

Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 81 (2003)

Heft: 7-8

Artikel: Der Kluge Surf im Zuge

Autor: Sellin, Rüdiger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876667>

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: 11.02.2026

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

Funkversorgung

Der Kluge surft im Zuge

Damit alle Schweizer GSM-Kunden auch in den Fernverkehrszügen der SBB eine qualitativ hoch stehende Versorgung mit Mobilkommunikationsdiensten vorfinden, betreibt das Konsortium Intraincom einen recht hohen Aufwand. Rund um das Thema Repeater, einer Art Zwischenverstärker, sind technisch interessante Fakten zu entdecken.

Eine wichtige Basis für die Nutzung der mobilen Kommunikation ist eine gute Versorgung, das heißt eine genügende Feldstärke und eine gute Qualität der Verbindung. Damit die Mobilkommunikation auch von Bahn-

RÜDIGER SELLIN

Bahnwagen erhalten. Swisscom Mobile als geschäftsführende Instanz für den dritten Bereich hat sich verpflichtet, ihre Mitbewerber bei allen Entscheiden zu involvieren und eine entsprechende Mitwirkung einzuräumen. Die verschiedenen Lösungsvarianten für die GSM-Versorgung innerhalb der Bahnwagen und die entsprechenden Massnahmen werden nachfolgend aufgezeigt und kommentiert.

Passive Einkopplung oder aktive Lösungen?

Das Problem der hohen Eindringdämpfung ist in erster Linie auf die beschichteten Scheiben zurückzuführen. Messungen in älteren Bahnwagen ohne metallbedampfte Scheiben haben gezeigt, dass dort eine wesentlich geringere Dämpfung auftritt. Ein Verzicht auf die Beschichtung der Fensterscheiben kommt

aber wegen des Wärmehaushalts in den klimatisierten Abteilen nicht in Frage. Deshalb wurde in Erwägung gezogen, nur bei den Einstiegstüren oder Plattformen auf die Beschichtung zu verzichten. Die Messresultate im IC 2000 zeigten, dass damit aber nur eine kleine Verbesserung erzielt werden kann. In Deutschland entstand die Idee, dass sich ein Bahnwagen mit Schlitten in der Beschichtung der Fensterscheiben ähnlich verhält wie ein strahlendes Kabel und damit das Signal mit wenig Verlust in den Bahnwagen eingestrahlt wird. Feldversuche haben jedoch gezeigt, dass sich diese Idee nicht ohne weiteres in die Praxis umsetzen lässt.

Eine weitere Idee ist der Einsatz von Dual-Patch-Antennen, die als Passivrepeater das Signal außen empfangen, durch die Glasscheibe koppeln und im Wageninnern abstrahlen. Um diese Möglichkeit abzuklären, wurden im Rahmen der Messungen zwei verschiedene «Glass Mount»-Antennen getestet. Wie die Messung zeigt, scheitert dieser Versuch bereits an der Dicke der Fensterscheibe, weil dadurch nur ein sehr schwaches Signal eingekoppelt werden

