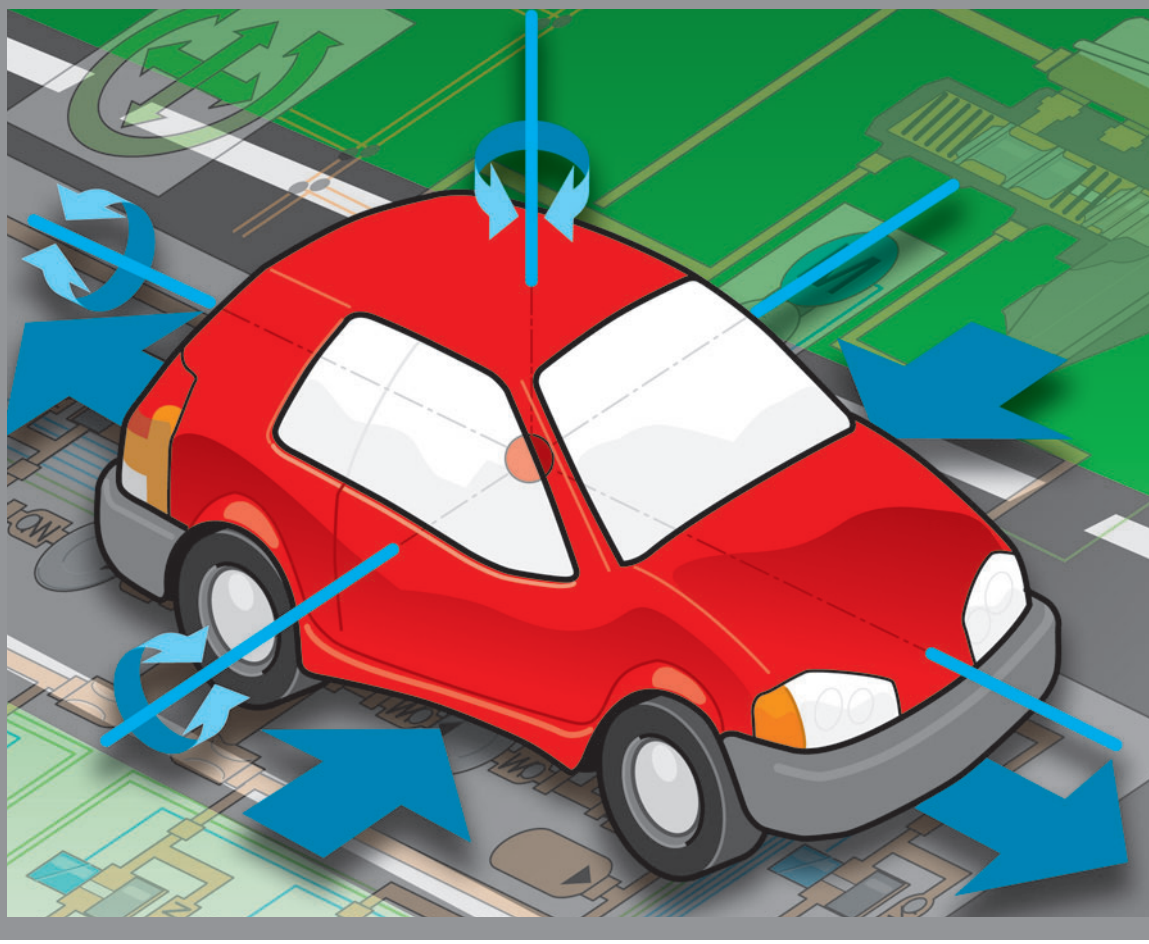
SERVICE TRAINING

Selbststudienprogramm 374

Schlupfregel- und Assistenzsysteme

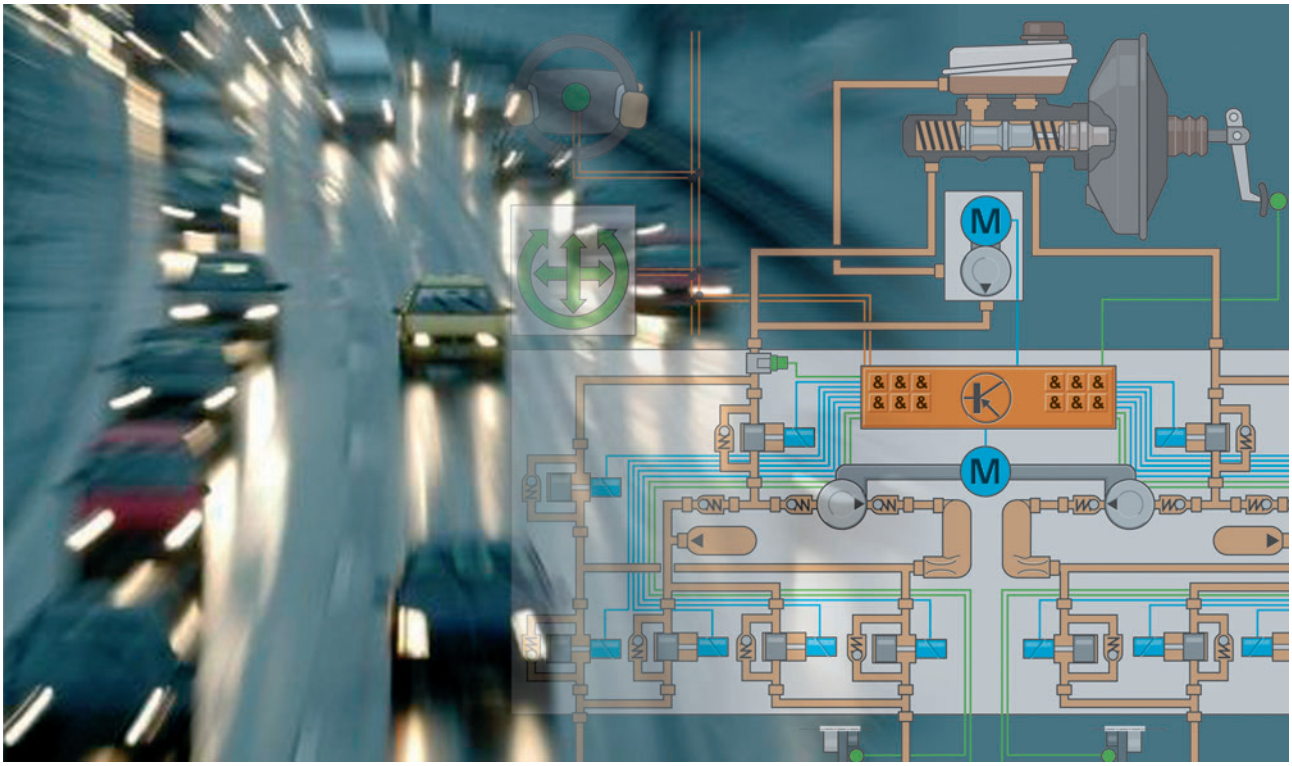
Konstruktion und Funktion



Nutzfahrzeuge

Zunehmende Geschwindigkeit und Verkehrsdichte steigern das Bedürfnis nach einer Fahrdynamik, die unter allen Betriebsbedingungen eine höchstmögliche Sicherheit besitzt. Dies wird durch eine steigende Anzahl von Schlupfregel- und Assistenzsystemen erreicht, die zum Teil aus dem Antiblockiersystem ABS hervorgegangen sind und den Fahrer unterstützen.

Dieses Grundlagenheft gibt Ihnen einen Überblick der Systeme. Weiterhin werden ihre grundlegenden Funktionsprinzipien, und welche Bauteile in den betreffenden Systemen zusammenarbeiten, dargestellt.



S374_010

Das Selbststudienprogramm vermittelt Grundlagen zu Konstruktion und Funktion neuer Fahrzeugmodelle, neuen Fahrzeugkomponenten oder neuen Techniken.
Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Softwarestand.
Für Prüf-, Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.

weitere Informationen

Hinweis

Auf einen Blick

Einleitung **4**
Zu diesem Heft 4
Die verwendeten Abkürzungen im Überblick 5
Die Gliederung der Systeme 6

Sensorik **8**
Die passiven und aktiven Drehzahlsensoren 9
Die Beschleunigungssensoren und der Drehratensensor 12

Die Schlupfregelsysteme **15**
Das Antiblockiersystem 16
Die Bremssysteme mit alleinigem Bremseingriff 21
Die Bremssysteme mit zusätzlichem Motoreingriff 31
Das Elektronische Stabilisierungsprogramm 40

Die ESP-Zusatzfunktionen **48**
Der hydraulische Bremsassistent 48
Die hydraulische Bremskraftverstärkung 54
Das Overboost 55
Die Hinterachsvollverzögerung 56
Die Gespannstabilisierung 58
Die Roll Over Prevention 60

Die Assistenzsysteme **62**
Der Bergabfahrassistent 62
Der Berganfahrassistent 64
Das AUTO HOLD 69
Der dynamische Anfahrassistent 72
Die Bremscheibentrocknung 74
Die Gegenlenkunterstützung 76
Die automatische Distanzregelung 78
Der Front Assist 80

Anhang **83**

Prüfen Sie Ihr Wissen **85**

Einleitung

Zu diesem Heft

Wie auf Seite 2 angekündigt, befasst sich dieses Grundlagenheft mit dem grundsätzlichen Aufbau der verschiedenen Schlupfregel- und Assistenzsysteme, die über die Bremsanlage oder einen Motoreneingriff die Fahrdynamik beeinflussen.

Die unterschiedlichen Systeme greifen in der Regel auf gleichartige Sensoren zurück. Deshalb ist den Kapiteln, die sich mit den Schlupfregel- und Assistenzsystemen befassen, ein kurzes Kapitel über die Funktionsweise einiger neuerer Sensoren vorangestellt.



Informationen zu weiteren Sensoren, die in den vorgestellten Systemen arbeiten, finden Sie im Selbststudienprogramm 204 „ESP“ und im Skoda SSP Nr. 28 und Nr. 42.

In dem Kapitel „Die Schlupfregelsysteme“ wird der Aufbau und die Wirkungsweise der einzelnen Bremssysteme erläutert. Dabei wird das Antiblockiersystem ABS als der Ursprung aller Schlupfregelsysteme und das elektronische Stabilisierungs-Programm ESP als das übergeordnete System betrachtet.

Das Kapitel ESP-Zusatzfunktionen gibt Ihnen einen Überblick über die zur Zeit verfügbaren Software-Erweiterungen der ESP-Funktion.

Die Assistenzsysteme haben die Aufgabe, den Fahrer unter bestimmten Bedingungen oder bei Fahrmanövern wie z. B. dem Anfahren am Berg zu entlasten. Sie gehören ursächlich nicht ausschließlich zum Thema Fahrwerk und Bremsen. Die in diesem Heft vertretenen Assistenzsysteme werden aus dem Grund aufgeführt, da sie als Funktionen in das Steuergerät für ABS/ESP integriert werden oder maßgeblich Funktionalitäten des ESP-System wie z. B. dessen Sensorik nutzen.

Die verwendeten Abkürzungen im Überblick



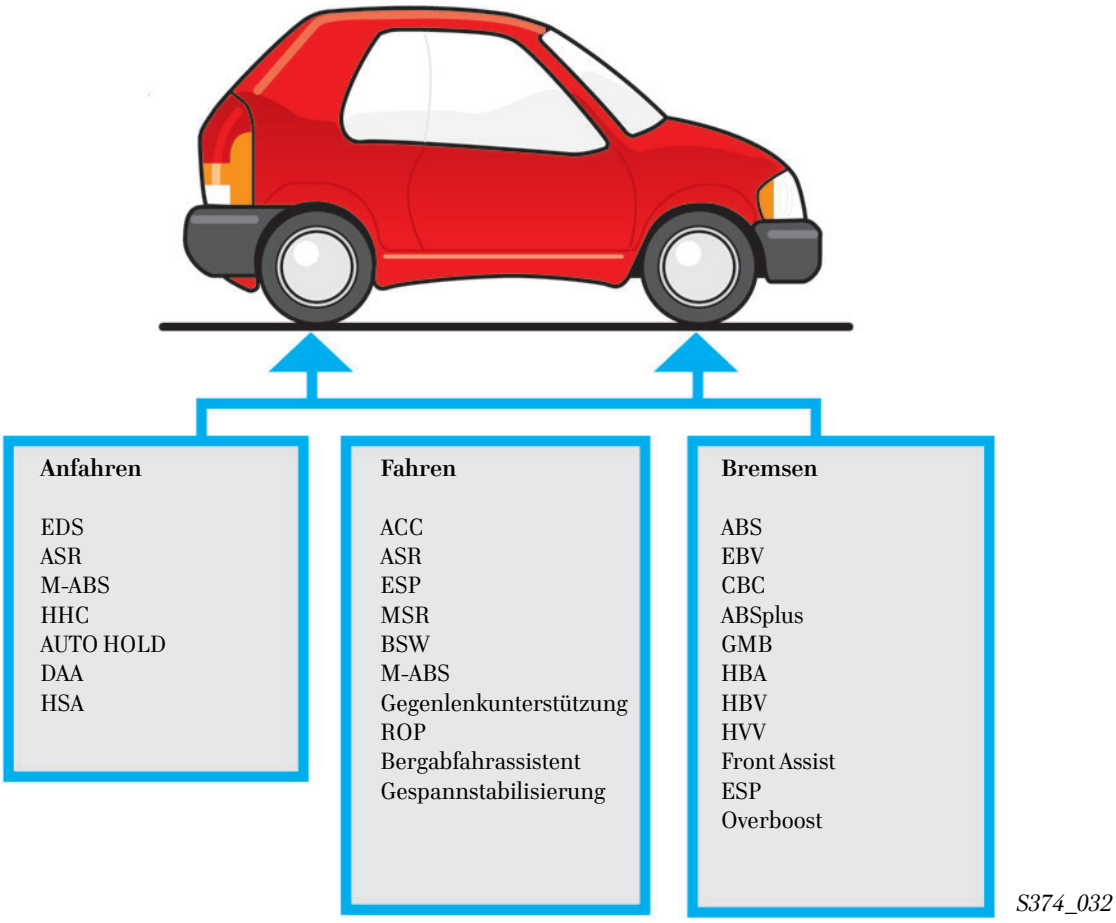
S374_077

Bezeichnung		VW-Bezeichnung
Active Rollover Protection	ARP	ROP - Roll Over Prevention
Adaptive Cruise Control	ACC	ACC - automatische Distanzregelung
Anhaltewegverkürzung 1	AWV1	AWV1
Anhaltewegverkürzung 2	AWV2	AWV2
Antiblockiersystem	ABS	ABS
Antriebsschlupfregelung	ASR	ASR
Auto-Hold	AHA	Auto-Hold
Driver-Steering Recommandation	DSR	Gegenlenkunterstützung
Dynamische Anfahrassistent	DAA	DAA
Elektrische Parkbremse	EPB	elektromechanische Feststellbremse
Elektronische Bremskraftverteilung	EBV	EBV
Elektronische Differenzialsperre	EDS	EDS
Elektronisches Stabilisierungsprogramm	ESP	ESP
Erweitertes Antiblockiersystem	ABSplus	ABSplus
Erweitertes Stabilitätsbremssystem	ESBS	CBC - Corner Brake Control
Fading Brake Support	FBS	Overboost
Front Scan Assist	FSA	Front Assist
Giermomentaufbauverzögerung	GMA	GMB - Giermomentbeeinflussung
Hill Descent Control	HDC	Bergabfahrassistent
Hill Hold Control	HHC	HHC - Berganfahrassistent
Hill Start Assistent	HSA	HSA - Hill Start Assistent (Berganfahrhilfe im Touareg und T5)
Hinterachsvollverzögerung	HVV	HVV
Hydraulische Bremskraftverstärkung	HBV	HBV
Hydraulischer Bremsassistent	HBA	HBA
Motoreingriff-Antiblockiersystem (erweitertes Antiblockiersystem)	M-ABS	M-ABS
Motorschleppmomentregelung	MSR	MSR
Rain Brake Support	RBS	BSW -Bremsscheibentrocknung
Ready Alert Brake	RAB	Prefill
Roll-Over-Programm	ROP	ROP - Roll Over Prevention
Trailer Stabilisation Assistent	TSA	Gespannstabilisierung

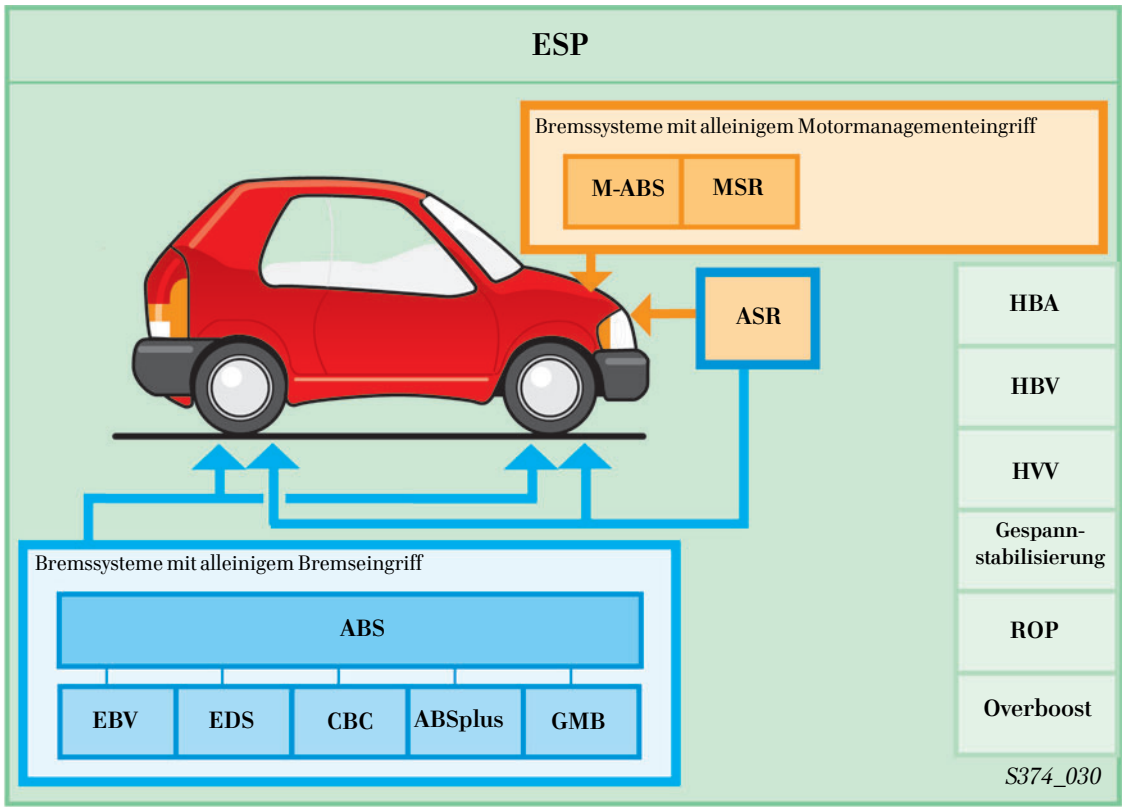
Die Gliederung der Systeme

Bei der Vielzahl von Regelsystemen ist es schwer eine folgerichtige und überschaubare Gliederung der Schlupfregel- und Assistenzsysteme vorzunehmen. Mitunter sind die Systeme hierarchisch miteinander verkoppelt, andere stellen eher Entwicklungsstufen dar und wieder andere bauen von der Hard- bzw. Software aufeinander auf oder stellen Ergänzungen bestehender Funktionen dar.

Eine Möglichkeit der Gliederung ist es, die Schlupfregel- und Assistenzsysteme den Fahrzuständen „Anfahren“, „Fahren“ und „Bremsen“ zuzuordnen. Aus der nachfolgenden Grafik kann entnommen werden, welches System bei welchem Fahrzustand eingreifen kann.



Eine weitere und detailliertere Möglichkeit der Gliederung ist es, die Schlupfregelsysteme in zwei Gruppen einzuteilen. Zum einen die Systeme mit alleinigem Bremseingriff über die hydraulische Bremsanlage und zum anderen die zusätzlich über das Motormanagement oder Getriebemanagement die Fahrdynamik beeinflussen.



Das Antiblockiersystem ABS ist der Ursprung aller Schlupfregelsysteme und ist ein Bremssystem mit alleinigem Bremseingriff. Zu den Software-Erweiterungen und den Erweiterungen durch zusätzliche Bauteile des ABS-Systems zählen EBV, EDS, CBC, ABSplus sowie GMB.
ASR stellt eine Erweiterung der ABS Anlage dar, die neben einem aktiven Bremseingriff auch den Eingriff auf das Motormanagement ermöglicht. Zu den Bremssystemen mit alleinigem Motormanagementeingriff gehören M-ABS und MSR.

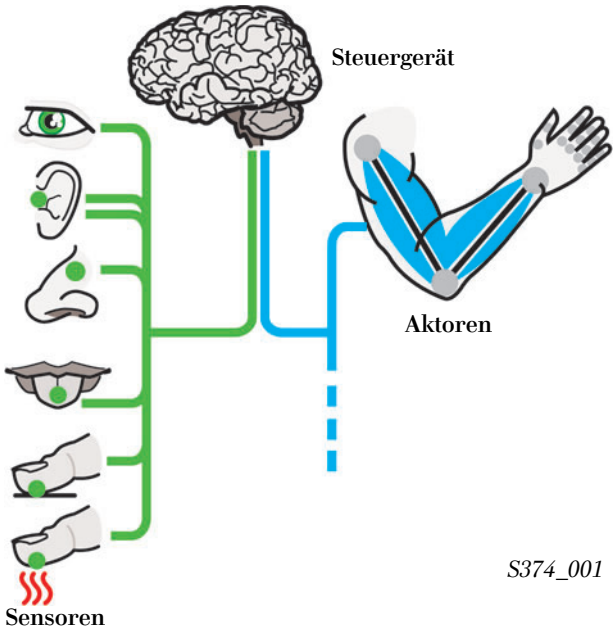
Alle Schlupfregelsysteme sind dem System ESP untergeordnet, sofern dieses im Fahrzeug verbaut ist. Ist die Funktion ESP stillgelegt, funktionieren einige der Schlupfregelsysteme eigenständig.

Das elektronische Stabilisierungsprogramm ESP greift selbstständig in die Fahrdynamik ein, wenn die Regelelektronik eine Abweichung vom Fahrerwunsch zu dem tatsächlichen Fahrzeugverhalten feststellt. Das bedeutet, das elektronische Stabilisierungsprogramm ESP entscheidet, unter welchen fahrdynamischen Bedingungen wann welche Schlupfregelsysteme aktiviert oder deaktiviert werden. ESP ist sozusagen die Master-Funktion.

Die Erweiterungen zu ESP werden in diesem Heft als ESP-Zusatzfunktionen bezeichnet und haben die Ausstattung ESP im Fahrzeug zur Voraussetzung.

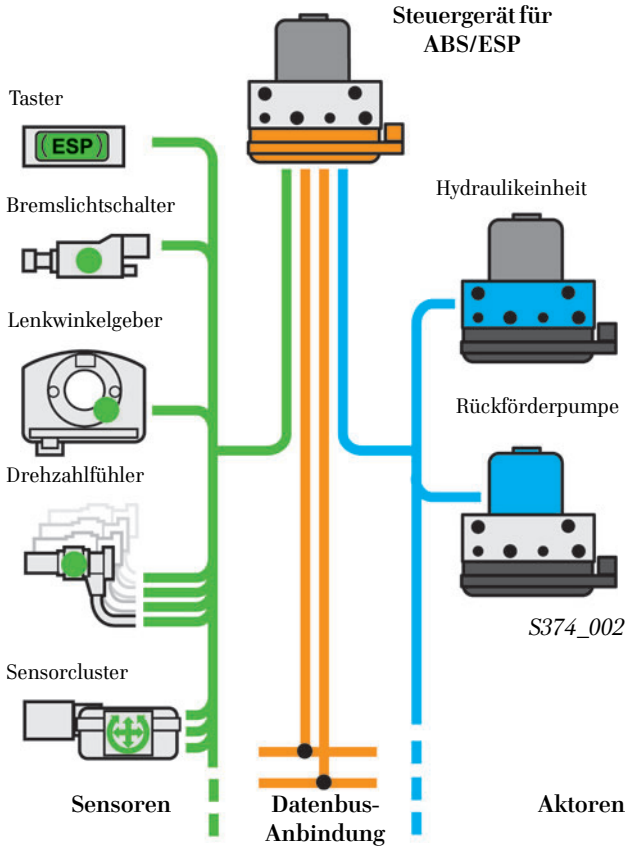
Allgemeines

Damit ein Mensch auf seine Umwelt reagieren kann, um z. B. einer nahenden Gefahr auszuweichen, muss er seine Umgebung wahrnehmen (sensieren) können. Wir bedienen uns dabei unserer Sinne, die uns naturgemäß gegeben sind. Wir haben optische Sensoren (Augen), akustische Sensoren und den Gleichgewichtssinn (Ohren), Sensoren, die auf chemische Stoffe reagieren (Nase & Geschmackssinn) und Sensoren, die auf Berührung (Tastsinn) oder Temperatur reagieren. Unsere Ohren stellen sogar einen Sensorcluster, also einen Zusammenschluss mehrerer Sensoren dar, da wir mit ihnen sowohl Schall als auch Beschleunigung erfassen.



Eine vergleichbare Situation gilt für Kraftfahrzeuge und ihre Schlupfregel- und Assistenzsysteme. Damit diese Systeme arbeiten können, um kritische fahrdynamische Situationen zu entschärfen oder im Ansatz zu vermeiden, müssen sie über Sensoren verfügen, mit denen sie die Fahrsituation erfassen können. Es sind dies vor allem die Drehzahlsensoren, sowie Beschleunigungs- und Drehmomentsensoren. Aber auch Drucksensoren, Drehratensensoren oder Hall-Sensoren z. B. zur Erfassung einer Pedalstellung werden in den unterschiedlichen Systemen verwendet.

In diesem Heft beschränken wir uns darauf, Ihnen den Unterschied zwischen aktiven und passiven Drehzahlsensoren aufzuzeigen. Weiterhin stellen wir Ihnen den neuen Sensorcluster vor, der neben Längs- und Querbeschleunigungsgeber nun auch einen Drehratengeber (Gierratensensor) enthält.



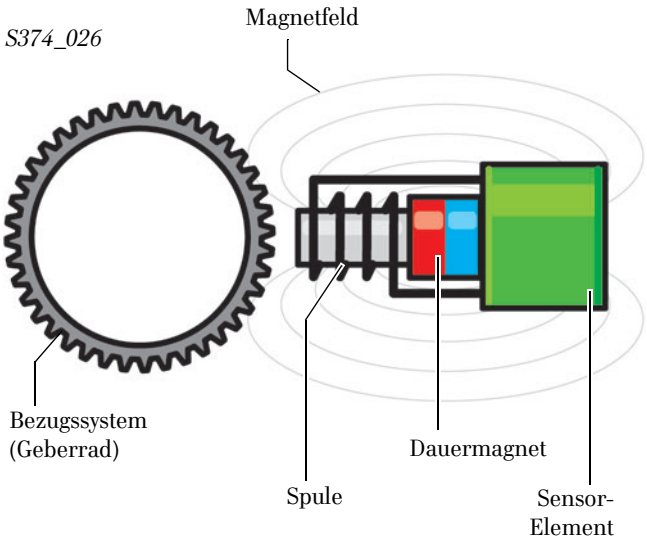
Weitere Informationen zur Sensorik der Schlupfregelsysteme entnehmen Sie bitte dem Selbststudienprogramm 204 „ESP“ und im Skoda SSP Nr. 28 und Nr. 42.

Die passiven und aktiven Drehzahlsensoren

Beide Sensortypen dienen dazu, dem System die Fahrzeuggeschwindigkeit und viel wichtiger die einzelnen Raddrehzahlen zu vermitteln. Aus Unterschieden in den Raddrehzahlen ermitteln die Systeme z. B., ob sich die Reifen auf einer unterschiedlich griffigen Fahrbahnoberfläche befinden und damit die Gefahr besteht, beim Bremsen in eine kritische fahrdynamische Situation zu geraten.

Passive Drehzahlsensoren

Es handelt sich hierbei um die ältere Generation von Drehzahlsensoren.
Sie besitzen keine eigene Stromversorgung, worauf sich die Bezeichnung als passiver Sensor bezieht.
Sie arbeiten in der Regel nach dem Induktionsprinzip.



Aufbau

Grundsätzlich ist für die Drehzahlmessung ein Sensorelement und ein Bezugssystem erforderlich.
Das Sensorelement besteht im Wesentlichen aus einer Spule, die um einen Eisenkern gewickelt ist und einem Dauermagneten. Das Bezugssystem wird durch einen Zahnring (Inkrement- oder Impulsring) gebildet.

Die Drehzahlsensoren liefern neben den Beschleunigungssensoren im ESP-System die maßgeblichen Informationen.

So funktioniert es.

Führt man ein Stück Eisen durch das Magnetfeld eines Dauermagneten, so ändert sich die Stärke und Ausformung des Magnetfeldes. Diese Änderung des Magnetfeldes kann man mit Hilfe einer Spule erkennen, da durch die magnetische Feldänderung in der Spule eine Spannung induziert wird, die man messen kann. Daher der Name Induktionsprinzip für die Art von Sensoren. Jeder Zahn des Impulsrades, der in das Magnetfeld des Sensors eintaucht führt also zu einer Induktionsspannung. Aus der Abfolge an Spannungsspitzen innerhalb eines Zeitintervalles (Frequenz) lässt sich damit die Raddrehzahl bzw. die Radgeschwindigkeit errechnen.

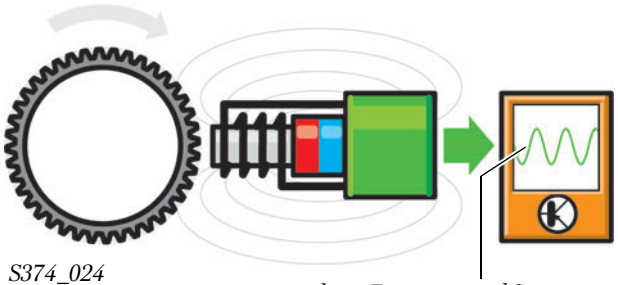
Vorteile/Nachteile

Der Vorteil passiver Induktions-Drehzahlsensoren liegt in der einfachen Ausführung der Bauteile.

Der Nachteil ist, dass sie auf ein genaues Spaltmaß zwischen Geberrad und Sensor angewiesen sind. Außerdem sind die passiven Induktions-Drehzahlsensoren schwerer und benötigen mehr Bauraum.

Da nicht nur die Frequenz, sondern auch die Signalspannung von der Drehzahl des Geberrades abhängig ist, liefern passive Sensoren im Vergleich zu aktiven Sensoren bei geringen Drehzahlen nur Signale mit kleinerer Signalspannung.

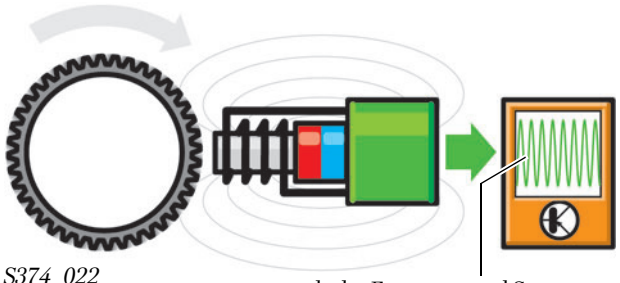
Sensorsignal bei geringer Drehzahl



S374_024

niedrige Frequenz und Spannung

Sensorsignal bei hoher Drehzahl



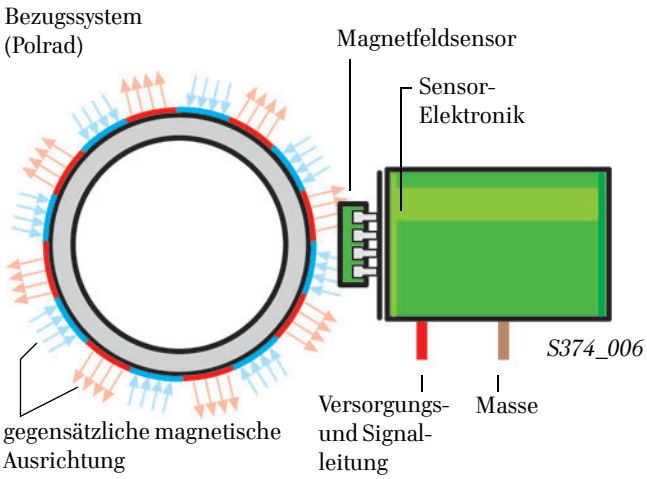
S374_022

hohe Frequenz und Spannung

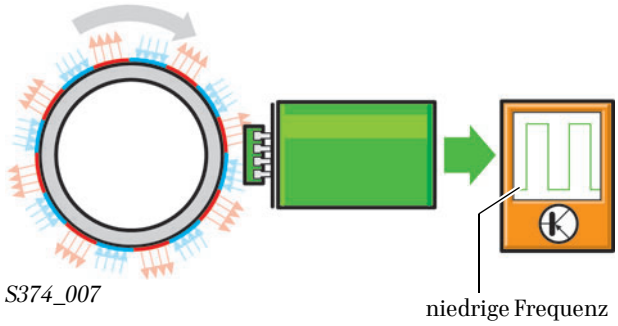
Am Signal kann nicht erkannt werden, ob ein Sensor verschmutzt ist.

