

RailCab – Bahnsystem der Zukunft

➤ **Universität Paderborn setzt dSPACE-Hardware ein**

➤ **Modulares Bahnsystem für flexiblen Personen- und Gütertransport**

➤ **ControlDesk für die Steuerung der RailCabs**

Seit mehreren Jahren wird an der Universität Paderborn ein innovatives, modulares Bahnsystem namens RailCab entwickelt und erprobt (siehe dSPACE NEWS 1/2002). Das Projekt wird von der Forschungsinitiative Neue Bahntechnik Paderborn (NBP) durchgeführt. Dabei unterstützt dSPACE-Hardware die Steuerung des Bahnsystems. Die RailCabs werden wie der Transrapid mit einem Linearmotor angetrieben. Ziel des Projekts ist der automatisierte, führerlose Betrieb von RailCabs im Personen- und Güterverkehr bei Nutzung des heutigen Schienennetzes.

Im Laufe des Forschungsprojekts Neue Bahntechnik Paderborn (NBP) entstand im Jahr 2003 an der Universität Paderborn eine Außenanlage zur Erprobung von RailCabs. RailCabs sind führerlose, schienengebundene Kleinfahrzeuge, die von einem doppeltgespeisten Linearmotor angetrieben und auch gebremst werden. Auf der 530 m langen Außenanlage werden zwei RailCabs mit einer Geschwindigkeit von bis zu 36 km/h betrieben. Der Antrieb befindet sich dabei nicht im Fahrzeug, sondern auf der Strecke und besteht aus zwei unabhängig voneinander bestromten, mit Drehfeldwicklungen ausgerüsteten Komponenten:

Das RailCab im Außentest

Gewicht	1 200 kg
Länge	3 m
Höhe	1,2 m
Breite	1,2 m

➤ Der Stator ist entlang der Strecke zwischen den Führungsschienen verlegt.

➤ Der Läufer ist an der Unterseite des RailCab-Fahrwerks befestigt.

Dabei bildet sich im Stator ein magnetisches Feld, das sich entlang der Schienen bewegt und das RailCab mit sich führt.



▲ Die RailCab-Teststrecke mit herkömmlichen geschotterten Schwellen an der Universität Paderborn: Testen unter realen Bedingungen.

Energieversorgung des Linearmotors

Der Stator ist in insgesamt 84 Abschnitte von je 6 m unterteilt. Jedem Abschnitt wird ein eigener Umrichter mit CANopen-Schnittstelle zugeordnet. Über das CANopen-Netzwerk können die Umrichter, die in vier Stationen entlang der Versuchsstrecke gebündelt sind, gesteuert werden. Es gibt weder Stromschienen noch eine Oberleitung, da

CANopen

Das CANopen-Protokoll ist ein Standard für industrielle CAN-basierte Systemlösungen. Es erlaubt sowohl zyklische als auch ereignisgesteuerte Kommunikation zwischen den Geräten im CANopen-Netzwerk.

Weitere Informationen unter www.can-cia.org

bei einer asynchronen Betriebsweise des Linearmotors im übersynchronen Betrieb Energie ins Fahrzeug übertragen wird. Wenn der Leistungsfluss über den Motor gesteuert werden soll, muss zum Beispiel die Frequenz der Wanderwelle dynamisch verstellbar sein, ohne dass hierbei die Schlupfbeziehung verletzt wird und der Motor außer Tritt gerät. Hinsichtlich Datenübertragungsrate, Echtzeitfähigkeit und Sicherheit werden daher hohe Anforderungen an die Regelung gestellt.

Struktur der Leittechnik und Regelung

Jedes Fahrzeug ist mit einem Industrie-PC (IPC) ausgestattet, an den ein dSPACE-System mit zwei DS1005 PPC Boards und mehreren I/O-Boards angebunden sind. Damit wird die gesamte Regelung eines RailCabs für den Antrieb, die aktive Feder- und Neigetechneik sowie die Spurführung des Fahrzeugs durchgeführt. Der IPC eines RailCabs ist über ein WLAN mit einem Host-PC in der Leitwarte der Anlage verbunden. Von dort aus wird der IPC mit Hilfe der Software PC-Duo ferngesteuert überwacht und mit ControlDesk gesteuert. Die Schubkraft eines RailCabs ist proportional zur Stärke der Strombelagswelle in Stator und Läufer. Daher werden die Statorreferenzgrößen, bestehend aus Strom und Frequenz, über einen weiteren Funkkanal mit serieller Schnittstelle an den CANopen-Netzwerkmaster übermittelt. Dieser verteilt die Werte an die entsprechenden Umrichter, die

den Streckenabschnitten zugeordnet sind, auf denen sich das RailCab gerade befindet. Während der Fahrt des RailCabs werden die Steuerungen der auf der Strecke verteilten Umrichter untereinander synchronisiert, damit bei der Weiterschaltung der Wanderwelle von einem Statorabschnitt auf den nächsten kein Winkelfehler entsteht und es zu einem Sprung in der Wanderwelle kommt. Die momentane Lage des elektrischen Felds im Stator muss bei der Regelung des RailCabs bekannt sein, damit das elektromagnetische Feld im Läufer so gestellt werden kann, dass eine optimale Schubkraftbildung möglich wird. So kann verhindert werden, dass das RailCab plötzlich in entgegengesetzter Richtung beschleunigt.

ware in Strecke und Fahrzeug entworfen, wodurch die Betriebssicherheit der Anlage gewährleistet wird. Auch bei kurzzeitigem Ausfall der Funkwege und Störungen der Datenübertragung ist mittels des Synchronisationsmechanismus ein sicherer Betrieb der Anlage möglich, was durch einen bereits mehr als zwei Jahre andauernden erfolgreichen Testbetrieb belegt ist.

