

Anti-Blockier-System

Antiblockiersystem

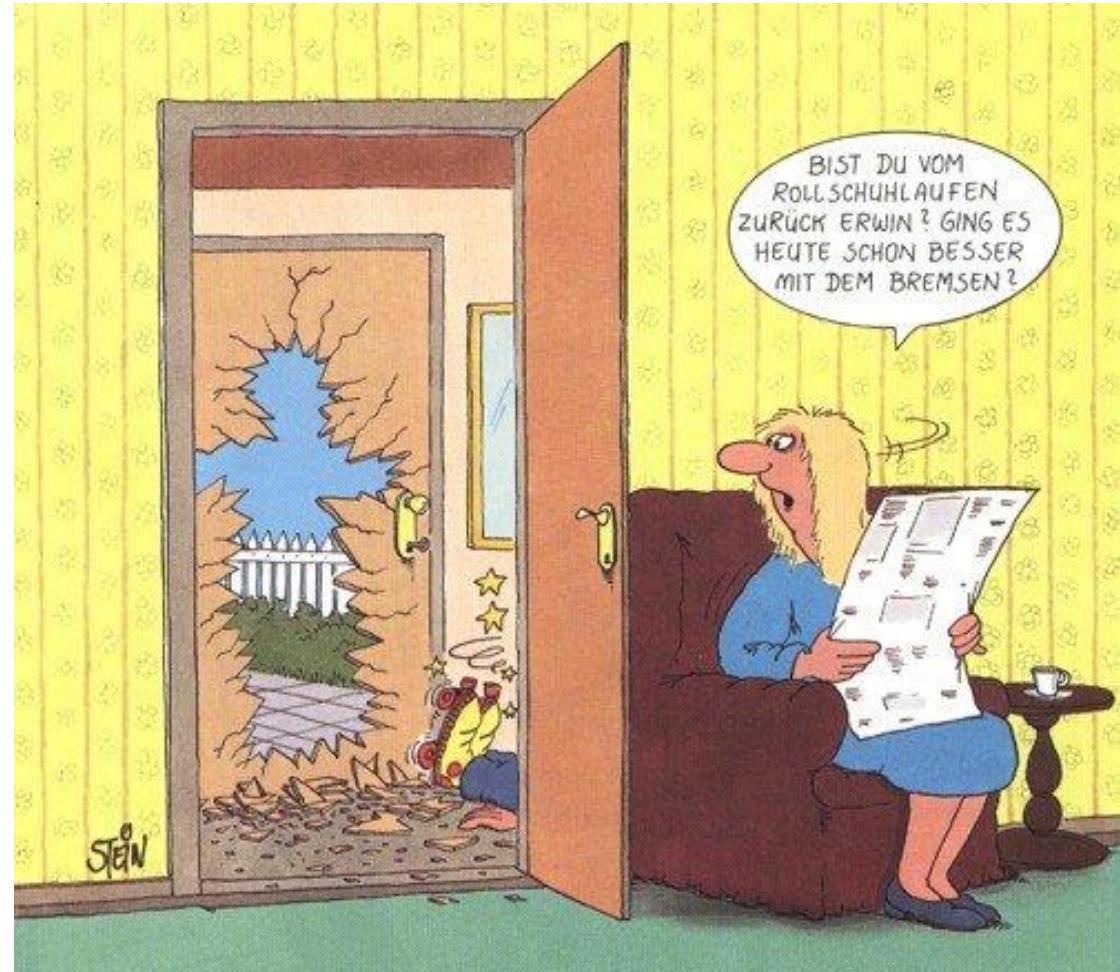
- Fahrdynamische Anforderung
- Physikalische Grundlage
- Technische Lösung
- ABS in der Werkstatt



Anti-Blockier-System

Fahrdynamische Anforderung

Blockierende Räder können nur geringe Kräfte übertragen, das Fahrzeug wird unkontrollierbar



Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Kräfte am Rad

$$F_N = m * g \quad (+/- \text{ nicht massenbezogene Kräfte})$$

$$F_A = F_B = F_N * \mu_L$$

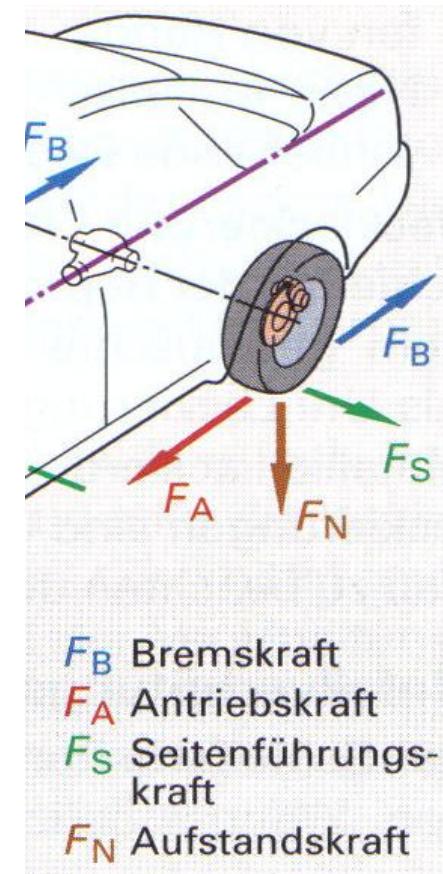
$$F_S = F_N * \mu_Q$$

μ_L = Reibwert, längs

μ_Q = Reibwert, quer

g = (Erd-)beschleunigung

Es können nur die Kräfte übertragen werden, die dem augenblicklichen, betriebszuständlichen Reibwert entsprechen !



F_B Bremskraft

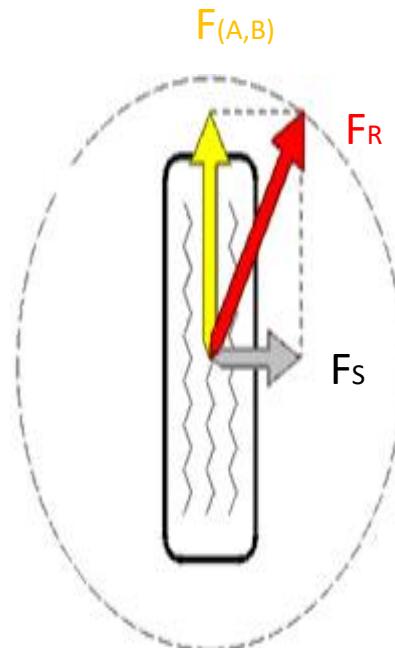
F_A Antriebskraft

F_S Seitenführungs-kraft

F_N Aufstandskraft

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage



Kamm'sche Ellipse

F_R = resultierende übertragbare
Kraft in beliebiger Richtung

Zentrale Aufgabe des ABS
**-Maximierung der Kamm'schen
Ellipse**

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Kann μ größer als 1 werden ?

eigentlich nicht, denn

Kraft = Masse * Beschleunigung

$F_N = m * g$

$F(A,B,S) = m * g * \mu$

also

$m * g = m * g * \mu$

daraus

$$\mu = (m * g) / (m * g) = 1/1 = 1$$

oder doch?, aber wie kann das sein ?

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf



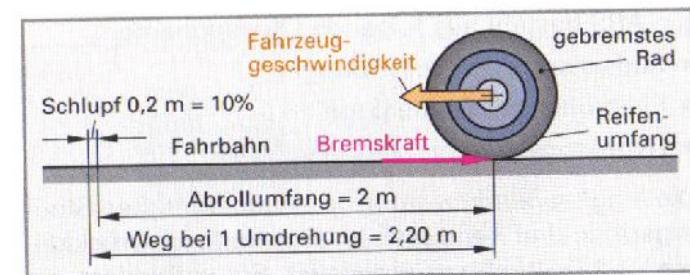
Bei Gummireifen liegt teilweiser Formschluss vor, daher $\mu > 1$ möglich !!