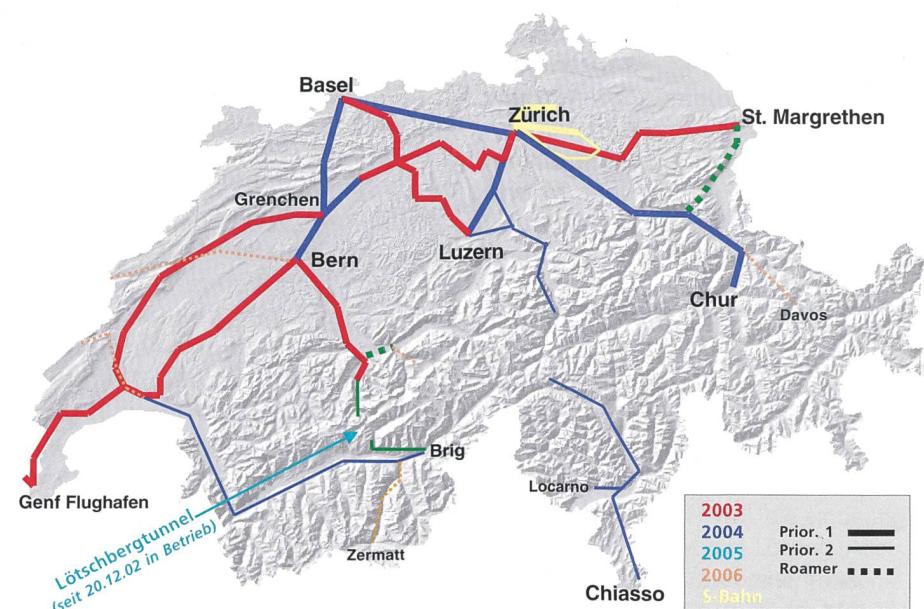


Bild 1. Stand und Planung der GSM-Versorgung entlang der Hauptstrecken.

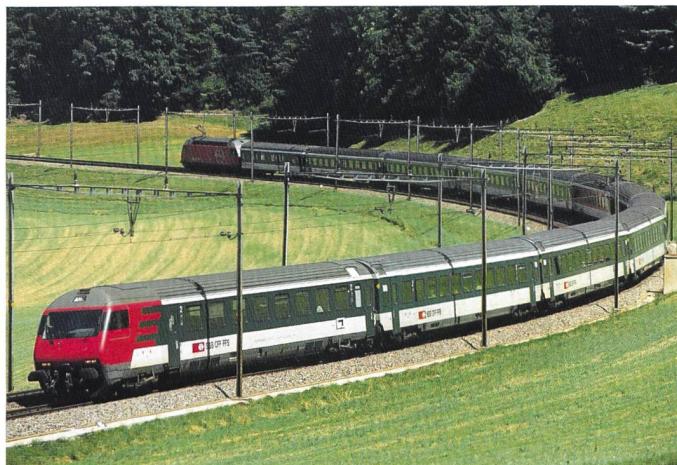


Bild 2. Zugkompositionen mit Einheitswagen IV (EW-IV); diese Wagen werden zurzeit mit GSM-Repeatern ausgerüstet.



Bild 3. Außenantenne am EW-IV.

kann. Passivrepeater mit einer Empfangsantenne auf dem Wagendach und einer Sendeantenne im Wageninnern ohne zusätzlichen Verstärker sind bereits bei Indoor- und Tunnelversorgungen thematisiert worden. Diese Lösung scheitert an den physikalischen Gegebenheiten der elektromagnetischen Wellenausbreitung und wurde deshalb nicht weiter verfolgt. Als aktive Lösung steht momentan nur der Repeater innerhalb des Bahnwagens zur Verfügung (Bilder 2 bis 4). Diese Lösung besteht aus drei Komponenten, aus

- einer Empfangsantenne auf dem Dach des Bahnwagens,
- einem Repeater innerhalb des Bahnwagens, und
- einer Antenne bzw. einem als Antenne wirkenden Strahlungskabel (Leaky Feeder) innerhalb des Bahnwagens.

Auf dem Wagendach wird eine bahn-taugliche Empfangsantenne montiert, deren Empfangssignal dem GSM-Repeater zugeführt wird. Der Repeater verstärkt je nach Selektivität die empfangenen GSM-Signale in beiden Richtungen. Das verstärkte Signal wird im Wageninnern über einen Leaky Feeder wieder ausgesendet, der eine homogene Verteilung des Signals im Wageninnern garantiert. Zur partiellen Versorgung von Business- oder Zugführerabteilen kann an Stelle des Leaky Feeder auch eine Antenne verwendet werden. Mit einer optimalen Installation und Einpegelung ist es theoretisch möglich, dass Handybenutzer sowohl im Zug als auch am Zellenrand mit der gleichen Signalstärke und Qualität bedient werden wie ausserhalb des Bahnwagens. Das heisst, dass das Funknetz entlang der Bahnlinien beim Einsatz von Bahn-Repeatern mit wesentlich tie-

