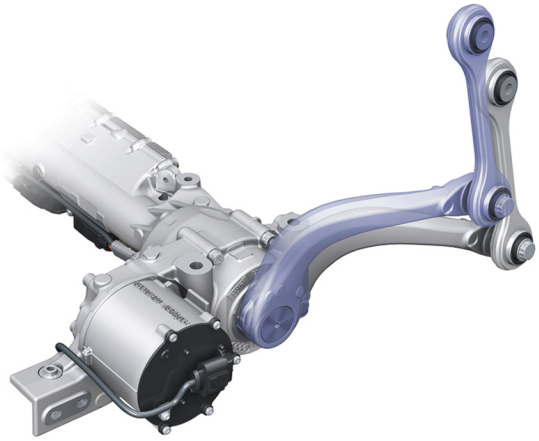




Aktivfahrwerk

Selbststudienprogramm SSP 677

Nur für den internen Gebrauch

Audi Service Training

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
Vorstellung 3
Fahrwerkskonzepte im Vergleich 3

Grundprinzip
Aufbau des Systems 9

Systemkomponenten
Aktuator für Fahrwerkstabilisierung 13
Elektromotor 14
Wellgetriebe 16
Steuergeräte für Fahrwerksstabilisierung 17
Steuergerät für Fahrwerk J775 19

Systemfunktionen
Basisfunktion 21
Zusatzfunktion PreView 22
Zusatzunktion Crashanhebung 25
Zusatzfunktion Komforteinstieg 27
Zusatzfunktion Kurvenneiger 27
Zusatzfunktion Helicopter 28

Bedienung und Service
Bedienung und Fahrerinformationen 30
Systemverhalten im Fehlerfall 30
Serviceumfänge 33

Das Selbststudienprogramm vermittelt Grundlagen zu Konstruktion und Funktion neuer Fahrzeugmodelle, neuen Fahrzeugkomponenten oder neuen Techniken.
Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden! Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Datenstand.
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.
Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.
Zu Begriffen, die *kursiv* und mit einem Pfeil ↗ gekennzeichnet sind, finden Sie eine Erklärung im Glossar am Ende dieses Selbststudienprogramms.


Hinweis


Verweis

Einleitung

Vorstellung

Im Audi SQ7 wurde mit der elektromechanischen Wankstabilisierung (eAWS) erstmals (bei Audi) ein System eingeführt, bei dem die Steifigkeit der konventionellen Stabilisatoren durch elektromechanische Stellglieder der jeweiligen Fahrsituation und dem Fahrerwunsch angepasst wird. Dadurch können variable Vertikalkräfte achsseitig und im Verhältnis der Achsen zueinander realisiert werden.

Mit dem Aktivfahrwerk kommt nun im Audi A8 ein System zum Einsatz, das eine konsequente Weiterentwicklung der elektromechanischen Wankstabilisierung darstellt.

Durch vier separate radseitige Aktuatoren können je Rad und Richtung unabhängige vertikale Kräfte zwischen Fahrzeugaufbau und Rädern gestellt werden. Dadurch ergeben sich völlig neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf Fahrdynamik, Fahr- und Einstiegskomfort sowie auf die passive Sicherheit.



677_001

Fahrwerkskonzepte im Vergleich

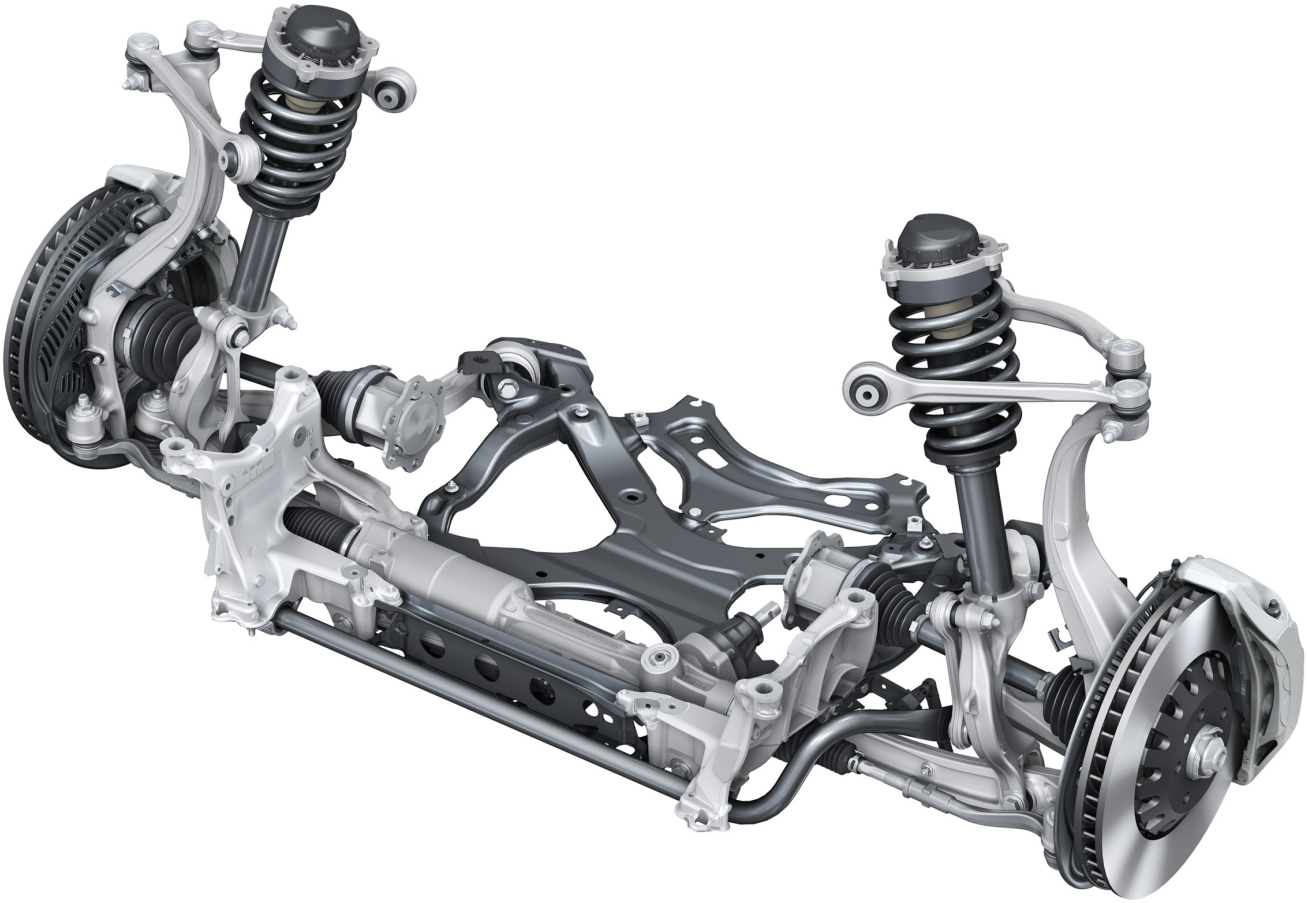
Konventionelle Fahrwerke

Federn, Dämpfer und Stabilisatoren von Achsen mit konventionellem Aufbau werden auf die speziellen Einsatzbedingungen des Fahrzeugs abgestimmt. Diese im Fahrbetrieb nicht veränderbare Abstimmung ist immer ein Kompromiss. Der Nutzungsbereich des Fahrzeugs ist begrenzt.

Hinzu kommt, dass auch zwischen der Komponentenauslegung nach fahrdynamischen und komfortrelevanten Aspekten ein Zielkonflikt besteht. Ein sportlich ausgelegtes Fahrwerk wird nicht den Komfort bieten können wie ein Fahrwerk mit komfortabler Auslegung.

Im Umkehrschluss wird man mit einem Fahrzeug mit komfortabler Fahrwerkauslegung nicht die Fahrdynamik realisieren können wie dies bei sportlicher Auslegung möglich ist. Ebenso wird durch das Verhältnis der fixen Stabilisatorsteifigkeiten von Vorder- und Hinterachse das Eigenlenkverhalten eines Fahrzeugs definiert. Das Fahrzeug wird je nach Auslegung der Stabilisatoren im Grenzbereich über- oder untersteuern oder sich annähernd neutral verhalten.

In der Entwicklungshistorie wurden zwar Federn mit progressiven Kennungen eingesetzt, sowie Dämpfer, deren Dämpfungsverhalten sich in Abhängigkeit vom Einfederweg ändert. Doch auch hier besteht keine Möglichkeit, auf äußere Bedingungen oder auf Fahrerwünsche durch gezielte Anpassung von Feder- und Dämpfungskräften zu reagieren.



677_002

Vorderachse eines konventionellen, ungeregelten Fahrwerks

Geregelte Fahrwerke

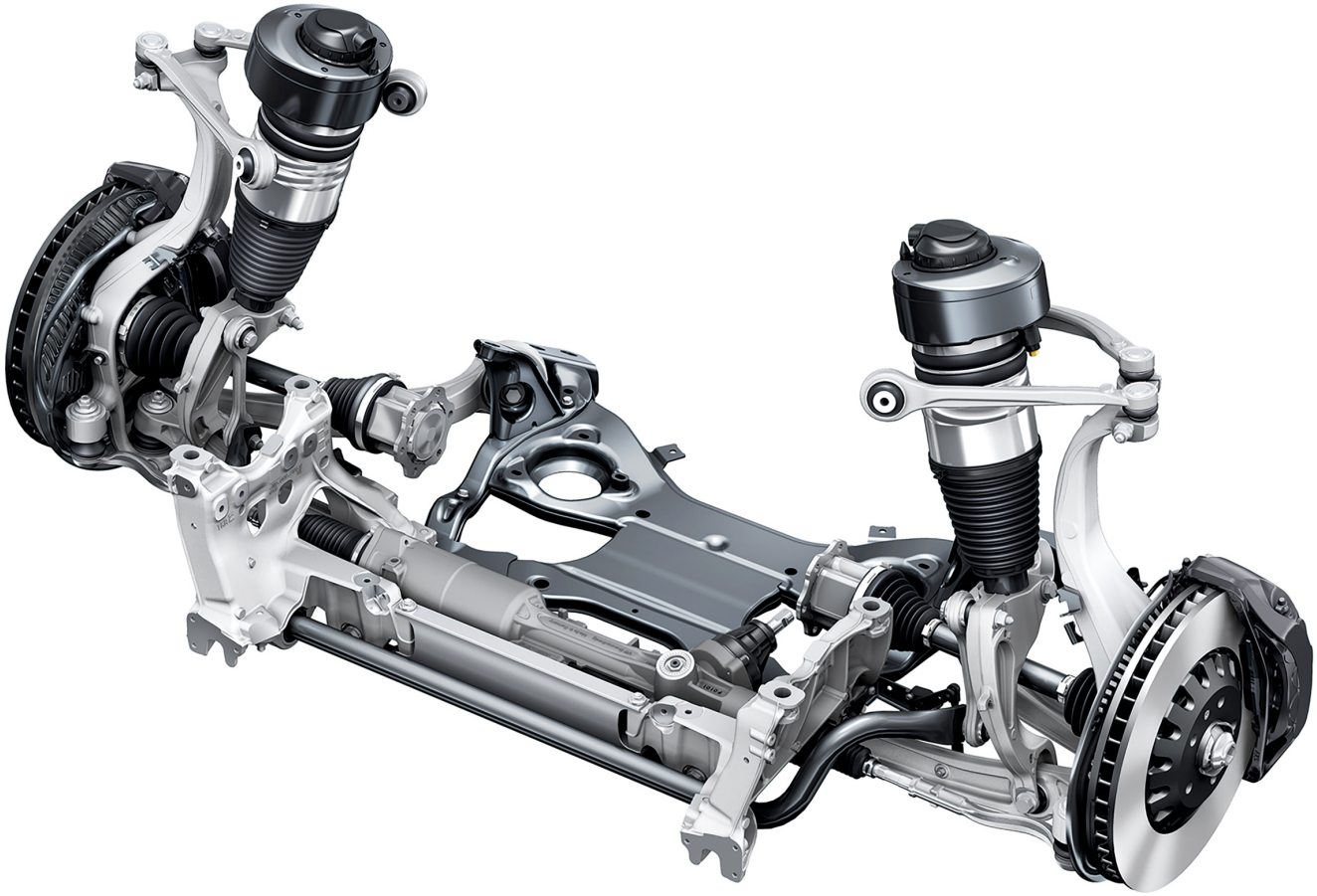
Um die Nachteile konventioneller Fahrwerke zu beseitigen, werden Dämpfer eingesetzt, deren Dämpfungsverhalten im Fahrbetrieb zu ändern bzw. zu regeln ist.

Der Einsatz von Luftfedern anstatt Stahlfedern ermöglicht zudem die Regelung des Fahrzeugniveaus. Durch entsprechende Sensoren werden fahrdynamische Größen wie Fahrzeuggeschwindigkeit, Beschleunigungen und Momente erfasst. Die Dämpfungskräfte werden in Abhängigkeit von den fahrdynamischen Verhältnissen situativ angepasst. Auch der Fahrer kann durch die Wahl bestimmter Fahrprogramme und somit durch Aktivierung bestimmter Kennfelder Einfluss nehmen und zwischen sportlichem, ausgewogenem und komfortablem Fahrverhalten wählen.

Entsprechende Fahrwerke der Audi Modelle sind mit elektronischer Dämpfungsregelung und Luftfederung (adaptive air suspension) ausgestattet.

Durch die Möglichkeit, das Luftvolumen in den Luftfedern zu ändern, können unterschiedliche Fahrzeugniveaulagen realisiert werden. Bei gleichbleibender Fahrzeugniveaulage verursachen Beladungsänderungen entsprechende Änderungen des Luftdruckes in den Luftfedern. Die Aufbaueigenfrequenz bleibt dadurch beladungsunabhängig nahezu konstant. Der Fahrer spürt so auch bei Beladungsänderungen keine wesentlichen Änderungen hinsichtlich Fahrkomfort und -dynamik.

Da Luft ein komprimierbares Medium ist und vom Förderbeginn der Pumpe bis zur messbaren Volumenerhöhung in der Luftfeder eine - wenn auch kurze - Zeitdauer vergeht, können Änderungen der Niveaulage bzw. Vertikalkraftänderungen nicht in Echtzeit erfolgen. Außerdem ist es nicht möglich, Kräfte in umgekehrter Richtung einzuleiten, also radseitig am Aufbau „zu ziehen“.



677_003

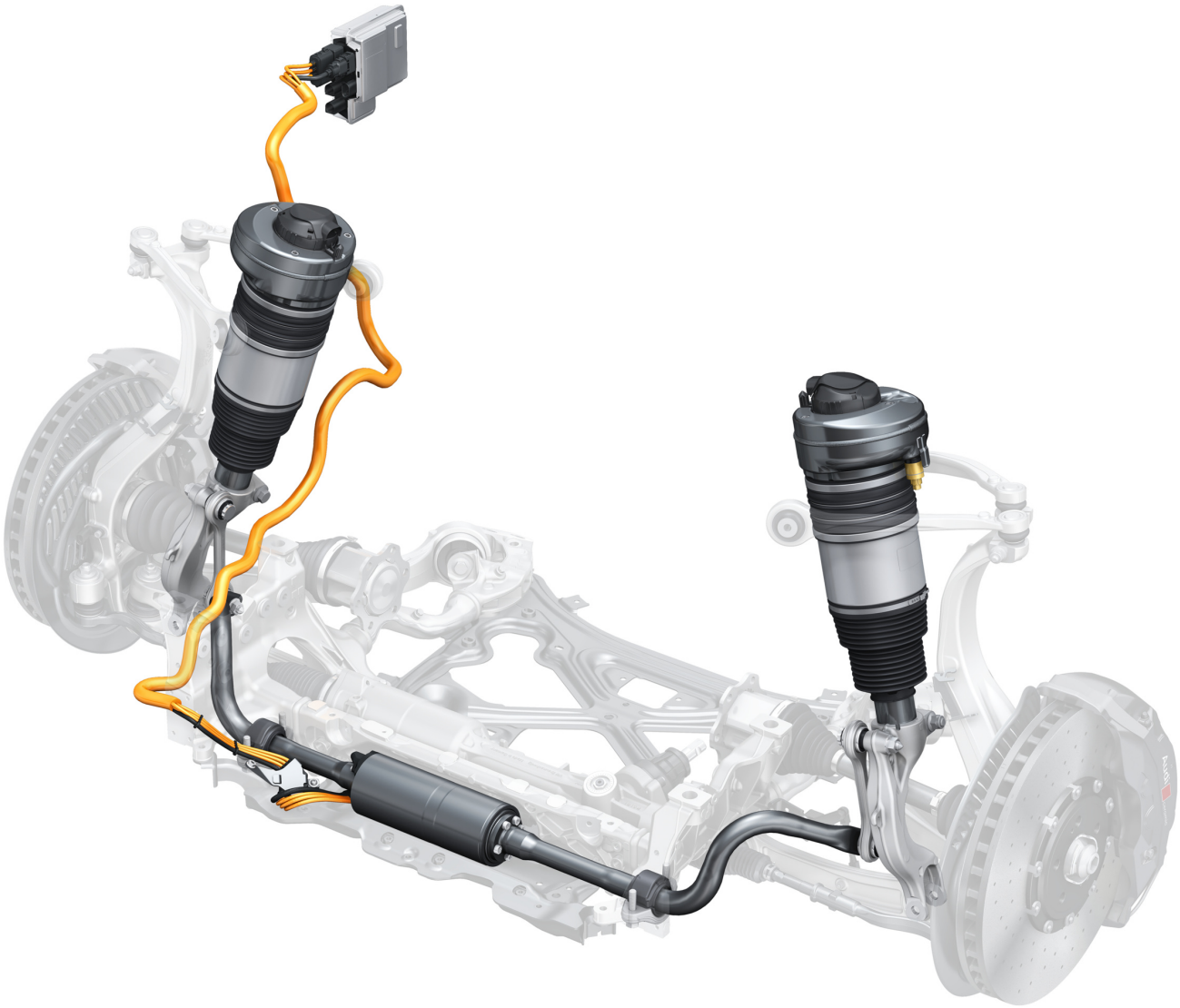
Vorderachse eines geregelten Fahrwerks mit Luftfederung und Dämpfungsregelung (adaptive air suspension)

Adaptive air suspension und elektromechanische Wankstabilisierung (eAWS)

Dieses System wurde erstmals im Audi SQ7 optional angeboten. Durch elektromechanische Stellglieder kann die Torsionssteifigkeit der Stabilisatoren an Vorder- und Hinterachse unabhängig voneinander variiert werden. Die Stellglieder verbinden die beiden „Stabilisatorhälften“ einer Achse und verspannen diese gegeneinander durch entsprechend geregelte Kräfte. Dadurch ist es möglich, die Abstützung der kurvenäußeren Räder bei Kurvenfahrt zu erhöhen und damit die Wankneigung des Fahrzeugaufbaus effektiv zu begrenzen.