Der Reibwert eines Gummireifens ist von seinem „Schlupf“ abhängig

Schlupf (längs) = Δ Fahrweg zu Umfangsweg

Schlupf (quer) = Fahrweg * tan alpha

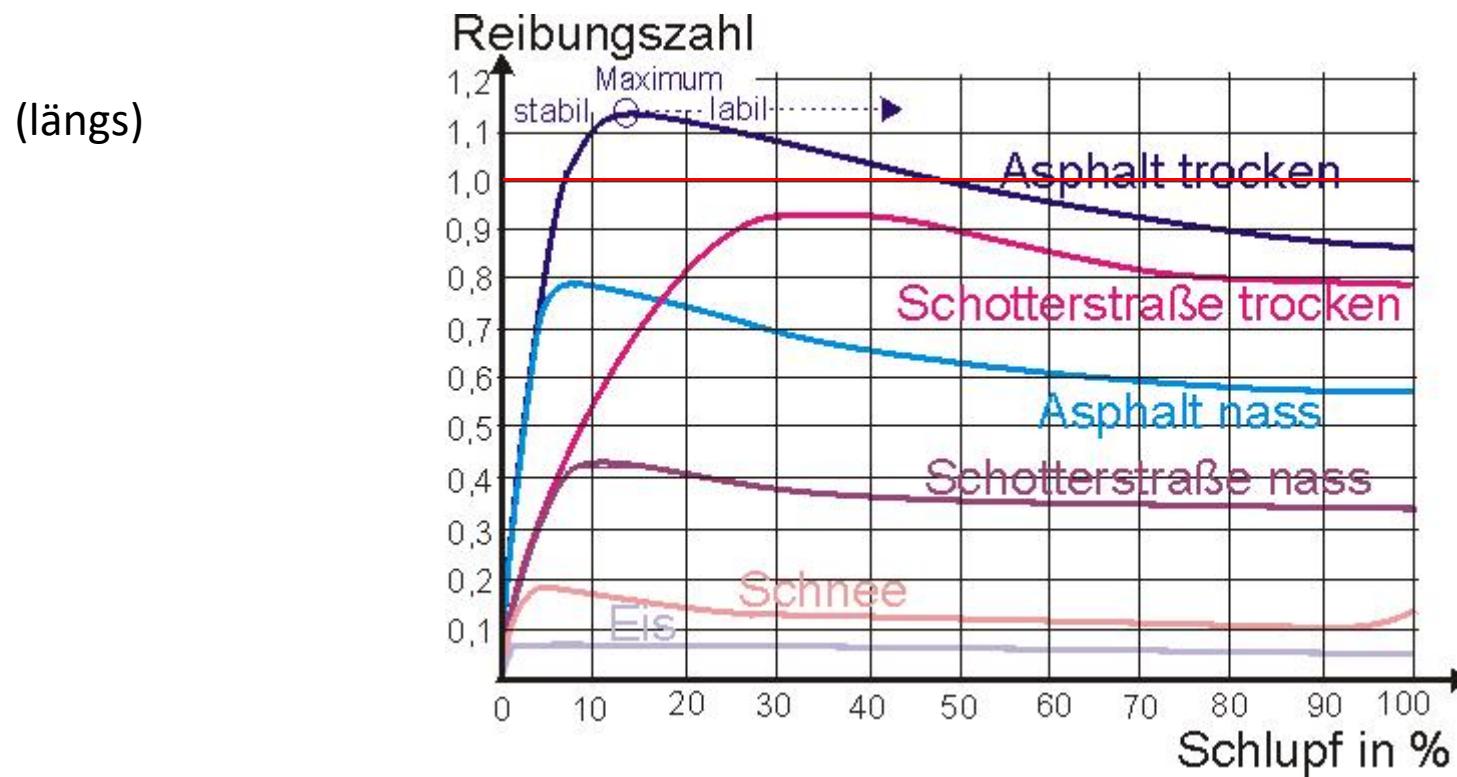
Haftriebung > Gleitreibung



Anti-Blockier-System

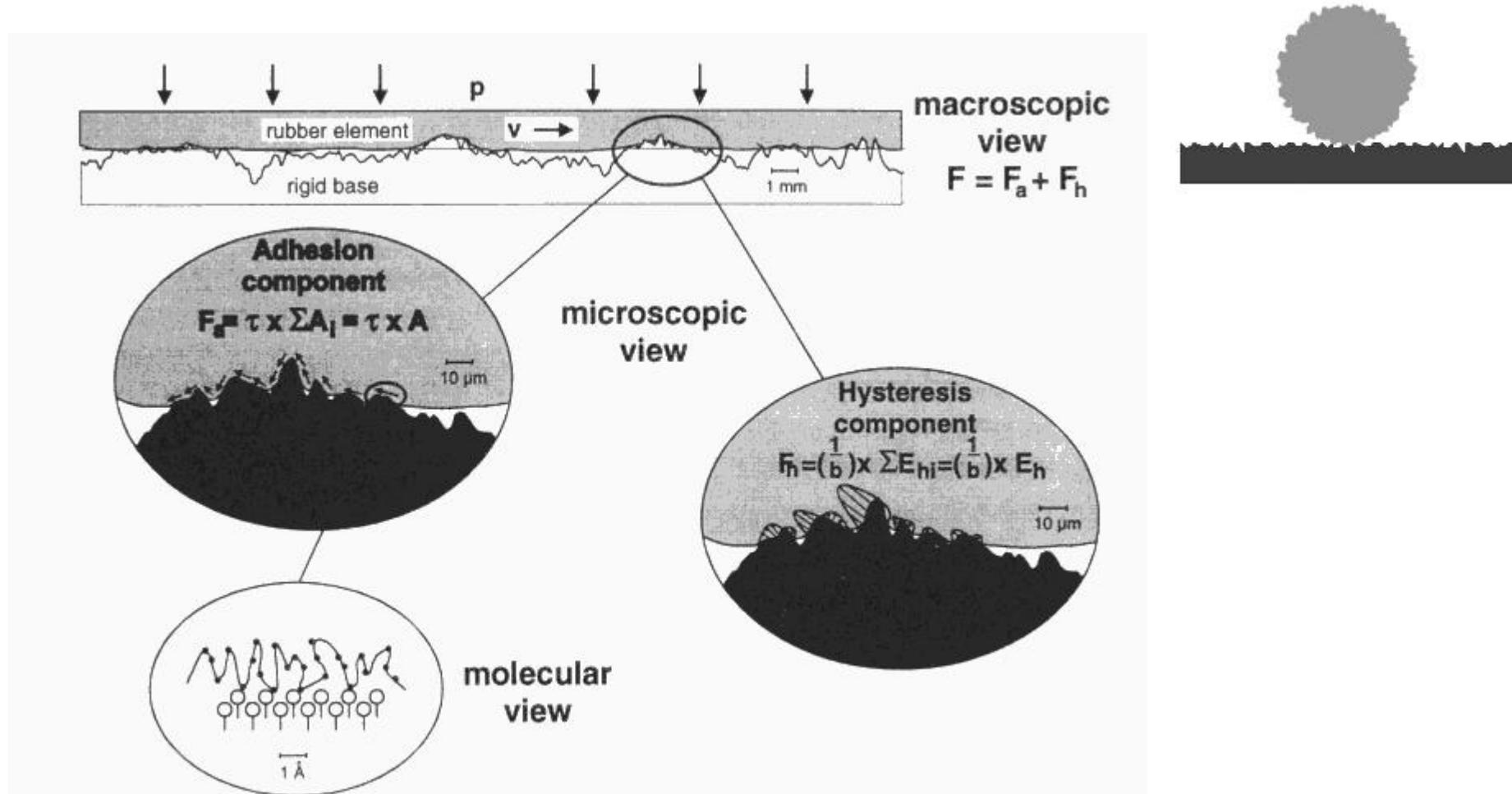
Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf



Anti-Blockier-System

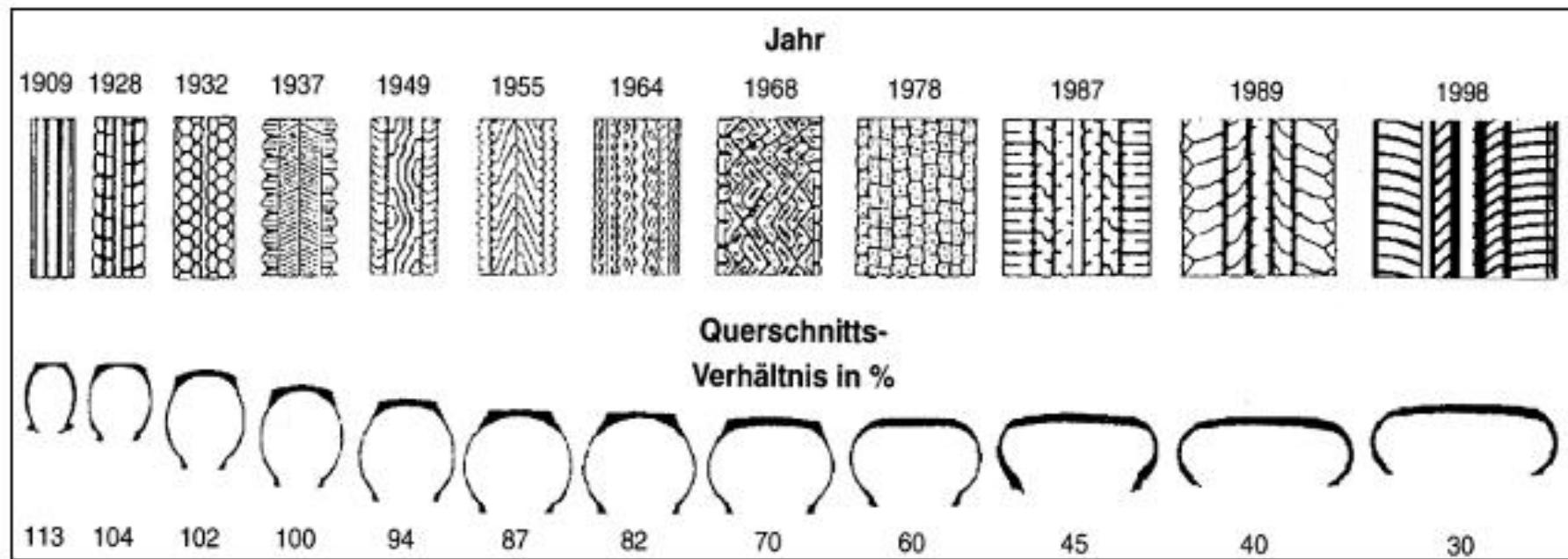
Physikalische Grundlage



Reibwert / Schlupf

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage



Reibwert / Schlupf

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Entwicklung von Reifenprofilen am Beispiel von Winterreifen bei CONTINENTAL:

M+S 14

1952



M+S 18

1963



TS 729

1972



TS 730

1977



TS 740

1982



TS 770

1993



TS 760

1994



TS 790

1998



TS 780

1999



TS 810

2004



TS 800

2005

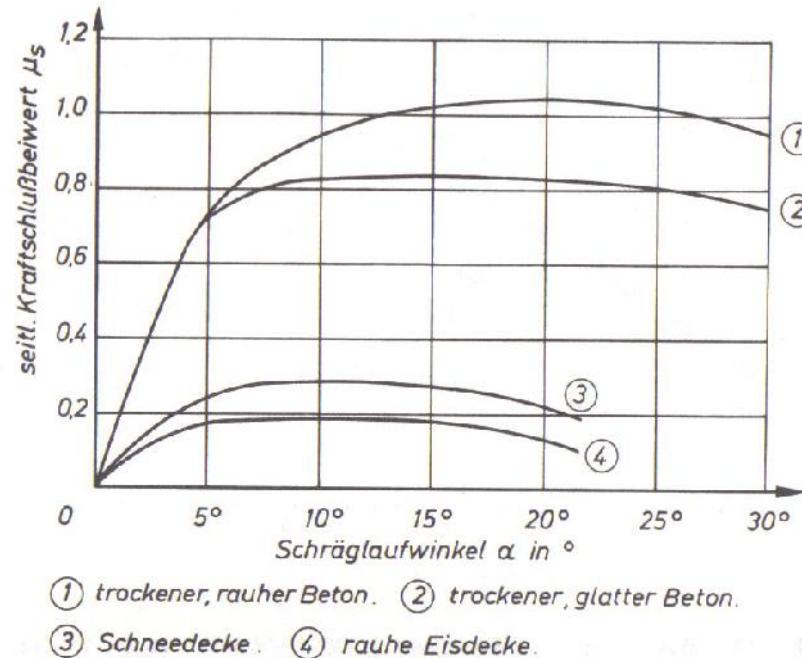


Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

(quer)



Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Reifenkonstruktion (Gürtel, Diagonal)
Federkennlinie des Reifens
Profiltiefe
Betriebszustand (Temperatur, Luftdruck)
Aufstandsfläche (Latsch)
Fahrbahnbeschaffenheit (Material, Nässe)
Radlast (für seitlichen Kraftschluss)
Achsgeometrie (Sturz, Spurveränderung)

