



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Bundesamt für Kommunikation BAKOM
Office fédéral de la communication OFCOM
Ufficio federale delle comunicazioni UFCOM
Uffizi federal da comunicaziun UFCOM
Federal Office of Communications OFCOM

Satelliten-Rundfunk

Abstract

Der vorliegende Bericht beschreibt die Entwicklung im Satelliten-Rundfunk. Für den TV- und Radio-Programmempfang in Europa sind besonders die beiden Betreiberorganisationen SES Astra und Eutelsat von Interesse. Die Entwicklung der digitalen Fernsehnorm DVB-S (Digital Video Broadcasting – Satellite) ermöglicht heute eine drastisch erhöhte Anzahl von Programmen und Multimedia-Anwendungen. DVB-S wird heute weltweit als der Standard für TV-Programme eingesetzt. Satelliten-Systeme für den mobilen Empfang von Radio-Programmen sind allerdings nicht sehr erfolgreich.

Inhaltsverzeichnis

Satelliten-Rundfunk	1
Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Geschichtliche Entwicklung	3
1.1 Erste Satelliten	3
1.2 Erste Rundfunk-Anwendungen	3
2 Satellitenbetreiber	3
2.1 GSO-Systeme	3
2.1.1 SES.....	4
2.1.2 Eutelsat	4
2.1.3 Hispasat.....	5
2.1.4 Telenor.....	5
2.1.5 AsiaSat.....	5
2.2 Non-GSO-Systeme	5
2.2.1 Sirius XM Satellite Radio	5
3 Regulatorische Aspekte / Frequenzbenutzung.....	6
4 Empfangstechnik	7
4.1 DVB-S und S-DAB	7
4.2 Conditional Access (Pay-TV, Verschlüsselungs-Systeme)	7
4.3 Multimedia-Dienste auf Satellit.....	7
5 Tabellarische Systemübersicht.....	8
Annex	9
i. Abkürzungen	9
ii. Referenzen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Geschichtliche Entwicklung

1.1 Erste Satelliten

Seit 1963 werden Satelliten für die Übertragung von Telefongesprächen, Fernseh-Signalen und Daten eingesetzt. Dafür wurden Satelliten auf geostationären Positionen (GeoStationary Orbit, GSO, siehe auch 2.1) verwendet. Auf diesen Positionen (die einer kreisförmigen Bahn auf 35'800 km Höhe über dem Äquator entspricht) sind die Erdanziehungskräfte und die Fliehkräfte im Gleichgewicht und die dafür benötigte Rotationsgeschwindigkeit entspricht genau der Rotation der Erde. Damit scheinen die Satelliten auf einer Position festzustehen, was überhaupt erst den Empfang mit fest installierten Parabol-Antennen ermöglicht. Neben der geostationären Kreisbahn werden auch Systeme auf tieferen, nicht-geostationären Bahnen (non-GSO-Systeme) eingesetzt. Beispiele dafür sind das Positionierungs-System GPS oder Satellitentelefon-Systeme wie Iridium oder Globalstar.

Die Anzahl der ins All transportierten Satelliten ist förmlich explodiert: in den 60er Jahren wurden 13 Kommunikations-Satelliten in eine Umlaufbahn transportiert, 35 in den 70er-, 69 in den 80er und etwa 250 in den 90er Jahren. Seit 1995 werden vermehrt auch Satelliten in nicht geostationäre Umlaufbahnen gebracht.

1.2 Erste Rundfunk-Anwendungen

Die Geschichte der Satelliten für den Direkt-Empfang (DBS Direct Broadcast Satellites) ist relativ jung. Wegen der kleinen Empfangs-Parabol-Antennen (60 – 80 cm Durchmesser) muss die vom Satellit abgestrahlte Leistung hoch sein, diese liegt im Bereich von bis zu mehreren 100 kW EIRP (Effektiv abgestrahlte isotropische Leistung). Interkontinentale Verbindungen und erste Rundfunk-Aussendungen starteten im C-Band (6 GHz / 4 GHz). Dieses Band wird noch heute in den USA und in tropischen Ländern (mit viel und starkem Regen) eingesetzt. Erst die Öffnung des Ku-Bandes (14 GHz / 11 GHz) hat aber den enormen Erfolg des Direktsatellitenempfangs in Europa gebracht. Neuerdings wird auch das Ka-Band (30 GHz / 20 GHz) - wegen Frequenzknappheit im Ku-Band - verwendet.

