

Car-to-X und Funkkanal-Emulation für drahtloses Straßen-Sicherheitsnetz

Jährlich sterben in Europa 42.000 Menschen bei Verkehrsunfällen. Mit Hilfe der drahtlosen Vernetzung der Verkehrsteilnehmer sollen die Straßen in Zukunft sicherer werden. Das stellt hohe Anforderungen an die Funktechnik, deren Leistungsfähigkeit mithilfe der Funkkanal-Emulation überprüft werden kann. Gigacomp beschreibt das Umfeld der Entwicklungen von Car-to-X und wie die Emulatoren dort zum Einsatz kommen.



1 Einleitung

Jeder Autofahrer kennt brenzlige Verkehrssituationen wie ein Stau-Ende hinter einer nicht einsehbaren Kurve oder ein Auto, das völlig unerwartet aus einer Seitenstraße rast. Viele Unfälle mit Toten und Verletzten sind die Folge, weil die Fahrer nicht rechtzeitig vor der drohenden Gefahr gewarnt wurden. Auch viele Staus ließen sich vermeiden, wenn die Verkehrsleitsysteme noch besser über die aktuelle Situation auf den Straßen informiert wären. Niemand kennt die Verkehrssituation vor Ort besser als die Fahrzeuge, die dort gerade unterwegs sind. Noch wird dieses Wissen aber nicht genutzt, doch damit soll in einigen Jahren Schluss sein – dank der „Car-to-X-Kommunikation“. Die Grundidee: Autos kommunizieren über Funk miteinander oder mit der Verkehrsinfrastruktur – und das „X“ kann dabei für andere Fahrzeuge oder beispielsweise eine intelligente Schilderbrücke stehen. Im Englischen spricht man auch von V2V („Vehicle-to-Vehicle“) und V2I („Vehicle-to-Infrastructure“).

Mithilfedieser neuen Kommunikationssysteme können aktuelle Informationen in beide Richtungen transportiert werden. Im Falle der angesprochenen Situation eines Stau-Endes würden die dort stehenden Fahrzeuge über Funk die Meldung aussenden, dass sie hinter einer Kurve stehen und sich in nächster Zeit nicht wegbewegen werden. Um Falschmeldungen zu vermeiden, werden dabei

die Informationen mehrerer Sensoren verknüpft – hier der Verzögerungssensor, Geschwindigkeitssensor und die Positionsdaten der Satellitennavigation.

In einigen Jahren sollen diese Car-to-X Systeme auf den Markt kommen. Zahlreiche Forschungsprojekte entwickeln derzeit die Grundlagen dafür: In der deutschen Forschungsinitiative Aktiv („Adaptive und Kooperative Technologien für den Intelligenten Verkehr“) haben sich zum Beispiel Fahrzeughersteller, Zulieferer und Universitäten mit weiteren Unternehmen zusammengeschlossen, um neue Fahrerassistenz- und Verkehrsmanagementsysteme zu entwickeln. Ähnliche Initiativen gibt es auch auf europäischer Ebene (CVIS – Co-operative Vehicle Infrastructure Systems, SafeSpot – Co-operative vehicles and road infrastructure for road safety, Coopers – Co-operative systems for intelligent road Systems), in Japan (Smartway) und den USA (VII – „Vehicle Infrastructure Integration Program“).

2 Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation mit IEEE 802.11p

Basis der Car-to-Car-Kommunikation ist das Funkverfahren 802.11p, das von der Standardisierungsorganisation IEEE entwickelt wird (Wave – „Wireless access in vehicular environments“). Es ist mit dem bekannten WLAN-Standard („Wireless LAN“) für die drahtlose Vernetzung von Computern verwandt und arbeitet im

Der Autor



Dr. Bernd Fleischmann ist Geschäftsführer der Gigacomp GmbH in München.

Dual Channel Optical Sensor KIT3024 for Automotive Applications



DEMA ELECTRONIC AG

DESCRIPTION:

The KIT3024S is a compact transmission type photointerrupter, which combines high-output GaAs IRED with high sensitive dual photo transistors.

