

## 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

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

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

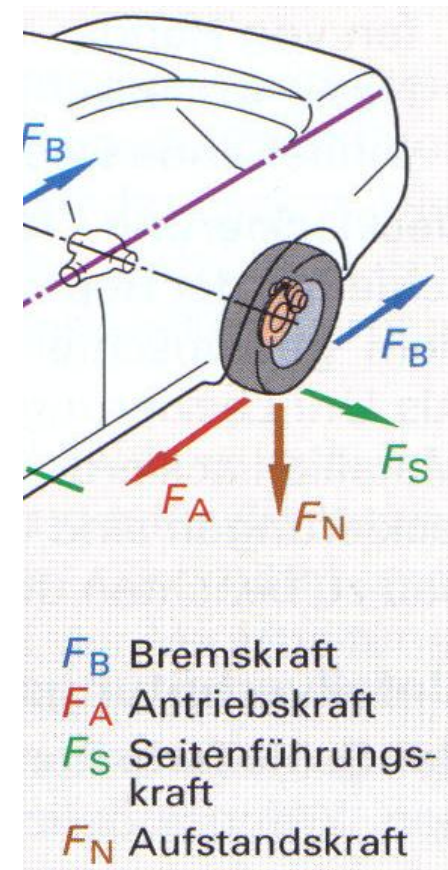
$$F_S = F_N * \mu_Q$$

$\mu_L$  = Reibwert, längs

$\mu_Q$  = Reibwert, quer

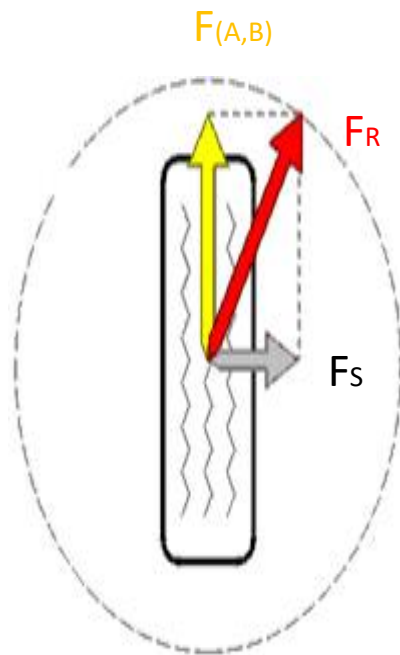
$g$  = (Erd-)beschleunigung)

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



## 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  $\mu$  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

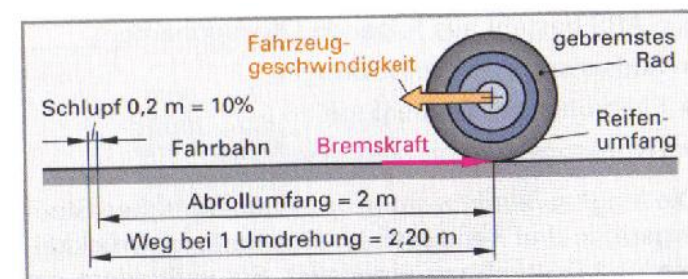
Bei Gummireifen liegt teilweiser Formschluss vor,  
daher  $\mu > 1$  möglich !!

Der Reibwert eines Gummireifens ist von seinem  
„Schlupf“ abhängig

Schlupf (längs) =  $\Delta$  Fahrweg zu Umfangsweg

Schlupf (quer) = Fahrweg \*  $\tan \alpha$

Haftreibung > Gleitreibung

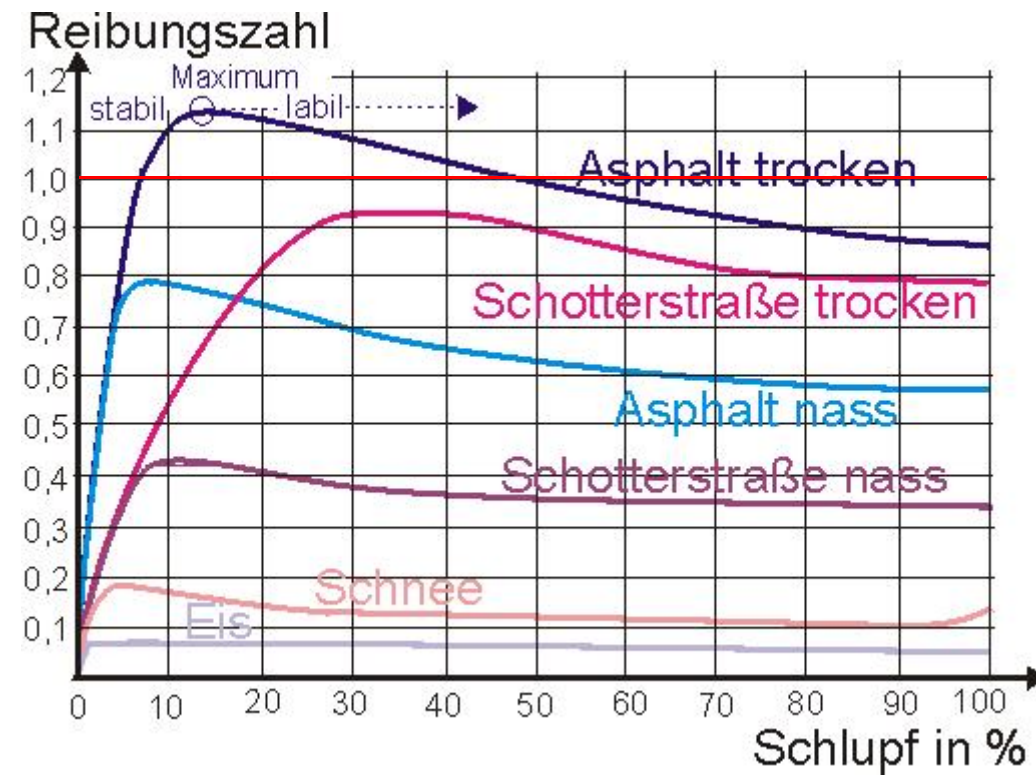


## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

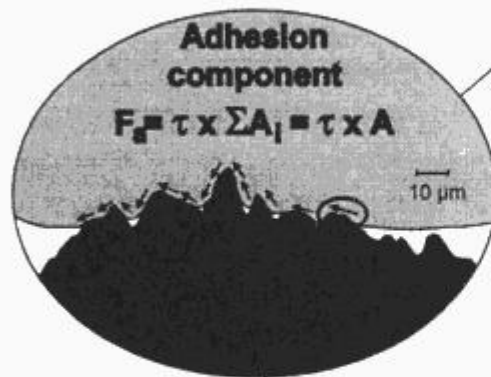
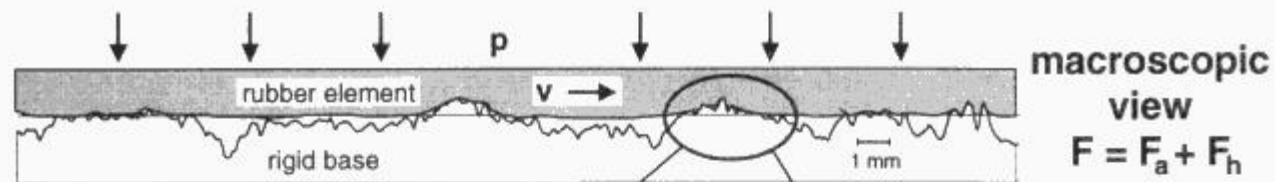
(längs)



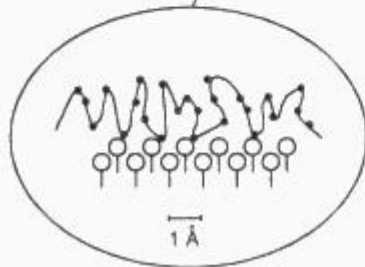
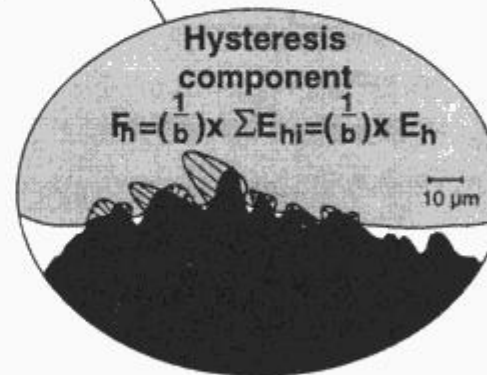


# Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage



microscopic view

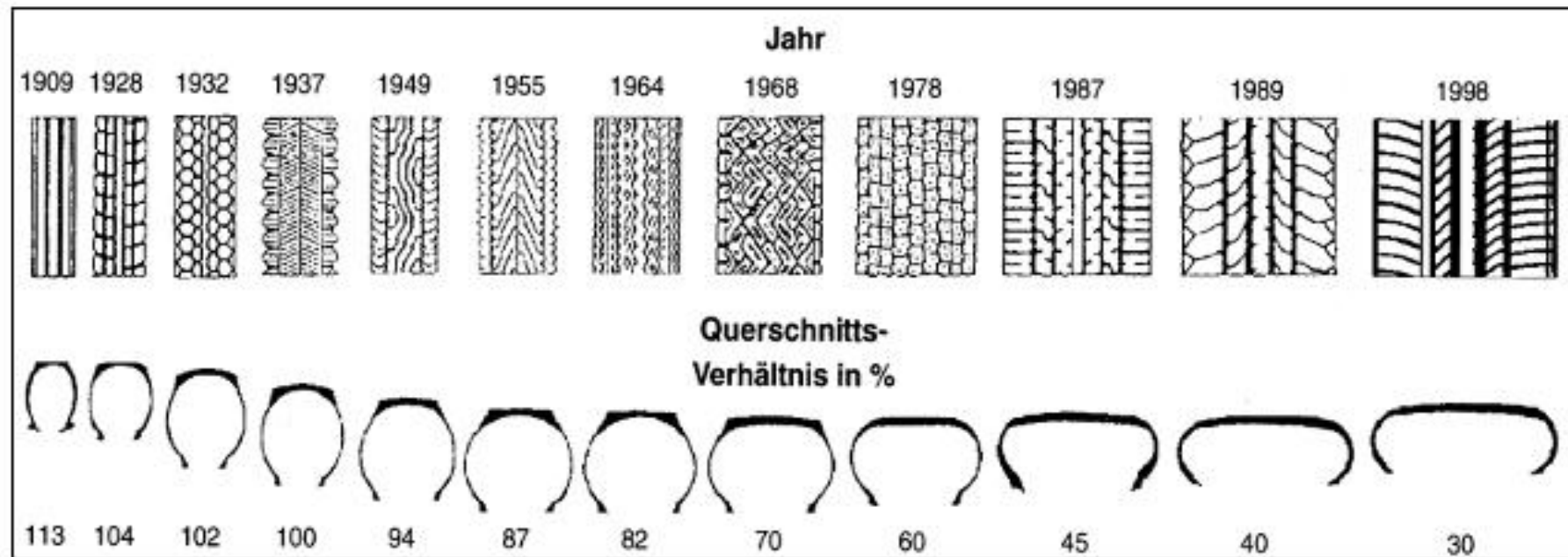




Reibwert / Schlupf

## Anti-Blockier-System

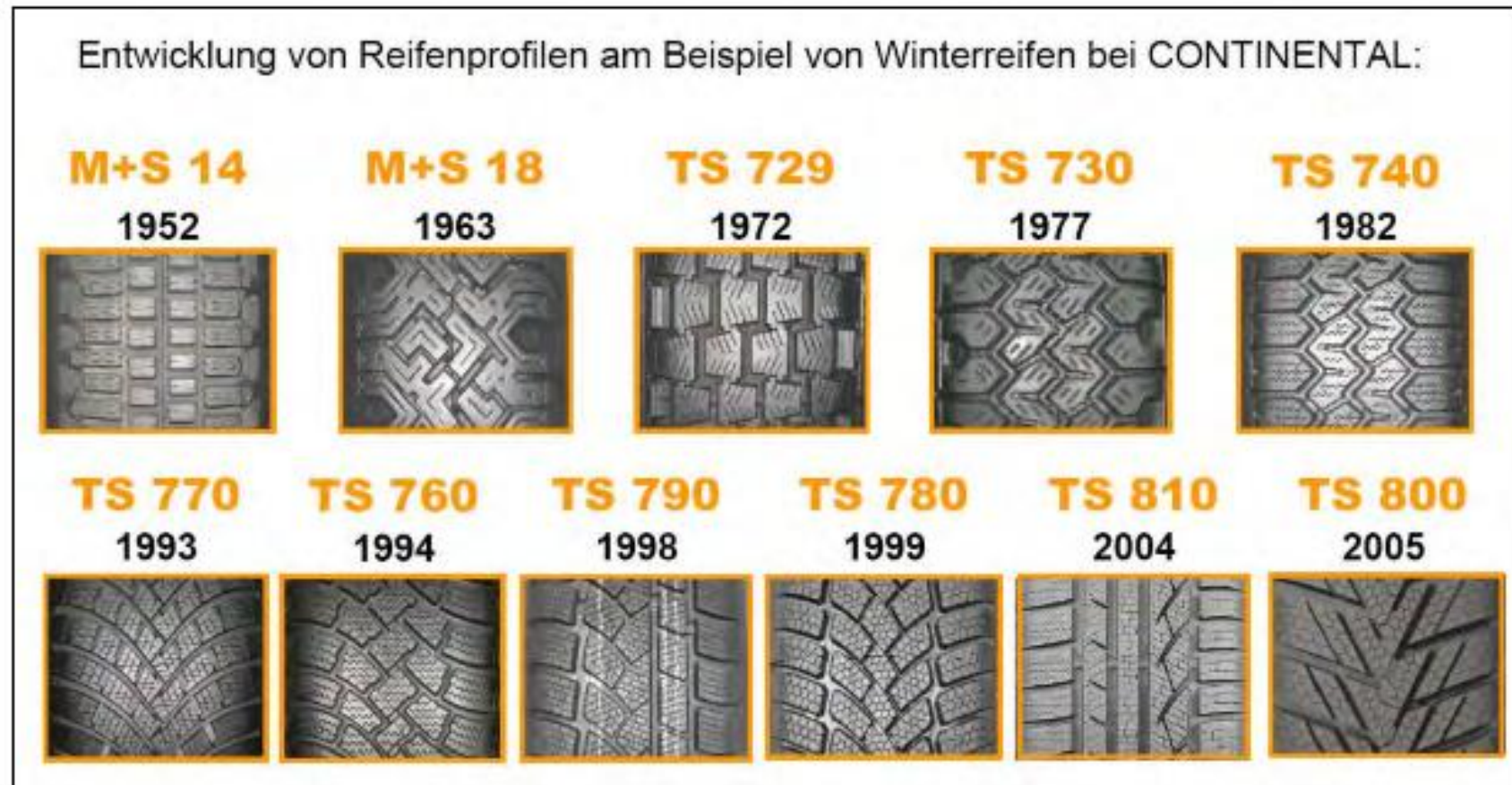
Physikalische Grundlage



## Reibwert / Schlupf

## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

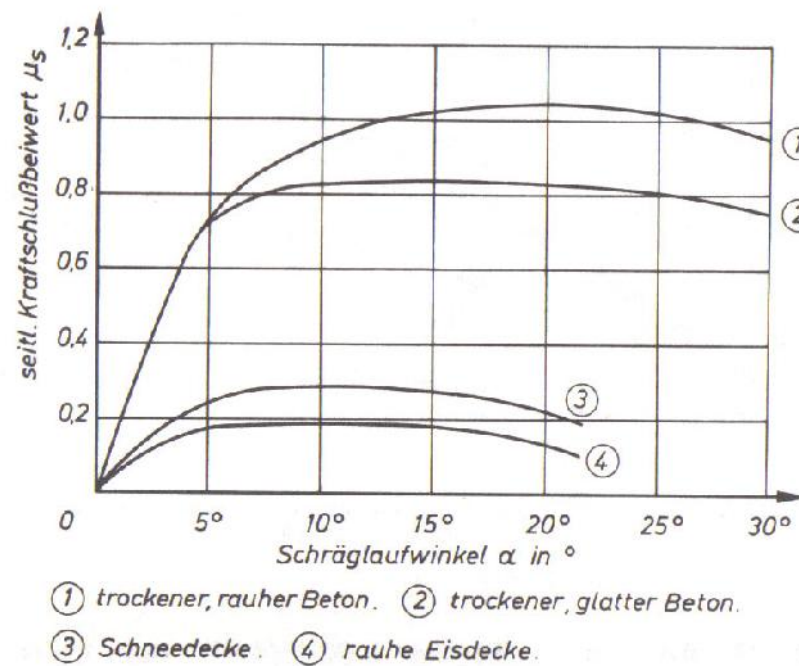


## Anti-Blockier-System

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)

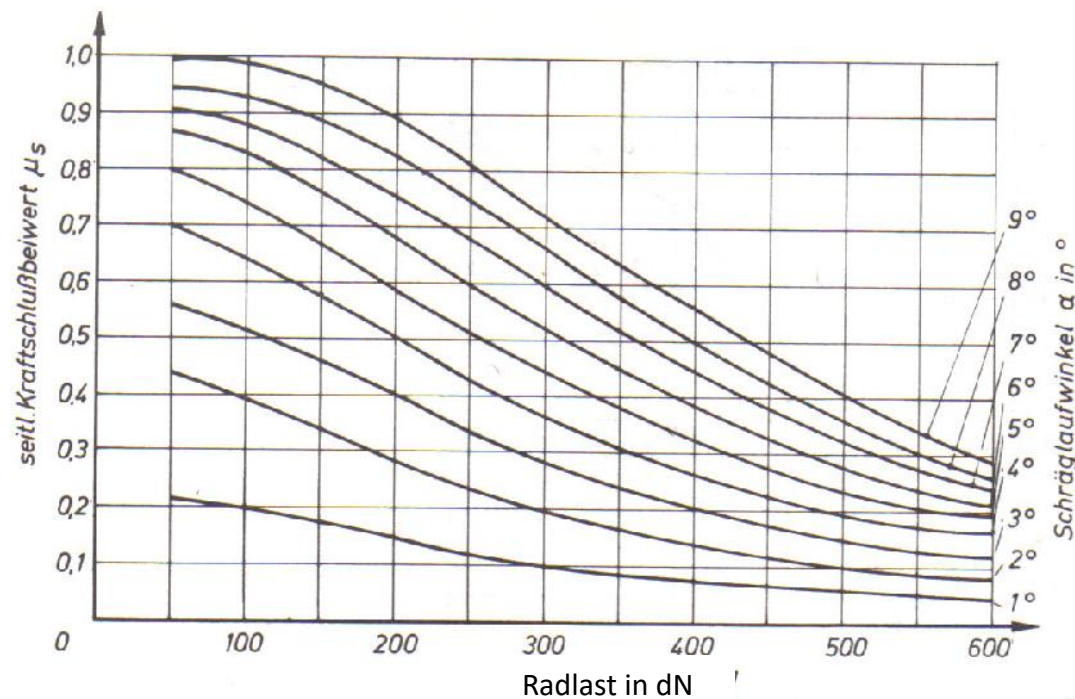
## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Radlast  
(für seitlichen  
Kraftschluss)



