AMSAT-DL

Satellites for Communication and Science
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft

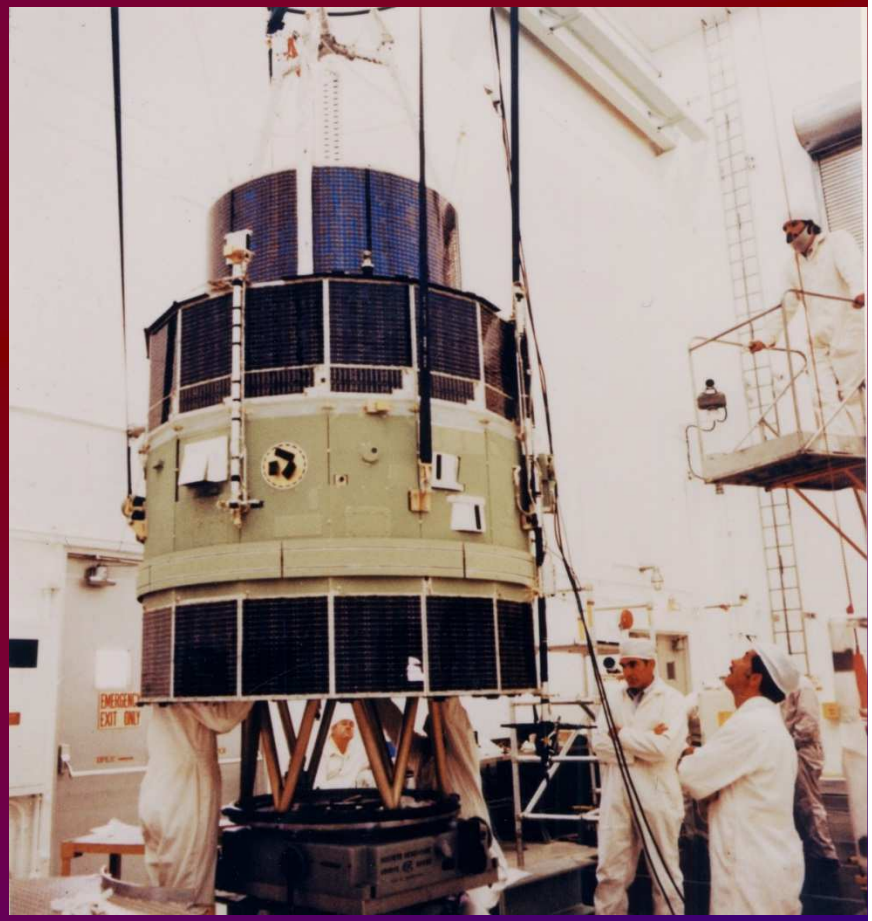
AMSAT-DL

Hamradio Friedrichshafen
27.06.2015

Achim Vollhardt (DH2VA),
für das AMSAT-DL/Sternwarte Bochum Team

Überblick

- Wer ist AMSAT-DL?
- AMSAT-DL und Sternwarte Bochum
- Nachweis von ISEE-3
- Kontrollübernahme und Vorbeiflug am Mond
- Aktueller Stand und Ausblick



Zu meiner Person

- Jahrgang 1976
- Physiker an der Uni Zürich
- Funkamateur seit 1992 (DH2VA)
  (seit 2000 HB9DUN)
- AMSAT-DL Mitglied seit 1998
- Vorstandsmitglied 2007-2011
- AMSAT-DL Projekte:
  - Deep Space Empfang seit 2006
  - Voyager-1 Empfang 2006
  - Radarechos von der Venus 2009

Wer ist die AMSAT-DL?

- AMSAT-DL ist ein Zusammenschluß von engagierten Ingenieuren, Technikern, Wissenschaftlern, Studenten, Funkamateuren und Raumfahrtenthusiasten.
- Sie planen, entwickeln, bauen, betreiben und nutzen in Ihrer Freizeit Satelliten.
- Satellitenprojekte von der Planung über die Entwicklung und den Bau bis hin zum operativen Betrieb
- "Open Source"-Prinzip
- ca. 500 Mitglieder in Deutschland, weitere nationale AMSAT Organisationen (AMSAT-NA, AMSAT-UK, AMSAT-JA,...)

Sternwarte Bochum und die 20m Parabolantenne

Baujahr 1967

Aktuell: Februar 2014

From Geoff ⭐ | Reply | Reply All | Forward | Archive | Junk | Delete

Subject **[amateur-DSN] ISEE-3** 07.02.2014 23:59

To amateur-DSN@yahoogroups.com ⭐ Other Actions

Hi guys,

Has anyone been looking at this? can anyone do anything with it? Sadly I can not for the foreseeable future ;-(.

> From Emily Lakdawalla of The Planetary Society:
>
> "So ISEE-3 will pass by us, ready to talk with us, but in the 30 years since it departed Earth we've lost the ability to speak its language. I wonder if ham radio operators will be able to pick up its carrier signal -- it's meaningless, I guess, but it feels like an honorable thing to do, a kind of salute to the venerable ship as it passes by."
>
> http://www.planetary.org/blogs/emily-lakdawalla/2014/02070836-isee-3.html

Cheers,

Geoff.

ICE/ISEE-3 to return to an Earth no longer capable of speaking to it

Posted by Emily Lakdawalla

2014/02/07 16:47 UTC

Analyse des NASA GSFC Teams (4.Feb.):

signal, but can we speak to the spacecraft? Can we tell the spacecraft to turn back on its thrusters and science instruments after decades of silence and perform the intricate ballet needed to send it back to where it can again monitor the Sun? The answer to that question appears to be no.

The transmitters of the Deep Space Network, the hardware to send signals out to the fleet of NASA spacecraft in deep space, no longer includes the equipment needed to talk to ISEE-3. These old-fashioned transmitters were removed in 1999. Could new transmitters be built? Yes, but it would be at a price no one is willing to spend. And we need to use the DSN because no other network of antennas in the US has the sensitivity to detect and transmit signals to the spacecraft at such a distance.

This effort has always been risky with a low probability of success and a near-zero budget. It is thanks to a small and dedicated group of scientists and engineers that we were able to get as far as we have. Thank you all very much.

http://www.planetary.org/blogs/emily-lakdawalla/2014/02070836-isee-3.html

ICE/ISEE-3 to return to an Earth no longer capable of speaking to it

Posted by Emily Lakdawalla

2014/02/07 16:47 UTC

conclusion from Emily Lakdawalla:

So ISEE-3 will pass by us, ready to talk with us, but in the 30 years since it departed Earth we've lost the ability to speak its language. I wonder if ham radio operators will be able to pick up its carrier signal -- it's meaningless, I guess, but it feels like an honorable thing to do, a kind of salute to the venerable ship as it passes by.

http://www.planetary.org/blogs/emily-lakdawalla/2014/02070836-isee-3.html

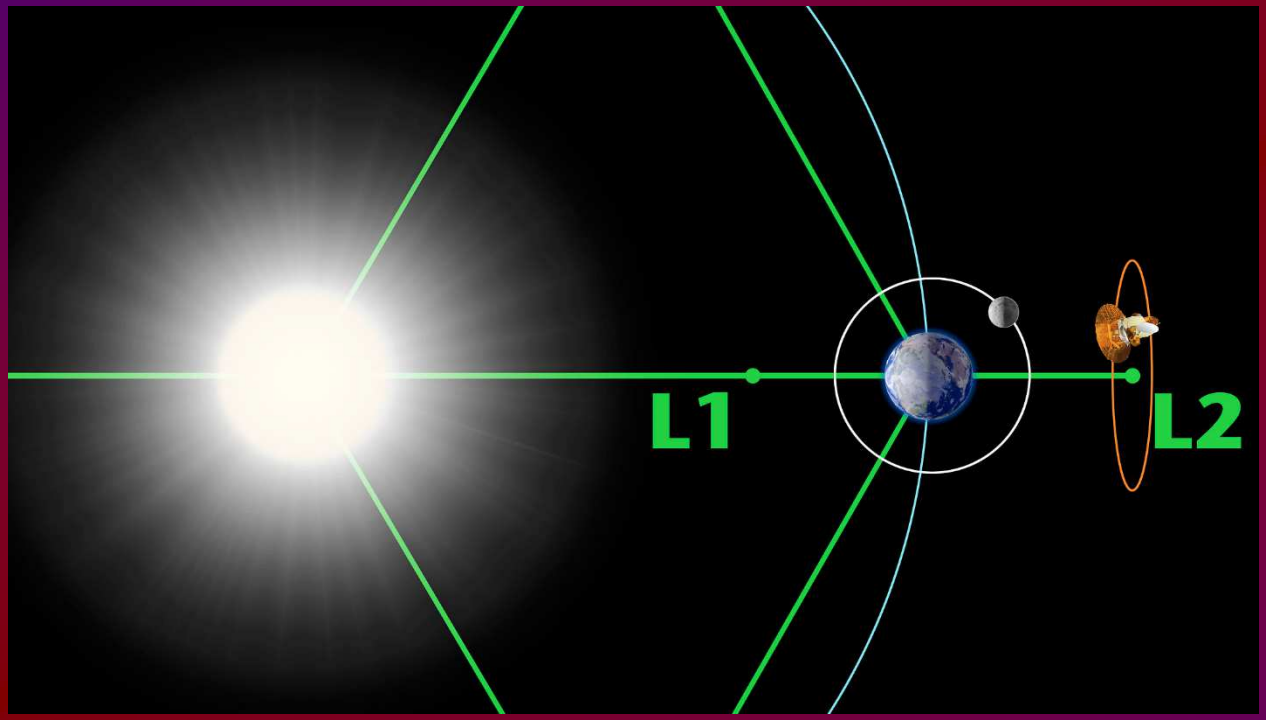
Raumsonde ISEE-3

International Sun-Earth Explorer
Messung der Wechselwirkung zwischen der Sonne und dem Erdmagnetfeld

