

Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb

➤ **Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb am Ford Forschungszentrum Aachen**

➤ **Optimiertes Energiemanagement und Stopp-Start-Funktion**

➤ **MicroAutoBox, ControlDesk, CalDesk und TargetLink im Einsatz**

▼ *Das Demonstrationsfahrzeug Ford Fiesta mit Micro-Hybrid-Antrieb.*

Das Ford Forschungszentrum Aachen beschäftigt sich intensiv mit der Entwicklung von Betriebsstrategien und Energiemanagement-Konzepten für hybride Antriebsstrukturen. Ein Ford Fiesta dient als Versuchsträger für einen Micro-Hybrid-Antrieb, in dem Regelungsstrategien für hybridantriebspezifische Funktionen, zum Beispiel Stopp-Start-Betrieb und regeneratives Laden der Batterie, geprüft und optimiert werden. Dazu setzt Ford eine MicroAutoBox sowie die Testsoftware ControlDesk und die Mess- und Applikationssoftware CalDesk ein.

Die Entwicklung von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Hybridantriebskonzepten nimmt derzeit bei den Automobilherstellern einen hohen Stellenwert ein. Dies liegt zum einen an den Forderungen der Käufer nach Systemen mit immer höheren Leistungen, mehr Sicherheit und Komfort. Zum anderen bedingen gesetzliche Vorschriften zur Reduktion von Emissionen (Euro-5-Abgasnorm) und die freiwillige Selbstverpflichtung zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes (ACEA-Abkommen) die Entwicklung neuer Antriebskonzepte.

Die Bandbreite bei Hybridantrieben reicht von so genannten Micro-Hybrid-Antrieben über Mild- und Medium- bis hin zu Full-Hybrid-Konzepten:

- Micro-Hybrid-Antriebe sind definiert als die Kombination aus Stopp-Start-Funktion, regenerativem Laden der Batterie durch den Generator in Verzögerungsphasen und eventuell einer begrenzten elektrischen Drehmomentunterstützung bei der Beschleunigung.
- Full-Hybrid-Antriebe sind mit mindestens einem leistungsfähigen Elektromotor und einer Traktionsbatterie ausgestattet, die, zusätzlich zu den oben genannten Funktionen, auch rein elektrisches Fahren ermöglicht. Regeneratives Laden und Drehmomentunterstützung beim Beschleunigen finden auf entsprechend höherem Leistungsniveau statt.
- Mild- und Medium-Hybrid-Strukturen sind in ihrem

Funktions- und Leistungsumfang zwischen Micro- und Full-Hybrid angesiedelt.

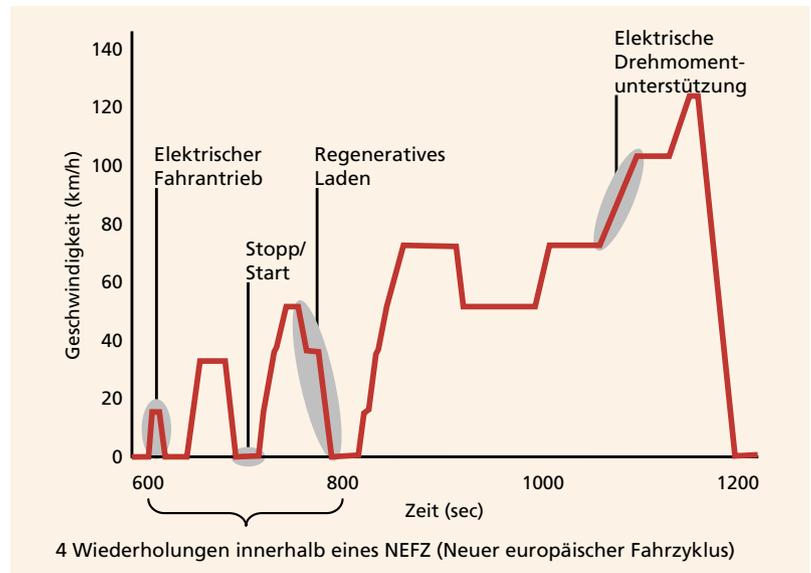
Micro-Hybrid-Antriebe sind im Vergleich zu Full-Hybrid-Antrieben deutlich kostengünstiger. Das Verhältnis von Zusatzkosten zu der erreichbaren Kraftstoffverbrauchseinsparung macht sie konkurrenzfähig zu anderen fahrzeugbezogenen CO₂-Einsparmaßnahmen. Aus diesem Grund stellen Micro-Hybrid-Konzepte eine interessante Alternative für den Massenmarkt dar. Neben den Funktionen Stopp-Start und regeneratives Laden ist zudem



die so genannte Stall-Recovery-Funktion implementiert. Diese startet den Motor automatisch wieder, wenn er abgewürgt wird. Kernkomponente zur Darstellung dieser Funktionen ist ein riemengetriebener Starter-Generator (belt-driven integrated starter-generator, B-ISG), der den herkömmlichen Generator im Fahrzeug ersetzt.

