



# Satellitenempfang mit *einfachen* Mitteln

Eine Präsentation von Wolfgang Bode, DD2HW

- **Empfang umlaufender Satelliten**

Grundlagenwissen

Was wird benötigt (Minimalkonfiguration)?

Wie hoch ist der finanzielle Aufwand?

## Einstimmung auf das Thema

Wenn man behauptet, man hätte vor einigen Tagen einen kleinen Plausch mit der Besatzung der Raumstation ISS gehabt, könnten Kommentare kommen wie: „Was hat der denn schon wieder geraucht?“

Selbst die Behauptung, man hätte vor einigen Tagen (SSTV-)Bilder von der ISS empfangen, ruft bei einigen Kopfschütteln hervor.

ISS, ist das nicht alles höchst geheim?

## Flughöhen von Satelliten

**LEO** (Low Earth Orbit), **200 – 2.000 km Höhe**

Energieärmste Bahnen, am leichtesten zu erreichen.

Beispiele: ISS, Amateurfunk- und Forschungssatelliten.

**MEO** (Medium Earth Orbit), **2000 – 36.000 km Höhe**

Beispiele: Navigationssatelliten (GPS, Galileo, GLONASS).

**GEO** (Geostationary Earth Orbit), **36786 km Höhe**

In dieser Höhe folgen die Satelliten mit ihrer Geschwindigkeit der Erdrotation, haben also von der Erde aus gesehen immer den selben Standort.

Beispiele: TV-Satelliten wie Astra oder Eutelsat, QO-100.

## Grundlagenwissen LEOs

**LEOs** (Low Earth Orbit Satellites) der Funkamateure umkreisen die Erdkugel ständig in ca. 800 km Höhe. Sie gehen an einem Punkt des Horizonts quasi wie die Sonne auf und am anderen Ende des Horizonts wieder unter.

Den Aufgang nennt man "Acquisition of Signal" und kürzt ihn mit "**AOS**" ab. Den Untergang am Horizont bezeichnet man hingegen als "Loss of Signal", die Abkürzung hier lautet "**LOS**". Diese beiden Begriffe sollten wir uns schon mal gut merken!

## Grundlagenwissen LEOs

**LEOs** umkreisen die Erde meist auf einer Nord-Süd-Achse oder auf einer Süd-Nord-Achse. Dabei fliegen diese Satelliten so schnell, dass von **AOS** (ihr erinnert euch, das ist der Aufgang am Horizont) bis **LOS** (also dem Unterlang) nur ca.15 Minuten vergehen.

In diesen ca.15 Minuten des Überflugs kann man versuchen, ein QSO mit einer anderen Station zustande zu bekommen.

## Grundlagenwissen LEOs

Bei den **LEOs** handelt es sich im Grunde genommen um Relaisfunkstellen, die man zusammen mit einer Stromversorgung in einem kleinen Kasten, heute mit 10 cm Kantenlänge, um die Erde kreisen lässt. Also eigentlich nichts Anderes, als das örtliche Relais, nur dass diese Relais irgendwo oben über unseren Köpfen schweben.

Solche Satelliten werden meist von Hochschulen oder Amateurfunkvereinigungen gebaut und zusammen mit vielen weiteren Satelliten irgendwann an Bord einer kommerziellen Rakete ins All geschossen.

## Grundlagenwissen Bahnverlauf

Die Bahn der Satelliten läuft meist ungefähr quer zum Äquator, also immer über die Polregionen der Erde.

Der Satellit kommt mal von Norden und mal von Süden. Zum besseren Verständnis empfiehlt sich das Anzeigen von Bahnverläufen mit einem Programm zur Satellitenvorhersage.

