

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 101 (2010)
Heft: 9: 100 Jahre Diskurs zur schweizerischen Energiepolitik = 100 ans de discussion sur la politique énergétique suisse

Artikel: CoCar : intelligentes Verkehrsmanagement für morgen
Autor: Sellin, Rüdiger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856126>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CoCar – Intelligentes Verkehrsmanagement für morgen

50 Milliarden vernetzte Endgeräte bis 2020?

Die Verkehrsdichte auf unseren Strassen nimmt laufend zu, die Anforderungen an die Verkehrsteilnehmer steigen. Trotz weitverbreiteter Navigationssysteme und tendenziell sinkender Unfallzahlen besteht ein grosses, bisher ungenutztes Verbesserungspotenzial. Staubedingte Kosten machen in der EU über 1 % des BIP aus. CoCar, ein deutsches Forschungsprojekt, hat dazu wegweisende Erkenntnisse gewonnen. Deren Machbarkeit wird in Feldtests laufend überprüft und soll in neue Entwicklungen umgesetzt werden.

Rüdiger Sellin

Schon seit Jahren lenken moderne GPS-basierte Navigationssysteme den Fernverkehr auf Autobahnen und Landstrassen. Der Verkehrsfunk ergänzt diese Systeme mit Warnhinweisen und Alternativrouten. Ein Schwachpunkt der bestehenden Systeme ist deren Trägheit und die nur mangelhafte Vernetzung der vorhandenen Informationen. Wichtige Informationen werden zu häufig leider erst spät gemeldet. Dazu gehören keinesfalls nur Meldungen zu Verkehrsstaus, sondern auch sicherheitsrelevante Informationen. Zwar ist die Zahl der Unfalldoten dank verbesserter Sicherheitssysteme seit Jahren rückläufig. Ihre weitere starke Reduzierung bleibt allerdings ein Hauptanliegen für Politik und Gesellschaft. Die Zahl der Verletzten verursacht immer noch einen nicht vernach-

lässigen Schaden für die Volkswirtschaft sowie für Kranken- und Unfallversicherungen.

Sicherheit durch Kommunikation

Mit Echtzeitinformationen optimierte Verkehrsmanagementsysteme können einen wesentlichen Beitrag zur gesteigerten Unfallprävention leisten. Das zeigen Ergebnisse des deutschen Forschungsvorhabens AKTIV (Adaptive und Kooperative Technologien für den Intelligenten Verkehr), das in drei Teilbereiche mit unterschiedlichen Schwerpunkten unterteilt ist:

- Verkehrsmanagement (VM): Schwerpunkt Verkehrsmanagement.
- Aktive Sicherheit (AS): Schwerpunkt Assistenzsysteme im Fahrzeug.

■ CoCar («Cooperative Cars», zusammenarbeitende Fahrzeuge): Schwerpunkt Kommunikation.

Das Teilprojekt CoCar hat sich zum Ziel gesetzt, die vielfältigen Aktivitäten der Automobilbranche zur Steigerung der Fahrsicherheit mit einer intelligenten, mobilgestützten Fahrzeugkommunikation in Echtzeit zu ergänzen. Die ausgewerteten Daten dienen unter anderem einem intelligenten Unfallwarn- und Verkehrsmanagementsystem. Zusammen mit anderen Massnahmen führen sie zu einer Verbesserung des Verkehrsflusses bei erhöhter Verkehrssicherheit. Innerhalb des AKTIV-Verbundes wurde eine enge Kooperation mit den Partnerprojekten AS und VM eingerichtet und dadurch eine Multiplikation der Ergebnisse und ein offener Austausch erreicht.

