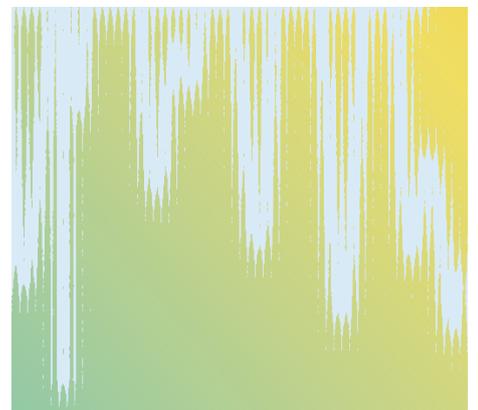
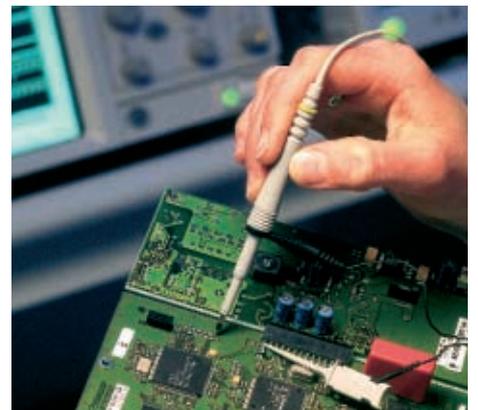
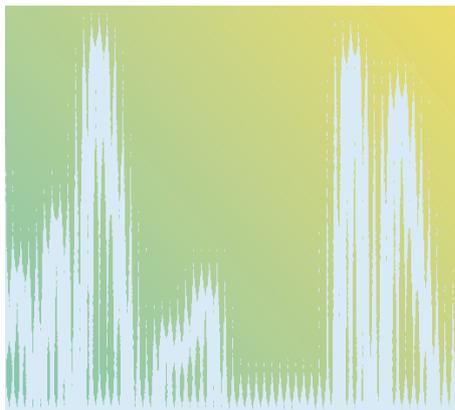
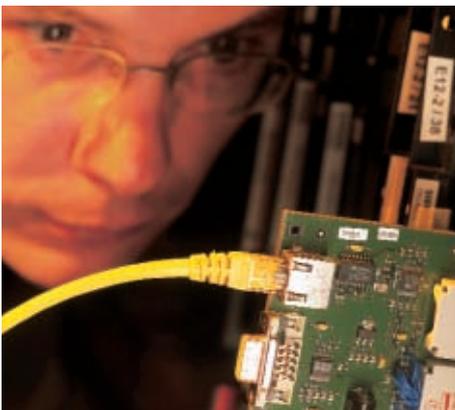
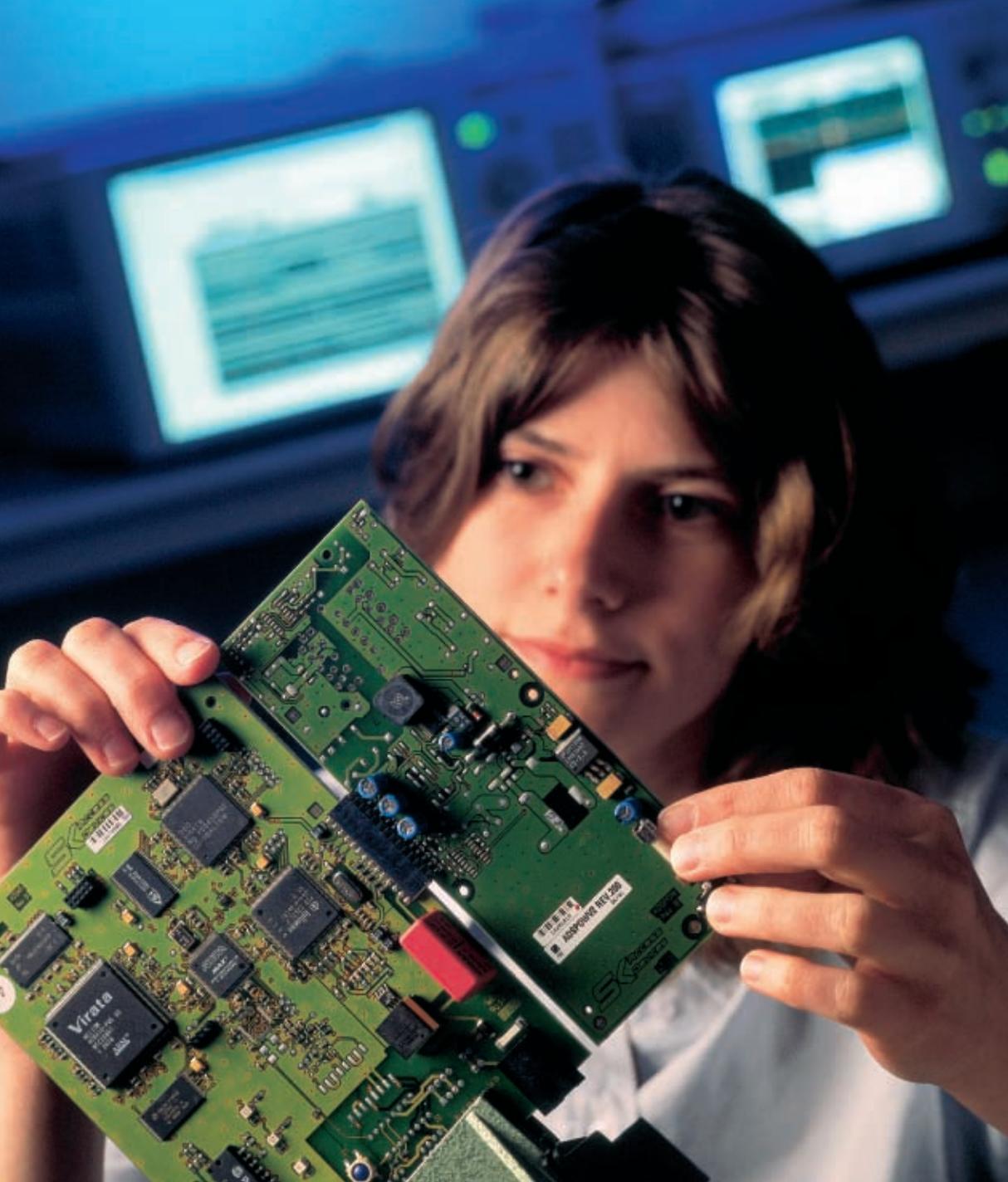




**Fraunhofer** Einrichtung  
Systeme der  
Kommunikationstechnik

# Leistungen und Ergebnisse Jahresbericht 2001

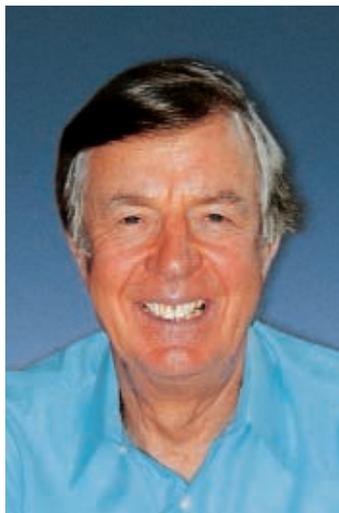




In der Systementwicklung für moderne Kommunikationstechnik spielen kleine Bauteile eine große Rolle.

Fraunhofer-Einrichtung  
für Systeme der  
Kommunikationstechnik  
ESK

Leistungen und Ergebnisse  
Jahresbericht 2001



Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Geschäftspartner und Freunde,

wir freuen uns, Sie mit dem vorliegenden Jahresbericht über die Leistungen und Ergebnisse unserer seit nun fast drei Jahren bestehenden Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK im Berichtszeitraum 2001 informieren zu können.

Der Erfolg eines Instituts beruht u. a. auf der ständigen Überprüfung seiner Tätigkeitsfelder und – entsprechend dem Profil der Fraunhofer-Gesellschaft zur angewandten Forschung und Entwicklung – der Ausrichtung an den sich verändernden Gegebenheiten des Marktes. Aus diesem Grund haben wir bereits im Jahr 2001 in verschiedenen Projekten damit begonnen, unsere Aktivitäten, die sich bisher vorwiegend auf dem Feld der drahtgebundenen Kommunikationstechnik bewegten, um die drahtlose Funktechnik zu erweitern, und unsere Fachthemen in sieben Kompetenzfelder unterteilt: Modemtechnik, Mess- und Systemtechnik, Drahtlose Netzwerke, Offene Kommunikationssysteme und IP-Kommunikation, anwendungs- und kundenspezifische Kommunikationslösungen, Realisierungstechnik für Kommunikationssysteme, Applikationen und Wissenstransfer.

Im Rahmen der Diskussion um die Zukunft der Fraunhofer-Institute in Bayern wurde das Institutskonzept der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK auch von einer unabhängigen Expertenkommission aus der Industrie evaluiert. Von dieser Kommission wurden das Institutskonzept und Fraunhofer ESK als eigenständiges Fraunhofer-Institut für Kommunikationstechnik am Standort München befürwortet. Ein Vorschlag, der im Herbst 2001 auch vom Senat der Fraunhofer-Gesellschaft bestätigt wurde.

Im vorliegenden Bericht finden Sie zu den oben genannten Kompetenzfeldern innovative Projektbeispiele. Im Rahmen einer Zufinanzierung durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie konnte der Aufbau eines unabhängigen Mess- und Testlabors (MuT) vorangetrieben werden. Damit unterstützt Fraunhofer ESK Chip- und Systemhersteller, Netzbetreiber und Dienstleister im Bereich der DSL-Technik bei Tests und Analysen von DSL-Geräten und -verfahren und deren Netzverträglichkeit. Längerfristig wird die vorerst auf DSL-Technologien konzentrierte Ausrichtung auch auf andere Breitbandtechnologien (z. B. Kabelmodems) erweitert.

Durch Projekte, die von der Bayerischen Staatskanzlei und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt wurden, erfolgte der Ausbau der Kompetenzen im Bereich der Inhouse-Kommunikations- und der Funktechnik. Die Schwerpunkte lagen dabei auf der Entwicklung von effizienten breitbandigen offenen Kommunikationsplattformen und der drahtlosen Ad-hoc-Vernetzung für die Sprach- und Datenkommunikation, die eine spontane und meist temporäre mobile Vernetzung in Gebäuden ermöglicht.

Die schnelle Umsetzung von Konzepten in Prototypen ist ein wichtiger Aspekt eines Fraunhofer-Instituts. Auch auf diesem Gebiet zeigte die Fraunhofer ESK eindrucksvoll ihre Leistungsfähigkeit in der Entwicklung eines marktfähigen DSL-Modems zur Sprach- und Datenkommunikation, das einen breitbandigen Zugang über das Telefonnetz mit der SHDSL-Übertragungstechnik ermöglicht.

Moderne Kommunikationslösungen sind aus dem beruflichen und zunehmend auch privaten Alltag nicht mehr wegzudenken. Als Betreiber des Kompetenzzentrums für Sprachkommunikation

und Mitglied des Electronic Business Innovationszentrums der Fraunhofer-Gesellschaft bietet Fraunhofer ESK in Beratungen, Studien und Tests von Referenzlösungen (z.B. zu IP-basierten Telekommunikationsanlagen) ein breites Portfolio. Im Rahmen des Kompetenzfeldes Applikationen und Wissenstransfer sollen insbesondere auch kleine und mittlere Unternehmen von unserem Wissen profitieren.

Neben dem Electronic Business Innovationszentrum, in dem die Fraunhofer ESK und vier weitere Institute ihre Kompetenzen zu einem Gesamtangebot bündeln, beteiligen wir uns zunehmend auch an weiteren Gemeinschaftsprojekten mit anderen Fraunhofer-Instituten. Ein Beispiel hierfür ist das Projekt »Automobilkommunikation – Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur«, das aus einer Studie des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik unter der Leitung von Fraunhofer ESK entstand.

Wirtschaftsnahe Forschung begünstigt die Schaffung neuer hoch qualifizierter Arbeitsplätze in zukunftsorientierten Arbeitsgebieten. Dazu fördert die Fraunhofer-Gesellschaft gezielt die Überführung von Entwicklungsergebnissen und Know-how in Unternehmensgründungen im Umfeld ihrer Institute. Diese Ausgründungen sind ein wichtiger Schritt zur Umsetzung von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte und tragen zu Sicherung und Ausbau einer High-Tech-Region, wie dem Standort Bayern, bei. Hierzu wurde im Jahr 2001, nach nur zweijährigem Bestehen der Fraunhofer ESK, durch die Ausgründung der Firma SK Access Devices GmbH für xDSL-Pro-

dukte für Systemhersteller und Netzbetreiber schon ein erster Erfolg erzielt.

Die Lage der Wirtschaft und insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnik war im vergangenen Jahr von Unsicherheit geprägt. Diese Gesamtsituation spiegelt sich auch im Haushalt unserer Einrichtung wider. Im Jahr 2001 liegt das Volumen des Betriebshaushalts mit 3,6 Mio € auf Höhe des Vorjahres. Der Mitarbeiterstand erhöhte sich um 9,4 Prozent gegenüber dem Vorjahreswert. Aufgrund der schlechten Gesamtlage der Wirtschaft kam es zu Ausfällen im Industrieertrag. Dies wurde durch eine Erhöhung des Anteils der öffentlichen Förderprojekte kompensiert. Zusätzlich musste mehr Grundfinanzierung als geplant eingesetzt werden. Die Erhöhung des Anteils der Vorlaufforschung schafft aber eine gute Voraussetzung für die Akquisition von neuen Projekten in der Industrie.

Abschließend bedanken wir uns recht herzlich bei unseren engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die mit ihren Leistungen im Jahr 2001 wieder dazu beigetragen haben, sehr gute Ergebnisse zu erzielen. Des Weiteren bedanken wir uns bei unseren Projektpartnern und Zuwendungsgebern, die die finanzielle Voraussetzung für unsere Arbeiten geschaffen haben, für das uns entgegengebrachte Vertrauen und die gute Zusammenarbeit.

Wir würden uns freuen, wenn Sie beim Durchlesen des Jahresberichts für die Lösung der Aufgaben in Ihren Unternehmen zahlreiche Impulse erhielten. Vielleicht ergeben sich daraus neue Ansätze für eine künftige Zusammenarbeit.



Dr.-Ing. Rudi Knorr

Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge  
Institutsleiter

Dr.-Ing. Rudi Knorr  
Stellvertretender Institutsleiter

# Inhalt



Abteilung Übertragungstechnik ab Seite 16



Abteilung Kommunikationstechnik ab Seite 24

Vorwort	2
---------	---

Inhalt	4
--------	---

## Das Institut im Profil

Kurzporträt	6
Aufgaben und Ziele	6
Arbeitsgebiete	7
Zielgruppen	8
Organigramm	9
Ansprechpartner	10

## Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

Institutspezifische Angebote zur Vertragsforschung	11
Verträge und Patentvereinbarungen	12
Auftraggeber und Partner	12
Ausstattung	13
Kontakt und weitere Informationen	13

## Das Institut in Zahlen

Personalentwicklung	14
Aufwendungen und Erträge 2001	15

## Forschungsergebnisse und Anwendungen

<b>Abteilung Übertragungstechnik</b>	16
Mess- und Testzentrum für den breitbandigen Teilnehmeranschluss (MuT)	18
Standardkonformität von SHDSL-Systemen	20
Flexibel konfigurierbarer Störgenerator	22
<b>Abteilung Kommunikationstechnik</b>	24
Verteiltes Multiservice-Inhouse-Kommunikationssystem	26
Drahtlose Ad-hoc-Netzwerke	30
Software-Dienstleistungen für offene Kommunikationsplattformen	34
Automobilkommunikation – Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur	37

## Forschungsergebnisse und Anwendungen

<b>Abteilung Systementwicklung</b>	40
Universelles SHDSL-Modem für integrierte Sprach- und Datenkommunikation	42
Implementierung von Telekommunikationsprotokollen auf Embedded Systems	44
<b>Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen</b>	46
Kompetenzzentrum Sprachkommunikation	48
Electronic Business Innovationszentrum	51

## Namen, Daten, Ereignisse

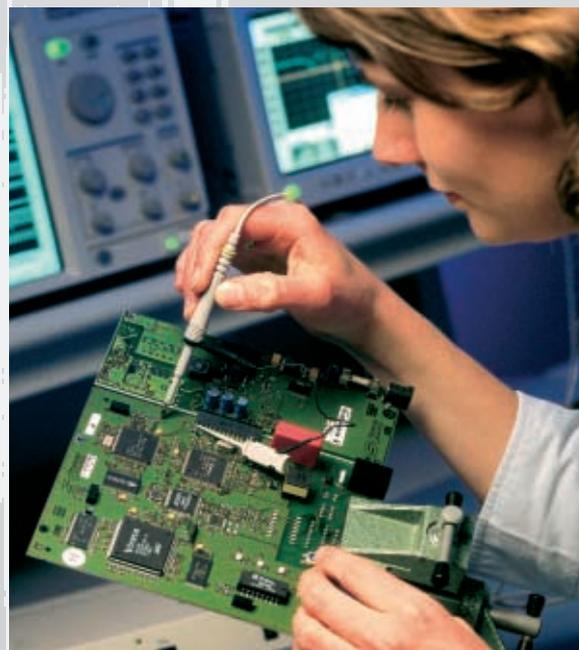
Highlights des Jahres 2001	54
Diplomarbeiten	57
Gremien	57
Veröffentlichungen und Vorträge	57
Patente	59

## Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

Die Fraunhofer-Gesellschaft	60
Die Forschungsgebiete	61
Die Vorteile der Vertragsforschung	61
Die Zielgruppen	61
Das Leistungsangebot	61
Standorte der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland	62

## Anfahrtsbeschreibung

## Impressum



Abteilung Systementwicklung ab Seite 40



Gruppe Applikationen und  
technische Dienstleistungen ab Seite 46



Die Räume und Labors von Fraunhofer ESK befinden sich im Gebäude Hansastraße 32 und im Pavillon Hansastraße 36.

## Kurzporträt

1983–1986

Arbeitsgruppen zur digitalen Bildverarbeitung und Telekommunikation am Lehrstuhl für Integrierte Schaltungen an der Technischen Universität München

1993

Erweiterung des Fraunhofer-Instituts für Festkörpertechnologie um den Institutsbereich Systemtechnik/Telekommunikation (ST)

1994

Aufbau des Institutsbereichs Systemtechnik/Telekommunikation unter Leitung von Prof. Ruge und Dr. Knorr

1.4.1999

Überführung von Systemtechnik/Telekommunikation in die eigenständige Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK

Status Dezember 2001:

58 Mitarbeiter, 1 600 m<sup>2</sup> Büro- und Laborfläche, 4 Arbeitsgebiete

## Aufgaben und Ziele

Die Arbeiten der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK konzentrieren sich auf den Teilnehmerzugang- und Inhouse-Bereich. Zielsetzung ist die Entwicklung von Systemen zur breitbandigen Anbindung von Teilnehmern an existierende und zukünftige Sprach- und Datennetze.

Im Vordergrund stehen die Konzeption, Untersuchung und Realisierung von Systemlösungen, Komponenten sowie die Demonstration aktueller und zukünftiger Applikationen. Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf neue digitale Übertragungstechniken für breitbandige Netzstrukturen sowie netz- und dienstübergreifende Kommunikationssysteme. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die kombinierte Betrachtung von Übertragungsverfahren und Kommunikationsprotokollen, d.h. die Konzeption und Realisierung von kompletten Kommunikationssystemlösungen.

## Arbeitsgebiete

Im Auftrag von Bund und Ländern sowie in Kooperation mit Industrieunternehmen werden Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt. Sie dienen der Förderung von Spitzentechnologien und Innovationen auf dem Gebiet der breitbandigen Kommunikationstechnik für den Teilnehmerzugangs- und Inhouse-Bereich. In den Arbeitsgebieten befasst man sich im Einzelnen mit folgenden Schwerpunkten:

### Übertragungstechnik

Das Arbeitsgebiet Übertragungstechnik befasst sich mit Algorithmen und Systemen für neuartige, breitbandige, leitungsgebundene und funkbasierte Übertragungssysteme. Hierzu werden neben der Modellierung von bestehenden Verfahren und Standards auch neue innovative Algorithmen entworfen, modelliert und optimiert. Schwerpunkte sind für xDSL-Systeme die Systemoptimierung, die Bündelübertragung und Multipoint-Erweiterung sowie Quality of Service-Aspekte und die effektive Realisierung komplexer Algorithmen auf DSP-Basis. Im Rahmen eines Mess- und Testzentrums, das als internationale – vor allem europäische – Anlaufstelle weiter ausgebaut werden soll, erfolgen die messtechnische Verifikation und der Test von Systemen, Komponenten und Bausteinen moderner digitaler Übertragungssysteme hinsichtlich Standardkonformität und Interoperabilität unter realen Übertragungsbedingungen. Dies erfolgt in enger Kooperation mit den internationalen Standardisierungsgremien.

## Kommunikationstechnik

Das Arbeitsgebiet Kommunikationstechnik befasst sich mit Konzepten und Realisierungen von Kommunikationslösungen. Ein wichtiger Aspekt ist die Integration von Anwendungen und Diensten in heterogenen Netzen und Systemen (wie z.B. ISDN, LAN, Internet und Gebäudesteuerung/-kommunikation) in ein funktionales Gesamtsystem. Im Rahmen dieser Aktivitäten beschäftigt sich Fraunhofer ESK insbesondere mit Kommunikationsplattformen und den dazugehörigen Software-Architekturen für zukünftige Home Gateways mit den Aspekten netz- und dienstübergreifende Kommunikation. Des Weiteren werden Methoden und Techniken untersucht, um vorhandene und neue Netzinfrastrukturen breitbandig und multimedial nutzen zu können. Einen hohen Stellenwert hat dabei die Multiservice-IP-Kommunikation als zukünftiges Basisnetz für unterschiedliche Anwendungen. Hier werden insbesondere die Erweiterung von IP in Richtung Echtzeitfähigkeit und die Kombination von Übertragungstechnik und Netzprotokollen untersucht. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Ad-hoc-Netzlösungen und darauf aufbauende Kommunikationslösungen zur selbstorganisierenden Vernetzung von Geräten in Verbindung mit bestehenden und neuen Kommunikationssystemen.

### Systementwicklung

Der globale Wettbewerb zwingt zu immer kürzeren Entwicklungszeiten. Die Systementwicklung muss daher schnell und flexibel reagieren können. Die Umsetzung von innovativen Systemkonzepten innerhalb kürzester Zeit mithilfe modernster Hard- und Software ist deshalb ein wesentlicher Bestandteil der Arbeiten bei Fraunhofer ESK.

Im Vordergrund steht die Entwicklung und Prototypen-Implementierung von Kommunikationssystemen und deren Komponenten. Hierbei ist insbesondere die Board-Entwicklung und Implementierung von Software-Funktionen auf Mikrocontrollern, Signal- und Netzprozessoren zu nennen. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Realisierung von Hardware-Funktionen mit FPGAs und CPLDs. Die Integration von Systemen in programmierbare Bausteine (SoPC: System on a Programmable Chip) rundet das Entwicklungsspektrum ab. Beispiele hierfür sind Referenzdesigns und Prototypen zu SDSL-Kommunikationsendgeräten, Protokoll-Interworking-Funktionen (ATM, IP, Frame Relay) oder die Entwicklung eines hochbitratigen ATM Adaptation Layer in Hardware.

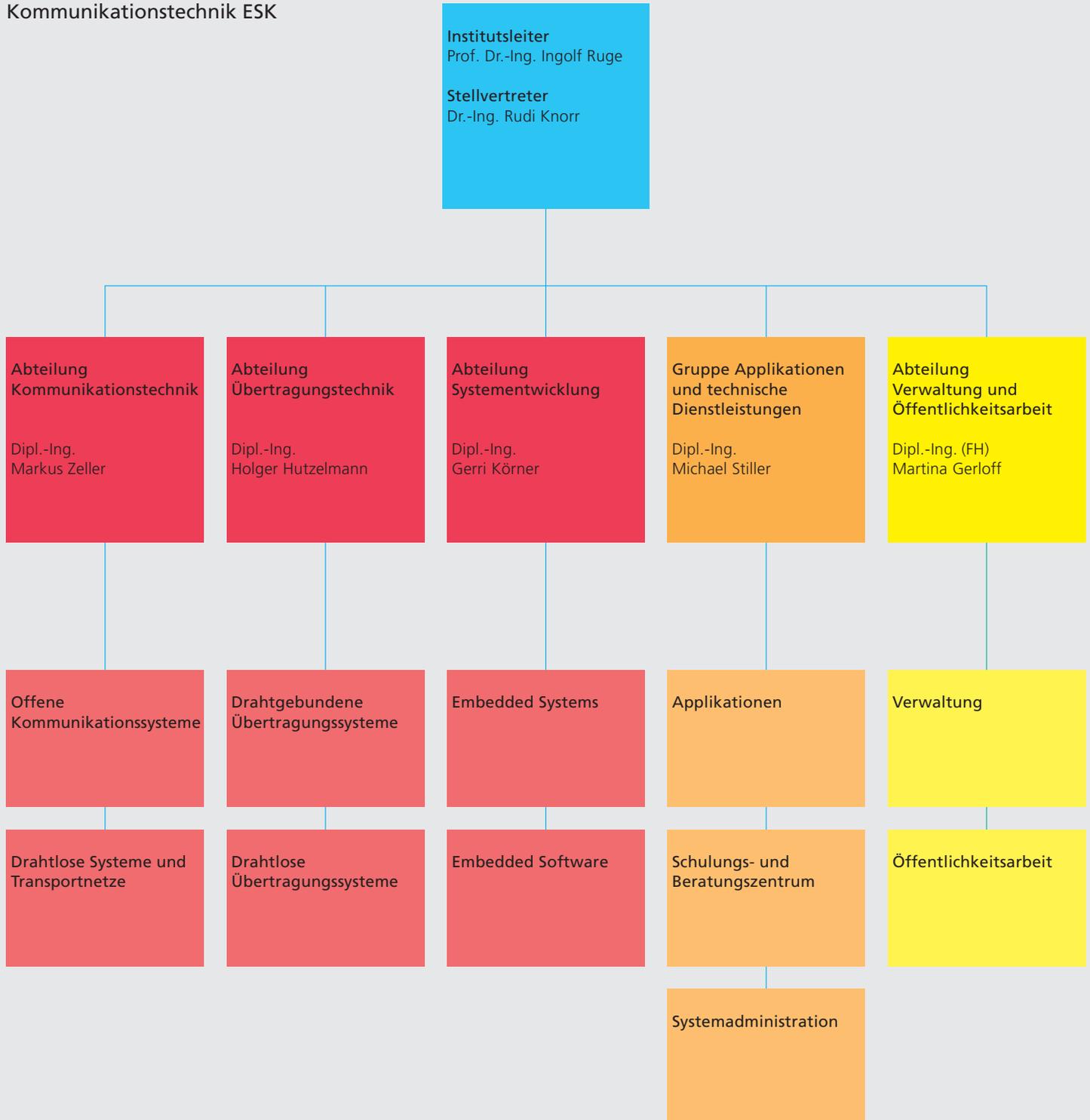
### **Applikationen und technische Dienstleistungen**

Im Bereich Applikationen und Dienstleistungen stehen Marktbeobachtungen, Studien, Beratungen und Referenzinstallationen aktueller und zukünftiger Applikationen und Systeme der Kommunikationstechnik im Mittelpunkt. In einem Demonstrationzentrum werden sowohl die Ergebnisse der eigenen Arbeiten als auch markt-nahe Produkte präsentiert. Dazu zählen die Computer-Telephonie-Integration, Call-Center-Lösungen, TK-Anlagen (IP-Telephonie) sowie Netz-Sicherheitslösungen. Unsere Arbeiten und Ergebnisse bilden zudem die Grundlage für die angebotenen Schulungen und Beratungsleistungen. Hier stehen verstärkt kleine und mittlere Unternehmen bei der Unterstützung der Entwicklung und der Nutzung moderner Kommunikations- und Informationstechnologien im Mittelpunkt.