Außerdem wird durch Realisierung eines definierten Verhältnisses der Stabilisator-Steifigkeiten von Vorder- und Hinterachse das Eigenlenkverhalten des Fahrzeugs beeinflusst.

Die kraftschlüssige Verbindung der Räder einer Achse durch den Stabilisator kann zwar auf ein Minimum reduziert werden, aber das Einleiten von Kräften durch entsprechende Änderung der Steifigkeit erfolgt immer wechselseitig gleichzeitig an beiden Rädern einer Achse.



677_004

Vorderachse des Audi SQ7 mit elektromechanischer Wankstabilisierung (eAWS)

Fahrzeug mit Aktivfahrwerk

Das Aktivfahrwerk ist ein elektromechanisches Federungssystem, mit dem vier je Rad und Richtung unabhängige vertikale Kräfte zwischen Aufbau und Rädern gestellt werden. Dadurch wird die bei eAWS bestehende Kopplung der Räder einer Achse und das damit verbundene gleichzeitige Einleiten von identischen (jeweils entgegengerichteten) Kräften an beiden Rädern aufgehoben. Die Krafteinleitung an einem Rad erfolgt ohne gleichzeitige Beeinflussung des anderen Rades der entsprechenden Achse.

Außerdem können die Vertikalkräfte in beide Richtungen eingeleitet werden, radseitig kann der Fahrzeugaufbau also auch in Fahrbahnrichtung „gezogen“ werden. Diese unabhängige Krafteinleitung an allen vier Rädern eröffnet vollkommen neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf Fahrdynamik und Fahrkomfort.

Das Aktivfahrwerk vereint damit folgende Funktionen:

- aktive Wankstabilisierung
- aktive Nickstabilisierung
- aktive Aufbaukontrolle vertikal
- hochdynamische Höhenverstellung (Einstiegshilfe, Crashanhebung)

Der „klassische“ Zielkonflikt zwischen Fahrkomfort und Fahrdynamik wird mit dem Aktivfahrwerk aufgelöst. Der Fahrer erlebt ein Fahrzeug mit der Dynamik eines Sportwagens und dem Komfort der Oberklasse.



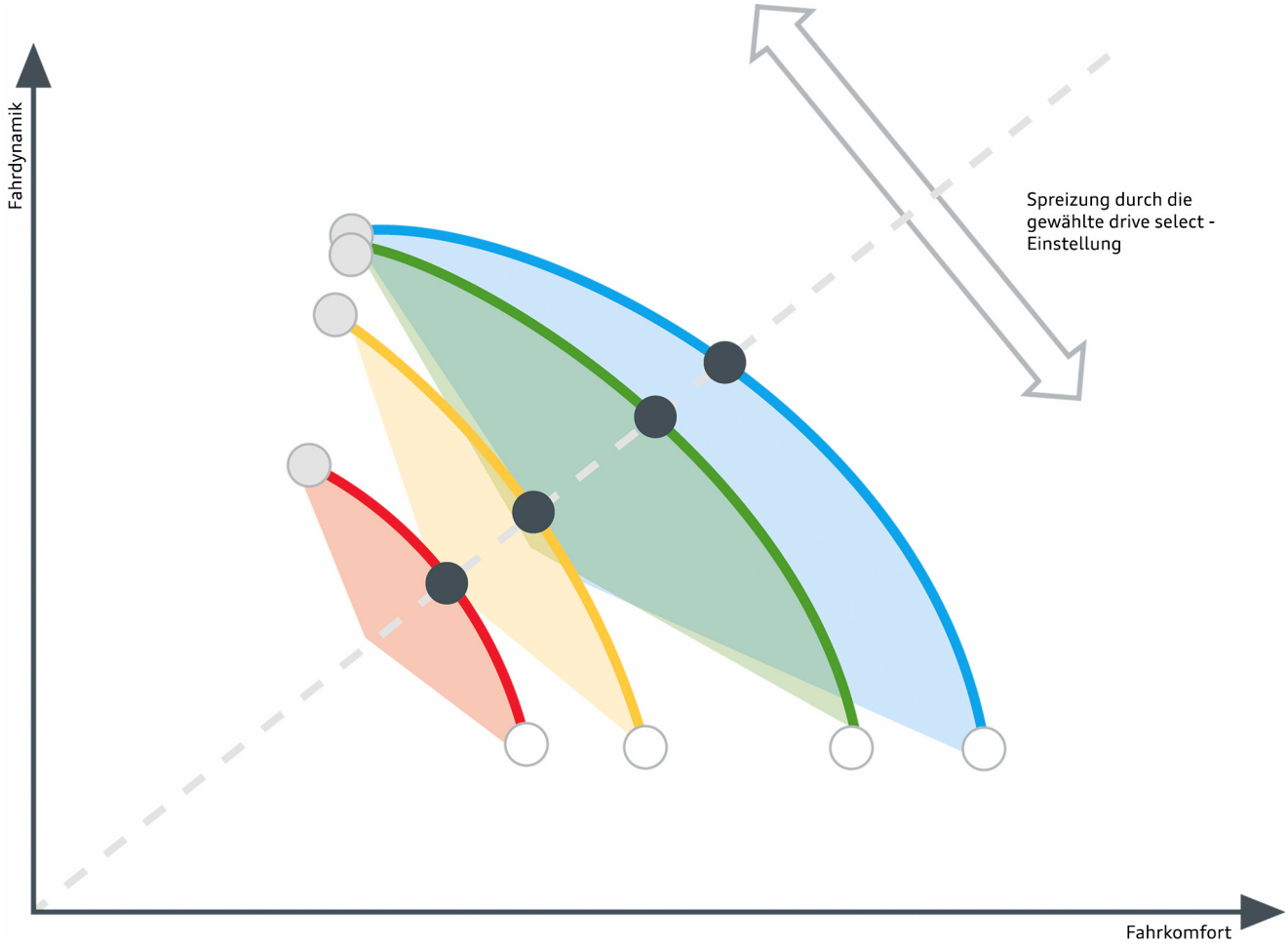
677_005

Audi A8 mit Aktivfahrwerk

Die untenstehende Grafik vergleicht den Grad der Ausprägung von Fahrdynamik und Fahrkomfort der Adaptive Air Suspension (aas - rot) mit dem der elektromechanischen Wankstabilisierung (eAWS - gelb) und dem Grundsystem (grün) des Aktivfahrwerks sowie mit dem Grundsystem mit Zusatzfunktionen (blau).

Als Referenz/Basis wurde aas gewählt.

Der Fahrer kann durch Auswahl des gewünschten Fahrprogramms in Audi Drive Select festlegen, ob er die Fahrdynamik (Sportlichkeit) priorisieren oder eher komfortabel fahren möchte. Dies ermöglicht eine systemspezifische Spreizung, die ebenfalls im Diagramm dargestellt wird.



677_006

Legende:

aas

aas + eAWS

Aktivfahrwerk (Grundsystem)

Aktivfahrwerk (Grundsystem) + Zusatzfunktionen

Audi drive select Einstellung "auto"

Audi drive select Einstellung "dynamic"

Audi drive select Einstellung "comfort"

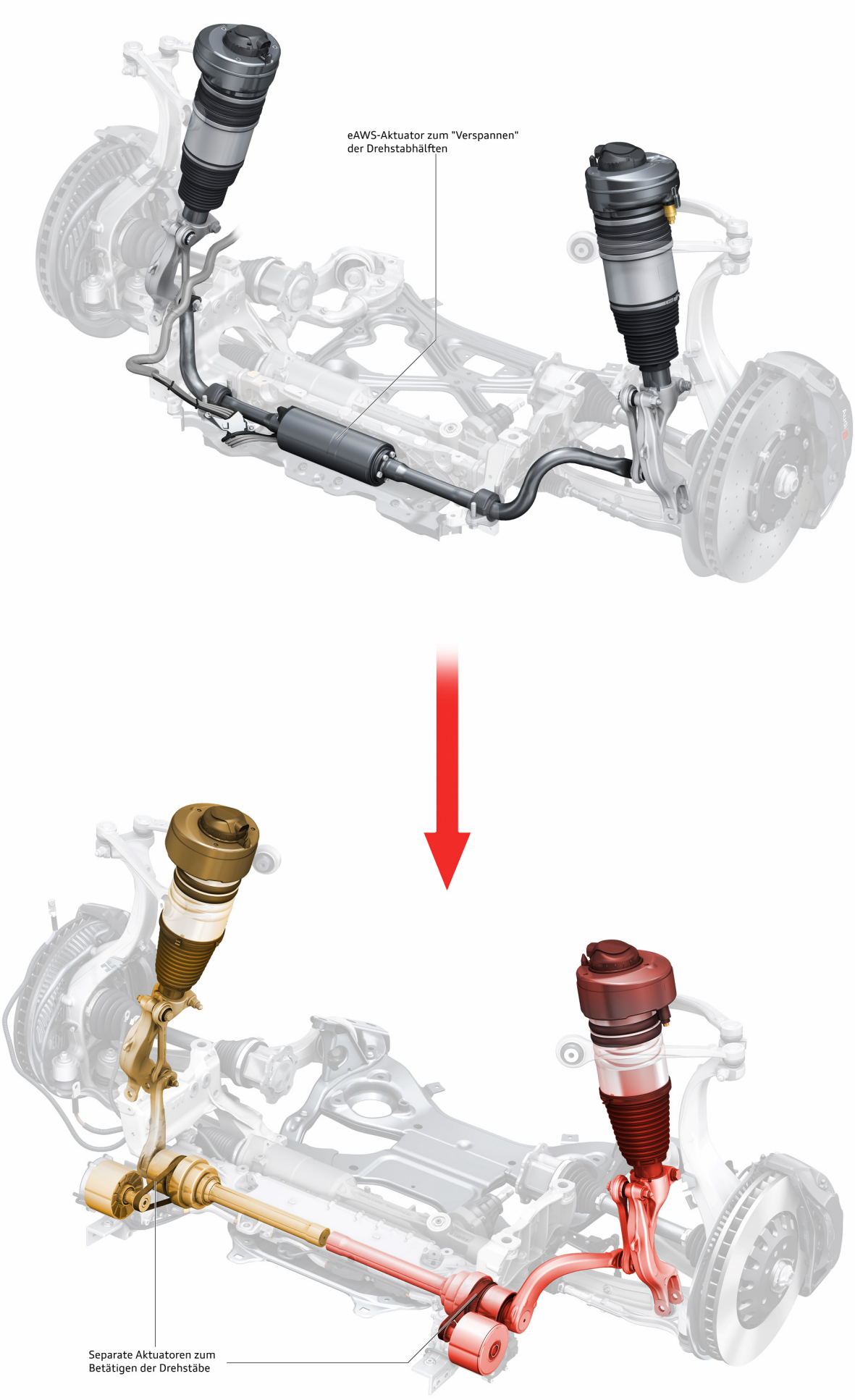
Grundprinzip

Aufbau des Systems

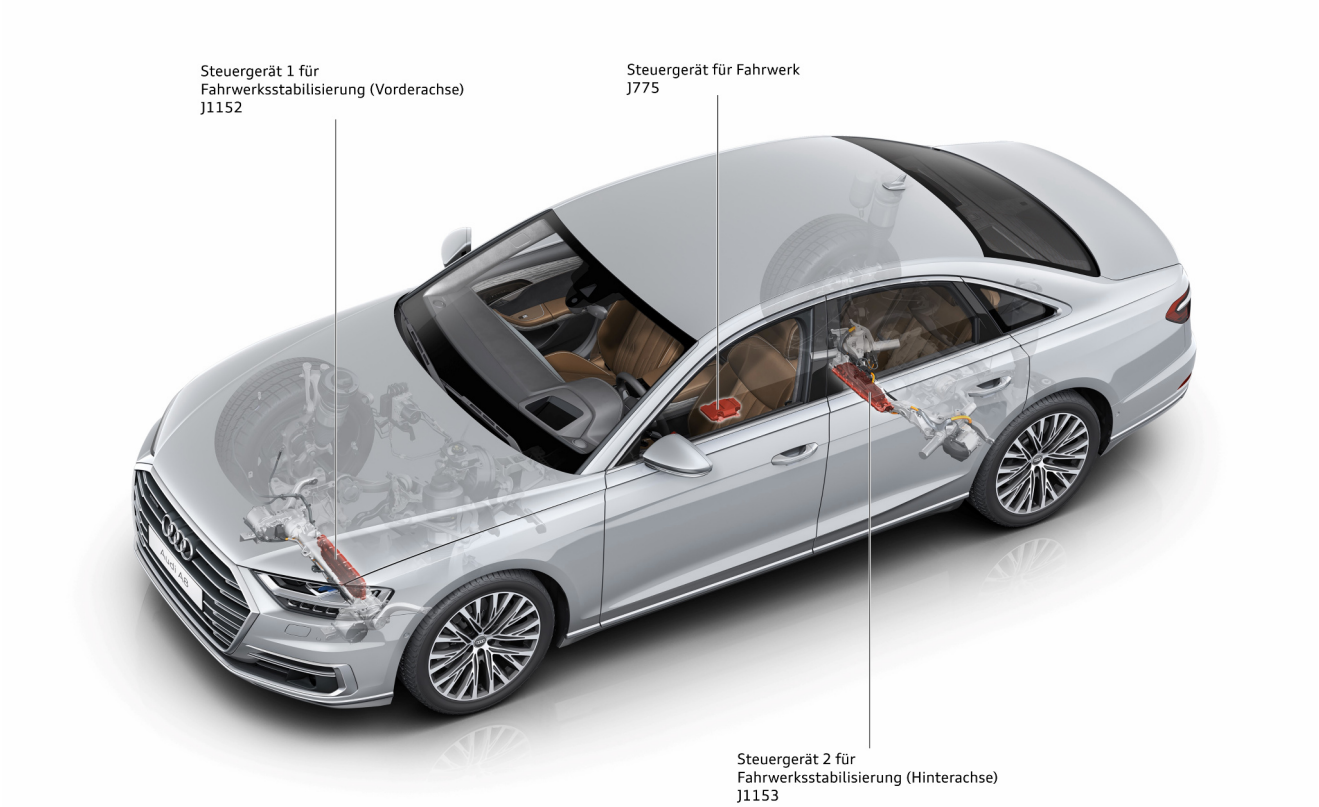
Das Prinzip des Aktivfahrwerks lässt sich anschaulich von der elektromechanischen Wankstabilisierung ableiten. Bei dieser wird der Stabilisator etwa mittig in zwei separate Komponenten geteilt und beide Teile werden durch einen elektromechanischen Aktuator verbunden. Dieser Aktuator verspannt die beiden Teile gegeneinander und erhöht so mit zunehmender Verspannung das Torsionsmoment und damit die Vertikalkräfte, die achsweise auf den Fahrzeugaufbau wirken.

Um radselektiv regeln zu können, werden die beiden „Teilstabilisatoren“ beim Aktivfahrwerk nicht verbunden und gegeneinander verspannt, sondern jeder Teilstabilisator wird durch einen separaten Aktuator vorgespannt. Die Aktuatoren werden elektromotorisch angetrieben.

