

Amateurfunk über Satelliten



Matthias Bopp
DD1US



Heilbronn P05, den 13.04.2018
Ötisheim SDXG, den 21.04.2018





Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Agenda

- **Geschichte & Überblick**
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Historie

- Der erste Satellit war **Sputnik1** und wurde vor mehr als 60 Jahren am 4. Oktober 1957 von der UdSSR ins All geschickt. 
- Der erste Amateurfunksatellit war **OSCAR-1** (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) und wurde von einer Gruppe von Funkamateuren in Kalifornien / USA gebaut und am 12. Dezember 1961 gestartet. 
- Die Raumstation **MIR** wurde 1986 gestartet und wurde 2001 kontrolliert zum Absturz gebracht. Von dort aus gab es zahlreiche Amateurfunkaktivitäten.
- Der Bau der Internationalen Raumstation **ISS** wurde 1998 begonnen und sie ist bis heute in Betrieb. Von der ISS werden diverse Amateurfunkaktivitäten durchgeführt, insbesondere viele Schulkontakte und diverse Modi wie SSTV und DATV.



Amateurfunksatelliten

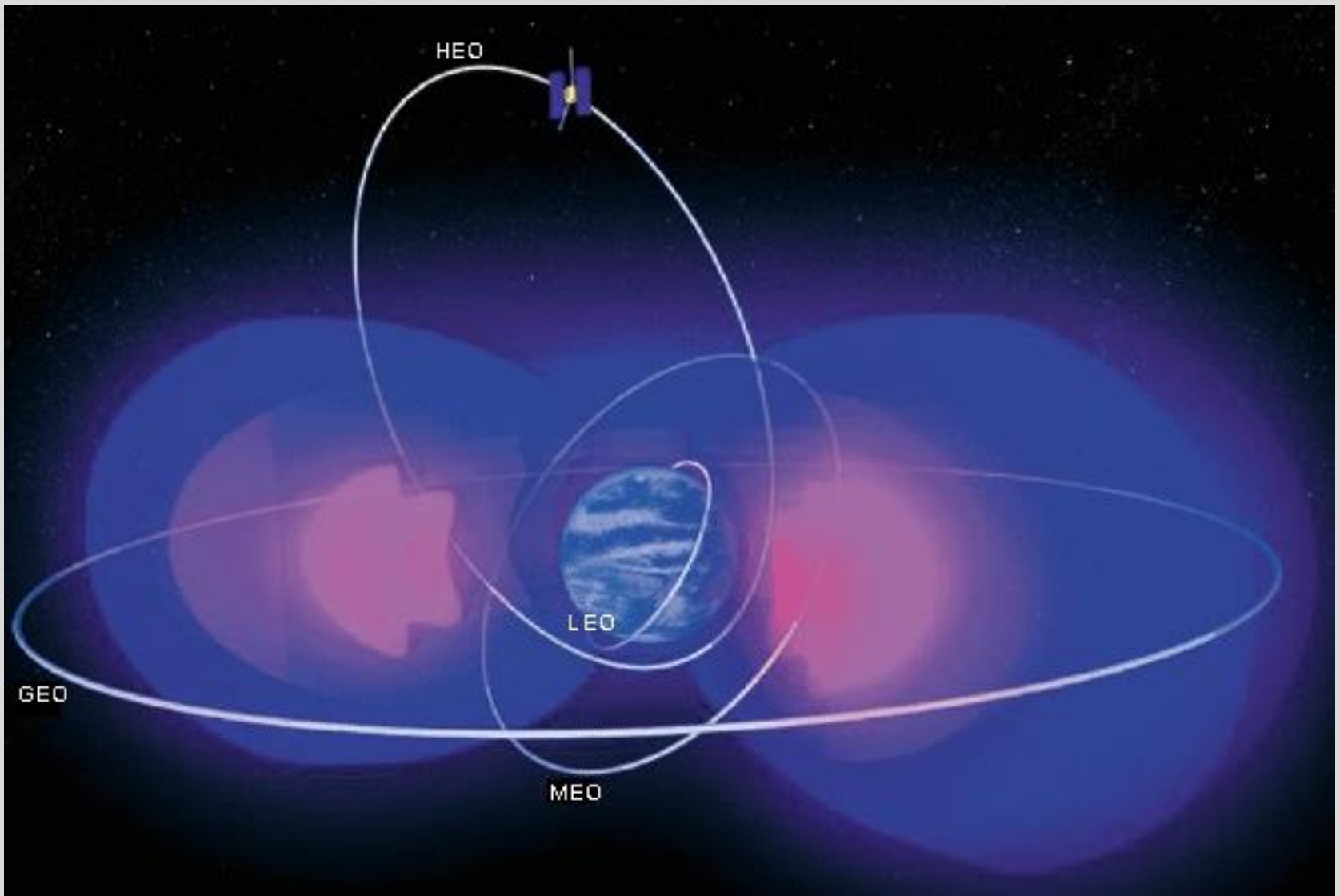
- Funkamateure haben eigene Satelliten.
- Bisher wurden ca. 120 Satelliten gestartet, die von Funkamateuren entwickelt , finanziert und gebaut wurden.
- Starts erfolgen in der Regel als sekundäre Nutzlast oder bei Tests neuer Raketen.



Agenda

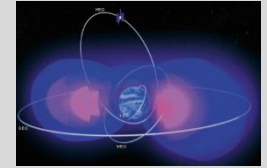
- Geschichte & Überblick
- **Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)**
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Satellitenbahnen



Quelle: The Van Allen Belt and typical satellite orbits – The Aerospace Corporation

Satellitenbahnen



Abhängig von ihrer Form und Höhe werden Satellitenbahnen in verschiedene Typen aufgeteilt:

GEO (Geostationary Orbit):

Geostationäre Satelliten mit einer Flughöhe von 36.000 km. Die Umlaufzeit beträgt genau einen Tag. In Bezug auf die Erdoberfläche sind diese Satelliten ortsfest. Beispiele: Astra, Eutelsat, Inmarsat, Meteosat, in Zukunft Es'hail-2

MEO (Medium Earth Orbit):

Satelliten mit einer Flughöhe von 6.000 - 36.000 km und einer Umlaufdauer von 4–24 Stunden. Beispiele: GPS, GLONASS, Galileo

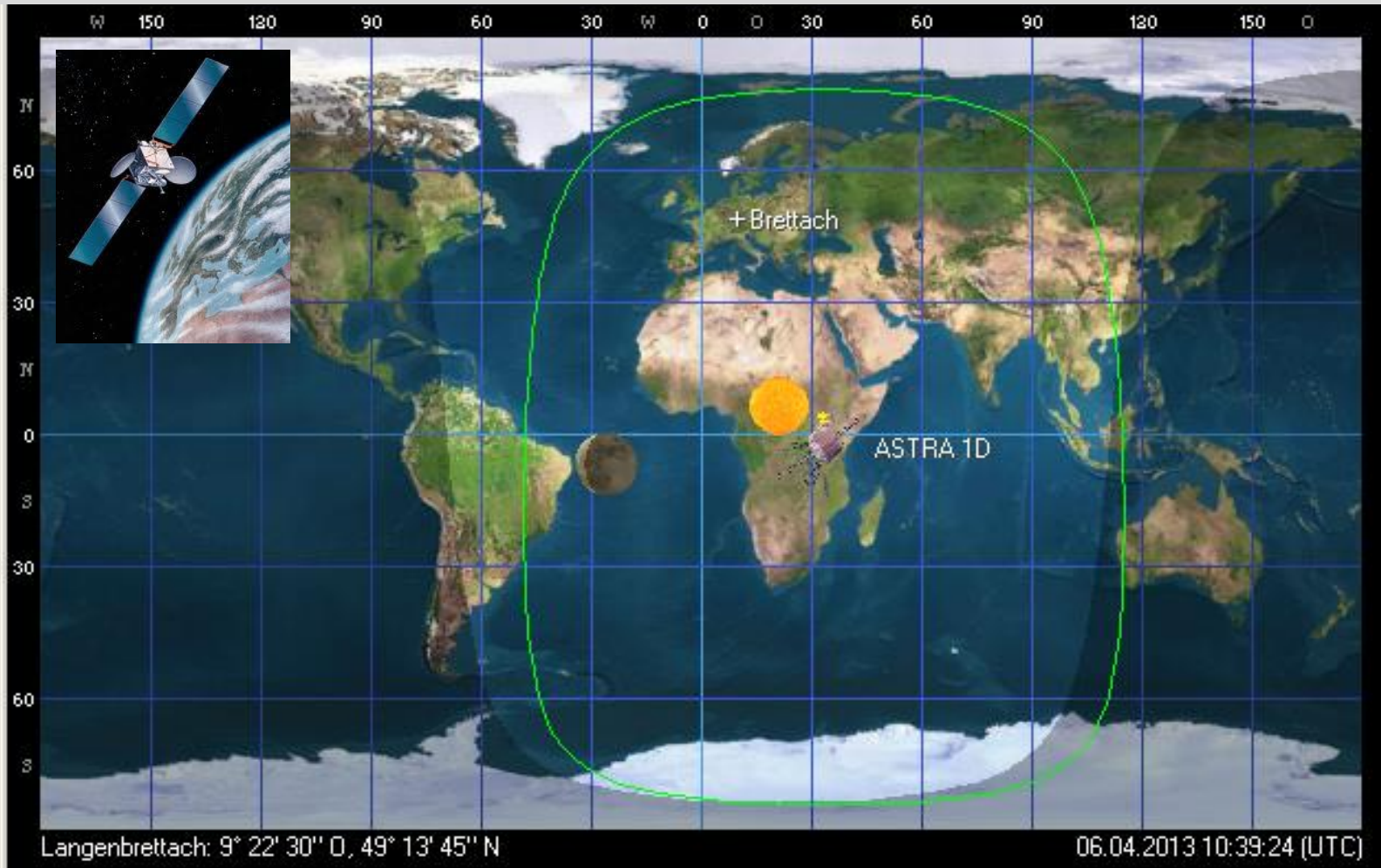
HEO (Highly Elliptical Orbit):

Satelliten bewegen sich auf elliptischen Bahnen mit großer Exzentrizität, das heißt großem Verhältnis von Perigäum (erdnächstem Punkt) und Apogäum (erdfernstem Punkt). Beispiele: Molniya, AO10, AO13, AO40

LEO (Low Earth Orbit):

Satelliten mit einer Flughöhe von 200–1.500 km und einer Umlaufdauer von 1,5–2 Stunden. Beispiele: AO-7, FO-29, AO-51, ISS, Wettersatelliten NOAA, Iridium

Satellitenbahnen – Astra (GEO)

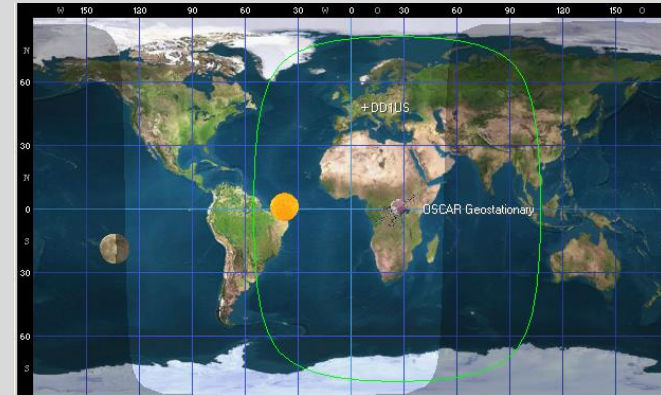


Astra-1D in einem GEO (Geostationary Orbit): großer konstanter Sichtbarkeitsbereich, nicht die Polregionen, fest ausgerichtete Antennen am Boden

Es'hail-2



Voraussichtlich noch 2018 wird Katar einen geostationären Satelliten starten. Er wird auch zwei SX-Transponder ($\uparrow 13\text{cm}$ / $\downarrow 3\text{cm}$) Er wird auf 26° Ost positioniert werden und deckt damit Europa, Afrika und einen Großteil von Asien gleichzeitig ab.