Aktive Drehzahlsensoren

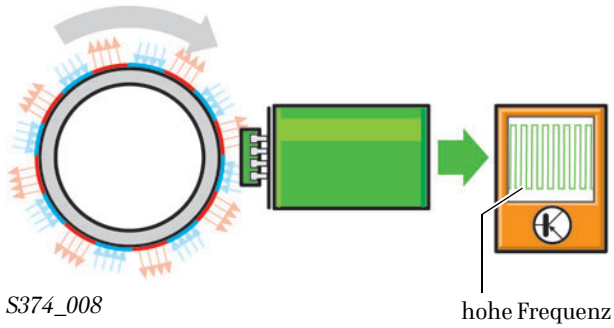
Im Gegensatz zu den passiven Sensoren besitzen die aktiven Sensoren eine eigene Spannungsversorgung. Sie liegt bei ca. 12 Volt. Das Funktionsprinzip aktiver Drehzahlsensoren beruht auf dem Hall-Prinzip oder auf dem magnetoresistiven Effekt.



Sensorsignal bei geringer Drehzahl



Sensorsignal bei hoher Drehzahl



Aufbau

Auch aktive Drehzahlsensoren bestehen aus einem Sensorelement und einem Bezugssystem.
Das Sensorelement wird durch einen Magnetfeldsensor mit Sensorelektronik gebildet. Als Bezugssystem fungiert ein Kunststoffring mit gegensätzlich magnetisierten Oberflächenbereichen (Polrad).

So funktioniert es

Führt man einen Magnetfeldsensor durch ein wechselndes Magnetfeld, so ändert sich seine Hallspannung, oder beim magnetoresistiven Prinzip verändert sich der Widerstand. Je schneller die gegensätzlich gepolten Magnetfelder des Bezugsringes am Magnetfeldsensor vorbeilaufen, desto häufiger ändert sich die Hallspannung. Auch bei diesem Sensortyp wird also über die Frequenz von Spannungsänderungen die Raddrehzahlgeschwindigkeit errechnet.

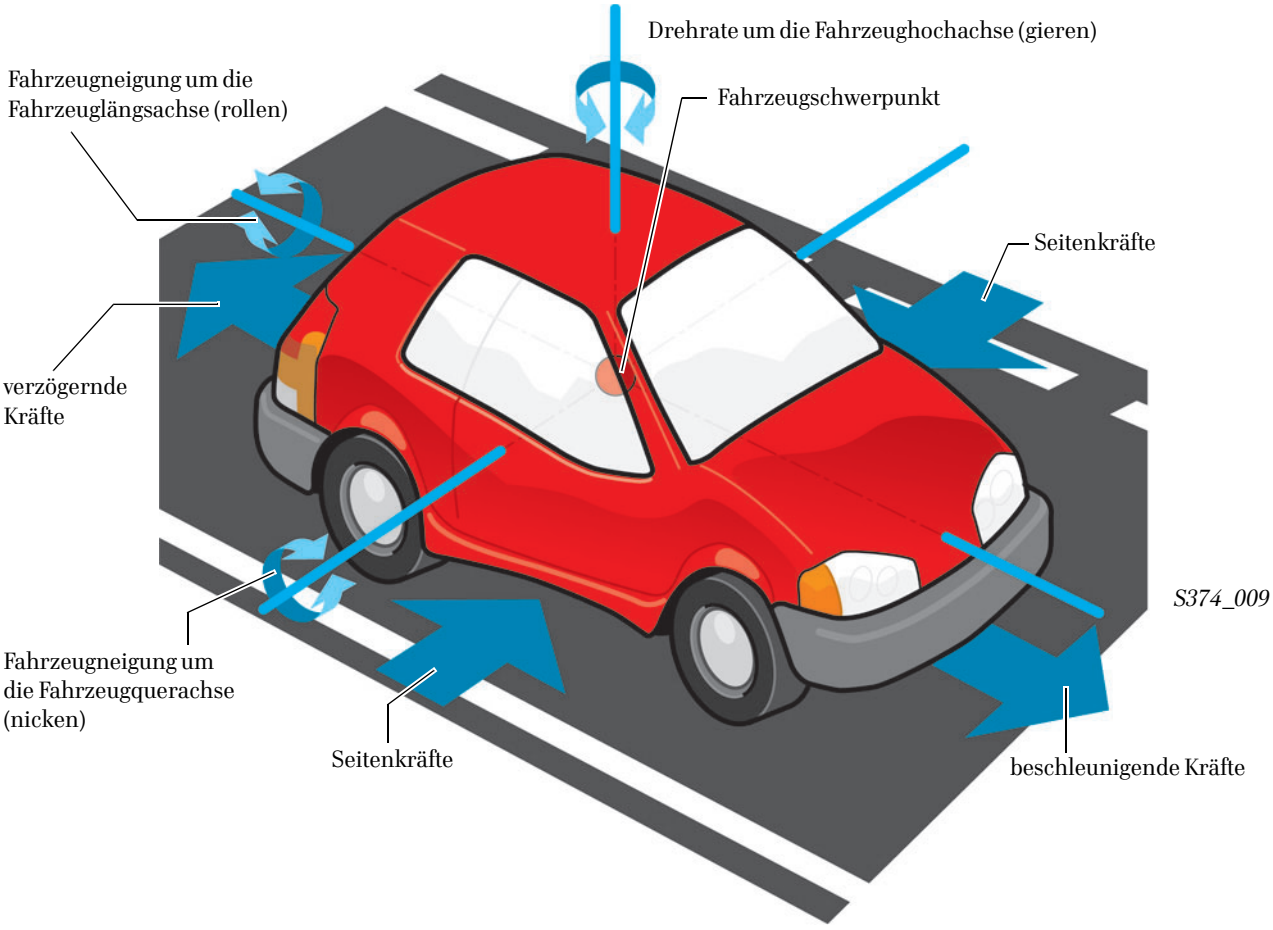
Vorteil/Nachteil

Aktive Drehzahlsensoren liefern über den gesamten Messbereich ein gleichmäßig genaues Messergebnis, weil die Signalstärke nicht von der Drehzahl abhängig ist, sondern über definierte Ströme festgelegt ist.
Nachteil ist eine schlechtere Prüfbarkeit mit einem Ohmmessgerät.

Die Beschleunigungssensoren und der Drehratensensor

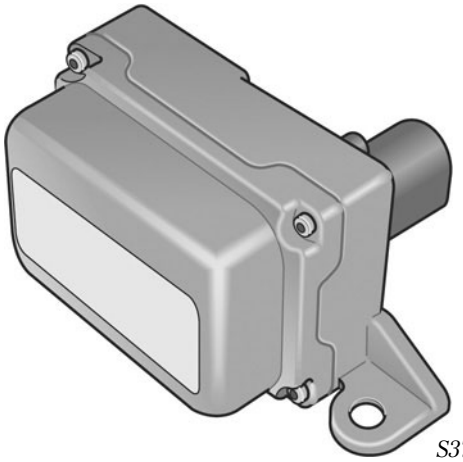
Sie stellen die zweite sehr wichtige Gruppe von Sensoren für Schlupfregelsysteme dar. Über sie erfahren die unterschiedlichen Funktionen, in welche Richtung das Fahrzeug beschleunigt oder verzögert wird und ob eine Drehrate um die Fahrzeughochachse auftritt.

Aus diesen Daten können die Regelsysteme schließen, in welche Richtung sich das Fahrzeug tatsächlich bewegt, bzw. welche Kräfte auf das Fahrzeug einwirken und ggf. die Bewegungsrichtung beeinflussen.
Da diese Sensoren sehr empfindlich reagieren, können mit ihrer Hilfe kritische Situationen schon im Ansatz erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.



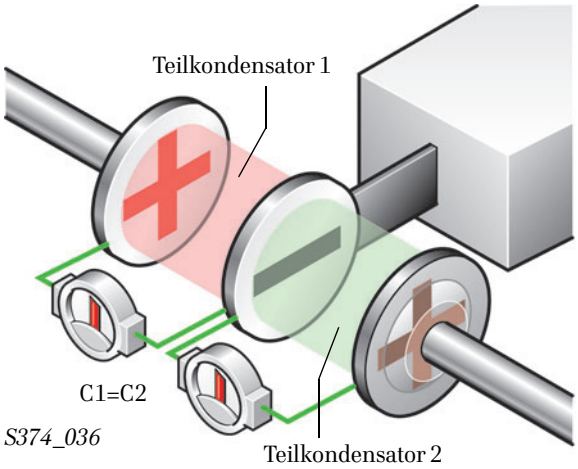
Für ABS und M-ABS werden einige Sensoren nicht benötigt.

Sensoreinheit für ESP G419



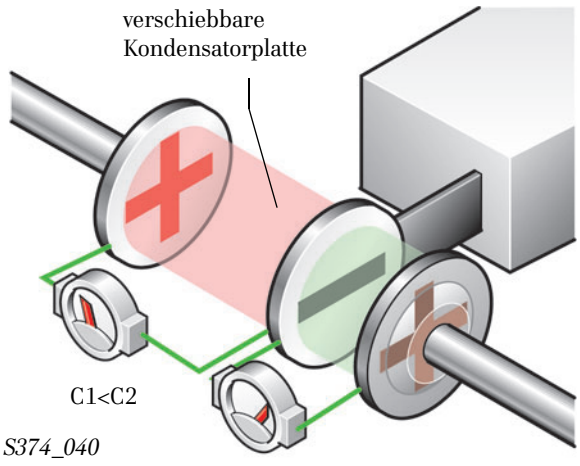
S374_090

Diese Sensoreinheit ist ein Verbund des Querbeschleunigungsgeber G200, des Längsbeschleunigungsgeber G251 und des Drehratengebers G202.
Beide Beschleunigungssensoren arbeiten nach dem kapazitiven Prinzip und unterscheiden sich nur in der räumlichen Ausrichtung der Sensoren auf die jeweilige Beschleunigungsrichtung.



S374_036

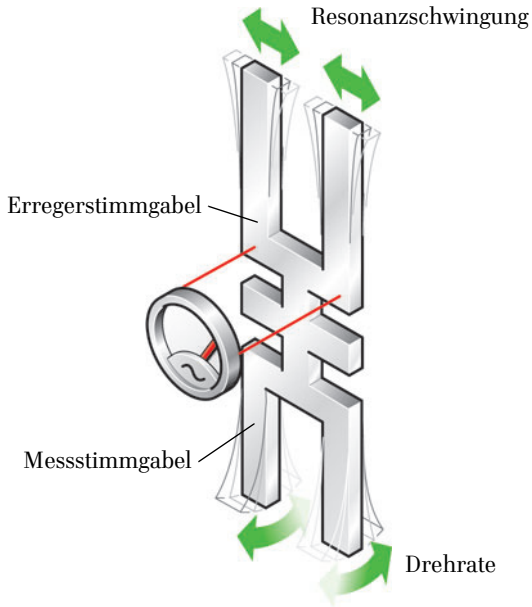
Kapazitives Prinzip bedeutet grob vereinfacht, dass der Sensor aus zwei Teilkondensatoren mit einer gemeinsamen, durch eine Kraft bewegliche Kondensatorplatte besteht. Aufgrund von unterschiedlichen Trägheiten verschiebt sich die gemeinsame Kondensatorplatte gegenüber den beiden anderen Kondensatorplatten, wenn eine Beschleunigung oder Schwerkraft auf den Sensor wirkt. Durch die Verschiebung der gemeinsamen Sensorplatte ändern sich die Kapazitäten, d. h. die elektrische Speicherfähigkeit der Teilkondensatoren, so dass über das Verhältnis der Kapazitäten C1 zu C2 auf das Maß der Beschleunigung geschlossen werden kann.
Realisiert wird dieser Sensortyp durch ein mikromechanisches System aus Silizium, bei dem kammartige Strukturen ineinander greifen und die „Kondensatoren“ bilden.



S374_040

Sensorik

Der Drehratengeber arbeitet nach dem Resonanzprinzip und erfasst die Drehgeschwindigkeit um die Fahrzeughochachse (Drehrate).
Bei diesem Prinzip wird ein Teil eines doppelstimmgabelförmigen Siliziumkristalls mit Hilfe einer Versorgungsspannung in Schwingungen versetzt. Durch Einwirkung der Corioliskraft ändert sich das Resonanzverhalten des anderen Teils der Doppelstimmgabel. Dies kann elektrisch gemessen und als Maß für die Drehrate verwendet werden.



S374_038

Das genaue Funktionsprinzip der einzelnen Sensorelemente entnehmen Sie bitte dem Selbststudienprogramm 204 „ESP“ und im Skoda SSP Nr. 28.

Die Funktion des Drehratengebers wird hier am Beispiel des Stimmgabelprinzips erklärt. Darüber hinaus gibt es für derartige Sensoren noch andere Funktionsprinzipien, wie die Coriolisbeschleunigung und das mikromechanische Prinzip.

Die Schlupfregelsysteme

Durch die Regeleingriffe der verschiedenen Schlupfregelsysteme wird in verschiedenen kritischen Fahrsituationen ein Blockieren der Räder verhindert. Ziel dabei ist es, das Fahrzeugverhalten jederzeit zu stabilisieren und die Lenkbarkeit zu erhalten.
Wie in der Einleitung geschildert, unterscheiden wir innerhalb der Schlupfregelsysteme zwischen den Systemen, die ausschließlich über die hydraulische Bremsanlage die Fahrdynamik beeinflussen und solchen, die zusätzlich über das Motormanagement und gegebenenfalls bei Automatikfahrzeugen über das Getriebemanagement wirken.

Zur ersten Gruppe gehören:
- das Antiblockiersystem **ABS**,
- die elektronische Bremskraftverteilung **EBV**,
- das Corner Brake Control **CBC** (erweitertes Stabilitätsbremssystem **ESBS**),
- die elektronische Differenzialsperre **EDS**,
- das erweiterte Antiblockiersystem **ABSplus** und
- die Giermomentbeeinflussung **GMB** (Giermomentaufbauverzögerung **GMA**).

Die zweite Gruppe bilden:
- die Antriebsschlupfregelung **ASR**,
- die Motorschleppmomentregelung **MSR** und
- das Motoreingriff-Antiblockiersystem **M-ABS** (erweitertes Antiblockiersystem).

Das Antiblockiersystem ABS ist der Ursprung aller Schlupfregelsysteme. Viele der aufgeführten Systeme stellen eine Software-Erweiterung der ursprünglichen ABS-Funktion dar.

Alle aufgeführten Bremssysteme benötigen keine Ausstattung des Fahrzeuges mit ESP, sondern sind auch für sich funktionstüchtig, sofern das Fahrzeug über eine ABS-Bremsanlage verfügt.
Bei der EDS Funktion ist eine erweiterte Hydraulikeinheit erforderlich.

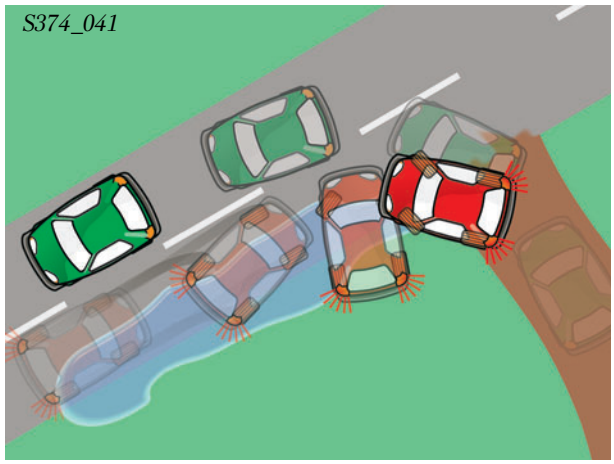
Das elektronische Stabilisierungsprogramm **ESP** greift selbstständig über die Bremsanlage in die Fahrdynamik ein, wenn die Regelelektronik eine Abweichung von Fahrerwunsch zu dem tatsächlichen Fahrzeugverhalten feststellt. ESP kann als übergeordnetes System betrachtet werden.

Das Antiblockiersystem

Wenn wir ESP als das übergeordnete System betrachten, so ist das Antiblockiersystem ABS der Ursprung aller Schlupfregelsysteme. Die ersten elektronischen ABS-Regelungen wurden 1969 vorgestellt.

Bei einer Vollbremsung tendiert immer eines oder mehrere Räder dazu, eher zu blockieren als die anderen, weil die Reibung zwischen den Rädern und der Fahrbahn durch viele Einflüsse ständig wechselt. Man spricht bei einem blockierenden Rad auch von 100 % Schlupf. Dabei rutschen die Räder blockiert über die Fahrbahn wie ein Radiergummi. Mit dem Verlust der Haftreibung können sich auch keine Seitenführungskräfte aufbauen, die das Fahrzeug in der Spur halten. Das Fahrzeug bricht aufgrund der Fliehkraft aus und ist nicht mehr lenkbar.

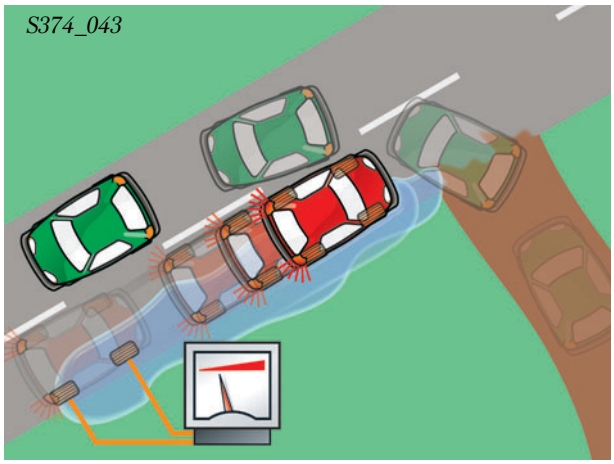
Fahrzeugs ohne ABS



Bei einer Vollbremsung auf der nassen Fahrbahn blockieren die Räder. Das Fahrzeug kommt ins Rutschen.

Erst mit den ersten serienreifen ABS-Systemen konnte dieser gefährlichen Fahrsituation effizient entgegen gewirkt werden. ABS erhöht die Fahrstabilität indem es ein Blockieren der Räder beim Bremsen verhindert. Es verringert an den entsprechenden Rädern die Bremskraft soweit, dass die maximale Haftreibung übertragen werden kann. Dadurch können wieder Kräfte auf die Fahrbahn übertragen werden und das Fahrzeug bleibt lenkbar.

Fahrzeugs mit ABS

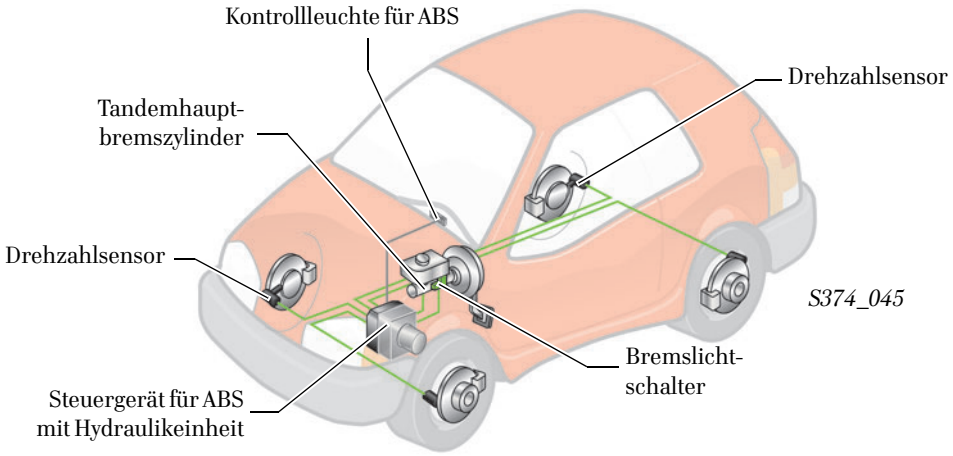


Eine Bremsdruckverringerung an den Rädern auf der nassen Fahrbahn verhindert, dass die Räder blockieren. Das Fahrzeug bleibt lenkbar.

Aufbau

Das ABS-System besteht aus:

- der Hydraulikeinheit mit
  - elektrischer Rückförderpumpe,
  - zwei Dämpfungskammern und
  - zwei Druckspeichern sowie
  - je vier ABS-Einlass- und Auslassventilen,
  - mehreren Rückschlagventilen, die für die erforderliche Förderrichtung der Bremsflüssigkeit sorgen.
- dem Steuergerät für ABS,
- den vier Drehzahlsensoren,
- dem Bremslichtschalter zur Erkennung der Bremsbetätigung,
- der Kontrollleuchte für ABS sowie
- zwei getrennte Bremskreise, die über einen Bremskraftverstärker mit Bremsflüssigkeit und mit Bremsdruck versorgt werden.

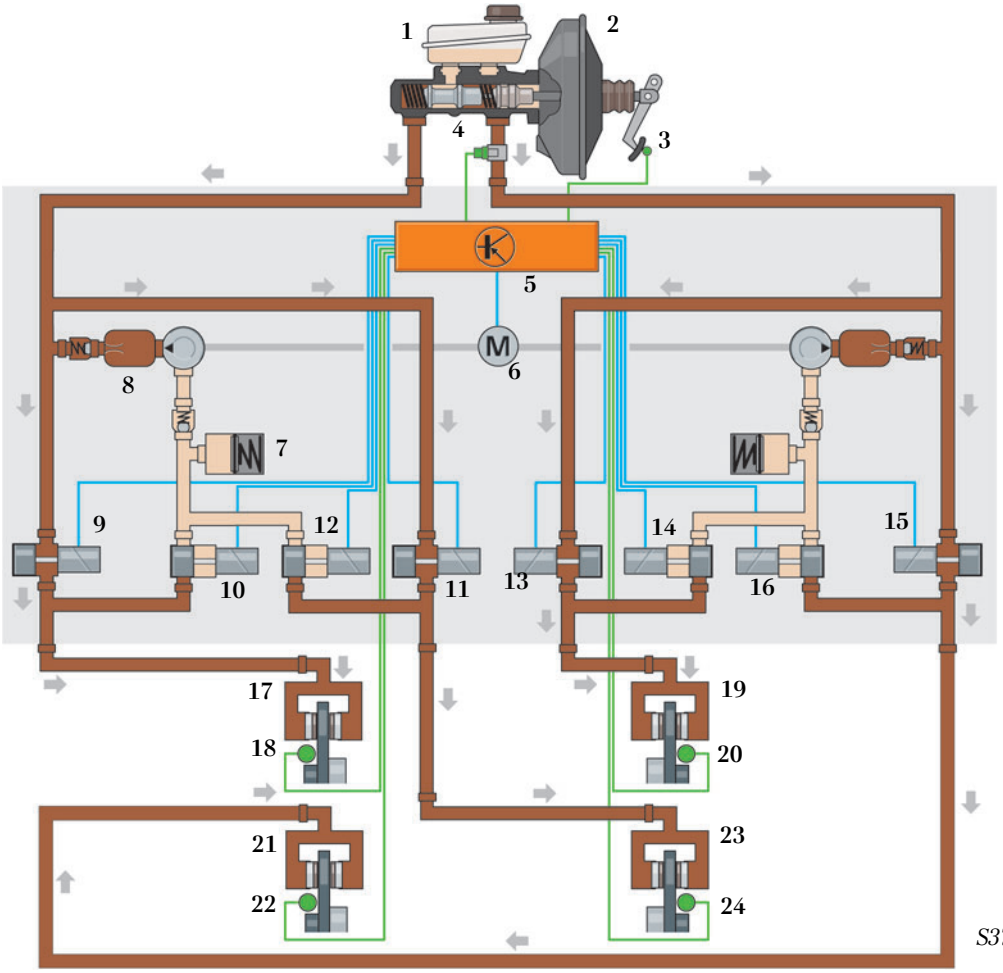


Die Aufteilung der Bremsanlage in zwei getrennte Bremskreise dient der Sicherheit des Fahrzeuges. Fällt ein Kreis aus, kann das Fahrzeug noch über den zweiten Bremskreis zum Halten gebracht werden. Die Aufteilung kann in Vorderachs- und Hinterachsbremskreis oder in diagonaler Aufteilung (linkes Vorderrad/rechtes Hinterrad und rechtes Vorderrad/linkes Hinterrad) ausgelegt sein. In der Regel wird die Diagonalaufteilung verwendet.

Innerhalb eines Bremskreises ist jedem Radbremszylinder ein ABS-Einlass- und ein ABS-Auslassventil zugeordnet. Dadurch kann jede Radbremse individuell angesteuert werden. Der Niederdruckspeicher in jedem Bremskreis unterstützt den schnellen Druckabbau aus dem Radbremszylinder.
Der Rücktransport der Hydraulikflüssigkeit vom Niederdruckspeicher in den Vorratsbehälter wird von der Rückförderpumpe erledigt. Sie ist so aufgebaut, dass beide Bremskreise über eine eigene Rückförderstufe verfügen, die über einen gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden.

Die Schlupfregelsysteme

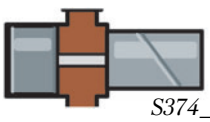
ABS-Hydraulikschaltplan



S374_308

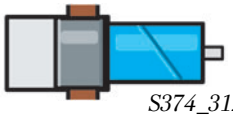
Legende

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
3 - Bremspedalsensorik
4 - Bremsdruckgeber
5 - Steuergerät für ABS/ESP
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil vorn links
10 - ABS-Auslassventil vorn links
11 - ABS-Einlassventil hinten rechts
12 - ABS-Auslassventil hinten rechts
13 - ABS-Einlassventil vorn rechts
14 - ABS-Auslassventil vorn rechts
15 - ABS-Einlassventil hinten links
16 - ABS-Auslassventil hinten links
17 - Radbremszylinder vorn links
18 - Drehzahlfühler vorn links
19 - Radbremszylinder vorn rechts
20 - Drehzahlfühler vorn rechts
21 - Radbremszylinder hinten links
22 - Drehzahlfühler hinten links
23 - Radbremszylinder hinten rechts
24 - Drehzahlfühler hinten rechts



S374_310

Einlassventil EV(9): offen



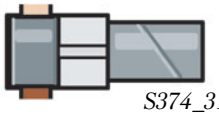
S374_312

Einlassventil EV(9): geschlossen



S374_316

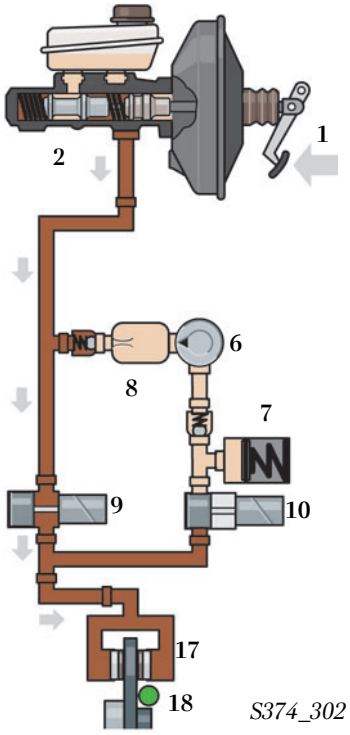
Auslassventil EV(10): offen



S374_314

Auslassventil EV(10): geschlossen

So funktioniert es



S374_302

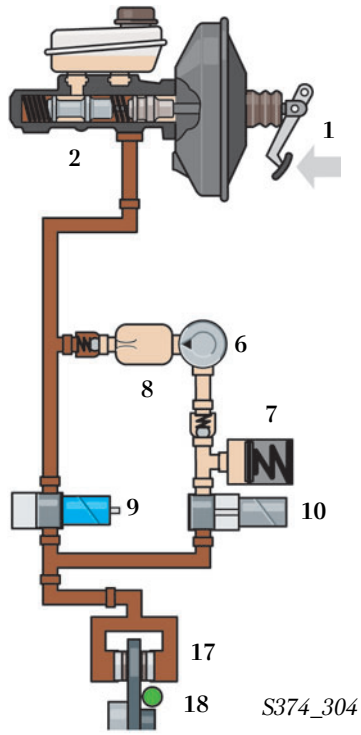
Bremsbetätigung durch Fahrer
1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler

ABS erfordert im Gegensatz zu ESP, dass der Fahrer die Bremse betätigt. Das System agiert nicht selbstständig.

ABS vergleicht beim Bremsen die Raddrehzahlen der vier Räder. Besteht die Gefahr, dass einzelne Räder blockieren, verhindert ABS ein weiteres Ansteigen des Bremsdruckes. Der Regeleingriff des ABS ist für den Fahrer als leichtes Pulsieren des Bremspedals spürbar. Es entsteht durch die Bremsdruckänderungen beim ABS-Eingriff.

Die Lenkbarkeit des Fahrzeugs bleibt erhalten, weil ABS verhindert, dass einzelne Räder blockieren.
Die ABS-Funktion kann nicht manuell abgeschaltet werden.

Druck halten



S374_304

ABS-Regelung „Druck halten“
1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler

Stellt das Steuergerät für ABS fest, dass ein Rad zu blockieren droht, schließt die Regelung das ABS-Einlassventil des betreffenden Rades bei gleichzeitig geschlossenem ABS-Auslassventil. Dadurch wird der Druck im Radbremszylinder gehalten und kann vom Fahrer durch Treten der Bremse nicht weiter erhöht werden.

EV(9):geschlossen
AV(10):geschlossen

Die Schlupfregelsysteme

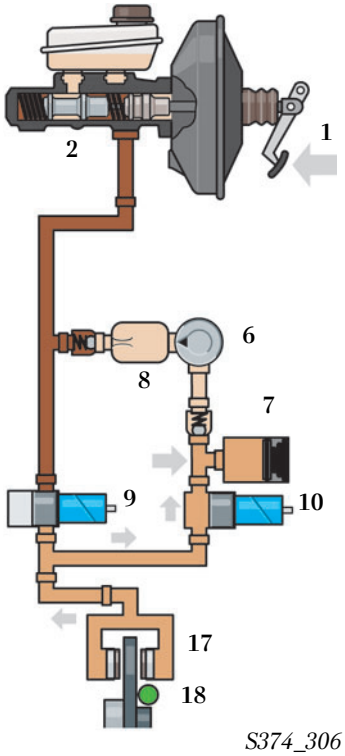
Druck abbauen

Bleibt die Blockierneigung bestehen, öffnet die Regelung das ABS-Auslassventil bei geschlossenem ABS-Einlassventil.
Der Bremsdruck des Radbremszylinders kann sich nun in den Druckspeicher abbauen.
Dadurch kann das Rad wieder beschleunigen.

Reicht das Fassungsvermögen des Druckspeichers nicht aus, um die Blockierneigung der Räder aufzuheben, schaltet die ABS-Regelung die Rückförderpumpe ein, um die Bremsflüssigkeit gegen den vom Fahrer aufgebrachten Bremsdruck zurück in den Vorratsbehälter zu pumpen. Dabei entsteht das Pulsieren im Bremspedal.

EV(9):geschlossen
AV(10):offen

ABS-Regelung „Druck abbauen“
1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler



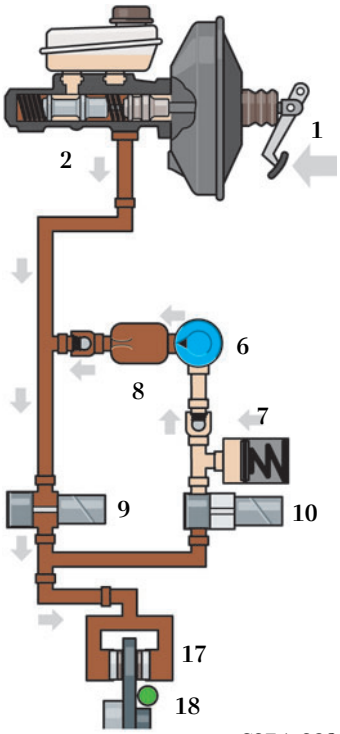
S374_306

Druck aufbauen

Übersteigt die Raddrehzahl wieder einen festgelegten Wert schließt die Regelung das ABS-Auslassventil und öffnet das ABS-Einlassventil. Die Rückförderpumpe läuft bedarfsgerecht weiter.
Wird erneut die Blockiergrenze erreicht, wiederholt sich der Zyklus aus „Druck halten“, „Druck abbauen“ und „Druck aufbauen“, bis der Bremsvorgang abgeschlossen ist oder der Vergleich der Raddrehzahlen zeigt, dass keine Blockiergefahr mehr besteht.

EV(9):offen
AV(10):geschlossen

ABS-Regelung „Druck aufbauen“
1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler



S374_328

Die Bremssysteme mit alleinigem Bremseingriff

Bei den nachfolgenden Schlupfregelsystemen wird einer kritischen Fahrsituation durch einen Bremseingriff über die hydraulische Bremsanlage entgegengewirkt. Zu diesen Schlupfregelsystemen gehören:

- die Giermomentbeeinflussung **GMB**,
- die elektronische Bremskraftverteilung **EBV**,
- das Corner Brake Control **CBC**,
- die elektronische Differenzialsperre **EDS** und
- das erweiterte Antiblockiersystem **ABSplus**.

Giermomentbeeinflussung

Die Giermomentbeeinflussung GMB wurde in der Vergangenheit auch als Giermomentaufbauverzögerung GMA bezeichnet.

Es tritt relativ häufig auf, dass die vier Räder eines Pkw auf unterschiedlich griffigen Fahrbahnoberflächen rollen. Zum Beispiel kann es sein, dass Fahrbahndefekte mit Rollsplitt aufgefüllt worden sind oder Teile der Fahrbahnoberfläche unterschiedlich glatt abgefahren sind, wie in Spurrinnen. So kann es bei Bremsmanövern geschehen, dass aufgrund der unterschiedlichen Griffigkeit der Fahrbahn Giermomente um die Fahrzeughochachse auftreten, die versuchen, das Fahrzeug aus der Spur zu bringen.

Eine Software-Erweiterung der ABS-Regelung erlaubt es, diesen Giermomenten entgegenzuwirken, indem der unterschiedliche Bremsdruckaufbau zwischen linken und rechten Rädern unterschiedlich und zeitlich verzögert begrenzt wird. Man spricht daher von Giermomentbeeinflussung.

