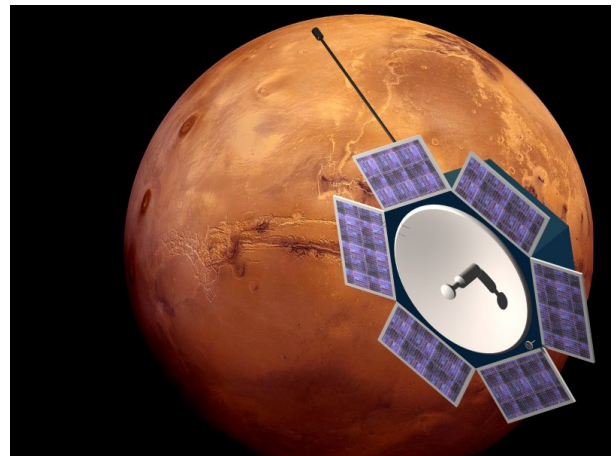


## Inhaltsverzeichnis

1. Kategorie:Satellitenfunk .....	2
2. Ballon Passepartout .....	4
3. Begriffe Satellitenfunk .....	5
4. GO Mars .....	9
5. Hamclock .....	12
6. Nur für Spezialisten? .....	13
7. QO-100 .....	17
8. Überblick Satellitenfunk .....	20

---

## Kategorie:Satellitenfunk



### Satellitenfunk

Auf diesen Seiten dürfen wir die Artikel von Ottwald, OE2OHA, der sich intensiv mit dem Möglichkeiten des Funkens über Satelliten beschäftigt, wiedergeben. Die Original-Artikel finden sich auf <http://www.funknachrichten.at>. Wir danken dem Team der FUNKNACHRICHTEN und OE2OHA.

### Seiten in der Kategorie „Satellitenfunk“

---

Folgende 7 Seiten sind in dieser Kategorie, von 7 insgesamt.

#### B

- [Ballon Passepartout](#)
- [Begriffe Satellitenfunk](#)

#### G

- [GO Mars](#)

#### H

- [Hamclock](#)

#### N

- [Nur für Spezialisten?](#)

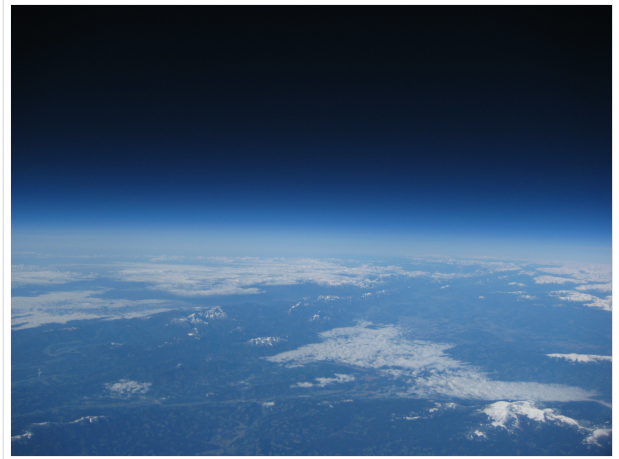
#### Q

- [QO-100](#)

## Ü

- [Überblick Satellitenfunk](#)

## Ballon Passepartout



Sicht vom Ballon



Start des Ballon

## Begriffe Satellitenfunk

### Inhaltsverzeichnis

1 Satellitenbetriebstechnik - eine Einführungsserie von OE2OHA .....	6
1.1 Teil 2 - Begriffe .....	6
1.1.1 Umlaufbahn .....	6
1.1.2 Äquatordurchgang .....	6
1.1.3 Inklination .....	7
1.1.4 Mittlere Anomalie, squint angel .....	7
1.1.5 Modus .....	7
1.1.6 Lineartransponder und FM-Repeater .....	7
1.1.7 LEO, geostationär .....	7

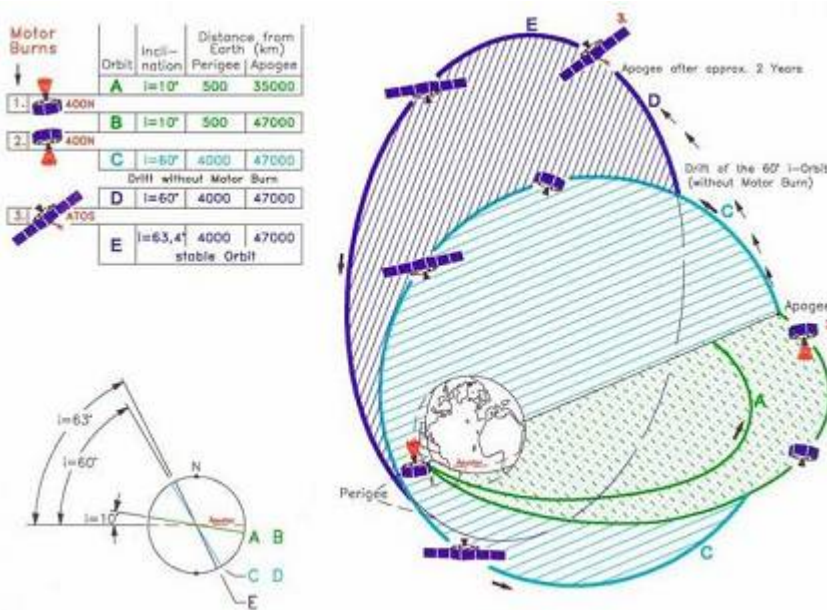
## Satellitenbetriebstechnik - eine Einführungsserie von OE2OHA

### Teil 2 - Begriffe



(Subsatellitenpunkt, Äquatorialdurchgang, Inklination, Mittlere Anomalie, Schielwinkel ...)