### **Zielgruppen**

Die Kooperationspartner von Fraunhofer ESK sind Unternehmen der Kommunikations- und Informationstechnik, insbesondere Chip-, Komponenten-, Systemhersteller und Netzbetreiber für Auftragsforschung und Entwicklungsarbeiten. Ziel ist es, auch kleine und mittlere Unternehmen bei der Entwicklung und Nutzung moderner Kommunikations- und Informationstechnologien zu unterstützen.

**Organigramm  
der Fraunhofer-Einrichtung  
für Systeme der  
Kommunikationstechnik ESK**



---

## Ansprechpartner

### Institutsleitung

---

Institutsleiter:	Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-4 00
Stellvertreter:	Dr.-Ing. Rudi Knorr	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 14 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 20

---

### Abteilung Übertragungstechnik

---

Abteilungsleitung:	Dipl.-Ing. Holger Hutzemann	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 51 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 21
--------------------	-----------------------------	--

---

### Abteilung Kommunikationstechnik

---

Abteilungsleitung:	Dipl.-Ing. Markus Zeller	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 52 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 21
--------------------	--------------------------	--

---

### Abteilung Systementwicklung

---

Abteilungsleitung:	Dipl.-Ing. Gerri Körner	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 33 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 25
--------------------	-------------------------	--

---

### Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen

---

Gruppenleitung:	Dipl.-Ing. Michael Stiller	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 46 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 20
-----------------	----------------------------	--

---

### Abteilung Verwaltung und Öffentlichkeitsarbeit

---

Abteilungsleitung:	Dipl.-Ing. (FH) Martina Gerloff	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 41 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 20
Öffentlichkeitsarbeit:	Elisabeth Glotzmann, M. A.	Telefon: +49 (0)89/54 70 88-3 53 Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 20

---

### Einbindung in Universitäten

---

Technische Universität München, Lehrstuhl für Integrierte Schaltungen

---

Lehrstuhlinhaber:	Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge	Telefon: +49 (0)89/2 89-2 83 86 Fax: +49 (0)89/2 89-2 83 23
-------------------	----------------------------	--

---

## Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung

### Arbeitsweise

Projekte für Forschung und Entwicklung (FuE) werden in Phasen erfolgsorientiert ausgeführt, beginnend mit einer technischen Marktstudie, daraus abgeleitet die Machbarkeitsstudie, über die Prototypentwicklung und den Feldtest bis hin zur Entwicklung von kostenoptimierten Fertigungstechniken.

### Praxisbezug

Die Bearbeitung der Projekte an der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK erfolgt in enger Abstimmung mit dem jeweiligen Kunden, um den größtmöglichen Praxisbezug herzustellen. Kundennähe ist eine wichtige Voraussetzung, um den Bedürfnissen des Marktes gerecht zu werden.

### Flexibilität

Die konkrete Form, die Ausrichtung und der Umfang der Projektarbeiten richten sich nach den Anforderungen und Vorstellungen des Kunden oder Auftraggebers.

### Synergie

Die Einordnung in den Verbund der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 56 weiteren Instituten schafft Synergieeffekte. Fachkenntnisse aus unterschiedlichen Instituten können in Kooperationen genutzt werden und erlauben eine kompetente Bearbeitung auch bei interdisziplinären Fragestellungen.

## Qualität

Liefertreue und Zuverlässigkeit prägen die Arbeiten der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK. Ein regelmäßiger Bericht an den Kunden gewährleistet die inhaltlich korrekt abgestimmte und zeitlich angemessene Bearbeitung der Projekte.

## Preiswürdigkeit

Forschungs- und Entwicklungsaufträge werden auf Selbstkostenbasis durchgeführt. Fraunhofer ESK ist eine gemeinnützige Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft und finanziert die notwendige anwendungsorientierte Forschung und Vorlauforschung weitgehend unter Mitwirkung öffentlicher Auftraggeber.

## Nutzungsrechte

Nach erfolgter Bearbeitung eines FuE-Auftrags steht dem Kunden das Ergebnis zur alleinigen Nutzung zur Verfügung.

## Vertraulichkeit

Anfragen und Aufträge werden auf Wunsch des Kunden absolut vertraulich behandelt und bearbeitet.

## Phasenmodell

Die Projektierung erfolgt in der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK nach einem Phasenmodell. Am Beginn eines Projekts steht eine wissenschaftlich-technische Beratung. Hierbei werden anhand von existierendem Know-how sowie mittels Literatur-, Patent- und Marktrecherchen die möglichen Probleme des Projekts aufbereitet, und das Projektrisiko wird abgeschätzt.

Darauf folgt eine Machbarkeitsstudie, die das Projekt spezifiziert und den Aufwand abschätzt. Eine Laborprototyp-Entwicklung dient dem praktischen Funktionsnachweis in Form eines Demonstrators. Diese Phase mündet in die Feldprototyp-Entwicklung, an deren Ende Feldtests stehen. Daraus ergeben sich Erfahrungen mit Kunden. Das Redesign, die Technologieoptimierung und der Technologietransfer sind Elemente der Produktionsvorbereitung. Der Kunde hat die Möglichkeit, den Auftrag nach diesen Phasen ein- und aufzuteilen und am Ende jeder einzelnen Stufe neu zu entscheiden, ob es für ihn Sinn macht, in die nächste Phase einzutreten. Dieses Kriterium erleichtert dem Kunden wie auch Fraunhofer ESK die Auftragsvergabe bzw. -annahme und führt zu überschaubaren, kalkulierbaren Projektzeiten und Projektkosten.

## **Verträge und Patentvereinbarungen**

### **Vertragsabschluss**

Faire und verlässliche Vertragsbedingungen für den Kunden sind das oberste Gebot. Dabei werden die Wissenschaftler und Ingenieure von einer erfahrenen Vertragsabteilung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt.

### **Nutzungsrechte**

Nach den Wünschen des Kunden werden individuelle Vereinbarungen getroffen. Die Fraunhofer-Patentstelle für die Deutsche Forschung PST steht für die Verwertung patentfähiger Lösungen beratend zur Verfügung.

### **Koordination**

Die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK ist erfahren in der Koordination komplexer Verbundvorhaben und übergeordneter Leitprojekte. In diesem Zusammenhang werden administrative und koordinative Aufgaben übernommen, und eine gute Kommunikation zwischen den Projektpartnern im Verbund wird sichergestellt, um Reibungsverluste zu minimieren.

### **Qualitätssicherung**

Die Wissenschaftler und Entwicklungsingenieure der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK arbeiten nach den Regeln des modernen Projektmanagements. Die Projekte und Arbeiten unterliegen einer dauernden Überprüfung nach Zeit und Kosten und sind auf einen

erfolgreichen Projektabschluss hin ausgerichtet. Computerunterstütztes Projektcontrolling begleitet jeden Einzelauftrag.

### **Fördermöglichkeiten**

Die Fraunhofer-Gesellschaft hilft dem Kunden dabei, alle Möglichkeiten der Projektförderung auszuschöpfen. Eine langjährige Erfahrung bei der Beantragung von Fördermitteln der Europäischen Union, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) oder anderer Zuwendungsgeber unterstützt den Kunden in Fragen der Finanzierung von Forschungsprojekten.

### **Auftraggeber und Partner**

- Acterna Deutschland GmbH
- Alcatel SEL AG
- Bayerische Staatskanzlei
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Callino GmbH
- Colt Telecom GmbH
- Datentechnik AG
- Deutsche Telekom AG
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Bereich Informationstechnik
- Dosch & Amand GmbH & Co. KG
- Fachhochschule München

- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin
- FRIWO Gerätebau GmbH
- Heinrich-Hertz-Institut (HHI), Berlin
- Infineon Technologies AG, Bereich Halbleiter
- Infoman AG
- Level One Communications Inc.
- Messe München GmbH
- Nettraffic Internet Performance GmbH
- PolyTrax Information Technology AG
- Rechtsanwälte Judis, Wieland und Kindler
- Siemens AG
- Streamgate AG
- Universität Gesamthochschule Essen, Lehrstuhl Technik der Rechnernetze
- Universität Karlsruhe, Institut für Telematik
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Integrierte Schaltungen und Lehrstuhl für Kommunikationsnetze
- Universität Stuttgart, Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung
- Universität Würzburg, Institut für Informatik
- Zesium AG

### Innovationskatalog

Die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK bietet ihren Partnern neue Produkte, Technologien und Verfahren an, auch für die Herstellung, Vermarktung oder Verwertung von Patenten und Lizenzen.

### Ausstattung

Auf 1 600 m<sup>2</sup> Grundfläche stellt die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK modernste Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungslaboratorien und Büroräume bereit. Unter den besonderen Laborausstattungen und Großgeräten sind zu nennen:

### Messlabor zur Qualitätsbeurteilung von xDSL-Modems

Reichweitenmessungen, Bitfehler-ratenmessungen, Simulation von Übertragungsleitungen, Simulation der bei xDSL-Modems performancebestimmenden Störer, Messungen von Übertragungsverhalten

### Videolabor

SVHS-Schnittrecorder, Referenzmonitor zur Qualitätsmessung, Hi8-Kamera, Digital Disc Recorder, AD-/DA-Konverter; Spezialsoftware zur Videoverarbeitung

### Kontakt und weitere Informationen

Bitte rufen Sie uns an, wenn Sie Fragen haben, weitere Informationen oder ein konkretes Angebot wünschen. Publikationen und Broschüren senden wir Ihnen gerne zu.

Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK  
Hansastraße 32  
80686 München  
Telefon: +49 (0) 89/54 70 88-0  
Fax: +49 (0) 89/54 70 88-2 20  
Info: [www.esk.fhg.de](http://www.esk.fhg.de)

Presse und Öffentlichkeitsarbeit/  
Marketing:  
Elisabeth Glotzmann, M. A.  
Telefon: +49 (0) 89/54 70 88-3 53  
Fax: +49 (0) 89/54 70 88-2 20

### Personalentwicklung

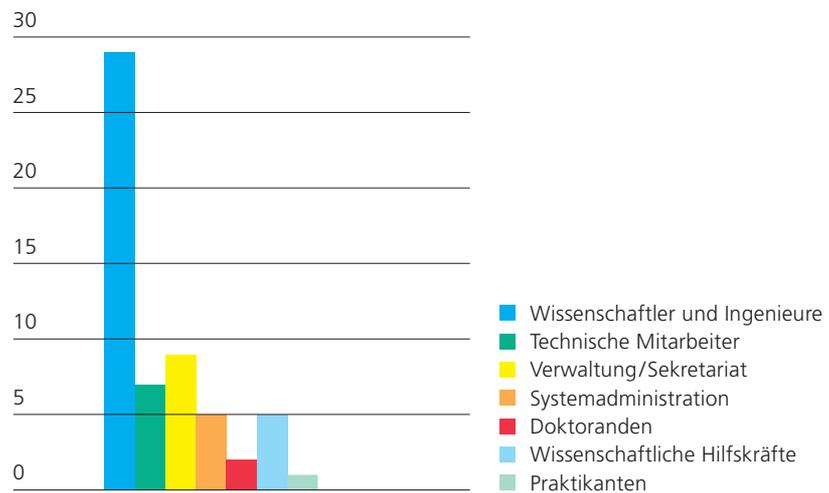
Am 31.12. 2001 waren in der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK insgesamt 58 Personen (davon 75,9 Prozent im wissenschaftlich-technischen Bereich) tätig.

Im Vergleich zum Jahr 2000 ist ein Personalzuwachs von 9,4 Prozent zu verzeichnen.

### Personalstruktur 2001

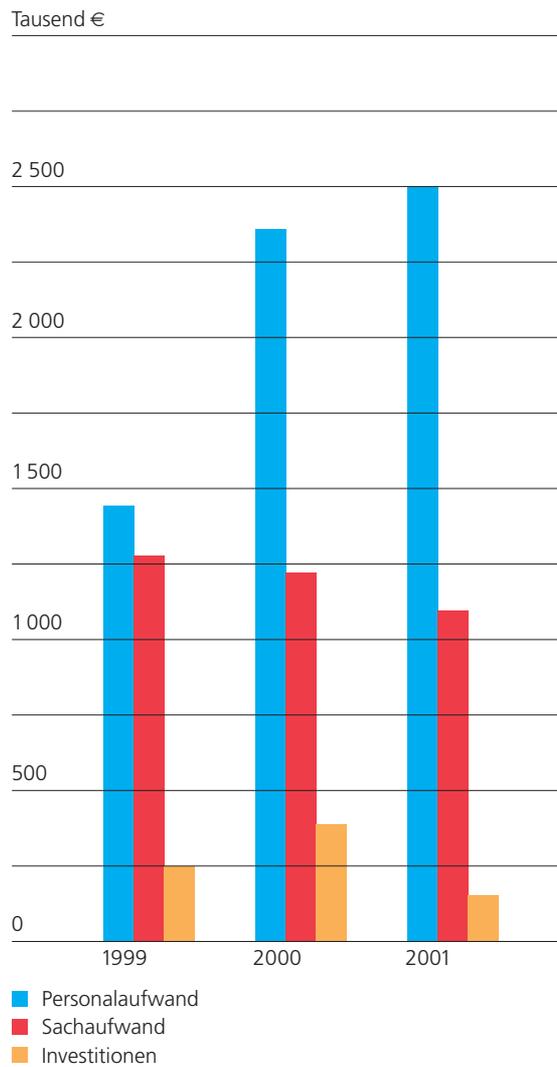
Wissenschaftler und Ingenieure	29
Technische Mitarbeiter	7
Verwaltung/Sekretariat	9
Systemadministration	5
Doktoranden	2
Wissenschaftliche Hilfskräfte	5
Praktikanten	1
<b>Gesamt:</b>	<b>58</b>

Mitarbeiter

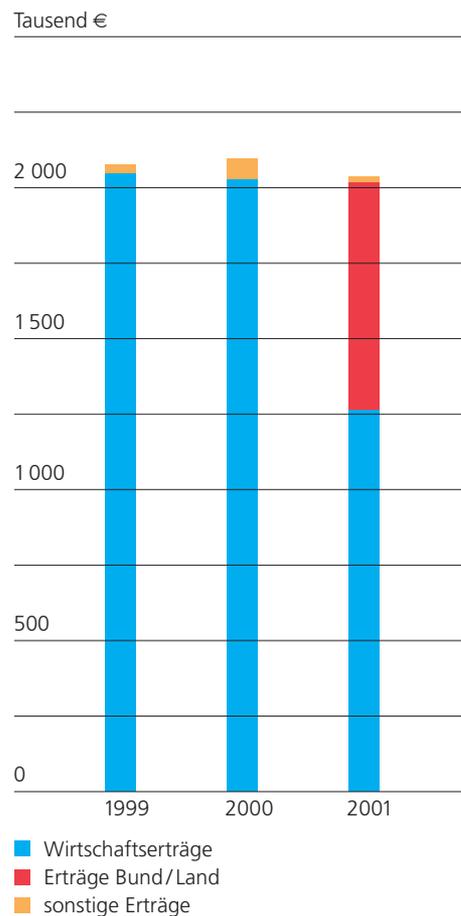


## Aufwendungen und Erträge 2001 (vorläufiges Ergebnis)

### Aufwendungen Betrieb und Investitionen



### Erträge Betrieb und Investitionen



## Abteilung Übertragungstechnik

Leiter: Dipl.-Ing. Holger Hutzelmann

Das Internet als Kommunikationsplattform hat seinen Siegeszug in unserer Informationsgesellschaft angetreten. Damit verbunden ist ein wachsendes Angebot an multimedialen Diensten und die Forderung, an jedem Ort mit aktuellen Informationen versorgt zu werden. Moderne Kommunikationssysteme sollen deshalb Mobilität bieten und immer höhere Datenraten verfügbar machen. Dieser Anspruch stellt neue Anforderungen an die Übertragungsverfahren dieser Kommunikationssysteme.



Dipl.-Ing. Holger Hutzelmann

Die Abteilung Übertragungstechnik beschäftigt sich mit neuen innovativen Übertragungsverfahren für moderne Kommunikationssysteme. Sie ist in zwei Fachbereiche untergliedert, in denen Kommunikationslösungen über drahtgebundene Medien – »Drahtgebundene Übertragungssysteme« – bzw. funkbasierte Lösungen – »Drahtlose Übertragungssysteme« – untersucht werden.

### Drahtgebundene Übertragungssysteme

Die Schwerpunkte dieses Fachbereichs liegen auf der breitbandigen Anbindung des Endteilnehmers über das existierende Telefonanschlussnetz (DSL – Digital Subscriber Line) und alternativen Zugangsinfrastrukturen. Im Mittelpunkt unserer Kompetenz stehen dabei die Untersuchung von bestehenden und die Entwicklung von neuen Übertragungsverfahren und -systemen, die eine effektive Nutzung der begrenzten Ressourcen im Teilnehmeranschlussbereich ermöglichen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die breitbandige Informationsverteilung im Inhouse-Bereich. Auf diesem Gebiet befassen wir uns mit der Konzeption und Realisierung von Kommunikationslösungen, die bestehende Inhouse-Infrastrukturen kostengünstig nutzen.

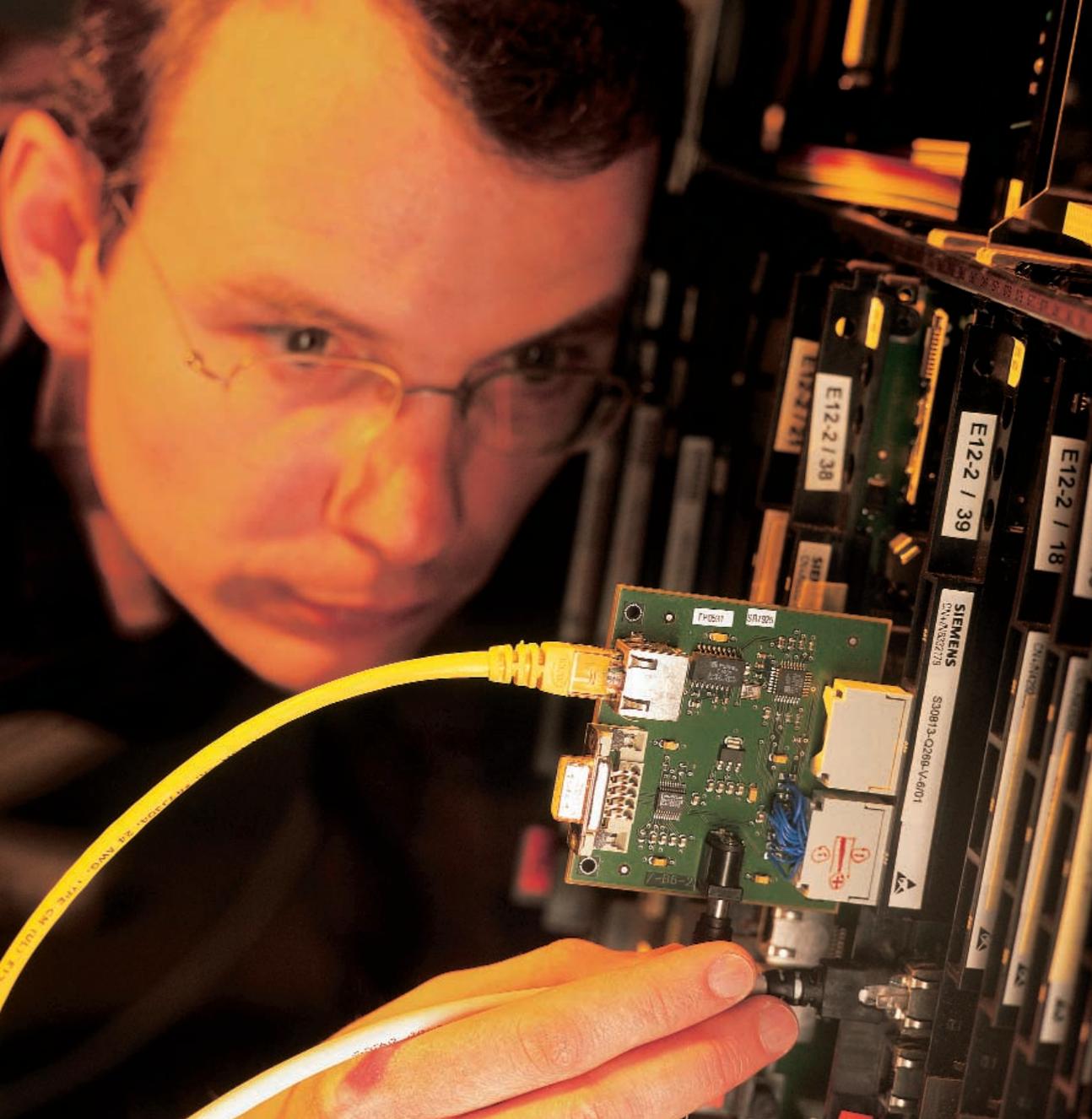
Die Verifikation von xDSL-Systemen hinsichtlich der Einhaltung von internationalen Richtlinien, die durch Standardisierungsgremien vorgegeben werden, sowie die Überprüfung der Systeme bezüglich ihrer Leistungsfähig-

keit in realen Umgebungen sind ein »Muss« für alle Systemhersteller. Vielen Unternehmen fehlt hierzu das messtechnische Know-how, oder die Investitionskosten für die Anschaffung der notwendigen messtechnischen Ausstattung sind zu hoch.

Im Rahmen des vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie geförderten Mess- und Testzentrums (MuT) für den breitbandigen Teilnehmeranschluss bietet die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK eine Lösung dieser Probleme an. Langjährige Erfahrung bei der Forschung und Entwicklung von xDSL-Systemen und das in vielen Projekten aufgebaute messtechnische Know-how sowie die nötige Ausstattung wurden innerhalb von MuT zusammengeführt und werden Herstellern von xDSL-Lösungen als Dienstleistung angeboten. Von der konkreten Messdurchführung über die Messunterstützung bis hin zur Bereitstellung von Mess- und Testumgebungen können Entwickler und Anwender der xDSL-Technik optimal betreut werden.

### Drahtlose Übertragungssysteme

Der Wunsch, an jedem Ort und zu jeder Zeit gut informiert zu sein, ist die Triebfeder der Entwicklung der mobilen Datenkommunikation. Die Bereitstellung multimedialer Informationen und die Nutzung von mobilen Endgeräten in allen Lebensbereichen stellen dabei höchste Anforderungen an die Übertragungsverfahren der verwendeten Kommunikationslösungen. Die Konzeption, Entwicklung und Realisierung von Übertragungstechnologien für drahtlose und mobile Kommunikationslösungen für Sprach-, Multimedia- und Datendienste sind die Hauptaufgaben des Fachbereichs »Drahtlose Übertragungssysteme«.



Im Mess- und Testzentrum wird der Test einer SHDSL-Linecard vorbereitet.

Im Fokus der Arbeiten liegen dabei innovative Lösungen für LAN/PAN/BAN-Systeme (Local Area Networks, Personal Area Networks, Body Area Networks) sowie neue Entwicklungen für Systeme der vierten Generation. Um sehr hohe Datenraten für eine effektive Nutzung der knappen Ressourcen der Luftschnittstelle bereitstellen zu können, werden z.B. MIMO-Konzepte (Multiple Input Multiple Output) untersucht und weiterentwickelt.

Die Übertragung von unterschiedlichen Diensten in einer beliebigen Umgebung erfordert neue Technologien, die es ermöglichen, die verschiedenen Anforderungen der zu übertragenden

Dienste aneinander bzw. an die Umgebungsbedingungen anzupassen, um eine optimale Nutzung der verfügbaren Bandbreite zu gewährleisten. Die Konzepte für Lösungen solcher Szenarien, die bei Fraunhofer ESK entwickelt werden, betrachten dabei neue adaptive Übertragungstechnologien.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Integration neuer mobiler Funksysteme in bereits bestehende Netzlandschaften bzw. in der Ad-hoc-Vernetzung von Funksystemen. Heterogene Netzlandschaften werden auch in Zukunft existieren, wobei ein Erfolgsfaktor neuer Funksysteme darin besteht, sich in eine bestehende Netz-

landschaft zu integrieren bzw. mit dieser zu interagieren. Der Fachbereich »Drahtlose Übertragungssysteme« entwickelt hierzu Konzepte bzw. zieht diesen Aspekt in die Realisierung neuer Übertragungsverfahren mit ein.

#### Abteilungsleitung

Dipl.-Ing. Holger Hutzelmann  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 51  
 Fax: +49 (0) 89 / 54 70 88-2 21  
 E-Mail: holger.hutzelmann@esk.fraunhofer.de

## Mess- und Testzentrum für den breitbandigen Teilnehmeranschluss (MuT)

### Ausgangssituation

Das analoge Modem als Verbindung ins Internet rückt langsam in den Hintergrund. Schnelle Breitbandtechnologien wie DSL (Digital Subscriber Line), Fernsehkabel oder Glasfaser werden in Zukunft den Weg zur virtuellen Datenwelt bestimmen.

Vor allem für die DSL-Technik, die die Übertragungskapazität herkömmlicher Telefonleitungen bis an die theoretische Grenze ausnützt, wird in den nächsten Jahren ein hohes Wachstum vorausgesagt. Nach einer EU-Studie (2001) wird der Anteil der DSL-Verbindungen in der EU-Zone im Vergleich zu anderen Breitbandanbindungen bis Mitte des Jahrzehnts bei einer Verbreitung von etwa 37 Prozent liegen.

Der hohe Anteil von DSL im traditionellen Telefonkabel bringt neue technische Anforderungen mit sich. Ein Kernproblem ist die so genannte »spektrale Verträglichkeit«. Damit wird die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Systeme (z.B. analoge Telephonie, ISDN, andere DSL-Systeme) in einem Kabelbündel bezeichnet. Kupferleitungen im Teilnehmeranschlussnetz sind zudem eine äußerst begrenzte Ressource. Deshalb gewinnen die Gewährleistung der effektiven Beschaltung eines Kabelbündels und der störungsfreie Parallelbetrieb von unterschiedlichen Systemen zunehmend an Bedeutung.

### Zielsetzung

Die Verbreitung von DSL-Systemen führt zu einem steigenden Bedarf an Testverfahren, Analyse- und Optimierungsmethoden. Das Interesse von Chip- und Systemherstellern, Netzbetreibern und Dienst Anbietern an unabhängigen Mess- und Testlabors wird deshalb in naher Zukunft noch weiter zunehmen.

Ziel des Projekts ist zunächst der Aufbau und Betrieb eines unabhängigen Mess- und Testlabors mit dem Schwerpunkt DSL-Technik. Längerfristig wird auch die messtechnische Erfassung anderer Breitbandtechnologien angestrebt.

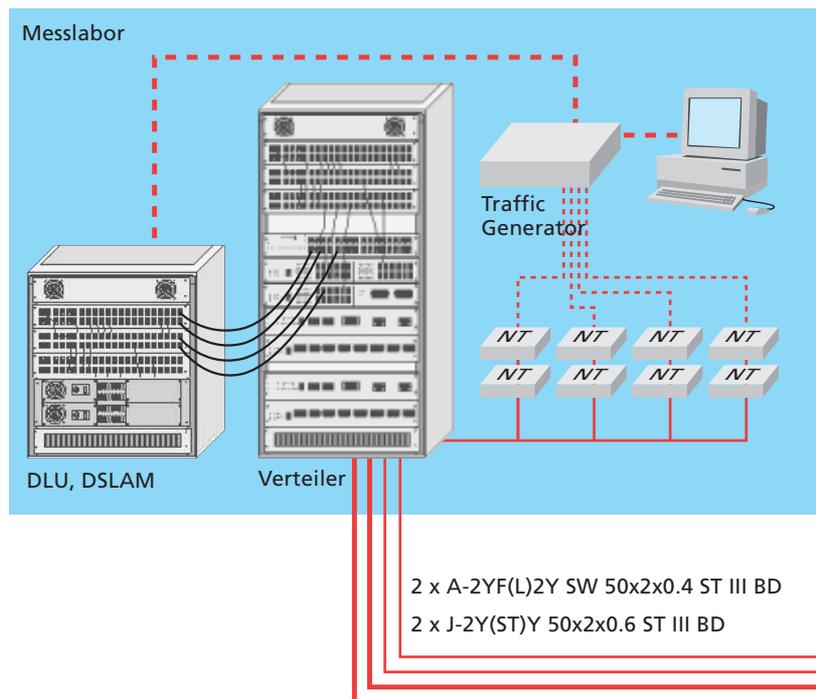
Neben Performance-Tests zur Überprüfung der in internationalen Standards festgelegten Vorgaben und der Untersuchung der Interoperabilität zwischen Produkten unterschiedlicher Hersteller

steht vor allem das Verhalten der Systeme in realistischer Umgebung im Vordergrund. Denn nur hier können zuverlässige Aussagen über das bereits erwähnte Problem der spektralen Verträglichkeit gemacht werden.