Stopp-Start-Funktion

Die Stopp-Start-Funktion schaltet den Motor ab, wenn er sich im Leerlauf befindet. So wird zum Beispiel beim Warten an einer Ampel der Ausstoß von CO₂ und anderen Emissionen vermieden und somit Kraftstoff gespart. Das automatische Wiederanlassen des Motors erfolgt durch die B-ISG-Maschine. Da eine Abschaltung nicht in jedem Fall möglich oder sinnvoll ist, wird der Zustand des Fahrzeugs und seiner Subsysteme ständig überwacht und analysiert. Dazu wird eine MicroAutoBox eingesetzt, die ihre Informationen von diversen im Fahrzeug verteilten Sensoren und von den im Fahrzeug vorhandenen CAN-Bus-Netzwerken erhält. Gleichzeitig bedient sie als Bus-Master in einer LIN-Bus-Installation ein intelligentes Batterieüberwachungssystem. Die implementierte Betriebsstrategie sorgt dafür, dass eine Abschaltung des Verbrennungsmotors, zum Beispiel während der Auf-



Regeneratives Laden der Batterie

Eine weitere Möglichkeit, mit dem Micro-Hybrid-Antrieb Kraftstoff zu sparen, ergibt sich in Verzögerungsphasen. Ein Teil der kinetischen Energie des Fahrzeugs wird beim Verzögern mittels der B-ISG-Maschine in elektrische Energie umgewandelt. Die B-ISG-Leistungselektronik wird hierbei von der MicroAutoBox über einen CAN-Bus angesteuert. Die erzeugte Energie wird in der Batterie zwischengespeichert und zur Verfügung gestellt, wenn die Erzeugung elektrischer Energie kraftstoffintensiv oder unmöglich ist, zum Beispiel während der Beschleunigungsphasen oder des Motorstillstands.

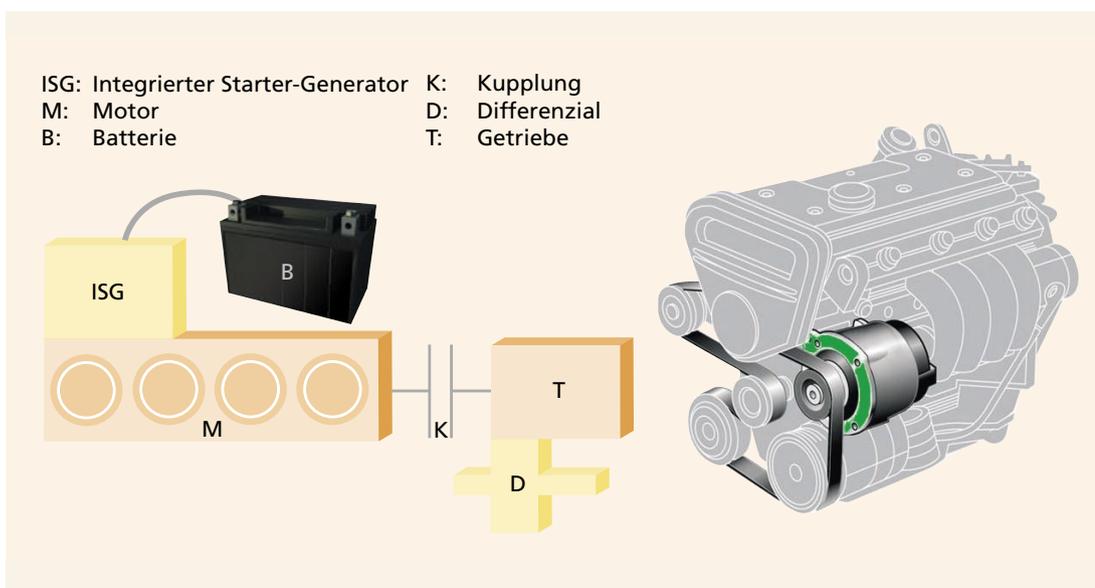
Die oben genannten Funktionen reduzieren den Kraftstoffverbrauch bei überwiegendem Einsatz im Stadtverkehr um bis zu 15%.

▲ Im NEFC zeigt sich, in welchen Phasen durch Hybridantriebe Kraftstoff eingespart werden kann.

