

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

**Herausgeber:** Swisscom

**Band:** 81 (2003)

**Heft:** 11

**Artikel:** Pervasive Computing verändert unser Leben

**Autor:** Behrendt, Siegfried / Erdmann, Lorenz / Würtenberger, Felix

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876701>

### Nutzungsbedingungen

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

### Conditions d'utilisation

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

### Terms of use

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

**Download PDF:** 12.02.2026

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

# Pervasive Computing verändert unser Leben

**Pervasive Computing ist eine zukünftige Anwendungsform von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT), die durch Miniaturisierung und Einbettung von Mikroelektronik in andere Objekte sowie ihre Vernetzung und Allgegenwart im Alltag gekennzeichnet ist. Anders als die meisten heutigen ICT-Produkte werden Komponenten des Pervasive Computing mit Sensoren ausgestattet sein, über die sie ihre Umgebung erfassen, ohne dass der Benutzer dies aktiv veranlasst.**

**D**ie Triebkräfte hinter dem Trend zum Pervasive Computing (PvC) liegen in technologischen Entwicklungen. Zu den wesentlichen Einflussfaktoren gehört die stetige Leis-

---

SIEGFRIED BEHRENDT, LORENZ ERDMANN UND FELIX WÜRTENBERGER

---

tungssteigerung der Mikroelektronik. Fortschritte der Mikrosystemtechnik und zunehmend auch der Nanotechnologie schaffen die technologischen Vor-

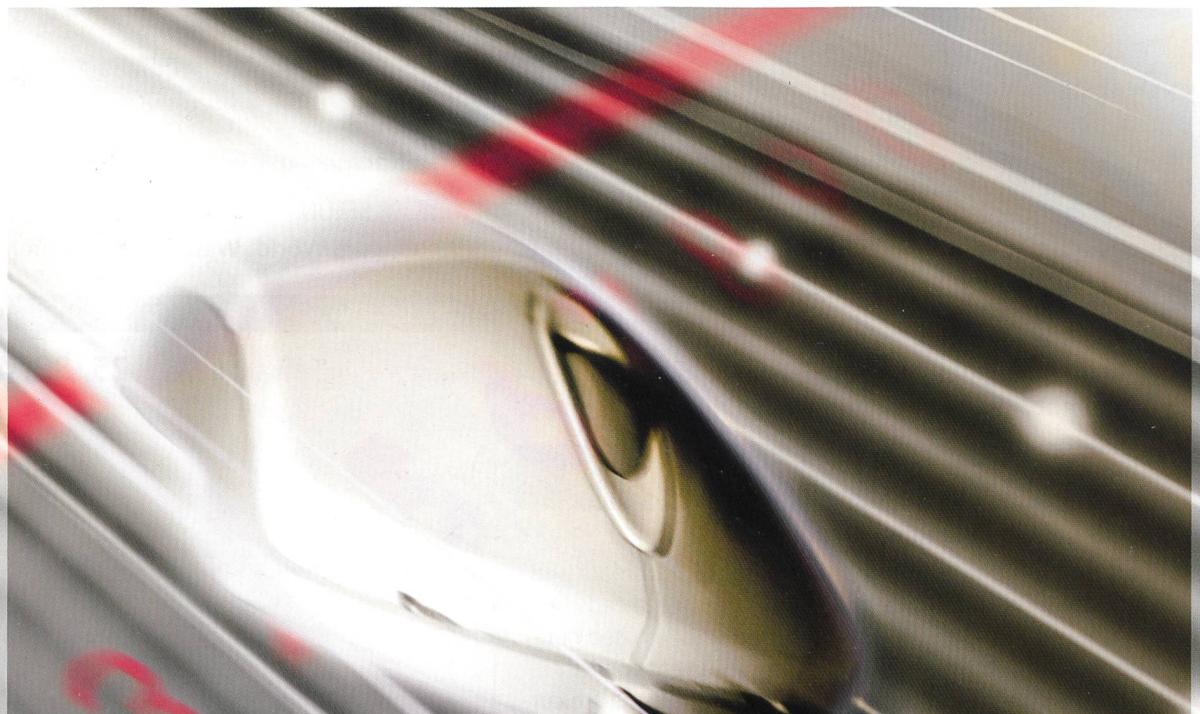
aussetzungen. In der Kommunikationstechnik zeichnen sich Entwicklungen ab, die zukünftig die Vernetzung von Alltagsgegenständen ermöglichen. Wichtig sind neben Festnetzen die drahtlosen Netze, sowohl lokal als auch grossräumig. Hinzu kommen Netzwerkprotokolle für verteilte Systeme oder für Ad-hoc-Netze, die eine spontane Vernetzung von Objekten in räumlicher Nähe ermöglichen. Im folgenden Beitrag wird vor allem auf die Auswirkungen im Bereich der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur eingegangen.

## Vernetzung von Geräten und Gegenständen

Ein Merkmal von PvC ist die Vernetzung einer grossen Zahl von Komponenten. Unter den Netzen wird das Internet auch in der «PvC-Ära» eine wichtige Rolle spielen, da es sich zu einer globalen Informations- und Kommunikationsinfrastruktur entwickelt hat. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass das Internet mehr und mehr Anwendungen umfassen wird und bis in Alltagsgegenstände hinein «verlängert» wird.

An der überall verbreiteten Vernetzung kann grundsätzlich das ganze Spektrum der Kommunikationsinfrastruktur beteiligt sein, von satellitengestützten Netzen über Fest- und Mobilfunknetze bis hin zu drahtlosen Netzen im Nahbereich (Bild 2). Eine zentrale Rolle spielen dabei drahtlose Technologien, insbesondere wenn nicht ortsfeste Gegenstände vernetzt werden. In Abhängigkeit von der

Bild 1. In der Kommunikationstechnik sind neben Festnetzen die drahtlosen Netze wichtig, sowohl lokal als auch grossräumig.



zu überbrückenden Distanz ist zu unterscheiden zwischen:

- WANs (Wide Area Networks), Distanz bis 100 km: Im drahtlosen Bereich sind dies vor allem die Mobilfunknetze.
- WLANs (Wireless Local Area Networks): Die drahtlosen lokalen Netze dienen vor allem der Vernetzung in Bürogebäuden, Wohnhäusern oder so genannten Hotspots wie Flughäfen und Hotels und haben typische Reichweiten von 100 m.
- WPANs (Wireless Personal Area Networks): Hierunter fallen Anwendungen wie die Vernetzung von portablen Geräten, Wearable Computers, «intelligenten Gegenständen» usw. im Bereich von 10 m.
- BANs (Body Area Networks), teilweise ebenfalls als (WP)PANs bezeichnet. Vernetzung von am Körper getragenen Komponenten (Wearables) über Funk oder durch Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des Körpers, im Bereich von 1 m.