Der Mobilfunkausrüster und Telekomdienstleister Ericsson leitet den CoCar-Bereich, in dem die Schweden gemeinsam mit führenden Fahrzeugherstellern wie der Daimler AG, MAN Nutzfahrzeuge AG, Volkswagen AG, BMW und Ford sowie mit Vodafone Group R&D Germany und der Bundesanstalt für Strassenwesen zusammenarbeiten. CoCar widmet sich der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Fahrzeug-zu-Fahrzeug- und Fahrzeug-zu-Leitstelle-Kommunikation mittels zellulärer und anderer Mobilfunktechnologien für zukünftige kooperative Fahrzeuganwendungen.

Erstes Projekt: 3G-Nutzung

Im ersten CoCar-Projekt (1.10.2006–31.3.2009) wurde die Nutzung von Mobilfunktechnologien der dritten Generation (3G) für sicherheitsrelevante, kooperative Fahrzeuganwendungen mit positivem Ergebnis analysiert. Dazu gehören u. a. Gefahrenwarnungen wie das Stauende hinter einer Kurve, plötzlich auftretendes Glatteis, Gegenstände auf der Fahrbahn etc. Die Fahrer nachfolgender Fahrzeuge in Fahrtrichtung lassen sich in weniger als 0,5 s automatisiert warnen. Auch neuralgische Kreuzungen mit häufigen Unfällen oder Wanderbaustellen lassen sich mit dieser Technologie überwachen und regeln. In diesen Untersuchungen auf UMTS-Basis wurde gezeigt,

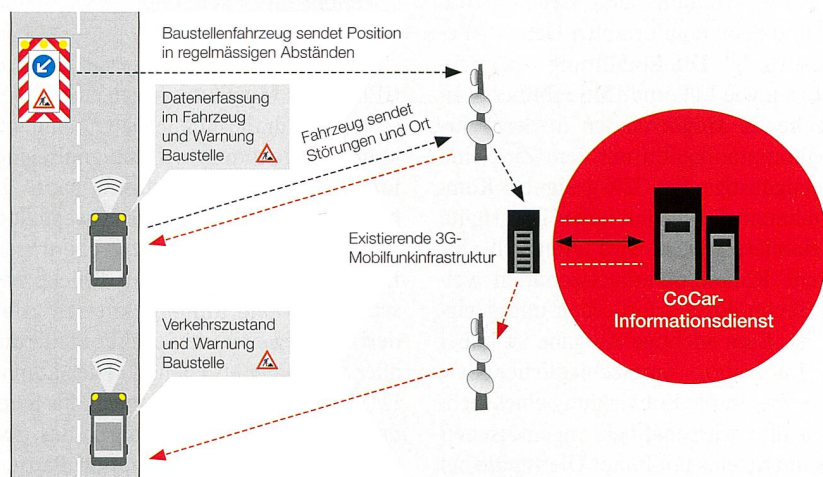


Bild 1 Beispiel für eine CoCar-Anwendung: mobile Baustelle auf der Autobahn.

