

Satellitenfernsehen

Aktuelle Trends, Technik und Digitalisierung

Ein Satellit ist eine unabhängige „Funkstelle, die sich auf einer festen Umlaufbahn im Weltall bewegt. Sie empfängt Signale der Bodenstation, setzt sie auf eine andere Frequenz um und sendet diese entsprechend verstärkt zu einer bestimmten Region der Erde zurück.“ (Freyer/Jaske 2004)

„Es gibt zahlreiche unterschiedliche Typen von Satelliten, die zur Verteilung von Signalen über große Flächen eingesetzt werden. Dabei gilt, dass die Sendeleistung der Satelliten mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche steigen muss, allerdings wird auch gleichzeitig die von einem Satelliten abgedeckte Fläche größer. Je nach Funktion der Satelliten wird eine bestimmte Umlaufbahn ausgewählt. So befinden sich Satelliten, die für Telekommunikationsverbindungen genutzt werden, auf einer Umlaufbahn zwischen 600 und 1.500 km, die als Low Earth Orbit (LEO) bezeichnet wird. Rundfunksatelliten umkreisen die Erde auf einer stabilen Bahn, die exakt der Erddrehung angepasst ist.“ (Dreier 2006)

Im deutschsprachigen Raum spielen die Satelliten der ASTRA-Familie (Orbitposition: 19,2° Ost) und der Eutelsat-Familie (Orbitposition: 13° Ost) die wichtigste Rolle. Markführer ist mit Abstand das Satellitensystem Astra, das von der Société Européenne des Satellites S.A. (SES) mit Sitz in Luxemburg betrieben wird.

2019 liegt der Satellitenempfang mit 44,8 % (2016: 46,5 %) der deutschen TV-Haushalte nahezu gleichauf mit dem Empfang über Kabel (44,7 %; 2016: 45,9 Prozent). In absoluten Zahlen entspricht dies knapp 17,3 (2016: 17,7) Mio. Satelliten- und knapp 17,2 Mio. Kabelhaushalten (2016: 17,5).

Digitalisierung

Um mit der Konkurrenz (z. B. Kabelfernsehen) mithalten zu können, setzen die Satellitenbetreiber in den letzten Jahren verstärkt auf die Digitalisierung. 2012 hat der Digitalempfang per Satellit die 100-Prozentmarke erreicht, während der Digitalisierungsgrad beim Kabelfernsehen noch nicht abgeschlossen ist (Stand 2016: 82,1 Prozent). Vor allem die Abschaltung der analogen Satellitenverbreitung trug dazu bei. Deutsche TV-Sender können seit dem 30. April 2012 über Satellit nur noch mit digitalen Empfangsgeräten empfangen werden.

Die Digitalisierung geht seit einigen Jahren einher mit einer Ausdifferenzierung der Angebote. Mittlerweile kann man über Satellit nicht nur ins Internet gehen, sondern auch HD-Programme schauen. 2004 führte SES ASTRA High Definition Television (HDTV) in Europa ein und ging mit Euro1080, dem ersten europäischen HDTV-Kanal, an den Start. Anfang 2012 verkündete Astra, dass in Deutschland 5,9 Millionen Satelliten-Haushalte Fernsehen in HD-Qualität sehen, 2016 waren es bereits über 9 Millionen. 30 kostenfreie HD-Kanäle und 22 HD-Kanäle von Privatsendern (HD+ mit monatlicher Gebühr) sind über ASTRA in Deutschland 2016 empfangbar.

Während Eutelsat 2009 den digitalen Ausbau der Angebote mit einem neuen, frei empfangbaren 3D-Demonstrationskanal auf dem EURO BIRD 9A-Satelliten vorantrieb, konzentriert sich Astra seit dem Scheitern der Pay-TV-Plattform entavio vor allem auf seine neue HDTV-Plattform HD+. Ende 2009 startete Astra HD+ mit den HD-Kanälen von RTL und VOX. In der Folgezeit kamen weitere HD-Privatsender hinzu. 7,50 Euro kostet das Angebot derzeit (2016) bei einer Mindestvertragslaufzeit von 12 Monaten.