ISEE-A/B (ISEE-1/2):
760 x 138000 km Orbit

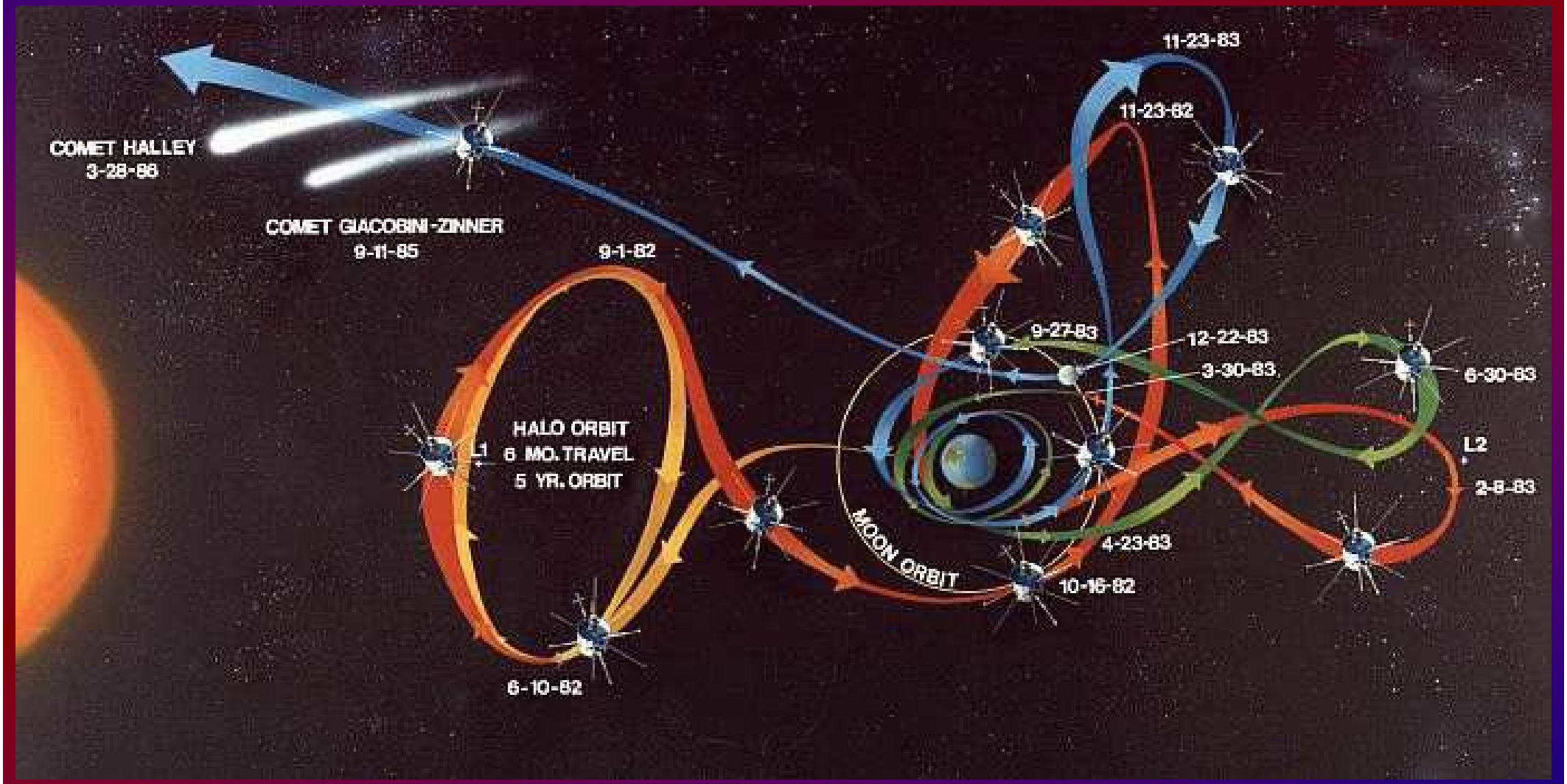
ISEE-C (ISEE-3):
erste Mission zum Lagrange Punkt L1

Lagrange Punkt L1



- L1 ca. 1.5 Mill. km Richtung Sonne
- Halo Orbit um L1 ist für kontinuierliche Beobachtung der Sonne ideal
- wird aktuell von SOHO, ACE, WIND genutzt
- nicht stabil, aber mit wenig Treibstoff kann man die Position halten, oder verlassen...

von L1 via Geotail zu den Kometen



International Cometary Explorer (ICE)

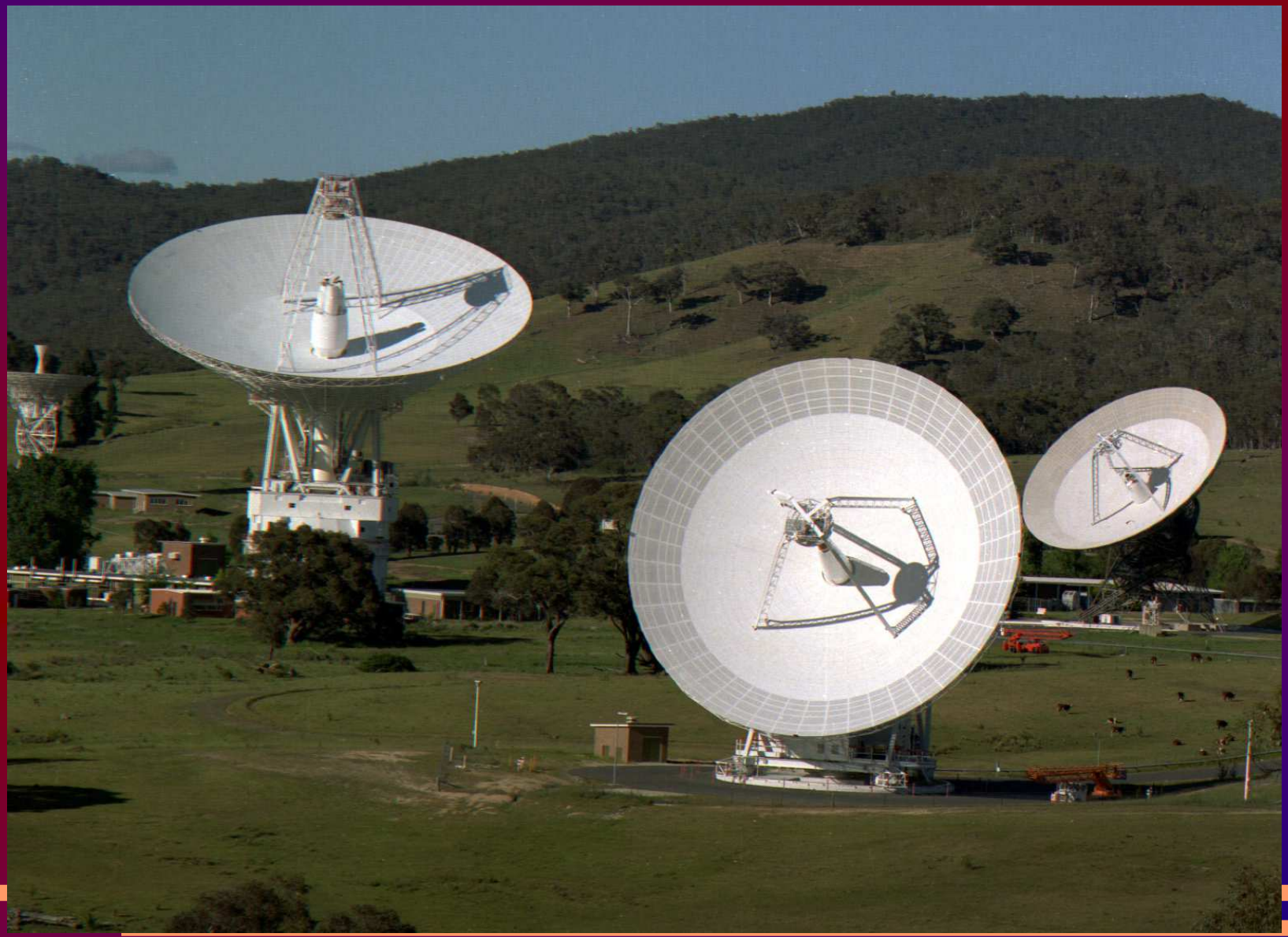
1985: naher Vorbeiflug an Giacobini-Zinner (7800 km), Messung des Plasma Schweifs des Kometen
1986: entfernter Vorbeiflug (28 Mill. km) am Halley'schen Kometen
1991: Beginn der heliosphärischen Mission, Beobachtung von Sonneneruptionen zusammen mit der Ulysses Mission (1990-2009)

Kommunikationsverbindungen

ursprüngliche Mission war bei L1 stationiert (1.5 Mill. km)
S-Band up/downlink: low gain Antenne,
nicht für interplanetare Distanzen geeignet
2x 5 Watt, 2217.5 & 2270.4 MHz
nominell 7dBi

nominelle Bitrate:	2048 bps
Giacobini-Zinner:	1024 bps
Halley'scher Komet:	512 bps
Jan 1987:	256 bps
Jan 1989:	128 bps
Dec 1991:	64 bps

NASA Deep Space Network (DSN)



Das Ende ...?

Dez 1995: Telemetrie Modulator abgeschaltet, Trägersignal bleibt für Radiotests vom JPL stehen

Mai 1997: ICE Mission wird offiziell für beendet erklärt

Sep 2008: letztes Tracking des NASA DSN, Update der Flugbahndaten

Robert Farquhar

- Jg. 1932 aus Chicago(Illinois)
- ISEE-3 Missionsdirektor
- ebenso für NEAR, CONTOUR, MESSENGER, New Horizons

Idee: ISEE-3 aus L1 für Kometenbeobachtung umleiten

April 1986 :letzte Kurskorrektur für Rückkehrkurs Richtung Erde-Mond System.

THE BULLETIN

ages, Five Sections | Bend, Deschutes County, Oregon, Wednesday, April 9, 1986 | Twenty-five Cents | No. 108

Space explorer changes course

Probe could be retrieved

WASHINGTON (UPI) — The American space probe that flew through the tail of a comet last September changed course and should swing back into orbit around Earth 28 years from now for possible retrieval by 21st century astronauts.