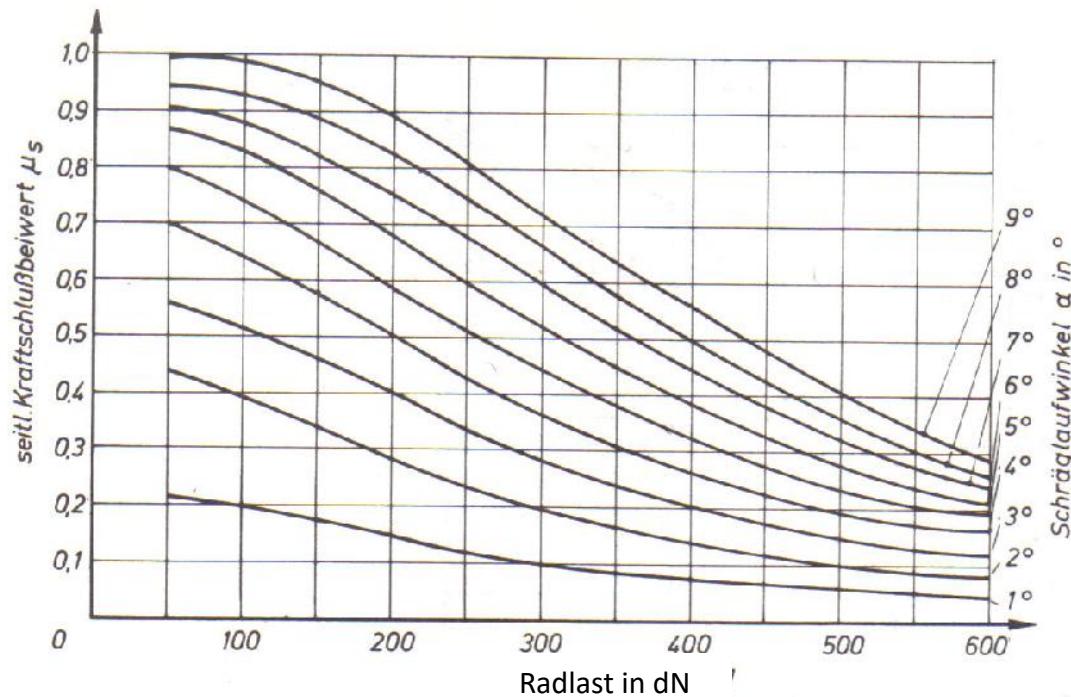
Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Radlast
(für seitlichen
Kraftschluss)



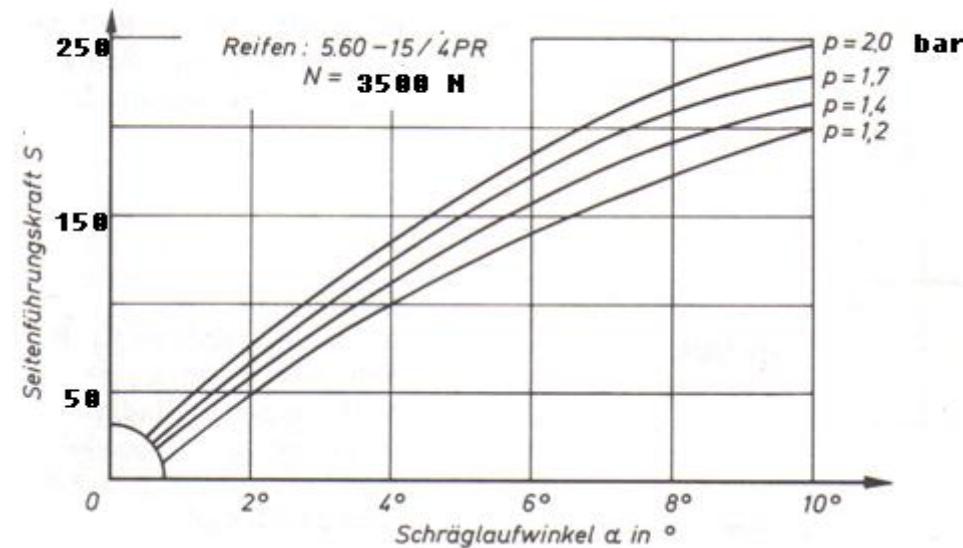
Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Betriebszustand
(Temperatur, Luftdruck)



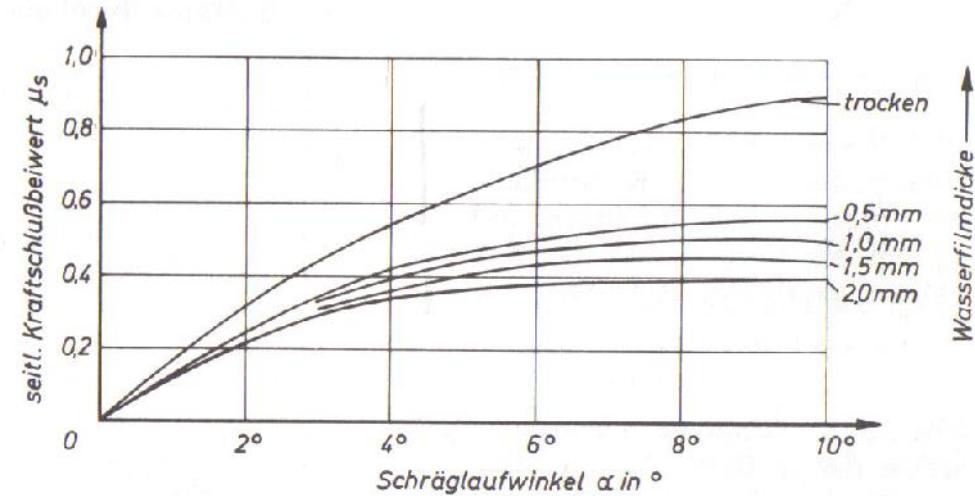
Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Fahrbahnbeschaffenheit
(Material, Nässe)

Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage



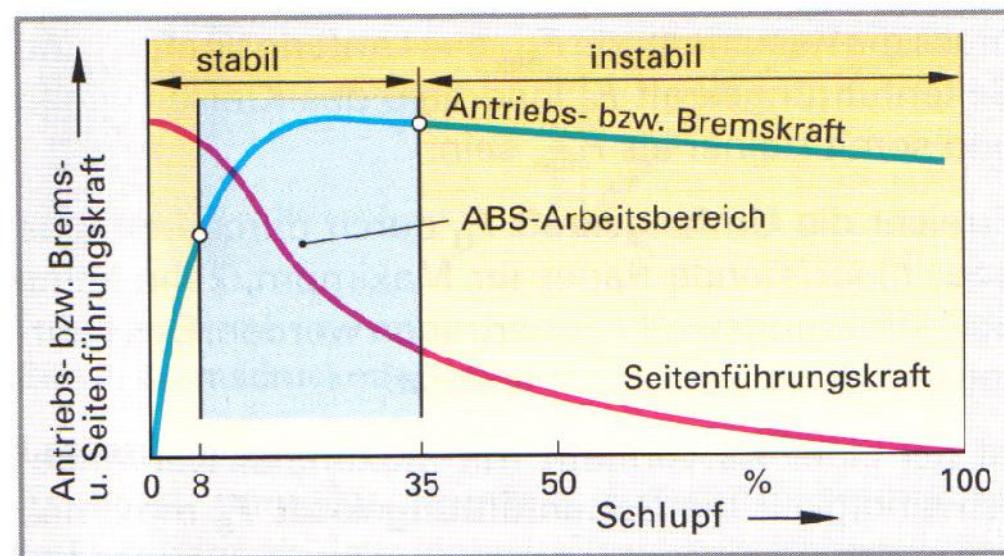
Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Kräfte am Rad

Arbeitsbereich ABS

auch
Arbeitsbereich ASR



Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Generelles Funktionsprinzip

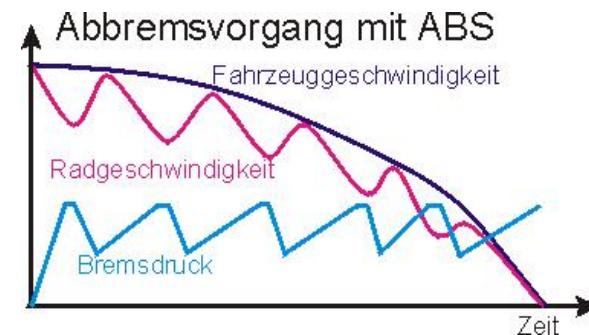
Erkennen von Blockierneigung eines Rades (mehrerer Räder)
durch Drehzahlvergleich während des Bremsvorgangs

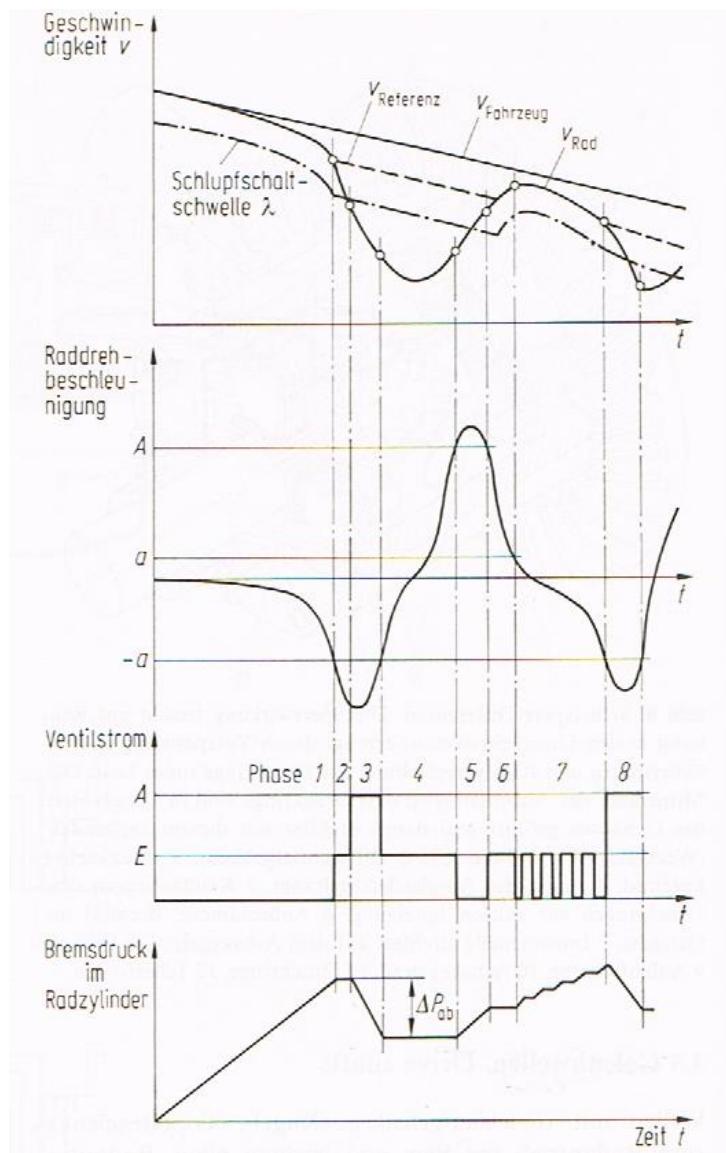
Sperren der Druckleitung zur betroffenen Radbremse (Druckhalten)

Bei weiter zunehmender Drehzahldifferenz Öffnen der Druckleitung und
Rückströmen des Fluids in Reservoir (Druckentlastung)

Bei Drehzahlerhöhung Druckaufbau in betroffener Druckleitung durch
elektrische Pumpe (Druckaufbau)

Arbeitsbereich zwischen 8 und 30 % Drehzahldifferenz (Schlupf)
Arbeitsgeschwindigkeit (typisch) 10 Hz





Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Beispiel eines Regelzyklus

Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Verwendung und Aufbau

Verwendung

In hydraulischen und pneumatischen Bremssystemen

Aufbau

Radsensor(en) zur Bestimmung der Drehzahl(differenz)