„Die Plattform setzt dabei auf den neu entwickelten Verschlüsselungsstandard CI+. Dieser ist aufgrund von technischen Vorgaben sehr umstritten, die vor allem von den privaten

Sendergruppen gewünscht werden. So erlaubt es CI+ den Veranstaltern, das Aufzeichnen von Sendungen einzuschränken oder sogar ganz zu unterbinden. Damit kann es z. B. vermieden werden, Werbeunterbrechungen zu überspringen.“ (ALM 2010)

Rundfunk und Dienste vom Satelliten

Textauszug aus Freyer, Ulrich/Jaske Andreas 2004: Kabel und Satellit.

3.1 Der Satellit als Relaisstation

Die für Rundfunkzwecke verwendeten Satelliten sind von der Erde aus gesehen feststehend, also geostationär. Ihre Position befindet sich ca. 36.000 km über dem Äquator. Genau genommen ist die Bezeichnung „geostationärer Satellit“ nicht ganz richtig, denn der Satellit steht nicht still, sondern umkreist die Erde längs der Äquatorlinie. Seine Umlaufgeschwindigkeit ergibt sich allerdings wegen der gewählten Höhe so, dass er genau einen Tag für einen Umlauf benötigt. Der Satellit dreht sich also synchron mit der Erde, weshalb die Bezeichnung „geosynchroner Satellit“ richtiger ist. Von der Erde aus betrachtet befindet sich der Satellit ständig in derselben Orbitposition.

Im Prinzip stellt jeder Satellit zur Übertragung von Rundfunkprogrammen und Diensten eine autarke Relaisstation im Weltraum dar. Mit Hilfe einer als Erdfunkstelle bezeichneten sendenden Bodenstation werden dem Satelliten über eine gerichtete Funkverbindung die Signale zugeführt. Der Satellit empfängt diese und setzt sie ohne weitere Änderung in einer als Transponder bezeichneten Funktionseinheit auf eine andere Frequenz um. Danach erfolgt die Abstrahlung zur Erde und zwar gerichtet, um vorgegebene Gebiete zu versorgen. Die Funkverbindung von der Erde zum Satelliten wird als „Uplink“ (Aufwärtsstrecke) bezeichnet, während die Funkverbindung vom Satelliten zur Erde konsequenterweise „Downlink“ (Abwärtsstrecke) heißt.

Die Energieversorgung der Satelliten erfolgt über Solarzellen, die als Panele am Satelliten angebracht sind und so gesteuert werden, dass ihre aktiven Seiten ständig zur Sonne zeigen. Da solche Anordnungen nicht in beliebiger Größe realisierbar sind, stehen bei Satelliten nur etwa 10 kW elektrischer Leistung zur Verfügung. Aus diesem Grund ist verständlicherweise auch die Strahlungsleistung für den Downlink begrenzt. Befindet sich der Satellit auf der sonnenabgewandten Seite der Erde, dann erfolgt sein Betrieb über eingebaute Akkumulatoren, welche über die Solarzellen aufgeladen werden.

Satelliten können auf der Äquatorbahn verschiedene Positionen aufweisen. Sie werden als Orbitpositionen bezeichnet und als Längengrad angegeben. Der Bezug ist der Nullmeridian, also der durch Greenwich (England) verlaufende Längengrad 0°. Es erfolgt außerdem die Angabe, ob sich die Orbitposition östlich oder westlich des Nullmeridians befindet. Die Hauptorbitposition für die ASTRA-Satelliten lautet 19,2° Ost. Dies bedeutet, dass sich diese Satelliten auf dem Längengrad 19,2° östlich des Nullmeridians auf der Äquatorbahn befinden.

Der zur Übertragung von Rundfunkprogrammen und Diensten genutzte Frequenzbereich 10,7...12,75 GHz, also eine Bandbreite von 2,05 GHz, kann aus technischen Gründen nicht mit einem Satelliten abgedeckt werden. Bedingt durch die begrenzte Energieversorgung können je nach Satellit und Transponderkapazität nur 14 bis 21 Transponder genutzt werden, sodass pro Satellit nur eine Bandbreite von etwa 0,5 GHz zur Übertragung von Rundfunkprogrammen und Diensten bereitsteht. Um die gesamte Übertragungskapazität dennoch nutzen zu können, ist der frequenzgestaffelte Einsatz mehrerer Satelliten möglich. Diese befinden sich dabei auf derselben Orbitposition, was als Ko-Positionierung bezeichnet wird.

