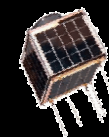
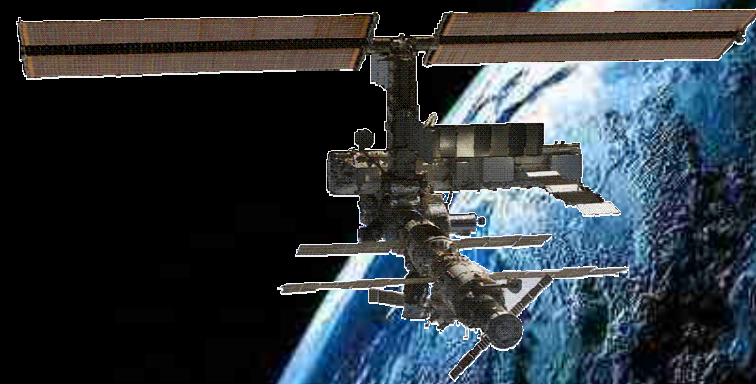


Easysat 2.0



Easysat

- Einleitung
- Grundsätzliches
- Wann und Wo sind die Satelliten?
- Ausrüstung
- Der Trick mit dem Doppler-Effekt
- Operating
- Spezialfall AO-7
- Ein Tipp zur QSL-Karte
- Appendix: Glossar / Links / Quellenangabe



Einleitung

Diese Präsentation beruht auf meinen persönlichen Erfahrungen und Lösungsbeispiele vieler Funkamateure die ich recherchiert habe. Die Informationen haben kein Anrecht auf Vollständigkeit oder wissenschaftlich absoluter Korrektheit. Auf detaillierte Angaben zu vergangenen, aktive oder geplante Satelliten wird verzichtet. Hier verweise ich auf die sehr gut gepflegte Webseite von Mike Rupprecht DK3WN. www.dk3wn.info und der Sat Status Page der Amsat www.amsat.org

Ziel dieser Präsentation ist es aufzuzeigen, wie man mit einfachsten Mitteln und Grundkenntnissen ein QSO über einen Satelliten im L.E.O. (Low Earth Orbit) durchführen kann.

Gültigkeit der Bezugsquellen, Quellenangaben und Daten zu Satelliten beziehen sich auf Erstellungsdatum dieser Präsentation (Juni 2009). Änderungen ohne Gewähr.



Zu meiner Person

- Baujahr 1971
- Begeisterter Funkamateurl, Taucher und Judoka
- Co-Autor Bruno Staneks Raumfahrtlexikon (Stichwort Amateurfunk über SAT) Ausgaben 2000 – 2005
- Funkamateurl seit 1995
- Mini SAT-Expedition nach EL Hierro (EA8)
- Mitglied bei AMSAT-DL
- Seit 1995 QRV auf SAT
- Vorträge bei HB9LU:
1999: Amateurfunk via SAT
2002: AMSAT OSCAR 40
2008: Easysat



Grundsätzliches

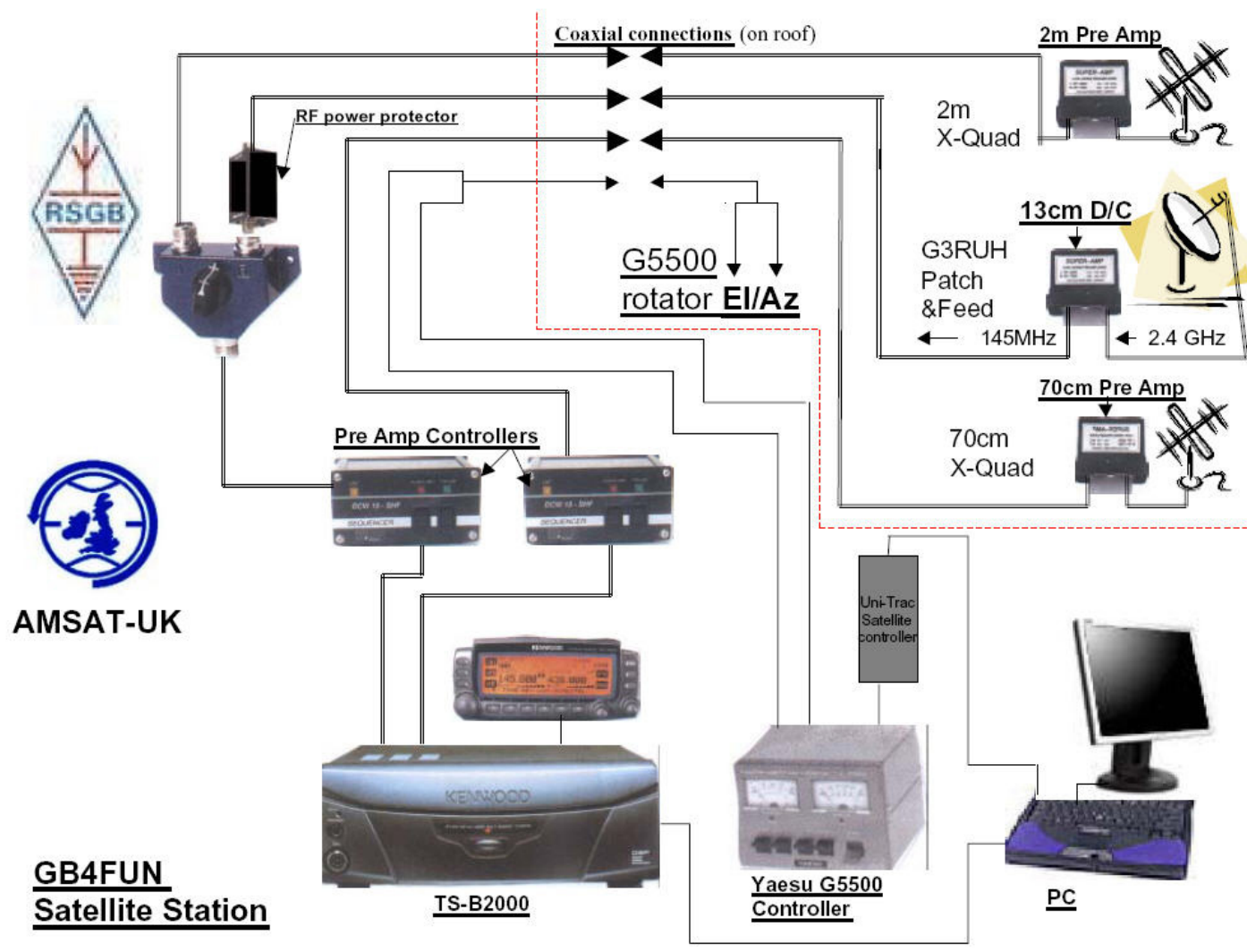
Allgemeine Fakten / Info's

- O.S.C.A.R. bedeutet Orbiting Satellite Carrier Amateur Radio
- Seit Anfang der 60er Jahren wurden Satelliten für den Amateurfunkdienst gebaut und in den Weltraum befördert
- Bis heute sind das um die 100 Projekte...
- Durch eine starke Lobby werden die Funkamateure durch NASA, RSA, ESA, Arianespace und Universitäten unterstützt.
- 1 Kg Nutzlast kostet zwischen \$10000 - \$25000 (je nach Orbit)
- Die AMSAT konzentriert sich vor allem auf den Bau von HEO-Satelliten, neue Kommunikation- und Raumfahrttechnologien.
- Marsmission zum erforschen neuer Technologien ist in Zusammenarbeit mit der Mars-Society Deutschland in Vorbereitung

Vorraussetzung

- Es ist ein Irrtum, dass das Funken über Satelliten grundsätzlich kompliziert ist.
- Es ist jedem Funkamateurliebig möglich, über Satelliten QSO zu fahren (auch Einsteigerlizenzen)
- Mit dem heute Abend vermitteltem Wissen ist es allen anwesenden YL's und OM's möglich, bereits morgen ihr erstes SAT-QSO zu fahren.

Eine Standard Sat-Station (nicht Easysat)



GB4FUN
Satellite Station

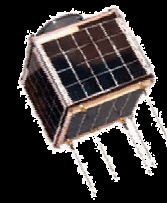
Was verstehen wir unter Easysat?

Easysat ist kein offizieller Begriff. In der Satellitenszene hat sich jedoch in den letzten Jahren diese Bezeichnung für Satelliten etabliert, welche über einen Ein- oder Mehrkanal FM-Transponder (vor allem im 2m/70cm Bereich) verfügen und in der Regel in einem Low-Earth-Orbit (ca. 400 – 800km Höhe) um die Erde fliegen. Die Transponder haben Sendeleistungen zwischen 150 mW und 8 Watt und verfügen über normale Rundstrahlantennen.

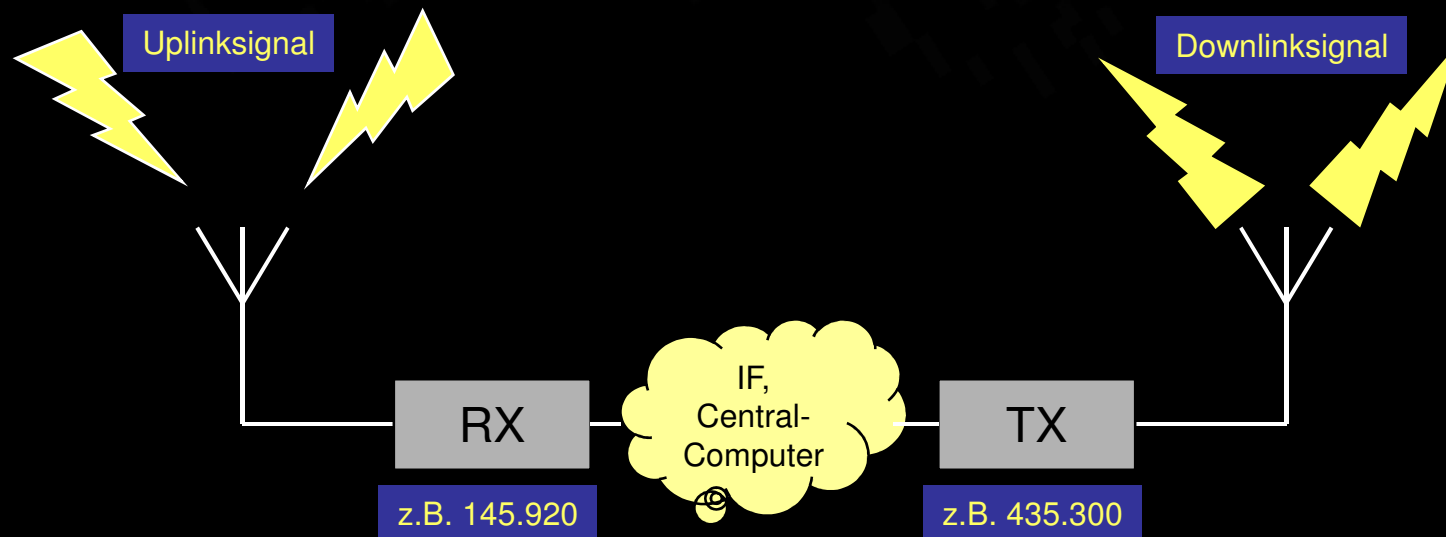
Easysat's sind in der Regel mit einfachen Ausrüstungen zu arbeiten. Vorausgesetzt wird ein Grundverständnis über Operating, Satellitenorbits, Dopplereffekt und Wellenausbreitung.

Easysat's sind in der Regel Microsatelliten, welche von Funkamateuren und/oder von Universitäten gebaut werden. Im zweiten Fall handelt es sich meistens um eine wissenschaftlichen Mission, mit welcher ein Amateurfunktransponder als sekundäre Nutzlast mitfliegt.

(Leider verfügt Swiss-Cube nicht über einen Transponder...)



Funktion eines „Easysat“-Kanal-Transponders



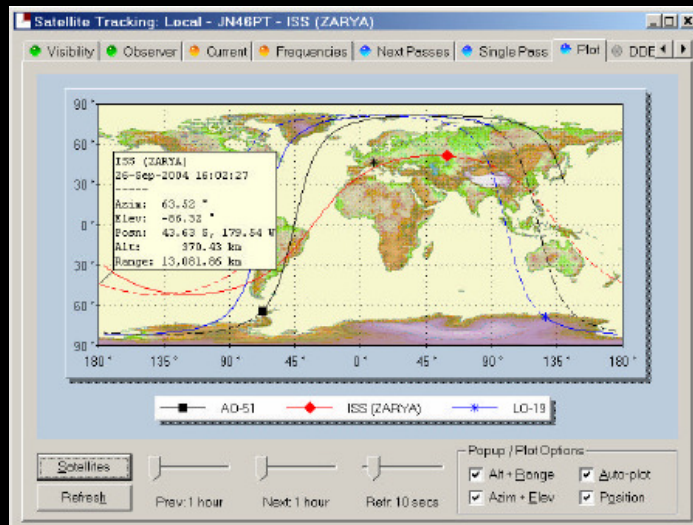
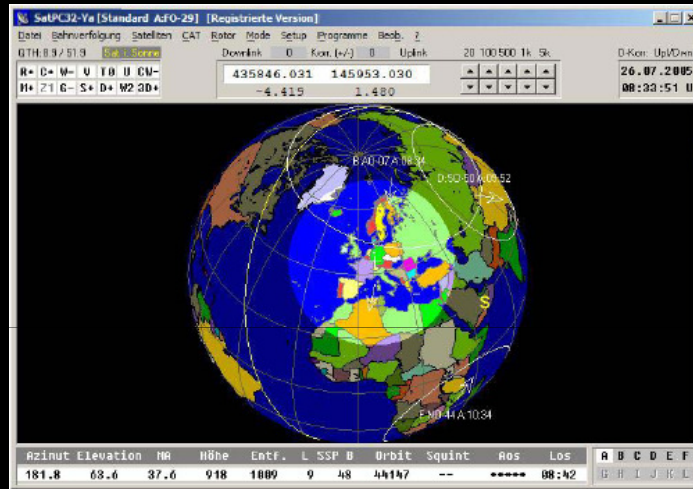
Wann und Wo sind die Satelliten?

Himmelsmechanik(er)

- Die Grundlagen der Himmelsmechanik sind die Keplergesetze (siehe auch Anhang)
- Für die ersten Versuche im Amateurfunkdienst via Satellit ist das Grundwissen über die Himmelsmechanik vernachlässigbar.
- Kostenlose Onlinetools und/oder Offline-Applikationen verraten, wann und wo die Satelliten sich befinden.
- Wichtig ist nur, dass man mit den wesentlichen Informationen umgehen kann.

Bahnverfolgungsprogramme

Eine Liste mit verschiedenen Hilfsmittel zur Bahnberechnung sind im Anhang mit Quelle aufgelistet.



AMSAT Online Satellite Pass Predictions

860 Silgo Ave, Suite 600
Silver Spring, MD 20910
1-888-322-6728

Launch Pad Navigator Sat Status Keps Passes News Store Members Contact Us Return

AMSAT Online Satellite Pass Predictions

Please select a satellite and provide your latitude, longitude and elevation or calculate them from your grid square. If you choose we will save your position information in a cookie on your system for future predictions.