### Vorgehensweise und Realisierung

Für das Testangebot wurden Messplätze eingerichtet, die einen teilweise automatisierten Ablauf von Messungen ermöglichen. Damit können unterschiedliche Tests schnell und rationell durchgeführt werden. Die vorhandene Ausstattung mit Leitungssimulatoren, Bit-Stream-Generatoren, Spektrumanalysatoren und anderen Geräten ist so ausgelegt, dass damit die von den internationalen Standardisierungsgremien (European Telecommunications Standards Institute – ETSI, International Telecommunication Union – ITU) vorgegebenen Tests möglich sind.

Testnetzaufbau des Mess- und Testzentrums.



Zur Untersuchung der DSL-Systeme in realistischer Umgebung wurde ein Fernmeldetestnetz aufgebaut. Mit diesem Netz werden näherungsweise die Verhältnisse eines realen Teilnehmerzugbereichs nachgebildet. Das Testnetz ist flexibel konfigurierbar, damit kann eine große Anzahl von möglichen Netzkonstellationen nachgestellt werden. Ein Teilnetzwerk ist auf dem Münchner Messegelände realisiert. Dort sind die Kabel im Kellerraum einer Ausstellungshalle in einem Versorgungs- und Kabelschacht ausgelegt.

Um die Ergebnisse der Tests und das Verhalten der im Kabelbündel eingesetzten Systeme abschätzen zu können, wurden zusätzlich Simulationsprogramme entwickelt. Die Simulation ermöglicht eine DSL-Systemanalyse hinsichtlich der Performance (Reichweite, maximale Übertragungsrate usw.) sowie der Verträglichkeit von gleichen oder unterschiedlichen Systemen im Kabelbündel (maximale Anzahl, beste Position).

## Ergebnisse

Die Einrichtung von Messplätzen, das Fernmeldetestnetz sowie die theoretische Grundlagenforschung werden mit Forschungsmitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie gefördert. Mit dieser Infrastruktur werden verschiedene Projekte mit Industriepartnern realisiert, z. B. Performance- und Interoperabilitätsuntersuchungen für unterschiedliche Systemhersteller oder Untersuchungen über das Verhalten von SHDSL-Systemen (Single-pair High Speed Digital Subscriber Line) im Kabelbündel.

Mithilfe der Simulationsumgebung und des Fernmeldetestnetzes werden zurzeit die Möglichkeiten und Grenzen der Kabelbelegung ausgelotet. Eingesetzt werden dabei vorerst SHDSL-Modems.

## Ausblick und Einsatzgebiete

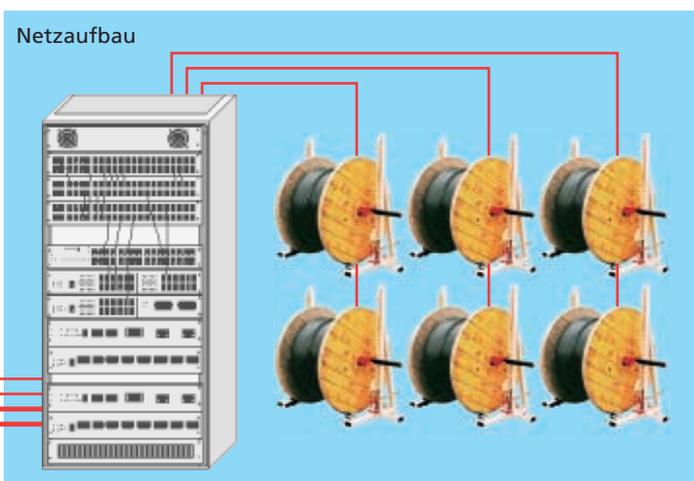
Die DSL-Technik bietet in naher Zukunft ein großes Marktpotenzial, sowohl für die Hersteller dieser Technik als auch für Netzbetreiber und Dienstleister, die diese Technik als Plattform nutzen. Durch den Gewinn von Know-how im messtechnischen Bereich der DSL-Technik können neben den Leistungen eines Mess- und Testzentrums zusätzlich spezifische technische Beratungs- und Informationsdienste angeboten werden.

Von Vorteil ist deshalb auch das Engagement der Fraunhofer ESK im internationalen DSL-Forum und ihre Beteiligung am ITL-Programm (Independent Test Laboratory), bei dem das Mess- und Testzentrum als unabhängiges internationales Testlabor nominiert ist.

Das Mess- und Testzentrum (MuT) ist auch für kleinere Systemhersteller und Netzbetreiber interessant, für die sich der Aufbau einer eigenen Messumgebung finanziell nicht lohnt.

## Projektverantwortlicher

Dr.-Ing. Gerhard Niebling  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 49  
 E-Mail:  
[info-mut@esk.fraunhofer.de](mailto:info-mut@esk.fraunhofer.de)



## Standardkonformität von SHDSL-Systemen

### Ausgangssituation

Neue multimediale Anwendungen wie Telearbeit, Audio- und Videostreaming treiben die Entwicklung des Internets voran und setzen hohe Datenraten und Bandbreiten voraus. Vor diesem Hintergrund hat die xDSL-Technologie enorm an Bedeutung gewonnen, da sie die erforderlichen hohen Bandbreiten über die bereits vorhandenen Telefonleitungen zur Verfügung stellt.

Die SHDSL-Technik (Single-pair High Speed Digital Subscriber Line) ist eine der xDSL-Varianten, die eine symmetrische Übertragung für den Teilnehmer ermöglichen. Dies bedeutet, dass die Datenraten in beide Richtungen – zum Teilnehmer hin und vom Teilnehmer weg – gleich sind. Die Datenraten können dabei stufenweise im Bereich von 192 Kbit/s bis 2 Mbit/s variiert werden. Aufgrund der physikalischen Effekte der Telefonleitung (Dämpfung und Nebensprechen) sinkt mit wachsender Datenrate allerdings auch die Reichweite.

Zu den wichtigsten Aspekten beim Einsatz der xDSL-Technik gehören die Leitungsqualifizierung und das Spektrum-Management.

Durch die Leitungsqualifizierung, d. h. die Erfassung der wichtigsten Leitungsparameter (z. B. Dämpfung, Übersprechverhalten usw.), können Aussagen über die möglichen Datenraten bzw. Reichweiten einer gegebenen Leitung und spezifischen xDSL-Technik gemacht werden. Diese Aussagen und deren Zuverlässigkeit sind für die Netzbetreiber bzw. Dienstanbieter von großer Bedeutung, da sie nach der Zusicherung eines Dienstes für einen Teilnehmer die Qualität des Dienstes auch weiterhin garantieren müssen.

Bei der Sicherung der Dienstgüte spielt ebenfalls die Störumgebung eine wichtige Rolle. Störungen können beispielsweise durch parallele Dienste, die im gleichen Leitungsbündel übertragen werden, verursacht werden, wenn sie das gleiche Frequenzspektrum wie der geplante Dienst belegen. Diese so genannte »spektrale Verträglichkeit« wird beim Spektrum-Management betrachtet, das für Planung und Betrieb mehrerer breitbandiger Dienste wichtig ist. Es muss sichergestellt werden, dass die in einem Kabel befindlichen parallelen Dienste sich in ihrer Performance nicht gegenseitig beeinträchtigen.

Die Hersteller von SHDSL-Chipsätzen bzw. -Systemen müssen Performance, Leistungsfähigkeit und Eckwerte ihrer Systeme messtechnisch erfassen und damit die Einhaltung von Richtlinien der internationalen Standardisierungsgremien (European Telecommunications Standards Institute – ETSI bzw. American National Standards Institute – ANSI) verifizieren. Die Richtlinien der Standardisierungsgremien sollen dabei der Sicherung der Verträglichkeit einzelner Systeme und der Kompatibilität der Systeme unterschiedlicher Hersteller dienen.

### Zielsetzung

Ziel des Projekts war es, entsprechend den aktuellen Richtlinien und Vorgaben des SHDSL-Standards einen SHDSL-Chipsatz messtechnisch zu erfassen, ihn auf Einhaltung der Standardvorgaben zu verifizieren und den Auftraggeber auf eventuelles Optimierungspotenzial hinzuweisen.

### Vorgehensweise

Wichtige Einflussfaktoren für die Leistungsfähigkeit und Performance eines SHDSL-Systems sind:

- Leitungslänge und -typ
- Stickleitungen
- Rauschen und Übersprechen
- Impulsartige Störungen bzw. Funkstörungen

Entsprechend der oben genannten Zielsetzung und der in Betracht zu ziehenden Einflussfaktoren wurde eine Messumgebung realisiert, in der die erforderlichen Tests durchgeführt werden konnten. Der Messaufbau besteht aus folgenden Geräten:

- Leitungssimulator zur Leitungsnachbildung entsprechend den ETSI- und ANSI-Standards
- Noise-Generator zur Störersimulation entsprechend den ETSI- und ANSI-Standards
- Bit-Error-Tester
- Oszilloskop und Spektrum-Analyzer

Die Performance und Leistungsfähigkeit des Systems wurden entsprechend den vorgegebenen ETSI- und ANSI-Test-szenarien gemessen und auf Einhaltung der Richtlinien verifiziert. Hierzu gehörten Merkmale wie Sendeleistung, Sendespektren, Bit Error Rates, erreichbare Datenraten und Reichweiten.

### Ergebnisse

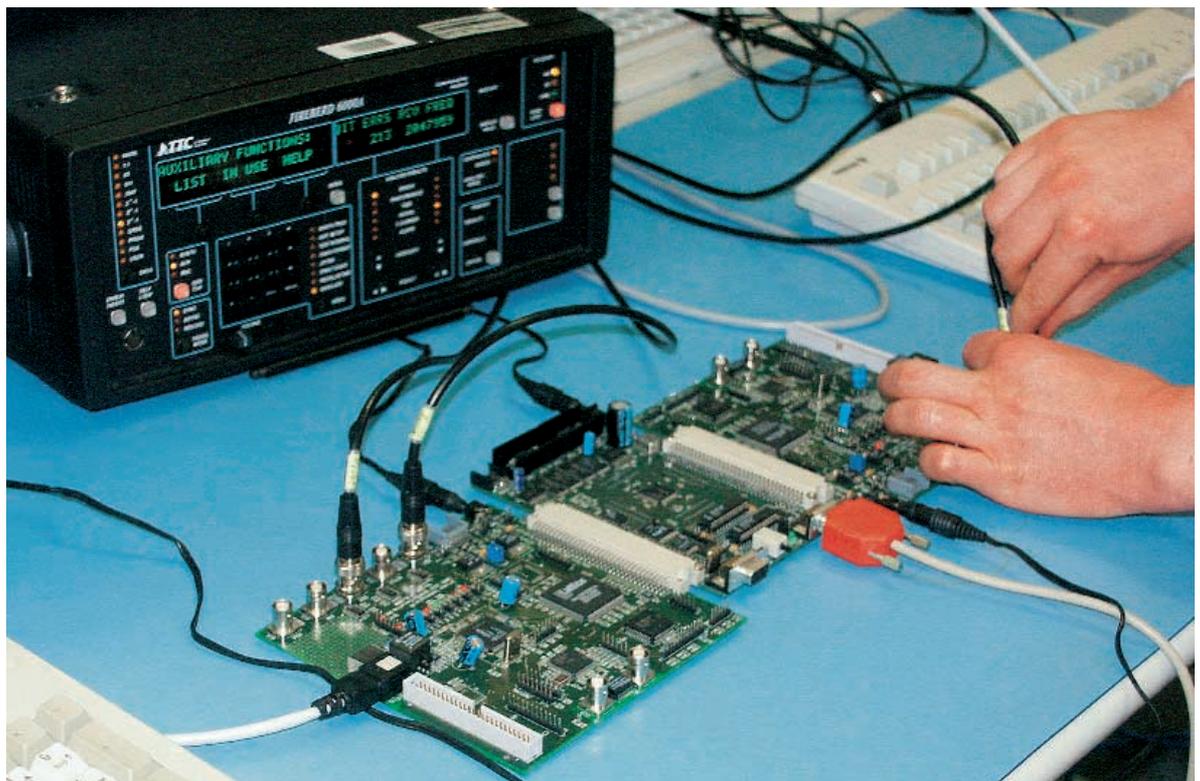
Die Ergebnisse der Messungen des SHDSL-Chipsatzes wurden gemeinsam mit dem Auftraggeber intensiv diskutiert und verifiziert. Anhand der Untersuchungen war es möglich, Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Ausgehend von den Messergebnissen konnten weiterhin Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden, die zu Performance-Verbesserungen führten. Insgesamt konnte die Einhaltung der Standardvorgaben des SHDSL-Chipsatzes bestätigt werden.

### Ausblick und Einsatzgebiete

Sowohl der Aufbau der realisierten Messplätze als auch das bei der Durchführung der Messungen gewonnene Know-how sind innerhalb des bei Fraunhofer ESK realisierten Mess- und Testzentrums (MuT) wiederverwendbar. Der vertiefte Einblick in die Hardware und die entsprechenden spektralen Eigenschaften realer Systeme und deren Verträglichkeit ist für die laufenden bzw. geplanten Hardware-Realisierungen von großer Bedeutung.

### Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Keyvan Ebrahimpour  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 35  
 E-Mail: [info-spurt@esk.fraunhofer.de](mailto:info-spurt@esk.fraunhofer.de)



Messtechnische Verifikation der Evaluierungsboards.

## Flexibel konfigurierbarer Störgenerator

### Ausgangssituation

DSL-Systeme (Digital Subscriber Line) sind Übertragungsverfahren, die dem Endteilnehmer hochbitratige Internet-Zugänge über die bereits bestehende Telefonvernetzung bieten. Entsprechend hoch sind die aktuellen Zuwachszahlen. In den Bündelleitungen des Telefonanschlussnetzes sind die einzelnen Doppeladern allerdings meist mit unterschiedlichen Diensten wie z.B. ISDN, POTS, HDSL und ADSL beschaltet. Diese Dienste nutzen Frequenzbereiche, die sich teilweise gegenseitig überlappen. Deshalb kann es zu Übersprecheffekten zwischen den einzelnen Adernpaaren kommen, die zu einer gegenseitigen Störung der DSL-Systeme und damit zu einer Verringerung der Leitungsfähigkeit der einzelnen Systeme führen.

Hersteller solcher DSL-Systeme müssen daher schon bei der Entwicklung ihrer Systemkomponenten die Einflüsse anderer potenzieller Störsysteme in ihre Betrachtungen mit einbeziehen. Von den Standardisierungsgremien werden hierzu bereits während des Standardisierungsprozesses Vorgaben zum spektralen Verhalten der zu betrachtenden Störsysteme gemacht.

Zur Erzeugung dieser Störsignale für Testzwecke werden von den System- bzw. Chipherstellern so genannte Störgeneratoren eingesetzt. Sie erzeugen das entsprechende Störsignal anhand der spektralen Vorgaben. Diese Vorgaben können sich allerdings im Laufe der Zeit durch neue Erkenntnisse hinsichtlich der Störbedingungen ändern. Obwohl ein Störgenerator dem Anwender die Möglichkeit bieten sollte, einfach und schnell eine Anpassung vorzunehmen, ist dies zurzeit nur bedingt möglich.

### Zielsetzung

Im Vordergrund des Projekts standen die Konzeption und Entwicklung eines Störgenerators, der es dem Anwender erlaubt, neue Störsysteme durch Vorgabe von bestimmten Kenndaten einfach in das Gerät zu implementieren. Als Basis hierzu sollten entweder neue spektrale Vorgaben ausgehend von den Standardisierungsgremien oder aber eigene Messungen von störenden Diensten dienen. Die Steuerung des Systems sollte dabei komfortabel über eine graphische Benutzerschnittstelle erfolgen können.

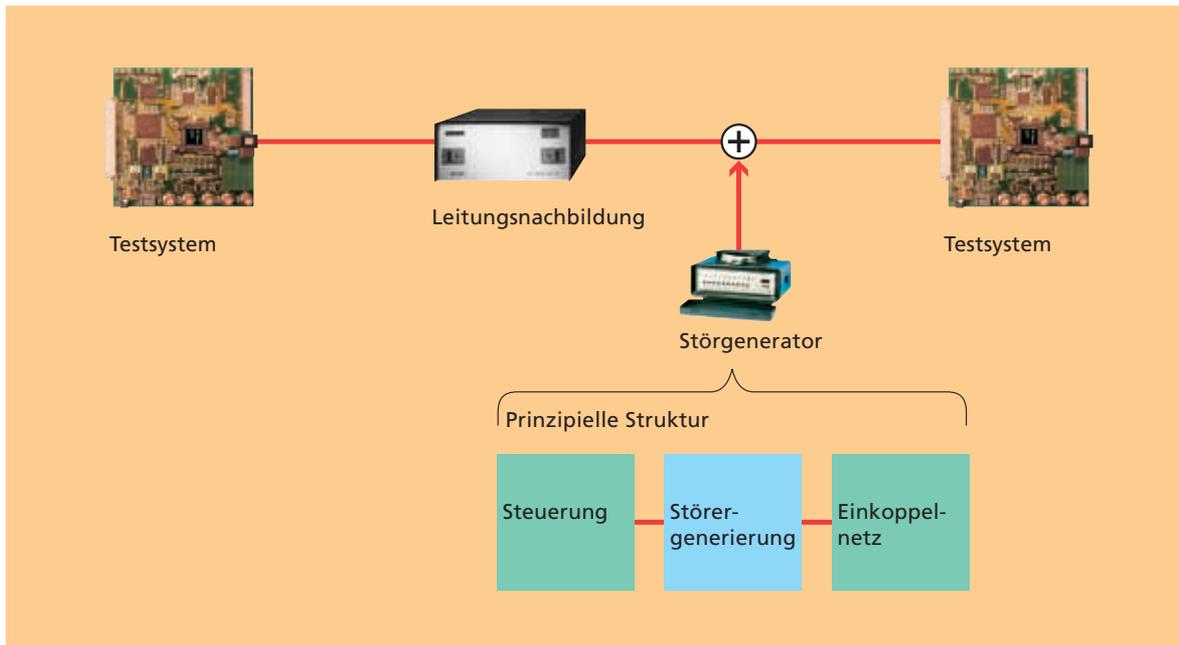
### Vorgehensweise und Realisierung

Für die Konzeption des flexiblen Störgenerators wurden zunächst die Anforderungen an einen Störgenerator für den realen Einsatz aufgestellt. Dabei ergaben sich folgende wichtige Randbedingungen:

- Der Störgenerator muss Störsignale entsprechend den Standardisierungsvorgaben (International Telecommunication Union – ITU, European Telecommunications Standards Institute – ETSI, American National Standards Institute – ANSI) erzeugen können.
- Störsignale, die nicht standardisiert sind, müssen realisierbar sein.
- Der Störsignalgenerator sollte für verschiedene Übertragungssysteme einsetzbar sein.
- Physikalische Randbedingungen (Eingangsimpedanz, Genauigkeit der erzeugten Störsignale, Bandbreiten) müssen erfüllt sein.
- Einfache Bedienbarkeit und Steuerbarkeit der Ausgangsleistung.

Ausgehend von den Randbedingungen wurde ein Systemansatz gewählt, der das gesamte System in die Funktionskomponenten Systemsteuerung, Störergenerierung, Erzeugung des physikalischen Störsignals und Einkopplung des Störsignals auf eine Bezugsleitung zerlegt.

Die Funktionskomponenten Systemsteuerung und Störergenerierung wurden als Software-Komponenten realisiert und die zu erzeugenden Störsignale konfigurierbar gemacht. Die Komponenten Erzeugung des physikalischen Störsignals und Einkopplung des Störsignals wurden in Hardware ausgeführt, mit der Randbedingung,



Störgenerator in einer Messumgebung und funktioneller Aufbau.

möglichst mit Standardkomponenten arbeiten zu können. Als Parameter für die Konfigurierung der jeweils gewünschten Stördienste wurde das Leitungsdichtespektrum (LDS) des Störsignals gewählt, das für standardisierte Störer vorgegeben wird. Für nicht standardisierte Störer ist das LDS ebenfalls relativ einfach durch den Systemhersteller zu messen.

Die Umsetzung erfolgte auf einem Industrie-PC mit einer handelsüblichen AD/DA-Einsteckkarte sowie entsprechender Software in der Programmiersprache C.

### Ergebnisse

Es wurden Modelle zur Erzeugung von Störsignalen, ausgehend von dem Leitungsdichtespektrum (LDS) eines gewünschten Störers, entwickelt und implementiert sowie eine graphische Benutzeroberfläche, die die Steuerung des gesamten Störgenerators über-

nimmt. Für die Ansteuerung und Übergabe der generierten Störsignalsamples an die AD/DA-Karte wurde ein Hardware-Treiber entwickelt. Das Gesamtsystem wurde auf einem Industrie-PC und einer AD/DA-Karte realisiert und wird in bestehenden Messaufbauten eingesetzt bzw. verifiziert.

### Ausblick und Einsatzgebiete

Der realisierte Störgenerator ermöglicht es Chip- und Systemherstellern von xDSL-Systemen, ihre Modems mit verschiedenen Störsignalen zu testen und zu optimieren. Dem Hersteller bietet der Störgenerator die Möglichkeit, nicht nur standardisierte Störer bei den Systemtests mit einzubeziehen, sondern auch spezielle Störer (z.B. proprietäre xDSL-Systeme), die nur in spezifischen Anwendungsszenarien vorkommen. Die Anpassung des Störgenerators kann dabei vom Anwender des Geräts selbst vorgenommen werden.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass vor allem das Einkoppelnetz, das die Einspeisung des Störsignals auf Leitungssimulatoren oder reale Leitungen realisiert, problematisch für die Gesamtfunktionalität ist. Weiterführende Arbeiten werden daher diesen Funktionsblock näher untersuchen, um die Genauigkeit der erzeugten Störsignale zu verbessern.

### Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Holger Hutzelmann  
 Telefon: +49 (0)89 / 54 70 88-3 51  
 E-Mail: info-flexls@esk.fraunhofer.de

# Abteilung Kommunikationstechnik

Leiter: Dipl.-Ing. Markus Zeller

Die Vernetzung von Geräten – eingebettete Systeme oder vernetzte Infrastrukturen – bildet zukünftig die Basis für neue Kommunikationslösungen. Für einen sinnvollen Einsatz der Technologien sind Veränderungen im Core-, Access- und Inhouse- bzw. Produktionsbereich notwendig. Wichtige Aspekte sind dabei neben der Leistungsfähigkeit auch die Funktionalität der Netze, Anwendungen und Endgeräte und die tatsächlichen Systemkosten.

So sind für die effiziente, d.h. bandbreitenoptimierte und kostengünstige Anbindung von Teilnehmern neue Realisierungskonzepte für den Netzzugang

bzw. die damit verbundene Modemtechnologie notwendig. Darüber hinaus ist es sinnvoll, den Netzabschluss gebäudeintern mit zusätzlicher Funktionalität und Leistungsmerkmalen auszustatten. Um vorhandene und neue Netzinfrastrukturen für die breitbandige und kostengünstige Verteilung des gesamten Dienstespektrums (Sprache, Daten, Video – interaktiv und in Echtzeit) im Inhouse- und Produktionsbereich zu nutzen, müssen Eigenschaften wie Dienstgüte, Zuverlässigkeit, Sicherheit und einfache Konfiguration sichergestellt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Integration von bisherigen Anwendungen und Diensten über heterogene Netze (wie z.B. ISDN, LAN, Internet und Gebäudesteuerung bzw. -kommunikation) in ein funktionales Gesamtsystem. Zukünftig muss zudem ein effizientes Umsetzen der bisherigen Inhouse-Kommunikationssysteme auf QoS-fähige »All-IP«-basierte Zugangssysteme sichergestellt werden.

Die Abteilung Kommunikationstechnik untergliedert sich in folgende zwei Fachbereiche:

- »Offene Kommunikationssysteme« mit den Schwerpunkten »Plattformen für offene Kommunikationssysteme« und »Multiservice-IP-Kommunikation«
- »Drahtlose Systeme und Transportnetze« mit den Schwerpunkten »drahtlose und mobile Systeme« und »Multiservice-Transportsysteme«

## Offene Kommunikationssysteme

Im Rahmen dieses Fachbereichs beschäftigt sich die Abteilung Kommunikationstechnik mit standardbasierten, offenen Kommunikationsplattformen und den dazugehörigen Software-Architekturen bzw. der effizienten Hardware-Realisierung für zukünftige Gateways, die schnell und flexibel um neue Dienste erweitert werden können. Schwerpunkte bilden dabei neben den Home bzw. Internet Gateways vor allem auch die Verbindung unterschiedlicher Netze und das Zusammenspiel der Dienste.

Einen hohen Stellenwert für zukünftige Kommunikationslösungen hat die Multiservice-IP-Kommunikation als Basisnetz für unterschiedliche Anwendungen (»IP everywhere«). Entscheidend für diesen Ansatz ist, dass dabei alle Dienste auf IP-Basis angeboten werden bzw. auf sie zugegriffen werden kann. Dafür muss allerdings das Internet-Protokoll erweitert werden, um gewünschte Anforderungen wie Echtzeitfähigkeit bzw. allgemein QoS-Fähigkeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit erfüllen zu können. Die darunter liegenden Schichten des Transports sollen jedoch nach wie vor frei gewählt werden können (z.B. optisch, drahtlos oder drahtgebunden). Allerdings ist in vielen Fällen ein effizientes Zusammenspiel von Übertragungstechnik und Netzprotokollen notwendig.

Der Ansatz »IP everywhere« verlangt entscheidende Veränderungen in nahezu allen Bereichen von Kommunikationssystemen. So müssen Schritt für Schritt alle Elemente des Kernnetzes, des Access-Netzes, die gesamten Inhouse-Kommunikationssysteme und schließlich auch die Endgeräte durch IP-fähige Komponenten erweitert werden.



Dipl.-Ing. Markus Zeller

### Drahtlose Systeme und Transportnetze

Das automatische Vernetzen und Kommunizieren verschiedener Geräte untereinander ermöglicht neuartige Anwendungs- und Einsatzgebiete, insbesondere im Inhouse-Bereich und im persönlichen Umfeld.

Ein Schwerpunkt in diesem Fachbereich ist die Ad-hoc-Vernetzung, womit die spontane Vernetzung von drahtlosen, aber auch stationären Geräten bezeichnet wird. Konfigurationsvorgänge, wie die gegenseitige Erkennung der Geräte und der Aufbau einer Verbindung, erfolgen automatisch und bleiben so dem Benutzer verborgen. Ihm wird quasi gleichzeitig mit dem Aufstellen bzw. Anordnen der Geräte eine sofort einsatzbereite Infrastruktur für Sprach-, Daten- und Multimedia-Kommunikation

zur Verfügung gestellt. Die spontane Vernetzung ist dabei nicht auf die Kommunikation einiger weniger lokaler Geräte beschränkt. Sie ermöglicht auch den kurzfristigen und preiswerten Aufbau räumlich ausgedehnter Netzstrukturen und somit die Kommunikation über mehrere Geräte hinweg.

