Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 92 (2001)

Heft: 22

Artikel: Von GSM zum Mobilfunk der vierten Generation

Autor: Dahlhaus, Dirk

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855778

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: 08.07.2025

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

Von GSM zum Mobilfunk der vierten Generation

Jeder alles immer überall

Gigantische Datenraten in Festnetzen zu übermitteln, ist heute Realität. Mobile Teilnehmer müssen sich dagegen auf Sprachübertragung und Dienste geringer Datenrate beschränken. Das Ziel zukünftiger Mobilfunksysteme lautet daher, dass jeder alles immer und überall senden und empfangen kann. Wie wird die neue Mobilfunk-Generation multimediafähig und was kommt nach UMTS?

■ Dirk Dahlhaus

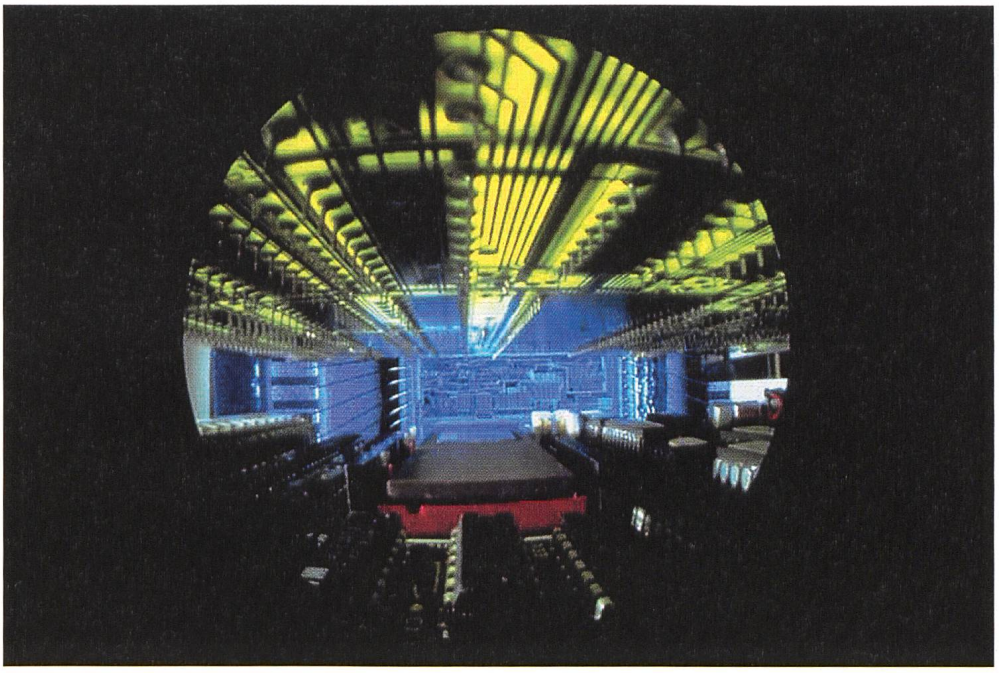
An jedem Ort und zu jeder Zeit

Was haben ein Broker auf dem Börsenparkett, ein im Einsatz befindlicher Feuerwehrmann und ein Pilot kurz vor der Landung auf einem Flughafen gemeinsam? Ihre Tätigkeit hängt kritisch von der momentan zur Verfügung stehenden Information über die aktuelle Lage im jeweiligen Umfeld ab. Unabhängig davon, ob man sich im Gedränge einer Vielzahl von Leuten, in einem durch die Strassen rasenden Fahrzeug oder an Bord eines Flugzeugs befindet, muss die Information zuverlässig und jederzeit zur Verfügung stehen. Die viel zitierte Datenautobahn in Form von leitungsgebundener Übertragung endet üblicherweise innerhalb eines Gebäudes. Erst die drahtlose Erweiterung dieser Autobahn mit Hilfe leistungsfähiger Mobilfunksysteme ermöglicht die Datenübermittlung an jedem Ort und zu jeder Zeit.

