

Ein Stadtauto für die CO₂-arme Mobilität. Links: Integration eines Joysticks in die Mittelkonsole (Demoprototyp in der Entwicklung). Rechts: Installation der MicroAutoBox mit 12-V-Wechselrichter im Kofferraum.

Elektrisch Parken

Eingriffsarme Integration einer X-by-Wire-Regelung





Im französischen Toulouse entwickelte Continental Automotive einen halb-automatischen X-by-Wire-Parkassistenten und integrierte ihn im Rahmen des europäischen POLLUX-Projekts in das Elektrotestfahrzeug „TH!NK“. Mit dem Rapid-Control-Prototyping-System MicroAutoBox gelang eine schnelle und zuverlässige Integration der innovativen Lenkung.

X-by-Wire-Parkassistent für Elektro-Stadtfahrzeuge

Die Idee des Parkassistenten basiert auf einer per Joystick bedienbaren Aktorik für die halbautomatische Steuerung von Lenkung, Getriebe und Antrieb bei Parkmanövern. Sukzessive Lenkungen der Vorder- und Hinterräder werden automatisch ausgeführt, so dass der Fahrer beim Einparken nicht mehrmals das Pedal treten, den Gang wählen und am Lenkrad drehen muss. Die XY-Position des Joysticks definiert die Vektorsteuerung, um die Lenkrichtungen, Drehzahlen und Amplituden der Fahrzeugbewegungen mit hoher Genauigkeit während der Parkmanöver einzustellen. Vereinfacht wird das durch die schnelle, sichere und exakte Regelbarkeit von Elektromotor und Getriebe solcher Fahrzeuge.

Schnelle Funktionsimplementierung

Um unnötigen Änderungsaufwand an der bestehenden Power Control Unit (PCU) zu vermeiden, kam für die Implementierung der neuen Funktionen eine dSPACE MicroAutoBox® (erste Generation) zum Einsatz. Die umfassende I/O erlaubte die für das System notwendige Mehrfachanbindung von logischen, analogen

und CAN-Datensignalen mit Pedal, Gangwählhebel, zusätzlichen Drehmomentaktoren am Lenkrad, PCU-Regler, Armaturenbrett und Joystick-Aktor. Die Funktionen werden mit MATLAB®/Simulink®/Stateflow® entworfen und bieten ein hohes Maß an Flexibilität für die Tests und die Validierung sowie eine enge Verzahnung mit dem Regler der MicroAutoBox.

Herausforderung Integration

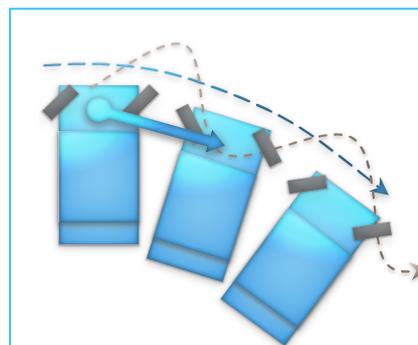
Die Herausforderung beim erstmaligen Einsatz des X-by-Wire-Parkassistenten im Elektrofahrzeug war die Integration der kompletten Funktionalität, ohne dafür Änderungen am bestehenden Antriebsstrangsteuergerät (PCU) vornehmen zu müssen. Die PCU wurde bereits entwickelt, als das Stadtauto Th!nk Ende der 2000er Jahre von der Ford-Gruppe auf den Markt gebracht wurde. Damals ging man nicht davon aus, die Software später nochmal zu überarbeiten. Das ursprüngliche Lenksystem war weder rein elektrisch ausgelegt noch war eine externe Steuerung der Räder vorgesehen. Daher integrierte Continental Automotive einen zusätzlichen Schrittmotor an der Basis der Lenkachse, um die automatische Steuerung der Lenkung zu ermöglichen.

All diese Veränderungen machten den Einsatz eines Rapid-Control-Prototyping-Systems notwendig. Continental Automotive entschied sich für die MicroAutoBox, da sie für das Prototyping von Demofahrzeugen äußerst nützlich ist. Im Anschluss an das Projekt wird Continental sie auch für die Entwicklung von Serien-EVCs (Electric Vehicle Controller) einsetzen.

Funktion der X-by-Wire-Lenkung

Bei der Lösung handelt es sich um eine (halb-)automatische X-by-Wire-Manöversteuerung (einschließlich Hardware-Geräte und Software-Funktionen) für den Fahrer. Ziel ist

Abbildung 1: Beispiel eines seitlichen Manövers nach rechts: Das Fahrzeug bewegt sich automatisch in einem „indirekten“ Bewegungsmodus, wenn der Joystick in einer konstanten Rechtsposition bleibt.