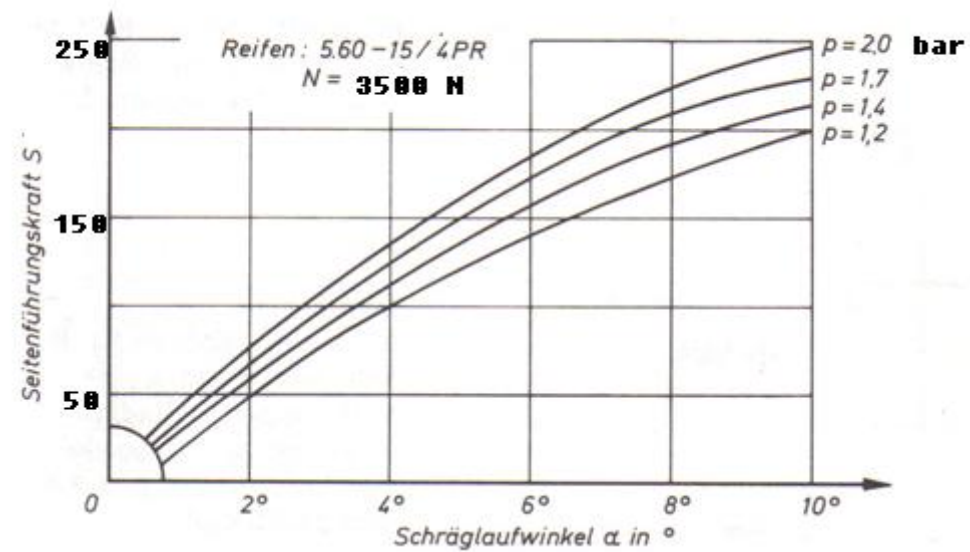
## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Betriebszustand  
(Temperatur, Luftdruck)



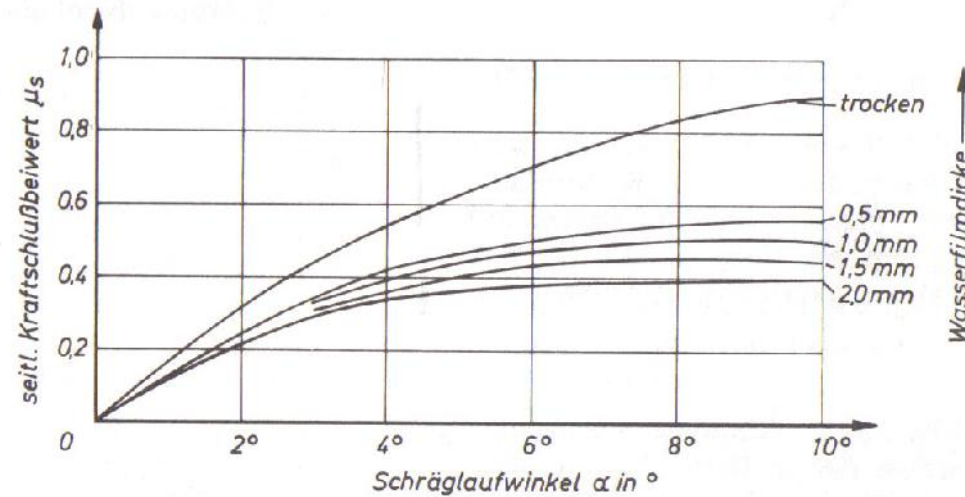
## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Reibwert / Schlupf

Einflussfaktoren

Fahrbahnbeschaffenheit  
(Material, Nässe)





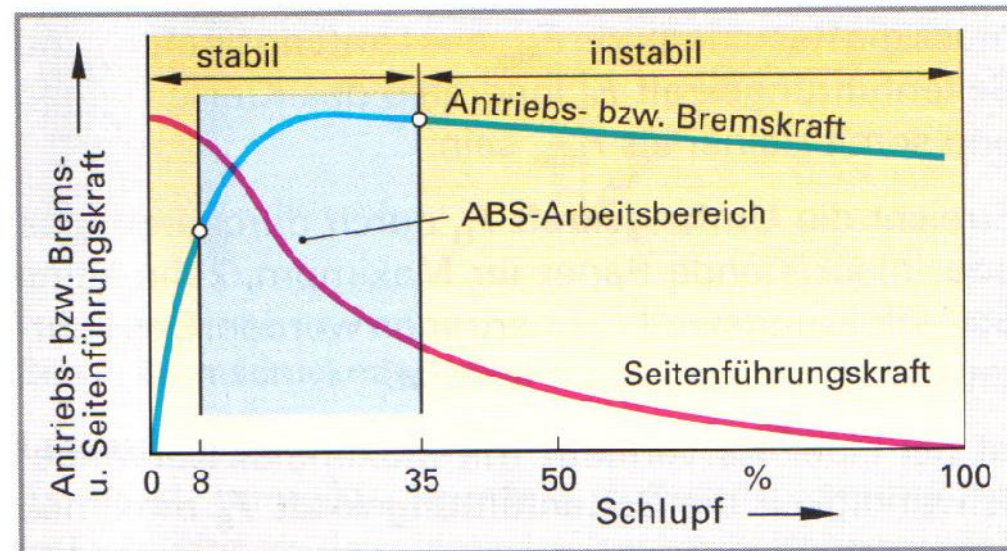
## Anti-Blockier-System

Physikalische Grundlage

Kräfte am Rad

Arbeitsbereich ABS

auch  
Arbeitsbereich ASR



# Anti-Blockier-System

Technische Lösung

## Generelles Funktionsprinzip

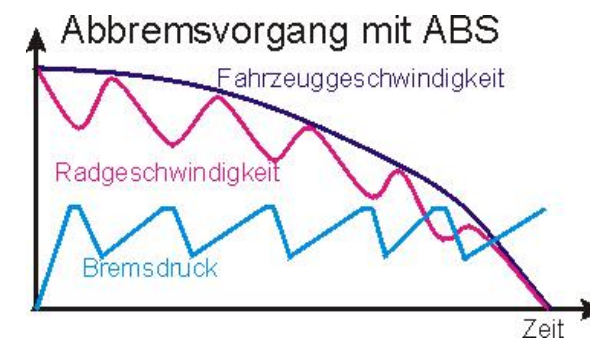
Erkennen von Blockierneigung eines Rades (mehrerer Räder)  
durch Drehzahlvergleich während des Bremsvorgangs

Sperrern 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)

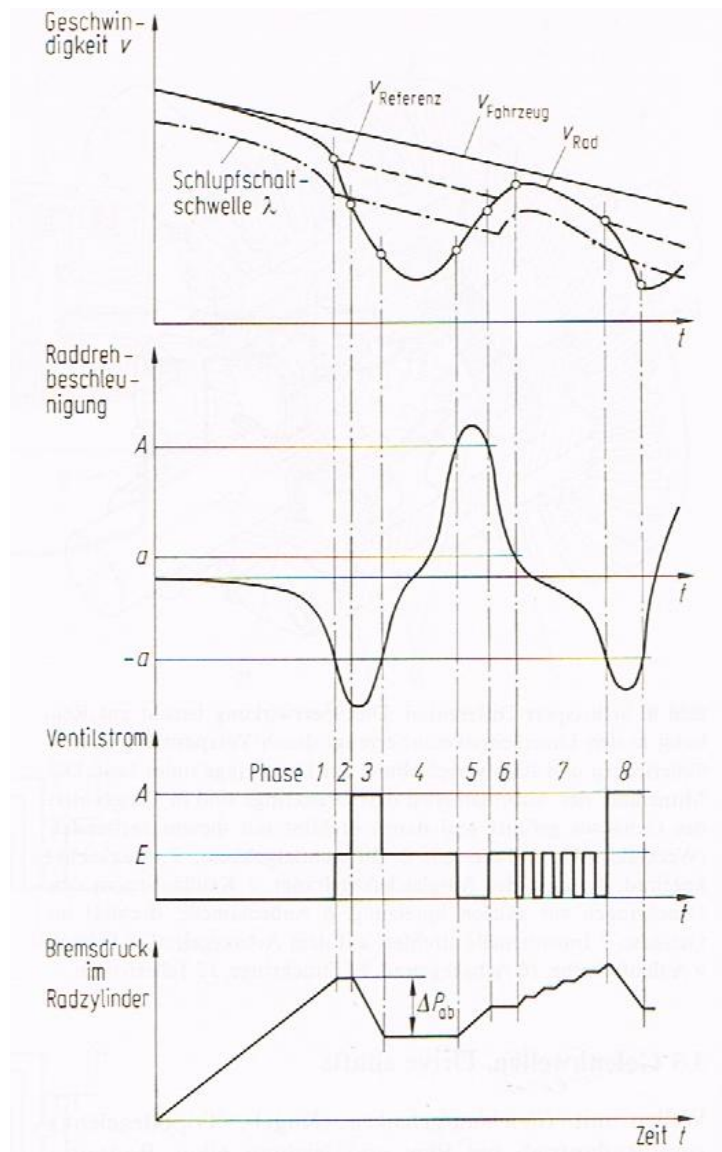
Arbeitsbereich zwischen 8 und 30 % Drehzahldifferenz (Schlupf)  
Arbeitsgeschwindigkeit (typisch) 10 Hz