Adresse des Autors
Prof. Dr. *Dirk Dahlhaus*
Assistenzprofessor für Mobilfunk am Institut für Kommunikationstechnik der ETH Zürich
ETH Zentrum
8092 Zürich

dahlhaus@nari.ee.ethz.ch

Quelle: Bulletin der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich



Wie muss man sich eine unsichtbare, drahtlose und mobile Datenautobahn vorstellen (Bild ITU)?

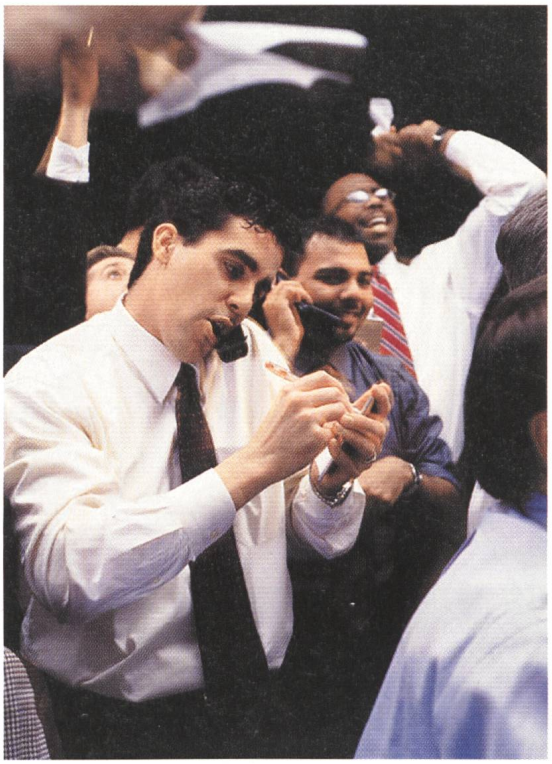
Die unsichtbare Autobahn

Wie muss man sich eine unsichtbare, drahtlose und mobile Datenautobahn vorstellen? Wie im Strassenverkehr gibt es Ein- und Ausfahrten dieser Autobahn, die den Sende- und Empfangsstationen des Funksystems entsprechen. Da üblicherweise die Antennen einer festnetzseitigen Basisstation deutlich höher angeordnet sind als die Antennen der mobilen Endgeräte, bezeichnet man die Datenübertragung von der Basisstation zur Mobilstation als Abwärtsstrecke, während die Verbindung in umgekehrter Richtung die Aufwärtsstrecke darstellt. Strassen- und Datenverkehr entsprechen einander, wobei ein Fahrzeug auf der Autobahn mit einem übertragenen Datenpaket identifiziert werden kann. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einer Spur der Autobahn kennzeichnet die maximale Datenrate pro Übertragungskanal. Somit hängt die zulässige Verkehrslast von der Breite der Autobahn ab, die der Bandbreite der Verbindung entspricht. Breite Strassen können für Breitbanddienste mit hohen Datenraten wie multimediale Übertragung genutzt werden, während enge Strassen Schmalbanddienste wie Sprache und niedrige Datenraten im heutigen Mobilfunkstandard Global System for Mobile Communications (GSM) charakterisieren. Um unnötigen Transitverkehr zu vermeiden, begrenzt man die Reichweite der Fahrzeuge und teilt somit einen grossen regionalen Bereich in einzelne Zellen auf, in denen die Start- und Zielorte der Fahrzeuge liegen. Im Mobilfunk entstehen so genannte Funkzellen, die zur Bezeichnung der zellularen Mobilfunksysteme führen.

Die Probleme...