feren Sendeleistungen geplant werden kann. Als direkte Folge davon können auch die Handys innerhalb der Bahnwagen mit tieferen Sendeleistungen operieren als ohne Repeater. Dadurch wird einerseits der Akku im Handy geschont, und die vom Handy ausgehende Strahlung ist markant tiefer, womit die Intrain-Versorgung auch unter Umweltaspekten erfreulicher ist. Wer schon einmal in einem alten Bahnwagen ohne Repeater von Bern nach Zürich gefahren ist und dabei mit dem Handy «gewapt» und telefoniert hat, hat sich vielleicht darüber gewundert, dass der Akku bei der Ankunft fast leer war. Dies ist heute nach der Montage der Repeater anders.

Optimale Repeater-Lösung

Bedingungen für eine optimale Repeater-Lösung sind:

- Eine ideale Position der Empfangsantenne: Damit kann das Signal aus allen Richtungen optimal empfangen werden. Das heisst konkret, dass die Antenne auf einer leitenden Fläche mit einer Mindestgrösse von 50 x 50 cm montiert werden sollte. Im Weiteren sollten möglichst keine Dachaufbauten in der Nähe sein, welche die freie Sicht und damit den Empfang beeinträchtigen.
- Eine genügende Entkopplung zwischen der Empfangsantenne und dem Leaky Feeder: Das ist für alle Repeater-Anwendungen, speziell aber für die Anwendungen innerhalb der Bahnwagen ein sehr kritischer Punkt. Damit ein Repeater nicht zu schwingen beginnt (so genannte Oszillation), wird eine Entkopplung benötigt, die um 15 dB höher liegt als die Verstärkung des Repeaters. Konkret heisst das, dass bei ei-

ner Verstärkung von idealerweise 60 dB eine Entkopplung von 75 dB benötigt wird. Um diesen Wert zu erreichen, müssen für jeden Wagentyp vor der Planung und Installation Messungen durchgeführt werden, um eine geeignete Position der Antennen und Leaky Feeders empirisch zu ermitteln.

- Eine ideale Position des Leaky Feeder: Dieser hat zwischen dem Kabel und dem Handy eine Koppeldämpfung von rund 60 dB. Falls das Kabel hinter oder zu nahe an metallischen Abdeckungen oder Auskleidungen montiert ist, werden die elektrischen Eigenschaften des Kabels massiv verschlechtert, was die Funktion des Leaky Feeder beeinträchtigt.



Bild 4. Gesamtes System (Türabdeckung offen) im EW-IV mit Notch-Filter (oben), Booster (Mitte) und Repeater (unten).

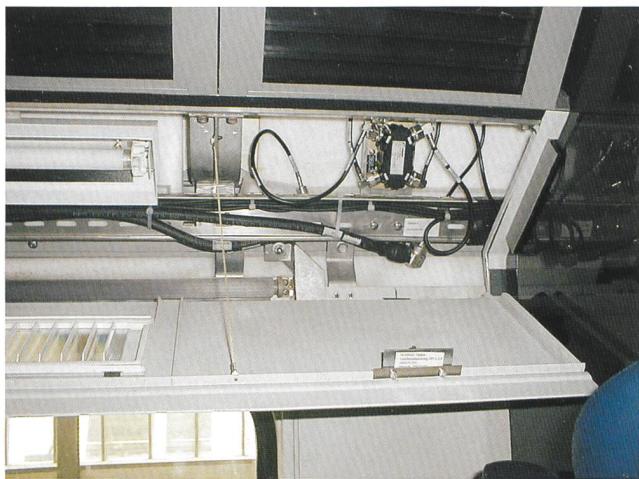


Bild 7.
Antennen-
koppler im
IC 2000.

