

Inhaltsverzeichnis

1. Nur für Spezialisten?	2
2. Hauptseite	6
3. Satellitenfunk	9

Nur für Spezialisten?

Inhaltsverzeichnis

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

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

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, 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. Datei:cs-kit-1.jpg

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 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. Datei:cs-fin-3.jpg

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 benutzt.

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

[Zurück zu Satellitenfunk](#)

[Zurück zur Hauptseite](#)

Hauptseite

Willkommen beim Amateurfunk-Wiki des ÖVSV, der USKA und des DARC

Die Wissensplattform für alle Funkamateure und Funkamateurrinnen.



Hinweis: Hier finden Sie hilfreiche Informationen über die vielfältige Welt des Amateurfunks. Sie können Ihr Wissen und Ihre Erfahrungen auch mit anderen teilen. Es gibt Themen die neu für Sie sind - lernen Sie diese kennen!

Amateurfunkbetrieb

Interessensgruppen zu Themen des Amateurfunkbetriebes

Antennen

Antennenformen und portable Antennen

ATV

Amateurfunk Television

EMV

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Erde-Mond-Erde

Der Mond als Reflektor

Kurzwelle

Kurzwelle

Meteor-Scatter

Meteoriten als Reflektor

Mikrowelle

Frequenzen größer 1 GHz

Morsen

Morsen (CW)

Notfunk

Amateurfunk rettet Leben

Pager

Amateurfunk Kurznachrichten Infosystem

Relaisfunkstelle und Baken

Technische Informationen über automatische Funkstationen

Satellitenfunk

Amateurfunksatelitten

UKW

Amateurfunk Frequenzbereiche 30 MHz - 1 GHz

Amateurfunk digital

Interessensgruppen zu digitalen Amateurfunkbereichen

[APRS](#)

Automatic Paket Reporting System

[CF4M](#)

Digitale Übertragung für Daten und Sprache

[Digitale Betriebsarten](#)

Funk mit dem Computer

[Digitaler Backbone](#)

Schnelle Daten quer durch Österreich (HAMNET)

[D-Star](#)

Digitale Sprachübertragung (FDMA)

[DMR](#)

Digitale Sprachübertragung und mehr (TDMA)

[Echolink](#)

Weltweite Sprachübertragung

[MeshCom](#)

Textnachrichten

[HAM-IoT](#)

APRS und Telemetrie über LORA

[Packet-Radio und I-Gate](#)

Datenübertragung im Amateurfunk

[Remote Stationen](#)

Fernbediente Amateurfunkstationen

[SDR](#)

Software Defined Radio und HPSDR

[Tetra](#)

Digitaler Bündelfunk

[WINLINK](#)

E-Mail via Funk weltweit

[WRAN](#)

IEEE 802.22 - Super Wifi

Aktivitäten im Amateurfunk

Interessensgruppen zu Aktivitäten im Amateurfunk

[Contest](#)

Funkwettbewerbe

[Diplome und QSL Karten](#)

Leistungsbestätigung für den Funkamateurl

[MATRIX](#)

Echtzeitkommunikation zu Amateurfunkthemen und Projekten

Selbstbau

Mit dem Lötkolben zum Erfolg

SOTA

Summits On The Air - Bergwandern & Amateurfunk

POTA

Parks On The Air - Parks & Amateurfunk

Reisen mit Amateurfunk

Unterwegs mit dem Schiff und mit dem Camper

ARISSat-1

ARISSat-1/KEDR

Launch des ARISSat-1/KEDR von Bord der International Space Station

Nach vorangegangenen Problemen mit der 70cm Antenne wurde der Amateurfunksatellit ARISSat-1/KEDR am 3. August 2011 um 18:43Z von Bord der ISS gelauncht. ARISSat-1 ein 29kg schwerer Satellit, soll wie bereits bekannt an den 50. Jahrestag des ersten bemannten Raumflugs durch Juri Gagarin im Jahr 1961 erinnern. Beim Weltraumspaziergang der beiden Kosmonauten Sergej Wolkow und Alexander Samokutyaev bemerkte die russischen Flugkontrolle über Video - noch kurz bevor man ARISSat-1 aussetzen wollte - das offensichtliche Fehlen der zweiten Antenne für UHF. Während die Kosmonauten die beiden Hauptprojekte abwickelten, wurde entschieden ARISSat zu launchen, obwohl die UHF Antenne entweder im Inneren des Satelliten versteckt bleibt oder ganz fehlt. Der Satellit trug das von Studenten entwickelte Kursk-Experiment der Russischen Staats-Universität, zur Bestimmung der Atmosphärendichte. ARISSat-1 gilt in vielerlei Hinsicht als Meilenstein. Er basierte auf dem ersten software definierten Transponder (SDX), hatte ein neues Power Management und ein neues Design der Integrated Housekeeping Unit (Steuerungscomputer).



Projektverlauf

Wegen einer schwächer werdenden Batterie traten während jeder Eklipse von ARISSat-1 vermehrt Resets auf - zunehmend in der Folge sogar komplette Ausfälle der Stromversorgung. Während die ARISSat-1 Batterie in der ersten Woche noch wie erwartet funktionierte, wurden ab 10. Aug 2011 vermehrt Telemetrieberichte bezüglich Unterspannung während der Eklipse empfangen.

Nach Informationen des AMSAT News Service ist ARISSat-1 Anfang Jänner 2012 in die Erdatmosphäre eingetreten. Empfangsberichte deuten darauf hin, dass der Satellit seine Sendungen am 4. Januar eingestellt hat und später in der Erdatmosphäre verglüht ist. Telemetriedaten hatten zuvor angezeigt, dass die innere Satelliten-Temperatur 75 °C erreicht hatte und weiter ansteige. Konstantin, RN3ZF, sendete um 0842 UTC einen Rapport mit den Worten: "Die Telemetrie fehlte, die Sprachnachrichten waren nicht lesbar, sehr leise und unterbrochen. Wahrscheinlich sah ich die letzten Minuten im Leben des Satelliten."

Christian, OE1CWJ <http://www.oe1cwj.com>