FEATURES:

Cost effective injection mold technology

- Surface mount package
- GAP: 3.0 mm
- Slit: 0.3 mm (Channel Distance: 0.8 mm)



- RoHS Compliance
- AECQ101 qualified
- Reflow Soldering acc. JEDEC J-STD-020

APPLICATIONS:

- Automotive optical sensors
- Accurate position sensor for encoder
- Sensor for motion, speed and direction

For further information use DEMA-Part-ID Search 9949 on our homepage www.dema.net

DEMA Electronic AG • Türkenstrasse 11 • 80333 München • Tel. +49 (0) 89 - 28 69 41 - 0 • report@dema.net

Tabelle: IEEE 802.11p.-Kanäle

Frequenz in GHz	5,86	5,87	5,88	5,89	5,9	5,91	5,92
Kanal-Nr.	CH 172	CH 174	CH 176	CH 178	CH 180	CH 182	CH 184
Zweck	accident avoidance, safety of life	service channel	service channel	control channel	service channel	service channel	high power, long range

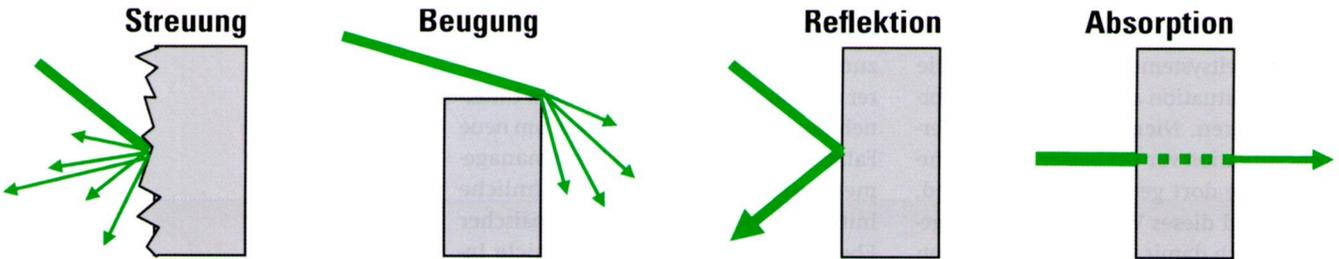


Bild 1: Funksignale sind bei ihrer Ausbreitung vielfältigen Einflüssen ausgesetzt, zum Beispiel Streuung, Beugung, Reflektion und Absorption

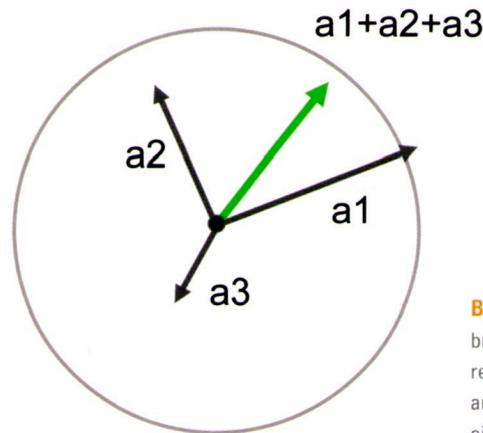


Bild 2: Aufgrund der Mehrwegeausbreitung (Multipath-Fading) ist das resultierende Signal an der Empfangsantenne die Vektorsumme zahlreicher einzelner Beiträge

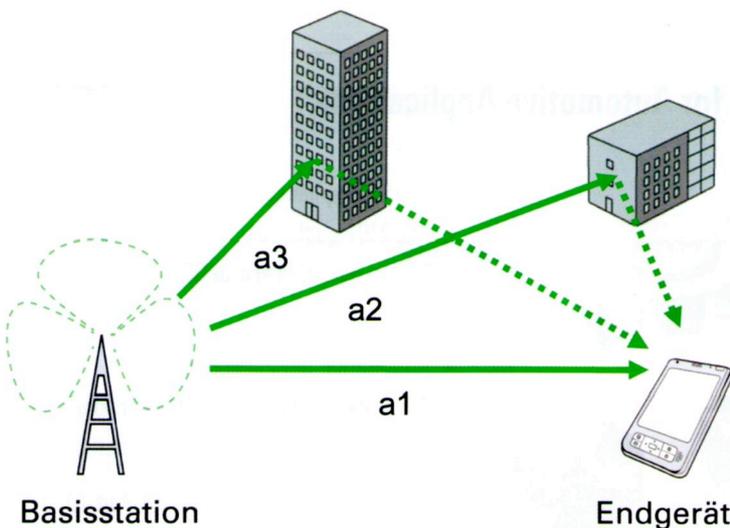


Bild 3: Multipath-Fading führt dazu, dass sich am Empfänger Signale überlagern, die auf verschiedenen Wegen an die Antenne gelangt sind. So entstehen konstruktive und destruktive Interferenzen, die erhebliche Schwankungen der Signalstärke hervorrufen

Frequenzbereich von 5,85 bis 5,925 GHz. Dieser Teil des Spektrums wurde 1999 von der US-amerikanischen FCC (Federal Communications Commission) für so genannte „Intelligent Transport Systems“ (ITS) freigegeben.

Auch die EU-Kommission hat im Sommer 2008 beschlossen, Teile des Frequenzbandes bei 5,9 GHz europaweit für die Kommunikation zwischen Fahrzeugen freizugeben. So soll die Zahl von 42.000 Verkehrstoten in Europa und 1,6 Millionen Verletzten verringert werden. Auch den Staus in Europa – derzeit rund 7.500 Kilometer pro Tag – hat die Kommission den Kampf angesagt. Das reservierte Frequenzband hat allerdings nur eine Bandbreite von 30 MHz und ist damit nicht vollständig kompatibel mit IEEE 802.11p. Immerhin scheint es technisch möglich zu sein, die gleichen Antennen sowie die gleichen Sender und Empfänger einzusetzen.

Trotz der hohen Frequenz wird bei IEEE 802.11p eine Reichweite von bis zu 1.000 Metern angestrebt, die durch Multi-Hopping noch gesteigert werden kann. Dazu sollen die Fahrzeuge Ad-hoc-Netzwerke bilden (Vanets – vehicular ad-hoc networks), was allerdings eine große Herausforderung darstellt: Denn das System muss in kurzer Zeit entscheiden, welches Fahrzeug in der Umgebung sich am besten als Relaisstation eignet.

Als Physikalischer Layer (PHY) wird OFDM verwendet (Orthogonal Frequency Division Multiplex), das sich bereits bei

WLAN bewährt hat (IEEE 802.11a). Das 75 MHz breite Spektrum wird in sieben Bänder zu je zehn MHz unterteilt – weitere fünf MHz dienen am unteren Bandende als Sicherheitsabstand. Der mittlere der sieben Kanäle dient zur Übermittlung sicherheitsrelevanter Informationen (control channel). Diese sollen selbst dann in kurzer Zeit bei den Empfängern ankommen, wenn der Verkehr sehr dicht und das Frequenzband entsprechend stark belegt ist. Die anderen sechs Kanäle stehen für Kommunikation mit geringerer Priorität zur Verfügung (service channels“). Optional können auch zwei Kanäle zu einem einzigen Kanal mit 20 MHz Bandbreite kombiniert werden, **Tabelle**. Die Leistung der Sender ist auf typischerweise 33 dBm (2 Watt) begrenzt, während Einsatzfahrzeuge mit bis zu 44,8 dBm (30 Watt) senden dürfen.

Der MAC-Layer entspricht IEEE 802.11e (EDCA – Enhanced distributed channel access). Die Meldungen werden dabei in Klassen verschiedener Priorität unterteilt (AC – Access Class“), wobei AC0 die geringste und AC3 die höchste Priorität hat. Der MAC-Layer enthält die Zugriffsmechanismen Listen before Talk (LBT) und random back-off, der aus einer festen und einer zufällig gewählten Wartezeit besteht. Da die zur Verfügung stehende Zeit für den Informationsaustausch bei bewegten Fahrzeugen sehr begrenzt ist, wurde der Kommunikations-Overhead auf ein Minimum begrenzt. So gibt es zum Beispiel keinen Mechanismus für die Zeitsynchronisation – dazu steht in der Regel aber das GPS-Signal zur Verfügung.

3 Herausforderungen im Umfeld für Funkssysteme

Funksignale sind auf ihrem Weg vom Sender zum Empfänger zahlreichen Einflüssen ausgesetzt, **Bild 1**.

- Wegedämpfung aufgrund des Abstandes zwischen Sender und Empfänger
- Abschattung („Slow Fading“)
- Mehrwegeempfang („Multipath-Fading“ oder „Fast Fading“)
- Doppler-Effekt
- Rauschen und Wechselwirkung mit anderen Funksystemen.

