

Hybrid

optimiert

Forscher der französischen Universität Valenciennes und Hainaut-Cambrésis entwickeln neue Energiemanagementalgorithmen, um den Kraftstoffverbrauch von Micro- und Mild-Hybridfahrzeugen weiter zu optimieren. Dabei kommen die dSPACE MicroAutoBox und weitere modulare dSPACE Systeme für die Implementierung der Regelstrategien zum Einsatz, und zwar sowohl auf dem Prüfstand als auch direkt im Fahrzeug.



Wie ein Steuergerät
durch optimierte Algorithmen
Sprit spart

Foto: Alexis Chézière

Heute finden sich verschiedenste Hybridfahrzeugtypen auf den Straßen, angefangen bei günstigen Micro-Hybriden, die im Wesentlichen über die Start-Stopp-Funktion verfügen, bis hin zu aufwendigeren Systemen mit rein elektrischer Fahrleistung. Eine Herausforderung liegt darin, die Regelalgorithmen im Hinblick auf Kraftstoffeinsparung und Schadstoffreduktion zu optimieren. Denn während sich durch effiziente Energiemanagementalgorithmen (EMA) das Hybridsystem nur unwesentlich verteuert, lässt sich dadurch die Kraftstoffeffizienz schon spürbar um mehrere Prozentpunkte steigern. Genau das ist seit 1996 einer der Forschungsschwerpunkte des Labors für Automatisierung im Bereich Industrie und Mensch, Maschinenbau und Informatik (LAMIH UMR CNRS 8201), der Universität Valenciennes.

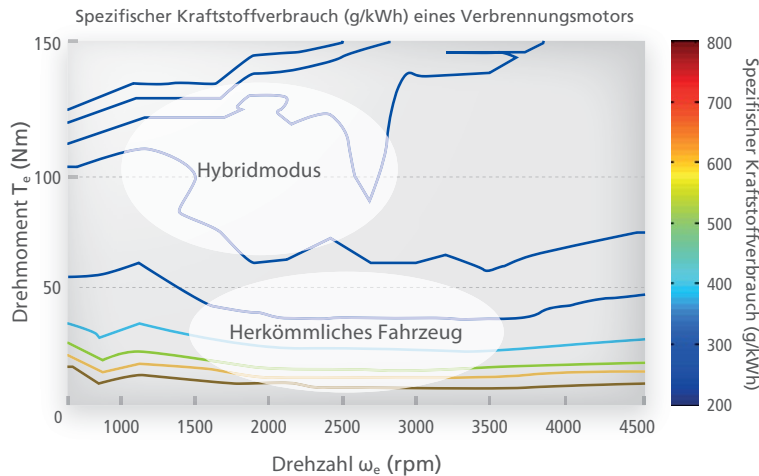
Intelligente Energiemanagementalgorithmen

Die erste Funktion, die ein EMA steuert, ist die Start-Stopp-Funktion des Motors. Wenn das Fahrzeug anhält, schaltet sich der Verbrennungsmotor aus. Sobald der Fahrer ein Pedal tritt oder einen Gang einlegt, springt der Verbrennungsmotor wieder an. Dadurch sind im Stadtverkehr hohe Kraftstoffeinsparungen möglich. Zudem berechnet der EMA die regenerative Bremsleistung unter



Foto: Alexis Chézière

Neuer Hybridprüfstand, um die Energiemanagementalgorithmen im Labor weiterzuentwickeln.



Das Verbrauchskennfeld stellt spezifische Kraftstoffverbräuche für alle Drehzahl-Drehmoment-Kombinationen eines Verbrennungsmotors dar. Der optimale Motorbetriebspunkt verschiebt sich im Hybridmodus.

Berücksichtigung der Ladekapazität der Batterie. Die Idee dahinter ist, beim Bremsen so viel Energie wie möglich zurückzugewinnen (Rekuperation), ohne dass dabei der Fahrkomfort leidet. Daher sollte die

der Speicher voll ist. Dann wird entweder die Motorlast verringert, wobei sich dann auch der Wirkungsgrad verschlechtert, oder es wird, wenn möglich, der reine elektrische Antrieb gewählt. Durch mathematische Opti-

System Management)-Projekts war die Evaluierung des Potentials eines Mild-Hybridsystems. Um die Wichtigkeit des EMAs zu zeigen, wurden mehrere Reglervarianten bewertet.

MicroAutoBox als Proessoreinheit

Die Integration eines Mild-Hybridsystems in ein bestehendes Fahrzeug ist eine große Herausforderung und erfordert ein breites Spektrum an I/O-Schnittstellen (LIN, CAN, RS232 und Analog-I/O). Die Wahl fiel auf die MicroAutoBox als zentrale Recheneinheit, da sie Anschlussoptionen für die meisten Sensorschnittstellen (Analogspannung, LIN, CAN, RS232 etc.) bietet. Zudem lassen sich bei Bedarf RapidPro-Einheiten einsetzen, um die MicroAutoBox an zusätzliche Sensoren und Aktoren anzuschließen. Mit den dSPACE Software-Werkzeugen können GPS-Daten des NMEA-0183-Protokolls (ein Standard für die Kommunikation zwischen Navigationsgeräten) leicht

„Aufgrund der vielfältigen Anschlussmöglichkeiten fiel unsere Wahl auf die MicroAutoBox mit ihren RapidPro-Erweiterungen. Damit können wir sichergehen, dass das Regelsystem unabhängig von unseren Anforderungen stets die richtigen Schnittstellen bereitstellt.“

Sébastien Delprat, Universität Valenciennes und Hainaut-Cambrésis

unvermeidbare Verlangsamung durch die elektrische Maschine für den Fahrer nicht spürbar sein.

Herausforderung Hybridfahrt

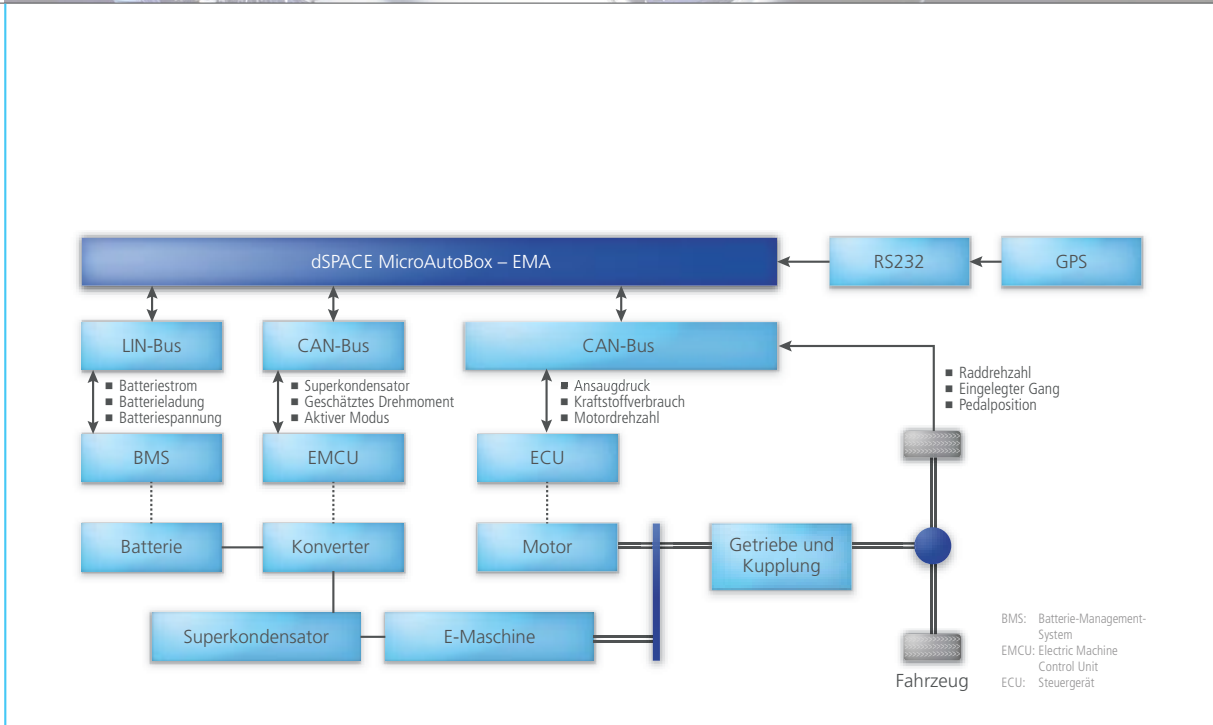
Der am schwersten zu regelnde Antriebsmodus ist die Hybridfahrt. Hierbei arbeiten die elektrische Maschine und der Verbrennungsmotor zusammen und gestalten so den gesamten Antriebsstrang effizienter. Dabei wird die Motorlast erhöht und die elektrische Maschine verwendet die freigesetzte zusätzliche mechanische Leistung, um den Energiespeicher während der Fahrt aufzuladen, bis

mierungen wird die Effizienz des Antriebsstrangs sichergestellt.

Evaluierung eines Mild-Hybrid-systems

Hybridsysteme mit geringer Nennleistung und kleinem Energiespeicher sind preiswerter und damit auch wettbewerbsfähiger. Sie bieten in der Regel eine Start-Stopp-Funktion und das regenerative Bremsen. Außerdem ist es möglich, in bestimmten Situationen, z.B. bei langsamer Fahrt und geringer Leistungsanforderung, auf reinen Elektrobetrieb umzuschalten. Das Ziel des BELHYSYMA (Belt Hybrid

dekodiert und in die Anwendungen integriert werden. Die RTI-CAN-Toolbox erlaubt den Import von CAN-DBC-Dateien (Data Base CAN, ein Dateiformat zum Austausch von CAN-Busdaten) mit nur einem Klick, wodurch der schnelle und korrekte Anschluss der MicroAutoBox an andere Fahrzeugsteuerungen (Motor, Elektrische Maschine etc.) möglich ist. Die Batterie wird mit einem per LIN-Port verbundenen Sensor überwacht. Mit Hilfe der unterschiedlichen Sensoren (Analogspannung, LIN, CAN, RS232 etc.) und zahlreichen Prüfstandexperimenten war es möglich,



Aufbau des prototypischen Mild-Hybridsystems. Auf der MicroAutoBox sind die Energiemanagementalgorithmen implementiert.

ein genaues Modell des Motors und des Gesamtfahrzeugs zu entwickeln und zu kalibrieren. Unter Stadtverkehrsbedingungen (ARTEMIS Fahrzyklus) erreicht das Hybridsystem mit einem herkömmlichen EMA-Ansatz eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs um 9,5% im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen. Dieser Wert hängt stark von der Start-Stopp-Strategie ab, die hauptsächlich anhand des angestrebten Fahrkomforts und der Anzahl von Start-Stopp-Vorgängen eingestellt wird. Durch den Einsatz des vorgeschlagenen EMAs steigt die Kraftstoffeffizienz auf

14,1%. Das heißt, durch eine Optimierung, die auf eine einfache Modifikation der Regelsoftware hinausläuft, hat sich die Kraftstoffeffizienz um weitere 4,6% verbessert.

Die nächsten Schritte für mehr Energieeffizienz

Die Leistung von Micro-Hybridfahrzeugen durch Regelungsstrategien zu verbessern, ist wegen der begrenzten Batteriekapazität des Hybridsystems eine echte Herausforderung. Dennoch wurden anhand des Prototyps einige wichtige Erkenntnisse gewonnen. Um die Analysemöglich-

keiten zu verbessern, wird ein Hybridprüfstand entwickelt. Auf diese Weise kann der EMA ohne Interaktionen von Fahrzeug und Mensch getestet werden, außerdem sind die Tests reproduzierbar. Der Prüfstand besteht aus einem Motor und einem Mild-Hybridsystem, gekoppelt mit einer Wirbelstrombremse und einem Motor zur Emulation der regenerativen Bremsphasen. Er wird von einem dSPACE System in einer PX20 Expansion Box gesteuert. ■

Sébastien Delprat, Clément Fontaine, Sébastien Paganelli, Universität Valenciennes und Hainaut-Cambrésis



Sébastien Delprat
Sébastien Delprat ist Professor an der Universität Valenciennes und Hainaut-Cambrésis, Frankreich.



Sébastien Paganelli
Sébastien Paganelli ist Projektingenieur an der Universität Valenciennes und Hainaut-Cambrésis, Frankreich.



Danksagung
Das BELHYSYMA-Projekt wird von der nordfranzösischen Region Nord Pas de Calais, dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung FEDER sowie dem übergeordneten Organ der französischen Industrie- und Handelskammern DGCS gefördert.