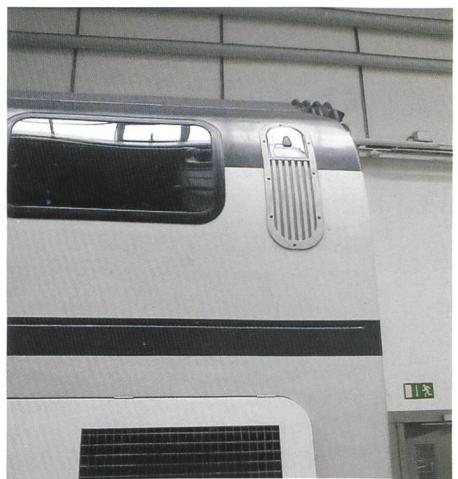


Bild 6. Aussen-
antenne am
IC 2000.

Einsatz eines bahnspezifischen Repeater-Produkts

Auf der einen Seite haben Repeater bei stationären Anwendungen ein konstantes Empfangssignal. Für mobile Anwendungen muss der Repeater am Zellerrand seine eigentliche Funktion als rauscharmer Verstärker erfüllen. Auf der anderen Seite darf er im Nahfeld der Basisstation nicht übersteuert werden, also mit zu starkem Verstärkungsfaktor betrieben werden, damit keine entsprechenden Störaussendungen produziert werden. Aus diesem Grund muss ein Bahn-Repeater mit den entsprechenden Regelschaltungen ausgerüstet sein, um einen hohen Dynamikbereich abzudecken. Beim Einsatz von Breitband-Repeatingern, die Signale mehrerer Netzbetreiber übertragen, wird die Funktion des Repeaters eingeschränkt, wenn die Standorte der Basisstationen der verschiedenen Netzbetreiber unterschiedlich sind.

Im europäischen Ausland wurden bereits einige Erfahrungen mit U-Bahnen und Tunnelprojekten gesammelt. Tech-

nologisch unterscheiden sich diese jedoch nicht von den Tunnelfunk- und Intrain-Lösungen in der Schweiz. Bahn-Repeater sind nach Angaben der Hersteller momentan bei vielen Netzbetreibern ein aktuelles Thema.

Erste Erfahrungen damit konnten in Deutschland und in Norwegen gesammelt werden. So hat etwa die Deutsche Bahn AG (DB) ihre Intercity-Züge ICE-1 mit 295 Repeatern und die ICE-2-Kompositionen mit 180 Repeatern ausgerüstet. Auch der ICE-T (ICE mit Neigetechnik) wurde mit Bahn-Repeatern nachgerüstet. Weitere IC-Züge sollen gemäß DB folgen. In Norwegen ist der Airport-train in Oslo mit GSM-Repeatern ausgerüstet worden. Weitere Schnellzüge sind gemäß Angaben von Telenor in Planung. In der Schweiz haben Swisscom-Techniker nach umfangreichen Messungen und Messreihen zusammen mit Wagenbauern, den SBB und dem Systemlieferanten Mikom ein Schema entwickelt, das eine optimale Netzabdeckung in den Bahnwagen sicherstellt (Bilder 5 bis 7). Heute hat das Intrain-

Konsortium nach Angaben von Co-Projektleiter Philippe Schenkel sogar Interessenten aus Australien und England.

Messungen

In verschiedenen Messkampagnen wurde die Tauglichkeit und Machbarkeit der verschiedenen Lösungsvarianten erarbeitet. Die Messungen wurden während zwei Tagen auf der Strecke Bern–Thun durchgeführt. Gemessen wurde die aktuelle GSM-Versorgung mit GSM-Testmobilstationen auf definierten Abschnitten entlang der Teststrecke. Als Referenz zur Reproduktion der Messungen diente für alle Auswertungen die GSM-Antenne auf dem Wagendach des SBB-Funkmesswagens. Ein wichtiger Punkt für den Einsatz der Bahn-Repeatere ist die Platzierung der Fahrzeugantenne. Während es beim EW-IV (IC-Wagen), APM (EC-Wagen) und beim ICN (Intercity mit Neigetechnik) lediglich um die geeignete Position der Fahrzeugantenne ging, ist es beim IC 2000 (Doppelstockwagen) wesentlich schwieriger, überhaupt einen geeigneten Platz für eine Aussenantenne zu finden. Die Höhe des Wagendachs lässt nämlich wegen zu geringen Abstands zur Fahrleitung keinen weiteren Aufbau zu.