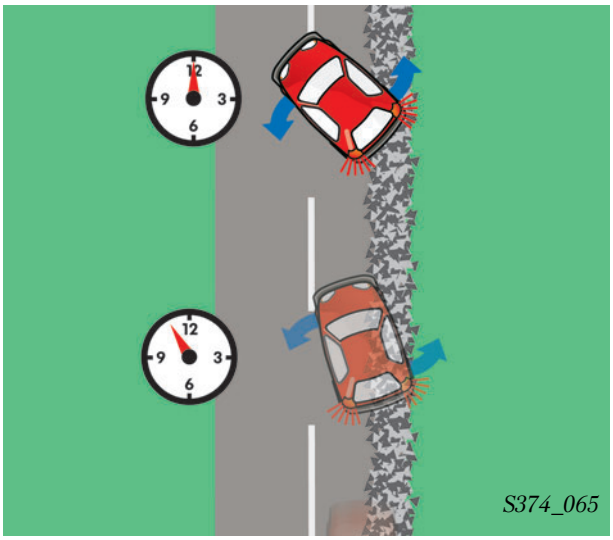
Eine Bremsdruckdifferenz wird langsam aufgebaut, um dem Fahrer mehr Zeit zu geben zu reagieren.



Durch die Giermomentbeeinflussung GMB wird der Bremsweg zugunsten einer verbesserten Fahrstabilität zwangsläufig verlängert.

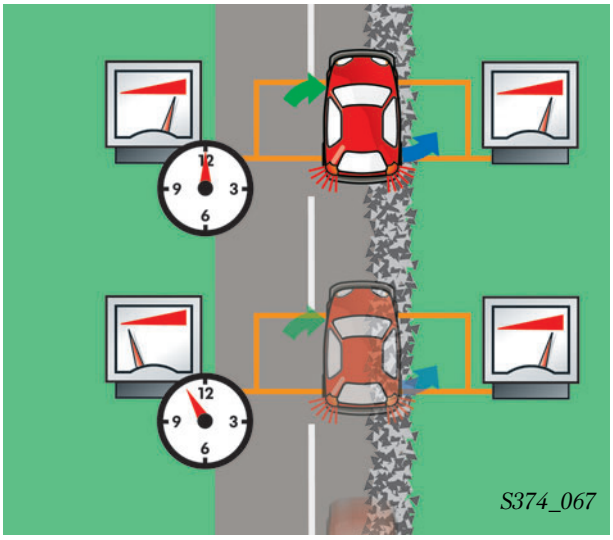
Die Schlupfregelsysteme

Fahrzeug ohne GMB



Die Fahrzeugseite auf dem griffigen Untergrund wird stärker gebremst, als die Fahrzeugseite auf dem glatten Untergrund. Das dabei entstehende Giermoment verursacht eine Gierrate (Drehrate), die der Fahrer nicht schnell genug über die Lenkung ausgleichen kann.

Fahrzeug mit GMB



Der Bremsdruck an den Rädern auf griffigem Untergrund steigt nicht so schnell an.
Der gefährlichen Gierrate wird entgegengewirkt.

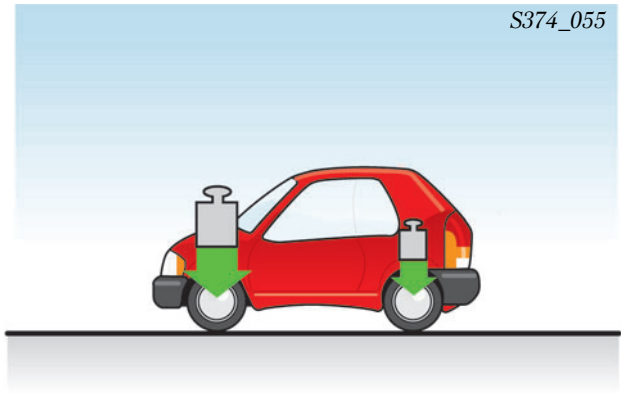
So funktioniert es

Stellt die ABS-Regelung innerhalb der GMB-Funktion fest, dass bei einem Bremsmanöver die Raddrehzahlen von den Rädern der linken Seite von denen der rechten Seite abweichen, schließt das System darauf, dass sich ein störendes Giermoment entwickeln kann.

Daher wird das Abbremsen der Räder mit der höheren Drehzahl zeitlich etwas verzögert, bis sich die Raddrehzahlen von rechter und linker Seite wieder angleichen. Hierzu werden die betreffenden ABS-Einlassventile von der Regelung etwas später geöffnet, so dass der Druckaufbau an den Radbremszylinder langsamer erfolgt.

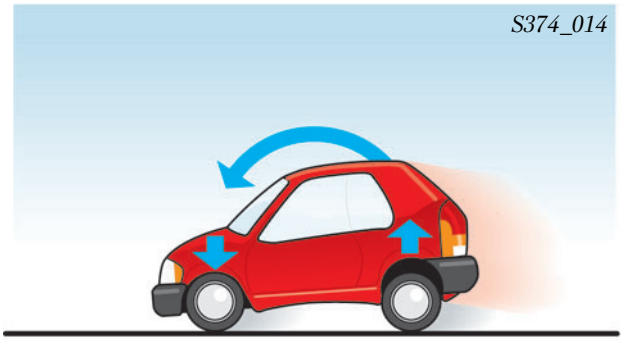
Elektronische Bremskraftverteilung

Blockiert beim Fahrzeug die Hinterachse ist das Fahrzeug instabil und kann unkontrolliert ausbrechen. Um diesen kritischen Fahrzustand zu vermeiden, gibt es die Funktion der elektronischen Bremskraftverteilung EBV.



Die Gewichtsverteilung im Fahrzeug zeigt eine höhere Achslast an der Vorderachse.

Aufgrund der Gewichtsverteilung im Fahrzeug ist die Radlast an der Hinterachse wesentlich geringer als an der Vorderachse. Für eine kontrollierbare Fahrdynamik ist für die Bremsdruckverteilung festgelegt, dass die Vorderachsbremsen vor den Hinterachsbremsen blockieren sollen (Richtlinie ECE13; ECE=Economic Commission for Europe), um so noch einen Rest an Fahrstabilität in Längsrichtung zu erhalten.

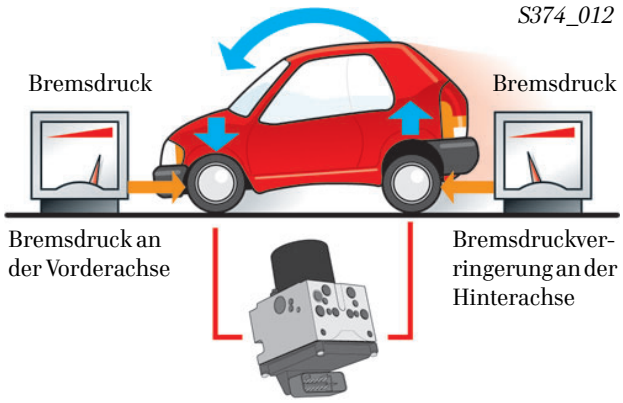


Durch die Nickbewegung beim Abbremsen wird die Achslast an der Vorderachse erhöht und die Hinterachse entlastet.

Beim starken Bremsen wird das Fahrzeuggewicht auf die Vorderräder verlagert. Es führt eine Nickbewegung um die Fahrzeugquerachse aus. Durch diese Bewegung wird die Hinterachse entlastet. In der Folge können die hinteren Räder blockieren, da die Bremsleistung durch den verminderten Bodenkontakt nicht mehr auf die Straße gebracht werden kann. Die Richtlinie zur Bremskraftverteilung würde so verletzt werden.

Die Schlupfregelsysteme

Anhand der Drehzahlsensoren erkennt das Regelsystem die mit dem Einnicken auftretende Überbremsung der Hinterachse. Die EBV regelt über Magnetventile in der ABS-Einheit die Bremskraft für die Hinterräder und sorgt so für eine maximale Bremsleistung an Hinter- und Vorderachse. Dadurch wird verhindert, dass das Heck wegen überbremster Hinterräder ausbricht.

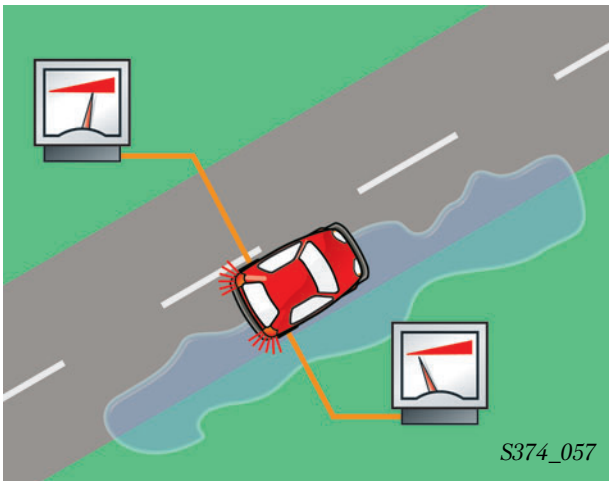


EBV-Funktion verhindert Überbremsen der Hinterachse

Ursprünglich wurde diesem Effekt des Überbremsens der Hinterachse durch mechanische Bremskraftverteiler entgegengewirkt. Mit Einführung der ABS-Anlage konnte die Funktion der Bremskraftverteilung auch über die hydraulische Bremsanlage des Fahrzeuges verwirklicht werden.

Nickbewegungen beim Bremsen und Querneigung in Kurvenfahrten tragen dazu bei, dass die Radlast je nach Fahrsituation stark variiert. Die Bremskräfte müssen folglich unterschiedlich verteilt werden. Im Gegensatz zur mechanischen Bremskraftverteilung ist EBV in der Lage, die Bremskraft für jedes Hinterrad einzeln zu regeln. So können auch unterschiedliche Fahrbahnverhältnisse berücksichtigt werden.
Die EBV erkennt eine Verzögerung eines oder beider Hinterräder und reduziert den Bremsdruck an dem entsprechenden Rad.

Der Wirkungsbereich von EBV endet, sobald ein Rad höhere Blockierneigung zeigt. In diesem Fall greift ABS ein.



unterschiedliche Verteilung der Bremskraft zwischen den beiden Hinterrädern aufgrund unterschiedlicher Fahrbahnverhältnisse

Aufbau

Die EBV-Funktion benötigt keine zusätzlichen Bauteile, sie nutzt die beim ABS vorhandenen Komponenten.
Die elektronische Bremskraftverteilung ist eine Software-Erweiterung des ABS-Systems.

So funktioniert es

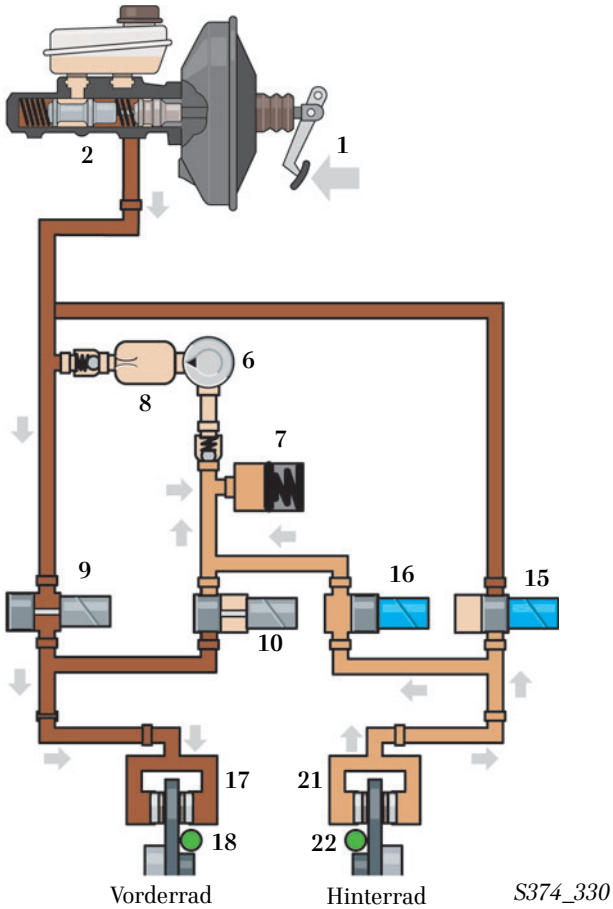
Die Raddrehzahlen an der Vorder- und Hinterachse werden verglichen. Übersteigt die Differenz einen maximalen Wert, wird an der Hinterachse eine Überbremsung erkannt und EBV greift ein.
Daraufhin schließt die EBV die ABS-Einlassventile von linkem und/oder rechtem Hinterrad, so dass ein weiterer Druckaufbau verhindert und der Druck im Radbremszylinder gehalten wird.

Während die Einlassventile der Vorderräder offen sind, um Bremsdruck aufzubauen, sind die Einlassventile der Hinterräder schon geschlossen.

Bei weiterer Überbremsung der Hinterachse werden zusätzlich die zugehörenden ABS-Auslassventile geöffnet, um Bremsdruck abzubauen.

Bei Unterbremsung wird das Druckniveau erhöht, um möglichst viel Bremskraft übertragen zu können. Dadurch ist eine bestmögliche Ausschöpfung des Kraftschlusspotentials möglich.

EBV ist also vereinfacht ausgedrückt eine ABS-Regelung, die nur auf die Hinterräder wirkt mit den drei Phasen „Druck halten“, „Druck abbauen“ und „Druck aufbauen“.



S374_330

Legende

1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
15 - ABS-Einlassventil hinten links
16 - ABS-Auslassventil hinten links
17 - Radbremszylinder vorn links
18 - Drehzahlfühler vorn links
21 - Radbremszylinder hinten links
22 - Drehzahlfühler hinten links

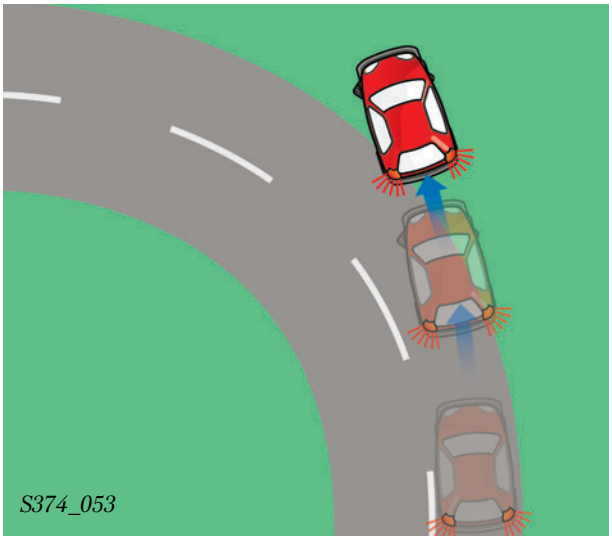
Corner Brake Control

In der Vergangenheit wurde Corner Brake Control CBC auch als erweitertes Stabilitäts-Bremssystem ESBS bezeichnet.
Das gefährliche Kurvenverhalten beim Bremsen kann sich je nach Situation in einem Über- oder Untersteuern in der Kurve äußern, welche sich im Extremfall zu einem Schleudern des Fahrzeuges aufbauen können. Das Verhalten beruht darauf, dass es bei Bremsmanövern in Kurven zu Drehraten kommen kann, die zu dem beschriebenen Fahrzeugverhalten führen.

CBC wirkt diesen Drehraten entgegen.
Dazu werden die Radbremsen von der CBC-Regelung gezielt während des Bremsmanövers angesprochen, um eine entgegengerichtete Korrekturdrehrate aufzubauen.

CBC verbessert die Fahrstabilität beim Bremsen in der Kurve.

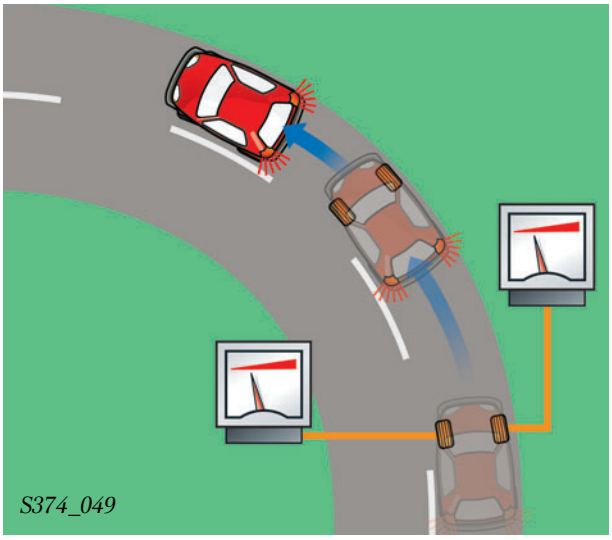
Untersteuern



Wird ein Fahrzeug ohne CBC in der Kurve stark abgebremst, verringern sich die Radführungskräfte an den Vorderrädern. Das Fahrzeug schiebt über die Vorderachse zum kurvenäußeren Rand.

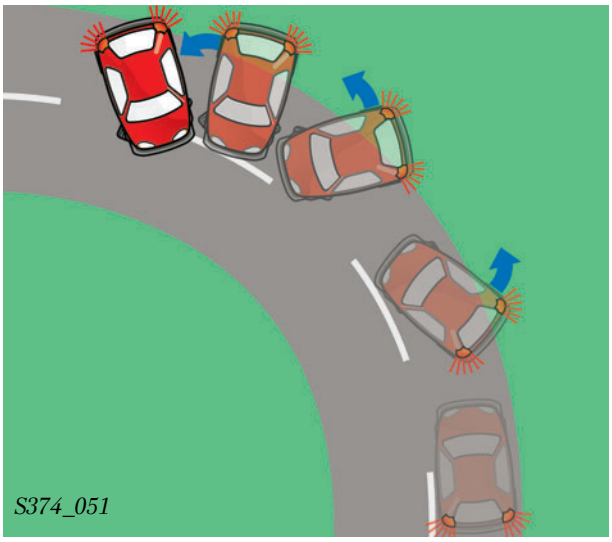
Aufbau

Die CBC-Funktion benötigt keine zusätzlichen Bauteile, sie nutzt die beim ABS vorhandenen Komponenten. Auch das CBC ist eine reine Software-Erweiterung der ABS-Regelung. Die Besonderheit besteht darin, dass das System ohne Gierraten- oder Querbeschleunigungssensoren in der Lage ist, nur anhand der Raddrehzahlen gefährliche Situationen, besonders bei Bremsmanövern in Kurven, zu erkennen.

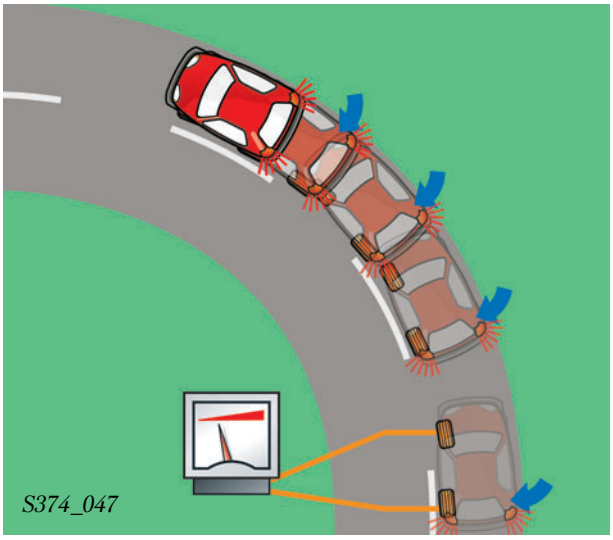


Bei Fahrzeugen mit CBC wird beim Untersteuern der Bremsdruck an der Vorderachse reduziert. Dadurch werden die Radführungskräfte erhöht und das Fahrzeug bleibt in der Spur.

Übersteuern



Wird ein Fahrzeug ohne CBC, das mit zu hoher Geschwindigkeit in eine Kurve fährt zu stark eingelenkt und abgebremst, bricht das Heck zum kurvenäußeren Fahrbahnrand aus.



Bei Fahrzeugen mit CBC wird beim Übersteuern der Bremsdruck an den kurveninneren Rädern verringert. Dadurch erhöhen sich die Radführungskräfte an den kurveninneren Rädern und das Fahrzeugheck bleibt stabil.

So funktioniert es

CBC kommt zum Einsatz, wenn die Räder Schlupf unterhalb des ABS-Regelbereiches zeigen.

Diese Situation erkennt das CBC anhand der Raddrehzahlen der einzelnen Räder. Durch weitere Analyse kann das Steuergerät für ABS ein Über- oder Untersteuern erkennen und den Bremsdruck entsprechend regeln.

Die Bremsdruckregelung erfolgt wie bei der ABS-Regelung in drei Phasen durch „Druck halten“, „Druck abbauen“ und „Druck aufbauen“.

Das Fahrzeugverhalten wird stabilisiert und die Lenkbarkeit bleibt erhalten.

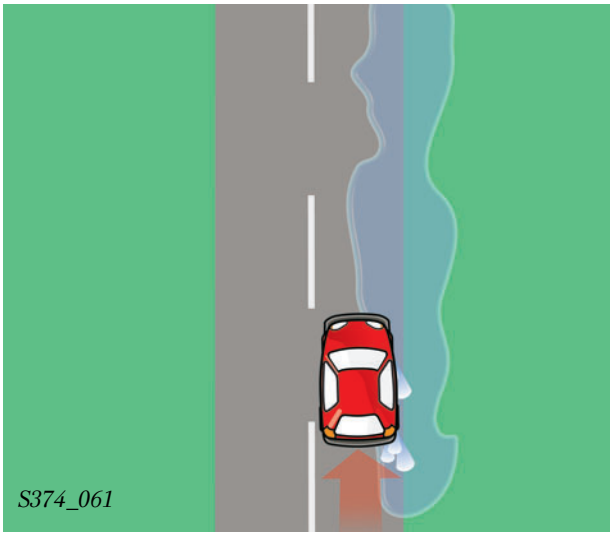
Wird beim Schlupf die ABS-Regelgrenze erreicht, so ist die ABS-Funktion dem CBC übergeordnet. Das heißt, CBC wird abgeschaltet und ABS verhindert ein Blockieren der Räder.

Elektronische Differenzialsperre

Die elektronische Differenzialsperre EDS ist ursprünglich als Anfahrhilfe konzipiert worden.
EDS greift in die Fahrdynamik ein, wenn eines der Antriebsräder beim Beschleunigen durchdreht.
Das durchdrehende Rad wird abgebremst. Durch den gezielten Eingriff der Bremse wird das übertragbare Antriebsmoment an dem durchdrehenden Rad vergrößert.

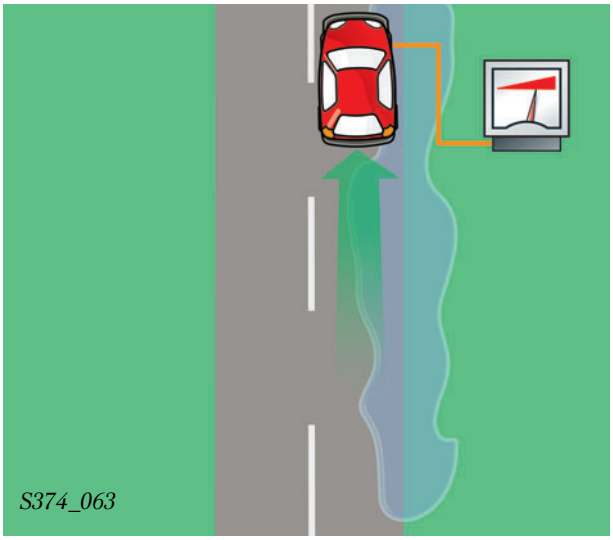
Das Differenzial kann ein größeres Antriebsmoment an das greifende Rad der angetriebenen Achse übertragen. Das Fahrzeug beschleunigt schneller und ist dabei lenkbar.
Da die Wirkung etwa der mechanischen Differenzialsperre entspricht, gab man dem System den Namen elektronische Differenzialsperre.

Fahrzeug ohne EDS



Das Fahrzeug kann nur mit der am durchdrehenden Rad übertragenen Antriebskraft beschleunigt werden, weil das Differenzial nur das jeweils kleinere der beiden Antriebsmomente einer Achse weitergeben kann.
Das Fahrzeug kann nur sehr langsam beschleunigen.

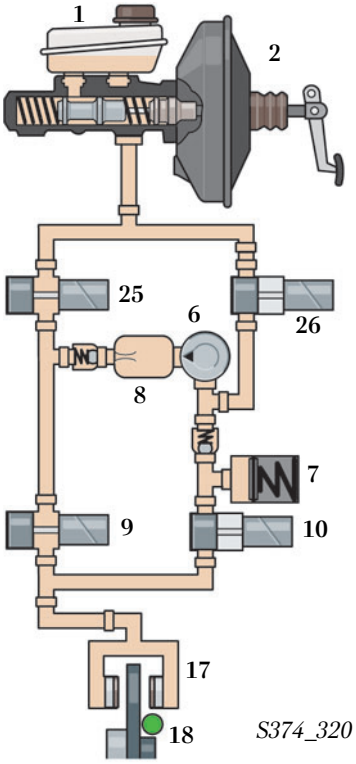
Fahrzeug mit EDS



Das Rad auf der nassen Fahrbahn wird abgebremst und der Schlupf begrenzt. Dadurch wird die Antriebskraft über das Differenzialgetriebe verstärkt und auf das nicht durchdrehende Rad übertragen. Das Fahrzeug mit EDS erreicht in der gleichen Zeit eine höhere Geschwindigkeit.

Ein EDS-Eingriff kann bis zu einer Geschwindigkeit von 80km/h (Touareg bis 120km/h) und auch bei Kurvenfahrten erfolgen. Bei Betätigung des Bremspedals sowie bei einer maximalen Bremsscheibentemperatur, die vom Steuergerät für ABS berechnet wird, schaltet sich EDS sofort ab.

Aufbau



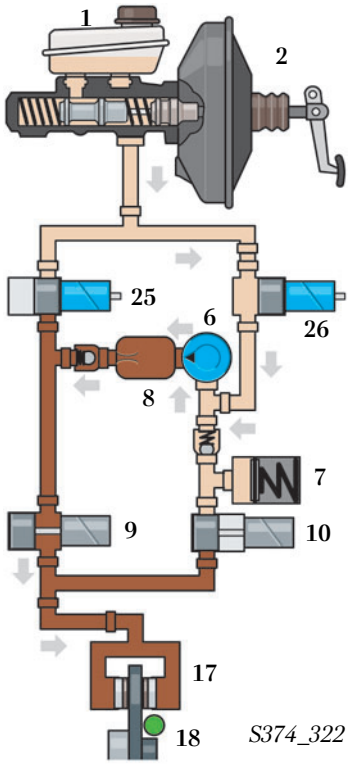
S374_320

Ruhestellung
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Eine ABS-Bremsanlage mit EDS unterscheidet sich von einer reinen ABS-Bremsanlage grundsätzlich dadurch, dass die ABS-Anlage mit EDS selbstständig Bremsdruck aufbauen kann. EDS nutzt ohne technische Erweiterung die Drehzahlsensoren der ABS-Anlage. Die Software im Steuergerät für ABS wird um die EDS-Funktion erweitert. Dies wird durch zusätzliche Ventile und eine selbstansaugende Rückförderpumpe in der Hydraulikeinheit erreicht.

Wird vom Steuergerät eine Situation erkannt, in der EDS eingreifen muss, kann Bremsdruck im Regelkreis des durchdrehenden Rades aufgebaut werden, ohne dass das Bremspedal betätigt werden muss.

So funktioniert es



S374_322

EDS-Regelung
„Druck aufbauen“
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Anhand der Raddrehzahlen stellt EDS fest, dass ein Rad der Antriebsachse einen höheren Schlupf besitzt, das heißt, schneller dreht als das andere Antriebsrad.
EDS muss also das durchdrehende Rad abbremsen, damit auch dort wieder Antriebskraft übertragen werden kann.
Die Regelung erfolgt analog der ABS-Regelung in drei Phasen: „Druck aufbauen“, „Druck halten“ und „Druck abbauen“.

Druck aufbauen

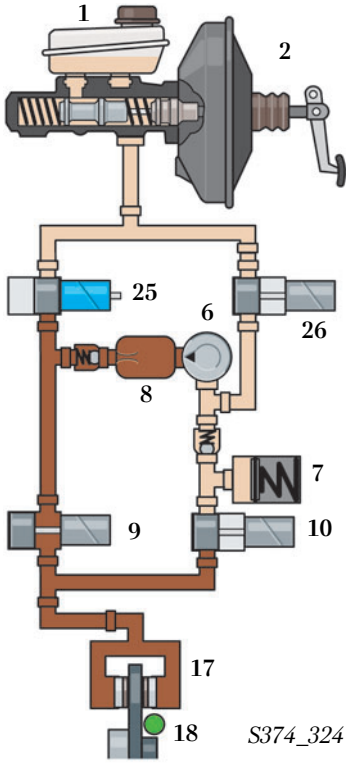
Für den Druckaufbau wird das Schaltventil geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet.
Die Rückförderpumpe beginnt zu arbeiten und saugt aus dem Hauptbremszylinder Bremsflüssigkeit an. Dadurch baut sich im Radbremszylinder des durchdrehenden Rades Bremsdruck auf und das Rad wird abgebremst.

Die Schlupfregelsysteme

Druck halten

Um den Bremsdruck im Bremskreis des Rades aufrecht zu halten, wird nur die Rückförderpumpe abgeschaltet. Das Schaltventil bleibt geschlossen.
Ein gleichbleibender Bremsdruck bleibt an der Radbremse bestehen.

EDS-Regelung
„Druck halten“
1- Vorratsbehälter
2- Bremskraftverstärker
6- Rückförderpumpe
7- Druckspeicher
8- Dämpfungskammer
9- ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

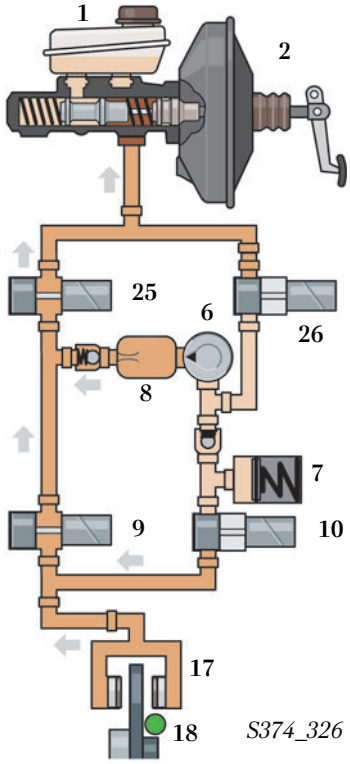


S374_324

Druck abbauen

Für den Druckabbau sind das Einlassventil und das Schaltventil stromlos, dass heißt geöffnet.

EDS-Regelung
„Druck abbauen“
1- Vorratsbehälter
2- Bremskraftverstärker
6- Rückförderpumpe
7- Druckspeicher
8- Dämpfungskammer
9- ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil



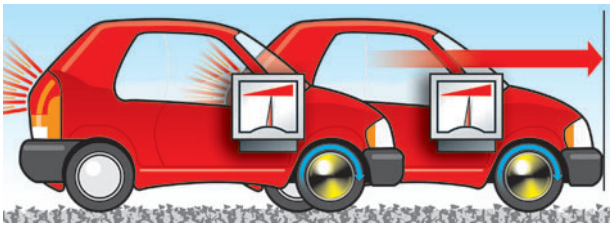
S374_326

Erweitertes Antiblockiersystem

Das erweiterte Antiblockiersystem ABSplus ist eine Software-Erweiterung im Steuergerät für ABS/ESP. Durch das ABSplus kann der Bremsweg bei losem Untergrund, wie zum Beispiel Schotter oder Sand, um bis zu 20 Prozent verkürzt werden. ABSplus greift auf die ESP-Sensorik zurück. Anhand der ABS-Sensoren und des Steuergerätes für ABS wird der vorhandene Untergrund erkannt.

Die Bremswegverkürzung wird durch ein kurzfristiges, kontrolliertes Blockieren der Räder erreicht. Dadurch wird durch Zusammenschieben des losen Untergrundes ein sogenannter Bremskeil vor den Rädern aufgebaut, der die Bremswirkung unterstützt und somit den Bremsweg verkürzt. Da die Bremsen jedoch immer wieder „aufmachen“ und das Rad frei laufen lassen, bleibt das Fahrzeug voll lenkbar.

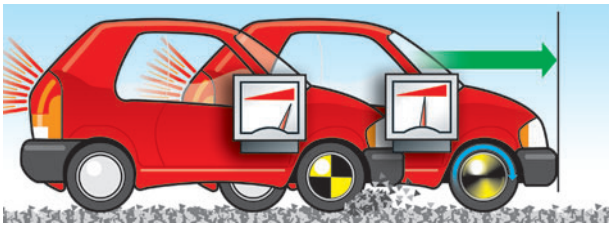
Fahrzeug ohne ABSplus



S374_071

Der Fahrer eines Fahrzeugs ohne ABSplus betätigt das Bremspedal und das Fahrzeug wird auf losem Untergrund abgebremst.

Fahrzeug mit ABSplus



S374_069

Bei einem Fahrzeug mit ABSplus blockieren die Räder auf losem Untergrund nur kurz und erzeugen damit einen Keil aus dem entsprechenden Untergrund vor den Reifen. Das verkürzt den Bremsweg.

Das erweiterte Antiblockiersystem ABSplus wird zur Zeit serienmäßig im Touareg verbaut.

Die Bremssysteme mit Bremsen- und/oder Antriebseingriff

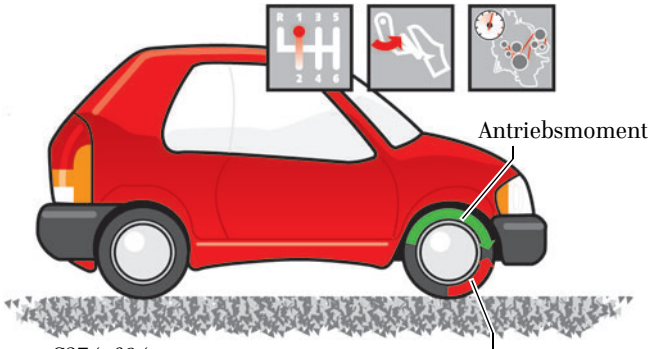
Bei den nachfolgenden Schlupfregelsystemen wird einer kritischen Fahrsituation entweder über das Motormanagement und/oder durch einen Bremseingriff über die hydraulische Bremsanlage entgegengewirkt.

