



BMW Motorrad Dynamic Damping Control DDC.

Semiaktive Fahrwerkstechnik für die Zukunft.

Motorräder durch innovative Entwicklungen besser und sicherer machen und zugleich die Freude am Motorradfahren steigern – so lautet seit Jahrzehnten eine der Kernkompetenzen von BMW Motorrad. Als Technologieführer präsentiert BMW Motorrad mit hoher Schlagzahl neue Lösungen, die in der Regel schon kurze Zeit später aus dem Serienmotorradbau nicht mehr wegzudenken sind. Nun kündigt sich ein neuer Entwicklungsschritt an: das semiaktive Fahrwerksregelsystem Dynamic Damping Control, kurz DDC.

BMW Motorrad – Kompetenz in Sachen Fahrwerksinnovation und Regelsysteme.

Bereits im Jahr 1986 setzte BMW Motorrad mit der Einführung der Paralever-Hinterradschwinge einen fahrwerkstechnischen Meilenstein, der für eine deutlich bessere Hinterradführung und Kraftübertragung sorgte. 1993 ging in der damals neuen Boxer-Baureihe erstmals eine Vorderradführung in Serie, welche die Aufgaben von Federung und Dämpfung von denen der Radführung trennt – der Telelever. Einen weiteren revolutionären Schritt in der Fahrwerkstechnik stellte die 2005 lancierte, extrem verwindungssteife Duolever-Vorderradführung dar.

Auch bei der Antriebsregelung konnten die Motorradfahrer früh von bahnbrechenden Innovationen profitieren. 1988 präsentierte BMW Motorrad mit der Einführung des ABS in der BMW K1 das erste serienmäßige Anti-Blockier-System für Motorräder. Seit 2007 verhindert die Antriebsschlupfregelung ASC (Automatic Stability Control) ein unkontrolliertes Durchdrehen des Hinterrads. Es folgte 2009 die dynamische Traktionskontrolle DTC (Dynamic Traction Control), die bei der Regelung des Antriebsschlupfes erstmals bei einem Serienmotorrad auch die gefahrene Schräglage mit einbezog.

In Sachen Fahrwerksregelsysteme legte BMW Motorrad ebenfalls immer wieder vor. So hielten im Jahr 2004 mit dem elektronisch einstellbaren Fahrwerk ESA (Electronic Suspension Adjustment) erstmals vom Fahrer via Knopfdruck justierbare Federelemente im Serienbau von Motorrädern

Einzug. Das Nachfolge-System ESA II ging im Jahr 2009 noch einen Schritt weiter und gestattete es erstmals, auch die Federrate zu variieren.

Der logische nächste Schritt: Semiaktive Fahrwerkssteuerung.

Der logische nächste Schritt bei der Entwicklung von Fahrwerks- und Regelsystemen zeichnet sich deutlich ab. Mit der automatischen Anpassung der Federelemente an unterschiedliche Einsatzbedingungen wie etwa wechselnde Fahrbahnbeschaffenheit oder bestimmte Fahrmanöver wird die nächste Evolutionsstufe erreicht. BMW Motorrad verwirklicht sie in der Dynamic Damping Control DDC.

Analoge Technologien kommen im BMW PKW-Bereich, beispielsweise im BMW M3 und BMW M5, seit Jahren erfolgreich zum Einsatz. Hieraus ergaben sich wertvolle Synergieeffekte für die hausinterne Entwicklung. Die Herausforderung lag in der Adaption des Systems an die Anforderungen der Motorrad-Fahrphysik und der Integration in die entsprechenden Regelsysteme.

Die Evolution: Von ESA II zu DDC.

Einen deutlichen Fortschritt bei der Anpassung an unterschiedliche Beladungszustände und Fahrbahnbeschaffenheiten markierte BMW Motorrad mit der Einführung des elektronisch einstellbaren Fahrwerks ESA II (Electronic Suspension Adjustment). Es ermöglicht dem Fahrer, neben der Dämpfung der beiden Federbeine von Duolever/Telelever vorn und Paralever hinten auch die Federrate des hinteren Federbeins und damit sozusagen die „Härte“ der Feder bequem per Knopfdruck einzustellen. Die anwählbaren Kennlinien für Federung und Dämpfung erlauben eine bisher unerreichte Anpassung der Fahrwerkabstimmung an die Fahrbahnbeschaffenheit sowie auch an die Beladung bei höchstem Bedienkomfort. In Verbindung mit den drei möglichen Abstimmungsmodi „Comfort“, „Normal“ und „Sport“ erschloss ESA II damit eine neue Dimension von Fahrstabilität bei bestem Ansprechverhalten in allen Fahr- und Beladungszuständen. ESA II war in dieser Form das für Motorräder weltweit erste System einer elektronischen Fahrwerkseinstellung mit so weitreichenden Einstellmöglichkeiten.

Mit dem Ziel, ein nochmals stabileres und damit sichereres Fahrverhalten zu erreichen, geht die Dynamic Damping Control DDC erneut einen Schritt

weiter. Bei der DDC handelt es sich um ein semiaktives Fahrwerkssystem, das automatisch sowohl auf Fahrmanöver wie Bremsen, Beschleunigen oder Kurvenfahren als auch auf die Fahrbahnbeschaffenheit reagiert und die Dämpfung anhand sensorisch ermittelter Parameter über elektrisch angesteuerte Proportional-Dämpferventile situativ richtig einstellt.