(oh) Wenn Sie sich auf den Rücken legen, senkrecht in den Himmel starren und dann genau über ihrem Kopf der Satellit vorbei fliegt, dann war einen kurzen Moment der Subsatellitenpunkt ihr Kopf. Dieser Punkt ist also jene Stelle auf der Erdoberfläche, auf der die gedachte Linie vom Satellitenmittelpunkt zum Erdmittelpunkt die Erdoberfläche berührt. Der Subsatellitenpunkt ist der Mittelpunkt der Ausleuchtzone.



Am Beispiel der ursprünglich geplanten Bahnverläufe des AO-40 im obigen Bild möchte ich Ihnen weitere Begriffe aus der Satelliten-Betriebstechnik und Bahnberechnung erläutern

### Umlaufbahn

Reiht man alle Subsatellitenpunkte während des Umlaufs um die Erde aneinander, erhält man die Satellitenumlaufbahn.

### Äquatordurchgang

Ein wichtiger Punkt auf dieser Umlaufbahn ist der Zeitpunkt, wenn die Umlaufbahn den Erdäquator schneidet. Bei elliptischen Umlaufbahnen wird dazu der Äquatorialdurchgang im Perigäum (erdnächster Punkt der Bahn) herangezogen. Dieser Zeitpunkt des Äquatorialüberganges wird als Referenzpunkt für die Bahnberechnungen benutzt.

## Inklination

Der Erhebungs-Winkel zwischen Äquatorebene und Umlaufbahn wird Inklination genannt. (Linke Grafik im AO-40 Bahnbild). Dieser Wert ist auch deshalb wichtig, weil er die Erreichbarkeit eines Satelliten beschreibt. Erklärung: Weist die Bahn eine geringe Inklination und Bahnhöhe auf (z. Bsp.: 3 Grad und 160 km Höhe), liegt der Satellit für uns immer unter dem Horizont und kann deshalb nicht gearbeitet werden (Space-Shuttle-Bahnen verlaufen oft so), das heisst, dass der Ausleuchtbereich nie bis zu uns reicht.

## Mittlere Anomalie, squint angel

Umlaufbahnen werden von den Funkamateuren in 256 zeitliche Abschnitte geteilt, die mittlere Anomalie (MA) genannt, deren Beginn beim Äquatordurchlauf von Süd nach Nord beginnt.

Bei den elliptischen Umlaufbahnen der HEO's sind die MA-Werte deshalb von hoher Bedeutung, weil sie die Betriebszeiten der einzelnen Satelliten-Modi bestimmen. Der MA-Wert wird aus diesem Grund bei allen Satelliten-Berechnungs-Programmen mit angezeigt.

Erklärung: Bei GHZ-Richtantennen sind diese nicht während des ganzen Umlaufs auf den Mittelpunkt der Erde ausgerichtet, sie schielen also und strahlen mehr oder weniger an der Erde vorbei. Der Schielwinkel oder squint angel gibt dabei die Höhe der Abweichung in Grad an.

Deshalb ist der Betrieb der GHZ-Einrichtungen nur für die Zeit eines geringen Schielwinkels interessant und wird nur während dieser Zeit aktiviert. Die Betriebszeit wird dabei in MA angegeben und bestimmt die zeitlichen Positionen auf der Umlaufbahn, während denen ein Betrieb möglich ist.

## Modus

Auf den Satelliten fliegen Kommunikationseinrichtungen in verschiedenen Frequenzbereichen mit. Man kürzt die Bänder mit Einzelbuchstaben ab. Lineartransponder empfangen üblicherweise auf einer hohen Frequenz und strahlen das Ausgangssignal auf einem niederen Frequenzband ab. Diese Frequenzpaarungen nennt man Modus. Als Beispiel ist hier die Modus-Matrix des AO-40 angeführt.

Datei:modus.jpg

Bei den ersten Amateurfunksatelliten mit Lineartranspondern wurden die Frequenzpaarungen noch mit einem Buchstaben bezeichnet, siehe Modus A und B bei AO-07.

## Lineartransponder und FM-Repeater

Lineartransponder setzen ein Empfangsband auf ein gleich großes Sendeband um. Dabei spielt die Modulationsart eigentlich keine Rolle, außer dass die umgesetzten Bandbereiche relativ klein sind und ein paar FM-Kanäle andere Betriebsarten ausschließen. Üblicherweise werden die Frequenzverläufe gespiegelt. Das heißt dass die niedrigste Uplink-Frequenz als höchste Downlink-Frequenz erscheint und vice versa. FM-Umsetzer hingegen erlauben nur einen Kommunikationskanal am Satelliten, setzen im Gegensatz zu terrestrischen Repeatern die Ausgabe aber auf ein anderes Frequenzband um, typisch 70cm Uplink, 2m Downlink usw. Sie sind auf einem Satelliten eigentlich sehr ineffizient, da bei einem Durchlauf nur ganz kurze Einzel-QSO zwischen jeweils zwei Stationen abgewickelt werden können.

**LEO, geostationär**

LEO steht für low earth orbit (üblicherweise niedriger als ISS) und bezeichnet damit schnell umlaufende Satelliten. Durch den Bahnversatz streichen sie die ganze Erde über den Tag verteilt ab. Geostationäre Satelliten sind defakto fix am Himmel aus Sicht des Beobachters positioniert. ESHAIL2 mit der AFU Nutzlast wird der erste AFU Sat jener Art.



## GO Mars

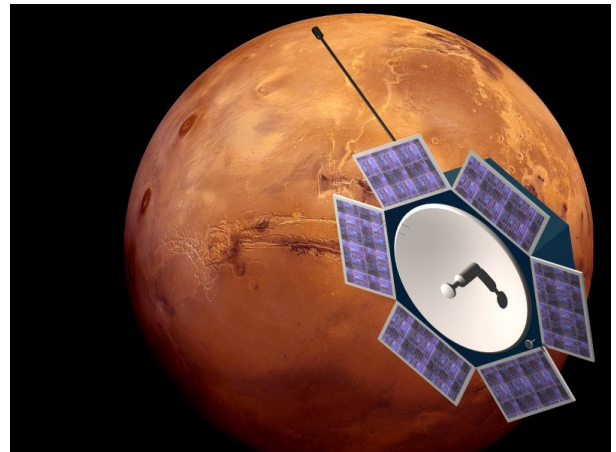
### Inhaltsverzeichnis

1 GO-Mars mit AMSAT-DLs P5A-Mission .....	10
2 Wissenschaft mit der P5A-Sonde .....	10
3 Trainingssatellit P3E fliegt zuvor .....	10
4 ImageBodenstation aktiv .....	11
5 Marsmission für alle .....	11

## GO-Mars mit AMSAT-DLs P5A-Mission

Imagelm Sommer 2002 hat die AMSAT-Deutschland grünes Licht gegeben, in einem der Startfenster ab 2009 eine eigene Raumsonde zum roten Planeten zu schicken. Sie soll als Funkrelais um den Mars fliegen, Bilder machen, wissenschaftliche Experimente durchführen und eine Nutzlast auf die Marsoberfläche absetzen.

Mit bislang ihren bisherigen Erdsatelliten hat die AMSAT-DL die technischen Grundlagen für diesen ersten privat und ehrenamtlich durchgeführten, interplanetaren Raumflug geschaffen. Durch die Funkverbindung auf Amateurfunkfrequenzen ist der Empfang der P5A-Sonde allgemein erlaubt. Über eine eigene Empfangsanlage mit einer 2 bis 3 m großen Parabolantenne oder das Internet können Bilder und Daten mit der passenden Software direkt am eigenen Computer angezeigt werden.



## Wissenschaft mit der P5A-Sonde

Bereits während der P3D-Satellit (AO-40) gebaut wurde, war klar, dass mit diesem Raumfahrzeug von der Navigation, der Antriebsleistung und den Kommunikationsverfahren her die Voraussetzungen für eine interplanetare Raumfahrtmission geschaffen waren. 1996 fand daher ein "Kick-Off-Meeting" statt, um die Aufgaben und technischen Basisdaten einer Marsmission zu definieren.

Es wurde ein Bedarf an einer Relaisfunkstelle zur Kommunikation zwischen Mars und Erde gesehen, um Daten zukünftiger Landemission sicher übertragen zu können. Außerdem wurde bei dem Meeting großes Interesse geäußert, von Bord einer solchen Sonde naturwissenschaftliche Untersuchungen des Mars durchführen zu können. Angesichts der Antriebs- und Navigationsmöglichkeiten, die die AMSAT-DL bieten kann, ist sogar die Mitnahme von Landesystemen oder Subsatelliten möglich.

## Trainingsatellit P3E fliegt zuvor

Derzeit entsteht schon ein Erdsatelliten der AMSAT-P3-Reihe mit dem schon zwei bis drei Jahre zuvor verschiedene Technologien, darunter ein neuer Bordrechner, eine Navigationskamera und das Kommunikationssystem, für die P5A-Marssonde getestet werden sollen. Die späteren Kommandostationen der P5A-Marssonde können vorab die Steuerung trainieren. Außerdem erhalten Funkamateure mit diesem P3E-Satelliten Möglichkeiten für weltweite Kontakte und technische Versuche.

## ImageBodenstation aktiv

Mit dem 20-m-Parabolspiegel des Bochumer Sternwarte (Institut für Umwelt- und Zukunftsforschung, IUZ) reaktivierte die AMSAT-DL eine Anlage für die Nutzung als zentrale Bodenstationen. Die Bochumer Antenne war bereits bei der Ankunft der ESA-Sonde Mars-Express zu Weihnachten 2003 live dabei. Zusammen mit dem Empfang der Saturnsonde Cassini in 1,3 Milliarden und der Sonde Voyager 1 in 14 Milliarden Kilometern Entfernung hat die Anlage ihre Tauglichkeit für die P5A-Mission bewiesen. Sendeseitig konnte die Anlage bereits mit Funkreflektionen am Mond getestet werden.

## Marsmission für alle

Das Besondere der AMSAT-Marsmission ist ihre Offenheit. Dem Open-Source-Prinzip verpflichtet, wird die AMSAT-DL den Empfang der P5A-Sonde allgemein ermöglichen - sei es mit einer eigenen Empfangsstation oder via Internet. Schon im Vorfeld des Marsflugs ist die Beteiligung an dem ambitionierten, privat und überwiegend ehrenamtlich durchgeführten Weltraumprojekt möglich.

Quelle: [www.amsat-dl.org](http://www.amsat-dl.org)

## Hamclock

### Hamclock mit dem Raspberry

---

#### **ein muss für jeden DXer ob Kurzwelle, Satellit oder EME**

Nähere Infos auf <https://www.clearskyinstitute.com/ham/HamClock/>

Hamclock kann z.B. auf jedem RaspberryPi (empfohlen ab Pi3B) mit HDMI Display (am besten mit Touch) installiert werden.

Dazu ist ein Raspberry mit installiertem RASPIOS (Desktopversion) und Internetzugang erforderlich.

Unter diesem Link findet man jetzt eine Schritt für Schritt Anleitung <https://www.clearskyinstitute.com/ham/HamClock/#tab-desktop> wie die Hamclock installiert wird. Wer kein Display am Raspberry hat, kann die Hamclock auch im VNC Viewer starten.

Die Bedienungsanleitung <https://www.clearskyinstitute.com/ham/HamClock/#tab-key> unbedingt lesen, da die Hamclock sehr viele Funktionen hat die man ohne Anleitung gar nicht findet.

Fertiges Image bitte bei OE5PON anfragen, derzeit gibt es eines mit der Hamclock 2.60 in der Auflösung 800x480 zum Download (Size 1,66GB).

---

## Nur für Spezialisten?

### Inhaltsverzeichnis

1	Amateurfunksatelliten Teil 3 .....	14
1.1	Amateurfunksatelliten - nur für Spezialisten? .....	14
1.1.1	Teil 3 - Derzeit verwendbare Satelliten .....	14
1.1.2	Derzeit verfügbare Satelliten und ihre Eckdaten für unsere Zwecke (Stand September 2007) ..	14

---

## Amateurfunksatelliten Teil 3

---

Geschrieben von Ottwald J. Holler Montag, 10. September 2007

### Amateurfunksatelliten - nur für Spezialisten?

Satellitenbetriebstechnik – eine Einführungsserie von OE2OHA

#### Teil 3 – Derzeit verwendbare Satelliten

**Datei:cs-fin-4.jpg** Sinn dieser Serie ist es, mit einfachen Mitteln zu ersten Erfolgserlebnissen mit Satelliten zu kommen. Deshalb beschränke ich mich jetzt vorerst auf den Betrieb mit FM-Satelliten und will Ihnen zeigen, dass erste Erfolge doch relativ rasch zu erreichen sind. Ob Sie dann weiter in diesem Genre fortschreiten wollen, bleibt Ihnen überlassen.

#### Derzeit verfügbare Satelliten und ihre Eckdaten für unsere Zwecke (Stand September 2007)

Neben den sogenannten echten Amateurfunksatelliten, die vorrangig für den aktiven Betrieb mit Amateurfunkstationen (Down- und Uplink – Relaisstation oder Mailbox im Weltall) entwickelt wurden, gibt es in den letzten Jahren viele Starts von Forschungssatelliten kleinster Bauart (Cubesat), deren Daten nach einem Übereinkommen mit der IARU auf dem 70cm-Satellitenfrequenzbereich zur Erde (Downlink) abgestrahlt werden und hauptsächlich von Studentengruppen an Universitäten entwickelt und gebaut werden.

**Datei:cs-fin-1.jpg** Diese Cubesats sind eine internationale Baunorm geworden und für die Mitnahme auf kleineren Raketen, die, zum Teil, jetzt im Zuge von START-Abkommen vernichtet werden müssen (i.e. ohne Sprengköpfe gestartet werden), speziell angepasst worden.

Die Grundform ist, wie der Name schon sagt, ein Würfel mit 10 cm Kantenlänge und einem Fluggewicht von maximal 1 kg. Er wird aus einem Gehäuse, mit einer Auswurf-Federklappe, in den Orbit gestartet. Bei ankommenden Aussetzbefehl öffnet ein kleiner Motor die Klappensperre. Die in der Klappenangel befindliche Feder klappt die Frontklappe um 180 Grad auf und hält sie stabil offen. Die im Aussetzgehäuse vorgespannte große Spiralfeder drückt auf den Aussetzschlitten, der sich nach dem Öffnen der Klappe Richtung Aussetzöffnung verschiebt und dabei die Cubesat-Würfel aus dem Aussetzgehäuse drückt, bis alle Cubesats im Orbit sind.

**Datei:cs-pod-1.jpg**

Durch das lange Aussetzgehäuse, mit Platz für drei Cubesats, kann für spezielle Anforderungen die Würfelform auf zwei, beziehungsweise drei Einheiten verlängert werden.

**Datei:cs-pod-2.jpg** Die Entwicklung stammt von Professor Bob Twiggs an der Stanford Universität und wurde dann mit Ideen von Professor Jordi Puig-Suari an der kalifornischen Polytechnischen Universität San Luis Obispo (CalPoly) zur Serienreife entwickelt.

Damit konnte weltweit die Planung von Transportflächen für die Cubesats auf unterschiedlichsten Raketenmodellen vorangetrieben werden. Auch die Transportkosten wurden definiert und liegen pro Kubikdezimeter bei rund 40.000.- US \$.

Die Entwicklung und der Bau der Cubesat-Struktur inklusive erforderlicher Tests verschlingt weitere 40.000.- USD. Die Firma CubeSatKit.com vertreibt deshalb komplette Gerätesätze, sodass man diese Kosten umrouten kann und eigenes Personal spart. Details sind unter <http://www.cubesatkit.com/docs/cubesatkitsystemchart.pdf> abrufbar.

Der Gerätesatz umfasst die mechanische Struktur und eine Shelf-Elektronik, Datei:cs-kit-1.jpg  
basierend auf TI's MSP430-Kontrollerfamilie. Es wird sowohl eine Entwicklungsplatine als auch eine Flugplatine FM430 geliefert. Die Steuerung ist mit einer USB-Schnittstelle ausgestattet und verfügt über ein real time-Softwarepaket, kann aber auch mit dem Standard-C-Compiler von TI für die MSP430-Familie programmiert werden.

Signifikant ist auch, dass zwischen Trägersystem und den darin enthaltenen Telemetriedatenkanälen einerseits und den kleinen Nutzlasten andererseits kein Energieaustausch und keine Kommunikation, mit Ausnahme des Aussetzbefehls (einfaches Pegelsignal), erfolgt.

Somit ist das Aussetzen (durch die mechanisch vorgespannte Aussetz-Springfeder) und die nachfolgende Aktivierung des Satellitenmoduls von der bordeigenen Ausstattung zu gewährleisten.

Während der Startkampagne, des Starts und des Fluges bis zum Aussetzpunkt im Orbit müssen die Cubesats komplett passiv und versorgungslos geschaltet sein, um Interferenzen mit der Raketenelektronik zu vermeiden.

Datei:cs-fin-2.jpg In der Würfelstruktur muss die gesamte Elektronik und Kommunikationstechnik inklusive der Stromversorgung untergebracht werden. Auch die eventuell zusammengefaltete oder -gerollte Antenne muss darin Platz finden.

An den bisher gestarteten Cubesats kann man die unwahrscheinliche Vielfalt der erforderlichen Entwicklungen aus allen technischen Bereichen erkennen.

Es gibt Cubesats mit Bordbatterie und einem zusätzlichen Solargenerator oder nur einer einfachen Bordbatterie. Vielfältige Antennenformen auf den Würfelflächen wechseln sich ab mit Stabantennen an den Würfelkanten, und Vieles mehr.

Sensorik, Datenaufbereitung, Housekeeping-Prozesse und die Kommunikationseinrichtungen wurden in einzelne Module, mehrere Platinen Datei:cs-fin-3.jpg  
verpackt oder auch gesamt auf einer einzigen Platine realisiert. Ja, es wurde sogar die gesamte Funktionalität des Cubesat in einen einzigen IC (Integrierte Schaltung), einen sogenannten ASIC (Kundenspezifischer Mikrokontrollerbaustein mit einer Vielzahl zusätzlicher Funktionsbausteine, je nach Erfordernis sündteure Entwicklung an speziellen Entwicklungsplätzen, Fertigung rechnet sich erst ab ca. 5000 Stück Minimum) untergebracht und damit die Weltraumtauglichkeit dieser speziellen Halbleitertechnologie erprobt.

Je nach Anforderungsprofil ihrer Studie wurden die Cubesats mit nur einem CW-Telemetrie-Downlink ausgestattet. Andere verwenden für die Datenausgabe zusätzlich das AX.25-Protokoll der Funkamateure und strahlen die Übertragungspakete in FSK oder AFSK mit 300 bit/sec oder 1200 bit/sec ab. Bisweilen wurden auch schon Downlink-Geschwindigkeiten mit 9,6 32 und 256 kbit/sec ausgemacht. Auch Sprachausgaben in FM und DSB wurden bereits verwendet.

Die CubeSat's haben in der Regel keinen Uplink-Kanal, aber Ausnahmen davon bestätigen auch hier die Regel.

---

Im Gegensatz dazu müssen die echten Amateurfunksatelliten zumindest über einen Uplinkkanal verfügen, über den die Bordelektronik und vor Allem die Kommunikationseinrichtungen von außen gesteuert und fallweise deaktiviert werden können.

**Datei:ao-13.jpg** Ihrem Anforderungsprofil entsprechend, verfügen die meisten Amateurfunksatelliten über mehr Ausgangsleistung und bessere Antennen. Dies bedingt jedoch größere Gehäusestrukturen, als bei den Cubesats. Deshalb sind sie auch an ihre seltenen, leistungsfähigeren Startmöglichkeiten gebunden. Diese Nutzlasten können während der Startkampagne mit der Raketen-Telemetrie verbunden sein und werden erst kurz vor dem Start passiv gestellt. Das ermöglicht, je nach verbauter Technik und Stromversorgung, die permanente Funktionskontrolle während der Startkampagne. Eine geringe Leistungsmenge kann für den passiven Housekeeping-Modus von der Rakete, je nach Modell unterschiedlich, entnommen werden.

Allgemein verfügen alle Amateurfunksatelliten über eine technische Bake, auf der neben der Satellitenkennung selbst, in Telemetriedaten verpackt, der aktuelle Satellitenzustand mittels Telegrafie und/oder FSK/AFSK + AX.25 permanent abgestrahlt wird. Dazu kommt dann die eigentliche Nutzereinrichtung. Dies kann ein Lineartransponder sein, was einem mehrkanaligen Frequenzumsetzer entspricht. Dabei können viele Modulationsarten erprobt und verwendet werden.

In Zukunft wird der Lineartransponder durch den Digitaltransponder ersetzt **Datei:p3e-160.jpg** werden. Der Hauptunterschied liegt darin, dass nicht ein Frequenzband mit einer Differenzfrequenz einfach gemischt und abgestrahlt wird, sondern dass das ankommende Signal digitalisiert wird, einem Aufbereitungszyklus (Abschwächung von Krokodilen, Ausblendung von Radarscatter usw.) unterworfen wird und anschließend wieder analog umgesetzt und abgestrahlt wird.

In einfachen Fällen wird ein einkanaliger Fone-FM-Umsetzer im Satelliten genutzt.

Für den Datenverkehr gibt es schnelle Packetradio-Umsetzer mit Downlink-Geschwindigkeiten bis zu 32 kbit/sec (Pacsats). Zusätzlich wird oft dabei an Bord eine Mailbox betrieben, die ein Store&Forwarding-System mit der dem verfügbaren Platz entsprechenden Speicherkapazität verwendet. Damit ist ein Emailverkehr rund um die Erde möglich und wurde auch schon eifrig benützt.

Für unsere nächsten Betrachtungen beschränken wir uns aber auf die CubeSats und die FM-Relais im Orbit.

[Zurück zu Satellitenfunk](#)

[Zurück zur Hauptseite](#)



## QO-100

Der Fernseh- und Amateurfunk-Satellit **Es'hail-2**, uns Funkamateuren besser bekannt als **Qatar-OSCAR 100** oder kurz **QO-100**, ist der erste geostationäre Satellit mit Amateurfunk-Nutzlast. Der Satellit wird von *Es'hailSat Qatar Satellite Company* betrieben. Seine primäre Nutzlast dient der Fernsehübertragung für den arabischen Raum. Auf Anregung von *AMSAT-DL* und der *Qatar Amateur Radio Society* (QARS) ist es gelungen, den dritten und vierten Transponder für eine Amateurfunk-Nutzlast nutzen zu dürfen. Diese könnte jedoch wieder wegfallen, sollte eine der erste oder zweite Transponder, welche für die primäre Nutzlast (Fernsehübertragung) genutzt werden, ausfallen würden und deshalb auf diese Reserve-Transponder zurückgegriffen werden müsste.<sup>[1]</sup>

Weitere allgemeine Infos zu Es'hail-2 finden sich auf [Wikipedia](#).

### Inhaltsverzeichnis

1 Geschichte .....	18
2 Position und Fussabdruck .....	18
3 Empfang mit WebSDR .....	18
4 Projektbeschreibungen .....	18
5 Ausrichtung der Satellitenschüssel .....	18
6 Leistungs-Limit-Anzeige LEILA .....	18
7 Einzelnachweise .....	19

## Geschichte

Im Jahr 2012 konkretisierte sich die Idee, an der Beteiligung bei einem geostationären TV-Satelliten und es fanden konkrete Gespräche zwischen AMSAT-DL und der *Qatar Amateur Radio Society* (QARS) statt. Im Jahr 2013 konnte der Betreiber *Es'hailSat Qatar Satellite Company* für dieses Projekt gewonnen werden. Das eigentliche Projekt wurde dann 2014 mit dem Satellitenerbauer (Firma MELCO, Japan) gestartet.<sup>[1]</sup>

Der Satellit wurde im November 2018 ins All befördert. Am 3. Februar 2019 wurde die OSCAR-Nummer 100 durch AMSAT-NA vergeben, so dass der Satellit auch unter Bezeichnung "Qatar-OSCAR 100", bzw. QO-100 bekannt ist. Im Februar 2019 wurde auch die Amateurfunk-Nutzlast zur Nutzung freigegeben.

## Position und Fussabdruck

Seine Position ist 25,9 Grad östlicher Länge. In Österreich und der Schweiz ist der Elevationswinkel der Antenne bei 34 Grad über dem Horizont.

Die Amateurfunk-Nutzlast deckt ganz Europa und ganz Afrika, von Arabien bis Indien, sowie den östlichen Teil Brasiliens und dem Afrika zugeandten Teil der Antarktis ab. Die primäre Nutzlast (TV) hat hingegen einen viel kleineren Fussabdruck und ist auf Arabien ausgerichtet und in Europa nicht empfangbar (Daher kann die Ausrichtung der Satellitenschüssel nicht mittels TV-SAT-Equipment gemacht werden).

## Empfang mit WebSDR

Das QO-100 Schmalbandsegment ist auch via [WebSDR](#) zu empfangen.

## Projektbeschreibungen

Technische Details zum Aufbau einer Bodenstation mit Uplink (13cm Band) und Downlink (3cm Band) finden sich:

- [Präsentation von Reinhold, OE5RNL](#)
- [QO-100 NOT-/KAT-Projekt Landesverband OE3](#)
- [Vortrag von DL9SW \(Video\)](#)
- [Beschreibung \(Video\) von HB9NBG](#) mit nur kommerziellen Komponenten

## Ausrichtung der Satellitenschüssel

Eine Hilfe zur Ausrichtung einer Antenne ist zB [Satellite-Calculations](#) (Der QO-100 heisst dort "25.71°E ES'HAIL 2") oder [dishpointer](#) (QO-100 fehlt, stattdessen als Satellit "25.9E - ES" auswählen). Von HB9NBG+HB9FZC gibts auch eine [praktische Anleitung als Video](#).

## Leistungs-Limit-Anzeige LEILA

Um die (versehentliche) Übersteuerung des Transponders durch einen OM zu verhindern, wird bei Empfang eines zu starken Signals ein Warnsignal ausgesendet. Dieses Warnsystem heisst *LEILA* und ist ein Akronym für "Leistungs-Limit-Anzeige".<sup>[1]</sup>

Beim QO-100 ist LEILA nicht im Transponder installiert sondern bei der Bodenstation von AMSAT-DL. Daher kann LEILA nur reagieren und ein Warnsignal aussenden, aber nicht z.B. das zu starke Signal durch Ausnotchen unterdrücken.<sup>[1]</sup> Aus dem gleichen Grund kommt der LEILA-Alarmton mit einer gewissen Verzögerung (Die Bodenstation hört das zu laute Signal zeitgleich mit allen anderen empfangenden Funkamateuren; die Bodenstation sendet das Warnsignal in Richtung Sattelit aus; mit der typischen Verzögerung zwischen ausgesendetem und wieder empfangenem Signal ist nun endlich das Warnsignal zu empfangen).

Wie sich das LEILA-Warnsignal anhört, kann hier angehört werden:<sup>[2]</sup>

- [LEILA-Warnsignal nach zu starkem CW-Signal](#)
- [LEILA-Warnsignal nach zu starkem SSB-Signal](#)

### **Einzelnachweise**

1. ↑ [1,0 1,1 1,2 1,3](#) Vortrag Mario Lorenz DL5MLO, vom Team AMSAT-DL, 2019, auf [Youtube](#)
2. ↑ Klangbeispiele von [Homepage DD1US](#)

## Überblick Satellitenfunk

### Inhaltsverzeichnis

1	Amateurfunksatelliten - nur für Spezialisten? .....	21
1.1	Satellitenbetriebstechnik - eine Einführungsserie von OE2OHA .....	21
1.1.1	Teil 1 - Der Überblick .....	21
1.1.2	LEO und HEO .....	21
1.1.3	Links und Blogs .....	23

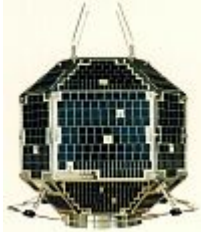
---

## Amateurfunksatelliten - nur für Spezialisten?

---

### Satellitenbetriebstechnik - eine Einführungsreihe von OE2OHA

#### Teil 1 - Der Überblick



(oh) Allgemein habe ich, auch auf Grund der Leserresonanz auf Satelliten-Themen in unserem Portal, das Gefühl, dass der Durchschnitts-Funkamateur den Betrieb über Amateurfunksatelliten als ein Spezialgebiet ansieht, das für ihn zu schwierig ist.

Aus der Vergangenheit bekannt sind ein umfangreicher Antennen- und Gerätepark, der erforderlich sein soll. Drehbare Antennen mit Elevationsverstellbarkeit, teure Eingangsverstärker mit noch teureren Koaxialkabeln und Steckermaterial wurden propagiert und dokumentiert. Dazu kommen unverständliche mathematische Berechnungen und falls schon einmal miterlebt, ungewöhnlich dünne Signale mit hohem Rauschanteil. Einfach eine ganz andere Welt im Vergleich zur HiFi-Qualität des üblichen Relais-Palavers oder der mit genug Power versehenen Kurzwellen-Verbindung.

Ja, es ist schon richtig! Funkbetrieb über Amateurfunksatelliten oder mit der ISS oder einem Space-Shuttle ist anders! Aber, kaum eine andere Funkverbindung, außer vielleicht die stundenlange Jagd nach einer seltenen DX-Station, bereitet soviel Freude und Befriedigung über die vollendete Leistung. Doch diese Freude kann auch mit einfachen Mitteln erreicht werden, wenn man sich im weiten Gebiet der Satellitentechnik auf ein enges Gebiet beschränkt.

Ich habe meine Funkverbindung mit der SpaceLab-D1-Mission (Furrer - Messerschmidt) mitten im Stadtverkehr der Stadt Salzburg, aus dem fahrenden Auto heraus, getätigt. Meine xyl saß mit freudig staunendem Gesicht neben mir und hatte genau soviel Freude mit diesem Funkgespräch wie ich selbst, obwohl sie nicht lizenziert ist.

Ein kurzer Funkkontakt mit Kate Sullivan auf dem Spaceship Atlantis, dem gleichnamigen Spaceshuttle, hatte wegen der besonderen Lage zu Hause (in 60m Entfernung von einer 110 KV-Leitung der Bundesbahn mit all den Isolator-Störungen), wesentlich mehr Aufwand erfordert. Die Verbindungen über OSCAR-10 und OSCAR-13 waren wirklich nur mit dem technischen Topaufwand aus dem ersten Absatz zu realisieren.