- die Motorschleppmomentregelung **MSR**,
- das Motoreingriff-Antiblockiersystem **M-ABS** und
- die Antriebsschlupfregelung **ASR**.

Motorschleppmomentregelung

Die Motorschleppmomentregelung MSR erkennt, dass an den Antriebsrädern durch die Bremswirkung des Motors Schlupf entsteht und fordert vom Motor ein entsprechendes Antriebsmoment an, wodurch das Wiederanlaufen der Räder erleichtert wird. Schlupfphasen der Räder werden verkürzt und die Lenkfähigkeit des Fahrzeugs wieder hergestellt.

Der Fahrer nimmt während der Fahrt den Fuß vom Gaspedal und schaltet in einen kleineren Gang.
Die dadurch entstehende Bremskraft am Rad kann bei ungünstigen Fahrbahnverhältnissen Schlupf hervorrufen, was bis zum Blockieren der Räder führen kann. Die MSR greift ein und verringert die Bremswirkung des Motors durch die Anhebung des Motormomentes. Damit sichert die MSR die Stabilität und Lenkbarkeit des Fahrzeugs.



S374_094

Nimmt ein Fahrer während der Fahrt das Gaspedal schnell zurück, wird der Motor schlagartig gedrosselt und die Antriebskraft verringert. Dabei treten u. a. innerhalb des Triebwerkes Reibungskräfte auf, die zu einem Motorbrems- oder schleppmoment führen.
Der Effekt ist auch als Motorbremse bekannt. Dieses Motorschleppmoment, das wie eine Bremskraft wirkt ist dem Antriebsmoment entgegengesetzt. Durch ein gleichzeitiges Herunterschalten in einen kleineren Gang wird das Motorschleppmoment verstärkt.

Bei sehr stark motorisierten Fahrzeugen kann die Motorbremswirkung unter ungünstigen Bedingungen dazu führen, dass die Räder blockieren oder so starken Schlupf bekommen, dass die Seitenführungskräfte verloren gehen und das Lenkverhalten unkontrollierbar wird.

Die Motorschleppmomentregelung greift ein, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Das Gaspedal ist nicht betätigt.
- An den Antriebsrädern entsteht Schlupf oder sie blockieren.
- Der Gang muss eingelegt sein.
- Die Kupplung ist nicht betätigt.

Die Motorschleppmomentregelung greift auf das Motormanagement zu, um seine Funktion zu erfüllen.

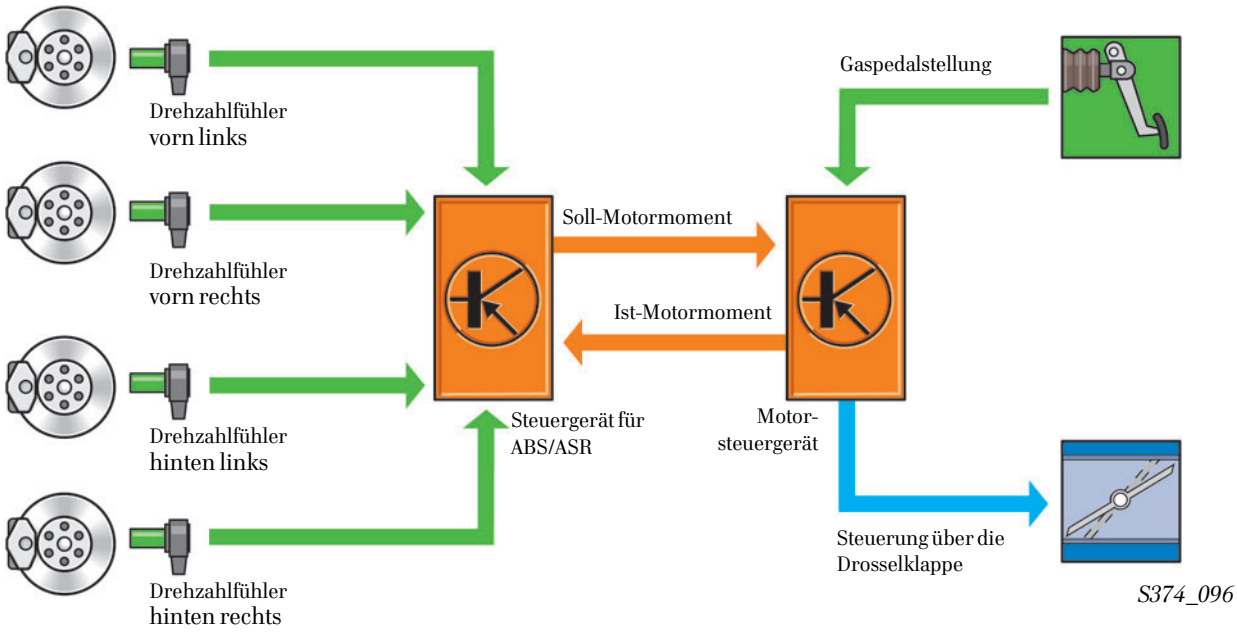
So funktioniert es

Vorraussetzungen für die Motorschleppmoment-regelung MSR sind die Komponenten des ABS mit einer Motorschnittstelle. Die ABS-Software wird durch die MSR-Software erweitert.

Anhand der Drehzahlsensoren und der erforderlichen Informationen aus dem Motormanagement (z. B. Motordrehzahl, Drosselklappenstellung, Gaspedal-stellung) kann die ABS-Regelung mit MSR-Funktion feststellen, ob an den angetriebenen Rädern bei Verringerung des Motormomentes durch Gasrück-nahme Schlupf auftritt. Ist dies der Fall, gibt das ABS/ASR-Steuergerät diese Informationen weiter an das Motorsteuergerät, dass daraus die erforderliche Soll-Motordrehzahl errechnet.

Um bei MSR die Motordrehzahl zu erhöhen, wird die Drosselklappe für kurze Zeit geöffnet, bis der Schlupf der Antriebsräder wieder optimal ist.
Dabei bleibt das System in einem Regelbereich, der das Motorbremsmoment bestmöglich ausnutzt, gleichzeitig aber ausreichende Seitenführungskräfte gewährleistet.

MSR arbeitet im gesamten Drehzahlbereich des Motors. Durch Betätigung des Gaspedals wird die Motorschleppmomentregelung MSR beendet.

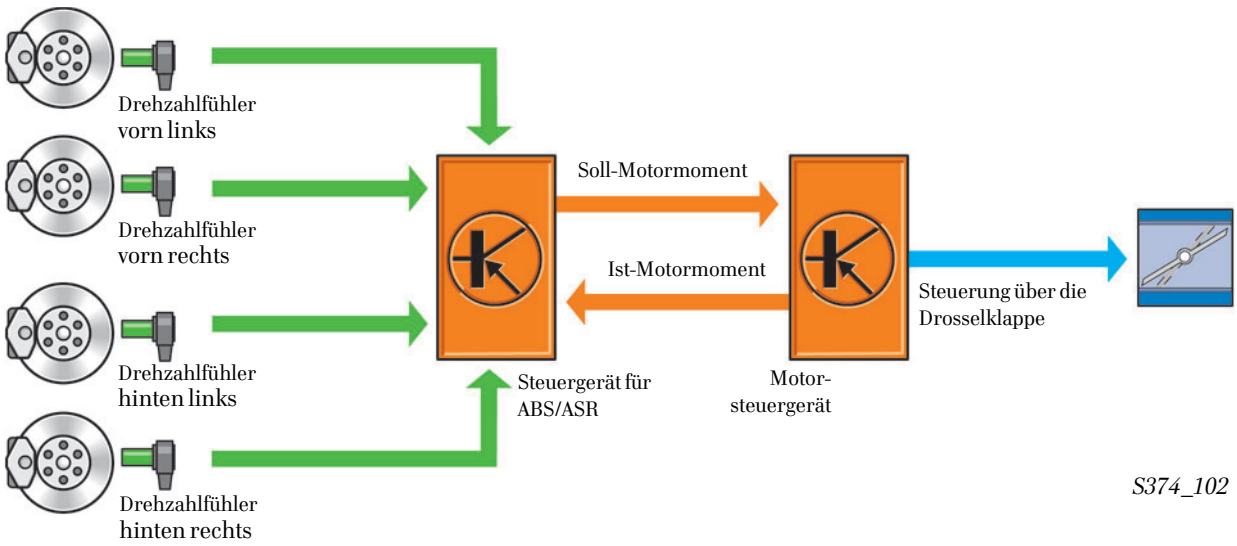


Motoreingriff-Antiblockiersystem

Das Motoreingriff-Antiblockiersystem M-ABS stellt eine Erweiterung des Funktionsumfanges der ABS-Anlage dar. Es soll den Fahrer beim Anfahren unterstützen und das Durchdrehen der Räder verhindern.
Mit M-ABS erhält die ABS-Regelung die Eingriffsmöglichkeit auf das Motormanagement. Es besitzt nicht die Möglichkeit des aktiven Druckaufbaues.

So funktioniert es

Stellt die ABS-Regelung anhand der Raddrehzahlen und der Informationen des Motormanagements, die über den CAN-Datenbus übertragen werden, fest, dass die Antriebsräder durchzudrehen drohen, weist M-ABS das Motormanagement an, die Drosselklappe weiter zu schließen und so das Antriebsmoment zu senken.

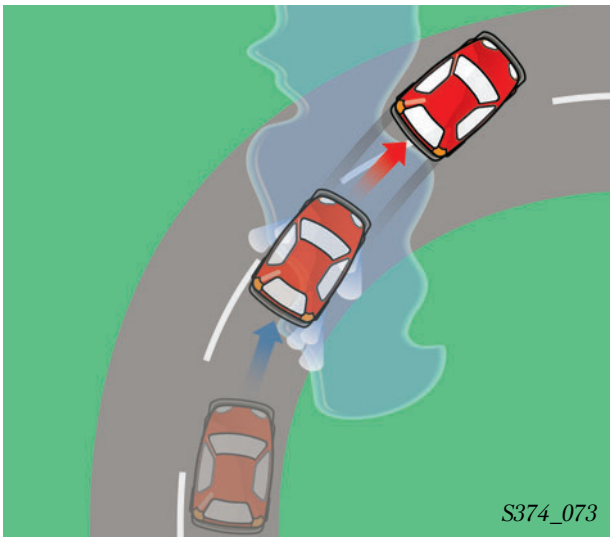


S374_102

Ein hydraulischer Eingriff auf die Radbremszylinder der Antriebsräder kann von M-ABS nicht vorgenommen werden. Die Anlage verfügt nicht über die Möglichkeit und Ausstattung, Bremsdruck über eine Vorförderung selbstständig ohne zutun des Fahrers aufzubauen.

Antriebsschlupfregelung

Fahrzeug ohne ASR



Das Fahrzeug beschleunigt auf einer glatten Fahrbahn. Die Räder drehen durch und das Fahrzeug wird nicht oder nur sehr langsam beschleunigt. Bei einer Kurvenfahrt können nur geringe Seitenführungskräfte übertragen werden und das Fahrzeug ist nicht lenkbar.

Fahrzeug mit ASR



ASR verringert die Antriebskraft und verhindert damit übermäßigen Schlupf an den Antriebsrädern. Die Seitenführungskräfte können wirken und das Fahrverhalten bleibt stabil.

Die Antriebsschlupfregelung ASR unterstützt den Fahrer beim Anfahren oder Beschleunigen auf einer glatten Fahrbahn, indem es den Antriebsschlupf reduziert. Neigen die Antriebsräder zum Durchdrehen kann ASR die Antriebskraft

- durch ein gezieltes Abbremsen durchdrehender Räder und
- durch eine Verminderung des Antriebsmomentes, indem in das Motor- bzw. Getriebemanagement eingegriffen wird, reduzieren.

ASR wirkt also nicht wie ABS innerhalb von Bremsvorgängen bei der Verzögerung eines Fahrzeuges, sondern innerhalb der Fahrzeugbeschleunigung. Um während der Fahrzeugbeschleunigung eingreifen zu können, benötigt das System eine Verbindung zum Motormanagement, um das Antriebsmoment beeinflussen zu können und die Möglichkeit eines selbstständigen Druckaufbaus im Bremssystem. Dies ist erforderlich, um durchdrehende Räder abbremsen zu können, ohne dass der Fahrer den Bremsdruck über das Bremspedal aufbaut.

ASR wirkt über den gesamten Geschwindigkeitsbereich. Ab einer Fahrgeschwindigkeit von ca. 80 km/h wird die Antriebskraft ausschließlich durch einen Eingriff in das Motor-bzw. Getriebemanagement verringert.

Ein Regeleingriff der Antriebsschlupfregelung wird mit der Kontrollleuchte für ESP und ASR angezeigt. Mit Hilfe des Tasters für ASR und ESP läßt sich der Eingriff in das Motormanagement ausschalten.

Die Schlupfregelsysteme

Aufbau

ASR baut sowohl hardware- als auch softwareseitig auf das ABS-System auf. Die ASR-Software ist in ein leistungsfähigeres Steuergerät für ABS mit einem erweiterten Programmspeicher integriert. Die Signale der Drehzahlsensoren werden wie bei ABS genutzt.

Um die geforderten Funktionen ausüben zu können, muss das ASR-System gegenüber dem ABS-System an zwei wesentlichen Stellen erweitert werden.

- Änderungen in der Hydraulikeinheit
- Schnittstelle zum Motormanagement

1. Änderungen in der Hydraulikeinheit

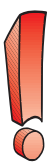
Die EDS-Funktion ist bereits in ASR integriert. Deshalb wird auch hier die Ventilkonfiguration der ABS-Hydraulikeinheit aus je zwei ABS-Einlass- und Auslassventilen je Bremskreis um weitere Ventile ergänzt:

- ein Schaltventil
- ein Hochdruckschaltventil

Weiterhin wird eine selbstansaugende Rückförderpumpe in der Hydraulikeinheit benötigt, um selbstständig Bremsdruck aufzubauen.

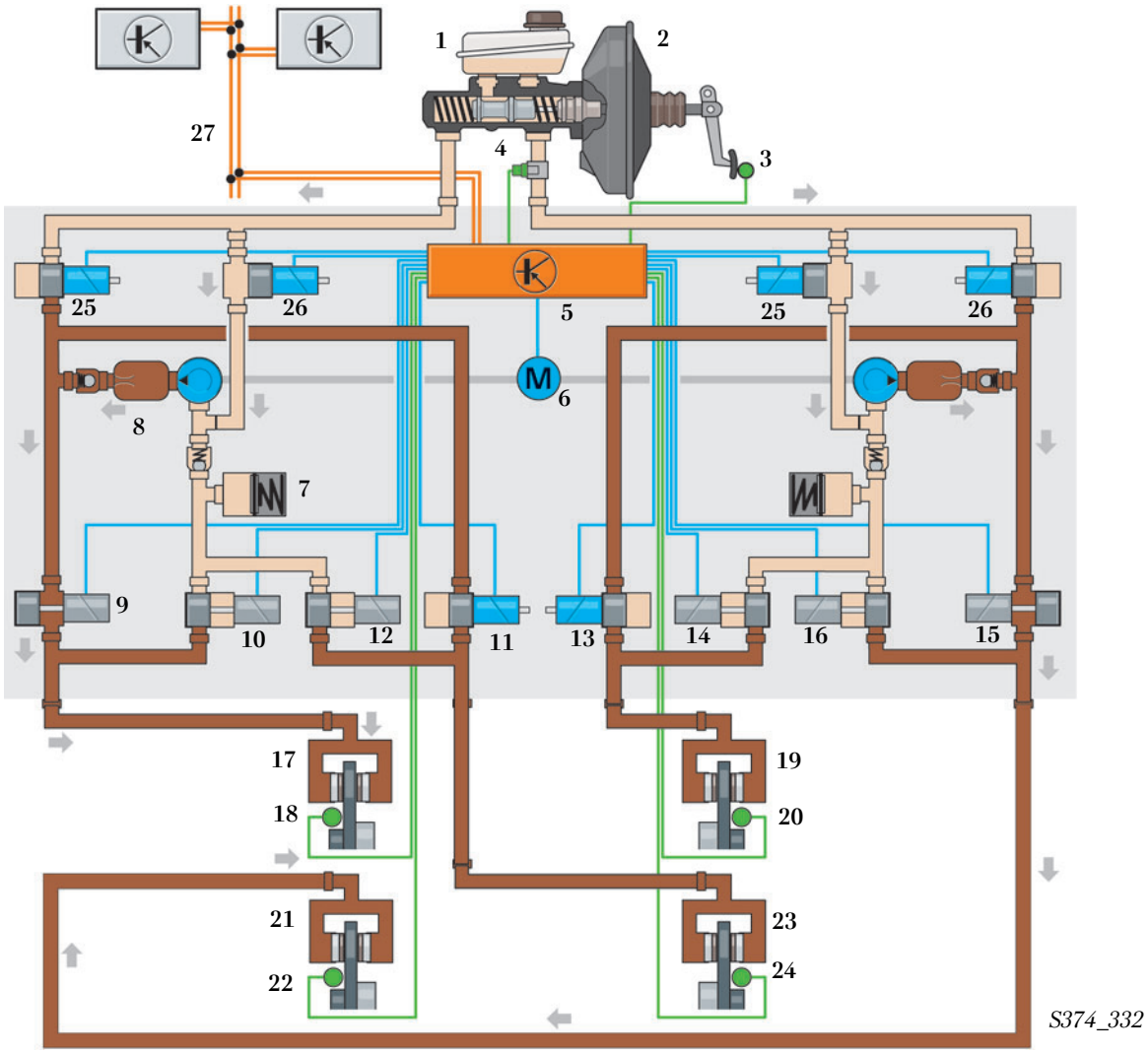
2. Schnittstelle zum Motormanagement

Im Gegensatz zu ABS und auch EDS wirkt ASR nicht nur auf die Bremsen und damit auf die Verzögerung eines Rades sondern auch auf die Motorleistung, also auf das Antriebsmoment an den Rädern. Dazu ist es notwendig, dass das Gaspedal von der Drosselklappenstellung mechanisch entkoppelt ist. Die Motorleistung muss also unabhängig von der Stellung des Gaspedals geregelt werden können.
Bei den ersten ABS-Anlagen mit ASR unterschieden sich die Lösungsansätze zur Drosselung des Motormomentes erheblich. Zum Beispiel kamen Systeme mit einer zweiten Drosselklappe oder der Möglichkeit der Zündausblendung zum Einsatz. Mit Einführung der CAN-Datenbussysteme und der E-Gasfunktion konnte auf diese komfortable Schnittstelle zurückgegriffen werden, um Motormoment und Motordrehzahl ohne zusätzliche Bauteile zu beeinflussen.



ASR ist im Prinzip ein EDS mit Motoreingriff.

ASR-Hydraulikschaltplan



Legende

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
3 - Bremspedalsensorik
4 - Bremsdruckgeber
5 - Steuergerät für ABS/ESP
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil vorn links
10 - ABS-Auslassventil vorn links
11 - ABS-Einlassventil hinten rechts
12 - ABS-Auslassventil hinten rechts
13 - ABS-Einlassventil vorn rechts
14 - ABS-Auslassventil vorn rechts
15 - ABS-Einlassventil hinten links
16 - ABS-Auslassventil hinten links
17 - Radbremszylinder vorn links
18 - Drehzahlfühler vorn links
19 - Radbremszylinder vorn rechts
20 - Drehzahlfühler vorn rechts
21 - Radbremszylinder hinten links
22 - Drehzahlfühler hinten links
23 - Radbremszylinder hinten rechts
24 - Drehzahlfühler hinten rechts
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil
27 - CAN-Datenbus

Die Schlupfregelsysteme

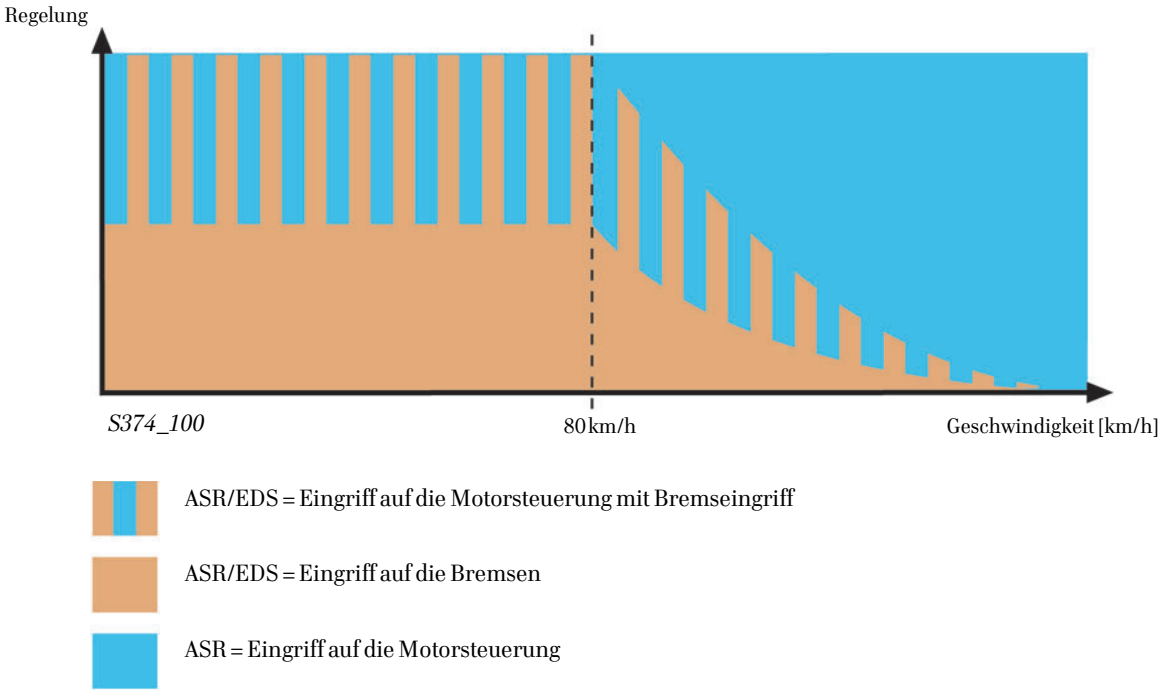
So funktioniert es

Bei einem Fahrzeug mit ASR werden anhand der Raddrehzahlen die vier Radgeschwindigkeiten berechnet. Durch eine erweiterte Auswertung werden durch die ASR-Software folgende Fahrsituationen analysiert:

- Es wird die Beschleunigung der angetriebenen Räder berechnet.
- Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird aus der Geschwindigkeit der nicht angetriebenen Räder berechnet.
- Eine Kurvenerkennung ergibt sich aus dem Vergleich der Geschwindigkeiten der nicht angetriebenen Räder.
- Der Antriebschlupf wird aus der Differenz der Geschwindigkeiten der angetriebenen und nicht angetriebenen Räder jeder Fahrzeugseite berechnet.

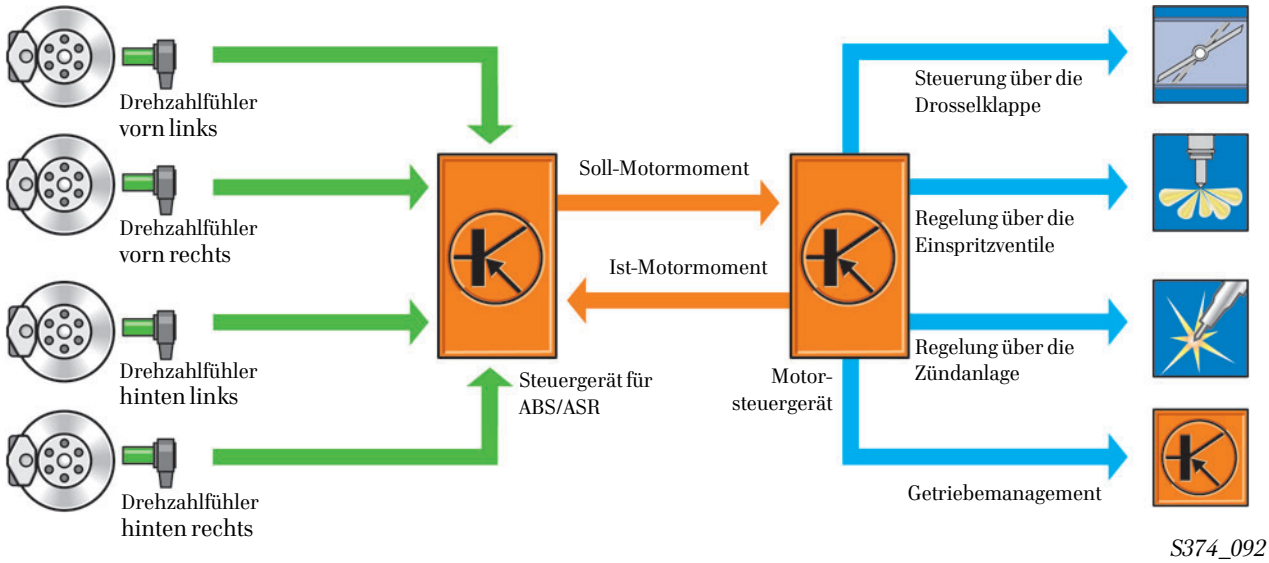
Mit Hilfe dieser Informationen erkennt ASR, wann die Antriebsräder zum Durchdrehen neigen. Zusätzlich wird vom Motorsteuergerät ein Signal über das Ist-Motormoment eingelesen. ASR berechnet daraus die einzuleitenden Maßnahmen.

Im niedrigen Geschwindigkeitsbereich erfolgt eine ASR-Regelung meist über einen Bremseingriff. Die Regelung erfolgt analog der EDS-Regelung in drei Phasen: „Druck aufbauen“, „Druck halten“ und „Druck abbauen“. Der Bremseingriff kann bei ASR mit einem Eingriff über das Motormanagement kombiniert
werden.
ASR regelt über den gesamten Geschwindigkeitsbereich. Ab einer Geschwindigkeit von 80 km/h ist die EDS-Regelung auslaufend.



Für den Eingriff über das Motorsteuergerät berechnet ASR aus dem ermittelten Antriebsschlupf und dem Ist-Motormoment ein erforderliches Soll-Motormoment. Dieses wird an das Motorsteuergerät übermittelt. Abhängig vom vorhandenen Motormanagement hat das Motorsteuergerät folgende Möglichkeiten:

- Das Motormoment wird durch die Verstellung der Drosselklappe reduziert.
- Bei einem Regeleingriff über die Einspritzanlage erfolgt die Reduzierung der Motorleistung über ein Ausblenden von Einspritzimpulsen.
- Bei einem Regeleingriff über die Zündanlage können entweder Zündimpulse ausgeblendet oder Zündwinkel in Richtung spät verstellt werden.
- Bei Automatikfahrzeugen gibt ASR zusätzlich ein Signal an das Getriebesteuergerät, durch das ein Schaltvorgang unterdrückt werden kann.



S374_092

Das Elektronische Stabilisierungsprogramm

ESP bedeutet heute „Elektronisches Stabilisierungsprogramm“. Bei der Einführung des Systems stand ESP für „Elektronisches Stabilitätsprogramm“.
Das Elektronische Stabilisierungsprogramm ESP erkennt mit Hilfe seiner Sensorik frühzeitig, dass sich eine kritische Fahrsituation anbahnt. Daraufhin steuert ESP selbstständig durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder und der Eingriffsmöglichkeit in das Motor- und Getriebemanagement dieser Situation entgegen, so dass Fahrstabilität und Lenkbarkeit erhalten bleiben.

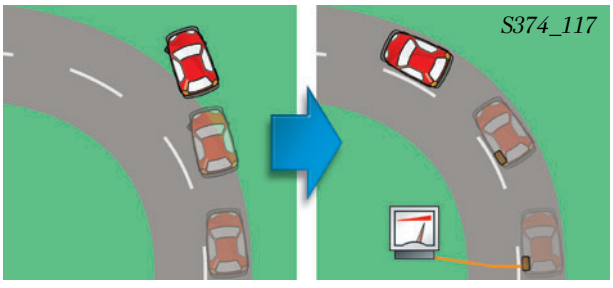
ESP ist das zur Zeit am weitesten entwickelte Radschlupfregelsystem. Es ist kein Einzelsystem, die Radschlupfsysteme ABS, EBV, CBC, EDS, GMB, ASR und MSR sind bereits integriert. Jedes dieser Teilsysteme kann sowohl eigenständig als auch im Verbund arbeiten. ESP ist den anderen Systemen übergeordnet.

Das elektronische Stabilisierungsprogramm ESP entscheidet, unter welchen fahrdynamischen Bedingungen wann welche Schlupfregelsysteme zum Einsatz kommen und steuert deren Einsatz untereinander.

ESP ist permanent in Bereitschaft. Das Erkennen einer kritischen fahrdynamischen Situation basiert auf einem Vergleich von Fahrerwunsch und tatsächlichem Fahrzeugverhalten. Weichen beide voneinander ab, beginnt der Regeleingriff des ESP. Situationsabhängig verringert ESP das Drehmoment des Motors und unterdrückt Schaltvorgänge bei Automatikgetrieben. Danach stabilisiert ESP das Fahrzeugverhalten durch gezieltes Abbremsen einzelner oder mehrerer Räder. Beim Untersteuern erfolgt zuerst ein Motormanagementeingriff, wohingegen beim Übersteuern zuerst ein Bremseingriff erfolgt.
Der Regeleingriff dauert dabei so lange an, bis alle instabilen Fahrzustände korrigiert wurden, also der Sollwert wieder erreicht ist.

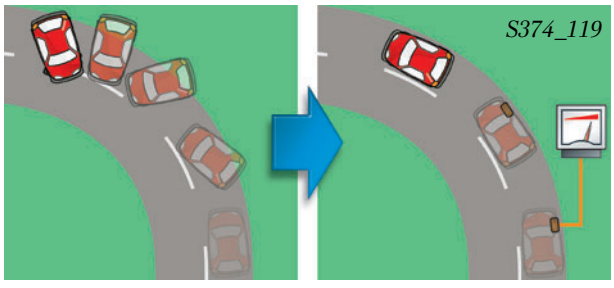
Das ESP baut durch das Abbremsen einzelner Räder eine Drehrate um die Hochachse des Fahrzeugs auf.
Diese Drehrate wirkt der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs entgegen und stabilisiert die Fahrt in der gewünschten Richtung. Gefährliches Unter- oder Übersteuern wird so wirkungsvoll verhindert.

Untersteuern



Beim Untersteuern verhindert ESP ein Heraustragen aus der Kurve durch ein gezieltes Abbremsen des kurveninneren Hinterrades.

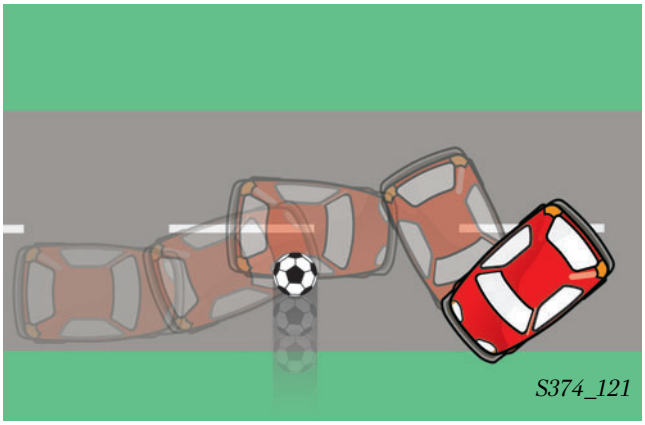
Übersteuern



Beim Übersteuern wird das kurvenäußere Vorderrad abgebremst.

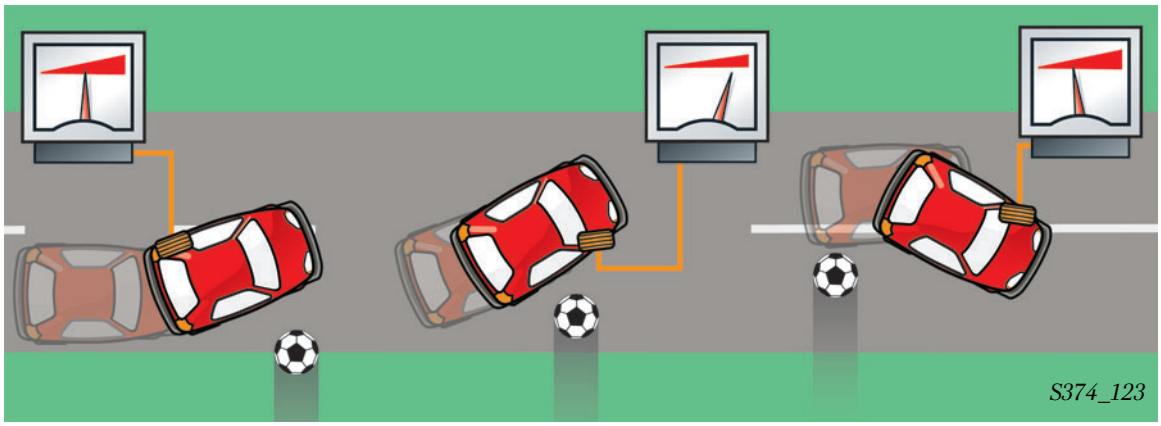
Betrachten wir das Fahrzeugverhalten während eines Ausweichmanövers näher.