Die DDC ist über den CAN-Bus mit der Traktionskontrolle DTC sowie dem ABS vernetzt. Das System erkennt etwaige Regelaktivitäten der anderen Systeme und steuert die Dämpfung adaptiv nach den Erfordernissen an. Abhängig davon, ob es sich um einen Ein- oder Ausfedervorgang handelt, erfolgt eine getrennte Ansteuerung von Zug- und Druckstufe der Dämpfung.

Die Justierung der Dämpfung erfolgt über ein elektrisch angesteuertes Proportional-Dämpferventil, bei dem ein Ringspalt und damit der Durchflussquerschnitt für das Dämpferöl verändert wird. Durch die umgekehrt proportionale Änderung von Fließgeschwindigkeit und Druck wird die Dämpfungskraft innerhalb weniger Millisekunden an die neuen Gegebenheiten angepasst.

Bei der Dynamic Damping Control DDC kommen im Gegensatz zu ESA II keine Kennlinien, sondern Kennfelder zum Einsatz, die innerhalb eines definierten Bereichs die optimale Dämpferabstimmung bereitstellen. Über drei per Knopfdruck anwählbare Kennfelder für die Grundabstimmungen „Comfort“, „Normal“ und „Sport“ ermöglicht auch dieses System es dem Fahrer, mit seiner individuell bevorzugten Abstimmung zu fahren. Wie von ESA II bereits bekannt, wird die angewählte Abstimmung in der Instrumentenkombination angezeigt. Analog zu ESA II bietet auch die DDC eine variable Federrate.

DDC Wirkungsweise im Fahrbetrieb.

Die Vorteile werden anhand einiger anschaulicher Beispiele für bestimmte Fahrsituationen schnell deutlich. Vor Antritt der Fahrt wird mit dem Einschalten der Zündung zunächst der Systemcheck und der Informationsfluss von Motorsteuerung, ABS Steuergerät, Sensorbox (DTC) sowie den Federwegsensoren zum Dynamic Damping Control (DDC) Steuergerät aktiviert. In der Instrumentenkombination erscheint dazu eine entsprechende Anzeige.

Beim Anfahren werden die Ventile des vorderen und hinteren Dämpfers ab einer einstellbaren Mindestgeschwindigkeit nur gering angesteuert (Bestromung). Beschleunigt der Fahrer, etwa am Ortsausgang, wird das Ventil des hinteren Federbeins aufgrund der geänderten dynamischen Radlastverteilung sowie des Antriebsmoments stärker angesteuert. Erst mit Erreichen der Zielgeschwindigkeit geht die Ansteuerung des Ventils auf ihren Ausgangswert (geringere Bestromung als während des Anfahrens) zurück. Hierbei erfolgt der Informationsfluss vom Gasdrehgriff über die Motorsteuerung an das DDC Steuergerät und von dort weiter zu den Dämpferventilen.

Beim Durchfahren einer Wechselkurve wird die Ansteuerung beider Dämpferventile – ausgehend von der geringen Bestromung – mit zunehmender Schräglage bis zum Scheitelpunkt erhöht. Beim Wiederaufrichten des Fahrzeugs zwischen den beiden Kurven geht die Ansteuerung beider Dämpferventile mit abnehmender Schräglage kontinuierlich auf den ursprünglichen Bestromungswert zurück. Sobald der Fahrer die zweite Kurve einleitet, nimmt die Ansteuerung wieder proportional zum Neigungswinkel zu und vom Scheitelpunkt an wieder ab. Hierbei erfolgt der Informationsfluss von der Sensorbox (DTC) an das DDC Steuergerät und von dort weiter zu den Dämpferventilen.

Beim Anbremsen – etwa eines Bahnübergangs – nimmt die Ansteuerung des vorderen Dämpferventils proportional zur Verzögerung zu, so dass während des Bremsvorgangs die Dämpfungskräfte und damit die Fahrstabilität erhöht werden. Die Dynamic Damping Control DDC berücksichtigt hierbei sowohl die dynamische Phase des Bremsvorgangs bis zum Erreichen konstanter Verzögerung und Radlastverteilung als auch die sich anschließende statische Phase.

Mit dem Erreichen der angepassten Geschwindigkeit – hier für das Überfahren des Bahnübergangs – geht die Bestromung und damit die Ansteuerung auf den Basiswert zurück. Dabei erfolgt der Informationsfluss von der Handbremspumpe am Lenker zum ABS und von dort über das DDC Steuergerät zu den Ventilen.

Beim Überfahren des Bahnübergangs - hier stellvertretend für alle Arten von Unebenheiten in der Fahrbahn - werden die Ventile des vorderen und hinteren Dämpfers proportional zum jeweiligen Einfederweg angesteuert

(bestromt). Der Informationsfluss erfolgt dabei ausgehend von den Federwegensensoren vorne und hinten über das DDC Steuergerät an die Ventile.

Wird das Motorrad anschließend zum Stillstand gebracht, werden die Ventile zunächst so wie bei dem bereits beschriebenen Bremsvorgang angesteuert. Erst mit Erreichen des Stillstands wird die Bestromung und damit die Ansteuerung der Ventile deaktiviert.

Die Vorteile der Dynamic Damping Control DDC liegen auf der Hand: Das System wertet in kürzester Zeit eine Vielzahl von Informationen aus und wählt die situativ richtige, hochpräzise Fahrwerkseinstellung. Hieraus resultiert ein deutlicher Zugewinn an aktiver Fahrsicherheit, Bedienkomfort – und nicht zuletzt an Fahrspaß.

Das Federungs-Dämpfungs-System DDC wird in naher Zukunft Einzug in die ersten Serienmodelle von BMW Motorrad halten.