Elektronisches Steuergerät

Hydraulikaggregat

Magnetventil(e)

Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Verwendung und Aufbau

Sonderfall mechanisches ABS (Lucas Stop Control)

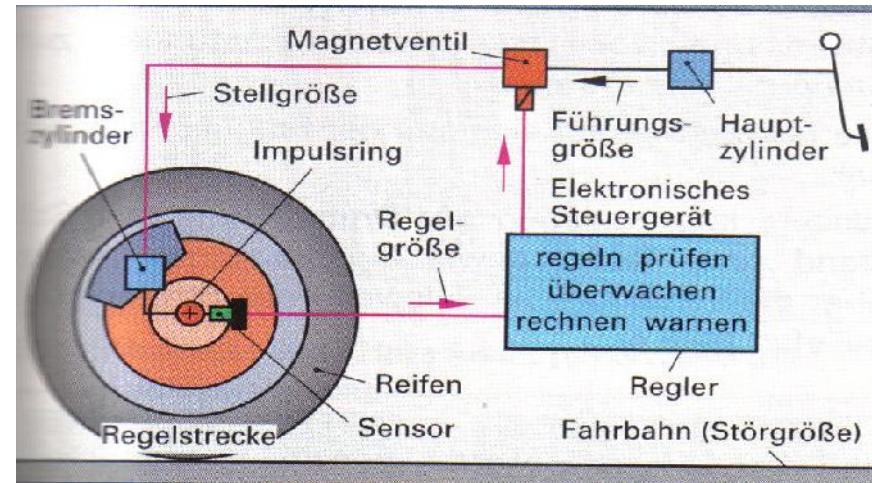
Bei einer normalen Bremsung laufen eine von der Vorderachse angetriebene Antriebswelle und ein mit der Antriebswelle verbundenes Schwungrad im SCS-Aggregat synchron.

Bei starker Verzögerung eines Rades (Bremsung) wird das Schwungrad durch seine Massenträgheit gegenüber der Antriebswelle verdreht und betätigt dabei ein Druckablaßventil, welches das Blockieren der Räder verhindert.

Anti-Blockier-System

Technische Lösung

ABS - Regelkreis



Regelgröße

was

Raddrehzahl

Regelstrecke

wo

Materialpaarung Rad/Fahrbahn

Regler

wer

Steuergerät (Soll-Ist Vergleich)

Führungsgröße

wovon

Druck im Hauptzylinder

Stellgröße

womit

Druck im Bremszylinder

Störgröße

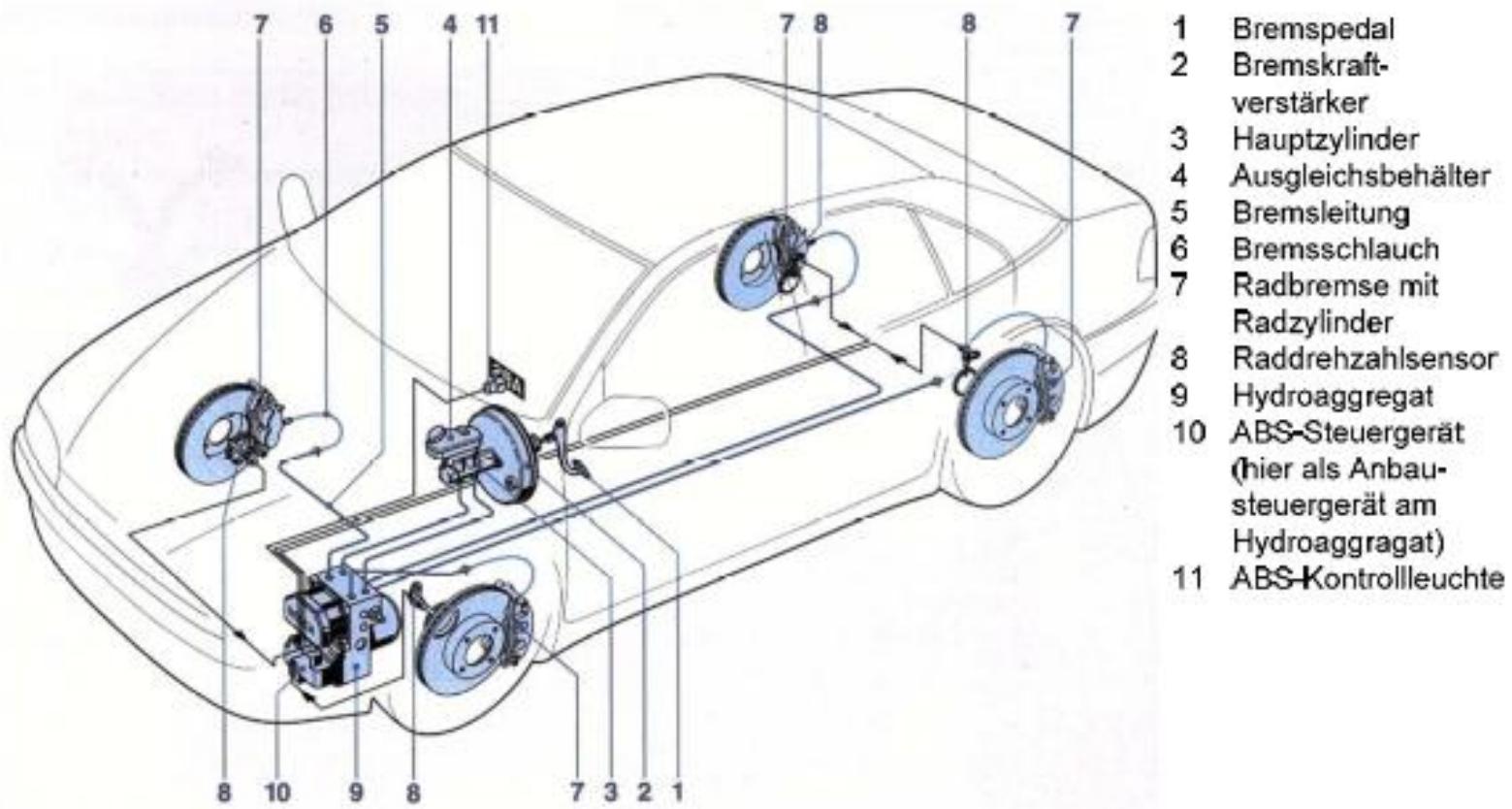
warum

aktueller Reibwert

Systemübersicht

Anti-Blockier-System

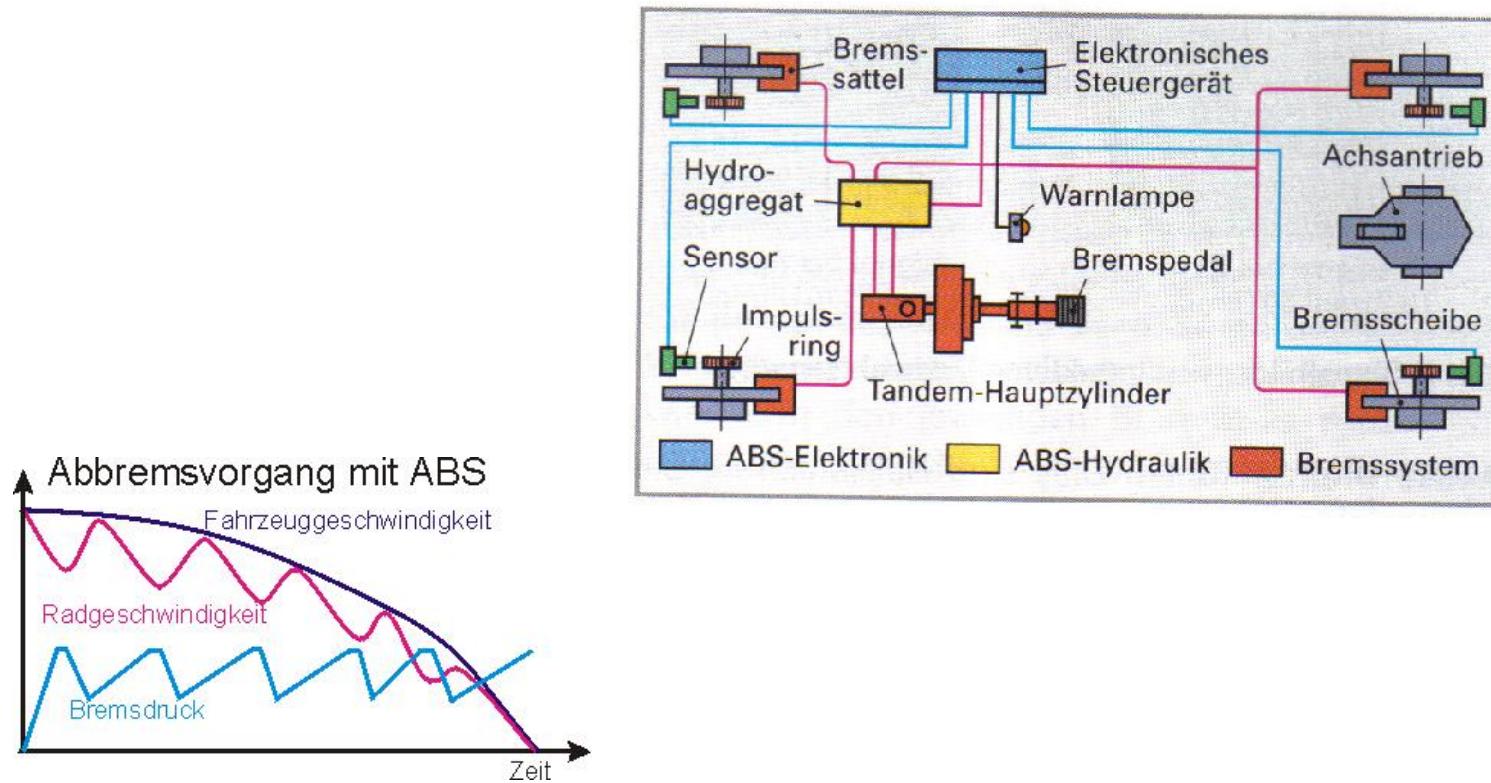
Technische Lösung



Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Schematischer Aufbau



Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Antiblockiersysteme, Unterscheidung nach Kanälen

4 –Kanal

4 Sensoren, jeder Bremszylinder wird separat angesteuert

3 – Kanal

3 oder 4 Sensoren, Vorderräder werden individuell angesteuert,
Hinterräder gemeinsam

Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Antiblockiersysteme, Unterscheidung nach Regelungsart

Individualregelung

Jedes Rad erhält den höchstmöglichen Bremsdruck ->
maximale Verzögerung
erhöhtes Giermoment bei einseitig geringerem μ

SLR – Select-Low-Regelung

Hier bestimmt das Rad mit geringstem μ den Bremsdruck ->
kein Giermoment durch seitenverschiedenes μ