## 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)

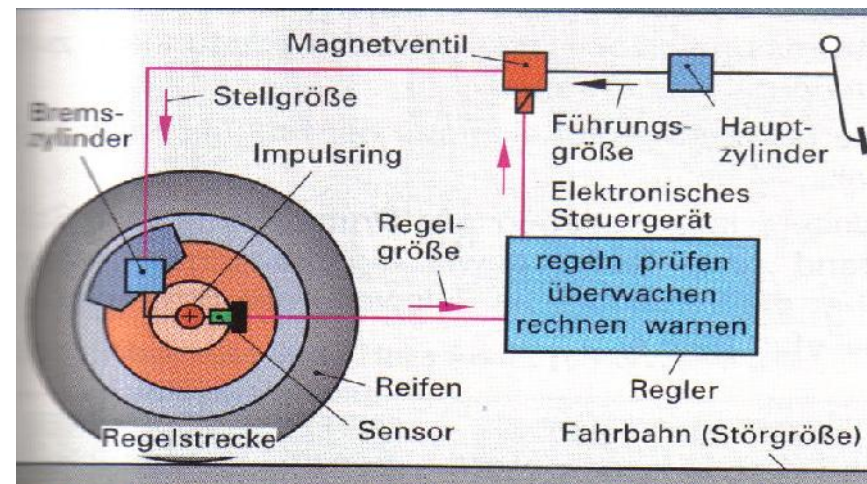
Bei einer normalen Bremsung laufen eine von der Vorderachse angetriebene Antriebswelle und ein mit der Antriebswelle verbundenes Schwungrad im SCS-Aggregat synchron.

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

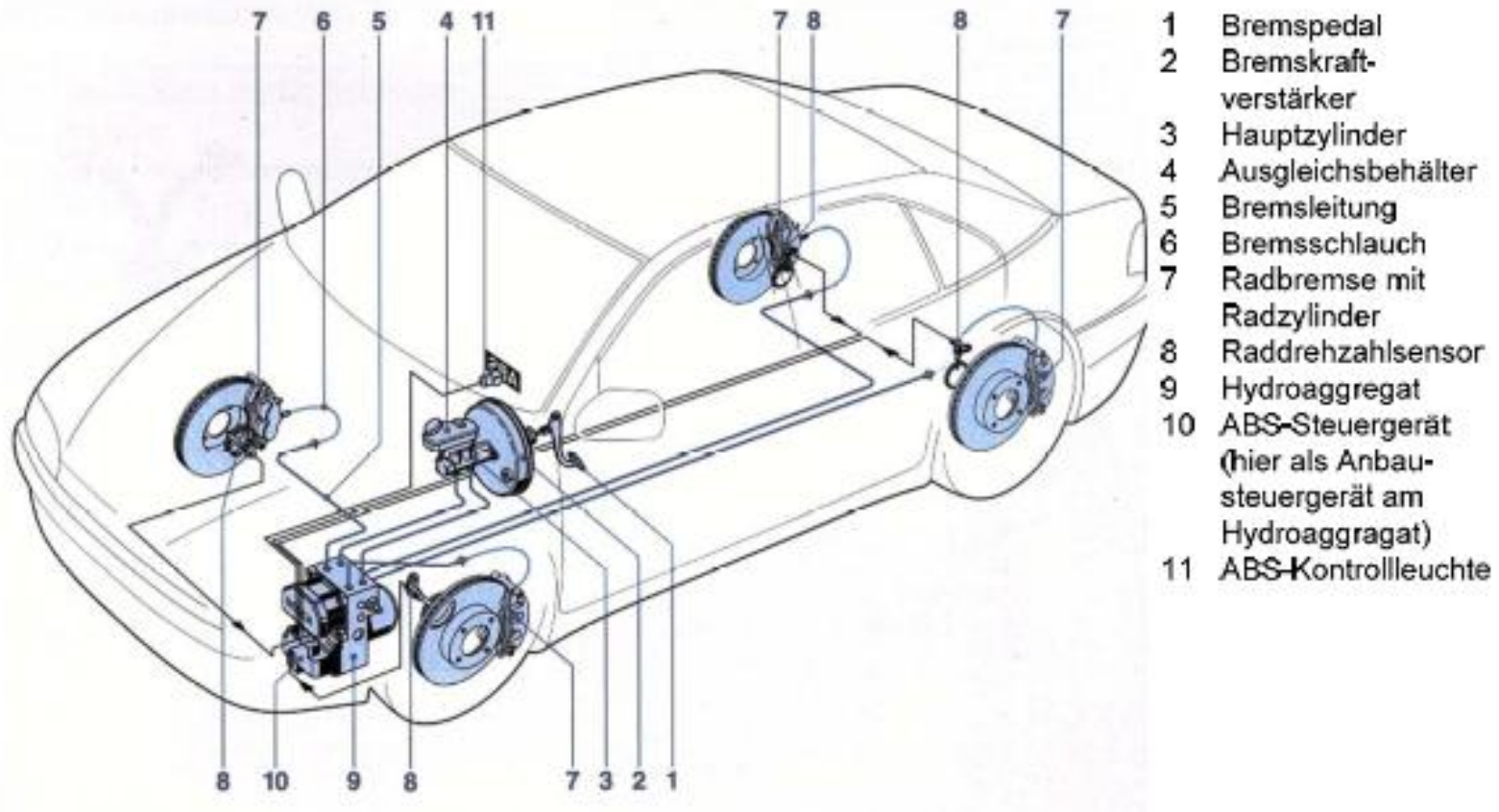
warum

aktueller Reibwert

## Systemübersicht

## Anti-Blockier-System

Technische Lösung

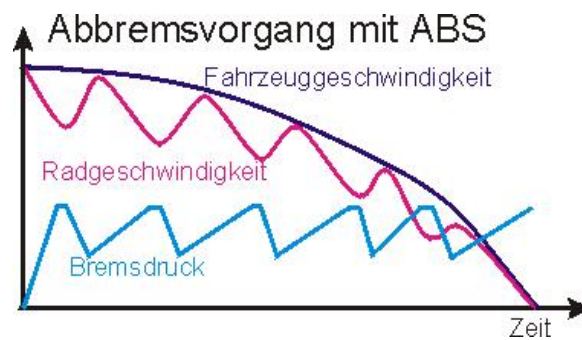
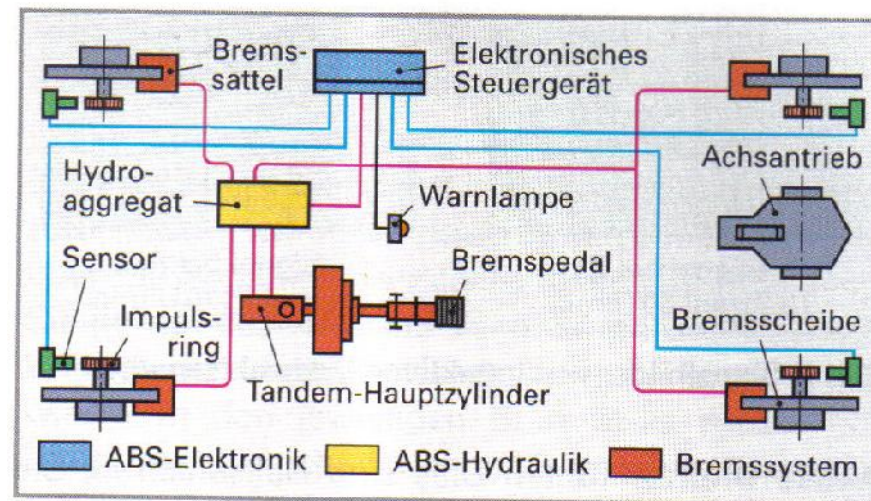




# Anti-Blockier-System

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  $\mu$

### SLR – Select-Low-Regelung

Hier bestimmt das Rad mit geringstem  $\mu$  den Bremsdruck ->  
kein Giermoment durch seitenverschiedenes  $\mu$

### 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 Sensorensignale aus  
Steuert die Magnetventile an  
Führt Eigendiagnose durch