Die drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeugen stellt dabei besonders hohe

Anforderungen an die Funktechnik. Besonderen Einfluss hat in diesem Fall der Mehrwegeempfang: Die Signale erreichen den Empfänger auf unterschiedlichen Wegen, was zu konstruktiver und destruktiver Interferenz führt. Das resultierende Signal ist die Vektorsumme der verschiedenen Komponenten, die sich jeweils durch ihre Amplitude, ihre Phase, die Laufzeit sowie die Empfangsrichtung unterscheiden, **Bild 2**.

Dabei wird nicht nur „large scale fading“ auftreten, sondern auch „small scale fading“ – das bedeutet, dass sich das Signal innerhalb weniger Zentimeter stark verändern kann, **Bild 3**.

Neben dem Multipath-Fading spielt auch der Doppler-Effekt eine bedeutende Rolle: Insbesondere auf Autobahnen sind die Fahrzeuge mit hohen Geschwindigkeiten unterwegs – sollen also Informationen zwischen entgegengerichteten



Mehrwert durch Funktionsintegration

Viele etablierte und immer neue Funktionen kämpfen um den ergonomisch besten Platz und konkurrieren um den Bauraum im Fahrzeug. Ein optimales Systemlayout zeichnet die Kombination von bestmöglicher Gestaltung, funktionsoptimierter Platzierung bei gleicher oder höherer Variantenvielfalt aus. Gleichzeitig werden dabei Aufwand und Kosten reduziert.

Gentex als weltweit renommierter Lieferant von hochwertigen, automatisch abblendenden Rückblickspiegeln ist darüber hinaus ein anerkannter Systementwickler für die Integration vielfältiger Funktionen im Bereich Frontscheibe und deren Sensorcluster. Mit mehr als einer Million verbauter Bildsensoren zur intelligenten Fahr- und Fernlichtsteuerung in PKWs ist Gentex der derzeit größte Anbieter kamerabasierter Fahrerassistenzsysteme in der Automobilindustrie.

Für die Zukunft gesehen bietet der Spiegel den idealen Ort für weitere, innovative Funktionen.

U.S. +1 616 772 1800 Germany +49 7132 1560 Sweden +46 31 223883 France +33 149 65 6620 U.K. +44 2476 470 804

GENTEX CORPORATION
A Smarter Vision™

www.gentex.de

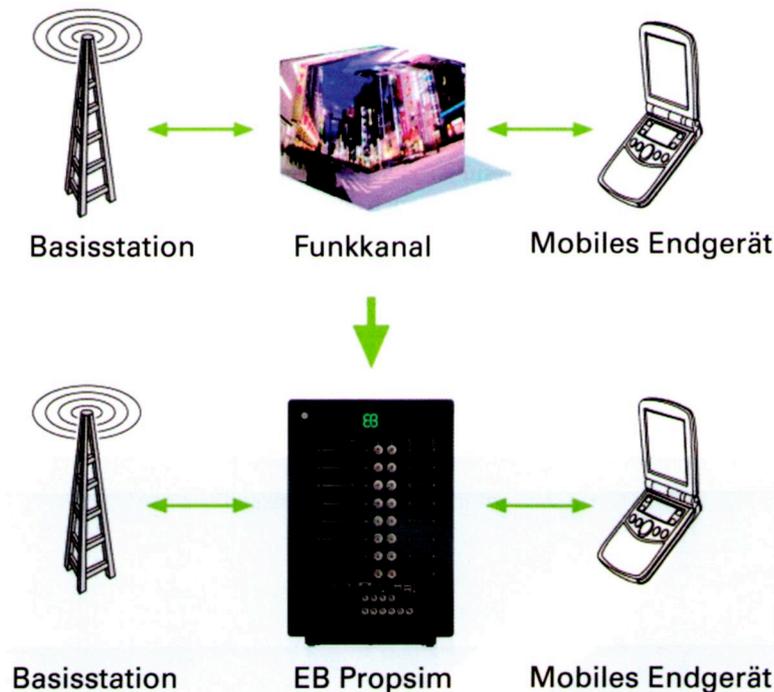


Bild 4: Bei der Funkkanalemulierung werden die Übertragungseigenschaften eines realen Funkkanals mit Hilfe eines Mess- und Testgerätes nachgebildet. Diese Eigenschaften können weitgehend beliebig vorgegeben oder während einer Messfahrt auch im Feld ermittelt werden

Fahrzeugen ausgetauscht werden, hat man es mit Relativgeschwindigkeiten von mehreren hundert Stundenkilometern zu tun.