A series of rocket firings Monday put the half-ton International Cometary Explorer on a path in its orbit around the sun that should send it whipping around the moon on Aug. 10, 2014.

"We are now targeted for the moon, but it's a long time away," said flight director Robert Farquhar at the Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md. "I'm not going to be able to wait around."

The spacecraft was maneuvered out of its original Earth orbit by swinging around the sun, and the return close encounter with the moon is expected to place the craft back into an elongated Earth orbit, something like this," he said.

Farquhar said he expected the little spacecraft still to be working in the year 2014.

The International Cometary Explorer was 54 million miles from Earth when commands were sent from the Goddard control center to fire the craft's tiny rockets.

The probe flew through the tail of Comet Giacobini-Zinner Sept. 11 when the comet was 44 million miles from Earth. It was the first spacecraft to encounter a comet, and the probe produced the first direct evidence that comets are basically dirty snowballs, as has

ISEE-3 Eigentum des Smithsonian Museums

Annahme (1986) : Vorbeiflug am Mond, Einschwenken in einen niedrigen Erdorbit und Einfangen durch das Space Shuttle und Rückkehr

Fig. 6-24: NASA/NASM Signing Ceremony, September 11, 1986. Participants (left to right): ICE Comet Scientist, John C. Brandt, NASA Administrator, James C. Fletcher, NASA Goddard Space Flight Center Director, Noel W. Hinners, and the author.

JOINT DECLARATION OF INTENT

Whereas on September 11, 1985, the International Cometary Explorer (ICE) made the historic first visit of a spacecraft to a comet, and

Whereas, the National Air and Space Museum (NASM) of the Smithsonian Institution has indicated its recognition of the historical significance of that comet encounter and of the ICE spacecraft, and

Whereas the ICE in its future orbital motions is expected to return to the vicinity of the Earth in August, 2014, when it might be retrievable, and

Whereas NASA has the authority to transfer vehicles to the NASM once their technical utility has been exhausted, and whereas NASM has the authority to accept such vehicles pursuant to combined authority of Section 203(c)(8) of the National Aeronautics and Space Act of 1958, as amended (42 and (8) of the National Air Museum A 77(a), 77(d)), and the Agreement Be Space Administration and the Smiths the Custody and Management of NAS 1052.85, March 14,1967)

Now, therefore, on the occasion of t of the ICE with the Comet Giacobin intention to transfer title of the ICE future date at which the technical u and other government agencies is e

And furthermore, NASM declares its to the Smithsonian Institution's perm aforementioned declaration and if th and returned to the surface of the E

Now, therefore, on the occasion of the first anniversary of the encounter of the ICE with the Comet Giacobini-Zinner, NASA declares its intention to transfer title of the ICE spacecraft to the NASM upon such future date at which the technical utility of the spacecraft to NASA and other government agencies is exhausted.

And furthermore, NASM declares its intention to add the ICE spacecraft to the Smithsonian Institution's permanent collection upon NASA's aforementioned declaration and if the spacecraft is retrieved and returned to the surface of the Earth.