Während der Bau einer solchen unsichtbaren Autobahn zunächst relativ einfach anmuten mag, ergeben sich bei genauerem Hinsehen diverse Schwierigkeiten. Zunächst können sich im Gegensatz zu einer echten Autobahn, welche

zwei Punkte miteinander verbindet, die Sender- und Empfänger-Standorte in einem Mobilfunksystem aufgrund der Bewegung der Benutzer ständig ändern. Das gilt innerhalb einer Funkzelle, aber auch zwischen verschiedenen Zellen. Aber nicht nur die Endpunkte der Strasse ändern sich, sondern ebenfalls die Landschaft, in der diese Autobahn verläuft. Die Landschaft entspricht den physikalischen Ausbreitungsbedingungen elektromagnetischer Wellen, deren zeitliche Varianz entweder aus der Bewegung der Benutzer oder dem dynamischen Kanalverhalten bei ruhenden Benutzern resultiert. Damit ein Fahrzeug am vorgesehenen Zielort von der Autobahn abgeleitet werden kann, muss man sich an diesem Ort eine Vorstellung von der Gestalt der Autobahn als auch vom momentanen Verkehrsaufkommen machen. Löcher in der Strassendecke sind dabei besonders unerwünscht. Letztere bezeichnet man im Mobilfunk als Schwund, welcher die Detektion der gesendeten Information aufgrund destruktiver Interferenz der einfallenden Wellen am Empfänger zu einer bestimmten Zeit oder bei einer bestimmten Frequenz verunmöglicht. Hohes Verkehrsaufkommen bis hin zu Stausituationen ergibt sich in Mobilfunksystemen bei gleichzeitiger Übertragung zahlreicher Datenpakete unterschiedlicher Benutzer, woraus sich im Allgemeinen reduzierte Datenraten aller momentan aktiven Benutzer ergeben. Bei zu hoher Verkehrsdichte treten Kollisionen auf, welche zum Verlust von Datenpaketen führen. In der Folge kommt es zum Abbruch der Funkverbindung. Störend sind ebenfalls grosse Lastwagen, welche die Sicht versperren und somit das Ableiten von Fahrzeugen am Zielort erschweren. Die Grösse der Lastwagen entspricht der Leistung des Datenpakets einer bestimmten Funkverbindung. Obwohl jedes Fahrzeug gut sichtbar sein will, ist ein Wettbewerb mit dem Ziel, einen möglichst grossen Lastwagen auf die Autobahn zu schicken, für den insgesamt zu bewältigenden Verkehr im Allgemeinen eher hinderlich.



Broker: kritische Datenlage (Bild ITU).

...und wie man sie löst

Zur Bewältigung der erwähnten Schwierigkeiten steht heute eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden aus den Bereichen der Hochfrequenztechnik, der digitalen Signalverarbeitung sowie der Informationstheorie zur Verfügung. Einige Ansätze im Rahmen von zukünftigen Mobilfunksystemen der dritten Generation, dem so genannten Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) und Nachfolger des heutigen GSM, sollen hier vorgestellt werden. Zunächst einigt man sich in einem bestimmten regionalen Bereich auf den Bau einer bestimmten Anzahl von Strassen einer gegebenen Breite. Dies entspricht der Übertragung in lizensierten Frequenzbändern gemäss eines global gültigen Standards. Aufgrund dieses Standards, der in allen Zellen des Systems Gültigkeit besitzt, können die Benutzer eindeutig lokalisiert und entsprechend von der Festnetzseite aus adressiert werden. Zur Schätzung der momentanen physikalischen Ausbreitungsbedingungen, des Schwunds und der relativen Leistungspegel unterschiedlicher Signale steht in UMTS eine Vielzahl von Referenzsignalen zur Verfügung, welche am Empfangsort bekannt sind und somit direkt zur Ausmessung des Funkkanals benutzt werden können. Das zentrale Problem ist die Reduktion des hohen Verkehrsaufkommens, also der durch eine Vielzahl von Benutzern verursachten Signal-Interferenz. Hierzu werden zwei viel versprechende Verfahren eingesetzt:

- Intelligente Antennen können auf verschiedene Weise verwendet werden. Einerseits kann man in einem bestimmten Gebiet die Anzahl der verfügbaren Autobahnen deutlich erhöhen, was im Funkbereich im Rahmen des so genannten räumlichen Vielfachzugriffs (Space Division Multiple Access, SDMA) einen höheren Durchsatz und somit aufgrund der konstanten Bandbreite eine höhere Bandbreite-Effizienz zur Folge hat. Ein anderer Effekt ist die grössere Reichweite der Fahrzeuge. Dies entspricht im Mobilfunk einer besseren Abdeckung bei gleicher Sendeleistung beziehungsweise einer reduzierten abgestrahlten Störleistung in andere Kanäle.
- Die Mehrbenutzer-Demodulation wird eingesetzt, um die Kollisionen auch bei sehr dichtem Verkehr zu verhindern. Dabei wird ausgenutzt, dass man die Gestalt der Fahrzeuge unterschiedlicher Benutzer kennt und an einem gegebenen Zielort lediglich die für diesen Ort bestimmten Fahrzeuge an der Autobahnausfahrt abfahren lässt, während alle Fahrzeuge des verbleibenden Verkehrs unberücksichtigt passieren können. Während dieses Ver-

Feuerwehrmann: Welche Informationen stehen zur Verfügung (Bild ITU)?

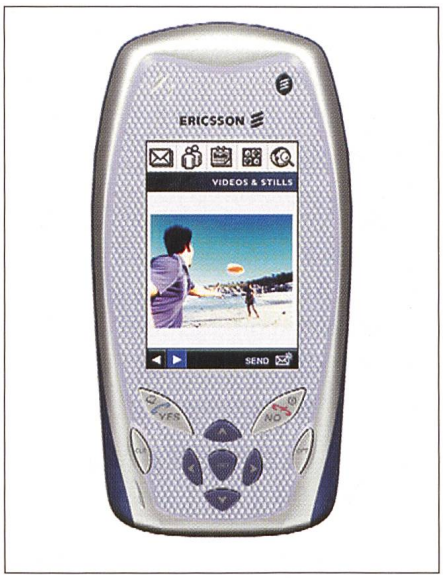
UMTS-Designstudie (Nokia).

fahren hauptsächlich in der Aufwärtsstrecke zur Anwendung gelangt, wäre ein entsprechendes Vorgehen auch in der Abwärtsstrecke aufgrund des bisweilen sehr hohen Verkehrs wünschenswert. Die meisten Verfahren zur Mehrbenutzer-Demodulation sind allerdings nicht ohne Modifikation zu übernehmen, da in der Abwärtsstrecke die Form der Fahrzeuge anderer Benutzer unbekannt ist.

Eine weitere Massnahme betrifft die angesprochene Grösse der Lastwagen. Zur Verbesserung der Sichtverhältnisse an den Autobahnausfahrten versucht man, die Grössenunterschiede der Fahrzeuge nicht zu gross werden zu lassen. Dies entspricht einer Leistungsregelung aller im System befindlicher Signale, die angesichts der zellularen Struktur sehr aufwändig sein kann. Bei unzureichender Leistungsregelung ist innerhalb gewisser Grenzen wiederum die Mehrbenutzer-Demodulation einsetzbar, um über störende Fahrzeuge hinwegzuschauen, die bei konventioneller Sichtweise den Blick auf das gewünschte Fahrzeug versperren würden. Diese Aufgabe ist eng mit der Kanalschätzung sowie der Signaldetektion verknüpft. Gegenüber Fahrzeugen aus anderen Zellen ist man zumeist blind, so dass deren Grösse ebenfalls durch Leistungsregelung klein gehalten werden sollte. Was tut man aber, falls eine Strasse derart löchrig ist, dass kein Fahrzeug mehr passieren kann? In diesem Fall hilft nur das Verlegen einer anderen Strasse zum gleichen Zielort. Man spricht von Diversität, das heisst der Mehrfachübertragung eines bestimmten Signals zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Frequenzen oder über verschiedene Wege.