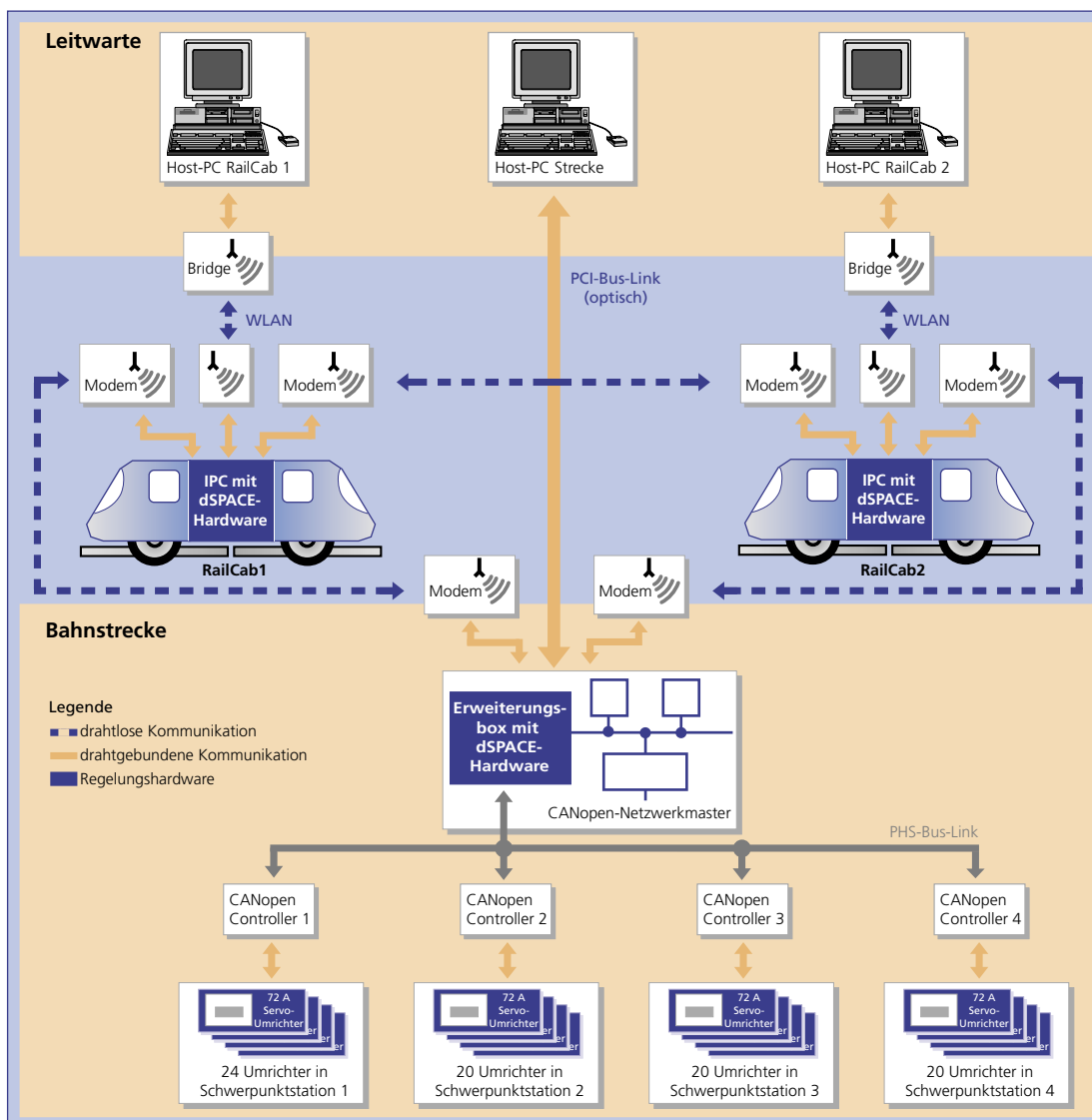
Gleichzeitiger Betrieb von 3 RailCabs

Die bestehende Leittechnik soll zukünftig erweitert werden, so dass ein gleichzeitiger Betrieb von 3 RailCabs möglich wird. Hierbei spielt die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen eine elementare Rolle, um einen sicheren Ablauf gewährleisten zu können.

Synchronisation der Echtzeitdaten

Die Kommunikationswege über den Feldbus und die Funktechnik sind unter Echtzeitbedingungen in die Fahrzeugregelung eingebunden. Dafür wurde ein Synchronisationsmechanismus für die verteilte Regelungshard-

*Andreas Pottharst
Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik
Universität Paderborn, Deutschland*



◀ Übersicht der Betriebsleit- und Kommunikationstechnik der Versuchsanlage – Realisierung des autonomen RailCab-Betriebs.