

B. Grundbegriffe der Rundfunktechnik

Das bestehende Versorgungssystem für Fernsehen und Hörfunk basiert auf drei Übertragungswegen: der Terrestrik, den Breitbandkabelnetzen und den Satellitensystemen. Bisher werden Rundfunkprogramme noch überwiegend mithilfe der analogen Übertragungstechnik verbreitet. Dies wird sich jedoch im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung der Telekommunikation ändern. Die Zukunft der Rundfunkübertragung ist digital. Neben zahlreichen anderen Vorteilen ermöglicht die Digitalisierung des Sendesignals, Rundfunkprogramme auch über das Internet zu verbreiten.

I. Terrestrische Verbreitung

Beim terrestrischen Fernsehen erfolgt die Ausstrahlung der Programme über erdgebundene Sender, die zumeist an erhöhten Standorten aufgebaut sind. Das ist notwendig, da terrestrische Wellen der Erdkrümmung nur bedingt folgen können. Das terrestrische Fernsehen hat in den letzten Jahren zusehends an Bedeutung verloren. Der Verbreitungsgrad 1992 noch knapp 60 %, sank er bis 2003 auf nur noch 7,1 %.⁶

Ein Grund hierfür mag das im Vergleich zum Kabel- und Satellitenrundfunk geringere Programmangebot sein. Es können z. B. über terrestrische Senderketten nur drei bis vier Fernsehprogramme flächendeckend verteilt werden. Sowohl Abschattungsprobleme in Tälern als auch die erforderliche und teilweise sehr schwierige Koordination der Kanäle mit den angrenzenden Ländern in grenznahen Bereichen spielen dabei eine Rolle.⁷

II. Breitbandiges Kabelnetz und schmalbandiges Telefonnetz

Im Vergleich zum terrestrischen Rundfunk liegt der Verbreitungsgrad des Kabelfernsehens seit mehreren Jahren konstant hoch bei knapp 56 %.⁸

Beim Kabelrundfunk werden die Programme über ein Breitbandverteilnetz vom Veranstalter zum Empfänger übertragen. Das Kabelnetz besteht aus vier Abschnitten, den sog. Netzebenen. Die erste Netzebene beginnt bei den Produktionsstudios. Von dort werden die Fernseh- und Hörfunksignale terrestrisch oder via Satellit an sog. Breitbandkommunikationsverteilstellen

⁶ Vgl. die Daten der Arbeitsgemeinschaft Fernsehforschung unter: www.agf.de/daten/tvmarkt/empfangsebenen [Stand: 4.11.2004].

⁷ Ziemer, Digitales Fernsehen, S. 133 ff.

⁸ Vgl. die Daten der Arbeitsgemeinschaft Fernsehforschung unter: www.agf.de/daten/tvmarkt/empfangsebenen [Stand: 4.11.2004].

gesendet, die häufig in einem Fernmeldeturm untergebracht sind. Diese Endpunkte der Netzebene 1 verarbeiten die Signale nachrichtentechnisch und modulieren sie auf die breitbandige Übertragungsfrequenz.

Anschließend werden die Rundfunksignale in der Netzebene 2 von den Breitbandkommunikationsverteilstellen mittels eines speziellen Übertragungssystems über Richtfunk, Satellit oder Glasfaserkabel zu den sog. übergeordneten Breitbandkommunikationsverstärkerstellen übertragen. Dort werden die Signale erneut aufbereitet und in das eigentliche Kabelnetz eingespeist. Am Endpunkt der Netzebene 2 beginnt damit die leitergebundene Signalübertragung im Breitbandkabelnetz.

