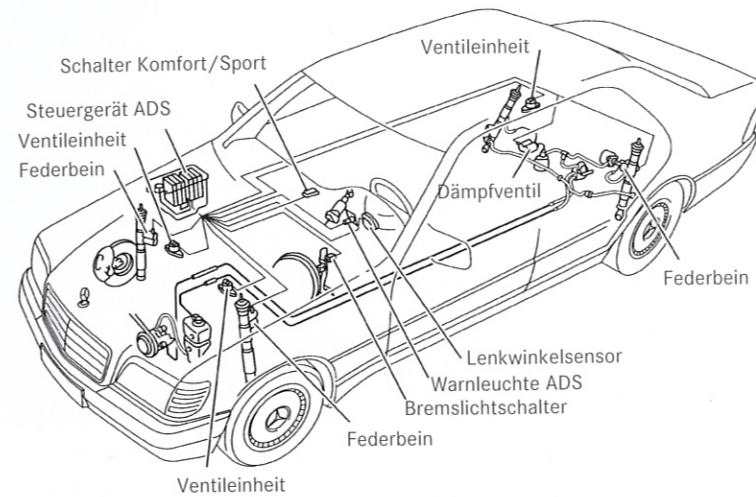


## Adaptives Dämpfungssystem (ADS II) mit Niveauregulierung an der Hinterachse

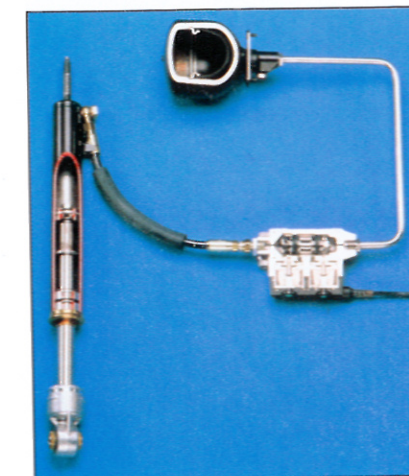


ADS II steigert den Komfort und erhöht bei hochdynamischen Fahrzuständen, wie beispielsweise bei einem Ausweichmanöver, die Fahrsicherheit.

### TECHNIKDETAILS

Wird die Dämpfungscharakteristik eines Stoßdämpfers festgelegt, muß sich der Konstrukteur entscheiden: Entweder in Richtung »weich« oder in Richtung »straff«. Die einmal gewählte Auslegung bestimmt das Dämpfungsverhalten. Aus Gründen der Fahrsicherheit werden bei der Auslegung die eher seltenen Betriebsbedingungen wie »hohe Zuladung«, »scharfe Fahrweise« und »schlechte Straßen« berücksichtigt, das heißt, im allgemeinen wird eine straffe Dämpfungseinstellung gewählt. Dadurch ist das Fahrzeug bei normaler Fahrweise und auf

Die Elektronik ermittelt die günstigste Dämpfereinstellung und gibt innerhalb weniger Millisekunden die Steuerbefehle an die vier Dämpfmodule für Vorder- und Hinterachse.



guten Straßen nicht ganz so komfortabel, wie es eigentlich möglich wäre.

Dämpfer mit veränderlicher Dämpfkraft bieten einen Ausweg aus diesem Zielkonflikt. Sie ermöglichen eine bessere Anpassung an unterschiedliche Fahrbahnzustände, Fahrweisen und Beladungszustände.

Das Adaptive-Dämpfungs-System ADS II von Mercedes-Benz ist ein vollautomatisch arbeitendes und elektronisch gesteuertes System, das die Stoßdämpferkraft an jedem Rad dem jeweiligen Bedarf anpaßt. Das heißt: Beladungszustand des Fahrzeugs, Straßenbeschaffenheit und Fahrweise werden automatisch bei der Dämpferkraftregulierung berücksichtigt.

Kombiniert mit ADS II ist die Hinterachs-Niveauregulierung, deren Funktionsweise im vorherigen Kapitel beschrieben wurde.

Neu am ADS II ist die Aufbauberuhigung mit Hilfe eines vorgegebenen Rechenverfahrens (Algorithmus): Berücksichtigt wird die Aufbaubewegung nach oben und nach unten sowie die Bewegung des Rades relativ zum Aufbau.