### Warnleuchte

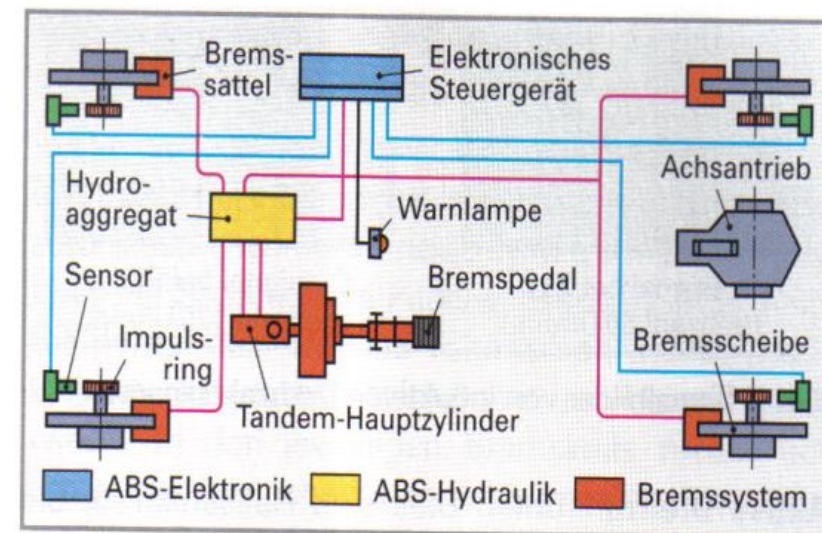
Zeigt Betriebsbereitschaft

### Hydroaggregat

Enthält Magnetventile, Speicher und Pumpe

### Radsensor(en)

Passive oder aktive Drehzahlsensoren



## Anti-Blockier-System

Technische Lösung

### Bauelemente der ABS-Regelung

### Radsensor(en)

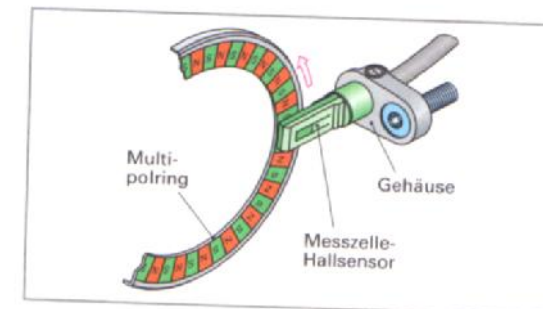
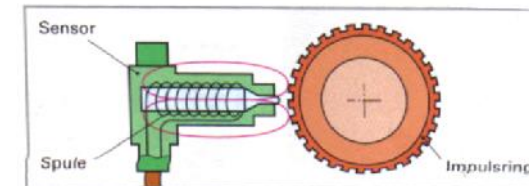
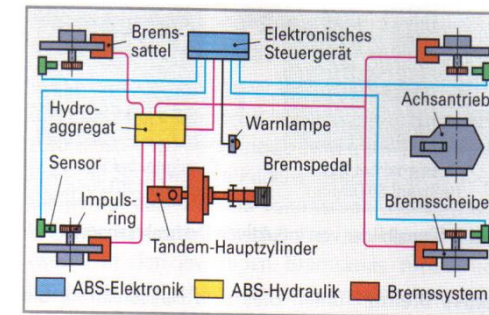
Passive oder aktive Drehzahlsensoren