Viele dieser Funknetze sind zellulär aufgebaut, das heißt es besteht eine Unterscheidung zwischen den mobilen Endgeräten und den ortsfesten Zugangspunkten (oder Basisstationen), welche die Kommunikation zwischen den Endgeräten vermitteln und weiterleiten und auch den Zugang zu übergeordneten Netzen ermöglichen. Eine direkte Kommunikation zwischen den Endgeräten («peer-to-peer») ist in solchen Infrastrukturen nicht möglich.

In jüngerer Zeit gewinnen so genannte Ad-hoc-Netze an Bedeutung. So unterstützt beispielsweise der Bluetooth-Standard Ad-hoc-Verbindungen. Im Gegensatz zu zellulären Systemen gibt es in Ad-hoc-Netzen keinen Unterschied zwischen Basisstationen und Endgeräten. Zwei oder mehr Geräte, die auf denselben Kanal zugreifen, bilden ein so genanntes Pikanetz, das heißt ein nur für diese konkrete Kommunikations situation gebildetes Netz. In diesem Pikanetz können die beteiligten Endgeräte kommunizieren, ohne eine ortsfeste Basisstation zu benötigen. Ein ähnliches Prinzip liegt nichtzellulären Mobilfunkkonzepten zugrunde. Dabei sollen spezielle Mobilfunktelefone gleichzeitig als Endgeräte und Basisstationen fungieren und so ein peer-to-peer basiertes Mobilfunknetz ohne ortsfeste Sendemasten bilden. Die Datenpakete werden von Endgerät zu Endgerät «weitergereicht», bis sie ihren Empfänger erreichen. Solche Ad-hoc-Verbindungen können allerdings nur

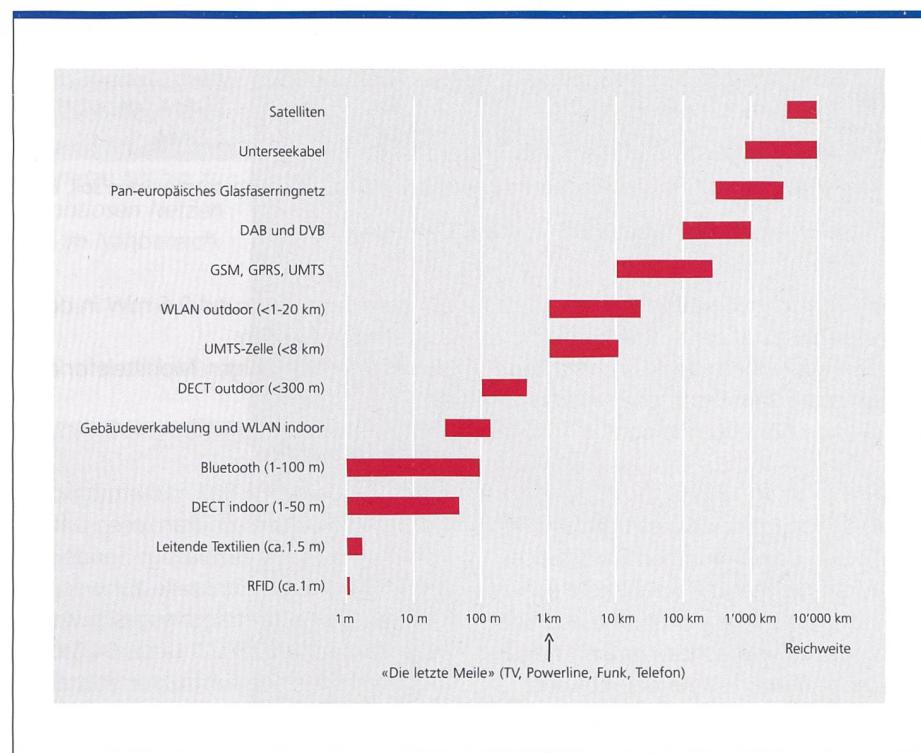


Bild 2. Überblick über die Netzebenen und Reichweiten der kabel- und funkbasierten Übertragungsinfrastruktur.

dann zustande kommen, wenn die räumliche Dichte eingeschalteter Geräte einen kritischen Wert überschreitet. Eine Prognose darüber, welche drahtlosen Standards beim Pervasive Computing (PvC) dominieren werden, ist aus mehreren Gründen unsicher:

- Viele Komponenten des PvC existieren noch nicht, deshalb sind noch keine klaren Anforderungsprofile bezüglich Datenübertragung zu erkennen.
- Neue Funktechnologien wie UMTS, IEEE 802.11 oder Bluetooth beginnen gerade erst den Markt zu erobern. Eine Aussage über ihre Bedeutung in zehn Jahren ist schwierig.
- Zusätzlich werden laufend neue Standards entwickelt.

Die Erschließung des Vernetzungspotenzials von Geräten und Gegenständen hängt auch von der weiteren Standardisierung von Netzprotokollen ab. Viele Geräte des PvC werden vermutlich zwar das Internetprotokoll (IPv6) unterstützen. Für Anwendungen, in denen miteinander verbundene Geräte oder Gegenstände ein Netzwerk bilden, sind aber Netzwerkprotokolle für verteilte Architekturen erforderlich. Hierzu gibt es eine Vielzahl ausgereifter oder in Entwicklung befindlicher Systeme wie beispielsweise Ini, HAVI (Home Audio Video interopera-

bility), UpnP (Universal Plug'N'Play) und im weiteren Sinne auch CORBA (Common Object Request Broker Architecture). Bisher sind diese Systeme aber noch proprietär und nicht interoperabel. Die Entwicklung von generell akzeptierten, herstellerübergreifenden Standards steht noch aus und verhindert bisher den Durchbruch entsprechender Systeme. Beispielhaft ist der Bereich der Hausvernetzung zu nennen («Smart Home»), wo zahlreiche verschiedene Netzzugänge existieren. Sobald allgemein akzeptierte Standards gegeben sind, werden netzwerkfähige Komponenten für einen Massenmarkt in Frage kommen.