Die Fahrzeuge können regelmäßig eine Art „Lebenszeichen“ aussenden. Dieses setzt sich aus einer Nachricht von wenigen hundert Bytes zusammen, in

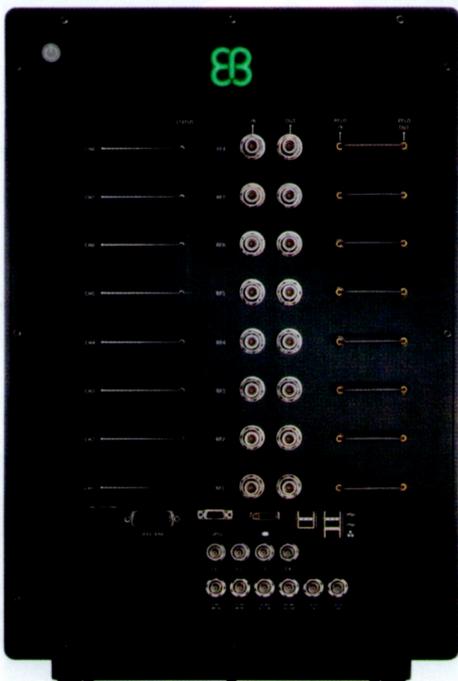


Bild 5: Der EB Propsim F8 gestattet umfangreiche Systemtests im Labor, die realistisch und zugleich exakt reproduzierbar sind

der neben einem Zeitstempel auch die aktuelle Position (erhalten aus dem GPS-System) enthalten ist. So weiß jeder Funkknoten, was sich in seiner Umgebung gerade tut. Das ist die Voraussetzung für den Aufbau von Ad-hoc-Netzwerken zwischen den Fahrzeugen, die sich aber insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten ständig verändern müssen.

Die Leistungsfähigkeit der Car-to-Car-Netzwerke wurde bereits in zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen theoretisch abgeschätzt – beispielsweise der Datendurchsatz in Abhängigkeit der teilnehmenden Funkknoten. Solche Untersuchungen liefern zwar wertvolle Hinweise auf die spätere Performance des Systems, sie müssen aber so früh wie möglich während der Entwicklungsphase durch Daten aus Messungen oder Emulationen ergänzt werden.

4 Funkkanal-Emulation für Konformitäts- und Performance-Tests

Traditionelle Feldtests von Funksystemen haben einige Nachteile: Sie sind im Allgemeinen aufwändig, kosten viel Zeit und sind darum teuer. Zudem muss die Ausrüstung in zahlreiche geographische Regionen transportiert und in den unterschiedlichsten Verkehrssituationen durchgeführt werden. Die Ergebnisse hängen außerdem von der konkreten Umgebung, dem Standort, der Zeit und dem aktuellen Verkehrsaufkommen ab – sie können also selbst mit dem gleichen Versuchsaufbau nicht exakt wiederholt werden.

Das liegt daran, dass man bei Feldtests keine vollständige Kontrolle über die natürliche Umgebung und die Eigenschaften des Funkkanals hat. Denn während seiner Ausbreitung ist ein Funksignal zuvor genannten Einflüssen ausgesetzt. Diese Einflüsse sind teilweise zufällig und hängen davon ab, wann und wo die Messungen durchgeführt werden.

Ein besserer Ansatz für solche Tests im Vergleich zu Feldversuchen ist es, den Funkkanal in einer kontrollierbaren Laborsituation zu emulieren. Bei diesem Verfahren wird der echte Funkkanal durch einen Funkkanal-Emulator ersetzt, der alle Einflüsse auf die Signalausbreitung berücksichtigen kann. Der Funkkanal-Emulator ist ein Test- und Messgerät, das zwischen Sender und Empfänger plat-

ziert wird. Das Signal durchläuft den Emulator, der beispielsweise die Wege-dämpfung, die Abschattung, die Mehrwegeausbreitung, den sogenannten Delay Spread, die Dopplerverschiebung, den Angle Spread, die Effekte der Polarisation und die Einflüsse von Rauschen und Interferenzen simuliert. Bild 4 zeigt das Prinzip der Funkkanal-Emulation.