Wenn generell im Rundfunkbereich Änderungen sehr lange dauern und neue Systeme nur zögernd eingeführt werden, gilt dies nicht für den Satellitenbereich. In Europa und Nordamerika ist der Trend zur Digitalisierung schon abgeschlossen.

2 Satellitenbetreiber

2.1 GSO-Systeme

GSO-Systeme erschliessen ein Versorgungsgebiet 24 Stunden am Tag durch den gleichen Satelliten. Sie weisen eine lange Lebensdauer auf (bis zu 15 Jahre). Diese Eigenschaft macht sie vergleichsweise kostengünstig.

GSO-Sat-Empfängern weisen einige Schwächen auf:

- Die Empfangsantennen müssen ausserhalb der Gebäude montiert werden und freie Sicht zum Satelliten aufweisen;
- ein Kunde verlässt selten den Satelliten mit „seinen“ bevorzugten Programmen um Programme eines anderen Satelliten zu empfangen, da dies im Normalfall mit einer Neuausrichtung der Antenne verbunden ist.
- Für den Empfang der Satellitenprogramme, die im Bereich 10.7 – 12.75 GHz abgestrahlt werden, sind in der Schweiz Empfänger mit Parabolantennen von mindestens 60 cm Durchmesser erforderlich.

2.1.1 SES

Die in Luxemburg ansässige Société Européenne des Satellites (SES) ist eine Management-Holdinggesellschaft von Satellitenbetreibern. Die Betreibergesellschaft ASTRA wurde 1985 als erster europäischer privater Satelliten-Betreiber gegründet und im November 2001 mit der General-Electric-Tochter GE Americom, heute SES Americom verschmolzen. Seit Dezember 2005 gehört auch New Skies Satellites N.V. zu dieser Holding.

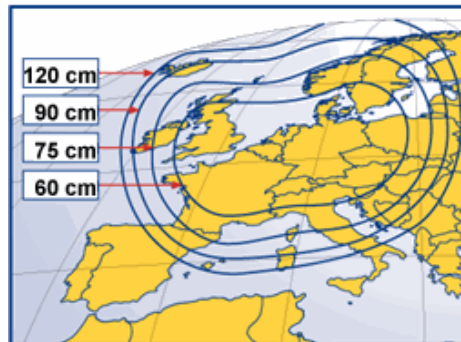


Figure 1: "ASTRA-Footprints" in Europa

SES ist ausserdem ein wichtiger Teilhaber an diversen anderen Satellitensystemen und damit der weltweit grösste Satellitenbetreiber. Die Flotte ist primär auf die TV- und Radio-Versorgung ausgerichtet.

2.1.2 Eutelsat

Eutelsat ist die Abkürzung für „European Telecommunications Satellite Organization“. Dies ist eine von gegen 50 Mitgliederländern getragene europäische Organisation, die Satelliten für stationäre und mobile Kommunikation betreibt. Eigner der Firma sind staatliche und auch private Telekommunikations-Unternehmen. Das Unternehmen ist der drittgrößte Satellitenbetreiber der Welt.

Das linke untenstehende Bild zeigt die Orbitalpositionen der Eutelsat-Satelliten. Ganz klar geht daraus die favorisierte Position 13° Ost hervor. Das rechte Bild zeigt die typische Ausleuchtzone ("Footprints") für die Hot Birds von Eutelsat.