Die Messresultate zeigten, dass Scheibenantennen für Bahnwagen kaum geeignet sind. Durch die Dicke der zweifach verglasten Fensterscheiben verliert der aussen montierte Strahler seine Funktion. Der gemessene Signalpegel liegt zwischen 27 und 30 dB und damit unter dem Empfangssignal der Referenzantenne. Demzufolge sind die beiden Antennen für Fenster dieser Dicke unbrauchbar. Auch mit der Incar-Antenne liegt die Dämpfung des empfangenen Signals durch die bedämpfte Fenster-



Bild 5. Repeater für
den IC 2000
(Doppelstock-
wagen) an der
Wagendecke innen
(Abdeckung offen).



Bild 8. IC-Triebzug mit Neigetechnik (ICN).

scheibe zu hoch. Als einzige Möglichkeit zur Montage einer Fahrzeugantenne beim IC 2000 bietet sich der Raum zwischen den Wagen an. Durch das Fehlen der leitenden Fläche um den Antennenfuß verfälscht sich die Anpassung und das Diagramm der Antenne. Dementsprechend liegt der Empfangsspegl um rund 6 dB unter dem Referenzwert. Dieser Standort scheint aber beim IC 2000 der einzige mögliche Kompromiss zu sein. Am Wagenende des APM wurde die Dualband-Antenne von Kathrein (Typ 737 495) montiert. Dieser Wagentyp wurde mit zwei Leaky Feeders und einem Repeater ausgerüstet und anlässlich der Telecom '99 im Swisscom-VIP-Train eingesetzt. Gegenüber der Referenzantenne, die elektrisch optimal auf der Wagenmitte installiert ist, verliert man an dieser Position im Mittel 3 dB. Bei den anderen Wagen des VIP-Train wurde die Position korrigiert: Die Antenne wurde um einen halben Meter verschoben und auf den Deckel montiert.

Das Signal, das man bereits beim Empfang verliert, kann auch mit dem Repeater nicht kompensiert werden. Deshalb ist die richtige Wahl und Position der Fahrzeugantenne von grossem Wert. Für einen optimalen Empfang kommen nach dieser Auswertung nur Dachantennen in Frage. Die Scheibenantennen (Glass Mount) sind für diese Anwendung unbrauchbar. Ebenso wichtig wie die Empfangsantenne ist die Entkopplung gegenüber dem Leaky Feeder oder der Antenne im Wagen. Erst mit einer genügenden Entkopplung (>75 dB) kann der Repeater richtig eingepegelt werden. Die

Messungen an verschiedenen Wagen haben gezeigt, dass die Wagendecke allein nicht ausreicht. Erst mit zusätzlichen horizontalen Distanzen erreicht man die gewünschte Entkopplung von 75 dB.

Im zweiten Teil der Messungen wurden verschiedene Konfigurationen zur Versorgung der Wagen für den Personenverkehr untersucht (Bilder 8 und 9). Als Repeater wurde ein herkömmlicher GSM-900-Breitband-Repeater der Firma Mikom eingesetzt. Die Messungen verliefen insofern unproblematisch, weil sich jeweils nur das Testhandy im Bahnwagen befand und entlang der Teststrecke keine starken Signale anderer GSM-Netzbetreiber die Funktion des Repeaters beeinträchtigten. Aufgrund der gemessenen Entkopplung der Antenne wurde der Repeater für die getestete Antenne oder für den Leaky Feeder eingepegelt. Im APM wurden die beiden für den VIP-Train eingebauten Leaky Feeders ausgemessen. Ein Kabel wurde in der Wagenmitte hinter den Deckenlampen montiert. Das zweite Kabel befand sich seitlich an der Wagendecke hinter der Kunststoffabdeckung. Im Doppelstockwagen IC 2000 wurde eine Planar-Antenne an zwei verschiedenen Positionen montiert, zuerst in der Wagenmitte (Position 1) und beim zweiten Test in der hinteren Wagenhälfte (Position 2). Damit erreichte man eine höhere Entkopplung und konnte den Repeater mit mehr Verstärkung betreiben. Zusätzlich wurde ein Leaky Feeder seitlich an der Wagendecke montiert.