„Es'hail-2“ wird einen 250 kHz breiten Lineartransponder für Schmalbandbetriebsarten sowie einen 8 MHz breiten Transponder für experimentelle digitale Modulationsarten wie Digital-ATV haben.

Die technische Expertise wird vor allem durch deutsche Funkamateure der AMSAT-DL zur Verfügung gestellt.



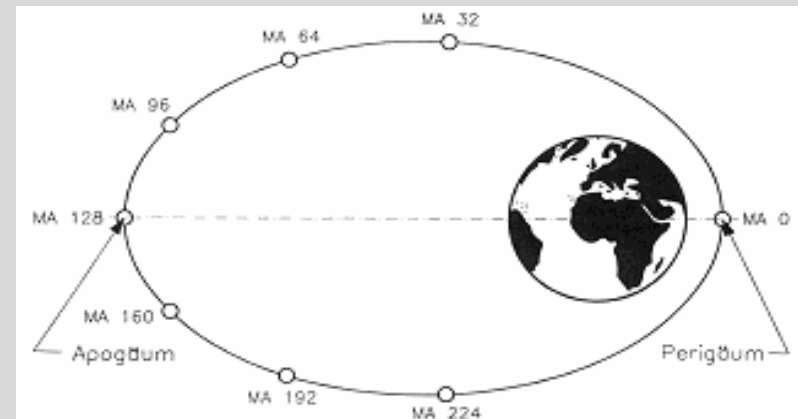
Satellitenbahnen – AO10 (HEO)



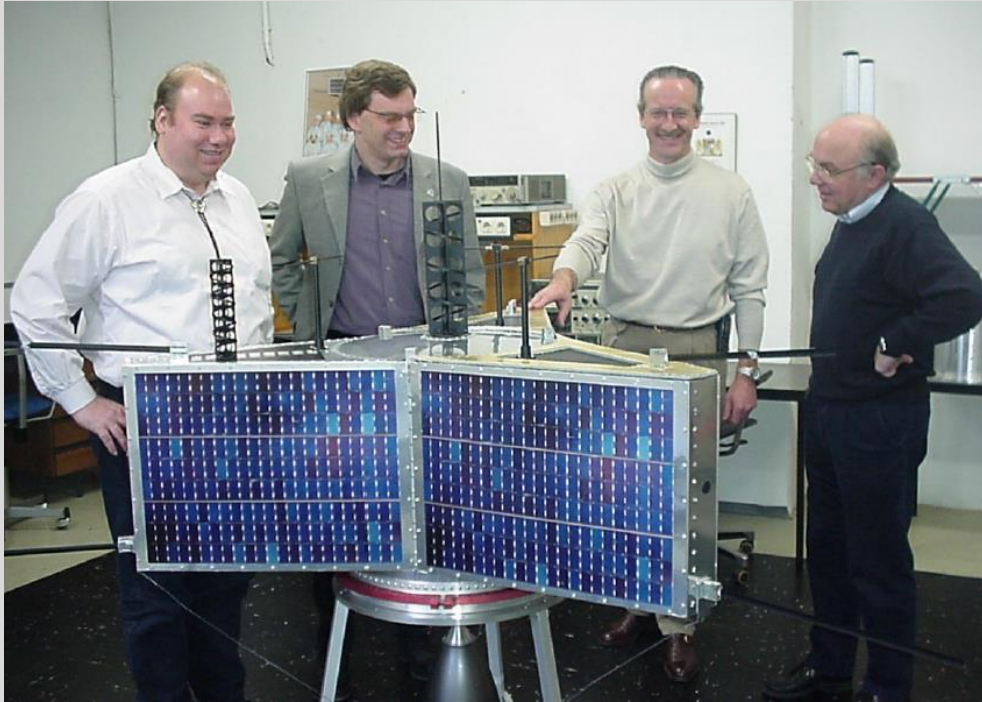
AO-10 in einem HEO (Highly Elliptical Orbit): großer Sichtbarkeitsbereich im Apogäum, auch an den Polen

Satellitenbahnen – AO40 (HEO)

- Auch AO-40 hatte einen HEO (Highly Elliptical Orbit).
- Über AO-40 konnte man oft stundenlang weltweit funken. In der Nähe des Apogäums stand er fast bewegungslos am Himmel (man musste lange Zeit keine Antenne nachführen).
- Er ist aber leider seit 2004 verstummt.
- Derzeit gibt es keine aktiven Amateurfunksatelliten in einem HEO.

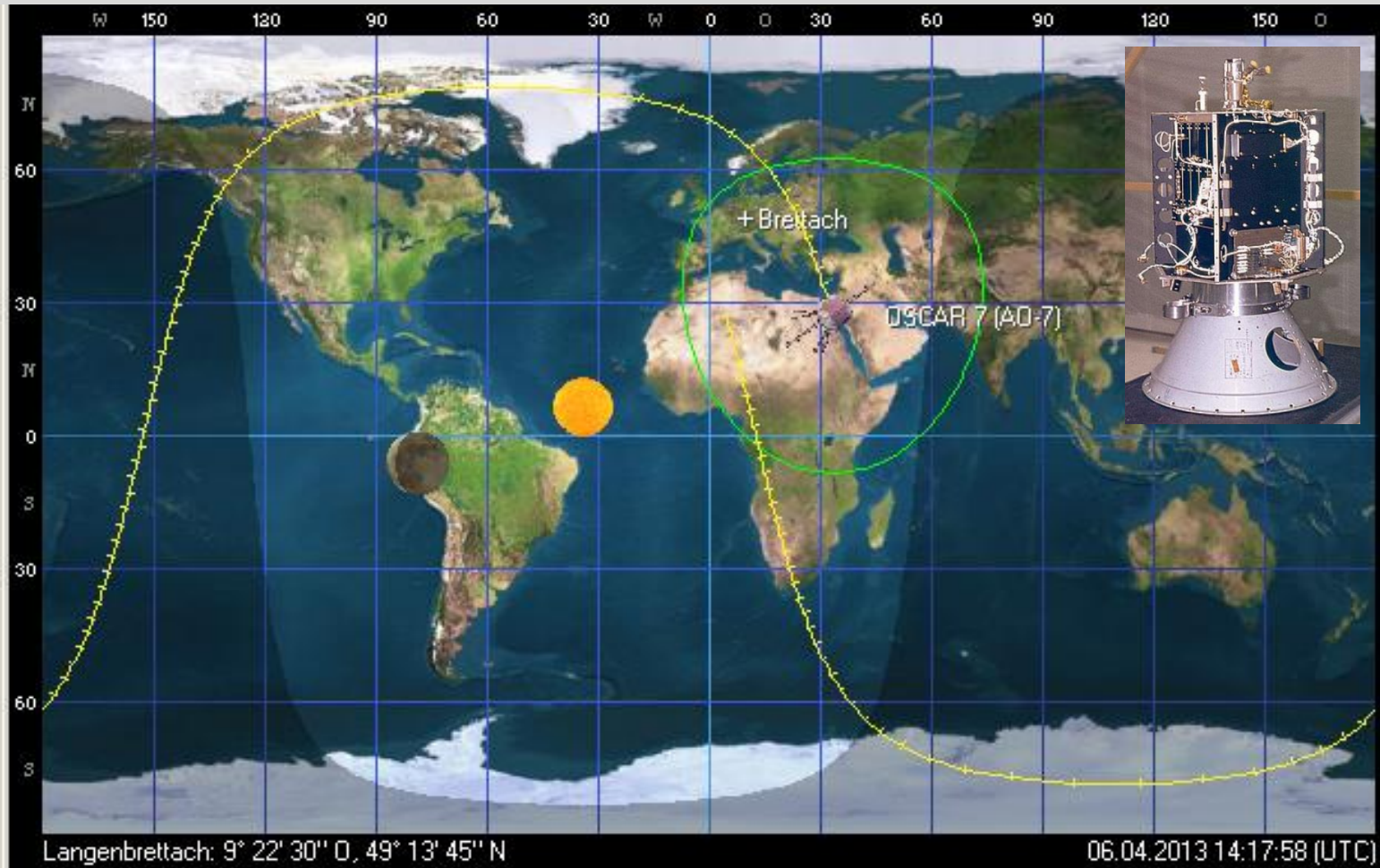


AMSAT Phase-3E



Schon lange wartet der sich in DL im Bau befindliche P3E auf eine Startmöglichkeit. Durch Zusammenarbeit von AMSAT-DL und des Virginia Tech Institute in den USA schien es Bewegung zu geben. Derzeit ist es aber leider recht still um Phase-3E geworden.

Satellitenbahnen – AO7 (LEO)



AO-7 in einem LEO (Low Earth Orbit): begrenzter Sichtbarkeitsbereich, da geringe Entfernung nur geringe Strahlungsleistung nötig, je nach Höhe geringe Lebensdauer

Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- **Frequenzbereiche und Betriebsarten**
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Frequenzbereiche

- Ursprünglich wurden die oberen Kurzwellenbereiche z.B. 10m als Downlink verwendet. Nur AO-7 sendet dort weiterhin.
- AO-10 und AO-40 verwendeten neben dem 2m und 70cm Band auch das 23cm und 13cm Band.
- Die meisten heutigen Satelliten verwenden Frequenzen im 2m und 70cm Band. AO-92 hat einen 23cm Uplink, DTUSat-2 sendet im 13cm Band.

Abkürzungen der Transpondermodi

V	2-m-Band (VHF)
U	70-cm-Band (UHF)
L	23-cm-Band (L-Band)
S	13-cm-Band (S-Band)
X	3-cm-Band (X-Band)

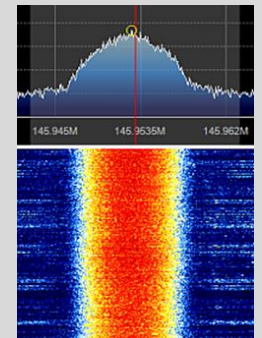
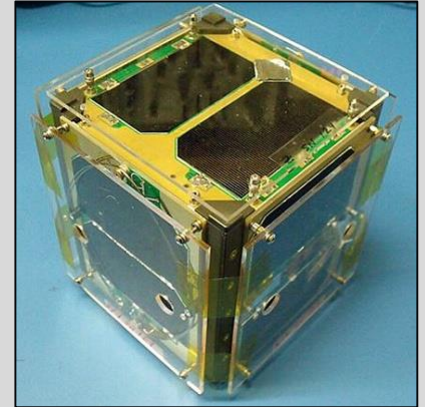
- Ein Transponder im Modus VU empfängt im 2m Band (VHF-Uplink) und sendet im 70cm Band (UHF-Downlink).