Sie sehen anhand dieser Aufzählung bereits, dass es ihre eigene Einstellung zum Satellitenfunk ist, die die Bandbreite ihrer Verbindungen bestimmt. Doch wie den Anfang setzen? Wir wollen dazu zuerst verschiedene entscheidende Betriebsparameter erlernen und ermitteln. Datei:praxis04.jpg

#### LEO und HEO

Diese Abkürzungen bedeuten LEO = low earth orbiter und HEO high earth orbiter. Mit Orbiter bezeichnet man im Englischen ein Gerät, das sich im Orbit, also einer Erdumlaufbahn, bewegt.

Die Begriffe LEO und HEO beziehen sich dabei auf die Höhe dieser Umlaufbahn über unserem Globus. Ein LEO fliegt demnach relativ niedrig, typisch 300 bis 1000 km, in einer annähernden Kreisbahn um die Erde. Ein HEO hingegen hat typisch eine elliptische Umlaufbahn, gekennzeichnet durch die beiden Bezugspunkte zur Erde, dem erdnächsten Punkt der Umlaufbahn, Perigäum, und dem erdfernten Punkt, Apogäum. Bei OSCAR-13 lag das Apogäum bei bis zu 40.000 km und beim leider defekten OSCAR-40 sogar bis zu 60.000 km.

Diese Bahnverläufe haben natürlich Einfluß auf den Betrieb über den Satelliten. Beim LEO bedeutet dies, dass der Satellit nur jeweils kurze Zeit verwendbar ist, aber dafür bis zu viermal in 24 Stunden. Auf Grund der geringen Entfernung zum Satelliten ist die Freiraumdämpfung nicht so hoch. Es genügen daher schon relativ kleine Leistungen, um über die Uplink-Strecke den Satelliten anzusprechen. Gleichzeitig sind die Empfangsfeldstärken auch höher, sodass sich der erforderliche Antennenaufwand für die Downlink-Strecke in Grenzen hält.

**MERKE:** Uplink-Strecke ist der Kommunikationsweg zum Satelliten, während mit Downlink-Strecke der Funkweg vom Satelliten bis zur eigenen Station bezeichnet wird.

Ein weiterer, wichtiger Verbindungsparameter ist die Horizontlinie: Drehen Sie sich von ihrem Antennenstandort einmal um 360 Grad und zeichnen sie die Erhebungswinkel ihrer Umgebung ein: die Nachbargebäude, den Kirchturm und das gesamte Geländeprofil rund um ihren Standort. - Dieser Verlauf der Erhebungswinkel ist ihre Horizontlinie! Sie bestimmt die verfügbare Verbindungszeit beim Überflug eines Satelliten.

Aus langer Erfahrung wissen wir, dass der Satellit etwa bei 1,5 Grad unter dem Horizont erfassbar wird (je nach Downlink-Frequenz) und auch bis etwa 1,5 Grad unter dem Horizont hörbar bleibt (Beugung der Funkwellen am optischen Horizont). Die maximal mögliche Erfassungszeit wird daher durch die Zeitdifferenz der beiden Zeitpunkte, Beginn und Ende des Erfassungsbereiches, die abhängig von der Horizontlinie sind, bestimmt. Ein Bahndurchlauf quer zu ihrem Tal ist daher meist kürzer als jener, der längs des Tales führt. Hohe Nachbargebäude oder hohe Berge verkürzen alle Erfassungszeiten, bei denen die Umlaufbahn über sie führt usw.

**Datei:p3e-160.jpg** Ein HEO ermöglicht lange Verbindungszeiten, weil beim Bahnverlauf von oder zur Erde er immer nur geringe Bahnveränderungen gegenüber dem Beobachter aufweist. Nur beim Perigäumsdurchlauf verläuft die Bahnänderung rasch.

Durch die höheren Entfernungen zwischen Satellit und Erde steigt im gleichen Maß die Freiraumdämpfung, sodass auf den beiden Kommunikationsstrecken ein wesentlich höherer Aufwand getrieben werden muss als beim LEO. Oder man beschränkt sich bei der Betriebszeit auf erdnahe Bereiche der Umlaufbahn und nimmt damit wieder kürzere Erfassungszeiten in Kauf.

Die Bahnhöhe einer Umlaufbahn bestimmt auch einen weiteren Betriebsparameter: den Ausleuchtungsbereich: Darunter versteht man jenes Gebiet auf der Erde, in dem eine Verbindung über den Satelliten möglich ist. Ist die Entfernung gering, ist auch der Ausleuchtungsbereich klein. Beim AO-51 mit etwa 500 km Bahnhöhe liegt der Durchmesser bei etwa 5000 km, was die bisher getätigten Verbindungen auch bestätigen. Bei HEOs, wie dem früheren OSCAR-13, beträgt der Ausleuchtungsbereich die halbe Erdkugel, weshalb ohne Weiteres Verbindungen zwischen Europa und Australien möglich waren.

Inzwischen hat die Zahl der LEO Sats bzw. Pico/Nao Sats zugenommen und ein gestationärere AFU Sat ist in 2016 in Reichweite.

## Links und Blogs

Eine gute Quelle für Neuigkeiten ist das Blog der AMSAT UK [\[1\]](#) bzw. das Empfangs Blog von Mike Rupprecht [\[2\]](#). Der aktuelle Status der Satelliten ist im [AMSAT Statusboard](#) zu finden.