An jedem Rad wird einzeln und unabhängig voneinander die Dämpfung so gesteuert, daß die Dämpfkraft klein ist, wenn sie die Aufbaubewegung anfachen würde. Beispiel: Der Aufbau bewegt sich nach oben, und das Rad federt ein. Die Dämpfung ist wiederum groß, wenn sie die Aufbaubewegung bremsen würde. Beispiel: Aufbau bewegt sich nach oben, und das Rad federt aus.

Um den schnellen Wechsel zwischen Ein- und Ausfedern des Rades und die Umschaltung zwischen hart und weich realisieren zu können, wurden von Mercedes-Benz entsprechende Dämpfventile entwickelt, so daß bei der schnellen Richtungs- umkehr der Radbewegungen immer die »richtige

Dämpferkraft« zur Verfügung steht. Die Elektronik ermittelt die günstigste Dämpfereinstellung und gibt innerhalb von Millisekunden entsprechende Steuerbefehle an die Dämpfmodule, so daß immer mit der optimalen Dämpfung gefahren wird. ADS II arbeitet so schnell, daß die Fahrzeuginsassen nie den Eindruck eines zu schwach gedämpften Wagens haben.

Die ADS-Dämpfer und -Module enthalten 2 Schaltventile und 4 Dämpferkennlinien:

- Stufe 1:** Zug weich/Druck weich für komfortables Abrollen, kleine Aufbaubewegungen und geringe Längs- und Querschleunigungen.
- Stufe 2:** Zug weich/Druck hart, Aufbau bewegt sich nach unten.
- Stufe 3:** Zug hart/Druck hart; Aufbau bewegt sich nach oben.
- Stufe 4:** Zug hart/Druck hart. Zustand für erhöhte Fahrsicherheit bei Längs- und Querschleunigungen. Sicherer Zustand bei Systemausfall.

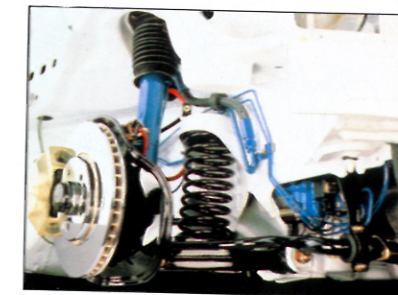
Bei geringen Aufbaubewegungen fährt das Fahrzeug in Stufe 1. Wird eine bestimmte Schwelle überschritten, schaltet das Steuergerät zwischen den Dämpfungsstufen 2 und 3 hin und her.

Zusätzlich zum komfortrelevanten Modus wird ein fahrsicherheitsoptimiertes Kennfeld überlagert, das bei Kurvenfahrt und Bremsvorgängen das Fahrzeug in Stufe 4 stabilisiert und die Radlastschwankungen minimiert.

Erkannt werden diese Fahrzustände über Signale vom Lenkwinkelsensor, dem ABS und dem Bremspedalschalter.

Hochdynamische Vorgänge wie Anreißen und Abbremsen des Fahrzeugs werden im Steuergerät besonders gewichtet, um dadurch die Stabilität des Fahrzeugs weiter zu erhöhen.

Der Nutzen des Systems wird vor allem daraus ersichtlich, daß in weit mehr als 50 % des Fahrbetriebs automatisch auf die weiche Dämpfungseinstellung geschaltet wird. Der dadurch gesteigerte Komfort wirkt der



Auch an der Vorderachse werden teiltragende Dämpferbeine mit Federspeicher verwendet.

Ermüdung auf langen Fahrstrecken entgegen. Bei schnellen Fahrmanövern ist wiederum sichergestellt, daß die Fahrsicherheit durch eine straffere Dämpfereinstellung erhöht wird.

Darüber hinaus kann der Fahrer über einen Schalter zwischen zwei Dämpfprogrammen wählen: »Komfort« und »Sport«. Das »Komfort«-Programm erfüllt größtmögliche Komfortoptimierung, wobei trotzdem das fahrdynamische Verhalten gegenüber der Standard-Dämpfung besser ist. Im »Sport«-Programm werden die härteren Dämpfungsstufen wesentlich

früher geschaltet. Das Ziel ist hierbei eine noch stärkere Aufbauberuhigung, und zwar auch schon bei weniger hochdynamischen Fahrzuständen (Beispiel: Spurwechsel).