Show Predictions for: AO-51 for Next 10 Passes

Calculate Latitude and Longitude from Gridsquare: Calculate Position

Or

Enter Decimal Latitude: North

Enter Decimal Longitude: West

Elevation (Metres):

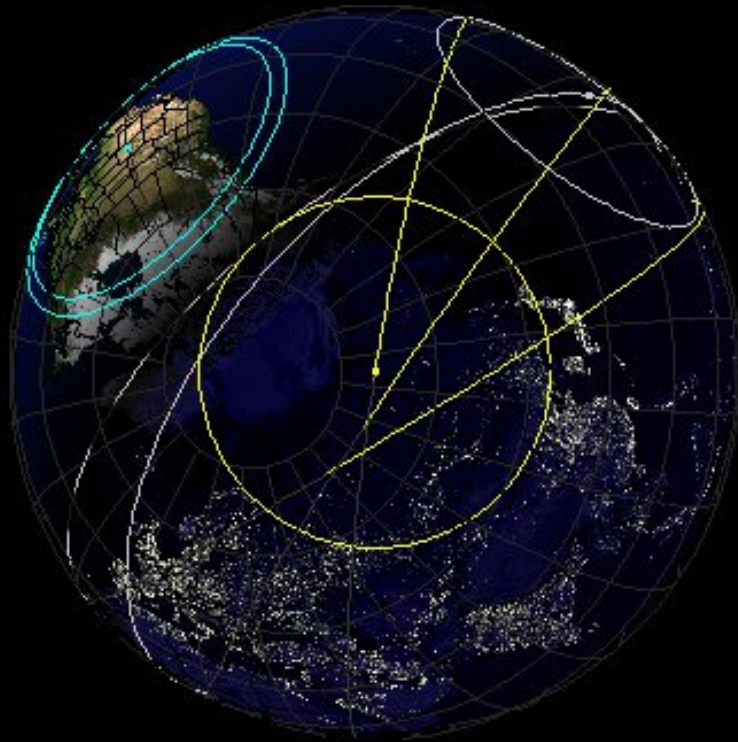
Predict

Save my location for later use

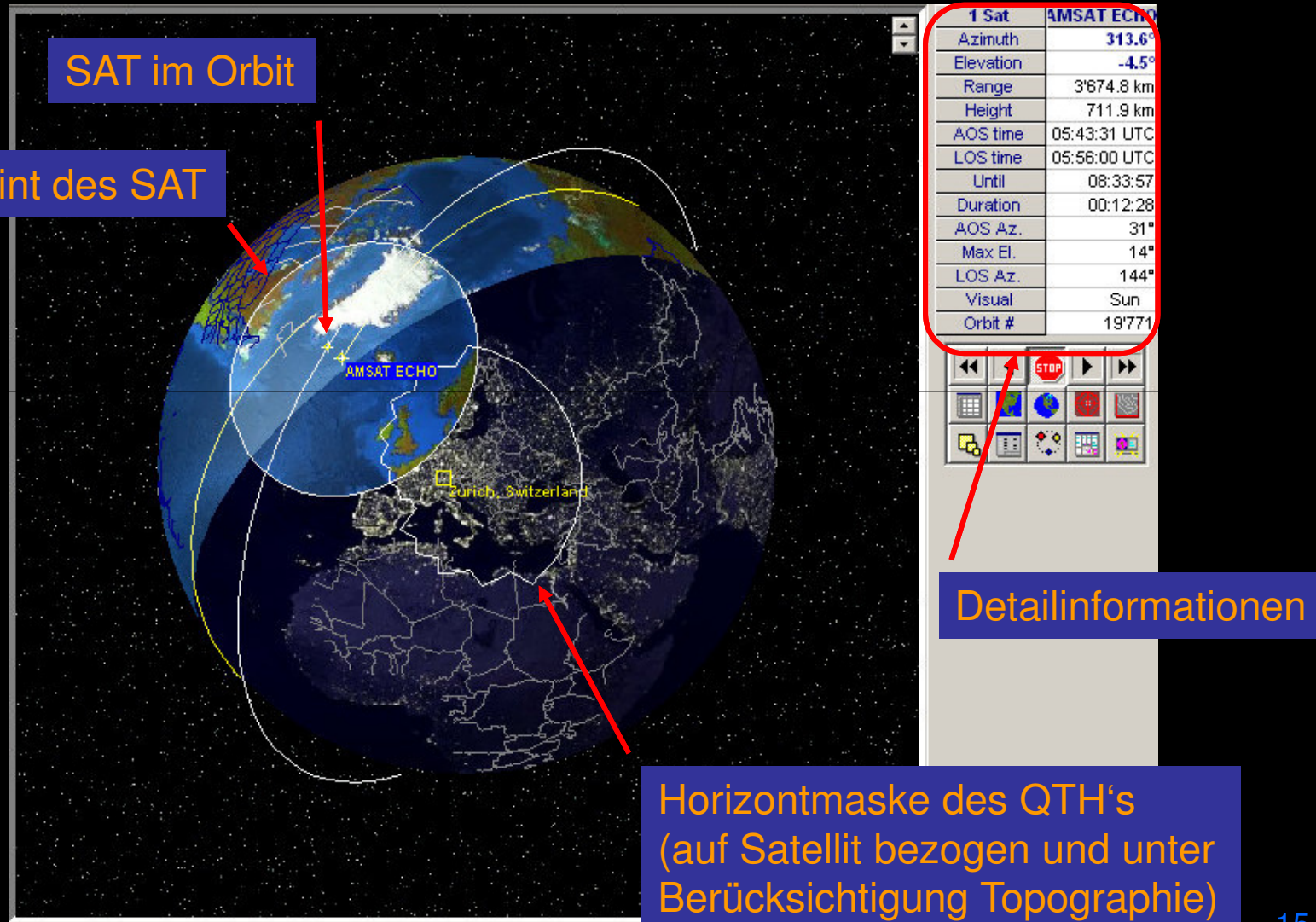
**example XX xxxxx

Bahnverfolgungsprogramme

Programme für Mobil- und Smartphones



Einige Angaben näher betrachtet



Mit diesen Daten kann man eine SAT-Bahn bereits erahnen

- **AOS Azimuth** (Azimuth QTH→ SAT zum Zeitpunkt des Erscheinens am Horizont)
- **AOS Time** (Zeitpunkt des Erscheinens am Horizont)
- **LOS Azimuth** (Azimuth QTH→ SAT zum Zeitpunkt des Untergangs am Horizont)
- **LOS Time** (Zeitpunkt des Untergangs am Horizont)
- **Max. Elevation** (Maximaler Erhebungswinkel gegenüber 0°-Horizont während des Überflugs)
- **Duration** (Länge der Sichtbarkeit)

AOS = Acquisition of signal

LOS = Lost of signal

Wichtig: Die meisten Tools gehen von einer AOS/LOS-Elevation von 0° aus. Also ohne Berücksichtigung der Topographie

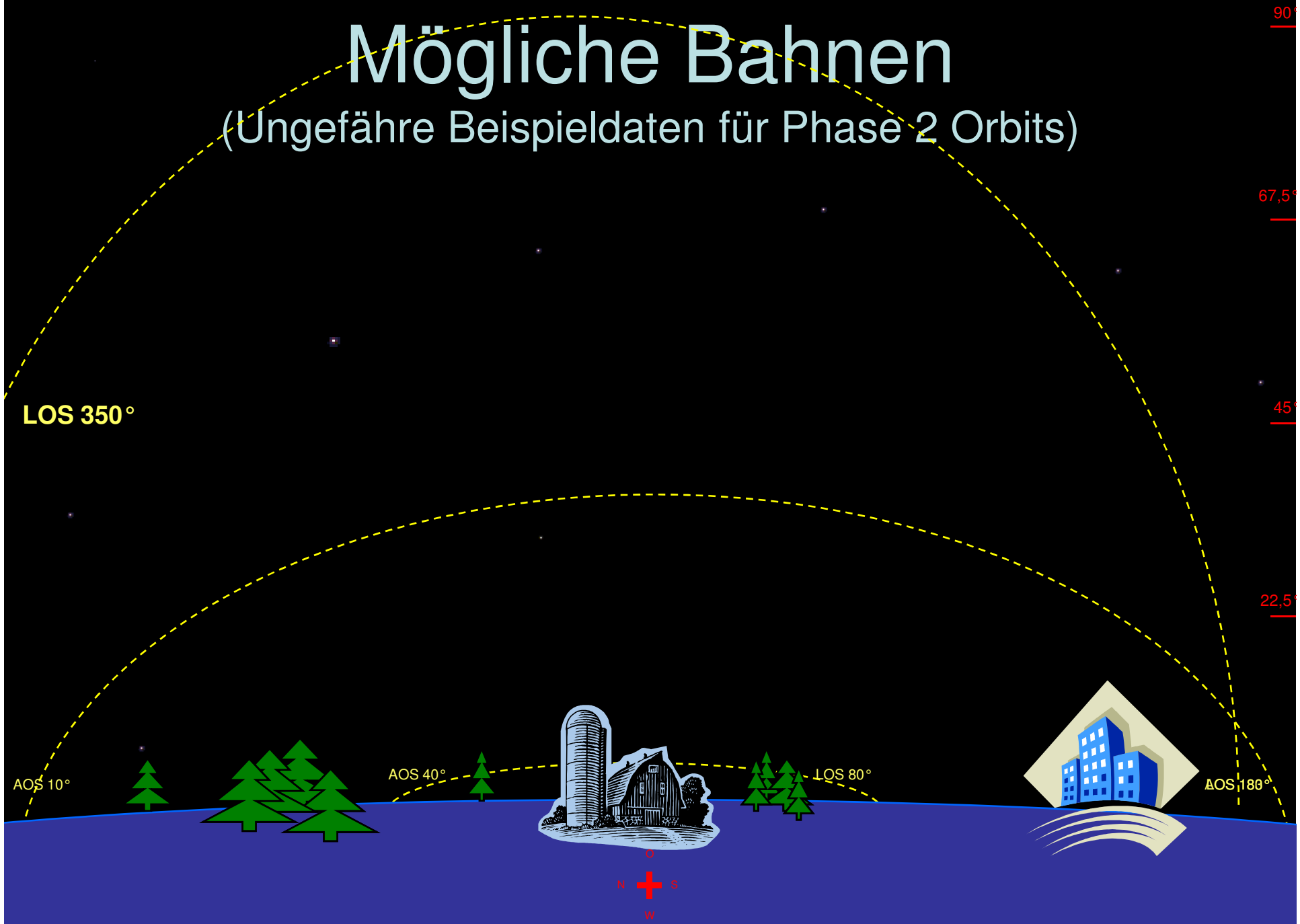
Wichtig

- Damit eine Applikation die Daten für „Mein QTH“ richtig errechnet, muss diese über drei wesentliche Informationen verfügen:
 - Sekundengenauere Uhrzeit
 - Standort zum gewünschten QSO-Zeitpunkt (Für die meisten FM-SAT's genügt „Bern“ als Bezugspunkt im Mittelland – Kritisch wie der Standort erst im GHz-Bereich)
 - Aktuelle Kepler-Elemente*

* Die aktuellen Kepler-Elemente erhält man entweder über SAT-Track (Registrierungspflichtig, aber gratis) oder der Webseite der AMSAT. → Webadressen siehe Anhang

Mögliche Bahnen

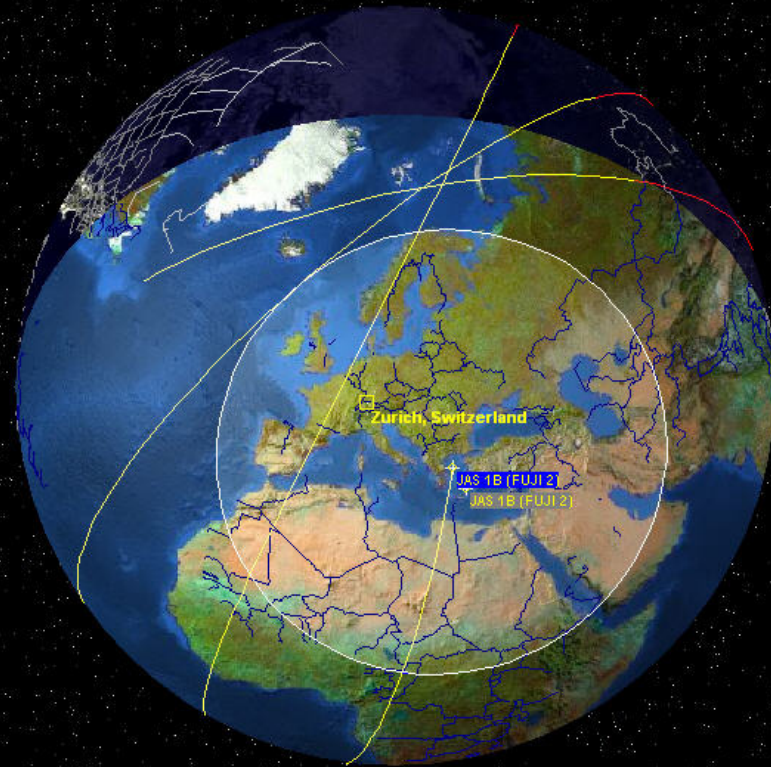
(Ungefähre Beispieldaten für Phase 2 Orbits)



Sonnensynchrone Polarorbit

(Phase 2)

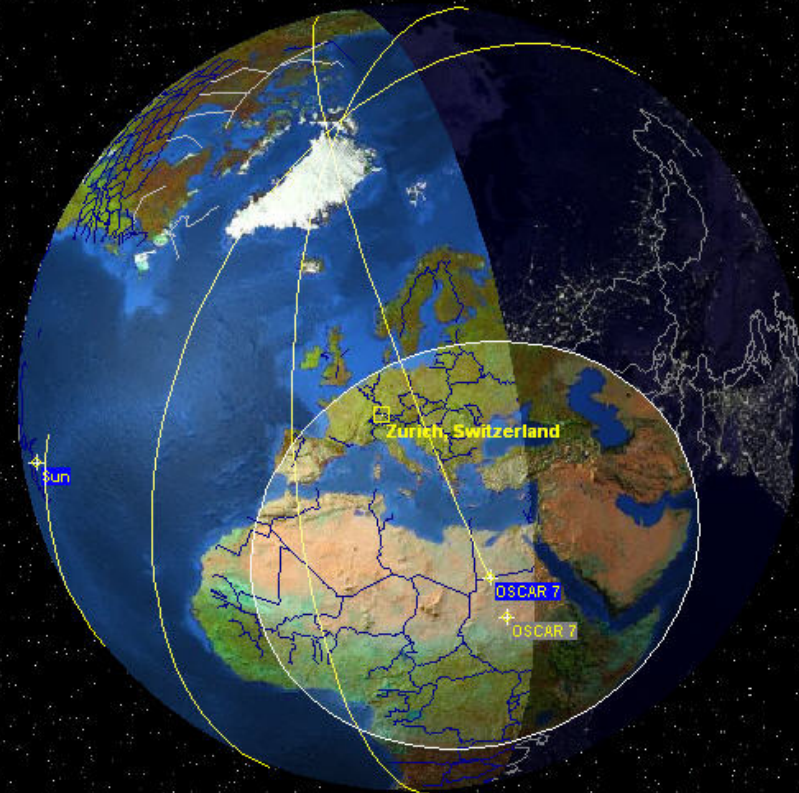
- Orbit folgt der Sonne
- Satellite ist mit ganz geringerer Verschiebung jeden Tag zur selben Zeit am selben Ort
- Satellitenbahn folgt über die Polen
(starke Strahlungsbelastung)



Dawn to Dusk - Polarorbit (Sonnenaufgang zu Sonnenuntergang)

(Phase 2)