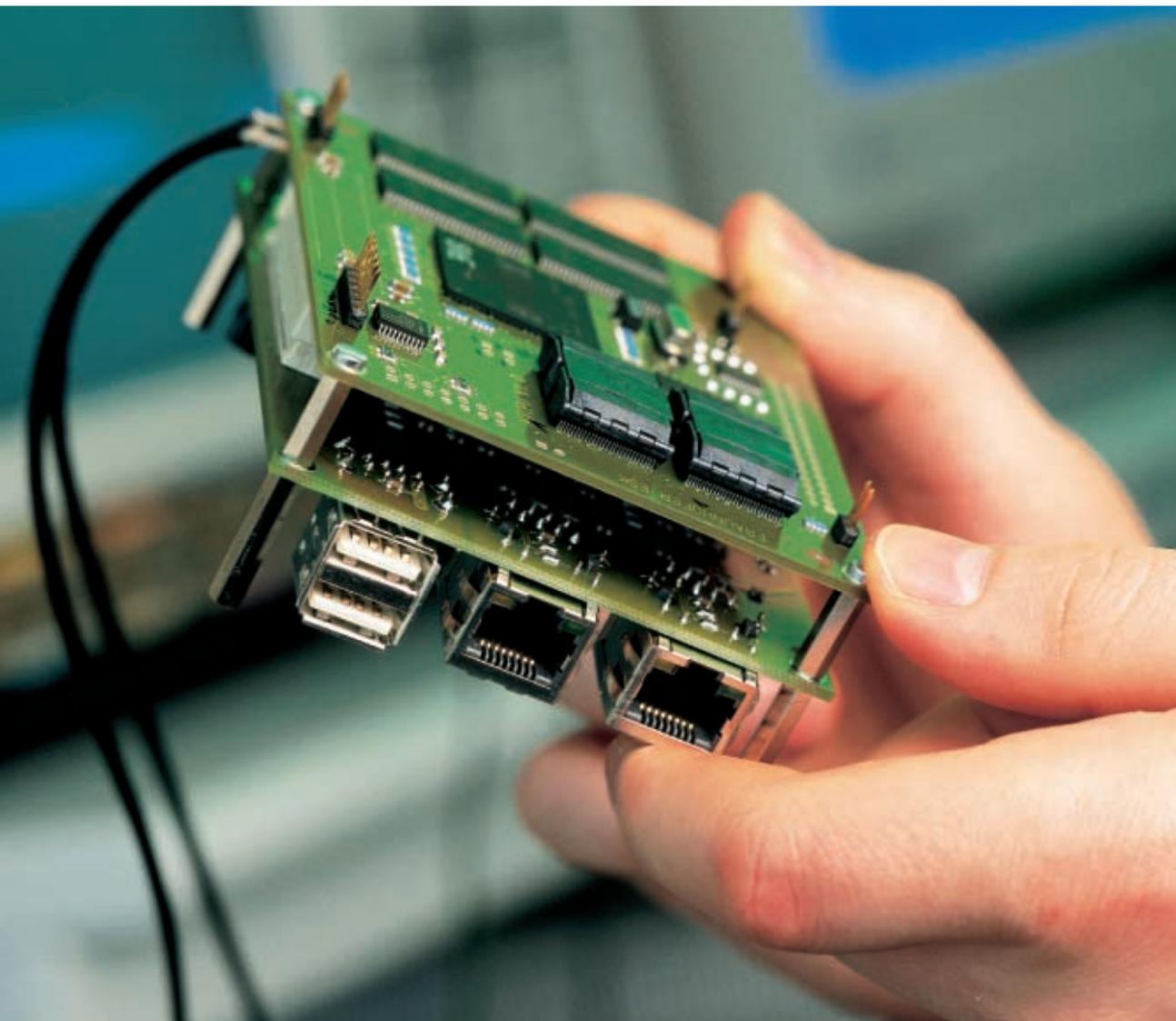
Anwendungsbereiche sind beispielsweise Inhouse-Informations-, Steuerungs- und Ortungssysteme, die drahtlose Identifikation, die persönliche Kommunikation, mobile Kommunikationszentralen, aber auch das intelligente »Facility Management« und Anwendungen in der Medizintechnik.

Um im Inhouse- und Access-Bereich sowohl standardbasierte als auch an bestimmte Anforderungen angepasste Kommunikationslösungen anbieten

zu können, untersucht die Abteilung Kommunikationstechnik neben Vernetzungslösungen für drahtlose Systeme auch klassische drahtgebundene Transportsysteme für Daten-, Sprach- und Multimedia-Anwendungen. Beispiele hierfür sind QoS-unterstützende DSL-Verfahren oder spezielle optimierte Inhouse-Kommunikationssysteme (siehe Projektbericht »Verteiltes Multi-service-Inhouse-Kommunikationssystem«), die auf vorhandenen und neuen Netzinfrastrukturen aufsetzen.

### Abteilungsleitung

Dipl.-Ing. Markus Zeller  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 52  
 Fax: +49 (0) 89 / 54 70 88-2 21  
 E-Mail: markus.zeller@esk.fraunhofer.de



Prozessorplattformen, die Basis für Embedded Communication.

## Verteiltes Multiservice-Inhouse-Kommunikationssystem

### Ausgangssituation

Die Kommunikationsinfrastruktur innerhalb von Gebäuden ist zurzeit heterogen ausgelegt, d. h., es existieren parallel mehrere Netze für unterschiedliche Anwendungen und Dienste. Im privaten Bereich gibt es in der Regel einen Anschluss an das öffentliche Telefonnetz (analog oder ISDN), ein Türkommunikationssystem und einen Breitbandkabelanschluss bzw. Satellit für TV. Da häufig kein separates Datennetz im Haus vorhanden ist, wird die Internet-Kommunikation über ISDN, den analogen Telefonanschluss und in zunehmendem Maße auch über xDSL durchgeführt. In einigen Gebäuden ist darüber hinaus die Heim- und Gebäudeautomatisierung zu finden, die wiederum eine eigene Vernetzungstechnologie erfordert.

Diese unterschiedlichen Netzwerke existieren völlig unabhängig voneinander. Eine Zusammenarbeit (Interworking) der verschiedenen Standards und Dienste war bisher nicht vorgesehen. Die vorwiegend eingesetzten Netzwerktechnologien sind aufgrund der fehlenden Zusammenarbeit, der teilweise zu geringen Datenraten und der aufwändigen und oftmals veralteten Verkabelung nicht für zukünftige breitbandige Inhouse-Kommunikationsanwendungen gerüstet.

### Zielsetzung

Ein wichtiger Entwicklungsschritt der modernen Inhouse-Kommunikation ist die Konvergenz unterschiedlicher Dienste und Netzwerke zu einer universellen Kommunikationsplattform als Ausgangspunkt für neue und flexibel

zu implementierende Kommunikationsanwendungen. Die gemeinsame Basis bildet dabei meist das Internet-Protokoll (IP).

Zukünftige Systeme sehen eine einheitliche Kommunikationsplattform vor, in welche die bereits existierenden Standards einfließen und auf der neue Technologien, Dienste und Anwendungen aufgebaut werden können. Durch die Konvergenz der verschiedenen Standards und Dienste in ein einheitliches System wird es möglich, über multifunktionale Endgeräte eine Fülle von Diensten in Anspruch zu nehmen. So können beispielsweise über ein Multimedia-Terminal sowohl Telefonate geführt als auch Dienste wie (Video-) Türkommunikation, Heim- und Gebäudeautomatisierung oder hochbitratige IP-Datenübertragung genutzt werden.

Bei der Realisierung einer solchen Kommunikationsplattform stellen sich vorrangig zwei Probleme:

- Zusammenführung verschiedener Netzwerke und Interworking in ein einheitliches System (Konvergenz der Netze)
- Verteilung der Daten innerhalb eines Gebäudes

Ziel des Projekts ist es, die Anbindung von Wohnungen und Büros über ein gemeinsames Netzwerk und das Zusammenwachsen einzelner Inhouse-Netze zu einem einzigen breitbandigen universellen Multiservice-Netzwerk zu realisieren. Dadurch können die meisten separaten Inhouse-Netze zu einer homogenen Kommunikationsplattform zusammengeführt werden, die nahezu alle bestehenden drahtgebundenen Netze ersetzen kann.

## Vorgehensweise

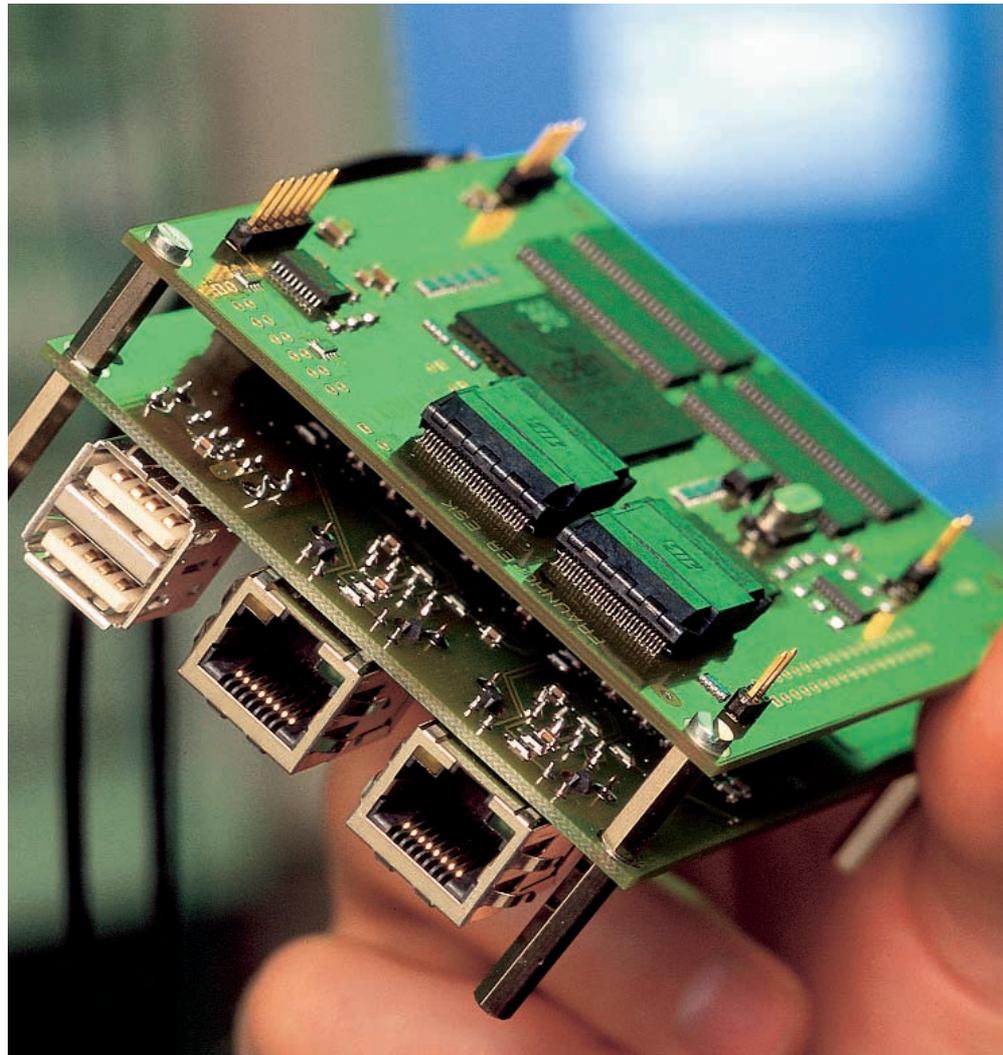
Das Konzept sieht eine Trennung des Kommunikationssystems in eine Dienst- und eine Transportplattform vor: Ausgehend von einem zentralen Communication & Information Server (CIS) können die Daten im Haus über eine Quality of Service-fähige Transportplattform (QoS-Backbone) verteilt und zu den so genannten Intelligent Network Terminators (INTs) geführt werden.

Der CIS hat die Aufgabe, das Gesamtsystem breitbandig an das Internet, das öffentliche Telefonnetz und andere externe und interne Kommunikationssysteme anzubinden. Im CIS wird das Interworking der gebäudespezifischen Dienste vorgenommen.

Die Transportplattform hat die Aufgabe, die Qualitätsanforderungen der Dienste (QoS) – wie beispielsweise Datenrate, Latenzzeiten oder Bitfehlerwahrscheinlichkeit – einzuhalten. Es muss garantiert werden, dass jeder Dienst (z.B. Telephonie, Video- oder IP-Datenübertragung) sicher und zeitnah ausgeführt wird. Störungen des Systems, die der Benutzer bewusst wahrnimmt – z.B. durch defekte oder verloren gegangene Pakete oder durch zu lange Latenzzeiten während eines Telefonats –, müssen vermieden werden.

Die Anforderungen an die Transportplattform sind u. a.:

- hohe Datenrate
- Bereitstellung einer garantierten Dienstgüte (QoS)
- Flexibilität und Skalierbarkeit
- kostengünstige Installation und geringer Platzbedarf



Universelles Prozessorboard als Bindeglied zwischen verschiedenen Netzwerktechnologien.

Neben den erwähnten qualitativen Eigenschaften sollte die Transportplattform so ausgelegt sein, dass eine einfache und kostengünstige nachträgliche Verkabelung in bereits bestehenden Gebäuden möglich ist. Als Topologie bietet sich ein Bus-System an, welches im Gegensatz zu einer sternförmigen Verkabelung mit nur einer einzigen Leitung ein gesamtes Gebäude vernetzen kann. An den Bus können Stichleitungen angeschlossen werden, die zu den INTs führen.

### *Skalierbare Breitbandplattform auf Ethernet-Basis*

Wegen der positiven Eigenschaften und der günstigen Verfügbarkeit wurde in einem ersten Schritt Ethernet als grundlegende Vernetzungstechnik verwendet. Ethernet ist jedoch nicht uneingeschränkt für den Einsatz als QoS-Backbone geeignet. Seine größten Nachteile sind das unregelmäßige Zugriffsverfahren und die fehlenden Mechanismen zur Aushandlung von QoS-Parametern (Standard-Ethernet ist nicht QoS-fähig). Bei einer zu großen Auslastung des Netzwerks kommt es zu einer Degradation der Netzwerkperformance und zu einer Erhöhung der Latenzzeiten aufgrund des gehäuferten Auftretens von Kollisionen.

Durch das Einfügen eines Quality of Service-Sublayers in das Ethernet-System können die größten Nachteile von Ethernet umgangen werden. Dazu wurde das Zugriffsverfahren von Ethernet um ein übergeordnetes Token-Passing-Verfahren ergänzt.

Der QoS-Sublayer besteht aus einem Token-Passing-Protokoll, das den angemeldeten Stationen nacheinander ein Token übermittle und ihnen damit für eine gewisse Zeit die Sendeerlaubnis erteilt. Somit wird es möglich, definierte Bandbreiten und Latenzzeiten zuzuweisen und einzuhalten. Ein fairer Zugriff auf das Medium kann garantiert werden.

Ein solches erweitertes Verfahren erlaubt eine deutlich höhere Auslastung als ein herkömmliches Shared-medium Ethernet, da es zu keinen Kollisionen mehr kommt. In Versuchen und Simulationen kann gezeigt werden, dass auch bei sehr hohen Auslastungen von deutlich über 90 Prozent die ungestörte Übertragung von ISDN und Video mit geringer Latenzzeit und fester Bandbreite garantiert werden kann, während

ein herkömmliches Ethernet-System bereits ab ca. 50 bis 60 Prozent Auslastung nicht mehr in der Lage ist, die multimedialen Daten mit einer akzeptablen Qualität zu übertragen.

### *Nutzung der vorhandenen Telefonleitung*

Eine Alternative zur ethernetbasierten Transportplattform bietet die Nutzung der vorhandenen Telefonleitung. Das Telefonnetz ist in den meisten Gebäuden gut ausgebaut und führt in jede Wohnung. Es liegt daher nahe, die vorhandene Infrastruktur zur Inhouse-Verteilung zu verwenden, z.B. indem am Hausanschlusskasten ein Inhouse-DSLAM (DSL-Vermittlungseinrichtungen) installiert und durch den CIS gespeist wird. In den INTs werden dementsprechend DSL-Modems installiert. Bei dieser Lösung müssen zur Inhouse-Verteilung keine zusätzlichen Kabel verlegt werden. Allerdings sind die Kosten für die DSL-Übertragungstechnik für Inhouse-Anwendungen (besonders der DSLAMs) sehr hoch.

Fraunhofer ESK arbeitet an der Konzeption einer kostengünstigen busfähigen DSL-Lösung, die es ermöglicht, die vorhandenen Telefonleitungen ohne den Einsatz von DSLAMs zu nutzen.

### *Hardware-Plattform*

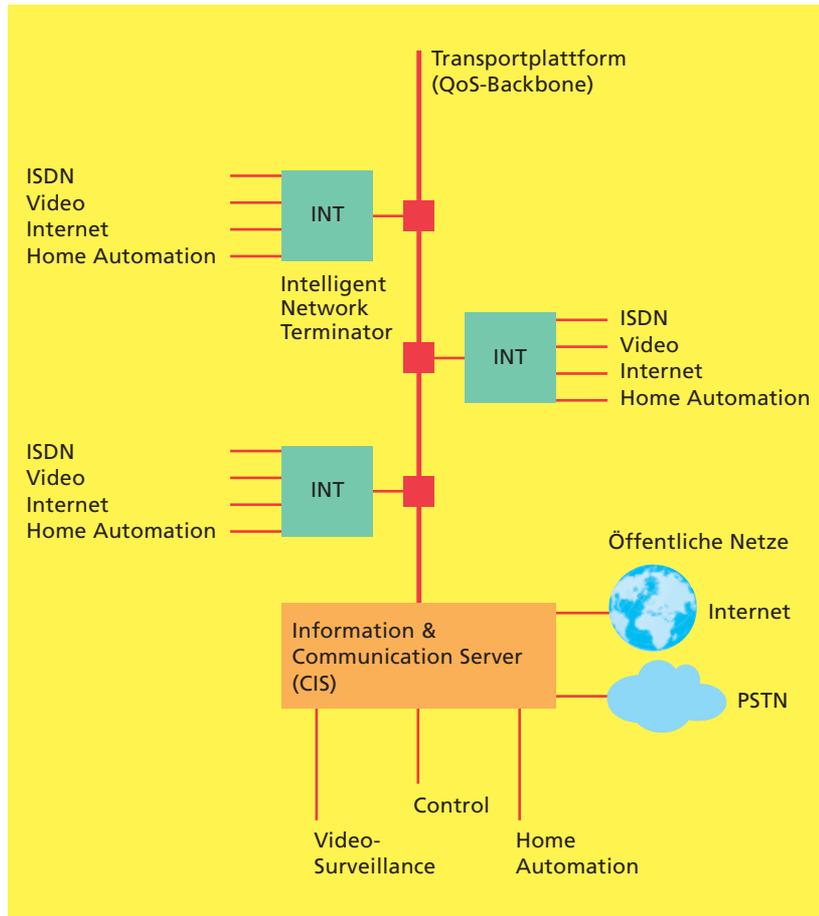
Im Rahmen des Projekts hat Fraunhofer ESK eine flexible Hardware-Plattform entwickelt, welche die Basis für die Intelligent Network Terminators (INTs) bildet und zur Umsetzung eines Demonstratornetzwerks herangezogen wird. Die Hardware-Plattform stellt das Bindeglied zwischen den verschiedenen Übertragungsstandards wie Ethernet, ISDN, Funktechnologien, European Installation Bus (EIB) und dem QoS-Inhouse-Backbone dar (siehe Abbildung auf Seite 27). Hierfür sind sowohl entsprechende Schnittstellen (Ethernet,

Universal Serial Bus – USB, seriell, parallel) erforderlich als auch Interworking-Software, um die Umsetzung der Protokolle und Dienste vorzunehmen. Als Betriebssystem wird zurzeit Linux eingesetzt.

Um eine große Flexibilität des Systems zu erreichen, wurde eine Zwei-Platinen-Lösung entwickelt. Auf der Basisplatine befindet sich ein MIPS-basierter Mikroprozessor der Firma Alchemy/AMD, der mit bis zu 400 MHz getaktet wird. Weiterhin sind auf der Basisplatine 128 MByte SDRAM, 32 MByte Flash Memory, zwei serielle Schnittstellen und eine parallele Schnittstelle (16 Bit) integriert.

Auf der Erweiterungsplatine befinden sich die Stromversorgung, zwei Ethernet-Schnittstellen und zwei USB-Schnittstellen (Host). Die USB-Schnittstellen garantieren eine universelle Verwendbarkeit, da über USB verschiedene Geräte angeschlossen werden können – z.B. ISDN, Funkmodule, Peripherie. Die Erweiterungsplatine kann für zukünftige Anwendungen ohne großen Aufwand durch eine andere Platine mit weiteren Schnittstellen – z.B. mit integriertem Ethernet Switch, ISDN oder HomePNA – ersetzt werden.

Von Vorteil sind die kleinen Abmessungen des Systems (8 cm x 10 cm x 4 cm), die hohe Performance (400 MHz) und die geringe Leistungsaufnahme (insgesamt ca. 3,2 Watt), die einen flexiblen Einsatz möglich machen.



Architektur eines Inhouse-Kommunikationssystems.

## Ergebnisse

Im Wesentlichen wurden bisher folgende Ergebnisse erzielt:

- Erarbeitung eines einheitlichen Kommunikationssystems, bestehend aus einer Dienst- und einer Transportplattform
- Entwicklung einer QoS-fähigen Transportplattform und Erstellung einer entsprechenden Simulationsumgebung
- Realisierung des Communication & Information Server (CIS) und des Intelligent Network Terminator (INT)
- Realisierung der Transportplattform auf Ethernet-Basis mit QoS-Erweiterung
- Aufbau eines Demonstrator-Gesamtsystems zur Validierung der Performance und Funktionalität
- Realisierung einer flexiblen Hardware-Plattform als Basis für unterschiedliche Aufgaben im Bereich »Embedded Communication Devices«

## Ausblick und Einsatzgebiete

Die vorgestellte Kommunikationsplattform bildet eine Grundlage für die zukünftige Netzkonvergenz im Inhouse-Bereich sowohl auf Dienst- als auch auf Transportebene. Durch den Einsatz einer einheitlichen und offenen Kommunikationsplattform werden sich in der privaten und geschäftlichen Gebäudevernetzung neue Anwendungsbereiche erschließen. Die gemeinsame homogene Infrastruktur reduziert die Kosten für die Nutzung neuer Anwendungen.

Die bisher vorgestellten Backbone-Lösungen basieren auf der drahtgebundenen Übertragung. Zukünftig wird jedoch auch die drahtlose Multi-service-Inhouse-Vernetzung eine wichtige Rolle spielen. Weitere Arbeiten von Fraunhofer ESK werden sich mit dem Einsatz hochbitratiger Funktechnologien als alleinige Backbone-Technologie oder in Kombination mit drahtgebundenen Lösungen beschäftigen.

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Rainer Steffen  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 24  
 E-Mail: [info-transp@esk.fraunhofer.de](mailto:info-transp@esk.fraunhofer.de)

## Drahtlose Ad-hoc-Netzwerke

### Ausgangssituation

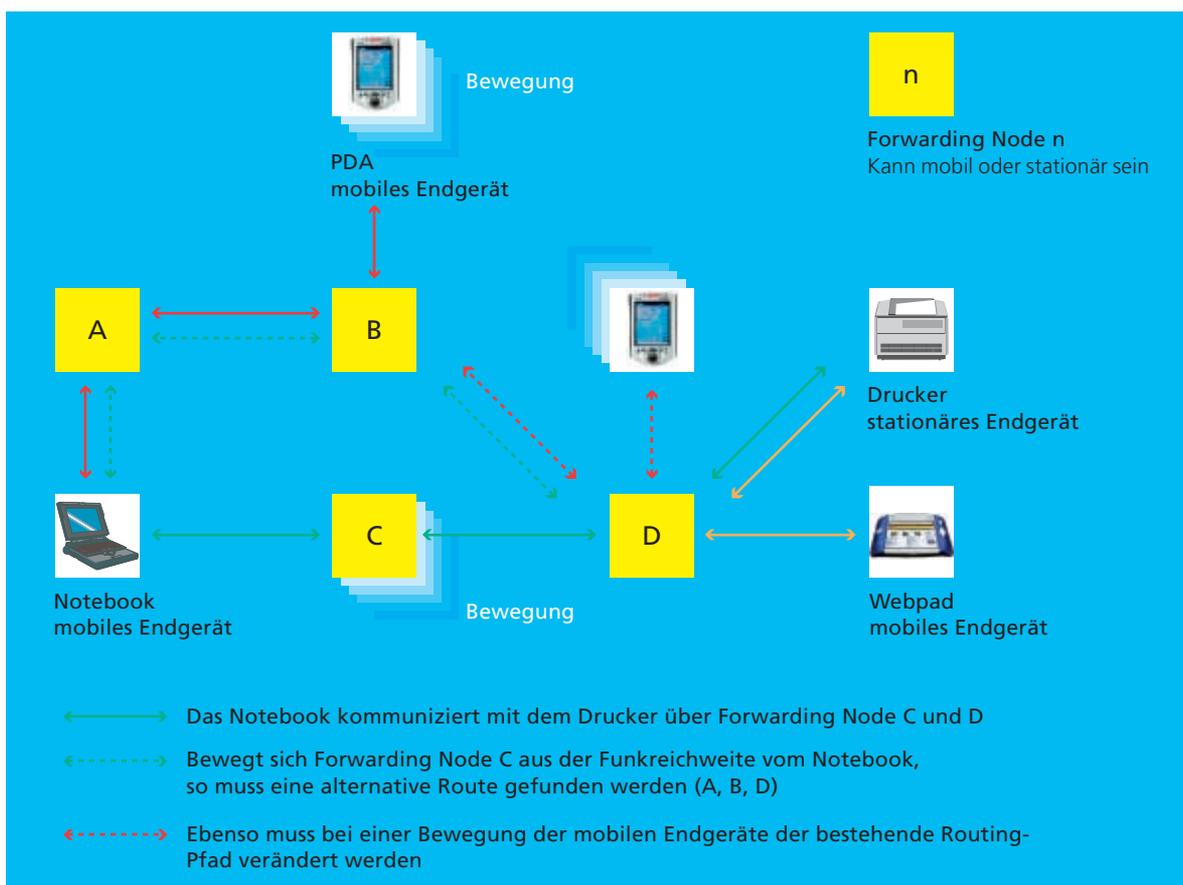
Die drahtlose und mobile Inhouse-Kommunikation erfreut sich hoher Wachstumsraten und verspricht sehr gute Zukunftsaussichten. Hierfür werden seit einigen Jahren neue Funkstandards entwickelt, die zum Teil bereits in den Markt eingeführt wurden und auf große Nachfrage stoßen. Beispiele für neue Funksysteme sind IEEE 802.11a, IEEE 802.11b (WiFi), Bluetooth, Hiperlan/2 und HomeRF.

Mit diesen Technologien ist eine einfache lokale Vernetzung von mobilen Geräten zur Datenkommunikation möglich. Von zukünftigen drahtlosen

Systemen erwartet man jedoch mehr als die einfache Datenkommunikation. Gefragt sind schlüssige Systemkonzepte und innovative Dienste (z.B. multimediale Orts- und kontextbasierte Informationsdienste), die auf bestehenden Funksystemen aufbauen, sowie eine Weiterentwicklung und Optimierung der vorhandenen Standards.

Ein Schlagwort ist in diesem Zusammenhang die drahtlose Ad-hoc-Vernetzung. Damit wird die spontane und meist temporäre Vernetzung von drahtlosen mobilen Kommunikationsgeräten bezeichnet, die in eine räumliche Nähe gebracht werden. Eine spezielle Konfiguration der Geräte – wie bei drahtgebundenen Netzen – ist bei Ad-hoc-Netzen nicht erforderlich, sondern erfolgt automatisch und bleibt dem Benutzer verborgen.

Routing in einem dynamischen Ad-hoc-Szenario.



## Zielsetzung

Ziel der Arbeiten bei Fraunhofer ESK ist es, die technologischen Grundlagen für die innovative, mobile Ad-hoc-Vernetzung im Inhouse-Bereich zu erforschen und Ergebnisse in reale Systeme umzusetzen.