### WANs

Für viele Anwendungen des Pervasive Computing ist der Zugriff auf übergeordnete Netze (für Mobiltelefonie, Internet-Zugang usw.) unverzichtbar. Dieser kann entweder vermittelt über ein lokales Netzwerk (W-LAN Access Point usw.) oder über Mobilfunknetze erfolgen. Im Mobilfunk dominieren derzeit in Europa noch klar die GSM-Netze. Mittelfristig werden aber auch UMTS-Netze und langfristig die Technologien der vierten Mobilfunkgeneration (4G) eine Rolle spielen. Üblicherweise sind im Mobilfunknetz Funkdistanzen von wenigen

	<b>Trägerfrequenz</b>	<b>Pulsfrequenz</b>	<b>Kanalzugriff</b>	<b>Maximale Reichweite</b>	<b>Maximale Sendeleistung</b>
<b>GSM</b>	0,9–1,8 GHz	217 Hz	TDMA (gepulst)	35 km	2000 mW
<b>UMTS</b>	2 GHz	100 Hz*	CDMA	8 km	125–250 mW

\*Gilt nur für den TDD-Betrieb, der vorwiegend innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden soll. Bei FDD-Betrieb ist der Sender nicht gepulst.

Tabelle 1. Eigenschaften von GSM- und UMTS-Netzen.

100 m bis mehreren Kilometern zur nächsten Basisstation zu überbrücken. Tabelle 1 gibt einen Vergleich zwischen charakteristischen Eigenschaften von GSM- und UMTS-Technologien.

#### GSM

GSM verwendet das Kanalzugriffsverfahren TDMA. Dabei tauschen Basisstation und Mobilfunkgerät Datenpakete auf einer bestimmten Trägerfrequenz aus, wobei mehrere Gespräche über eine Trägerfrequenz übermittelt werden können. Die Trennung der Daten erfolgt durch «Time Division», das heisst durch die Aufteilung in Zeitschlüsse, die sich periodisch wiederholen. Das einzelne Handy erhält genau alle 4,615 ms ein neues Datenpaket. Dies führt zu einer Pulsfrequenz von  $1/4,615 \text{ ms} = 217 \text{ Hz}$ . Die maximale Sendeleistung eines GSM-Handys beträgt 2 W im 900 MHz-Band und 1 W im 1800 MHz-Band. Die Sendeleistung der Basisstationen liegt in der Größenordnung von 1 bis mehreren 100 W pro Hochfrequenzträger. Üblicherweise werden mehrere Hochfrequenzträger pro Basisstation betrieben.

#### UMTS

UMTS verwendet das Kanalzugriffsverfahren CDMA (Code Division Multiple Access). Im Gegensatz zum TDMA (Time Division Multiple Access) werden die zu unterschiedlichen Gesprächen gehörenden Datenpakete nicht zeitlich, sondern durch unterschiedliche Codierung getrennt. Dieses Verfahren führt zunächst nicht zu gepulster Strahlung. Allerdings stehen für die Trennung von Hin- und Rückkanal zwei Verfahren zur Verfügung: FDD (Frequency Division Duplex) und TDD (Time Division Duplex). Die Verwendung von letzterem führt zu einer Pulsfrequenz von 100 Hz. Die maximale Sendeleistung von UMTS-Handys wird typischerweise 125 bis 250 mW betragen, also rund acht- bis sechzehnmal weniger als ein GSM-Handy. Simulationsrechnungen von Herstellern haben ergeben, dass die mittleren Sendeleistungen von UMTS-Geräten sogar nur bei rund 7 mW

auf dem Land und rund 0,6 mW in der Stadt liegen werden.

Neben Internet-fähigen Mobiltelefonen

der UMTS-Generation könnte in der Zukunft auch eine Vielzahl anderer Geräte und Alltagsgegenstände online-fähig ge-

#### Free Networks

Der Standard IEEE-802.11b ermöglicht auf dem Frequenzband 2,4 GHz eine lizenzzfreie Möglichkeit zur drahtlosen Datenübertragung, die von jedem genutzt werden kann. Die maximal zulässige Sendeleistung von 100 mW begrenzt die räumliche Reichweite einer Funkzelle auf wenige 100 m. Aus der im Vergleich zu GSM sehr hohen Datenübertragungsgeschwindigkeit des W-LAN mit bis zu 11 Mbit/s (künftig mit IEEE-802.11a bis 54 Mbit/s) ist es denkbar, dass eine dezentral organisierte Netzwerk-Infrastruktur entsteht. Eine vergleichbare Bedeutung könnte der Standard IEEE-802.11g gewinnen, der ähnliche Leistungsdaten aufweist.

Mit einem Peer-to-Peer-Konzept können sich die Betreiber von W-LAN-Knoten zu einem übergeordneten Netzwerk zusammenschliessen, das sie selbst betreiben und kontrollieren. Solche Free Networks sind in einigen Städten (z. B. London, Berlin) im Entstehen und beginnen sich untereinander wiederum zu vernetzen. Visionen eines selbstorganisierten Wachstums von Netzen bekommen durch die W-LAN Technik neuen Auftrieb.

Das ermöglicht auch nicht gewinnorientierten Gruppen, sich zu vernetzen und auf dem Telekommunikationsmarkt zu agieren. Neben dem Sharing von Bandbreite und Kosten können Free Networks auch die heute faktisch gegebene Abhängigkeit des Nutzers von kommerziellen Providern aufheben. Grundsätzlich denkbar ist eine teilweise Substitution zentral betriebener Funknetze wie GSM oder UMTS durch dezentral organisierte Netzwerke auf W-LAN Basis. Allerdings könnten nichttechnische, beispielsweise haftungs- oder datenschutzrechtliche Probleme dieser Entwicklung entgegenwirken.