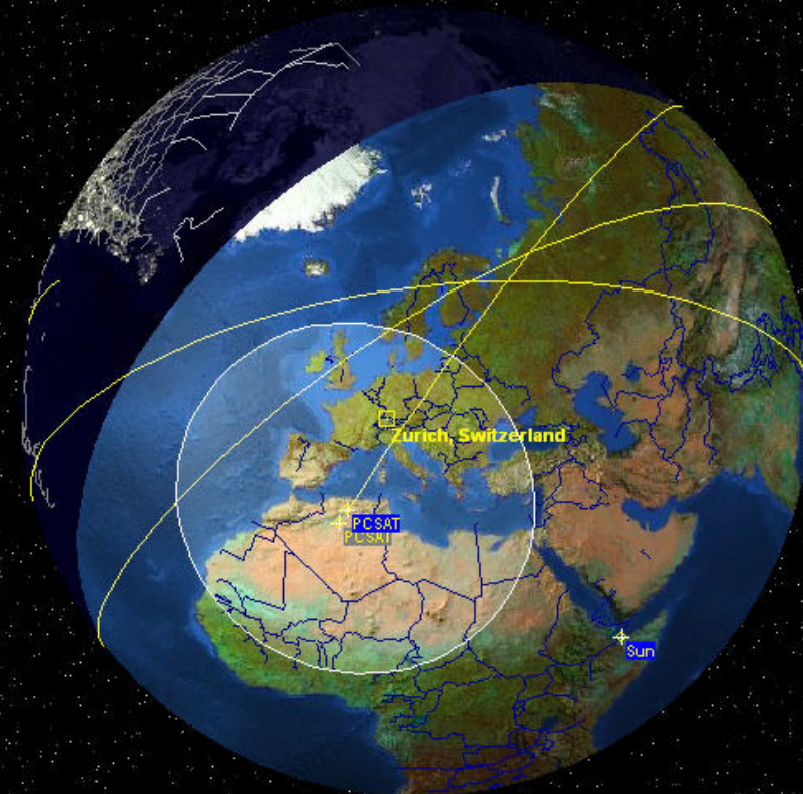
- Satellitenbahn folgt der Greyline
- Satellit ist immer zu Sonnenaufgang und Sonnenuntergang zu arbeiten
- Differenzen gibt es nur durch die jahreszeitliche Unterschiede (Erdachse zu Sonnenposition) und der Umstellung von Sommer- und Winterzeit
- Es handelt sich hier ebenfalls um einen Sonnensynchronen Orbit



„Inklinierter“ Orbit

(Phase 2)

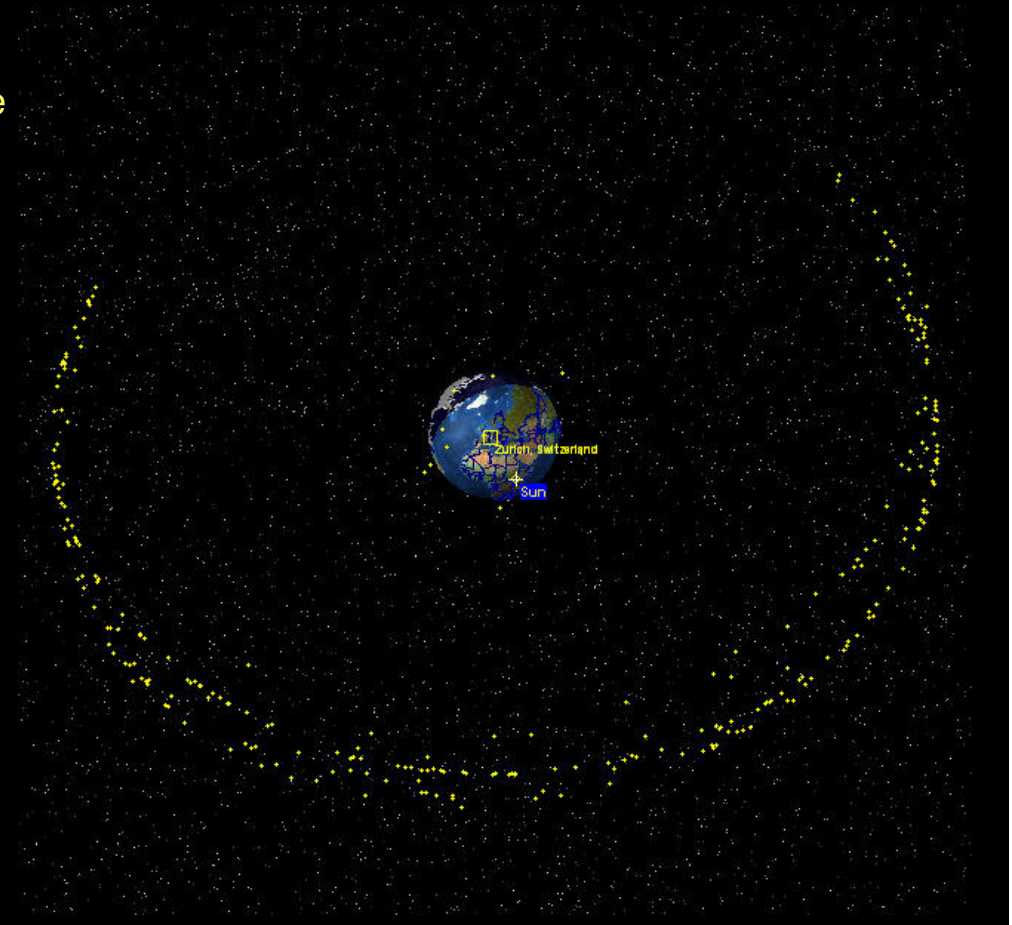
- Satellit fliegt nicht über die Pole (dadurch u.a. auch weniger Strahlenbelastung)
- Erscheint regelmässig zu unregelmässigen Zeiten



Geostationär

(Phase 4)

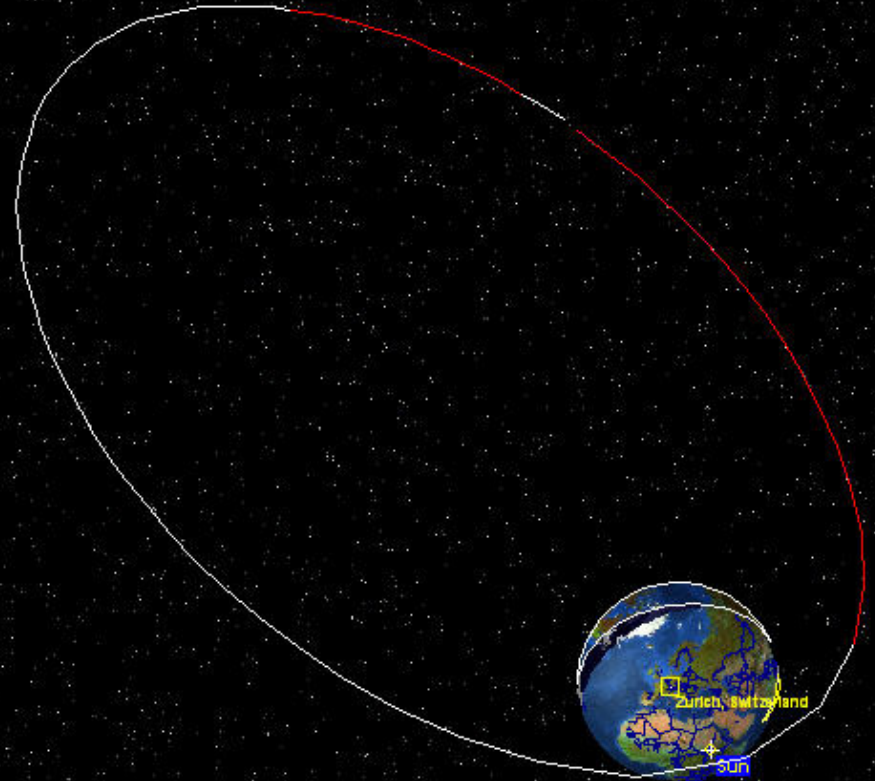
- Die Umlaufbahn eines Satelliten heißt geosynchron, wenn seine Umlaufzeit um die Erde der Rotationsdauer der Erde um ihre eigene Achse (23 Stunden, 56 Minuten, 4,09 Sekunden = 1 siderischer Tag) entspricht
- Diese Satelliten verharren aus Sicht des Beobachters auf der Erde quasi immer am selben Punkt in ca. 35800 km Distanz
- Bedient nur eine, dafür sehr grosse Region 24 Stunden lang
- Projekt „Phase IV-Lite“ von AMSAT-NA und Intelsat
- Ob es „easy“ sein wird, über diesen Satelliten zu arbeiten, wird sich erst noch herausstellen müssen.



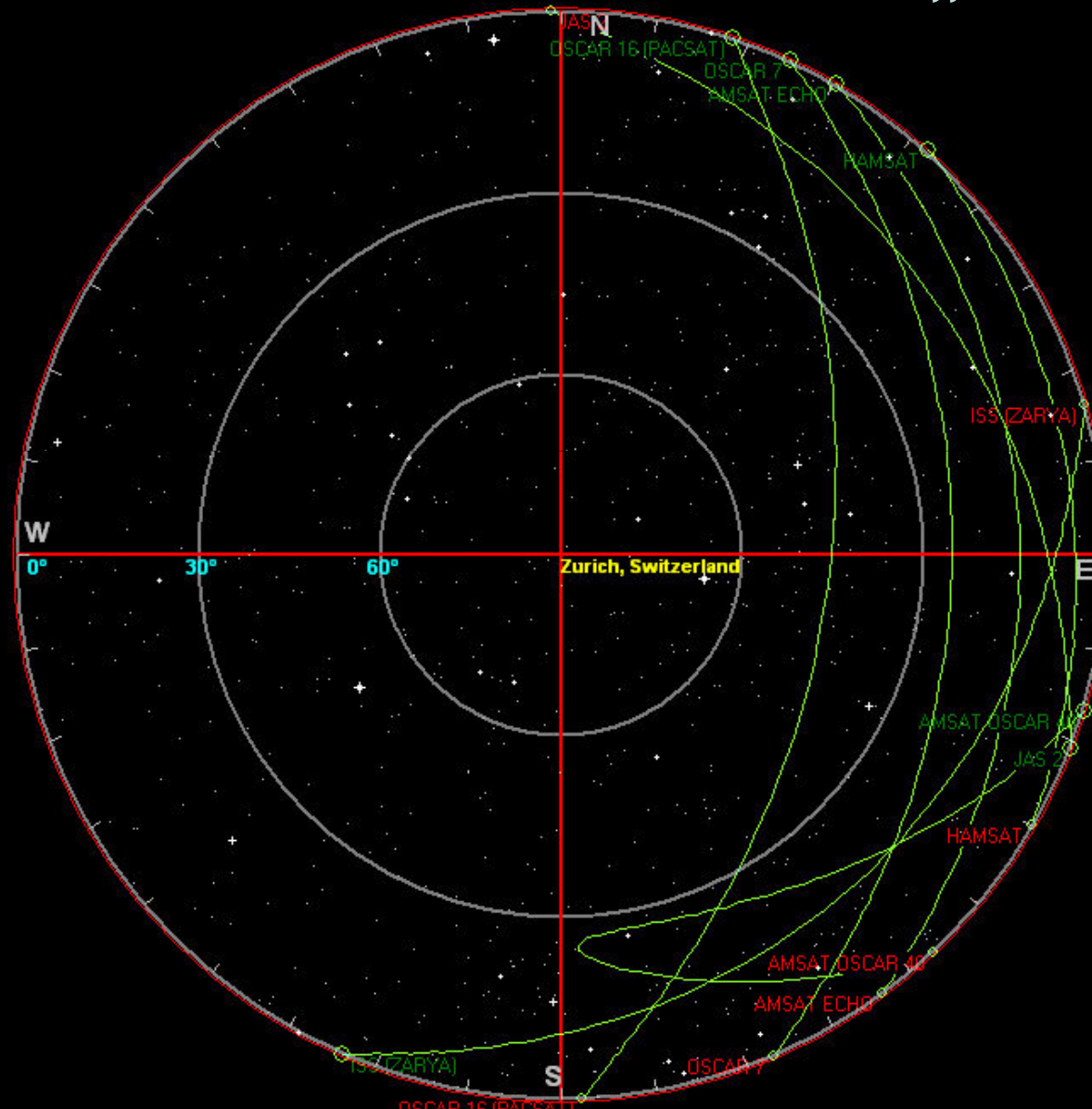
HEO oder Molnya

(Phase 3)

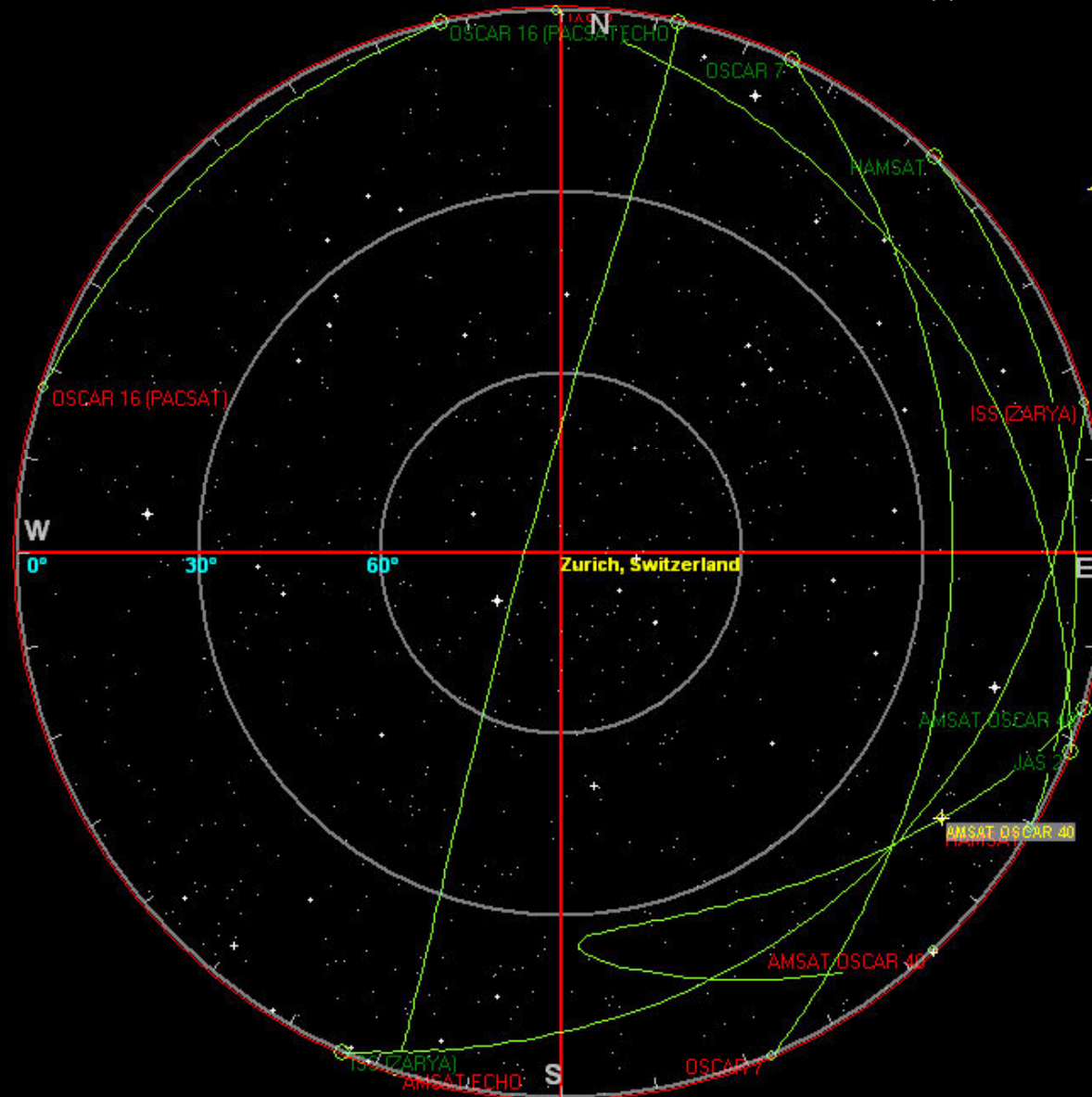
- Satellit hat eine hohe, elliptische Umlaufbahn
Perigäum ca. 500 – 1500km
Appogäum ca. 30'000 - 60'000km
- Bedient täglich mehrere Regionen
- DX-Satellit
- Zählt nicht zum Thema „Easysat“, da es meistens ein Lineartransponder (handling) ist und der Materielle Aufwand der Bodenstation auf Grund der Distanz und z.T auch verwendeten Frequenzen zusätzlich steigt.



