

Der Fahrer muss sein Fahrzeug nicht nur in Bewegung setzen können, er muss es auch abbremsen oder zum Stillstand bringen können, wenn es die Verkehrssituation erfordert. Die Bremsanlage ist deshalb ein wichtiges Fahrsicherheitssystem, ohne das der Fahrzeugbetrieb überhaupt nicht möglich wäre.

Die Bremsanlage wurde im Lauf der Automobilgeschichte ständig weiterentwickelt. Hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten, die mit den Fortschritten in der Motortechnik und durch verbesserte Fahrwerke möglich wurden, verlangten auch eine Anpassung der Bremsanlage. Ein Meilenstein in der Bremsenentwicklung war die Einführung des Antiblockiersystems ABS. Damit hielt die Elektronik Einzug in die Bremsanlage.

In dieser Technischen Unterrichtung erfahren Sie, welche Komponenten beim Bremsvorgang benötigt werden, wie sie aufgebaut sind und wie sie zusammenspielen. Außerdem ist beschrieben, wie konventionelle Bremsanlagen funktionieren und wodurch sich die verschiedenen, durch elektronische Komponenten gesteuerten komplexen Bremssysteme auszeichnen.

## Elektrohydraulische Bremse SBC

Die Elektrohydraulische Bremse SBC (Sensotronic Brake Control) vereint die Funktionen des Bremskraftverstärkers, und der ABS-Aggregate (Antiblockiersystem) einschließlich der ESP-Funktionalität (Elektronisches Stabilitäts-Programm). Die mechanischen Betätigungen des Bremspedals werden von der Betätigungseinheit über elektronische Sensoren redundant erfasst und an das Steuergerät gesendet. Hier werden nach bestimmten Algorithmen Steuerbefehle errechnet, die in der Hydraulikeinheit zu Druckmodulationen für die Radbremsen umgewandelt werden.

Unter Nutzung seiner „brake by wire“-Eigenschaft kann SBC die Bremsdrücke in den Radzylindern unabhängig vom Fahrereinfluss regeln. Hierdurch können Funktionen, die noch über das ABS (Antiblockiersystem), ASR (Antriebsschlupfregelung) und ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm) hinausgehen, realisiert werden. Ein Beispiel ist der komfortable Bremseneingriff für ACC (Adaptive Cruise Control).

SBC ist ein elektronisches Regelsystem mit hydraulischer Aktorik. Sie ersetzt den Bremskraftverstärker und das Bremskraft-Modulationssystem konventioneller hydraulischer ABS-Bremssysteme. Die Bremskraftverteilung geschieht elektronisch in Abhängigkeit von der Fahrsituation. Andere Bremskräfte, die durch den Motor, den Generator, den Kompressor der Klimaanlage oder den Luftwiderstand entstehen, lassen sich bei der Bremskraftregelung einbeziehen. Unterdruck für die Bremskraftverstärkung ist nicht mehr notwendig.

Die Eigendiagnose ermöglicht eine Frühwarnfunktion zur Erkennung möglicher Fehler der Anlage.

SBC lässt sich an hydraulische Standard-Radbremsen anpassen und kann mit Fahrzeugführungssystemen, wie der adaptiven Geschwindigkeitsregelung ACC, vernetzt werden. Damit erfüllt SBC alle Anforderungen an zukünftige Bremssysteme.

### Aufgabe

Die Elektrohydraulische Bremse hat wie die konventionelle Bremse die Aufgabe,

- die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu verringern,
- das Fahrzeug zum Stillstand zu bringen oder
- das Fahrzeug im Stillstand zu halten.

Sie übernimmt als aktives Bremssystem die

- Bremsbetätigung,
- Bremskraftverstärkung und
- Bremskraftregelung.

Bei den meisten konventionellen Bremssystemen für Pkw wird die Bremskraft des Fahrers mittels Hebelübersetzung des Bremspedals mechanisch auf den Unterdruck-Bremskraftverstärker und dann verstärkt weiter auf den Hauptzylinder übertragen. Mit dem erzeugten Druck wird die gewünschte Bremswirkung an den einzelnen Radbremsen erzielt. Bei der Elektrohydraulischen Bremse ist diese rein mechanisch-hydraulische Wirkungskette unterbrochen. An deren Stelle treten

- Sensoren,
- ein Steuergerät mit Verbindung zu Raddruckmodulatoren und
- eine Druckversorgung.

Es besteht im Normalbetrieb keine mechanische Verbindung zwischen dem Bremspedal und der Radbremse. Hierfür hat sich auch der Begriff „brake by wire“ eingebürgert.

SBC ermöglicht aufgrund seines Hochdruckspeichers eine sehr hohe Druckaufbaudynamik und bietet somit das Potenzial für kurze Bremswege bei hoher Fahrzeugstabilität. Druckmodulation und aktive Bremsung sind geräuschlos und ohne Rückwirkung auf das Bremspedal. SBC erfüllt damit auch gehobene Komfortwünsche.