Betriebsarten 1/3

- Anfangs hatten die meisten Satelliten Lineartransponder. Es wird ein Bereich (typ. 100-200kHz) auf einem Band (z.B. 2m) empfangen und auf einem anderen Band (z.B. 70cm) wieder ausgesendet. Damit sind viele Schmalbandverbindungen (in CW, SSB, SSTV) parallel möglich. In der Regel wird das Band invertiert um die Dopplerverschiebung zu minimieren.
- Auch heute gibt es viele aktive Satelliten mit Lineartranspondern: AO-7, FO-29, AO-73, CAS-3G, CAS3-I, CAS-4A, CAS-4B, XW-2A, XW-2B, XW-2C, XW-2D, XW-2F, FUNCUBE-1, FUNCUBE-2 (ON UKUBE-1), EO-88 (NAYIF-1)
- Wichtig ist, dass die Bodenstationen ihre Sendeleistung kontrollieren, um die AGC des Transponders nicht zu weit auszusteuern und damit schwächere Stationen zu benachteiligen.

Betriebsarten 2/3

- Kleinstsatelliten wie Cubesats senden oft nur Telemetrie oder haben einfache FM-Umsetzer, die einen einzelnen FM-Kanal ähnlich einem FM-Relais umsetzen. Die Kompensation der Dopplerverschiebung ist damit einfacher.
- Aktuell aktive Satelliten mit FM-Transpondern sind:
SO-50 (SAUDISAT-1C), AO-73, EO-80, AO-85 (FOX-1A), CAS-3H (LILACSAT-2), LAPAN-ORARI
- Es gibt auch „mixed transponder“:
Derzeit nur LO-90 (LILACSAT-1), früher auch AO-16
Uplink: 145.985 MHz, FM + 67Hz CTCSS
Downlink: 436.510 MHz, 9k6 BPSK USB,
Codec2 1300bps



Betriebsarten 3/3

Viele der LEO Satelliten besitzen Packet Radio Nutzlasten mit Digipeatern und Mailboxen, die Nachrichten weltweit verteilen können („store and forward“). Dies rückt aber zunehmend in den Hintergrund. APRS (mehr dazu später) bleibt aber eine gängige Betriebsart.

- Digipeater ISS, PCSAT-1, PSAT, skCube, FalconSat-3
- S&F-Mailbox FalconSat-3
- Digitaler SPROUT
- SSTV ISS, SPROUT



Verwendete Digitale Modulationsarten:

- AFSK 1k2 ISS, NO-44, PSAT, SwissCube, AENEAS
- FSK 9k6 MCubed-2, STRaND-1, UWE-3, GRIFEX, UniSat-6
- GMSK 4k8 BEESAT-4, TechnoSat, GOMX-1, D-SAT
- BPSK 1k2 DELFI-C³, DUCHIFAT, NUDTSat, ExAlta-1
- PSK31 PSAT

SSTV-Aufnahmen von der ISS

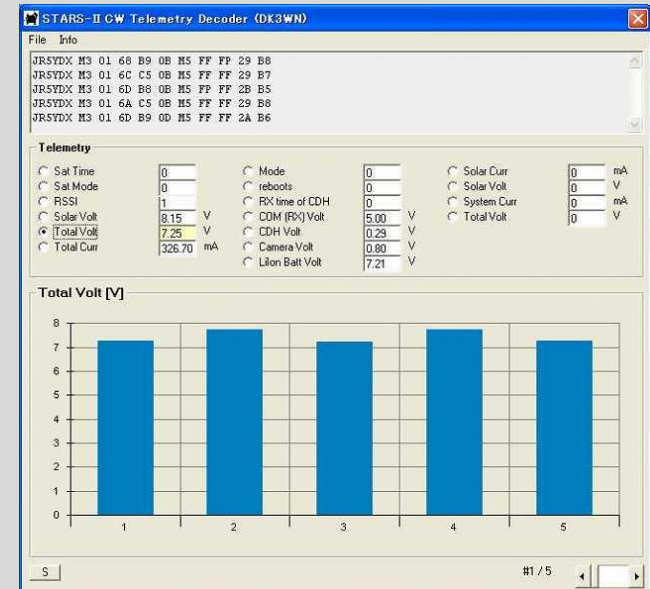
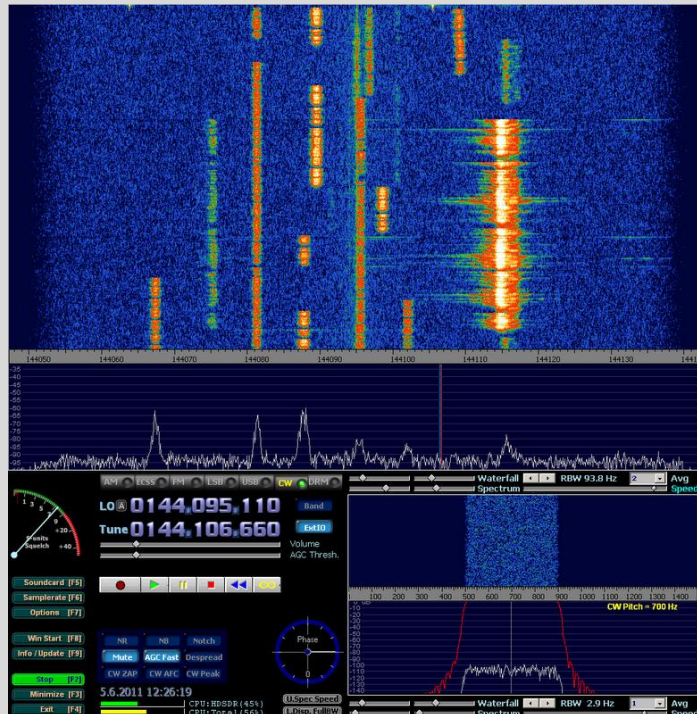
RS0ISS sendet immer wieder vorangekündigt SSTV Bilder in FM auf 145.800 MHz. Hier einige aktuelle Aufnahmen von OE5RPP.



Quelle: OE5RPP via DL1SAX

Empfang von Telemetrie

Recht einfache Empfänger (DVB-T Dongle für unter 10 Euro) und Software-Decoder ermöglichen das Mitschreiben und Auswerten von Telemetrie-Daten, z.B. Temperatur, Batterie-Spannung, Strom der Solarzellen, Ausrichtung des Satelliten zur Sonne und Position.



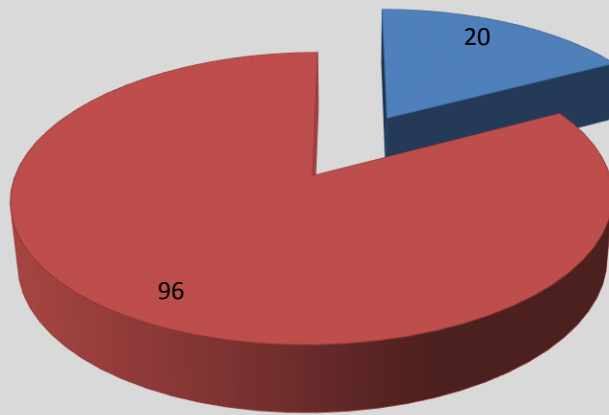
Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- **Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit**
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

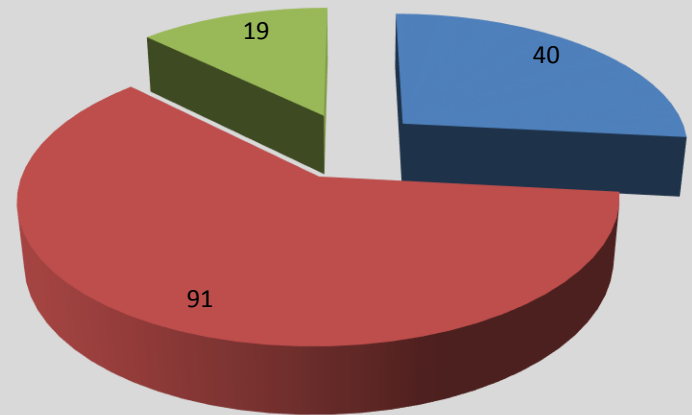
Aktive Satelliten auf 2m/70cm

AALTO-1 * AAUSAT-4 * AAUSAT-II * AENEAS * AIST-2D * ALSAT-1N * AO-7 * ATLANTIS
* BEEAGLESAT * BEESAT-2 * BEESAT-4 * BEESAT-4 * BIRD-B (BRAC ONNESHA) *
BIRD-J (TOKI) * BIRD-M (MAZAALAI, NUMSAT-1) * BIRD-N (EDUSAT-1) * BISONSAT *
BUGSAT-1 * CAS-3G * CAS3-I * CAS-4A * CAS-4B * CHALLENGER * CHUBUSAT-2 *
CHUBUSAT-3 * COLUMBIA * CSUNSAT1 * CUBEBUG-1 * CUBEBUG-2 *
CUTE1.7+APDII * CUTE-I * DELFI-C3 * D-SAT * DUCHIFAT * DX-1 * E1P-U2 * E-ST@R-
II * EX-ALTA1 * FIREBIRD-II FU3 * FIREBIRD-II FU4 * FIRST MOVE * FOX-1A *
FUNCUBE-1 * FUNCUBE-2 (ON UKUBE-1) * GOMX-1 * GRIFEX * HAVELSAT *
HOOPOE * HORYU-2 * INSPIRE-2 * ISS * ITF-2 * ITUPSAT-1 * JAS-2 FO-29 * LAPAN-
A2/ORARI * LAPAN-A3 * LILACSAT-1 * LILACSAT-2 * LINK * LITUANICASAT-2 * MAX
VALIER SAT * MCUBED-1 * MCUBED-2 * MINXSS-1 * MOZHAYETS RS-22 * NAYIF-1 *
NIUSAT * NJFA-1 (TW1-C) * NJUST-1 * NSIGHT-1 * NUDTSAT * NUSAT-1 * NUSAT-2 *
O/OREOS * PARKINSONSAT * PCSAT (NO-44) * PEGASUS * PHOENIX * PRISM
(HITOMI) * ROBUSTA-1B * SAUDISAT-1C * SEEDS-II * SHANGKEDA-2 (TW1A) *
SKCUBE * SOMP * SPACECUBE * SPROUT * STARS-C DAUGHTER * STARS-C
MOTHER * STRAND-1 * SUCHAI * SWISSCUBE-1 * TANUSHA-1 (RS-6S) *
TECHNOSAT * TIGRISAT * UCLSAT * UNISAT-6 * UNSW-EC0 * UOSAT-2 UO-11 *
URSA MAIOR * UWE-3 * VELOX-III * VZLUSAT-1 * X-CUBESAT * XI-IV * XI-V * XW-2A *
XW-2B * XW-2C * XW-2D * XW-2F * YUBILEINIY RS-30 * ZA-AEROSAT * ZACUBE-1

116 aktive Satelliten



■ 2m ■ 70cm



■ CW ■ digi ■ Transponder

Welche Satelliten sind aktiv ?