Die für Europa wichtigsten Satelliten sind die der ASTRA und Eutelsat-Familie. Neben den Haupt-Orbitpositionen $19,2^\circ$ Ost für ASTRA und $13,0^\circ$ Ost für Eutelsat werden seit einiger Zeit auch Satelliten der ASTRA- und Eutelsat-Familien auf anderen Orbitpositionen platziert. Hierbei nutzen die ASTRA-Satelliten u. a. die Orbitpositionen $23,5^\circ$ Ost und $28,2^\circ$ Ost, bei den Eutelsat-Satelliten sind es u. a. die Orbitpositionen 7° Ost, 10° Ost und 16° Ost.

Bedingt durch die große Entfernung vom Satelliten zur Antenne der Satellitenempfangsanlage beträgt die Dämpfung des vom Satelliten abgestrahlten Signals über 200 dB. Die zur Erde gelangende hochfrequente Energie bewirkt dort eine Leistungsflussdichte. Es handelt sich um die pro Quadratmeter auftreffende hochfrequente Leistung im logarithmierten Maß Dezibel (dB). Für den einwandfreien Empfang muss ein Mindestwert bei der Leistungsflussdichte erreicht bzw. überschritten werden. Innerhalb der Ausleuchtzone [engl.: footprint] ist der Empfang mit einer feststehenden Antenne möglich. Die Größe und Form der Ausleuchtzonen hängen von den beim Satelliten verwendeten Antennen ab. Je weiter der Empfangsort von der Mitte der Ausleuchtzone entfernt liegt, umso größer muss der Durchmesser des Parabolspiegels sein.

Um den zur Verfügung stehenden Frequenzbereich wirkungsvoll zu nutzen, wird bei der Satellitenübertragung von Rundfunkprogrammen und Diensten mit verschiedenen Polarisierungen gearbeitet, was die Doppelnutzung der Frequenzen ermöglicht. Die elektromagnetischen Wellen werden dabei gleichzeitig waagrecht (horizontal) und senkrecht (vertikal) zur Ausbreitungsrichtung abgestrahlt. Bedingt durch diese unterschiedlichen Lagen ist eine gegenseitige Beeinflussung der Signale nicht gegeben. Als Kurzbezeichnung für die Polarisationsrichtungen haben sich H und V durchgesetzt.

3.2 Das Konzept für den Satellitenempfang

Bei der Übertragung von Programmen und Diensten via geostationärer Satelliten handelt es sich stets um gerichtete Funkverbindungen. Die Empfangsantenne muss deshalb eine ausgeprägte Richtwirkung aufweisen und auf den gewünschten Satelliten ausgerichtet sein. Ansonsten ist entweder überhaupt kein Empfang möglich, oder nur mit unzureichender Qualität. Bei den Empfangsantennen handelt es sich meistens um Parabolantennen, bei denen ein entsprechender Parabolspiegel als Reflektor dient.

Bei der Ausrichtung solcher Empfangsantennen müssen wegen der räumlichen Abhängigkeit zwei Winkel betrachtet werden, nämlich der Elevationswinkel (El-Winkel) und der Azimutwinkel (Az-Winkel). Es sind auch die Bezeichnungen „Erhebungswinkel“ bzw. „Richtungswinkel“ möglich.

Der Elevationswinkel gibt an, um wie viel Grad die Parabolantenne von der vertikalen Position nach hinten geneigt werden muss, damit die Hauptkeule der Antenne auf die Orbitposition des gewünschten Satelliten trifft.

Die Parabolantenne muss auf der nördlichen Erdhalbkugel (also auch in Europa) in Richtung Süden ausgerichtet werden. Diese Einstellung entspricht dem Azimut-Referenzwert von 180° . Für den Empfang der ASTRA-Satelliten (Orbitposition $19,2^\circ$ Ost) muss in Deutschland ein Elevationswinkel zwischen 27° (Schleswig-Holstein) und 34° (Baden-Württemberg Bayern) eingestellt werden. Die genauen Werte für einzelne Empfangsorte können Tabellen entnommen werden.