Am aussagekräftigsten waren die Messresultate aus dem APM. Mit einer guten



Bild 9. Verbinder zwischen zwei ICC-Wagen (ein Repeater versorgt die Antennen in mehreren ICN-Wagen).

Empfangsantenne auf dem Wagendach und einem optimal montierten Leaky Feeder wurde im Wageninnern praktisch die gleiche GSM-Versorgung und -Qualität wie an der Dachantenne auf dem Funkmesswagen erreicht. Damit kann die bestehende Außenversorgung praktisch verlustfrei im Wageninnern abgebildet werden. Bei der Messung 2 trat ein Verlust von 10 dB auf, wenn die Ausbreitung ab dem Leaky Feeder durch metallische Gegenstände (Lampen, Halterungen) beeinflusst wurde. Im IC 2000 erreichte man ebenfalls sehr gute Resultate. Durch das provisorisch montierte Kabel war die Koppeldämpfung aufgrund des geringen Abstands und der direkten Sicht zum Handy sehr gering. Dadurch war das Signal sogar höher als an der Außenantenne. Auch mit Antennen erreichte man eine sehr gute Versorgung. Die Antenne eignet sich aber eher für punktuelle Versorgungen, sodass man zwecks einer homogeneren Verteilung des Signals im Bahnwagen Leaky Feeders bevorzugt.

Wagenausbau und Investitionen

Das gesamte Rollmaterial der SBB umfasst zurzeit rund 3500 Personenwagen. Davon verkehrt rund ein Drittel regelmäßig auf den Intercity-Linien (Hauptverkehrsachsen) und auf den internationalen Strecken. Folgende Personenwagentypen wurden und werden mit GSM-Repeatern ausgestattet:

- 44 ICN-Kompositionen
(jede mit sieben Wagen)
- 301 IC 2000 (Doppelstockwagen)
- 508 Einheitswagen IV (EW-IV)

Zur Einrichtung eines Bahnwagens werden rund drei bis vier Arbeitstage benötigt. In der Aufzählung nicht berücksichtigt sind das im Regionalverkehr eingesetzte Rollmaterial, das gesamte Rollmaterial der BLS, RM, SOB, BT, MthB, RhB, FO und weiterer Bahnbetreiber der Schweiz sowie die diversen internationalen Personenwagen und Kompositionen (TGV, Cisalpino usw.), die täglich durch die Schweiz fahren. Von den betrachteten Lösungsvarianten war die Repeater-Lösung eindeutig die beste Lösung, um die Empfangsqualität in den Personenwagen spürbar zu verbessern. Mit dem Einbau von GSM-Repeatern wird der Zellradius und damit die Versorgungsstrecke einer Basisstation deutlich erhöht. Dies erspart einem Netzbetreiber den Bau von diversen neuen Basisstationen, wobei dieser Ersparnis allerdings die Kosten für den Einbau von Repeatern in die Personenwagen gegenübergestellt werden müssen. Den Kosten für den Netzausbau mit hoher Feldstärke stehen jene für die Streckenversorgung mit niedrigerer Feldstärke und jene für die Ausrüstung der Personenwagen mit Repeatern gegenüber. Allein Swisscom Mobile hat bisher rund 100 Mio. Franken in die GSM-Versorgung des SBB-Bahnnetzes investiert. Nach Angaben des Gesamtprojektleiters Reto Naf sind noch weitere Investitionen in der Höhe von 100 Mio. Franken geplant (Bild 10). Dabei geht es vor allem



Bild 10. Reto Naf, Gesamtprojektleiter, und Philippe Schenkel, Co-Projektleiter, Versorgung SBB.

um die Fertigstellung des GSM-Netzes rund um die Bahnlinien und um die Sicherstellung der Kapazitäten für die neue UMTS-Generation.