Im Vergleich mit einem hydraulischen System wird durch die elektrische Ansteuerung neben einer ganzen Reihe von Vorteilen auch der Energiebedarf deutlich reduziert. Die Ansteuerung der Elektromotoren erfolgt durch je ein Steuergerät pro Achse. Das Steuergerät für Fahrwerk J775 steuert als „Regelzentrale“ die beiden Steuergeräte über einen Sub-Bus an.


eAWS-Aktuator zum "Verspannen"
der Drehstabhälften
Separate Aktuatoren zum
Betätigen der Drehstäbe

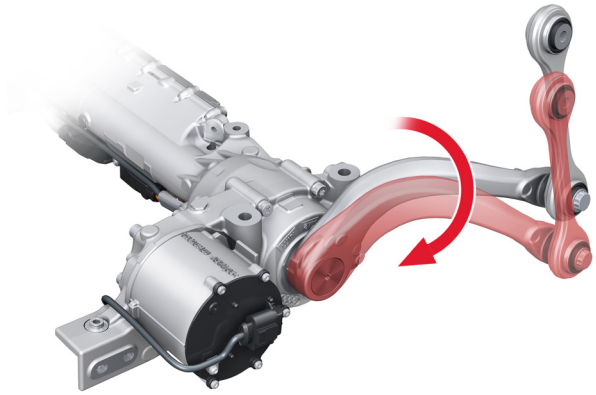
677_008



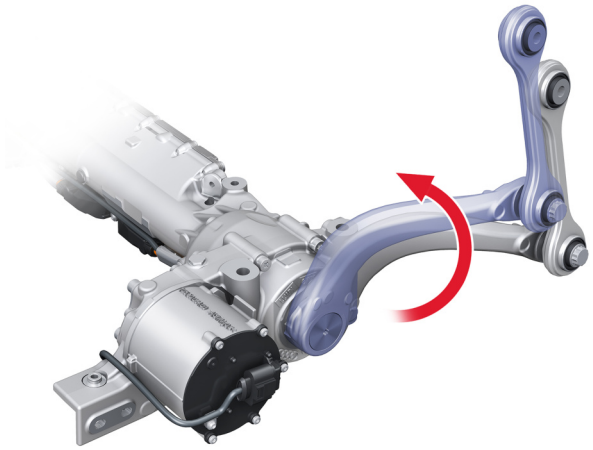
677_009

Das Steuergerät für Fahrwerk J775 berechnet die notwendigen Regeleingriffe an Vorder- und Hinterachse. Die beiden Steuergeräte für Fahrwerksstabilisierung setzen die Vorgaben durch entsprechende Ansteuerung der Elektromotoren an Vorder- und Hinterachse "radselektiv" um.

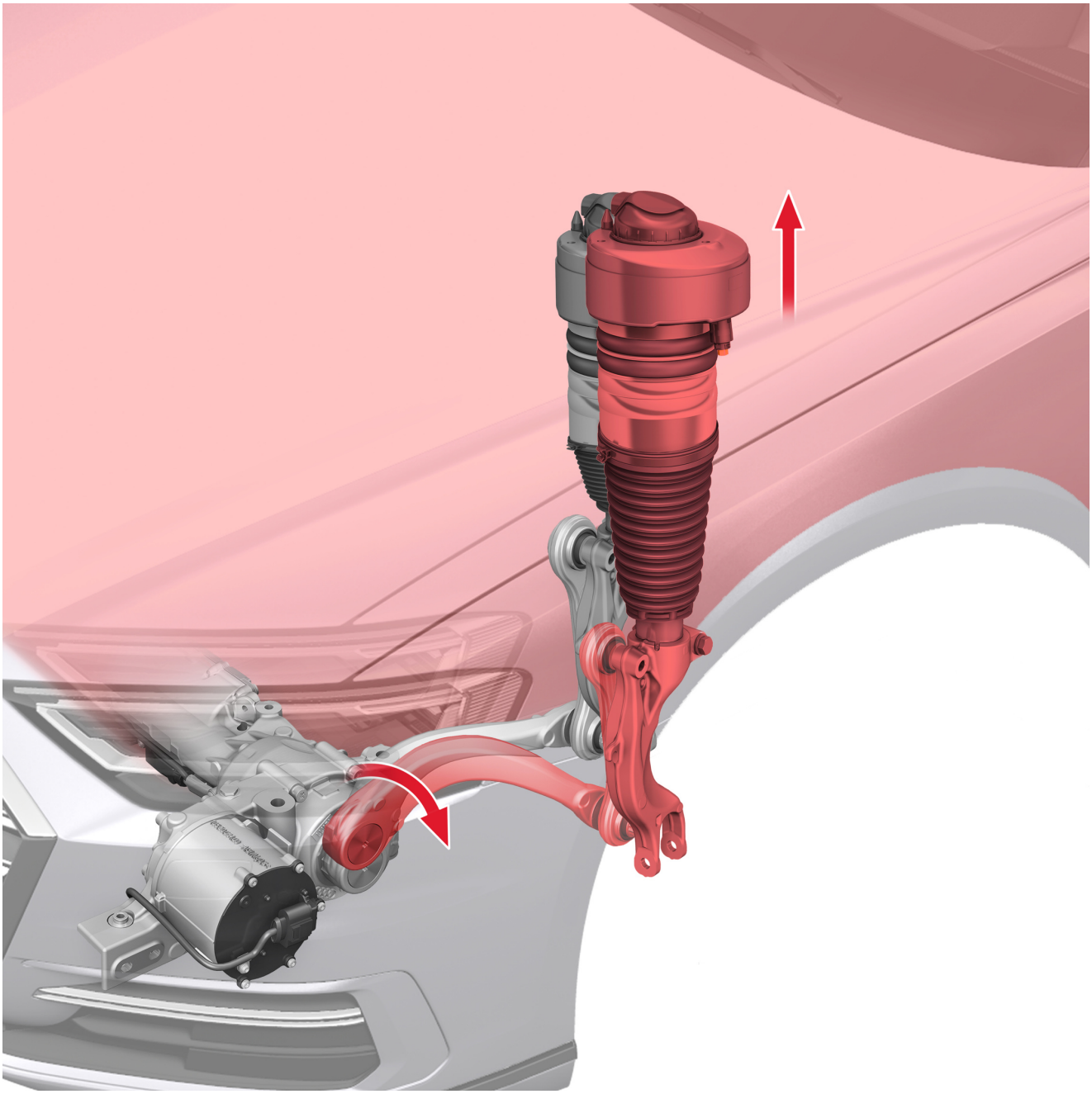
Die Aktuatoren sind gemeinsam mit den Aggregateträgern der Vorder- und Hinterachse am Fahrzeugunterboden (karosseriefest) verschraubt. Bei Betätigung eines Aktuators erfolgt eine Verdrehung des von ihm angesteuerten Hebels. Eine mit dem Hebelende verbundene Koppelstange ist an der Vorderachse an den Dämpferstelzen und an der Hinterachse am Querlenker angebunden. Durch die Drehbewegung des Hebels wird eine Vertikalkraftkomponente über die jeweilige Koppelstange an der entsprechenden Dämpferstelze bzw. dem entsprechenden Querlenker wirksam. Dadurch erfolgt je nach Drehrichtung des Aktuators eine Verringerung oder Vergrößerung des Abstandes Rad - Fahrzeugaufbau (Ein- oder Ausfederbewegung).



677_011



677_012



677_010

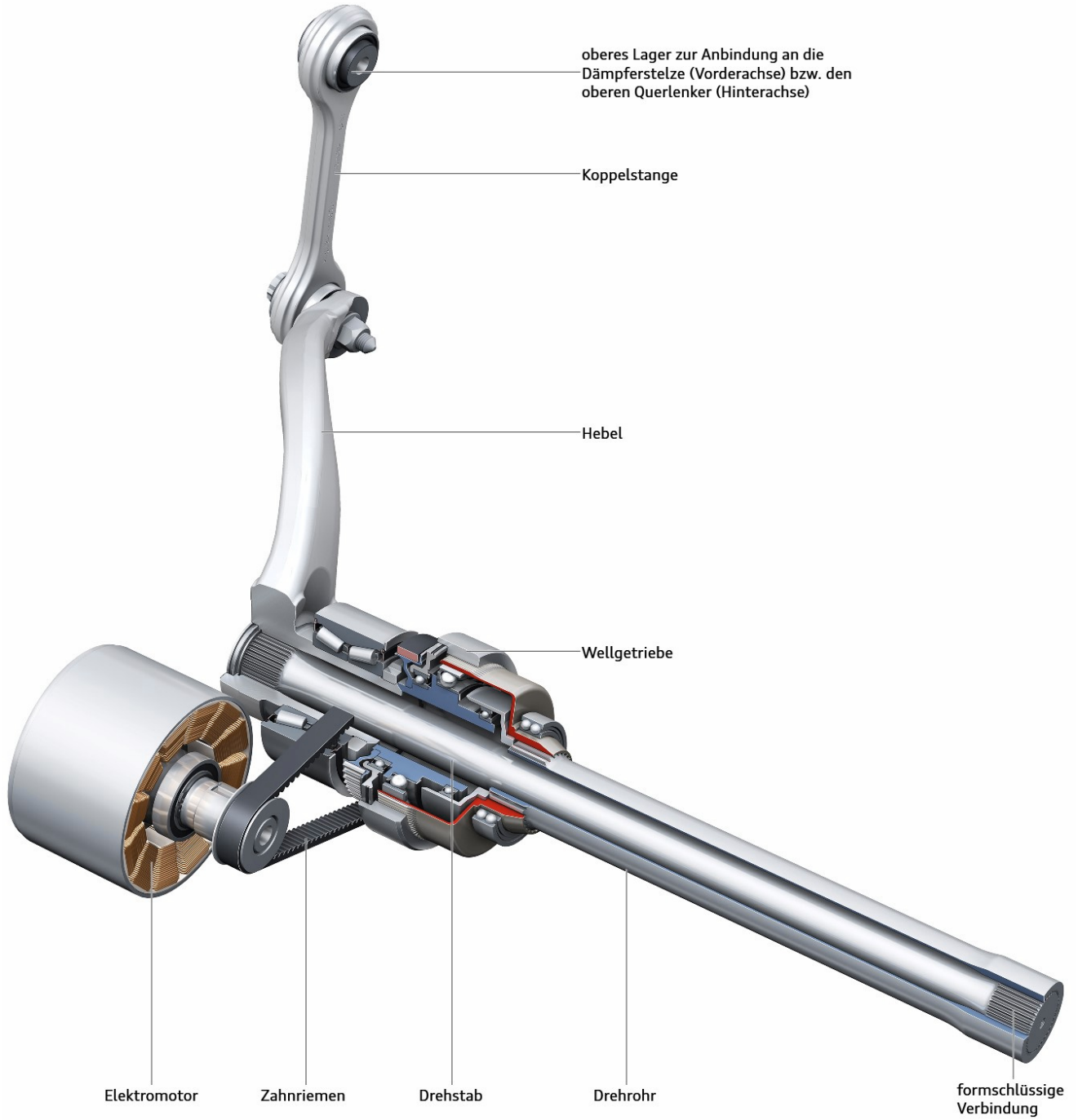
In der Grafik ist beispielhaft die Betätigung eines Vorderachs-Aktuators dargestellt. Der Aktuatorhebel ist durch die Koppelstange mit der Dämpferstelze verbunden. Der Aktuator stützt sich somit über Hebel, Koppelstange, Dämpferstelze und Querlenker am Radaufstandspunkt ab. Die dargestellte Drehbewegung des Hebels (rot eingefärbte Darstellung) bewirkt eine Anhebung des Aktuators und des damit direkt verbundenen Fahrzeugaufbaus bzw. der Karosserie. Die Kolbenstange des Dämpfers wird auf Zug belastet (Zugstufendämpfung). Wird der Hebel in die Gegenrichtung gedreht, wird der Fahrzeugaufbau abgesenkt. Das Feder-/Dämpferbein federt ein und die Kolbenstange des Dämpfers wird auf Druck belastet (Druckstufendämpfung).

Systemkomponenten

Aktuator für Fahrwerkstabilisierung

Aufbau und Funktion

Die Koppelstange ist mit dem oberen Lager jeweils an der Dämpferstelze der Vorderachsdämpfer und an den vorderen oberen Querlenkern der Hinterachse angebunden. Das untere Lager der Koppelstange ist mit einem Hebel verbunden, dessen Ende formschlüssig mit dem Drehstab verbunden ist. Das andere Ende des Drehstabs ist mit dem Ende des Drehrohrs fest verbunden. Das Drehrohr bildet die Verlängerung des Abtriebs des Wellgetriebes. Die Eingangswelle dieses Getriebes ist durch einen Zahnriemen mit dem Rotor des Elektromotors verbunden. Die Kraftübertragung erfolgt vom Elektromotor über den Zahnriemen auf das Wellgetriebe, am Getriebeausgang über Drehrohr, Drehstab und Hebel auf die Koppelstange.

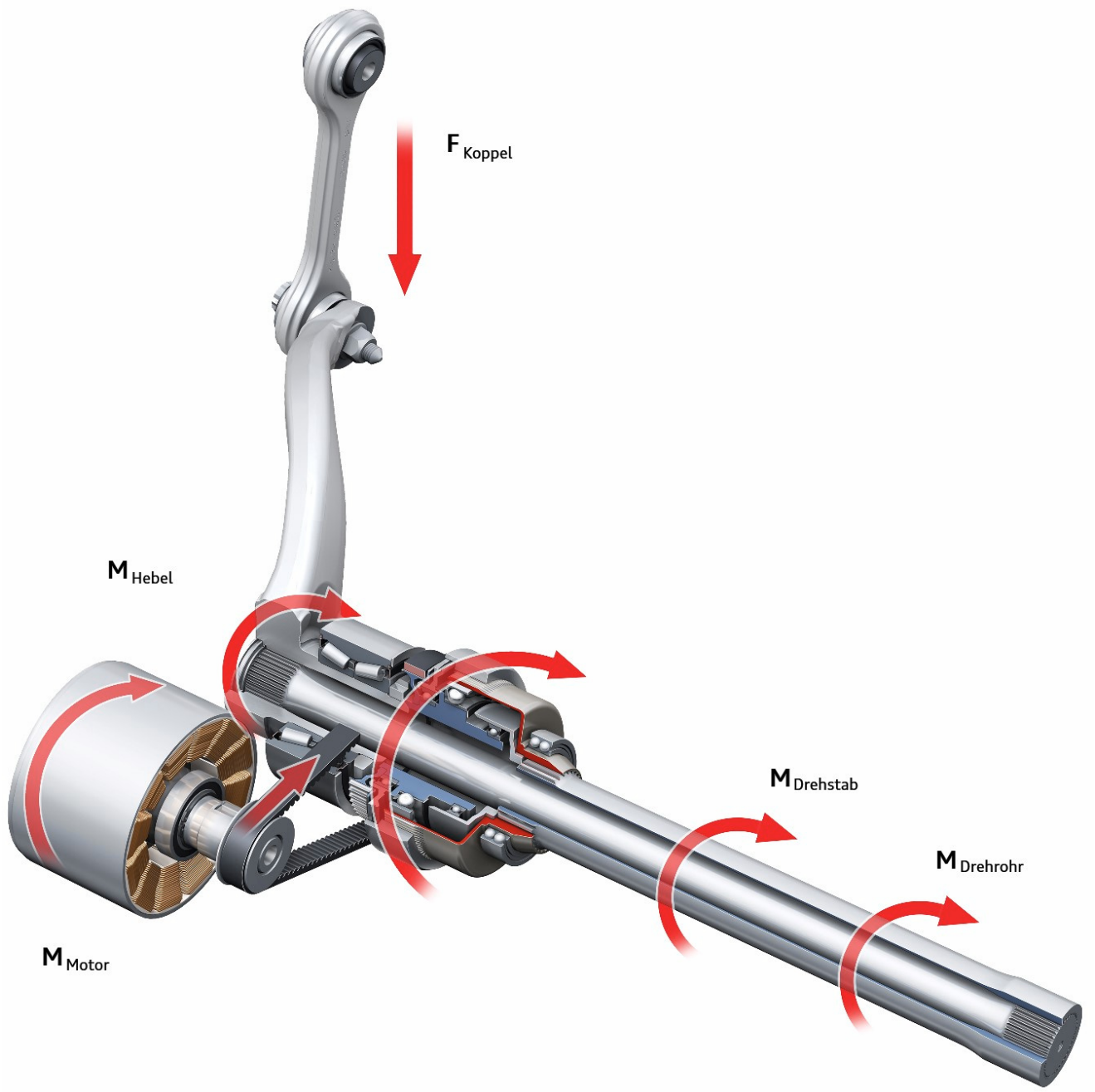


677_013

Der Elektromotor treibt mit dem Zahnriemen das Wellgetriebe an. Dadurch wird das Drehrohr am Getriebeausgang verdreht. Der Verdrehwinkel wird über den Drehstab auf den Hebel übertragen. Durch die Winkeländerung des Hebels wird die Koppelstange vertikal ausgelenkt.

Bei Änderung der Drehrichtung des Elektromotors erfolgt eine Kraftrichtungsumkehr. Je nach Drehrichtung wird der Fahrzeugaufbau dadurch angehoben (Zugstufe der Dämpfer) oder abgesenkt (Druckstufe).

Der Aktuator stellt am Getriebeausgang ein Drehmoment von ca. +/- 1100 Nm zur Verfügung, die Maximalkraft an den Koppelstangen beträgt an der Vorderachse ca. 5,0 kN, an der Hinterachse ca. 4,5 kN. Aus der Nulllage können Hebelwinkel von +/- 42° angefahren werden. In nur fünf Zehntelsekunden kann die Karosserie an allen vier „Ecken“ aus der Mittellage um ca. 85 mm angehoben werden.