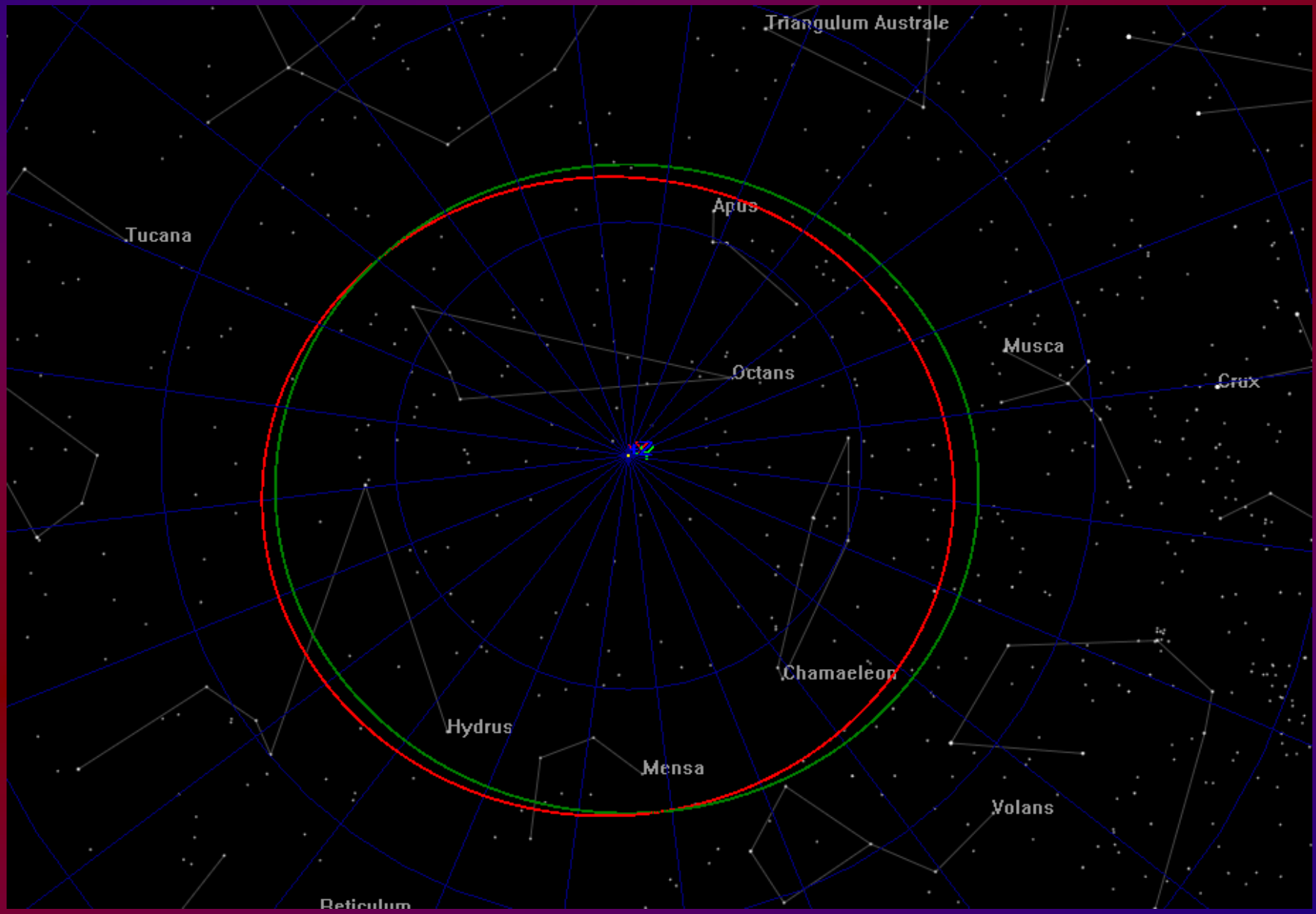
James C. Fletcher
Administrator
NASA

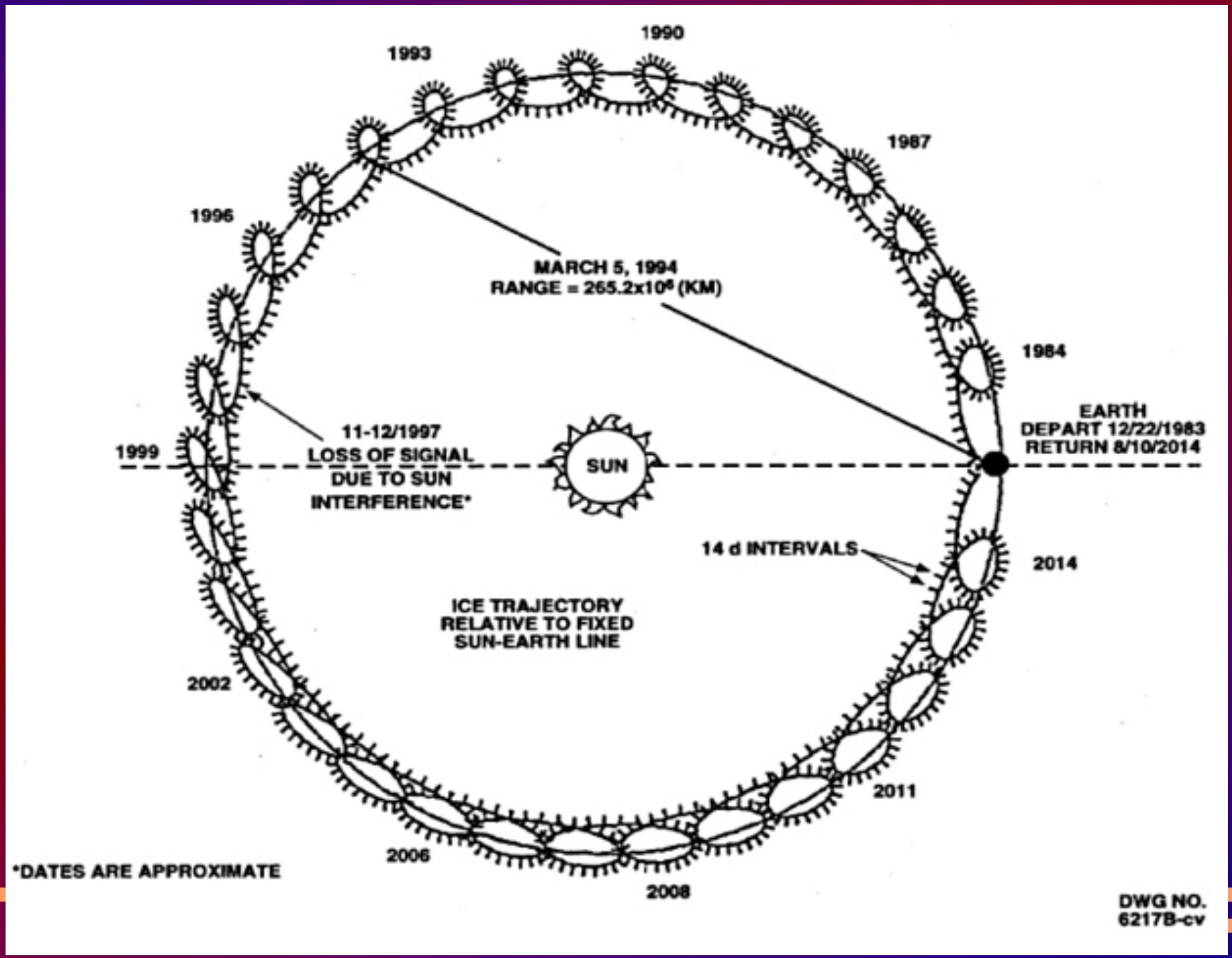
September 11, 1986

James C. Tyler
Acting Director
NASM

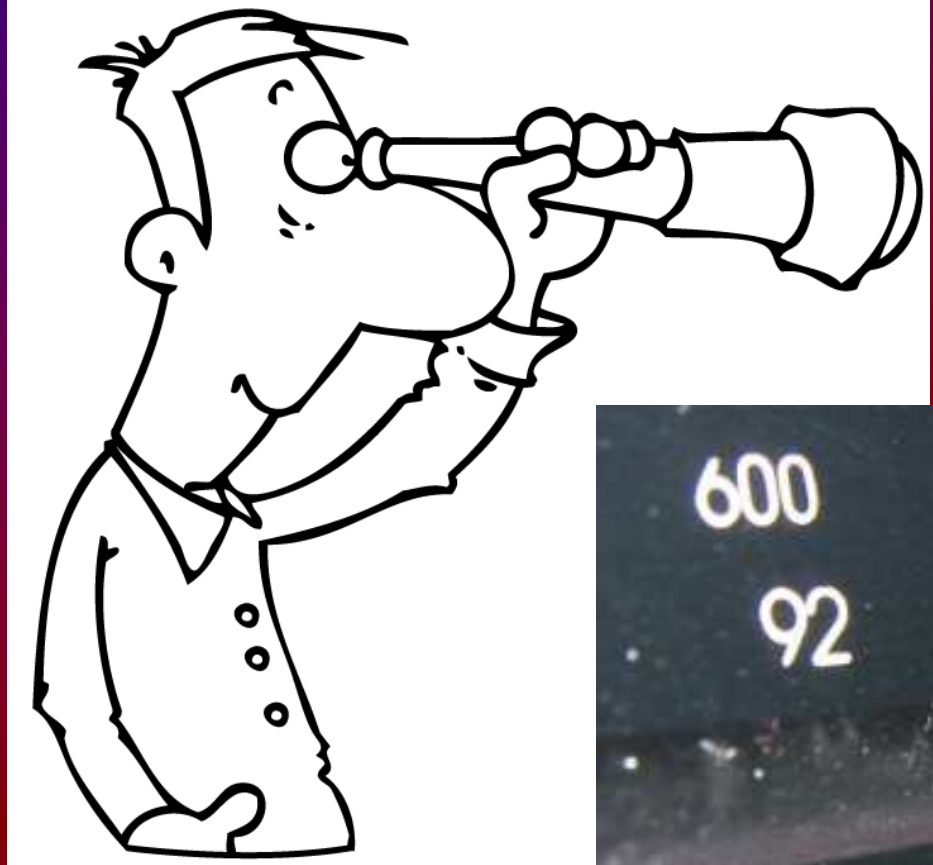
September 11, 1986

DOCUMENT 6-9: Joint Declaration of Intent Signed by Dr. James C. Fletcher For NASA and Dr. James C. Tyler for NASM September 11, 1986


Triangulum Australe
Apus
Tucana
Musca
Octans
Crux
Chamaeleon
Hydrus
Mensa
Volans
Reticulum


1990
1993
1987
1996
MARCH 5, 1994
RANGE = 265.2x10⁶ (KM)
1984
EARTH
DEPART 12/22/1983
RETURN 8/10/2014
11-12/1997
LOSS OF SIGNAL
DUE TO SUN
INTERFERENCE*
1999
SUN
14 d INTERVALS
2014
ICE TRAJECTORY
RELATIVE TO FIXED
SUN-EARTH LINE
2002
2011
2006
2008
*DATES ARE APPROXIMATE
DWG NO.
6217B-cv

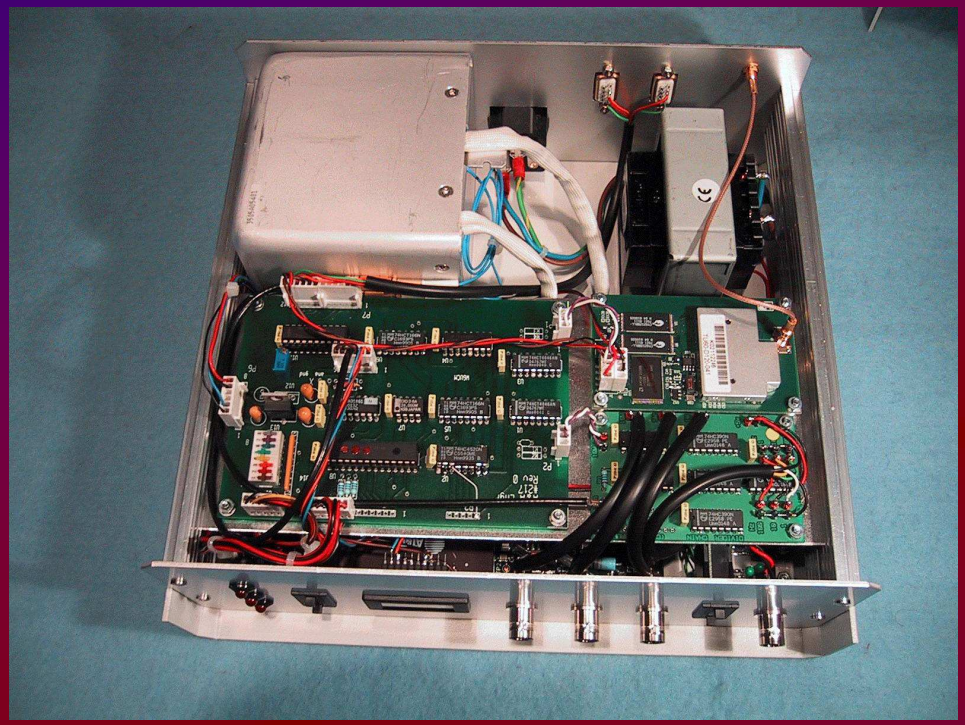
An die Arbeit!



Frequenzen und Positionen gesucht!

2.4 GHz Feedhorn für Bochum

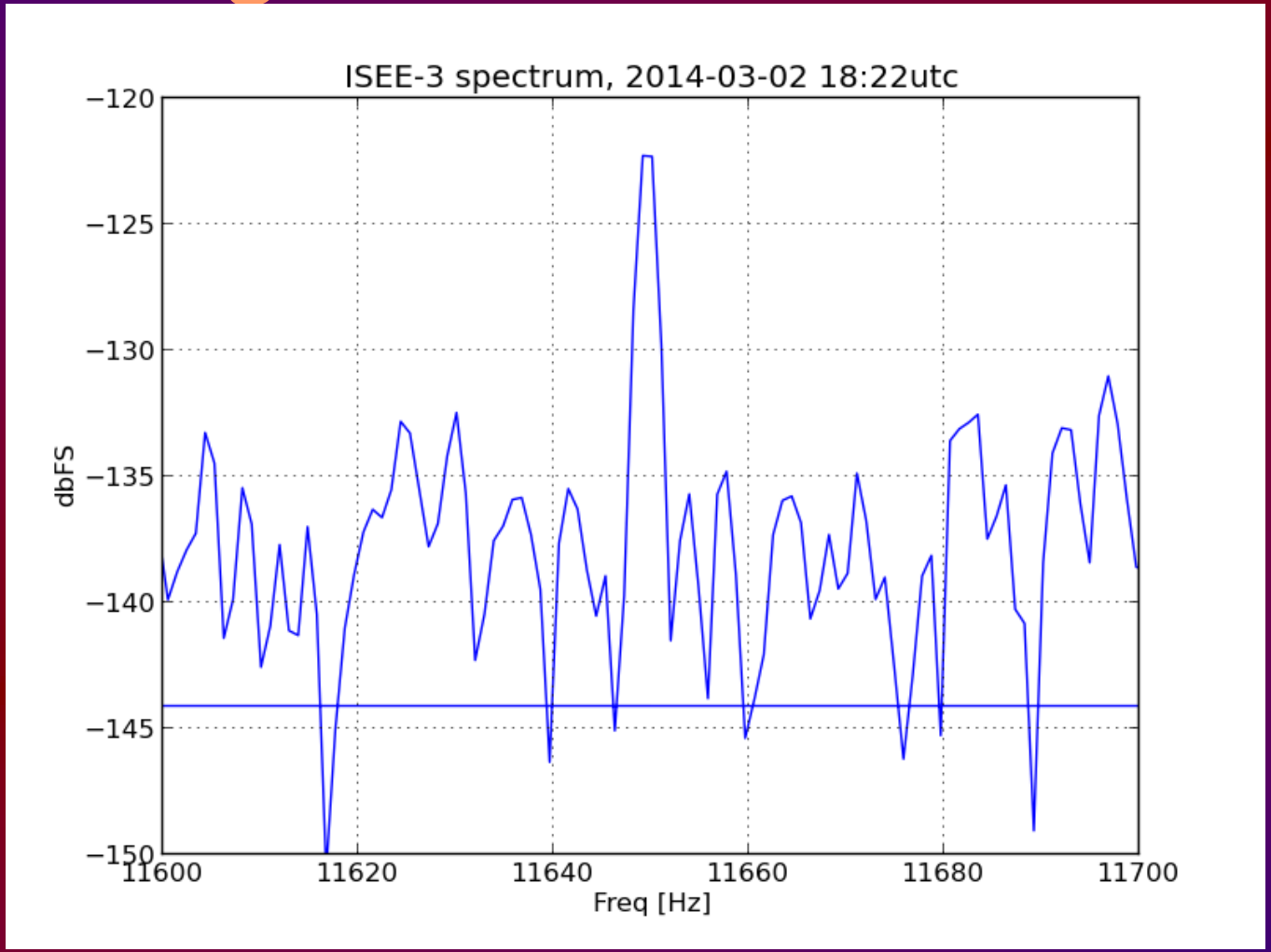
hochgenaue Frequenzreferenz



Selbstbau mit Teilen von Ebay und eigenen Schaltungsdesigns
erreichbare Genauigkeit: 1 in 100 Milliarden(10^{11})
(bzw. 1 Sekunde in 3000 Jahren)

