

Techniktrends bei der Radaufhängung

Maximale Fahrwerksspreizung

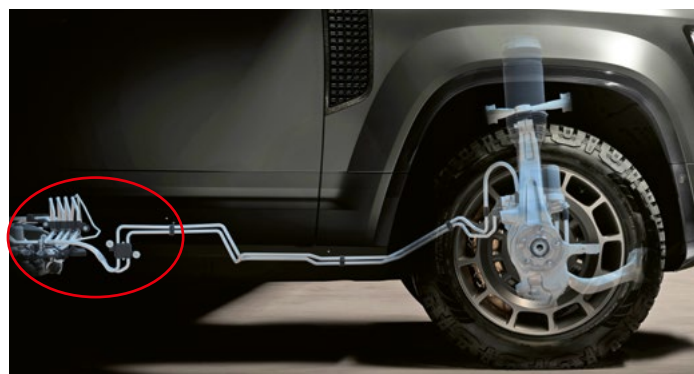
Die Radaufhängung und Federung/Dämpfung sind massgebliche Konstruktionsparameter, um ein Fahrzeug sportlich oder komfortabel auszulegen. Dank elektronischen Fahrwerksregelsystemen und neuen Denkansätzen gelingt der Spagat, beide Charakteristiken darzustellen. Diese Fahrwerksspreizung wird von der Klein- bis in die Luxusklasse mit unterschiedlichen Technologien und Ansätzen umgesetzt. **Andreas Senger**

Land Rover beweist mit einem 6D-Fahrwerk, dass luxuriöser Federungskomfort, sportliche Straffheit und Offroad-Eigenschaften möglich sind. Foto: Land Rover



Grosse, schwere Fahrzeuge haben es einfach, komfortabel zu erscheinen. Durch die Trägheit der Masse werden bei Fahrwerksanregungen und damit dem Anheben von Rädern in den Radkästen weniger Karosseriebewegungen hervorgerufen als bei kleinen Automobilen. Will ein schwerer Offroader oder SUV aber sportlich bewegt werden, dann muss tief in die Trickkiste gegriffen werden. Durch den höheren Schwerpunkt wankt das Fahrzeug bei Kurvenfahrt stärker als Limousinen. Im Schwerpunkt greifen die Kräfte an. Bei der Kurvenfahrt ist dies die Fliehkraft. Der Abstand vom Schwerpunkt (Wankhebel) zur Wankachse (Drehachse von Vorder- zu Hinterachse, um die sich die Karosserie bewegt) erzeugt ein Drehmoment. Hohe Fahrzeuge haben grundsätzlich einen grösseren Wankhebel. Dadurch neigen sie sich deutlich stärker bei Kurvenfahrt, beim Bremsen und beim Beschleunigen entstehen zudem grössere Nickbewegungen.

Für moderne SUV kommen aufwendige Fahrwerkssysteme zum Einsatz. Sie erhöhen zwar das Fahrzeuggewicht, reduzieren aber Karosseriebewegungen in Längs- und Querachse bei Kräfteinwirkung. Der Kurvenstabilisator ist längst aktiv und kann bei Bedarf Zusatzkräfte auf die Räder erzeugen, um sie entweder aus dem Radkasten zu drücken (kurvenäusseres Rad) oder in den Radkasten zu ziehen (kurveninneres Rad). Das Wanken wird dadurch minimiert. Des Weiteren kommen aktive Schwingungsdämpfer zum Einsatz, deren Zug- und Druckstufe sich meist über ein pulsweitenmoduliertes Magnetventil regeln lassen, welches die Durchflussmenge des Dämpferöls über einen Bypass steuert. Und zum Dritten werden rasch reagierende Luftfahrwerke mit Druckluftspeichern verbaut, die den pneumatischen