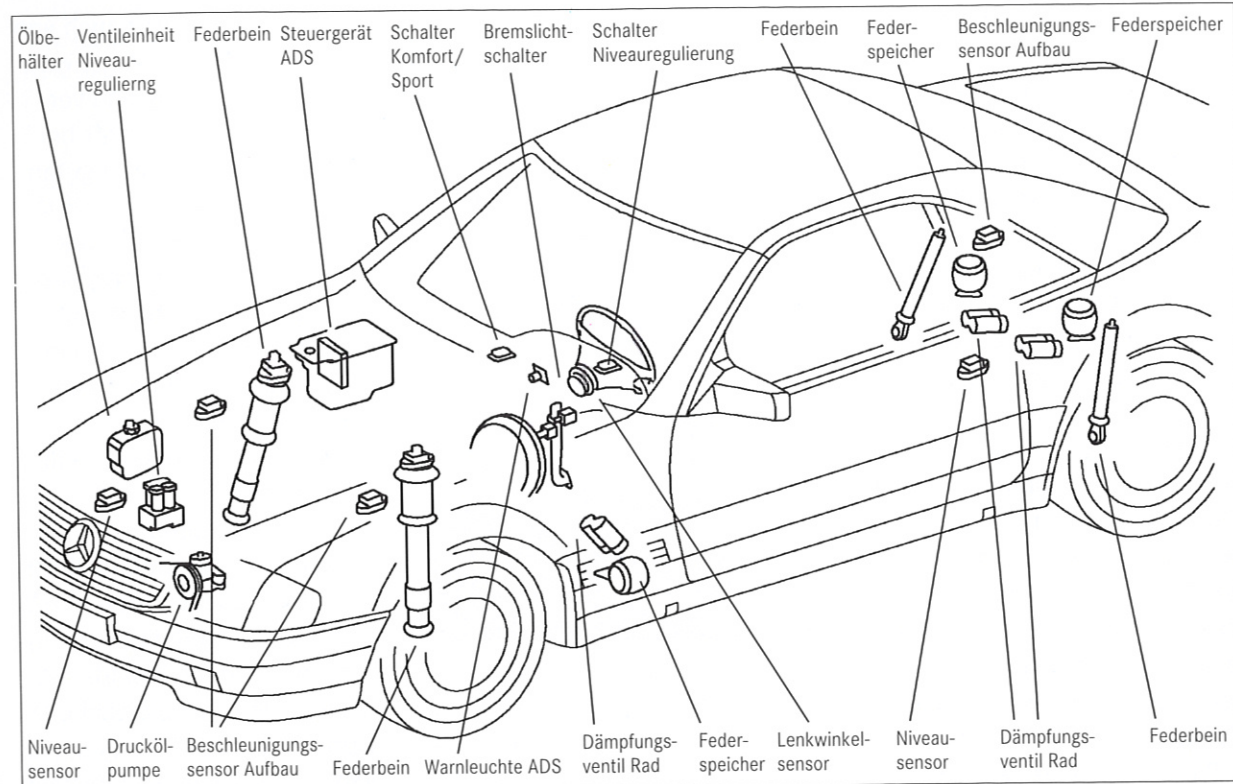
### PRODUKTVORTEILE

- Optimale Dämpfung auch von Wank- und Nickbewegungen.
- Geringe Dämpfung und verbesserter Abrollkomfort bei ruhiger Fahrweise und guten Straßenverhältnissen.
- Höhere Dämpfung mit verbessertem Schwingungsverhalten bei hoher Zuladung, bei Spurwechsel, bei schneller Fahrweise auf kurvenreicher Strecke und bei schlechten Fahrbahnverhältnissen.
- Wahlmöglichkeiten zwischen zwei Programmen: »Komfort« und »Sport«.
- Durch die extrem kurze Ansprechzeit (kleiner als 0,05 s) steht bei plötzlichen Fahrzustandsänderungen, wie zum Beispiel bei einem Ausweichmanöver, fast verzögerungsfrei die optimale harte Dämpferkennlinie zur Verfügung.
- Deutlich ruhigere Aufbaubewegungen.
- Stabilisierung des Fahrzustandes auch in kritischen Situationen ohne Komforteinbuße.