Fahrzeug ohne ESP



Das Fahrzeug ohne ESP muss einem plötzlich auftretenden Hindernis ausweichen. Der Fahrer lenkt zunächst sehr schnell nach links und unmittelbar danach wieder nach rechts. Das Fahrzeug schwingt sich durch die vorangegangenen Lenkbewegungen auf, und das Heck bricht aus. Die Drehung um die Hochachse kann vom Fahrer nicht mehr beherrscht werden. Das Fahrzeug gerät ins Schleudern.

Fahrzeug mit ESP



Das Fahrzeug mit ESP versucht, dem Hindernis auszuweichen. ESP erkennt, dass das Fahrzeug nach links zu untersteuern droht. Die Lenkbewegung wird zunächst durch das Abbremsen des linken Hinterrades unterstützt. Gleichzeitig erfolgt über CAN-Datenbus der Eingriff auf das Motormanagement, um die Antriebsleistung zu senken und das Fahrzeug zusätzlich über das Motorschleppmoment abzubremsen.

Während das Fahrzeug den Linksbogen befährt, lenkt der Fahrer nach rechts. Zur Unterstützung des Gegenlenkens wird das vordere rechte Rad abgebremst. Da der Fahrer in seine ursprüngliche Spur zurück will, muss er nun wieder nach links lenken. Der vorangegangene Spurwechsel kann zum Aufschwingen des Fahrzeugs um die Hochachse führen. Um das Ausbrechen des Hecks zu verhindern, wird das linke Vorderrad abgebremst.

Die Schlupfregelsysteme

Aufbau

Das ESP-System besteht aus:

- dem Steuergerät für ABS/ESP
- der Hydraulikeinheit mit elektrischer Rückförderpumpe,
- den vier Drehzahlsensoren,
- dem Bremsdruckgeber,
- dem Taster für ASR und ESP,
- dem Bremslichtschalter,
- der Kontrollleuchte für Bremsanlage,
- der Kontrollleuchte für ABS,
- der Kontrollleuchte für ESP und ASR,
- der Sensoreinheit für ESP und
- dem Lenkwinkelgeber

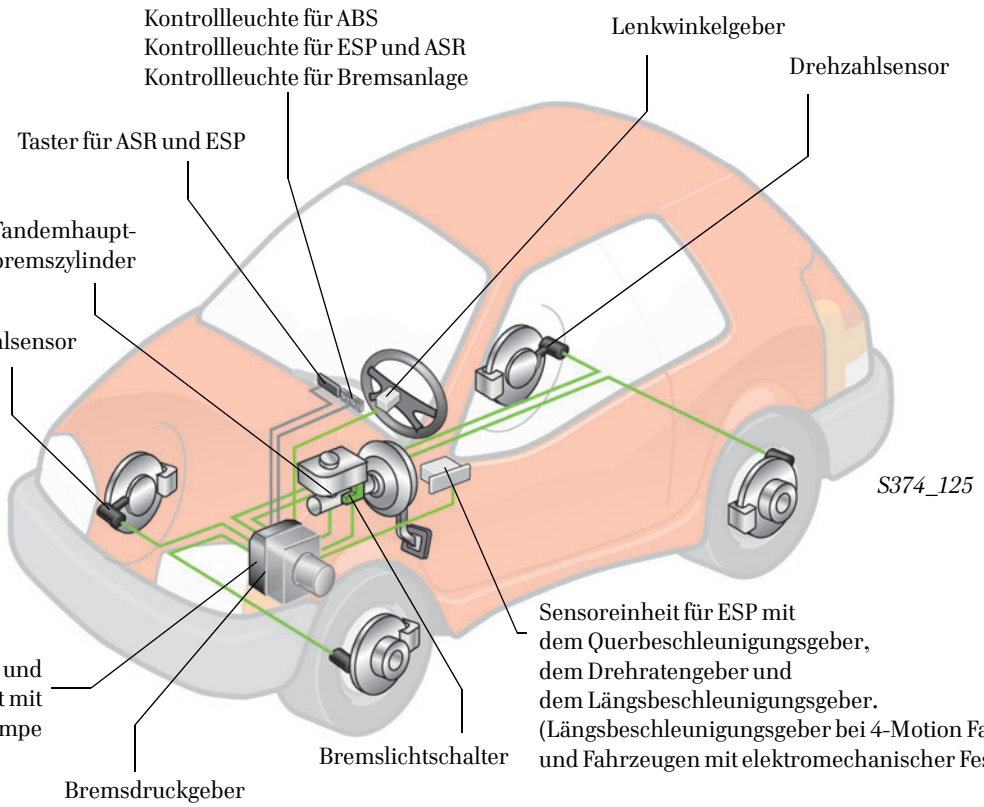
und bei einigen Fahrzeugen

- einem aktiven Bremskraftverstärker oder
- einer Vorladepumpe.

Das ESP-System greift zu einem großen Teil auf die Komponenten von ABS und ASR zurück. Es gibt ein Steuergerät mit entsprechender Software und eine Hydraulikeinheit mit Rückförderpumpe, um die Bremsdrücke zu regeln. Die Hydraulikeinheit muss für 4-Rad-ASR ausgelegt sein.

Mit Hilfe von Kontrollleuchten im Schalttafeleinsatz wird der Fahrer über stattfindende Regeleingriffe und den Zustand der ESP-Anlage informiert.

Mit einem Taster in der Schalttafel kann die ESP/ASR-Funktion ausgeschaltet werden. Bei einigen Fahrzeugen, wie z. B. beim Tiguan, wird nur die ASR-Funktion abgeschaltet. Andere Bremssysteme wie z. B. ABS bleiben auch bei ausgeschalteter ESP-Funktion aktiv.



Die Sensorik des Systems gliedert sich in die Geber zur Erfassung des Fahrerwunsches und jene zur Sensierung des Fahrzeugverhaltens.

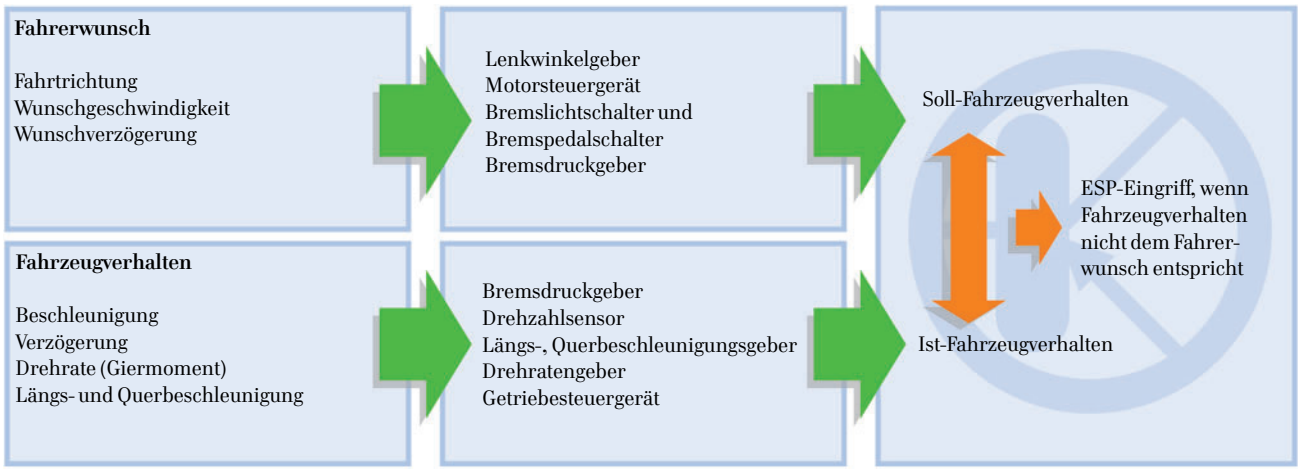
Der Fahrerwunsch wird erfasst durch:
- den Lenkwinkelgeber,
- Informationen vom Motorsteuergerät,
- den Bremslichtschalter,
- den Bremspedalschalter und
- den Bremsdruckgeber.

Der Lenkwinkel steht für den Richtungswunsch des Fahrers und die Betätigung des Bremspedals für den Wunsch zu bremsen oder anzuhalten. Zusätzlich gibt der Bremsdruckgeber Aufschluss über die Stärke der gewünschten Bremsung.

Das tatsächliche Fahrzeugverhalten wird erfasst durch:

- die Drehzahlsensoren an allen vier Rädern,
- einen Geber zur Erfassung von Längs- und Querbeschleunigung,
- einen Geber zur Sensierung einer Drehrate und
- einen Geber zur Erfassung des aktuellen Bremsdruckes.

Aus den Signalen der Drehzahlsensoren werden Antriebs- und Bremsschlupf der vier Räder ermittelt. Die Signale des Querbeschleunigungsgebers, des Längsbeschleunigungsgebers und des Drehratengebers geben Auskunft über die Längs- bzw. Querdynamik des Fahrzeugs. Der Bremsdruckgeber erfasst den tatsächlichen Druck im Bremssystem.
Bei Automatikfahrzeugen kommt eine Verbindung zum Getriebemanagement hinzu, um einerseits die aktuelle Gangwahl zu erfassen und um andererseits bei einem ESP-Regeleingriff das Getriebe selbstständig schalten zu können.



S374_130

Aus den Daten des Fahrerwunsches errechnet das Steuergerät für ABS/ESP das Soll-Fahrzeugverhalten und aus den tatsächlichen Fahrzeugbewegungen das Ist-Fahrzeugverhalten. Durch den Vergleich der beiden Werte erkennt die ESP-Software eine kritische Fahrsituation und es werden die erforderlichen Regeleingriffe eingeleitet.

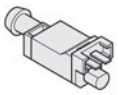
Die Schlupfregelsysteme

Systemübersicht

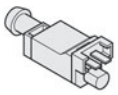
Sensoren **Aktoren**



Taster für ASR und ESP **E256**



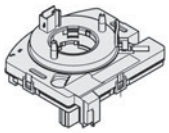
Bremslichtschalter **F**



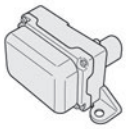
Bremspedalschalter **F47**



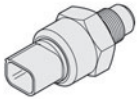
Drehzahlfühler
hinten rechts **G44,**
vorn rechts **G45,**
hinten links **G46,**
vorn links **G47**



Lenkwinkelgeber **G85**



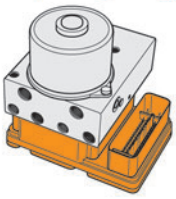
Sensoreinheit für ESP **G419** mit
Querbeschleunigungsgeber **G200,**
Längsbeschleunigungsgeber **G251**
Drehratengeber **G202.**



Bremsdruckgeber 1 **G201**

Diagnoseanschluss



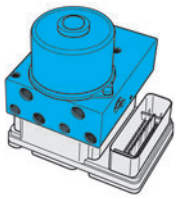


Steuergerät für ABS mit
EDS/ASR/ESP **J104**

CAN

Zusatzsignale
Motormanagement
Getriebemanagement

S374_126



Hydraulikeinheit mit
Rückförderpumpe für ABS **V39**
Schaltventil 1
für Fahrdynamikregelung **N225**
Schaltventil 2
für Fahrdynamikregelung **N226**
Hochdruckschaltventil 1
für Fahrdynamikregelung **N227**
Hochdruckschaltventil 2
für Fahrdynamikregelung **N228**
Einlassventile ABS
N99, N101, N133, N134
Auslassventile ABS
N100, N102, N135, N136



Kontrollleuchte für ABS **K47**

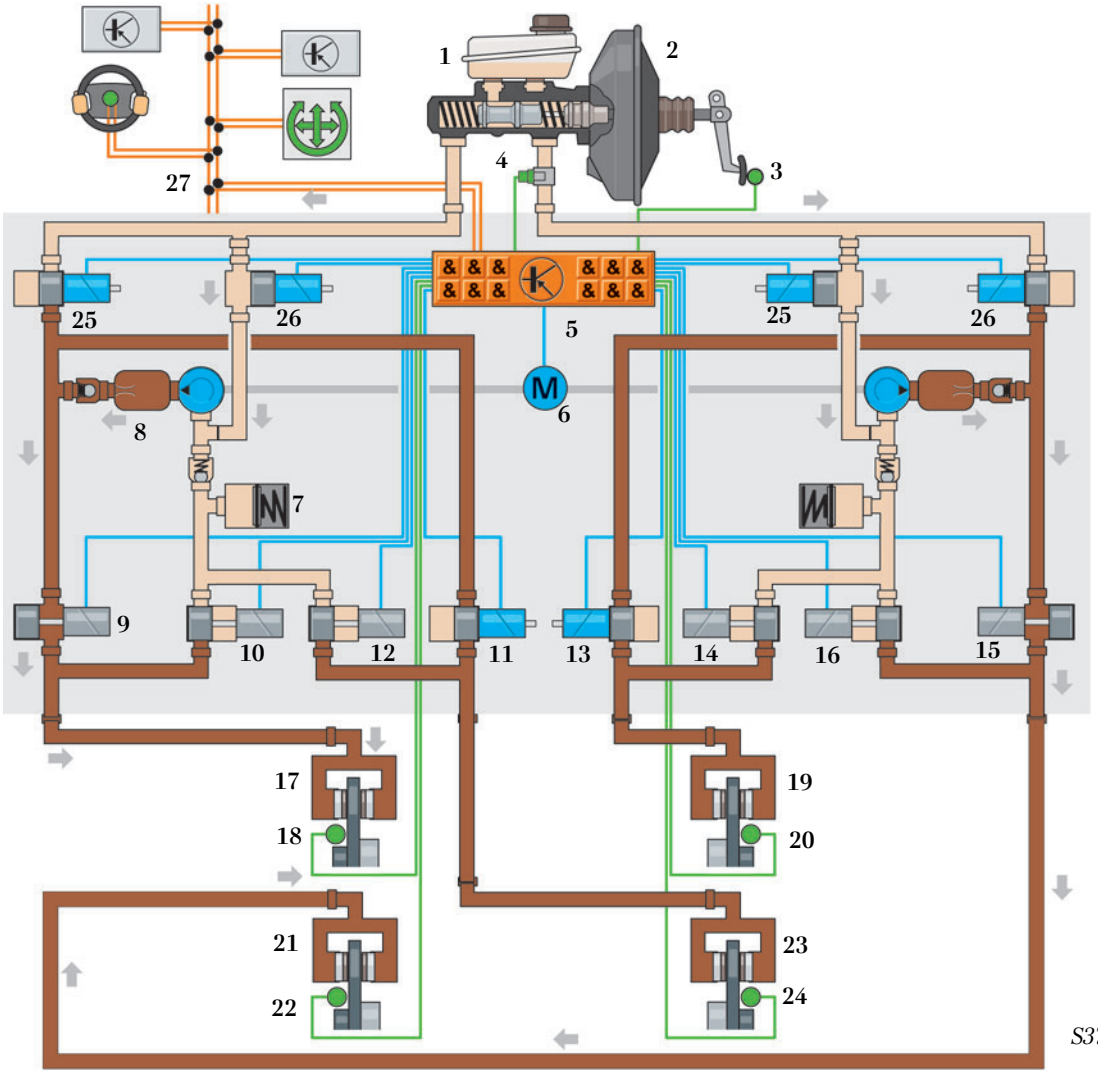


Kontrollleuchte für Bremsanlage **K118**



Kontrollleuchte für ESP und ASR **K115**

ESP-Hydraulikschaltplan



S374_334

Legende

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
3 - Bremspedalsensorik
4 - Bremsdruckgeber
5 - Steuergerät für ABS/ESP
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil vorn links
10 - ABS-Auslassventil vorn links
11 - ABS-Einlassventil hinten rechts
12 - ABS-Auslassventil hinten rechts
13 - ABS-Einlassventil vorn rechts
14 - ABS-Auslassventil vorn rechts
15 - ABS-Einlassventil hinten links
16 - ABS-Auslassventil hinten links
17 - Radbremszylinder vorn links
18 - Drehzahlfühler vorn links
19 - Radbremszylinder vorn rechts
20 - Drehzahlfühler vorn rechts
21 - Radbremszylinder hinten links
22 - Drehzahlfühler hinten links
23 - Radbremszylinder hinten rechts
24 - Drehzahlfühler hinten rechts
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil
27 - CAN-Datenbus

Die Schlupfregelsysteme

So funktioniert es

ESP verfügt über verschiedene Möglichkeiten das Fahrzeug zu stabilisieren:

- durch gezielte Bremseingriffe
- durch Eingriffe in das Motormanagement und ergänzend
- durch Eingriffe in das Getriebemanagement (bei Automatikfahrzeugen) und in die Allradsteuerung

Durch Auswertung der Eingangssignale und dem Ist-Soll-Vergleich des Fahrzeugverhaltens erkennt das Steuergerät für ABS/ESP eine instabile Fahrsituation. In bestimmten Situationen ist es notwendig, dass ESP in das Motormanagement eingreift. Will ein Fahrer zum Beispiel in einer instabilen Fahrsituation beschleunigen, wird dies durch den Eingriff von ESP in das Motormanagement verhindert.

Dabei werden die Stellbefehle von ESP vorrangig gegenüber der Stellung des Gaspedals behandelt. Das Fahrzeug wird nicht beschleunigt.
Genau wie bei ASR hat das Motorsteuergerät abhängig vom vorhandenen Motormanagement folgende Möglichkeiten das Moment zu reduzieren:

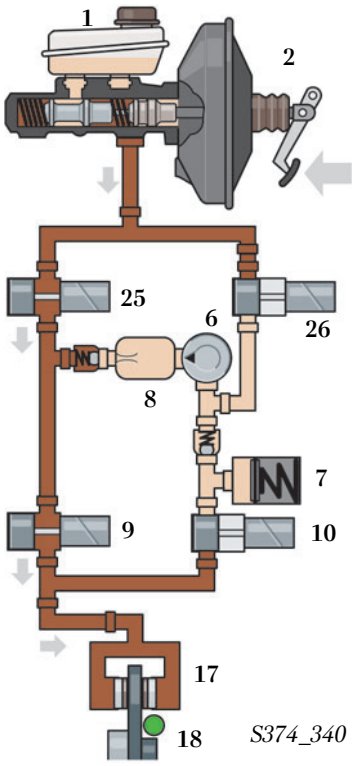
- durch die Verstellung der Drosselklappe
- über ein Ausblenden von Einspritzimpulsen.
- über ein Ausblenden von Zündimpulsen oder über Zündwinkelverstellung
- durch das Unterdrücken von Schaltvorgängen (bei Automatikfahrzeugen)

Die Bremseingriffe werden in der Hydraulikeinheit geregelt. Die hydraulische Regelung durch ESP entspricht der von EDS oder ASR. Die Regelung erfolgt analog der EDS-Regelung durch Bestromung der entsprechenden Schalt- und Hochdruckschaltventile sowie der Einlass- und Auslassventile in drei Phasen: „Druck aufbauen“, „Druck halten“ und „Druck abbauen“. Die Schalt- und Hochdruckschaltventile sind so modifiziert, dass sie auch höhere Bremsdrücke als bei ASR ermöglichen.

Im Gegensatz zu ASR, bei der der aktive Bremsdruckaufbau bei Betätigen des Bremspedals beendet wird, hat ESP die Möglichkeit, auch wenn der Fahrer das Bremspedal betätigt, den Bremsdruck noch zu erhöhen. Diesen Druckaufbau übernimmt die Rückförderpumpe.

Während des gesamten ESP-Eingriffs werden die Eingangssignale ständig überprüft und die entsprechende Regelung angepasst. Sobald das Fahrzeug stabilisiert ist, wird der ESP-Eingiff beendet.

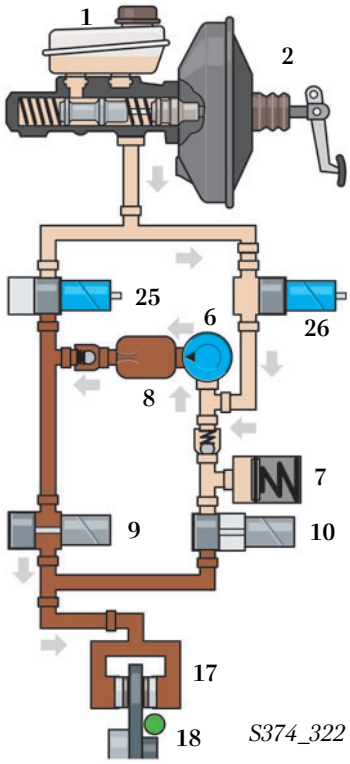
Anhand einer Radbremse werden die Unterschiede aufgezeigt, wenn der Fahrer bremst oder wenn ESP bremst.



S374_340

Fahrer bremst
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Druckaufbau in der Hydraulikeinheit, wenn der Fahrer bremst.
Das Bremspedal wird betätigt. Das Schaltventil ist geöffnet und das Hochdruckschaltventil geschlossen. Durch das geöffnete Einlassventil kann der Druckaufbau an der Radbremse erfolgen.
Das Auslassventil ist geschlossen.



S374_322

ESP aktive Bremsung
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Druckaufbau in der Hydraulikeinheit bei einer „aktiven Bremsung“. Das heißt, ESP bremst gezielt das Rad ab. Es wird Bremsdruck aufgebaut, ohne dass der Fahrer das Bremspedal betätigt.
Das Schaltventil wird geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet. Die Rückförderpumpe beginnt zu arbeiten und saugt aus dem Hauptbremszylinder Bremsflüssigkeit an. Dadurch baut sich im Radbremszylinder des abzubremsenden Rades Bremsdruck auf.

Die ESP-Zusatzfunktionen

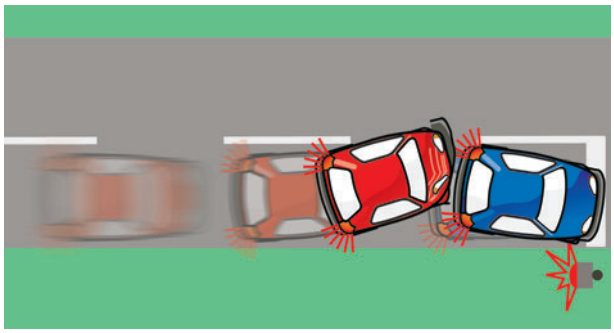
Die im Folgenden beschriebenen Systeme haben eine ESP-Anlage zur Voraussetzung.

Der hydraulische Bremsassistent

Untersuchungen über das Bremsverhalten haben ergeben, dass viele Fahrer zu schwach bremsen und so die technisch und fahrdynamisch mögliche Bremsverzögerung nicht ausnutzen. Dadurch verlängert sich der Bremsweg. Der hydraulische Bremsassistent HBA soll hier den Fahrer unterstützen. Falls der Bremspedaldruck nicht ausreichend ist, erkennt er die Gefahrensituation und erhöht selbstständig den Bremsdruck.

Ein Fahrzeugführer wird davon überrascht, dass das vor ihm fahrende Fahrzeug plötzlich bremst.
Er erkennt nach der Schrecksekunde die Situation und betätigt die Bremse. Ungeübte Fahrer bremsen häufig mit einer guten Reaktionszeit, jedoch mit zu geringem Pedaldruck. Es wird also nicht der maximal mögliche Bremsdruck im System aufgebaut und so wertvoller Bremsweg verschenkt. Das Fahrzeug kommt dann nicht rechtzeitig zum Stillstand.

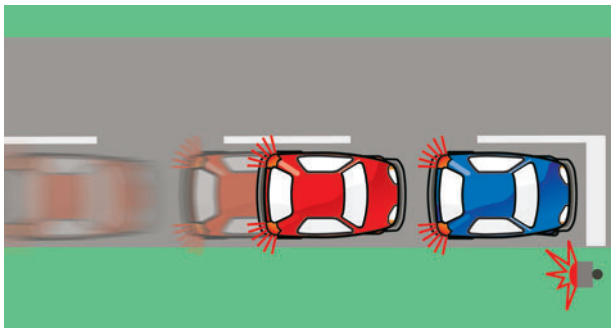
Bremsmanöver ohne Bremsassistent



S374_196

Bei einem Fahrzeug in der selben Situation mit Bremsassistent wird der zu geringe Bremseingriff des ungeübten Fahrers ausgeglichen. Der HBA erkennt aus der Geschwindigkeit und dem Druck mit der das Bremspedal betätigt wird, dass eine Notsituation entstanden ist. Durch den Einsatz des Bremsassistenten wird der Bremsdruck gesteigert, bis die ABS-Regelung einsetzt, um ein Blockieren der Räder zu vermeiden. So kann die maximal erreichbare Bremswirkung ausgenutzt und der Bremsweg deutlich verkürzt werden.

Bremsmanöver mit Bremsassistent



S374_194

Aufbau

Der hydraulische Bremsassistent HBA ist eine Funktionserweiterung der ESP-Anlage. Zusätzliche Bauteile sind nicht erforderlich. Das Steuergerät für ABS/ESP wird durch zusätzliche Software um die Bremsassistenzfunktion erweitert.

Der Bremsdruckgeber in der Hydraulikeinheit, die Drehzahlsensoren und der Bremslichtschalter liefern dem Bremsassistenten Signale, damit dieser eine Notsituation erkennt.

So funktioniert es

HBA wird in Notbremssituationen ausgelöst.
An folgenden Auslösebedingungen wird eine Notbremssituation erkannt.

1. Der Fahrer bremst. Der Bremslichtschalter liefert das Signal, dass die Bremse betätigt wurde.

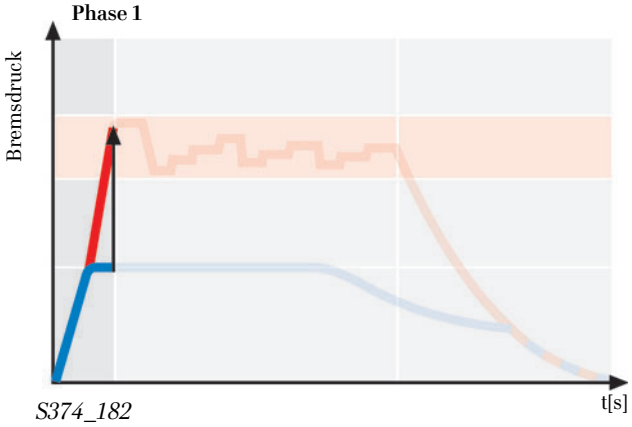
2. Das Fahrzeug fährt mit einer Mindestgeschwindigkeit. Die Drehzahlsensoren liefern die Signale, wie schnell das Fahrzeug fährt.

3. Die Geschwindigkeit mit der das Bremspedal betätigt wird, überschreitet die Einschaltschwelle des Bremsassistenten. Der Bremsdruckgeber liefert das Signal, wie schnell und mit welcher Kraft der Fahrer das Bremspedal betätigt hat.

Sind die Auslösebedingungen erfüllt und bleibt der aktuelle Bremsdruck unter dem im Steuergerät abgelegten Sollwert, regelt das System den Druck selbstständig nach. Das Steuergerät für ABS/ESP aktiviert die Funktion des Bremsassistenten und sendet Signale an die Hydraulikeinheit. Die hydraulische Regelung erfolgt in drei Phasen.

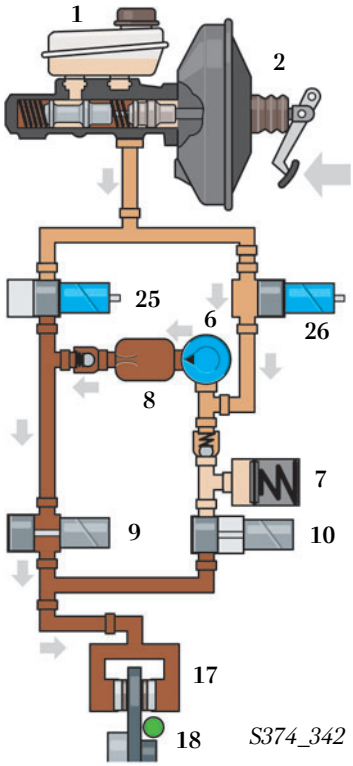
Phase 1: Beginn des Bremsassistent-Eingriffs

Der Bremsassistent steigert den Bremsdruck. Durch diesen aktiven Druckaufbau wird sehr schnell die ABS- Regelgrenze erreicht und damit die ABS-Regelung ausgelöst..

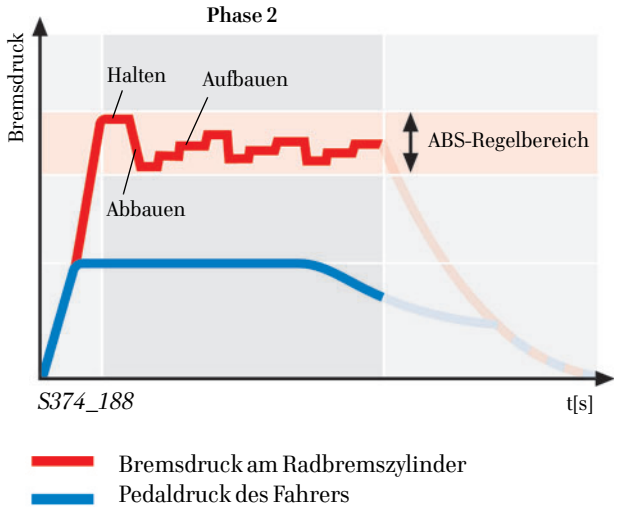


In der Hydraulikeinheit werden das Schaltventil geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet. Die Rückförderpumpe wird angesteuert und beginnt zu pumpen. Dadurch wird der Druck an der Radbremse über den vom Fahrer ausgelösten Bremsdruck auf ein Maximum erhöht. Drohen die Räder zu blockieren, greift das ABS ein.

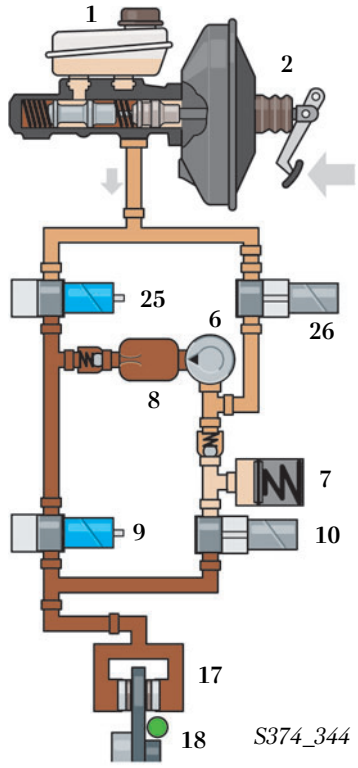
aktiver Druckaufbau
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil



Phase 2: Der ABS-Eingriff



Der ABS-Eingriff hält den Bremsdruck unterhalb der Blockierschwelle. Die Regelung erfolgt in den drei Phasen „Druck halten“, „Druck abbauen“ und „Druck aufbauen“.



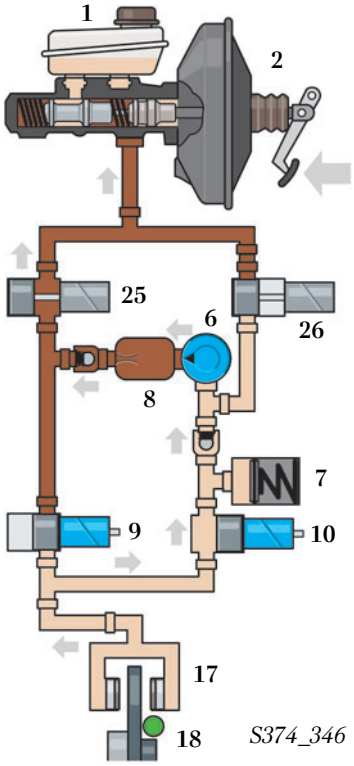
Druck halten
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
17 - Radbremszylinder
18 - Drehzahlfühler
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil

Um den Bremsdruck im Bremskreis des Rades aufrecht zu erhalten, werden das Einlassventil und das Hochdruckschaltventil geschlossen.
Ein gleichbleibender Bremsdruck bleibt an der Radbremse bestehen. Die Rückförderpumpe wird abgeschaltet.

Die ESP-Zusatzfunktionen

Für den Druckabbau werden das Auslass- und Schaltventil geöffnet. Die Bremsflüssigkeit wird von der Rückförderpumpe gegen den Pedaldruck des Fahrers zurück in den Hauptbremszylinder gefördert.

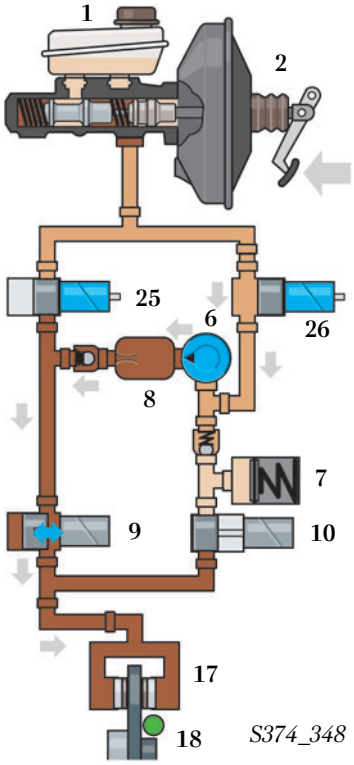
Druck abbauen
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil



S374_346

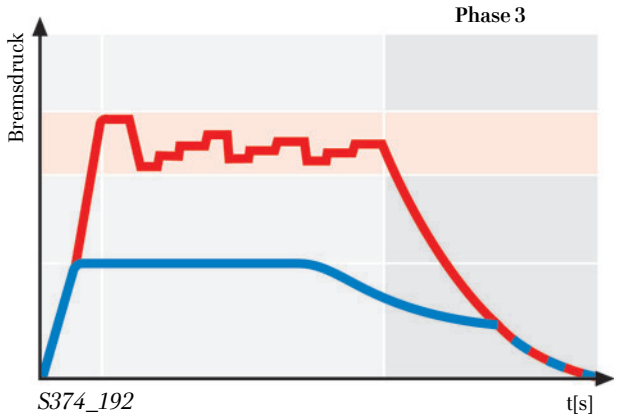
Um dann den Druck wieder stufenweise aufzubauen, werden das Schalt- und das Auslassventil wieder geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet. Die Rückförderpumpe wird angesteuert und beginnt zu pumpen. Das Einlassventil öffnet und schließt in kurzen Abständen und der Bremsdruck kann so stufenweise erhöht werden.