Die Netzebene 3 umfasst das örtliche Verteilnetz. Sie beginnt an einer Verstärkerstelle und übernimmt die flächendeckende Versorgung der abgegrenzten Anschlussbereiche. In dieser Netzebene nutzt das Breitbandkabelnetz die Infrastruktur (Kabelkanäle, bauliche Einrichtungen etc.) des allgemeinen Fernmeldenetzes, das zeitlich vor dem Fernsehkabelnetz errichtet wurde. Gleichwohl unterscheiden sich das Breitbandkabelnetz und das schmalbandige Telefonnetz in ihrer technischen Struktur. Während das Fernsprechnetz sternförmig aufgebaut ist, weist das Kabelnetz eine Baumstruktur auf. Bei einem sternförmigen Vermittlungsnetz sind alle Teilnehmer an einen zentralen Verteilerknoten angeschlossen. Daher kann ein Nutzer mit jedem anderen Teilnehmer in Hin- und Rückrichtung über eine eigene, separate Leitung kommunizieren. Baumförmige Übertragungsnetze zeichnen sich hingegen dadurch aus, dass sich sämtliche Anschlüsse dieselbe Kabelverbindung teilen. Daher ermöglichen baumförmige Netzstrukturen in der Regel keine wechselseitige Individualkommunikation. Im Breitbandkabel sind hierfür vielmehr gesonderte Rückkanäle und spezielle Übertragungsprotokolle, mit denen einzelne Endgeräte individuell angesteuert werden können, erforderlich. Das bestehende Kabelnetz kann zur Zeit für eine point-to-point-Kommunikation zumindest noch nicht flächendeckend eingesetzt werden. Allerdings wird an dem rückkanalfähigen Ausbau der Breitbandkabelnetze gearbeitet. Bis zur Realisierung dieser Projekte bieten sich sog. Hybridlösungen für die bidirektionale Kommunikation an. Dabei wird die Datenübertragung vom Anbieter zum Nutzer über das Breitbandkabel abgewickelt, während für den umgekehrten Datenweg das Telefonnetz genutzt wird. Der zweite wesentliche Unterschied zwischen Kabel- und Telefonnetz neben der divergierenden technischen Struktur besteht darin, dass die Übertragungskapazität des breitbandigen Kabelnetzes wesentlich höher als die des schmalbandigen Telefonnetzes ist.

Die Netzebene 3 endet am sog. Hausübergabepunkt. Von hier werden die Signale über private Hausverteilanlagen in der Netzebene 4 zu den einzelnen Wohnungsanschlüssen geleitet.⁹

Ursprünglich aufgebaut wurde das Kabelnetz von der Deutschen Bundespost. Nach der Aufspaltung des einstigen Staatsunternehmens im Zuge der Postreformen befand sich das Breitbandkabelnetz wie auch das Telefonnetz lange Zeit im Eigentum der Deutschen Telekom AG. Zwar wurden Teile nach und nach an Wettbewerber veräußert. Erst im Januar 2003 hat sich die Deutsche Telekom AG jedoch auch von den ihr verbliebenen sechs Kabel-TV-Regionen getrennt. Neuer Eigentümer ist ein Finanzinvestorenkonsortium.

III. Satellitensysteme

Der Verbreitungsgrad des Satellitenfernsehens liegt derzeit bei ca. 37 %.¹⁰ Es ist zu erwarten, dass der Satellitenrundfunk in den nächsten Jahren gegenüber den anderen Übertragungswegen an Bedeutung gewinnen wird. Die Entwicklung wird durch die Europäische Kommission gestützt, die in einer Mitteilung vom Januar 2001 fordert, dass jedem europäischen Bürger das Recht auf die Nutzung von Parabolantennen eingeräumt wird.¹¹

Beim Satellitenrundfunk werden die Programme vom Veranstalter zum Teilnehmer mithilfe von Satellitensystemen übertragen. Am weitesten verbreitet sind die ASTRA-Satellitensysteme der luxemburgischen Betreiber-gesellschaft SES (Société Européenne des Satellites) und die Hot-Bird-Satelliten der europäischen Organisation Eutelsat (European Telecommunications Satellite Organisation).¹²

Ein Satelliten-System besteht aus dem Satelliten und einem Bodensegment. Satelliten sind Flugkörper, die mithilfe einer Rakete in eine kreisförmige oder elliptische Erdumlaufbahn gebracht werden. Die Satelliten verfügen neben Parabolantennen, Steuerungsraketen und Steuerungsmotoren über Sonnenpaddel, auf denen Solarzellen zur Stromversorgung angebracht sind. Da ihre Leistungskraft zeitlich nicht unbeschränkt ist, müssen

⁹ Dahm/Rössler/Schenk, Vom Zuschauer zum Anwender, S. 21; Ziemer, Digitales Fernsehen, S. 362 ff.

¹⁰ Vgl. die Daten der Arbeitsgemeinschaft Fernsehforschung unter: www.agf.de/daten/tvmarkt/empfangsebenen [Stand: 4.11.2004].

¹¹ Europäische Kommission, KOM(2001) 351 endg.

¹² Hesse, Rundfunkrecht, S. 297 ff.