Software Defined Radio: SDR
USRP, HackRF, BladeRF

erstes Signal: 2.März 2014



17.8 dB CNR, Entfernung ca. 43 Mill. km

2. März: Auswertung

was wir haben:

- Energieversorgung ok
- Sender ok
- Fluglage grob i.O.
- Position ca. wo erwartet

was noch fehlt (nur das nötigste..):

- Modulation, keine Telemetrie/Daten und somit keine Aussage über Zusand der Raumsonde (keine Seitenbänder)
- genaue Position
- genaue Fluglage

Abschätzung der in Bochum benötigten Sendeleistung zur Steuerung: > 5kW

Magnetron des Venus Echo Experiments: arbeitet 2.45 GHz, nicht auf 2.07 GHz abstimmbar.

http://xkcd.com/1337/

am 3. März veröffentlicht, ca. 1 Woche **VOR** unserer Pressemitteilung

‘candy storm’ der Medien

Amateurfunk Medien:
Funkamateur
CQ-DL
Southgatearc.org
amsat-uk.org

allgemein:
Spiegel Online
Frankfurter Rundschau
Bild Zeitung (Regionalausgabe)
SRF2 Wissen (schweizer Radio),
DLF
Gast Blog bei ‘The Planetary Society’
Gizmag.com
und noch viele weitere..

Home | Video | Themen | Forum | English | DER SPIEGEL | SPIEGEL TV | Abo | Shop Schlagzeilen | Wetter | TV-Programm | mehr ▾

Login | Registrierung

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT

Politik | Wirtschaft | Panorama | Sport | Kultur | Netzwelt | Wissenschaft | Gesundheit | einestages | Karriere | Uni | Schule | Reise | Auto

Nachrichten > Wissenschaft > Weltall > Raumfahrt > Kometenjäger Ice: Amsat-Funkamateure wollen Sonde einfangen

Kometenjäger "Ice": Deutsche Amateurfunker wollen Nasa-Sonde einfangen

Von Isabell Prophet

NASA

Sonde "Ice" (Grafik): Sie funkt und funkt - aber niemand hört zu

Wissenschaftler haben "Ice" längst aufgegeben. Nun wollen Amateurfunker aus Deutschland und der Schweiz von der Sternwarte Bochum aus Kontakt zur Weltraum-Sonde herstellen. Sie haben nur einen Versuch.

Spiegel Online, März 2014

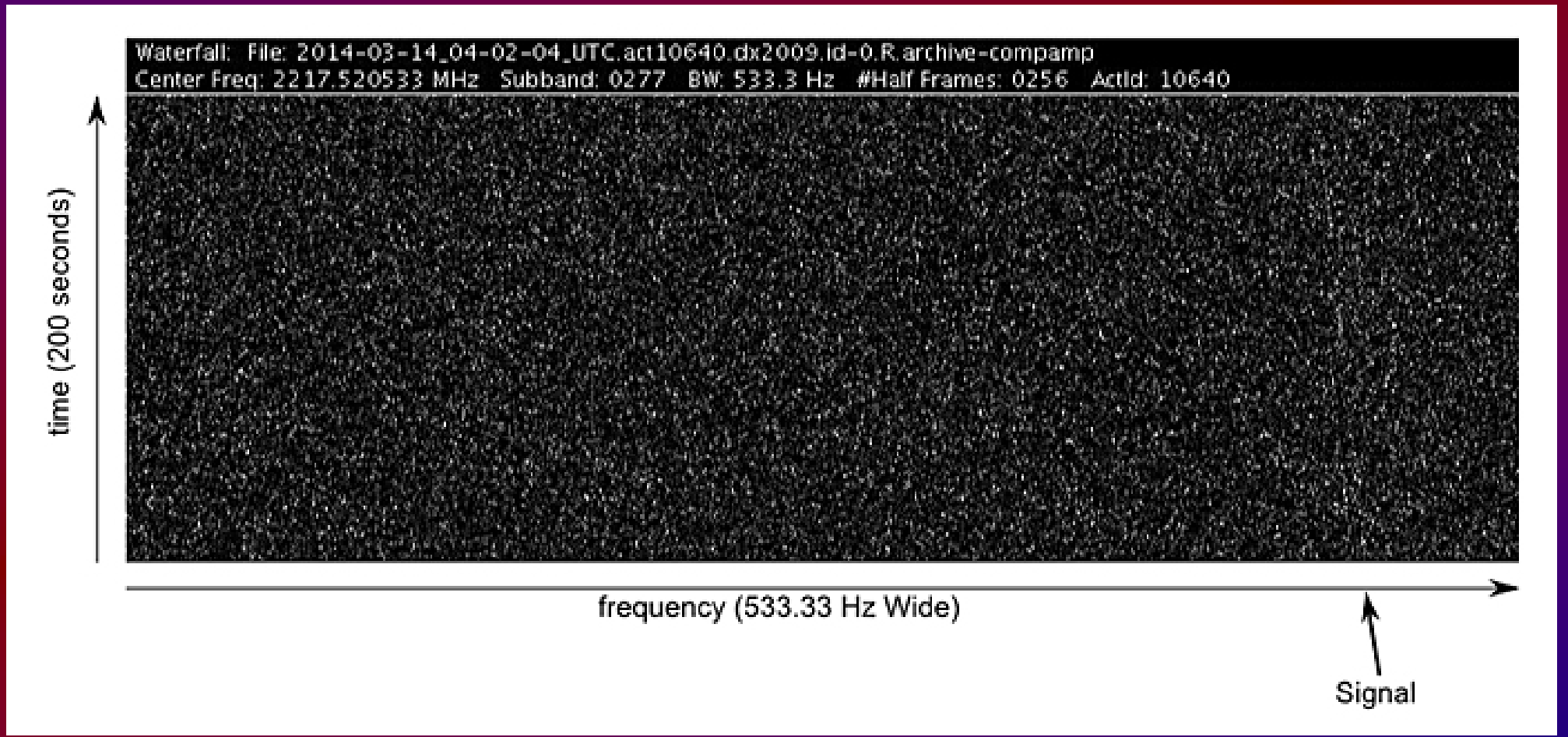
14. März: Dennis Wingo KD4ETA

- CEO Skycorp Inc.
- «Technoarchäologe»
- Gründer des Lunar Orbiter Image Recovery Project (LOIRP)

- US-Amerikaner (!)