Druck aufbauen
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

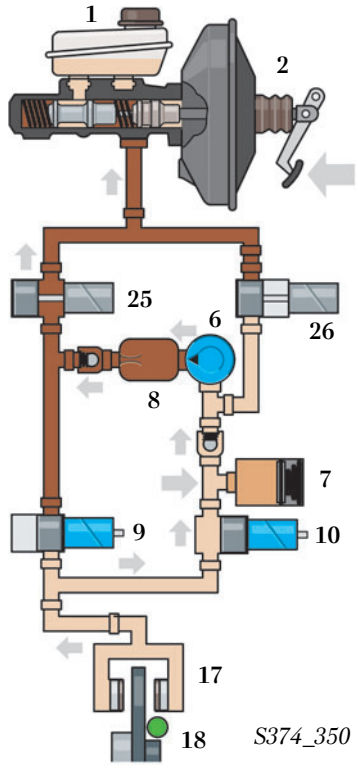


S374_348

Phase 3: Ende der Bremsunterstützung



Vermindert der Fahrer den Pedaldruck oder wird die Mindestgeschwindigkeit unterschritten, sind die Auslösebedingungen für den HBA nicht mehr gegeben. Das Steuergerät für ABS/ESP erkennt, dass die Notsituation überwunden ist und beginnt die Bremsassistenz zu beenden.
Der durch den HBA erhöhte Bremsdruck wird nach und nach abgebaut, bis dieser wieder an den Pedaldruck des Fahrers angepasst ist.



Druck abbauen
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Durch das Schließen des Einlassventils und Öffnen des Auslassventils fließt die Bremsflüssigkeit in den Speicher ab. Sie wird von der Rückförderpumpe in Richtung Vorratsbehälter zurückgepumpt.

Die hydraulische Bremskraftverstärkung

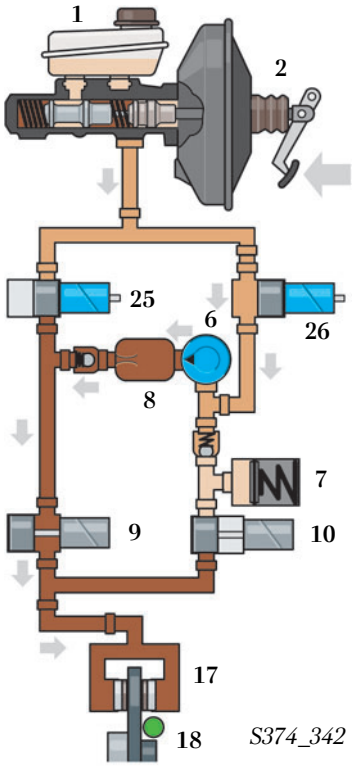
Unter bestimmten Betriebsbedingungen des Motors (besonders während der Kaltstartphase) reicht die Unterdruckversorgung für die Bremskraftverstärkung nicht aus. Für diesen Fall ist der hydraulische Bremskraftverstärker konzipiert worden.
Steht der Bremsanlage nicht genügend Unterdruck zur Verfügung, so kann im Bremskraftverstärker nicht genug Bremskraftunterstützung bereitgestellt werden. Das bedeutet, es wird nicht die optimale Bremswirkung erzielt.

Die hydraulische Bremskraftverstärkung HBV sorgt dafür, dass die infolge zu geringen Unterdruckes fehlende Bremskraftverstärkung durch dosierten aktiven Druckaufbau über die Rückförderpumpe der ESP-Anlage ausgeglichen wird. Die HBV basiert auf der technischen Ausstattung der ESP-Anlage und bedarf keiner weiteren Bauteile oder Komponenten. Sie stellt eine Software-Erweiterung der ESP-Regelung dar.

So funktioniert es

Anhand der einlaufenden Informationen von Bremslichtschalter und Bremsdruckgeber erkennt das System, dass ein Bremsmanöver stattfindet.
Es vergleicht den gemessenen Bremsdruckwert mit dem, der eigentlich im System herrschen müsste, wenn der Fahrer das Bremspedal in bestimmter Stärke und Schnelligkeit betätigt hat. Ein Unterdrucksensor im Bremskraftverstärker stellt eine ungenügende Unterdruckversorgung des Motors für den Bremskraftverstärker fest. Daraufhin wird der Bremsdruck im Hydrauliksystem selbstständig auf den erforderlichen Wert erhöht.
In der Hydraulikeinheit werden das Schaltventil geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet. Die Rückförderpumpe wird angesteuert und beginnt zu pumpen. Dadurch wird der Bremsdruck an der Radbremse auf den Wert erhöht, die der Bremspedalstellung des Fahrers entspricht. Der Fahrer bemerkt keinen Unterschied zur konventionellen Bremskraftverstärkung hinsichtlich erforderlicher Kraft am Bremspedal.

aktiver Druckaufbau
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
17 - Radbremszylinder
18 - Drehzahlfühler
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil



Das Overboost

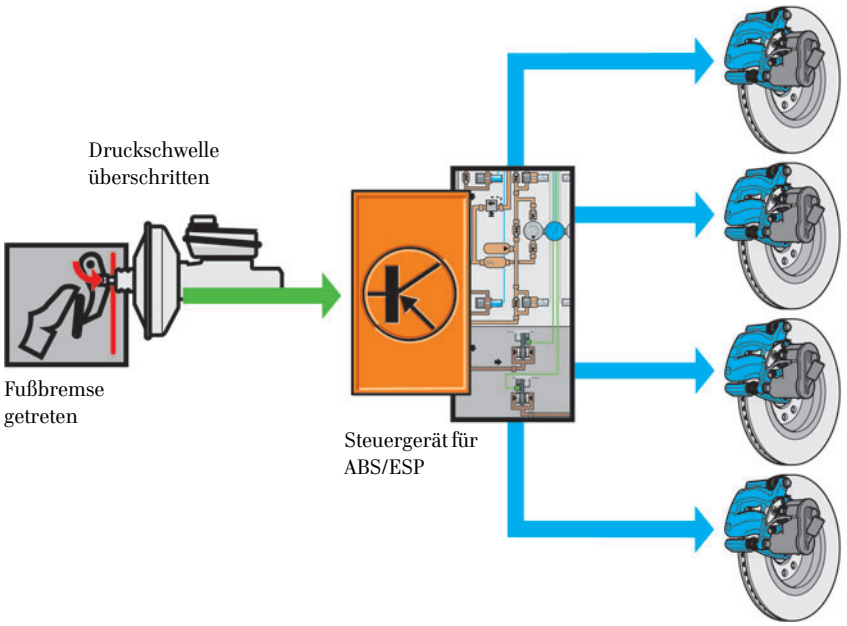
Das Overboost wird in der Fachliteratur auch als Fading Brake Support FBS oder fading-Kompensation bezeichnet.

In einer kritischen Situation tritt der Fahrer das Bremspedal bis eine definierte Druckschwelle im Bremssystem überschritten ist. Da die Fahrbahnbedingungen sehr gut sind, also eine gute Haftreibung vorherrscht, setzt an den Rädern keine ABS-Regelung ein. Da der Wunsch des Fahrers nach maximaler Verzögerung aber immer noch besteht, greift Overboost ein.

Die ESP-Sensorik erkennt diese Situation und baut zusätzlich Bremsdruck in der Bremsanlage auf bis die ABS-Regelung einsetzt.

Durch die ESP-Regelung wird der Druck durch die Ansteuerung der Rückförderpumpe in der Hydraulikeinheit an allen vier Rädern soweit erhöht, bis die ABS-Regelung an allen vier Rädern einsetzt. Der maximale Systemdruck wird wegen des Bauteilschutzes (z. B. Aufbiegen der Bremssättel) begrenzt.

Auch das Overboost ist eine reine Software-Erweiterung der ESP-Regelung.



S374_234

Druckaufbau an allen Rädern bis ABS-Regelung einsetzt

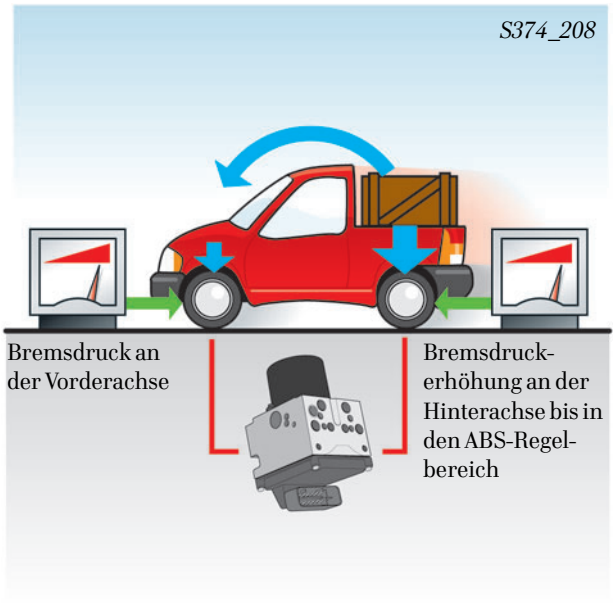
Der Unterschied des Overboost zum hydraulischen Bremsassistenten ist der, daß beim Overboost der Fahrer nicht ungeübt ist. Der Fahrer bremst in einer kritischen Situation mit einer guten Reaktionszeit und mit maximalen Pedaldruck.

Die Hinterachsvollverzögerung

Vereinfacht dargestellt ist die Hinterachsvollverzögerung HVV eine Umkehrung der elektronischen Bremskraftverteilung EBV. Hat die EBV zum Ziel ein Überbremsen der Hinterachse zu verhindern, so sorgt die HVV dafür, dass der Bremsdruck an der Hinterachse soweit erhöht wird, dass die ABS-Regelung an der Hinterachse zu arbeiten beginnt.

Dies gilt aber nur, wenn sich die Vorderachse bereits in der ABS-Regelung befindet. Ziel ist auch hier, eine optimale Bremswirkung zu erzielen, gleichzeitig aber die Fahrstabilität zu wahren, indem der Bremsschlupf an der Vorderachse größer gehalten wird als der an der Hinterachse. Dabei sind die Regelgrenzen besonders für beladene Fahrzeuge ausgelegt.

Bei einem Bremsmanöver eines stark beladenen Fahrzeugs sind aufgrund der höheren Masse und somit höheren Trägheit auch größere Bremskräfte erforderlich. Das Ziel besteht darin auch für beladene Fahrzeuge eine optimale Nutzung der maximal übertragbaren Bremswirkung zu erreichen.
Diese optimale Bremswirkung wird mit einem ABS-Regeleingriff erreicht. Tritt der Fahrer auf die Bremse wird zunächst die Vorderachse mit der ABS-Regelung beginnen, während die Hinterachse sich noch nicht im ABS-Eingriff befindet.
Dieser setzt systembedingt erst ein, wenn an den Rädern eine Blockierneigung festgestellt wird.
Durch die hohe Beladung und damit Achslast tritt der Effekt des Blockierens aber erst verzögert auf, weil sich die Haftreibung an den Hinterrädern erhöht und damit mehr Bremskraft übertragen werden kann als an den Vorderrädern. Die maximale Bremswirkung wird an den Hinterrädern deshalb zunächst nicht erreicht.
An diesem Punkt setzt die Hinterachsvollverzögerung ein und steigert den Bremsdruck an den Hinterrädern selbstständig soweit, dass auch dort die ABS-Regelung einsetzt.



HVV-Funktion ermöglicht eine maximale Bremswirkung der Hinterachse.

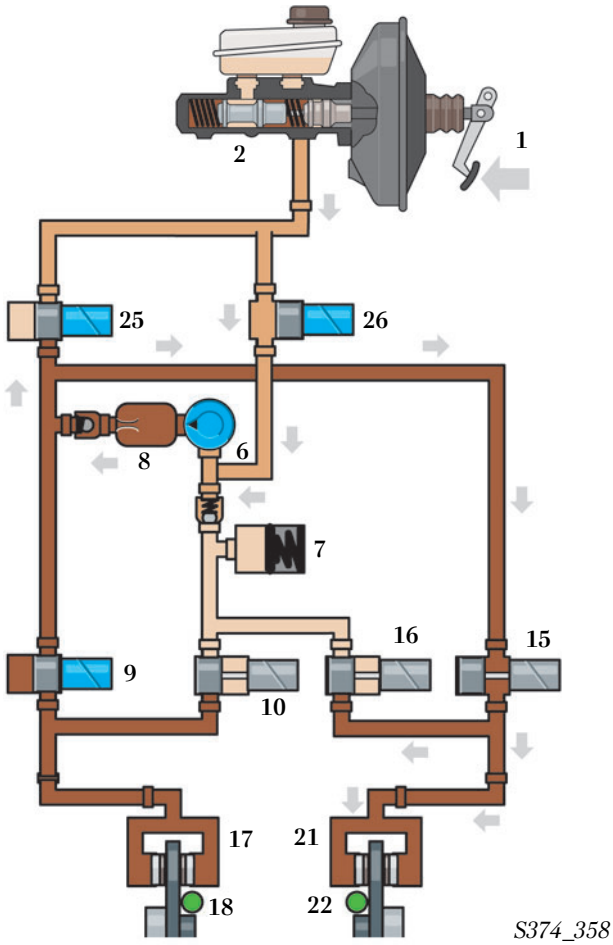
Aufbau

Auch die Hinterachsvollverzögerung HVV ist eine reine Software-Erweiterung der ESP-Regelung und kommt ohne zusätzliche Bauteile aus.

So funktioniert es

Das Steuergerät für ESP/ABS stellt anhand der Eingangssignale fest, dass an der Vorderachse ein ABS-Eingriff stattfindet und dass der Fahrer das Bremspedal genügend schnell und stark genug betätigt hat. Nun wird auch der Bremsdruck an den Hinterrädern selbstständig soweit aufgebaut, dass dort die ABS-Regelung einsetzt.

Der Druck wird durch die Rückförderpumpe erhöht und die beiden Einlassventile der Hinterachse werden geöffnet, bis deren Drehzahlsensoren anzeigen, dass auch die Hinterräder zu blockieren drohen. Nun setzt die normale ABS-Regelung mit den Phasen „Druck halten“, „Druck abbauen“, „Druck aufbauen“ ein, um eine größtmögliche Bremswirkung bei gleichzeitig kontrollierbarer Fahrdynamik zu gewährleisten.



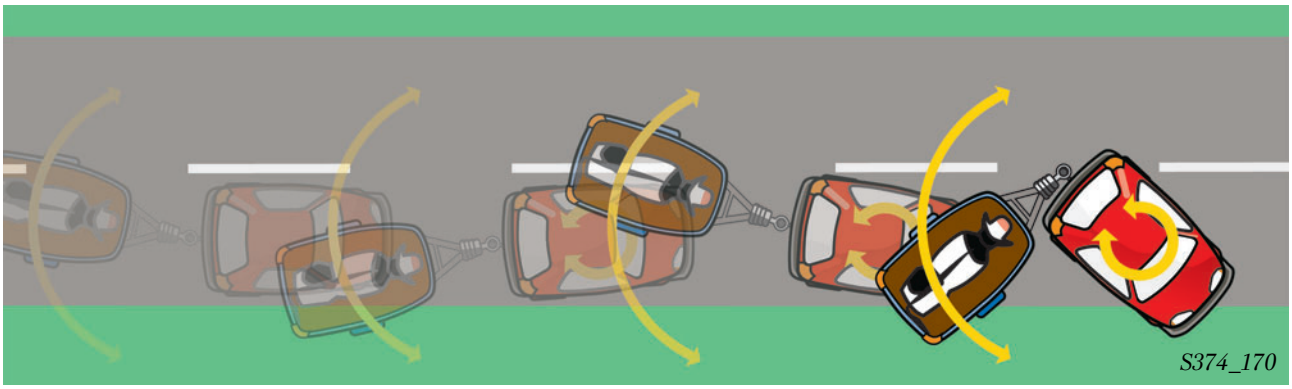
S374_358

Legende

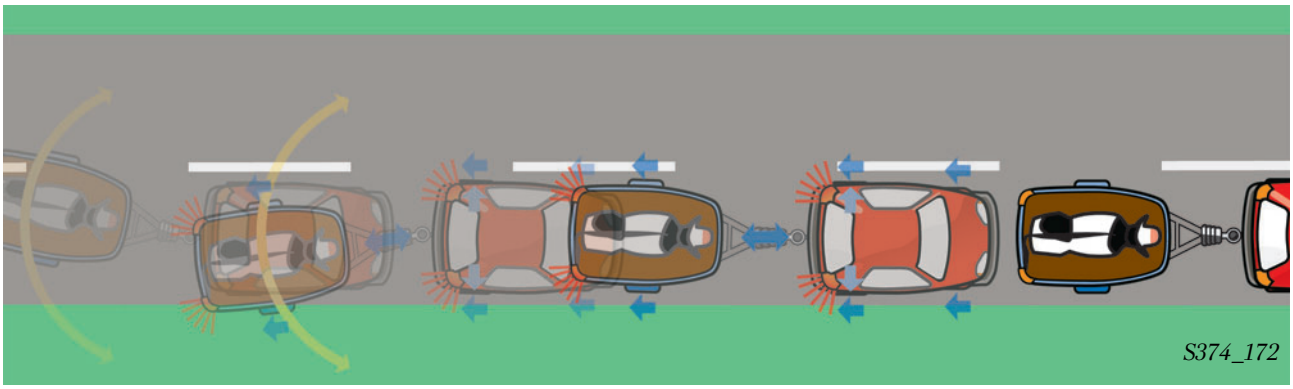
1 - Fußbremse getreten
2 - Tandemhaupt-bremszylinder
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
15 - ABS-Einlassventil hinten links
16 - ABS-Auslassventil hinten links
17 - Radbremszylinder vorn links
18 - Drehzahlfühler vorn links
21 - Radbremszylinder hinten links
22 - Drehzahlfühler hinten links
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil

Die Gespannstabilisierung

Ein Fahrzeug mit Anhänger gerät leichter in eine fahrdynamisch kritische Situation. Schlingernde Gespanne sind auch von geübten Fahrern kaum zu beherrschen.



Durch Seitenwind, Spurrinnen, schnelle Lenkbewegungen bei spontanen Ausweichmanövern oder bei zu hoher Geschwindigkeit kann der Anhänger eines Gespannes, besonders auf Strecken mit Gefälle, ins Pendeln geraten. Pendelbewegungen des Anhängers übertragen sich auf das Zugfahrzeug.
Je nach Stärke der Pendelbewegung und der Masse des Anhängers treten am ziehenden Fahrzeug Drehraten und Querbeschleunigungen auf, die sich wiederum auf den Anhänger auswirken. Diese Wechselwirkung zwischen ziehendem Fahrzeug und Anhänger kann sich soweit aufschaukeln, dass das gesamte Gespann ins Schleudern gerät.



Die Gespannstabilisierung ist eine Software-Erweiterung der ESP-Regelung, die dieser Gefahr entgegen wirkt.
Als erstes wird durch wechselseitigen Bremseingriff am Zugfahrzeug das Gespann stabilisiert. Ist dies nicht ausreichend, erfolgt ein gesamtes Abbremsen aller vier Rader des Zugfahrzeugs und des Anhängers durch die Anhängerauflaufbremse zur Stabilisierung.

Die Gespannstabilisierung benötigt keine zusätzliche Sensorik, da sie eine reine Software-Erweiterung der ESP-Funktion ist. Sie greift auf die Bauteile der ESP-Regelung zurück.
Folgende Vorraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die Gespannstabilisierung eingreift:

- ESP muss aktiviert und softwareseitig freigeschaltet sein.
- Das Gespann muss eine Mindestgeschwindigkeit erreicht haben.
- Bei einigen Fahrzeugtypen erkennt das Steuergerät für ABS/ESP den Anhänger durch eine Belegung der Anhängersteckdose. Diese Information, ob am ziehenden Fahrzeug ein Anhänger angekuppelt ist, erhält die ESP-Funktion über den CAN-Datenbus vom Steuergerät für Anhängererkennung.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, ist im Steuergerät für ABS/ESP die entsprechende Regelkurve für die Gespannstabilisierung aktiv.

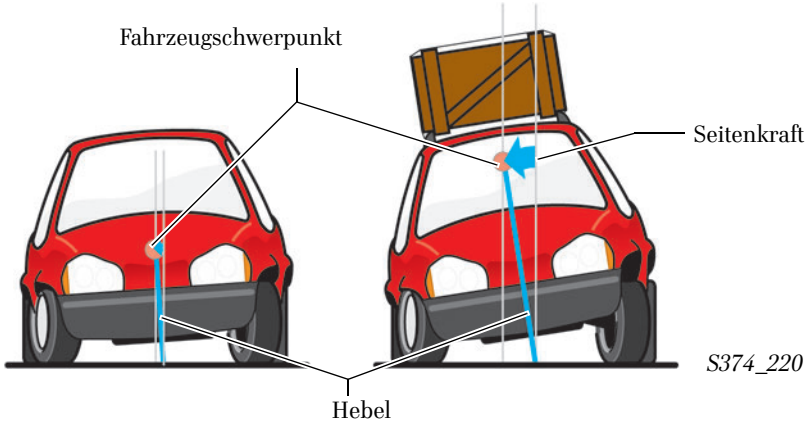
So funktioniert es

Ein Pendeln des Anhängers bewirkt das Auftreten von Gierraten und Querbeschleunigungen am ziehenden Fahrzeug. Diese werden von der ESP-Sensorik erfasst und an das Steuergerät für ABS/ESP weitergeleitet.
Die eingehenden Werte (Raddrehzahl, Drehrate, Querbeschleunigung, Lenkwinkel, Bremsbetätigung) werden mit der im Steuergerät abgelegten Soll-Kurve verglichen.
Bei Überschreitung von definierten Grenzwerten greift die Gespannstabilisierung ein.

Die Vorderachse wird zur besseren Schwingungsdämpfung und zur Kompensierung von auftretenden Drehraten (Giermomenten) wechselseitig gebremst. So erreicht ESP, dass sich die Pendelbewegung nicht aufschaukeln kann oder es zum Blockieren der Fahrzeug- oder Anhängerachsen kommt.
Reicht das nicht aus, werden alle vier Räder durch Bremsdruckaufbau abgebremst, bis der Anhänger nicht mehr pendelt.
Während des Bremsen-Eingriffs leuchten die Bremsleuchten, damit auch der nachfolgende Verkehr gewarnt ist. Der Fahrer wird während des Eingriffs durch ein Aufleuchten der ESP-Kontrollleuchte informiert.

Die Roll Over Prevention

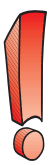
Die Roll Over Prevention ROP wird auch als Roll-Over-Programm bezeichnet. Sie soll frühzeitig auf Kräfte und Momente reagieren, die zu einem Überschlag oder Umkippen des Fahrzeuges führen können. Die ROP ist ebenfalls eine reine Software-Erweiterung der ESP-Regelung.



Beim schnellen Durchfahren einer Kurve kommt es aufgrund der Massenträgheit der Karosserie und der Haftreibung der Reifen zu einem Drehmoment um die Fahrzeug-Längsachse (Kippbewegung). Dies kann jeder leicht beobachten, der z. B. hinter einem Fahrzeug mit Kastenaufbau eine Kurve durchfährt. Je nach Geschwindigkeit, Masse und Höhe des Kastens, neigt sich der Fahrzeugaufbau in die kurvenäußere Richtung. Da die Reifen über gegenügend Haftreibung verfügen, ergibt sich ein Hebel mit dem Drehpunkt an der Berührungsfläche von Reifen und Straße.

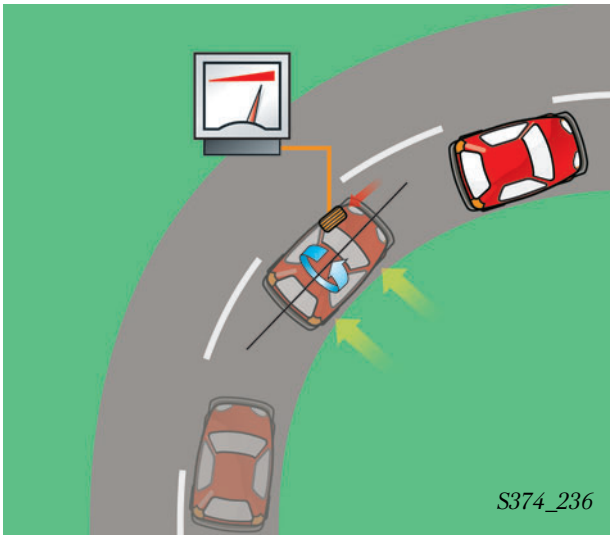
Die Länge des Hebels wird durch die Lage des Fahrzeugschwerpunktes bestimmt. Je höher der Schwerpunkt liegt, desto länger ist der Hebel. Liegt der Schwerpunkt besonders hoch, kann also schon eine geringe Seitenkraft, die auf diesen Hebel wirkt, zu einem Umkippen des Fahrzeuges führen.

Dies soll schon im Ansatz von der Roll Over Prevention verhindert werden. Hierzu nutzt das System die Sensorik der ESP-Regelung.



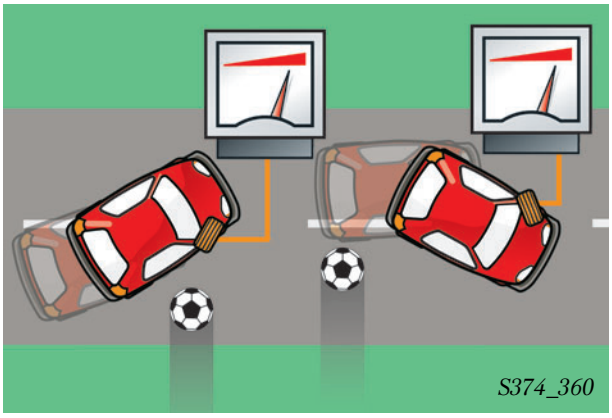
Die ROP ist speziell für Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt, z. B. Geländewagen oder Transporter.

stationäre Kurvenfahrt



Zur Stabilisierung des Fahrzeugs wird durch den Eingriff der ROP das kurvenäußeren Vorderrad gezielt abgebremst.

dynamisches Wechselmanöver



Für fast alle Fahrzeuge ist das Kipprisiko bei dynamischen Wechselmanövern auf Fahrbahnen mit einer guten Haftreibung hoch. Dieses Fahrmanöver wird erkannt, und obwohl das Fahrzeug noch nicht schleudert, wird am jeweiligen äußeren Vorderrad sehr schnell, sehr hoher Druck aufgebaut.

So funktioniert es

In dem Beispiel mit dem Kastenwagen treten bei einer zügigen Kurvenfahrt Quer- bzw. Seitenkräfte auf, die zu einem Drehmoment um die Fahrzeuglängsachse führen. Die Querkräfte bewirken, dass das Fahrzeug zu kippen droht. Dieses Verhalten wird von der Sensoreinheit für ESP erfasst und als Information an die ESP-Regelung gegeben. In der Roll Over Prevention ROP sind Kennfelder hinterlegt, die es der ESP-Regelung ermöglichen durch Vergleich der eingehenden Informationen mit diesen Kennfeldern auf eine mögliche Kippgefahr des Fahrzeuges zu schließen. Da die Kippgefahr mit zunehmender Beladung steigt, werden bei einigen Fahrzeugen in Abhängigkeit der errechneten Fahrzeugmasse die Regelschwellen für die ROP beeinflusst.

Wird eine solche Gefahr erkannt, erfolgt der Regeleingriff der Roll Over Prevention. Das Fahrzeug wird durch eine Reduzierung der Querbeschleunigung stabilisiert. Die ESP-Regelung bremst das kurvenäußeren Vorderrad gezielt ab.
Durch Ansteuerung der Rückförderpumpe und sofern vorhanden des aktiven Bremskraftverstärkers kann schnell der erforderliche Bremsdruck am Rad aufgebaut werden. Zusätzlich wird das Antriebsmoment verringert. Dadurch tritt eine Drehrate auf, die den nach außen gerichteten Querkräften entgegenwirkt. So wird verhindert, dass sich die Bewegung aufschaukelt und zu einem Umkippen des Fahrzeuges führt.

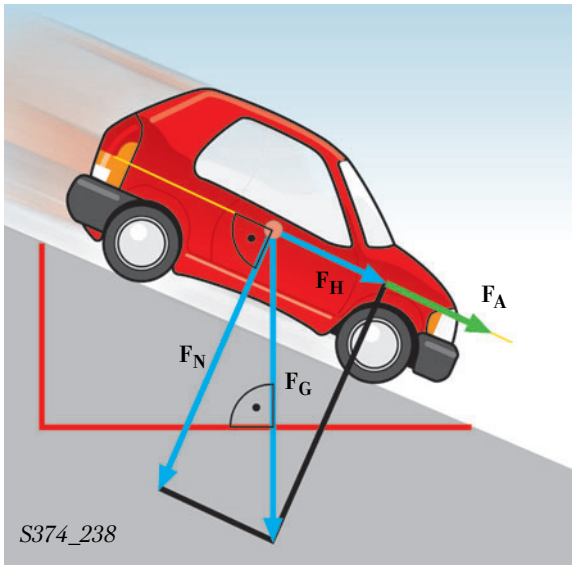
Der Fahrer bemerkt die Regelung unter Umständen, obwohl er selbst noch keine kritische Fahrsituation bemerkt. Während des Eingriffs der Roll Over Prevention blinkt die ESP-Kontrolllampe.

Die Assistenzsysteme

Assistenzfunktionen bzw. -systeme haben die Aufgabe, den Fahrer bei bestimmten Fahrmanövern oder Fahrsituationen zu unterstützen. Auf diese Weise werden Fahrkomfort und Fahrsicherheit erhöht. Die Systeme greifen in der Regel nicht erst bei kritischen Situationen ein, sondern sind dauerhaft aktiv und können ggf. abgeschaltet werden.

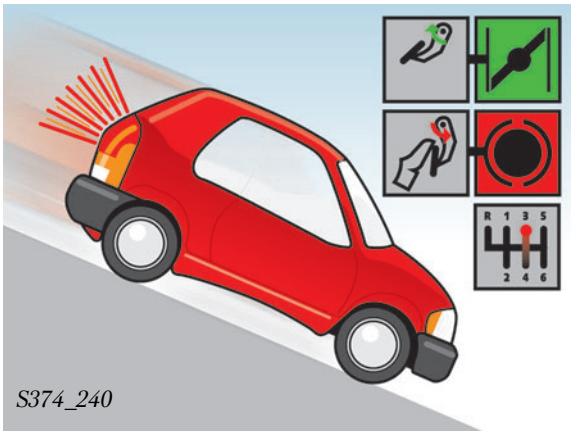
Der Bergabfahrassistent

Der Bergabfahrassistent, auch als Hill Descent Control HDC bezeichnet, unterstützt den Fahrer auf bergigen Straßen. Beim Bergabfahren wirkt auf eine Masse an einer schiefen Ebene ebenfalls die Hangabtriebskraft, die gemäß Kräfteparallelogramm aus der Gewichtskraft resultiert. Besitzt die Masse eine eigene Antriebskraft, die hangabwärts wirkt, so addiert sich die Hangabtriebskraft zu dieser Antriebskraft hinzu. Die Beschleunigung der Masse, die aus der Summe beider Kräfte resultiert, nimmt so stetig zu. Die Folge ist, dass ein Fahrzeug in dieser Situation immer schneller wird, je länger es hangabwärts fährt.

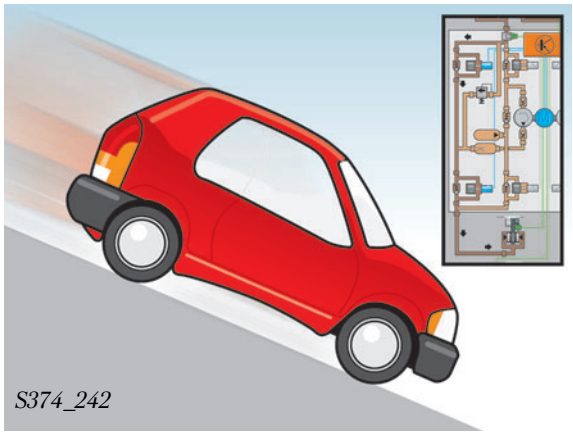


Legende

F_A - Antriebskraft
F_G - Gewichtskraft
F_H - Hangabtriebskraft
F_N - Normalkraft



Ein Fahrer in einem Fahrzeug ohne Bergabfahrassistent muss also manuell bremsen, in einen niedrigeren Gang schalten und Gas zurücknehmen, um die Fahrgeschwindigkeit konstant zu halten.



Ein Fahrzeug mit Bergabfahrassistent nimmt dem Fahrer diesen manuellen Eingriff ab und sorgt dafür, dass die gewünschte Geschwindigkeit auch beim Bergabfahren gehalten wird.

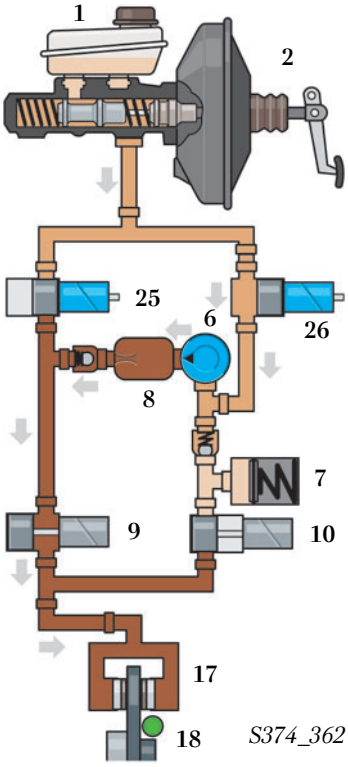
Erstmalig setzt die beschriebene Funktion im Tiguan ein.