Transponder/Repeater active	Telemetry/Beacon only		No signal		Conflicting reports		ISS Crew (Voice) Active	
Name	Apr 10	Apr 9	Apr 8	Apr 7	Apr 6	Apr 5	Apr 4	Apr 3
CUTE-1			1					
FMN-1		1						
UKube-1	11	1 1 1	1 1 1	1 2 2	3 1	1 1 1	2 1	
LilacSat-2	1		1		1		1	
FS-3		2	12	1 1	11		1 11 1	
[A] AO-7		2	1 2	1 1 1			1	
[B] AO-7	2 1 1	1	2 1 1	2 1 1	1 1 1	1 2 1		1 2 1 1
XI-V			1					
AO-92 L/v			1 1 2 1	2 3 3	1 1			1
AO-92 U/v	3 12 12	2 4 1 4	1 1 2 1 3	1 1 1 1 1	1 14 1 1 1 1	2 2 2 1 1 2	2 1 2 2	1 1 1 1
[B]_UO-11	1	1	1	1	1	1	1 1	1
RS-15		2	2	2	2 1	2		2
IO-26					1			
FO-29	1 4	1 1 3 1	2 2 2 1 1	1 1 1 1 1	3 2 1 6 1 2 1	3 3 1 1 1 2 3 1 1 2 1 2	1 5 5 1 1 1 4	1 4 2 2 2 1
XW-2A		1 2	1 1 1	1 1 2	1 1 1	1 1	1 1 1 1	1 1 1 1
XW-2B	1 1	1 1 1	1 1 1	1 2 1	1 1 1	1 1	1 1	1 1 1 1
XW-2C	1 2	1 1 2	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1 2 1 1	1 1 2	1 2	1 2 1
XW-2D	1 1	1 1 1	1 2 1 2	1 1 1	1 1 1		1 1 1	1 1 1
XW-2F	1 1 1	1 1 2	1 1 3 1 1	1 1 1	1 1 1 1	1 1	1 1 1	1 1 1
CAS-2T			1					
SO-33		1						
CAS-4A			1		1		1	
CAS-4B	1 1 3 1	1 1	2 2 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1	1 1
SO-50	3 1 1 1	3 1 1 1 2 1 1 3 1	2 2 1 2 1 1 1 2 2	2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2	1 1 4 2 2 1 3 1 2 1 1	2 2 1 1	
HO-68					1			
AO-73		1 1 1 1 1 1	1 1 1 1	2 1 1 1	1 2 1 1 1 2 1	1 2 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1	
AO-85	1 1 1	3 2 1 1 1 1 1 1 3 3 1 1	1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 2	3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 1 1 2 1 2 1 2	1 1 1 1 1 1 1 1 2	1 1 2	
IO-86	1 1 1 2 1 1 1 1	1 1 1 1 1 2 1 1	1 1 1 1 1 1 2	1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 2 1 1 1 1	
EO-88	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1 1 1
AO-91	1 2 2 3	3 4 1 2 2 1 2	6 3 2 1 1 1	4 1 2 4 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 2 1 2 2 1 1 1 1	1 1 1 1	
AO-98				1				
AO-99	1							
QUAKESAT					1			
Delfi-C3	1							
ISS-FM	1 3	1	1					
NO-84 Digi	2	1 1 1 1	1 1	1 1 2 1	1 1 2	3 1 1 1	1 1 1	
NO-84 PSK				1				1
ISS-DATA		1 1			1 1			
ISS-SSTV	1	1						

Doppelklick auf unterstrichene Satelliten (links) zeigt weitere Infos

Doppelklick auf **farbige Kästchen** zeigt wer den Satelliten wann gehört hat

Nicht-Amateurfunksatelliten

Natürlich gibt es einen Unterschied zwischen:

Amateurfunk Satelliten



Satelliten auf Amateurfunk-Frequenzen



Aber beide **KÖNNEN** dem Amateurfunk von Nutzen sein:

- Idealer Mechanismus, Studenten zum Amateurfunk zu bewegen
- Begeisterung für Technik, Naturwissenschaften
- Mitgliedergewinnung für die AMSAT-Organisationen
- Lizenzierung notwendig, um Bodenstation zu betreiben
- Einbindung in wissenschaftliche Projekte, Experimente und Auswertungen
- Ausbildung

Positive Beispiele

Positive Beispiel, dass dieser Ansatz funktioniert:

- DELFI-C³
- COMPASS-1
- UWE-3
- We Wish
- ANDE, PCSAT-1, ParkinsonSAT
- SERPENS, AAUSAT, SWAYAM



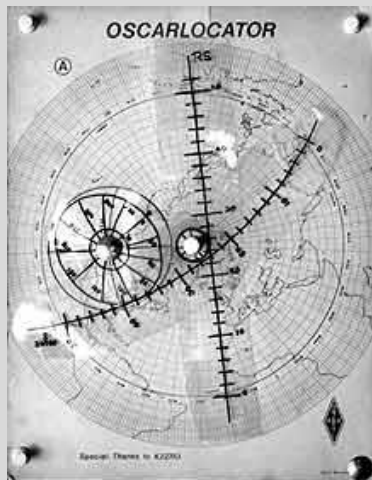
Quelle: Mike Rupprecht DK3WN

Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- **Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten**
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Berechnung der Satellitenbahnen

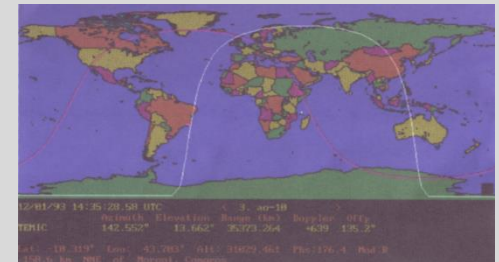
Es gibt diverse, meist kostenlose Programme für Windows, MAC, Android aber auch etliche Onlinequellen, mit denen die aktuelle Position der Satelliten bzw. deren Subsatellitenpunkte berechnet und angezeigt werden können.



OSCARLOCATOR
(manueller Rechner)

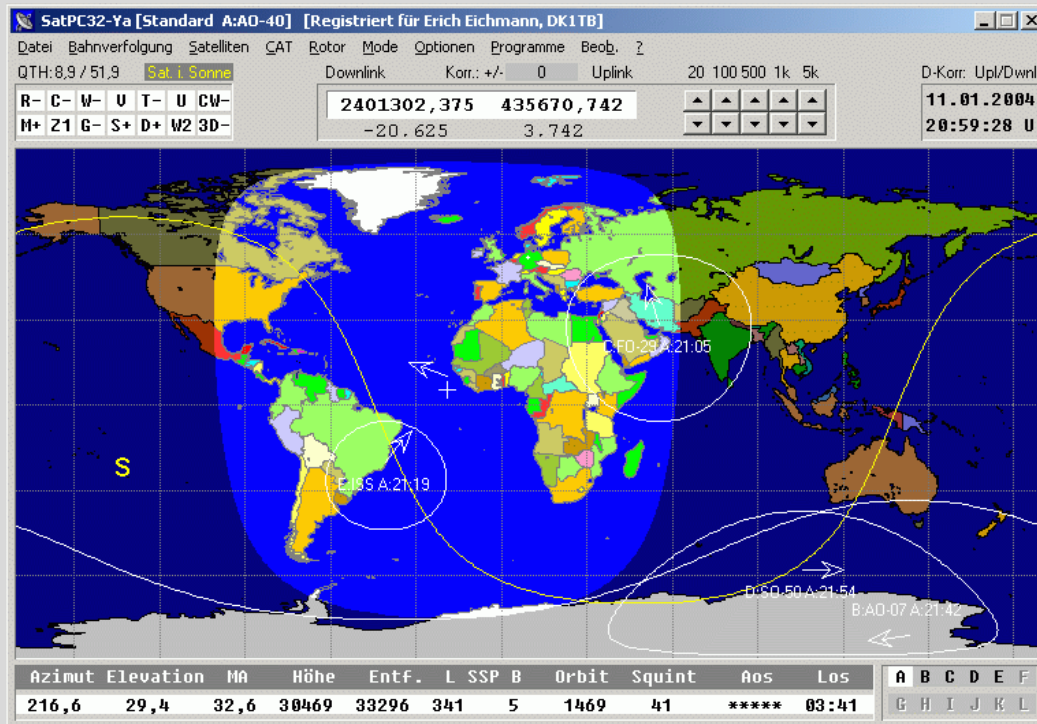


Erstes eigenes Tracking-
programm für CPM-Rechner

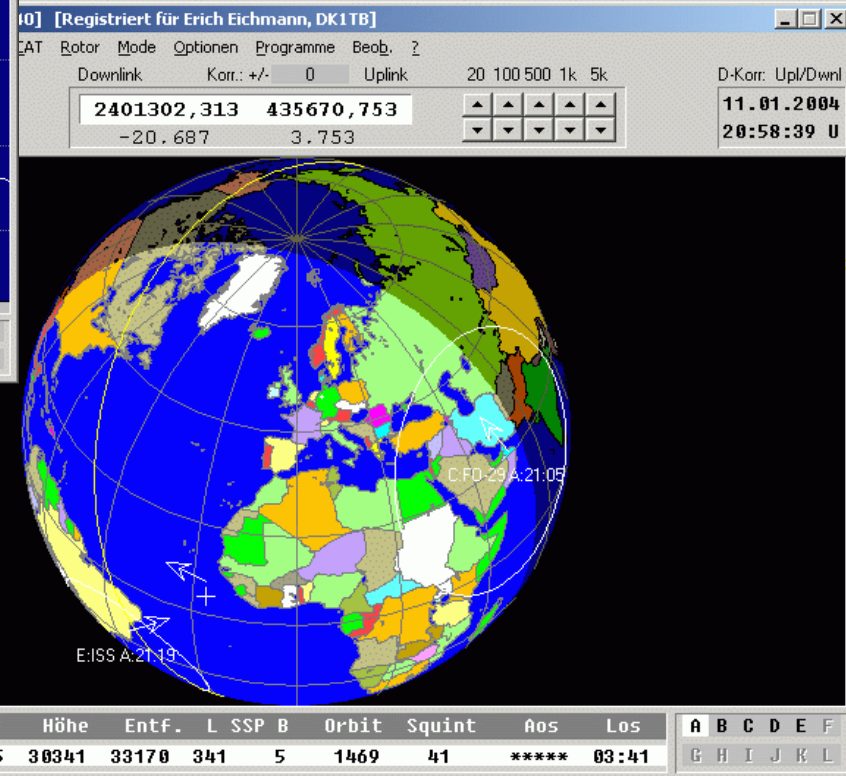


InstantTrack für DOS

Berechnung der Satellitenbahnen



SatPC32 von
Erich Eichmann
DK1TB



Vollversion durch
Spende an AMSAT-DL
erhältlich

Berechnung der Satellitenbahnen

Freeware
Orbitron
von
Sebastian
Stoff

The screenshot displays the Orbitron 3.71 software interface. The main window shows a world map with a grid of latitude and longitude. A satellite orbit is plotted as a red dashed line, and the International Space Station (ISS) is marked with a pink icon and labeled 'Langenbrettach ISS'. A yellow dashed line represents another orbit. The interface includes a sidebar on the right with a list of satellites, a control panel at the bottom, and a status display on the right side.