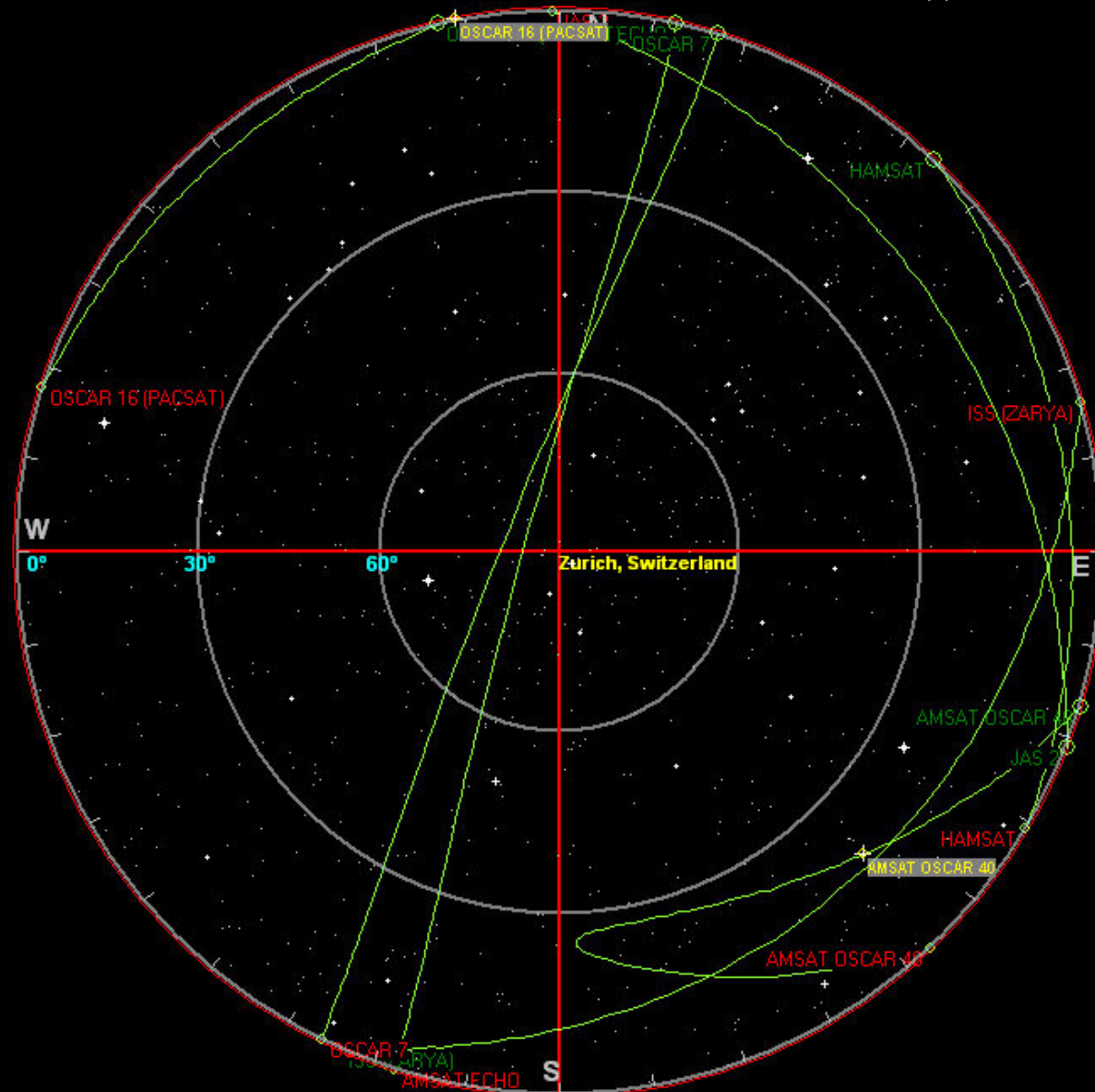
Mögliche Bahnen Sicht „Radar“



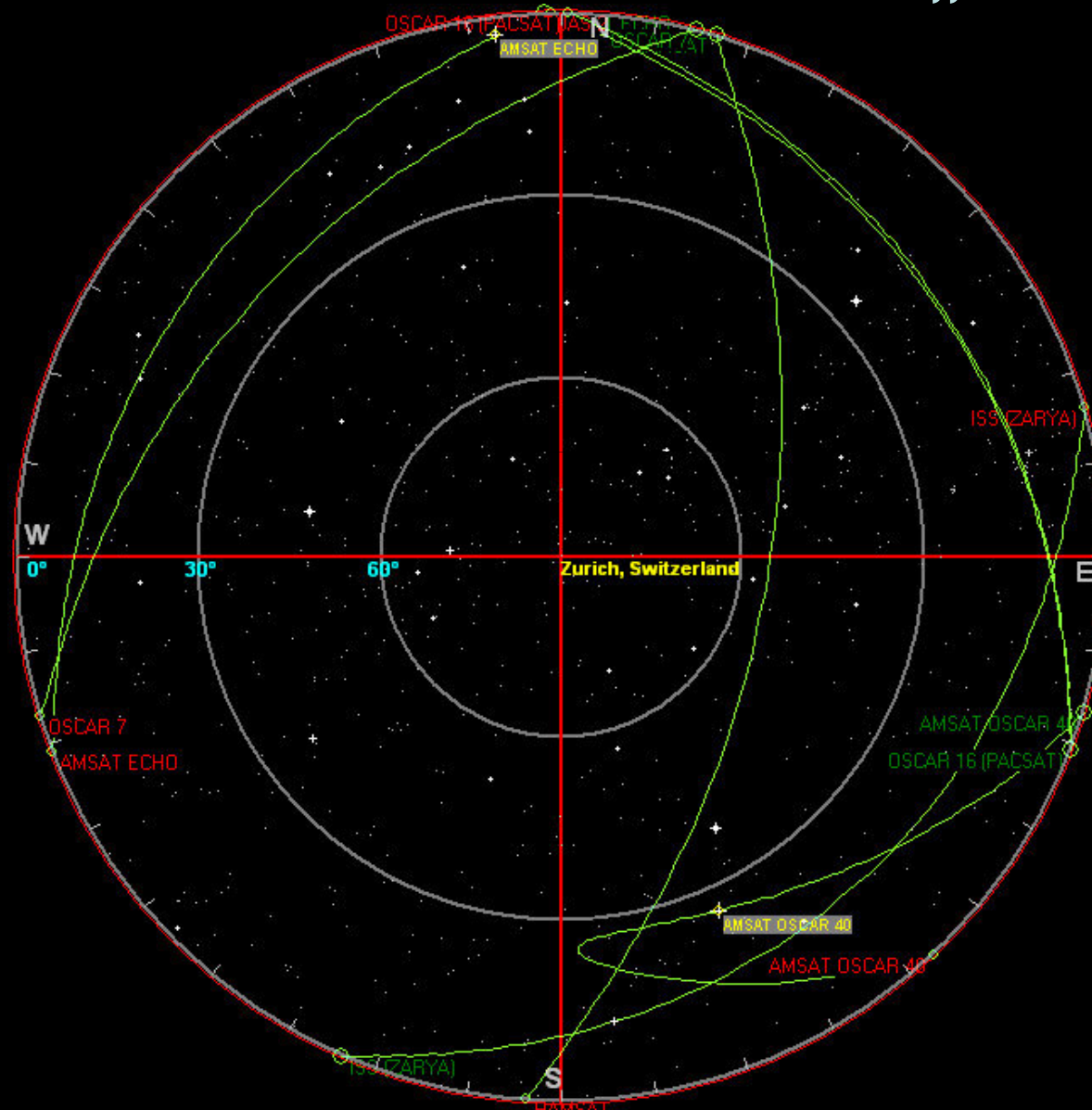
Mögliche Bahnen Sicht „Radar“



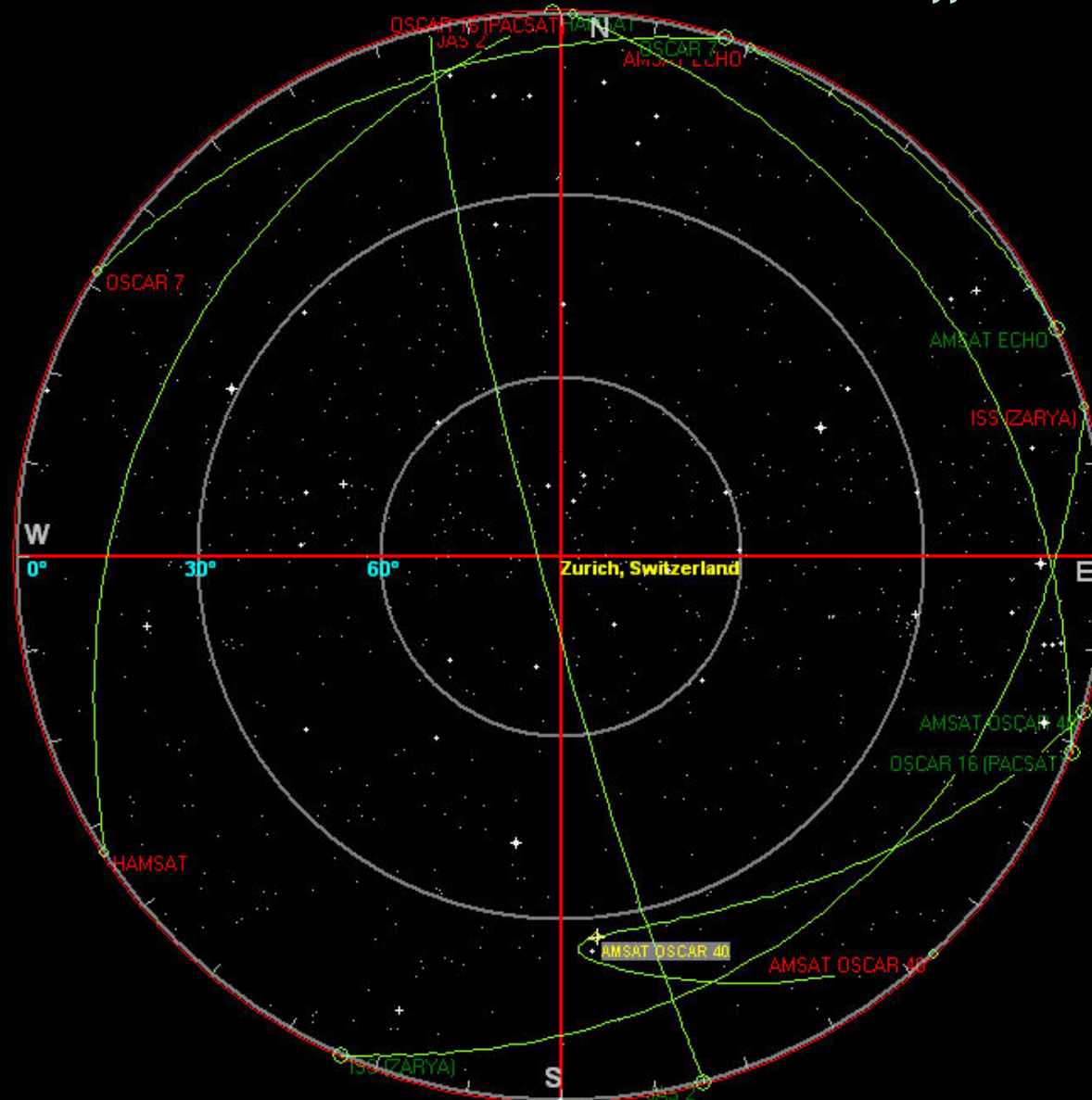
Mögliche Bahnen Sicht „Radar“



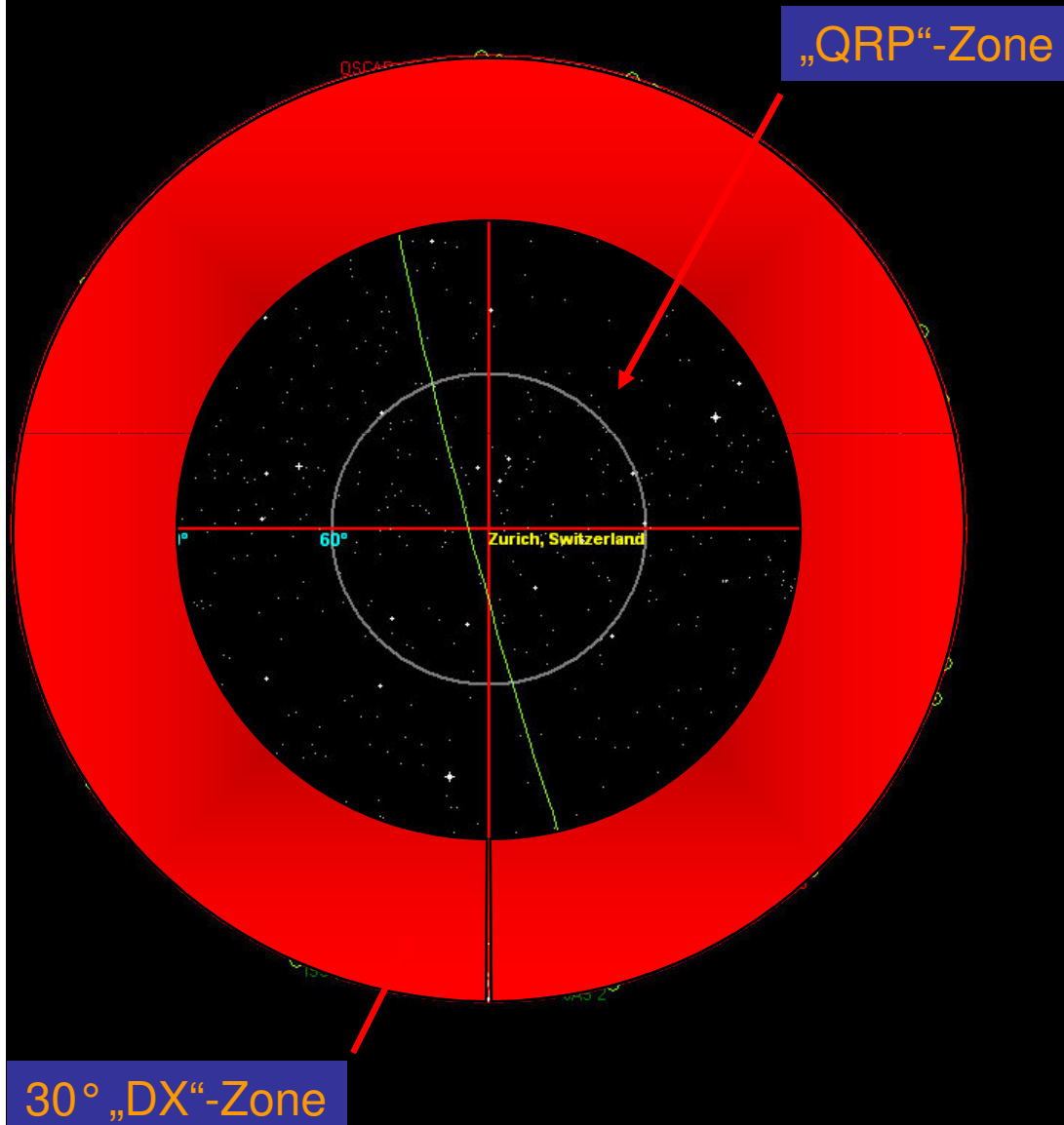
Mögliche Bahnen Sicht „Radar“



Mögliche Bahnen Sicht „Radar“



Zusatzinfo Sicht „Radar“



- Die meisten Überflüge am Tag finden im Bereich von 0° - ca. 30° Elevation statt
Denkanstoss:
→ Welchen vertikalen Öffnungswinkel hat Deine bestehende Antenne?...
- Der QRP-Bereich beginnt je nach Antenne und Satellit ab ca. 30° Elevation (je nach QRM und Zustand des Satelliten)