So funktioniert es

Der Bergabfahrassistent greift ein, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Geschwindigkeit kleiner 20 km/h
- Gefälle größer 20 %
- Motor läuft
- Gaspedal und Bremspedal unbetätigt

Sind die Auslösebedingungen erfüllt und stellt der Bergabfahrassistent anhand der Signale vom Gaspedal, der Motordrehzahl und der Drehzahlsensoren fest, dass sich die Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht, geht das Assistenzsystem davon aus, dass das Fahrzeug bergab fährt und ein Bremseingriff erforderlich ist. Das System arbeitet ab einer Geschwindigkeit, die etwas höher als Schrittgeschwindigkeit liegt.



1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
17 - Radbremszylinder
18 - Drehzahlfühler
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil

Die Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch Bremseingriffe an allen vier Rädern vom Bergabfahrassistenten gehalten werden soll, hängt von der Einfahrgeschindigkeit in das Gefälle und vom eingelegten Gang ab.

Der Bergabfahrassistent startet daraufhin die Rückförderpumpe. Die Hochdruckschaltventile und die ABS-Einlassventile werden geöffnet, während die ABS-Auslassventile und die Schaltventile schließen. Nun baut sich in den Radbremszylindern Bremsdruck auf und das Fahrzeug wird abgebremst.

Ist das Fahrzeug auf die zu haltende Fahrzeuggeschwindigkeit abgebremst, beendet der Bergabfahrassistent den Bremseingriff und baut den Bremsdruck wieder ab. Nimmt daraufhin die Fahrzeuggeschwindigkeit wieder zu, ohne das eine Gasbetätigung vorliegt, setzt der Bergabfahrassistent wieder ein, da er weiterhin von einer Bergabfahrt ausgeht.

Auf diese Weise wird das Fahrzeug in einem sicheren Geschwindigkeitsbereich gehalten, der vom Fahrer leichter zu beherrschen und zu kontrollieren ist.

Der Berganfahrassistent

Hält ein Fahrzeug an einem Berg an, so wirkt die Gewichtskraft des Fahrzeuges nicht auf eine horizontale Fläche, sondern auf eine schiefe Ebene. Gemäß Kräfteparallelogramm ergibt sich aus der Gewichtskraft ein Hangabtriebskraft, die das Fahrzeug bergabwärts rollen lässt, wenn die Bremse gelöst wird. Soll das Fahrzeug wieder bergaufwärts anfahren, muss also zunächst die Hangabtriebskraft überwunden werden. Gibt der Fahrer zu wenig Gas bzw. lässt das Bremspedal oder die Handbremse zu früh los, genügt die Antriebskraft nicht, um die Hangabtriebskraft zu überwinden. Das Fahrzeug rollt beim Anfahren zurück. Um den Fahrer in dieser Situation zu entlasten, gibt es den Berganfahrassistenten, auch als Hill Hold Control HHC bezeichnet.

Der Berganfahrassistent basiert auf der ESP-Anlage. Die Sensoreinheit für ESP G419 wird durch einen Längsbeschleunigungssensor ergänzt, der dem System die Fahrzeuglage vermittelt. Unter folgenden Vorraussetzungen wird der Berganfahrassistent aktiviert:

- Das Fahrzeug steht. (Information der Drehzahlsensoren)
- Die Steigung ist größer als ca. 5%. (Information der Sensoreinheit für ESP G419)
- Die Fahrertür ist geschlossen. (Information Komfortsteuergerät, typabhängig)
- Der Motor läuft. (Information Motorsteuergerät)
- Betätigung der Fußfeststellbremse (Touareg)

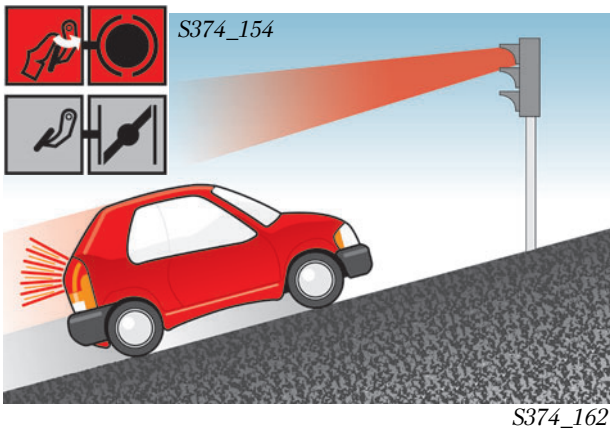
Der Berganfahrassistent arbeitet dabei immer in Richtung Anfahren bergauf. Auch ein Rückwärts-Bergauf-Anfahren wird von der HCC-Funktion unterstützt, indem das Einlegen des Rückwärtsganges erkannt wird.

So funktioniert es

Der Berganfahrassistent erleichtert das Anfahren am Berg, ohne dass die Handbremse zur Hilfe genommen werden muss. Hierzu verzögert die Funktion den Bremsdruckabbau an den Radbremszylindern beim Anfahren.

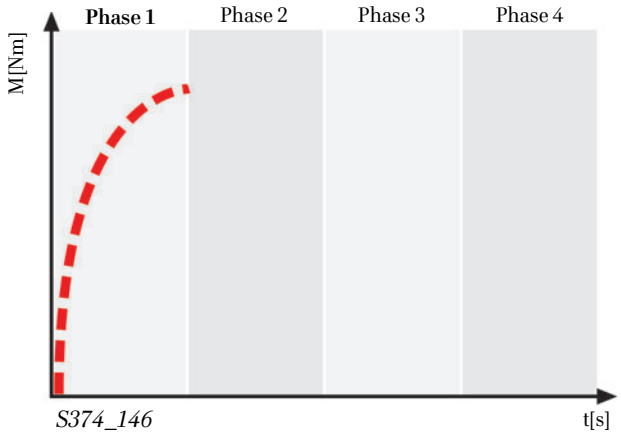
So wird verhindert, dass das Fahrzeug zurückrollt, solange nicht genügend Antriebskraft zum Anfahren am Berg zur Verfügung steht.
Die Funktion des Berganfahrassistenten kann in vier Phasen beschrieben werden.

Phase 1 - Druck aufbauen



S374_162

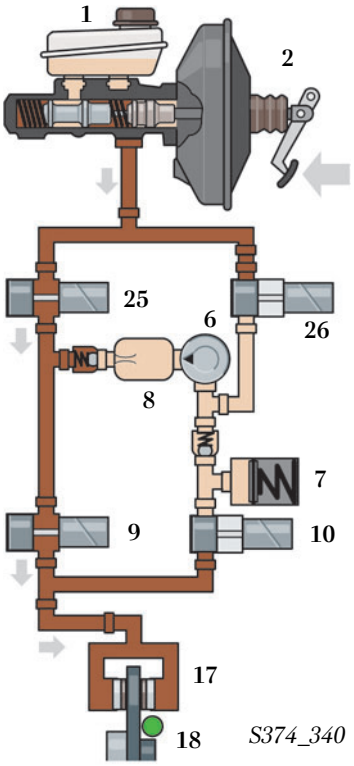
Der Fahrer stoppt bzw. hält das Fahrzeug durch Betätigung der Bremse.



S374_146

Das Bremsmoment reicht aus, um das Fahrzeug am Hang zu halten.

Bremsmoment
Antriebsmoment



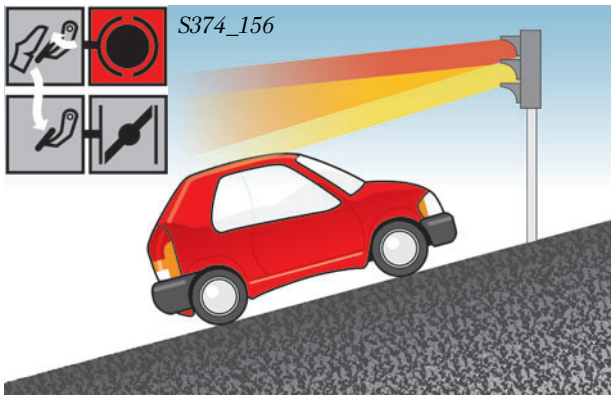
S374_340

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Das Bremspedal wird betätigt. Das Schaltventil ist geöffnet und das Hochdruckschaltventil geschlossen. Durch das geöffnete Einlassventil kann der Druckaufbau an der Radbremse erfolgen.
Das Auslassventil ist geschlossen.

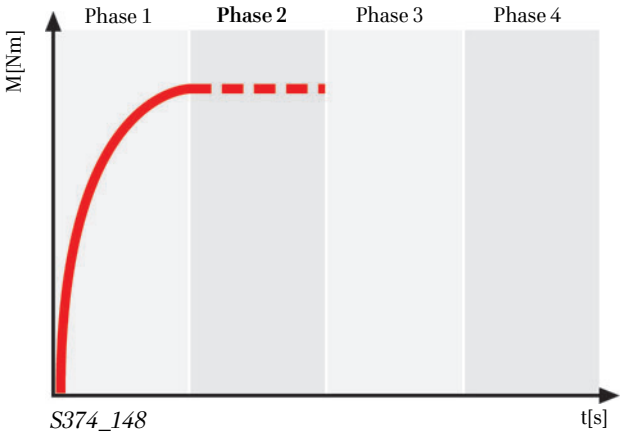
Phase 2 - Druck halten

Das Fahrzeug steht still. Der Fahrer nimmt den Fuß von der Bremse, um das Gaspedal zu betätigen.



S374_164

Der Berganfahrassistent hält den Bremsdruck an den Radbremszylindern für ca. 2 Sekunden konstant, um ein Zurückrollen zu verhindern.

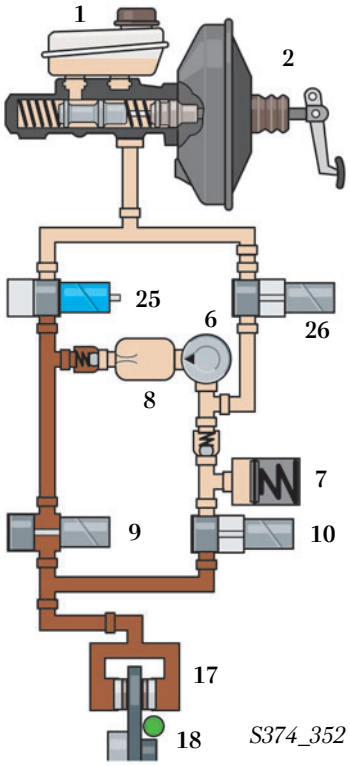


S374_148

Bremsmoment
Antriebsmoment

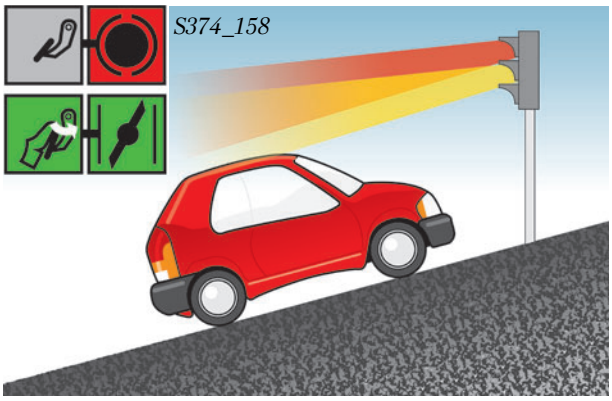
Das Bremspedal wird nicht mehr betätigt.
Das Schaltventil wird geschlossen.
Der Druck wird an der Radbremse gehalten. So wird ein zu früher Druckabbau verhindert.

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
17 - Radbremszylinder
18 - Drehzahlfühler
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil



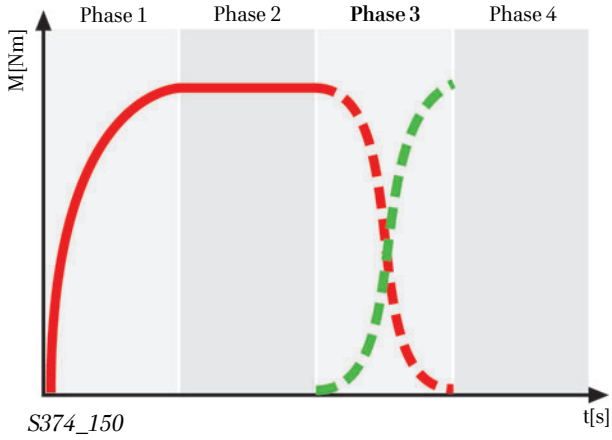
S374_352

Phase 3 - Druck nachlassen



S374_164

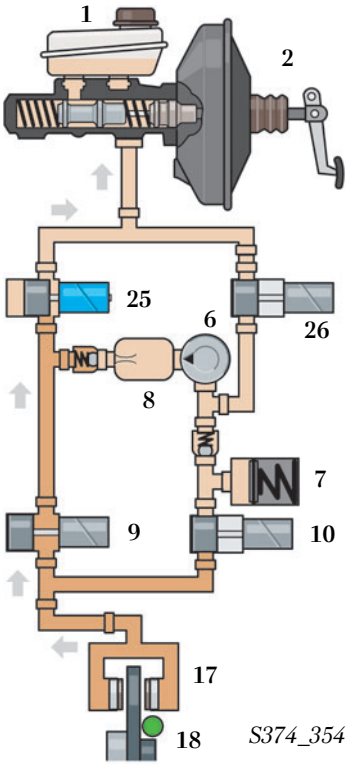
Das Fahrzeug steht noch. Der Fahrer betätigt das Gaspedal.



S374_150

Während der Fahrer das Antriebsmoment erhöht, verringert der Berganfahrassistent HHC den Bremsdruck gerade so weit, dass das Fahrzeug weder zurückrollt noch beim späteren Losfahren festgehalten wird.

Bremsmoment
Antriebsmoment



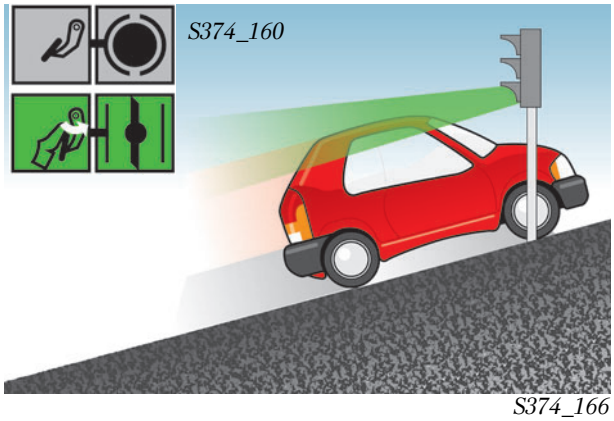
S374_354

1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10- ABS-Auslassventil
17- Radbremszylinder
18- Drehzahlfühler
25- Schaltventil
26- Hochdruckschaltventil

Das Schaltventil wird dosiert geöffnet. Durch das geöffnete Einlassventil kann der Druckabbau an der Radbremse erfolgen.

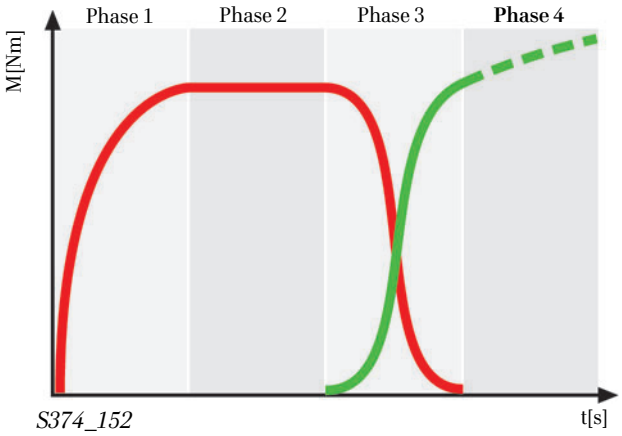
Phase 4 - Druck abbauen

Das Fahrzeug fährt an.



S374_166

Das Antriebsmoment ist groß genug, um das Fahrzeug vorwärts zu beschleunigen. Der Bremsdruck wurde durch den Berganfahrassistenten auf Null reduziert. Das Fahrzeug fährt an.

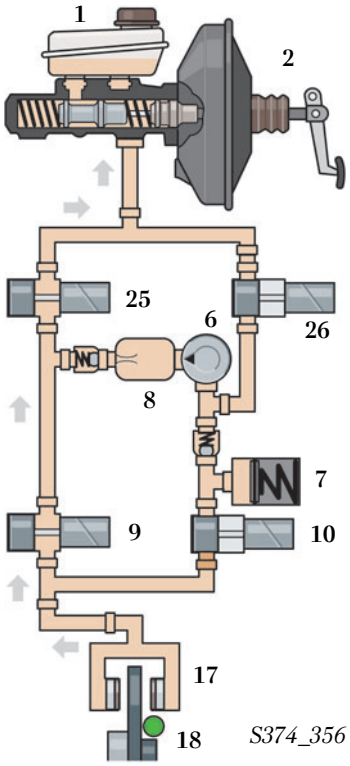


S374_152

Bremsmoment
Antriebsmoment

Das Schaltventil ist ganz geöffnet.
Es liegt kein Bremsdruck an der Radbremse an.

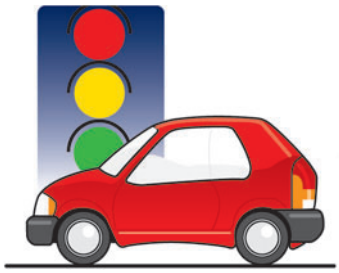
1 - Vorratsbehälter
2 - Bremskraftverstärker
6 - Rückförderpumpe
7 - Druckspeicher
8 - Dämpfungskammer
9 - ABS-Einlassventil
10 - ABS-Auslassventil
17 - Radbremszylinder
18 - Drehzahlfühler
25 - Schaltventil
26 - Hochdruckschaltventil



S374_356

Das AUTO HOLD

Das AUTO HOLD unterstützt Fahrer von Fahrzeugen, die anstelle einer mechanischen Handbremse eine elektromechanische Feststellbremse besitzen. AUTO HOLD gewährleistet ein automatisches und geregeltes Halten des Fahrzeugs im Stillstand, unabhängig davon, wie das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist und unterstützt den Fahrer beim Anfahren (Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt). AUTO HOLD vereint folgende Assistenzfunktionen:



S374_210

Stop-and-Go-Assistent

Wenn das Fahrzeug bis zum Stillstand abgebremst wird, betätigt der Stop-and-Go-Assistent automatisch die Bremsen. Das ist besonders entlastend bei Stop-and-Go-Verkehr, da der Fahrer zum Halten des stehenden Fahrzeugs nicht mehr das Bremspedal betätigen muss.



S374_214

Anfahrassistent

Die Automatisierung des Halte- und Anfahrvorgangs unterstützt das Anfahren an Steigungen.
Beim Anfahren wird zum richtigen Zeitpunkt die Bremse durch den Anfahrassistenten gelöst.
Ein ungewolltes Rückrollen wird vermieden.



S374_212

Automatisches Parken

Wird das Fahrzeug mit aktivierter AUTO HOLD-Funktion angehalten und wird dann die Fahrertür oder das Gurtschloss des Fahrers geöffnet oder die Zündung ausgeschaltet, wird automatisch die Feststellbremse aktiviert.

Auch AUTO HOLD ist eine reine Softwareerweiterung der ESP-Regelung und bedingt die Ausstattung mit ESP und einer elektromechanischen Feststellbremse.

Folgende Vorraussetzungen müssen für eine Aktivierung der AUTO HOLD-Funktion erfüllt sein:

- Die Fahrertür muss geschlossen sein.
- Das Gurtschloss des Fahrers muss geschlossen sein.
- Der Motor muss gestartet sein.
- AUTO HOLD muss durch Drücken des Tasters für AUTO HOLD aktiviert sein. Die Aktivierung wird durch Aufleuchten der Kontrollleuchte im Taster angezeigt.

Wenn sich eine der Voraussetzungen ändert, schaltet sich AUTO HOLD ab. Sie ist bei jedem Zündungsneustart wieder mit dem AUTO HOLD-Taster zu aktivieren.

So funktioniert es

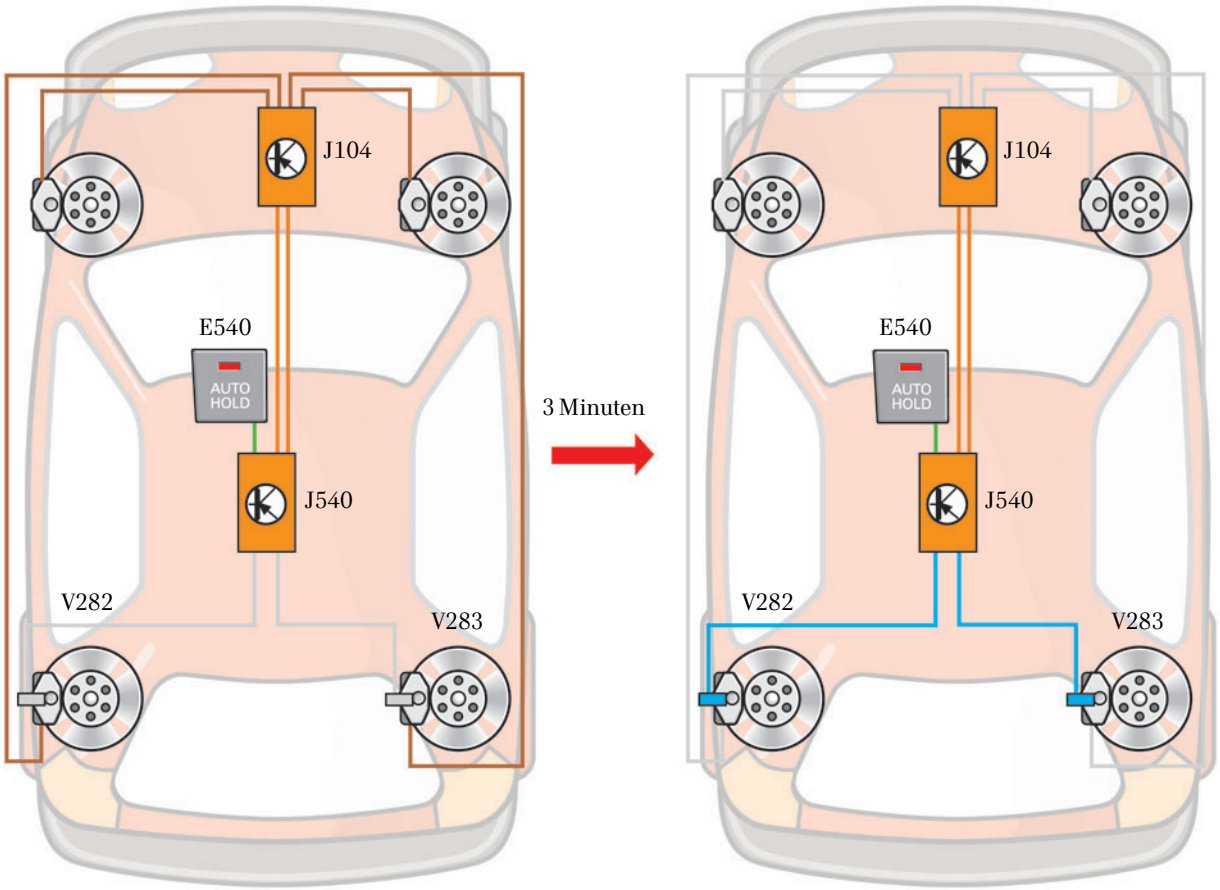
Das AUTO HOLD ist eingeschaltet. Anhand der Raddrehzahlsignale und des Signals vom Bremslichtschalter erkennt AUTO HOLD, dass das Fahrzeug steht und dass der Fahrer das Bremspedal betätigt. Dieser Bremsdruck wird dann durch Sperren der Ventile in der Hydraulikeinheit „eingefroren“ und der Fahrer muss das Bremspedal nicht mehr betätigen. Das Fahrzeug wird also bei aktivierter AUTO HOLD-Funktion im Stand zunächst immer über die vier hydraulischen Radbremsen gehalten.

Betätigt der Fahrer nicht das Bremspedal und rollt das Fahrzeug nach erkanntem Stillstand wieder an, wird das ESP aktiv. Es wird ein hydraulisches Laden vorgenommen. Das heißt der Bremsdruck an den Radbremszylindern wird aktiv aufgebaut bis das Fahrzeug wieder steht. Der hierfür benötigte Druck wird steigungsabhängig vom Steuergerät für ABS/ESP berechnet und eingestellt. Hierzu steuert die Funktion die Rückförderpumpe an und öffnet die Hochdruck-schaltventile und die ABS-Einlassventile, die ABS-Auslassventile und Schaltventile werden bzw. bleiben geschlossen.

Betätigt der Fahrer das Gaspedal, um wieder anzufahren, werden die ABS-Auslassventile geöffnet und die Rückförderpumpe baut über die geöffneten Schaltventile den Bremsdruck in Richtung Vorratsbehälter ab. Hierbei wird die Fahrzeugneigung bergaufwärts bzw. bergabwärts berücksichtigt, um ein Zurückrollen abzufangen.

Fahrzeughalten durch die ESP-Hydraulik

Fahrzeughalten durch die elektromechanische Feststellbremse



S374_216

Legende

E540Taster für AUTO HOLD
J104Steuergerät für ABS
J540Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse
V282Feststellmotor links
V283Feststellmotor rechts

Nach drei Minuten Fahrzeughalten erfolgt ein Wechsel von der ESP-Hydraulik zu der elektromechanischen Feststellbremse. Das berechnete Haltemoment wird vom Steuergerät für ABS an das Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse übergeben. Die beiden Feststellmotoren an den Hinterradbremsen werden vom Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse angesteuert.

Die Bremse wird elektromechanisch festgestellt. Der hydraulische Bremsdruck wird automatisch zurückgenommen. Dazu werden wieder die ABS-Auslassventile geöffnet und die Rückförderpumpe baut über die geöffneten Schaltventile den Bremsdruck in Richtung Vorratsbehälter ab.
Damit werden die Ventile der Hydraulikeinheit vor Überhitzung geschützt.

Der dynamische Anfahrassistent

Auch der dynamische Anfahrassistent DAA ist eine spezielle Funktion für Fahrzeuge mit elektromechanische Feststellbremse. Der DAA erleichtert das Anfahren bei geschlossener elektromechanische Feststellbremse und das Anfahren an Steigungen.

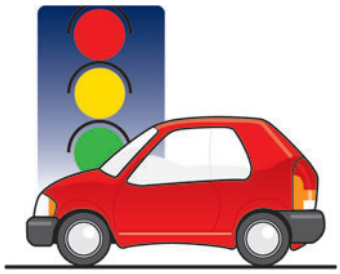
Systemvoraussetzungen sind eine ESP-Anlage und die elektromechanische Feststellbremse. Die Funktion selbst ist als Software-Erweiterung im Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse abgelegt.

Wenn die elektromechanische Feststellbremse aktiviert ist und der Fahrer möchte anfahren, muss die elektromechanische Feststellbremse nicht durch den Taster für elektromechanische Feststellbremse deaktiviert werden. Der dynamische Anfahrassistent löst die elektromechanische Feststellbremse automatisch, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Fahrertür muss geschlossen sein.
- Das Gurtschloss des Fahrers muss geschlossen sein.
- Der Motor muss gestartet sein.
- Der Anfahrwunsch muss bestehen.

Anfahren bei betätigter Feststellbremse

Das Fahrzeug muss z. B. bei einem Ampelstopp nicht mit der Fußbremse gehalten werden, wenn die Feststellbremse betätigt wird. Sobald das Gaspedal betätigt wird, wird die Feststellbremse automatisch gelöst und das Fahrzeug setzt sich in Bewegung.



S374_210

Anfahren an Steigungen

Der Fahrer wird z. B. an Steigungen entlastet die Feststellbremse dosiert zu öffnen, gleichzeitig Kupplung und Gaspedal zu bedienen und sich in den laufenden Verkehr einzuordnen. Ein ungewolltes Zurückrollen wird verhindert, da die Feststellbremse erst dann gelöst wird, wenn das Antriebsmoment des Fahrzeugs größer ist als das vom Steuergerät berechnete Hangabtriebsmoment.



S374_214

So funktioniert es

Das Fahrzeug steht. Die elektromechanische Feststellbremse ist aktiviert. Der Fahrer möchte anfahren, wählt den 1. Gang und betätigt das Gaspedal.

Der dynamische Anfahrassistent überprüft alle für den Öffnungszeitpunkt der elektromechanischen Feststellbremse wichtigen Eingangssignale:

- den Neigungswinkel (Er wird durch den Geber für Längsbeschleunigung ermittelt.),
- das Motormoment,
- die Gaspedalstellung,
- die Kupplungspedalstellung (Bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe wird das Signal des Kupplungspositionsgebers ausgewertet. Bei Fahrzeugen mit Automatikgetriebe wird anstatt der Kupplungspedalstellung die aktuelle Gangwahl abgefragt.),
- die gewünschte Fahrtrichtung (Sie wird beim Automatikgetriebe über die gewählte Fahrtrichtung und beim Schaltgetriebe über den Rückfahrlichtschalter ermittelt.)

Mit Hilfe dieser Eingangssignale berechnet das Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse das Hangabtriebsmoment und den optimalen Zeitpunkt zum Lösen der elektromechanischen Feststellbremse ohne dass das Fahrzeug an Steigungen ungewollt zurückrollt.

Wenn das Antriebsmoment des Fahrzeugs größer ist als das vom Steuergerät für elektromechanische Feststellbremse berechnete Hangabtriebsmoment, werden vom Steuergerät die beiden Feststellmotoren an den Hinterradbremsen angesteuert.

Die Feststellbremse an den Hinterrädern wird elektromechanisch gelöst. Das Fahrzeug fährt rückrollfrei an.

Der dynamische Anfahrassistent greift dabei nicht auf die hydraulische Bremsanlage zu, sondern nutzt nur die Sensorinformationen, die über die ESP-Anlage zur Verfügung stehen, um seine Aufgabe zu erfüllen.

Die Bremscheibentrocknung

Die Bremscheibentrocknung BSW wurde in der Vergangenheit auch als Bremsscheibenwischer oder Rain Brake Support RBS bezeichnet.

Bei Regenwetter kann es dazu kommen, dass sich auf den Bremsscheiben ein dünner Wasserfilm bildet. Durch diesen Wasserfilm verzögert sich die Bremswirkung, weil die Bremsbeläge zunächst auf dem Wasserfilm rutschen, bis das Wasser aufgrund der Erwärmung der Bremse verdunstet bzw. vom Bremsbelag „trocken“ gewischt worden ist. Erst dann kann die volle Bremswirkung erzielt werden.

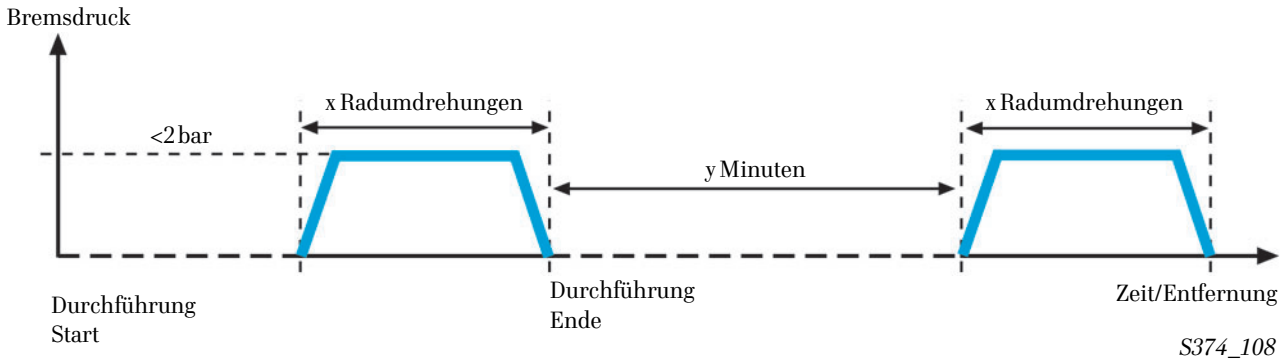
Beim Bremsen in kritischen Situationen ist jeder Sekundenbruchteil wertvoll. Daher wurde das Assistenzsystem Bremscheibentrocknung entwickelt, um diese Verzögerung in der Bremswirkung bei Regenfahrten zu vermindern. Die Bremscheibentrocknung BSW sorgt dafür, dass die Bremsscheiben der Vorderräder trocken und sauber sind. Erreicht wird dies durch ein kurzzeitiges, leichtes Anlegen der Bremsbelege an die Bremsscheiben. Dadurch steht die volle Bremswirkung schneller zur Verfügung und der Bremsweg kann verkürzt werden.

Voraussetzung für die Ausstattung mit der Bremscheibentrocknung ist die Ausstattung des Fahrzeuges mit ESP. Die Aktivierungsbedingungen für die Bremscheibentrocknung sind:

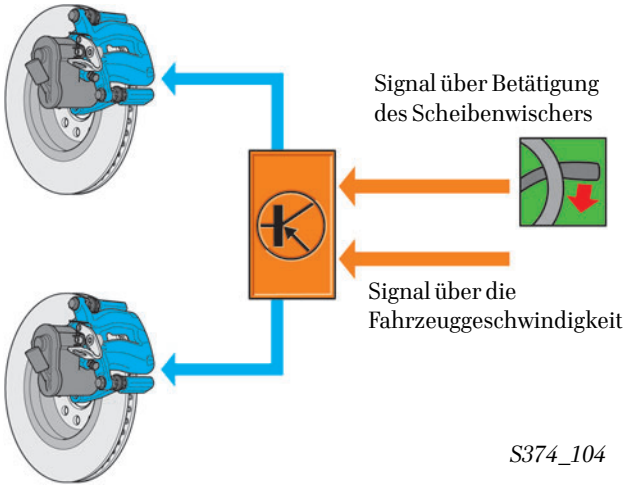
- eine Fahrzeuggeschwindigkeit von mindestens 70 km/h und
- ein betätigter Scheibenwischer.