Orbitron 3.71

W 150 120 90 60 30 W 0 30 60 90 120 150 O

71
60
30
0
30
60
3

Langenbrettach: 9° 22' 30" O, 49° 13' 45" N

06.04.2013 20:48:40 (UTC)

EYESAT-1 (AO-27)
 HAMSAT (VO-52)
 HOPE-1 (HO-68)
 ISS
 ITAMSAT (IO-26)
 ITUPSAT1
 JAS-2 (FO-29)
 JUGNU
 KKS-1
 LUSAT (LO-19)
 M-CUBED & EXP-1 PRIM
 MOZHAYETS 4 (RS-22)
 OSCAR 7 (AO-7)
 PACSAT (AO-16)
 PCSAT (NO-44)
 PHASE 3B (AO-10)
 PRISM
 RADIO ROSTO (RS-15)
 RAX-2
 CALIPSO (CO-50)

Satelliten / Daten

TLE laden Nächster

SIM AUTO - AUS UTC

20:48:40
06.04.2013

Betrieb
 Echtzeit
 Simulation

Uhrzeit
 Ortszeit (LCL)
 UTC

06.04.2013 20:48:40
5 Minuten

Basis Ansicht Standort Sat/Orbit Info Vorhersage Einstellungen Vorhersage Rotor/Funkgerät Über

Orbitron 3.71 - (C) 2001-2005 by Sebastian Stoff

<http://www.stoff.pl/>

Berechnung der Satellitenbahnen

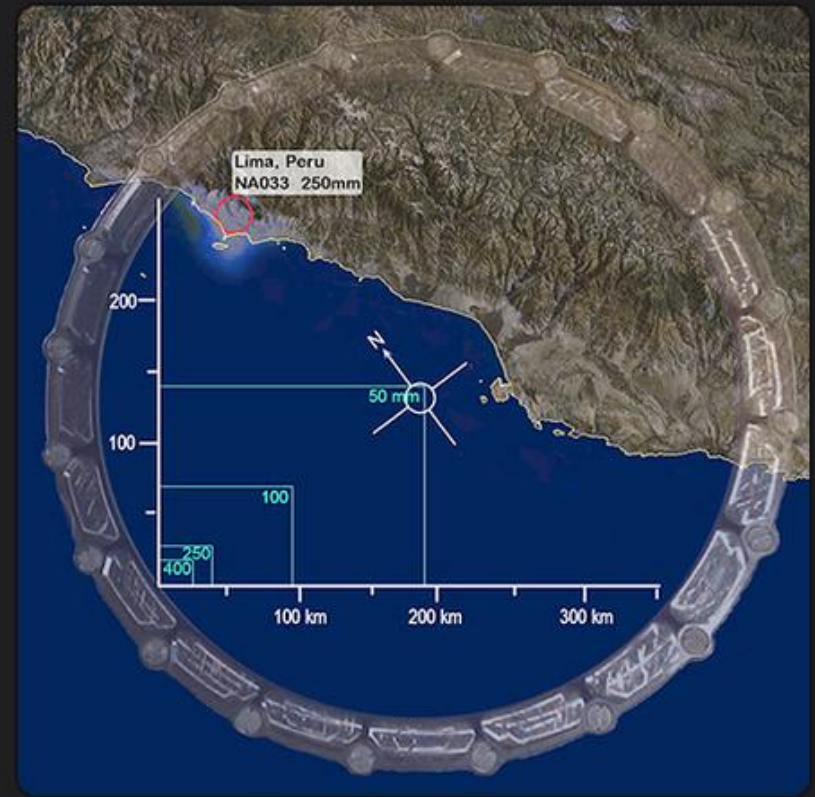
Man kann sich auch online die aktuelle Position der ISS sowie den simulierten aktuellen Ausblick von der ISS auf die Erde anzeigen lassen.

Where is ISS now?



<http://www.isstracker.com/>

Look out the Window



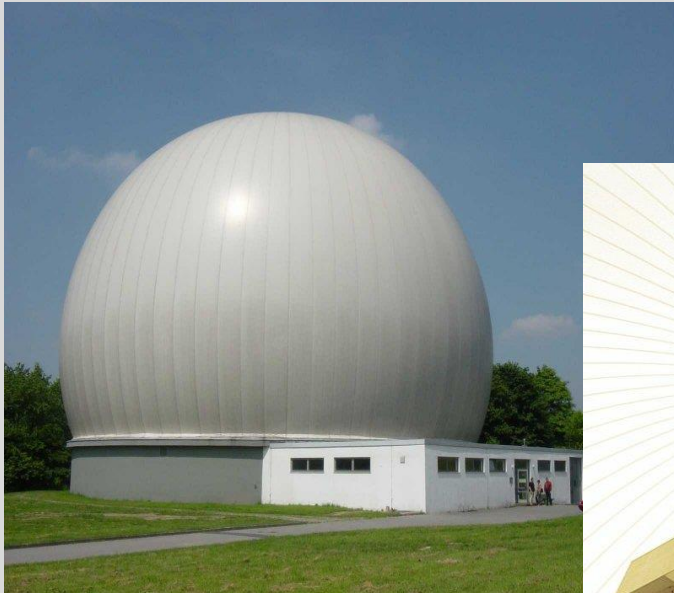
<http://dev.winonearth.com>

Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- **Equipment**
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Equipment

Wie groß ist der Aufwand, den man treiben muss ?



Bilder der IUZ Sternwarte in Bochum, <http://www.amsat-dl.de/>

Equipment

- Der Aufwand für den Satellitenfunk hängt stark von den beabsichtigten Betriebsmodi und Satelliten ab.
- Über die HEO Satelliten wurde SSB genutzt, aber auch SSTV und andere digitale Betriebsarten. Hier waren Allmode-TRX und Richtantennen vorzugsweise mit zirkularer Polarisierung (Kreuzyagi, X-Quad, Helix) nötig.
- LEO Satelliten fliegen tief und damit ist die Entfernung bis zur eigenen Station geringer. Es reichen oft schon Rundstrahlantennen wie Turnstyle, Eggbeater oder QFH. Besser sind kleine Richtantennen. Diese müssen nicht unbedingt in der Elevation beweglich sein. Meistens genügt es, wenn die Antenne ca. 25 Grad nach oben geneigt wird und die Antennenanlage dann nur im Azimut gedreht wird. Auch muss nicht unbedingt zirkulare Polarisierung verwendet werden. Allerdings dauert ein Überflug nur 10-20 Minuten und daher müssen Richtantennen recht schnell nachgeführt werden.
- Für LEOs wie AO51, der einen FM-Repeater besitzt, reicht auch schon ein recht einfaches Equipment wie ein duplexfähiges Handsprechfunkgerät und eine von Hand nachgeführte Duobandantenne. Mein Tipp: das schon betagte YAESU FT-530 kann echtes Vollduplex und ist damit besonders gut geeignet.

Equipment (Beispiel AO-51)

- Für erste Versuche eignet sich ein LEO-Satellit wie AO-51
 - Downlink 435,300 MHz FM
 - Uplink 145,920 MHz FM
- Auf 70cm ist die Doppler-Verschiebung bereits recht groß, damit ist die RX-QRG beim Aufgang ca. 435,315 MHz, beim Untergang ca. 435,285 MHz.
- Ein Satellitentrackingprogramm zeigt die jeweils aktuelle RX- und TX-QRG an. Eine Funkgerät mit Mittenfrequenzanzeige ist sehr hilfreich.
- Sehr gut funktionierten in der Hand gehaltene Duobandantennen (z.B. Arrow, Elk).



Quelle: PA1IVO

Equipment (Beispiel AO-13)

Für AO-10 und AO-13 habe ich selbst einen Aufbau mit einer 2m X-Quad, 70cm X-Quad, 23cm 4-fach Helix und 13cm Helix-Antenne benutzt. Alle Antennen waren zirkular polarisiert. Für alle Bänder wurden rauscharme Empfangsvorverstärker bzw. Konverter benutzt. Die Sendeleistung betrug max. 50W.

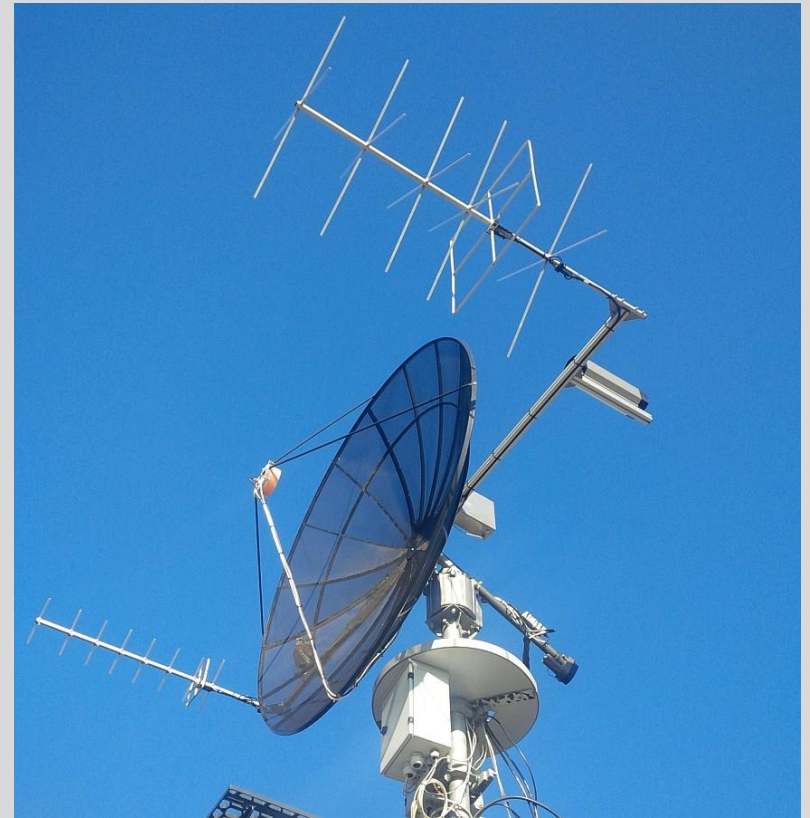
Damit konnte ich beim „ZRO“-Test, welcher die Güte der Empfangsanlage prüft, den Level 8 (von 9) erreichen. Ich konnte also auf 2m und 70cm CW-Signale, die 24dB schwächer als die Satellitenbake waren, korrekt dekodieren.



Es sind also nicht unbedingt sehr große Antennenanlagen nötig !

Equipment (Beispiel ISS DATV)

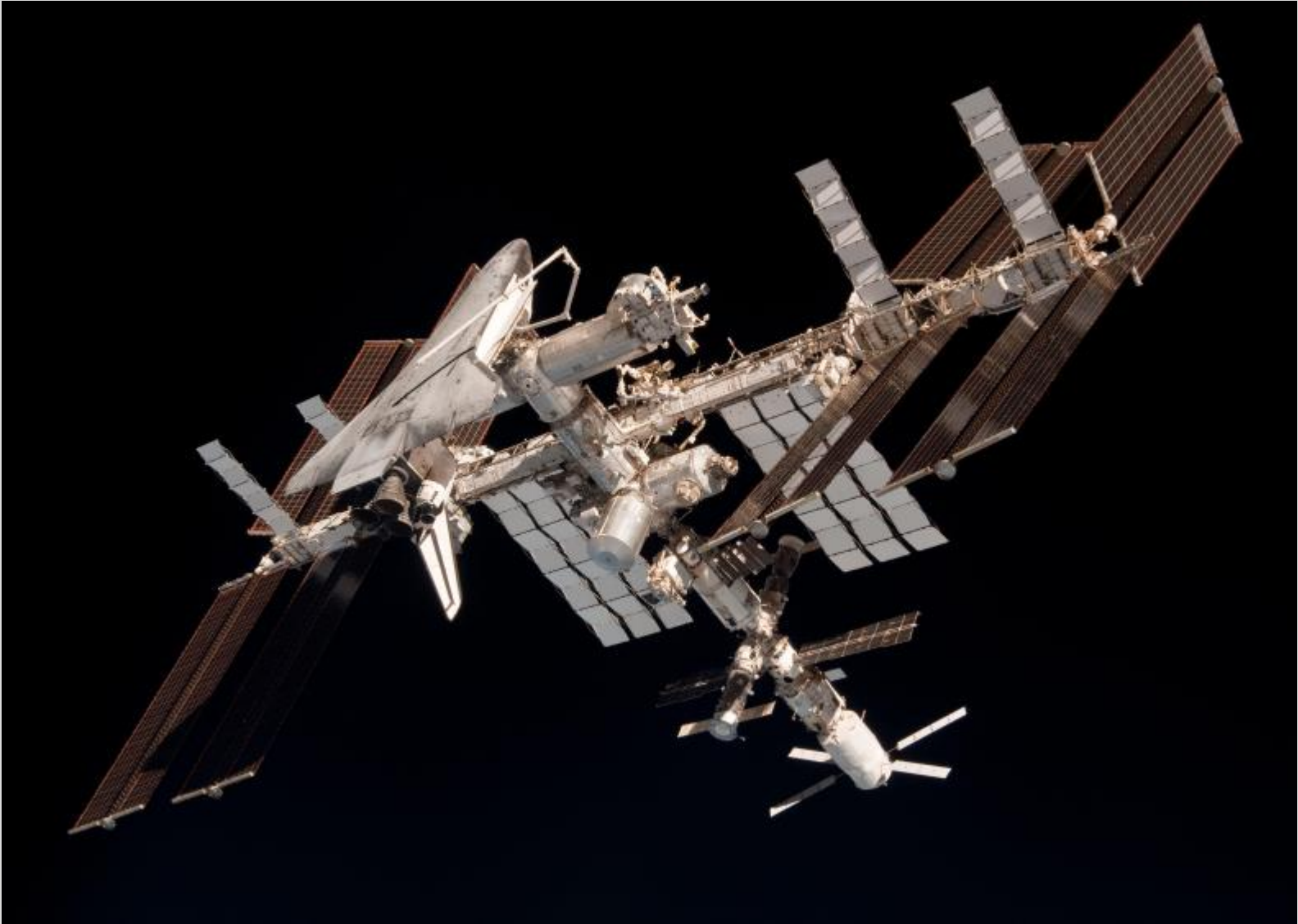
- Für den Empfang des digitalen ATV Signals bei 2395 MHz setze ich derzeit einen 2.3m Spiegel ein. Eine besondere Herausforderung bei einem LEO Satelliten und kleinem Öffnungswinkel der Antenne ist das schnelle und gleichzeitig genaue Nachführen der Antenne in Azimut und Elevation



Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- **Funkbetrieb mit der ISS**
- Wie geht es weiter ?
- Sounds from Space

Funkbetrieb mit/über die ISS



Daten der ISS

Start :	1998
Länge :	51 m
Breite :	109 m
Höhe :	20 m
Gewicht :	376 t
Apogäum :	360 km
Perigäum :	347 km
Inklination :	51,6 Grad
Umlaufzeit :	91,5 Minuten
Geschwindigkeit :	$7706 \text{ m/s} = 27.743 \text{ km/h}$



Amateurfunkbetrieb von der ISS



Bill McArthur KC5ACR



Ernst Messerschmid
DG2KM



Reinhard Furrer DD6CF †



Ulf Merbold DB1KM



Thomas Reiter DF4TR



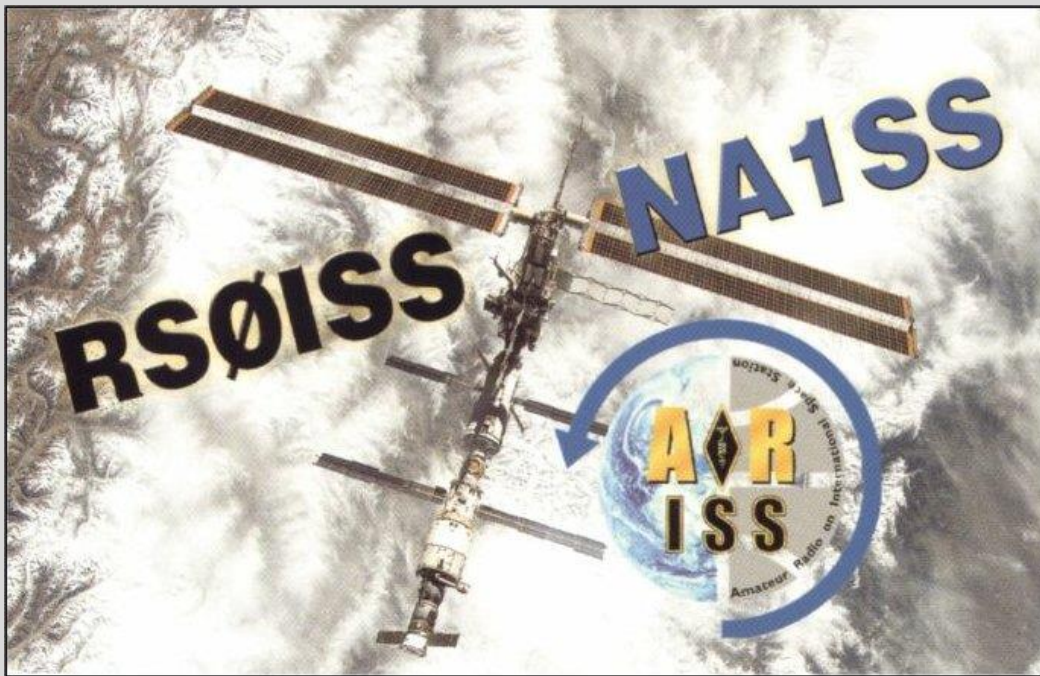
Reinhold Ewald



Alexander Gerst

- Viele Astronauten haben eine Amateurfunklizenz.
- Schon im Rahmen von frühen Missionen wie Spacelab und der MIR gab es viele Amateurfunkkontakte.
- Von der ISS gibt es regelmäßig Funkkontakte zu Schulstationen. Die Schüler können dann ca. 10 Minuten live mit den Astronauten sprechen.
- Auch Kontakte mit Funkamateuren ohne vorherige Verabredung sind je nach Interesse und verfügbarer Freizeit der Astronauten möglich.



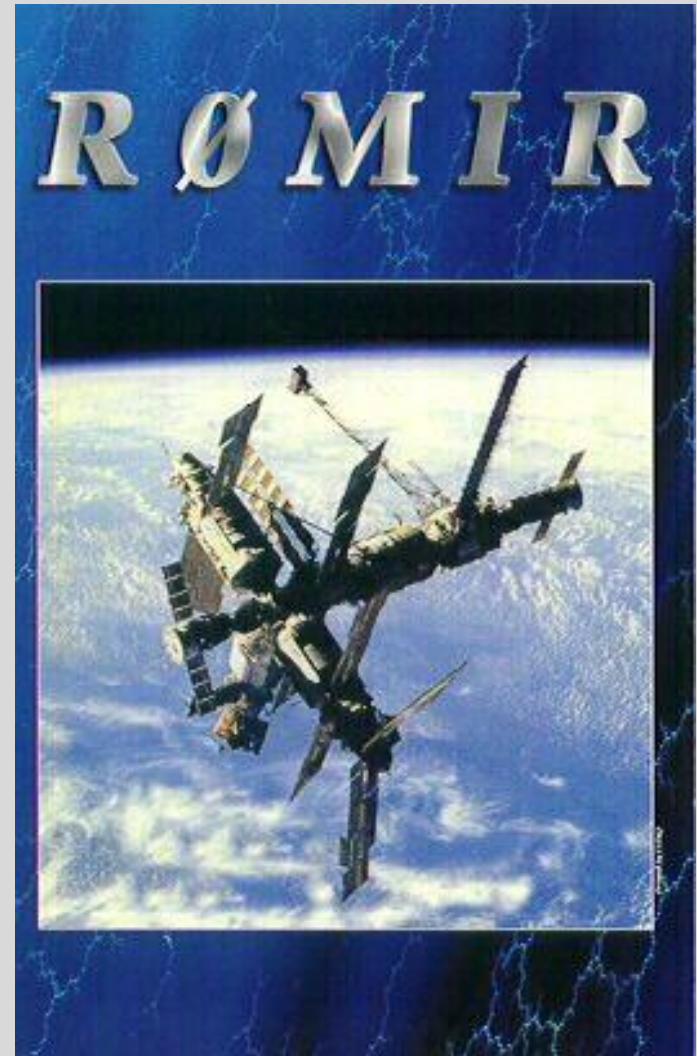


Viele Kontakte, die ich mit Astronauten in der MIR und ISS hatte, sind in der „Sounds from Space“ Sammlung unter www.dd1us.de zu finden.

The International Space Station is a common project of 16 nations: Belgium, Brazil, Canada, Denmark, France, Germany, Italy, Japan, Netherlands, Norway, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom, United States. When fully constructed the Space Station will consist of approximately 70 separate major components and hundreds of minor ones that are due to be launched into space by the year 2004. Some of the major components are:

- **Zarya, also called Functional Cargo Block (FCB—acronym from the Russian term)**—includes the energy block, contingency fuel storage, propulsion and multiple docking points.
- **Zvezda, also called Russian Service Module**— provides life support and utilities, thrusters and habitation functions (toilets and hygiene facilities).
- **Canadian Mobile Servicing System**—includes a 55-foot robot arm with 125-ton payload capability, as well as a mobile transporter, which can be positioned along the truss for robotic assembly and maintenance operations.
- **US, European and Japanese Laboratories**—together provide 33 International Standard Payload Racks with additional science space available in the two Russian Research Modules.
- The **Amateur Radio station** is frequently used to allow the ISS crew to talk with school children and fellow amateurs around the world.

From	To	Day	Month	Year	UTC	MHz	Mode
VALERY							
<input type="checkbox"/> NA1SS	DD1				21 ^h	145	<input checked="" type="checkbox"/> Voice
<input checked="" type="checkbox"/> RSØISS	US	01	10	2002	15	800	<input type="checkbox"/> Packet <input type="checkbox"/> SSTV <input type="checkbox"/> SWL



Frequenzen der ISS



Frequency Information

Mode V/V Crew Contact (Regions 2 & 3): Operational

Uplink: 144.4900 MHz FM

Downlink 145.8000 MHz FM

Mode V/V Crew Contact (Region 1): Operational

Uplink: 145.2000 MHz FM

Downlink 145.8000 MHz FM

Mode V APRS (Worldwide APRS Digipeater): Operational

Simplex: 145.8250 MHz FM 1200 BPS

Downlink 145.8250 MHz FM 1200 BPS

Mode V Imaging: Operational

Downlink 145.8000 MHz SSTV

Mode U/V (B) FM Voice Repeater (Worldwide): Operational

Uplink: 437.8000 MHz FM

Downlink 145.8000 MHz FM

Rufzeichen der ISS



Russen: RS0ISS

Amerikaner: NA1SS

Europäer: DP0ISS, OR4ISS, IR0ISS

Packet Station Mailbox: RS0ISS-11 und RS0ISS-1

APRS via Satellit

- Das Automatic Packet Reporting System (APRS) stellt eine spezielle Form von Packet Radio (1200 Baud) im Amateurfunk dar.
- Preispreiswerte Technik (TNC oder Soundkarte) ermöglicht auch Anfängern einen einfachen Einstieg in diese faszinierende Art der Kommunikation.