# Empfang umlaufender Satelliten

Die Daten, wann ein Satellit die Region überfliegt, bekommt man z. B. als 10-Tages-Vorausschau auf <https://www.n2yo.com>

## 10-DAY PREDICTIONS by N2YO.COM

**Object name** FOX-1D (AO-92) **Uplink (MHz):** 435.350/1267.350  
**Catalog #** 43137, 2018-004A **Downlink (MHz):** 145.880  
**Observing coord.** Lat: 53.87°, Lng: 10.69° **Beacon (MHz):** 145.880  
**Local time zone** GMT +2 **Mode:** FM CTCSS 67.0Hz/200bps DUV  
**Call sign:**  
**Status:** Active

Start ↑		Max altitude			End ↓		All passes
Date, Local time	Az	Local time	Az	EI	Local time	Az	Mag
20-Oct 22:00	SE 142°	22:06	ENE 67°	36°	22:11	N 353°	-
20-Oct 23:34	SSW 195°	23:39	W 265°	25°	23:45	NNW 336°	-
21-Oct 10:56	NNE 26°	11:01	E 89°	19°	11:06	SSE 156°	-
21-Oct 12:29	N 9°	12:35	WNW 289°	46°	12:40	SW 212°	-
21-Oct 21:39	SE 130°	21:45	ENE 64°	23°	21:50	N 356°	-
21-Oct 23:13	S 183°	23:18	W 261°	40°	23:24	NNW 340°	-
22-Oct 10:35	NE 31°	10:39	E 88°	12°	10:44	SE 141°	-
22-Oct 12:08	N 13°	12:14	W 276°	78°	12:19	SSW 199°	-
22-Oct 13:42	N 358°	13:47	NW 305°	11°	13:51	WSW 255°	-
22-Oct 21:19	ESE 118°	21:24	NE 59°	16°	21:28	N 0°	-
22-Oct 22:51	S 171°	22:57	WSW 249°	67°	23:02	NNW 344°	-
23-Oct 11:47	NNE 16°	11:52	E 98°	62°	11:58	S 187°	-
23-Oct 13:21	N 2°	13:26	NW 300°	16°	13:30	WSW 241°	-
23-Oct 20:58	E 105°	21:03	NE 54°	11°	21:07	N 3°	-
23-Oct 22:30	SSE 159°	22:36	ENE 72°	72°	22:41	N 348°	-
24-Oct 00:05	SW 215°	00:10	W 270°	13°	00:14	NW 328°	-
24-Oct 11:25	NNE 20°	11:31	E 95°	36°	11:36	S 174°	-
24-Oct 12:59	N 5°	13:04	WNW 299°	24°	13:10	SW 229°	-

# Grundlagenwissen Bahnverlauf

Bahnverlauf SO-50,  
10-Tages-Vorhersage  
auf

<https://www.n2yo.com>

## ***Azimut***

Start (AOS) in  $314^{\circ}$

Stopp (LOS) in  $133^{\circ}$

## ***Elevation***

$79^{\circ}$  im Maximum

Pass beginning	Max altitude	Pass ending
Date: 10-Sep 13:53:0	Date: 10-Sep 14:00:10	Date: 10-Sep 14:07:10
Az: $314.98^{\circ}$ (NW)	Az: $33.37^{\circ}$ (NE)	Az: $133.10^{\circ}$ (SE)
EI (alt): $0.41^{\circ}$	EI (alt): $78.78^{\circ}$	EI (alt): $0.93^{\circ}$
Mag: -	Mag: -	Mag: -
Dist to sat: 3051.1 km	Dist to sat: 715.5 km	Dist to sat: 2925.7 km
Eclipsed?: NO	Eclipsed?: NO	Eclipsed?: NO

Invisible pass

Add this pass on your notifications list



## ***Azimut***

Das Azimut beschreibt die Blickrichtung in der Horizontale, in der ein Beobachter an einem gegebenen Standort einen Satelliten „sieht“.

## ***Elevation***

Die Elevation beschreibt den Höhenwinkel, in der ein Beobachter an einem gegebenen Standort einen Satelliten „sieht“.