SLH – Select-High-Regelung

Das Rad mit dem höchsten Kraftschluss bestimmt den Bremsdruck ->
Es kommt zum Blockieren eines Rades
Verwendung nur an Vorderachse

Anti-Blockier-System

Technische Lösung

Bauelemente der ABS-Regelung

Elektronisches Steuergerät

Wertet Sensoresignale aus
Steuert die Magnetventile an
Führt Eigendiagnose durch

Warnleuchte

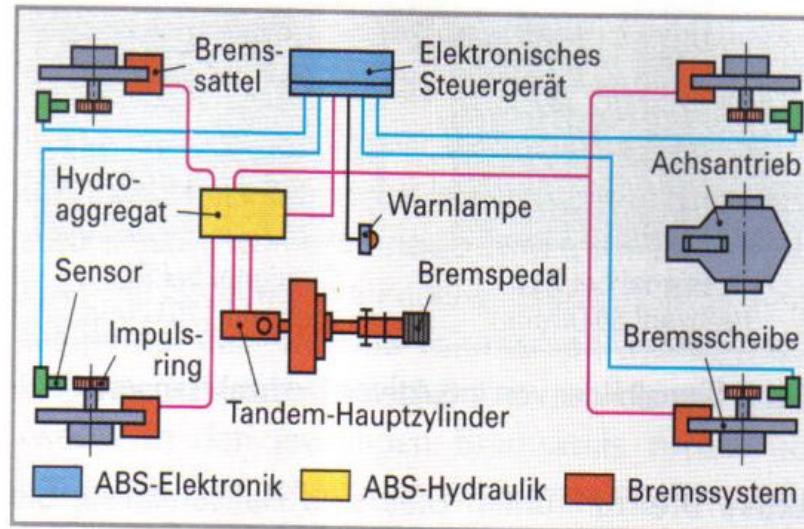
Zeigt Betriebsbereitschaft

Hydroaggregat

Enthält Magnetventile, Speicher und Pumpe

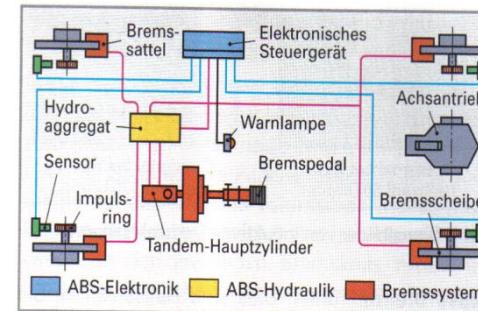
Radsensor(en)

Passive oder aktive Drehzahlsensoren



Anti-Blockier-System

Technische Lösung



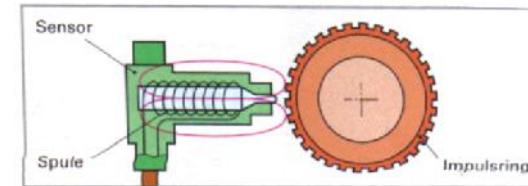
Bauelemente der ABS-Regelung

Radsensor(en)

Passive oder aktive Drehzahlsensoren

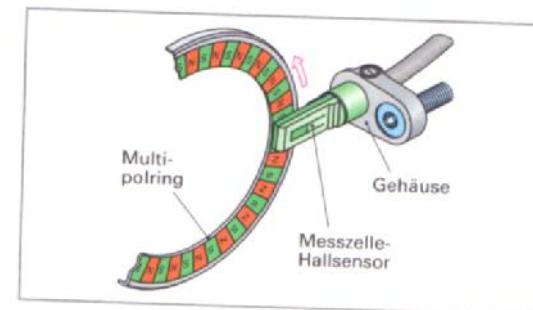
Passive Radsensoren

arbeitet induktiv, keine Spannungsversorgung
daher passiv



Aktive Radsensoren

Hall-Sensor, Multipolring



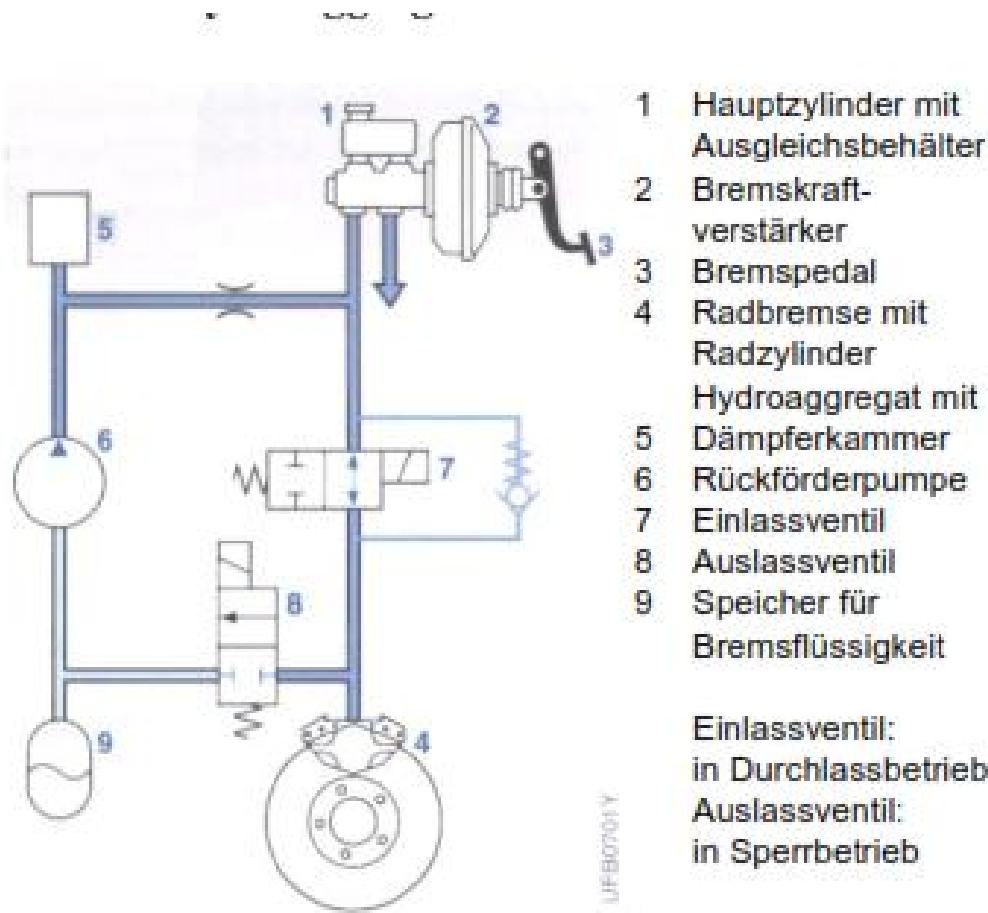
Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