## Adaptives Dämpfungssystem (ADS II) an Vorder- und Hinterachse mit elektronischer Rundum-Niveauregulierung

tisch und unabhängig von der Beladung, nachdem der Motor gestartet wurde. Auch nach dem Ausschalten des Motors wird das einregulierte Niveau über einen längeren Zeitraum gehalten.



Mit der Rundum-Niveauregulierung und dem Adaptiven Dämpfungssystem ADS II wird ein Optimum an Fahrkomfort geboten.

### TECHNIKDETAILS

Bei der Niveauregulierung mit Adaptivem Dämpfungssystem, die in der SL-Klasse zum Einsatz kommt, werden zwei Techniken miteinander kombiniert: Die geschwindigkeitsabhängige Rundum-Niveauregulierung und das anpassungsfähige (adaptive) Dämpfungssystem (ADS II).

Hier wird die Niveaulage des Fahrzeugs durch Drehwinkelsensoren ermittelt. Die Meßwerte werden im Steuergerät ausgewertet. Entsprechend dieser Werte werden die Niveauventile angesteuert und das Niveau des Fahrzeugs einreguliert. Zusätzlich kann auch der Fahrer das Niveau des Fahrzeugs über einen Niveautaster beeinflussen.

Die elektronische Rundum-Niveauregulierung an Vorder- und Hinterachse erfolgt automa-

Zur Niveauregulierung werden anstelle von konventionellen Gasdruckstoßdämpfern und Schraubenfedern teiltragende Schraubenfedern sowie Dämpferbeine und Federspeicher an Vorder- und Hinterachse verwendet.

Die Federungselemente bestehen an Vorder- und Hinterachse aus insgesamt vier Federbeinen mit externen Federspeichern.

Der kugelförmige Federspeicher hat einen Öl- und Gasraum.

Die Last von Karosserie und Zuladung wird anteilmäßig von den Schraubenfedern und den hydropneumatischen Federungselementen getragen.

Wird das Fahrzeug durch Personen oder Gepäck »belastet«, wird Öl aus einem Vorratsbehälter zur Druckerhöhung in die hydropneumatischen Federungselemente gepumpt, das Niveau also ausgeglichen. Dabei wird die als Feder dienende Gasfüllung in den Federspeichern komprimiert. Bei Entlastung gelangt das Öl wieder in den Vorratsbehälter, die Gasfüllung entspannt.

Die Niveaueinstellung ist geschwindigkeitsabhängig und wird automatisch gesteuert. Darüber hinaus ist auch eine Niveauregulierung mit zwei erhöhten Niveaus möglich, die vom Fahrer über den Niveautaster angewählt werden können. Wählen kann der Fahrer zwischen einer Niveauerhöhung um 35 mm beziehungsweise 60 mm.

Der Verstellbereich von bis zu 60 mm gliedert sich in 4 Stufen:

- Normal-Fahrstellung
- abgesenkt um 15 mm

- bei manueller Vorwahl angehoben um 35 mm beziehungsweise 60 mm

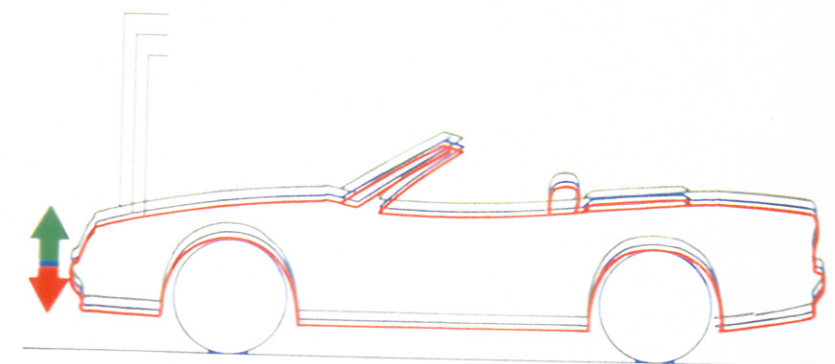
### ■ Normales Niveau

Das Fahrzeug steht und fährt mit dem normalen Niveau (Konstruktionslage). Bei Überschreiten einer Geschwindigkeit von 118 km/h wird es automatisch um 15 mm abgesenkt. Wird danach eine Geschwindigkeit von 110 km/h unterschritten, stellt sich das Fahrzeug automatisch wieder auf normales Niveau zurück.