Ausrüstung

Anforderungen TRX und Antenne

TRX:

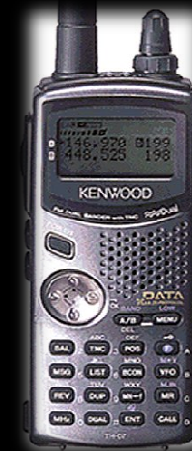
- 2m/70cm FM mit CTCSS
- Wenn möglich Crossbandfähig
- Speicherung von Frequenzpaaren

Antenne:

- Abdeckung der ganzen Hemisphäre

Für DX:

- Ermöglichung von 100 Watt ERP



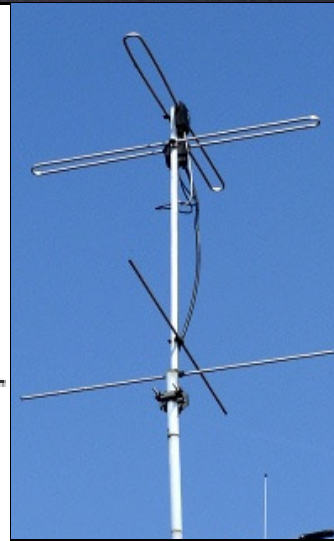
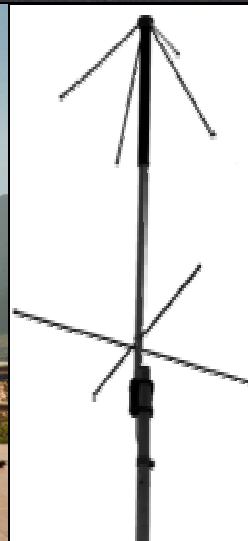
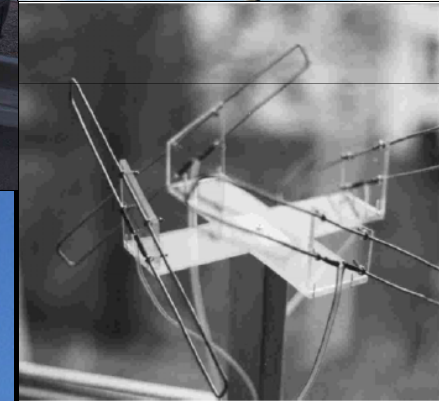
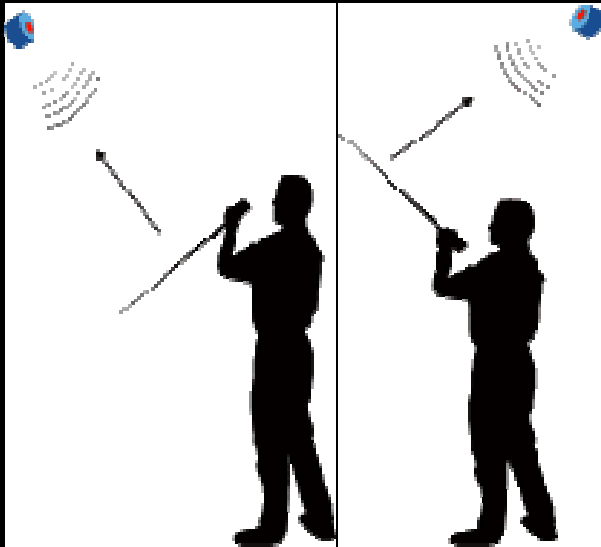
Mögliche TRX Antennenkombinationen

Bezeichnung	TRX	Antenne	Zubehör
Portabel QRPP	Handheld 5 Watt	Teleskop	-
Portabel QRP	Handheld 5 Watt	Portabel Kombi-Yagi	Evt. VV 70cm
Portabel QRO 1	Handheld 5 Watt	Portabel Kombi-Yagi	VV 70cm PA 2m/70cm ca. 20-40 Watt
Portabel QRO 2	Mobil 20 – 50 Watt	Portabel Kombi-Yagi	VV 70cm
Mobil 1	Mobil 50 Watt	Duoband 2m/70cm	Evt. VV 70cm
Mobil 2	Mobil 50 Watt	Horizontalloop 2m Horizontalloop 70cm	Evt. VV70cm
Base 1	TRX 50 Watt	Vertical Duoband	Evt. VV 70cm
Base 2	TRX 50 Watt	Horizontalloop Quadrifilar Eggbeater Kreuzdipol etc.	Evt. VV 70cm
Base 3	TRX 10 Watt	Bestehende Yagi 10dB Gain werden in der Elevation fix auf 10° bis 15° angehoben	Evt. VV 70cm

Selbstbauprojekt HB9LU

Die nächste Eskalationsstufe wäre ein automatisch nachführbares Antennensystem, was aber nicht mehr dem Easysatkonzept entsprechen würde.

Einige Antennenbeispiele



Portable (QRP)



Bilder siehe Quellenangaben

Optionales Zubehör

1. **External Speaker/Microphone**

Die meisten Speaker-Microphones verfügen über Funktionstasten, mit welchen man die verschiedenen Speicherplätze abrufen kann. Man muss jedoch selber herausfinden, ob es mit dem zusätzlichen Zubehör oder mit dem Handfunkgerät selbst einfacher ist in dieser Weise QSO zu fahren

2. **MP3 Recorder oder analoges Diktiergerät**

Bei portable Betrieb hält man in der einen Hand die Antenne, in der anderen Hand das Handfunkgerät oder Mikrofon. Die dritte Hand müsste dann logischerweise das Logbuch nachführen. Da wir von Natur aus „nur“ mit zwei Händen ausgerüstet sind, müssen wir dazu zu einem anderen Hilfsmittel greifen. Mit einem Recorder zeichnet man den Durchgang auf. Da die AOS und LOS auf die Sekunde genau bekannt sind, kann man so aus den Aufzeichnungen fast Minutengenau das Logbuch nachträglich nachführen.

3. **Stirnlampe**

Wenn man Abends oder Nachts QRV sein möchte, dann empfiehlt es sich mit einer Stirnlampe ausgerüstet die QSO zu fahren. So hat man die notwendigen Informationen immer im Blickfeld. Wer natürlich einen romantischen Sternenhimmel beobachten möchte und dabei der ISS bei dem Überflug zuschauen will, verzichtet logischerweise auf dieses Zubehör oder schaltet diese nur wenn notwendig ein.

4. **Palm / Organizer**

Für die kleinen Helferlein im Alltag gibt es bereits entsprechende Software. So hat man Sekundengenau die Informationen für den Überflug parat.

5. **70cm Pre-Amp**

Die Satelliten sind bei Überkopfflug um die 800km vom eigenen QTH entfernt. Erscheinen diese am Horizont oder tauchen dort ab, beträgt die Distanz bereits ca. 3200km. Also viermal weiter entfernt und 16mal leiser zu hören. Oder technisch ausgedrückt -12dB. Ein Teil kann man mit den bereits beschriebenen Antennen wett machen. Einen entsprechenden Empfangsverstärker wird aber das eine oder andere Signal laut und klar an den Lautsprecher bringen

6. **PA**

Eine kleine PA kann vor allem für den DX-Betrieb (Satellit am Horizont) sehr hilfreich sein. Natürlich muss für diesen Fall die entsprechende Stromquelle vorhanden sein.

7. **Kompass**

Mit Hilfe des Kompass legt man die genauen Positionen von AOS und LOS fest. (vor allem in den Ferien, wenn man die Gegebenheiten nicht genau kennt)

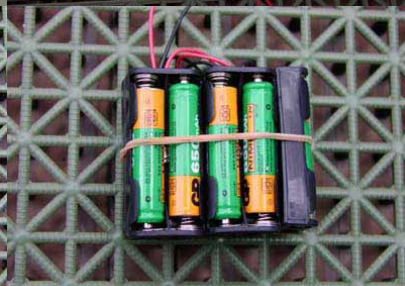
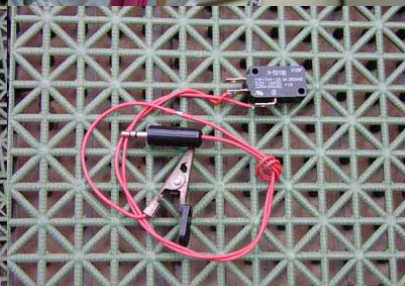
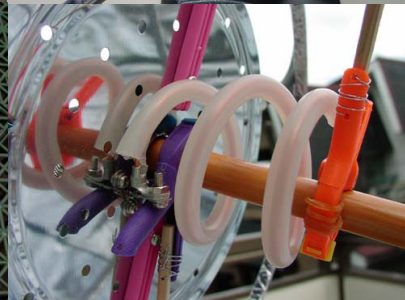
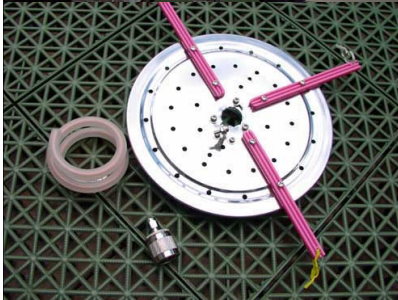
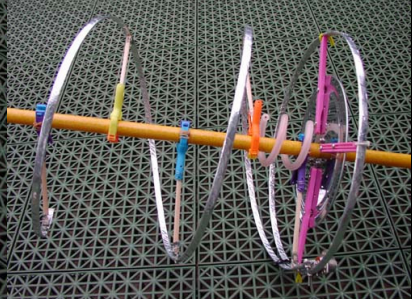
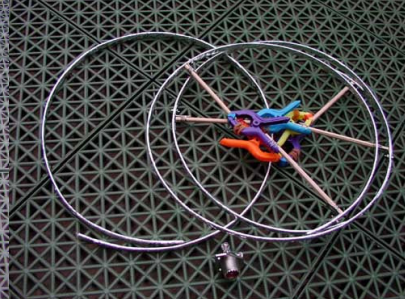
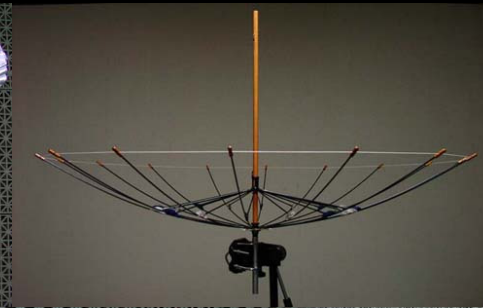
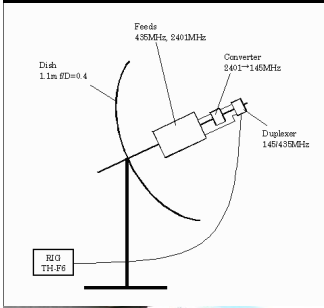
8. **Armbanduhr (evt. mit Alarmfunktion)**

Ein Satellit erscheint nie dann wenn man gerade Zeit hat. Mittels Uhr mit Timerfunktion kann man sich alarmieren lassen, bevor der Satellit am Horizont auftaucht.

9. **Warme Kleidung**

Wer einmal vom Virus angesteckt ist, vergisst (wie so oft in solchen Momenten) wie schnell die Zeit vergeht. Schnell wird es Abend und die Temperaturen sinken. Aber man möchte unbedingt den einen Durchgang nicht verpassen und schon beginnt man den Kampf mit dem Frösteln. In solchen Fällen sorgt man mit den entsprechenden Kleidungen vor.

JN1GKZ small Station (70cm/13cm) (siehe Link im Appendix!)

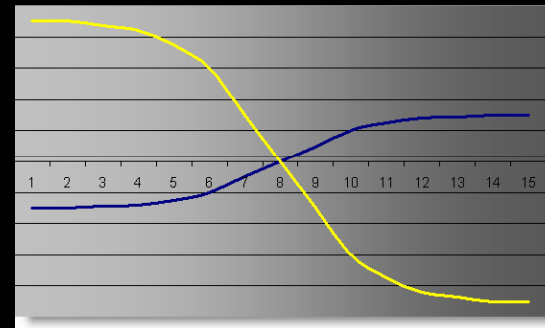
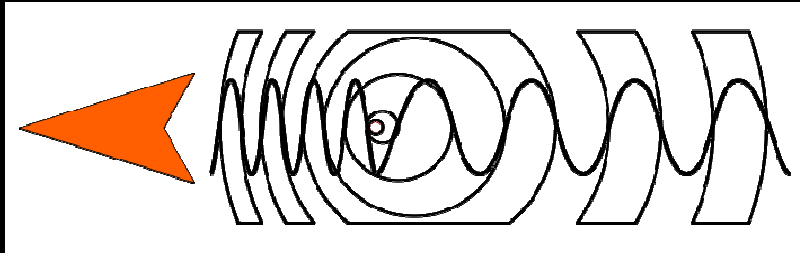


Der Dopplereffekt

Das „Ding“ mit dem Dopplereffekt

Zitat Wikipedia:

„Als Dopplereffekt bezeichnet man die Veränderung der wahrgenommenen bzw. gemessenen Frequenz von Wellen jeder Art, während sich die Quelle und der Beobachter einander nähern oder voneinander entfernen, d.h. relativ zueinander bewegen.“



Somit ist die Physik auch nicht bei den Satelliten für den Amateurfunkdienst auszuhebeln. Je höher die Frequenz und Geschwindigkeit der Satelliten sind, um so stärker sind die Dopplereffekte.

Höhr-Beispiele

CW-Bake



70cm CW-Bake von RS-16 (Aufgenommen 1999) während eines Überkopfdurchflugs.

Doppler Effekt in der Praxis

- Erscheint ein Satellit am Horizont (AOS), dann ist die Frequenz am Empfänger höher als der Satellit sie tatsächlich ausstrahlt. (f+)
- Geht der Satellit am Horizont unter (LOS), dann ist die Frequenz am Empfänger tiefere als der Satellit sie tatsächlich ausstrahlt. (f-)
- Beim **Senden** zum Satelliten gilt genau das **Gegenteil** (Referenzfrequenz ist beim Satelliten – die Bodenstation muss sich anpassen)
→ Hinweis: Verschiedene Stationen haben zum selben Zeitpunkt verschiedene Dopplereffekte
- Befindet sich der Satellit in der kürzesten Distanz zum Beobachtungspunkt (**TCA**) so ist die Differenz der Frequenzen durch den **Dopplereffekt = 0 (f0)**
(Bei Phase 3 Satelliten tritt "f0" auch im Bereich des Appogäums auf)
- Der Dopplershift ist **proportional zur Geschwindigkeit des Satelliten und der Frequenz**. Beim selben Satelliten ist der Dopplereffekt auf 435 MHz drei mal höher als auf 145 MHz. Bei einer Geschwindigkeit von bis zu 28'000 km/h liegt der Dopplershift auf 145 MHz bei ca. 4 kHz und auf 435 MHz bei 12 KHz.
- Mit der Bandbreite der FM-Modulation kann man also wunderbar in Steps von 5 kHz die Abstimmung vornehmen.
- Wenn man dabei die Definition des Dopplereffekts berücksichtigt, so merkt man sehr rasch, dass bei flachen Durchgängen der Dopplereffekt geringer ausfällt als beim Überkopfdurchflug.