Mögliche Ausbaupläne

Aufgrund der funktechnischen Ähnlichkeit von GSM und UMTS – abgesehen von der Bandbreite und dem benutzten Frequenzspektrum – liegt es nahe, auch diese neue Technologie der mobilen Telekommunikation in den SBB-Personenwagen einzuführen. Für PWLAN würde die verwendete Technik gänzlich anders aussehen als bei GSM und UMTS. Um einen

Infos der Systemlieferanten über die Homepages:
www.kathrein.de
www.mikom.ch und
www.mikom.com

nahtlosen Übergang in der Versorgung der Hotspots auf dem Perron zu jener in den Zügen selbst sicherzustellen, müssten neue Lösungen erarbeitet werden. Nicht zuletzt drängt sich die GSM-In-train-Versorgung stark frequentierter Nahverkehrszüge wie bei einigen S-Bahn-Zügen auf, wobei hier auf die Erfahrungen mit dem IC 2000 zurückgegriffen werden könnte. Mit Blick auf die Zukunft ist eines jedenfalls klar: Für Beschäftigung ist im Konsortium Intrain-com mehr als gesorgt.

Summary

Clever People surf on the Train

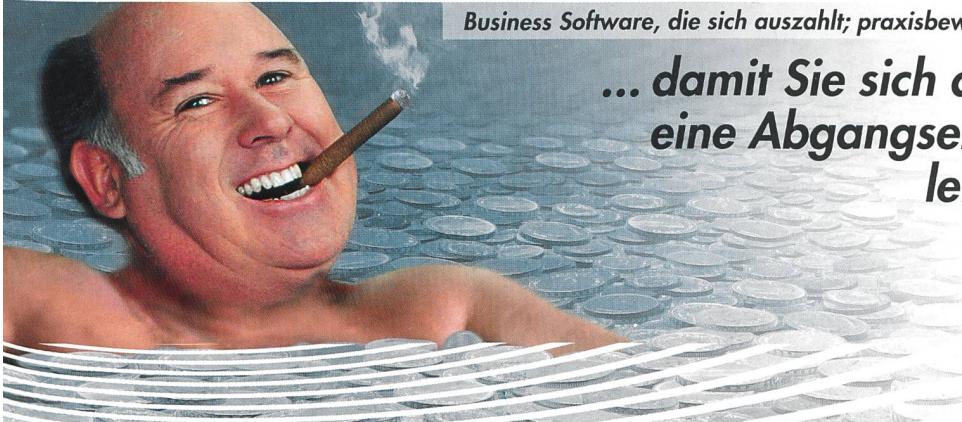
All Swiss GSM customers are to have access to high-quality mobile communications services even on long-distance SBB trains. An important basis for the use of mobile communications is good coverage, i.e. sufficient field strength and good connection quality. To ensure that rail passengers can also make use of mobile communications, seamless coverage is necessary along railway lines and in tunnels. One problem in this respect is the high attenuation of the radio signal from the GSM base station next to the railway line to the interior of the train itself. As a result of this, a high density of base stations alongside the railway line is necessary for normal coverage in order to achieve sufficient field strength. Following detailed studies and practical tests, concrete solutions for improving GSM reception on trains are now being put into place. These will cover three areas and the interplay between them: conventional GSM base stations (outdoor, including alongside railway lines), GSM coverage in tunnels and GSM coverage on trains. This article illustrates and comments on the different solutions for GSM coverage on trains and the corresponding measures.

Rüdiger Sellin, Dipl.-Ing., ist PR-Manager bei Swisscom Mobile, Commercial Business. Davor war er unter anderem als Senior Consultant, Product Manager und Systems Engineer bei verschiedenen Telco- und IT-Firmen beschäftigt. Seit 1992 ist er außerdem als Publizist, Trainer und Berater für verschiedene Firmen aus den Gebieten Telekommunikation und angewandte Informatik tätig.