In Ländern mit schwacher Telekommunikationsinfrastruktur sind Free Networks prädestiniert, den Zugang zum Internet überhaupt erst zu ermöglichen. Sowohl das Problem fehlender oder unzuverlässiger Telekommunikationsnetze als auch die oft hohen Infrastrukturkosten lassen sich durch den Aufbau der drahtlosen Free Networks umgehen. Die benötigte Technik ist einfach und lässt sich in Eigeninitiative vor Ort realisieren. In Verbindung mit Open Source-Software könnten solche Netze zur Überwindung des *Global Digital Divide* beitragen. In Non-Profit-Projekten der Entwicklungszusammenarbeit mit afrikanischen Ländern wurden positive Erfahrungen gemacht (wire.less.dk, 2003).

Nicht zufriedenstellend gelöst ist die Sicherheit solcher offenen Datennetze gegen Missbrauch durch Netz-Hacker. Werden die Netze ohne Verschlüsselung betrieben, haben die Betreiber praktisch keinen strafrechtlichen Schutz gegen Hacker-Angriffe und Datendiebstahl.

Fragen der Tarifierung beim Zugang zu anderen Diensten über ein Free Network, die Verantwortlichkeit bei Ausfällen, Regeln für die Namensgebung und Adressierung im Netz sind weitere noch zu lösende Probleme.

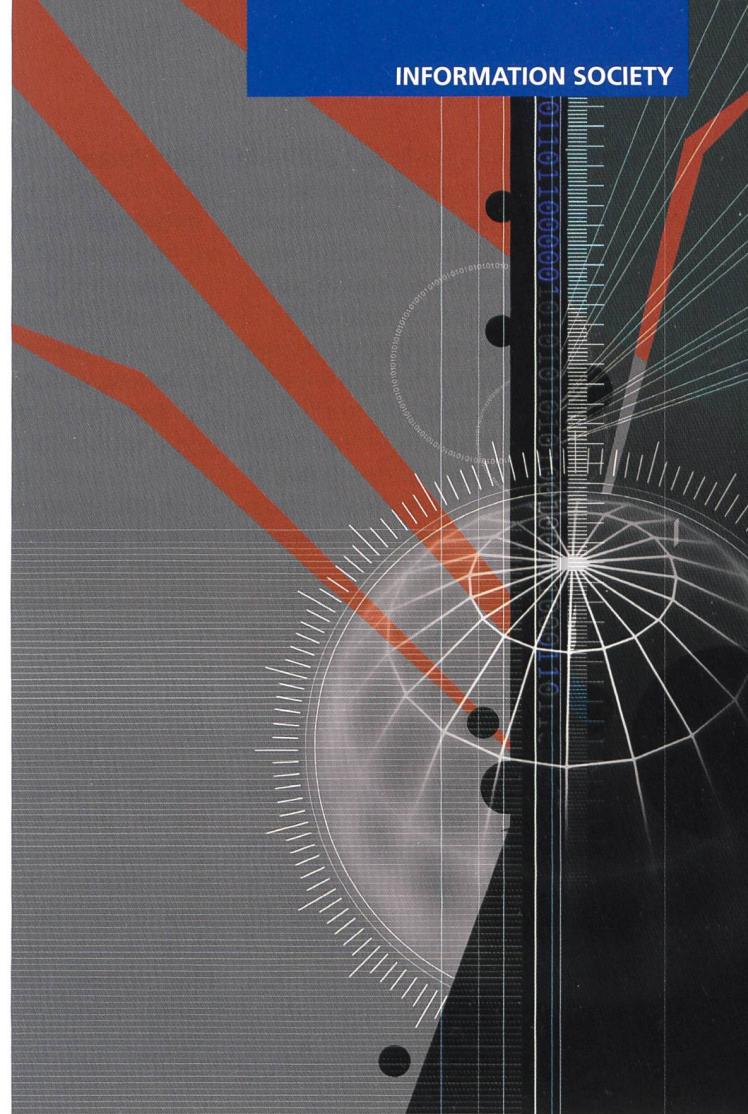
Ausserdem stellt sich im Hinblick auf den dezentralen Betrieb von W-LAN-Basisstationen die Frage, wie das Verursacherprinzip im Falle gesundheitlicher Risiken nichtionisierender Strahlung (NIS) umgesetzt werden könnte. Im Gegensatz zu den GSM-Basisstationen des heutigen Mobilfunks, für die eine überschaubare Anzahl von Betreibern verantwortlich ist, sind in einem Free Network sowohl die NIS-Emissionen als auch die Verantwortlichkeiten auf eine viel grösitere Anzahl von kleinen W-LAN-Zellen mit geringeren Sendeleistungen bzw. deren Betreiber verteilt.

macht werden (Kühlschränke, Waschmaschinen usw.). Damit sollen nicht nur weitere Online-Zugänge geschaffen werden, um das Internet überall verfügbar zu machen; es geht auch um den Fernzugriff auf Geräte durch deren Besitzer oder den Kundendienst zur Steuerung oder Fernwartung.

#### *Entwicklungsperspektiven im WAN-Bereich*

Der derzeitige Entwicklungskorridor für PvC auf dem Gebiet der drahtlosen Kommunikation ist durch die Mobilfunk-Standards GSM (mit den Erweiterungen HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), GPRS (General Packet Radio Service) und EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) sowie UMTS) geprägt. Auch weitere Technologien wie das System «DIRC» (Digital Inter Relay Communication) für Ad-hoc-Funknetze oder die monodirektionalen Standards DAB (Digital Audio Broadcasting) und DVB (Digital Video Broadcasting) könnten eine Rolle im PvC spielen. Letztere erlauben zwar nur eine Einwegkommunikation, könnten aber für die Verbreitung von Informationen eingesetzt werden, die für PvC-Komponenten überall verfügbar sein sollen, beispielsweise Wetterdaten. Große Erwartungen setzen die Mobilfunkbetreiber in UMTS, die dritte Mobilfunkgeneration, die als neuer Standard höhere Datenübertragungsraten, bessere Sprachqualität und höhere Netzkapazitäten ermöglichen soll. Allerdings ist nach den bisherigen technischen und wirtschaftlichen Problemen bei der Einführung von GPRS und dem Aufbau der UMTS-Infrastruktur davon auszugehen, dass die hochgesteckten Ziele zumindest vorerst nicht erreicht werden. Während UMTS noch gar nicht flächendeckend eingeführt ist, wird bereits die nächste Mobilfunkgeneration (4G) entwickelt. Möglich sind damit anfangs Übertragungsraten bis 10 Mbit/s, die aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht im ge-