Noch etwas wissenschaftlicher

- Doppler Effekt: $f=f_0 \cdot v/c$

v: Relativgeschwindigkeit des Satelliten = $(2\pi(r+h)) / T$

r: Erdradius = 6371 km

h: Höhe des Satelliten über Grund

T: Umlaufzeit eines Orbits

c: Lichtgeschwindigkeit (3×10^8 m/s)

z.B.: beim Aufgang/Untergang von **AO-51**:

$$v = (2\pi(6371 \text{ km} + 750 \text{ km})) / 99 \text{ min} = 451.94 \text{ km/min} = 7532 \text{ m/s}$$

$$f_{\pm 2m} = \frac{145.900 \text{ MHz}}{300000} \times 7532 = 3.6 \text{ kHz}$$

$$f_{\pm 70cm} = \frac{435.300 \text{ MHz}}{300000} \times 7532 = 10.92 \text{ kHz}$$

- 2m $f_0 = 145.9 \text{ MHz}$ $f_{0+} = 145.903.60 \text{ MHz}$ $f_{0-} = - 145.896.40 \text{ MHz}$
70cm $f_0 = 435.3 \text{ MHz}$ $f_{0+} = 435.310.92 \text{ MHz}$ $f_{0-} = - 435.289.08 \text{ MHz}$
- (beim Überkopfflug bei TCA $f=0$ d.h. keine Dopplerverschiebung)

Der Trick mit dem Dopplereffekt

- Die meisten Duobandgeräte erlauben es, auf einen Speicherplatz getrennte Sende und Empfangsfrequenzen zu speichern. (Frequenzpaare)
- Da sich die Physik (hoffentlich ;-)) nie ändern wird, lassen sich für jeden Satelliten optimale Frequenzpaarungen definieren, die weltweit gültig sind.
- Abweichungen dieser Frequenzen können höchstens durch Konfigurationsänderungen, Alterung oder Strahlungsschäden im Satelliten selbst entstehen.

Freuenzpaarungen für derzeit aktive FM-Sat's (Stand April 2008)

SAT	AO-27		ISS APRS*		ISS Repeater*	
Mode	Uplink TX	Donwlink RX	Uplink TX	Donwlink RX	Uplink TX	Donwlink RX
AOS1	145.845	436.805	145.830	145.820	437.790	145.805
AOS2	145.850	436.800	145.825	145.825	437.795	145.800
TCA	145.850	436.795	145.825	145.825	437.800	145.800
LOS1	145.850	436.790	145.825	145.825	437.805	145.800
LOS2	145.855	436.785	145.820	145.830	437.810	145.795

SAT	SO-50		AO-51		AO-51 Secondary	
Mode	Uplink TX	Donwlink RX	Uplink TX	Donwlink RX	Uplink TX	Donwlink RX
AOS1	145.845 (67.0 / 74.4 Hz)	436.805	145.915 (67.0 Hz)	435.310	145.875 (67.0 Hz)	435.160
AOS2	145.850 (67.0 / 74.4 Hz)	436.800	145.920 (67.0 Hz)	435.305	145.880 (67.0 Hz)	435.155
TCA	145.850 (67.0 / 74.4 Hz)	436.795	145.920 (67.0 Hz)	435.300	145.880 (67.0 Hz)	435.150
LOS1	145.850 (67.0 / 74.4 Hz)	436.790	145.920 (67.0 Hz)	435.295	145.880 (67.0 Hz)	435.145
LOS2	145.855 (67.0 / 74.4 Hz)	436.785	145.925 (67.0 Hz)	435.290	145.885 (67.0 Hz)	435.140

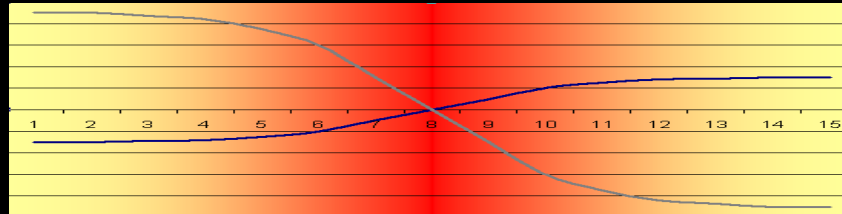
Die Daten beziehen sich auf die jeweilige maximale Überflugsdauer. Bei flachen Durchgängen werden meist nur die mittleren drei Zeilen der jeweiligen Tabelle notwendig sein

Die Klammerwerte im Uplink-TX beziehen sich auf den notwendigen CTCSS Subaudioton

Beispiel Doppler AO-51

(bei Überkopfflug = max. Dauer)

CH 1: AOS-1
TX 145.915
RX 435.310



Distanz: 3200 km

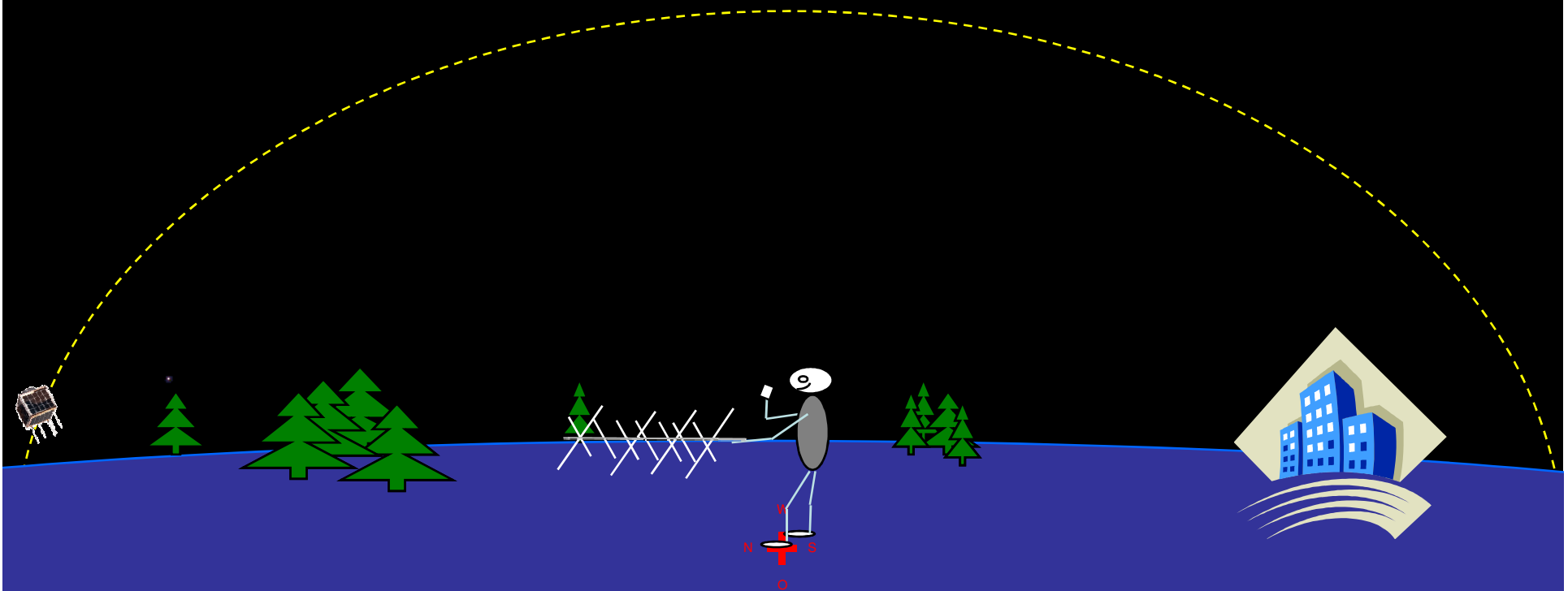
0 – 5 Minuten
Langsame QRG-Änderung

5 – 7 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

7 – 9 Minuten
sehr schnelle QRG-
Änderung

9 – 11 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

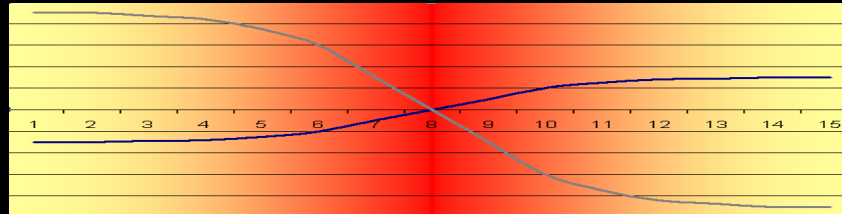
11 – 16 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(bei Überkopfflug = max. Dauer)

CH 2: AOS-2
TX 145.920
RX 435.305



Distanz: 1500 km

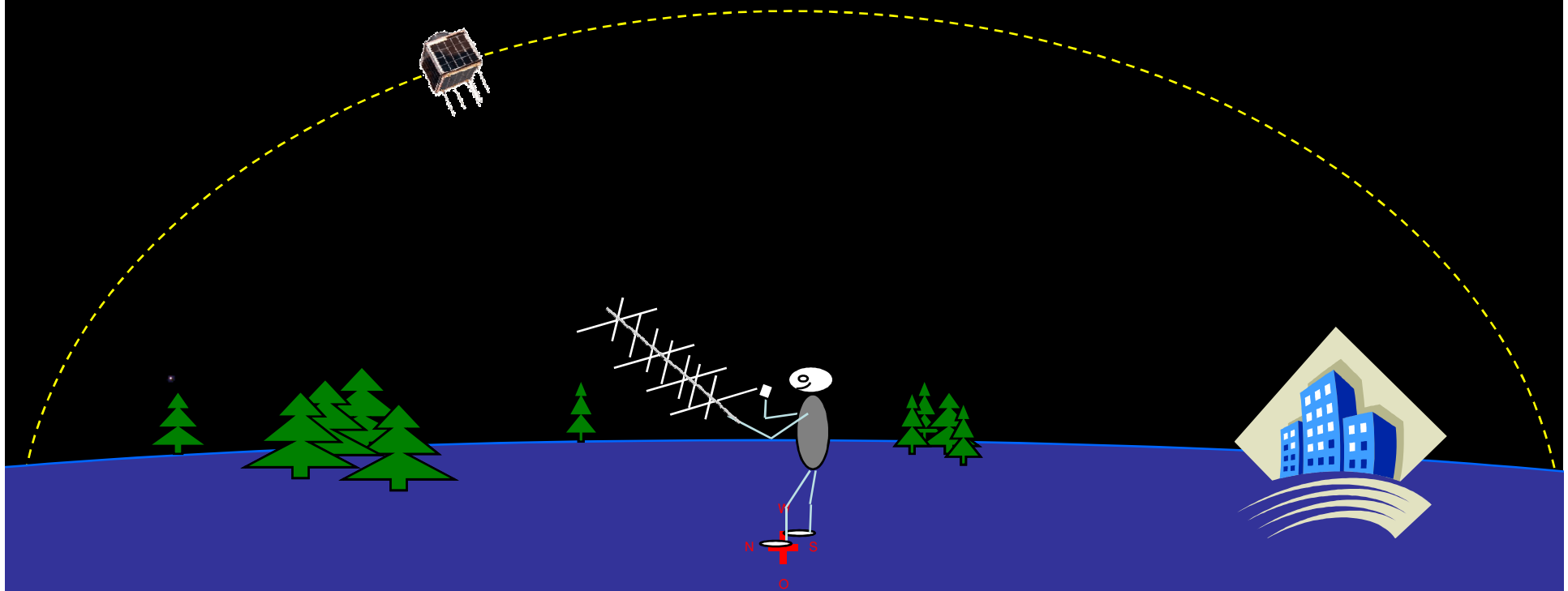
0 – 5 Minuten
Langsame QRG-Änderung

5 – 7 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

7 – 9 Minuten
sehr schnelle QRG-
Änderung

9 – 11 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

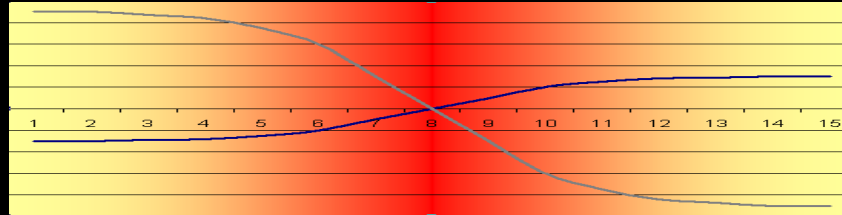
11 – 16 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(bei Überkopfflug = max. Dauer)

CH 3: TCA
TX 145.920
RX 435.300



Distanz: 850 km

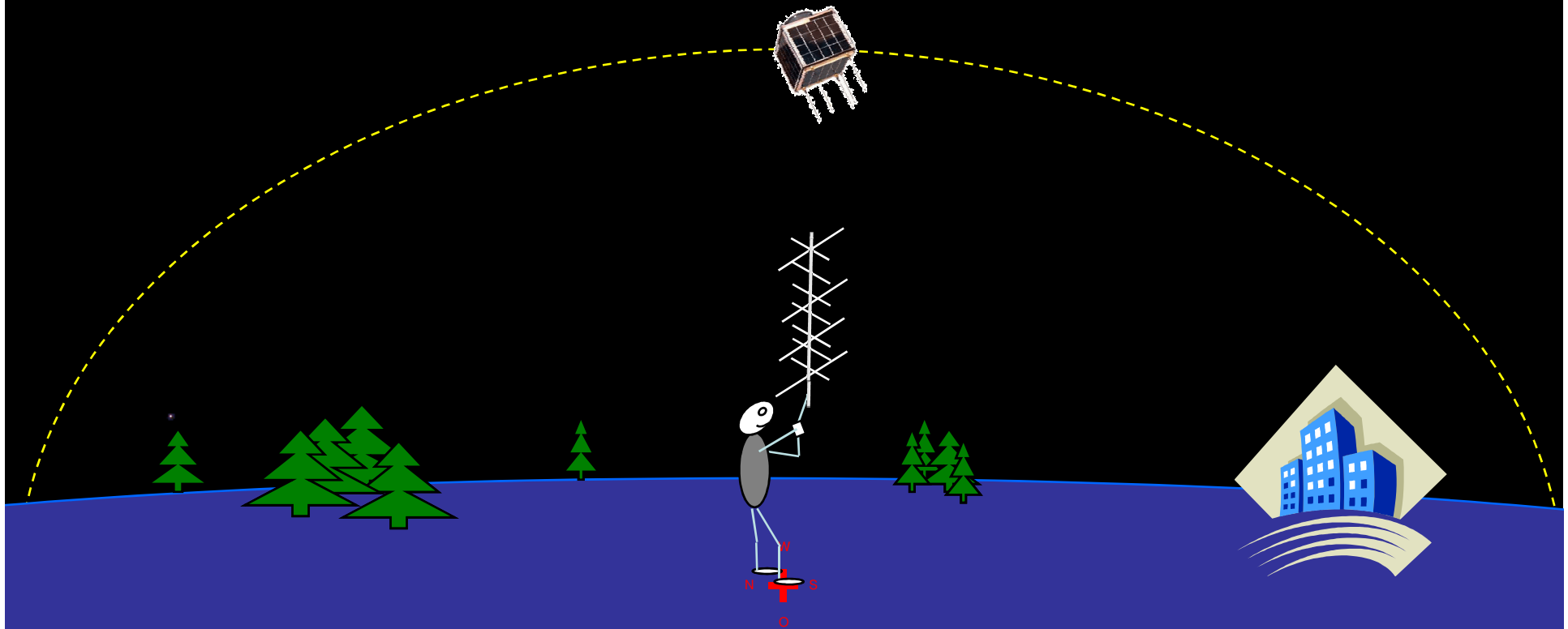
0 – 5 Minuten
Langsame QRG-Änderung

5 – 7 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

7 – 9 Minuten
sehr schnelle QRG-
Änderung

9 – 11 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

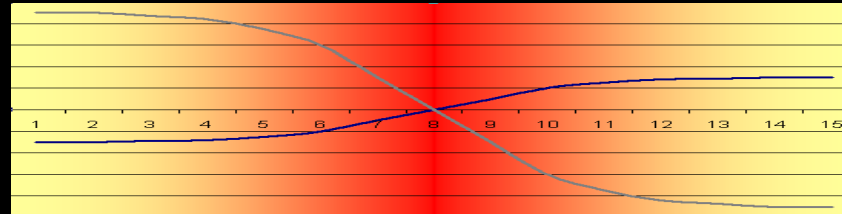
11 – 16 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(bei Überkopfflug = max. Dauer)