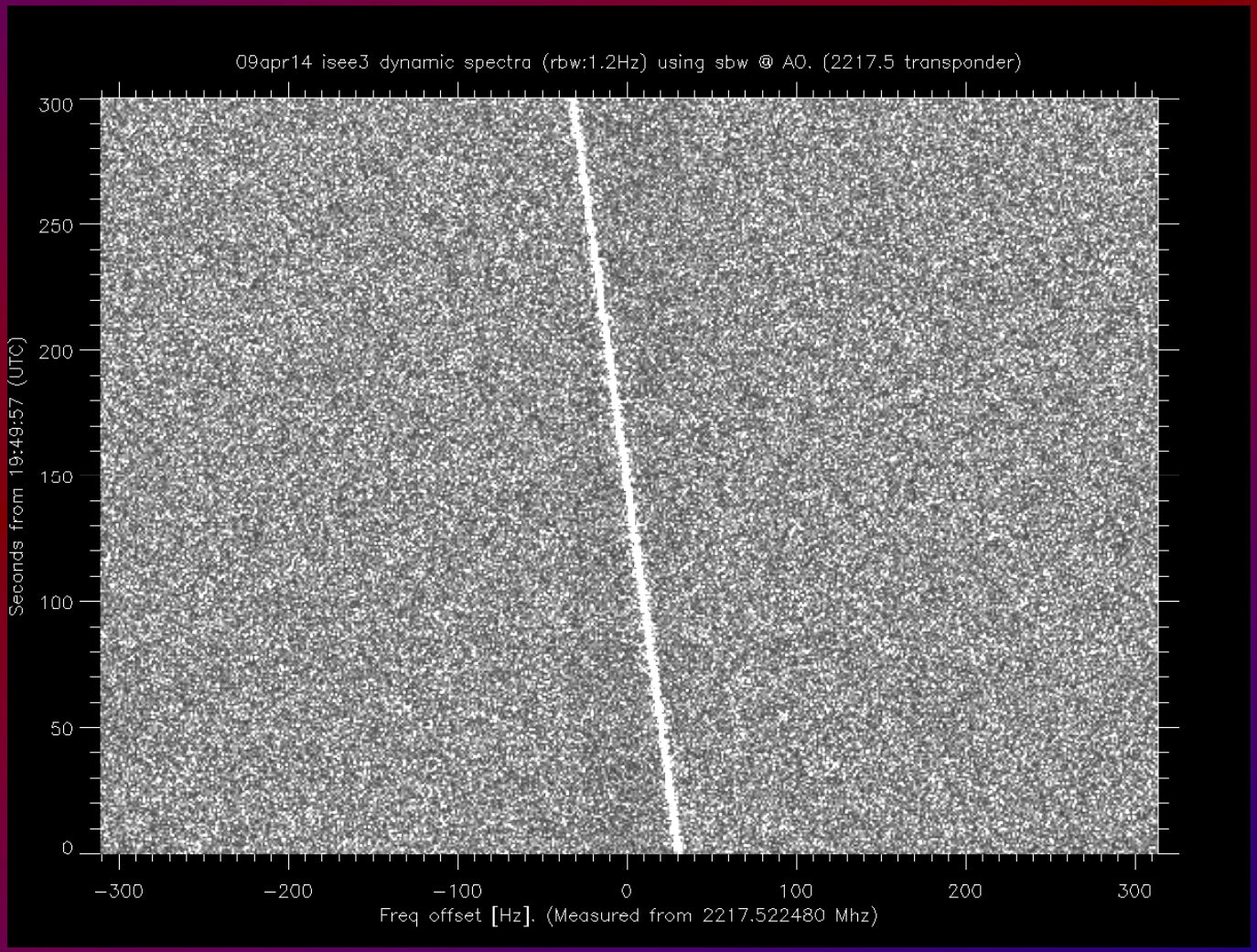
weitere ISEE-3 Nachweise

20. März: Allen Telescope Array (SETI)

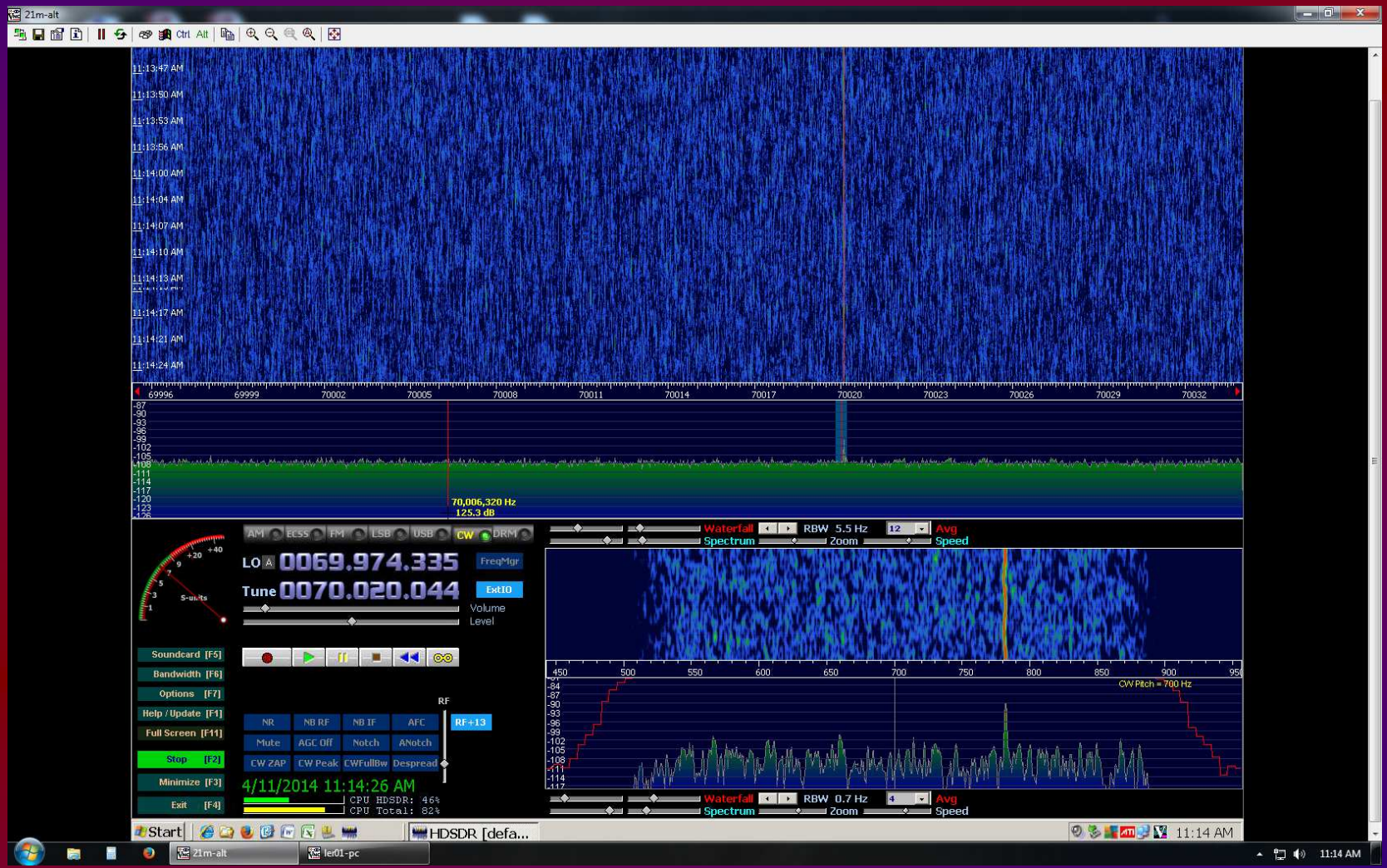


weitere ISEE-3 Nachweise

9. April: Arecibo (305m)



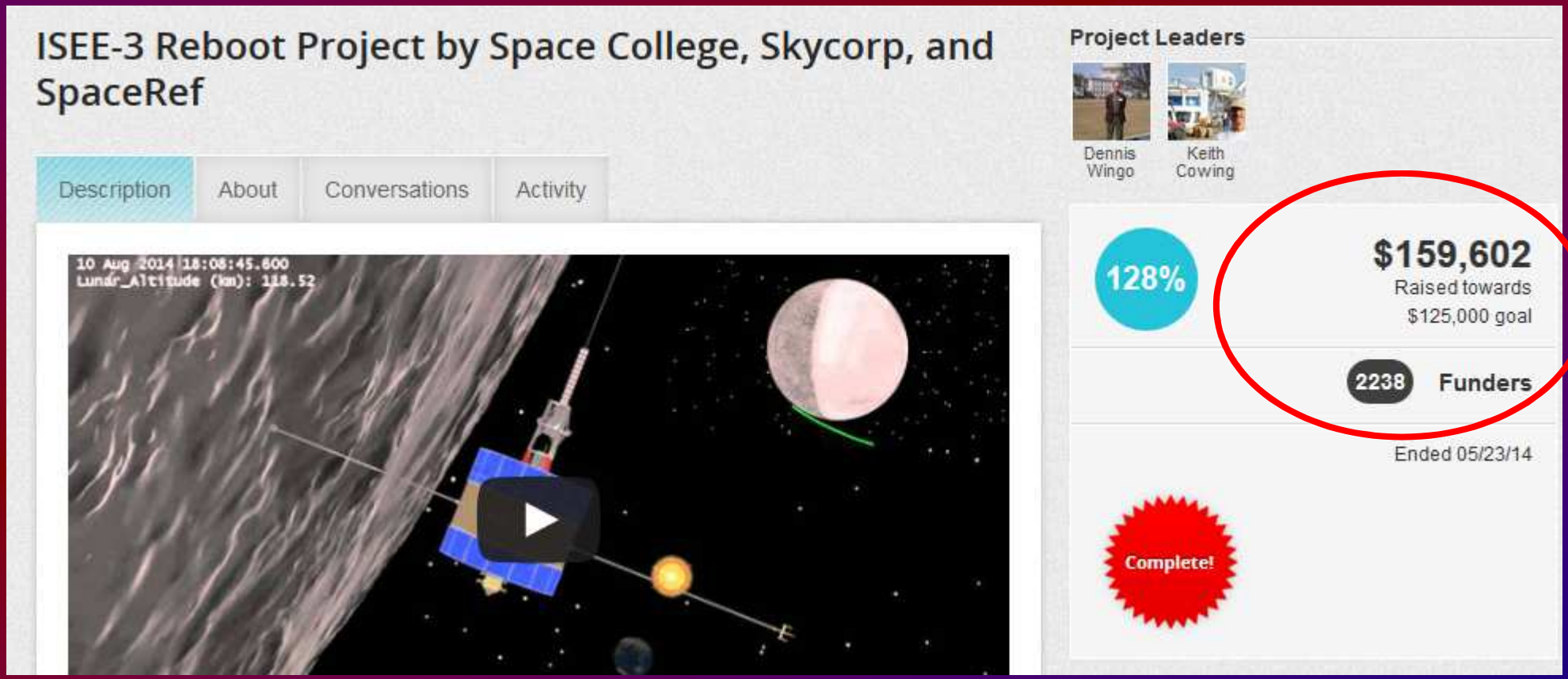
weitere ISEE-3 Nachweise



11. April: Morehead State University (20m)

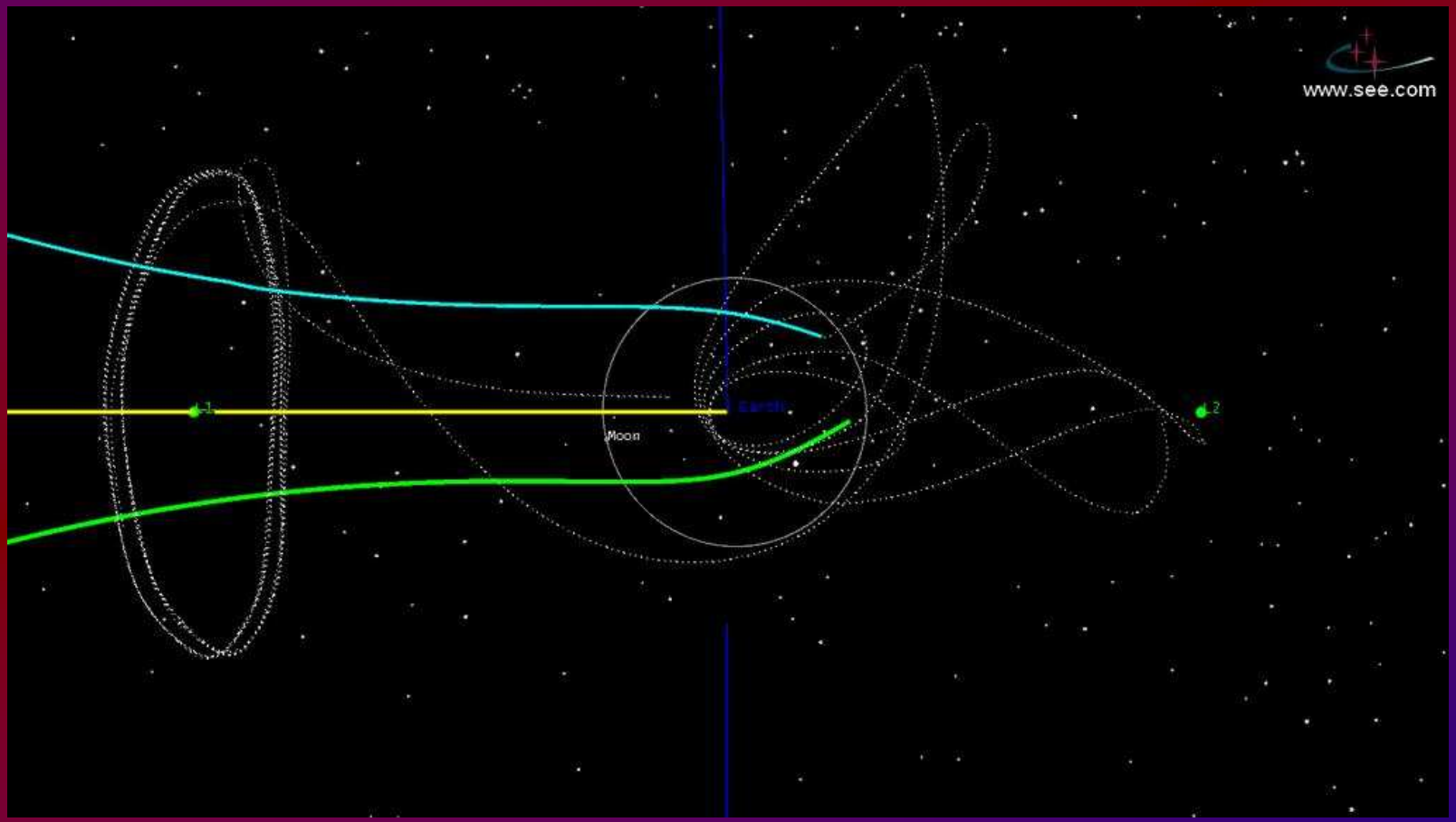
23. April: ISEE-3 Reboot Project

Crowdfunding, Ziel war 125.000 USD innerhalb 30 Tage
benötigt für Hardware, Reisekosten und evtl. Tracking Durchgänge des NASA DSN
(Dennis Wingo and Keith Cowing, nasawatch.com)



Planung für 2014

Flugbahn von 1983 umkehren und mittels Vorbeiflug am Mond solare Orbitgeschwindigkeit reduzieren → Einschwenken in Erdorbit



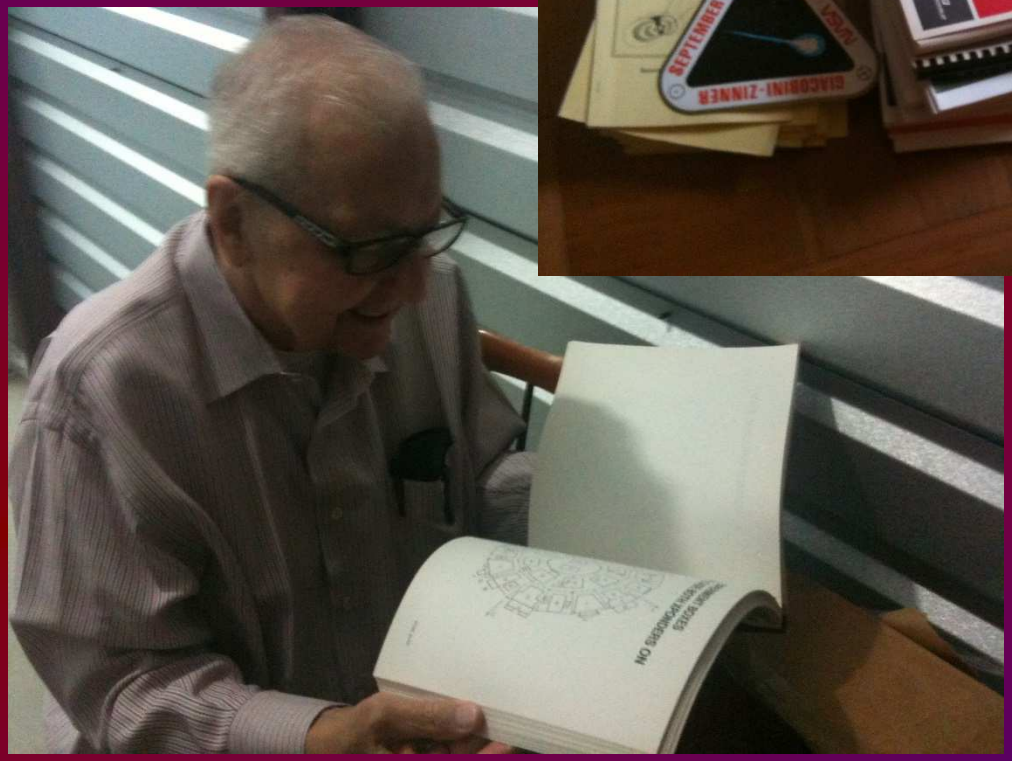
Mike Loucks, @Astrogator_Mike, wwww.see.com

Swing-by am Mond

ca. 50km Flughöhe über Mond benötigt

Mike Loucks, @Astrogator_Mike, wwww.see.com

‘Dumpster Diving’ bei Bob Farquhar



21. Mai: ‘space act agreement’ mit NASA

http://sservi.nasa.gov/wp-content/uploads/2014/05/ISEE-3-Space-Act-Agreement.pdf

NONREIMBURSABLE SPACE ACT AGREEMENT
BETWEEN
THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