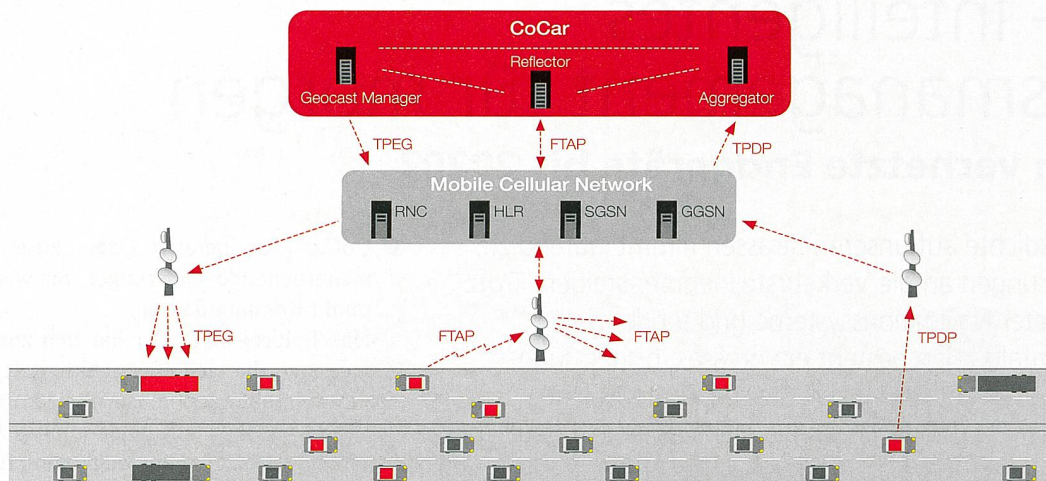


Bild 2 CoCar-Protokolle zur Kommunikation mit den Fahrzeugen.

dass die heute bereits weitverbreitete 3G-Mobilfunktechnik effizient für viele kooperative Fahrzeuganwendungen eingesetzt werden kann, ohne enorme Infrastrukturinvestitionen zu tätigen.

Aktuelles Projekt: 4G-Potenziale

Im zurzeit laufenden Nachfolgeprojekt CoCarX (1.12.2009–30.5.2011) werden darüber hinaus die Möglichkeiten und die Leistungsfähigkeit von zukünftigen Mobilfunktechniken der vierten Generation (4G) untersucht. Dabei wird die Eignung der Funkzugangstechnologie LTE (Long Term Evolution) und der Serviceplattform zukünftiger Next Generation Networks auf All-IP-Basis IMS (IP Multimedia Subsystem) untersucht. Das Forschungsvorhaben CoCarX wird von René Rembarz, Ericsson GmbH, geleitet.

CoCar und CoCarX

Für CoCar entwickelten die Partner aus der Telekom- und Automobilindustrie plattformunabhängige Kommunikationsprotokolle und neue Systemkomponenten. Ausgewählte Anwendungen wurden als Prototypen realisiert und Umsetzbarkeitsanalysen durchgeführt. Neben Innovationspotenzialen wurden zukünftige Netzwerkerweiterungen von zellularen Systemen zur Unterstützung von kooperativen, intelligenten Fahrzeugen erstellt und demonstriert.

Zuerst formulierten die CoCar-Forscher potenzielle Applikationsszenarien (Bild 1), dann wurden Datenflüsse und Informationsinhalte analysiert und kommunikationstechnische Anforderungen der zellularen C2C- und C2I-Applikationen spezifiziert («C2C»: Car to Car, «C2I»: Car to Infrastructure, oft unter dem Kürzel «C2X» zusammengefasst). Anschlies-

send folgten die Ausarbeitung der Verkehrs- und Kommunikationsmodelle sowie die Entwicklung eines Netzlast- und eines Latenzzeitsimulators. Die korrekte Funktionsweise dieser Simulationsumgebungen wurde anhand eines breiten Spektrums von Telematikanwendungen und zugehörigen Kommunikationsmodellen verifiziert. Die Simulationsergebnisse bildeten die Grundlage für die Analyse der technischen Machbarkeitsstudien. Diese zeigten u.a. Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für zukünftige Netztechnologien auf. Erweiterbare Anwendungsprotokolle für den Fahrzeugeinsatz wurden ausgearbeitet und im Rahmen des Projekts evaluiert (Bild 2).

LTE als Fundament

Bei CoCarX dienen die weltweit im Aufbau befindlichen LTE-Netze als Technologiebasis. Der Funkzugang wird durch LTE leistungsfähiger, was nicht nur die Bandbreite betrifft, sondern sich auch beim schnelleren Verbindungsaufbau, kleineren Kommunikationsverzögerungen und beim komfortablen Datenmanagement zeigt. Die Einführung von Technologien wie LTE und IMS eröffnen weitergehende Möglichkeiten in der Fahrzeugkommunikation mit dem Ziel, eine kostengünstige, für C2X geeignete Kommunikationslösung mit hoher Dienstgüte zu etablieren. Dazu wird untersucht, für welche Kommunikationsszenarien welche Technologie erforderlich und geeignet ist. Eine wichtige Aufgabe ist dabei die Integration unterschiedlicher Systeme. Ziel ist die Entwicklung eines technisch und wirtschaftlich angemessenen Gesamtsystems mit hoher Dienstgüte bei möglichst geringen Investitions- und Betriebskosten.