Sind diese Aktivierungsvoraussetzungen erfüllt, werden während eines Dauer- oder Intervallbetriebes der Scheibenwischer die Bremsbeläge der Vorderräder in bestimmten Intervallen für eine bestimmte Zeit an die Bremsscheiben angelegt. Der Bremsdruck beträgt dabei maximal 2 bar.
Beim Tippwischen findet der Bremsvorgang pro Betätigung nur einmal statt.

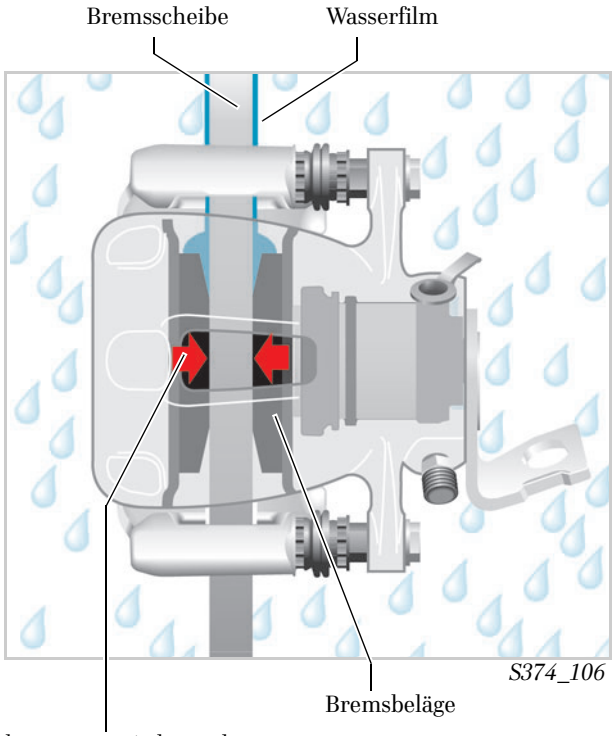
Die leichten Bremseingriffe der Bremscheibentrocknung sind für den Fahrer nicht spürbar.



S374_108



Druckaufbau an den Vorderrädern



kurzzeitiges Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben

So funktioniert es

Über den CAN-Datenbus erhält das Steuergerät für ABS/ESP die Information, dass das Geschwindigkeitssignal > 70 km/h beträgt. Weiterhin benötigt die Funktion das Signal des Scheibenwischermotors.
Die Funktion der Bremscheibentrocknung schließt daraus, dass es regnet und von daher mit einer Bremsverzögerung aufgrund des Wasserfilms auf den Bremsscheiben zu rechnen ist. Daraufhin startet die Funktion der Bremscheibentrocknung den Bremszyklus. Die Ventile zum Befüllen der vorderen Radbremszylinder werden angesteuert.
Die Rückförderpumpe beginnt zu arbeiten und baut ca. 2 bar für ca. x Umdrehungen auf.

Bei diesem Vorgang wird der Bremsdruck kontinuierlich überwacht. Übersteigt der Bremsdruck im System einen Schwellwert, der in einem Kennfeld abgelegt ist, vermindert die Regelung den Bremsdruck sofort wieder, damit keine spürbare Bremswirkung zustande kommt.

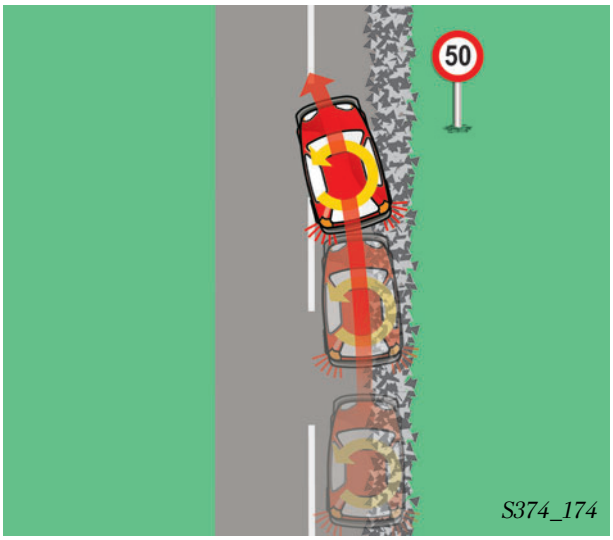
Wird die Bremse manuell vom Fahrer betätigt, wird der laufende Zyklus abgebrochen und beginnt dann wieder von vorn.

Die Gegenlenkunterstützung

Die Gegenlenkunterstützung, auch als Driver-Steering Recommandation DSR bezeichnet, ist eine ergänzende Sicherheitsfunktion im ESP. Dieses Assistenzsystem macht es dem Fahrer leichter, in kritischen Situationen (z. B. beim Bremsen auf unterschiedlich griffigen Fahrbahnoberflächen oder bei querdynamischen Fahrmanövern) das Fahrzeug zu stabilisieren.

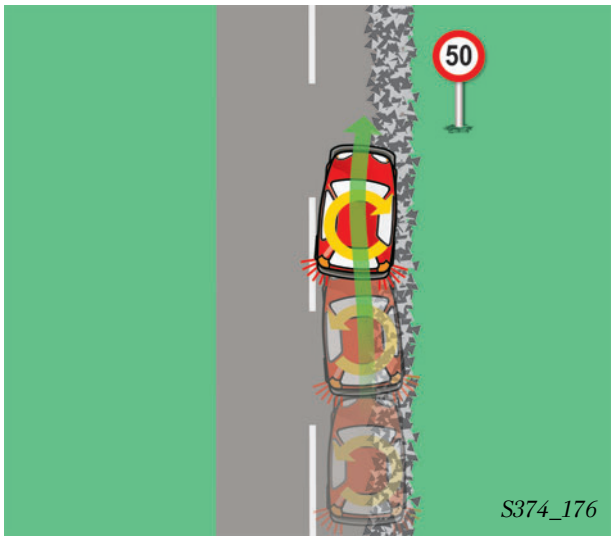
Betrachten wir auch zu dieser Funktion eine Fahrsituation: Ein Fahrzeug bremst auf einer Fahrbahn, bei der auf einer Seite Winterschäden durch losen Schotter aufgefüllt worden sind. Durch die unterschiedliche Griffigkeit der Fahrbahn entstehen beim Bremsen Querkräfte und Drehraten, die durch Gegenlenken ausgeglichen werden müssen, damit das Fahrzeug seine Spur hält.

Fahrzeug ohne Gegenlenkunterstützung



Bei einem Fahrzeug ohne Gegenlenkunterstützung wird der Zeitpunkt und das Maß des Gegenlenkens allein durch den Fahrer bestimmt. Bei ungeübten Fahrern kann es dabei zu überhöhten Lenkbewegungen kommen, die sich zu einer instabilen Fahrsituation aufschaukeln können.

Fahrzeug mit Gegenlenkunterstützung



Bei einem Fahrzeug mit Gegenlenkunterstützung werden über die Servolenkung entsprechend gerichtete Lenkkräfte aufgebracht, die den Fahrer beim Gegenlenken unterstützen. Dadurch verringert sich der Bremsweg, die Spurabweichung ist geringer und das Fahrzeug hat eine größere Fahrstabilität.

Systemvoraussetzungen sind:

- eine ESP-Anlage und
- eine elektromechanische Servolenkung.



Auch bei Übersteuersituationen wirkt die Gegenlenkunterstützung.

So funktioniert es

Am Beispiel der geschilderten Fahrsituation, wird an den Vorderrädern die Druckdifferenz bei einer ABS-Regelung zwischem linkem und rechtem Rad ermittelt. Weiterhin werden über eine Schlupferkennung weitere Daten erfasst. Das Assistenzsystem errechnet aus diesen Daten mit wieviel Lenkmoment der Fahrer bei der Ausgleichslenkbewegung unterstützt werden soll. Dadurch wird ein ESP- Eingriff abgeschwächt oder unterbunden.

Entsprechend dieser Daten weist das Steuergerät für ABS/ESP das Steuergerät für Lenkhilfe an, den Motor für elektromechanische Servolenkung anzusteuern. Das geforderte unterstützende Lenkmoment der elektromechanischen Servolenkung wird in richtiger Gegenlenkrichtung realisiert. Die falsche Gegenlenkrichtung wird nicht unterstützt und das Lenkmoment ist deshalb erschwert. Die Unterstützung erfolgt solange, wie es vom Steuergerät für ABS/ESP gefordert wird, um das Fahrzeug zu stabilisieren und der Bremsweg dadurch verkürzt werden kann.

Die Kontrollleuchte für ESP wird nicht angesteuert, erst wenn ESP eingreift. Die Gegenlenkunterstützung erfolgt noch vor einer ESP-Regelung.

Das Assistenzsystem für Gegenlenkunterstützung greift also nicht aktiv in die hydraulische Bremsanlage ein, sondern nutzt lediglich die Sensorik der ESP-Anlage, um die erforderlichen Informationen zu erhalten. Die aktive Unterstützung erfolgt dann durch Kommunikation mit der elektromechanischen Servolenkung.



Die Gegenlenkunterstützung im ESP gibt dem Fahrer lediglich eine Unterstützung in kritischen Situationen. Das Fahrzeug lenkt auch mit dieser Funktion nicht selbst!

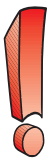
Die Automatische Distanzregelung

Untersuchungen haben gezeigt, dass das Abstandhalten den Fahrer gerade auf langen Strecken belastet und ermüdet. Die Automatische Distanzregelung, auch als Adaptive Cruise Control ACC bezeichnet, ist ein Fahrerassistenzsystem zur Komfortsteigerung. Sie entlastet den Fahrer beim Fahren und trägt damit zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.

Das System zur Automatischen Distanzregelung ist eine Erweiterung der konventionellen Geschwindigkeitsregelanlage (GRA). Die Automatische Distanzregelung regelt die Geschwindigkeit des Fahrzeuges wie die GRA auf einen vom Fahrer vorab eingestellten Wert.

Zusätzlich stellt die Automatische Distanzregelung einen vom Fahrer wählbaren Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug sicher. Dabei wird die Eigengeschwindigkeit des Fahrzeuges der Geschwindigkeit eines eventuell vorausfahrenden Fahrzeuges angepasst.

Durch das Steuergerät für Distanzregelung, werden Abstand und Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeuges ermittelt. Zur Berechnung werden nur Objekte herangezogen, die sich in gleicher Fahrtrichtung bewegen.



Es wird keine Notbremsung zum Beispiel bei einem Stauende eingeleitet.

So funktioniert es

Konstante Geschwindigkeit

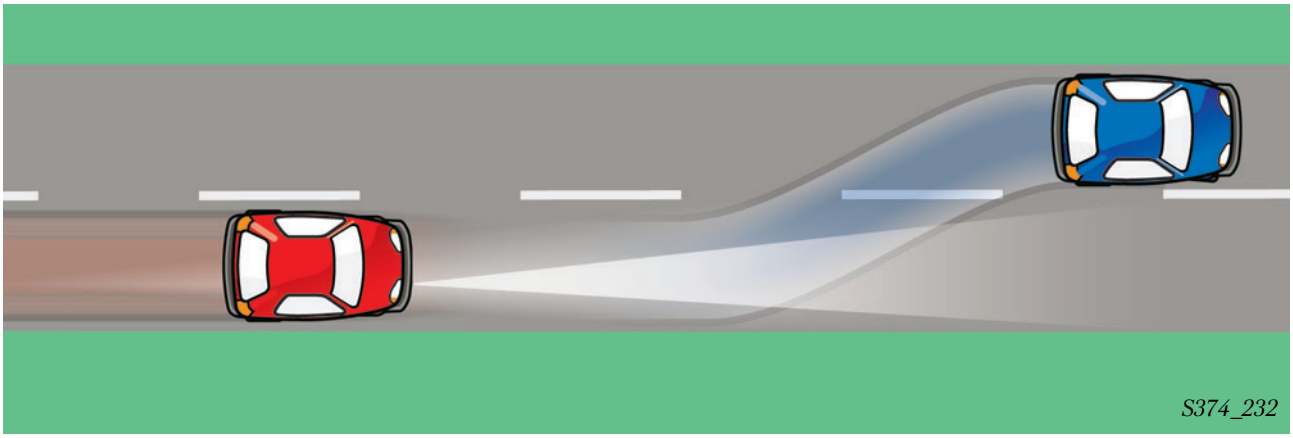


S374_228

Es befindet sich kein Fahrzeug im Sichtfeld des Gebers für Distanzregelung.

Die eingestellte Wunschgeschwindigkeit des Fahrzeugs wird gehalten.

Beschleunigung

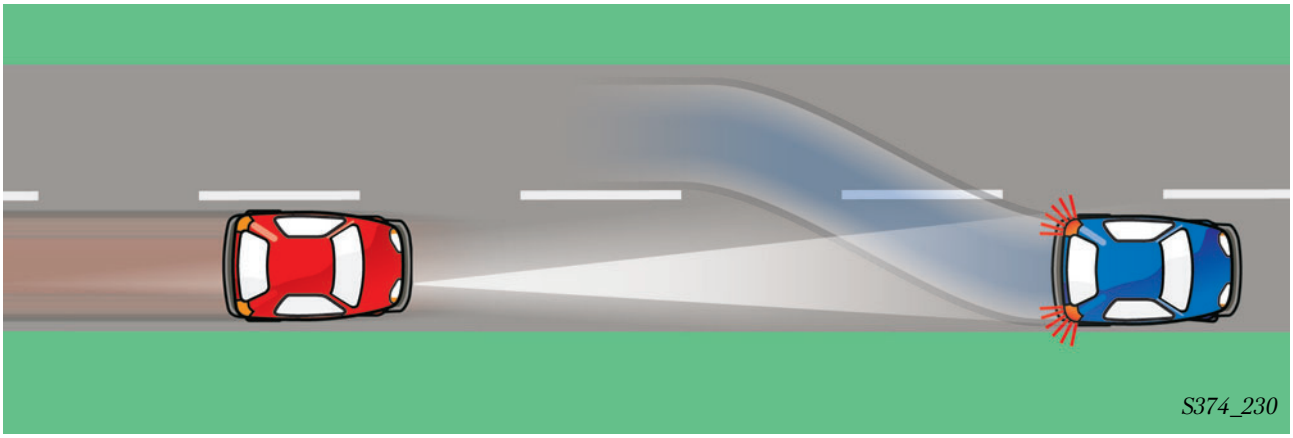


S374_232

Der Abstand wird größer als der Wunschabstand, weil das vorausfahrende Fahrzeug beschleunigt oder durch einen Spurwechsel den Weg freigibt.

Das Fahrzeug mit ACC wird wieder bis auf die vorgewählte Wunschgeschwindigkeit beschleunigt.

Verzögerung



S374_230

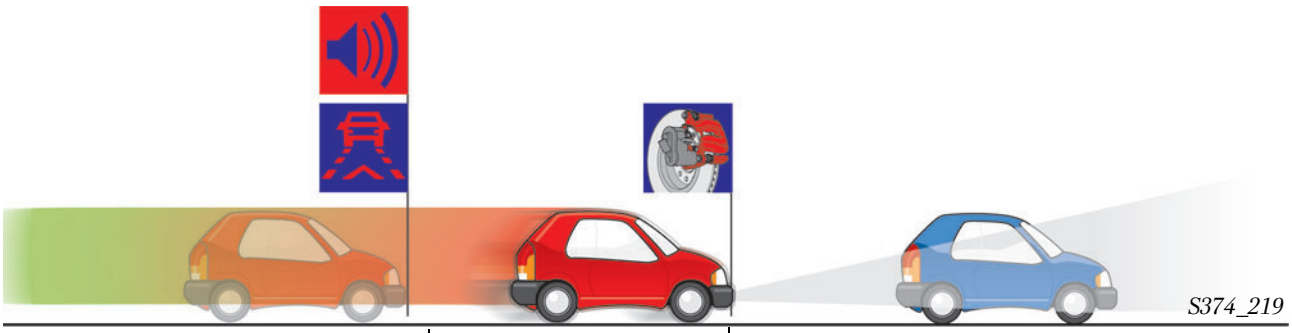
Wird der Abstand geringer als der Wunschabstand, weil das vorausfahrende Fahrzeug bremst oder ein langsameres Fahrzeug durch einen Spurwechsel einschert, wird das Fahrzeug auf den vorgewählten Wunschabstand abgebremst. Diese Verzögerung kann durch einen Eingriff in das Motormanagement erfolgen. Reicht die Verzögerung über das Motormoment nicht aus, erfolgt ein Bremseingriff.

Das im Touareg eingesetzte System kann den Wagen bis zum Stillstand abbremsen, sofern es die Verkehrssituation erfordert.

Der Bremseingriff wird über die Hydraulikeinheit mit Rückförderpumpe realisiert. In der Hydraulikeinheit werden das Schaltventil geschlossen und das Hochdruckschaltventil geöffnet.
Die Rückförderpumpe wird angesteuert und beginnt zu pumpen. Dadurch wird der Druck an der Radbremse aufgebaut.

Der Front Assist

Der Front Assist ist ein Assistenzsystem mit einer Warnfunktion und dient dazu, Auffahrunfällen vorzubeugen. Die Anhaltewegverkürzung AWV1 und Anhaltewegverkürzung AWV2 sind Bestandteil des Front Assist. Bei einer gefährlichen Annäherung an ein vorausfahrendes Fahrzeug gibt es bei dem Assistenzsystem Front Assist zwei Aktionszeitpunkte, die Vorwarnung und die Hauptwarnung.



Hauptwarnung
AWV2: Warnruck
AWV1: HBA Umschaltung „höchste Empfindlichkeit“

Vorwarnung
AWV2: optische/akustische Warnung
AWV1: Prefill
AWV1: HBA Umschaltung „erhöhte Empfindlichkeit“

Vorwarnung

Bei der Vorwarnung erscheint zuerst ein Warnbild im Schalttafeleinsatz (optional ertönt ein akustisches Signal).
Gleichzeitig wird das Bremssystem vorbefüllt (Prefill) und der hydraulische Bremsassistent (HBA) auf „erhöhte Empfindlichkeit“ geschaltet.

Hauptwarnung

Reagiert der Fahrer nicht, erfolgt ein kurzer Warnruck. Zeitgleich wird der Bremsassistent auf „höchste Empfindlichkeit“ geschaltet.

Eine Anhaltewegverkürzung erfolgt nicht unterhalb einer Fahrgeschwindigkeit von 30 Km/h.

Anhaltewegverkürzung AWV1

Der Wechsel vom Gas- aufs Bremspedal braucht etwas Zeit, der Druckaufbau im hydraulischen Bremssystem ebenso. In Notfällen kommt es aber auf Sekundenbruchteile an.
Die Anhaltewegverkürzung AWV1 bereitet das Fahrzeug für eine bevorstehende Fahrer-Notbremsung vor. Dies geschieht durch:

- Vorbefüllung der Bremsen (Prefill)
- Umschaltung des hydraulischen Bremsassistenten (HBA)

Prefill

Um ein schnelles Ansprechen der Bremse im Falle einer Notbremsung durch den Fahrer zu erreichen, werden die vier Radbremsen vorbefüllt. Dieser Vorgang wird auch als Prefill bezeichnet und bewirkt, dass der Luftspalt zwischen Bremsscheibe und Bremsbacke reduziert wird. Ohne dass der Fahrer es merkt, werden die Beläge also leicht an die Bremsscheibe gelegt. Meldet das Steuergerät für Distanzregelung eine sehr schnelle Verringerung des Sicherheitsabstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug, veranlasst die Prefill einen leichten Druckaufbau im Bremssystem.

Dieser Bremsdruck wirkt maximal 5 Sekunden und beträgt etwa 2 bar. Wird dann tatsächlich das Bremspedal betätigt, reagiert das System auf den ersten Bremsimpuls ohne Verzögerung und mit voller Kraft. Falls nicht, wird der Bremsdruck wieder abgebaut.

Umschaltung HBA

Um bei einer Kollisionsgefahr schneller Bremsleistung aufzubauen, wird der hydraulische Bremsassistent in 2 Stufen sensibel geschaltet. Der hydraulische Bremsassistent beobachtet das Bremspedal und verstärkt die Fahrzeugverzögerung bei erkanntem Notbremswunsch. Die Auslöseschwelle wird bei gefährlicher Annäherung an ein vorausfahrendes Fahrzeug herabgesenkt, um den Anhalteweg zu verkürzen.

Eine Umschaltung auf „erhöhte Empfindlichkeit“ erfolgt zum gleichen Zeitpunkt wie die optische/akustische Warnung . Eine Umschaltung auf „höchste Empfindlichkeit“ erfolgt zum gleichen Zeitpunkt wie der Bremsruck (Warnruck). Die Sensibelschaltung erfolgt maximal für 5 Sekunden.

Anhaltewegverkürzung AWV2

Die Anhaltewegverkürzung 2 warnt den Fahrer aktiv vor einem drohenden Auffahrunfall. Das Steuergerät für Distanzregelung überwacht die Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug und dessen Geschwindigkeit. Bei zu starker Annäherung informiert es den Fahrer in zwei Stufen, wenn der Fahrer innerhalb einer bestimmten Zeit nicht auf das Verhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs reagiert:

- optische/akustische Warnung
- kurzer Bremsruck

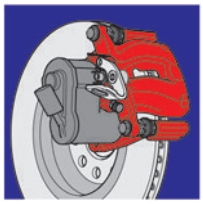


S374_226



S374_224

1. Die erste Warnung erfolgt durch gleichzeitiges Aktivieren eines optischen und akustischen Signals. Als optisches Signal erscheint im Schalttafeleinsatz ein Warnbild. Das akustische Signal ist ein Warnsummer (optional).



S374_222

2. Entschärft der Fahrer die Situation nicht, erfolgt die zweite Warnung. Es wird kurzzeitig ein Bremsdruck aufgebaut. Das Steuergerät für ABS/ESP erhält über den CAN-Datenbus vom Steuergerät für Abstandsregelung eine Bremsanforderung und steuert entweder den aktiven Bremskraftverstärker oder die Rückförderpumpe in der Hydraulikeinheit an. Es wird kurzzeitig abgebremst. Durch den Bremsruck wird der Fahrer auf die Kollisionsgefahr aufmerksam gemacht. Der Ruck reduziert jedoch nicht die Fahrgeschwindigkeit.

Fahrzeugmodelle und ihre Schlupfregelsysteme

Fahrzeugmodell	Jahr	SSP-Nr.	Bremsausstattung	Besonderheiten
Passat Variant syncro	1984	65	ABS	Steuergerät und Hydraulikeinheit sind separate Bauteile, Bosch 2S
Golf	1986	81	ABS	Teves, Steuergerät und Hydraulikeinheit sind separate Bauteile, Mark 2
Volkswagen Transporter	1987	86	ABS	Bosch, Steuergerät und Hydraulikeinheit sind separate Bauteile, Bosch 2S
Golf	1989	117	ABS mit EDS	Mark 2 für Linkslenker; Mark 4 für Rechtslenker
Golf Modell 92	1991	140	ABS mit EDS	Steuergerät und Hydraulikeinheit sind separate Bauteile, Mark 4
LT	1993	158	ABS	Steuergerät und Hydraulikeinheit sind separate Bauteile, Bosch 2S oder 2E
VW Sharan		169	ABS mit EBV, EDS	04GI von ITT Teves
Polo Modell 1995	1995	166/171	ABS mit EBV, EDS	Teves 20GI mit elektronischer Differenzialsperre, Hydraulikeinheit und Steuergerät bilden eine Einheit
Caddy	1995	179	ABS mit EBV, EDS	Mark 20GI als Sonderausstattung
Volkswagen CADDY PiCKUP	1996	184	ABS	Mark 20GI als Sonderausstattung
LT´97	1996	188	ABS mit EBV und EDS	5. Generation von Bosch Steuergerät und Hydraulikeinheit sind miteinander verschraubt.
Passat	1997	191/192	ABS	Bosch-5.3 Steuergerät und Hydraulikeinheit sind miteinander verschraubt.
Golf 98	1997	200	ABS mit EBV, EDS, MSR	Mark 20 IE
Lupo	1997	201	ABS mit EBV, ESBS (CBC)	ITT Mark 20 IE
New Beetle	1998	211	ABS/ESP	ITT Automotive
Lupo 3L	1999	218	ABS mit EBV, ESBS (CBC), MSR	Teves Mark 30
Passat 2001	2000	251	ABS mit ESP	Bosch-5.3

Anhang

Fahrzeugmodell	Jahr	SSP-Nr.	Bremsausstattung	Besonderheiten
New Beetle RSi	2001	258	ABS mit ESP	ITT Mark 20 IE
Passat W8		261	ABS mit ESP, hydraulischer BA	Bosch 5.7, Hydraulikeinheit und Steuergerät bilden eine Einheit, Drucksensor in Hydraulikeinheit, mit zweistufiger Rückförderpumpe
Polo 2002	2001	263	ABS ESP	ABS MK60 Conti-Teves serienmäßig ESP Bosch 5.7 optional
Phaeton	2002	277	ABS mit ESP	5.7 von Bosch
Touareg	2002	302	ABS/ESP mit BA, EDS, ASR, MSR, HSA	MK25 von Conti-Teves MK25 E1 ab 2007
Touran	2003	306	ABS/EDS/ESP, hydraulischer BA	MK60 von Conti-Teves Drucksensor in Hydraulikeinheit
Transporter 2004	2003	310	ABS, EDS, ASR, EBV ESP optional	MK25 von Conti-Teves
Golf 2004	2003	321	ABS ESP	MK70 von Conti-Teves MK60 von Conti-Teves
Caddy	2004	328	ABS mit EBV, ASR, MSR ESP mit BA	MK70 von Conti-Teves MK60 von Conti-Teves
Golf Plus	2005	338	ESP	MK60 von Conti-Teves
Passat 2006	2005	339	ABS/ESP mit HBV, BA, TSA, RBS, EPB, DAA, AUTO HOLD optional	EBC 440 von TRW (Thompson-Ramo-Wooldridge)
Fox 2006	2005	349	ABS ESP optional	8.0 von Bosch
Jetta 2006	2005	354	ESP	MK60 von Conti-Teves
EOS 2006	2006	355	ESP mit BA	MK60 von Conti-Teves
Passat Variant 2006		356	ABS/ESP mit EPB, DAA AUTO HOLD und TSA optional	EBC 440 von TRW (Thompson-Ramo-Wooldridge)
Crafter 2006	2006	369	ESP, ABS, ASR, EBV, BA, HHC	8.1 von Bosch

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?
Bei den vorgegebenen Anworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Wie kann ASR in kritischen Situationen den Beschleunigungsvorgang optimieren?

☐ a) durch Drosselung der Motorleistung

☐ b) durch Zurückschalten in einen niederen Gang

☐ c) durch Unterdrücken des Schaltvorgangs

☐ d) durch Abbremsen des schneller drehenden Antriebsrades

2. Was ist kennzeichnend für Untersteuern?

☐ a) Durch unterschiedliche Querkräfte an Vorder- und Hinterachse entsteht ein Giermoment.

☐ b) Das Fahrzeug schiebt über die Vorderachse aus der Kurve.

☐ c) Das Fahrzeug bricht aus und gerät ins Schleudern.

☐ d) Die Haftreibung der Vorderräder reicht nicht aus, um die benötigte Seitenführungskraft aufzubauen.

3. Welche Aussagen über die MSR sind richtig?

☐ a) Die MSR fordert ein erhöhtes Motormoment an, um das Motor-Schleppmoment zu verringern.

☐ b) Die MSR senkt die Leerlaufdrehzahl, um in kritischen Fahrsituationen mit verringertem Antrieb zu fahren.

☐ c) Die MSR verringert die Bremswirkung des Motors, um in kritischen Fahrsituationen das Blockieren der Räder zu vermeiden.

☐ d) Die MSR verstärkt die Bremswirkung des Motors, um in kritischen Fahrsituationen mehr Bremskraft zur Verfügung zu stellen.

4. Welches Rad muss vom ESP gebremst werden, wenn das Fahrzeug zu übersteuern droht?

☐ a) das kurvenäußere Vorderrad

☐ b) das kurveninnere Vorderrad

Prüfen Sie Ihr Wissen

5. Welche der folgenden Aussagen über das ABS sind zutreffend?

☐ a) Bei einer ABS-Bremsung wird immer der Bremsweg verkürzt.

☐ b) Bei einer ABS-Bremsung wird das Blockieren der Räder verhindert.

☐ c) Bei einer ABS-Bremsung bleibt die Lenkbarkeit des Fahrzeugs erhalten.

☐ d) Bei einer ABS-Bremsung blockieren alle Räder.

6. Was bewirkt der dynamische Anfahrassistent der elektromechanischen Feststellbremse.

☐ a) Er übernimmt den Anfahrvorgang nach dem Lösen der Feststellbremse.

☐ b) Er entlastet den Fahrer beim Anfahren an Steigungen.

☐ c) Er löst die elektromechanische Feststellbremse zum optimalen Zeitpunkt beim Anfahren.

☐ d) Er kontrolliert beim Anfahren, ob die Fahrertür und das Gurtschloss geschlossen sind, um den Fahrer gegebenenfalls zu warnen.

7. Wie funktioniert die Bremscheibentrocknung?

☐ a) Die Bremsbeläge werden kurz an die Bremsscheiben angelegt.

☐ b) Durch aerodynamische Maßnahmen am Bremssattel reinigt ein Luftstrom die Bremsscheiben.

8. Wann tritt der Bremsassistent in Kraft?

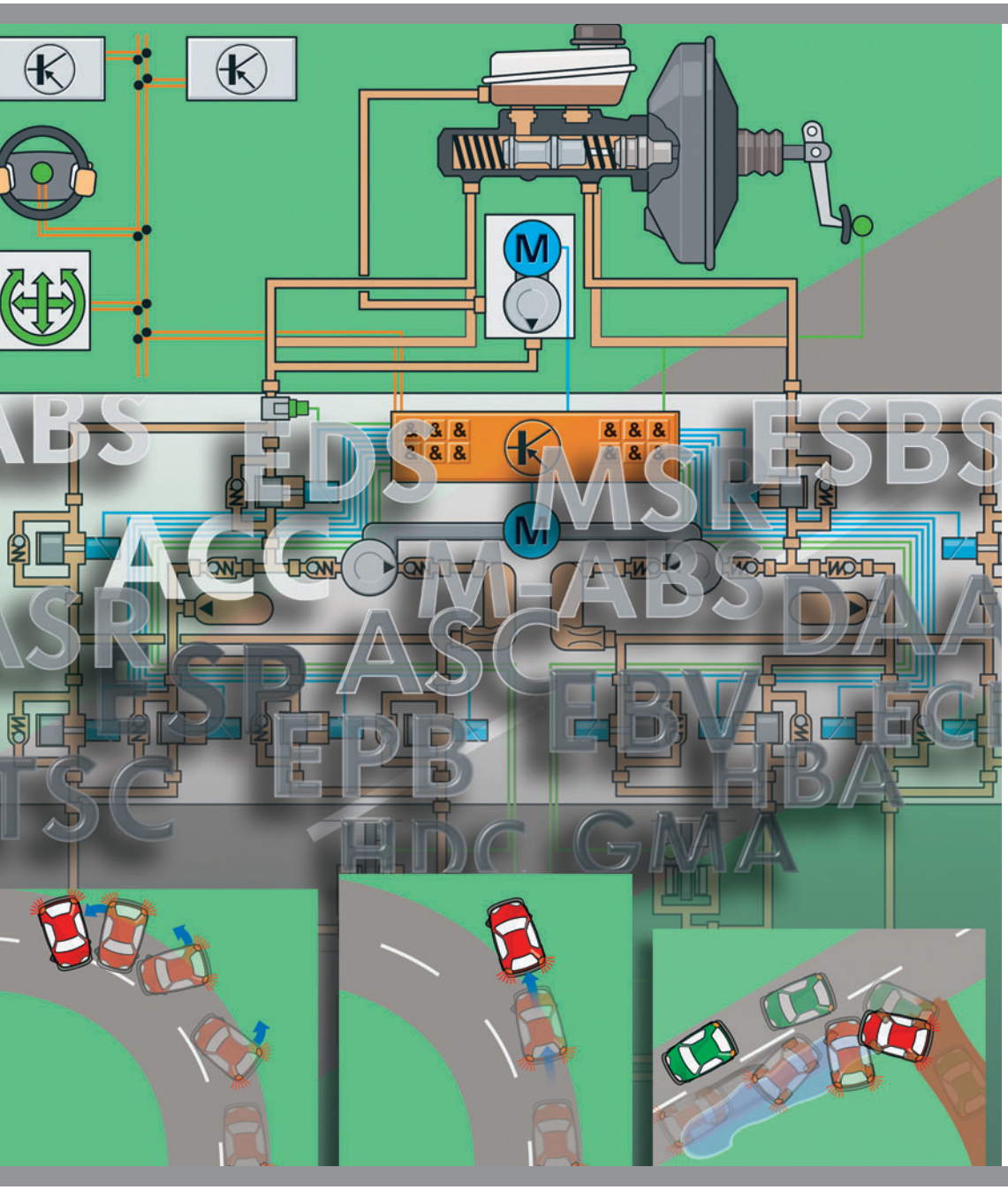
☐ a) bei einer Vollbremsung, die mit zu hohem Pedaldruck ausgeführt wird.

☐ b) immer, wenn der Fahrer bremst.

☐ c) bei einer Bremsung, bei der das Pedal mit hoher Geschwindigkeit und aber mit zu geringer Kraft betätigt wird.

Lösungen

1. a), c), d)
2. b), d)
3. a), c)
4. a)
5. b), c)
6. b), c)
7. a)
8. c)



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
K00.2803.74.00 Technischer Stand 09.2007
Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

❀ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.