AND
SKYCORP, INC
FOR
ISEE-3 REBOOT PROJECT

ARTICLE 1. AUTHORITY AND PARTIES

In accordance with the National Aeronautics and Space Act (51 U.S.C. § 20113), this Agreement is entered into by the National Aeronautics and Space Administration, (hereinafter referred to as "NASA") and Skycorp, Inc located at 23500 Treeview Trial,

VIEL Stoff für Juristen, einige sehr interessante Passagen:

- ‘.. Team Mitglieder müssen US-Amerikaner sein ..’
- wichtige Aktionen benötigen ‘Authorization to proceed’ (ATP) von NASA

22. Mai: wir BRAUCHEN Telemetrie

eine grosse Antenne in Puerto Rico + PA von DK2FD (4 Wochen!)

www.naic.edu

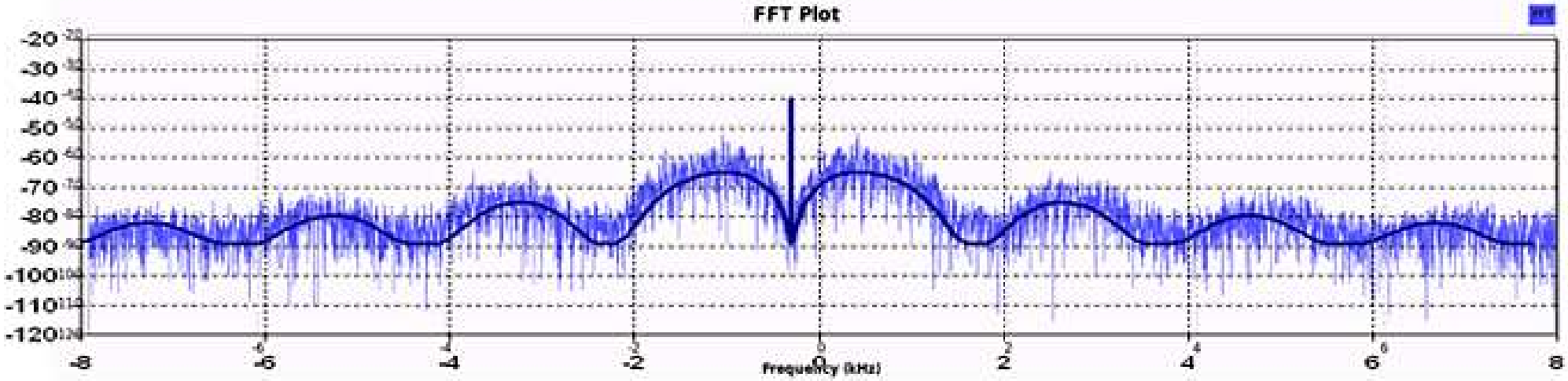
AMSAT-DL

Satellites for Communication and Science
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft

manuelle TRX Umschaltung

manuelle Schaltung von PTT und Abschwächern
Vielen DANK an Phil Perillat, Dana Whitlow, Alessondra Springmann und das ganze Team von Arecibo!

29. Mai: erste Telemetrie!



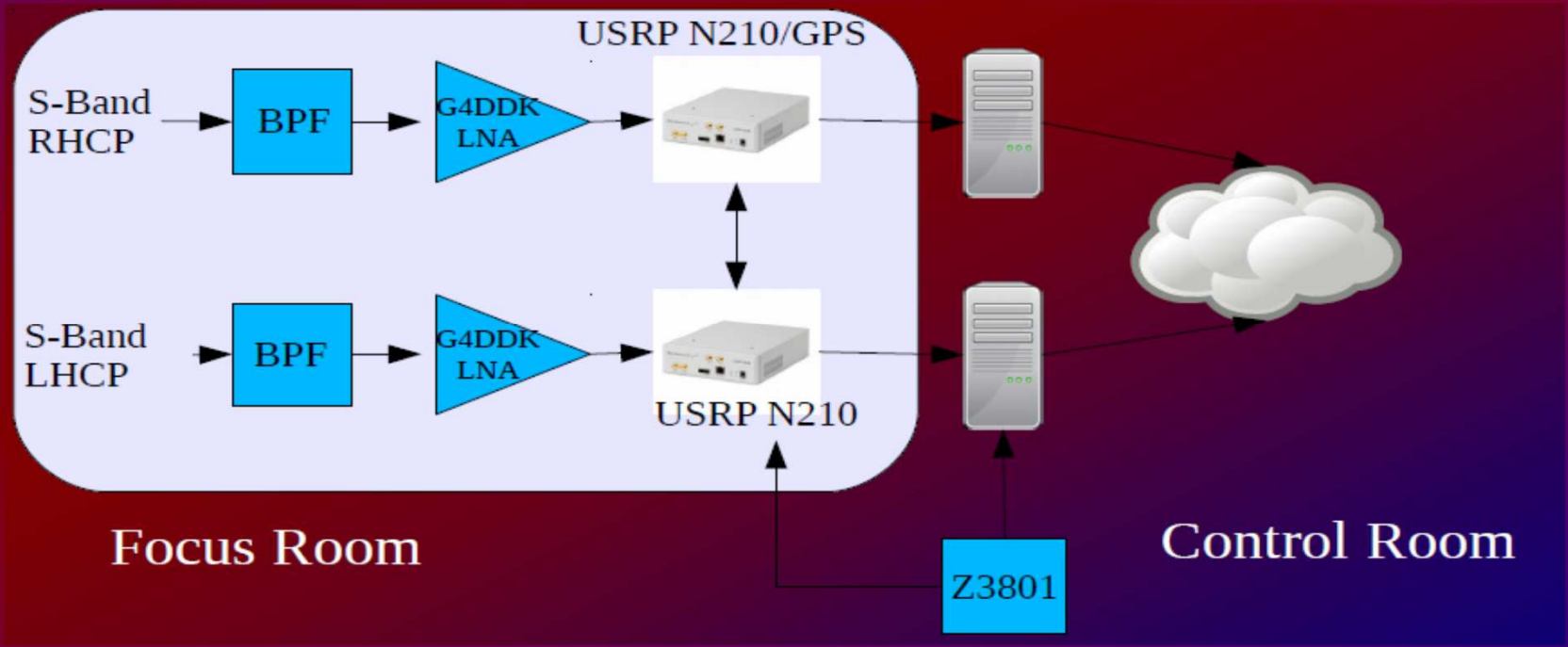
assumptions:
512 bps, R=1/2 convolutional code
biphase PSK, 60 deg mod index
free parameters:
noise power, total signal power, frequency offset