677_014

Elektromotor

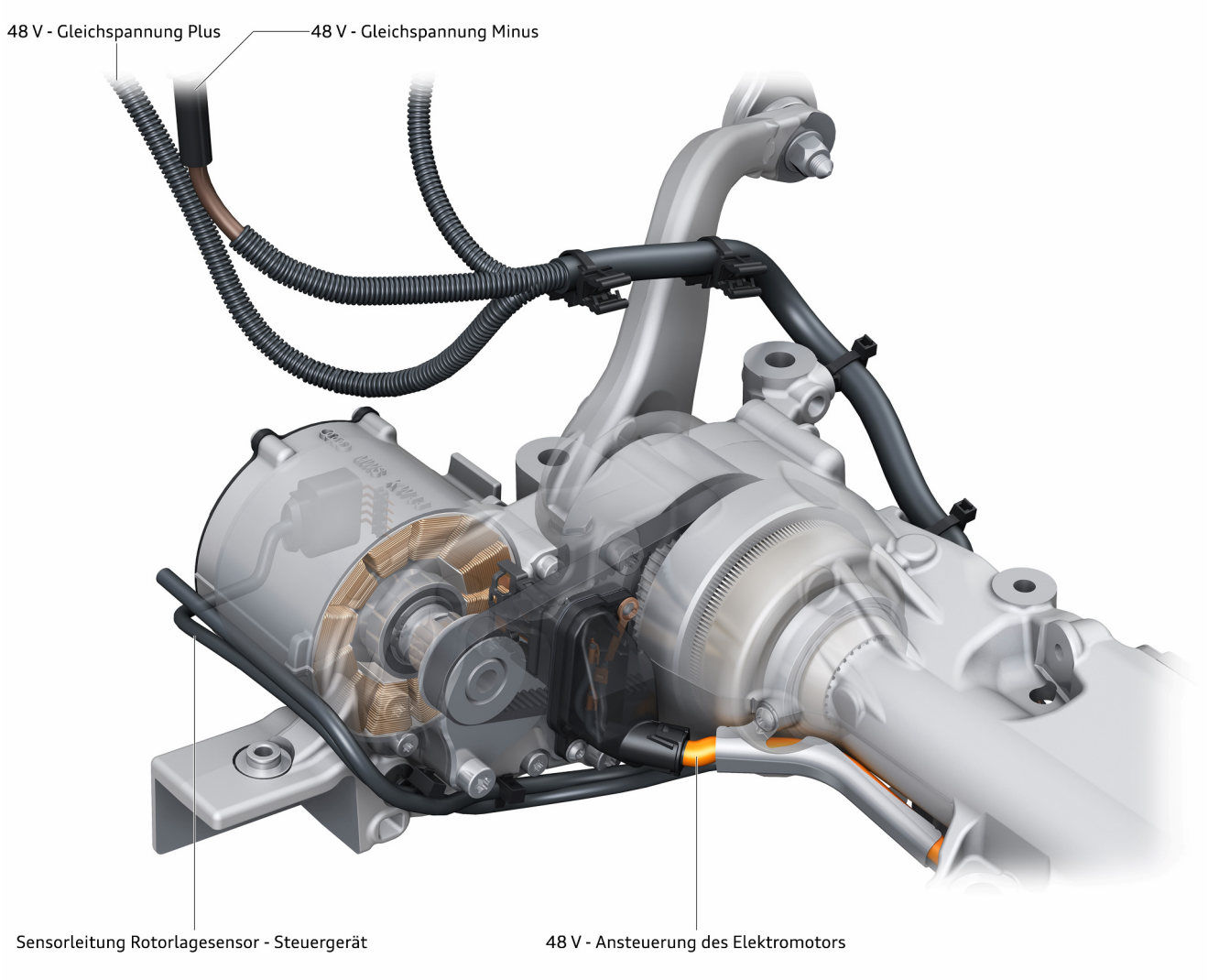
Aufbau und Funktion

Antriebsquelle für den Aktuator ist ein permanent erregter 48 V-Drehstrommotor mit fünf Polpaaren in Sternschaltung mit elektronischer Kommutierung (= „bürstenlos“). Die maximale Leistungsaufnahme des Motors beträgt etwa 2,0 kW, die allerdings nur kurzzeitig innerhalb weniger Millisekunden angefordert wird. Der durchschnittliche Leistungsbedarf ist relativ gering und liegt je nach Fahrprofil und Fahrbahnbeschaffenheit bei etwa 10 bis 200 Watt.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt durch um 120° phasenversetzte Sinusspannungen im Bereich von 0-48 V. Dadurch werden in den Statorspulen Ströme wechselnder Richtung erzeugt (siehe Grafik unten). Um die stromdurchflossenen Spulen bauen sich entsprechende Magnetfelder auf, die mit jeder Stromrichtungsumkehr die Polarität wechseln. Dadurch wird ein den Rotor umfassendes, mit seinen Polaritäten rotierendes Magnetfeld erzeugt. Dieses Magnetfeld übt entsprechende Kraftwirkungen auf die mit dem Rotor fest verbundenen Permanentmagnete aus und erzeugt damit ein Drehmoment, das die Drehbewegung des Rotors bewirkt. Je nach Ansteuerung (Rotationsrichtung des Magnetfeldes) wird Rechts- oder Linkslauf realisiert.

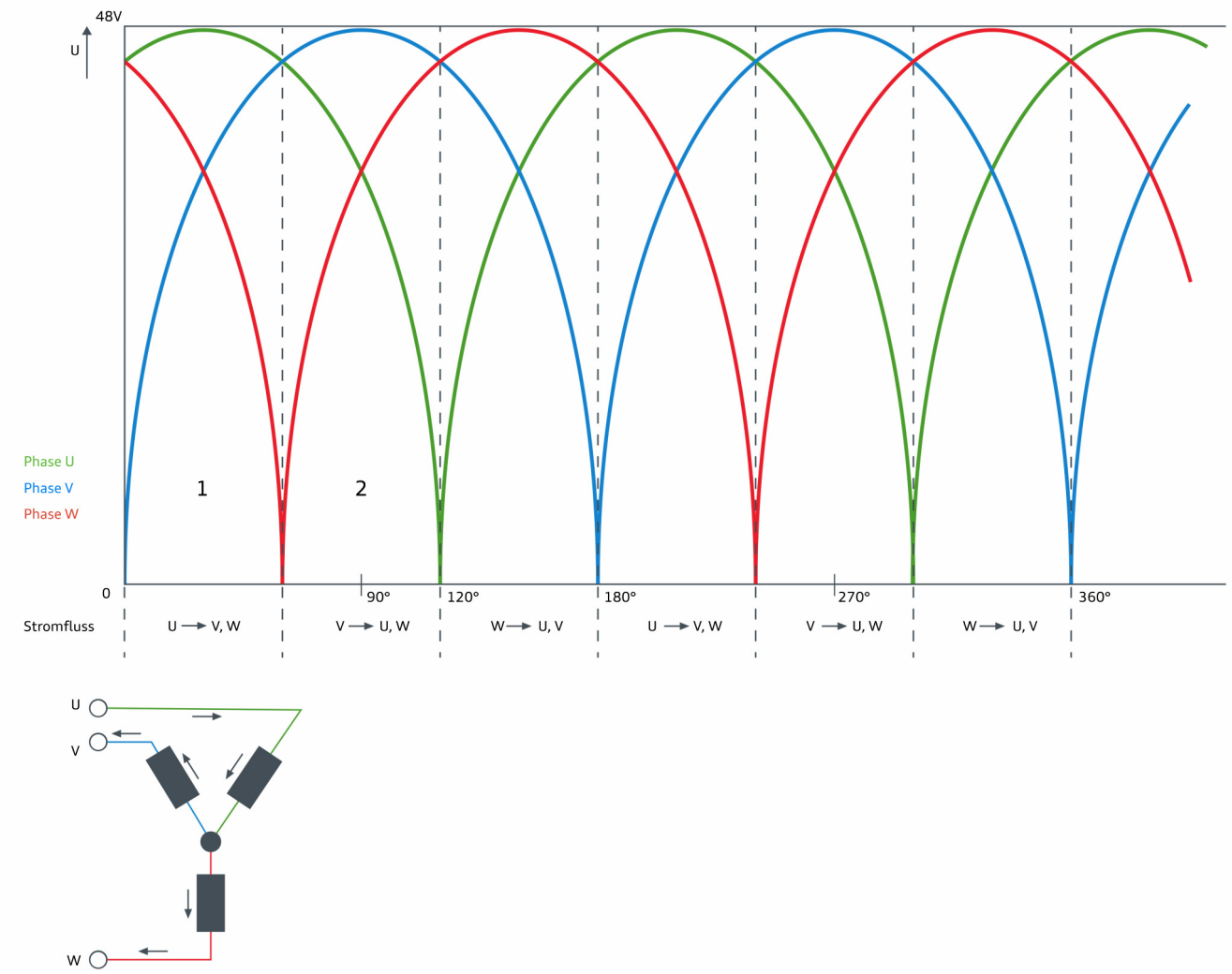
Die Position des Rotors (Rotorlage) wird durch einen Sensor erfasst. Dieser Sensor befindet sich am Rotorende, an der der Riemenscheibe gegenüberliegenden Seite. In der Hohlwelle des Rotors befindet sich ein Permanentmagnet, dessen Position von einem magnetoresistiven Sensor erfasst wird. Das magnetoresistive Messprinzip beruht darauf, dass sich der elektrische Widerstand in ferromagnetischen Metallen mit der Einwirkung äußerer Magnetfelder ändert. Durch Auswertung der Widerstandsänderungen kann die Position des Magneten in der Rotorwelle ermittelt werden und damit die jeweilige Drehwinkellage des Rotors.

Die vier an Vorder- und Hinterachse eingesetzten Motoren sind baugleich.



677_015

Die Grafik stellt die Spannungsverläufe der Phasen dar. Durch entsprechende Potentialunterschiede zwischen den einzelnen Phasen werden elektrische Ströme erzeugt. Für den in der Grafik mit 1 gekennzeichneten Bereich ist der Stromfluss durch die Spulen exemplarisch dargestellt. Da in diesem Bereich die Phasenspannung U die größte ist, fließt der induzierte Strom von U über den Sternpunkt nach V und W. Im Bereich 2 liegt an V die größte Spannung, der Strom wechselt daher seine Richtung und fließt jetzt von V nach U. Die durch diese Wechselströme erzeugten rotierenden Magnetfelder verursachen entsprechende Kraftwirkungen auf die Permanentmagnete des Rotors, und ein daraus resultierendes Drehmoment.



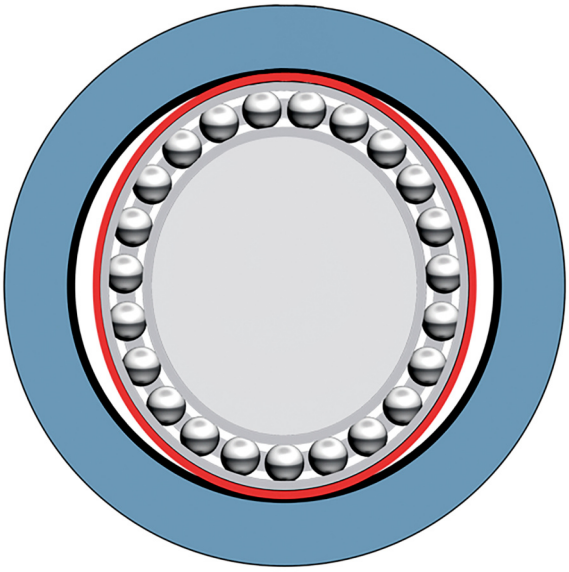
677_017

Wellgetriebe

Aufbau und Funktion

Das Wellgetriebe ist durch seinen kompakten Aufbau, sein geringes Gewicht und seine große Steifigkeit geeignet für die Realisierung großer Übersetzungen in mobilen Systemen. Auch dadurch, dass es spielfrei und nicht selbsthemmend ist, bietet es sich als Übersetzungsgetriebe für die Aktuatoren des Aktivfahrwerks an. Als wesentliche Komponente übersetzt es die Rotation des Elektromotors in vergleichsweise kleine Drehwinkel und große Drehmomente des Drehrohrs / Drehstabs, die durch Drehung des Hebels in eine translatorische Bewegung der Koppelstange gewandelt werden.

Wellgetriebe finden bei Audi Fahrzeugen seit ihrem ersten Einsatz im Aktuator der Dynamiklenkung des Audi A4 Verwendung. Detailinformationen zu Aufbau und Funktion finden Sie imSSP 402, "Dynamiklenkung im Audi A4’08"



677_018

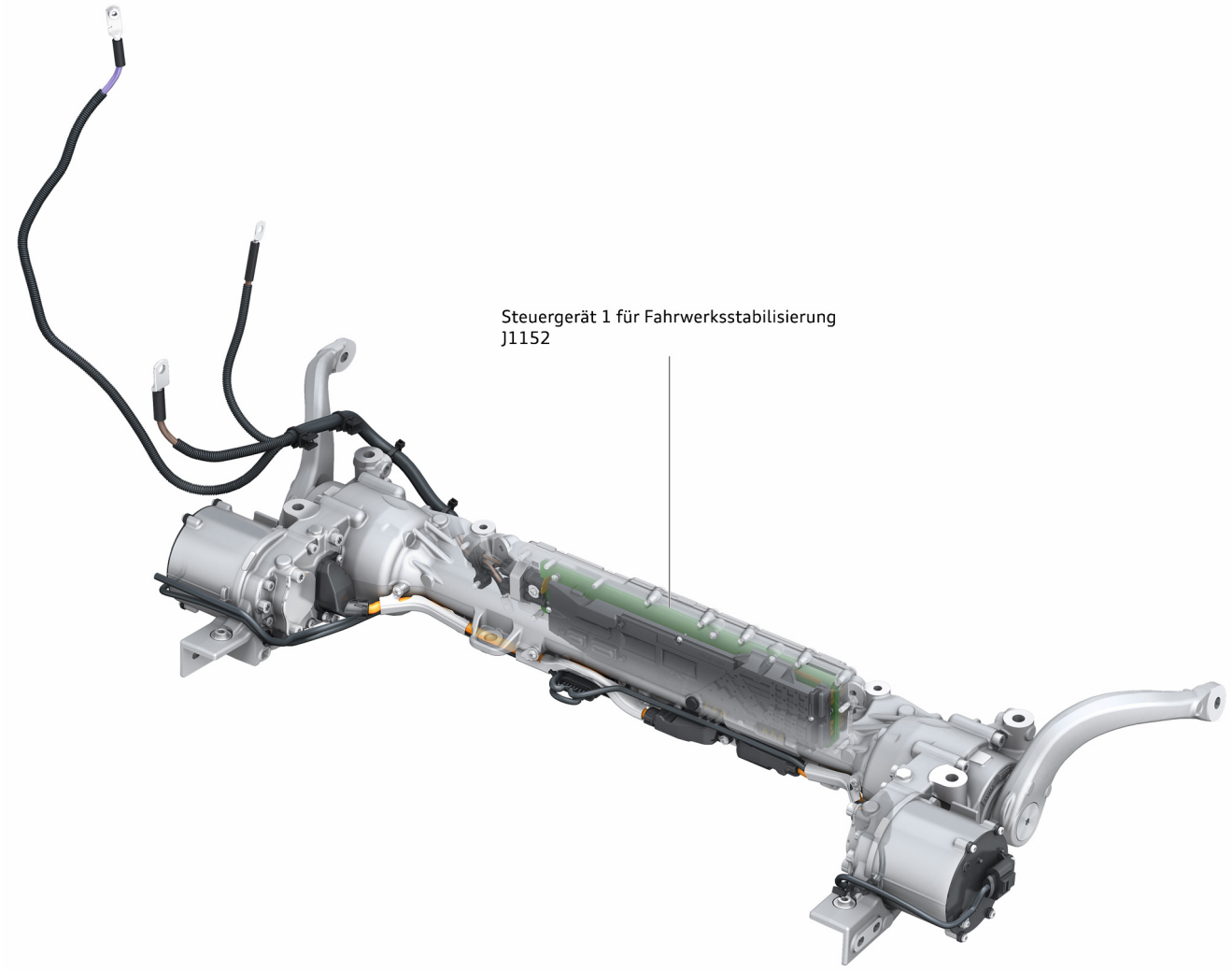
Schnittdarstellung von Hohlrad, Flextopf und Lager des Wellgetriebes

Steuergeräte für Fahrwerksstabilisierung

Die Ansteuerung der Elektromotoren erfolgt achsweise durch zwei separate Steuergeräte. Diese besitzen eine Klemme 30-Spannungsversorgung für den 12 V-„Logikpfad“ des Steuergerätes sowie eine 48 V-Versorgung (Klemme 40) für den „Leistungspfad“.