Durch den Einsatz neuer Ad-hoc-Funktechnologien wie Bluetooth, IEEE 802.11a/b, Hiperlan/2 oder HomeRF können völlig neue Netztopologien gebildet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Multi-Hop-Vernetzung. Hierbei kommunizieren mehrere Geräte, die sich in einer räumlichen Nähe befinden, automatisch und ad hoc miteinander. Diese Geräte können als Forwarding Nodes (mobile Router) arbeiten und Daten weiterleiten (siehe Abbildung links). Die Wegefindung und Verwaltung in einem solchen Netz sind, aufgrund des dezentralen Ansatzes und der Mobilität der Geräte, eine besondere Herausforderung.

Zukünftige Funkssysteme sollen nicht nur Daten transportieren, sondern auch echtzeitfähige, multimediale Dienste und Anwendungen ermöglichen. Dafür muss eine hohe Dienstqualität (Bandbreite, Latenzzeit, Bitfehlerrate, Paketverlustrate) sichergestellt werden, deren Einhaltung aufgrund der Dynamik und der dezentralen Selbstverwaltung des Systems eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt.

In einem zukünftigen mobilen Ad-hoc-Szenario kommt nicht nur eine spezielle Funktechnologie zum Einsatz, es wird auch ein heterogenes Gesamtsystem verwendet, bei dem einige Geräte in der Lage sind, das Interworking zwischen den verschiedenen Funkstandards durchzuführen. Die Eigenschaften der verschiedenen Standards müssen aufeinander abgebildet und harmonisiert werden.

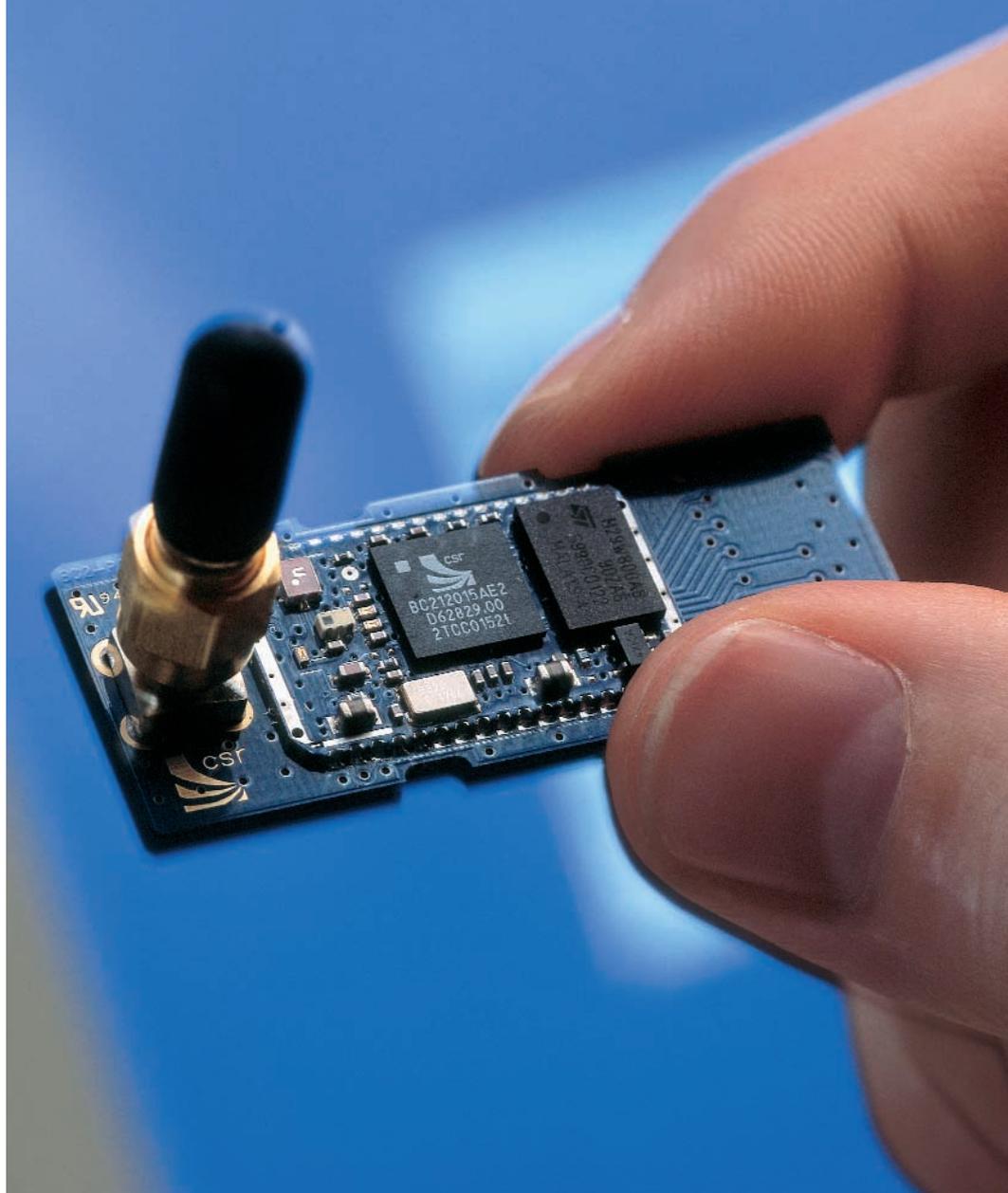
## Vorgehensweise

Um diese Ziele zu erreichen, werden bei Fraunhofer ESK Projekte durchgeführt, die sich mit der drahtlosen Ad-hoc-Vernetzung und dabei schwerpunktmäßig mit zwei Themengebieten beschäftigen.

### *Schaffung einer mobilen Infrastruktur*

Ziel ist es, eine auf mehreren Funktechnologien basierende Infrastruktur für mobile Endgeräte zu schaffen (Cooperate Network). Diese Infrastruktur bildet die Basis für die Kommunikation zwischen verschiedenen mobilen Endgeräten – wie z. B. Personal Digital Assistants (PDAs), Notebooks, Webpads oder Mobiltelefone –, die drahtlos und ohne Konfigurationseingriffe des Anwenders an das Inhouse-Netz angebunden werden können. Die Infrastruktur besteht aus mehreren ad hoc miteinander vernetzten Forwarding Nodes. Diese sind in der Lage, mit mehreren Geräten gleichzeitig Verbindung aufzunehmen und bei Bedarf Daten von einem beliebigen Gerät zu einem anderen weiterzuleiten. Dadurch wird die Kommunikation zwischen räumlich weit voneinander entfernten Endgeräten ermöglicht (Multi-Hop-Netzwerk).

Um die Kommunikation in einem solchen Netz zu steuern, werden so genannte adaptive Routing-Verfahren benötigt. Diese müssen in der Lage sein, auf dynamische Änderungen der Netztopologie, der zur Verfügung stehenden Link-Bandbreite und des Datenaufkommens zu reagieren. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass geeignete Wege durch das Netz gewählt werden und die Daten den Empfänger nicht nur erreichen, sondern darüber hinaus die Dienstgüte-Anforderungen (Quality of Service – QoS) der Anwendungen – z. B. bezüglich Datenrate und Verzögerung – eingehalten werden können.



Das Bluetooth-Model ermöglicht die spontane Vernetzung von unterschiedlichen Übertragungssystemen.

### *Drahtlose Übertragung von Videostreams*

Der zweite Themenkomplex beschäftigt sich mit der Übertragung von Videostreams über Bluetooth. In Kooperation mit dem Heinrich-Hertz-Institut und dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM wird ein Multichip-Modul entwickelt, das aus einem MPEG-4-Coder und einem Bluetooth-Modul besteht. Um Videodaten über Bluetooth übertragen zu können, müssen bestimmte Dienstgüteparameter wie Datenrate und Latenzzeit garantiert werden, damit die Qualität der Videoverbindung für den Nutzer akzeptabel ist. Videodienste sollten dabei ad hoc erkannt und genutzt werden können. Um dies zu ermöglichen,

wird ein Konzept einer erweiterten Dienstarchitektur erstellt, und geeignete Bestandteile dieses Konzepts werden in Bluetooth integriert. Den mobilen Anwendern sollen eine einfache Lokalisierung und ein einheitlicher Zugriff auf die Videodienste ermöglicht werden.

Je nach Anforderung ist für eine bzw. mehrere Videoübertragungen über Bluetooth eine Steigerung der Übertragungsrate erforderlich. Um Bluetooth in diesem Punkt weiterzuentwickeln, werden durch theoretische und simulative Betrachtungen Konzepte und Verfahren erforscht, die zu einer Steigerung der spektralen Effizienz führen.

## Ergebnisse

### *Prototyp: Bluetooth Forwarding Node*

Der Forwarding Node ermöglicht zum einen die Kommunikation innerhalb eines Bluetooth-Netzes zwischen mehreren Endgeräten. Zum anderen ist mit ihm die Multi-Hop-Kommunikation über die Grenzen eines Bluetooth-Netzes hinweg möglich. Die Bluetooth Forwarding Nodes dienen als Basis für den Aufbau großflächiger Ad-hoc-Netzwerke.

### *Simulationsumgebung: Bluetooth Forwarding Node*

Zur funktionalen Auswertung von Routing- und Selbstorganisationsverfahren sowie zur Performance-Bewertung wird eine modulare Simulationsumgebung aufgebaut. Hauptbestandteil dieser Umgebung ist die simulative Nachbildung von Bluetooth Forwarding Nodes und Routing-Lösungen. Die Simulationsumgebung ist offen gestaltet und wird schrittweise um neue Fähigkeiten (Funkverfahren, Routing-Algorithmen, Fehlermodelle, Mobilitätsmodelle, Dienste etc.) erweitert.

### *Demonstrator: Live-MPEG-4 über Bluetooth*

Der erstellte Demonstrator ermöglicht die Codierung und drahtlose Übertragung eines MPEG-4-Videostreams über Bluetooth in Echtzeit. Der Demonstrator dient zugleich als Test- und Entwicklungsplattform und wird in der Leistungsfähigkeit ständig erweitert.

### *Konzeption: Dienstarchitekturen*

Anforderungen für zukünftige Dienstarchitekturen großflächiger, heterogener und mobiler Ad-hoc-Netzwerke wurden analysiert und eine Lösungsmöglichkeit konzipiert, die in die zukünftigen Arbeiten einfließen wird.

### *Simulation: Übertragungstechnik von Bluetooth*

Mithilfe der erstellten Simulationsumgebung lässt sich das übertragungstechnische Verhalten analysieren, sodass Untersuchungen zur Steigerung der Übertragungsraten durchgeführt werden können.

Neben den oben genannten Aspekten wird sich Fraunhofer ESK zukünftig intensiv mit der Sicherung der Dienstqualität (QoS) und der effizienten und sicheren Sprachübertragung in Multi-Hop-Netzen sowie dem Interworking unterschiedlicher Netze und Dienste beschäftigen. Um bestehende und zukünftige Konzepte der Sprach- und Datenübertragung zu implementieren und praxisrelevant untersuchen zu können, wird bei Fraunhofer ESK ein Forschungs- und Testnetz aufgebaut.

## Ausblick und Einsatzgebiete

Die drahtlose Ad-hoc-Kommunikation ist ein neues Forschungsgebiet. In den Bereichen Funk- und Vernetzungstechnologie und Dienste und Applikationen rechnet man in Zukunft mit einem hohen Innovationspotenzial. Allgegenwärtige Funklösungen, die an jedem Ort und zu jeder Zeit drahtlose Kommunikation ermöglichen, liegen im Trend. Dabei werden verschiedene Funksysteme wie z.B. WLAN, Bluetooth, GSM und UMTS als kooperierende Systeme zum Einsatz kommen. Im Mittelpunkt der Entwicklungen steht dabei die Bemühung, den Bedürfnissen des Benutzers gerecht zu werden.

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Rainer Steffen  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 24  
 E-Mail:  
 info-adhoc@esk.fraunhofer.de

## Software-Dienstleistungen für offene Kommunikationsplattformen

### Ausgangssituation

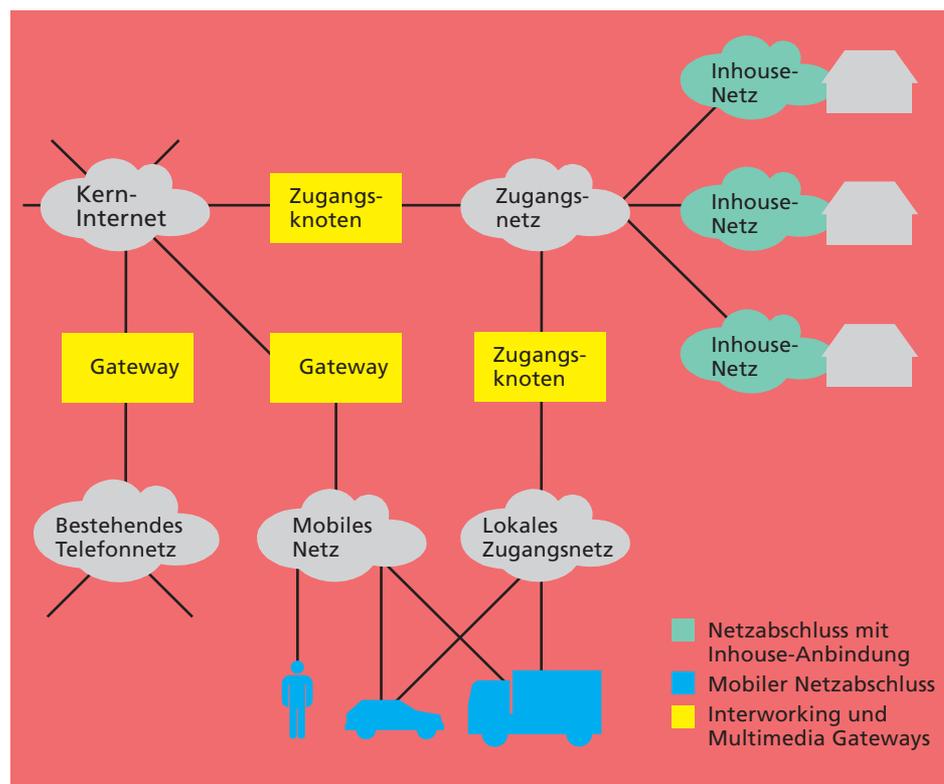
In aktuellen Kommunikations- und Informationsnetzen werden verschiedene Technologien parallel verwendet. Für die Realisierung definierter Anwendungen sind unterschiedliche Netze zugeschnitten. Beispiele hierfür sind ISDN für Telekommunikationsdienste (Telephonie, Videotelephonie), GSM als Mobilfunknetz oder Kabelnetze für die Audio- und Videoverteilung. Nachteile dieser komplexen heterogenen Netze sind hohe Betriebskosten und mangelnde Flexibilität bei der Realisierung neuer netzübergreifender Dienste und Anwendungen.

Das Internet bietet aufgrund seiner einheitlichen Plattform durch das zugrunde liegende Internet-Protokoll (IP)

hier einen neuen Ansatz, da alle Internet-Anwendungen geschlossen auf nur einem Protokoll basieren. Heute dient die Internet-Technologie in erster Linie datenorientierten Anwendungen (World Wide Web, File Transfer, E-Mail) als Basis. Durch neue Ansätze wie IP-Telephonie oder Multimedia-Kommunikation soll das Internet zukünftig zu einer offenen Multiservice-Kommunikationsplattform weiterentwickelt werden.

Allerdings vollzieht sich diese Entwicklung nicht sprunghaft, sondern als stetiger Prozess mit vielen Zwischenschritten. Um die Umwandlung verschiedener Netztechnologien zu offenen Kommunikationsplattformen voranzutreiben, ist die Realisierung flexibler Schnittstellen erforderlich. Diese erlauben es, heterogene Netze miteinander zu verbinden und Dienste und Anwendungen flexibel abzubilden. Solche Schnittstellen können z.B. als Zugangsknoten, Netzabschluss oder Gateway realisiert werden.

Zukünftiges Kommunikationsszenario in heterogenen Netzen.



## Zielsetzung

Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bei Fraunhofer ESK ist die flexible softwarebasierte Realisierung von Architekturen und Schnittstellen für offene Kommunikationsplattformen. Dafür werden im Rahmen von Projekten verschiedene Dienstleistungen angeboten. Das Entwicklungsspektrum reicht von Vorabsimulationen und Performance-Analysen über die Systemkonzeption und Software-Designs bis hin zu Implementierung, Test und Optimierung von Kommunikationssoftware.

## Vorgehensweise und Realisierung

Im Rahmen von Einzelprojekten werden für Industriekunden unterschiedliche Software-Projekte durchgeführt. Im Folgenden werden einzelne Beispielszenarios aufgeführt.

### *Durchführung von Vorabsimulationen und Performance-Analysen für Media Gateways*

Kommunikationsapplikationen stellen neben den Netzanforderungen für eingesetzte Hardware- und Software-Architekturen der Systemkomponenten (z.B. Media Gateways) sehr unterschiedliche Ansprüche hinsichtlich Lastverhalten und Leistungsanforderungen. Multimediale Daten bestehen beispielsweise aus isochronen Strömen einzelner Pakete, die in der Regel über eine Systemkomponente, z.B. ein Gateway, transportiert bzw. auch auf einer Komponente verarbeitet werden. Bezüglich der Abarbeitung besitzen sie gewisse Dienstgüteanforderungen an die zugrunde liegende Architektur – z.B. Durchsatz, Latenzzeit.

Andere informationsorientierte Applikationen, wie z.B. Management-Software, benötigen eher kurzzeitig eine

hochpriorisierte Abarbeitung. Bereits in der Planungsphase von Hardware-/ Software-Architekturen für Kommunikationssysteme ist es sinnvoll, Aussagen über das Lastverhalten einzelner Prozesse zu gewinnen, um so die kostenoptimierte Auslegung einer Komponente (z.B. bestehend aus CPU, Bus-Systemen, Betriebssystem) zu konzipieren. Mithilfe vorab durchgeführter Simulationen können verschiedene Lastszenarien getestet werden und die Ergebnisse in das Design von Komponenten einfließen.

### *Design und Implementierung von Software für die IP-Kommunikation*

Bei der IP-Kommunikation werden Sprach- und Multimedia-Daten in Form einzelner IP-Pakete über Netze und Systemkomponenten transportiert. An der Schnittstelle zu anderen Netzen – z.B. dem bestehenden ISDN-Netz – sorgen Kommunikationsprozessoren für die Umsetzung zwischen traditioneller und paketbasierter IP-Übertragung. Für Letztere sind spezielle Software-Module erforderlich, die anwendungsnahe Echtzeit-Transportprotokolle (RTP, RTCP) umsetzen. Diese werden von der funktionellen Spezifikation über das Software-Design bis hin zu Implementierung, Test und Optimierung für Industriepartner realisiert.

### *Erstellung von Software-Modulen für Netzprozessoren*

Die Verarbeitung der Daten in offenen Kommunikationssystemen stellt – speziell bei hochbitratigem Datentransport im Core-Netz-Bereich – hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Architekturen eingesetzter Systemkomponenten (Router, Gateways etc.). Da jedoch in zunehmendem Maße auch Flexibilität gefragt ist, sind neue Lösungen erforderlich. Netzwerkprozessoren (NPU) stellen hier einen Ansatz dar, der Performance durch

optimierte Architektur und Flexibilität durch Software-Programmierung zur Verfügung stellt.

Die Programmierung der NPUs unterscheidet sich aufgrund ihrer an die Aufgabenstellung angepassten Architektur von der Programmierung herkömmlicher »Allround«-Prozessoren. NPUs besitzen neben einem programmierbaren Core-Prozessor, der in erster Linie Management-Aufgaben übernimmt, zusätzliche so genannte Kanalprozessoren. Diese sind, meist noch über spezielle Codierung, ebenfalls programmierbar und erlauben gleichzeitig einen effektiven Datentransport. Speziell für die Programmierung der Kanalprozessoren werden Lösungsansätze simuliert, erprobt und realisiert.

### Software-Entwicklung für die Inhouse-Kommunikation

Ein wichtiger Trend bei der Bildung offener Kommunikationssysteme ist die Etablierung von Inhouse-Netzen. Mit ihnen sollen künftig Teilnehmer in Gebäuden flexibel auf vielfältige Kommunikations- und Informationsdienste und -anwendungen zugreifen können. Neben der physikalischen Vernetzung sind im Inhouse-Bereich dafür ebenfalls intelligente Netzkomponenten erforderlich. Derzeit zeichnet sich ein deutlicher Markttrend für Produkte wie Residential Gateways, Home Gateways oder auch Business Gateways ab.



Prinzip einer offenen Kommunikationsplattform.

Für die Dienst- und Anwendungsrealisierung werden von Fraunhofer ESK Software-Entwicklungsarbeiten für Inhouse-Plattformen durchgeführt. Beispiele dafür sind die Einbindung von Sprachdiensten (z.B. Voicebox) oder die anwendungsorientierte Anbindung von Netzen für die Heimautomatisierung (z.B. European Installation Bus – EIB) in IP-Netze.

### Ergebnisse und Einsatzgebiete

Ergebnisse aus bisherigen Forschungsarbeiten im Rahmen einzelner Projekte sind:

- Last- und Performance-Untersuchungen für Multimedia Gateways
- Software-Lösungen für die IP-Kommunikation in Multimedia Gateways
- IP over SDH-Software für Netzprozessoren
- Ethernet over Powerline-Software-Treiber
- Software für den flexiblen Zugriff auf EIB-Heimautomatisierungsnetze über ein Home Gateway

### Ausblick

Der Aufbau von Multiservice-Plattformen und -netzen steht erst am Anfang. Es ist abzusehen, dass in den nächsten Jahren heterogene Vernetzungslösungen vorherrschend bleiben. Der Übergang zu offenen Kommunikationsplattformen, bei denen verschiedene Applikationen netzunabhängig realisierbar sind, wird sich als Evolution aus den bestehenden Systemen vollziehen, da neben der technischen Erforschung und Entwicklung auch ökonomische Gesichtspunkte eine Rolle spielen.

### Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Mike Heidrich  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 77  
 E-Mail: info-oks@esk.fraunhofer.de

## Automobilkommunikation – Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur

### Ausgangssituation

Kommunikation, Informationsversorgung und Mobilität spielen eine zunehmend wichtige Rolle. Dies ist u.a. ein Grund dafür, dass Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik verstärkt auch in Automobilen Einzug finden. Aus technischer Sicht stellt dieser Trend eine große Herausforderung dar, da beide Gebiete eine sehr unterschiedliche Entwicklung hinter sich haben. Die Automobiltechnik definiert aufgrund sehr hoher Sicherheitsanforderungen hohe Qualitätsstandards. Die Informations- und Kommunikationstechnik hingegen ist eine junge und sehr dynamische Branche, deren Qualitätsniveau für einen Einsatz in Automobilen zum Teil noch angehoben werden muss. Gelingt diese herausfordernde Integration beider Technologien, ergeben sich Marktchancen für eine Vielzahl von Branchen und Firmen.

Dem Bereich Informations- und Kommunikationstechnik für Automobile wird von namhaften Marktforschungsinstituten ein starker Zuwachs prognostiziert. Beispielsweise schätzt UBS Warburg das Marktvolumen für automobiler Telematiklösungen in Europa im Jahr 2010 auf 13,5 Mrd US-\$.

### Zielsetzung

Am Anfang der Forschungen stand die Analyse und Aufarbeitung des umfangreichen Gebiets der Automobilkommunikation. Für die Erforschung und Entwicklung neuer Ansätze war es zunächst notwendig zu untersuchen, welche Anwendungsszenarios im

Automobilbereich sinnvoll sind und welche Technologien für Anwendungen bereits zur Verfügung stehen. Aufbauend auf den gesammelten Ergebnissen, sollten Entwicklungstrends ermittelt werden, die für weiterführende Forschungsarbeiten maßgeblichen Einfluss besitzen.

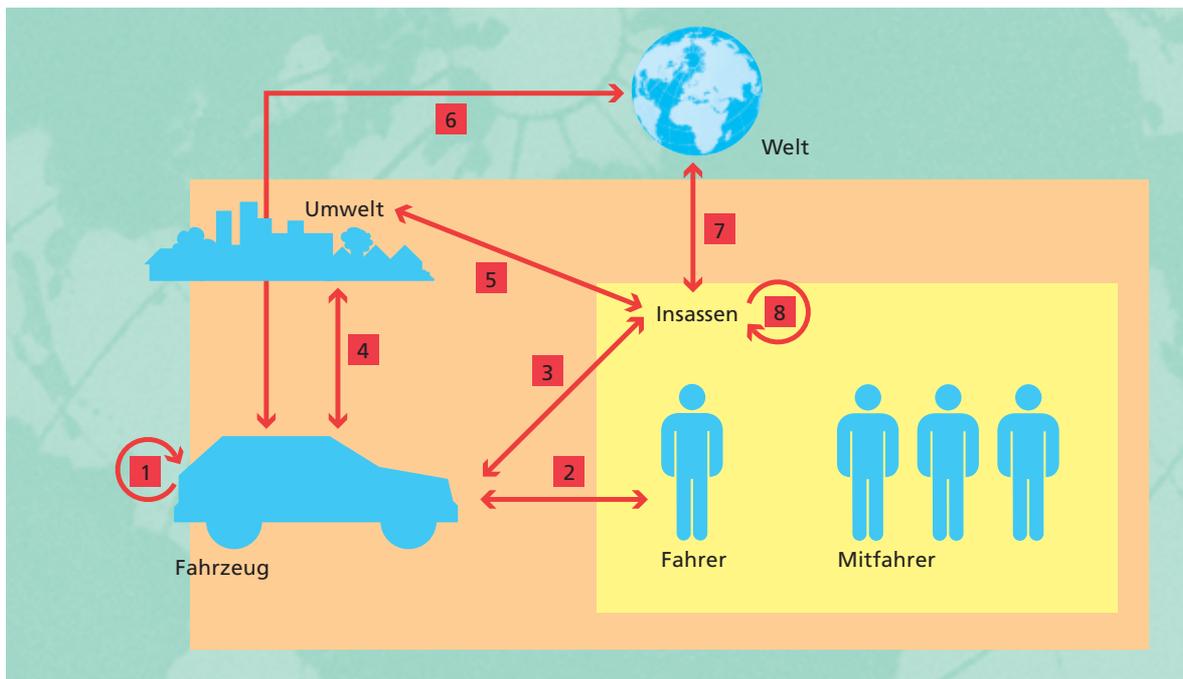
Die Automobilkommunikation wurde dabei in drei wesentlichen Bereichen untersucht:

- Neue Ansätze für fahrzeuginterne Informationsverarbeitung
- Vernetzung im Umfeld von Fahrzeugen
- Anbindung an globale Informations- und Kommunikationsnetze

Bei der Entwicklung neuer Systeme für die Automobilkommunikation konnte Fraunhofer ESK sein bereits bestehendes Wissen einbringen. Eine Reihe von Systemansätzen und Technologien konnte aus anderen Bereichen adaptiert werden, z.B. aus der Inhouse-Kommunikation. Für einen solchen Technologietransfer wurden Konzepte erarbeitet. Beispiele für adaptierbare Systemkonzepte sind der Einsatz von offenen Kommunikationsplattformen in Fahrzeugen oder die Verwendung von mobilen Ad-hoc-Netzwerken für fahrzeugspezifische Dienste und Anwendungen.

### Vorgehensweise

Im Rahmen einer Studie der Fraunhofer-Gesellschaft wurde die Informations- und Kommunikationstechnik in Automobilen untersucht und aufbereitet. Die Studie mit dem Titel »Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur« zeigt in einem ersten Abschnitt zukünftig relevante Anwendungsszenarios für Informa-



Anwendungsszenarios bei der Kommunikation in Fahrzeugen.

tions- und Kommunikationstechnik in Automobilen. Weiterhin erfolgt eine Zusammenfassung des aktuellen Stands der Technik. Eine abschließende Bewertung untersucht die Realisierbarkeit der Anwendungsszenarios mit verfügbaren technischen Lösungen und deckt die Marktchancen für neue Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf.