## Grundlagenwissen Frequenzbereiche

Die meisten Satelliten arbeiten im 2 m und 70 cm-Band. Wie ihr wisst, ist dort jeweils ein Bereich dem Satellitenfunk vorbehalten.

Die meisten Satellitenbetreiber halten sich zum Glück an diese international vereinbarte Vorgabe.

2 m: 145,806 MHz bis 146,000 MHz

70 cm: 435,000 MHz bis 438,000 MHz

## Grundlagenwissen Uplink/Downlink

Es sind mittlerweile über 100 Amateurfunksatelliten im All.

Eine gute Übersicht über Amateurfunksatelliten gibt es bei der AMSAT.

<https://amsat-dl.org/satelliten-gestartet/>

## Was wird an Gerätschaften benötigt?

Die Bodenstation besteht entweder aus getrennten Geräten für Sendung und Empfang oder es werden Geräte verwendet, die gleichzeitig senden und empfangen können.

Längst nicht jedes Duoband-Gerät ist dafür geeignet, es muss tatsächlich auf zwei unterschiedlichen Bändern gleichzeitig senden und empfangen können.

## Grundlagenwissen Uplink/Downlink

Typisch ist die Kombination 2 m und 70 cm, wobei der Satellit im 2 m-Band sendet („**downlink**“) und der Funkamateurl im 70 cm-Band sendet („**uplink**“).

Früher hieß diese Kombination „**Mode B**“, heute „**Mode U/V**“ (für Uplink UHF und Downlink VHF). Eine Übersicht der Modes folgt auf der nächsten Seite.

# Grundlagenwissen Uplink/Downlink

Die Modes im Detail:

Mode A (V/T): uplink 2 m - downlink 10 m

Mode B (U/V): uplink 70 cm - downlink 2 m

Mode J (V/U): uplink 2 m - downlink 70 cm

Neue Uplink- und Downlink-Bezeichnungen benutzen die Kombination von zwei Buchstaben mit der Struktur **X/Y**, dabei ist **X** das Uplink-Band und **Y** das Downlink-Band.

Bezeichnung:	H	T	V	U	L	S	C	X	K	Q
Amateurfunkband:	<a href="#">15 m</a>	<a href="#">10 m</a>	<a href="#">2 m</a>	<a href="#">70 cm</a>	<a href="#">23 cm</a>	<a href="#">13 cm</a>	<a href="#">6 cm</a>	<a href="#">3 cm</a>	<a href="#">1,2 cm</a>	<a href="#">6 mm</a>

Quelle: Wikipedia

## Grundlagenwissen zu den Modes

Manche Satelliten haben nur einen Bakensender an Bord, manche senden aufgenommene Bilder zur Erde, die meisten aber ermöglichen Funkbetrieb zwischen Bodenstationen, entweder auf nur einer Frequenz in FM oder in einem bestimmten Frequenzbereich in SSB, CW und digitalen Betriebsarten.

## ***Der Doppler-Effekt***

Der Doppler-Effekt resultiert aus der großen orbitalen Geschwindigkeit des Satelliten. Die Uplink- und Downlink-Frequenz ändert sich so für die Bodenstation während eines Überflugs.

Während der Satellit sich auf die Bodenstation zubewegt, erscheint die Downlink-Frequenz **höher** und daher muss der Empfänger oberhalb der eigentlichen Frequenz empfangen.

## Grundlagenwissen Doppler-Effekt

Auf der anderen Seite empfängt der Satellit das Uplink-Signal in einer höheren Frequenz, als es die Bodenstation ausgesendet hat, daher muss die Bodenstation auf einer niedrigeren Frequenz senden, um vom Satelliten empfangen zu werden

Nachdem der Satellit den Standort der Bodenstation passiert hat, er sich also vom Betrachter entfernt, muss die Sendefrequenz dann höher; die Empfangsfrequenz niedriger eingestellt werden.

