

Distribution elektronischer Medien

Peter Senger*

1. Einleitung

Als Marconi Ende des 19. Jahrhunderts die Möglichkeiten der Funkübertragung auf elektromagnetischen Wellen entdeckte und zur kommerziellen Nutzung verfeinerte, ahnte kaum jemand, welche Bedeutung dieser technischen Errungenschaft einmal zukommen würde. Kurze Zeit später, Anfang des 20. Jahrhunderts, wurden erste Radioprogramme ausgestrahlt, die sich an die Öffentlichkeit richteten, aber wegen der noch geringen Verbreitung von geeigneten Geräten nur von Wenigen gehört werden konnten. Der Begriff Rundfunk war geboren, über Funk einer beliebig großen Anzahl von Hörern Informationen und Unterhaltung anzubieten. Die Qualität war nach heutigen Maßstäben schlecht, weil die angewandte Technik, die sog. Amplitudenmodulation (AM), nur maximal 4,5 kHz Audiobandbreite zuließ. Eine bessere Qualität wurde mit den damaligen Schallplatten auch nicht erreicht, andere Vergleiche mit Tonaufnahmen gab es nicht.

Als Mitte des 20. Jahrhunderts zusätzlich der technisch wesentlich bessere Ultrakurzwellenrundfunk (UKW) eingeführt wurde, mit dem Programme mit 15 kHz Audiobandbreite in Stereo übertragen werden können, war ein gewaltiger Qualitätsunterschied zum AM-Rundfunk entstanden. In den ersten Jahren gab es zwar nur wenige UKW-Radiogeräte, dagegen waren inzwischen in vielen Ländern AM-Radios für den Lang-, Mittel- und Kurzwellenrundfunk weit verbreitet.

Ein ähnliches Szenario wiederholte sich, als in den 50er Jahren das Fernsehen eingeführt wurde, anfangs nur mit schwarz-weißen Bildern, später in Farbe. Terrestrisch in analoger Technik ausgestrahlt, konnten nur wenige Programme verbreitet werden, für die es in den Anfangsjahren nur wenige Empfangsgeräte gab.

Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts veränderte sich die Rundfunkszene mit der neu hinzukommenden Verbreitung über Kabelnetze und Satelliten gewaltig. Es konnten sehr viel mehr Programme als mit der terrestrischen Technologie in ganz hervorragender Qualität für sehr große Gebiete zum Direktempfang zu Hause oder zur Einspeisung in Kabelnetze angeboten werden. Wieder hatten in den Anfangsjahren nur wenige die geeigneten Satelliten- oder Kabelge-

räte, die parallel zum terrestrischen Empfang genutzt werden konnten.

Ein wahrer Quantensprung fand dann Ende des letzten Jahrhunderts mit der Einführung der Digitaltechnik statt, die nicht nur die Qualität noch einmal steigerte, sondern auch die Anzahl der möglichen übertragbaren Programme in einem analogen Übertragungskanal gewaltig erhöhte, teilweise um den Faktor acht. Bei der Digitaltechnik werden die Radio- oder Fernsehprogramme abgetastet, die dabei entstehenden digitalisierten Datenmengen reduziert und komprimiert sowie anschließend in Paketen nahezu störungsfrei übertragen. Vom Menschen nicht wahrgenommene Anteile werden weggelassen, während der Übertragung gestörte Anteile durch die im Empfänger integrierte Intelligenz ersetzt. Für den Hörfunk und das Fernsehen gibt es dabei ganz unterschiedliche Systeme, die leider weltweit nicht kompatibel sind, mit einer Ausnahme: Sowohl der alte AM-Rundfunk als auch der analoge UKW-Rundfunk werden in den nächsten Jahren durch ein weltweit einheitliches digitales System abgelöst: Digital Radio Mondiale/DRM. Dazu und zu den anderen Übertragungsverfahren unten mehr.

Die Einführung der digitalen Übertragungstechnik für den Hörfunk und das Fernsehen gestaltet sich in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. Der Übergangsprozess von analoger zu digitaler Ausstrahlung hat vor etwa zehn Jahren begonnen und wird weltweit noch sehr lange dauern. Die Investitionskosten in die neue Technologie sind teilweise gewaltig, die Betriebskosten für die Verbreitung der Programme dagegen geringer. Allerdings wird sich das erst nach einigen Jahren auswirken, weil während einer mehrjährigen Übergangszeit sowohl analog als auch digital gesendet werden muss, bis die Marktdurchdringung mit neuen Geräten die Abschaltung der analogen Ausstrahlung rechtfertigt. Dieser Zeitpunkt wird von Land zu Land unterschiedlich sein, dass er aber kommt, steht außer Zweifel, weil die Vorteile sowohl für die Zuschauer und Hörer als auch für die Rundfunkanstalten zwingend sind.

* Peter Senger ist Direktor *Digital Radio Mondiale* bei der Deutschen Welle in Bonn



Ob die Rundfunkanstalten dann noch im klassischen Sinne Rundfunk betreiben, also Informationen und Unterhaltung an eine unbegrenzt große Anzahl von Hörern und Zuschauern gleichzeitig und kostenlos verbreiten, ist offen. Denn inzwischen bedienen sie sich eines neuen zusätzlichen Verbreitungsmediums, des Internets und der mobilen Kommunikation. Gedacht als Kommunikationsnetz zwischen zwei Computern, hat sich das Internet inzwischen zum weltweit größten Netzwerk entwickelt, über das heute etwa 700 Mio. Nutzer in nahezu allen Ländern erreicht werden können.¹ Es lag also nahe, dass sich auch die Rundfunkanstalten dieses Verbreitungsweges bedienen würden. Das Angebot reicht inzwischen von nützlichen Informationen zu den Programmen, dem live Hören oder Sehen der Programme bis zum Herunterladen von Programmen auf den heimischen Computer. Aus Kostengründen ist die Anzahl der gleichzeitig Hörenden oder Sehenden beschränkt, je nach Finanzkraft der Rundfunkanstalt. Die Sendeanstalten sind sich bewusst, dass die Verbreitung über das Internet bis auf Weiteres nicht mit der Rundfunkverbreitung über terrestrische Anlagen, Satelliten oder Kabelnetze zu vergleichen ist. Entsprechend sind auch die Internetangebote konfiguriert und stellen eher eine Zusatzinformation für die Hörer und Zuschauer dar. Es darf aber bei aller Euphorie über die Vorteile des Internets nicht vergessen werden, dass unter 10 Prozent der Weltbevölkerung einen PC haben, nicht alle PCs Zugang zum Internet haben, die Nutzung der Radio- und Hörfunkangebote im Internet eher gering ist, jeder Zugang zum Internet Geld kostet, der PC das mit Abstand teuerste Empfangsgerät für Rundfunkprogramme ist und die sonstige Nutzung des Internets so gewaltig steigt, dass die Rundfunkangebote nur eine kleine Untermenge im riesigen Informationsdschungel darstellen.