Die Analyse der Anwendungsszenarios war der Ausgangspunkt für die Untersuchung des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnik in Automobilen.

Im Wesentlichen sind acht Kommunikationsbeziehungen der Automobilkommunikation zu nennen, in die sich verschiedene Anwendungen einordnen lassen (schematische Darstellung siehe Abbildung oben):

*1. Fahrzeuginterne Kommunikation*  
X-by-Wire-Technologien, Zünd- und Sensorbusse, Motormanagement

*2. Kommunikation des Fahrers mit dem Fahrzeug*  
Fahrerassistenzsysteme, aktive Fahrerunterstützung

*3. Kommunikation der Insassen mit dem Fahrzeug*  
Komforteinstellungen, Unterhaltungsanwendungen, Zugangssysteme (elektronischer Autoschlüssel)

*4. Kommunikation des Fahrzeuges mit der Umwelt*  
Erfassung der direkten Fahrzeugumgebung über Sensorik, Vernetzung von Fahrzeugen untereinander, z. B. zur Kollisionsvermeidung

*5. Kommunikation der Insassen mit der Umwelt*  
Ortsbezogene Informationsdienste z. B. an Tankstellen oder in Parkhäusern, Mobile Commerce (Hotelbuchung, Parkplatzreservierung etc.)

*6. Kommunikation des Fahrzeuges mit der Welt*  
Globale Verkehrsleitsysteme, entfernte Inspektion und Fehleranalyse

*7. Kommunikation der Insassen mit der Welt*  
Internet-Zugang, nahtlose Kommunikations- und Informationsdienste (Telefonie, Messaging, Electronic Mail)

*8. Kommunikation der Insassen untereinander*  
Privat-PKW: Unterhaltung, z. B. vernetzte Spiele; Dienst-PKW: Mobile Office

Für die Realisierung unterschiedlicher Anwendungen stehen bereits verschiedene Basistechnologien zur Verfügung bzw. befinden sich in der Entwicklung. Eine Reihe von Technologien – wie z. B. CAN, MOST oder byteflight – wurde gezielt für den Einsatz in Automobilen konzipiert.

Weitere Technologien werden aus anderen Bereichen für den Einsatz in Automobilen adaptiert, z. B. Bluetooth, Wireless LANs, GSM/UMTS, Java oder OSGi. In einer Bewertung wurde untersucht, inwieweit sich zukünftige Anwendungsszenarios mit bestehenden Technologien realisieren lassen. Darauf aufbauend werden verschiedene Ansätze für die Entwicklung von neuen bzw. die Weiterentwicklung von bestehenden Technologien für die Automobilkommunikation erarbeitet.

## Ergebnisse

Im Rahmen der Bearbeitung der Studie »Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur« konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Definition von zukünftigen Anwendungsszenarios für Informations- und Kommunikationstechnik in Automobilen
- Analyse und Bewertung existierender Technologien hinsichtlich der Realisierung zukünftiger Anwendungsszenarios
- Analyse der Marktchancen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Automobilkommunikation und Verifikation anhand eines Industrieworkshops
- Konzept für den Transfer bestehender Ergebnisse auf den Bereich Automobilkommunikation

## Ausblick und Einsatzgebiete

Der Einsatz von Kommunikations- und Informationstechnik für verschiedene Anwendungsszenarios im Automobilbereich steht heute erst am Anfang einer vielversprechenden Entwicklung. Neben der Qualität der Technologien und Produkte entscheidet letztendlich auch die Akzeptanz des Marktes und der Verbraucher über den Erfolg. So ist es schwierig zu prognostizieren, welche Anwendungen und Technologien in Zukunft bestimmend sein werden.

Zukünftig absehbare Entwicklungen, an deren Umsetzung Fraunhofer ESK beteiligt ist, sind:

### *Flexibler breitbandiger Netzzugang für Automobile:*

Mobilfunknetze, wie z. B. GSM, bieten für den mobilen Datenzugang zu globalen Netzen wie dem Internet nur geringe Datenraten, sodass viele Dienste nicht oder nur schwer realisierbar sind. Bessere Möglichkeiten eröffnen sich durch neue Mobilfunkstandards wie GPRS oder UMTS. Aufgrund der Luftschnittstelle sind bei hohen Geschwindigkeiten dem Erreichen bestimmter Datenraten physikalische Grenzen gesetzt. Zukünftige drahtlose Netzzugänge müssen sich flexibel an die für die aktuelle Situation – z. B. Standbetrieb, Hochgeschwindigkeitsfahrt – verfügbaren Datenraten anpassen und Dienste und Anwendungen darauf einstellen.

### *Lokale Vernetzung im Umfeld des Fahrzeugs:*

Durch den Einsatz drahtloser lokaler Netze könnten zukünftig Fahrzeuge mit ihrer unmittelbaren Umgebung vernetzt werden. Dies ermöglicht zusätzliche Anwendungen, wie z. B. ortsabhängige Informationsdienste in Werkstätten und Tankstellen (Location-

based Services). Als Basis dafür dienen so genannte drahtlose Ad-hoc-Vernetzungstechniken, die einen schnellen und flexiblen Aufbau von lokalen Funknetzen erlauben und so die Grundlage für ortsabhängige Dienstplattformen bilden.

### *Kommunikationsplattformen für Fahrzeuge:*

Fahrzeuge werden auch in Zukunft eine Vielzahl verschiedener Netze besitzen, die spezielle Aufgaben erfüllen, wie z. B. elektronische Unterhaltung. Darüber hinaus sind sie über den externen Zugang lokal oder global vernetzt. Kommunikationsplattformen dienen dazu, alle verschiedenen Netze miteinander zu verknüpfen und Kommunikations- und Informationsanwendungen netzunabhängig zu realisieren. Dieser Trend, der in der Inhouse-Kommunikation z. B. durch Residential Gateways bereits zu erkennen ist, wird zukünftig für die Automobilkommunikation eine wesentliche Rolle spielen.

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Mike Heidrich  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 77  
 E-Mail: info\_car@esk.fraunhofer.de

# Abteilung Systementwicklung

Leiter: Dipl.-Ing. Gerri Körner

Im Zeitalter moderner Kommunikationstechnik müssen in immer kürzeren Abständen neue Übertragungsverfahren auf unterschiedlichen Medien, neue Protokolle, Dienste und Anwendungen auf den Markt gebracht werden. Nur durch den Einsatz modernster Techniken für das Rapid Prototyping, wie z.B. »Design Reuse« oder modulare Soft- und Hardware-Konzepte, kann mit den relativ kurzen Innovationszyklen Schritt gehalten werden.

Der Schwerpunkt der Arbeiten der Abteilung Systementwicklung und Prototypen liegt in der Realisierung von Telekommunikationssystemen. In der Vergangenheit wurden vor allem im Bereich Teilnehmeranschluss Modems für den hochbitratigen Internet-Zugang – Integrated Access Devices (IADs) – mit integrierter Sprachkommunikation als Demonstratoren und Prototypen entwickelt. Weitere Beispiele für Forschungsarbeiten sind die Übertragung von Internet-Protocol-Daten (IP) über Digital European Cordless Telephony (DECT), hochqualitative Videoübertragung über glasfaserbasierte ATM-Netze (Asynchronous Transfer Mode) oder die Entwicklung von Protokollfunktionen für das Netzinterworking.

Erfahrungen auf verschiedenen Teilgebieten zurückgegriffen werden.

Moderne Prozessorarchitekturen – wie z.B. Mikrocontroller von ARM, Motorola oder Intel und Digitale Signalprozessoren (DSPs) z.B. von Texas Instruments – und die dazugehörigen Speicher- und Bus-Systeme stellen vor allem bei hohen Frequenzen eine große Herausforderung an Board-Design und Layout. Wenn bereits zum Zeitpunkt des Layouts eine enge Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern erfolgt, führt dies zu erheblichen Kostenersparnissen durch Outsourcing und begünstigt eine optimale Anpassung für die spätere Fertigung der Baugruppen.

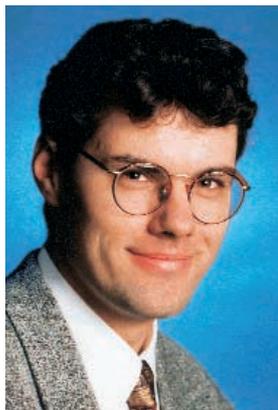
Die Realisierung von Systemfunktionalitäten auf meist mechanisch kleinen und kostenoptimierten Baugruppen wird als »Embedded Systems« bezeichnet. Diese werden anwendungsspezifisch entwickelt und setzen sich nicht aus Standardkomponenten zusammen, wie dies z.B. bei einem PC der Fall ist.

Die Abteilung ist in zwei Fachbereiche untergliedert, die sich überwiegend mit der Hardware- (Embedded Systems) und der dazugehörigen Software-Entwicklung (Embedded Software) beschäftigen.

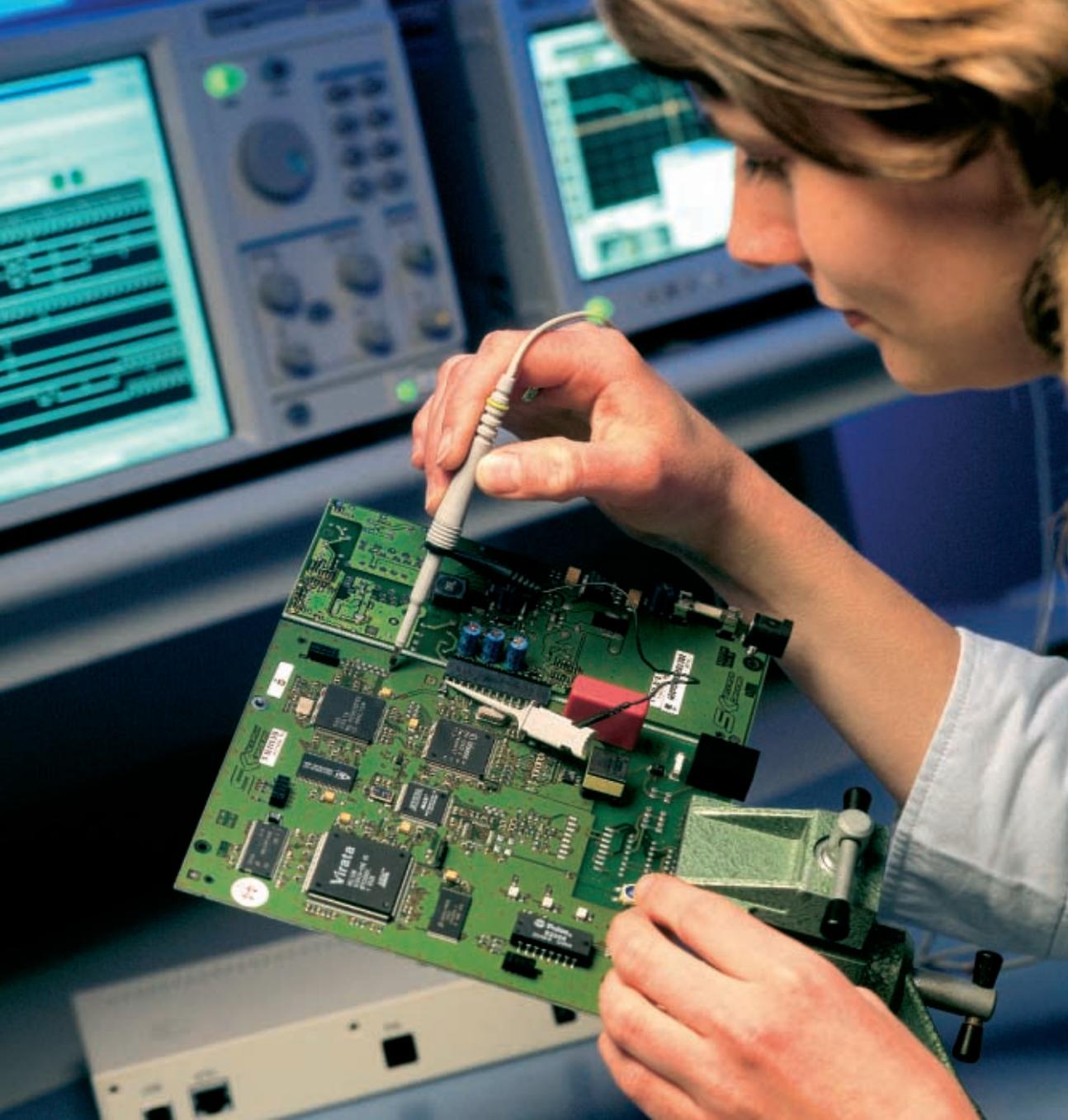
## Embedded Systems

Schwerpunkt des Fachbereichs »Embedded Systems« ist die Umsetzung von Kommunikationsgeräten bzw. deren Teilfunktionen auf Board-Ebene. Hierfür kann auf umfangreiche

Kommunikationssysteme zeichnen sich vor allem durch ihre unterschiedlichen Schnittstellen aus. Die Wiederverwertung von modular einsetzbaren Unterfunktionen hilft dabei die Entwicklungszeiten zu verkürzen. Als Beispiele für Datenschnittstellen sind hier 10/100 BaseT Ethernet, USB oder ATM 25/622 sowie für Sprache ISDN  $S_0$  oder POTS (Plain Old Telephone System) zu nennen. Um in Teilbereichen maximale Flexibilität und Performance zu erreichen, kommen insbesondere Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) und Complex Programmable Logic Devices (CPLDs) zum Einsatz. Die Verwendung einer Hochsprache wie VHDL (Very High Speed Integrated Circuits Hardware Description Language) macht es möglich, auch in diesem Fall Funktionsblöcke in unterschiedlichen Designs weiterzuverwenden.



Dipl.-Ing. Gerri Körner



Im Labor der Abteilung Systementwicklung prüft eine Mitarbeiterin eine Platine.

Die Integration von ganzen Systemen und den dazugehörigen Prozessoren mit entsprechender Software auf einem programmierbaren Chip (System on a Programmable Chip – SoPC) ist einer der vielversprechendsten Trends zur Optimierung des Rapid Prototyping in der Zukunft. Hierzu wurden erste Ansätze in konkreten Projekten realisiert. Ziel ist es, bereits bestehende Methoden des Designs zu erweitern und den neuen Möglichkeiten anzupassen.

Ein weiterer Teilbereich der Arbeiten der Abteilung Systementwicklung und Prototypen liegt in der Stromversorgung der Baugruppen und Unterfunk-

tionen als modularer Ansatz. Insbesondere bei Modemsystemen, die sowohl über lokale Versorgung als auch über Fernspeisung betrieben werden können, sind die Reduzierung des Leistungsverbrauchs und die Optimierung des Wirkungsgrads ein wichtiger Aspekt.

Bei der Entwicklung der Embedded Systems wird besonders auf den Test aller Funktionen, die Fertigungsoptimierung und die Zulassung der Baugruppen geachtet. Durch Änderung der Normen in jüngster Zeit ist vor allem der Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) mehr und mehr in den Vordergrund getreten. In

Zusammenarbeit mit externen Partnern wird die Einhaltung der Standards nach CE für Produktsicherheit, EMV und ESD der Prototypen gewährleistet.

### Embedded Software

Die Umsetzung von Systemfunktionen, Protokollen sowie Steuerung und Management ist Schwerpunkt der Aufgaben des Fachbereichs »Embedded Software«. Das Spektrum der Arbeiten reicht von hardwarenahen »low level«-Treibern für die unterschiedlichen Komponenten des Systems bis hin zum Management für integrierte Web-

Server. Hauptvoraussetzungen für eine erfolgreiche und zielorientierte Entwicklung sind Flexibilität, Erweiterbarkeit und die bereits erprobte Unterstützung von wesentlichen Grundfunktionen und Protokollen durch das eingesetzte Betriebssystem. Die optimale Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen wie Speicher (SRAM, SDRAM, Flash) und Central Processing Unit Performance (CPU) ist ein weiterer wesentlicher Aspekt, der dazu geführt hat, dass neben einfachen eigenen Entwicklungen auf VxWorks und eCos zurückgegriffen wurde. Für Signalprozessoren bieten leistungsoptimierte »scheduler« die Möglichkeit, maximale Performance zu erreichen, ohne jedoch auf wesentliche Funktionen zur Steuerung verzichten zu müssen. Mithilfe der Einbindung von vorgefertigten Codecs zur Sprachverarbeitung in eigene Projekte lässt sich die Entwicklungszeit weiter wesentlich reduzieren.

Vor allem im Bereich Software-Design stellen die einfache Portierbarkeit und die Wiederverwendung von Software-Modulen und -Treibern einen wesentlichen Faktor zur Verkürzung der Entwicklungszeiten dar. Weitere Kompetenzbereiche der Abteilung Systementwicklung und Prototypen sind – neben den Betriebssystemen und Prozessorplattformen – die Umsetzung von Protokollfunktionen und Protokollinterworking, das Systemmanagement (SNMP) und die Systemsteuerung.

## Abteilungsleitung

Dipl.-Ing. Gerri Körner  
 Telefon: +49 (0) 89/54 70 88-3 33  
 Fax: +49 (0) 89/54 70 88-2 25  
 E-Mail:  
 gerri.koerner@esk.fraunhofer.de

## Universelles SHDSL-Modem für integrierte Sprach- und Datenkommunikation

### Ausgangssituation

Für die effiziente Nutzung von Internet-Diensten ist eine so genannte Breitband-Zugangstechnik wie die Digital-Subscriber-Line-Technologie (DSL) notwendig. Diese erlaubt es Netzbetreibern, den Endkunden einen gegenüber analogen Verfahren bzw. ISDN um bis zu 30-mal schnelleren Zugang zum Internet kostengünstig anzubieten. Parallel zur aktuellen Entwicklung der DSL-Technik für reine Datenanwendungen besteht der Wunsch nach Integration von Sprach- und Datendiensten. Eine der wesentlichen Forderungen an die dafür notwendigen Zugangsendgeräte ist daher neben dem Kostenfaktor die flexible Erweiterbarkeit für Protokolle und Applikationen. Aus diesem Grund muss die Möglichkeit gegeben sein, neue Leistungsmerkmale per Fernwartung schnell und zuverlässig zu realisieren, ohne das installierte Gerät austauschen zu müssen.

Integrated Access Devices (IADs) verbinden die Forderung nach der Integration von Daten- und Sprachschnittstellen in einem Gerät mit einer flexiblen, universellen Prozessorplattform zur Realisierung der notwendigen Software-Funktionalitäten.

### Zielsetzung

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines multifunktionalen IAD. Durch eine universelle Hardware sollen Applikationen für Sprach- und Datendienste unterstützt werden. Für eine spätere kosteneffiziente Wartung des Geräts wie auch für zusätzliche Software

Updates musste das zu entwickelnde Gerät die Option einer Fernwartung bieten. Die Übertragung der Sprachdaten einerseits mittels VoIP (Voice over Internet Protocol), VoATM (Voice over Asynchronous Transfer Mode) oder VoTDM (Voice over Time Division Multiplex) sollte ausschließlich durch Software-Modifikationen, d.h. hardware-unabhängig, konfigurierbar sein. Darüber hinaus war bereits während der Entwicklungsphase des Prototypen die spätere wirtschaftliche Fertigung des Geräts zu berücksichtigen.

### Vorgehensweise und Realisierung

Die hardwaretechnische Umsetzung der vielfältig gestellten Anforderungen an das IAD erforderte den Einsatz eines hochintegrierten Hardware-Designs in Verbindung mit leistungsfähigen Protokollprozessoren und eines modernen DSL-Chipsatzes (Digital Subscriber Line). Das umgesetzte Hardware-Konzept basiert auf einer optimalen Kombination aus einem Protokollprozessor mit einem Digitalen Signalprozessor (DSP). Für einen gleich schnellen, symmetrischen Datentransfer von und zum Kunden wurde die zukunftsweisende SHDSL-Technik eingesetzt.

Die unterschiedlichen Einsatzszenarien des IAD und die Möglichkeit der Fernwartung des Geräts erforderten die Entwicklung einer Software (Integrated Software on Silicon – ISOS), die in Bezug auf Flexibilität, benötigten Speicherplatz und Laufzeit für Sprache optimiert ist.

Eine besondere Herausforderung waren die Optimierung des Energieverbrauchs und die Entwicklung spezieller Funktionen zur Unterstützung des »Notbetriebs«. Dies bedeutet, dass während eines Stromausfalls beim Kunden, wie bisher von herkömmlichen Telefondiensten gewohnt, mit dem IAD durch

Fernspeisung von der Ortsvermittlungsstelle über die SHDSL-Leitung noch telefoniert werden kann. Hierzu wurden spezielle Konzepte erarbeitet und untersucht, welche durch Effizienz der Schaltung die oben genannten Forderungen gewährleisten.

Die Produktoptimierung in Bezug auf die Massenanfertigung und Zertifizierung nach den europäischen Normen (CE) für Produktsicherheit, Elektromagnetische Verträglichkeit und Schnittstellenkonformität wurde in Kooperation mit externen Projektpartnern erfolgreich durchgeführt.

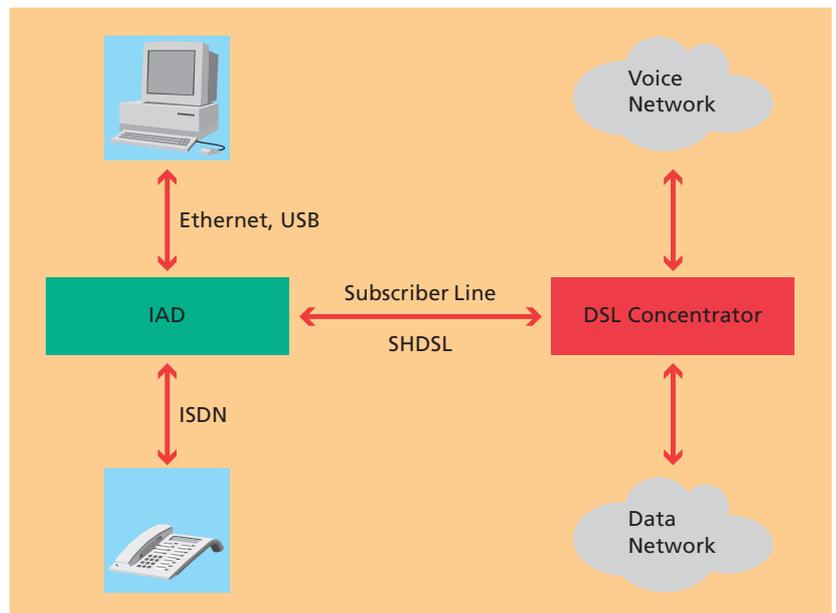
## Ergebnisse

Das vorliegende IAD kann als SHDSL-Zugangsendgerät vom Endkunden zum Netz eines Serviceproviders eingesetzt werden. Dabei bietet die SHDSL-Schnittstelle unter optimalen Bedingungen eine bidirektionale Datenrate von 2,3 Mbit/s bei einer maximalen Leitungslänge von ca. 3 km. Das entwickelte IAD ist konform zum Standard ITU-T G.991.2.

Das integrierte ISDN  $S_0$  Interface ermöglicht alle aus dem ISDN-Netz bekannten Dienste. Durch ein speziell auf geringen Energieverbrauch ausgelegtes Design ermöglicht es weiterhin den so genannten »Notbetrieb«.

Die für Datendienste zur Verfügung stehende Ethernet-Schnittstelle (10 BaseT) verbindet das IAD mit existierenden Netzwerkstrukturen. Der zusätzlich verfügbare USB-Port bietet als eine besonders benutzerfreundliche Lösung alternativ die Möglichkeit der einfachen Plug-and-Play-Installation in Verbindung mit einem lokalen PC.

Das IAD ist lokal über ein Web Interface konfigurierbar. Optional kann der Zugriff auf diese Einstellungen per Passwort eingeschränkt werden.



Einsatzszenario des IAD (Integrated Access Device).

Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Fernwartung und Konfiguration über das SNMP-Protokoll. Eine innovative Lösung ermöglicht es, gesicherte notwendige Firmware Updates mittels Fernwartung durchzuführen.

Nach Abschluss der Compliance-Tests zum SHDSL-Standard, der Überprüfung der Standardkonformität der weiteren Schnittstellen des Geräts und umfangreichen Funktionstests läuft zurzeit ein Versuchsbetrieb des IAD im Rahmen eines Extended Lab Trial.

## Ausblick und Einsatzgebiete

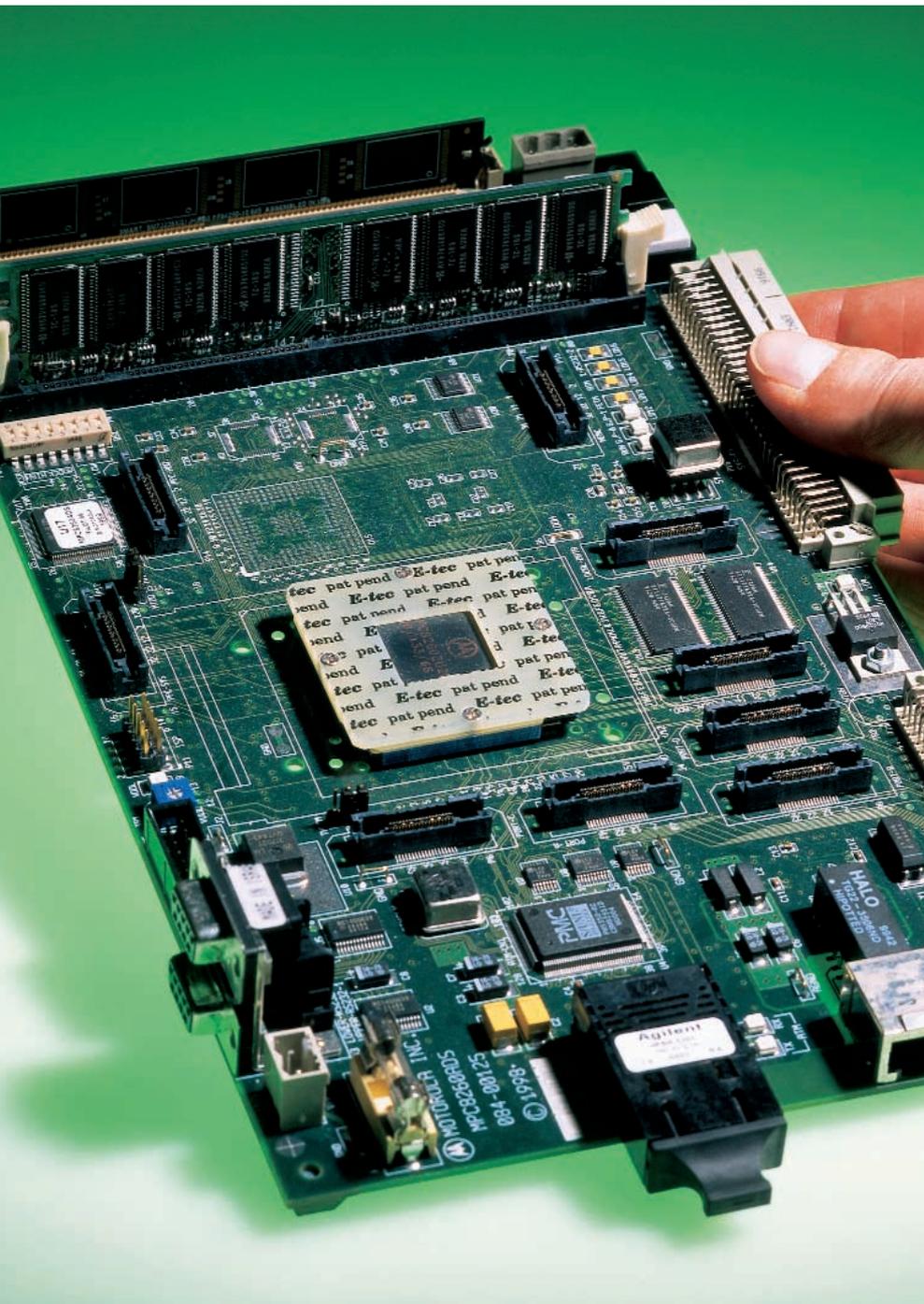
Das flexibel gestaltete Systemkonzept aus Soft- und Hardware bietet umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten, um das Gerät schnell an Kundenwünsche anzupassen:

- Konfiguration zur End-to-End-Datenübertragung über eine Kupferdoppelader mithilfe von zwei identischen Geräten zur kostengünstigen Vernetzung von Firmenstandorten

- Erweiterung um zusätzliche Ethernet-Schnittstellen in Verbindung mit der Implementierung von Routing- oder Firewall-Applikationen
- Erweiterung um weitere Sprachdienstschnittstellen, z.B. analoge Telephonie (POTS)
- Implementierung zusätzlicher Leistungsmerkmale und Protokolle für Sprache, Daten oder DSL-Zugangstechnik
- Aufbau verschiedener Produktlinien durch Wiederverwendung des modularen Hardware- und Software-Designs

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Gerri Körner  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 33  
 E-Mail: info-uiv@esk.fraunhofer.de



Evaluierungsboard zum Test von Software-Komponenten.