#### Passive Radsensoren

arbeitet induktiv, keine Spannungsversorgung  
daher passiv

#### Aktive Radsensoren

Hall-Sensor, Multipolring

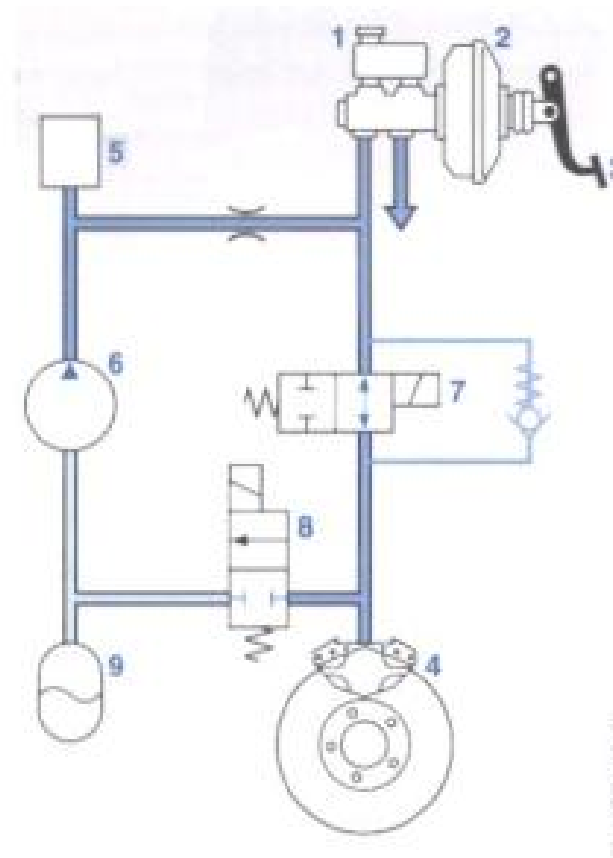


## Anti-Blockier-System

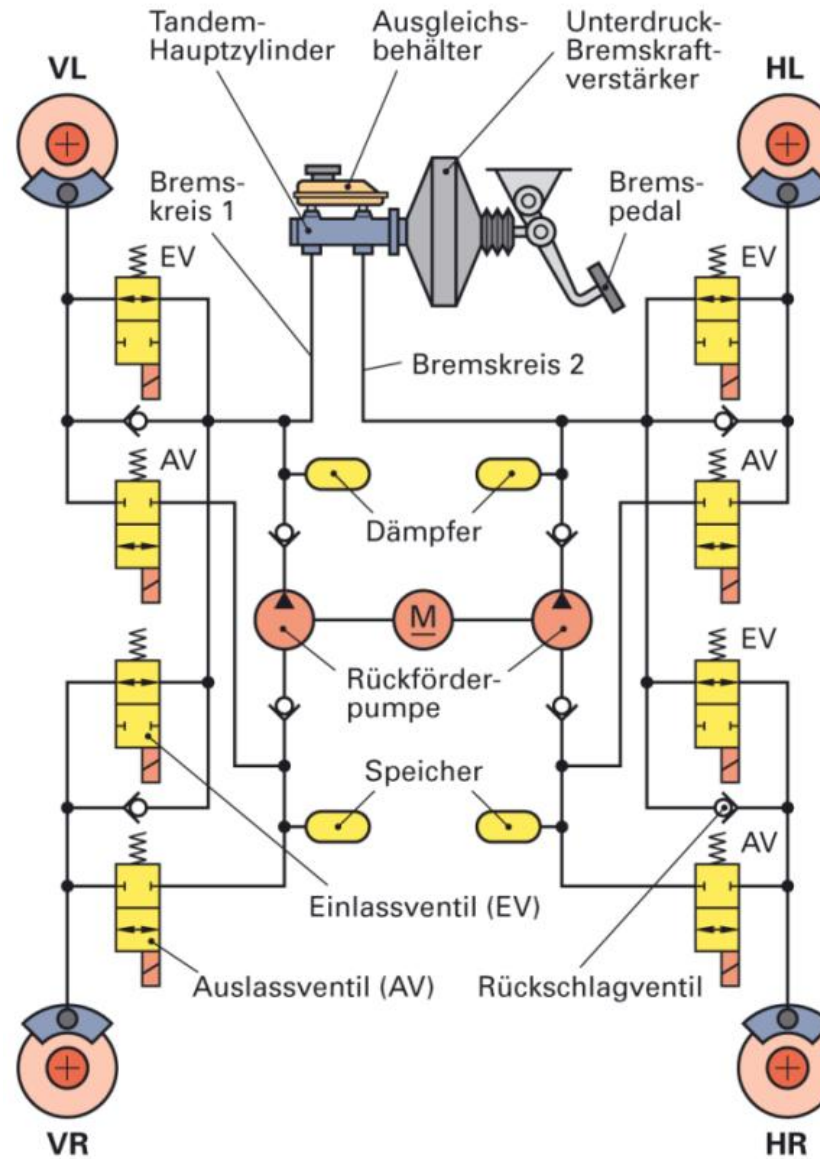
ABS in der Werkstatt

### ABS-Regelung

Geschlossener Kreis  
2/2 Magnetventile mit  
Federrückstellung



ABS-Regelung  
Geschlossener Kreis  
2/2 Magnetventile

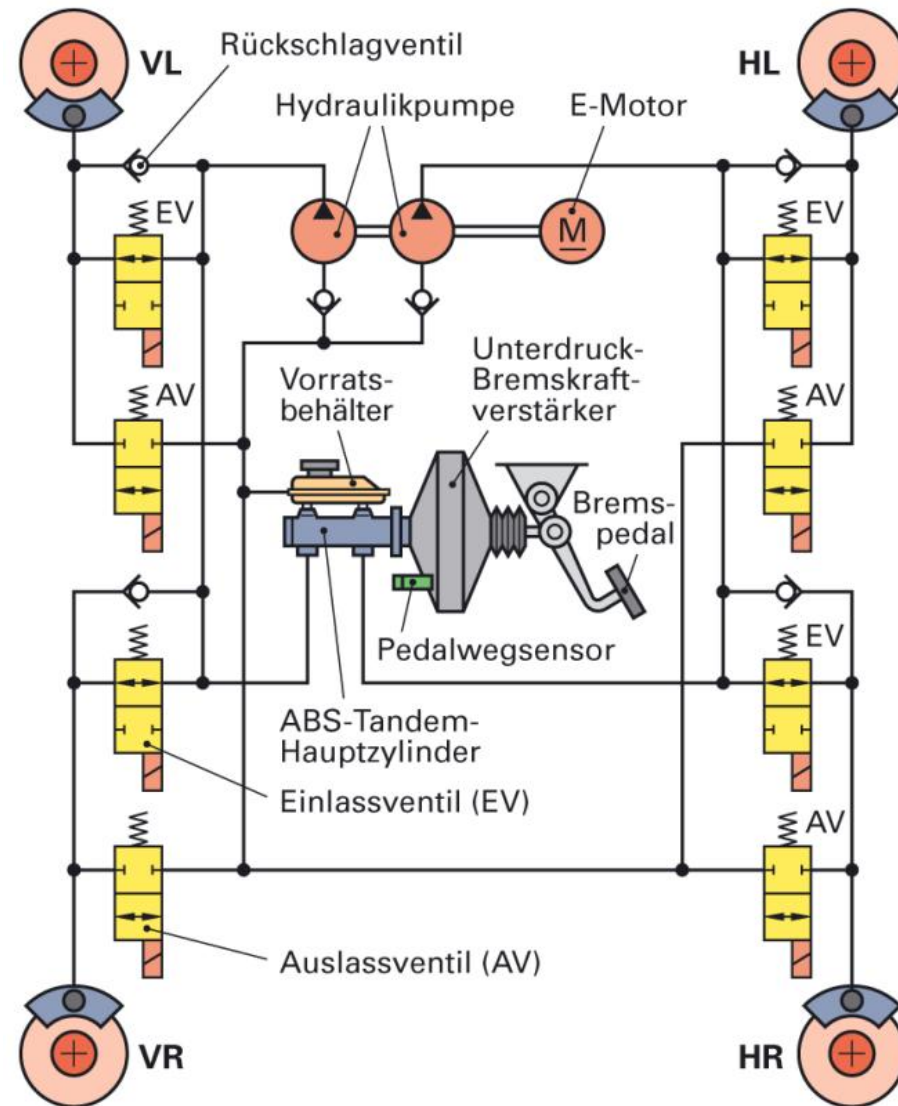


## Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt



ABS-Regelung  
Offener Kreis



## Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

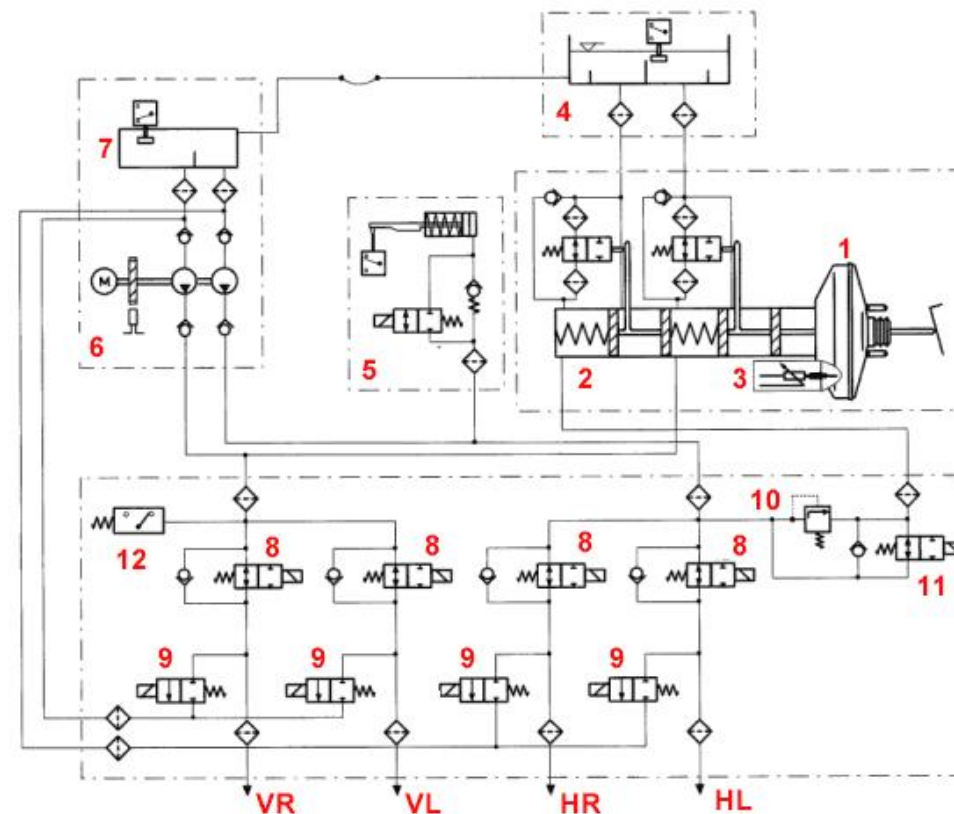
Abgebildet ist ein Hydraulikschaltplan für ein heckgetriebenes Fahrzeug mit Schwarz/Weiß-Bremskreisaufteilung.

Frontgetriebene Fahrzeuge mit diagonaler Bremskreisaufteilung haben 2 ASR-Trennventile.

## Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt

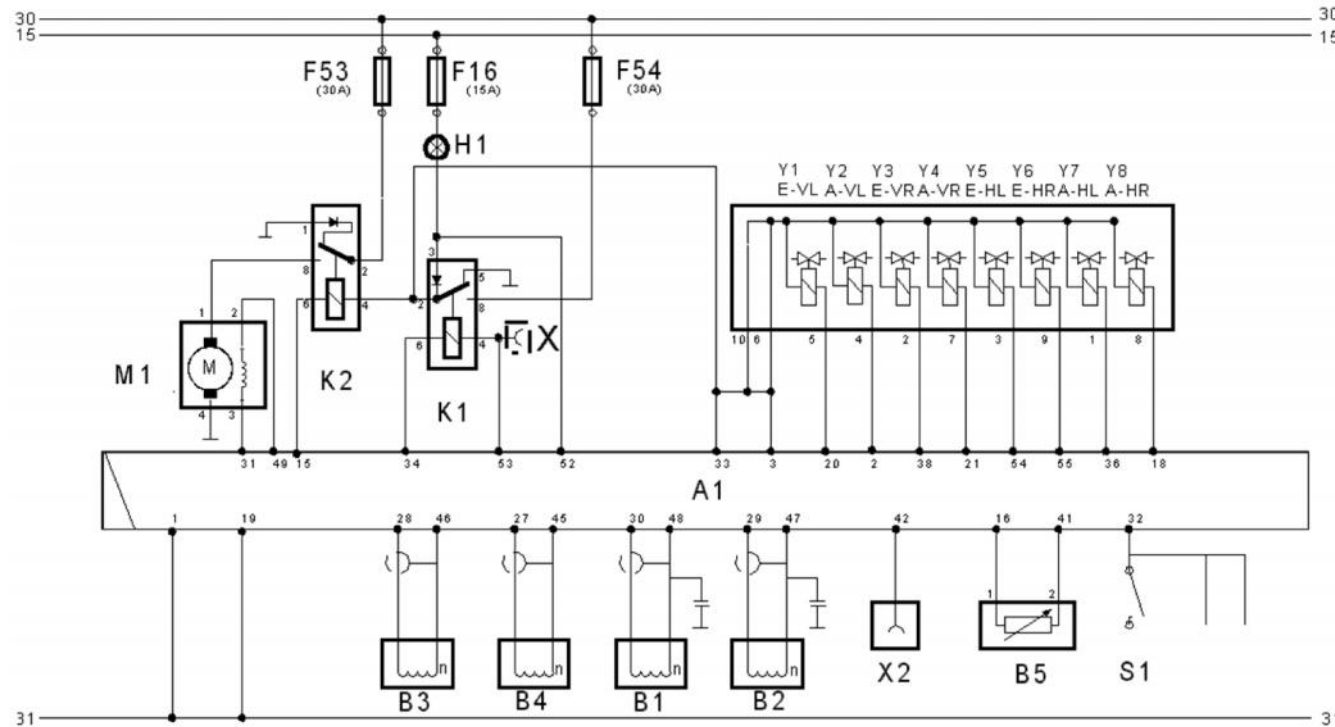
- 1 Bremskraftverstärker
- 2 Hauptbremszylinder
- 3 Bremspedalwertgeber
- 4 Ausgleichsbehälter mit Warnkontakt  
Bremsflüssigkeitsstand
- 5 Druckspeicher mit Trennventil  
(Bei EDS-Systemen nicht vorhanden)
- 6 Hydraulikpumpe
- 7 Reservebehälter
- 8 Einlaßventile
- 9 Auslaßventile
- 10 Druckbegrenzungsventil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



