

# Siegreicher Hybrid-SUV



- **Ohio State University entwickelt Hybrid-SUV**
- **Partnerschaft aus Regierung, Industrie und Universität**
- **Überwachungssteuerung implementiert auf MicroAutoBox**

Studierende der Ohio State University entwickelten ein Hybridfahrzeug mit geteilter Antriebsleistung für den Entwicklungswettbewerb Challenge X. Als Basis diente ein von General Motors bereitgestelltes Mittelklasse-SUV (Sport Utility Vehicle), das die Studierenden entsprechend neu konzipierten und umbauten. Dabei setzte das Ohio-State-Team eine MicroAutoBox von dSPACE als Primärsteuerung für grundlegende Funktionen des Hybrid-Antriebsstrangs ein. dSPACE Inc. ist einer der Silbersponsoren des Wettbewerbs Challenge X.

Hybridfahrzeuge reduzieren sowohl den Schadstoffausstoß als auch die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Brennstoffen in hohem Maße. Zudem genießen sie eine hohe Akzeptanz, da sie in puncto Sicherheit und Komfort problemlos mit herkömmlichen Fahrzeugen mithalten können. Es ist also nicht weiter verwunderlich,

## Das Ohio-State-Hybrid-SUV

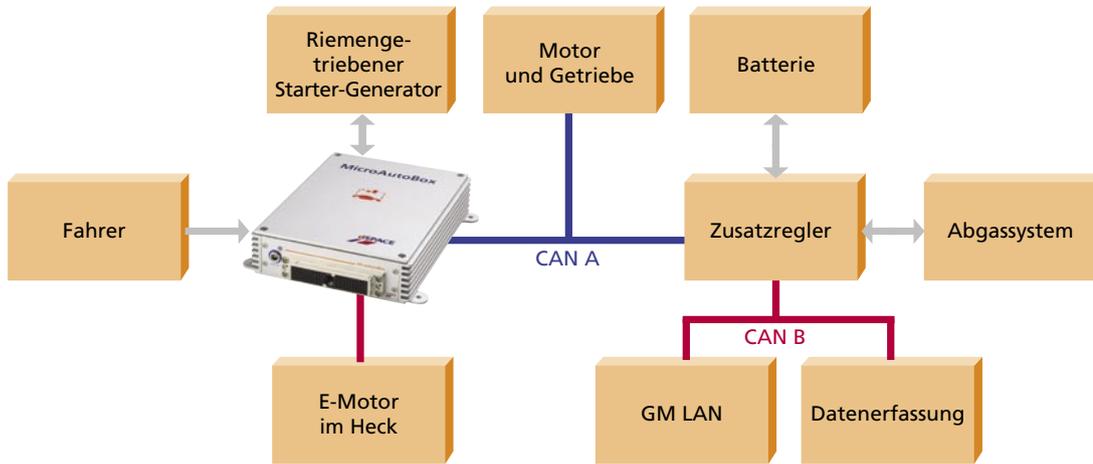
Als Teil des Wettbewerbs entwickelten die Studierenden ein Hybridfahrzeug, das durch eine Kombination aus Turbolader-Dieselmotor, einem riemengetriebenen Starter-Generator und einer Drehstrom-Induktionsmaschine betrieben wird. In diesem Aufbau sind die Front- und Heckantriebssysteme nicht direkt, sondern nur über die Fahrbahn miteinander „gekoppelt“. Die ausgewählte Fahrzeugarchitektur und die Regelstrategie ermöglichten den Einsatz folgender Leistungsmerkmale:

- **Energieoptimierung durch adaptive Steuerung:** Die Regelstrategie setzt eine ausgewogene Kombination aus Aktordrehmomenten ein, um die vom Fahrer geforderte Antriebsleistung unter normalen Fahrverhältnissen zu erzeugen. Die Aufteilung der Antriebsleistung basiert auf geschätzten Wirkungsgraden aller Hybrid-Antriebsstrangkomponenten. Mit Hilfe statistischer Funktionen passt sich die Regelstrategie an die Fahrkonditionen an, um den Kraftstoffverbrauch weiter zu optimieren.
- **Elektrischer Start:** Aufgrund der hohen Drehmomente elektrischer Maschinen bei geringer Drehzahl startet unsere Regelstrategie das Fahrzeug mit dem elektrischen Heckantrieb. Da der Motor nicht involviert ist, lässt sich das Fahrzeug so äußerst ruhig starten. Nicht nur werden bei dem ausschließlich elektrischen Betrieb keinerlei Schadstoffe ausgestoßen, sondern er sorgt auch für weitere Kraftstoffeinsparungen, da ein Motorleerlauf vermieden wird.



▲ Das Hybrid-Fahrzeug der Ohio State University beim Wettbewerb Challenge X.

dass Hybridfahrzeuge immer beliebter werden. Der von General Motors und dem US-Energieministerium alle vier Jahre an nordamerikanischen Universitäten ausgeschriebene Wettbewerb Challenge X soll Ingenieursstudenten motivieren, innovative Lösungen zur Optimierung von Kraftstoffverbrauch und Emissionsausstoß der dort weitverbreiteten Mittelklasse-SUVs zu entwickeln.



▲ Die MicroAutoBox ist über Dual-CAN-Busse und mehrere I/Os mit den Antriebsstrangsteuermodulen verbunden.

- **Start-Stopp:** Wir können den Motor in weniger als 0,3 Sekunden mit Hilfe des Starter-Generator-Systems anlassen und ausmachen. Diese Funktion erhöht nicht nur die Akzeptanz des Fahrzeugs, sondern unterstützt uns auch bei der Aufgabe, den ausschließlich elektrischen Betrieb in unterschiedlichsten Fahrmanövern und Konditionen einzusetzen.
- **Regeneratives Bremsen:** Während der Verzögerung wird ein Teil der abgegebenen kinetischen Energie des Fahrzeugs für die von der E-Maschine im Heck gespeiste elektrische Bremse genutzt. Die Bremsleistung generiert elektrischen Strom, der in den Batterien gespeichert wird.
- **Elektronische Traktionskontrolle:** Durch die elektronische Traktionskontrolle können Vorder- und Hinterachse getrennt voneinander angetrieben werden. Die Traktionskontrolle passt die Leistungsaufteilung auf Vorder- und Hinterachse bei Einlegen des Rückwärtsgangs oder bei ungünstigen Witterungsbedingungen an.
- **Drehzahlausgleich an der Antriebswelle:** Die verschiedenen Hybrid-Betriebsmodi erfordern einen sanften Übergang zwischen den Modi. Daher entwickelten wir einen Hybrid-Übergangregler für das Fahrzeug, um Hochfrequenzdynamiken zu vermeiden und hohen Fahrkomfort zu garantieren.

Simulink® entworfenen Simulationswerkzeugen. Anschließend implementierten wir die Regelstrategie mit Hilfe von Real-Time Interface und dem RTI CAN Blockset von dSPACE auf dem MicroAutoBox-System. Die MicroAutoBox ist die primäre Fahrzeugsteuerung für grundlegende Hybrid-Antriebsstrangfunktionen wie Leistungsoptimierung, Batterieladesteuerung, Motorstart und -stopp, Drehzahlsteuerung, elektronische Traktionskontrolle und regeneratives Bremsen. In unserem Fahrzeug kommuniziert die MicroAutoBox mit mehreren Steuermodulen über duale CAN-Busse. Die vielseitige I/O-Schnittstelle vereinfacht die Integration mehrerer

*„Mit ControlDesk konnten wir die Entwicklungszeit des Reglers deutlich verkürzen.“*

**Kerem Koprubasi, Ohio State University**

analoger und digitaler I/Os in die Regler der zusätzlichen Hybrid-Komponenten. Der schnelle numerische Prozessor der MicroAutoBox ermöglicht die Implementierung rechenintensiver Algorithmen an Bord des Fahrzeugs.

Zudem profitierten wir nachhaltig von der Echtzeit-Applikationsfähigkeit der MicroAutoBox. Ein Regelalgorithmus enthält zahlreiche Parameter, die feineingestellt werden müssen, um die größtmögliche Leistung zu erzielen. Mit der Experiment-Software ControlDesk von dSPACE modifizierten wir diese Parameter und überwachten die I/O-Signale in Echtzeit. So konnten wir die Entwicklungszeit des Reglers deutlich verkürzen.

dSPACE gratuliert den Studierenden der Ohio State University zur erfolgreichen Teilnahme am Wettbewerb Challenge X. Die Einzelergebnisse in den jeweiligen Kategorien finden Sie unter [www.challengex.org](http://www.challengex.org)

## Reglerimplementierung mit der MicroAutoBox

Vor der eigentlichen Implementierung testeten wir die Leistung der Regelstrategie mit den von uns in MATLAB®

Kerem Koprubasi  
Ohio State University  
Columbus, Ohio, USA