Leistungsfähigkeit von LTE

CoCarX untersucht die Leistungsfähigkeit von LTE für die C2X-Kommunikation. LTE wird nicht nur im Rahmen der Realisierung der digitalen Dividende in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern wie der Schweiz schrittweise eingeführt. Somit ist es notwendig, die Eignung von LTE für die Nutzung im Fahrzeugbereich genau zu erforschen durch:

- Untersuchung der Leistungsfähigkeit von LTE für C2X-Kommunikation in unterschiedlichsten Frequenzbändern (2,6 GHz, digitale Dividende bei 800 MHz);
- Schaffung eines heterogenen Systems unter Einbeziehung von direkter WLAN-(802.11p)-basierter C2C-Kommunikation;
- Untersuchung der Möglichkeiten des Dienstmanagements von Verkehrs- und Telematikdiensten durch Service-Layer-Technologien (wie z.B. IMS) unter Berücksichtigung des Datenschutzes sowie der Einbindung existierender und geplanter Verkehrsmanagementsysteme.

Mittlerweile hat das Internet Protocol (IP) auch in Mobilfunknetzen eine universelle Rolle für die mobile Datenkommunikation eingenommen. Dank zahlreicher funktionaler Erweiterungen kann IP heute sogar hochauflösende Bewegtbilder in Fest- und Mobilfunknetzen übertragen. Die Verwendung von IP als Brücke zwischen Fest- und Mobilfunknetzen erfordert eine weiterentwickelte Steuerung aller angebotenen Dienste. Hier kommt IMS (IP Multimedia Subsystem) ins Spiel, das wie UMTS und LTE durch das Gremium 3GPP (Third Generation Partnership Program) spezifiziert wurde. Es steht für eine NGN-Architektur (Next Genera-

tion Networks), auf deren Basis Netzbetreiber Multimediadienste nahtlos auf ihren Fest- und Mobilfunknetzen anbieten können. IMS ermöglicht die Konvergenz von Daten, Sprache und diversen Netzwerkzugangstechnologien über eine einzige, IP-basierte Transportnetzinfrastruktur. Es soll die Lücke zwischen der traditionellen Telekommunikations- und der Internet-technologie schliessen. Dank IMS können Netzbetreiber neuartige, einfach zu nutzende Dienste anbieten, welche ihre Kunden über eine Vielzahl von Endgeräten mit gleichem Look and Feel nutzen können. Zudem können identische Dienste über verschiedene Zugänge angeboten werden. Dabei spielt es keine Rolle, über welches Netz (fix, mobil) oder von welchem Ort (Inland, Ausland) der Benutzer auf die IMS-Serviceplattform zugreift. Somit bietet IMS dank seiner Flexibilität neben der Funktechnologie LTE die ideale Basis für die Untersuchungen im Rahmen von CoCarX. Ericsson ist an der Entwicklung beider Technologien entscheidend beteiligt und hat in Deutschland und

der Schweiz die grössten Netzbetreiber bereits mit IMS ausgerüstet.

Wirtschaftlichkeit

Eine von den Projektpartnern im Rahmen von CoCar erstellte Wirtschaftlichkeitsanalyse hat ergeben, dass durch die Einführung eines solchen automatisierten Verkehrswarnsystems durch Stau- und Unfallvermeidung jährlich alleine in Deutschland volkswirtschaftliche Kosten bis zu einer halben Milliarde Euro eingespart werden könnten. Zudem ist eine allmähliche Einführung der Produkte dadurch möglich, dass – während Neufahrzeuge mit in die Fahrzeugsensorik integrierten Modulen ausgerüstet werden – Handys und Navigationssysteme per Software Client (mit verminderter Leistungsfähigkeit) ausgerüstet werden.