ABS-Regelung

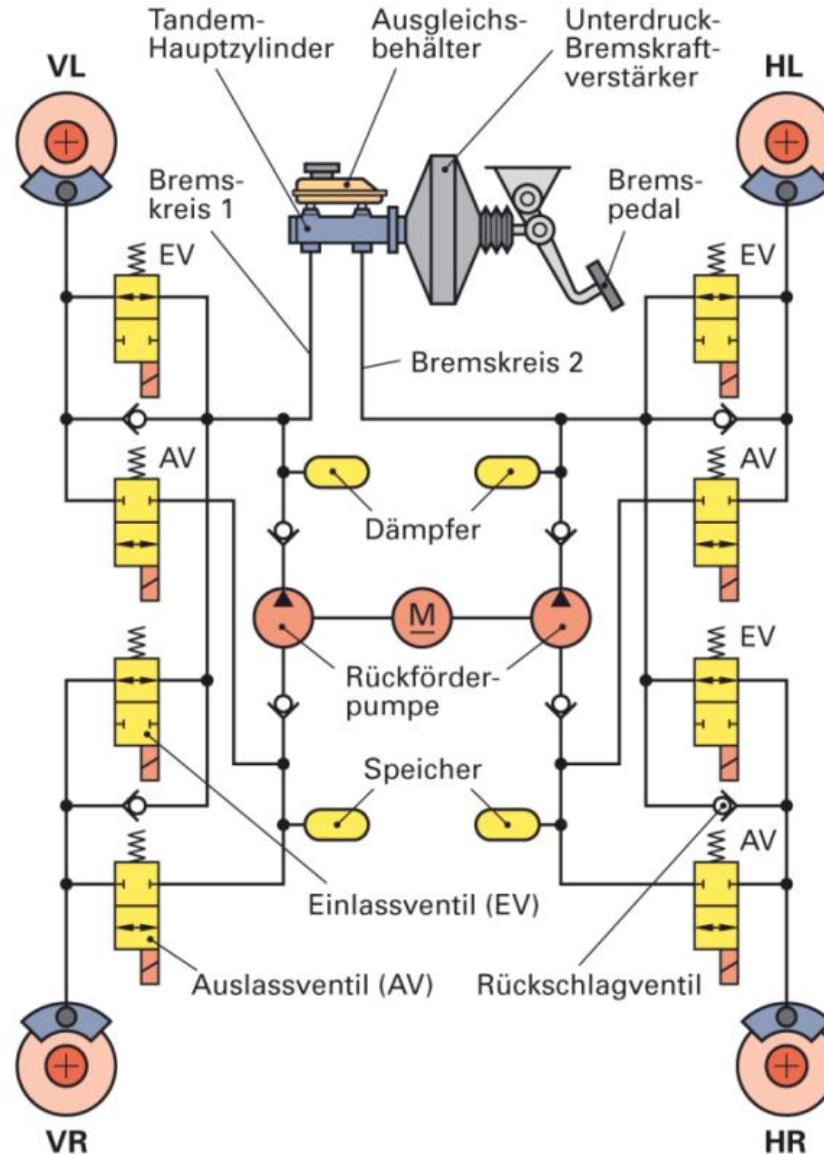
Geschlossener Kreis

2/2 Magnetventile mit
Federrückstellung



Einlassventil:
in Durchlassbetrieb
Auslassventil:
in Sperrbetrieb

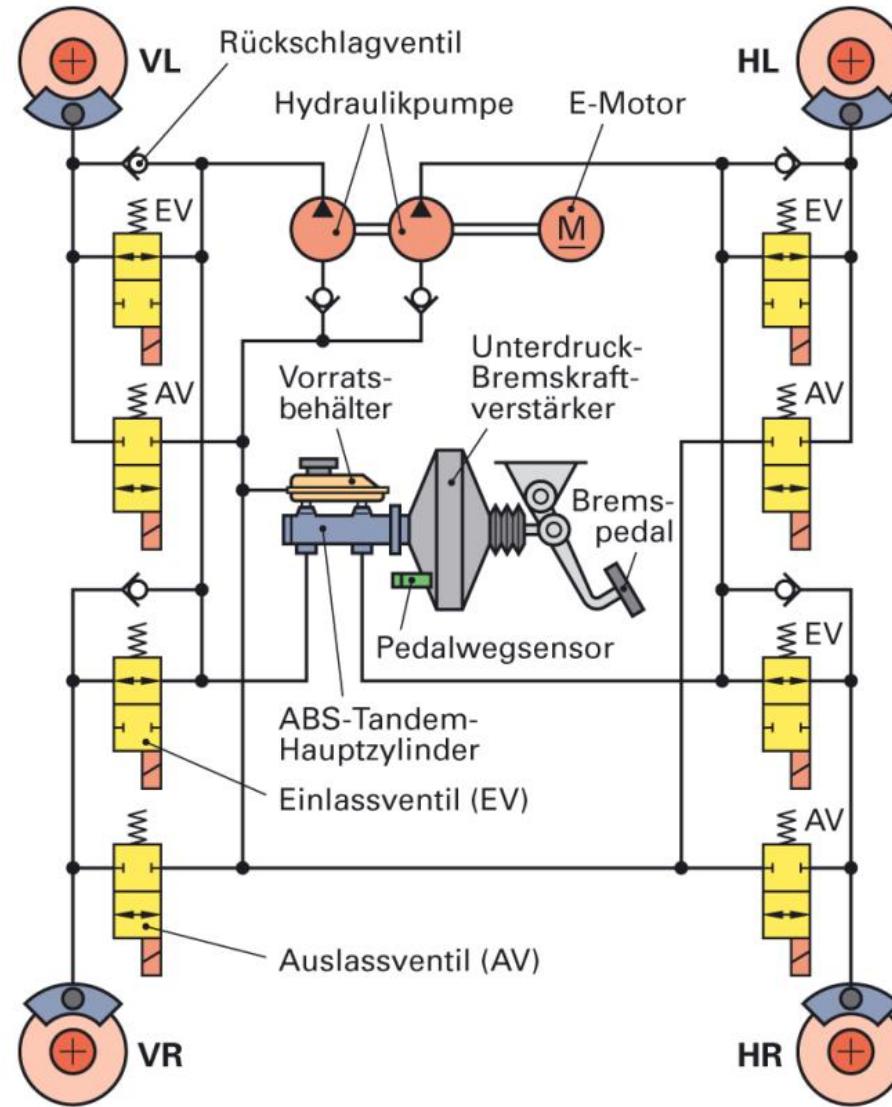
ABS-Regelung
Geschlossener Kreis
2/2 Magnetventile



Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

ABS-Regelung
Offener Kreis



Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

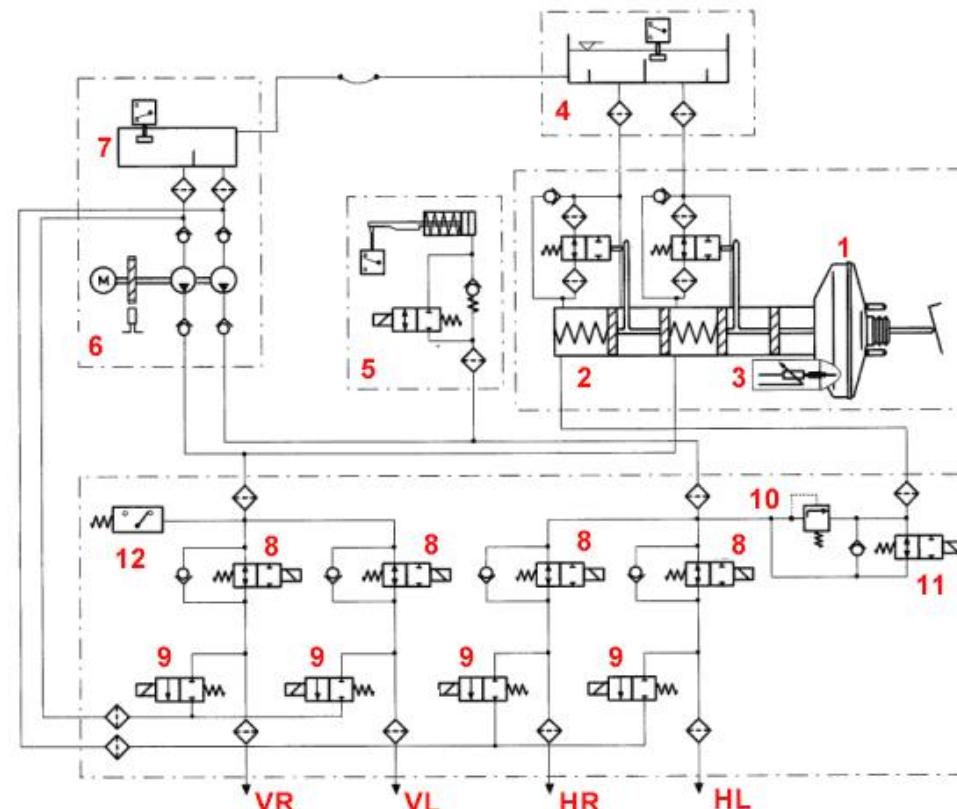
Abgebildet ist ein Hydraulikschaltplan für ein heckgetriebenes Fahrzeug mit Schwarz/Weiß-Bremskreisaufteilung.

Frontgetriebene Fahrzeuge mit diagonaler Bremskreisaufteilung haben 2 ASR-Trennventile.

Anti-Blockier-System

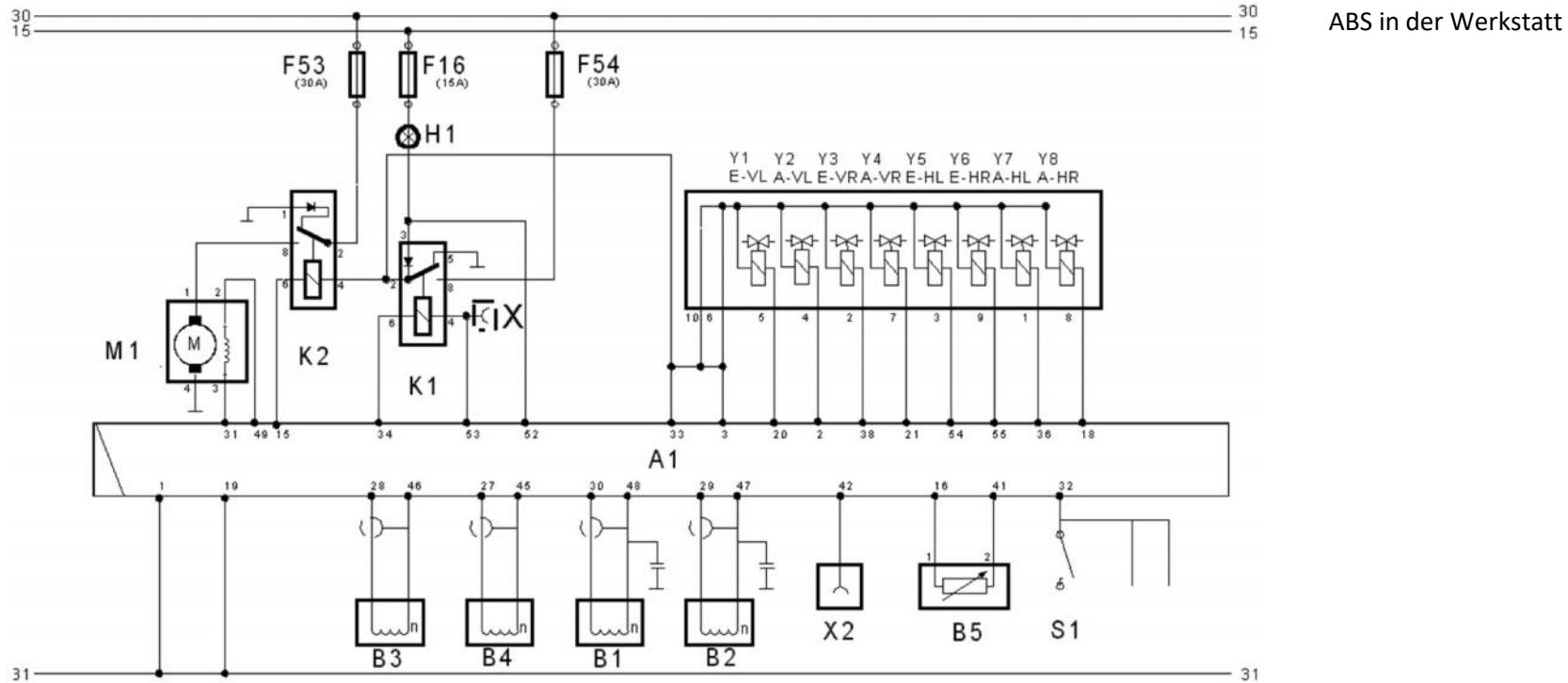
ABS in der Werkstatt

- 1 Bremskraftverstärker
- 2 Hauptbremszylinder
- 3 Bremspedalwertgeber
- 4 Ausgleichsbehälter mit Warnkontakt
- 5 Bremsflüssigkeitsstand
- 6 Druckspeicher mit Trennventil
(Bei EDS-Systemen nicht vorhanden)
- 7 Hydraulikpumpe
- 8 Reservebehälter
- 9 Einlaßventile
- 10 Auslaßventile
- 11 Druckbegrenzungsventil (ASR)
- 12 Trennventil "EDS-Ventil" (ASR)
- 13 ASR-Druckkontrollschalter