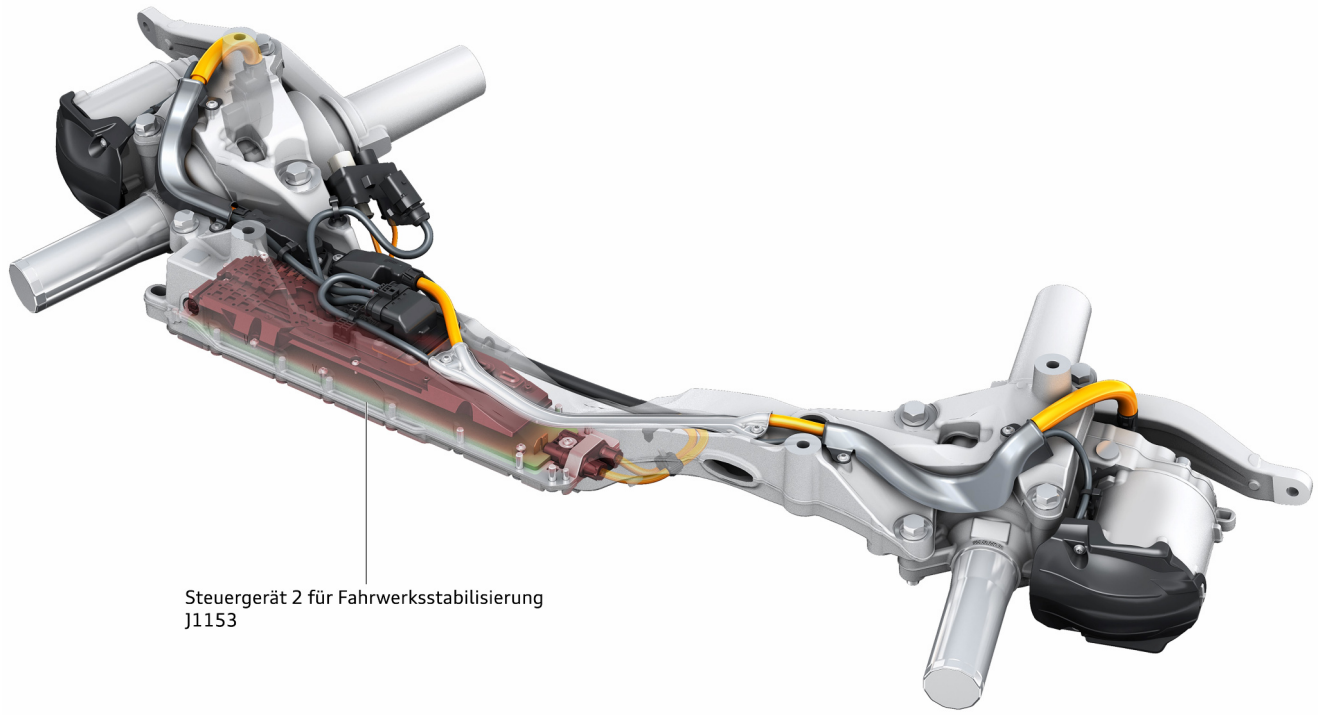
Übergeordnete „Regelungszentrale“ ist das Steuergerät für Fahrwerk J775, das über einen Sub-Bus mit den beiden Steuergeräten für Fahrwerksstabilisierung kommuniziert.

Die Steuergeräte sind räumlich zwischen den Aktuatoren an den Aggregateträgern der Vorder- und Hinterachse verbaut. Integrierte Steckerleisten, die mittig zwischen den Aktuatoren angeordnet sind, stellen die 12V- und 48 V- Leitungsverbindungen her. Außerdem bilden sie einen flächenbündigen Abschluss und äußeren Schutz der Steuergeräte und Leitungen. Steuergerät, Aktuatoren sowie Steckerleiste und Verkabelung sind in einer baulichen Einheit zusammengefasst.



677_019

Vorderachseinheit, bestehend aus Steuergerät, Aktuatoren und integrierter Steckerleiste mit Verkabelung



677_020

Hinterachseinheit, bestehend aus Steuergerät, Aktuatoren und integrierter Steckerleiste mit Verkabelung

Steuergerät für Fahrwerk J775

Das Steuergerät für Fahrwerk (2. Generation) beinhaltet bei der Fahrzeugausstattung mit Aktivfahrwerk außer der Regelungssoftware für andere Fahrwerksysteme und entsprechender Sensorik auch die Regelungssoftware für das Aktivfahrwerk. Es agiert damit als Master für die Steuergeräte für Fahrwerksstabilisierung. Das Steuergerät für Fahrwerk kommuniziert über den FlexRay mit den anderen Datenbusteilnehmern und über einen Sub-Bus mit den Steuergeräten für Fahrwerksstabilisierung.

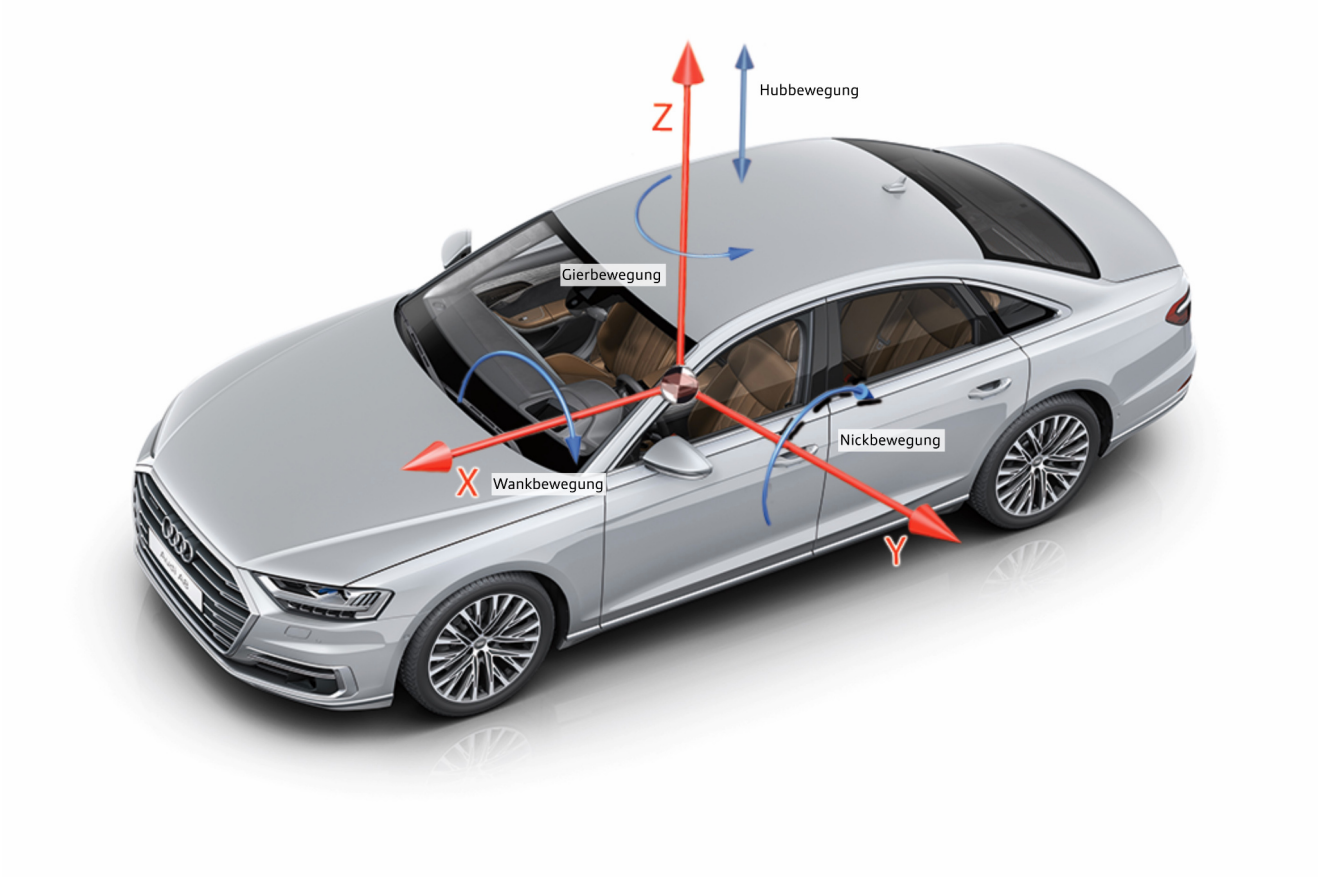
Die Regelungssoftware ist modular aufgebaut und beinhaltet im Wesentlichen die nachfolgend in stark vereinfachter Darstellung beschriebenen Module. Eine detailliertere Funktionsbeschreibung finden Sie auf den folgenden Seiten im Kapitel Systemfunktion.



677_021

Steuergerät für Fahrwerk J775

- **Modul für Aufbaukontrolle**
  Ziel ist die Beruhigung des Fahrzeugaufbaus und Entkoppelung von der Straßenanregung bis etwa 5 Hz. Schwingungen des Fahrzeugaufbaus liegen im Frequenzbereich von etwa 1-5 Hz.
- **PreView-Modul**
  Dieses Modul realisiert durch Auswertung der Frontkameradaten eine vorausschauende Erkennung der Fahrbahnoberfläche. Dadurch kann auf bevorstehende Fahrbahnanregungen (z.B. speed-braker oder wellenförmige Fahrbahnoberflächen) frühzeitig reagiert werden. Der Fahrkomfort wird dadurch wesentlich verbessert.
- **Nickmodul**
  Das Nicken des Fahrzeugs (Drehbewegung um die Fahrzeugquerachse) bei Anfahr- und Bremsvorgängen wird reduziert. Dadurch werden Fahrzeugdynamik und Fahrkomfort durch Bremswegverkürzung und bessere Aufbauabstützung positiv beeinflusst.
- **Wankmodul**
  Bei Kurvenfahrt wird das Wanken des Fahrzeugs (Drehbewegung um die Fahrzeuglängsachse) reduziert. Dadurch werden vor allem Fahrdynamik und Fahrsicherheit durch bessere Lenkansprache und neutrales Fahrzeugverhalten positiv beeinflusst.
- **Crashmodul**
  Bei Erkennung eines bevorstehenden Seitencrashs wird die betroffene Fahrzeugseite sehr schnell angehoben. Statt auf den Türbereich trifft das kollidierende Objekt anteilig mehr auf den steiferen Schwellerbereich, wodurch die Folgen des Crashs gemildert werden können.
- **Modul Komforteinstieg**
  Beim Öffnen einer Tür erfolgt eine Anhebung des Fahrzeugaufbaus um das Ein- und Aussteigen zu erleichtern.

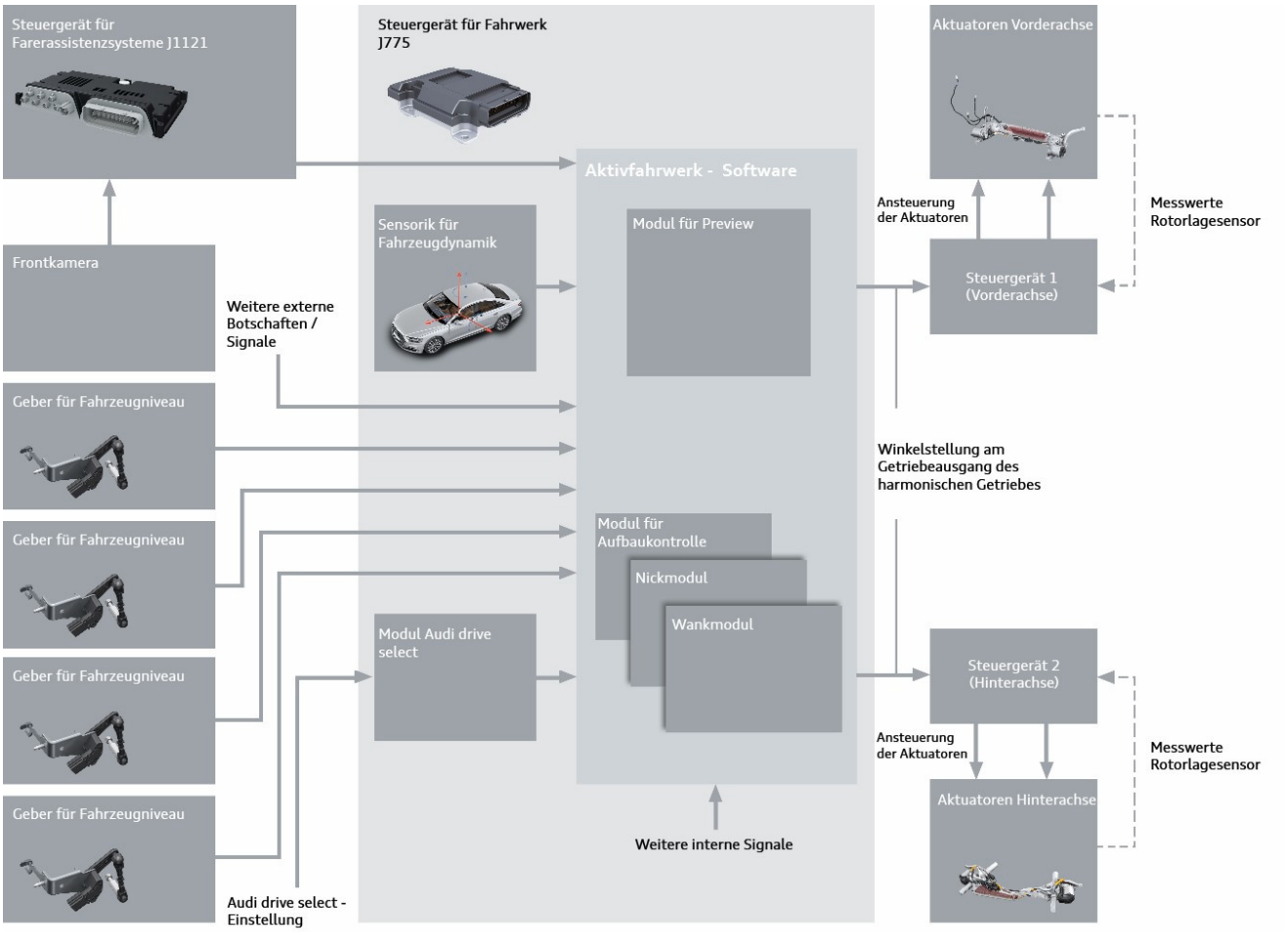


677_022

Das Sensormodul im Steuergerät für Fahrwerk erfasst die Drehbewegung des Fahrzeugs um die Hauptachsen sowie die Vertikalbeschleunigung des Fahrzeugaufbaus. Zur gesamtheitlichen Ermittlung des fahrdynamischen Ist-Zustandes werden weitere Daten eingelesen (z.B. die Querbeschleunigung vom Steuergerät für Airbag, die Fahrzeuggeschwindigkeit vom ESC).

Systemfunktionen

Basisfunktion



677_023

Die Regelung der Stabilisatorraten, der Luftfedern und der Dämpfer erfolgt in enger Kopplung miteinander. Dabei übernimmt das Luftfedersystem die Aufgabe des Beladungsausgleichs sowie manuelle oder automatische Sollniveauwechsel. Die Dämpfungsanteile, die durch die Aktuatoren entstehen, werden bei der Berechnung der erforderlichen Dämpfungskräfte berücksichtigt.

Das Steuergerät für Fahrwerk berechnet für jedes Rad individuell und quasi in Echtzeit das Drehmoment, mit dem der Drehstab vorgespannt werden soll. Dem jeweiligen Drehmoment entspricht ein definierter Drehwinkel am Getriebeausgang des harmonischen Getriebes.

Diese Winkelangaben werden als Stellanforderungen an die Steuergeräte für Fahrwerkstabilisierung 1 und 2 der Vorder- und Hinterachse ausgegeben. Die Steuergeräte realisieren diese Winkelstellungen durch Ansteuerung der Elektromotoren der Aktuatoren. Die Messwerte der Rotorlagesensoren bilden dabei die Basis für die Ermittlung der Winkelstellungen.