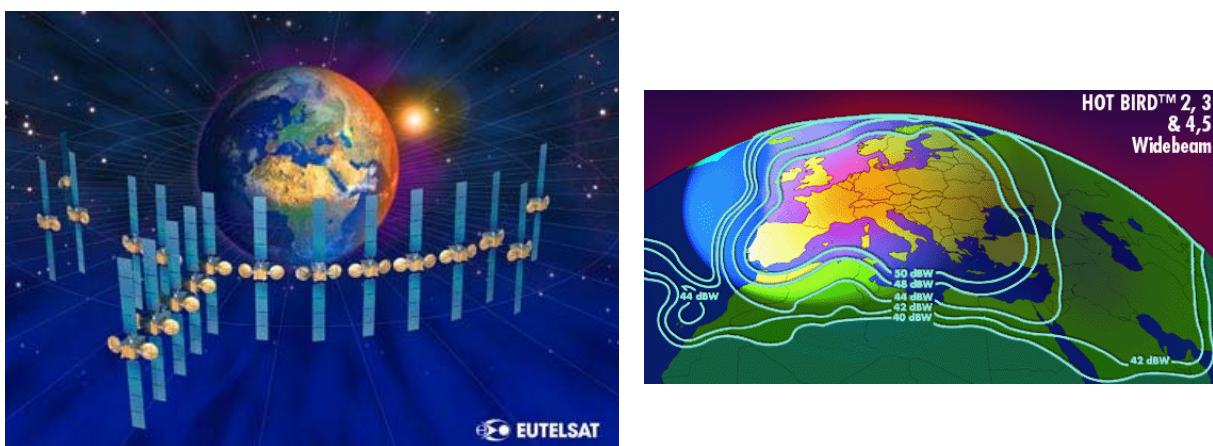


Figure 2: Eutelsat-Orbitalpositionen und „Footprints“ in Europa

2.1.3 Hispasat

Ähnlich wie Eutelsat wurde Hispasat 1989 von staatlichen Telekommunikationsunternehmen gegründet. Mit der Privatisierung ihrer grössten Eigentümer Retevisión, Telefónica und BBVA wurde auch Hispasat 1996 in eine private Organisation überführt. Die Flotte umfasst Satelliten die über dem Atlantik, nahe der brasilianischen Küste bei 30° West positioniert sind und damit die beiden Amerikas sowie Teile Europas und Nordafrikas erreichen können. Das Hispasat-Kontrollzentrum befindet sich ausserhalb Madrids. Hispasat bietet vergleichbare Dienste wie SES Astra (digitale TV- und Radio-Programme, Pay-per-View, etc.) mit Schwergewicht auf den spanisch und portugiesisch sprechenden Märkten. Die geographische Lage, sowie der Footprint der Satelliten erlauben es in diesen Regionen die kleinstmöglichen Satellitenschüsseln einsetzen zu können.

2.1.4 Telenor

Telenor ist eine norwegische Telefongesellschaft. Sie ist der führende Anbieter von Satelliten-Rundfunk in der nordeuropäischen Region. Telenor betreibt drei Satelliten aus dem Satelliten-Kontrollzentrum in Fornebu (Thor2, Thor3 und Thor5).

2.1.5 AsiaSat

AsiaSat wurde 1988 als Asiens erster privater Satellitendienstanbieter gegründet. AsiaSats Satelliten sind zwischen 100.5° Ost und 105° Ost positioniert und erreichen in 53 Staaten rund 2/3 der Weltbevölkerung. AsiaSat gehört mehrheitlich China International Trust and Investment Corporation (CITIC) und General Electric.

2.2 Non-GSO-Systeme

Auf Grund des bereits stark belegten geostationären Orbits sowie der Versorgungsprobleme der GSOs vor allem in nördlichen Breitengraden werden heute vermehrt auch non-GSO-Systeme eingesetzt (non-Geostatioary Satellite Orbit). Für Rundfunkanwendungen ist dabei die Familie der HEO-Systeme (Highly Elliptical Orbit) von besonderem Interesse. Während ihres Betriebs ergeben sich im Empfangsgebiet hohe Elevationswinkel (Nahe des Zenits) und erlauben somit auch den Empfang zwischen Häusern und in Tälern. Je nach Dimensionierung beträgt die Betriebsdauer eines HEO-Satelliten während eines Umlaufs um die Erde ca. 4 ... 8 Stunden um den Apogee (Satelliten-Höhepunkt). Für die 24-stündige Versorgung eines Betriebsgebiets sind somit min. 3 HEO-Satelliten notwendig. Eine solche Kombination von HEO-Satelliten ergibt für die Kunden ein quasi-geostationäres Satelliten-Netzwerk. Ein Nachteil der HEO-Satelliten ist ihre vergleichsweise kurze Lebensdauer (ca. 5 Jahre). Diese Systeme müssen daher in relativ kurzer Zeit amortisiert werden.