2. Informationsfreiheit

Eine Nachricht gleichzeitig an viele Abnehmer zu schicken, ist die vordringliche Aufgabe des Rundfunks. Wie viele erreicht werden, hängt von verschiedenen Faktoren ab: dem Nutzungsverhalten der Zuschauer und Hörer, der technischen Reichweite des Senders, der Verbreitung entsprechender Empfangsgeräte, der Attraktivität des Programminhalts, der Konkurrenzsituation und dem Medienzugang im Zielgebiet. Für Inlandsprogramme, öffentlich-

rechtliche und privat-kommerzielle, sind die Regulierungsbedingungen eindeutig, die technischen Reichweiten genau berechnet und die Konkurrenzsituation im Versorgungsgebiet bekannt. Ganz anders verhält es sich beim internationalen Rundfunk, der seine Programme, Hörfunk und Fernsehen, aber auch Online-Dienste und Angebote für mobile Kommunikationsgeräte, in weit entfernte Zielgebiete an seine Zielgruppen bringen muss.² Handelt es sich dabei um einen deregulierten Medienmarkt mit freiem Zugang für alle Medien, ist zumindest die Verfügbarkeit im Zielgebiet gegeben. Ganz schwer wird es in regulierten Medienmärkten mit zensiertem Marktzugang, in denen Printmedien aus dem Ausland in der Regel keine Möglichkeit haben, auf legalem Weg ihre Zielgruppe zu erreichen. Hier hat der internationale Rundfunk zur Zeit des Kalten Krieges eine ganz wesentliche Rolle bei der Information der Menschen hinter dem Eisernen Vorhang gespielt und sie in ihrem Bemühen um Informationsfreiheit auf dem Weg in eine demokratische Gesellschaft begleitet. Auch wenn sich seit dem Fall der Mauer in Deutschland die Mediensituation in vielen Ländern liberalisiert hat, gibt es noch immer Regime, die ihren Bürgern den Zugang zu freien Informationen verbieten oder zumindest erschweren. Gerade für diese Länder, aber auch für die vielen Krisengebiete in der Welt, spielt neben dem Inlands-Rundfunk der Internationale Rundfunk noch immer eine bedeutende Rolle.

3. Terrestrische analoge Hörfunkübertragung – Amplitudenmodulation

Beginnen hat der terrestrische Hörfunk mit der sog. Amplitudenmodulation (AM) in Frequenzbereichen unterhalb 30 MHz mit Lang-, Mittel- und Kurzwellenrundfunk, der aus heutiger Sicht eine nur mäßige Ton- und Empfangsqualität liefert. Diese Übertragungsart ist sehr anfällig gegen Störungen aller Art, vom Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Ionosphäre bis zu atmosphärischem Rauschen aus dem Weltall, von elektrischen Anlagen oder Maschinen bis hin zu In-

1 Siehe hierzu auch den Beitrag von J. Zimmer in Teil A dieses Handbuchs.

2 Siehe hierzu auch die Beiträge von H. J. Kleinstüber / B. Thomaß sowie von O. Zöllner in Teil A dieses Handbuchs.

terferenzen durch andere Sender und hier sogar bis zum gewollten Stören, dem Jamming.

Noch heute wird die analoge Übertragungstechnik in der ganzen Welt zur Inlandsversorgung und auf der Kurzwelle zur internationalen Ausstrahlung eingesetzt. Etwa 18.000 AM-Sender größerer Leistung strahlen täglich mehrere 10.000 Stunden Programme aus, die von etwa 2,5 Mrd. Radios empfangen werden können. Davon haben etwa 1,6 Mrd. Radios ein Kurzwellenempfangsteil, mit dem Sendungen aus vielen Ländern gehört werden können. Dabei machen sich die Sendeanstalten die Vorteile der Kurzwelle zunutze, die sonst in keinem anderen Frequenzbereich bestehen: große Gebiete über weite Entfernungen durch die Reflexion der Kurzwellenfrequenz an den Schichten der Ionosphäre und auf der Erdoberfläche versorgen zu können. Der Senderstandort ist oft viele Tausend Kilometer vom Zielgebiet entfernt, und die ausgestrahlten Programminhalte können nicht der Zensur des Ziellandes unterworfen werden, ein Vorteil, den sonst kein anderes Rundfunkübertragungssystem bietet, auch nicht Satelliten. Im Jahr 2006 betrieben ungefähr 120 Länder internationalen Rundfunk, wozu öffentlich-rechtliche, religiöse und auch kommerzielle Rundfunkanstalten gehören.³ Täglich werden ca. 20.000 Kurzwellensendestunden weltweit ausgestrahlt, die meisten nach Asien (8.000), Europa (6.000), Afrika (4.000) und Nah- und Mittelost (2.000), der Rest verteilt sich auf die anderen Kontinente. Dabei werden Sendeleistungen von einigen 10 kW bis 500 kW, vereinzelt sogar über 1.000 kW eingesetzt. Die Betriebskosten dafür sind erheblich und liegen etwa bei 0,60 \$ US/kWh.

4. Terrestrische analoge Hörfunkübertragung – Frequenzmodulation

Die schlechte Qualität der Amplitudenübertragungstechnik und ihre hohe Anfälligkeit gegen Störungen der verschiedensten Art führten schon in den 30er Jahren zur Entwicklung neuer Übertragungstechniken, die aber erst nach dem Zweiten Weltkrieg konsequent eingeführt wurden. Aus verschiedenen Gründen wurde die sog. Frequenzmodulation in einem wesentlich höheren Frequenzbereich von 88,7 MHz bis 100 MHz, später bis 108 MHz erweitert, eingesetzt. Unter dem Begriff Ultra-Kurzwelle (UKW) verbreitete sich die wesentlich bessere Technik bis

heute nahezu weltweit. Sie bietet sehr gute Audioqualität und fast störungsfreien Empfang. Dafür können aber nicht mehr große Gebiete über weite Entfernungen mit einem Sender versorgt werden. Die hohen Übertragungsfrequenzen lassen nur eine Versorgung im quasi Sichtbereich der Sendeantenne zu, also etwa im Umkreis von 50 bis 100 km, je nach Sendeleistung. Heute sind fast alle Länder mit einem dichten Netz von UKW-Sendern überzogen, die teilweise sehr hohe Sendeleistungen aufweisen. Für jedes Programm ist eine Sendeanlage erforderlich, so dass für mehrere Programme mit landesweiter Ausstrahlung große Investitionen und Betriebskosten entstehen.