Die Vorteile der Funkkanal-Emulation: Sie erlaubt präzise, kontrollierbare und jederzeit wiederholbare Testläufe im Labor. Solche Tests können eingesetzt werden, um Feldversuche zu ergänzen oder in manchen Fällen sogar ganz zu ersetzen. Funkkanal-Emulation spart Zeit und Kosten – sowohl für Standard-Umgebungen als auch in Spezialfällen. Sie erlaubt es, die Produktperformance in jeder beliebigen Umgebung zu testen, zum Beispiel auf Schnellstraßen, in der Stadt sowie in ländlichen und Bergregionen. Gleichzeitig werden die Gefahren, denen die Testteams auf der Straße ausgesetzt wären, vermieden. Und kürzere Testzyklen führen zu kürzeren Entwicklungszeiten, die wiederum die Time-to-Market für neue Produkte verkürzen. Zudem lassen sich Probleme frühzeitig erkennen und mit schneller beheben.

Der aktuelle Funkkanal-Emulator Prosim F8 von EB ist derzeit das leistungsfähigste Gerät seiner Klasse, Bild 5. Das Messgerät arbeitet bis maximal 6 GHz und kann sämtliche Einflüsse auf die Ausbreitung des Funksignals modellieren: Der Prosim F8 wird mit zahlreichen Fading-Profilen, Standard-Kanalmodellen und Verzögerungsprofilen ausgeliefert. Daneben können die Benutzer auch eigene Kanalmodelle vorgeben. Auch die Konsequenzen des Dopplereffektes lassen sich so problemlos untersuchen: Der F8 kommt mit Fahrzeuggeschwindigkeiten von bis zu 12.500 Stundenkilometern zurecht. Der Prosim F8 ist modular aufgebaut, um ihn an verschiedenste Aufgaben anpassen zu können. Er kann mit bis zu acht Ein-/Ausgangskanälen ausgerüstet werden. Für die Untersuchung von komplexeren Sys-

temen können mehrere Geräte synchron betrieben werden.

Wichtig bei komplexen Modulationsverfahren wie OFDMA ist eine hervorragende Hochfrequenzperformance des eingesetzten Funkkanalemulators, damit das Messergebnis nicht vom Messaufbau beeinträchtigt wird. Mit einem Fehlervektor (Error Vector Magnitude, EVM) von besser als -50dBc setzt der EB Prosim F8

hier die Maßstäbe unter allen verfügbaren Emulatoren. Mit geringstem Rauschen und größter Bandbreite (bis 125 MHz) setzt er sich weiter vom Wettbewerb ab. Mit diesen Eigenschaften ist er auch die erste Wahl, wenn es um die Kanalemulation von UMTS und LTE geht. Diese beiden Funktechnologien werden für die Weitbereichsmeldungen bei Car-to-X eingesetzt werden. ■



Kennen Sie Ihre Position, ... sicher? Magnetische Weg- und Winkelsensoren – funktional sicher und global verfügbar

Funktionale Sicherheit: Die funktionale Sicherheit der Komponenten wird zunehmend zur obligatorischen Anforderung in sicherheitsrelevanten Systemen. Als Spezialist für magnetische Sensoren unterstützen wir die Auslegung konform der neuen Automobil-Normen (ASIL).

Standardisierung: Sie wollen schnell in die Systemerprobung? Unsere Plattformsensoren sind kurzfristig verfügbar und bieten Ihnen die Möglichkeit das Entwicklungsrisiko und die Entwicklungszeit zu reduzieren.

Globale Verfügbarkeit: Globalität gefordert, beispielsweise Entwicklung in Deutschland, Produktion in China, Indien, Korea, Brasilien, Mexico, USA? Kein Problem – wir verfügen über Entwicklungs- und Produktionsstätten in allen wichtigen Automotive Märkten.

Sensor-Technologien: Wir kennen Ihre Position – aufgrund langjähriger Erfahrung mit PLCD-, Hall- und MR-Technologie finden wir zusammen mit Ihnen die richtige Lösung für Ihre Applikation.

Download des Beitrags unter
www.ATZonline.de

ATZ
online

ATZ
elektronik

Read the English e-magazine.
Order your test issue now:
SpringerAutomotive@abo-service.info

Tyco Electronics AMP GmbH
AMPèrestr. 12-14 • 64625 Bensheim
Tel. (06251) 133-2120 • Fax (06251) 133-1799
www.tycoelectronics.com

 **Tyco Electronics**