

Entwicklung eines integrierten Sicherheitssystems  
für die indische Automobilindustrie

# Fahrzeug- sicherheit mit System

Die wachsende Zahl PS-starker Fahrzeuge auf indischen Straßen erhöht den Bedarf an leistungsfähigen automobilen Sicherheitssystemen. Die Automotive Research Association of India (ARAI) widmet sich im Auftrag der Automobilindustrie und des Indischen Industrieministeriums dieser Herausforderung mit dem Ziel, einen exemplarischen Prozess für die modellbasierte Entwicklung von Sicherheitssystemen zu etablieren.



### Sicherheitssysteme für den indischen Automarkt

Indien ist mit über 1,2 Milliarden Menschen eins der bevölkerungsreichsten Länder der Welt und erlebt einen rasanten Ausbau der Mobilität. Für viele Anforderungen vor Ort sind Pickups und Sport Utility Vehicles (SUV), also große, stark motorisierte Geländewagen, das ideale Fortbewegungsmittel. Um für diese Fahrzeugklasse optimale Sicherheitssysteme zu entwickeln, hat ARAI die technische Konzeption und Durchführung eines Machbarkeitsnachweises übernommen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines integrierten Sicherheitssystems (ISS), das die vorhandene Infrastruktur des Bremsmodulators und des integrierten Sensor-Clusters eines SUV nutzt. Das Konzept umfasst den Entwurf und die Entwicklung folgender Funktionen:

- Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESC) einschließlich Antiblockiersystem (ABS), Traktionskontrolle (TCS) und Gierstabilitätskontrolle (YSC)
- Wankneigungskontrolle (RSC)
- Aktives Insassenrückhaltesystem (ASBRS)

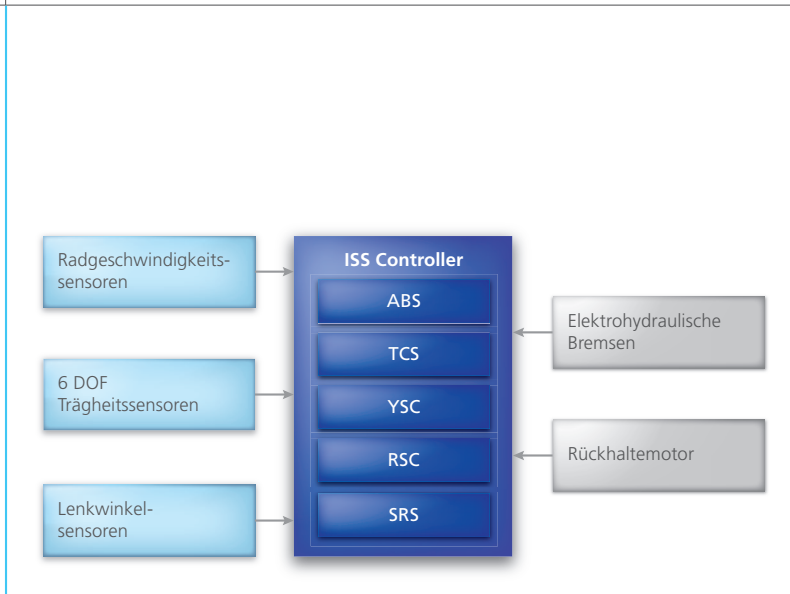
### Weitreichende Projektziele

Das Automotive Electronics Department (AED) von ARAI führte das Kick-off-Projekt für ein integriertes Sicherheitssystem durch und stellt die Ergebnisse für die indische Automobilindustrie zur Verfügung.

Der Fokus der vollständig modellbasierten Entwicklung im Bereich der aktiven Sicherheitssysteme richtete sich auf folgende Projektziele:

- Integriertes, selbstentwickeltes Sicherheitssystem zur Weiterentwicklung für den indischen Markt





Das integrierte Sicherheitssystem (ISS) umfasst mehrere Sicherheitsfunktionen. Es wertet die Signale verschiedener Fahrzeugsensoren aus und steuert die Bremsen und Gurtrückhalte-motoren an.