Bild 3: Alles wird verbunden, von satellitengestützten Netzen über Fest- und Mobilfunknetze bis hin zu drahtlosen Netzen im Nahbereich.



samten Netz zur Verfügung stehen werden, sondern nur in so genannten «Hotspots» mit vielen Nutzern auf kleinem Raum. Dazu gehören beispielsweise Flughäfen und Bürozentren in Großstädten. Außerhalb der Ballungsgebiete werden Kunden die Bandbreite einer UMTS-Basisstation teilen, oder sie können selbst ein eigenes kabelloses Netzwerk im Haus einrichten, das per TV-Kabel, Richtfunk oder DSL (Digital Subscriber Line) mit dem Provider verbunden ist. Dahinter steht die Vision einer vollständigen Integration von Mobil- und Festnetztechniken und der Standardisierung der Dienstfunktionen.

#### **W-LANs**

Entscheidend für PvC sind drahtlose Kommunikationstechniken im Nahbereich (Wireless Local Area Networks). In der für lokale Netze typischen Reichweite gibt es eine Reihe gängiger Standards wie die IEEE-802.11-Familie und HomeRF. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Vollständigkeitshalber und für den Vergleich von Sendeleistungen ist auch der digitale Funkstandard für Schnurlos-Telefone DECT aufgeführt. Für die Vernetzung in Bürogebäuden oder für breitbandigen drahtlosen Internet-Zugriff in Hotspots wie Hotels oder

	Trägerfrequenz	Pulsfrequenz	Typische Reichweite	Maximale Sendeleistung
<b>IEEE 802.11b</b>	2,40–2,48 GHz		bis 120 m	35 mW
<b>IEEE 802.11a</b>	5,15–5,35 GHz		50–300 m*	160–800 mW
	5,72–5,82 GHz			
<b>HomeRF</b>	2,4–2,5 GHz		50 m	100 mW
<b>DECT</b>	1,85 GHz	100 Hz	50–300 m	250 mW (durchschnittlich ~ 10 mW)

\* In Abhängigkeit von der Datenrate

Tabelle 2. Eigenschaften von Technologien im W-LAN-Bereich.

Flughäfen hat sich in letzter Zeit der Standard IEEE 802.11 stark verbreitet. Wireless-LAN-Technologie, die in Unternehmen ebenso einsetzbar ist wie in Kleinbüros und Privathaushalten, eignet sich zur Erweiterung fest verdrahteter LANs ebenso wie zum Aufbau von Internet-POPs und ermöglicht so grössere Mobilität. Auf Messen oder in Konferenzräumen, auf Flughäfen, in Wartehallen oder auch in Bibliotheken sind drahtlose Netzwerke besonders interessant. Je nach Verteilung der Access Points lassen sich mit dieser Technik aber auch ganze Stadtteile versorgen. Die Reichweite beträgt in Büroumgebungen je nach System 30 bis 100 m, im Freien bis zu 1 km, in der Richtfunkvariante sogar über 20 km. Die Übertragungskapazität liegt heute grossenteils noch bei 1 bis 2 Mbit/s. In den USA nutzen bereits 36% aller IT-Firmen Wireless LAN.

#### Entwicklungs perspektiven im W-LAN-Bereich

Bisher arbeiten fast alle Wireless-LAN-Produkte im auch von Bluetooth genutzten 2,4 GHz-Bereich, wobei Bluetooth weniger störfähig ist, da kleine Datenpakete auf unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden. Aber auch für den 5-GHz-Bereich ist laut Frost & Sullivan ein Wachstum zu erwarten. Ein Vorteil gegenüber 2,4 GHz ist die geringere Störfähigkeit, da dieses Frequenzband nicht durch Mikrowellenherde, Bluetooth und HomeRF überlagert wird.

Inwieweit Bluetooth und Wireless LAN eine Konkurrenz darstellen oder sich gegenseitig ergänzen, wird aktuell diskutiert. Für das Jahr 2006 prognostiziert Frost & Sullivan europaweit, dass Flughäfen, Bahnhöfe und Hotels zunehmend mit drahtlosen Funknetzen mit W-LAN- oder Bluetooth-Technologie ausgestattet sein werden. Prognostiziert werden mehr als 37 000 solcher so genannter Hotspots, wobei der Anteil von Bluetooth auf 35% geschätzt wird, während auf beide Technologien 20 bis 50% der Hotspots entfallen.

#### W-PANS

Die wichtigsten Standards für die drahtlose Vernetzung im Bereich weniger Me-

ter (Wireless Personal Area Network) sind IrDA, Bluetooth und so genannte high-rate WPANs nach IEEE 802.15.3. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die verschiedenen Technologien haben spezifische Vor- und Nachteile. So ist beispielsweise der grosse Nachteil von IrDA (auf dem beispielsweise Fernbedienungen von Unterhaltungselektronik basieren) die Notwendigkeit einer Sichtverbindung. Mit Bluetooth kann dagegen auch durch Wände hindurch und damit zwischen mehreren Zimmern oder Büros kommuniziert werden. Andererseits kann sich die Omnidirektionale von Bluetooth in bestimmten Situationen nachteilig auswirken: Möchten beispielsweise zwei Teilnehmer einer Sitzung ihre elektronischen Visitenkarten austauschen, ohne die anderen am Tisch damit zu belämmern, so ist IrDA mit einem gerichteten Infrarotstrahl, der eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation ermöglicht, von Vorteil.

Bluetooth ist ein bereits verfügbarer, offener Standard, der mobile Geräte wie Handys, Handheld-Computer, Organizer oder andere elektronische Geräte schnurlos miteinander verbindet. Bluetooth ist auf einem einzigen Chip realisierbar. Die Übertragungsleistung beträgt bis zu einem Mbit/s, die Reichweite ist mit 10 bis 100 m gering.