Die UKW-Übertragungstechnik wurde in den vergangenen Jahren weiterentwickelt, und heute werden nicht nur Stereo-Programme sondern auch Zusatzinformationen, nach dem sog. *Radio Data Systems* (RDS) übertragen. Sie bieten neben Verkehrsinformationen auch Hinweise zur Programmart und sorgen für einen unterbrechungsfreien mobilen Empfang.

Ein Nachteil des UKW-Rundfunks ist der sehr störende Mehrwegeempfang, wenn direkt und an Gebäuden oder anderen Hindernissen reflektierte und zeitverzögert einfallende Übertragungswellen sich gegenseitig beeinflussen und zu unangenehmen Störungen führen.

5. Terrestrische digitale Hörfunkübertragung – Digital Radio

Mitte der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde – ermöglicht durch die Digitaltechnik und der durch sie erst realisierbaren Komprimierungs- und Datenreduktionstechnik – der digitale Hörfunk *Digital Audio Broadcast* (DAB) entwickelt. Das Prinzip beruht auf der Digitalisierung des zu übertragenden Programms in Einsen und Nullen, der Komprimierung dieser Datenrate, der Reduzierung auf ein absolut notwendiges Minimum und der Verteilung auf verschiedene Trägerfrequenzen, so dass Verluste oder Störungen bis zu einer bestimmten Fehlerquote sich nicht auswirken können bzw. durch die Intelligenz im Empfänger kompensiert werden. Das DAB-System bietet die kombinierte Übertragung von sechs hochwertigen Programmen in

³ Siehe hierzu auch den Beitrag von O. Zöllner in Teil A dieses Handbuchs.

CD-Qualität, die in einem Multiplexer gemeinsam mit programmbegleitenden oder programmabhängigen Informationen ausgestrahlt werden. Die vom UKW-Rundfunk bekannte Störung durch Mehrwegeempfang gibt es bei DAB nicht mehr, im Gegenteil, Mehrwegeausbreitung wird zur Qualitätsverbesserung eingesetzt.

Das DAB-System findet in einigen Ländern Akzeptanz, hat es aber trotz der o. g. Vorteile schwer, sich gegen die UKW-Versorgung durchzusetzen. Während einige Länder es als zusätzliches Verbreitungssystem sehen, wollen andere es konsequent zur Ablösung ihrer UKW-Netze ausbauen. Eine Prognose über den Erfolg und wann er eintritt, ist noch nicht möglich, beide Systeme werden noch lange am Markt bestehen.

Inzwischen gibt es eine verbesserte Version des DAB-Systems: DAB+ bzw. *Digital Multimedia Broadcast* (DMB). Damit können mehr Hörfunkprogramme in sehr guter Qualität und sogar Videoprogramme für den portablen bzw. mobilen Empfang übertragen werden. Die Umstellung auf DMB hat bereits begonnen. Die ca. 5 Mio. DAB-Radios für den Empfang allerdings nicht verwendbar. Rundfunkanstalten mit DAB-Ausstrahlung müssen also für eine gewisse Zeit sowohl in DAB als auch in DAB+ ausstrahlen.

Für Entwicklungsländer ist das DAB-System zu teuer und oft auch ungeeignet, weil sie selten sechs Programme haben, die in dasselbe Zielgebiet ausgestrahlt werden müssen. Für sie bietet sich das unten beschriebene DRM-System an. Durch den Beginn der Ausstrahlung von DVB-T, einem digitalen terrestrischen Fernseh-Ausstrahlungssystem, über das auch Hörfunkprogramme mit übertragen werden können, ist die Zukunft von DAB eher noch ungewisser geworden. **Direkt konkurriert ein von DVB-T abgeleitetes System DVB-H (H=handheld) mit DMB, das neben Video- auch reine Audioprogramme übertragen kann.

Mit dem offiziellen Start des digitalen Übertragungssystems *Digital Radio Mondiale* (DRM) anlässlich der Weltfunkverwaltungskonferenz der *International Telecommunication Union* (ITU) am 16.6.2003 in Genf haben tägliche Ausstrahlungen nach Europa und Nordamerika begonnen. Für den Rundfunkbereich unterhalb 30 MHz werden sich durch DRM wesentliche Verbesserungen ergeben:

– die übertragbare Audioqualität steigt von 4,5 kHz auf bis zu 15,2 kHz und damit nahezu

UKW-Qualität, auch Stereo und Raumklang ist möglich;

– die Empfangsqualität verbessert sich erheblich, da keine Störungen mehr wahrnehmbar sind;

– die Senderbetriebskosten werden ganz wesentlich zurückgehen, weil ein Sender im digitalen Modus nur noch ca. 50 % der Energiemenge zur Versorgung des gleichen Gebiets benötigt;

– der geringere Stromverbrauch wird gerade in Entwicklungsländern zu einer Entlastung der hohen Energieerzeugungskosten führen und die Umwelt weniger stark belasten;

– die Störstrahlung (Elektro-Smog) um Sendestationen wird sich um 6-9 dB reduzieren;

– der Hörer muss nicht mehr die Frequenz seines Senders kennen, das digitale Radio sucht sich diese automatisch, wenn der Sendername am Display des Geräts aufgerufen wird, und schaltet unterbrechungsfrei auf die jeweils beste Frequenz am Empfangsort;

– digitale Radios stellen neben dem Hörfunkprogramm Daten zum oder unabhängig vom Programm dar, speichern sie oder geben sie über eine Schnittstelle zur weiteren Nutzung an einem PC oder Laptop aus;

Rundfunkanstalten können neue Programmformen digital übertragen, z. B. bis zu vier unterschiedliche Sprachprogramme in einem Übertragungskanal.

Während die Einführung des digitalen Rundfunks im Lang- und Mittelwellenbereich wegen der fest zugeteilten Frequenzen in der Regel unproblematisch ist, wird sie sich auf der Kurzwelle anfangs nur durch die parallele Ausstrahlung in analoger und digitaler Technik vollziehen können. Das bedeutet in den Anfangsjahren bis zu einer gewissen Marktdurchdringung höhere Betriebskosten, die danach durch den geringeren Stromverbrauch der digitalen Sender bzw. Abschaltung der analogen Sender wieder kompensiert werden.