- Kompetenzaufbau im Bereich des modellbasierten Entwurfs eingebetteter automotiver Regelsysteme
- Unterstützung der Automobil-industrie bei der Entwicklung eigener Lösungen für zukünftige Anforderungen

#### Neue Methoden und Werkzeuge

Vor diesem Projekt wurde bei ARAI die Reglersoftware traditionell hand-programmiert. Um der firmenüber-greifenden Bedeutung des neuen Sicherheitssystems gerecht zu werden, wurde konsequent auf die modell-basierte Entwicklung gesetzt.

In diesem Zuge war es erforderlich, eine neue, durchgängige Werkzeug-kette für die modellbasierte Entwick-lung mit MATLAB®/Simulink® einzu-führen. Daher stand am Anfang des Projekts die Evaluierung diverser am Markt verfügbarer Produkte für das Rapid Control Prototyping (RCP) und die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation. Dazu wurde die Eignung der Systeme für die speziellen Auf-gaben im neuen Entwicklungsproj-ekt untersucht und ihre Durch-gängigkeit im Prozess bewertet. Die Entscheidung für das RCP-System fiel letztlich auf eine Kombination aus

Das Fahrzeug, mit dem das ISS-Projekt durchgeführt und die entwickelte Reglersoftware getestet wurde.



MicroAutoBox und RapidPro von dSPACE. Der HIL-Testplatz ist mit einem dSPACE Simulator ausgestattet. Mit diesen Systemen sowie den Soft-ware-Werkzeugen dSPACE Automa-tionDesk® und dSPACE ControlDesk® Next Generation steht ARAI eine Werkzeugkette zur Verfügung, die sowohl die Reglerentwicklung als auch den Test der Steuergeräte durchgängig unterstützt.

#### Regler-Prototyping

Nach der modellbasierten Entwicklung der Regelalgorithmen müssen diese an der realen Regelstrecke getestet und optimiert werden. Diese klassi-sche RCP-Aufgabe erfolgt zunächst im Labor und anschließend im Fahr-zeug mit der MicroAutoBox. Die MicroAutoBox fungiert als Prototyping-Steuergerät, das die Reglermodelle ausführt. Die Wandlung (Konditio-nierung) der Signale an die Gegeben-heiten der Regelstrecke übernimmt das RapidPro-System.

Da die meisten Modellteile des Reg-lers bereits die Model-in-the-Loop (MIL)-Simulation absolviert hatten, konnten sie leicht auf die Micro-AutoBox übertragen und sofort aus-geführt werden. ControlDesk Next Generation dient dabei als zentrale Bedienoberfläche, um Modelle zu laden, zu starten und Signale zu überwachen.

#### Weiterentwicklung und Optimie-rung am HIL-Prüfstand

Das ISS-Projekt ist das erste Projekt im Bereich der Chassis-Steuerung, daher sollte ein Teil der Entwicklung mit einer Versuchsumgebung im Labor stattfinden. Dafür war ein Auf-bau aus realer Bremsen-Hardware und einem Simulator vorgesehen. Das ISS-Modell wird auf der Micro-AutoBox ausgeführt, wo es einfach geändert und optimiert werden kann. Diese Vorgehensweise eröffnet Mög-lichkeiten, die eine MIL-Simulation nicht auf Antrieb bietet. Beispielsweise ergibt sich ein exaktes Zeitverhalten



## Profil: Automotive Research Association of India (ARAI)

Gründung:	1966
Sitz:	Pune, Indien (150 km südöstlich von Mumbai)
Mitarbeiter:	mehr als 530
Einrichtungen:	11 Labore mit den Schwerpunkten: Emissionen, Sicherheit & Homologation, Automotive Elektronik, passive Sicherheit, Fahrzeugevaluierung, NVH (Noise, Vibration and Harshness), Strukturdynamik, Materialien, Kalibrierung, Post Graduate Academy (Bildungszentrum für Masterabsolventen und Doktoranden)

Akkreditierungen: ISO 9001, 14001, OHSAS 18001 & NABL

Automotive Research Association of India (ARAI) ist ein industrieller Forschungsverband der Automobilindustrie in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Industrie in Indien. Die Ziele des Verbands sind Forschung und Entwicklung im Automobilbau für Industrie, Produktdesign und -entwicklung, Beurteilung von Kfz-Zubehör, Standardisierung, technische Informationsdienste, Kurse für die Anwendung von moderner Technologie und Durchführung von speziellen Tests. ARAI nimmt bei der Herstellung von sicheren, umweltfreundlichen und kraftstoffsparenden Fahrzeugen eine wichtige Rolle ein. ARAI bietet der Industrie technische Expertise bei Forschung und Entwicklung, Tests, Zertifizierung, Homologation und Fahrzeugzulassungen.