CH 4: LOS-1
TX 145.920
RX 435.295



Distanz: 1500 km

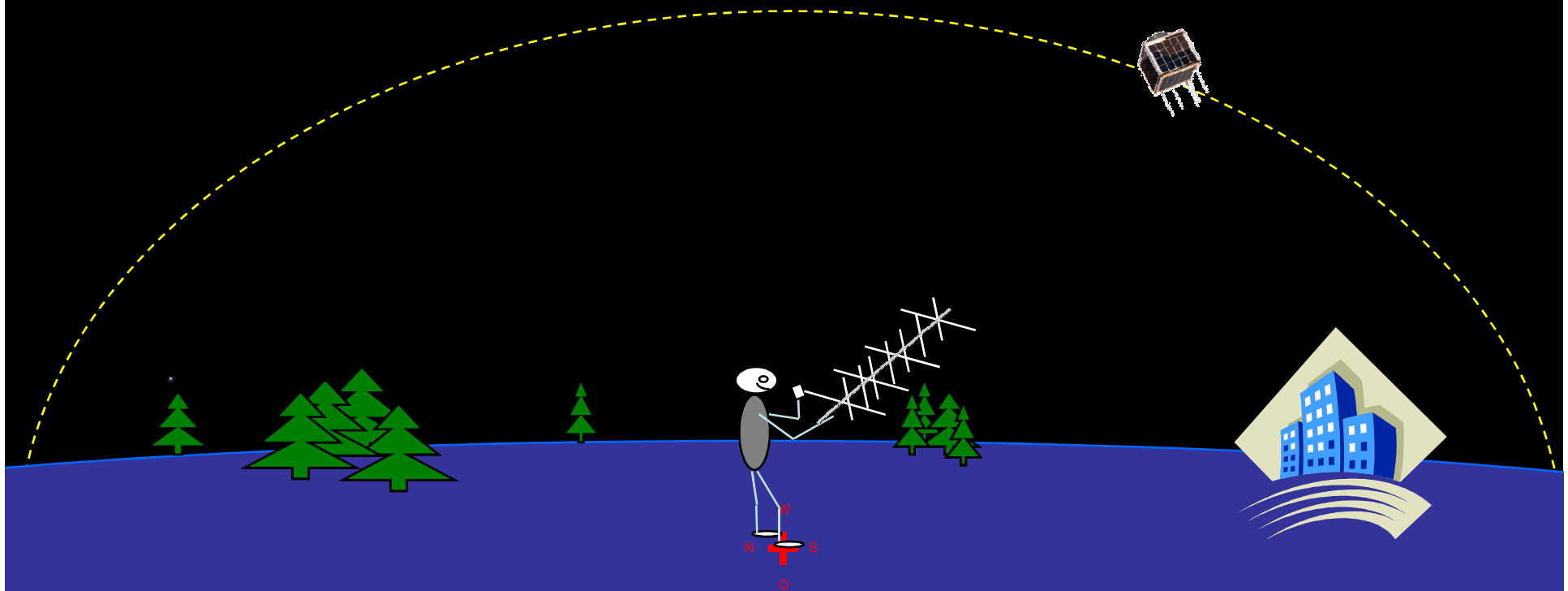
0 – 5 Minuten
Langsame QRG-Änderung

5 – 7 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

7 – 9 Minuten
sehr schnelle QRG-
Änderung

9 – 11 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

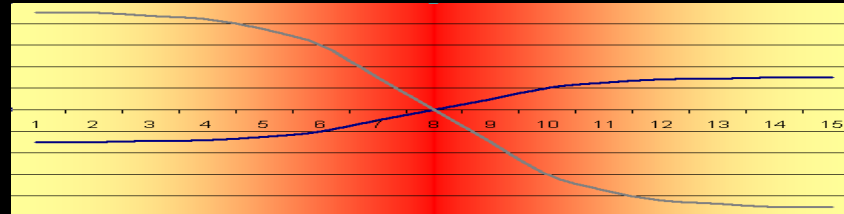
11 – 16 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(bei Überkopfflug = max. Dauer)

CH 5: LOS-2
TX 145.925
RX 435.290



Distanz: 3200 km

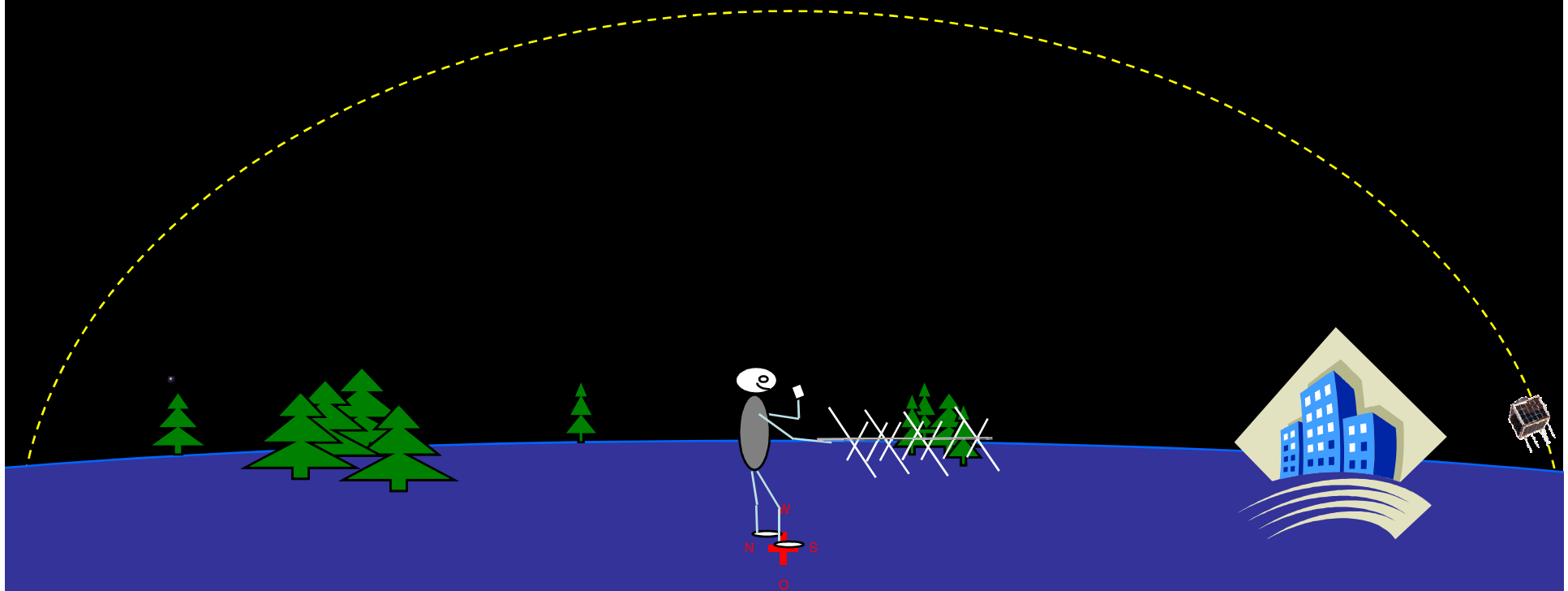
0 – 5 Minuten
Langsame QRG-Änderung

5 – 7 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

7 – 9 Minuten
sehr schnelle QRG-
Änderung

9 – 11 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

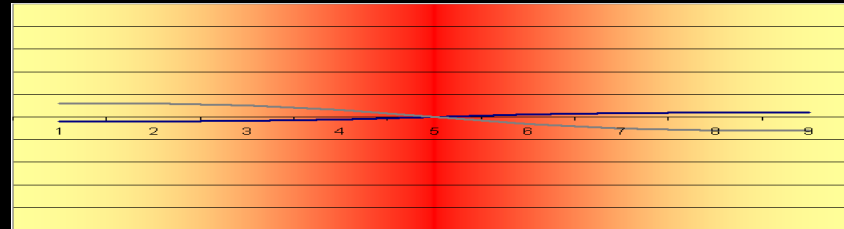
11 – 16 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(flacher Überflug = wenig Dopplereffekt)

CH 2: AOS-2
TX 145.920
RX 435.305

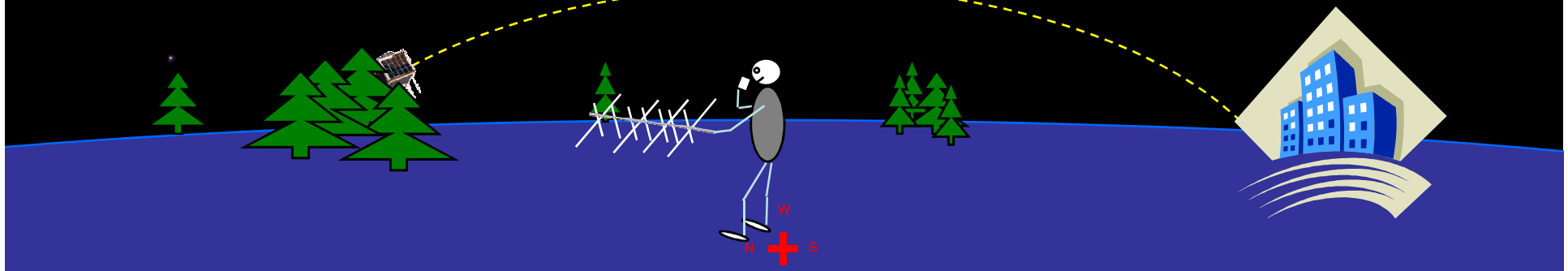


Distanz: 3200 km

0 – 3 Minuten
Langsame QRG-Änderung

3 – 5 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

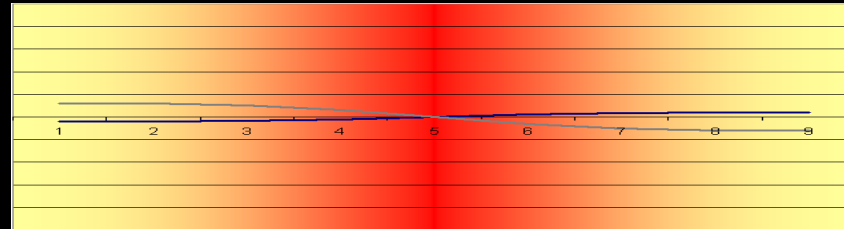
5 – 8 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(flacher Überflug = wenig Dopplereffekt)

CH 3: TCA
TX 145.920
RX 435.300

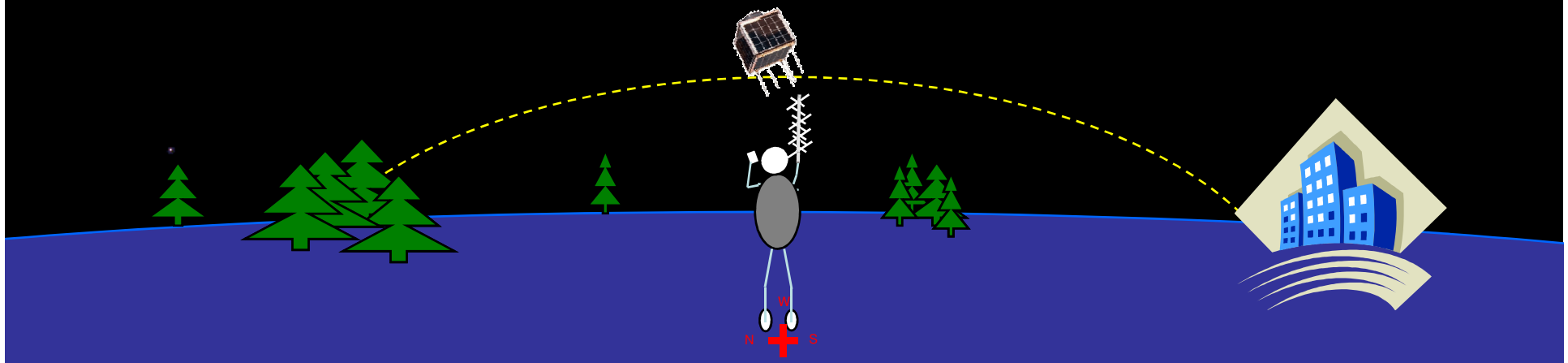


Distanz: 1750 km

0 – 3 Minuten
Langsame QRG-Änderung

3 – 5 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

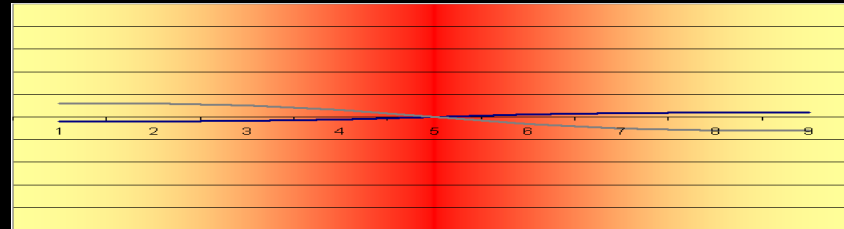
5 – 8 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Beispiel Doppler AO-51

(flacher Überflug = wenig Dopplereffekt)

CH 4: LOS-1
TX 145.920
RX 435.295

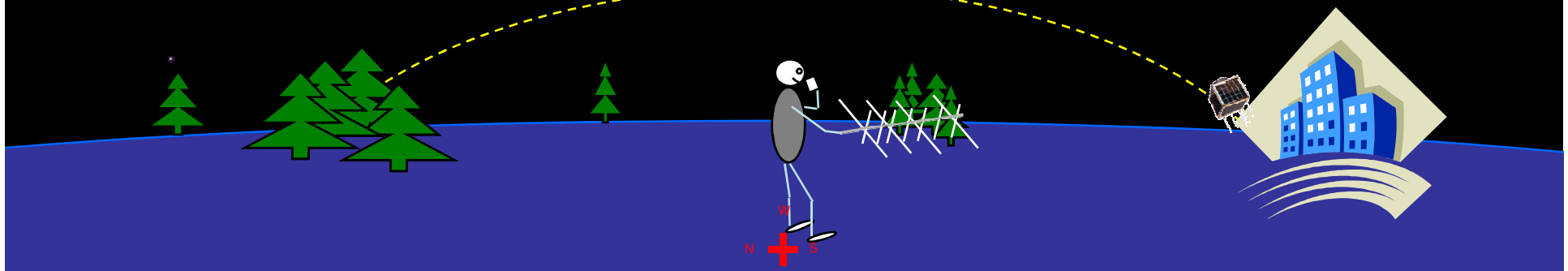


Distanz: 3200 km

0 – 3 Minuten
Langsame QRG-Änderung

3 – 5 Minuten
schnelle QRG-
Änderung

5 – 8 Minuten
Langsame QRG-Änderung



Wellenausbreitung

Optische Wellenausbreitung...