Vision 2020: 50 Mia. mobile Endgeräte?

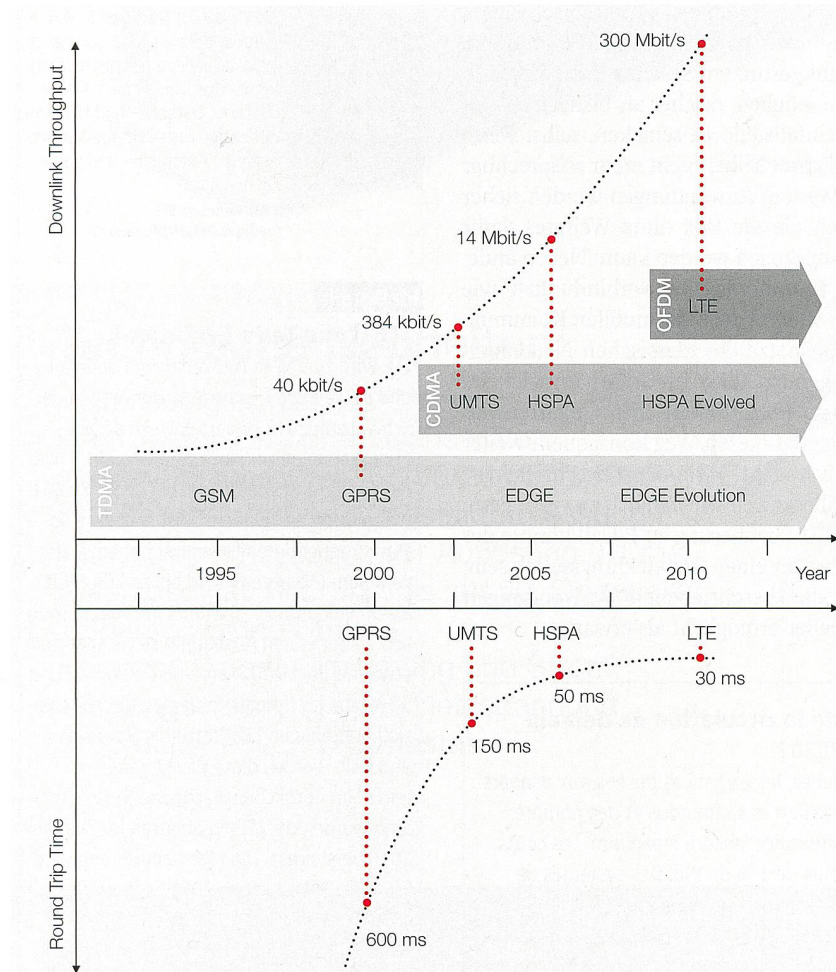
Der Trend, immer und überall online zu sein, hält weiter an. Er rückt nicht zuletzt durch intelligente Smartphones

wie das populäre iPhone in das Bewusstsein der Öffentlichkeit. Die Netzbetreiber sind gezwungen, ihre mobilen Kommunikationsnetze weiter auszubauen, um den steil ansteigenden mobilen Datenverkehr abwickeln zu können. Dessen Volumen verdreifachte sich in der Schweiz innerhalb von einem Jahr (2009), und das Wachstum geht weiter – aber nicht nur dank iPhone und Co. Ericsson hat sich Gedanken darüber gemacht, wie die mobile Gesellschaft im Jahr 2020 aussehen könnte. Auch wenn bis dahin nur zwischen 7 und 8 Mia. Menschen auf der Erde leben werden, so wird mit rund 50 Mia. an Mobilfunknetzen angeschlossenen Endgeräten gerechnet.