Die Bremscharakteristik kann an die Fahrsituation adaptiert werden, z. B. durch „giftigeres“ Ansprechen bei sportlicher Fahrweise oder hoher Geschwindigkeit.

## Aufbau

Die Elektrohydraulische Bremse SBC besteht aus folgenden Komponenten:

- Betätigungseinheit (Bild 1, Pos. 6 und Bild 3, nächste Doppelseite),
- Sensoren (Bild 1, Pos. 1, 4 und 7),
- Wegbau-Steuergerät (3) und
- Hydroaggregat mit Anbausteuergerät (Bild 1, Pos. 5 und Bild 2, nächste Seite).

Diese Komponenten sind durch elektrische Steuer- und hydraulische Druckleitungen miteinander verbunden. Bild 1 zeigt, wo diese Komponenten im Kraftfahrzeug eingebaut sind.

Die Betätigungseinheit umfasst die Bauteile

- Betätigungsstange (Bild 3, Pos. 1),
- Pedalwegsensor (2),
- Pedalwegsimulator (5),
- Hauptzylinder (4) und
- Ausgleichsbehälter für die Hydraulik (3).

## Sensorik der SBC

Der Fahrerwunsch wird durch den redundanten Pedalwegsensor und einen Drucksensor erfasst. Drucksensoren erfassen den Speicherdruck sowie die Drücke der Radkreise. Zur Regelung der Fahrstabilität werden – wie in ESP – vier Raddrehzahlsensoren, ein Lenkwinkelsensor, ein Drehratesensor und ein Querschleunigungssensor benötigt.

In Bild 4 (nächste Doppelseite) sind die Komponenten des SBC als Blockbild dargestellt.

1 Einbaulage der SBC-Komponenten im Kraftfahrzeug

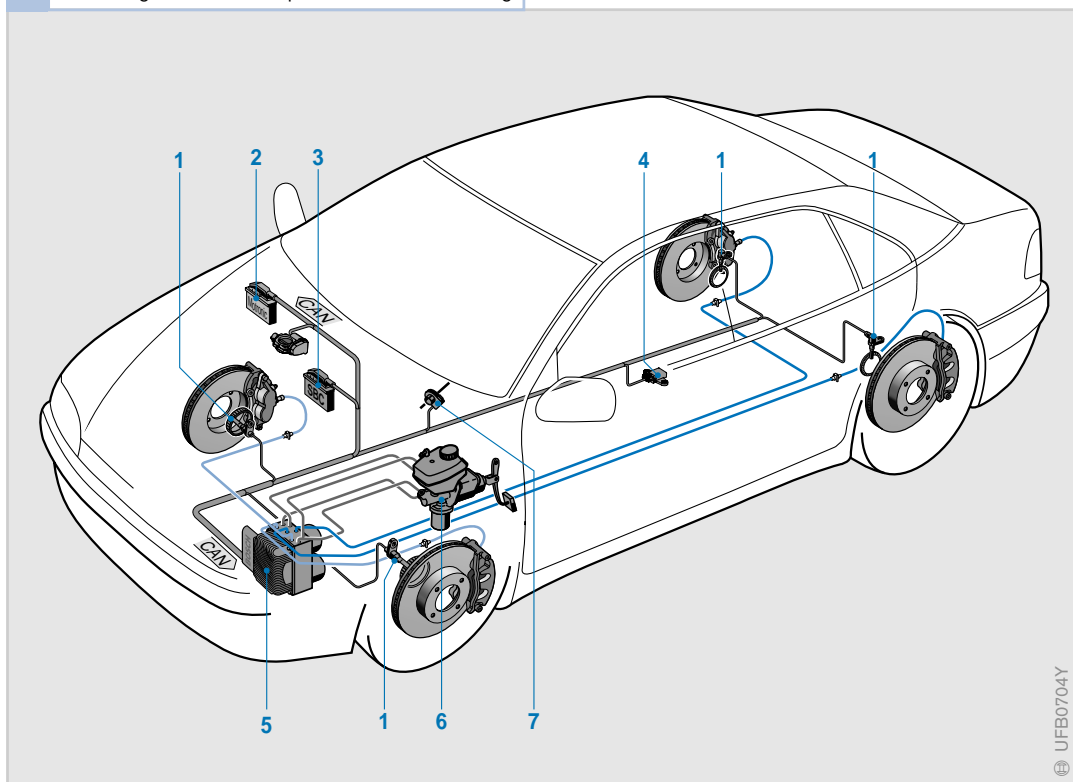


Bild 1

- 1 Aktiver Raddrehzahlsensor mit Drehrichtungssensierung
- 2 Steuergerät der Motorelektronik
- 3 SBC-Steuergerät
- 4 Drehrate- und Querschleunigungssensor
- 5 Hydroaggregat (für SBC, ABS, ASR, ESP) mit Anbausteuergerät
- 6 Betätigungseinheit mit Pedalwegsensor
- 7 Lenkwinkelsensor