Schaltplan ABS Teves ITT Mark 04
VW Golf/Vento 1992 - 02/1995 ... alle Modelle

Anti-Blockier-System



A1 ABS Steuergerät

B1 Raddrehzahlsensor vorne links

B2 Raddrehzahlsensor vorne rechts

B3 Raddrehzahlsensor hinten links

B4 Raddrehzahlsensor hinten rechts

B5 Bremspedalwertgeber

F16 Sicherung Hauptrelais/Kontrollleuchte

F53 Sicherung Pumpenrelais/EDS-Relais

F54 Sicherung Hydraulikventile

H1 ABS-Kontrollleuchte

K1 Hauptrelais

K2 Pumpenrelais

M1 Hydraulikpumpe

S1 Bremspedalschalter

Y6 Einlaßventil hinten rechts

Y7 Auslaßventil hinten links

Y8 Auslaßventil hinten rechts

X X-Kontakt vom Zündschloßrelais

X2 Diagnoseanschluß

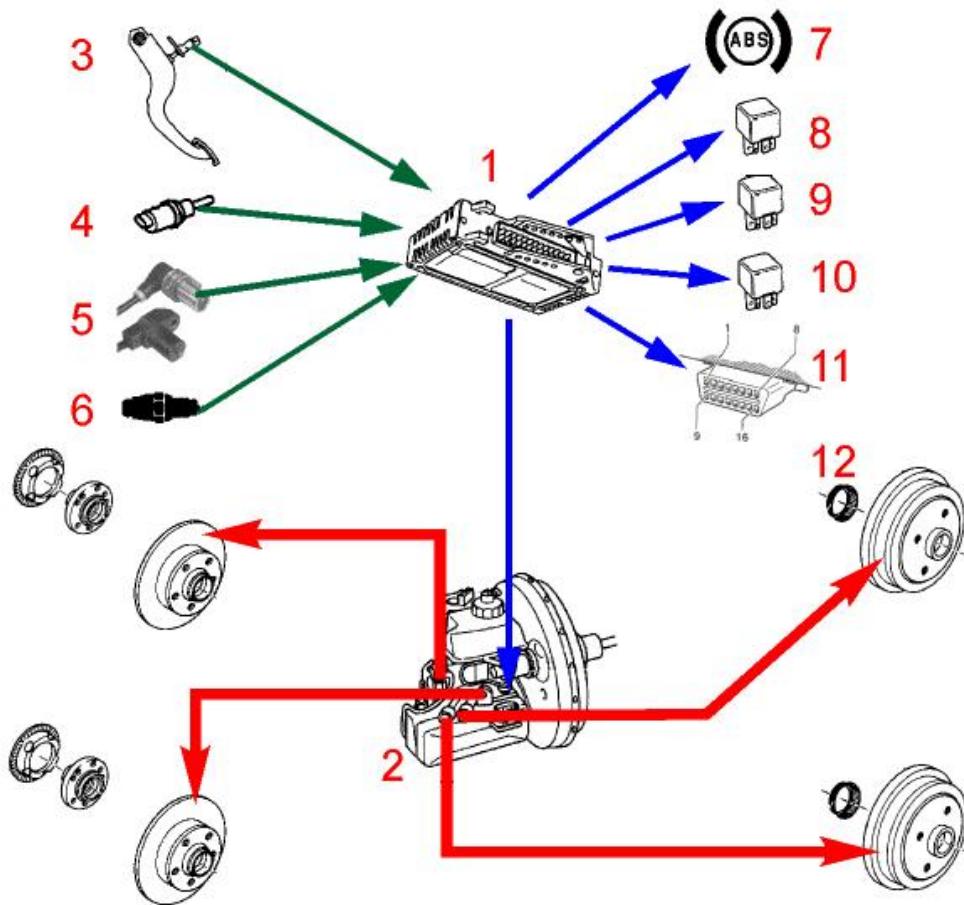
Y1 Einlaßventil vorne links

Y2 Auslaßventil vorne links

Y3 Einlaßventil vorne rechts

Y4 Auslaßventil vorne rechts

Y5 Einlaßventil hinten links



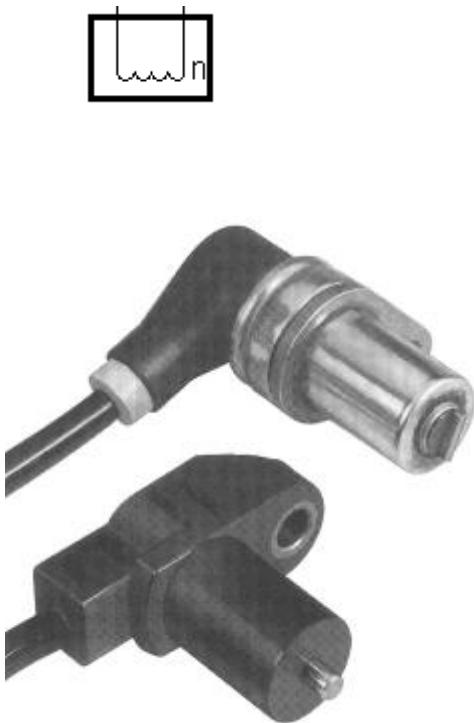
- | | | | |
|---|-----------------------|----|-----------------|
| 1 | ABS/ASR-Steuergerät | 7 | ABS-Lampe |
| 2 | Hydraulikeinheit 8 | 8 | Hauptrelais |
| 3 | Bremspedalschalter | 9 | Pumpenrelais |
| 4 | Bremspedalwertgeber | 10 | ASR/EDS-Relais |
| 5 | Raddrehzahlsensoren | 11 | Diagnosestecker |
| 6 | Druckkontrollschalter | 12 | Impulsgeberrad |

Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

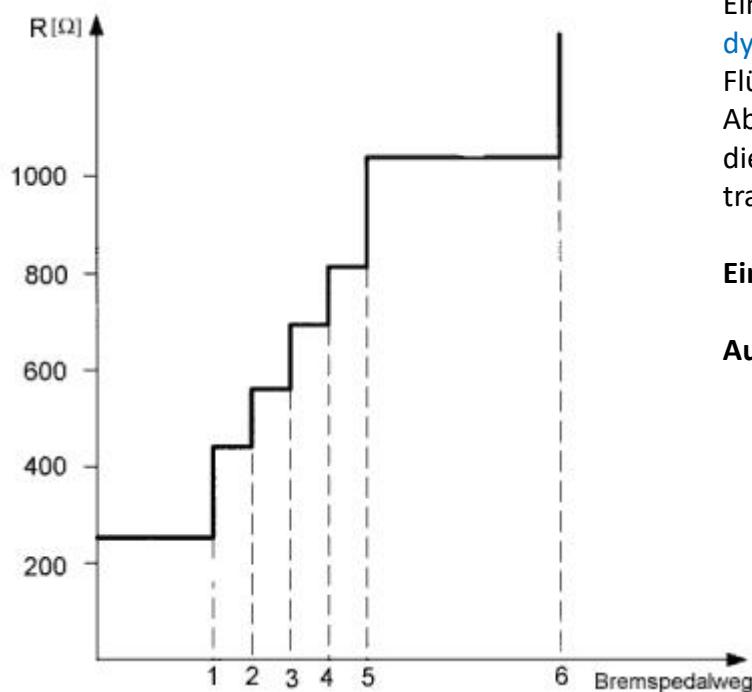


Die Raddrehzahlsensoren liefern dem ABS-Steuergerät ein drehzahlabhängiges Spannungssignal. Die Spannungsamplitude beträgt je nach Drehzahl und je nach Abstand des Drehzahlsensors zum Impulsgeberrad 60mV bis zu 1V.

Die häufigste Fehlerquelle an ABS-Systemen ist eine Verschmutzung des Raddrehzahlsensors oder des Impulsgeberrades. Dadurch kommt es zu Spannungseinbrüchen bzw. Unregelmäßigkeiten im Drehzahlsignal.

Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt



Die am Bremspedalwertgeber abfallende Spannung ist ein Maß für den Bremspedalweg. Die Veränderung erfolgt in Stufen. Der Spannungsfall am Bremspedalwertgeber wird dazu genutzt, ein Absinken des Bremspedals bei einer ABS-Bremsung zu verhindern.

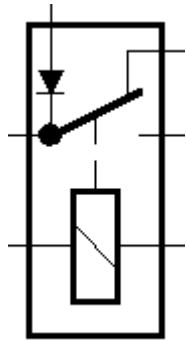
Ein solcher Geber ist nur bei Systemen notwendig, die nach dem **dynamischen Einströmprinzip** arbeiten. Wird beim Druckabbau Flüssigkeit in den Bremsflüssigkeitsbehälter abgelassen, wird in Abhängigkeit des Bremspedalwegs die Hydraulikpumpe eingeschaltet, die Bremsflüssigkeit zurück in den unter Druck stehenden Bremskreis transportiert.

Eingang Spannungsversorgung (5V=) über das Steuergerät.

Ausgang Typische Widerstandskennlinie eines Bremspedalwertgebers

Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt



Das Hauptrelais wird vom Steuergerät (masseseitig) angesteuert, sobald dieses das Signal "Zündung ein" erhält. Die Diode schützt das Steuergerät vor Bauteilzerstörungen. Es baut Überspannungen ab. Das angesteuerte Hauptrelais schaltet die Warnlampe aus. versorgt die Hydraulikventile mit Spannung.

Ein Erlöschen der ABS-Warnlampe ist nur möglich, wenn das Hauptrelais anzieht!

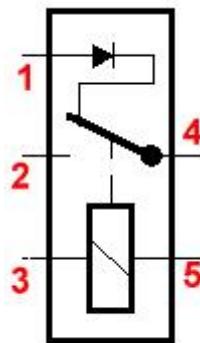
Bei einigen Ausführungen wird das Hauptrelais während des Startens durch ein Hilfsrelais abgeschaltet.

Bei einem Fehler in der Anlage schaltet das Steuergerät das Hauptrelais aus - die Warnleuchte geht an (erneute Aktivierung durch Zündung aus /Zündung ein)!

Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

Das **Pumpen- oder Motorrelais** schaltet die Spannungsversorgung der Hydraulikpumpe ein/aus und wird vom Steuergerät (masseseitig) geschaltet. Die Diode schützt vor Überspannungen.



Es wird angesteuert:

- für einige Sekunden wenn nach Fahrtantritt erstmalig eine gewisse Geschwindigkeit (meist 10 km/h) überschritten wird.
 - wenn der Druckkontrollschalter (Öffner, nur EDS/ASR) einen gewissen Mindestdruck unterschreitet.

1 Masse

2 Arbeitskreis: Ausgang Hydraulikpumpe

3 Steuerkreis: Masse über Steuergerät

4 Arbeitskreis: Eingang (Klemme 15)

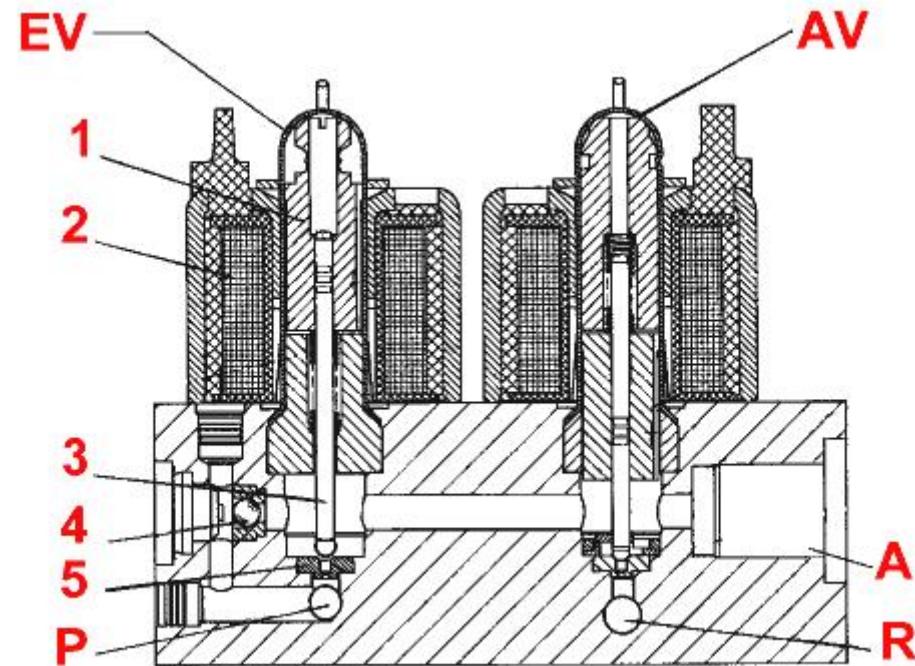
5 Steuerkreis: Spannungsversorgung über Hauptrelais

Eingang Ansteuerung vom Steuergerät / Ansteuerung vom Druckkontrollschalter (nur ABS/EDS, meist über das Steuergerät).