Dieser Technologie wird eine grosse Zukunft vorausgesagt. Da der Preis des Chips bei Serienfertigung von derzeit 40 € auf unter 5 € sinken dürfte, könnte es zu einem häufig verwendeten Modul werden. Das Marktforschungsunternehmen Forrester prognostiziert, dass im Jahre 2006 in Europa 235 Millionen Bluetooth-fähige drahtlose Geräte im Markt sein werden. Zu diesem Zeitpunkt werden gemäss der gleichen Prognose 44% der PDAs und 73% der Mobiltelefone in Europa Bluetooth-fähig sein.

Technologien aus dem W-LAN-Bereich lassen sich theoretisch auch im W-PAN-Bereich einsetzen. Allerdings ist Bluetooth beispielsweise den IEEE 802.11 Technologien aufgrund geringerer Komplexität (und damit auch Kosten) sowie niedriger Leistungsaufnahme und da-

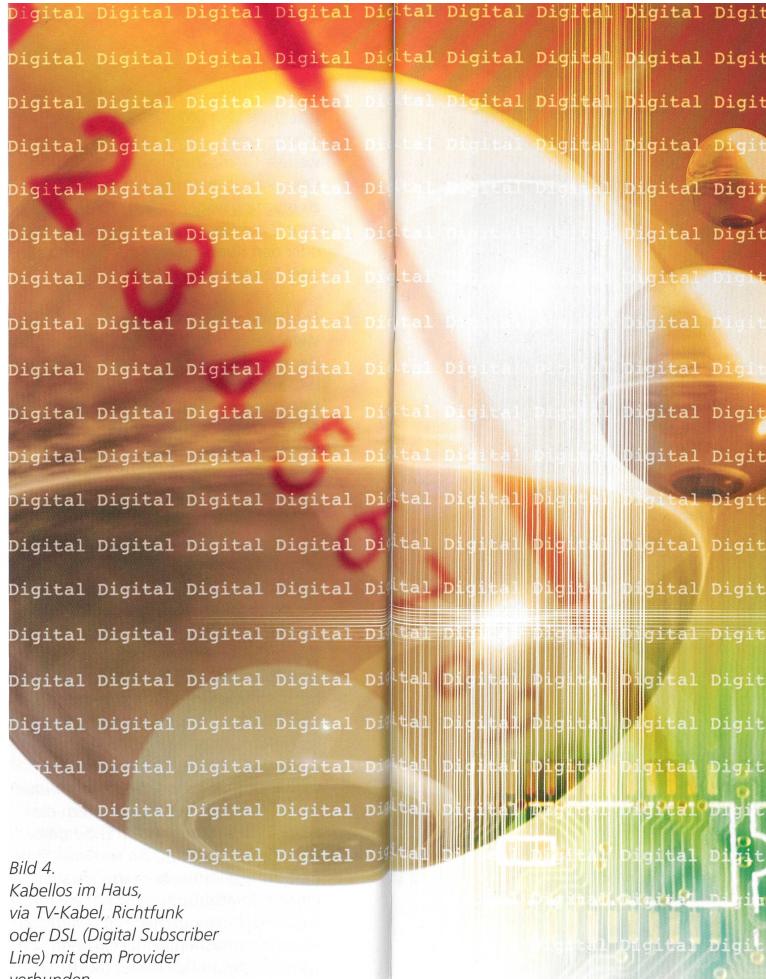


Bild 4.  
Kabellos im Haus,  
via TV-Kabel, Richtfunk  
oder DSL (Digital Subscriber  
Line) mit dem Provider  
verbunden.

mit höherer Batterielebensdauer überlegen.

#### Entwicklungs perspektiven im W-PAN-Bereich

Derzeit lässt sich nur schwer eine Prognose abgeben, welcher Standard die Nahvernetzung von Geräten oder «intelligenten Gegenständen» prägen wird. Allgemein werden Bluetooth in vielen Bereichen die besten Chancen eingeräumt. Die Verbreitung von Bluetooth ist

dose), Ethernet usw. Bei Haushaltgeräten, die häufig ihren Ort wechseln oder bei «intelligenten Gegenständen» und «intelligenten Möbeln» ist dagegen eine drahtlose Vernetzung notwendig. Hierfür kommen insbesondere Bluetooth, aber auch W-LANs in Frage. Für spezielle Anwendungen, beispielsweise den Austausch virtueller Visitenkarten, ist aber auch IrDA eine attraktive Option.

Für die Vernetzung im Auto müssen keine grossen Distanzen überwunden werden. Daher ist Bluetooth hier besonders gut geeignet. Andererseits gibt es Bestrebungen, vorhandene Stromführende Kabel im Auto auch für die Datenkommunikation zu nutzen. Dazu haben Infineon, BMW und Audi 2001 das DC-BUS-Konsortium gegründet.

Auch im Bereich der Wearables basieren bereits existierende Technologien meist auf Bluetooth. So gibt es bereits drahtlose Headsets, die mithilfe von Bluetooth mit einem Computer in der Hosentasche Daten austauschen.

#### Bluetooth

Bluetooth wird derzeit von Experten die besten Chancen eingeräumt, um in den meisten Bereichen des PvC zum dominierenden Funkstandard zu werden. Bluetooth wird im lizenzierten ISM-(Industrial-Scientific-Medical)-Band bei 2,45 GHz betrieben und ist daher Störquellen wie Garagentoröffnern, Baby-Phones usw. ausgesetzt. Dieses Problem wird mit einem Frequenzsprungverfahren gelöst.

Die Übertragungsfrequenz springt bis zu 1600-mal pro Sekunde. Dafür stehen zwischen 2402 und 2480 MHz 79 Frequenzkanäle mit einer Kanalbreite von je 1 MHz zur Verfügung. Je nach Reichweite gibt es bei Bluetooth zwei Leistungsklassen: Geräte mit 1 mW Leistung (im Fachjargon «Pico-Bluetooth») für eine Reichweite von 10 m und solche mit 100 mW Leistung («Mega-Bluetooth») für eine Reichweite von 100 m. Bluetooth ist auf geringen Energieverbrauch hin optimiert und eignet sich deshalb besonders für mobile Anwendungen.