2.2.1 Sirius XM Satellite Radio

Sirius XM Radio (ehemals: CD Radio, Sirius Satellite Radio) verbreitet ausschliesslich in Nordamerika mittels dreier HEO-Satelliten etwa 100 Radioprogramme. Davon sind etwa 50 Programme werbefrei. Die Finanzierung erfolgt über monatliche Abonnemente. Sirius XM Satellite Radio sieht primär die Autofahrer als Kunden ihres Systems. Es wurden daher Exklusivverträge zur Installation von Sirius XM-Satellitenradios mit verschiedene Motorfahrzeugherstellern abgeschlossen.

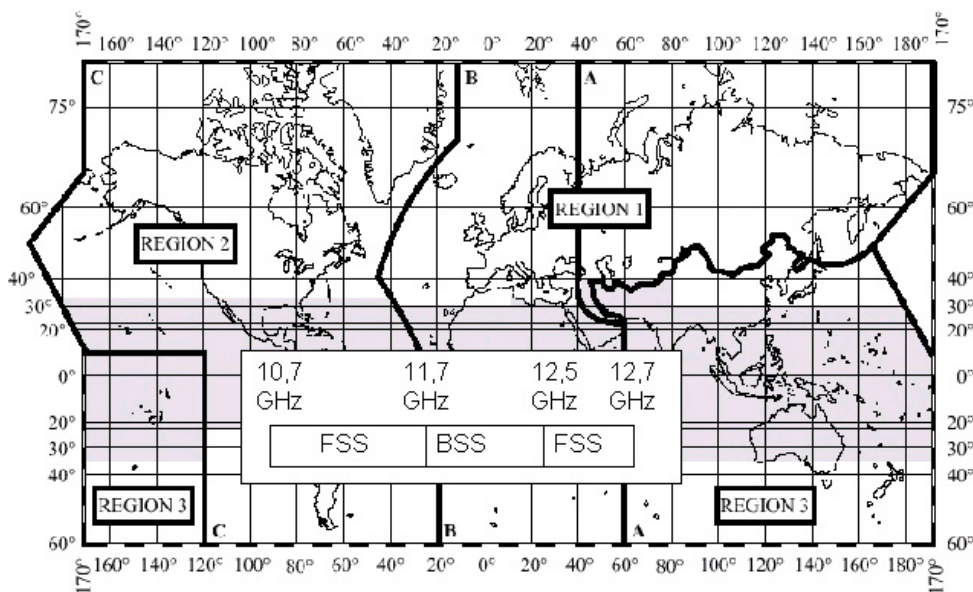
2008 übernahm Sirius Satellite Radio den Konkurrenten XM Satellite Radio, welcher mittels zweier geostationärer Satelliten, die über der West- resp. Ost-Küste der USA positioniert sind, etwa 80 Radioprogramme verbreitet.

Das Non-GSO-System sendet im Frequenzbereich 2.32 - 2.3325 GHz, benachbart zum GSO-System (Frequenzbereich 2.3325 - 2.345 GHz).

3 Regulatorische Aspekte / Frequenzbenutzung

Die ITU unterscheidet bezüglich Nutzung die Anwendung als entweder "Fixed Satellite Service" FSS oder "Broadcasting Satellite Service" BSS. Für die ITU-Region 1, zu der auch Europa gehört, wurde 1977 an der WARC (World Administrative Radio Conference) untenstehende Zuteilung gemacht. Die FSS-Bandbereiche waren ursprünglich als Zuführstrecken für terrestrische Sender gedacht, diese Frequenzbereiche werden aber heute in Europa für BSS, d.h. Satelliten-Direktempfang gebraucht. Gemäss Radio Regulations wäre nur der Bereich 11.7 – 12.5 GHz für BSS vorgesehen.