Anti-Blockier-System

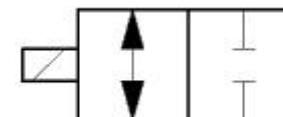
ABS in der Werkstatt

EV	Einlaßventil
AV	Auslaßventil
A	zur Radbremse (Anschluß)
P	Einlaß (vom Hauptbremszylinder)
R	Rücklauf (zum Ausgleichsbehälter)
1	Anker des Elektromagneten
2	Elektromagnet
3	Ventilstößel
4	Rückschlagventil
5	Ventilsitz



Die Hydraulikventile sind elektrisch betätigte 2/2-Wegeventile. In der Bezeichnung gibt die erste Zahl die Anzahl der Anschlüsse, die zweite Zahl die Anzahl der Schaltstellungen an.

In Hydraulikschaltplänen werden die Ventile immer in Ausgangsstellung gezeichnet.



Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

 **Bremsweg auf trockener Fahrbahn**

So lang ist der Bremsweg mit ABS aus Tempo 100 km/h

Meter	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Dunlop 16"	SP Sport 2000E	37,1									$\mu = 1,06$
Michelin 16"	Pilot HX (MXM)	37,4									$\mu = 1,05$
Continental 16"	SportContact	39,0									$\mu = 1,01$
Goodyear 16"	Eagle Touring NCT 3	40,1									$\mu = 0,98$

 **Bremsweg auf nasser Fahrbahn**

So lang ist der Bremsweg mit ABS aus Tempo 80 km/h

Meter	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Dunlop 16"	SP Sport 2000E	$\mu = 0,65$	38,8								
Continental 16"	Sport Contact	$\mu = 0,60$							41,9		
Goodyear 16"	Eagle Touring NCT 3	$\mu = 0,59$							42,3		
Michelin 16"	Pilot HX (MXM)	$\mu = 0,59$							42,4		

ESP elektronisches Stabilitätsprogramm



Von Bosch und Mercedes gemeinsam entwickelt

BMW,Jaguar, Mazda	DSC	dynamic stability control
Honda	VSA	vehicle stability assist
Toyota	VSC	vehicle stability control
Porsche	PSM	Porsche stability management
Volvo	DSTC	dynamic stability control
Ferrari	CST	Controllo Stabilità e Trazione
Herstellerneutral	ESC	elektronic stability control

ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

Grundsätzliche Funktionsweise

Vergleich des Wunsch_Fahrzustandes mit dem Ist_Fahrzustand

Typische Frequenz -→ 200 Hz

Daten und Sensorik

Lenkwinkelsensor

Sollkurs, Soll-Winkelgeschwindigkeit
um die Hochachse

Motormanagement, ABS

Fahrgeschwindigkeit, Traktion,
Raddrehzahl

Gierratensor

Ist-Winkelgeschwindigkeit um die
Hochachse

ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

Grundsätzliche Funktionsweise

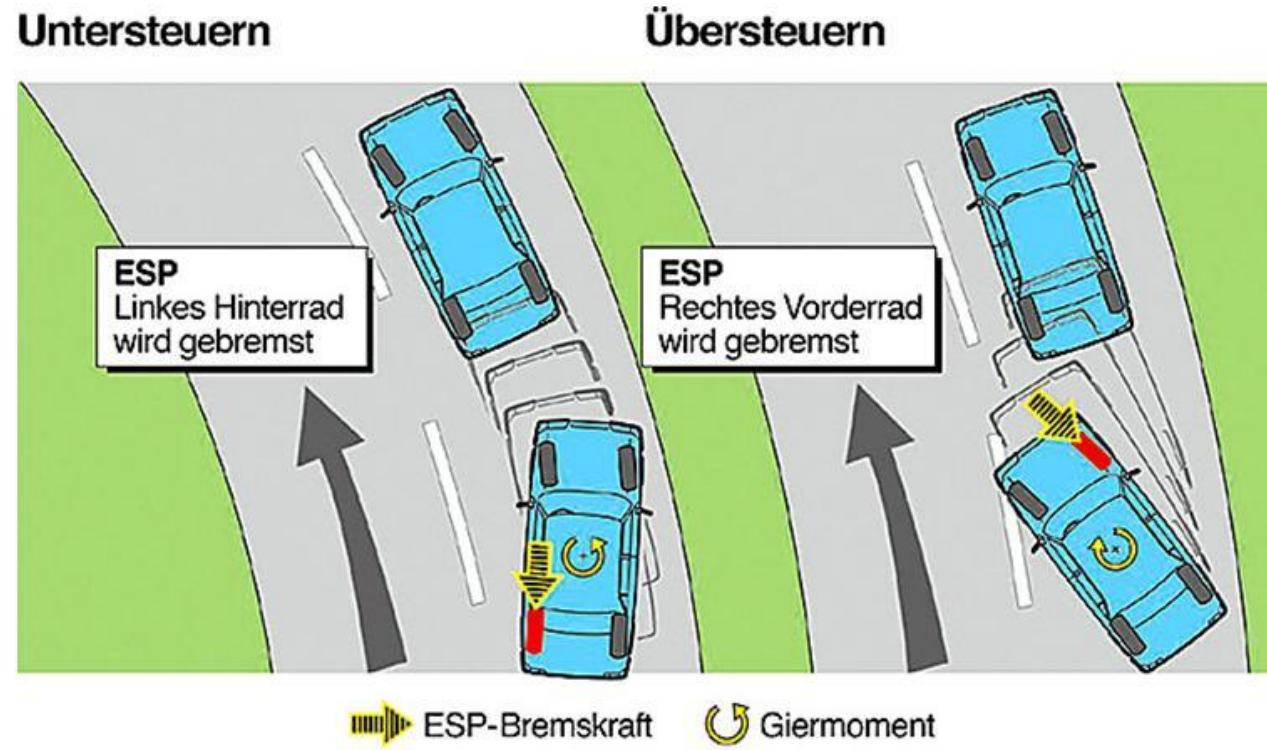
Beschleunigungssensor
(Bei neueren Systemen)

Drehung um die Längsachse

Bei Detektion von Fahrzuständen, die erlaubte Toleranzen verlassen,
greift das System ein.

ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

Grundsätzliche Funktionsweise



Prinzipiell, nicht grundsätzlich wegen Reaktion
auf Lenkrad

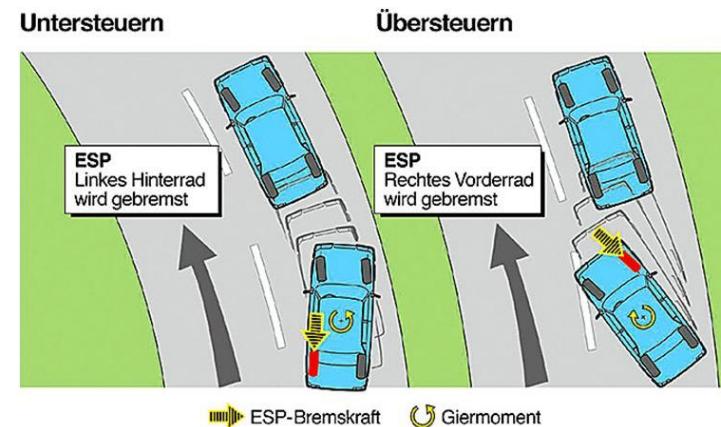
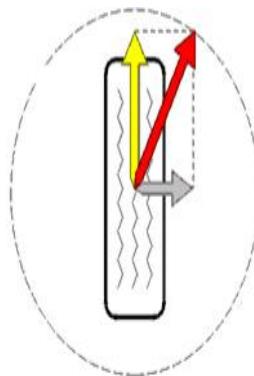
ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

Grundsätzliche Funktionsweise

Radposition hat Doppelfunktion

Erzeugung von Giermoment durch Längskraft

Durch Reduzierung der Seitenführungskraft
leichteres Eindrehen des Aufbaus in gewünschte Drehrichtung



ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

Grundsätzliche Funktionsweise

Weitere Eingriffe

Drosselung der Motorleistung → Reduktion Fahrgeschwindigkeit

Zusatzfunktionen

Bremsassistent	Vorbefüllung Bremsanlage bei heftigem Gaswechsel
Überschlagverhinderer	Abbremsen einzelner Räder
Anhängerstabilisierung	Verhinderung des „Aufschaukelns“
Fadingkompensator	höherer Bremsdruck bei gleicher Pedalkraft
Berganfahrhilfe	Neigungswinkel, Halten des Fahrzeugs
Schleppmoment-Regelung	Haftungsabriß bei Gaswechsel

Mechanik Fahrwerk

Radaufhängung

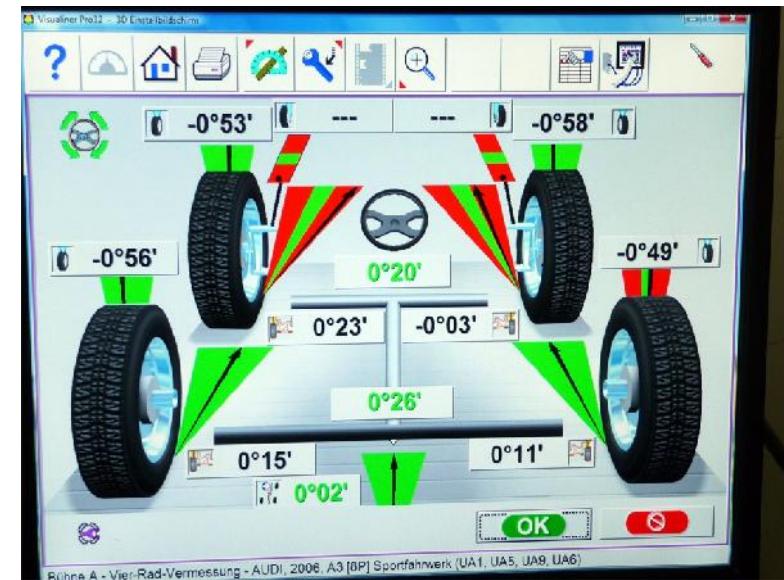
Geometrie
Konstruktionsprinzipien



Geometrie

Radsturz
Spur
Vorspur
Symmetriearchse
Spurdifferenzwinkel
Radstand
Nachlauf
Lenkrollhalbmesser/Lenkrollradius
Federweg
Federkennlinie
Eigenschwingungszahl
Dämpfungsvermögen
Momentanzentrum
Rollachse
Nickzentrum

Mechanik
Fahrwerk
Radaufhängung



Geometrie
Radsturz

Der Radsturz ist die Neigung eines Rades, nämlich die Abweichung von der senkrechten Stellung. Die Abweichung nennt man Sturzwinkel. Ist das Rad nach aussen geneigt, ist der Sturz "positiv", ist sie nach innen geneigt, ist der Sturz "negativ,,.

