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

Herausgeber: Swisscom

Band: 74 (1996)

Heft: 7

Artikel: Der Rundfunk und seine Frequenznot

Autor: Siegle, Gert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876780

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: 12.07.2025

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

BOSCH-FORSCHUNG WEIST NEUE WEGE

DER RUNDFUNK UND SEINE FREQUENZNOT

Die Informationsvielfalt des Hör- und Fernsehrundfunks in Deutschland stösst an technische Grenzen. Schon heute existiert ein grösseres Programmangebot, als es Breitbandkabel- oder terrestrische Übertragungsnetze flächendeckend transportieren können. Infolgedessen liegt die Programmauswahl nicht allein beim Zuschauer, sondern zusätzlich bei den Landesmedienanstalten, die die schwierige Aufgabe erfüllen, über die Zuteilung der Mangelware Frequenzen an Programmanbieter entscheiden zu müssen.

GERT SIEGLE, STUTTGART

Besonders nachhaltig könnte sich dieser Engpass auf die Einführung zukünftiger Dienste auswirken, die vorbereitet werden: Digital Audio Broadcast (DAB), Near Video on Demand oder Teleshopping sind Beispiele dafür. Ebenso mangelt es in den Breitbandverteilnetzen auch an Kapazitäten für die Übertragung zusätzlicher digitaler Fernsehprogramme, wie sie etwa der neue Satellit Astra 1E abstrahlen wird.

Seit Jahren hat sich daher Bosch in seinen Labors mit Lösungswegen befasst. Die Experten erproben heute Verfahren (Bild 1), mit denen

- in existierenden Kabelfernsehnetzen bis zu doppelt so viele Programme wie bisher zu übertragen sind, ohne die heute übliche Belegung mit analogen Signalen zu verändern,
- in terrestrischen Funknetzen, innerhalb der heutigen, festgelegten Frequenzbereiche, weitere Fernseh- oder Rundfunkkanäle zu verteilen sind.

Beim aktuellen Stand der Diskussion (Bild 2) um elektronische Medien hält Bosch dies für einen wichtigen Durchbruch mit erheblichem Veränderungspotential.

An der Grenze zwischen analoger und digitaler Übertragungstechnik

Für analoge Rundfunkübertragungsverfahren wie Pal- und Pal-Plus-Fernsehen oder UKW-Hörfunk sind die Entwicklungspotentiale weitgehend ausgeschöpft. Ein richtiger Schritt, der bei UKW jetzt noch konsequenterweise gegangen wird, ist die Nutzung neuer Dienste im Radio Data System (RDS), bei dem vor allem die Einführung des Traffic Message Channel (TMC) dem Verkehrsfunk neue Möglichkeiten erschliesst. Die RDS-Zusatzdienste sind bereits digitalisiert – so wie es alle wichtigen Neuentwicklungen der Übertragungstechnik künftig sein werden.

Will man also über neue Möglichkeiten und die Zukunft von Hörfunk und Fernsehen sprechen, muss man die oftmals nicht ganz einfach darstellbare digitale Welt erläutern. Aber auch die Analogfernsehstandards Pal und Secam sind ja wenig anschaulich und dennoch wohlbekannt, und so sollte es auch gelingen, den digitalen Part verständlich zu machen.

Das Frequenzspektrum für Rundfunkdienste mit terrestrischer Ausstrahlung sowie die Belegung des Breitbandkabels zeigen, welchen grossen Anteil der Rundfunk – also Audio und Video – im Frequenzbereich unterhalb 1 GHz schon hat. Trotzdem reichen diese Bänder bei der heutigen Belegung nicht aus für Angebote und Nachfrage auf dem Weg zur zukünftigen Informationsgesellschaft.