„Durch die komfortable und einfache Bedienung der dSPACE Systeme konnten wir uns voll auf die Entwicklung der Regelalgorithmen konzentrieren.“

*Arun B. Komawar, ARAI*

kritischer Komponenten. Das Testsystem diente ebenfalls dazu, die Kommunikation mit elementaren Fahrzeugkomponenten sowie Aktoren und Sensoren zu prüfen und Fehler aufzudecken sowie grundlegende Kalibrierungsaufgaben anzugehen. Die Testabläufe sind automatisierbar und vollständig reproduzierbar. Dadurch bieten sich effiziente Möglichkeiten, das Steuergerät und die Buskommunikation systematisch zu untersuchen und auszuwerten.

### Aufbau des Prüfstands

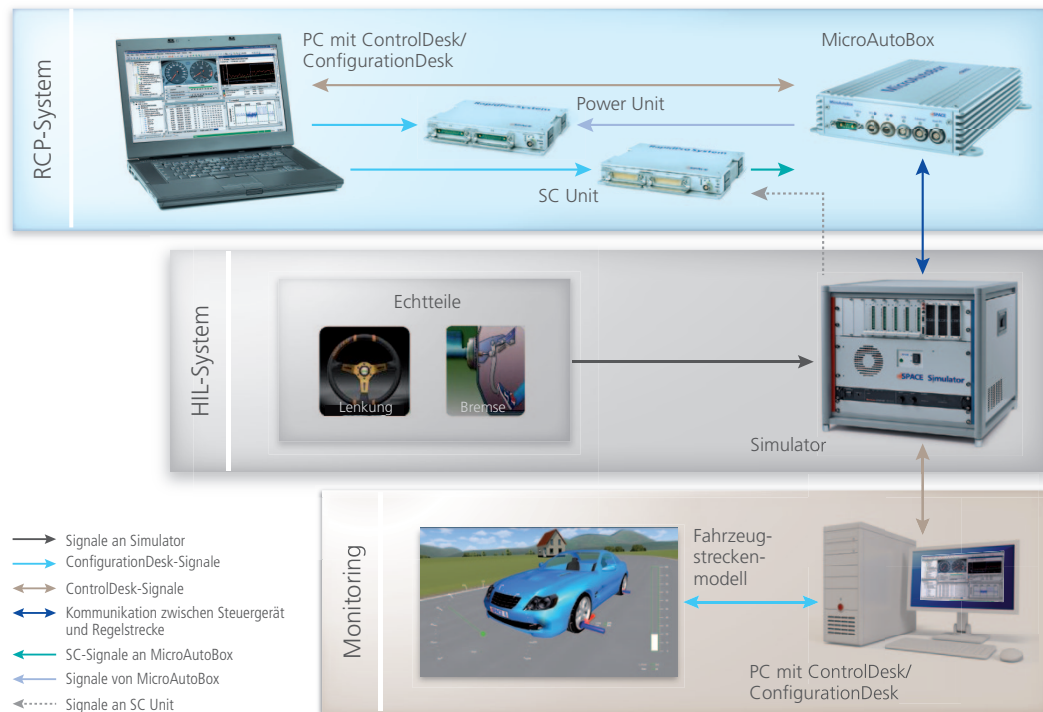
Der Prüfstand besteht aus einem Simulator und Echtteilen. Der Simulator berechnet anhand eines Fahrzeugmodells das fahrdynamische Verhalten. Er besteht aus einer

dSPACE Mid-Size-Simulator-Konfiguration mit DS1006 Quad-Core Processor Board in Kombination mit DS2202 und DS2211 HIL I/O Boards. Die verwendeten Echtteile sind die Bremskomponenten des Fahrzeugs inkl. Tandem-Hauptzylinder, Bremskraftverstärker, Hydraulikmodulator, Vakuumpumpe, Fahrpedalen, Lenkrad und Gangwahlhebel. Auch die Leistungsendstufen für den Pumpenmotor und den Modulator sind im Prüfstand untergebracht. Der Prüfstand als Ganzes bildet das Bremssystem des Fahrzeugs ab und liefert eine Mensch-Maschine-Schnittstelle für die realistische Entwicklung der Chassis-Steuerung. Im Wesentlichen besteht die Mensch-Maschine-Schnittstelle aus den realen Pedalen,