## Der Trick mit dem Doppler-Effekt

Nun kümmern wir uns um den Doppler-Effekt. Hier kommt ein Trick, mit dem es auch ganz ohne Computer geht: Du speicherst einfach entsprechend nachstehender Tabelle mehrere Frequenzpaare ab, die zu einem bestimmten Zeitpunkt des Überflugs gültig sind:

Speicher	RX Frequenz	TX Frequenz	Mode
A	435.309.50 MHz	145.916.80 MHz	FM / FM
B	435.304.50 MHz	145.918.50 MHz	FM / FM
C	435.300.00 MHz	145.920.00 MHz	FM / FM
D	435.295.40 MHz	145.921.50 MHz	FM / FM
E	435.290.70 MHz	145.923.10 MHz	FM / FM

## Der Trick mit dem Doppler-Effekt

Wir müssen also nicht kontinuierlich nachregeln, sondern können dies in größeren Schritten alle paar Minuten mal machen.

Bei FM haben wir gegenüber SSB 2 Vorteile:

1. Die Betriebsart ist recht breitbandig.
2. Ein kleiner Frequenzversatz macht sich im Gegensatz zu SSB nicht in der Tonhöhe der Stimme bemerkbar.

## Der Trick mit dem Doppler-Effekt

Und jetzt der alles entscheidende Tipp!

Meine Erfahrung sagt mir, dass es bei FM auch ohne Nachstellen der Frequenz geht.

## Empfang umlaufender Satelliten



Umlaufende Satelliten (in ca. 800 km Höhe) lassen sich mit einer guten Antenne, z. B. einer Arrowsantenne oder einer logarithmisch-periodischen Antenne und einem 2 m-/70 cm-Handfunkgerät „aus der Hand“ empfangen.

Die Antenne muss während des Überflugs nachgeführt werden. Deshalb sollte die Antenne möglichst leicht sein.

## Jetzt kommen wir zur benötigten Hardware

Wie eingangs schon erwähnt, benötigen wir, um über Satellit QRV zu werden, ein Duoband-Funkgerät mit 2 m und 70 cm.

Notfalls tun es auch zwei einzelne Funkgeräte: Eins z.B. für den Uplink auf 2 m und das andere als einfacher Empfänger für das Downlinksignal des Satelliten auf 70 cm.

Als Sendeleistung reichen 5 Watt aus. In der Praxis klappt es manchmal auch schon mit 2 Watt.

## Die Arrowsantenne

- ist bei gutem Gewinn relativ leicht
- hat ein sehr kleines Packmaß
- benötigt für Transceiver-Betrieb (2 m/70 cm) mit einem Dual-Band-Handy **einen** Diplexer
- muss bei Empfang/Senden gedreht werden

### Die logarithmisch-periodische Antenne

- hat einen sehr guten Gewinn
- benötigt für Transceiver-Betrieb (2 m/70 cm) mit einem Dual-Band-Handy **keinen** Diplexer
- muss bei Empfang/Senden **nicht** gedreht werden
- hat aber etwas mehr Gewicht

# LPDA Selbstbauanleitung

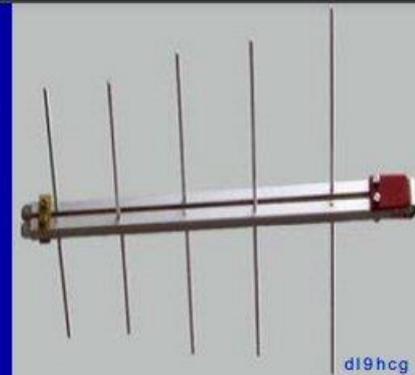
## **DUOBAND-LPDAS**

04 - 2014

### **Maße und Bauanleitung für das 2-m und 70-cm-Band**

Handliche Duoband-LPDAs mit hohem Gewinn setzen sich durch.  
Alle Elemente strahlen, - wie ihre Besitzer !

Wer sie hat, ist begeistert und gibt sie nicht wieder her.  
Beispiel: Eine 7-Element LPDA wurde mit 11 dBd Gewinn gemessen.  
Und das sind nicht die propagierten 'verkaufsfördernden' Dezibel.



dl9hcg

**Keine Rechenkunststückchen mehr.**

**Nicht erst umständlich ein Programm kennenlernen.**

**Listen mit Maßangaben für 3- bis 19-Element-Duoband-LPDAs.**

**Mit Alu-Material aus dem Baumarkt kann das jeder begabte Laie selber bauen.**

<http://www.hb9thj.ch/P01/Info/DL9HCG-Duo-LPDA-Logarithmisch-periodische-Antenne-2014-04.pdf>

## Ein bisschen Unterstützung

Vor Kurzem gehörte Satelliten werden auf der folgenden Webseite gemeldet. Man kann auch selbst seine Beobachtungen dort melden.

<http://www.amsat.org/amsat-new/satellites/status.php>

# AMSAT Satelliten-Status

## AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page

This web page was created to give a single global reference point for all users in the Amateur Satellite Service to show the most up-to-date status of all satellites as reported by users around the world. Please help others and keep it current every time you access a bird.

Name	Transponder/Repeater active		Telemetry/Beacon only		No signal		Conflicting reports		ISS Crew/Voice Active	
	Sep 6	Sep 5	Sep 4	Sep 3	Sep 2	Sep 1	Sep 6	Sep 5	Sep 4	Sep 3
AO-109	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
AO-27	12	12	22	1	1	1	1	1	1	1
AO-73	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1
AO-7(A)	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1
AO-7(B)	11	112	1111	1	1	1	1	1	1	1
AO-91	11	1	12124	2	122	1	13	1	42	1
AO-92 U/v	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AO-95 U/v	121	1	11	2	11	12	1	2	11	2
CAS-2T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CAS-4A	12	1	1	2	1	1	11	1	2	1
CAS-4B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
CUTE-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Delfi-C3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EO-88	23	11	1	2	32	1	2	11	1	3
FO-29	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1
FO-99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FS-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HO-113	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HO-68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IO-86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ISS-DATA	1	22	133	131	2	1	1	1	1	1
ISS-FM	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JO-97	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LilacSat-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LO-19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO-44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PO-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
101(FM)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RS-44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SO-50	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TO-108	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UBAKUSAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UO-11(B)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UVSQ-SAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XI-IV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2A	22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2C	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XW-2F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Hover mouse over number for more data. Satellites do not appear if they have no data available.

## Betriebstechnik über Satellit

Weil während eines Überfluges jeder gerne drankommen möchte, fasst man sich kurz.

Nennung des Rufzeichens,  
Rapport  
und Locators.

Vielleicht noch ein „73“.

**Das war's.**

## Empfang der ISS (Schulkontakt)

Wolfgang, DD2HW, beim Empfang der ISS am 14.02.2022 auf dem Pariner Berg bei Bad Schwartau.

Antenne: Eigenbau einer 13-Element Logarithmisch-periodischen Antenne nach DL9HCG

Gewinn:

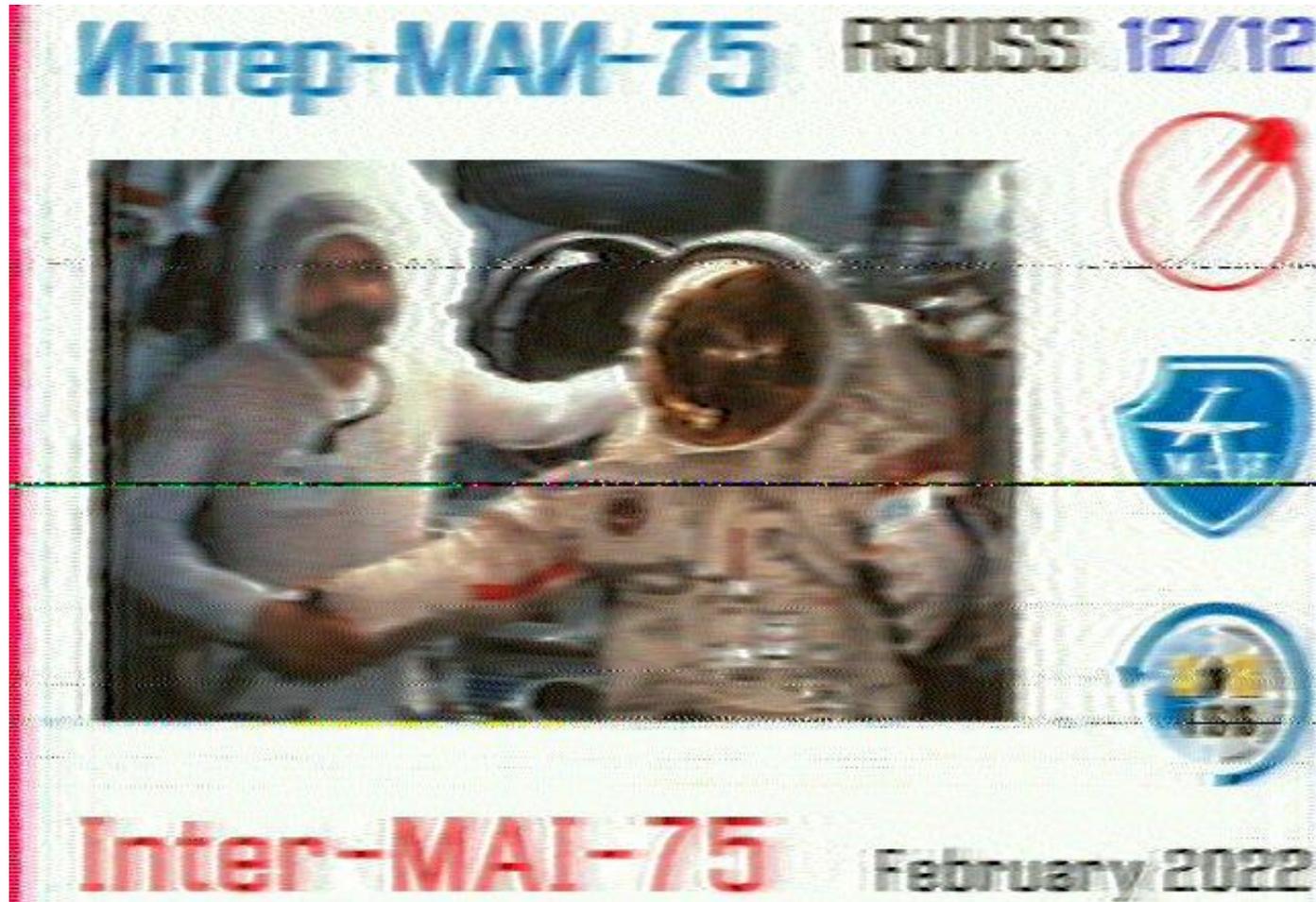
ca. 11,5 dBd auf 2 m

ca. 13,0 dBd auf 70 cm



## Empfang der ISS (SSTV-Bilder)

Und hier ein von DD2HW empfangenes SSTV-Bild von der ISS



## Satellitenempfang mit einfachen Mitteln

Die Grundlagen, um mit wenig Aufwand umlaufende Satelliten zu arbeiten, sind jetzt vorhanden. Bevor man allerdings Betrieb macht, sollte man erst mal nur hören!



Und nun viel Spaß beim praktischen Teil

## Fazit

Was heute nicht gelingt,  
klappt morgen unbedingt.

Dietrich Drahtlos

**Anregungen und Wünsche?**

**73 de Wolfgang, DD2HW**