Der Azimutwinkel gibt an, um wie viel Grad die Parabolantenne aus der Südrichtung nach Osten oder Westen gedreht werden muss, damit die Hauptkeule der Antenne auf die Orbitposition des gewünschten Satelliten trifft. Die Definition des Azimutwinkels zeigt, dass bei Winkelangaben unbedingt zwischen diesem und der Orbitposition unterschieden werden muss. Während die Orbitposition eines geostationären Satelliten eine feste Größe ist also

dessen Parkplatz im All beschreibt gilt für jeden Empfangsort und jeden Satelliten ein unterschiedlicher Azimutwinkel. Mit Hilfe der sphärischen Geometrie (komplexe mathematische Formeln) ist der Wert des Elevationswinkels und des Azimutwinkels für jeden Standort, bezogen auf jeden Satelliten, exakt berechenbar.

3.3 Die Satellitenantenne als unbekanntes Wesen

Für den Satellitenempfang kommen bei Empfangs- und Verteilanlagen im Regelfall nur Offset-Antennen zum Einsatz. Diese bestehen aus zwei Hauptkomponenten, der Speiseeinheit und dem Parabolspiegel (häufig auch nur als Spiegel bezeichnet) mit der Halterung für die Speiseeinheit. Jede Speiseeinheit besteht aus einem oder mehreren LNBs [engl.: low noise blockconverter], die das empfangene SHF-Signal in die Satelliten-Zwischenfrequenz (Sat-ZF) im Bereich 950...2150 MHz umsetzen.

Der Parabolspiegel der Satellitenantenne fokussiert die eintreffenden höchstfrequenten Wellen zum Brennpunkt, in dem die Speiseeinheit positioniert ist. Die Stärke der Fokussierung hängt unmittelbar vom Durchmesser des Spiegels ab. Grundsätzlich gilt: Je größer der Spiegel, desto stärker die Fokussierung.

Mit zunehmender Spiegelgröße wird der Öffnungswinkel allerdings kleiner. Dies verhindert den gleichzeitigen Empfang von zwei Satelliten auf benachbarten Orbitpositionen.

Für Empfangs- und Verteilanlagen sind im Regelfall Durchmesser des Parabolspiegels von 60...180 cm von Interesse. Die Auswahl muss sich daran orientieren, welcher Satellit empfangen werden soll. Bei den für Rundfunk typischen Satelliten der ASTRA-Familie (Orbitposition: 19,2° Ost) und Eutelsat-Familie (Orbitposition: 13° Ost) stellen 60-cm-Spiegel die kleinste sinnvolle Lösung dar. Sollen dagegen andere Satelliten empfangen werden, deren Orbitposition mehr östlich oder westlich davon liegen, dann sind größere Spiegel erforderlich, um ein für den Empfang ausreichendes Signal gewährleisten zu können.

Bei Angaben über empfohlene Spiegeldurchmesser ist zu berücksichtigen, dass dabei üblicherweise von einer optimalen Funkwellenausbreitung zwischen Satellit und Empfangsantenne ausgegangen wird. Diese ist aber bei der etwa 40.000 km langen Übertragungsstrecke nur in Ausnahmefällen gegeben. Die Wellenausbreitung in dem für die Satellitenübertragung verwendeten SHF-Bereich wird durch Regen, Nebel und Schnee beeinträchtigt. Die hierbei auftretende atmosphärische Dämpfung des Satellitensignals kann bei zu kleiner Antenne ein unzureichendes Empfangssignal bewirken. Beim analogen Fernsehen machen sich dann schwarze oder weiße „Fische“ im Bild bemerkbar, beim digitalen Fernsehen fällt dagegen entweder das Bild ganz aus oder einzelne Bildpartien werden fehlerhaft angezeigt. Es sollte deshalb stets durch Verwendung eines entsprechend größeren Spiegels eine „Schlechtwetterreserve“ geschaffen werden, damit auch bei ungünstigen Wittersituationen eine gute Bildqualität verfügbar bleibt.