ISS : Connect Packet Radio

Datum : 24.Nov.2010 12:56 – 13:05 UTC
Frequenz : **145.825** Mhz
Packet Radio. **1200 Baud**
Antenne , eigene X-50 2m/70cm Duoband , 1,7m lang vertikal
TRX : IC-706MKIIG , 30 W
ISS_ Bahn :
AOS Azimut 285 Grd ,
Max Elevation 20 Grd bei Azimut 226 Grd
LOS Azimut 149 Grd

DJ5UO: Verbunden mit RS0ISS-4

ISS Crew Keyboard. Crew may not be available. For BBS/PMS use RS0ISS-11
H

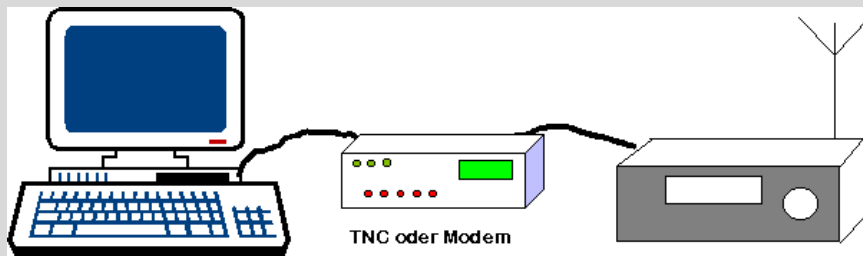
DJ5UO: Getrennt von RS0ISS-4

DJ5UO: Verbunden mit RS0ISS-11

Welcome to RS0ISS's message board
System Ver 1.50 105138 Bytes free

H

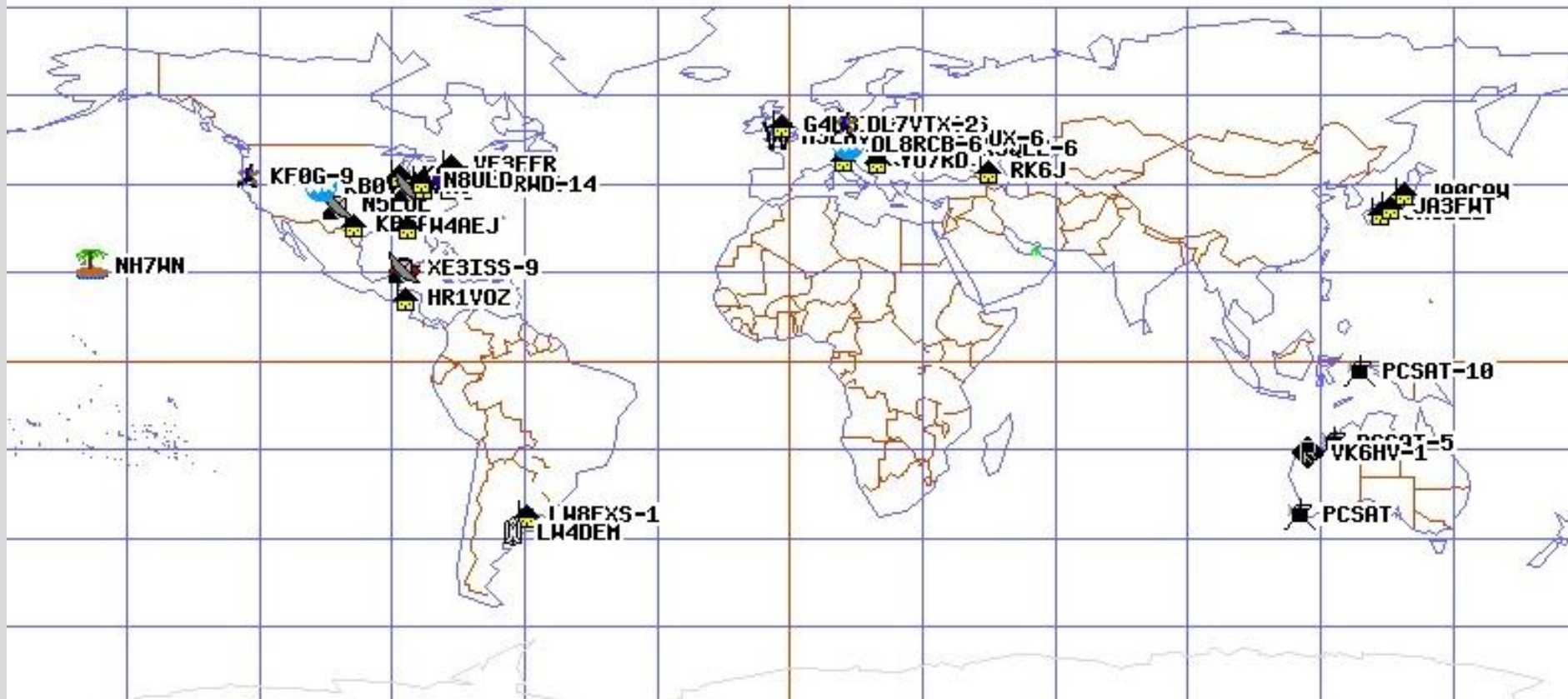
DJ5UO: Getrennt von RS0ISS-11



APRS via Satellit

Amateur Radio Stations heard via Satellite

This page captures downlink packets from APRS the APRS enabled unmanned satellites.



Quelle: <http://www.findu.com/cgi-bin/pcsat.cgi>

Schulkontakte mit der ISS

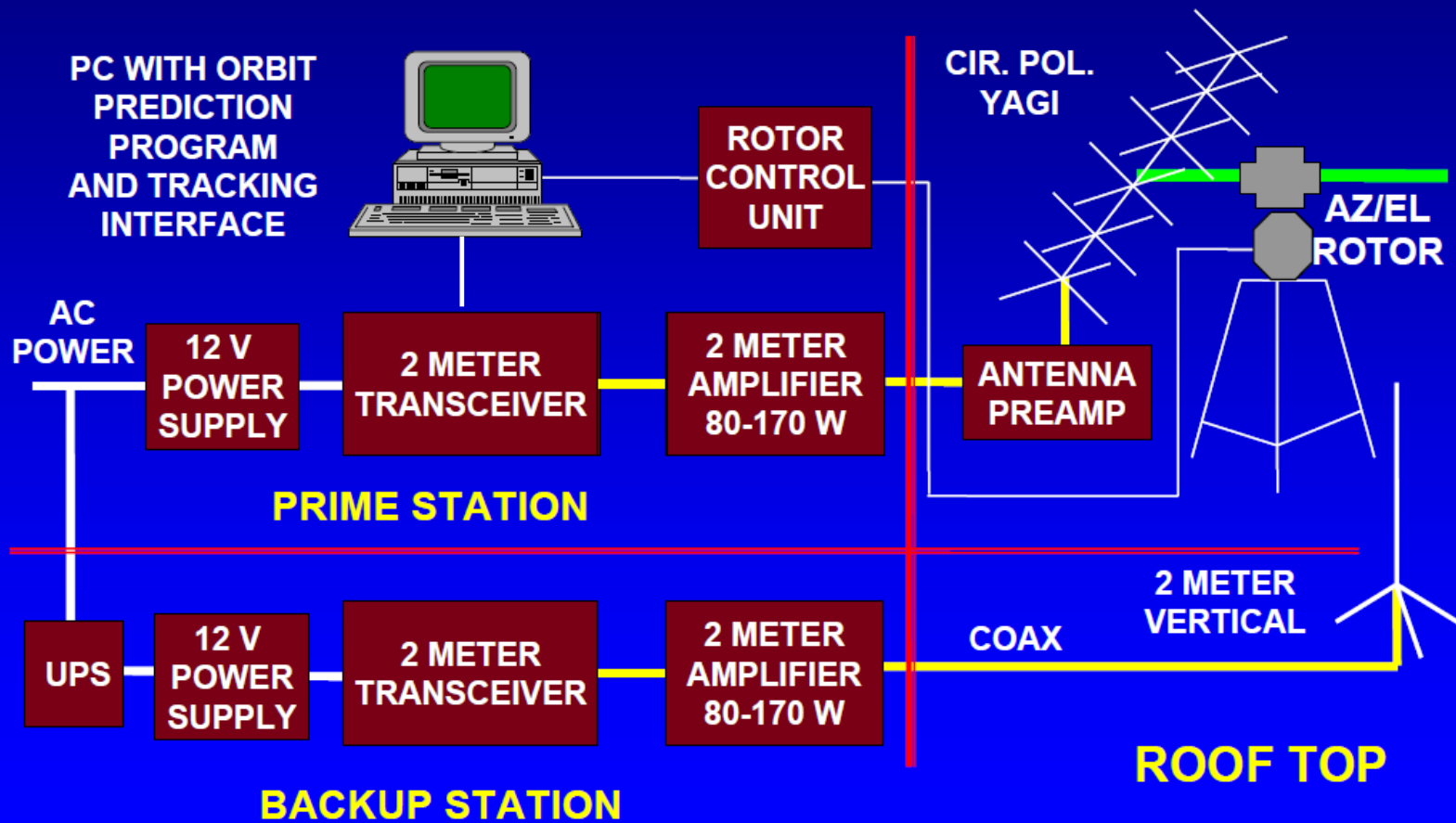


Schulkontakt von Clayton Anderson (KD5PLA) an Board der ISS mit Studenten der Isummasaqvik Schule in Quaqaq, Quebec, Canada. Astronaut Anderson nutzte das Rufzeichen NA1SS.

Schulkontakte mit der ISS



DIRECT CONTACT INSTALLATION



Eigene Kontakte mit der ISS



Persönliches Treffen mit
Doug Wheelock NA1SS
am 11.6.2011 im Technik
Museum Speyer



Amateurfunkfernsehen von der ISS

Die regelmäßigen Funkkontakte der Astronauten auf der ISS mit Schülern auf der Erde werden durch unidirektionale Videoübertragungen ergänzt (DVB-S auf 2,395 GHz).

Das europäische Columbus-Modul der ISS besitzt auch dafür mehrere Amateurfunkantennen. Der Digital-Fernsehsender wurde am 3. August 2013 zur ISS gebracht. Erste DATV Aussendungen wurden im März 2014 empfangen und es fanden bereits einige Schulkontakte statt.





ARISS

Amateur Radio on the International Space Station

EI9FHB

G8GTZ

PA3WEG

SP3QFE

GOONHILLY

MODNY

M0EYT

OK2UUJ



DD1US

F6DZP

IK1SLD

F4HHV

<https://live.ariss.org/hamtv/>

Amateurfunkfernsehen von der ISS

Leider gibt es einen kleinen Fehler in der Software des DATV-Senders weshalb keine APID und VPID ausgesendet werden. Damit haben normale DVB-S Empfänger Probleme. Eine Lösung bietet eine PCI-Steckkarte von TechnoTrend des Typs TT S2-1600 (Ebay <25€) oder Mini-Tiouner-Express (108USD). Die Software Tutitione ist kostenlos und sehr komfortabel (s.o.).

Amateurfunkfernsehen von der ISS

Der DATV-Sender der ISS ist die meiste Zeit aktiv. Allerdings sendet er nur ein schwarzes Bild da die Kamera aus Akkus versorgt wird und in der Regel nur während Schulkontakten genutzt wird.


Leider ist das 2m Ericsson Funkgerät im europäischen Columbus-Modul seit Herbst 2017 ausgefallen, so dass die Schulkontakte nun in dem russischen Segment Zarya mit dem Kenwood TM-D710 durchgeführt werden. Damit ist derzeit keine Videoübertragung der Astronauten in der ISS während der Schulkontakte möglich.



Im Laufe des Jahres soll ein Ersatzfunkgerät für das Columbus-Modul zur ISS geschickt werden. Wenn wir viel Glück haben, vielleicht noch während Alexander Gerst ab 6. Juni 2018 für 6 Monate an Board der ISS sein wird.

Alexander Gerst, ESA



 Von Mai bis November 2014 war wieder ein deutscher Astronaut an Board der ISS. Der Großvater von Alexander Gerst war begeisterter Funkamateurliebling und dies hat auch ihn für die Technik begeistert. Er hatte zahlreiche Kontakte mit Schulstationen und auch mit dem OV P33, den sein Großvater gegründet hatte.