Ein Urteil des Europäischen Gerichtshofes vom 22.5.1990 (Autronic) stellt den Individual-Empfang von Radio- und Fernsehprogrammen via Fernmeldesatelliten dem ordentlichen Rundfunkempfang gleich. Diese Freigabe bedeutet aber keineswegs, dass ein solcher Satellitenempfang gegen andere Funkanwendungen, die im gleichen Frequenzband betrieben werden, zu schützen sei. Der Frequenzbereich 10.7 – 11.7 GHz ist in der Schweiz, im Einklang mit den Bestimmungen des internationalen Fernmelderechts, dem festen Funkdienst (Richtfunkverbindungen) und dem festen Funkdienst über Satelliten mit gleichen Rechten zugewiesen. Dies bedingt eine Koordination, damit sich die beiden Dienste nicht gegenseitig stören. Eine solche lässt sich im Rahmen der entsprechenden internationalen Vereinbarungen durchaus bewerkstelligen. Mit einem Rundfunkdienst, der eine Vielzahl von Empfangsanlagen versorgt, ist eine Koordination nicht möglich. Eine allfällige Anpassung der Richtfunkverbindungen würde zu einem schwerwiegenden Dominoeffekt führen. Daher sind Ent-



störungsmassnahmen für den Satellitenempfang empfangsseitig zu treffen.

Figure 3: ITU-Regionen und Aufteilung des Bandes 10.7 – 12.7 GHz in Region 1

Seit 1. April 2007 kann auch eine neue primäre BSS-Allokation im Frequenzband 21.4 – 22.0 GHz benutzt werden. Zusätzlich wurde an der WARC 92 auch der Bereich 1.452 – 1.492 GHz in der Region 1 für den mobilen Satelliten-Direktempfang von Digital-Radio (mit der Möglichkeit terrestrischer Füllsender) reserviert. Heute wird ein Teil dieses Bandes (1.452 – 1.4675 GHz) jedoch ausschliesslich für terrestrische Netze verwendet. Inwiefern die verbliebene Restkapazität für Satelliten-Rundfunk überhaupt noch interessant ist, bleibt abzuwarten. Es sind heute in Europa Bestrebungen im Gang, einen weiteren Teil des verbleibenden L-Bandes (1.4675 – 1.492 GHz) für terrestrisches, digitales Radio zu verwenden, um ein attraktives Angebot an Radioprogrammen anbieten zu können.

4 Empfangstechnik

4.1 DVB-S und S-DAB

Die im Ku-Band (11 GHz Downlink) abgestrahlten Programme sind über fest installierte Parabolantennen und Sat-Empfänger empfangbar. Im digitalen TV-Bereich hat sich heute DVB-S als Standard etabliert. Im Gegensatz dazu sind die Standards für Kabelverbreitung DVB-C und terrestrisch DVB-T nicht weltweit akzeptiert, sondern stehen in Konkurrenz mit vor allem US-amerikanischen und japanischen Systemen.

DVB ermöglicht neben TV auch die Übertragung von Radio und Daten.

Digitales Satelliten-Radio ist vor allem für einen mobilen oder zumindest portablen Empfang interessant, der stationäre Empfang wird ja durch die bestehenden Systeme (analog und DVB-S) bestens abgedeckt. Im 11 GHz-Bereich ist allerdings eine mobile Versorgung aus physikalischen Gründen schwierig, deshalb wird in Europa ein Teil des L-Bandes (1.5 GHz) für den mobilen Satellitenempfang reserviert.

4.2 Conditional Access (Pay-TV, Verschlüsselungs-Systeme)

Um den Zugang zu Programminhalten, welche nur für einen eingeschränkten Benutzerkreis bestimmt ist zu regeln (z.B. Pay-TV), werden diese mittels einem sog. Conditional Access System verschlüsselt.

