

ESP II – Die nächste Generation

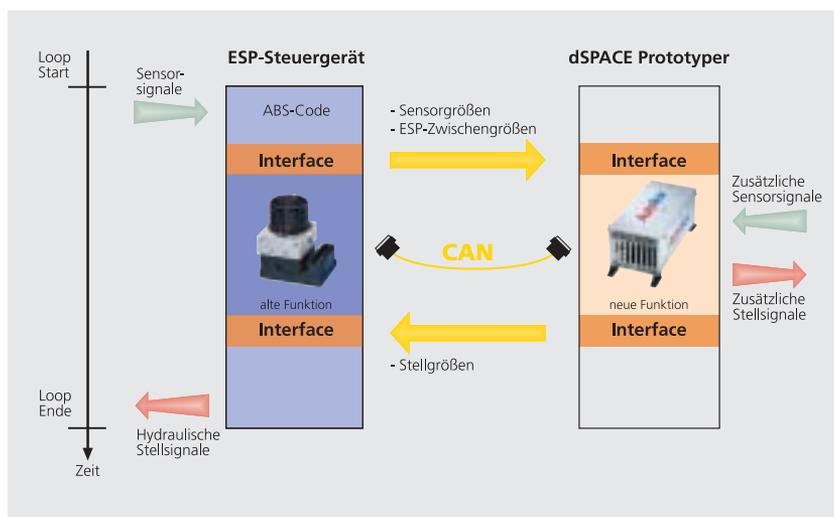
- **Fahrdynamikregelung mit aktivem Lenkeingriff**
- **Aktive Fahrsicherheit und Fahrkomfort durch ESP II**
- **Funktionsentwicklung mit dSPACE Prototyper im Bypass-Betrieb**

Continental Teves kommt dem Ziel des vollständig vernetzten und ganzheitlich geregelten Chassis jetzt einen großen Schritt näher. Innerhalb des zukunftsweisenden Projektes „Global Chassis Control“ wird mit ESP II ein Meilenstein gesetzt. Das neue Fahrdynamikregelsystem nutzt erstmals aktive Lenkeingriffe über die Vernetzung von Bremse und Lenkung und bietet dadurch ein großes Plus an Fahrsicherheit, Fahrspaß und Fahrkomfort. Zur Entwicklung und Verifikation der Regelungsalgorithmen kommt dSPACE Prototyper zum Einsatz, der im Bypass-Betrieb mit dem Seriensteuergerät von Continental Teves arbeitet.

Das System ESP II setzt sich aus den Subsystemen Bremse, Lenkung und optional Fahrwerk mit deren internen sowie externen Sensoren zusammen. Als elektronisches Bremssystem kommt dabei eine Weiterentwicklung der heutigen ESP-Anlagen zum Einsatz. Dieses Bremssystem verfügt über die für einige ESP II-Funktionen notwendigen internen Drucksensoren zur redundanten Erfassung der vier Raddrücke und des Fahrerwunsches. Sämtliche Software-Funktionen zur Sensordatenauswertung und Ansteuerung der Bremsenhydraulik (analog arbeitende Druckregelventile) sind hierbei im Seriensteuergerät implementiert.

Ein weiteres im Regelungsverbund arbeitendes Steuergerät steuert die Überlagerungslenkung als innovativste Komponente an, die schon durch ihre Grundfunktion das Lenkübersetzungsverhältnis fahrzeugtempoabhängig verändert: direkte, sportliche Lenkübersetzung kleiner als 12:1 oder bei indirekter Lenkübersetzung bis zu 20:1. So wird dem Fahrer eine deutliche Verbesserung hinsichtlich Agilität und Sicherheit seines Fahrzeuges vermittelt. Innerhalb fahrdynamischer oder fahrkritischer Situationen ermöglicht die Überlagerungslenkung, zu dem vom Fahrer am Lenkrad eingeschlagenen Lenkwinkel einen weiteren Winkel zu überlagern. Das übernimmt ein zweistufiges Planetengetriebe, das von einem Elektromotor angetrieben wird und in die Lenksäule integriert ist. Der den Lenkaufwand und die Fahrdynamik beeinflussende Radwinkel setzt sich somit aus dem Fahrerwinkel und dem vom Planetengetriebe eingestellten Überlagerungswinkel zusammen.

Im Prototypenfahrzeug erfolgt die Ansteuerung von Bremsen- und Lenkungs-Steuergerät über dSPACE Prototyper (AutoBox), wobei physikalisch via private-CAN Sensorinformationen und Stellanforderungen zwischen den einzelnen Teilnehmern ausgetauscht werden. Bereits auf dem Bremsensteuergerät vorhandene Funktionen (ABS/ESP) werden durch die erweiterten ESP II-Algorithmen per Bypass ergänzt. Aus Gründen erhöhter Flexibilität und deutlich kürzerer Entwicklungszeiten wird die neue ESP II-Funktionalität zunächst auf dem Prototyping-System entwickelt bevor sie später, im Idealfall mittels Autocodierung, in das Serien-Zielsystem überführt wird.