Ganz entscheidend für eine erfolgreiche Markteinführung der digitalen Kurzwelle wird das Frequenzmanagement sein, also das Wissen um einzusetzende Frequenzen, sowie die Möglichkeit, diese weltweit zu koordinieren und ihre Empfangbarkeit im Zielgebiet permanent zu sichern. Das ist zwar im Prinzip auch bei der analogen Kurzwelle schon immer notwendig gewesen, Störungen des Empfangs haben sich aber nicht so gravierend wie bei der digitalen Übertragung ausgewirkt, da bei analoger Ausstrahlung

selbst bei extrem schlechten Empfangsbedingungen das Programm noch verständlich ist. Digitale Sendungen hingegen sind entweder hörbar oder nicht, es gibt keinen weichen Übergang von sehr gut bis sehr schlecht hörbar (graceful degradation).

Von dem weltweit agierenden DRM-Konsortium ist die Weiterentwicklung des Systems bis in den UKW-Bereich, also bis 108 MHz, vollzogen. Die Spezifikationen sind geschrieben und werden bis zum Jahr 2008 durch Testsendungen angepasst. Danach erfolgt die Standardisierung, so dass danach mit DRM ein einziges digitales Übertragungssystem für alle bisherigen Frequenzbereiche des analogen Hörfunks zur Verfügung steht.

6. Terrestrische Fernsehübertragung – analog und digital

Das Fernsehen über terrestrische Sendeanlagen scheint 50 Jahre nach seinem Start in Deutschland einem Ende entgegenzusehen. Satellitenverbreitung zum Direktempfang oder zur Einspeisung in Kabelnetze hat in vielen Ländern zum deutlichen Rückgang in der Nutzung terrestrischer Ausstrahlung geführt. Während Entwicklungsländer ihr analoges terrestrisches Fernsehnetz noch aufbauen, wollten die Europäer es abschalten und die Amerikaner es komplett neu für ein hoch auflösendes Fernsehen gestalten: **In den USA sollte *High Definition Television* (HDTV) im Jahr 2006 per Gesetz das analoge terrestrische Fernsehen ablösen und später auch im Kabel und über Satelliten verbreitet werden.

In Europa hat man inzwischen den Wechsel vom analogen zum digitalen terrestrischen Fernsehen mit der Einführung von *Digital Video Broadcast* (DVB-T) sehr erfolgreich begonnen, so dass langfristig ein nahezu flächendeckender Empfang technisch hochqualitativer Fernseh- und Radioprogramme möglich sein wird, auch im mobilen Bereich.

Die Datenrate für ein TV-Programm liegt bei 4 Mbps (Mega Bit pro Sekunde), für ein Hörfunkprogramm bei 192 kbps (Kilo Bit pro Sekunde). Zurzeit laufen Versuche, mit einer wesentlich geringeren Bitrate um 150 kbps ein reduziertes TV-Signal in portable Geräte wie mobile Telefone, Personal Digital Assistant (PDA) oder ähnliche Geräte zu übertragen. Die Erfolgsaussichten sind gut, ob der Markt das annimmt, ist noch offen.

In anderen Ländern, zum Beispiel in Südkorea, wurde per Gesetz ein modifizierter DAB-Standard (DMB) für den portablen und mobilen Fernsehempfang verabschiedet. Die Volksrepublik China wird eventuell mit einem eigenen Standard folgen, so dass Geräte nicht universell eingesetzt werden können. Japan geht in allen digitalen Verbreitungswegen einen eigenen Weg und setzt Standards ein, die mit anderen nicht kompatibel sind.

7. Kabelnetze – analog und digital

Kabelnetze bestehen aus einer sog. Kabelkopfstation, die Fernseh- und Hörfunkprogramme empfängt, zusammenstellt und den angeschlossenen Haushalten gegen Bezahlung einer Gebühr zugänglich macht. In der Regel sind die Programme mit einem geeigneten Gerät dann frei empfangbar, lediglich verschlüsselte Programme erfordern eine Freischaltung mit zusätzlicher Gebühr, was als Pay-TV oder Bezahlfernsehen bezeichnet wird. Die Übertragungstechnik war bisher analog und beschränkte die Anzahl der Programme auf etwa 30. Mit der Umstellung auf digitale Übertragung vervielfältigt sich die Anzahl der Programme ganz erheblich. Dafür muss aber die gesamte Technik erneuert werden, womit sich viele Kabelnetzbetreiber schwer tun.

Die Investitionskosten für Kabelnetze sind erheblich, besonders aufwendig sind die Hausanschlüsse. Es müssen viele Kabel-Kilometer auf den Straßen und bis zu jedem einzelnen Haus neu verlegt werden. Wenn die alten Kupferkabel gegen neue Glasfaserkabel ersetzt werden würden, könnten riesige Datenmengen in die Wohnhäuser transportiert und Programme als Video On Demand (VoD) verkauft werden. Bisher jedoch halten sich die Investoren eher zurück, wofür verschiedene Gründe maßgebend sind:

- Können die Investitionskosten für VoD wieder verdient werden?
- Wird die Satellitennutzung die Kabelnetznutzung auf einen zu geringen Marktanteil beschränken?
- Welchen Einfluss wird frei empfangbares digitales terrestrisches Fernsehen auf das von Gebühren abhängige Kabelfernsehen haben?
- Wird sich das Video- und Radio-Angebot über DSL-Leitungen, also über das Internet, zum Konkurrenten für die anderen Verbreitungswege entwickeln?

In den USA, ohne Zweifel der Welt größter Medienmarkt, werden wesentlich mehr Haus-



halte über Kabelnetze als über direkt empfangbare Satelliten wie *EchoStar* und *directv* versorgt. Alle Kabelnetzbetreiber stellen von analoger auf digitale Technik um und können damit ihr Programmangebot erheblich erweitern. Ob sie die Investitionskosten jedoch wieder hereinholen und im Wettbewerb mit den Satellitenanbietern bestehen werden, bleibt abzuwarten.

Eine neue Konkurrenz entsteht den Kabelnetzbetreibern durch die Breitbandtechnik (DSL) der Telefongesellschaften. Zwar ist die Fernsehqualität noch nicht vergleichbar mit der Kabel- oder Satellitenqualität, aber die weitere Entwicklung deutet einen neuen Markt für das Kaufen von Videos übers Internet an, der den Kabelnetzen verloren gehen könnte.