Der im Jahr 2001 vom Bundesrat gefällte Entscheid gegen eine Einführung der d-Box der Kirch-Gruppe für den Teleclub auf dem schweizer Kabelnetz zeigt deutlich die Bedeutung und Brisanz, die der Verschlüsselung zukommt. Eine Set-Top-Box sollte nach Ansicht des UVEK (und übrigens auch der EU-Kommission) den medien-politischen Anliegen nach Vielfalt und Offenheit Rechnung tragen. Im Entwurf des neuen Bundesgesetzes über Radio und Fernsehen (RTVG) vom März 2006 ist deshalb festgehalten, dass der Bundesrat "offene Schnittstellen" (wie zum Beispiel ein sog. "Common Interface" für Conditional Access Module, CICAM) vorschreiben kann, soweit dies für die Sicherung der Meinungsvielfalt erforderlich ist.

Eine Tendenz zur Verschlüsselung auch von Programmen, welche ursprünglich frei empfangbar waren, zeigt sich heute nicht nur bei der Kabel-, sondern auch bei der Satellitenübertragung.

4.3 Multimedia-Dienste auf Satellit

Die europäischen Satellitenbetreiber offerieren eine Vielzahl von Multimedia-Diensten wie High Speed Internet, Webcasting, Business TV, Interactive Shopping Channels, Zugriff auf Archive, schnelles Hinunterladen von Videos und Spielen. Die Daten werden im DVB-Modus vom Satelliten ausgestrahlt und beim Benutzer entweder über einen DVB-Receiver oder mit einer PC-Steckkarte, die an die Empfangs-Parabolantenne angeschlossen sind, empfangen. Für den Rückkanal wird üblicherweise ein ans Festnetz angeschlossenes Modem verwendet. Da der Datenverkehr meistens asymmetrisch ist (grosse Datenmengen werden zum User hinuntergeladen, relativ wenige Infos gehen in Richtung Server) kann eine Lösung mit Datendownload über einen Satellit auch aus finanziellen Überlegungen attraktiv sein.

5 Tabellarische Systemübersicht

Dienst:	TV	Radio	
System:	GSO		non-GSO (HEO)
Technologie / Standard:	DVB-S	S-DARS	S-DARS
Netzbetreiber:	SES Astra, Eutelsat, Hispasat, Telenor, Asia-Sat, etc.	Sirius XM Satellite Radio	
Sendefrequenzen:	10.7 – 12.7 GHz, 6 / 4 GHz	2.3325- 2.345 GHz	2.320-2.3325 GHz
Anzahl empfangbarer Programme:	> 1'000 (teilweise verschlüsselt)	ca. 80	ca. 50
Aussenantenne nötig:	ja	von der Situation abhängig (terrestrische Repeater)	von der Situation abhängig (terrestrische Repeater)
Mobiler Empfang:	nein	ja	ja
geschätzte min. Investitionskosten pro Empfänger:	ca. CHF 600	ca. USD 225	
Basisband-Codierung:	MPEG 2		
Betriebskosten des Kunden:	freie und gebührenpflichtige Programme	USD 9.99 pro Monat	USD 12.95 pro Monat
zusätzliche Dienste:	Internet-Access, etc.		
Programmversorgung:	regional	USA	USA
Bemerkungen:		Auktion: USD 90 Mio. für Spektrum bezahlt	Auktion: USD 83 Mio. für Spektrum bezahlt
		Satellitenlebensdauer ca. 12 - 15 Jahre	Satellitenlebensdauer ca. 5 Jahre

Tabelle 1: Tabellarische Systemübersicht

Annex

i. Abkürzungen

AM	Amplituden Modulation
BSS	Broadcasting Satellite Service
CRM	Customer Relationship Management
DAB	Digital Audio Broadcasting
DBS	Direct Broadcast Satellite
DTH	Direct-to-Home
DVB-S	Digital Video Broadcasting – Satellite
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power
FCC	Federal Communications Commission
FSS	Fixed Satellite Service
FM	Frequenz Modulation
GPS	Global Positioning System
GSO	Geostationary Satellite Orbit
HEO	Highly Elliptical Orbit
ITU (-R)	International Telecommunication Union (-Radiocommunication bureau)
KW	KurzWelle
non-GSO	non-Geostationary Satellite Orbit
S-DARS	Satellite - Digital Audio Radio Service
S-DSB	Satellite - Digital Sound Broadcasting
UKW	Ultra KurzWelle
WARC	World Administrative Radio Conference