Satelliten in regelmäßigen Abständen ausgetauscht bzw. ersetzt werden. Abhängig von ihrer Position im All lassen sich zwei Satellitentypen unterscheiden: die geostationären Satelliten (GEOs) und die nicht geostationären Satelliten. Die nicht geostationären Satelliten, die sog. Low-Earth-Orbit-Satelliten (LEOs), umkreisen die Erde in einem niedrigen Orbit und werden insbesondere für Sprachdienste eingesetzt. Die GEOs umkreisen die Erde synchron in Richtung der Erddrehung (von West nach Ost) mit derselben Winkelgeschwindigkeit in einer Höhe von 35.786 km über dem Äquator. Da ihre Umlaufgeschwindigkeit derjenigen der Erde entspricht, sind die GEOs in Relation zur Erde ortsfest.

Das Bodensegment eines Satellitensystems besteht aus Erdfunkstationen (sog. Hub-Stationen) und Satellitenantennen. Von den Erdfunkstationen werden die Programme mittels eines großen Parabolspiegels zum jeweiligen Satelliten geschickt. Mit den Satellitenantennen auf der Erde empfangen anschließend die Teilnehmer die vom Satelliten gesendeten Signale. Aufgrund ihrer ortsfesten Position eignen sich GEOs besonders für die Ausstrahlung von Rundfunk. Denn die Sende- und Empfangsgeräte am Boden können stets ihre gewählte Ausrichtung auf den Satelliten beibehalten. Damit sind komplizierte Nachführsysteme bei den Bodensegmenten entbehrlich.

Für die Übertragung der Signale von den Erdfunkstationen zum Satelliten werden bestimmte „Uplink“-Frequenzen (Aufwärtsstrahl) eingesetzt. Die Streubreite eines Aufwärtsstrahls ist verhältnismäßig eng, da damit lediglich der gewählte Satellit erreicht werden muss. Sobald der Satellit ein Funksignal von der Erdfunkstation empfängt, verändert er die Funkfrequenz und verstärkt das Signal gegebenenfalls, bevor es ausgestrahlt wird. Für die Ausstrahlung der Signale vom Satelliten an die Empfänger werden sog. Downlink-Frequenzen (Abwärtsstrahl) verwendet. Im Gegensatz zum Aufwärtsstrahl hat der Abwärtsstrahl eine höhere Streubreite. Dies ist notwendig, um einen großen Teil der Erdoberfläche auszuleuchten. Die Ausleuchtung der Erde durch einen Satelliten wird als Footprint bezeichnet. Grundsätzlich sind die Footprints auf bestimmte Länder ausgerichtet. Es kann technisch jedoch nicht verhindert werden, dass die ausgestrahlten Signale teilweise auch Ländergrenzen überschreiten. Dieses Phänomen bezeichnet man als Overspill.¹³

¹³ Kabel/Strätling, Kommunikation per Satellit, S. 27 ff.

IV. Die Digitalisierung des Rundfunks

Nach der Einführung des privaten Rundfunks Mitte der 80er Jahre ist mit der Entwicklung der Digitaltechnik eine weitere Stufe der Medienevolution erreicht. Während das analoge Fernsehen in Form von kontinuierlichen elektrischen Schwingungen ausgestrahlt wurde, werden die Bild- und Toninformationen beim digitalen Fernsehen als binäre Impulse übertragen. Dabei ermöglichen spezielle Verfahren zur Reduktion und Kompression digitaler Daten (MPEG-2) eine Verbesserung der Kapazitätsauslastung. Man bezeichnet diese Verfahren als Quellcodierung. Im Ergebnis können hierdurch je nach gewünschter Bildqualität drei bis fünfzehn digitale Fernsehprogramme anstelle eines einzigen analogen Programms verbreitet werden.¹⁴

Im Anschluss an die Quellcodierung werden die digitalisierten und reduzierten Informationen im sog. Multiplexverfahren komprimiert und so ineinander verschachtelt, dass möglichst die vollständige Übertragungsbandbreite eines Kanals genutzt werden kann. Das jeweilige Format der zu sendenden Elemente (Bild, Ton oder Text) spielt dabei keine Rolle. Da sämtliche Übertragungskomponenten binär codiert sind, können sie in einem einheitlichen sendefähigen Transportdatenstrom vermittelt werden. Mithilfe des Multiplexverfahrens lassen sich daher z. B. völlig unterschiedliche Dienste, wie Fernseh- und Hörfunkprogramme, Computerspiele oder die Daten einer Homepage, über denselben Distributionsweg übertragen. Damit ist die Voraussetzung geschaffen, dass unterschiedliche Endgeräte – also z. B. Personalcomputer (PC) und Fernseher – für gleiche Zwecke genutzt werden. Dieses Zusammenwachsen bisher getrennter Technologien, Distributionswege und Endgeräte wird als technologische Konvergenz bezeichnet.¹⁵

Die Übermittlung der digitalen Daten geschieht beim Hörfunk nach dem Digital-Audio-Broadcasting-Standard (DAB), beim Fernsehen nach dem Digital-Video-Broadcasting-Standard (DVB). Beide Standards sind mittlerweile international etabliert.