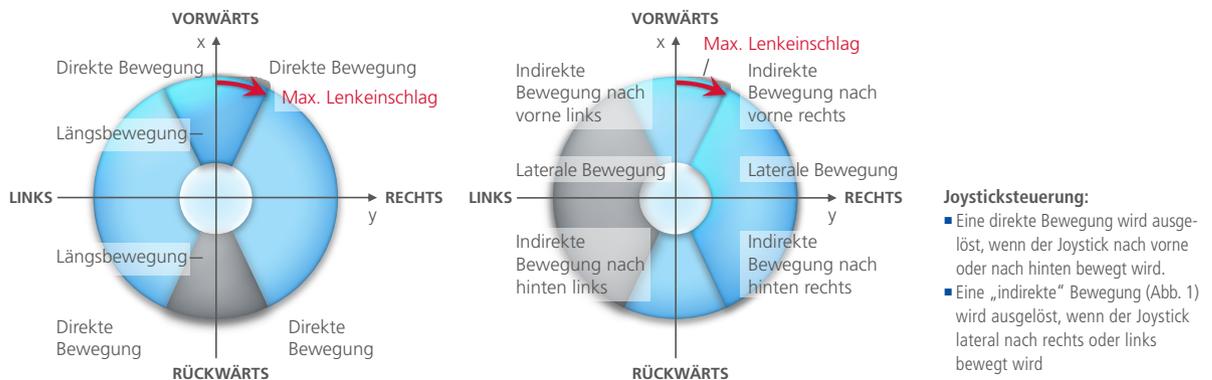


Abbildung 2: Bedienkonzept der Joysticksteuerung.

„Die Implementierung der elektrischen Lenkung gelang schnell und einfach dank der vielseitigen Schnittstellen der MicroAutoBox.“

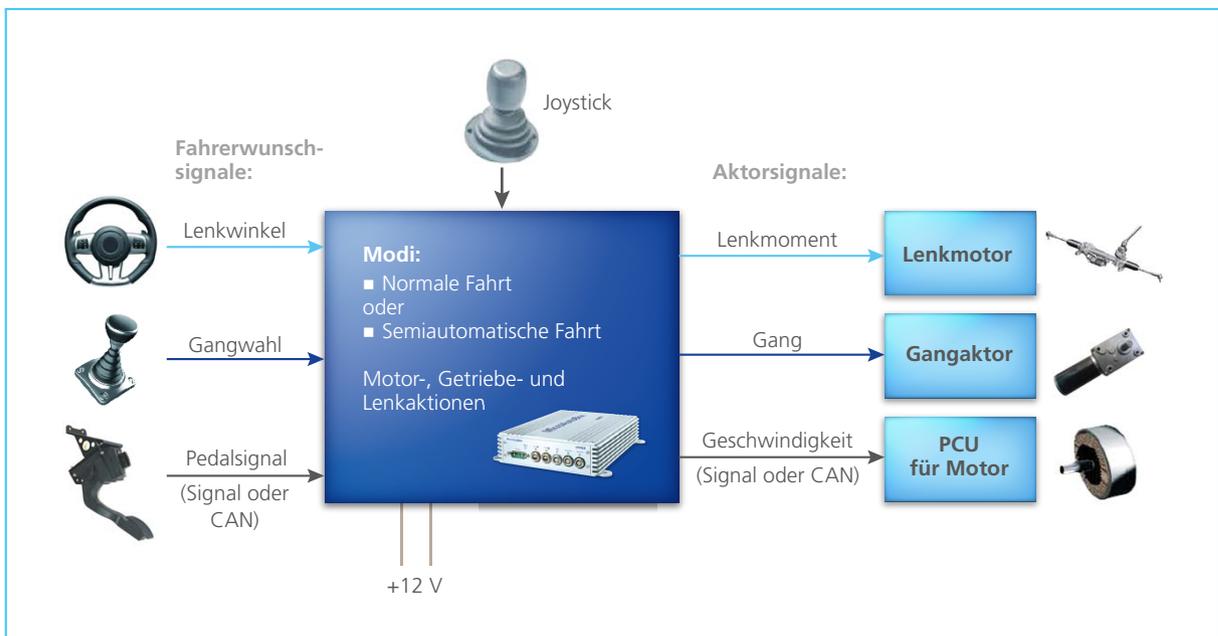
Dr. Mariano Sans, Continental Automotive

es, den Fahrer bei Manövern mit geringer Geschwindigkeit, für die sowohl Antrieb als auch Lenkung notwendig sind, so zu unterstützen, dass das Betätigen von Gas und Bremsen, Getriebe und Lenkrad bei mühsamen Rangierbewegungen typischer Einparkmanöver vermieden

wird. Die Lösung basiert auf einem Joystick oder einem Trackball (oder einem vergleichbaren zwei- oder dreiachsigen Eingabegerät). Dieser wird am Armaturenbrett im Fahrzeug befestigt und vom Fahrer intuitiv bedient. Die von ihm vorgegebenen Vektorrichtungen werden in Sollwerte

für das Traktionsmoment und den Lenkwinkel konvertiert. So müssen im halbautomatischen Modus weder die Pedale, noch das Getriebe oder das Lenkrad vom Fahrer bedient werden. Zwar ist es möglich, über die Knöpfe am Joystick manuell zu schalten, doch sollten die Gänge vorzugsweise automatisch gewählt werden. Die halbautomatische Bewegungssteuerung berechnet den Weg der gelenkten Räder (üblicherweise an der Vorderachse), um dem Verschie-

Abbildung 3: Die Verbindungen zum Fahrzeugregler werden aufgetrennt, um das X-by-Wire-System zu integrieren.