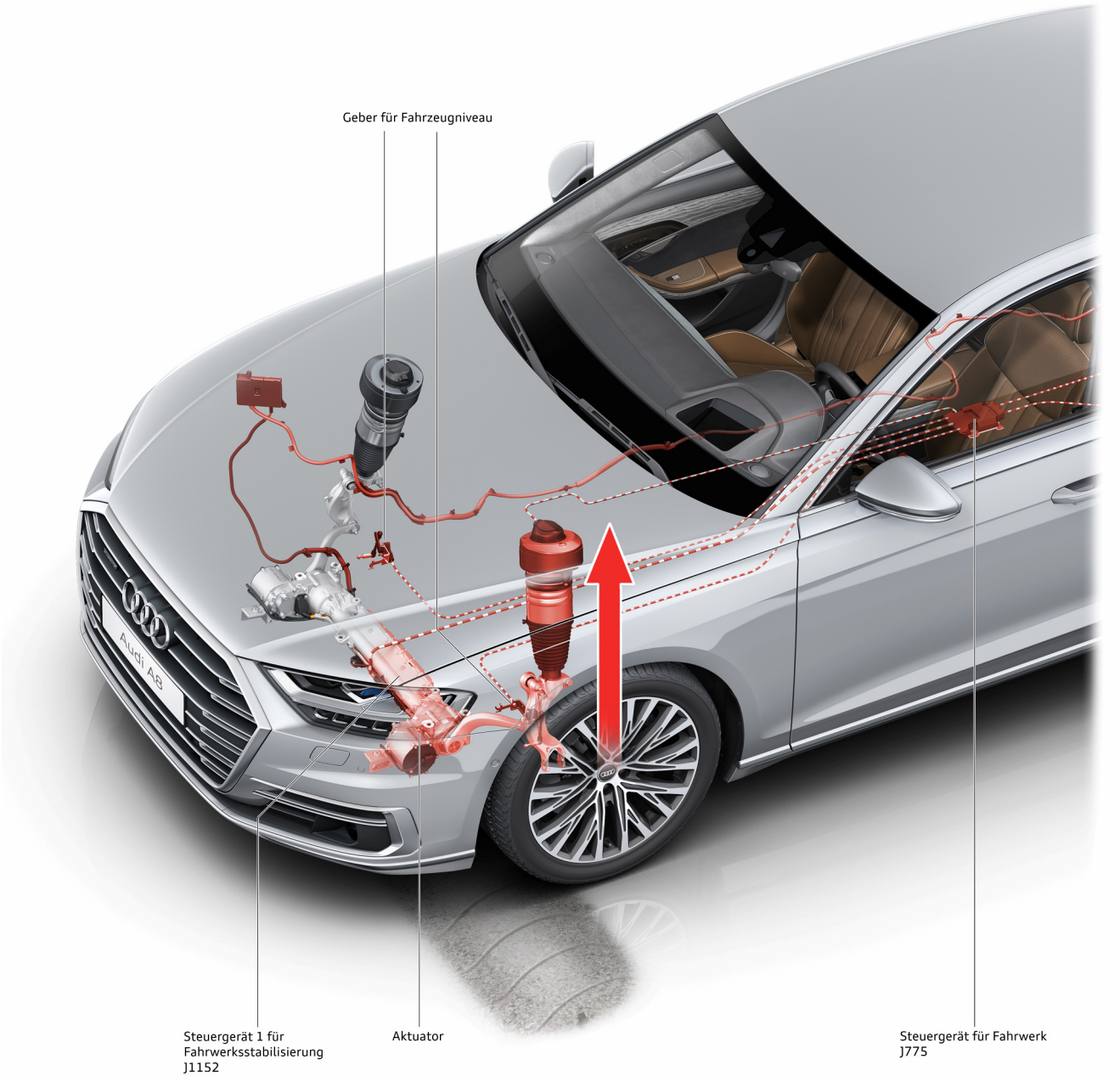
Das Gesamtübersetzungsverhältnis Rotordrehwinkel zu Drehwinkel am Getriebeausgang beträgt 189:1 (Riementrieb Rotor – Getriebeeingang: 1:2,36; Getriebeeingang – Getriebeausgang: 80:1). Um eine Umdrehung am Getriebeausgang zu realisieren, muss sich also der Rotor des Elektromotors 189 mal drehen.

Basis für die Berechnung der zu stellenden Koppelkräfte bzw. Vorspannung der Drehstäbe ist zum Einen die vom Fahrer gewählte Drive Select Einstellung, zum Anderen der jeweilige Fahrzustand bzw. die durch die relevanten Sensoren ermittelte Fahrzeugdynamik. Im Steuergerät für Fahrwerk selbst ist eine entsprechende Sensorik implementiert. Es werden Momente um die x-Achse (Wankmomente), um die y-Achse (Nickmomente) und um die z-Achse (Giermomente) gemessen. Die Giermomente dienen zur Abschätzung der Querbeschleunigung, die ermittelten Werte werden mit den Messwerten des Airbagsteuergeräts abgeglichen. Eine spezielle Software ermittelt die Fahrzeuggeschwindigkeit. Das Fahrzeugniveau wird wie bei adaptive air suspension (aas) durch vier separate Niveausensoren ermittelt. Die Vertikalbewegungen des Fahrzeugaufbaus werden durch einen Beschleunigungssensor gemessen, der ebenfalls Bestandteil des Steuergerätes für Fahrwerk ist.

Die Aktuatoren werden während des aktiven Betriebs immer bestromt. Bei jedem Regelvorgang gibt es Phasen der elektrodynamischen Dämpfung. Dann werden die permanenterregten Rotoren der Elektromotoren „angetrieben“. Die so erzeugten magnetischen Drehfelder induzieren in den Statorspulen elektrische Spannungen. Die dadurch erzeugten elektrische Ströme werden zur Rekuperation der 48V-Batterie genutzt. Die maximale Rekuperationsleistung beträgt etwa 3 kW, die jedoch ggf. nur sehr kurzfristig wirksam ist.

Zum besseren Verständnis wird das prinzipielle Systemverhalten am Beispiel des Befahrens einer Bodenwelle („positives“ Hindernis) mit dem linken Vorderrad dargestellt. Ziel der Regelaktivitäten ist es hierbei, den Fahrzeugaufbau soweit zu beruhigen, dass der beste Kompromiss aus Fahrkomfort und Fahrdynamik realisiert wird. Die Gewichtung von Dynamik und Komfort wird dabei auf Basis der vom Fahrer gewählten Drive Select Einstellung vorgenommen.

- Bei Erreichen der Bodenwelle erfährt der Fahrzeugaufbau an der Vorderachse/ über dem linken Vorderrad eine Beschleunigung in Fahrzeughochrichtung (z-Richtung). Diese Vertikalbeschleunigung wird von der Sensorik im Steuergerät für Fahrwerk gemessen. Außerdem federt ggf. das linke Vorderrad etwas ein, was durch den zugeordneten Geber für Fahrzeugniveau erfasst wird. Diese Informationen werden neben vielen anderen (z.B. Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbeschleunigung usw.) vom Steuergerät für Fahrwerk ausgewertet. Das Steuergerät für Fahrwerk reduziert daraufhin in der Druckstufe die Dämpfungskraft des linken Vorderachs-Dämpfers. Gleichzeitig ermittelt das Steuergerät, wie groß die Reduzierung der Vorspannung der Drehstäbe der Aktuatoren an der Vorderachse (Stabilisatorrate) sein muss, um den Fahrzeugaufbau entsprechend zu beruhigen. Das Steuergerät berechnet die dafür notwendigen Drehwinkeländerungen der Aktuatoren und beauftragt das Steuergerät 1 für Fahrwerksstabilisierung an der Vorderachse mit der Umsetzung.
- Die geringere Dämpfungskraft und Stabilisatorrate lässt eine entsprechend große Einfederung des Vorderrades zu. Die in den Fahrzeugaufbau eingeleiteten Vertikalkräfte werden dadurch reduziert. Die Beschleunigung des Fahrzeugaufbaus wird auf ein für die Insassen komfortables Maß beschränkt.
- Mit Erreichen der Bodenwelle durch die Hinterachse laufen die in oben geschilderten Abläufe an Dämpfern und Aktoren der Hinterachse ab.



677_024

Zusatzfunktion PreView

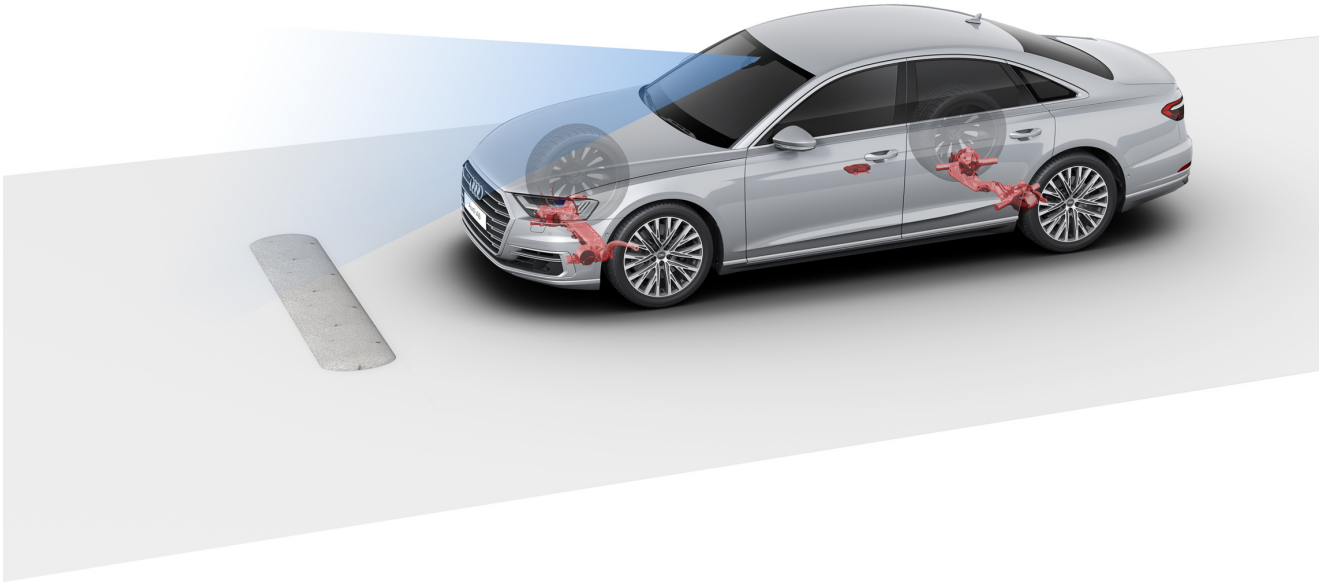
Zusatzfunktionen

Ergänzend zur Basisfunktion werden durch das Aktivfahrwerk Zusatzfunktionen realisiert.

Zusatzfunktion PreView

Diese Funktion nutzt die Möglichkeit, bestimmte Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche frühzeitig zu erkennen. Realisiert wird dies durch Auswertung der optischen Signale der Frontkamera / Kamera für Assistenzsysteme. Das Steuergerät für Assistenzsysteme wertet die Kameradaten nach definierten Kriterien entsprechend aus. Ermittelt wird das Höhenprofil und daraus der Hindernistyp. Charakteristische Hindernistypen sind z.B. harmonische Bodenwellen und speed-braker. Kleinere Fahrbahnausbrüche (Schlaglöcher) werden in der Regel aufgrund ihrer auf dem Niveau der umgebenden Fahrbahn liegenden „Kanten“ nicht berücksichtigt. Um das Steuergerät für Fahrwerk bei der Bewertung zu unterstützen, bekommt es vom Steuergerät für Assistenzsysteme zusätzlich die jeweilige Auflösungsgüte mitgeteilt. Auf Basis dieser Informationen entscheidet das Steuergerät für Fahrwerk über die Relevanz einer Regelung und die weitere Vorgehensweise. Das Steuergerät für Assistenzsysteme stellt dem Steuergerät für Fahrwerk ca. 18 mal pro Sekunde aktuelle Daten zur Verfügung.

Der große Vorteil von PreView ist die Möglichkeit, vorausschauend entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Die Basisfunktion kann erst dann aktiviert werden, wenn Messwerte der relevanten Sensoren anzeigen, dass das Überfahren des Hindernisses bereits begonnen hat. Mit PreView sind die „Gegenmaßnahmen“ schon eingeleitet, wenn die Räder der Vorderachse auf das Hindernis treffen. Die Funktion wird bei Geschwindigkeiten bis ca. 60 km/h aktiv. Die PreView-Funktion besteht aus den folgenden Regelkomponenten:



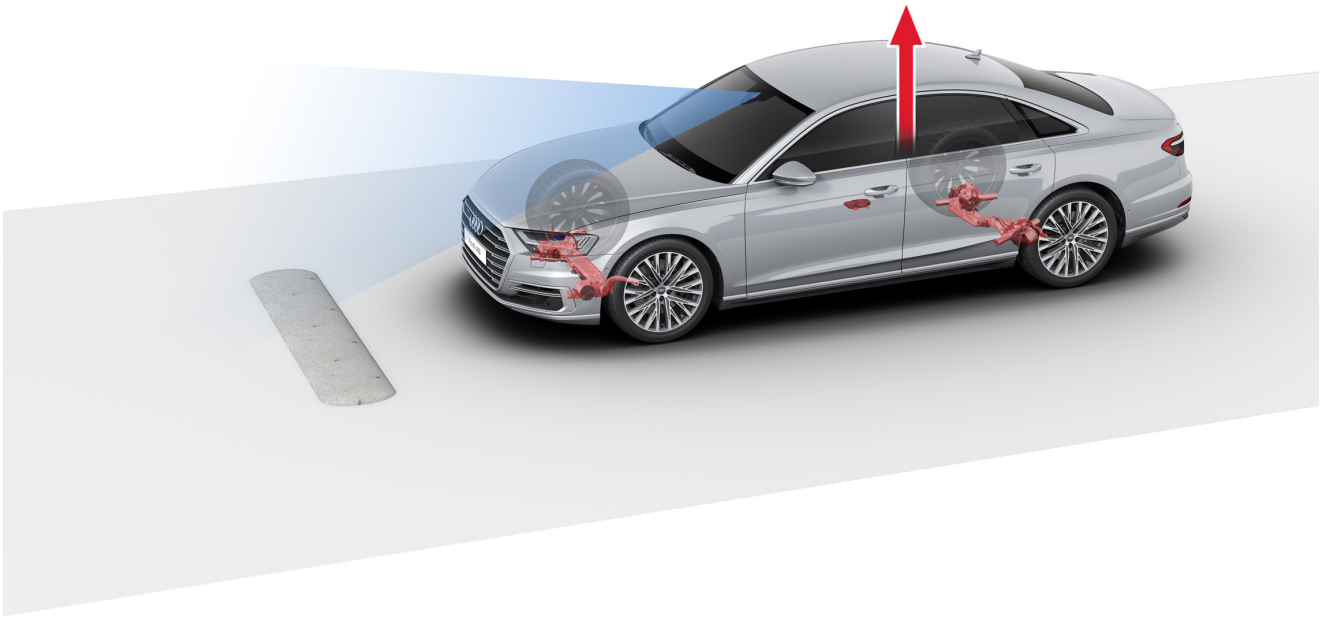
677_025

Pro lift

Beim Befahren eines „positiven“ Hindernisses (z.B. speed-braker, siehe Grafik) federt ein Fahrzeug ein. Als besonders unkomfortabel wird von den Fahrzeuginsassen eine Einfederung empfunden, wenn der komplette Federweg aufgebraucht wird. Dann kommen die Zusatzfedern zum Einsatz, durch die die Einfederbewegung relativ abrupt beendet wird. Wird durch PreView ein „positives“ Hindernis erkannt, leitet Pro lift eine entsprechende Ansteuerung der Aktuatoren ein. Der Fahrzeugaufbau wird frühzeitig angehoben, um ausreichenden Einfederweg zu ermöglichen, wenn das Hindernis überfahren wird. Je nach Art des erkannten Hindernisses werden so Anhebungen bis etwa 40 mm vor Eintreffen des Hindernisses realisiert. Diese Anhebungen erfolgen sanft und für den Fahrer kaum wahrnehmbar.

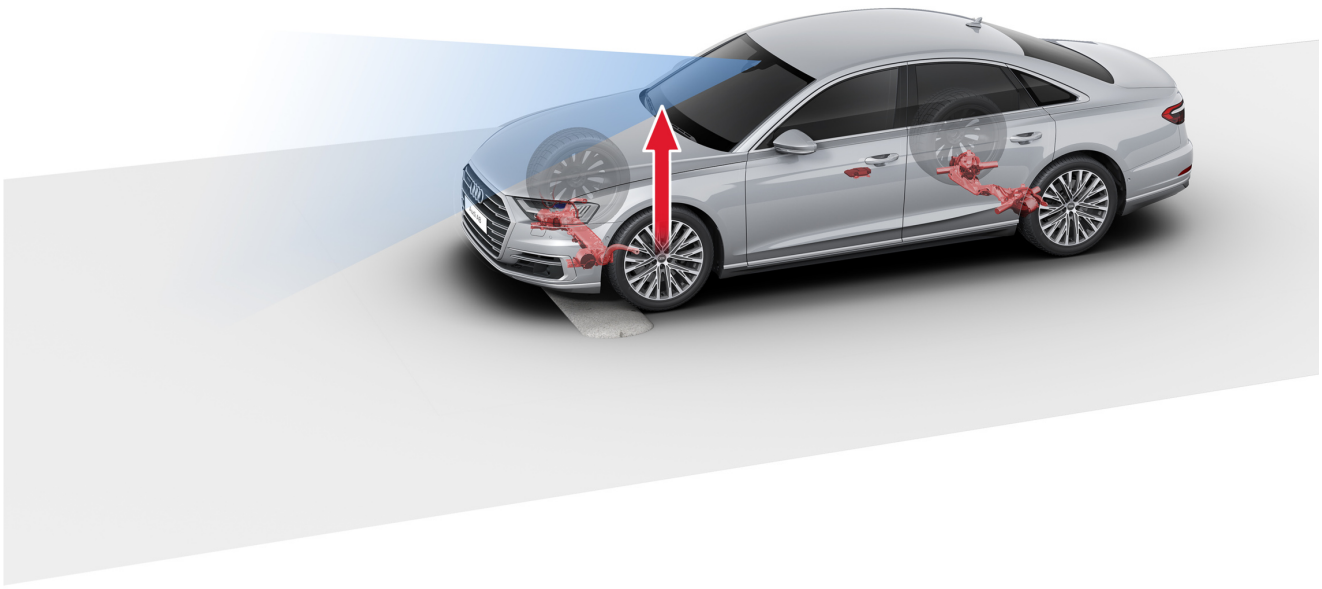
Pro comp

Annähernd synchron mit dem „Eintreffen“ des jeweiligen Rades am Hindernis leitet diese Regelkomponente ein „Nachfahren“ der Kontur des Hindernisses ein. Dazu wird das Rad durch Ansteuerung des zuständigen Aktuators aktiv in Richtung Fahrzeugaufbau bewegt, was einer Einfederbewegung entspricht. Durch Pro lift wurde schon sichergestellt, dass dafür genug „Federwegreserve“ zur Verfügung steht. Ziel ist es, den Impuls, den die rampenförmige Störkontur des Hindernisses im ersten Moment des Kontaktes mit dem Rad verursacht, zu eleminieren oder zumindest deutlich zu reduzieren. Im Zusammenhang damit werden auch die Dämpfungskräfte entsprechend angepasst. Der vergleichbare Vorgang findet beim Verlassen des Hindernisses, beim „Abfahren“ statt. Hier wird das Rad aktiv ausgefedert, um der Fahrbahnkontur bestmöglich zu folgen.