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

## Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt



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

Y1 Einlaßventil vorne links

Y2 Auslaßventil vorne links

Y3 Einlaßventil vorne rechts

Y4 Auslaßventil vorne rechts

Y5 Einlaßventil hinten links

Y6 Einlaßventil hinten rechts

Y7 Auslaßventil hinten links

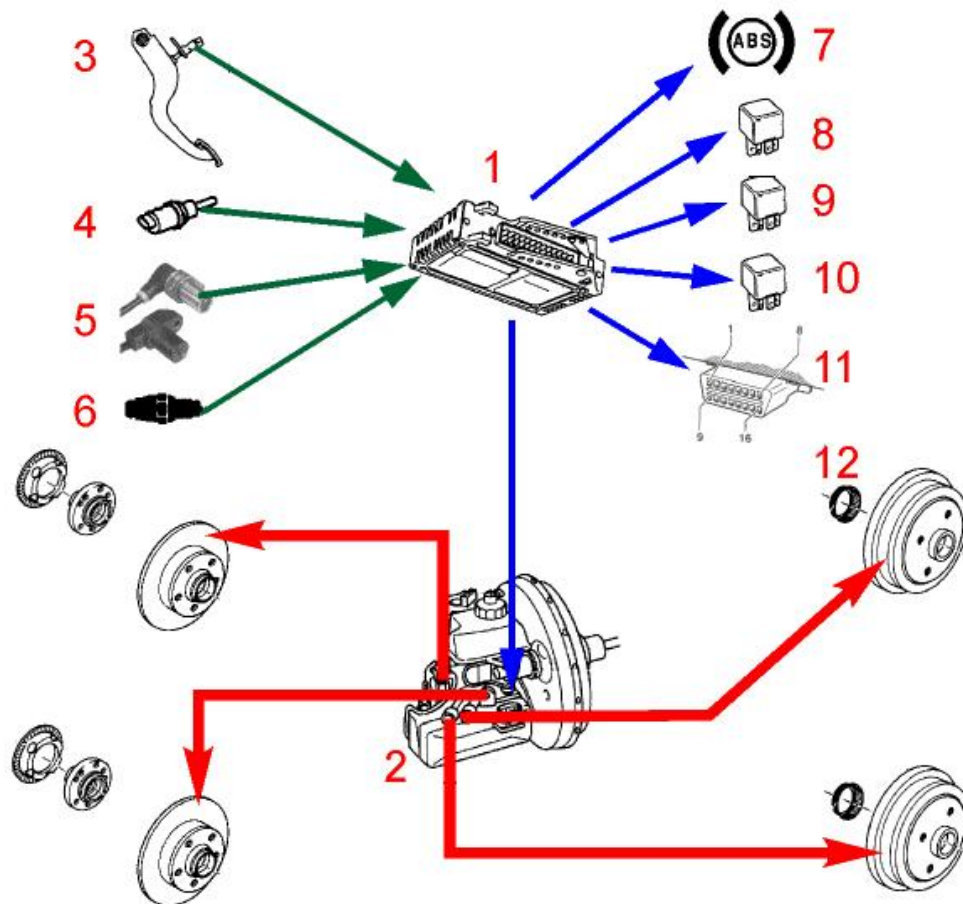
Y8 Auslaßventil hinten rechts

X X-Kontakt vom Zündschloßrelais

X2 Diagnoseanschluß

# Anti-Blockier-System

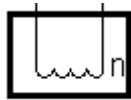
ABS in der Werkstatt



- |   |                       |    |                 |
|---|-----------------------|----|-----------------|
| 1 | ABS/ASR-Steuergerät   | 7  | ABS-Lampe       |
| 2 | Hydraulikeinheit      | 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

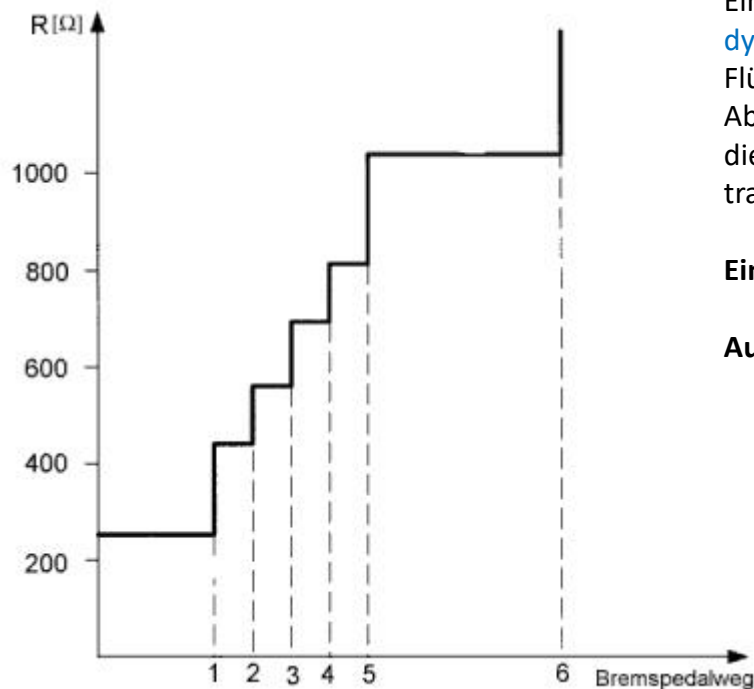
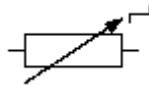


Die Raddrehzahlsensoren liefern dem ABS-Steuergerät ein drehzahlabhängiges Spannungssignal. Die Spannungsamplitude beträgt je nach Drehzahl und je nach Abstand des Drehzahlsensors zum Impulsgeberrad 60mV bis zu 1V.

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-Bremung zu verhindern.

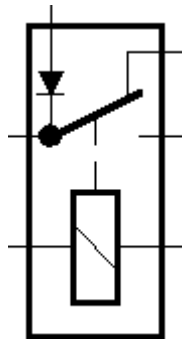
Ein solcher Geber ist nur bei Systemen notwendig, die nach dem [dynamischen Einströmprinzip](#) arbeiten. Wird beim Druckabbau Flüssigkeit in den Bremsflüssigkeitsbehälter abgelassen, wird in Abhängigkeit des Bremspedalwegs die Hydraulikpumpe eingeschaltet, die Bremsflüssigkeit zurück in den unter Druck 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)!



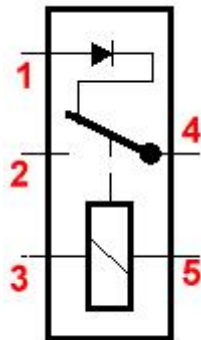
## Anti-Blockier-System

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.



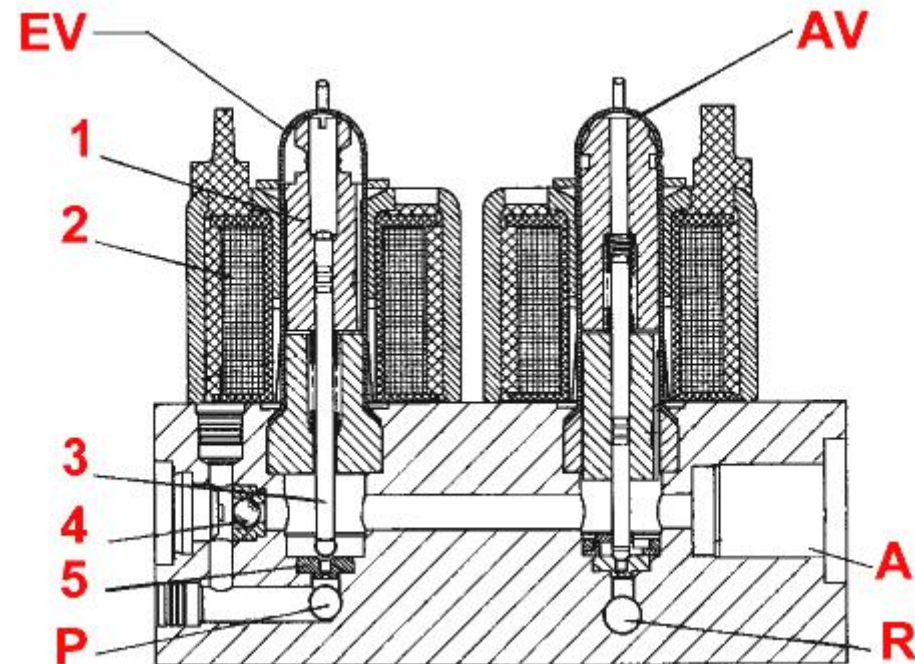
- 1 Masse
- 2 Arbeitskreis: Ausgang Hydraulikpumpe
- 3 Steuerkreis: Masse über Steuergerät
- 4 Arbeitskreis: Eingang (Klemme 15)
- 5 Steuerkreis: Spannungsversorgung über Hauptrelais