Auf Seiten des Teilnehmers ist zum Empfang der multimedialen Dienste ein digitales Endgerät erforderlich. Fernsehgeräte der neuen Generation

¹⁴ Dahm/Rössler/Schenk, Vom Zuschauer zum Anwender, S. 16 f.; Grünwald, Analog Switch-Off, S. 10.

¹⁵ Schrape, Digitales Fernsehen, S. 14; Schulz/Seufert/Holznapel, Digitales Fernsehen, S. 77.

sind bereits in der Lage, digitale Signale zu verarbeiten. Aber auch herkömmliche analoge Fernsehgeräte können für die Darstellung multimediale Anwendungen eingesetzt werden. Allerdings muss ihnen ein Digital-/Analogwandler, die sog. Set-Top-Box, vorgeschaltet werden, der die empfangenen digitalen Impulse decodiert und in ein analoges Format umwandelt. Darüber hinaus erfüllt die Set-Top-Box weitere Funktionen insbesondere im Bezahlfernsehen (Pay-TV). So kann in Verbindung mit einer Chipkarte des Anbieters, der sog. Smart-Card, sichergestellt werden, dass ausschließlich berechnigte Nutzer auf Pay-TV-Angebote zugreifen. Daneben kann die Smart-Card zu Abrechnungszwecken eingesetzt werden.¹⁶

Entscheidende Bedeutung kommt der Set-Top-Box aber vor allem im Hinblick auf die Interaktivität des Fernsehens zu. Als Kommunikationsschnittstelle ist sie auf der Teilnehmerseite die notwendige Voraussetzung für die Datenübertragung vom Nutzer zum Diensteanbieter. Damit werden z. B. neue individualisierte Angebotsformen wie das True-Video-on-Demand möglich, bei dem jeder Rezipient ohne Zeitvorgaben von einem Videoserver individuell Angebote abrufen und auf seinem Empfangsgerät abspielen kann. Aber auch Dienste, die bisher ausschließlich mit dem World Wide Web in Verbindung gebracht wurden, wie E-Mail, Online-Banking, Online-Shopping oder e-Learning, können über das Fernsehgerät in Anspruch genommen werden.¹⁷

Vor dem Hintergrund der digitalen Technologien erscheint insbesondere das herkömmliche analoge Fernsehen zunehmend überholt. Daher will die Bundesregierung, die Digitalisierung des Fernsehens über Kabel, Satellit und terrestrischen Empfang bis zum Jahr 2010 abschließen. Der Übergang vom analogen zum digitalen Fernsehen wird als „analoger Switch-Off“ oder „analoger Switch-Over“ bezeichnet.¹⁸

Der Startschuss für das digitale terrestrische Fernsehen (DVB-T) in Deutschland ist am 31.11.2002 in Berlin gefallen. Mittlerweile ist der Umstieg dort vollzogen. Berlin-Brandenburg stellt damit die weltweit erste Region dar, in der terrestrisches Fernsehen ausschließlich digital zu emp-

¹⁶ Dahm/Rössler/Schenk, Vom Zuschauer zum Anwender, S. 16; Heinemann, Werbung im interaktiven Fernsehen, S. 59.

¹⁷ Vgl. Kibele, Multimedia, S. 37 ff.

¹⁸ Grünwald, Analog Switch-Off, S. 7 f.

fangen ist.¹⁹ Entsprechend der gewählten sog. „Insellösung“ erfolgt derzeit der sukzessive Umstieg in weiteren Regionen.²⁰

V. Kommunikation in Rechnernetzen

Die Kommunikation zwischen Rechnern wird derzeit im Wesentlichen über die sternförmig strukturierten Telefonnetze abgewickelt. Daher ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen Teilnehmeranschlüssen im Gegensatz zum Breitbandkabelnetz bereits möglich. Die sehr komplexen Prozesse, die bei der Kommunikation zwischen den Rechnern ablaufen, werden gewöhnlich anhand des OSI-Referenzmodells der International Standard Organisation (ISO) erläutert. Danach werden die einzelnen für den Kommunikationsvorgang erforderlichen Arbeitsschritte auf verschiedene Schichten verteilt. Die auf der jeweiligen Schicht vorgesehenen Abläufe sind in sog. Protokollen (z. B. Hypertext Transfer Protocol, http) festgeschrieben. Jede Schicht kommuniziert ausschließlich mit der direkt über bzw. unter ihr liegenden. Die Informationen durchlaufen so von der Anwendungsschicht (z. B. World Wide Web) bis zur physischen Transportschicht (z. B. Glasfaserkabel oder Ethernet) alle Ebenen.

