

# ABS auf der Schiene

## Knorr-Bremse setzt auf ETAS ASCET

Ohne Hochgeschwindigkeitszüge sind effiziente Verkehrsinfrastrukturen moderner Industrieländer nicht realisierbar. Dabei stellen die Reisegeschwindigkeiten der Züge von 250 km/h und mehr sowohl an die Mechanik als auch an die Steuerungselektronik der Bremssysteme höchste Ansprüche. ETAS-Werkzeuge helfen der Knorr-Bremse AG seit mehr als 15 Jahren dabei, die Software zur Steuerung und Regelung dieser hochgradig sicherheitsrelevanten Systeme zu entwickeln.



Rad-Schiene-System:  
Der Gleitschutz des Bremssystems verhindert das Einbremsen von Flachstellen.

Für Hochgeschwindigkeitszüge ist die Bremsstrategie zentraler Bestandteil des Sicherheitskonzepts. Sie umfasst das Bremskraftmanagement mit optimaler Verteilung der Bremskraft auf die unterschiedlichen Bremssysteme im gesamten Zug, die lokale Ansteuerung der Reibungsbremse, den Gleitschutz, die Rollüberwachung sowie die Rekuperation von elektrischer Energie beim Abbremsen.

ICE-Züge der aktuellen Generation besitzen drei komplementäre Bremssysteme: Die Betätigung der Scheibenbremsen alleine genügt bei niedrigen Geschwindigkeiten, bei höheren Geschwindigkeiten greift zusätzlich die elektrodynamische Bremse ein. Diese wiederum wird auf speziellen Strecken von der Wirbelstrombremse unterstützt. Klar ist: Ohne Elektronik lassen sich intelligente Bremsstrategien nicht realisieren.

### Elektronik statt Mechanik

Bis in die 1970er Jahre wurden Bremsen von Schienenfahrzeugen fast ausschließlich rein mechanisch aufgebaut und pneumatisch angesteuert. Anlass für die Einführung von elektronisch geregelten Antilockiersystemen war der Wunsch, störende und gefährliche Vibra-

tionen oder Laufunruhen aufgrund von eingebremsten Flachstellen an den Radsätzen zuverlässig zu verhindern. Vergleichbar mit einem Pkw-ABS regeln die heutigen Gleitschutzsysteme auch den Schlupf der Achsen, um die Haftreibung zwischen Rad und Schiene beim Bremsen zu optimieren und so den Bremsweg zu verringern.

### Software aus ASCET – sicher, bewährt und automatisch erzeugt

Die Entwicklung von komplexen Steuerungs- und Regelalgorithmen erfordert zuverlässige und professionelle Werkzeuge. Zur modellbasierten Entwicklung von Anwendungssoftware setzen Ingenieure bei Knorr-Bremse seit 1999 ASCET ein. Zuvor mussten die Ingenieure die Systemfunktionen aufwändig spezifizieren, die anschließend von Software-Entwicklern in C programmiert wurden. Blockdiagramme von Steuerungen und Regelungen wurden zu diesem Zeitpunkt mit Hilfe von Micro-GrafX Designer, der ersten verfügbaren Grafiksoftware für den Windows-PC, am Rechner gezeichnet. Die Einführung von ASCET hatte den entscheidenden Vorteil, dass automatisch serientauglicher

### Knorr-Bremse

ist der weltweit führende Hersteller von Bremssystemen für Schienen- und Nutzfahrzeuge. Das Unternehmen, welches heute als AG mit Sitz in München firmiert, wurde 1905 in Berlin gegründet.

Die Druckluftbremse K1 für Personenzüge und vor allem im Jahr 1918 die Kunze-Knorr-Druckluftbremse für Güterzüge, die das Heraufsetzen der Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h auf 65 km/h beim Gütertransport ermöglichte, markierten die ersten wichtigen Meilensteine in der Unternehmensgeschichte.

1972 sorgte Knorr-Bremse mit dem ersten ABS für Nutzfahrzeuge für Aufsehen.

Zwanzig Jahre später präsentierten die Münchener die erste pneumatisch betätigte Scheibenbremse für Nutzfahrzeuge.