Der im Brennpunkt des Spiegels montierte LNB wandelt das empfangene SHF-Signal zuerst in eine höchstfrequente Spannung und setzt es nach ausreichender Vorverstärkung (ca. 40...50 dB) in die Sat-ZF (950...2150 MHz) um. Dieses ist insofern notwendig, weil eine Übertragung des Frequenzbereichs 10,7...12,75 GHz durch ein Koaxialkabel nicht möglich ist. Das Koaxialkabel weist nämlich in diesem Frequenzbereich eine so starke Dämpfung auf, dass bereits nach wenigen Metern die Signalqualität unzureichend ist.

Aufgrund der Entfernung des Satelliten zur Parabolantenne und der damit verbundenen Dämpfung des abgestrahlten Signals tritt am LNB nur ein sehr schwaches Signal vom Satelliten auf. Dieses wird vom LNB je nach Ausführung um den Faktor 10.000 bis 100.000 (entspricht 40...50 dB) verstärkt. Daher ist es extrem wichtig, dass der LNB selbst über eine

äußerst geringe Störleistung („low noise“) verfügt, damit das Signal nicht im Rauschen des Verstärkers untergeht und somit nicht mehr vom Empfänger erkannt wird. Eine wesentliche Kenngröße ist neben dem Verstärkungsfaktor das vom Verstärker selbst hervorgerufene Rauschen. Dies wird durch das Rauschmaß [engl.: noise figure] beschrieben, und zwar im logarithmierten Maß Dezibel (dB). Je kleiner der dB-Wert für das Rauschmaß, desto rauschärmer ist der Verstärker. Typische Werte für das Rauschmaß eines LNBs liegen derzeit im Bereich 0,3...0,8 dB.

Quellen

Arbeitsgemeinschaft der Landesmedienanstalten in der Bundesrepublik Deutschland (ALM) (Hrsg.) 2010: ALM Jahrbuch 2009/2010 Landesmedienanstalten und privater Rundfunk in Deutschland. Berlin. Download unter: https://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/user_upload/die_medienanstalten/Publikationen/Jahrbuch/Jahrbuch_2009-2010.pdf

die medienanstalten – ALM GbR (Hrsg.) 2019: Digitalisierungsbericht 2019 – Video. Berlin. Download unter: <https://www.die-medienanstalten.de/publikationen/digitalisierungsbericht-video/digitalisierungsbericht-video-2019>

Dreier, Hardy 2006: Satellit. In: Hans-Bredow-Institut (Hrsg.) 2006: Medien von A bis Z. Wiesbaden: VS, S. 309-311.

Freyer, Ulrich / Jaske Andreas 2004: Kabel und Satellit. Der Übergang in die multimediale Welt. LfM-Technik Band 5 (Herausgeber: Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen/LfM). Düsseldorf.
Die Veröffentlichung erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen. Download der vollständigen Publikation mit Bildern und umfangreichem Technik-Glossar:
http://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Fernsehen/kabel_satellit.pdf

Meyrat, Pierre 2002: Die Satellitentechnik im Fernsehen. In: Leonhard, Joachim-Felix / Ludwig, Hans-Werner / Schwarze, Dietrich/Straßner, Erich (Hrsg.) 2002: Medienwissenschaft. Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen. 3. Teilband. Berlin, New York: de Gruyter, S. 2219-2232.

weitere Informationen

Adolf-Grimme-Institut/Bundeszentrale für politische Bildung/Scio GmbH (Hrsg.) 2002: Bildbox für Millionen. Fernseh- und Mediengeschichte der Bundesrepublik Deutschland. Dokumente, Materialien, Analysen. Marl (CD-ROM).

N.N. 1996: Meilensteine: ASTRA erobert Europa. Die Geschichte der ASTRA-Satelliten. In: infosat 7/96, Nr. 100. Downlad unter: <http://www.ahamq.com/ahamedia/Stories/AstraHist.PDF>

Wilfried Ahrens 1993: ASTRA Fernsehen ohne Grenzen: Eine Chronik. Düsseldorf, Wien, New York, Moskau: Econ.