### ■ Erhöhtes Niveau EN2 (+60 mm)

Das Fahrzeug steht und fährt mit 60 mm erhöhtem Niveau. Bei Überschreiten einer Geschwindigkeit von 25 km/h wird es automatisch um 25 mm abgesenkt; bei Überschreiten von 62 km/h wird es automatisch um weitere 35 mm auf Normalniveau abgesenkt. Wird danach eine Geschwindigkeit von 118 km/h überschritten, wird das Fahrzeug um weitere 15 mm abgesenkt.

Neben der automatischen, geschwindigkeitsabhängigen



Das Fahrzeugniveau wird ab einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 118 km/h automatisch abgesenkt. Zusätzlich kann der Fahrer zwei erhöhte Fahrzeugniveaus anwählen.

### ■ Erhöhtes Niveau EN1 (+35 mm)

Das Fahrzeug steht und fährt mit 35 mm erhöhtem Niveau. Bei Überschreiten einer Geschwindigkeit von 62 km/h wird es automatisch um 35 mm abgesenkt; bei Überschreiten von 118 km/h wird es automatisch um weitere 15 mm abgesenkt. Wird eine Geschwindigkeit von 110 km/h unterschritten, wird es auf normales Niveau zurückgestellt.

Niveau-Einstellung ist das Adaptive Dämpfungssystem (ADS II) die zweite wichtige Komponente des gesamten Systems. Die wesentlichen Bauelemente dieses Systems sind im ADS-Kapitel beschrieben.

In Abhängigkeit von der Qualität der Straße und dem Beladungszustand sowie der augenblicklichen Fahrweise



ermittelt die Elektronik die günstigste Dämpfereinstellung und gibt innerhalb von Millisekunden entsprechende Steuerbefehle an die Dämpfmodule, so daß immer mit optimaler Dämpfung gefahren wird.

ADS II arbeitet so schnell, daß die Fahrzeuginsassen nie den Eindruck eines zu schwach gedämpften Wagens haben.

Der Nutzen des Systems wird vor allem daraus ersichtlich, daß in weit mehr als 50 % des Fahrbetriebs automatisch auf die weiche Dämpfungseinstellung geschaltet wird. Der dadurch gesteigerte Komfort wirkt der Ermüdung auf langen Fahrstrecken entgegen. Bei schnellen Fahrmanövern ist wiederum sichergestellt, daß die Fahrsicherheit durch eine straffere Dämpfereinstellung erhöht wird.

Darüber hinaus kann der Fahrer über einen Schalter zwischen zwei Dämpfprogrammen wählen: »Komfort« und »Sport«.

Das »Komfort«-Programm erfüllt größtmögliche Komfortoptimierung, wobei trotzdem das fahrdynamische Verhalten gegenüber der Standard-Dämpfung besser ist.

Im »Sport«-Programm werden die härteren Dämpfungsstufen wesentlich früher geschaltet. Das Ziel ist hierbei eine noch stärkere Aufbauberuhigung, und zwar auch schon bei weniger hochdynamischen Fahrzuständen (Beispiel: Spurwechsel).

**PRODUKTVORTEILE**

- Durch weiche Federung und Dämpfung in der Grundein-

stellung wird in einem weiten Fahrbereich ein Optimum an Fahrkomfort geboten.

- Die automatische Dämpfungseinstellung bietet hohe Fahrstabilität bei Ausweichmanövern, bei hohen Geschwindigkeiten und bei forcierter Fahrweise.
- Verbesserte Fahrstabilität durch weniger Auftrieb bei hohen Geschwindigkeiten, tiefe Schwerpunktlage.
- Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs durch Verbesserung des  $c_W$ -Wertes bei abgesenkter Fahrzeughöhe.
- Immer gleichbleibende Scheinwerferleuchtweite.
- Störungen in der Steuerung des Systems haben keinen Einfluß auf die Fahrsicherheit. Tritt ein Fehler im System auf, bleibt – beziehungsweise geht – das Fahrzeug in Normallage, die Dämpfung wird hart.