## Implementierung von Telekommunikationsprotokollen auf Embedded Systems

### Ausgangssituation

Herkömmliche Sprachnetze (Public Switched Telephone Networks – PSTN) haben sich schon viele Jahre am Markt etabliert. Neben den reinen Sprachdiensten werden durch die zunehmende Verbreitung des Internets Datendienste immer wichtiger. Vorhandene Systeme stoßen dabei aber vermehrt an ihre Grenzen, da sie nur auf eine geringe Anzahl durchschaltbarer Verbindungen ausgelegt sind. Gerade bei Internet-Verbindungen wird der Ruf nach »always on« immer lauter. Um diese Funktion und den wachsenden Bedarf an immer höheren Bandbreiten realisieren zu können, liegt es nahe, vorhandene Systeme aufzurüsten.

Die bisherigen Systeme bieten nur einen Sprach-/Datenkanal über POTS (Plain Old Telephone System) bzw. zwei Kanäle geringer Bandbreite über ISDN (Integrated Services Digital Network), und dies nur für eine begrenzte Anzahl gleichzeitig durchschaltbarer Verbindungen pro Vermittlungsanlage.

### Zielsetzung

Durch den Einsatz neuer Übertragungstechniken wie SHDSL (Single-pair High Speed Digital Subscriber Line) kann eine Zweidrahtleitung neben den bisherigen Sprachkanälen um einen weiteren Übertragungskanal für hochbitratigen Datenverkehr erweitert werden. Gerade SHDSL eignet sich hierfür aufgrund seiner geringen Beeinflussung von Nachbarleitungen und seines begrenzten Frequenzspektrums als bestes Übertragungsverfahren.

Auf Teilnehmerseite stellt die Network Termination (NT) den Abschluss der Leitung dar. Dort werden Sprach- (POTS bzw. ISDN) und Datendienste (Ethernet) getrennt. Auf Vermittlungsseite trennt die Linecard Sprach- und Datendienste. Die Sprachdienste werden über bereits etablierte Protokolle an die Vermittlung weitergeleitet. Die Datendienste werden über ein neu integriertes ATM-Netz (Asynchronous Transfer Mode) übertragen.

### Vorgehensweise und Realisierung

Für die Linecard wurden verschiedene Software-Module für die neuen Protokolle des Datendienstes implementiert. Das Spektrum der Module reichte dabei von Gerätetreibern bis zu Interworking-Funktionen.

Die Entwicklung der Software-Komponenten erfolgte nach Methoden des Software Engineering und ist unterteilt in Analyse, Design, Implementierung und Test. Während der Analyse wurden die Funktionen des Systems festgelegt und vorhandene Software-Komponenten analysiert. In der Design-Phase wurden die Schnittstellen zwischen den Modulen festgelegt. Die Implementierung erfolgte mit Methoden der Versionsverwaltung, um den Entwicklungsweg gezielt zurückverfolgen zu können. Den Abschluss bildete eine intensive Testphase, die sich in Modultest, Integrationstest und Systemtest unterteilte.

Die Realisierung erfolgte auf dem MPC 860 bzw. MPC 8260 (PowerPC) Mikrocontroller von Motorola in C/C++ unter dem Echtzeit-Betriebssystem VxWorks.

### Ergebnisse

Es wurden Gerätetreiber für ATM, Quick Multi-Channel Controller (QMC), D-Kanal für ISDN und einen proprietären D8-Kanal für Kontrollfunktionen implementiert. Dazu kommen Interworking-Funktionen zur Protokollwandlung zwischen Framelay und ATM. Als Abschluss des Projekts wurden Funktionen entwickelt, die es ermöglichen, eine neue Software auf die Linecard aufzuspielen.

### Ausblick und Einsatzgebiete

Die Arbeiten erfolgten unter dem Aspekt der Wiederverwendbarkeit und der Modularität der Software-Komponenten. Die Module kommen teilweise bereits in weiteren Linecards zum Einsatz.

Im Rahmen dieses Projekts wurde ein großes Know-how im Bereich der Produktentwicklung und der verwendeten Protokolle aufgebaut, das sich für den Einsatz in neuen Projekten als vorteilhaft erweist.

Die neu entwickelte Produktpalette ermöglicht die schnelle und einfache Aufrüstung vorhandener niederbitratiger Sprachsysteme zu hochbitratigen Datendiensten. Auf diese Weise wird es möglich, sämtliche Dienstleistungen des Internets auch über die herkömmliche Netzinfrastruktur zu nutzen.

### Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Alexander Hering  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 37  
 E-Mail:  
 info-linec@esk.fraunhofer.de

# Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen

Leiter: Dipl.-Ing. Michael Stiller

Moderne Kommunikationslösungen sind aus dem heutigen Berufsalltag nicht mehr wegzudenken. So zählen Telefon, E-Mail und Internet-Browser zu den wichtigsten Hilfsmitteln, gefolgt von Fax, SMS und Instant Messaging.

Mit der Einführung des Mobiltelefons hat das Telefon eine neue Qualität – die mobile Erreichbarkeit – erhalten. Inzwischen gibt es in Deutschland mehr registrierte Mobiltelefone als Festnetzanschlüsse. Mit der Erhöhung der Bandbreiten durch GPRS und UMTS zeichnen sich neue Einsatzfelder wie z.B. Multimedia Messaging ab, die einen Anstieg der Nutzerzahlen erwarten lassen.



Dipl.-Ing. Michael Stiller

Ein weiterer Technologiesprung steht mit der Konvergenz der Sprach- und Datennetze bevor. Was bereits heute in Unternehmen bei der Planung einer neuen Telekommunikationsinfrastruktur in Betracht gezogen wird, soll mit der Einführung des »Internet 2« weltweit gelten: Sprache und Video, kurz Multimedia, in Echtzeit über Datennetze.

Durch das steigende Angebot an Kommunikationsmedien wird der Anwender jedoch mit immer mehr Informationen überhäuft. Intelligentes Informationsmanagement bietet hier die notwendige Unterstützung und hilft, Arbeitsabläufe effektiver zu gestalten. Unified Messaging (UM) – der Zugriff auf verschiedene Informationskanäle über eine Oberfläche – und Call-Center-Technologien wie Computer-Telephonie-Integration (CTI) bilden einen ersten Ansatz, sind aber noch keine Lösung für ein Gesamtkonzept. Erst mit Themen wie »Unified Identifier« – eine einheitliche Adresse für alle Kommunikationswege – oder dem Einsatz von Agententechnologien für die persönliche Assistenz rückt dieses Ziel näher.

Die Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen beschäftigt sich mit nutzerzentrierten Kommunikationslösungen, d.h., Konzepte und Lösungen werden primär aus Anwendersicht betrachtet und entwickelt. Dazu gehören technologische, anwendungsbezogene, aber auch finanzielle Aspekte. Technologisch gesehen, ist vor allem die Qualität der Kommunikation wie Bandbreite, Verzögerungsfreiheit

oder Ausfall- bzw. Datensicherheit von Bedeutung. Für Anwendungen kommen Aspekte wie Bedienbarkeit der Endgeräte oder Einsatzzweck hinzu.

## Kompetenzzentrum Sprachkommunikation

Als Betreiber des Kompetenzzentrums Sprachkommunikation beraten wir alle Fraunhofer-Institute zu den oben genannten Themen. Voraussetzung dafür sind die ständige Beobachtung aktueller Produkte und Technologien bzw. der Testbetrieb von Referenzlösungen bei Fraunhofer ESK und ausgewählten Instituten. Schwerpunkte sind die Untersuchung möglicher Ergänzungen bei vorhandener Infrastruktur und die Ausarbeitung vollständiger VoIP-Migrationslösungen. Die Institute erhalten zudem Unterstützung während der Angebotsphase und bei der Klärung technischer Probleme, die bei der Inbetriebnahme auftreten.

## Electronic Business Innovationszentrum

Das Electronic Business Innovationszentrum hat die Aufgabe, kleine und mittelständische Unternehmen (kmUs) bei der Einführung moderner Internet- bzw. Kommunikationstechnologien zu beraten und zu unterstützen. Dazu zählen Themen wie unternehmensübergreifende optimierte Geschäftsprozesse, Sicherheitslösungen, Kommunikationslösungen und Anwendungen. Die Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen präsentiert als Teil des deutschlandweit verteilten Innovationszentrums im eigenen Demonstrationszentrum diese Lösungen und Komponenten. Die Schwerpunkte liegen dabei in der Darstellung von Kommunikationslösungen im Zugangs- und Inhouse-Bereich und in Anwendungen zur effektiven Kundenbetreuung wie CTI und Web Call Center.

## Ausblick

In den Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft zeichnet sich ein Wechsel der Telekommunikationsinfrastruktur ab, sei es durch Auslaufen von Mietverträgen oder durch Austausch alter Anlagen. Die Mitarbeiter der Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen werden auf diesem Gebiet auch in Zukunft ihre Erfahrungen einbringen und weitere Umstellungsprozesse intensiv betreuen.

Für das Electronic-Business-Projekt steht eine Verlängerung bis 2004 an. Hier werden wir den Schwerpunkt auf mobile Internet- und Intranet-Anwendungen legen und versuchen, sowohl die Technologien als auch eine Reihe von Branchenlösungen für kmUs transparent darzustellen.

Als interner Dienstleister ist die Gruppe Applikationen und technische Dienstleistungen für die Infrastruktur von Fraunhofer ESK verantwortlich. Dieses

Know-how soll künftig verstärkt auch für externe Angebote genutzt werden.

## Abteilungsleitung

Dipl.-Ing. Michael Stiller  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 46  
 Fax: +49 (0) 89 / 54 70 88-2 20  
 E-Mail: michael.stiller@esk.fraunhofer.de



Im Sprachkompetenzzentrum bieten wir Ihnen ein umfassendes Dienstleistungsangebot für die Konzeption und den Einsatz von Kommunikationslösungen.

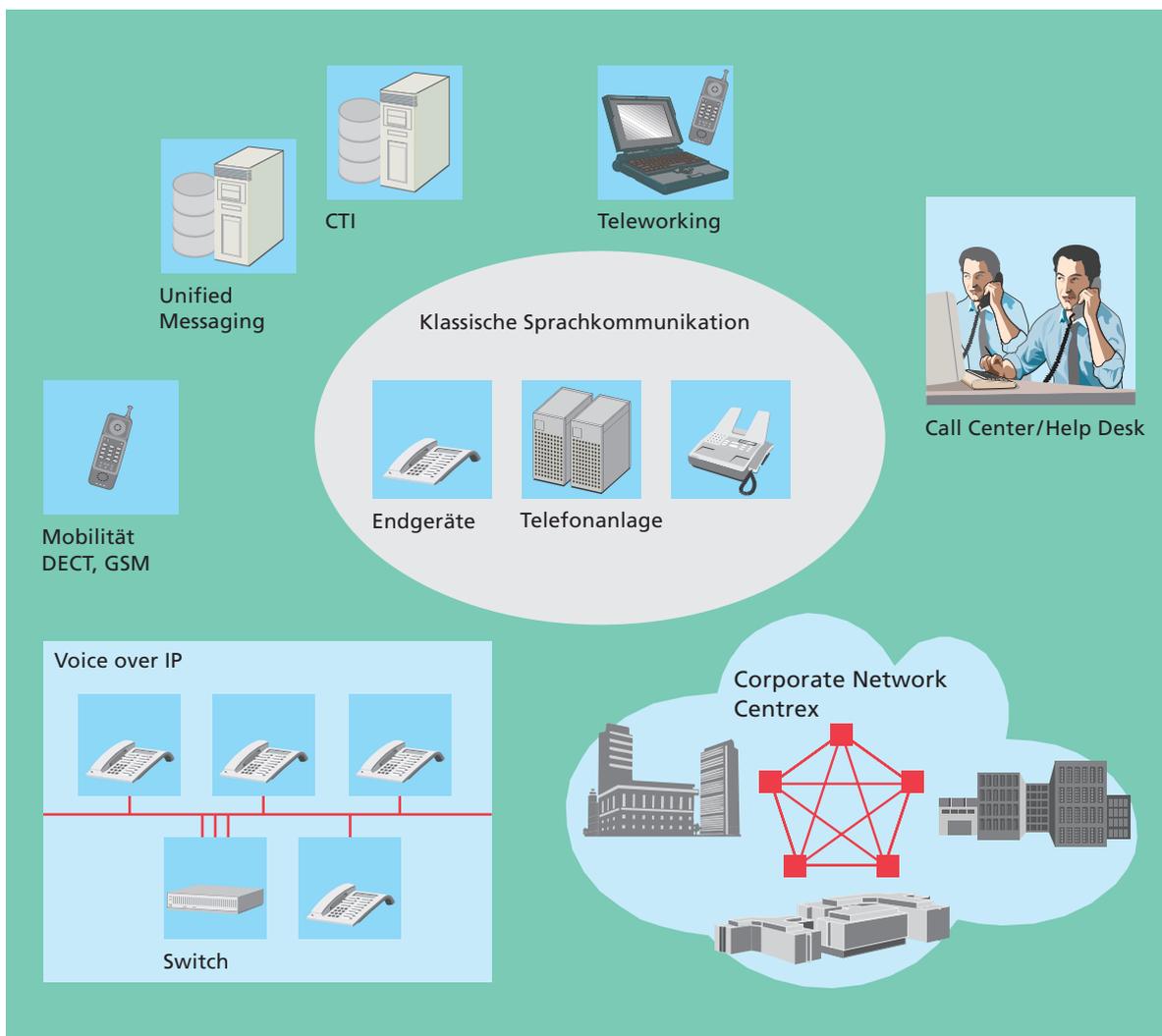
## Kompetenzzentrum Sprachkommunikation

### Ausgangssituation

Die dynamischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Informations- und Telekommunikationstechnik bieten viele neue Möglichkeiten, Arbeitsprozesse effektiver und kundenfreundlicher zu gestalten. Gleichzeitig entsteht aber eine Unsicherheit, durch die Vielzahl an Lösungsangeboten eine strategisch falsche Entscheidung zu treffen.

Somit war das Jahr 2001 geprägt von einer Marktkonsolidierung seitens der Techniklieferanten und einer abwartenden Haltung seitens der Kunden. Wege zu integrativen Lösungen, wie Erweiterungen um Computer-Telephonie-Integration (CTI) oder Unified-Messaging-Systeme (UMS), wurden bevorzugt beschritten. Aus technologischer Sicht hat sich der Infrastrukturwandel zu Voice over IP (VoIP) weiter verlangsamt. Die IP-Technologie hat natürlich an Reife und Qualität zugelegt, ist aber auch an neue Grenzen bei der Standardisierung und Sicherheit gestoßen. Als logische Folge werden von den Kunden »sanfte« Migrationen zu VoIP favorisiert.

### Konvergenz von Sprache und Daten.



## Zielsetzung

Die Konvergenz von Daten und Sprache führte an unserem Institut zu einer Zusammenführung der Projekte CTI und Kompetenzzentrum Telekommunikation (TK) zu einem Kompetenzzentrum Sprachkommunikation. Schwerpunkt bleibt die Information und Beratung der Fraunhofer-Institute bei der Beschaffung und Erweiterung ihrer Telekommunikationsinfrastruktur.

Das Angebot für die Institute reicht von Informationsveranstaltungen über die Betreuung von Teststellungen und die Konzeption der TK-Infrastruktur bis zur Beurteilung von Angeboten bei Beschaffungsvorgängen. Um einerseits vor Fehlinvestitionen zu schützen und andererseits ein Mindestniveau innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zu garantieren, wird darauf geachtet, dass die TK-Anlagen bei Beschaffungen eine Mindestleistungsfähigkeit erzielen. Dabei gibt es aber prinzipiell keine Herstellerbeschränkungen.

Hilfreich bei Entscheidungen sind die herstellerunabhängigen Produkttests, Marktanalysen und Kompatibilitätsstudien, die bei Fraunhofer ESK durchgeführt werden.

## Vorgehensweise

Hauptaufgabe des Kompetenzzentrums bleibt die Unterstützung der Fraunhofer-Institute und der Zentrale bei Neubeschaffungen. Ergänzend hierzu werden Marktanalysen und Technologiebeurteilungen durchgeführt. 2001 wurde z.B. die Centrex-Technologie, deren Umsetzung durch die Anbieter und die Einsatzmöglichkeiten für die Fraunhofer-Gesellschaft untersucht. Auch in diesem Jahr wurden Teststellungen von Herstellern bei Fraunhofer ESK aufgebaut und beurteilt. Außerdem wurden aber auch Teststellungen an Instituten betreut und deren Ergebnisse bewertet.

Im Jahr 2001 gab es folgende Themenschwerpunkte:

- Technologien im Anschlussnetz
- Carrier-Angebote für verschiedene Kundengruppen
- Konvergenz von Sprache und Daten in den Netzen mit der Priorität Voice over IP (VoIP)
- Integration von Technik und Diensten bei Anlagen (DECT, VoIP, CTI, UMS)
- Leistungsmerkmale und Kompatibilität von Applikationen
- Entwicklungen der Anlagen und Endgeräte bezüglich Benutzerfreundlichkeit und Ergonomie

Das Demonstrationszentrum wurde um aktuelle Anlagen und Endgeräte erweitert, um den Besuchern und Gästen den aktuellen Stand der Technik präsentieren zu können.

## Ergebnisse

Im Jahr 2001 wurden zehn Fraunhofer-Institute bei der Beschaffung oder Erweiterung ihrer Telekommunikationsanlagen direkt unterstützt, d.h., die Spezifikationen für die Ausschreibungen wurden erarbeitet und Informationsveranstaltungen durchgeführt. In der Fraunhofer-Zentrale wurde eine umfangreiche CTI-Teststellung installiert und begleitet, die letztendlich zum Kauf führte. In der weiteren Betreuung wurde auch ein zentrales Software Update durchgeführt.

Die Marktanalysen zu TK-Anlagen und VoIP-Entwicklungen werden stetig aktualisiert. Die IP-fähige Alcatel Omni PCX 4400 wurde für Mess- und Testzwecke installiert. In einem ersten Schritt wurde hierfür ein eigenes Testnetz für IP-Parametermessungen installiert. Ende des Jahres wurde dann eine Siemens-Anlage HiPath 3500 in das bestehende Institutsnetz integriert und mit der vorhandenen TK-Anlage vernetzt. Auf diese Weise kann die Leistungsfähigkeit der IP-Telephonie auf Alltagstauglichkeit überprüft werden.

Alle Ergebnisse aus Test, Analysen und Studien wurden für Mitarbeiter der Fraunhofer-Gesellschaft im Intranet unter dem Portal [www.tk.fhg.de](http://www.tk.fhg.de) kostenfrei hinterlegt. Das Portal ist aber auch für alle Interessierten über Internet erreichbar.

Aufgrund der Kompetenzen wurden die Mitarbeiter des Projektes auch extern als Gutachter, Consultants oder Referenten tätig.

## Ausblick und Einsatzgebiete

Auch im Jahr 2002 werden die Beratungsleistungen für die Fraunhofer-Institute fortgesetzt. Über das neue Web-Portal [www.tk.fhg.de](http://www.tk.fhg.de) ist es möglich, die Ergebnisse aus den Produktteststellungen und Marktanalysen noch schneller zu veröffentlichen. Außerdem wird die neue Online-Datenbank der TK-Systeme den Betrieb aufnehmen. Sie enthält die technisch relevanten Informationen der TK-Anlagen aller Fraunhofer-Institute und bildet z.B. auch die Basisinformation für den Aufbau von Videokonferenzsystemen.

Die Telefonanlage von Fraunhofer ESK wurde im Dezember 2001 um VoIP und DECT erweitert. Im Jahr 2002 wird es dann Erfahrungsberichte über den Echtbetrieb der Technologien im Betriebsalltag des Instituts geben. Die Erfahrungen und Kompetenzen werden in Veranstaltungen und Roadshows einem breiten Publikum dargeboten.

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. Sven Brandt  
Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 60  
E-Mail: [info-tk@esk.fraunhofer.de](mailto:info-tk@esk.fraunhofer.de)

## Electronic Business Innovationszentrum

### Ausgangssituation

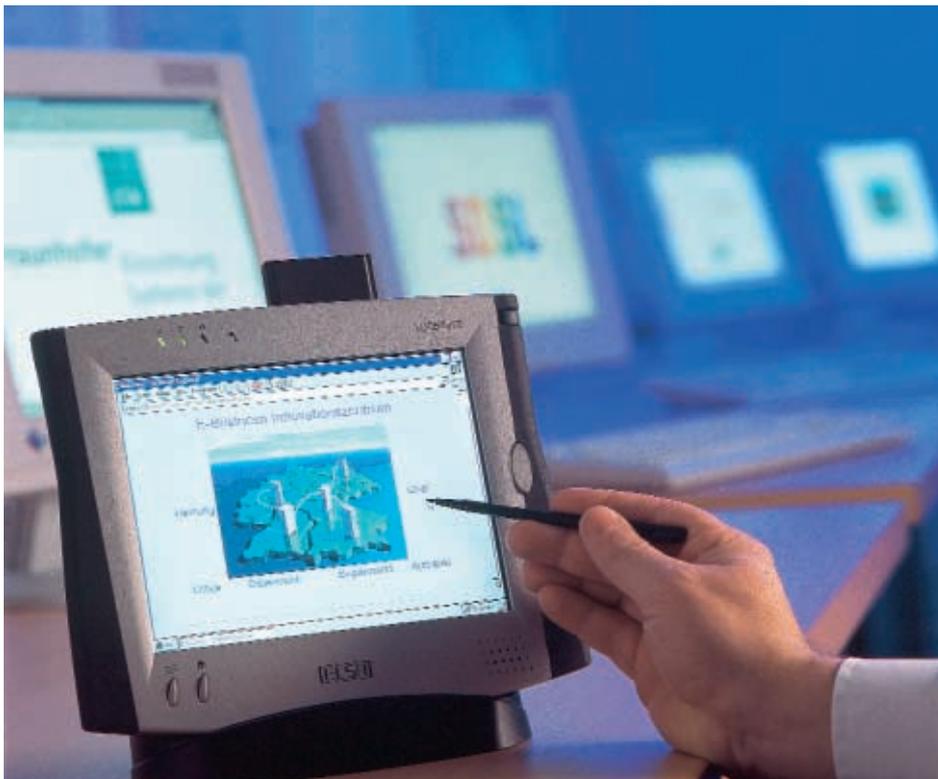
Der Einsatz von vernetzten Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung und Abwicklung geschäftlicher Transaktionen erfährt ein starkes Wachstum. »Electronic Business« ist das moderne Zauberwort, um Kosten zu reduzieren, Prozesse zu beschleunigen, die Qualität von Produkten und Dienstleistungen zu steigern und neue Märkte zu erschließen.

Innovative Technologien ermöglichen es, Anwendungslösungen in Extranet, Intranet und Internet zu vernetzen und optimal auf ihren Einsatz abzustimmen. Ein Teilbereich des E-Business ist der E-Commerce, der speziell auf den Handel mit Produkten und Dienstleistungen ausgerichtet ist.

### Zielsetzung

In dem Electronic Business Innovationszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft erhalten Unternehmen einen umfassenden Überblick zu den Kernthemen des E-Business. Es bietet verschiedene Dienstleistungen, die es Unternehmen ermöglichen, die Potenziale moderner Technologien – wie z.B. Web Call Center oder Computer-Telephonie-Integration – zu erschließen und für den eigenen Erfolg zu nutzen.

Der globale Wettbewerb erfordert eine schnelle und kostengünstige Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen. Ziel ist es, eine weltweite Kooperation von Lieferanten und Partnern zu verwirklichen, die durch innovative Technologien unterstützt wird. Neue Lösungen für Vertrieb und Service vom Hersteller über den Handel bis zum Endkunden sollen mit vernetzten Internet-Technologien kostengünstig realisiert werden.



Im Demonstrationszentrum von Fraunhofer ESK werden Endgeräte getestet.

Im Jahr 2000 gründete die Fraunhofer-Gesellschaft das Electronic Business Innovationszentrum. Die fünf beteiligten Fraunhofer-Institute – Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart, Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Bereich Angewandte Elektronik, in Erlangen sowie Fraunhofer ESK – bündeln ihre Kompetenzen und bieten kleinen und großen Unternehmen umfassende Beratungs- und Integrationsdienstleistungen im Bereich des Electronic Business.

### Vorgehensweise

Die Entwicklungsergebnisse der einzelnen Partnerinstitute werden im Rahmen des Electronic Business Innovationszentrum in Form von Demonstratoren präsentiert. Die Anzahl der Exponate wird kontinuierlich erweitert.

Das Electronic Business Innovationszentrum ist auf die Standorte der fünf beteiligten Institute verteilt – ein Großteil der Exponate kann über das Fraunhofer-Intranet an jedem Standort gezeigt werden.

Die Erstberatung im Electronic Business Innovationszentrum ist kostenlos. Eine vorherige Terminabstimmung ist jedoch erforderlich. Insbesondere werden auch kleine und mittlere Unternehmen ermutigt, diese Gelegenheit aktiv zu nutzen.

Auf der Systems 2001 in München wurde das Electronic Business Innovationszentrum mit Beteiligung aller fünf Partnerinstitute der breiten Öffentlichkeit vorgestellt.



## Ergebnisse

Das Electronic Business Innovationszentrum bietet umfassende Angebote für den industriellen Bedarf an Beratungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungen der angewandten Forschung.

Die operativen Hauptziele des Innovationszentrums sind:

- Beratung und Integrationsentwicklung in den E-Business-Bereichen Anwendung, Technologie, Sicherheit und Vernetzung
- Demonstration der Potenziale von vernetzten Online-Technologien

In der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK können folgende Demonstratoren besichtigt werden:

- Web Call Center, Fraunhofer ESK
- SDSL-Demonstrator, Fraunhofer ESK
- Finger-ID, Fraunhofer IPK
- Bio-ID, Fraunhofer IIS, Bereich Angewandte Elektronik
- SignCard, Fraunhofer IIS, Bereich Angewandte Elektronik
- Mobile Data – Best Practice Solutions, Fraunhofer ESK
- Inhouse-Kommunikationsserver, Fraunhofer ESK
- Firewall, Fraunhofer ESK
- Digitale Videoübertragung über Asynchronous Transfer Modus (ATM), Fraunhofer ESK

- Telekommunikationsanlagen, Fraunhofer ESK
- Computer-Telephonie-Integration (CTI), Fraunhofer ESK

## Ausblick

Nach dem großen Erfolg der ersten Phase des E-Business-Projekts ist der Bekanntheitsgrad des Electronic Business Innovationszentrum stark gestiegen. Aus diesem Grund ist für 2002 eine zweite Phase geplant, in der die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK ihre Entwicklungen hauptsächlich auf die mobile Nutzung von zentralen Daten mithilfe von Internet-/Intranet-Diensten konzentrieren wird.