Im Kabel sind im Bereich bis 300 MHz bis zu 28 analoge Fernsehkanäle von jeweils 7 MHz Bandbreite untergebracht. Hinzu kommen noch zwei Kanäle für insgesamt 16 DSR-Hörfunkprogramme (Digital Satellite Radio). Im Hyperband zwischen 300 und 450 MHz sind jetzt schon drei weitere analoge TV-Programme im 8-MHz-Raster belegt. Die restlichen Kanäle im Hyperband werden wohl mit digitalen Diensten besetzt. Vor dem Ausbau

Bild 1. Gegen Kapazitätsmangel in den Rundfunknetzen erprobten Bosch-Forscher neue Übertragungsverfahren.

grosser Breitbandkabelnetze im Frequenzbereich oberhalb 450 MHz ist erst noch der Wirtschaftlichkeitsnachweis zu erbringen.

Zur Vielzahl der Kanäle kommen mehr und mehr unterschiedliche Modulations- und Übertragungsverfahren hinzu, die die notwendige Technik verteuern und den Überblick erschweren.

Im terrestrischen Rundfunknetz (Bild 3) sind noch weit weniger Programme als im Kabel übertragbar, obwohl doch der UHF-Bereich mit Band IV und V hinzukommt: Zur Vermeidung der Störung eines schwach empfangbaren Senders durch stärkere Sender belegt die Frequenzplanung nämlich oft die jeweils benachbarten Kanäle nicht und schafft so regional jeweils unterschiedliche «Tabukanäle».

Durch die notwendige grossflächige Frequenzplanung bleiben weitere Kanäle ungenutzt. So gibt es selbst in einem abgegrenzten Gebiet wie Berlin nur mehr elf terrestrisch abgestrahlte Fernsehprogramme. Die diesen Frequenzmangel verwaltenden Landesmedienanstalten bemühen sich überall getreu ihrem Auftrag um eine angemessene Zuteilung. Ein Ausweichen auf Satellitenempfang hilft für Ballungsgebiete kaum, da auch dafür wieder die Verteilung im Kabel nötig ist, um möglichst alle Rundfunkteilnehmer zu erreichen.

Die Suche nach zusätzlichen Rundfunkkanälen für die Analogtechnik ist so an Grenzen gestossen. Die Digitalisierung führt zunächst sogar zu einem typischerweise zehnfach höheren Frequenzbedarf, wie es von den früheren Arbeiten zum Hochzeilenfernsehen noch bekannt ist. Erst durch drastische Datenreduktion lässt sich der von analogen Verfahren her bekannte Frequenzbedarf pro Programm wieder erreichen oder gar unterschreiten – und erst damit haben digitale Verfahren eine Chance zur Einführung.

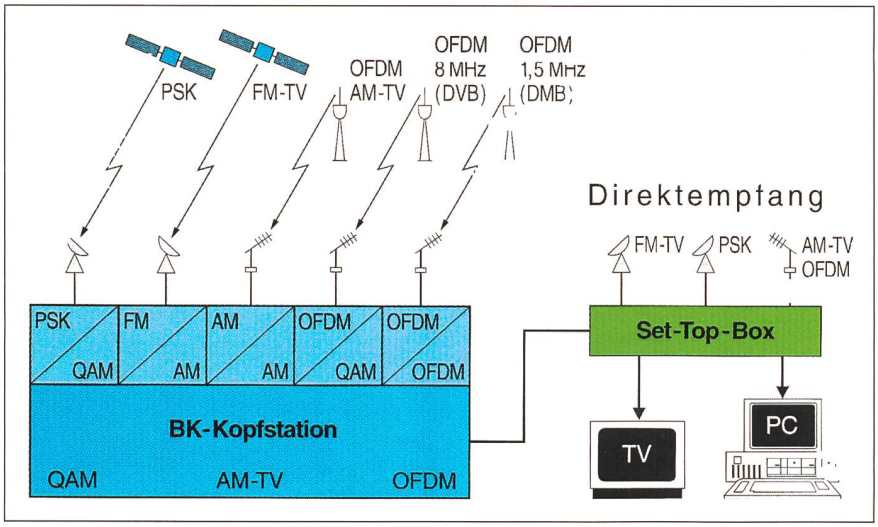

Bild 2. Fernsehübertragungsverfahren, welche zur Diskussion stehen.