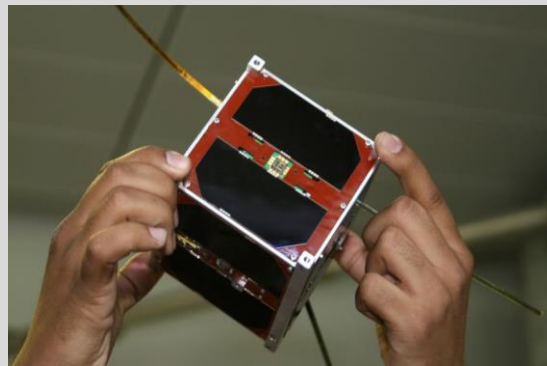
Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- **Wie geht es weiter ?**
- Sounds from Space

Wie geht es weiter ?



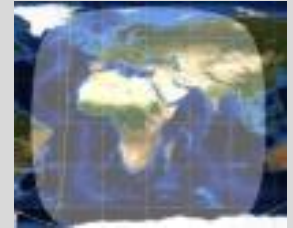
- Derzeit werden international recht viele kleine Satelliten (Cubesats) in LEO gebracht. Hier gibt es viele Startmöglichkeiten, denn solche Satelliten sind klein und als sekundäre Nutzlast kostengünstig mitzunehmen.
- Gerade auch Länder wie China oder Indien nutzen dies, um Knowhow in der Satellitentechnik aufzubauen.
- Wie gezeigt besitzen einige der Cubesats Lineartransponder (um mehrere Sprachverbindungen parallel zu übertragen).



Wie geht es weiter ?



- Hoffentlich wird im Laufe des Jahres P4A/Es'hail-2 in einen geostationärem Orbit gestartet. Der Start ist mit einer Falcon-9 Rakete von Space-X geplant. Dies wird ganz neue Möglichkeiten inklusive DATV über Kontinente hinweg bieten.



- Die AMSAT in den USA arbeitet an einem ähnlichen Projekt in einem hochelliptischen Orbit (P4B).



- Alle sind gespannt auf den nächsten Aufenthalt von Alexander Gerst in der Raumstation ISS mit hoffentlich vielen Amateurfunkkontakten. Hier in der Region sind 2 Schulkontakte geplant, in Heilbronn und Künzelsau.

Agenda

- Geschichte & Überblick
- Satellitenbahnen (GEO, MEO, HEO, LEO)
- Frequenzbereiche und Betriebsarten
- Aktive Amateurfunksatelliten und deren Hörbarkeit
- Berechnung der Bahnen von Amateurfunksatelliten
- Equipment
- Funkbetrieb mit der ISS
- Wie geht es weiter ?
- **Sounds from Space**

Sounds from Space



- Auf meiner Homepage www.dd1us.de finden Sie einen Bereich „Sounds from Space“, der ca. 1200 Tondokumente von Satelliten enthält. Darunter sind auch viele Aufzeichnungen von Amateurfunksatelliten und Raumstationen.
- Sie finden dort auch viele Hintergrundinformationen sowie u.a. auch diese Präsentation.
- Des Weiteren sind dort aktuelle HRPT Wetterbilder zu finden.
- Zusätzlich erwartet Sie dort eine ausführliche Linkliste zu den Themen Amateurfunk und Astronomie.
- Ich freue mich stets über Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge.



Start Page

What's New

Amateur Radio

Ham Downloads

Sounds from Space

Astronomy

Astro Downloads

Astro Pictures

Astro Live Data


Weather


Traffic

Links

Site Map



 Welcome to this homepage which is dedicated to my hobbies Ham Radio and Astronomy. My name is Matthias Bopp and my Amateur Radio callsign is DDIUS. I hope you will enjoy exploring this website and I appreciate your feedback. Please note that you will find often additional information based on links associated to the pictures & icons. Please make use of it. This web site is mixed in English and German language

 Herzlich willkommen auf dieser Homepage, auf der ich meine Hobbies Amateurfunk und Astronomie vorstelle. Mein Name ist Matthias Bopp und mein Amateurfunkrufzeichen ist DDIUS. Ich wünsche Ihnen viel Spass beim Lesen dieser Seiten und freue mich stets über Kommentare und Verbesserungsvorschläge. An vielen Stellen erhalten Sie weitergehende Informationen, indem Sie auf die Bilder und Symbole klicken. Bitte nutzen Sie diese Option. Die Texte sind gemischt in deutscher und englischer Sprache verfasst.



I live in Germany,
right in the heart of Europe.
On the right you see satellite images
of Central Europe taken during
daytime as well as in the night
(including the strong
light pollution).



Ich lebe in Deutschland,
im Herzen Europas.
Links sehen Sie Satellitenbilder
von Mitteleuropa, aufgenommen
am Tag sowie in der Nacht
(inklusive der leicht erkennbar
starken Lichtverschmutzung).



Sounds from Space

Sounds from famous and historical Space Objects



- Famous and historical Space Objects

Sounds from Amateur Radio Satellites

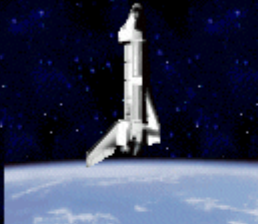


- Amateur Radio Satellites 1961 - 1975
- Amateur Radio Satellites 1976 - 1985
- Amateur Radio Satellites 1986 - 1995
- Amateur Radio Satellites 1996 - 2005
- Amateur Radio Satellites 2006 - 2010
- Amateur Radio Satellites 2011 - today



Sounds from Space

Sounds from Amateur Radio Missions on Space Ships and Space Stations





- [Amateur Radio Missions on Space Ships and Space Stations 1983 - 2007](#)
- [Amateur Radio Missions on Space Ships and Space Stations 2008 - today](#)

Sounds from Space Ships and Space Stations

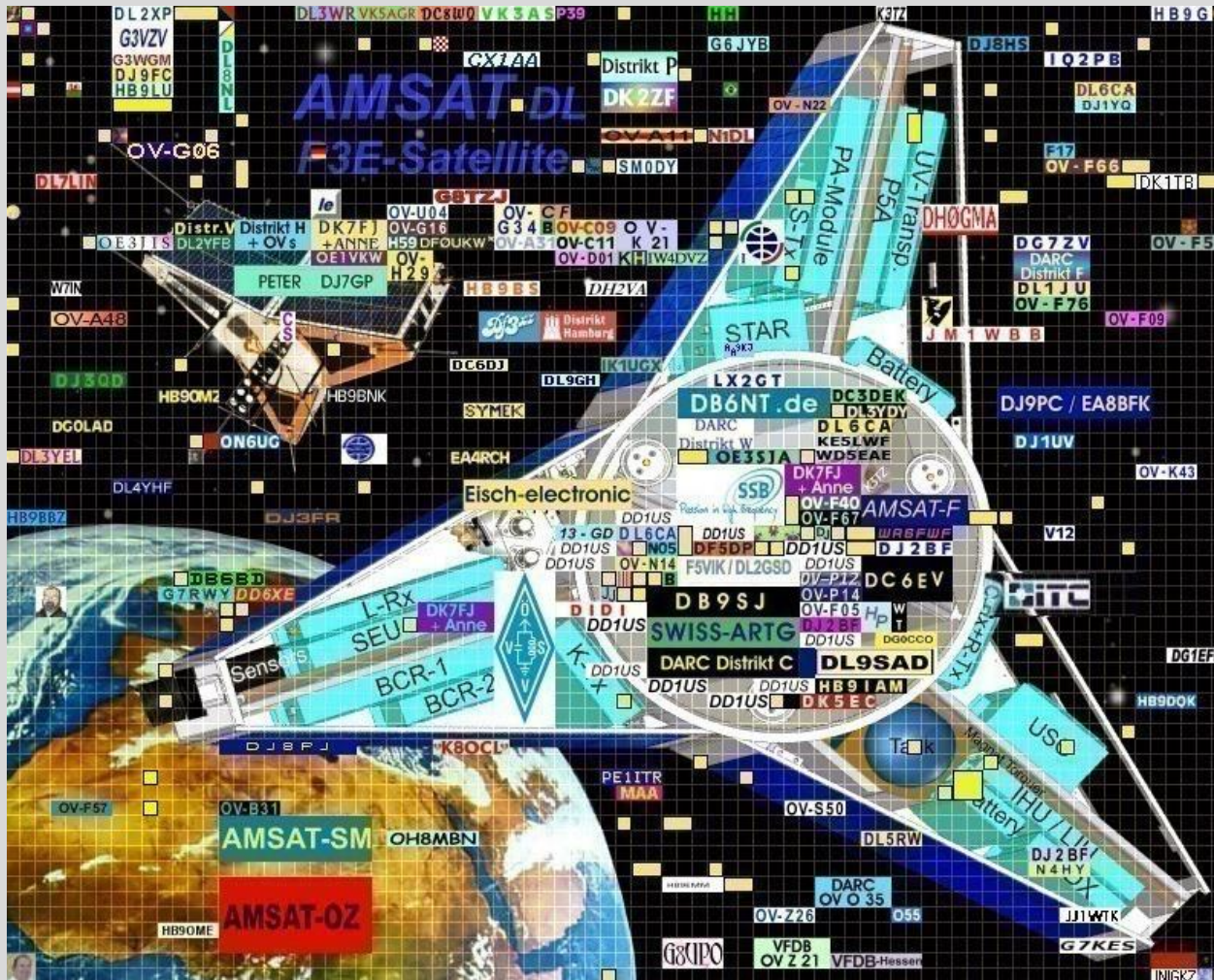


- [Space Ships and Space Stations 1957 - 1965](#)
- [Space Ships and Space Stations 1966 - 1975](#)
- [Space Ships and Space Stations 1976 - today](#)

Sounds from Space

  	<p>Apollo 12</p> <p>(crew: Charles "Pete" Conrad, Richard "Dick" F. Gordon, Alan L. "Al" Bean)</p> <p>CSM-108 #04225 1969-099A</p>	<p>◀ This was the 2nd mission of Apollo with a landing on the moon. The rocket was struck twice (36 seconds and 52 seconds after launch) by a lightning. You can hear the launch campaign including the conversation about the lightning strikes in the first audio recording.</p> <p>◀ The second audio files documents communication between LM (the lunar module with the nickname "Intrepid") and Houston ground control during the final descent phase (last 3 minutes) and the touch down on the moon (110 h, 32 min and 36 sec mission elapsed time). The crew returned safely on November 24th 1969. I extracted the recordings from the NASA audio collection. Alan L. Bean was the 4th man on the moon. After he left NASA he became an artist and started painting beautiful scenes of the moon. Enclosed a picture of himself which he named "A New Frontier".</p> 	<p>Nov 14th 1969</p>	<p>28790 kg</p>
 	<p>Apollo 13</p> <p>aborted third manned mission to the moon (crew: James A. Lovell, Jr., John L. Swigert, Jr., Fred W. Haise, Jr.)</p> <p>CSM-109 #04371 1970-029A</p>	<p>This aborted 3rd manned mission to moon ended almost fatal. Due to an explosion of the oxygen tank in the service module the mission had to be aborted and luckily the crew returned safely on April 17th 1970. See here a short movie of the damaged service module when clicking on the picture to the right.</p>  <p>◀ Listen to the famous words of J. Swigert after the explosion of the tank: "Houston, we've had a problem here."</p>	<p>Apr 11th 1970</p>	<p>136077 kg</p>

Bitte unterstützen Sie AMSAT-DL



www.p3e-satellite.org

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !