

## Elektronisch geregelte Fahrwerke in Personenkraftwagen

## Die variable Dämpfung setzt sich durch

Bei der Fahrwerkentwicklung erzielten die Ingenieure in den vergangenen Jahren enorme Fortschritte. Immer mehr Hersteller verbauen heute in Personenkraftwagen elektronisch geregelte Fahrwerke, die sich blitzschnell automatisch dem Strassenzustand und der Fahrsituation anpassen. Dabei setzen sich adaptive Systeme durch, welche die Fahrsicherheit, die Fahrdynamik und den Fahrkomfort markant erhöhen.

Peter T. Klaentschi, Journalist BR

«Die Fahrdynamik mit den Komponenten der Vorder- und Hinterachsen, der Federung und Dämpfung, den Radbremsen, der Lenkung und den Fahrwerksregelsystemen inklusive der Sensoren haben in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Sprung gemacht. Bei den Materialien ging es vom reinen geschweissten Blech / Stahl zum Druckguss, Aluminium, Magnesium, Verbundstoffen und Stahl-Schmiedeteilen», erklärt Heinz



Heinz Krusche, bei der BMW-Group verantwortlich für Funktions- und Fahrbeurteilung / Fahrdynamik: «Durch die genutzten Potenziale der Mechatronik, der Sensorik und der Fahrzeugbeobachtersysteme konnten der Fahrkomfort und die Fahrsicherheit markant erhöht werden.»

Krusche, bei der BMW-Group verantwortlich für Funktions- und Fahrbeurteilung / Fahrdynamik auf Anfrage von AUTOINSIDE. Und der Fahrwerkexperte bilanziert: «Durch die gebotenen und genutzten Potenziale der Mechatronik, der Sensorik und der Fahrzeugbeobachtersysteme konnten der Fahrkomfort und die Fahrsicherheit markant erhöht und der Fahreraufwand erheblich reduziert werden.» Bei den elektronisch geregelten Fahrwerken wird zwischen aktiven und adaptiven Fahrwerken unterschieden. Die vor allem in Fahrzeugen der Oberklasse und Premium-SUVs angebotenen komplexen aktiven Fahr-

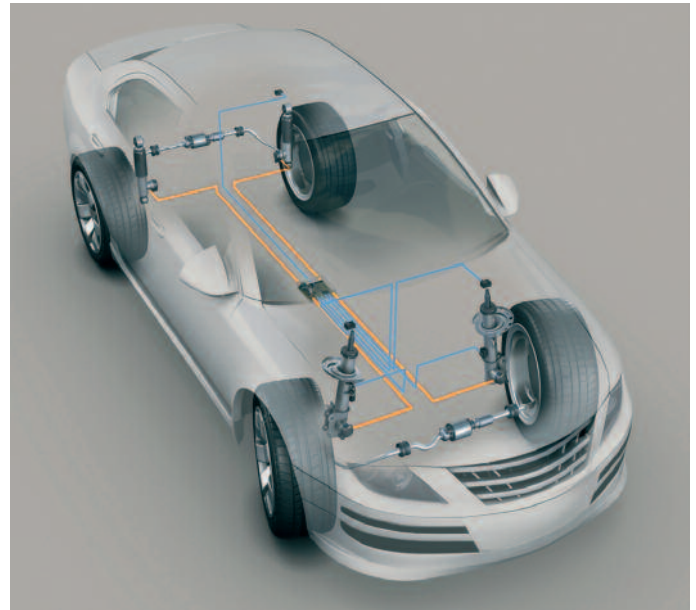
werke erzeugen mit viel Energieaufwand, etwa in Form von hydraulischen Ölströmen mit hohem Druck, aktiv Kräfte zwischen den Rädern und der Carrosserie. Solche Systeme werden primär zur Wankstabilisierung eingesetzt.

Das derzeitige «High-end»-Fahrwerk von BMW trägt die Bezeichnung «AdaptiveDrive» und ist eine Kombination der beiden aktiven Fahrwerkregelsysteme

«Dynamic Drive» und «Dynamische Dämpfer Control (DDC)». Heinz Krusche: «AdaptiveDrive“ ermittelt die notwendigen Eingangssignale und errechnet daraus die Steuerbefehle für die Schwenkmotoren in den Stabilisatoren und für die elektromagnetischen Ventile in den Stossdämpfern. Beide zusammen verhindern dann zum Beispiel durch entsprechende Reaktionen blitzschnell eine aufkommende Seitenneigung des Fahrzeugs.» Porsche bietet ein aktives Fahrwerk unter der Bezeichnung «Porsche Active Suspension Management (PASM)», an, bei Mercedes-Benz heisst es «Active Body Control (ABC)», Audi nennt es im neuen RS 5 Coupé «Dynamic Ride Control» (DRC) usw. Damit ist auch schon erwähnt, dass bei der Namensgebung für elektronisch geregelte Fahrwerke wohl aus Marketinggründen ein eigentliches Tohuwabohu herrscht, auch wenn alle Hersteller im Prinzip das Gleiche meinen.

### High-Tech für die Kompaktklasse

Weit verbreiteter als aktive Systeme sind adaptive Fahrwerke mit elektrisch verstellbaren Dämpfern zu inzwischen recht günstigen



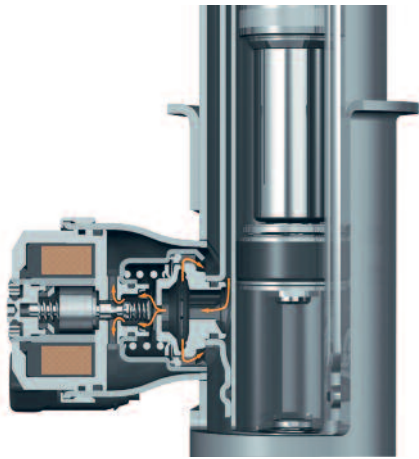
Intelligente Vernetzung: Die Kombination aus aktiver Wankstabilisierung und CDC2e erhöht Sicherheit und Komfort

Preisen, wie beispielsweise die für 1300 Franken erhältliche adaptive Fahrwerksregelung DDC im VW Scirocco. Die einzelnen Dämpfer werden dabei von einem Steuergerät angepeilt, das anhand von Sensordaten und wei-



Die Wankstabilisierung ARS (Active Roll Stabilization) minimiert die Seitenneigung eines Fahrzeugs bei Kurvenfahrt und gleicht sie bis zu einer gewissen Querschleunigung (etwa 0,5 g) sogar ganz aus

teren System-Informationen (u. a. Lenkung, Bremssystem und Fahrzeugassistenzsystemen) die optimale Dämpfung für jedes einzelne Rad errechnet. So reagiert das System in Millisekunden individuell auf Bodenwellen, Spurwechsel oder Kurvenfahrten. Bei solchen Fahrwerken stehen dem Fahrer in der Regel für die individuelle Fahrwerkabstimmung die drei unterschiedlichen Modi «Sport», «Nor-



Proportionalventil in innenliegender Bauweise. Es verstellt seinen Wirkdurchmesser und damit die Dämpfungskraft innerhalb weniger Millisekunden. Die Änderung der Dämpfungskennlinie erfolgt damit stufenlos

umal» und «Comfort» zur Verfügung. Im Modus «Sport» sorgt DDC beispielsweise für eine straffe Dämpfung und parallel dazu für eine Änderung der Lenkungscharakteristik.

Dass High-Tech-Fahrwerke nicht dem Premium-Segment vorenthalten sein müssen, beweist Opel. Als erster Automobilhersteller überhaupt bieten die Rüsselsheimer Autobauer gegen einen Aufpreis von lediglich 950 Franken im aktuellen Astra in der Kompaktklasse ein adaptives Dämpfersystem an. Es nennt sich «Mechatronisches FlexRide-Fahrwerk» und hat sich im Opel Insignia bereits bewährt. «FlexRide verbindet die einzelnen elektronischen Fahrhilfen wie das Fahrstabilitätsprogramm ESC, die adaptiven Dämpfer CDC (CDC = Continuous Damping Control), die elektronische gesteuerte Lenkung, die Gasedalkalibrierung und gegebenenfalls die Schaltlogik beim Automatikgetriebe zu einem System, das den Fahrerwunsch optimal umsetzt», erklärt Opel-Sprecher Patrick Munsch.

**Variable Dämpfung bald für alle?**

Christoph Pelchen, Leiter Vorentwicklung Fahrwerk und Allrad, Zentrale Forschung und Entwicklung der ZF Friedrichshafen AG, mit 9,371 Milliarden Euro Umsatz im vergangenen Jahr und 60'480 Mitarbeitern weltweit führender Autozulieferkonzern in der Antriebs- und Fahrwerkstechnik, sagt adaptiven Fahrwerken eine grosse Zukunft voraus: «Die variable Dämpfung hat mittlerweile das Segment der unteren Mittelklasse erreicht und wird noch weiter unten liegende Fahrzeugsegmente erreichen.» Bei Fahrzeugen mit Premium-Anspruch und einer gleichzeitigen Anforderung nach hohem Fahrkomfort und hoher Fahrdynamik führe kein Weg an variabler Dämpfung vorbei, betont Christoph Pelchen, dessen Konzern mit praktisch allen Au-



Christoph Pelchen, Leiter Vorentwicklung Fahrwerk und Allrad bei der ZF Friedrichshafen AG: «Sicherheit, Fahrkomfort und Fahrdynamik lassen sich noch steigern»

tobauern und deren Entwicklungsabteilungen zusammenarbeitet.

Auf die Frage, wohin die Reise in Bezug auf die Fahrwerkentwicklung geht, führt Christoph Pelchen aus: «Sicherheit, Fahrkomfort



Links, spart Bauraum: CDC-Dämpfer mit innenliegendem Proportionalventil; rechts, intelligent dämpfen: die Steuerungselektronik von CDC erkennt, welche Dämpfung für welche Fahrsituation ideal ist

und Fahrdynamik lassen sich noch steigern, wenn mehrere ZF-Systeme im Regelverbund eingesetzt werden. Ein Beispiel für eine solche Vernetzung ist das Konzept IWD (Intelligent Wheel Dynamics). Dabei werden aktive Systeme im Antrieb, in der Lenkung und im Fahrwerk vernetzt und zentral gesteuert. So entsteht ein intelligentes Fahrzeug, das den Fahrer unterstützt und nicht ausbremst. Die Vernetzung schafft auf diese Weise ein Sicherheitsplus, das sich, im wahrsten Sinne des Wortes, nicht als Bremse für die Fahrdynamik auswirkt.» <



**KSU**  
**A-TECHNIK**

**Die bessere Lösung**  
**www.ksu.ch**

## Châssis d'automobiles à réglage électronique

## L'amortissement variable s'impose

*Les ingénieurs ont réalisé ces dernières années d'importants progrès dans le développement des châssis. Les constructeurs sont de plus en plus nombreux à intégrer à leurs automobiles des châssis à réglage électronique s'adaptant instantanément et automatiquement à l'état de la route et à la situation de conduite. Les systèmes adaptatifs qui augmentent sensiblement la sécurité de conduite, la dynamique du mouvement et le confort en viennent à s'imposer.*

Peter T. Klaentschi, journaliste RP

■ «La dynamique du mouvement avec les sous-ensembles des essieux avant et arrière, les suspensions et les amortisseurs, les freins, la direction et les systèmes de réglage du châssis, notamment les capteurs, a connu d'énormes progrès au cours des dernières décennies. Pour les matériaux, nous sommes passés de la tôle d'acier simplement soudée au moulage sous pression, à l'aluminium, au magnésium, aux matières composites et aux



Heinz Krusche, responsable chez BMW des évaluations fonctionnelles et de la dynamique du mouvement: «Les potentiels offerts et utilisés de la mécatronique, des capteurs et des systèmes d'observation du comportement des véhicules ont permis d'augmenter considérablement le confort et la sécurité de la conduite»

pièces forgées en acier», explique à AUTOINSIDE Heinz Krusche, responsable des évaluations fonctionnelles et de la dynamique du mouvement au sein du Groupe BMW. Et l'expert en châssis conclut: «Les potentiels offerts et utilisés de la mécatronique, des capteurs et des systèmes d'observation du comportement des véhicules ont considérablement augmenté le confort et la sécurité de la conduite, tout en réduisant les contraintes pesant sur le conducteur». Parmi les châssis à réglage électronique, on distingue les châssis actifs et adaptatifs. Les châssis actifs complexes, essentiellement proposés sur les véhicu-

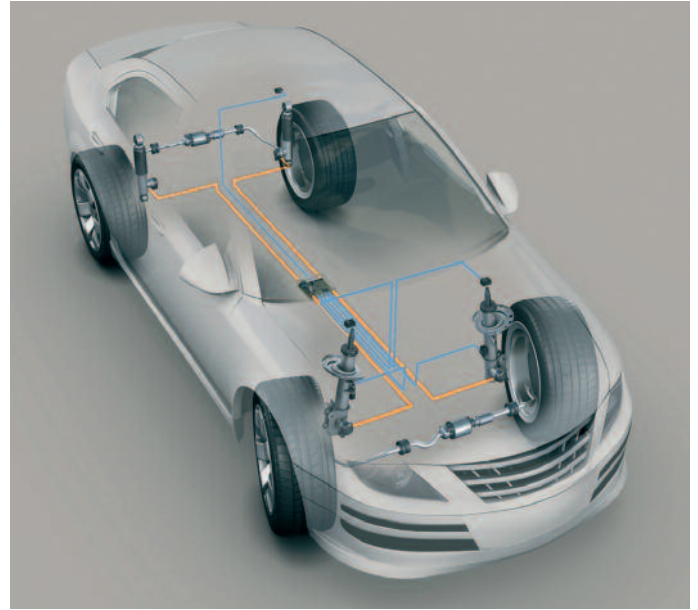
les haut de gamme et les 4x4 Premium, génèrent à grand renfort d'énergie, le plus souvent sous forme de flux d'huile hydraulique sous haute pression, des forces actives entre les roues et la carrosserie. Ces systèmes sont essentiellement utilisés pour la stabilisation en roulis.

Le châssis «high end» actuel de BMW, aussi nommé «Adaptive-Drive», allie les deux systèmes de réglage actif de châssis «dyna-

mic drive» et «commande dynamique d'amortissement (DDC)». Heinz Krusche: «L'AdaptiveDrive définit les signaux d'entrée nécessaires pour en extraire les ordres de commande des servomoteurs de pivotement des stabilisateurs et des électrovalves des amortisseurs. Les actions conjointes peuvent alors prévenir une amorce d'inclinaison du véhicule, par exemple, par une réaction ultrarapide». Porsche propose un châssis actif appelé «Porsche Active Suspension Management (PASM)». Chez Mercedes-Benz, il s'agit de l'«Active Body Control (ABC)», tandis que Audi parle de «Dynamic Ride Control» (DRC) sur sa nouvelle RS 5 Coupé, etc. S'en suit un véritable galimatias autour du nom de baptême de ces châssis à réglage électronique, ne serait-ce que pour des raisons de marketing, bien que tous les constructeurs évoquent en principe la même chose.

### High-Tech pour la classe des compacts

Beaucoup plus répandus que les systèmes actifs, les châssis dits adaptatifs avec amortisseurs réglables par servomoteur électrique sont maintenant disponibles à prix très rai-



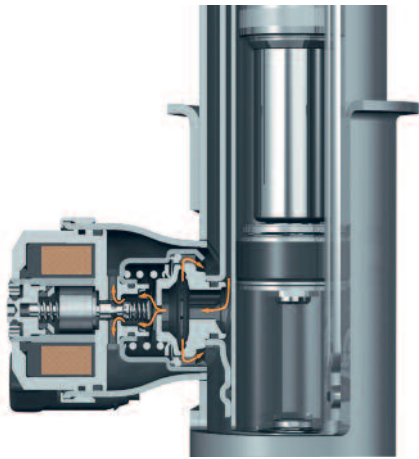
Mise en réseau intelligente: la combinaison de la stabilisation de roulis active et du CDC2e augmente la sécurité et le confort

sonnable: le réglage adaptatif de châssis DDC est proposé à CHF 1300 sur la VW Scirocco. Les différents amortisseurs sont collimatés par un appareil de commande qui détermine l'amortissement optimal pour chaque roue à



La stabilisation de roulis ARS (Active Roll Stabilization) réduit l'inclinaison latérale de la caisse lors de l'inscription en virage et la compense quasi totalement jusqu'à une certaine accélération latérale (0,5 g env.)

partir des données de capteurs et d'autres informations système (direction, système de freins, systèmes d'assistance à la conduite). Le système réagit ainsi, en quelques millisecondes, aux ondulations du revêtement, aux changements de file et aux inscriptions en virage. Le conducteur a généralement le choix entre trois différents modes «Sport», «Normal» et «Confort» pour le réglage du châssis.



Vanne proportionnelle intégrée. Elle adapte son diamètre efficace, et donc l'effort d'amortissement, en quelques millisecondes. La courbe caractéristique d'amortissement évolue ainsi en continu

En mode «Sport», le DDC durcit par exemple l'amortissement et assure en parallèle une adaptation des caractéristiques de la direction.

Opel prouve que les châssis high-tech ne sont pas l'apanage du segment Premium. Le premier constructeur automobile mondial de Rüsselheim propose en effet sur son Astra un système d'amortissement adaptatif pour véhicules compacts pour un supplément modique de CHF 950. Ce «châssis mécatronique FlexRide» a déjà fait ses preuves sur l'Opel Insignia. Comme l'explique Patrick Munsch, porte-parole d'Opel, le «FlexRide relie les différentes assistances électroniques, telles que le logiciel de stabilisation de trajectoire ESC, les amortisseurs adaptatifs CDC (Continuous Damping Control), la direction à commande électronique, le dosage de la pression sur l'accélérateur et, le cas échéant, la logique de sélection de la boîte automatique en un système réalisant les souhaits du conducteur en les optimisant».

### Un amortissement variable bientôt pour tous?

Christoph Pelchen, directeur Avant-projets châssis et transmission intégrale du département central R&D de ZF Friedrichshafen AG, premier équipementier mondial pour la technique de transmission et de châssis avec un chiffre d'affaires de EUR 9.371 milliards l'an dernier et 60'480 collaborateurs, prédit un grand avenir aux châssis adaptatifs: «L'amortissement variable a désormais conquis le segment de la gamme moyenne basse et touchera bientôt des véhicules d'autres segments inférieurs». Pour les véhicules prétendant au classement Premium et exigeant simultanément un grand confort de tenue de route et une dynamique de mouvement élevée, toutes les voies mènent à l'amortissement variable,



Christoph Pelchen, directeur Avant-projets châssis et transmission intégrale de ZF Friedrichshafen AG: «La sécurité, le confort de tenue de route et la dynamique de mouvement peuvent encore être améliorés»

souligne Christoph Pelchen, dont le groupe travaille avec pratiquement tous les constructeurs automobiles et leurs bureaux d'études.

Quant à savoir où nous mène le voyage en



A gauche, Économie du volume: amortisseur CDC avec vanne proportionnelle intégrée; à droite, Mise en réseau intelligente: la combinaison de la stabilisation de roulis active et du CDC2e augmente la sécurité et le confort

matière d'évolution des châssis, Christoph Pelchen répond: «La sécurité, le confort de tenue de route et la dynamique de mouvement peuvent encore être améliorés en associant plusieurs systèmes ZF dans le concept de régulation. Le concept IWD (Intelligent Wheel Dynamics) illustre cette mise en réseau. Des systèmes actifs sont alors mis en réseau et pilotés de manière centralisée pour la transmission, la direction et le châssis. Il en résulte un véhicule intelligent, qui profite au conducteur plutôt que de le contraindre. La mise en réseau crée ainsi un plus en matière de sécurité qui ne freine pas, au sens propre, la dynamique de mouvement.» <



**KSU**  
**A · TECHNIK**

**La meilleure solution**  
**www.ksu.ch**