**Die wichtigsten Merkmale der Traktionshilfen und des Fahrstabilitätsprogramms**

- **ETS:** Electronic-Traction-Support
- **ASR:** Antriebs-Schlupf-Regelung
- **ESP:** Electronic-Stability-Program

**ETS: Electronic Traction-Support**

**TECHNIKDETAILS**

Das elektronisch geregelte Traktionssystem ETS sorgt durch einen gezielten Bremseneingriff an den Antriebrädern beim Anfahren und Beschleunigen unter extremen Bedingungen, etwa bei einseitig glatter Fahrbahn, für ein Höchstmaß an Traktion.

Das elektronische Traktionssystem kontrolliert den Schlupf eines zum Durchdrehen neigenden Antriebsrads und reagiert ebenso blitzschnell wie individuell durch den sofortigen Aufbau und die unmittelbare Modulation des Bremsdrucks. Dadurch wird die maximal übertragbare Antriebskraft genutzt.

Bei beginnendem Durchdrehen eines Antriebsrades wird in der betreffenden Radbremse der Druck erhöht und das Rad automatisch abgebremst. Erreicht der Bremsdruck eine Höhe, die ein weiteres Ansteigen der Raddrehzahl verhindert, wird der Druck konstant gehalten. Nähert sich die Raddrehzahl dem optimalen Schlupf, wird der Bremsdruck wieder abgebaut. Das Rad bleibt also immer im Bereich optimaler Traktion. Das Abbremsen eines Rades wirkt sich beim Anfahren wie eine Differentialsperre aus.

Beim Anfahren kann dadurch das auf griffigem Untergrund stehende Rad das Antriebsmoment übertragen.

Auch wenn während der Fahrt ein Antriebsrad »durchdrehen will«, wird für mehr Richtungsstabilität durch Abbremsen des zum Durchdrehen neigenden Rades der Antriebsschlupf reduziert.

Die elektronische Traktionshilfe, der einseitige Bremseneingriff, kann schon beim Anfahren

Bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe sorgt eine Regelungslogik dafür, daß der Motor durch die ETS-Abbremsung nicht zum Stillstand kommt.

Der Bremsbelagverschleiß an der Hinterradbremse wird durch ETS-Bremseneingriffe nur unwesentlich beeinflusst.

Die ETS-Regelung wird abge-

bis zur Behebung des Fehlers beziehungsweise nach Unterschreiten der kritischen Bremsbelagtemperatur abgeschaltet.

**PRODUKTVORTEILE**

- Ermöglicht Anfahren auf Fahrbahnen mit stark unterschiedlichen Griffigkeiten und bei Glätte.



Das elektronisch geregelte Traktionssystem ETS wirkt beim Anfahren auf Fahrbahnen mit unterschiedlichen Griffigkeiten durch Abbremsen eines Rades wie eine Differentialsperre.

wirksam werden (der Bremseneingriff an beiden Antriebsrädern erfolgt erst ab 15 km/h). Sie schaltet sich bis zu einer Geschwindigkeit von 40 km/h automatisch zu und spätestens bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h ab.

schaltet, wenn aufgrund extrem langer Bremsregelung die Temperatur der Hinterradbremse eine kritische Bremsbelagtemperatur erreicht.

Eine blinkende Warnlampe zeigt dem Fahrer im Kombiinstrument an, daß ein Rad die Schlupfgrenze erreicht hat. Eine zusätzliche ETS-Kontrollleuchte leuchtet auf, wenn die ETS-Regelung nicht verfügbar ist, beispielsweise wenn die Bremsen überhitzt sind. In diesen Fällen bleibt das ETS-System

- Erhöht aktive Sicherheit.
- Verbessert Fahrstabilität bei Kurvenfahrt.
- Informiert Fahrer, wenn ein Antriebsrad die Schlupfgrenze erreicht hat.
- Informiert Fahrer über Störungen im System.
- Verhindert Abwürgen des Motors beim Anfahren bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe und aktivem ETS.