Warum das durchaus so sein könnte, leuchtet schnell ein. Ericsson untersuchte dazu drei Wachstumsbereiche: Konsumelektronik, Kraftfahrzeuge, und Energie. Die sogenannte «Machine to Machine Communication» (M2M) ist dabei ein grosser Wachstumsmotor besonders für die zwei letztgenannten Bereiche. Für den Bereich Konsumelektronik ist der Wachstumstrend schon heute unübersehbar. Treibender Faktor für die weitere Verbreitung leistungsfähiger mobiler Endgeräte ist dabei die zunehmende Verbindung der Menschen untereinander über soziale Netzwerke, die mehrheitlich elektronisch geknüpft werden. Durch die weiter steigende Mobilität möchten die Nutzer unterwegs nicht auf die Möglichkeiten verzichten, die sie vom heimischen PC her gewohnt sind. So nimmt der Umfang der gebotenen Funktionen in den Smartphones, aber auch in gut ausgestatteten und trotzdem kompakten Handys laufend zu. Dazu gehört die Möglichkeit, Fotos oder Filme über die eingebaute Kamera zu erstellen und sogleich ins Netz zu stellen. Auch lassen sich Videofilme oder Live-Übertragungen von Sportanlässen in hoher Auflösung auf dem Handydisplay betrachten – egal, wo man sich gerade befindet.

Im Bereich Kraftfahrzeuge werden primär drei Aspekte betrachtet:

■ Der Bereich **Verkehrssicherheit** betrachtet die Kommunikation der Autos untereinander sowie mit intelligenten Strassensystemen. Muss ein vorausfahrendes Fahrzeug beispielsweise wegen prekärer Strassenverhältnisse bremsen, werden nachfolgende Fahrzeuge in weniger als einer halben Sekunde gewarnt. Im CoCar- und CoCarX-Projekt werden die Technologien dazu entwickelt und Standards vorbereitet. Nach dem Nachweis technischer



Bilder: Ericsson

Bild 3 LTE mit deutlich höheren Bitraten bei gesenkten Latenzzeiten.

Machbarkeit und der Analyse des volkswirtschaftlichen Nutzens liegt die Herausforderung jetzt darin, sich nicht nur auf gemeinsame, industrieübergreifende Standards, sondern auch auf neue Geschäftsmodelle zu einigen.

- Der Bereich **fahrzeugbezogene Dienste** betrachtet etwa den Wartungszustand des Fahrzeugs. Der Fahrzeughändler kann z. B. Fehlerdiagnosen durchführen oder Software-Updates in die Elektronik einspielen, ohne vor Ort beim Fahrzeug zu sein. Auch im Pannfall wird dadurch ein grosses Hilfefpotenzial erschlossen, da der betreuende Händler wesentlich gezielter und schneller helfen kann – zunehmend wichtig mit Blick auf den hohen Elektronikanteil im Auto.
- Bei den **Unterhaltungsdiensten** werden bestehende Systeme um einen schnellen Internetzugang und um die Möglichkeit erweitert, gezielte und individuelle Informationen zum Fahrzeug zu übertragen. Neben dem schnellen Videodownload für die hinteren Passagiere ist auch die Übertragung von Sonderangeboten in der näheren Umgebung oder von multimedialen Hotelinfos denkbar.

Erleichterung auch bei Gebühren

Der letzte Bereich Steuern und Gebühren wird von den Fahrern zwar nur ungern diskutiert, ermöglicht dieser Zielgruppe jedoch gleichwohl eine Komfortsteigerung, wenn mobile Dienste zum Einsatz kommen. In einigen europäischen Städten wie London oder Oslo ist es seit Jahren üblich, für die Einfahrt in die Innenstadt zu bezahlen («Road Pricing»). Hier vereinfacht eine eindeutige Identifikation des Fahrzeugs eine unkomplizierte Abwicklung des Zahlungsvorgangs. Ähnlich soll es dann auch für die Zahlstellen funktionieren, etwa auf französischen oder italienischen Autobahnen. Künftig müssen die Fahrzeuge nicht mehr zum Zahlen

anhalten, was den Verkehrsfluss deutlich verbessert und die Umwelt entlastet. Weil nicht mehr angehalten, im Stau gewartet und wieder beschleunigt werden muss, treten weniger Lärmemissionen auf, und es wird weniger Treibstoff verbraucht.