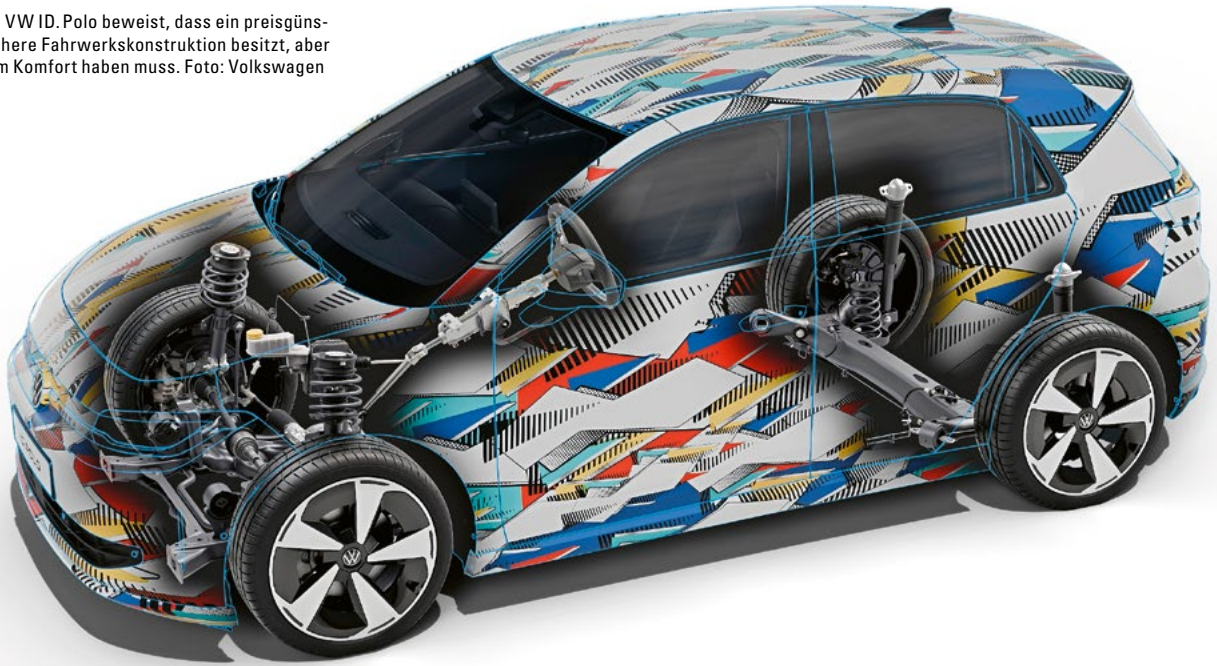
Das 6D-Fahrwerk weist keine Kurvenstabilisatoren auf. Einzig der hydraulische Druck in den Arbeitskammern des Schwingungsdämpfers wird geregelt. Foto Land Rover

Druck in den Luftfederbeinen bei Bedarf asymmetrisch und radindividuell regeln können.

Neuinterpretation von bewährten Technologien

Daneben wird inzwischen auch ein anderes System verwendet: Der Schwingungsdämpfer wird zum hydraulischen Differentialzylinder, dessen Arbeitskammern oben und unten über Leitungen mit einer Hydraulikpumpe versehen sind, um Radbewegungen aktiv zu regeln und damit die Karosseriebewegungen deutlich zu verkleinern. Bei Land Rover ist man einen Schritt weitergegangen und hat das System noch verfeinert. Basierend auf der Idee von Citroën aus dem Jahr 1954 (Modell DS), die von Audi im RS6 (Modell C5) sowie von Rolls-Royce und Mercedes-Benz aufgegriffen wurde, hat der Offroad-Spezialist dieses

Der ab Sommer erhältliche VW ID. Polo beweist, dass ein preisgünstiges BEV zwar eine einfachere Fahrwerkskonstruktion besitzt, aber keineswegs Abstriche beim Komfort haben muss. Foto: Volkswagen



Prinzip übernommen, diagonale Hydraulikleitungen zu verlegen, um bei Kurvenfahrt die Wankbewegungen hydraulisch zu minimieren und gleichzeitig den Schwingungsdämpfer jedes Rades als Hydraulikzylinder zu nutzen. Ein aufwendiges Drei-Magnetventilsystem pro Rad kontrolliert die Zug-/Druckstufe jedes Rades, und ein drittes Ventil regelt die Direktverbindung zwischen der oberen und unteren Arbeitskammer für eine äusserst komfortable Abstimmung.