Beispiele hierfür sind zukünftige Anwendungen wie:

- Mobile Office
- Mobile Collaborate Working
- mobiler Zugriff und Online-Abgleich auf bzw. von Firmendatenbanken
- mobile Nutzung von Internet-Diensten

## Projektverantwortlicher

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Bittlinger  
 Telefon: +49 (0) 89 / 54 70 88-3 34  
 E-Mail: info-ebiz@esk.fraunhofer.de

## Highlights des Jahres 2001



### High-Tech-Tag bei Fraunhofer ESK

Am Samstag, den 31. März war es so weit. Im Rahmen des von der Bayerischen Staatsregierung initiierten »High-Tech-Tags« öffnete auch die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK ihre Pforten.

Im modern ausgestatteten Seminarraum unserer Einrichtung gab es für alle Interessenten multimediale Vorträge zu Themen wie die Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft, die verschiedenen Aufgabengebiete von Fraunhofer ESK und aktuelle Trends der Kommunikationstechnik.

In unseren beiden Demonstrationsräumen konnten Jung und Alt die Anwendungen neuer Technologien hautnah erleben und testen, wie z.B. ein Web Call Center funktioniert. Außerdem gab es Versuchsstellungen zu Anwendungen der Digitalen Signatur und Verschlüsselungstechniken. Besonders beeindruckte unser Simulator, der die Geschwindigkeit einer SDSL-Datenübertragung im Vergleich zu analoger und ISDN-Übertragung veranschaulicht. Kompetente Mitarbeiter standen Rede und Antwort zu allen Fragen rund um Themen wie Computer-Telephonie-Integration, Web Call Center und bio-

metrische Erkennung. Als Ausklang wurden per Video Zukunftsvisionen zum Forschungsbereich Inhouse-Technologie vorgeführt.

### InCar-Workshop der Abteilung Kommunikationstechnik

In unserem modernen Leben spielen Mobilität und Versorgung mit Informationen eine wichtige Rolle. Auch die Automobilindustrie bleibt davon nicht unberührt.

Aus diesem Grund hat die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK gemeinsam mit dem Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Bereich Angewandte Elektronik (Erlangen), und dem Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS (Duisburg) eine Studie erstellt, die den aktuellen Stand des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnik in Automobilen untersucht. Ziel der Studie mit dem Titel »Anbindung von Fahrzeugen an die globale Informationsinfrastruktur« war es, zukünftige Entwicklungen und Anwendungsgebiete der Automobilkommunikation aufzuzeigen.

Am 27. Juni wurden die Forschungsergebnisse der Gemeinschaftsstudie im Rahmen eines Workshops bei Fraunhofer ESK ausgewählten Vertretern der Automobilbranche vorgestellt. Wichtige Themen waren dabei u.a. Aspekte wie die Kommunikation des Fahrzeugs bzw. des Fahrers mit seiner Umwelt und die Anbindung des Fahrzeugs an globale Netze. Die abschließende Diskussionsrunde brachte den anwesenden Fraunhofer-Wissenschaftlern wertvolle Einblicke in Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die sich im Bereich Automobilproduktion und Kommunikationstechnik in naher Zukunft ergeben.

## BayernOnline-Kongress 2001

Am 9. und 10. Juli fand im Internationalen Congress Center (ICM) in München der vierte BayernOnline-Kongress statt. In diesem Jahr nahm die Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK erstmals aktiv als Mitveranstalter des Kongresses teil.

Unter dem Motto »Fit für die Zukunft« widmete man sich der Frage, inwiefern der Mensch im öffentlichen, beruflichen und privaten Leben »fit« ist für die Errungenschaften der Informations- und Kommunikationstechnologie. Wie schon in den Vorjahren übernahm Herr Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge, Institutsleiter von Fraunhofer ESK, als Sprecher des Kongresses die Moderation. Als Plenumsredner sprach Herr Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber über »Bayern auf dem Weg in die Wissensgesellschaft«. Ihm folgten weitere Vorträge von Andreas Bernhardt, Vorstandsmitglied von Alcatel, und Christian Pech, Mitglied der Geschäftsführung Diebold Management- und Technologieberatung.



Prof. Ruge als Sprecher bei der Eröffnung des BayernOnline-Kongresses am 9. Juli 2001.

Der wettbewerbsfreie BayernOnline-Kongress wurde gemeinsam von bedeutenden Unternehmen der Informations- und Kommunikationsbranche und der Bayerischen Staatskanzlei ausgerichtet. Zu den Veranstaltern gehören u. a. Unternehmen wie die Deutsche Telekom AG, Alcatel, Oracle, Microsoft, Loewe, Lotus, Cisco Systems und Hewlett-Packard.

Auf der den Kongress begleitenden Ausstellung der Veranstalter – die für jedermann frei zugänglich war – präsentierten Mitarbeiter von Fraunhofer ESK Demonstratoren zu den Forschungsprojekten »Home Gateway« und »Breitbandiger Netzzugang mit VoDSL«.

## Systems 2001 – »E-Business – ja sicher!«

Unter dem Motto »E-Business – ja sicher!« präsentierte das Electronic Business Innovationszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft auf der Systems 2001 sein Leistungsangebot rund um den Themenkreis Anwendungen, Komponenten, Sicherheit und Vernetzung. Neben Fraunhofer ESK waren auf dem Gemeinschaftsstand auch die Fraunhofer-Institute IAO (Stuttgart), IGD (Darmstadt), IIS, Bereich Angewandte Elektronik (Erlangen), und IPK (Berlin) vertreten.

Im Rahmen der Thematik Vernetzungslösungen visualisierte Fraunhofer ESK mit einem eigens entwickelten Demonstrator die Vorteile der SDSL-Übertragung (Symmetrical Digital Subscriber Line) im Vergleich zu den gängigen analogen und ISDN-Standards. Die anderen Fraunhofer-Institute zeigten Sicherheitslösungen, wie z.B. biometrische Authentifizierung, Datenverschlüsselung oder Firewall, und Anwendungen für elektronische Marktplätze, E-Commerce und Wissensmanagement.

Da das Thema IT-Sicherheit auf der Systems 2001 im Mittelpunkt stand, lag der Themenkomplex des Electronic Business Innovationszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft voll im Trend. Trotz der rückläufigen Besucherzahlen fand der Gemeinschaftsstand großes Interesse bei den Messebesuchern – ein positiver Ausblick auf die Systems 2002.



Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger (links),  
Institutsleiter des Fraunhofer IAO,  
und Dr. Thomas Putzmann (rechts),  
Leiter der Niederlassung der Infoman  
AG München, im Schulungsraum von  
Fraunhofer ESK.

## Informationstag CRM – Jahresveranstaltung des Electronic Business Innovationszentrum

Immer anspruchsvollere Kunden, ein verschärfter Wettbewerb und zunehmende Kosteneinsparungen fordern die Entwicklung von Systemen zur Kundenbindung, dem so genannten Customer Relationship Management (CRM). Eine kontinuierliche und individuelle Kundenkommunikation wird für den Unternehmenserfolg immer wichtiger.

Der CRM-Informationstag, den Fraunhofer ESK zusammen mit der Infoman AG – ein Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (Stuttgart) – am 7. Dezember in den Räumen von Fraunhofer ESK in München veranstaltete, zeigte den Teilnehmern aus namhaften Unternehmen neue Wege einer effektiven Kundenpflege. In verschiedenen Vorträgen wurden neue

Strategien der Kundenkommunikation aufgezeigt. Im Mittelpunkt standen dabei Top-Themen wie Umwandlung von Call-Centern zu Customer-Care-Centern, Systematisierung der Kundenkommunikation in Geschäftsprozessen und E-Business-Innovationen für vernetzte Unternehmen. In den kompetenten Beiträgen wurden verschiedene Möglichkeiten des Einsatzes und des Rationalisierungspotenzials von CRM-Software aufgezeigt.

Bei den Teilnehmern wurde die Vielfalt der Vorträge und die Objektivität, die durch die Beteiligung des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und der Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK gewährleistet wurde, sehr positiv aufgenommen. Aufgrund der guten Resonanz wird sich Fraunhofer ESK auch in Zukunft verstärkt für ähnliche Gemeinschaftsveranstaltungen engagieren.

## Diplomarbeiten

Ebeling, J.:

Studie zur Simulation von ETSI SDSL-Modulationstechniken in Matlab, Fachhochschule München, Mai 2001.

Fischer, M.:

Anforderungen an ein Web Call Center mit Referenzinstallation, Fachhochschule Kempten, Februar 2001.

Härtel, O.:

Entwicklung eines Forwarding Nodes zur Kopplung von Bluetooth-Netzen auf der Basis von Linux und einem Open Source Protocol Stack, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, November 2001.

Jemaa, A. B.:

Steigerung der subjektiven Videoqualität durch Berücksichtigung der menschlichen Wahrnehmung, Technische Universität München, März 2001.

## Gremien

**Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge,**

Institutsleiter von Fraunhofer ESK, ist aktives Mitglied in folgenden Gremien:

- Wissenschaftlich-Technischer Beirat (WTB) der Bayerischen Staatsregierung
- Wissenschaftlicher Beirat (WB) der Bayerischen Forschungsstiftung
- Beirat der Initiative D21 unter dem Vorsitz von Bundeskanzler Gerhard Schröder
- Aufsichtsrat der Infineon Technologies AG
- Aufsichtsrat der Schneider Rundfunk AG

Fraunhofer ESK ist außerdem Mitglied in folgenden Gremien:

- Bluetooth Special Interest Group (SIG)
- Digital Subscriber Line Forum (DSL Forum)
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI)/ Verband der Elektrotechnik (VDE)

## Veröffentlichungen und Vorträge

Azadet, K., and Haratsch, E. F.:

DSP implementation issues in 1000BASE-T Gigabit Ethernet, in: Proceedings of the International Symposium on VLSI Technology, Systems, and Applications (VLSI-TSA), Hsinchu, Taiwan, April 18–20 2001.

Azadet, K., Haratsch, E. F., Kim, H., Saibi, F., Saunders, J., Schaffer, M., Song, L., and Yu, M.:

DSP techniques for optical transceivers, in: Proceedings of the IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC), San Diego (CA), USA, May 2001.

Daecke, D.:

Overview of SHDSL system performance, in: Proceedings of the IEEE Emerging Technologies Symposium (ETS 2001), Dallas (TX), USA, September 2001.

Haar, S., Zukunft, R., and Magesacher, T.:

Evaluation of decision feedback equalization in VDSL environment, in: Proceedings of the IEEE Emerging Technologies Symposium (ETS 2001), Dallas (TX), USA, September 2001.

- Haar, S., Zukunft, R., and Magesacher, T.: On VDSL performance and hardware implications for single carrier modulation transceivers, in: Proceedings of the WSES International Conference on Automation and Information: Theory and Application, Skiathos, September 2001.
- Haratsch, E. F., and Azadet, K.: A 1-Gb/s joint equalizer and trellis decoder for 1000BASE-T Gigabit Ethernet, in: IEEE Journal of Solid State Circuits, March 2001.
- Haratsch, E. F., and Azadet, K.: A pipelined 14-tap parallel decision-feedback decoder for 1000BASE-T Gigabit Ethernet, in: Proceedings of the International Symposium on VLSI Technology, Systems, and Applications (VLSI-TSA), Hsinchu, Taiwan, April 18–20 2001.
- Heidrich, M., Zeller, M., und Knorr, R.: Offene Multiserviceplattformen für die Inhouse-Kommunikation – Systemkonzepte und Entwicklungsansätze, ITG/FKTG-Fachtagung Elektronische Medien, Dortmund, 2001.
- Klinski, R., Hutzelmann, H., Keunecke, S., and Knorr, R.: Blind channel estimation for OFDM systems with reduced estimation error, 6. OFDM-Workshop, Hamburg, 18.–19. September 2001.
- Klinski, R., Hutzelmann, H., Steckenbiller, H., and Knorr, R.: Low complexity blind channel estimation for OFDM systems, 5th WSES International Conference on Circuits, Systems, Communications & Computers (CSCC 2001), Crete, 8–15 July 2001.
- Klinski, R., Hutzelmann, H., Steckenbiller, H., and Knorr, R.: Low complexity blind channel estimation and reduction of the estimation error for OFDM systems, International Symposium on Signals, Systems and Electronics, Tokyo, 24–27 July 2001.
- Klinski, R., Hutzelmann, H., Steckenbiller, H., and Knorr, R.: An increase of the rate of convergence for blind channel estimation, WSES International Conference on Speech, Signal and Image Processing (SSIP 2001), Malta, 1–6 September 2001.
- Langguth, T., Zeller, M., Steckenbiller, H., and Knorr, R.: Analysis of IEEE 802.11 in a powerline system, in: Proceedings of the 5th WSES Multiconference on Circuits, Systems, Communications & Computers (CSCC 2001), Rethymnon, Crete, 2001.
- Langguth, T., Zeller, M., Steckenbiller, H., and Knorr, R.: Analysis of IEEE 802.11 in a powerline system, in: Communications World, WSES Press, 2001.
- Leischner, S., Hutzelmann, H., Klinski, R., and Knorr, R.: Enhanced filter design based on influence functions, WSES International Conference on Speech, Signal and Image Processing (SSIP 2001), Malta, 1–6 September 2001.
- Leischner, S., Klinski, R., Hutzelmann, H., and Knorr, R.: Robust filter design based on generalized maximum-likelihood estimation, 5th WSES International Conference on Circuits, Systems, Communications & Computers (CSCC 2001), Crete, 8–15 July 2001.

- Magesacher, T., Haar, S., and Zukunft, R.: Analysis of the noise environment in future twisted pair access technologies, in: Proceedings of the IEEE Emerging Technologies Symposium (ETS 2001), Dallas (TX), USA, September 2001.
- Magesacher, T., Haar, S., Zukunft, R., Ödler, P., Nordström, T., and Börjesson, P. O.: Splitting the recursive least-squares algorithm, in: Proceedings of the 6th International Symposium on Signal Processing and its Applications (ISSPA 2001), Kuala Lumpur, August 2001.
- Magesacher, T., Ödler, P., Nordström, T., Lundberg, T., Isaksson, M., and Börjesson, P. O.: An adaptive mixed-signal narrowband interference canceller for wireline transmission systems, in: Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Sydney, May 2001.
- Stechele, W.: Algorithmic complexity, motion estimation and a VLSI architecture for MPEG-4 core profile video codecs, in: Proceedings of the International Symposium on VLSI Technology, Systems, and Applications (VLSI-TSA), Hsinchu, Taiwan, April 18–20 2001.
- Steckenbiller, H.: Teilnehmeranschluss mit voller Bandbreite, in: Colt Concret – Themen, Trends & Analysen aus der Telekommunikation, 4/2000, Januar 2001.
- Steckenbiller, H.: System- und Dienstintegration auf der letzten Meile für interne Kommunikation, Die letzte Meile, High-Speed Broadband Access – Gewinner des neuen Kommunikationszeitalters, Berlin, 14.–15. Mai 2001.
- Steckenbiller, H.: Welches DSL ist besser, in: Colt Concret – Themen, Trends & Analysen aus der Telekommunikation, 3/2001, September 2001.
- Steffen, R., Augel, M., Zeller, M., und Knorr, R.: Verteiltes Multiservice-Inhouse-Kommunikationssystem mit QoS auf Ethernetbasis, ITG/FKTG-Fachtagung Elektronische Medien, Dortmund, 2001.
- Vogelbruch, F., and Haar, S.: Reduced complexity turbo equalization by means of hard output channel decoding, in: Proceedings of the 35th Asilomar Conference, Pacific Grove (CA), USA, November 2001.
- Zukunft, R., Haar, S., and Magesacher, T.: A comparison of different blind equalization techniques for xDSL-transceivers, in: Proceedings of the IEEE Emerging Technologies Symposium (ETS 2001), Dallas (TX), USA, September 2001.

## Patente

- Klinski, R., und Keunecke, S.: Verfahren und Vorrichtung zum Charakterisieren oder Entzerren eines Übertragungskanal.
- Steffen, R., Zeller, M., und Heidrich, M.: Vorrichtung und Verfahren zum Verbinden eines Endgerätes.

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Trägerorganisation für Einrichtungen der angewandten Forschung in Europa. Sie betreibt Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und die öffentliche Hand. Für Kunden aus der Wirtschaft werden einsatzreife Lösungen technischer und organisatorischer Probleme rasch und kostengünstig erarbeitet. Im Rahmen der Technologieprogramme der Europäischen Union wirkt die Fraunhofer-Gesellschaft in Industriekonsortien an der Lösung technischer Fragen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft mit.

Eine weitere wichtige Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft ist die strategische Forschung: Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in Schlüsseltechnologien beitragen. Dazu gehören die Forschungsgebiete Kommunikation, Energie, Mikroelektronik, Produktion, Verkehr und Umwelt.

Die Globalisierung von Wirtschaft und Forschung macht eine internationale Zusammenarbeit unerlässlich. Niederlassungen der Fraunhofer-Gesellschaft in Europa, in den USA und in Asien sorgen daher für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wirtschaftsräumen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit 56 Forschungseinrichtungen an Standorten in der gesamten Bundesrepublik. Rund 11 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über 900 Millionen €. Davon fallen mehr als 800 Millionen € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirbt die Fraunhofer-Gesellschaft aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Die Fraunhofer-Wissenschaftler sind auf differenzierte Forschungsaufgaben aus einem breiten Spektrum von Forschungsfeldern spezialisiert. Wenn Systemlösungen gefragt sind, arbeiten mehrere Institute interdisziplinär zusammen.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

Ihren Namen verdankt die Gesellschaft dem als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreichen Münchner Gelehrten Joseph von Fraunhofer (1787–1826).

## Die Forschungsgebiete

Auf diese Gebiete konzentriert sich die Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Werkstofftechnik, Bauteilverhalten
- Produktionstechnik, Fertigungstechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik
- Sensortechnik und -systeme
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik, Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-ökonomische Studien, Informationsvermittlung

## Die Vorteile der Vertragsforschung

Durch die Zusammenarbeit aller Institute stehen den Auftraggebern der Fraunhofer-Gesellschaft zahlreiche Experten mit einem breiten Kompetenzspektrum zur Verfügung. Gemeinsame Qualitätsstandards und das professionelle Projektmanagement der Fraunhofer-Institute sorgen für verlässliche Ergebnisse der Forschungsaufträge. Modernste Laborausstattungen machen die Fraunhofer-Gesellschaft für Unternehmen aller Größen und Branchen attraktiv. Neben der Zuverlässigkeit einer starken Gemeinschaft sprechen auch wirtschaftliche Vorteile für die Zusammenarbeit, denn die kostenintensive Vorlaufforschung bringt die Fraunhofer-Gesellschaft bereits als Startkapital in die Partnerschaft ein.

## Die Zielgruppen

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist sowohl der Wirtschaft und dem einzelnen Unternehmen als auch der Gesellschaft verpflichtet. Zielgruppen und damit Nutznießer der Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft sind:

### • Wirtschaft:

Kleine, mittlere und große Unternehmen in der Industrie und im Dienstleistungssektor profitieren durch Auftragsforschung. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt konkret umsetzbare, innovative Lösungen und trägt zur breiten Anwendung neuer Technologien bei. Für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung ist die Fraunhofer-Gesellschaft ein wichtiger Lieferant für innovatives Know-how.

### • Staat und Gesellschaft:

Im Auftrag von Bund und Ländern werden strategische Forschungsprojekte durchgeführt. Sie dienen der Förderung von Spitzen- und Schlüsseltechnologien oder Innovationen auf Gebieten, die von besonderem öffentlichen Interesse sind, wie Umweltschutz, Energietechniken und Gesundheitsvorsorge. Im Rahmen der Europäischen Union beteiligt sich die Fraunhofer-Gesellschaft an Technologieprogrammen, die der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft dienen.

## Das Leistungsangebot

Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt Produkte und Verfahren bis zur Anwendungsreife. Dabei werden in direktem Kontakt mit dem Auftraggeber individuelle Lösungen erarbeitet. Je nach Bedarf arbeiten mehrere Fraunhofer-Institute zusammen, um auch komplexe Systemlösungen zu realisieren. Im Einzelnen werden folgende Leistungen angeboten:

- Optimierung und Entwicklung von Produkten bis hin zur Herstellung von Prototypen
- Optimierung und Entwicklung von Technologien und Produktionsverfahren
- Unterstützung bei der Einführung neuer Technologien durch:
  - Erprobung in Demonstrationzentren mit modernster Geräteausstattung
  - Schulung der beteiligten Mitarbeiter vor Ort
  - Serviceleistungen auch nach Einführung neuer Verfahren und Produkte
- Hilfe zur Einschätzung von Technologien durch:
  - Machbarkeitsstudien
  - Marktbeobachtungen
  - Trendanalysen
  - Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Ergänzende Dienstleistungen, wie beispielsweise:
  - Förderberatung, insbesondere für den Mittelstand
  - Prüfdienste und Erteilung von Prüfsiegeln

## Standorte der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland



## Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK Hansastraße 32 80686 München

### Bahn

Vom Hauptbahnhof München:  
U-Bahn Linie 4 oder 5 Richtung Laimer Platz. Auf der Streifenkarte sind 2 Streifen zu entwerfen. Steigen Sie an der Haltestelle Heimeranplatz aus. Benützen Sie den Ausgang vorne am Zug und wählen Sie den Ausgang mit der Beschilderung »Hansastraße«. Überqueren Sie die Hansastraße bei der Fußgängerampel. Gehen Sie ca. 50 Meter nach rechts. Im nächsten großen Bürogebäude finden Sie uns im vierten Stock.

### Flugzeug

S-Bahn Linie 8 bis Haltestelle Karlsplatz (Stachus). Auf der Streifenkarte sind 8 Streifen zu entwerfen. Umsteigen in die U-Bahn Linie 4 oder 5 Richtung Laimer Platz. Steigen Sie an der Haltestelle Heimeranplatz aus. Benützen Sie den Ausgang vorne am Zug und wählen Sie den Ausgang mit der Beschilderung »Hansastraße«. Überqueren Sie die Hansastraße bei der Fußgängerampel. Gehen Sie ca. 50 Meter nach rechts. Im nächsten großen Bürogebäude finden Sie uns im vierten Stock.

### Auto

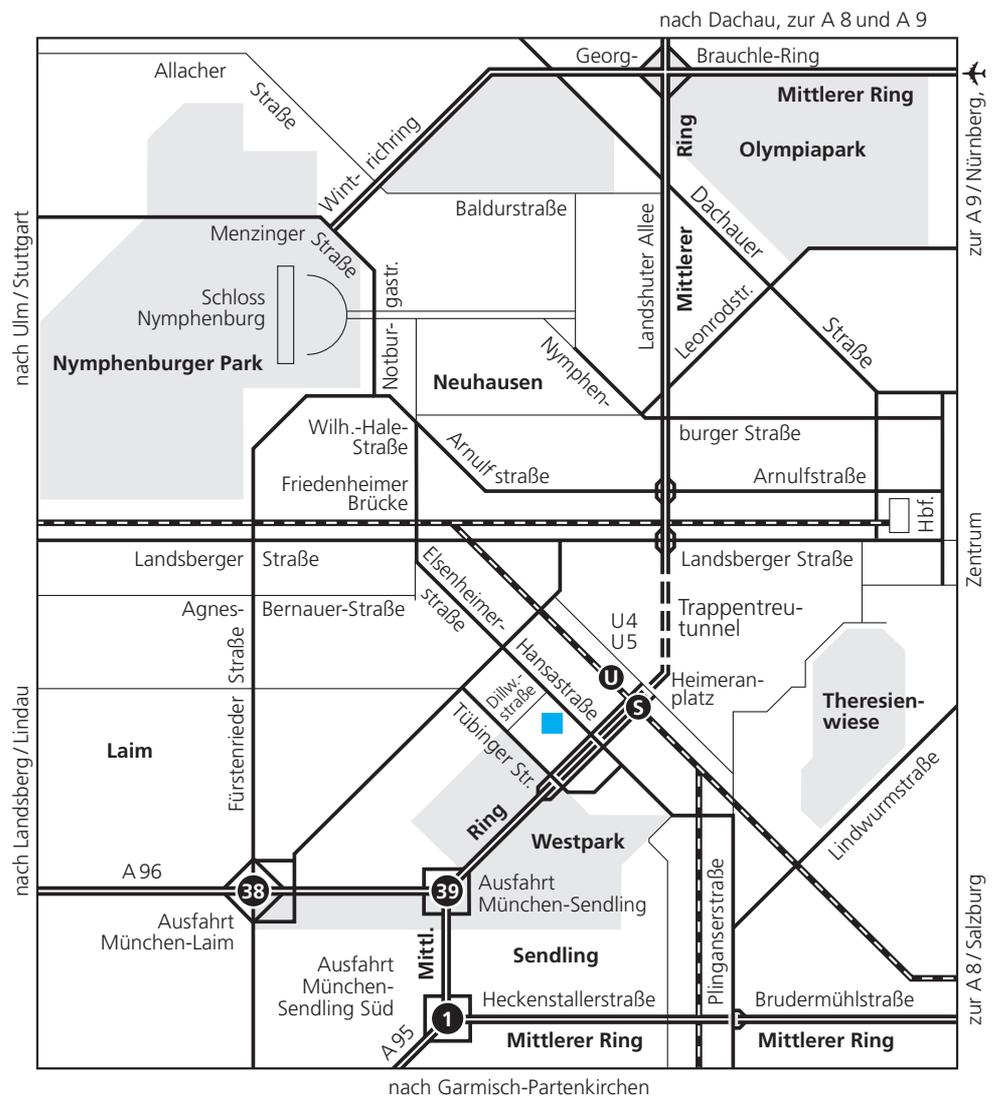
Von der Autobahn A8: Fahren Sie nach dem Autobahnende geradeaus auf der Verdistrasse weiter. Biegen Sie rechts in die Meyerbeerstraße ein, dann links in die Landsberger Straße. Biegen Sie rechts in die Eisenheimer Straße ein und fahren geradeaus weiter in die Hansastraße. Sie finden uns nach ca. 500 Meter auf der rechten Straßenseite.

Von allen anderen Autobahnen: Folgen Sie der Beschilderung »Mittlerer Ring« in Richtung Stadtmitte.  
Von Norden kommend: Sie überqueren die Gleisanlagen auf der Donnersbergerbrücke. Ordnen Sie sich im folgenden Tunnel rechts ein und verlassen Sie den Mittleren Ring über die erste Ausfahrt nach dem Tunnel »Westend/

Heimeranplatz«. Biegen Sie in die erste Straße rechts, Tübinger Straße, ein, dann in die nächste Straße rechts, Dillwächterstraße. Fahren Sie in die nächste Straße rechts, Hansastraße. Sie finden uns nach ca. 150 Meter auf der rechten Seite.

Von Süden kommend: Verlassen Sie den Mittleren Ring an der Ausfahrt »Westend/Heimeranplatz«. Überqueren Sie diesen und biegen Sie nach links in die Hansastraße ein. Sie finden uns nach ca. 100 Meter auf der linken Straßenseite.

Wir verfügen in der Tiefgarage des Gebäudekomplexes Hansastraße 32 auch über Besucherparkplätze. Sie befinden sich im ersten Untergeschoss unter den Nummern 101–109, 138–140, 153, 164–167, 169–170 und 171. Die Einfahrt hierzu befindet sich in der Dillwächterstraße.



# Impressum

## Produktion und Redaktion

Elisabeth Glotzmann, M. A.

## Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Einrichtung  
für Systeme der  
Kommunikationstechnik ESK  
Hansastraße 32  
80686 München

Telefon: +49 (0)89/54 70 88-0

Fax: +49 (0)89/54 70 88-2 20

info@esk.fraunhofer.de

www.esk.fraunhofer.de

## Fotos

Bernd Müller, Augsburg,  
Seiten 4, 5, 17, 25, 27, 32, 41, 44, 47, 51,  
Titelmotive und Umschlaginnenseite

Alle Abbildungen und Graphiken:

© Fraunhofer-Einrichtung

für Systeme der

Kommunikationstechnik ESK

## Gestaltung

A34, büro für kommunikation  
und realisation, München  
www.a34.net

## Druck

SDM Stulz-Druck & Medien GmbH,  
München

© Fraunhofer-Einrichtung

für Systeme der

Kommunikationstechnik ESK,

München, 2002

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck sowie Übersetzung  
nur mit schriftlicher Genehmigung  
der Redaktion.