Die Strassengebühren werden die Fahrer aber noch weiter beschäftigen. So wird über eine Stausteuer nachgedacht, die Autofahrer bestrafen soll, die in der Hauptverkehrszeit die Strassen verstopfen. Dazu müssten Fahrstrecke und -dauer exakt erfasst werden, was ohne funkbasierte Elektronik kaum möglich sein wird. Schliesslich könnte auch die Höhe der zu zahlenden Versicherung von der Fahrstrecke, Fahrweise und Nutzungsart abhängen. Auch hier muss das Fahrzeug eindeutig ort- und identifizierbar sein.

Kommunikationsbox in der EU

Übrigens ist eine EU-Vorschrift in Vorbereitung, welche bis 2014 die Ausstattung aller Neufahrzeuge mit einer Art Kommunikationsbox vorschreibt. Viele der oben vorgestellten Anwendungen werden aller Voraussicht nach über diese Box abgewickelt, insbesondere zunächst der E-Call (Emergency Call). Nach einem Unfall ist es so dank eines GPS- und mobilfunkgestützten Systems für eine Leitstelle möglich, rascher als bisher Hilfe an die Unfallstelle zu schicken, selbst wenn der Fahrer selber nicht mehr ansprechbar ist. Weitere Anwendungen werden sicher folgen, da die Box ohne Weiteres dafür herangezogen werden kann. Neben anderen Kommunikationsverbindungen wie GPS werden auch die mobilen Kommunikationsnetze der klassischen Netzbetreiber genutzt. Das in CoCar entwickelte Prinzip der automatischen Gefahrenwarnung geht diesen Weg konsequent weiter und versucht – wie oben beschrieben –, Unfälle so weit wie möglich zu verringern. Die EU-Regulierung zu E-Call könnte der Treiber für einen Entwicklungsschub sein, der die beschriebenen Anwendungen schneller ermöglicht als erwartet.

Neue Anwendungen verschönern das Leben

Mobile Kommunikationsnetze steuern während der nächsten zehn Jahre neuartigen Anwendungen entgegen, die unser Leben angenehmer gestalten werden. Glaubt man den Visionen der Forschungsinstitute und Hersteller, so begleiten uns mobile Endgeräte künftig vermehrt, und zwar in jeder Lebensphase und in verschiedenen Lebenssituationen. Was für die einen eher wie eine Bedrohung anmutet, bedeutet für die anderen eine Steigerung der Lebensqualität. Wie fast immer kommt es darauf an, wie neue Technologien umgesetzt und angewendet werden. Vor dem Hintergrund der immer wieder aufflammenden Diskussionen um den Datenschutz muss der Schutz der gesammelten Daten gewährleistet sein, damit diese nicht in falsche Hände geraten. Unter dieser Voraussetzung erscheinen die aufgezeigten Perspektiven durchaus attraktiv.

Links

- www.ericsson.com/yourbusiness/transport
- www.aktiv-online.org/deutsch/aktiv-cocar.html

Angaben zum Autor



Dipl. Ing. (FH) **Rüdiger Sellin** arbeitet in Bern als freier Journalist für verschiedene technische Fachzeitschriften und Firmen. Neben Telecom-, Datacom- und IT-Themen verfasst er auch Beiträge aus den Gebieten Automobil- und Eisenbahntechnik.