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

# Anti-Blockier-System

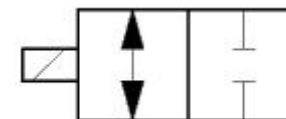
ABS in der Werkstatt

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



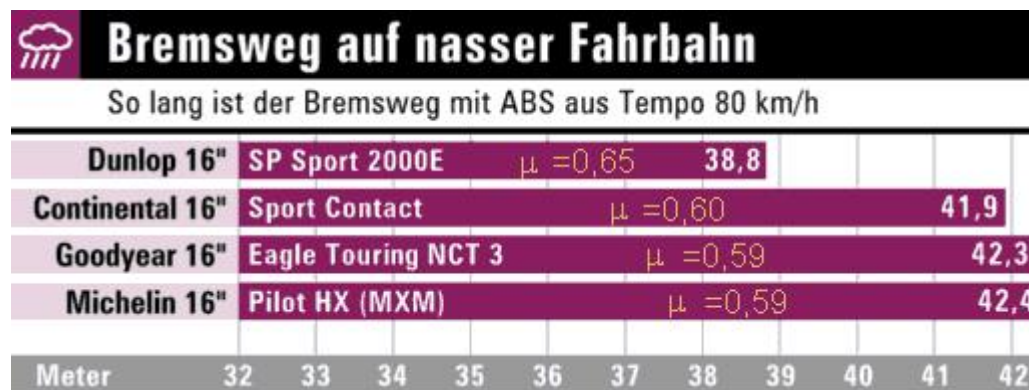
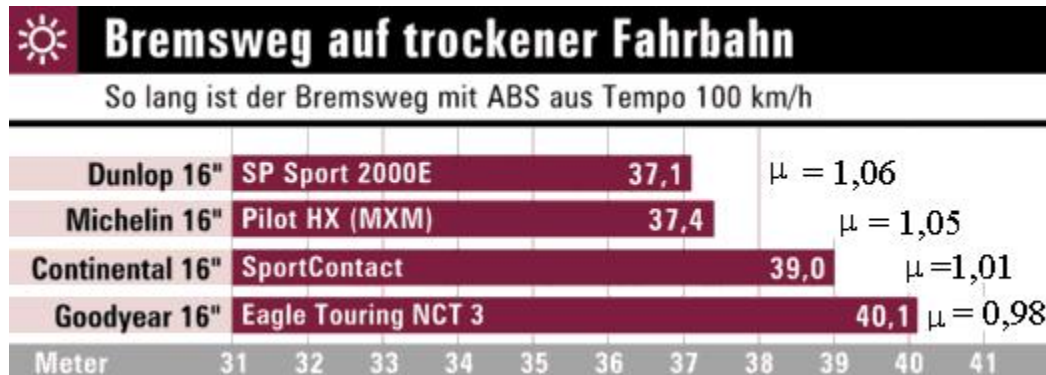
Die Hydraulikventile sind elektrisch betätigte 2/2-Wegeventile. In der Bezeichnung gibt die erste Zahl die Anzahl der Anschlüsse, die zweite Zahl die Anzahl der Schaltstellungen an.

In Hydraulikschaltplänen werden die Ventile immer in Ausgangsstellung gezeichnet.



## Anti-Blockier-System

ABS in der Werkstatt



## 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

Gierratensensor

Ist-Winkelgeschwindigkeit um die  
Hochachse

## ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

### **Grundsätzliche Funktionsweise**

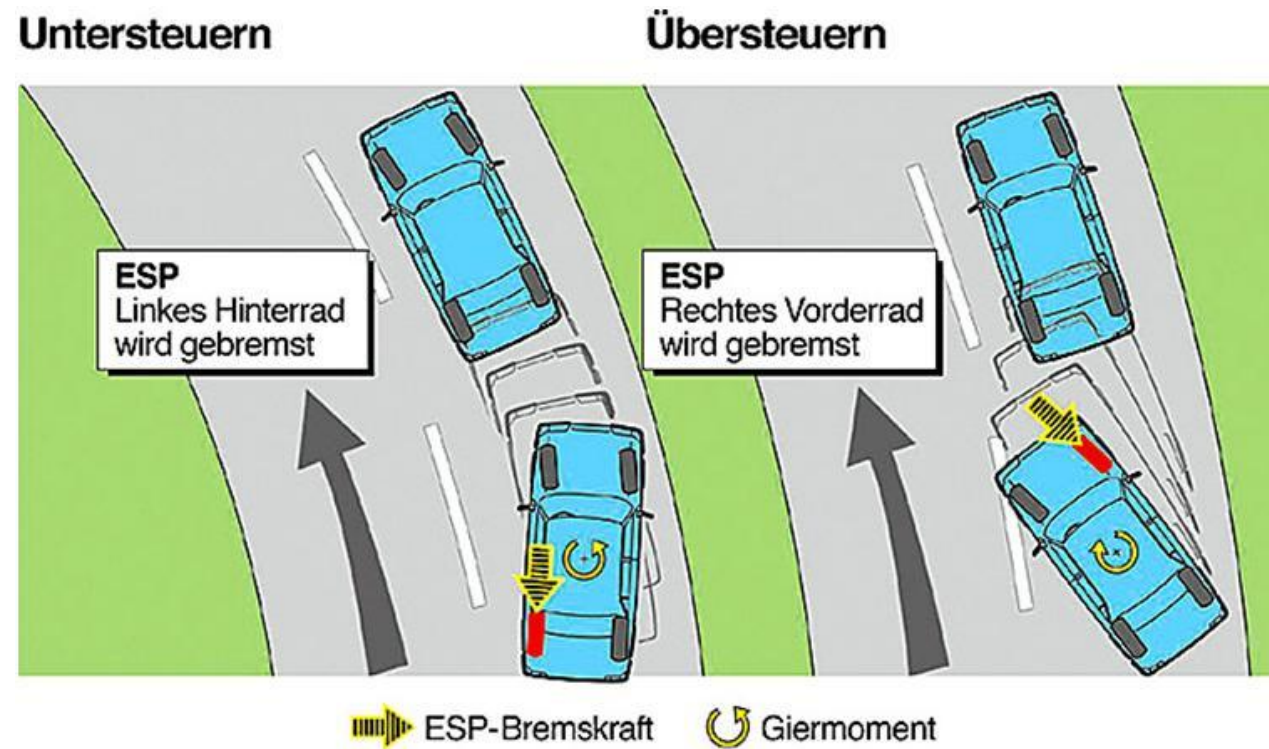
Beschleunigungssensor  
(Bei neueren Systemen)

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



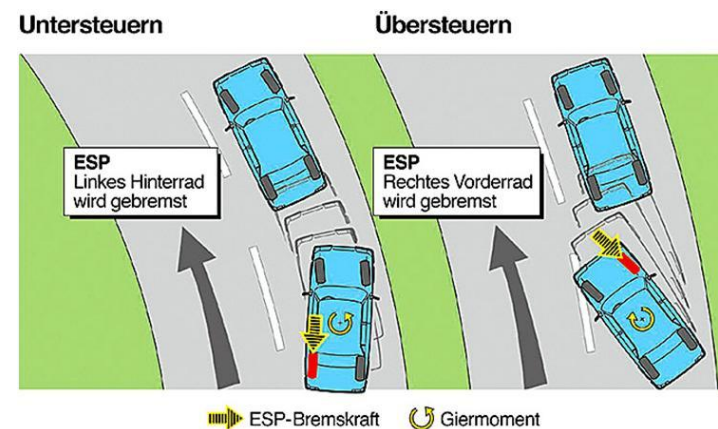
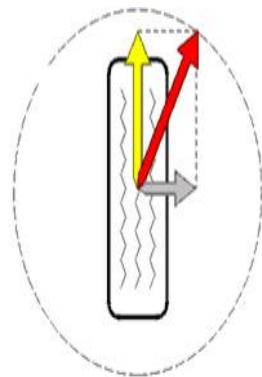
## ESP elektronisches Stabilitätsprogramm

### 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  
Überschlagverhinderer  
Anhängerstabilisierung  
Fadingkompensator  
Berganfahrhilfe  
Schleppmoment-Regelung

Vorbefüllung Bremsanlage bei heftigem Gaswechsel  
Abbremsen einzelner Räder  
Verhinderung des „Aufschaukelns“  
höherer Bremsdruck bei gleicher Pedalkraft  
Neigungswinkel, Halten des Fahrzeugs  
Haftungsabriss bei Gaswechsel

## Mechanik

### Fahrwerk

Radaufhängung

Geometrie

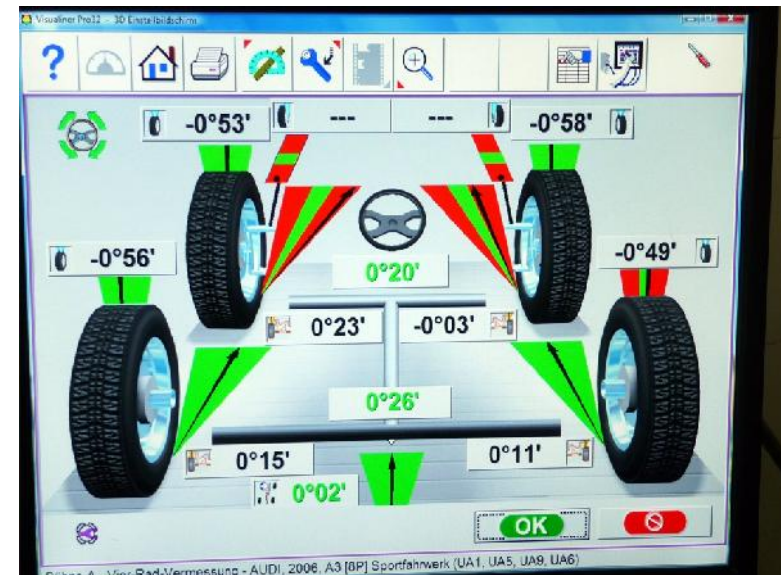
Konstruktionsprinzipien



Mechanik  
Fahrwerk  
Radaufhängung

Geometrie

Radsturz  
Spur  
Vorspur  
Symetrieachse  
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,,.