der Experimentsoftware ControlDesk und einer Echtzeitvisualisierung des simulierten Fahrzeugs. Da das Zielfahrzeug mit einem manuellen Schaltgetriebe ausgestattet ist, werden die eingelegten Gänge mit einem Positionsschalter simuliert. Für die Lenkung wird ein Dummy-Lenkrad eingesetzt, das den Lenkwinkel über ein Potentiometer liefert. Das Erfassen der Gaspedalstellung erfolgt ebenfalls elektronisch.



*Das aus MicroAutoBox und RapidPro bestehende RCP-System lässt sich sowohl im Auto als auch im Labor betreiben.*



Der Prüfstand besteht aus einem Simulator, diversen Echtteilen und dem RCP-System. Er dient zunächst der Entwicklung und Optimierung der ISS-Algorithmen.

### Signalerfassung mit ControlDesk Next Generation

ControlDesk Next Generation ist die zentrale Instanz zur Signalerfassung, Anzeige und Aktivierung von Tests. Die Benutzeroberfläche enthält Parameter wie Bremsdruck (von Modell

schnell zwischen automatisiertem und manuellem Test umgeschaltet werden. ControlDesk wurde durchgängig von Anfang bis Ende im Projekt verwendet. Dank der Basis-Kalibrierfunktionen in ControlDesk Next Generation waren die Entwickler in

den bei der Durchführung des ISS-Programms beratend zur Seite. Das Projekt wurde planmäßig mit der Entwicklung der Regelalgorithmen für die verschiedenen ISS-Funktionen fertiggestellt: Antiblockiersystem (ABS), Traktionskontrolle (TCS), Gierstabilitätskontrolle (YSC), Wankneigungskontrolle (RSC) und Aktives Insassenrückhaltesystem (ASBRS). Die Algorithmen wurden auf der Ziel-Hardware implementiert und mit Hilfe von Model-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop kalibriert und validiert. Die ABS-Algorithmen auf der MicroAutoBox-RapidPro-Kombination wurden im Fahrzeug implementiert.

„Mit ControlDesk Next Generation konnten wir schon ab den frühen Entwicklungsphasen umfangreiche Kalibrieraufgaben durchführen.“

Ujjwala Karle, ARAI

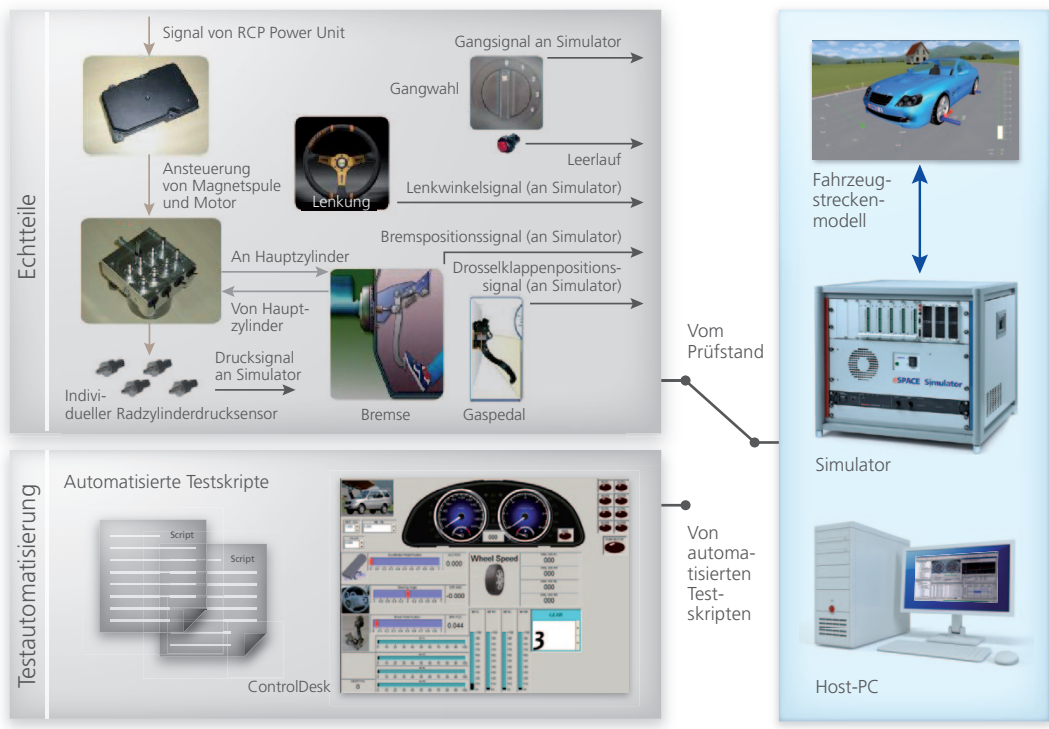
und Prüfstand), einzelne Raddrehzahlen, Fahrzeuggeschwindigkeit, Gaspedalstellung, Bremsdruck, Lenkwinkel etc. Die Tests lassen sich sowohl durch manuelle Eingaben am Prüfstand als auch durch automatisierte Testskripte ausführen. Für die Simulation bestimmter Manöver kann