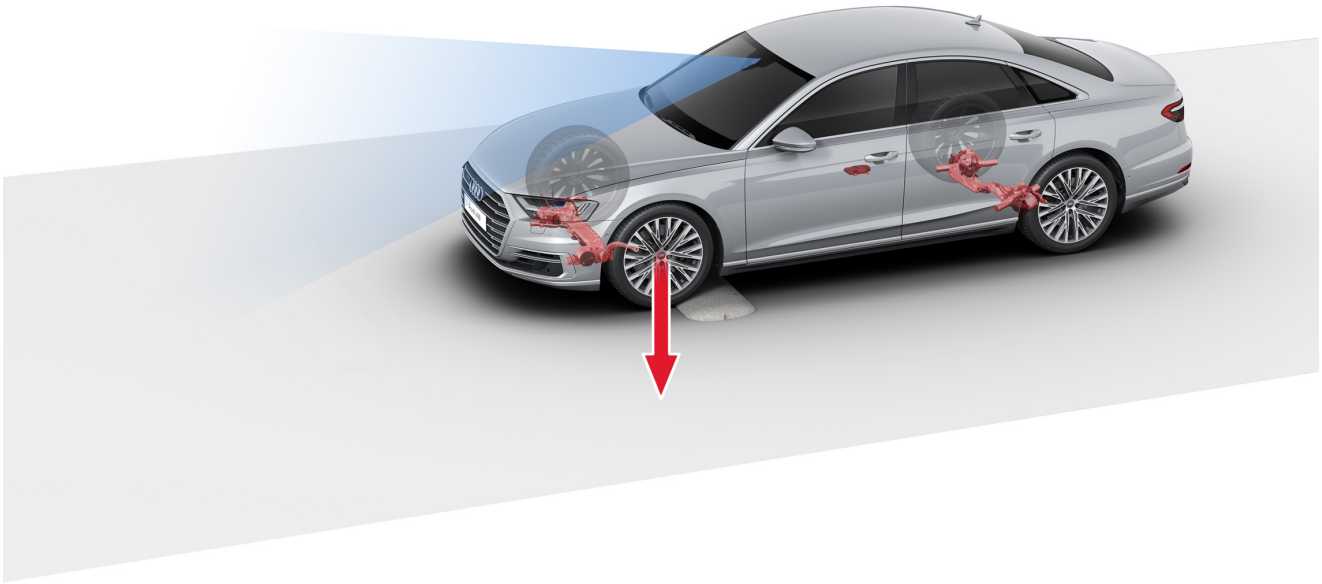
677_026

Ein Hindernis wird durch Auswertung der Kameradaten erkannt. Es wird als „positives“ Hindernis klassifiziert (aus der Fahrbahnoberfläche herausragend). Für diesen Hindernistyp muss ein möglichst großer Einfederweg zur Verfügung gestellt werden. Das Steuergerät für Fahrwerk berechnet den Soll-Winkel der Hebelstellung und „beauftragt“ die Steuergeräte 1 und 2 für Fahrwerksstabilisieung mit der Umsetzung. Noch bevor das Rad das Hindernis erreicht, wird der Fahrzeugaufbau entsprechend angehoben. Der zur Verfügung stehende Einfederweg wird dadurch um bis zu etwa 40mm vergrößert.



677_027

Unmittelbar vor dem berechneten Zeitpunkt des Eintreffens am Hindernis veranlasst das Steuergerät für Fahrwerk das Anheben des betroffenen Rades. Durch dieses Ausweichen wird ein „harter“ Kontakt mit dem Hindernis vermieden.



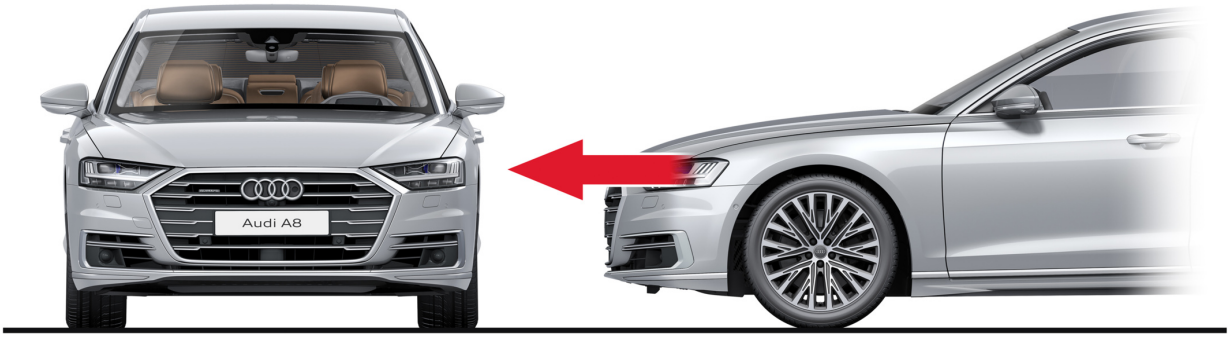
677_028

Das „Verlassen“ des Hindernisses wird unterstützt, indem die Vertikalbewegung des Rades der ablaufenden Hinderniskontur angepasst wird. Die Ausfederbewegung wird bei Bedarf durch aktive Ansteuerung des Aktuators unterstützt.

Zusatzunktion Crashanhebung

Im Falle eines Verkehrsunfalls kann trotz vieler Schutzeinrichtungen eine Verletzung der Insassen nicht ausgeschlossen werden. Auch der Seitencrash birgt ein gewisses Verletzungsrisiko für die betroffenen Fahrzeuginsassen. Die wesentliche Ursache hierfür ist der relativ geringe Deformationsweg, der zwischen Fahrzeuginsassen auf der dem Crash zugewandten Seite und der Fahrzeugaußenseite vorhanden ist. Die dazwischenliegenden Strukturelemente müssen die kinetische Energie des aufprallenden Fahrzeugs aufnehmen.

Je nach Aufprallintensität erfolgt dabei die Deformation der Strukturelemente in Richtung Fahrzeuginnenraum (Intrusion).



677_029

Seitencrash ohne Crashanhebung

In der sehr kurzen Zeitspanne vom Erkennen des wahrscheinlichen Seitenaufpralls bis zum Kontakt mit dem aufprallenden Fahrzeug ist eine entsprechende einseitige Anhebung von bis zu etwa 80 mm (in ca. 500 ms) realisierbar. Dadurch wird die Wucht des Aufpralls mehr in den steiferen Schwellerbereich verlegt, was zu einer geringeren Eindringtiefe (Intrusion) führt und den Überlebensraum vergrößert.

Die Crashanhebung wird bei Fahrzeuggeschwindigkeiten bis ca. 60 km/h und bei Querbeschleunigungen bis ca. 4 m/s² realisiert. Auf stehende Ziele (wenn sich das Fahrzeug einem feststehenden Hindernis nähert) wird nicht geregelt.



677_030

Seitencrash mit Crashanhebung

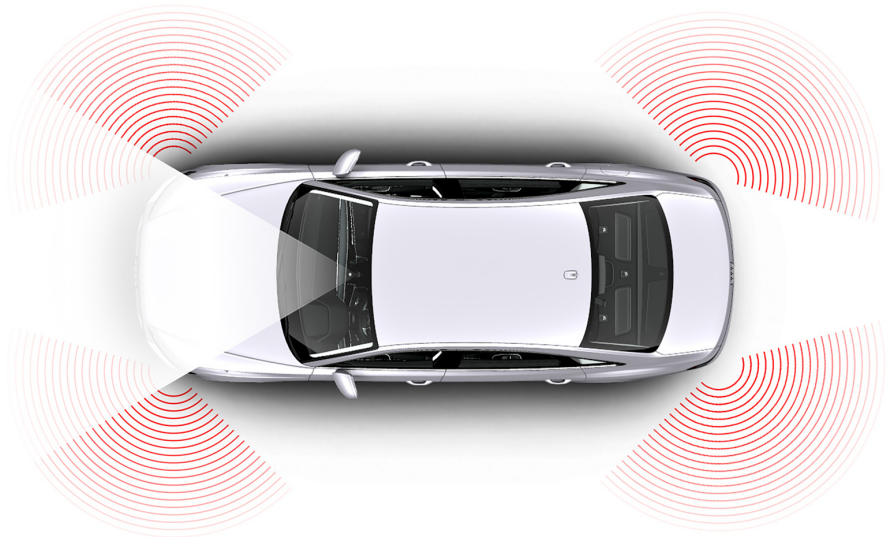
Die Überwachung der seitlichen Fahrzeugumgebung erfolgt durch die vier Eckradarsensoren, die auch Voraussetzung für Audi pre sense side sind. Das Steuergerät für Assistenzsysteme J1121 wertet diese Daten aus.

Je nach Situation ermittelt es das Gefahrenpotenzial durch ein sich von der Seite näherndes Fahrzeug. Es berechnet die "Kritikalität", einen Zahlenwert, der das Gefahrenpotenzial durch diese Annäherung darstellt sowie die voraussichtliche"Dauer bis zur Kollision". Diese Informationen werden dem Steuergerät für Airbag gesendet, das bei Notwendigkeit die folgenden Aktionen (pre sense side-Kaskade) veranlasst. In diesem Zusammenhang wird auch das Steuergerät für Fahrwerk mit der Crashanhebung beauftragt.

Wenn sich das relevante Objekt / Fahrzeug nicht mehr im Erkennungsbereich befindet, nimmt das Steuergerät für Airbag die Anforderung wieder zurück und die Ausgangsniveaulage wird wieder hergestellt.

Tritt der seltenere Fall ein, dass das auf Kollisionskurs befindliche Fahrzeug ausweicht, wird die Anhebung nach einer definierten Zeitspanne ebenfalls wieder aufgehoben. Die Crashfunktion ist mit unveränderten Parametern auch bei Anhängerbetrieb aktiv.

Damit die Crashfunktion bei Bedarf aktiviert werden kann, müssen alle Türen und Klappen geschlossen sein, Klemme 15 muss aktiviert sein und es muss einmalig eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 8 km/h überschritten worden sein. Mit dem Öffnen einer Tür oder der Klemme 15-Abschaltung wird die Funktionsbereitschaft deaktiviert. Durch Deaktivierung des ESC oder / und pre sense wird auch die Crashfunktion deaktiviert.



677_031

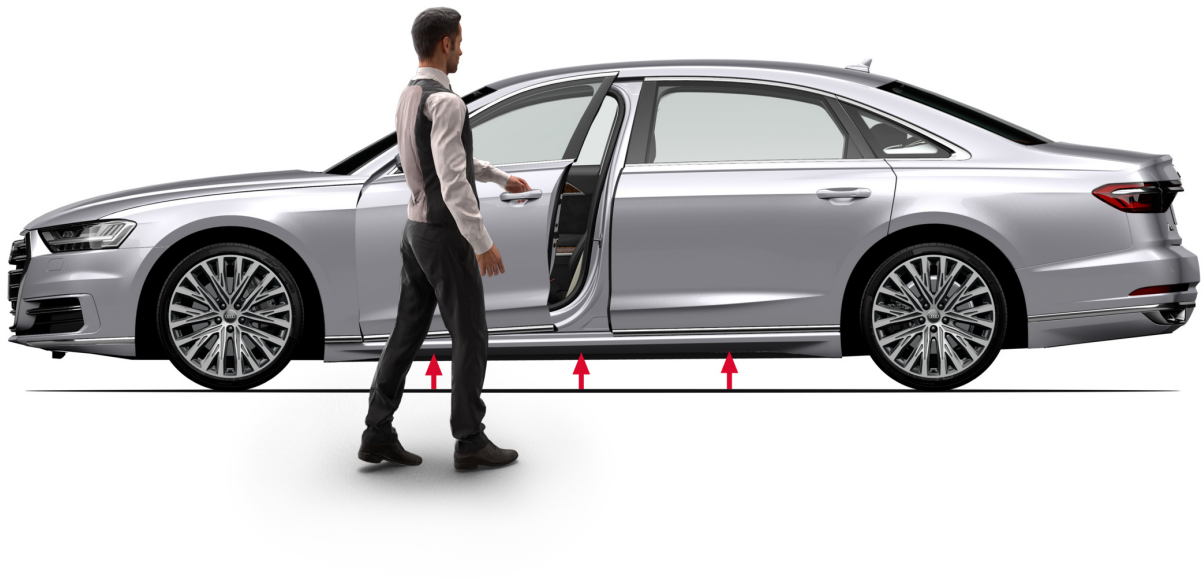
Audi A8 mit Darstellung der Erfassungsbereiche der Frontkamera und der Eckradarsensoren

Zusatzfunktion Komforteinstieg

Durch diese optionale Funktion wird der Fahrzeugaufbau beim Öffnen einer Tür angehoben. Ausgehend vom Referenzniveau (Niveau im drive select Modus „auto“ bzw. „comfort“) erfolgt eine Anhebung von etwa 40 mm in etwa einer Sekunde.

Das Ausgangsniveau wird wieder hergestellt:

- etwa 10 s nach dem Schließen aller vier Türen
- nach Fahrtbeginn
- beim Verriegeln des Fahrzeugs
- beim Wechsel des Audi drive select – Modus
- nach einer gewissen Zeit bei abgestelltem Motor und geöffneter Tür zur Aufrechterhaltung des Batterieladezustandes. Der angehobene Zustand wird durch die Aktivitätsanzeige im Display dargestellt.



677_032

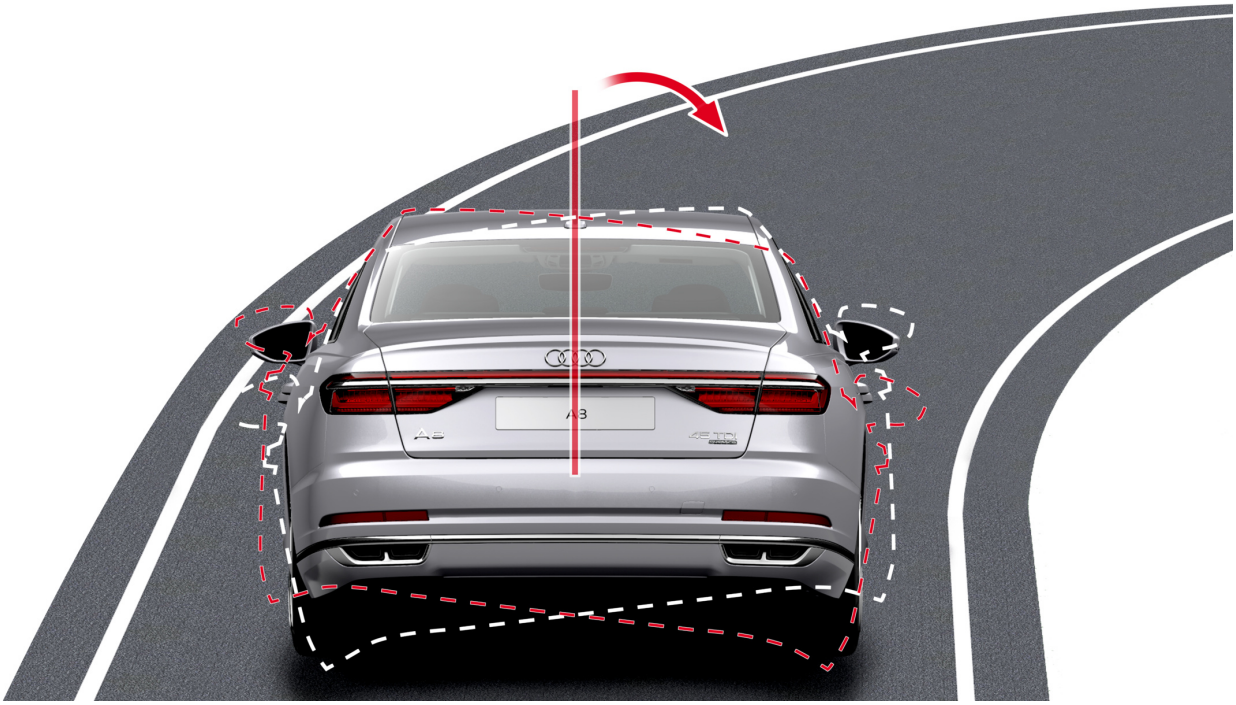
Zusatzfunktion Kurvenneiger

Diese Funktion wird nur dann aktiviert, wenn in Drive select der Modus Komfort+ ausgewählt wurde.

Durch die Fliehkräfte, die bei Kurvenfahrten auf den Fahrzeugaufbau einwirken, neigt sich der Aufbau in Richtung kurvenaußen. Diese hinsichtlich Fahrdynamik und Fahrkomfort ungewünschten Wankbewegungen werden durch die adaptive Dämpferregelung reduziert bzw. bei Ausstattung mit der elektromechanischen Wankstabilisierung weitgehend neutralisiert.