Die Mobilfunkgenerationen

Das heutige, in Europa weit verbreitete GSM ist ein Mobilfunkstandard der zweiten Generation. Letzterer ist optimiert für die Übertragung von Sprache und niedrigen Datenraten und daher insbesondere für Multimedia-Anwendungen ungeeignet. Die Anforderung an ein zukünftiges System wurde daher auf einen einfachen Nenner gebracht: Jeder alles immer überall. Das bedeutet, dass Nutzern unterschiedlicher Mobilität die schmal- und breitbandige Übertragung jederzeit in unterschiedlichen Umgebungen und an jedem Ort der Erde zur Verfügung gestellt wird. Eine Möglichkeit zur Erreichung dieses Ziels bieten Systeme der dritten Generation, wie UMTS, welche viele der genannten Eigenschaften zur Lösung der auftretenden Probleme beinhalten und dabei Datenraten bis zu 2 Mbit/s zur Verfügung stellen. Eine entsprechend breite Autobahn verursacht hohe Kosten, die in Form einer Maut durch die Benutzer der Autobahn zu finanzieren sind. Während UMTS im Vergleich zu GSM deutlich höhere und flexiblere Datenraten ermöglicht, steht nach wie vor die Übertragung von Sprache und Daten von einem Ort zu einem entfernten Ort unter Verwendung des Festnetzes im Vordergrund. Zukünftige Anwendungen in Mobilfunksystemen werden dagegen viele unterschiedliche Dienste unterstützen, wie die Identifikation einer Person bei Eintritt in ein Gebäude, die Abbuchung von Mautgebühren auf Autobahnen während der Fahrt sowie mobile Videokonferenzen. Nicht zuletzt wegen der Begrenzung der Datenrate auf 2 Mbit/s steht eine solche Dienste-Vielfalt in der dritten Generation nicht zur Verfügung. Verschiedene Konzepte im Rahmen der zukünftigen vierten Generation sollen die obigen Anwendungen ermöglichen. Hierzu zählen Datenraten in Gebäuden von bis zu 155 Mbit/s, höhere Trägerfrequenzen, kleinere Mobilfunkzellen und die Verwendung von Mehrträgerverfahren zur flexiblen Anpassung der Signalformate und Datenraten an die momentanen Ausbreitungs- und Interferenz-Bedingungen. Selbstverständlich gibt es auch Einflüsse, die eine weitere Entwicklung des Mobilfunks behindern. In Analogie zu Abgasen im Autoverkehr erzeugt der drahtlose Datenverkehr entsprechenden Elektrosmog, dessen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen momentan intensiv diskutiert wird. Ähnlich wie der Transport auf der Autobahn in Konkurrenz zu alternativen Möglichkeiten tritt, etwa dem Transport auf der Schiene, konkurrieren für die klassischen Anwendungen in zunehmendem Mass breitbandige leitungsgebundene Systeme, zum Beispiel mit faseroptischer Übertragung bis in private Haushalte, mit modernen Mobilfunksystemen. Gegenstand unserer Forschung ist der Entwurf leistungsfähiger Algorithmen, die in Sendern und Empfängern effizienter Mobilfunksysteme zum Einsatz gelangen.



UMTS-Designstudie (Ericsson).

Du GSM (Global System for Mobile Communications) à la radiotéléphonie mobile de la quatrième génération

Transmettre une quantité énorme de données dans des réseaux fixes est devenu une réalité. Pour les mobiles par contre, la transmission se limite à une quantité de données ultracondensée sur de courtes distances. L'objectif des futurs systèmes de radiotéléphonie mobiles est donc que chacun puisse en tout temps et tout lieu envoyer et recevoir des messages téléphoniques. Comment la nouvelle génération de radiotéléphonie deviendra-t-elle multimédiatique et qu'aurons-nous après le UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)?