Der Autor dankt Philippe Schenkel, Co-Projektleiter beim Konsortium Intrain-com, für dessen Mitarbeit bei der Gestaltung dieses Beitrags.

Business Software, die sich auszahlt; praxisbewährt; zukunftsorientiert ...

... damit Sie sich auch als KMU
eine Abgangsentschädigung
leisten können.



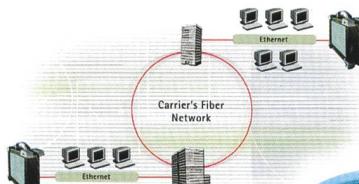
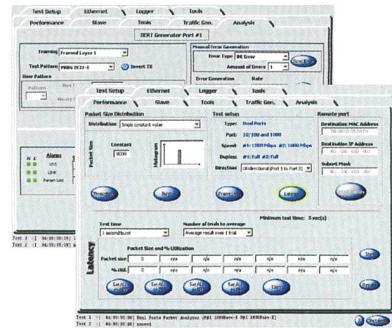
Microsoft
CERTIFIED
Partner

hp
invent

■ 3800 Interlaken, Computerfuchs, 033 826 15 15 ■ 4106 Therwil, IT Kompetenz + Dienstleistungszentrum, 061 726 97 47 ■ 4144 Arlesheim, MCT Müller Computertrading, 061 701 99 00 ■ 4624 Härrigen, Pearlsys, 062 388 99 99 ■ 4702 Oensingen, Office Informatik, 062 396 36 63 ■ 5035 Unterentfelden, Mathys Informatik, 062 737 74 75 ■ 5444 Künten, Reich Informatik, Interworks, 056 496 54 85 ■ 5726 Unterkulm, HGB AG, 062 776 01 50 ■ 6005 Luzern, AAC Communications, 041 368 22 86 ■ 6302 Zug, 4investment, 041 724 57 90 ■ 6371 Stans, FR-Informatik, 041 612 22 02 ■ 8048 Zürich, Koktus Computer, 01 432 88 08 ■ 8304 Wallisellen, Sympatec, 01 883 34 01 ■ 8953 Dietikon, Switch-On Informatik, 01 774 17 77 ■ ■ ■ Hersteller: 5013 Niedergösgen, Rotron Software, 062 858 62 62, info@europa3000.ch

prach 8121_7

GIGA-Bit Ethernet Performance Analyzer



Haupt Merkmale

- Mit zwei Testgeräten kann eine 'end-to-end' Performance Analyse durchgeführt werden wobei sich das zweite Gerät über die LAN-Verbindung während dem laufenden Test fernbedienen lässt.
- Zwei Testanschlüsse ermöglichen Leistungstests von Ethernet Geräten
- Messung von Durchsatz, Burstability, Latency und Frame-loss
- Simultane Datenverkehr Generierung und Erfassung bei 100% Geschwindigkeit von 10, 100 oder 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX und 1000Base-ZX full-duplex Netzwerken bei allen Packet-Größen
- Transparenter LAN Service (TLS) testen mit 10 Mb/s, 100 Mb/s oder 1000 Mb/s Datenverkehr Generierung möglich
- Einfach Handhabung des Smart User Interface (SUI) zur Konfigurierung Kundenspezifischer Testumgebung und Auswertung von 'real-time' und historischer Performance
- EtherBERT™ für 'bit-error-rate' Tests von 10 Mb/s, 100 Mb/s und 1000 Mb/s Ethernet Verbindungen
- IEEE 802.1q Framing-Möglichkeit zum Test von RFC2544 in einer 2 Layer VLAN Umgebung

EXFO

www.ccontrols.ch

Your Specialists for Semiconductor, Test & Measurement and Communication & Network

COMPUTER CONTROLS AG

Neunbrunnerstr. 55 8050 Zürich Tel 01 308 66 66 Fax 01 308 66 55 Internet <http://www.ccontrols.ch>
Rte. de Lausanne 1400 Yverdon-les-Bains Tél 024 423 82 00 Fax 024 423 82 05 romand@ccontrols.ch

Components
Instruments
Telecom