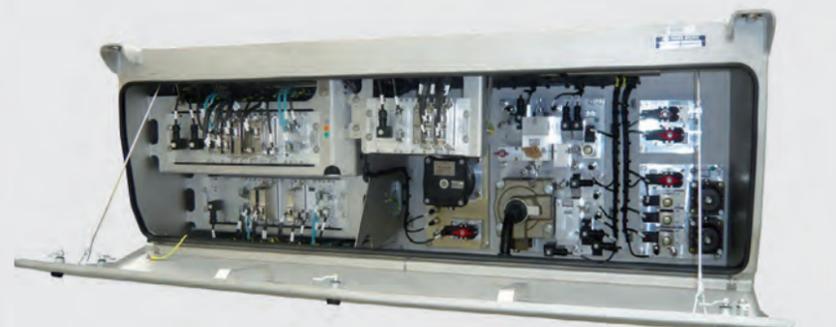
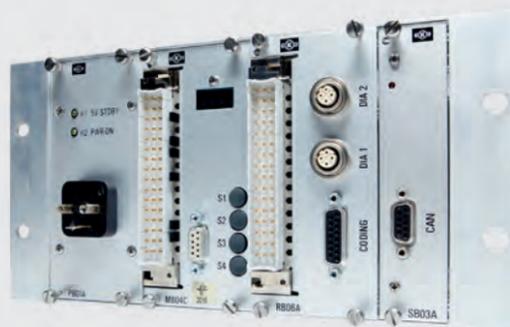
Heute liefert der Konzern, der mehr als 20.000 Mitarbeiter beschäftigt, neben Bremssystemen weitere technische Anlagen für Schienenfahrzeuge – vom Klima- und Türsystem bis hin zum Drehschwingungsdämpfer für Dieselmotoren.



Das Flaggschiff der deutschen Bahn – der ICE 3.

Bild links:  
Elektronisches Bremssteuergerät (ESRA).

Bild rechts:  
Bremscontainer, der die Steuerung enthält.



C-Code aus Blockdiagrammen, die in ASCET erstellt wurden, generiert werden konnte. Durch den Einsatz von zertifizierten Versionen des Werkzeugs konnte in Folge sogar auf die Prüfung des generierten C-Codes verzichtet werden. Damit aber nicht genug: ASCET erfüllt die Anforderungen der DIN EN 50128 und ist deshalb für den Einsatz bei der Entwicklung von sicherheitskritischen SIL2-Anwendungen geeignet. Aufgrund der Tatsache, dass Bremssysteme für Laufzeiten zwischen 30 und 40 Jahren ausgelegt, regelmäßig generalüberholt und im Betrieb weiter verbessert werden müssen, ist für Knorr-Bremse neben den besonderen Produkteigenschaften die von ETAS durchgeführte, langfristig verfügbare Wartung des Entwicklungswerkzeugs ASCET von entscheidender Bedeutung.

#### Komplexe Systeme

Der Aufbau der aktuellen Bremssteuergeräte ist äußerst komplex. Sie verfügen über 19" ESRA-Einschubkarten mit Anschlüssen für den CAN-Bus. Die Backplane der Steuerungshardware ist eine eigene Knorr-Entwicklung, welche CAN-spezifische Anpassungen enthält. Als CPU dient ein Freescale PowerPC-Mikrocontroller vom Typ MPC5554 mit einer Taktfrequenz von 132 MHz und einem PC104-Interface. Im Einsatz besteht ein System aus einem oder mehreren Mainboards plus weiteren Karten mit I/O-Erweiterungen und Buskopplerkarten.

#### Anwendungssoftware mit hohen Sicherheitsreserven

Die Entwicklung und Spezifikation der Module, Tasks und Prozesse der aktuellen Anwendungssoftware für

die Steuergeräte erfolgt ausschließlich mit ASCET. Dabei können bereits vorhandene, manuell codierte Standardfunktionen einfach eingebunden und aufgerufen werden. Die Architektur der Software wird durch Templates gestützt, welche sowohl die Definition der Ein- und Ausgangssignale einzelner Funktionen als auch deren Konditionierung für die Weiterverarbeitung festlegen. Bei der Variantenbildung können einzelne Funktionen der Steuerung und Regelung bei der Codegenerierung aus dem ASCET-Modell konfiguriert werden.

#### Teil eines aufwändigen Sicherheitskonzepts

Nachdem die Werte der Applikationsparameter in umfangreichen Simulationen und Tests ermittelt worden sind, erfolgt eine feste „Verdrahtung“ in der Software. Außerdem wird die Steuerung zur Laufzeit genau überwacht: Der Anteil von Diagnose- und Sicherheitsfunktionen liegt bei den unterschiedlichen Systemen zwischen 50 und 80 %. Derzeit setzen die Ingenieure bei Knorr-Bremse ASCET in der Version 6.2 ein. Für das Softwarekonfigurationsmanagement wird ASCET-SCM in Kombination mit dem Werkzeug JIRA, mit dem Fehler und Anforderungen verfolgt werden, verwendet.

Die europäischen Metropolen rücken nicht zuletzt dank ASCET enger zusammen: Beim Flaggschiff der Deutschen Bahn, dem ICE 3 auf der „Velaro D“-Plattform von Siemens, der Paris, Brüssel und Amsterdam mit einer Reisegeschwindigkeit von bis zu 320 km/h verbindet, kommen hochmoderne Knorr-Wirbelstrombremsen zum Einsatz, deren Software mit ASCET entwickelt wurde.

#### AUTOREN

**Peter Heintz**  
beschäftigt sich mit der modellbasierten Entwicklung von elektronischen Komponenten bei der **Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH**.

**Stefan Soyka**  
ist Director Electronic Systems Engineering bei der **Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH**.

**Dr. Ulrich Lauff**  
ist Senior Expert Marketingkommunikation bei der **ETAS GmbH**.