Datenreduktionsverfahren für schmalbandige Digitalübertragung

Für Audio wird mit dem Verfahren nach ISO-MPEG 11172, für das Bewegtbild mit MPEG1 oder MPEG2 und künftig mit MPEG4 gearbeitet. Mit wachsender Rechenleistung in den Endgeräten kann dann entweder bei gleicher Übertragungsqualität die Datenrate weiter reduziert oder bei gleichbleibender Datenrate die Übertragungsqualität gesteigert werden.
Keinesfalls wäre es richtig, diese absehbare technische Weiterentwicklung ausser acht zu lassen und heute vielleicht Übertragungsverfahren zu spezifizieren, die binnen kurzer Zeit überholt sind – die Fehler der Vergangenheit sollen ja vermieden werden.
Bei allen Ansätzen, auf digitale Rundfunkverfahren auszuweichen, müssen die Forscher und Entwickler beachten, dass auf absehbare Zeit die heutige Versorgung mit analogen Hörfunk- und Fernsehdiensten über terrestrische Sender und über Kabel praktisch unverändert beizubehalten ist (Tabelle 1). Millionen existierender Empfangsgeräte werden von den Konsumenten nur über einen langen Zeitraum ersetzt. Das erfordert ein Nebeneinander von herkömmlicher analoger und neuer digitaler Technik. Deshalb haben Bosch-Forscher die heute notwendigen Frequenzlücken in den Rundfunkbändern genauer untersucht. Bei analogen TV-Übertragungsverfahren stören sich die eigentlichen Nutzsignale verschiedener Kanäle kaum, sehr wohl aber die grossen Trägeramplituden. Will man also in den vorhandenen Frequenzbereichen überhaupt noch etwas Zusätzliches unterbringen, dann nur mit Modulationsverfahren, die im zeitlichen Mittel «flache Spektren» haben, das heisst keine allzu grossen Pegelsprünge aufweisen.

Erkenntnisse aus der DAB-Entwicklung bringen den Fortschritt

Zur Lösung der Aufgabenstellung halfen den Experten Erkenntnisse aus der DAB-Entwicklung:

- Einteilung eines Analogfernsehkanals in n·1,5-MHz-Blöcke digitalisierter Rundfunksignale und dazwischenliegenden «Guard-Bands»,
- als Modulationsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) mit einem im zeitlichen Mittel relativ pegelkonstanten Frequenzspektrum.

Bei 1,5 MHz Bandbreite sind Datenraten von 2,3 Mbit/s brutto und – je nach Fehlerschutz – 1,3 bis 1,7 Mbit/s netto möglich. Mit Hilfe des heute verfügbaren Datenreduktionsverfahren MPEG2 kommt somit für die digitale Bildübertragung eine Bildqualität zustande, die subjektiv besser ist als die eines Heimvideorecorders oder vieler Pal- oder NTSC-Bilder auf handelsüblichen Fernsehgeräten. Diese Qualität ist für kleine bis mittlere Bildschirme oder für den Bewegtbildempfang in fahrenden Fahrzeugen absolut ausreichend.
MPEG2 wird heute schon verbreitet in den USA eingesetzt, künftig aber auch beim europäischen Satelliten Astra 1E sowie bei Digital Video Broadcasting (DVB) für die Übertragung digitaler TV-Programme. Die Weiterentwicklung der Kompressionsverfahren wird die Bildqualität noch weiter verbessern helfen.
So kann über einen 1,1-MHz- bis 1,5-MHz-DAB-Block anstelle der dafür vorgesehenen sechs Audioprogramme à 392 kbit/s auch ein Bewegtbildprogramm mit Ton übertragen werden.

Rundfunkdienst	Direktabstrahlung	Breitbandkabel
TV (terrestrisch)	AM: Band I, III, IV, V	AM: Band I, III, Sonderkanäle, Hyperband
UKW	FM: 87,5 bis 108 MHz	FM: 87,5 bis 108 MHz
DSR	PSK	PSK: Sonderkanäle 2 und 3
TV (Satellit)	FM: 10 bis 12 GHz	FM: Hausanl. 0,95 bis 1,75 GHZ AM: Breitbandkabelanlagen
TV (Satellit)	PSK: 10 bis 12 GHz	QAM: 0,95 bis 1,75 GHz usw.
DVB	OFDM: Tabukanäle?, UHF	QAM: Hyperband
DAB/DMB	OFDM: Kanal 12, L-Band, Tabukanäle	OFDM: In-Channel?

Tabelle 1. Rundfunkübertragungsverfahren.

Aus dem DAB wird so ein Digital Multimedia Broadcasting (DMB), ein Rundfunkverfahren zur Übertragung der Gesamtheit digitalisierter Verteildienste für Daten, Ton, Musik, Stand- und Bewegtbildern (Tabelle 2).

Frequenzlücken der Analogübertragung für Digitalprogramme nutzen

Solche digitalen, datenkomprimierten und OFDM-modulierten Signale lagern die Forscher in Frequenzlücken zwischen den heutigen analogen TV-Programmen ein. Die Lücken sind zum einen die «Tabukanäle» des analogen

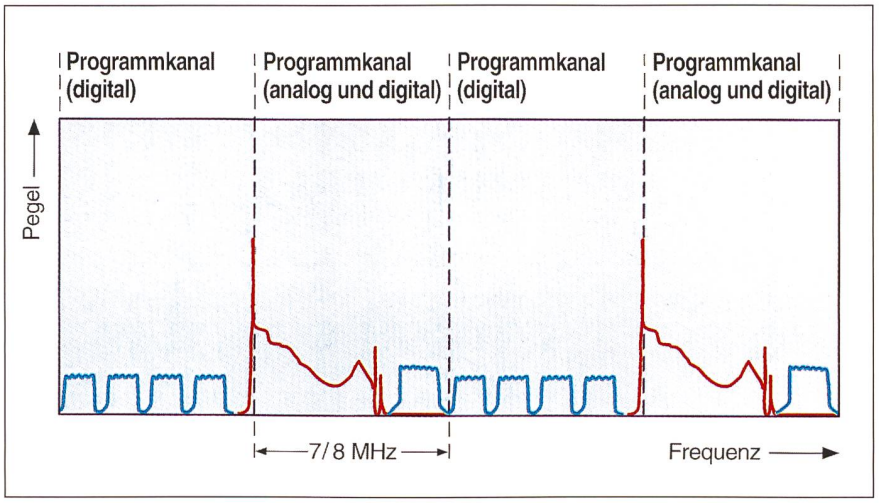

Bild 3. TV-Versorgung über terrestrische Funknetze, Tabukanäle und In-Channel-Belegung genutzt.

Abkürzungen

AM-TV	Amplitudenmodulation-Television; Fernsehübertragungsverfahren, wie es in terrestrischen Funknetzen wird.
BK-Netz	Breitbandkommunikationsnetz; Kabelfernsehnetze, die von der Deutschen Telekom AG und von privaten Unternehmen betrieben werden; sie versorgen Haushalte mit Fernsehprogrammen.
DAB	Digital Audio Broadcasting; Hörfunk auf der Basis von Digitalübertragungsverfahren mit Digitalzusatzdiensten; werden in mehreren deutschen Bundesländern in Pilotprojekten erprobt.
DMB	Digital Multimedia Broadcast; Bosch-Vorschlag zur Nutzung des DAB-Verfahrens für alle Verteildienste.
DSR	Digital Satellite Radio; Digitalverfahren zur Hörfunkübertragung über Rundfunksatelliten.
DVB	Digital Video Broadcast; Verfahren zur Übertragung digitalisierter TV-Programme.
CD	Compact Disc; heute marktübliche Schallplatte mit digitaler Aufzeichnung für Audiowiedergabe für subjektiv nicht mehr verbesserbarer Wiedergabe.
FM-TV	Frequenzmodulation-Television; TV-Übertragungsverfahren, wie es bei der analogen Satellitenübertragung angewendet wird.
Guard-Bands	nicht genutzte Frequenzbereiche zwischen einzelnen Signalpaketen bei der Digitalübertragung zum Schutz vor gegenseitiger Störung.
Hyperband	Frequenzband im BK-Netz zwischen 300 und 450 MHz; ehemals für Hochzeilenfernsehen reserviert, wird heute teilweise für normale TV-Programme genutzt, künftig für digitalisierte Programme.
In-Channel-Belegung	Zusatzbelegung eines Fernsehübertragungskanals, einerseits mit einem herkömmlichen analogen TV-Programm und zusätzlich mit einem Digital-Multimedia-Anteil (Bosch-Vorschlag).
MPEG	Motion Picture Expert Group; internationales Expertengremium, das sich mit der Standardisierung von Datenreduktionsverfahren beschäftigt; heute gibt es die Standards MPEG1 und MPEG2, MPEG4 ist in Vorbereitung.
NTSC	analoger Fernsehstandard; wird in Amerika und Japan angewendet.
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing; Algorithmus für die Codierung digitalisierter terrestrischer Rundfunkübertragungen; bei geeigneter Auslegung optimal geeignet für interferenzfreie Übertragung zu bewegten Empfängern.
Pal	analoger Fernsehstandard; wird in den meisten westeuropäischen Ländern angewendet.
PSK	Phase Shift Keying, Phasenmodulation; wird bei Satelliten-TV angewandt.
QAM	Quadratur-Amplitudenmodulation; bislang unter anderem vorgesehen für Verteilung digitaler TV-Programme in Breitbandkabelnetzen.
RDS	Radio Data System; Verfahren zur unhörbaren Übertragung von Zusatzdiensten parallel zum UKW-Hörfunk.
Tabukanäle	ungenutzte Kanäle im Frequenzspektren des analogen TV-Sendernetzes zur Vermeidung von Empfangsstörungen.
TMC	Traffic Message Channel; digitaler Verkehrsfunkdienst im RDS für den UKW-Hörfunk.

Quelle: 6. Bosch Telecom-Fachpresse-Kolloquium 1996, Backnang

Dienst	Bandbreite analog	Datenrate digitalisiert/komprimiert	Übertragungs-bandbreite (min.)
Audio	2×20 kHz	CD 1,4 Mbit/s, Datenkompression: ISO MPEG 11172 Layer 2 DAB 2×96 kbit/s bis 2×128 kbit/s	(≙700 kHz) (≙96 bis 128 kHz)
Video	5 MHz	140 Mbit/s bzw. 218 Mbit/s (Studio), Datenkompression: MPEG 1/2 DMB <1,5 Mbit/s	(≙70 MHz bzw. 109 MHz) (≙750 kHz)

Tabelle 2. Bandbreiten-/Datenratenbedarf für Audio und Video.

zumindest in Kabelnetzen und als Zusatz in belegten terrestrischen TV-Übertragungskanälen nicht möglich.

Ökonomischer Umgang mit Frequenzen

Neben dem Vorteil des ökonomischen Umgangs mit knappen Frequenzressourcen ist das von Bosch vorgeschlagene Verfahren anwendungsorientiert. Damit könnte es gelingen, durch universelle Einführung des OFDM-Verfahrens im 1,5-MHz-Raster die leidige Vielzahl von Übertragungsverfahren wesentlich zu reduzieren, um so besonders preiswerte und universell einsetzbare Endgeräte zu schaffen und die Einspeisung in Kabelnetze zu vereinfachen. 8.4

Übertragungsspektrums. Sie bieten Platz für viele zusätzliche digitale TV-Programme mit jeweils bis zu 1,5 MHz Bandbreite oder für eine entsprechend grössere Zahl digitalisierter Hörfunkprogramme.

Zum anderen passt ein solcher 1,1-MHz- bis 1,5-MHz-Block eines digitalen Programms nach geeigneter Signalbehandlung auch in den Bereich unmittelbar im Anschluss an das Frequenzspektrum des analogen TV-Signals. Störungen zwischen digitalem und analogem Signal sind bei geeigneter Pegelwahl vermeidbar. Dieses Verfahren wird «In-Channel-Belegung» genannt.

Was in terrestrischen Funknetzen mit ihren sehr unterschiedlichen Kanalpegeln funktioniert, muss ebenso in Breitbandnetzen funktionieren. Die Kanalpegel im Kabel werden sehr genau geregelt, und Beeinflussungen sind noch weniger möglich.

Bosch hat die aus den theoretischen Überlegungen abgeleiteten Ansätze durch Messungen bereits belegen können. Weitere Messungen und Standardisierungen müssen nun noch folgen. Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend (Tabelle 3).

		Programme heute	Programme erweitert
Kabel-versorgung	46 bis 300 MHZ	28 analoge	um bis zu 28 digitale
	300 bis 450 MHz	3 analoge	um > 100 digitale
terrestrische Versorgung	46 bis 860 NHz	an einem Ort typisch ≤ 12 analoge	um > 30 digitale

Tabelle 3. Erweiterung der Übertragungsmöglichkeiten für Fernsehprogramme (Vorschlag: Bosch).

Wichtig ist bei alledem, zur kompatiblen Einführung in bestehende Breitband- und Funknetze die zusätzlichen Signale wirklich in solchen Blöcken von maximal 1,5 MHz Breite zu organisieren. Breitere Spektren sind entsprechend diesem Konzept

Prof. Dr. Gert Siegle, Leiter des Bereichs Forschung und Vorausentwicklung, Kommunikationstechnik der Robert Bosch GmbH, D-70049 Stuttgart

SUMMARY

Broadcasting and the shortage of frequencies

The vast amount of information in radio and television broadcasting in Germany is reaching technical limits. Already today the range of programs is larger than can be exhaustively transported by broadband cable or terrestrial transmission networks. The search for additional broadcasting channels for analog technology has reached its limits. To start with, digitalization is leading to a typically ten times higher frequency requirement, as is still familiar from earlier work for high-definition television. Only by drastically reducing the amount of data can we reach or even undercut the frequency requirements per program familiar from analog technology – and only then will digital technologies have a chance to be introduced. Thus, if we still want to accommodate more in the available frequency ranges, we can only do so by using modulation techniques which have 'flat spectrums' in the time averages, i.e., they do not show any very big level-hops. The technique proposed by Bosch is application-oriented. With the universal introduction of the orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) technique in the 1.5 MHz raster, the tiresome diversity of transmission techniques could be considerably reduced; in particular, inexpensive and all-purpose terminals could be produced and feeding into cable networks be simplified.

Ogilvy&Mather

Die Übertragungs-kapazität ist am Limit. ATM tönt nicht schlecht, aber ziemlich teuer.

Switch IBM stellt Ihnen die erste erschwingliche 25-Mbps-ATM-Workgroup-Lösung vor. Eigentlich sprach schon längst alles von ATM, wenn es darum ging, gut ausgelastete Netzwerke noch schneller zu machen. Trotzdem gab es zwei Gründe, warum sich die Geschäftswelt nicht massenweise auf die ATM-Lösung stürzte. Erstens kostete sie zuviel. Zweitens musste man alles Bestehende herausreissen, um sie zu installieren.

Doch bei allem Respekt für den Status quo: IBM enthüllt jetzt die neue 25-Mbps-ATM-Workgroup-Lösung. Sie erhöht die Übertragungskapazität um ein Vielfaches – ohne den Raum für zukünftiges Wachstum einzuschränken. Und sie ist komplett mit Adaptern für die Workstations erhältlich. Das alles zu einem erfrischend niedrigen Preis von Fr. 675.– pro Anschluss.

Träumen Sie nicht länger von einer erschwinglichen ATM-Lösung. Sie kann schon heute Wirklichkeit werden. Besuchen Sie einfach Ihren IBM-Networking-Business-Partner oder rufen Sie uns unter 155 12 25 an. Natürlich erfahren Sie alle wichtigen Details auch übers Internet: www.raleigh.ibm.com/netad.html. Das Gute daran: Wir sind nicht nur schnell mit Worten zur Hand. Wir liefern auch schnell.

IBM

Solutions for a small planet