Das etwas exotisch anmutende Verteilverfahren über die elektrischen Leitungen in den Wohnungen, auch als *Power Line Communication* (PLC) bekannt, hat kaum Aussichten auf Erfolg, weil es in den Frequenzbereichen des Rundfunks arbeiten wird, der damit in der Nähe von elektrischen Leitungen, also auch in den Häusern, stark gestört und nicht mehr hörbar wäre. Außerdem ist die Datenübertragungsrates wesentlich geringer als über Breitbandnetze.

8. Satellitenübertragung für Hörfunk und Fernsehen – analog und digital

Satelliten sind Relaisstationen im Orbit, die geostationär in etwa 36.000 km Höhe über dem Äquator stehen. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem Empfangs- und einem Sendeteil, der Stromversorgung und einem Positionierungssystem, das sie in einem fest zugewiesenen Raum scheinbar fixiert. Tatsächlich werden sie durch Partikelströme aus dem Weltall, in der Hauptsache von der Sonne, so stark beeinflusst, dass sie aus Erdsicht ihren fixierten Ort verlassen und abdriften. Steuerelemente halten sie auf der zugewiesenen Position, wo Erdanziehung und Zentrifugalkraft sich in etwa ausgleichen. Wegen des Treibstoffs zur Positionierung ist die Lebensdauer von Satelliten begrenzt, sie liegt inzwischen bei 12 bis 15 Jahren. Die Investitionskosten eines Satelliten sind, verglichen mit terrestrischen Sendern, sehr hoch und betragen je nach Art des Satelliten einige Hundert Mio. US \$. Größten Anteil daran haben die reinen Satellitenkosten, hinzukommen die Start- und Versicherungskosten.

Satelliten werden seit den 70er Jahren auch

für Rundfunkübertragungen eingesetzt und sind für den internationalen Rundfunk ganz hervorragend geeignet. Während früher Telekommunikationsdienste und Rundfunk denselben Satelliten nutzten, setzt man sie heute fast ausschließlich entweder für Datenverkehr oder für Rundfunk ein. Die Orbitpositionen und Empfangs- sowie Sendefrequenzen sind international reguliert und müssen strikt eingehalten werden, um gegenseitige Störungen zu vermeiden. Im Prinzip müssen alle Länder im Versorgungsgebiet eines Satelliten die technischen Daten koordinieren und einhalten – bei großen Versorgungsgebieten, wie beim *AsiaSat 3*, der in 53 Ländern empfangbar ist, ein langwieriges Verfahren.

Das technische Prinzip ist relativ einfach: Programme werden über Zuspelstationen (Uplink) aus dem Versorgungsgebiet auf zugeteilten Frequenzen zum Satelliten übertragen, dort empfangen und verstärkt auf einer anderen Frequenz in das Versorgungsgebiet zurückgesendet (Downlink). Dort können die übertragenen Programme mit geeigneten Satellitenantennen und Empfängern gesehen bzw. gehört werden. Zwischen Satelliten und Sende- bzw. Empfangsantenne am Boden muss immer Sichtverbindung bestehen, so dass sich die Reichweite durch den Horizont beschränkt. Sind die Antennen richtig dimensioniert und genau fest auf den Satelliten ausgerichtet, ist die technische Übertragung in der Regel einwandfrei. Bei starken Regen- oder Schneefällen kommt es aber zur Dämpfung des Sende- oder Empfangssignals mit zeitweisen Programmunterbrechungen. Diese treten häufiger bei hohen Frequenzen im so genannten Ku-Band (12 GHz) als bei niedrigeren Frequenzen im so genannten C-Band (6 MHz) auf. Deswegen hat man früher in den USA verstärkt C-Band-Satelliten eingesetzt, nutzt aber seit einigen Jahren zusätzlich auch Ku-Band-Satelliten, weil die Sendeleistung der Satelliten erhöht und die Empfangsantennen klein gehalten werden konnten. In Europa hat man von Anfang an auf das Ku-Band gesetzt, und die beiden großen Anbieter SES/ASTRA und EUTELSAT beherrschen den europäischen Markt des Rundfunk-Satellitenempfangs.

Satellitenpositionen im geostationären Orbit 36.000 km über dem Äquator sind in den Schwerpunktregionen Amerika, Europa und Asien sehr begehrt und werden zum Teil versteigert. Diese zusätzlichen Kosten können einige Hundert Mio. US \$ betragen und verteu-

ern den über diesen Satelliten abzuwickelnden Dienst ganz erheblich. Gerade für den nordamerikanischen Markt hat der große Bedarf zu einem relativ kleinen Abstand der Satelliten im Orbit geführt (2 Grad gegenüber 3 Grad in Europa). Zusätzlich ist die Steuerungstechnik der Satelliten so ausgereift, dass man mehrere Satelliten auf derselben Orbitposition betreiben kann. Sie werden in einem mehrere Kilometer großen quadratischen Raum quasi auf Position gehalten, ohne sich gegenseitig zu beeinträchtigen. Dieses erfordert am Boden für den Empfang präzise ausgerichtete Satellitenantennen, die in der Regel rund, im besonders kritischen Fall elliptisch sind, womit Interferenzen von benachbarten Satellitenpositionen ausgeblendet werden sollen. Der Aufstellung und Befestigung kommt dabei eine große Bedeutung zu: Schon bei einer geringfügigen Verschiebung der Antennenausrichtung kann es zum Ausfall des Empfangs kommen. Inzwischen gibt es Antennen auf dem Markt, die den gleichzeitigen Empfang von mehreren nebeneinander liegenden Satelliten ermöglichen. In Europa ist der Empfang der sechs Grad auseinander liegenden SES/ASTRA- und EUTELSAT-Satelliten mit nur einer Antenne von ca. 80 cm Durchmesser und zwei Empfangskonvertern üblich. In Nordamerika können mit elliptischen Antennen vier und mehr verschiedene Satellitenpositionen empfangen werden. Dadurch erhöht sich das Angebot für den Nutzer ganz erheblich.

Die verwendete Übertragungstechnik war bis vor wenigen Jahren analog und ist bereits jetzt in vielen Ländern digital. Der großen Vorteile wegen wird sich die digitale Übertragung im DVB-Standard (Digital Video Broadcast) weltweit durchsetzen, auch wenn es weiterhin unterschiedliche Videoformate geben wird.