Zum Datenaustausch im Internet wird das TCP/IP-Protokoll verwendet. Die übertragenen Informationen werden in Datenpakete (sog. Datagramme) aufgeteilt. Das Internet Protocol (IP) als Übertragungsprotokoll versieht die Daten mit Quell- und Zieladressen (sog. Steuerungsinformationen), den IP-Adressen von Empfänger und Absender. Anhand dieser IP-Adresse kann jeder Rechner im Internet eindeutig bestimmt werden. Diese Steuerungsinformationen werden als Header bezeichnet. Das Prinzip ist vergleichbar mit einem Brief (Daten), der in einen Umschlag gesteckt und mit einer Adresse (Header) versehen wird.

Die Datenpakete werden auf ihrem Weg vom Absender zum Empfänger von Kommunikationsrechnern weitergeleitet. Diese sog. Router nehmen Funktionen wahr, die mit denen der Postverteilstellen beim Briefverkehr vergleichbar sind. Sie wählen anhand des Headers des Datenpakets die nächste Teilstrecke aus und senden das Datenpaket zum nächsten Router in Richtung Empfänger.

¹⁹ S. hierzu die Informationen der Medienanstalt Berlin-Brandenburg (MABB), abrufbar unter: <http://www.mabb.de> [Stand: 4.11.2004].

²⁰ Zum aktuellen Stand vgl.: <http://www.ueberallfernsehen.de> [Stand: 4.11.2004].

Das TCP (Transmission Control Protocol) versieht die Datenpakete mit Laufnummern und sorgt dafür, dass die Datenpakete beim Empfänger sowohl vollständig ankommen, als auch in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden.

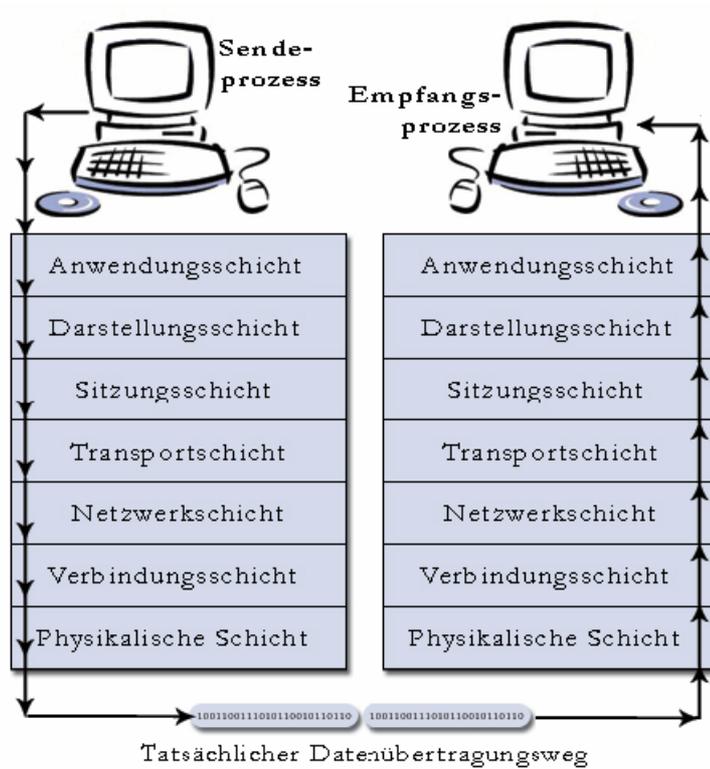


Abbildung 1: OSI-Schichtenmodell

VI. Zusammenfassung

- Drei klassische Rundfunkübertragungswege: Terrestrik, Satellit, Kabel.
- Die Digitalisierung ermöglicht eine effizientere Frequenzausnutzung. Dies führt zu einer Erweiterung des Programmspektrums und dem Angebot neuer multimedialer Dienste im Fernsehen. Benötigt werden allerdings bestimmte Endgeräte, die die digitalen Signale übersetzen können.
- Rechnernetze ermöglichen eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation. Dies ist beim derzeitigen Ausbaustand des Breitbandkabels noch nicht möglich. In Zukunft wird eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung aber auch hier möglich sein.
- Das OSI-Schichtenmodell illustriert die komplexen Kommunikationsprozesse zwischen Rechnern.