Strom

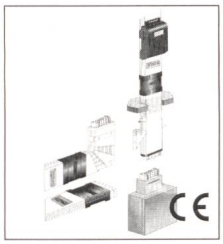
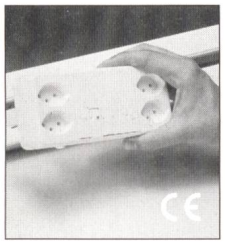
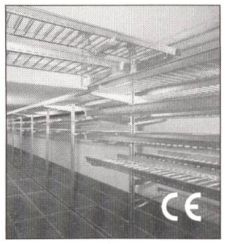
Strom heute ist nicht Strom von gestern. Vieles ist in Fluss geraten, manches noch unklar. Gut, einen Partner zu haben, der weiss, wo Sicherheit im Vordergrund steht, und wo Flexibilität gefragt ist.

Anlagen-Engineering von ESATEC ist heute für viele Verantwortungsträger der Energiebranche ein Begriff für Verhältnismässigkeit, Sicherheit sowie Kostenoptimierung.

Anlagen-Engineering von ESATEC ist Transparenz und Kompetenz vom Vorprojekt bis zur Inbetriebnahme und eine unternehmerische Entscheidung der Zukunft.

ESATEC
Energiesysteme und Anlagentechnik
www.esatec.ch CH 8201 Schaffhausen Tel 052 624 62 80

Arthus.net

LANZ pour les bâtiments administratifs:

- **Canalisations électriques LANZ** 25 – 8'000 A /1 – 245 kV conducteurs Cu ou Alu
- **Canaux d'allège LANZ** 150 x 200 mm – 250 x 250 mm
- **Canalisations électriques d'allège «kb»** à 2 circuits 230 V/63 A et 400 V/63 A. Implantation des coffrets de dérivation en tout point du tracé.
- **Blocs de prises de sol. Passages de câbles LANZ** à 8 et 16 sorties.
- **Canaux G** 50 x 50 mm – 125 x 150 mm. Revêtement exempt d'halogène, ménageant les cables.
- **Multi-chemins LANZ +** suspension et collies **MULTIFIX**. Conformes aux normes SN SEV 1000/3 et CE.

LANZ occupe une place prépondérante sur le marché des canalisations électriques et dans le domaine du cheminement rationnel de câbles et de conduites. Certifié ISO 9001. Demandez une offre à:
lanz oensingen sa Tél. 062/388 21 21 Fax 062/388 24 24
e-mail: info@lanz-oens.com

☐ Je suis intéressé par . . . . . .
. . . . . Veuillez m'envoyer votre documentation.
☐ Pourriez-vous me rendre visite, avec préavis, s.v.p.?
Nom/adresse/tél. _____ of 3

lanz oensingen sa
CH-4702 Oensingen · Téléphone ++41/62 388 21 21

Sind Sie vorbereitet für den liberalisierten Strommarkt?

Erfolgreiches Energie-Management beginnt bei einem Gespräch mit uns – **dem führenden Anbieter von Systemen für Energie-Optimierung und Energiedaten-Erfassung.**
Warten Sie nicht mehr länger.
Der Zug rollt bereits.

OPTIMATIK xamax

Kosten sparen? Wettbewerbsvorteile im Energiemarkt nutzen und sichern?

Firma/Name/Vorname _____
Adresse _____
PLZ/Ort _____
Tel./Fax _____

Optimatik AG, GZS Strahlholz, 9056 Gais, Tel. 071 793 30 30, Fax 071 793 18 18
Xamax AG, Hardhofstrasse 17, 8424 Embrach, Tel. 01 866 70 80, Fax 01 866 70 90
www.optimatik.ch, info@optimatik.ch, info@xamax-ag.ch