▲ Bei jedem Regelungszyklus wird ein exakter, loop-synchroner Informationsaustausch zwischen Steuergerät und dSPACE Prototyper (AutoBox) gewährleistet.

Loop-synchrones CAN-Bypassing

Mittels Bypass-Technologie werden sämtliche neuen Software-Funktionen auf dem Prototyping-System unter Matlab®/Simulink® entwickelt und gleichzeitig wird die bereits vorhandene Software-Funktionalität des Seriensteuergerätes weiter verwendet. Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei dem Seriensteuergerät um eine hochoptimierte, auf das Produkt ABS/ESP zugeschnittene Entwicklung handelt, bot sich CAN als einfache Möglichkeit zur Realisierung des Bypasses an. Bei dem Datenaustausch über CAN muss bei jedem Regelungszyklus zu jedem Zeitpunkt sichergestellt sein, dass sämtliche Informationen vom Steuergerät zur dSPACE AutoBox (Sensorik) und wieder zurück (Aktorik) absolut zeitgenau, also loop-synchron, ausgetauscht werden. Zusammen mit den Engineering Services von dSPACE wurde ein komplett Trigger-gesteuertes und Watchdog-kontrolliertes Simulink-Modell entwickelt, das diese wichtige Anforderung umsetzt. Bei der Bypass-Realisierung wurde der komplette ABS/ESP-Algorithmus des Seriensteuergerätes auf die AutoBox portiert. Treiberansteuerung und Sensorvorverarbeitung wurden auf dem Steuergerät belassen.

Wintererprobung in Nordschweden

Der Bremsvorgang auf seitenverschieden griffiger Fahrbahn (μ -split-Bremsung: Eis - Asphalt) ist ein besonders anschauliches Beispiel für die Effektivität von ESP II. Das von den unterschiedlichen Bremskräften (die auf der Hochreibwertseite aufgebaute Bremskraft ist größer als die der Niedrigreibwertseite) herrührende Giermoment lässt sich situationsgerecht durch automatisches, schnelles Gegenlenken kompensieren. Der Fahrer kann weiter in die gewünschte Richtung lenken. Die Lenkradstellung entspricht – anders als bei heutigen ABS- und ESP-Systemen, wo der Fahrer selbst gegenlenken muss – dem gewünschten Fahrzeugkurs. Je nach Reibwertunterschied und konventioneller ABS/ESP-Abstimmung sind zudem bis zu 15% Bremswegverkürzungen möglich. Mit der Integration der Lenkung in die Gierratenregelung verfügt ESP II gegenüber dem Standard-ESP neben der Bremse über eine weitere effektive Eingriffsmöglichkeit in die Fahrzeughorizontaldynamik. Der fahrdynamische



▲ Das Prototypenfahrzeug mit ESP II meistert die schwierigsten Fahrmanöver bei der Wintererprobung in Nordschweden.

Grenzbereich erweitert sich und wird leichter beherrschbar, denn ESP II lenkt für den Fahrer in Übersteuerfällen automatisch gegen. Da der Lenkeingriff für den Fahrer unbemerkt bleibt, kann er früher erfolgen und damit stabilitätskritische Situationen im Ansatz vermeiden. Kommt es dennoch zu einer fahrdynamischen Instabilität, kann ESP II mit der Lenkung durch ihren gegenüber der Bremse größeren wirksamen Hebelarm – Radstand größer als Spurweite – effektiver eingreifen. Der Bremseneingriff zum Abbau der Fahrzeuggeschwindigkeit bleibt in diesen Situationen jedoch unverzichtbar.

Zusammenfassung

ESP II bietet durch die Integration der Lenkung und optional des Fahrwerks nicht nur eine Steigerung der aktiven Fahrsicherheit und des Fahrkomforts, sondern auch ein erhebliches Einsparungspotenzial beim Applikationsaufwand gegenüber Stand-alone Systemen. Durch den Einsatz der Bypass-Technologie mit der Firma dSPACE konnte die Funktionsentwicklung im ESP II-Basisprojekt und in Kundenprojekten erheblich beschleunigt werden. Der gewählte Prototyping-Ansatz zeichnet sich durch hohe Entwicklungsgeschwindigkeit und Flexibilität aus.

Dr. Stefan Fritz
Dr. Ralf Schwarz
Zukunftsentwicklung
Continental Teves
Deutschland