Ein Satellit hat viele Übertragungskanäle, die Transponder genannt werden. Während ein analog genutzter Transponder nur ein Fernsehprogramm und bis zu acht Hörfunkprogramme auf sog. Tonunterträgern übertragen konnte, kann ein digital genutzter Transponder bis zu acht Fernsehprogramme und eine große Anzahl digitaler Hörfunkprogramme übertragen. Übliche Bitraten liegen um 4 Mbps für einen Fernsehkanal und 128 kbps für einen Stereo-Hörfunkkanal. Die Kanäle müssen dazu verschachtelt werden, was in einem Multiplex technisch vollzogen wird. Weiterentwickelte Systeme arbeiten mit sog. statistischen Multiplexen, bei denen die Bitraten der in einem Multiplex über-

tragenen TV-Programme nach Bedarf des Bildinhalts (Farbe, Bewegung) untereinander so verteilt werden, dass mehr als acht Programme übertragen werden können.

Die Entwicklung der Datenreduktion und Kompression, worauf der DVB-Standard basiert, ist noch nicht abgeschlossen und könnte zu einer weiteren Reduzierung der Bitraten führen, was geringere Übertragungskosten bedeutet. Im Moment ist aber wieder ein Trend zu höheren Bitraten festzustellen, weil man die Bildqualität nicht schlechter als bei der analogen Übertragung machen möchte. Sollten sich zukünftig HDTV und die interaktive Nutzung von Programmen am Markt durchsetzen, wird die erforderliche Bitrate für ein Programm stark steigen, damit dann aber auch die Übertragungskosten.

Weil die digitale Übertragungstechnik dem Zuschauer bei einem Satelliten weit über Hundert Programme anbietet, bei zwei oder mehr Satelliten sogar einige Hundert Kanäle, musste man Ordnung in diese Fülle von Programmen bringen. Dafür sind sog. Service Informationen (SI) und *Electronic Programme Guides* (EPG), also elektronische Programmführer eingeführt worden. In der Regel sind die empfangbaren Programme für die in einem bestimmten Markt verkauften Satelliten-Empfangsgeräte vorprogrammiert, so dass der Endnutzer keine komplizierten Einstellungen vornehmen muss. Der Nachteil ist nur, dass sich der Zuschauer oder Zuhörer in einer langen Liste von verfügbaren Sendern zurechtfinden muss, wenn er seine bestimmten Programme sehen bzw. hören will. Diese kann er dann so platzieren, dass sie zusammen angezeigt werden und leichter aufzufinden sind. Wegen ständiger Änderungen in den Multiplexen empfiehlt es sich, von Zeit zu Zeit eine Aktualisierung vorzunehmen, ganz besonders dann, wenn ein Programm nicht mehr erscheint. In der Regel ist es dann an anderer Stelle untergebracht, d. h. es wird auf einer anderen Frequenz übertragen.

Um den Nutzern eine bessere Übersicht über digital ausgestrahlte Fernseh- und Hörfunkprogramme zu verschaffen, aber auch die Konvergenz mit dem Internet und interaktiven Programmen zu fördern, ist für Europa die Einführung von *Multimedia Home Plattform* (MHP) vorgesehen. Dabei handelt es sich um ein PC-ähnliches Gerät, in das ein Satelliten-, Kabel- oder terrestrischer Empfänger integriert ist, das Internetzugang und Telefonverbindung hat und



mit großen Kapazitäten das Speichern von Programmen über viele Stunden ermöglicht. Für den Nutzer ist dies sicher sehr viel sinnvoller als jeweils verschiedene Geräte einsetzen zu müssen, um alle Angebote sehen, hören oder lesen zu können und interaktiv an Programmen teilnehmen oder Bestellungen aufgeben zu können. MHP-Geräte wurden bereits vorgestellt. Wie der Markt sie annehmen wird, bleibt abzuwarten.

Untersuchungen haben gezeigt, dass nur relativ wenig Gebrauch von den vielen Radioprogrammen gemacht wird, die mit den Fernsehprogrammen über Satelliten angeboten werden. Trotzdem bieten fast alle Rundfunkanstalten ihre Hörfunkprogramme mit ihren Fernsehprogrammen auf denselben Satelliten in einer technisch sehr guten Qualität.

Die Kosten für angemietete Satellitenkapazitäten variieren stark. Sie unterscheiden sich bereits durch die Übertragungsfrequenz auf dem Ku-Band bzw. C-Band: Im Prinzip kostet ein digitaler Kanal auf einem C-Band-Satelliten weniger als auf einem Ku-Band-Satelliten. Bei den Empfangsanlagen ist wegen der wesentlich größeren Antenne die Anlage für den C-Band-Empfang teurer als beim Ku-Band-Empfang. Der Preis wird vom Markt diktiert und hängt von der Attraktivität der über den Satelliten abgestrahlten Programme, der technischen Reichweite und der geografischen Lage und Größe des Versorgungsgebietes ab. Er variiert für eine Übertragungskapazität von etwa 5 Mbps zwischen 0,5 und 1 Mio. US \$ pro Jahr und hängt zusätzlich stark von der Vertragslaufzeit und der angemieteten Gesamtkapazität ab.

In Europa laufen zurzeit Versuche, Rundfunk über Satelliten auch für den mobilen Markt bereitzustellen. Die zu lösenden Probleme sind erheblich. Autos werden kaum mit Parabolantennen durch die Gegend fahren, es müssten elektronisch gesteuerte Planarantennen in das Dach integriert werden, sicher kein einfaches Unterfangen. Weil der Empfang nur bei Sichtverbindung zwischen Fahrzeug und Satelliten möglich ist, müssen die Versorgungslücken mit terrestrischen Füllsendern geschlossen werden. In Verbindung mit dem neu entstehenden DVB-T-Netz könnte eine sinnvolle Symbiose gefunden werden, indem in Ballungsgebieten terrestrische Sender die Versorgung übernehmen und im offenen Gelände Satelliten.

Relativ neu sind verschiedene Hörfunksatellitensysteme wie *WorldSpace*, *XM Satellite* und *Sirius*. Die Übertragungstechnik ist sehr gut,

solange Sichtverbindung zwischen dem Satelliten und dem Empfangsgerät besteht, also ähnlich wie bei den TV-Satelliten. Da man aber auch den mobilen Markt erreichen will, muss eine größere Anzahl von terrestrischen Umsetzern in Gegenden installiert werden, in denen das Satellitensignal durch Abschattungen (Gebäude, Berge, Bäume) nicht zur Empfangsantenne gelangt. Zwei Betreiber in den USA, *XM Satellite* und *Sirius*, haben fast eine flächendeckende Versorgung des USA-Gebietes realisiert und finden auch große Resonanz. Ein System arbeitet mit zwei geostationären Satelliten im Orbit und das andere mit elliptisch um die Erde fliegenden Satelliten, im sog. *Highly Elliptical Orbit* (HEO), für die der technische Aufwand sehr groß ist. Beide Systeme sind Pay-Radio-Systeme, die für monatlich 9,99 bis 15 US \$ das gesamte Radioangebot von etwa 100 Kanälen bieten. Weil auch für diese Satelliten die Investitionskosten sehr hoch sind und die Lebensdauer der Satelliten beschränkt ist, muss sich die Wirtschaftlichkeit erst noch erweisen.