Die Regelung des Aktivfahrwerks agiert bei Kurvenfahrten noch engagierter, indem der Fahrzeugaufbau sogar tendenziell in die Gegenrichtung geneigt wird. Dies geschieht durch Absenkung des Aufbaus kurveninnen und Anhebung kurvenaußen. Dabei neigt sich das Fahrzeug bis zu etwa 3° in die Kurve hinein. Dadurch wird eine noch wirkungsvollere Abstützung über die kurvenäußeren Räder erreicht. Gleichzeitig erfolgt eine deutliche Komfortverbesserung für die Fahrzeuginsassen, da die auf sie wirkenden Querkräfte reduziert werden.

Die Regelungssoftware wertet vor allem die Fahrzeuggeschwindigkeit aus sowie die vom Airbagsteuergerät übermittelte Querbeschleunigung.



677_033

Legende:

	Neigung des Fahrzeugaufbaus bei Kurvenfahrt, die durch die im Fahrzeugschwerpunkt angreifende Zentrifugalkraft verursacht wird
	Neigung des Fahrzeugaufbaus bei Kurvenfahrt durch das Aktivfahrwerk

Zusatzfunktion Helicopter

Auch bei Beschleunigungsvorgängen in Fahrzeuglängsrichtung (Antriebs- oder Bremsvorgänge) wirken Kräfte auf den Fahrzeugaufbau.

Beim Beschleunigen des Fahrzeugs stützt sich der Aufbau durch die Wirkung der Trägheitskraft auf den Rädern der Hinterachse ab, die Vorderachslast wird verringert. Dadurch erfolgt eine Einfederung an der Hinterachse und eine Ausfederung an der Vorderachse.

Bei Bremsvorgängen wirkt die Trägheitskraft in entgegengesetzter Richtung, der Aufbau federt an der Vorderachse ein und an der Hinterachse aus. Diesen Nickbewegungen wird bei Fahrzeugen mit Dämpferregelung durch Anpassung der Dämpfungskräfte entgegengewirkt.

Auch auf diese dynamischen Fahrsituationen wirkt die Regelung des Aktivfahrwerks kompensierend ein. Bei Bremsvorgängen wird das „Eintauchen“ an der Vorderachse nicht nur verhindert, der Aufbau wird hier sogar leicht angehoben.

Bei Beschleunigungsvorgängen agiert die Regelung umgekehrt und bewirkt ein Absenken des Aufbaus (Einfedern) an der Vorderachse und ein Ausfedern an der Hinterachse.

Das Anheben bzw. Absenken ist für die Fahrzeuginsassen kaum spürbar. Spürbar ist jedoch ein höherer Sitzkomfort durch Reduzierung der auf die Insassen in oder gegen die Fahrtrichtung wirkenden Längskräfte.



677_035

Das Anheben des Fahrzeugs an der Vorderachse und Absenken an der Hinterachse bei Bremsvorgängen wirkt der Trägheitskraft entgegen und ermöglicht eine deutliche Komfortverbesserung durch Reduzierung der auf die Insassen wirkenden Längskräfte.



677_034

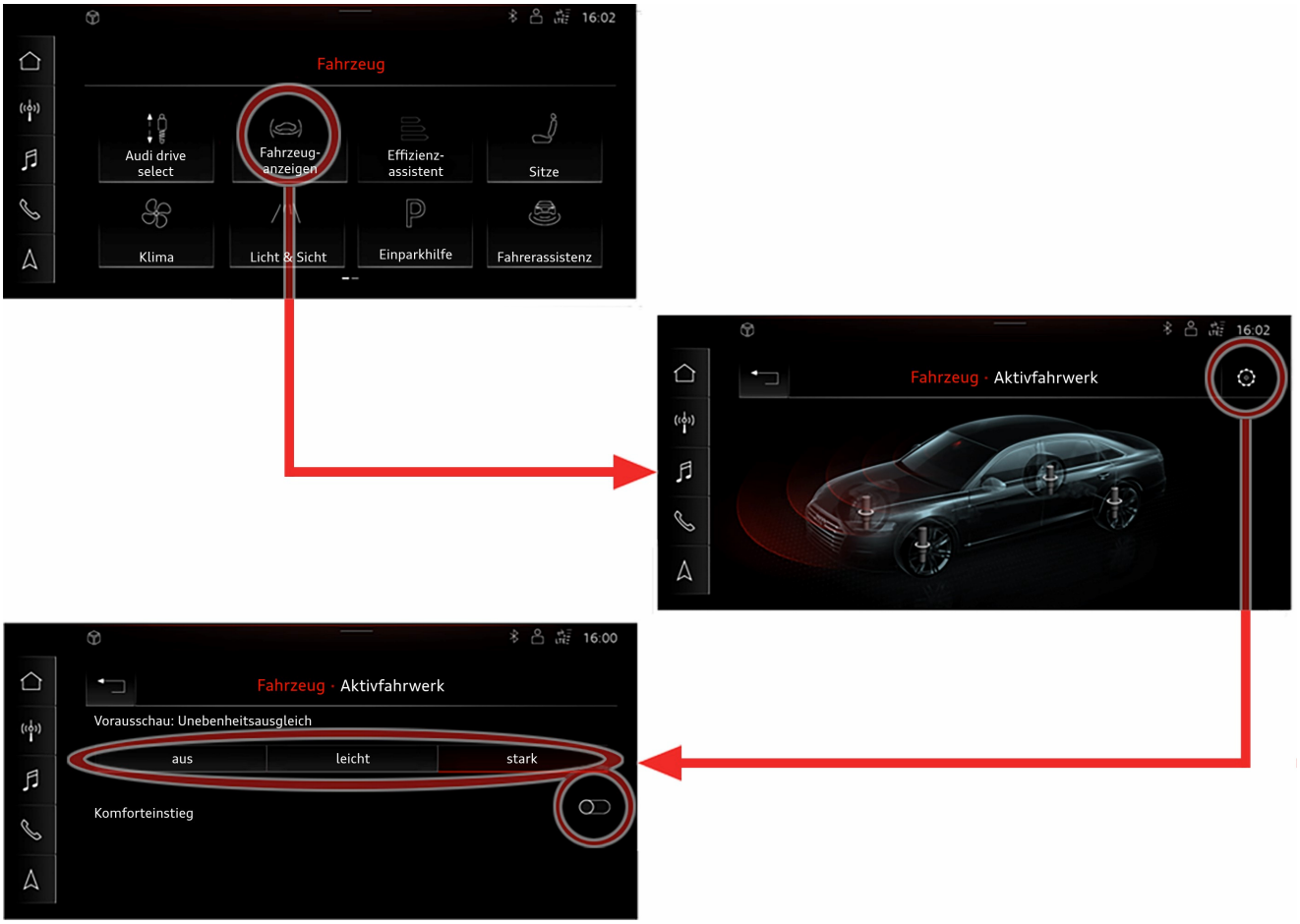
Bei Beschleunigungsvorgängen wird der Aufbau an der Vorderachse abgesenkt und an der Hinterachse angehoben. Auch hier ist eine deutliche Komfortverbesserung durch Reduzierung der auf die Insassen wirkenden Längskräften die Folge.

Bedienung und Fahrerinformationen

Der Fahrer kann die Basisfunktion des Aktivfahrwerks nicht deaktivieren, er kann aber mit der gewählten Audi drive select-Einstellung die Regelung direkt beeinflussen. Außerdem hat er die Möglichkeit, sich während der aktiven Regelung über den Funktionsstatus zu informieren. Dazu ist im MMI der Menüpunkt Aktivfahrwerk anzuwählen (Fahrzeug – Fahrzeuganzeigen – Aktivfahrwerk). Im Display wird für jedes Rad individuell angezeigt, in welchem Maß die Bewegungen des Fahrzeugaufbaus ausgeglichen werden. Der Fahrer kann auch wählen, ob, und wenn ja in welchem Maß, das System Fahrbahnunebenheiten ausgleichen soll. Durch Anwahl des Zahnradsymbols in der Aktivfahrwerk-Anzeige kann er den Unebenheitsausgleich (Funktion PreView) ausschalten oder zwischen leichtem und starkem Unebenheitsausgleich wählen.

Verfügt das Fahrzeug über die Funktion „Komforteinstieg“, kann diese Funktion durch den Fahrer aktiviert und deaktiviert werden.

Detailinformationen zu Bedien- und Anzeigeumfängen finden Sie in der aktuellen Betriebsanleitung des jeweiligen Fahrzeugmodells, sofern es mit dem Aktivfahrwerk ausgestattet ist.

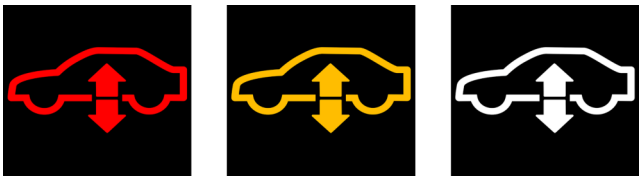


677_037

Systemverhalten im Fehlerfall

Das Steuergerät für Fahrwerk J775 führt eine Systemdiagnose durch und reagiert entsprechend auf Unplausibilitäten, Systemfehler und spezielle Umgebungseinflüsse (Temperatur, System- und Bordnetzauslastung).

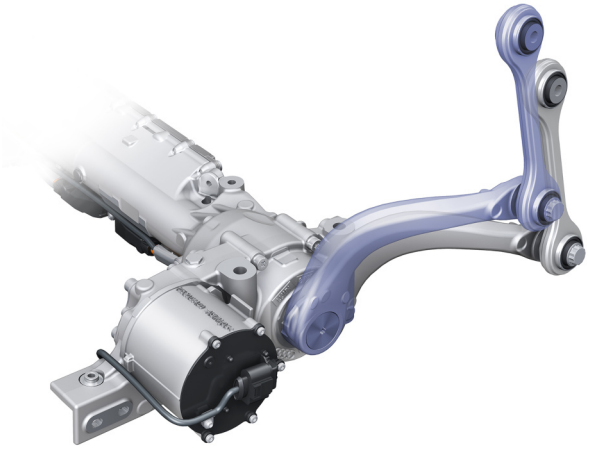
Gegebenenfalls wird der Fahrer durch Kontrollleuchten (neutralweiß, gelb, rot) und eine beschreibende Textausgabe informiert. Das Kontrollleuchtensymbol ist identisch mit dem des Luftfedersystems. Ob damit über Luftfederung oder Aktivfahrwerk informiert wird, lässt sich im Anzeigetext ablesen. Die verschiedenen Anzeigen sind in der Betriebsanleitung des jeweiligen Fahrzeugmodells beschrieben.



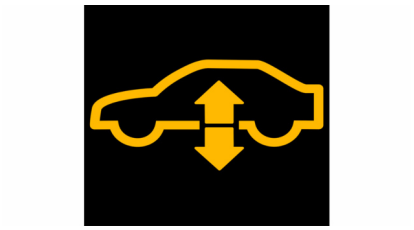
677_039

Durch ein 2-stufiges Degradierungskonzept erfolgt eine entsprechend angemessene Systemreaktion. Ziel ist es hierbei, einen Notlauf zu vermeiden. In der ersten Stufe erfolgt eine relativ geringe Leistungs- und Momentenreduzierung der Aktuatoren. Die dadurch verursachten Komforteinbußen sind für die Fahrzeuginsassen meist nicht spürbar. Die Aktivierung der zweiten Stufe wird dem Fahrer durch die weiße Kontrollleuchte und einen Text im Display angezeigt. Die in dieser Stufe realisierte Reduzierung der Wanksteifigkeit des Fahrzeugs entspricht etwa der des Normalfahrwerks.

Wird ein Aktuatorfehler erkannt, werden alle Aktuatoren abgeschaltet und die Dämpfer mit einem Konstantstrom angesteuert. Dadurch wird eine große hydraulische Dämpfung realisiert, die fahrdynamisch ausreichende Wankstabilität bei entsprechenden Komforteinschränkungen ermöglicht. Dem Fahrer wird der Notlauf durch die gelbe Kontrollleuchte und entsprechenden Text angezeigt.



677_040



Bei einem Defekt eines Dämpfers erfolgt eine Abschaltung der Ansteuerung der Dämpfungsventile aller Dämpfer. Ein Dämpferdefekt hat keine Auswirkung auf die Ansteuerung der Aktuatoren. Der Fahrer bekommt auch hier eine Fehlermeldung durch Ansteuerung der gelben Warnlampe mit Textausgabe im Display.



677_042



Bei Ausfall eines Gebers für Fahrzeugniveau erfolgt ebenfalls eine Konstantbestromung der Dämpfungsventile, die Ansteuerung der Aktuatoren wird abgeschaltet. Dadurch werden an Vorder- und Hinterachse große Dämpfungskräfte realisiert. Auch dies wird dem Fahrer durch die aktive gelbe Kontrollleuchte und eine Textausgabe angezeigt.



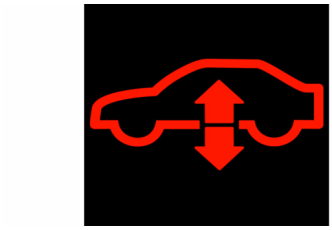
677_041



Bei einem Defekt des Steuergeräts für Fahrwerk J775, der zur Abschaltung der Aktuatoren zwingt, sind auch das Luftfedersystem und die Dämpferregelung betroffen, weil das Steuergerät auch für die Regelung dieser Systeme zuständig ist. Dieser Zustand wird mit der roten Kontrollleuchte angezeigt. Da die Weiterfahrt aufgrund stark reduzierter Fahrstabilität nur noch bedingt möglich ist, erhält der Fahrer eine Textmeldung mit der Aufforderung, das Fahrzeug abzustellen.



677_038



Serviceumfänge

Im Service sind bei Bedarf folgende Umfänge separat ersetzbar:

- das komplette Modul, bestehend aus Steuergerät, Aktuatoren und integrierter Steckerleiste
- die Kabelsätze
- die Steinschlagschutzabdeckungen der Stellmotoren an der Hinterachse

Die beiden Steuergeräte für Fahrwerksstabilisierung für die Regelung der Aktuatoren der Vorder- und Hinterachse sind unter separaten Diagnoseadressen erreichbar:

- 00D4 – elektrische aktive Fahrwerksstabilisierung 1 (Vorderachse) – J1152
- 00D5 – elektrische aktive Fahrwerksstabilisierung 2 (Hinterachse) – J1153

Für jedes der beiden Steuergeräte ist eine Grundeinstellung vorgesehen, die nach deren Austausch vorzunehmen ist. Dabei werden die Fahrzeughöhenstände (Messwerte der Geber für Fahrzeugniveau) an den vier Radpositionen den jeweiligen Aktuatorwinkeln (Messwerte der Rotorlagesensoren) zugeordnet und in den Steuergeräten gespeichert.

Mit der Grundeinstellung des Steuergeräts für Fahrwerk J775 wurden bereits die Fahrzeughöhenstände angelernt. Dabei wurden die Messwerte der Geber für Fahrzeugniveau den real am Fahrzeug ermittelten Fahrzeughöhen an den vier Radpostionen zugeordnet.

Nach den erfolgten Grundeinstellungen der Steuergeräte J1152 / J1153 können somit beabsichtigte Änderungen des Fahzeughöhenstandes durch die Steuergeräte direkt in erforderliche Winkeländerungen der Aktuatoren bzw. der Elektromotoren umgerechnet und in der Folge auch gestellt werden.



677_043

Hinweis
Achtung! Bei Arbeiten an Fahrzeugen mit Aktivfahrwerk sind besonders die im Reparaturleitfaden angegebenen Sicherheitshinweise zu beachten:

Bei Arbeiten auf der Grube oder einer Scherenhubbühne muss die Crashanhebung deaktiviert werden. Dies erfolgt durch Ausschalten der Zündung (Klemme 15 Aus) und durch einmaliges Öffnen der Fahrertür. Bei Fahrzeugen mit Aktivfahrwerk ist es möglich, dass sich das Fahrzeug über die Funktion Komforteinstieg bei ausgeschalteter Zündung anhebt bzw. absenkt. Daher ist diese Funktion zu deaktivieren. Informationen hierzu sind der Betriebsanleitung zu entnehmen.

Da die Aktuatoren mit einer elektrischen Spannung von 48V arbeiten, ist bei relevanten Montage- / Demontagearbeiten die Spannungsfreischaltung erforderlich. Die im Reparaturleitfaden angegebenen Arbeitsschritte und deren Reihenfolgen sind daher unbedingt einzuhalten.

Systemverhalten im Verlademodus

Die Regelung bleibt auch im Verlademodus aktiv. Die Funktion Komforteinstieg wird jedoch deaktiviert. Dadurch wird verhindert, dass die Fahrzeugtrimmlage beim Entriegeln / Öffnen einer Tür angehoben wird. Speziell bei der Entladung der Fahrzeuge vom Fahrzeugtransporter könnte es durch die Fahrzeuganhebung in ungünstigen Fällen zu Beschädigungen an der Karosserie-Außenhaut kommen.

Systemverhalten im Transportmodus

Die Regelung wird im Transportmodus deaktiviert. Dadurch wird das Bordnetz entlastet, weil die Batterie nicht durch Regelvorgänge beansprucht wird.

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten.

Copyright
AUDI AG
I/VH-53
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 10/19