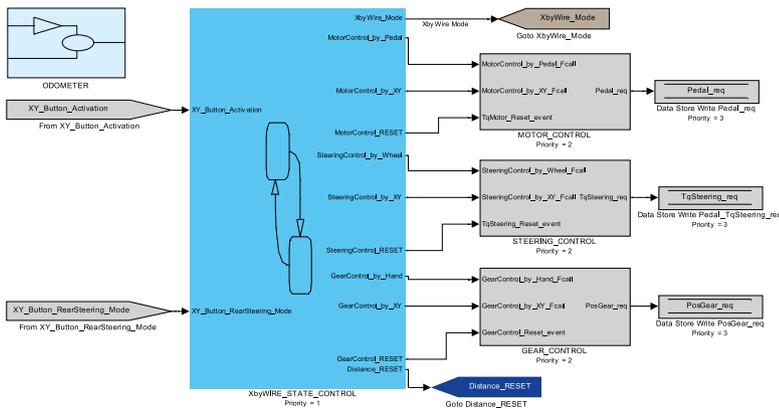


Abbildung 4: Das Hauptschaltbild, das die Verteilung der Regelsignale an die 3 Aktorstränge zeigt: neu berechnete Pedal-, Getriebe- und Lenksignale.

bevektor mit automatisch programmierten Lenkmanövern vorwärts und rückwärts zu folgen. Auf Sensorik zur Bestimmung von Entfernungen und Detektion von Hindernissen wird verzichtet. Der Fahrer behält die Kontrolle über die Fahrzeugbewegungen und kann jederzeit bremsen. In jedem Fall wird der Antrieb unterbrochen, sobald der Joystick in den Leerlauf (neutral) geschaltet wird.

Systemfunktionsarchitektur

Die MicroAutoBox dient als Schnittstelle zwischen den Sensoren (Pedale, Gangwählhebel, Lenkposition, Joystick) und den Aktoren (Schrittmotor und PCU). So trennt die MicroAutoBox nicht nur alle direkten Verbindungen der ursprünglichen Architektur, sondern liefert auch rekonstruierte Signale für die PCU, als würde diese in der ursprünglichen Umgebung betrieben. Der Kabelbaum enthält alle Signalarten:

Eingänge:

- Analoge Signale des Gaspedals (3 redundante Signale, für die Sicherheit)
- Logische Signale des Bremspedals (getreten/nicht getreten)
- Logische Signale des Wählhebels (kombiniert mit Wahrheitstabellen)
- Digitale Signale des Lenkmotors (Status, Position, Drehzahl, ...)

- CAN-Daten des Fahrzeugsystems (Drehzahl, laufender Motor etc.)
- Analoge und Pulssignale des Joysticks (X, Y, Z + Knöpfe)

Ausgänge:

- Analoge Signale der Neuberechneten Pedalposition an PCU
- Logische Signale der Neuberechneten Wählhebelstellung an PCU
- Digitale Signale für die Steuerung des Lenkmotoraktors an seinen Antrieb (hauptsächlich Schrittmotorpulse)
- Logische Rückmeldungen des X-by-Wire-Status an den PC oder das Armaturenbrett (durch Sprachsteuerung)

Die MicroAutoBox ermöglicht eine große Anzahl dieser Verbindungen.

Modellbasierter Funktionsentwurf

Zu den Funktionen gehören analytische Berechnungen, Closed-Loop-Regelungen sowie die Koordination der zeitlichen Abfolgen. All das wird in MATLAB/Simulink/Stateflow in einer benutzerfreundlichen Umgebung mit Hilfe sämtlicher Programmiermöglichkeiten der Werkzeuge entwickelt und kann auf der MicroAutoBox mit wenig Aufwand automatisch codiert werden. ■

Dr. Mariano Sans,
Continental Automotive



Dr. Mariano Sans
Dr. Mariano Sans ist Senior Expert Automation and Energy Management bei Continental Automotive in Toulouse, Frankreich

Zusammenfassung

Continental Automotive integrierte ein innovatives X-by-Wire Lenkssystem in das Elektrotestfahrzeug „TH!NK“. Mit dem Prototyping-System MicroAutoBox werden die Steuersignale ausgewertet, Aktoren angesteuert und die Lenkfunktionen berechnet. Die MicroAutoBox konnte nahtlos in eine bestehende Fahrzeuginfrastruktur integriert werden, so dass sich die X-by-Wire-Lenkung schnell umsetzen lässt. Es ist geplant, die Werkzeugkette ebenfalls für die Entwicklung von Serien-EVCs (Electric Vehicle Controller) einzusetzen.



Projektpartner und Co-Autoren:
ZEM Zero Emissions Mobility (Oslo, Norwegen), AKKA Technologies (Toulouse, Frankreich), SINTEF Energy Research Institute (Oslo, Norwegen)