Das *WorldSpace*-System hat zwei Satelliten im geostationären Orbit und bietet in Asien und Afrika eine Fülle von unterschiedlichen Programmen an. Die Empfangsgeräte sind inzwischen mit ca. 100 US \$ relativ preiswert, für Menschen in Entwicklungsländern aber immer noch viel zu teuer. Bisher gibt es keine terrestrischen Umsetzer, so dass in gewissen Gebieten der Satellitenempfang nicht möglich ist. Nach eigenen Angaben gab es im Jahr 2003 etwa 250.000 *WorldSpace*-Empfangsgeräte am Markt. Ein dritter Satellit ist für Lateinamerika vorgesehen, wegen Frequenz-Koordinierungsproblemen aber noch nicht gestartet. *WorldSpace* erwägt den Start eines Satelliten für Europa, was bisher schon zwei andere Unternehmen geplant hatten, aus Wirtschaftlichkeitsgründen aber fallen ließen.

9. Internet

Das Internet ist das zurzeit größte Netzwerk der Welt, an dem Computer in nahezu der ganzen Welt angeschlossen sind und miteinander verbunden Informationen austauschen können. Der Computer des Nutzers wird Client oder Kunde genannt, der Computer, von dem die Information abgeholt wird, heißt Server oder Host (Gastgeber). Die Verbindung zwischen beiden besteht in der Regel aus Kabeln, die entweder Kupferleitungen oder Glasfaserleitungen sein kön-

nen. Seit einigen Jahren werden auch Satellitenkanäle eingesetzt.

Begonnen hatte alles im militärischen Bereich, wo 1969 das erste Computernetz zwischen vier Computern aufgebaut wurde.⁴ Es dauerte dann immerhin bis 1983, als Wissenschaftler den Datenaustausch in kleinen Paketen nach dem *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) vornahmen. Die sehr schnell zunehmende Nutzung führte zu neuen Netzen und der Abspaltung des Militärs aus dem jetzt öffentlich werdenden Netz. Das Internet (interconnected set of networks) war geboren. Ab den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts konnten auch Privatpersonen das Internet nutzen, wodurch die Nachfrage nach Telefonanschlüssen sprunghaft anstieg und neue, wesentlich schnellere Leitungen verlegt werden mussten. Mit der gestiegenen Nachfrage stieg auch die Anzahl der angeschlossenen Länder, Deutschland folgte 1989. Die Anzahl der Internetzugänge wurde darüber hinaus auch durch neue Software-Entwicklungen beschleunigt, eine ganz besondere Rolle spielte dabei die von Europäern entwickelte *Hypertext Markup Language* (HTML). Einige Jahre später entwickelte sich das World Wide Web (WWW) als graphische Oberfläche des Internets, die HTML-Dokumente universell verknüpfen kann. Damit wurde das Internet auch für Laien nutzbar. 1995 wurden dynamische Webseiten eingeführt, mit denen die Einbindung von animierten Grafiken und Multimedia-Anwendungen möglich wurde. Als Folge davon setzte die Kommerzialisierung des Internets ein: Internet-Provider bieten Firmen oder Privatpersonen Zugang zum Internet und Firmen bieten ihre Produkte im Internet an. Die Bezahlung erfolgt in der Regel durch Eingabe der Kreditkartennummern, was ein erhebliches Sicherheitsrisiko in sich birgt. Es wurden Verschlüsselungssysteme entwickelt, die heute eine weitgehend sichere Methode der Bezahlung darstellen. Die kommerzielle Nutzung des Internets ist heute ein wesentlicher Faktor, der noch an Bedeutung gewinnen wird. Die Kosten werden von den Nutzern oder von Werbekunden getragen.

Ein großer Vorteil des Internets, richtiger des World Wide Web, liegt in der Verknüpfung beliebig vieler Dokumente. Mit diesen Hyperlinks kann der Nutzer in kürzester Zeit zwischen verschiedenen Anbietern wechseln (surfen), vorausgesetzt die Webseiten enthalten die entsprechenden Hinweise. Das WWW verändert sich ständig, wird erweitert, und die Fülle von neuen Angebo-

ten übersteigt jede überschaubare Größe. Zur Erleichterung bei der Suche nach bestimmten Informationen wurden Suchmaschinen eingeführt, die oft Hunderte von Webseiten für einen einzigen Begriff anbieten. Wegen der großen Anzahl von Informationen und unkontrollierbaren Werbeeinblendungen (Spam oder Junkmail), oft auch von nicht seriösen Anbietern, droht das Internet an Überfüllung zu ersticken. Mit speziellen Filtern kann ein Schutz aufgebaut werden, gegen Viren schützen entsprechende Programme und Schutzwälle (Firewall).

Das World Wide Web kann aber auch zur Kommunikation genutzt werden und hat mit den elektronischen Briefen (E-Mails) eine nicht mehr wegzudenkende Bedeutung erhalten. Jeder Besitzer eines Computers mit Zugang zum Internet kann individuell angeschrieben oder Diskussionsforen mit beliebig vielen Teilnehmern durchgeführt werden, zudem dient das Internet mittlerweile auch zum Telefonieren, sowohl in das Festnetz als auch zum Mobiltelefon.

Inzwischen gibt es kein Medium mehr, das nicht im WWW angeboten wird: Text-Dokumente, Bilder, Grafiken, Musik und Videos. Wegen der teilweise gewaltigen Datenmengen war der normale Telefonanschluss mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 24 kbps bald nicht mehr ausreichend. Es folgte die wesentlich schnellere ISDN-Technik (Integrated Services Digital Network), mit der immerhin 128 kbps übertragen werden können. Für das Überspielen von Fernsehprogrammen und Videos ist das aber auch zu wenig, hierfür wurde die Breitbandtechnik entwickelt, die sich sehr schnell in den entwickelten Ländern ausbreitet. Mit bis zu 20 Mbps reduziert sich die Dauer für das Herunterladen eines Films auf vertretbare Zeiten.