Neben dem Sendemodus sieht der Bluetooth-Standard dreistromsparende Betriebszustände vor:

- In den Zuständen «Hold» und «Sleep» beträgt der Stromverbrauch 50 mA,
  - im Standby-Modus 300 mA,
  - bei maximaler Sendeleistung 30 mA,
- bei jeweils 2,7 V. Die Standby-Modi haben daher eine Leistungsaufnahme, die mindestens um den Faktor 100 unter der des Sendebetriebs liegt. Die Empfänger haben eine Empfindlichkeit von  $-70 \text{ dBm}$  ( $10^{-7} \text{ mW}$ ).

Als begrenzender Faktor für die Bluetooth-Verbreitung könnte sich in der Zukunft die vergleichsweise niedrige Datenrate erweisen. Insbesondere für Multimedia-Anwendungen oder Videokommunikation, die eine wachsende Rolle auch im Nahbereich spielen werden, ist Bluetooth zu langsam.

Für eine höherrate Übertragung im PAN-Bereich gibt es bereits einen neuen Standard IEEE 802.15.3 («high-rate W-PANs»). Dieser Standard wird von Experten als aussichtsreicher Mittel- und Langfrist-Nachfolger von Bluetooth gehandelt. Da höhere Datenraten in der Regel auch höhere Strahlungsleistungen verlangen, ist davon auszugehen, dass «high-rate W-PANs» eine höhere Sendeleistung als Bluetooth haben werden.

#### BANS

Body Area Networks werden zum Teil auch als Personal Area Networks (eine zweite Bedeutung des oben verwendeten Ausdrucks) bezeichnet. Sie dienen zur drahtlosen Vernetzung von am Körper getragenen Komponenten (Wearables).

Durch die Miniaturisierung eignen sich immer mehr Geräte dazu, am Körper getragen zu werden, sei es als Accessoire oder in die Kleidung eingebettet. Die Hersteller arbeiten (vorerst in Designstudien) an Geräten, bei denen das Display in eine Brille sowie Mikrofon und Ohrhörer in Schmuckstücke integriert sind und mit gesprochener Sprache gesteuert werden können. Die drahtlos kommunizierenden Einzelteile bilden das BAN (oder PAN), das seinen Träger wie eine «Aura» immer und überall umgeben soll.

#### Entwicklungs perspektiven im BAN-Bereich

Für den medizinischen Bereich hat das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schal-

Trägerfrequenz	Pulsfrequenz	Typische Reichweite	Maximale Sendeleistung
IrDA	Infrarot	–	< 5 m
Bluetooth	2,402–2,480 GHz	1600 Hz	10/100 m
IEEE 802.15.3	2,4–2,5 GHz	–	10 m

Tabelle 3. Eigenschaften von Technologien im W-PAN-Bereich.

tungen eine drahtlose Übertragungs-technologie im Bereich von 400 MHz entwickelt. Damit können mehrere Sensoren am Körper ihre Messwerte an einen Empfänger am Gürtel funkten. Aufgrund der kurzen benötigten Reichweite reichen mittlere Sendeleistungen von 0,4 mW aus.

Der japanische Telekommunikations-Konzern NTT und seine Mobilfunk-Tochter NTT DoCoMo arbeiten daran, die Leitfähigkeit des Körpers des Wearable-Trägers für ein BAN zu nutzen. Die aktiven Komponenten, die direkt am Körper getragen werden, senden schwache Ströme (im Bereich von Nanoampere) im Frequenzbereich unter 1 MHz über den Körper aus. Diese eignen sich grundsätzlich auch zur Übermittlung von Informationen von Körper zu Körper. Auf diese Weise könnten künftig zwei Träger eines BAN durch einen Händedruck automatisch ihre elektronischen Visitenkarten austauschen.

11

## Studie des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung

Die Publikationsreihe – «Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft, Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt», mit den Autoren Lorenz Hilty, Siegfried Behrendt, Mathias Binswanger, Arend Bruinink, Lorenz Erdmann, Jürg Fröhlich, Andreas Köhler, Niels Kuster, Claudia Som und Felix Würtenberger – enthält die Ergebnisse der Studien, die im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-SWISS) beim Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat (SWTR) durchgeführt wurden.

TA-SWISS hat zum Ziel, die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien möglichst umfassend zu untersuchen. Es geht darum, die allfälligen positiven und negativen Einflüsse der Technologie auf soziale, politische, wirtschaftliche und ökologische Systeme und Abläufe abzuschätzen. Um diese Aufgabe zu erfüllen, setzt der SWTR einen Leitungsausschuss aus Fachleuten von Wissenschaft, Industrie, Politik und NGOs (Nichtstaatliche Organisationen) ein, der die massgeblichen Themen und Fragen definiert, welche die TA-SWISS behandelt.

Aus dieser umfangreichen Studie haben wir aus dem Kapitel «Technologische Entwicklungen» die wesentlichen Ergebnisse bezüglich Telekommunikationstechnologie zusammengefasst.

## Summary

### Pervasive Computing

The miniaturisation of microelectronics is bound to continue for about another 10 years without breaking the trend. It is an essential driver for implementing the vision of "Pervasive Computing". Further development of wireless communications by means of mobile phone networks and wireless local area networks (W-LAN) will play a decisive role. The number of mobile components per person will rise so fast into the hundreds, that it will no longer be practical for the energy supply to be provided in the form of batteries that have to be replaced or recharged using AC adaptors. Other energy supply technologies such as solar cells or fuel cells, or the use of body energy will become more common than today. Many components will only come on when brought against a contact or into a field supplying energy, as can be seen with today's chip cards or smart labels, respectively. Pervasive Computing will only gain acceptance if progress is made in user interfaces, i.e. voice controlled systems. A major innovation over current ICT applications will be context sensitivity: Components will react to their environments and thus will operate without being activated each time by the user. On the software level, so-called agent technologies will gain in importance. Thus, technology and the information it makes available will demand so many additional decisions from us that we will need to delegate decisions to technology to be able to cope with them.

Herausgeber:

TA-SWISS

Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung

Birkenweg 61, CH-3003 Bern

Tel. 031 322 99 63, Fax 0 31 323 36 59

E-Mail: ta@swtr.admin.ch

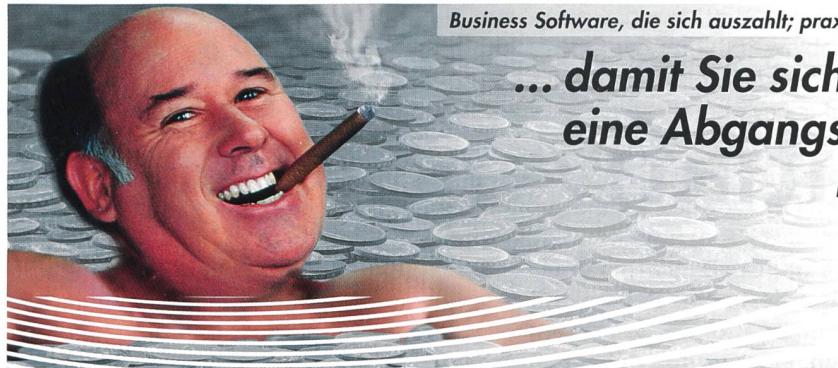
Homepage [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)

ISBN-Nr.: 3-908174-06-6

**Siegfried Behrendt**, Studium der Politologie und Biologie an der FU Berlin. Seit dem Jahr 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter am IZT (Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung), Berlin. Koordinator der Arbeitsgruppe «Ökologisches Wirtschaften» am IZT und seit 2000 Lehrbeauftragter an der Fachhochschule für Wirtschaft und an der Technischen Fachhochschule Berlin.

**Lorenz Erdmann**, Dipl.-Ing., wissenschaftlicher Mitarbeiter am IZT im Bereich technischer Umweltschutz, Berlin.

**Felix Würtenberger**, Studium der Physik an der LMU München und der Universidad de Sevilla. Seit dem Jahr 2000 bis September 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter am IZT, Berlin. Arbeitsschwerpunkte: Informations- und Kommunikationstechnologien, nachhaltige Informationsgesellschaft, Trends und Entwicklungen im Pervasive Computing, Ressourcenproduktivität durch E-Commerce, Energieeffizienz im Verkehrssektor.



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

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

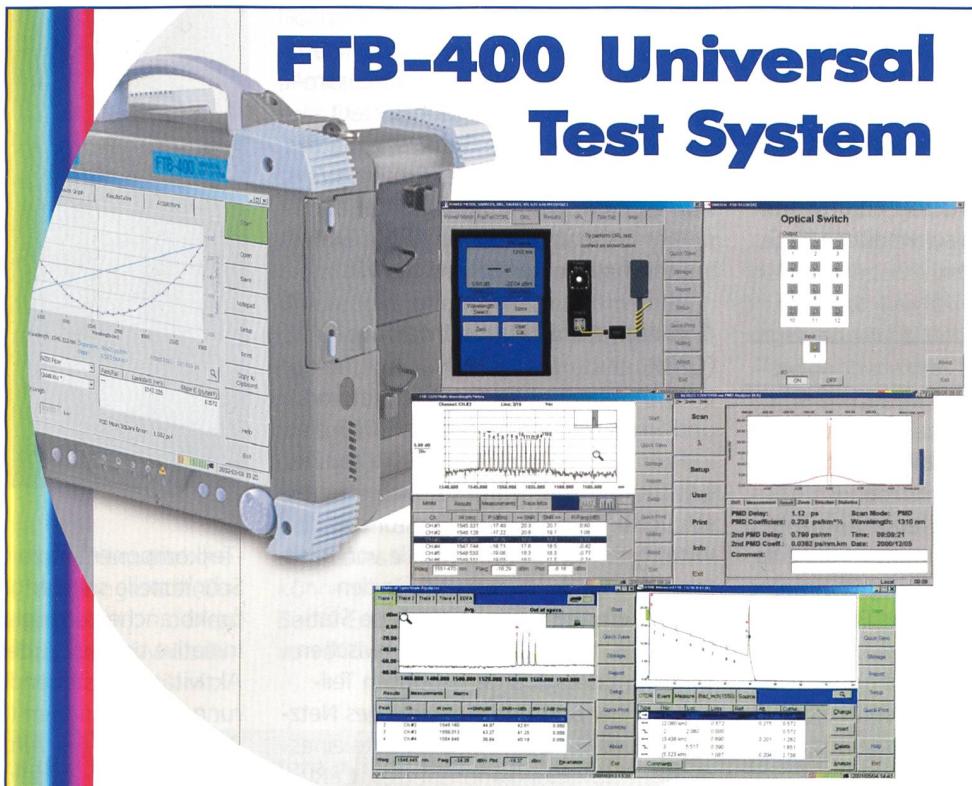
Microsoft®  
CERTIFIED  
Partner

hp  
invent

■ 4624 Härringen, Pearlsys AG, 062 388 99 99 ■ 4106 Therwil, it kompetenz- & dienstleistungszentrum gmbh, 0844 840 840 ■ 5035 Unterenfelden, Mathys Informatik AG, 062 737 74 75 ■ 5444 Künzen, Reich Informatik, Interworks, 056 496 54 85 ■ 6302 Zug, 4Investment GmbH, 041 724 57 90 ■ 5726 Unterkulm, HGB AG, 062 776 01 50 ■ 8733 Eschenbach SG, Bercom Solution GmbH, 055 292 19 10 ■ 4702 Oensingen, Office Informatik, 062 396 36 63 ■ 8048 Zürich, Kaktus Computer AG, 01 432 88 08 ■ 6371 Stans, FR-Informatik AG, 041 612 22 02 ■ 3123 Belp, Elbo AG, 031 819 71 12 ■■■ Hersteller: 5013 Niedergösgen, Rotron Software, 062 858 62 62, info@europa3000.ch

px/cm 5122.7

## FTB-400 Universal Test System



### Verfügbare Module:

- \* Optischer Spektrum Analyzer,
- \* Multi Wavelength Meter,
- \* Chromatische Dispersions Analyzer,
- \* SONET / SDH Analyzer,
- \* 10 / 100 / Gigabit Ethernet Tester,
- \* Singlemode und Multimode OTDR,
- \* Automatische bidirektionale „ALL-IN-ONE“ OLTS,
- \* High-fiber-count 1 x 12 Optical Switch,
- \* Polarisation Mode Dispersions Analyzer (Schnellste PMD Analyse)
- \* Optical Channel Selector

[www.ccontrols.ch](http://www.ccontrols.ch)

**EXFO**

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

**COMPUTER CONTROLS AG**

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

Components  
Instruments  
Telecom