- Da wir uns in diesem Thema auf die beiden Bänder 2m und 70cm konzentrieren, haben wir es mit der quasi optischen Wellenausbreitung zu tun
- Allerdings haben wir nur geringfügig mit Reflexionen und Interferenzen zu kämpfen
- Es ist durchaus zu beobachten, dass vor allem im 2m-Band die Signale eines Satelliten knapp unter dem Horizont noch zu hören sind, resp. dort ankommen.
- Es gibt aber Phänomene, die wir bei terrestrischen Ausbreitungen praktisch kaum kennen. Insbesondere die Effekte, die Polarisationsänderungen hervorrufen.

Effekte der Polarisationsänderungen

- Man kann nie sagen, ein Satellit sendet vertikal oder horizontal. Die meisten Satelliten sind Spin-Stabilisiert (Eigenrotation), was bereits zu einer Polarisationänderung führen kann.
- Die meisten Satelliten haben auch nicht die Möglichkeit, ihre Antennen stets korrekt gegen die Erde auszurichten
- Die Satellitenbahn und Stabilisierung wird zusätzlich durch die Gravitationskräfte von Erde, Mond und Sonne beeinflusst. Die Satelliten torkeln dazu mit der Zeit durch den Raum. Auch dadurch werden die Antennen nicht optimal zur Erde ausgerichtet. Daher kann es sein, dass der Satellit unter den selben Verhältnissen, bei zwei völlig identischen Orbits, einmal sehr gut hörbar ist, das andere mal nicht.
- Daneben gibt es zwei weitere „natürliche“ Effekte, die zu einer Polarisationsänderung führen können:
 - **Anomalien:** Ionospärische Effekte (F- und E-Layer)
 - **Faraday-Rotation:** Drehung der Polarisationsebene einer linear polarisierten Welle beim Durchgang durch ionisiertes Medium im Magnetfeld
- Abhilfe hilft hier ein zirkulares Antennensystem, Diversity-Empfang oder eine von Hand drehbare Antennenpolarisation.

Das Operating

Das Operating

Vor dem QSO

- Gilt für Portabel-Betrieb: Möglichst freistehender Hügel wählen – Koordinaten müssen bekannt sein.
- Status der gewünschten Satelliten prüfen (Aktiv, Partial-Aktiv, Mode)
- Überflughdaten beschaffen (Abhängig von Koordinaten und Zeit)
- Funktion der Station sicherstellen (Akku voll? Test-QSO über ein Relais)
- Recorder aktivieren
- Sei mindestens 5 Minuten vor AOS QRV. Im Gegensatz zu Dir wird der Satellit nie auf Dich warten und ist pünktlicher als jede ÖV!

Bei AOS

So bald die ersten QSO hörbar sind, kann es losgehen. Bitte beachte folgende Punkte:

- Rufe nie CQ... QRZ genügt.
- Fasse dich sehr kurz (Gedankenpause und zwischendurch ein „ähm“ können Dich das QSO kosten)
- Austausch von Rapport, Name und Locator muss genügen
- Die LEO-Satelliten haben keine aktive Lagestabilisierung und torkeln oft durch den Raum. Daher musst Du immer mit Fading-Erscheinungen rechnen.
- Wenn Du die Antenne in den Händen hältst, so versuche durch Kippbewegungen die optimale Polarisierung herauszufinden, damit Du das optimale Signal erreichen kannst. Das Fading kann so vermindert werden.
- Bei „QRO“ aber immer die minimal mögliche Sendeleistung verwenden
- Sei mit einem QSO pro Überflug zufrieden. (In EU gibt es 100te Stationen, welche in den 10 – 20 Minuten auch ein QSO fahren möchten.

Nach LOS

- Recorder abschalten
- Logbuch nachführen
- Die Natur genießen ;-)
- QSL-Karte schicken

Beispiel eines Standard QSO's

QRZ Satellite from HB9WDF HB9WDF QRZ Satellite

HB9WDF this is ON5NY QSL?

ON5NY Hello dear OM you're 55 in JN47AE Name is Michael QSL?

QSL Michael. Thank you for 55. Your also 55 in JO10LV– Name is Walt. 73 Michael

OK Walt – thank you for 55 Report. Best 73 from central Switzerland and thank you for the QSO

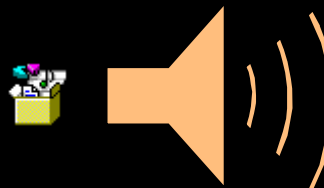
Wird man danach von weiteren Stationen gerufen, wird man natürlich noch ein weiteres QSO fahren. Es empfiehlt sich jedoch, auf weitere QRZ-Rufe zu verzichten, da viele weitere Stationen auch in dieser kurzen Zeit ein QSO machen möchten.

Widerspricht man dieser Regel, verlieren viele Stationen die Geduld und beginnen mit ihren QRZ oder sogar langatmigen CQ-Rufen dein QSO zu stören. (Der Hamspirit beruht auf Gegenseitigkeit)

Sollte jedoch ausnahmsweise kein weiterer Funkbetrieb auf dem Satelliten statt finden, so liegt es natürlich nahe, dass man auf einen weiteren QRZ-Ruf nicht verzichten sollte.

Es liegt in der Sache der Natur, dass vor allem über Zentral-Europa ein mächtiges Chaos entsteht und besonders abends und erst recht an den Wochenenden viele Stationen mit sehr hoher Leistung den Satellit dicht machen. Und es sind nicht nur südländische Stationen, die sich so benehmen. Daher immer mit gutem Beispiel vorangehen. Vor allem in den Ferien in abgelegenen Orten macht der QRPP-Betrieb über SAT grossen Spass!

Das obige Beispiel-QSO dauert ca. 45 – 60 Sekunden. Es widerspiegelt ein gängiges QSO-Format, dass in verschiedenen geänderten Formen zur Anwendung kommt.



Sonderfall AO-7

Sonderfall AO-7

- AO-7 ist seit 1974 im Orbit
- Der Satellit verstummte 1980?
- Die Akkus wurden hochohmig und schleusten so die Energie aus den Solarpanels direkt auf die Systeme
- Somit steht AO-7 seit 2002? den Funkamateuren zur Verfügung.
- AO-7 kann im Mode-A (2m up / 10m down – CW/SSB) wegen des geringen Dopplereffekts als Easy-Sat bezeichnet werden
- Über AO-7 ist es möglich die Westküste von Nordamerika zu erreichen.

AO-7 Frequenzen

Mode	Uplink	Downlink
Mode J	145.875 – 145.975 CW/LSB	432.250 – 432.150 CW/USB
Mode B	432.250 – 432.150 CW/LSB	145.875 – 145.975 CW/USB
Mode A	145.875 – 145.975 CW/LSB	29.400 – 29.500 CW/SSB Aktivitätszentrum 29.450

Aktivitätszentrum bei Mode A: 29.450 MHz
DX-QRG (inoffiziell) bei Mode B: 145.955 MHz

AO-7 Mode- A Groundstation

- 2m TX SSB/CW
- 10m RX SSB/CW
- Mögliche Uplink Antennen:
 - GP
 - Eggbeater
 - Horizontalloop
 - Yagi (+15 bis +20 Grad Elevation)
- Mögliche Downlinkantennen:
 - Lambda $\frac{1}{4}$ Groundplane
 - Dipol
 - Kreuzdipol
 - Beam
 - CB-Vertical



AO-7: Bitte beachten

- Bitte nur so viel Sende-Leistung wie notwendig benutzen.
- Empfängt man den Satelliten mit FM-Effekten (instabile Frequenz), so muss dringend die Leistung reduziert oder ganz auf das QSO verzichtet werden.

Die QSL-Karte

Das gehört auf die QSL-Karte

- Name des Satelliten
- Satelliten-Mode
- Downlinkfrequenz
- Evt. Uplinkfrequenz
- Die QSL-Disziplin unter den SAT-OP's ist nach wie vor sehr hoch!
- Bestätigt wird i.d.R. pro Satellit und pro SAT-Mode (nicht pro Band)

Beispiel von QSL-Kartenangaben

GMOICF I07SPP.

To Station **HB9WDF**.

Confirming our QSO
 on **25/2/07** at **21:46** GMT
 on **V052** MHz **ssb** fm am cw
 Rst **55** Tx-Rx **TS790E**
 Power **40** watts
 Ant: **TX 3x5/8λ**; **RX: 2x5/8λ**

Pse Qsl Direct Or Via **RSGB**

Bill

Via To radio **HB9WDF**

ON5NY confirms our satellite qso(s)

DATE	UTC	RST	MODE	UP	DOWN	SAT
24/02/2007	15:12	59	FM	2m	70cm	AO-27

Rig: **IC-275E / IC-475E / TS2000**
 Ant: **12el crossyagi** 60cm dish
20el crossyagi Patch Feed
 downconverter 20T helix

tnx fr nice sat qso dr **MICHAEL**
73 de walt

Please QSL

IK3VZS JN55VI

ZONE 15 ITU 28

AMSAT

ZORZIN VINICIO
 Via E. Fermi, 1
 35031 ABANO T.
 (PADOVA) ITALY

Confirming QSO with:	Day/Month/Year	Time (UTC)	Report	Satellite/Mode	Frequency	Mode 2-Way
HB9WDF	3.1.07	2005	5/9	V0-52	Up 435 Down 145	SSB

K8DID
 RON GORZYNSKI
 323 N. Lewis St.
 Ludington, MI 49431 USA

MASON COUNTY - GRID EN63sx
 AMSAT LM #1514, 10-10 #9304

AO-40 QSO

Confirming QSO with:	Day	Month	Year
HB9WDF	4	1	07

UTC	MHz	RST	Mode 2-Way
1334	U/S	55	SSB

Tnx for QSL
73's
Walt

Tipps:

- Im EU-Raum ist das Easysat-Konzept vor allem in den frühen Morgenstunden erfolgreich
- Bei AOS und LOS bestehen die grössten DX-Chancen. Allerdings reicht hier QRP nicht mehr aus.
- Satelliten sind Wundertüten. Manchmal klappts – manchmal nicht.
- Experimentierfreudige OM's dürfen sich hier voll und ganz ausleben
- Für CW'isten: Jeweils am 1. Januar findet die AMSAT Straight-Key-Night statt

Fragen?

Appendix

Kleines Sat-Glossar

Begriff	Beschreibung
AMSAT	Amateur Satellit
ALON	ALON steht für Attitude-LONgitude, also die Längenangabe (Longitude) der Fluglage (Attitude).
ALAT	ALAT steht für Attitude-LATitude, also eine Breitenangabe (Latitude) der Fluglage (Attitude) des Satelliten
AOS	Acquisition of Signal – Zeitpunkt, ab wann der Satellit am Horizont erscheint
Dopplereffekt	Als Dopplereffekt bezeichnet man die Veränderung der wahrgenommenen bzw. gemessenen Frequenz von Wellen jeder Art, während sich die Quelle und der Beobachter einander nähern oder voneinander entfernen, d.h. relativ zueinander bewegen
Downlink	Signalweg vom Satelliten zur Bodenstation
Footprint	Theoretischer Abdeckungsbereich des Satelliten. (Bei den meisten Bahnrechnungsprogrammen werden Öffnungswinkel oder Squint nichtberücksichtigt)
Kepler-Elemente	Berechnungselemente für Satellitenbahnen auf Grundlage der Kepler-Gesetzen
LEO	Low Earth Orbit – tieffliegende Satelliten
LOS	Lost of Signal – Zeitpunkt, ab welchem der Satellit am Horizont untergeht.
MA	Der Umlauf des Satelliten um die Erde ist in 256 zeitgleiche Teile, MA-Werte, unterteilt
OSCAR	Orbiting Satellit Carrier Amateur Radio
Phase 1-5	Beschreibt die möglichen Satellitenbahnen eines Satelliten (siehe Anhang)
Spin	Lagestabilisierung des Satelliten die passiv (Eigenrotation) oder aktiv (z.B. Drallräder wie in AO-40) erfolgen kann
Squint	Schilwinkel der Satellitenantenne bei nicht optimaler Ausrichtung
Transponder-Mode	Der Transponder-Mode ist ein Kennziffer, mit welchem man die Up und Downlink Frequenzen schlüsselt (siehe Anhang)
TCA	Time of closest access bezeichnet die kürzeste Distanz zwischen Satelliten und Beobachter. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Frequenzdrift durch den Dopplereffekt = 0.
Uplink	Signalweg von der Bodenstation zum Satelliten

Arten von Amateurfunksatelliten

P1 – P5

Ein Selbstverständnis in der Satelliten-Gemeinde ist für einen Einsteiger oft ein Buch mit sieben Siegeln. So auch die Unterscheidung von Satellitenprojekten nach AMSAT. Hier kurz erklärt, was es bedeutet, wenn von zum Beispiel von Phase 3 Satelliten gesprochen wird:

Bezeichnung	Beschreibung
Phase 1	Experimentelle Satelliten, in sehr niedrigen Orbits ohne Solarzellen → kurze Lebensdauer
Phase 2	LEO (Low Earth Orbit) Satelliten in einer kreisförmigen Umlaufbahn in einer Höhe von ca. 300 – 1500km
Phase 3	Satelliten in einem hocheliptischen Orbit. Mit einem Erdnahsten (Perigäum) von ca. 300 – ca. 1500km und einem erdentferntesten (Appogäum) von ca. 15'000 – ca. 60'000 km
Phase 4	Geostationäre Satelliten in einer Höhe von ca. 35'800 km
Phase 5	Interplanetar / Interstellar: Mission verlässt die Erde Richtung andere Himmelskörper

Solange sich Satelliten der AMSAT in der Bauphase befinden, werden die P1-P5 Bezeichnungen mit fortlaufenden Buchstaben des Alphabets bezeichnet. (z.B. P3D, P5A, etc) Sobald ein Satellit den operativen Dienst aufnimmt, werden die AMSAT-Nummer zugeordnet. (z.B. P3D heisst AO-40). Satelliten mit Amateurfunknutzlast, die nicht durch die AMSAT gebaut wurden erhalten ebenfalls eine AMSAT-Nummer. Ausnahmen machen hier einige russische Satelliten.

Transponder Mode

Bezeichnung	Uplink	Downlink
Mode A	2m	10m
Mode B (V/U)	70cm	2m
Mode J (U/V)	2m	70cm
Mode K	15m	10m
Mode L	24cm	70cm
Mode S (U/S)	70cm	13cm
Mode V/L	2m	23cm
Mode U/L	70cm	23cm
Mode L/S	23cm	13cm
Mode T	15m	2m
Mode D (Lademode)	-	-
Mode JA (analog)	2m	70cm
Mode JD (digital)	2m Kanäle	70cm
Mode KT	15m	2m & 70cm
Mode KA	15m & 2m	10m
Mode JL	2m&24cm	70cm

Die Bezeichnungen sind historisch gewachsen. Bei Multitransponder-Satelliten wie AO-40 hat sich eingebürgert, pro Band ein Buchstabe zu vergeben. Die Kombination der Bänder ergeben die Kombinationen der Buchstaben und kennzeichnen so den Mode. Die Tabelle hat daher kein Anspruch auf Vollständigkeit

Quellenangaben

- Alle Quellenangaben, Hilfsmittel und weitere Informationen sind auf meiner Webseite www.michi-dani.ch/amateurfunk/easysat zu finden.
- Hintergrundinformationen und Erfahrungsberichte des Easysatprojekts bei HB9LU ist auf deren Webseite unter www.hb9lu-qrv.ch ersichtlich.