Für die Nutzung der WWW-Angebote entstehen allerdings erhebliche Kosten, die in dieser Größenordnung bei keinem anderen Medium auftreten. Ein Multimedia-PC kostet etwa 1.000 €, ein Breitbandanschluss in Kombination mit dem Telefonanschluss ca. 50 € pro Monat und die gewünschten Filme oder Musikstücke kosten je nach Interesse auch Geld. Trotzdem ist noch kein Ende des weiteren Anstiegs von Internet-Nutzern und -Anbietern in Sicht. Sehr viele Menschen, gerade in Entwicklungsländern, können sich diese Anschaffungen je-

⁴ Vgl. zur Entwicklung des Internets den Beitrag von J. Zimmer in Teil A dieses Handbuchs.

doch nicht leisten, ihnen stehen gegen eine relativ geringe Gebühr sog. Internet-Cafés zur Verfügung. **Ende 2003 hatten etwa 600 Mio. Menschen einen PC mit Internetzugang, also etwa 10 % der Weltbevölkerung. Schätzungen gehen davon aus, dass diese Zahl 2010 auf etwa 1 Mrd. steigen wird. Wenn die Weltbevölkerung dann bei etwa 10 Mrd. Menschen liegen sollte, entspräche das immer noch nur 10 %.*** Dass das WWW einmal ein Massenmedium wird, ähnlich wie das Radio, ist wegen der damit verbundenen Kosten eher unwahrscheinlich. Umgekehrt könnte das neue digitale Radio für die Masse der Menschheit ein Portal werden, auf dem sich bestimmte Internetinhalte anbieten lassen, für die keine Bezahlung erforderlich ist.

Das Internet ist für jeden Medienanbieter die ideale Plattform, seine Zielgruppe direkt, schnell und aktuell zu informieren. Es wird deswegen auch von allen Rundfunkanstalten, lokalen, nationalen und internationalen, genutzt. Dabei ist der Umfang sehr unterschiedlich und auch eine Frage der verfügbaren finanziellen Mittel. In der Regel werden neben allgemeinen Hinweisen zum Gesamtangebot einzelne Sendungen in Manuskriptform und ganze Programme entweder live oder zum Überspielen auf den PC-Speicher (on Demand) angeboten. Dabei können aber immer nur eine bestimmte Anzahl von Nutzern die Live- oder On-Demand-Angebote gleichzeitig nutzen. Das Internet ist somit kein Rundfunk, der sich gleichzeitig an Millionen wendet, sondern eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen der Rundfunkanstalt und einem Nutzer bzw. einer beschränkten Anzahl gleichzeitiger Nutzer. Je größer die angemietete Netzkapazität ist, desto mehr Abnehmer können das Angebot gleichzeitig nutzen, desto teurer ist es aber auch für den Anbieter. So kostet z. B. eine vorzuhaltende Kapazität für etwa 20.000 gleichzeitige Nutzer die Rundfunkanstalt ca. 120.000 € pro Jahr. Die Nutzer können mit den üblichen Audio- und Videostandards MP3, Real Audio oder Windows Media Hörfunkprogramme live oder on Demand hören oder speichern. Auch Fernsehprogramme können live oder on Demand gesehen werden. Auf den einzelnen Hörer oder Zuschauer bezogen ist das Internet noch wesentlich teurer als die terrestrische oder Satelliten-Ausstrahlung, das Empfangsgerät und die Nutzung über Telefonleitungen.

Bisher vorliegende Marktuntersuchungen weisen eine relativ geringe Fernseh- und Radio-nutzung über das Internet aus, was an der Übert-

ragungsqualität und den Kosten liegt. Sollte sich weltweit das Breitbandnetz durchsetzen, wäre die technische Qualität kein Hinderungsgrund, das Internet auch für die Mediennutzung einzusetzen. Auf der Anbieterseite, also bei den Rundfunkanstalten, wäre dann abzuwägen, welcher technische Verbreitungsweg zur Erreichung der Zielgruppe verwendet werden soll. Für den internationalen Rundfunk hat die Entwicklung der breitbandigen Netze große Bedeutung. Neben den vielen tausend Rundfunkstationen, die im Internet auftreten, bietet es sich aber auch ganz hervorragend zur Überspielung von Audiofiles zu anderen Rundfunkanstalten zur Wieder-ausstrahlung an.

Seit seiner Einführung vor über 80 Jahren hat der Rundfunk gewaltige Veränderungen erfahren. Heute steht er an der Schwelle einer neuen Epoche, über deren Ausgang in den nächsten 80 Jahren keiner eine exakte Prognose abgeben kann, ähnlich wie Anfang des 20. Jahrhunderts beim Beginn der ersten Radioausstrahlungen. Die Konvergenz verschiedener Medien in einem Gerät ist nur mit der Digitalisierung möglich. Nimmt der Markt sie an, wird der Rundfunk als Nebenbei-Medium überleben, das seine Hörer, Zuschauer und Internetnutzer informiert, unterhält und mit praktischen Hinweisen durch das Leben begleitet.

Weiterführende Literatur

- Bock, G. (2000): Programmverbreitung (Hörfunk und Fernsehen). Verbreitung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen und neue Rundfunkdienste. In: Hans-Bredow-Institut (Hrsg.), Internationales Handbuch für Hörfunk und Fernsehen 2000/2001. Baden-Baden, S. 179-200.
- Breithaupt, K.; Fletterer, E. (2000): Der digitale Hörfunk – Stand und künftige Entwicklungen. In: Hans-Bredow-Institut (Hrsg.), Internationales Handbuch für Hörfunk und Fernsehen 2000/2001. Baden-Baden, S. 201-207.
- International Telecommunication Union, ITU SRG 10A-5 (2003): Digital Sound Broadcasting below 30 MHz. Genf.
- Köhler, B. F. (1988): Auslandsrundfunk und Politik – Die politische Dimension eines internationalen Mediums. Berlin.
- Müller-Römer, F. (1998): Rundfunkversorgung (Hörfunk und Fernsehen). Verbreitung von Rundfunkprogrammen und neue Rundfunk-

dienste. In: Hans-Bredow-Institut (Hrsg.), Internationales Handbuch für Hörfunk und Fernsehen 1998/99. Baden-Baden, S. 169-196.

Niepalla, P. (2003): Deutsche-Welle-Gesetz. Kommentar. Das Gesetz über den deutschen Auslandsrundfunk. Baden-Baden.

Rindfleisch, H. (1985): Technik im Rundfunk. Ein Stück deutscher Rundfunkgeschichte von den Anfängen bis zum Beginn der achtziger Jahre. Norderstedt.

World Radio TV Handbook 2007. New York.