„CalDesk bietet erhebliche Vorteile im einfachen Verwalten und schnellen Umschalten zwischen verschiedenen Parametersätzen.“

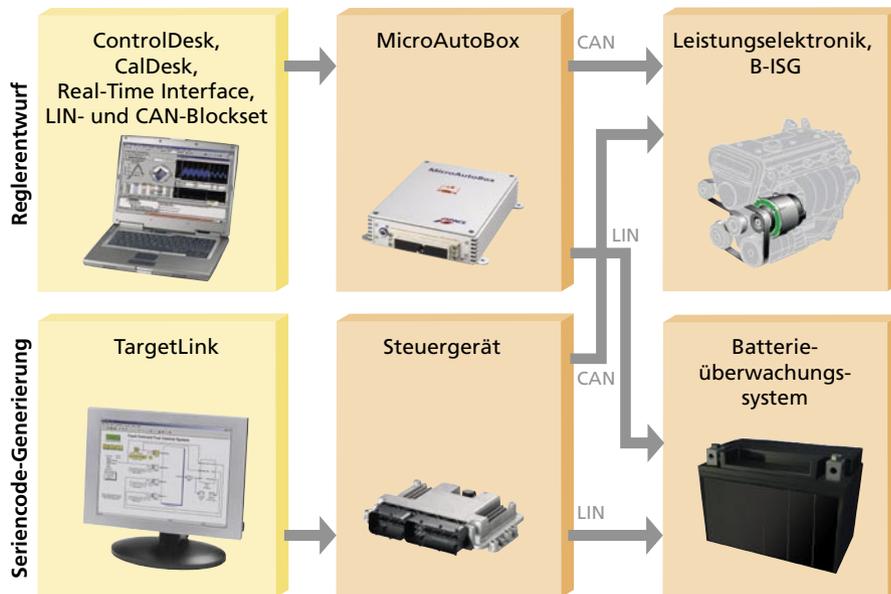
Holger Jung

wärmphase von Motor und Katalysator oder bei einem zu niedrigen Ladezustand der Batterie, verhindert wird.



◀ Schematische Zeichnung des Motors mit Starter-Generator (B-ISG).

dSPACE Produkt	Anwendungsgebiet
Real-Time Interface, LIN- und CAN-Blockset	Implementierung der Regelstrategie auf der MicroAutoBox
MicroAutoBox	Entwicklung der Regelstrategie mit Rapid Control Prototyping
ControlDesk	Test und Verwaltung der Regelstrategien
CalDesk	Verwaltung von Parametersätzen, Umschalten zwischen verschiedenen applizierten Parametersätzen, Test und Verwaltung der Regelstrategie
TargetLink	Generierung von Seriencode für das Steuergerät



▲ Schemaübersicht des Entwicklungsprozesses mit den verwendeten Produkten und ihren Anwendungsgebieten.

Entwicklung mit der dSPACE-Werkzeugkette

Die Stopp-Start-Strategie und die Regelstrategie für das regenerative Bremsen im Fiesta wurde von Anfang an mit MATLAB®/Simulink® entwickelt und mit dem dSPACE Real-Time Interface (RTI) sowie den LIN- und CAN-Blocksets auf der MicroAutoBox implementiert. Im Hinblick auf eine spätere Portierung auf eine potenzielle Zielplattform wurden in der eigentlichen Strategie nur TargetLink-kompatible Blöcke verwendet. Damit wird sichergestellt, dass nach Abschluss der Entwicklung mit TargetLink aus dem Modell heraus serientauglicher Steuergeräte-Code erzeugt werden kann.

Zu Beginn wurde ControlDesk zur Applizierung der Strategie eingesetzt. Später erfolgte der Wechsel auf CalDesk. Dazu mussten jedoch zuerst einige Blöcke der

eigenständigen TargetLink-Bibliothek modifiziert werden, so dass Parameter mit sinnvollen Namen (Variablenamen aus dem Data Dictionary) in CalDesk zur Verfügung standen. Die Verwendung von CalDesk, bereits in der Rapid-Control-Prototyping-Phase mit der MicroAutoBox, bietet aus unserer Sicht erhebliche Vorteile im einfachen Verwalten und schnellen Umschalten zwischen verschiedenen applizierten Parametersätzen. Zudem können aufgezeichnete Messungen zeitsparend direkt in den Originalanzeigen schrittweise analysiert werden. Nicht zuletzt ermöglicht CalDesk einen nahtlosen Übergang zu Versuchen auf dem Zielprozessor. Sowohl die Tests mit der MicroAutoBox als auch die auf dem Zielprozessor finden im Fahrzeug statt.

*Edo Aneke, Urs Christen, Holger Jung
Hybrid Vehicle Technologies
Ford Forschungszentrum Aachen GmbH
Aachen, Deutschland*



Glossar

B-ISG (belt-driven integrated starter-generator) – Riemengetriebener Starter-Generator, der die Funktionen von Anlasser und Generator verbindet.

NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus) – Gesetzlich festgelegter Fahrzyklus, um Emissions- und Verbrauchswerte zu ermitteln.