Damit sind bereits 12 Magnetventile an den Radeinheiten untergebracht. Eine Zentraleinheit in der Mitte des Fahrzeugs (rot markiert in den Bildern auf der linken Seite) beherbergt weitere sechs Magnetventile, eine leistungsfähige Hydraulikpumpe (10 bis etwa 120 bar) und diverse Druckspeicher/-dämpfer. Das ganze System ist mit rund 25 m Hydraulikleitungen verbunden und führt dazu, dass der Land Rover Defender Octa sowohl auf der Strasse wie im Gelände die Fahrwerkspreizung vergrössert. Durch die Zentraleinheit lassen sich die Nickbewegungen beim Bremsen oder beim Beschleunigen durch gezieltes Einbringen von Druck in den Arbeitskammern der Schwingungsdämpfer reduzieren und bei Kurvenfahrt das Wanken verkleinern.

Auf der Strasse regelt die Zweikammer-Luftfederung die Karosseriehöhe, während die Hydrauliksteuerung die Karosseriebewegungen in Schach hält. Damit lässt sich das Fahrzeug beinahe ohne Wank- und Nickbewegungen fahren. Im Gelände ermöglicht die maximale Achsversträngung allen Rädern, Traktion aufzubauen und auch in unwegsamem Gelände voranzukommen. Der Grund: Ein mechanischer Kurvenstabilisator an Vorder- und Hinterachse entfällt. Damit das System eingebunden ist in die Antriebsregelung des Fahrzeugs, ist das Steuergerät der Fahrwerkregelung mit dem Motor- und Getriebe-steuergerät sowie mit den Bremsen gekoppelt.

Kleine BEV stellen andere Anforderungen ans Fahrwerk

Dass Fahrwerke auch bei kleineren Fahrzeugen kontinuierlich optimiert werden, zeigt der im Sommer auf den Markt gelangende VW ID. Polo. Das neu konzipierte und preisbewusste Fahrzeug soll nicht nur punkto Radführung ein gutmütiges Fahrverhalten zeigen, sondern auch Geräusche minimieren und damit den Fahrkomfort insgesamt steigern. Der ID. Polo verfügt gegenüber den anderen ID-Modellen über einen Vorderradantrieb, was punkto Radaufhängung ein paar technische Feinheiten bedingt. An der Vorderachse kommt aufgrund des Antriebssystems auf den ersten Blick eine profane MacPherson-Federung zum Einsatz. Der untere Dreiecksquerlenker ist aber nicht direkt an der Karosserie befestigt, sondern mit einem grosszügig dimensionierten Hilfsrahmen verbunden.

Für die neu konstruierten Fahrzeuge verwenden Volkswagen und seine Konzernmarken (insbesondere zum Start Seat/Cupra) einen grosszügig bemessenen Hilfsrahmen an der Vorderachse. Dieser Hilfsrahmen ist über diverse Elastomerlager mit der Karosserie verbunden. Dadurch werden Abrollgeräusche der Reifen sowie Schwingungen effizient reduziert. Zudem nimmt der Hilfsrahmen auch die E-Maschine und das Ausgleichsgetriebe auf, die über ebenfalls grosszügig dimensionierte Gummilager mit dem Hilfsrahmen verbunden sind. Durch die doppelte Entkoppelung lassen sich auch Geräusche und Schwingungen aus dem Antrieb verkleinern und den Komfort erhöhen.

An der Hinterachse verbaut der VW-Konzern eine Koppellenkerachse mit schräggestellten Achsführungslagern. In der grosszügig ausgeführten Halbstarrachsenkonstruktion sind passive Schwingungstilger integriert, um vom Rad angeregte Schwingungen bereits im Achskörper zu reduzieren und nicht auf die Karosserie zu leiten. Für die hochwertigeren Modelle (ein GTI soll in Planung sein) sollen zudem adaptive Schwingungsdämpfer und gegebenenfalls eine Mehrlenkerachse hinten für noch mehr Dynamik und damit eine grössere Fahrwerkspreizung sorgen. ●