der Lage, in verschiedenen Projektphasen schon umfangreiche Kalibrieraufgaben durchzuführen.

### Sicherheitsziel erreicht

Tata Consultancy Services in Pune und das Tata Motors European Technical Centre in Großbritannien stan-

den bei der Durchführung des ISS-Programms beratend zur Seite. Das Projekt wurde planmäßig mit der Entwicklung der Regelalgorithmen für die verschiedenen ISS-Funktionen fertiggestellt: Antiblockiersystem (ABS), Traktionskontrolle (TCS), Gierstabilitätskontrolle (YSC), Wankneigungskontrolle (RSC) und Aktives Insassenrückhaltesystem (ASBRS). Die Algorithmen wurden auf der Ziel-Hardware implementiert und mit Hilfe von Model-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop kalibriert und validiert. Die ABS-Algorithmen auf der MicroAutoBox-RapidPro-Kombination wurden im Fahrzeug implementiert.



Der Prüfstand ist für manuelle und automatisierte Testaufgaben ausgelegt. Pedale, Lenkrad und Gangwahlschalter bilden die Echtteile der Mensch-Maschine-Schnittstelle.

funktionaler Verifikation und Validierung von Steuergeräten erarbeiten. Durch den erbrachten Machbarkeitsnachweis der Stabilitätskontrolle für SUV-Anwendungen, die sich sowohl an Kleinwagen und Nutzfahrzeuge anpassen lässt, finden die Entwicklungen auch in der Serie Verwendung. Dabei haben sich die dSPACE Produkte durch ihre hohe Zuverlässigkeit ausgezeichnet. Die einfache Handhabung war ausschlaggebend für die schnelle Entwicklung der Reglersoftware.

**ARAI bleibt am Ball**

Derzeit fördert ARAI die modellbasierte Entwicklungsmethode und geht davon aus, dass der vollständige Umstieg auf dieses Verfahren in den nächsten Jahren vonstattengehen wird. ARAI bietet seinen Kunden aus der Automobilindustrie die Möglich-

keiten der HIL-Validierung von Steuergeräten an. Die Entwicklungsabteilung von ARAI zieht weitere Arbeiten für Antriebsstrangsteuerungen wie Strategien für Benzindirekteinspritzung und Diesel Common Rail etc. in Betracht und möchte auch Chassis-

Regelalgorithmen für Hybridelektrofahrzeuge angehen. Damit soll die entwickelte Methodik weiter genutzt und aktiv in die Unternehmen eingebracht werden. ■

*Arun B. Komawar, Ujjwala Karle, ARAI*

*Arun B. Komawar*  
Arun B. Komawar ist Leiter des ISS-Programms und stellvertretender Direktor bei ARAI in Pune, Indien.



*Ujjwala Karle*  
Ujjwala Karle ist ISS-Programmkoordinatorin und Managerin bei ARAI in Pune, Indien.