3122 Kehrsatz BE,
ruediger.sellin@bluewin.ch

Im Detail

LTE (Long Term Evolution)

LTE wird zurzeit in Feldversuchen getestet und dessen kommerzielle Einführung in der Schweiz ab 2012 erwartet. Nach der Frequenzversteigerung im Laufe von 2011 wird die Einführung wie bereits bei UMTS schrittweise erfolgen, zunächst insbesondere an stark frequentierten Orten mit hohem Datenvolumen. Theoretisch sind bis zu 300 Mbit/s im Download und 75 Mbit/s im Upload möglich. In der ersten Ausbauphase rechnet man etwa mit über 100 Mbit/s im Download und 50 Mbit/s im Upload. In den ersten kommerziell betriebenen LTE-Netzen in Stockholm und Oslo werden diese Werte bereits erreicht. Im nördlichen Nachbarland Deutschland wurden die LTE-Frequenzen im Frühjahr 2010 versteigert. Die Markteinführung wird für Ende 2010/Anfang 2011 erwartet. Vor allem Anwendungen wie Video-Streaming in HD-Qualität, Videokonferenzen und Netzwerkspele profitieren vom höheren Datendurchsatz und den geringeren Latenzzeiten.

Résumé

CoCar – la gestion intelligente de la circulation de demain

50 milliards de terminaux interconnectés d'ici 2020 ?

La circulation sur nos routes devient de plus en plus dense, les exigences posées aux usagers de la route augmentent. Malgré des systèmes de navigation très répandus et des nombres d'accidents en baisse, il reste un vaste potentiel d'amélioration encore inexploité. Les coûts entraînés par les embouteillages représentent en UE plus de 1 % du PIB. Des systèmes de gestion de la circulation optimisés au moyen d'informations en temps réel peuvent largement contribuer à améliorer la prévention des accidents et à réduire les coûts entraînés par les bouchons. CoCar, un projet de recherche allemand, a acquis à ce sujet des connaissances qui montrent le chemin à suivre.

No

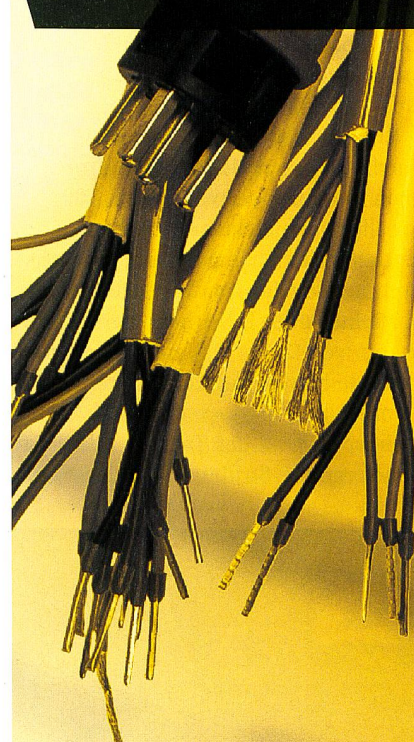
Elektro-Installations-Tester **CA 6116**

Genial einfach! Einfach genial!



Das Multi-Funktionsgerät für die Installationsprüfung. Leistungsfähig, schnell und genau. Für Industrie-, Dienstleistungs- und Wohnbereiche.

NEU!
CA 6116
einfach, schnell
und bequem!



Technische Neuheiten:

- » Grosses graphisches Display
- » Auf Tastendruck - graphische Hilfe
- » Isolationsmessung 50/100/250/500/1000 V DC
- » Leistungs- und Leistungsfaktormessung *
- » Leckstrommessung mit Auflösung 0.1 mA *
- » Netzqualität THD und bis zur 50. Oberwelle, Spannung und Strom *
- » Oscilloscope für Spannung und Strom
- » Erdungsmessung ohne Netzspannung
- » Alphanumerische Hilfstastatur

* Zangen in Option

www.chauvin-arnoux.ch

Chauvin Arnoux AG | Moosacherstrasse 15 | 8804 Au
Telefon 044 727 75 55 | Fax 044 727 75 56 | info@chauvin-arnoux.ch

 **CHAUVIN
ARNOUX**
GROUP