measured spectrum by ISEE-3 Reboot Project
simulated spectrum by. A. Vollhardt (DH2VA), AMSAT-DL

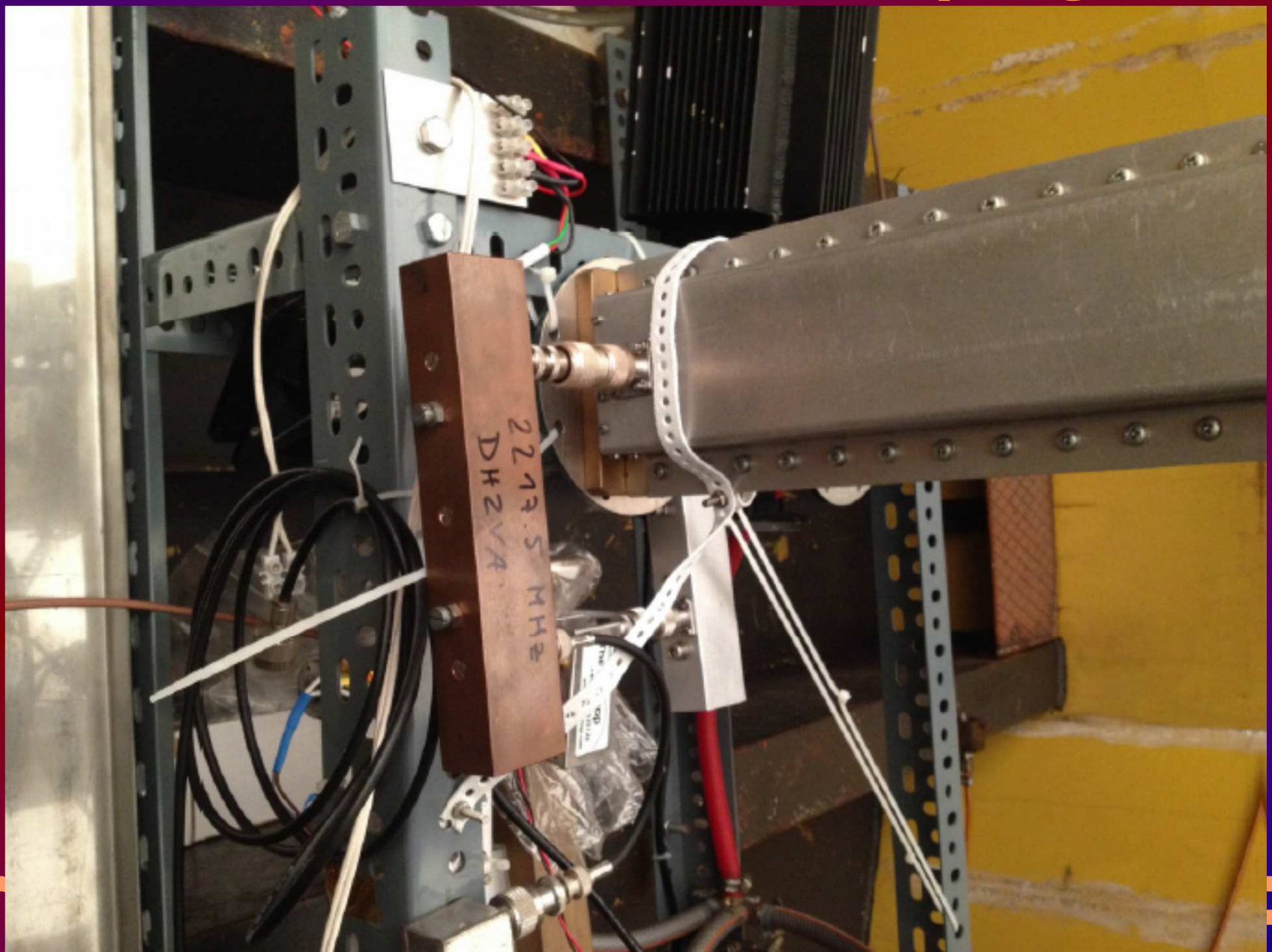
An die Arbeit!

Einbau zusätzlicher Hardware:

- 2. LNA, 2. USRP für Transponder A
- Verteilung des 1PPS GPS Signales zur exakten Zeitsynchronisation
- Interdigital Bandpass Filter für beide Empfangszweige



Fokusebene im 20m Spiegel



Juni: erste Kommandos,grobe Positionsbestimmung

Kommandoteam beginnt Steuerung der Raumsonde (learning by doing)

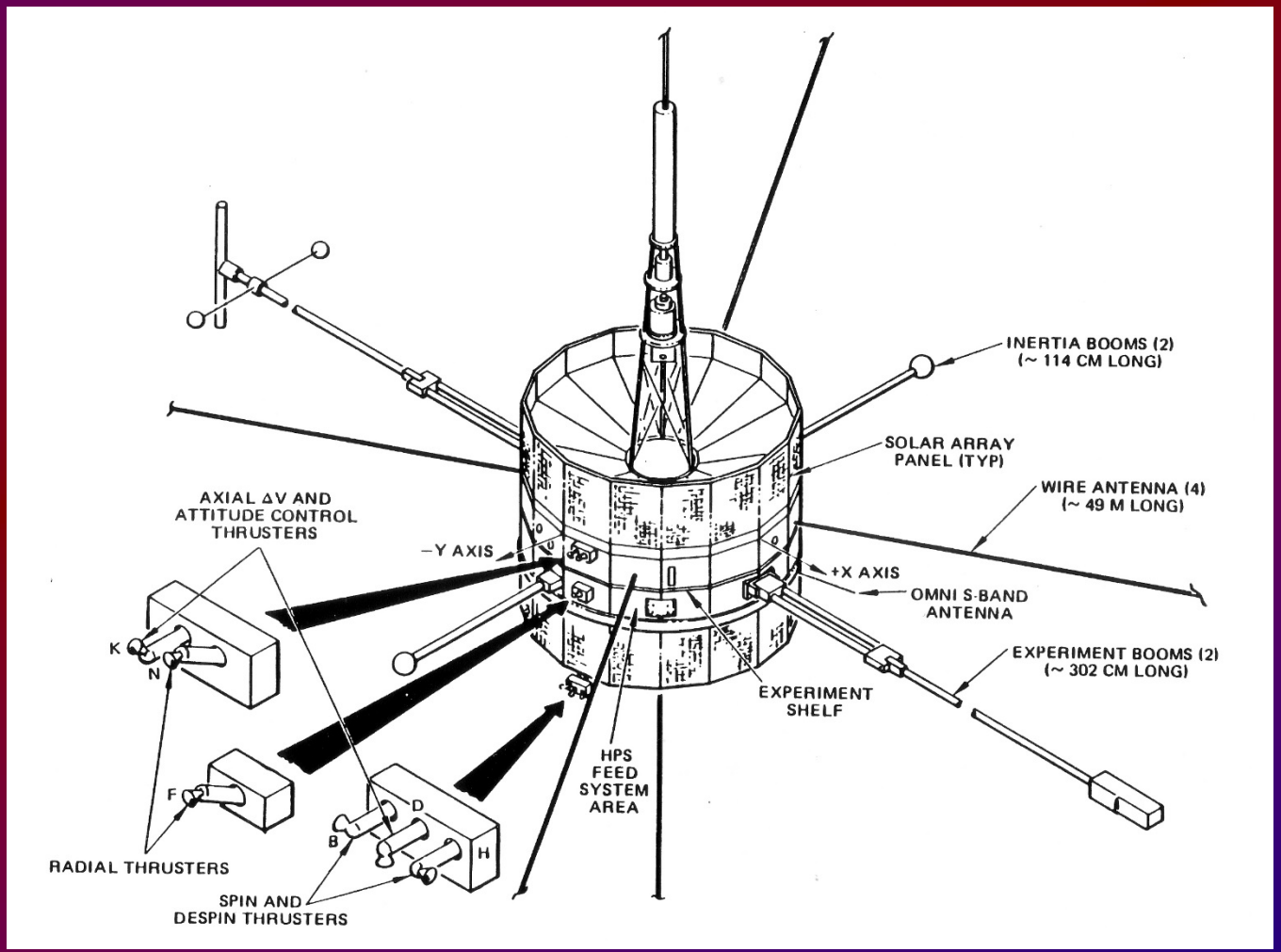
Nutzung der Arecibo Antenne in Service Zeiten, eingeschränkte Fernsteuerung aus Kalifornien möglich.

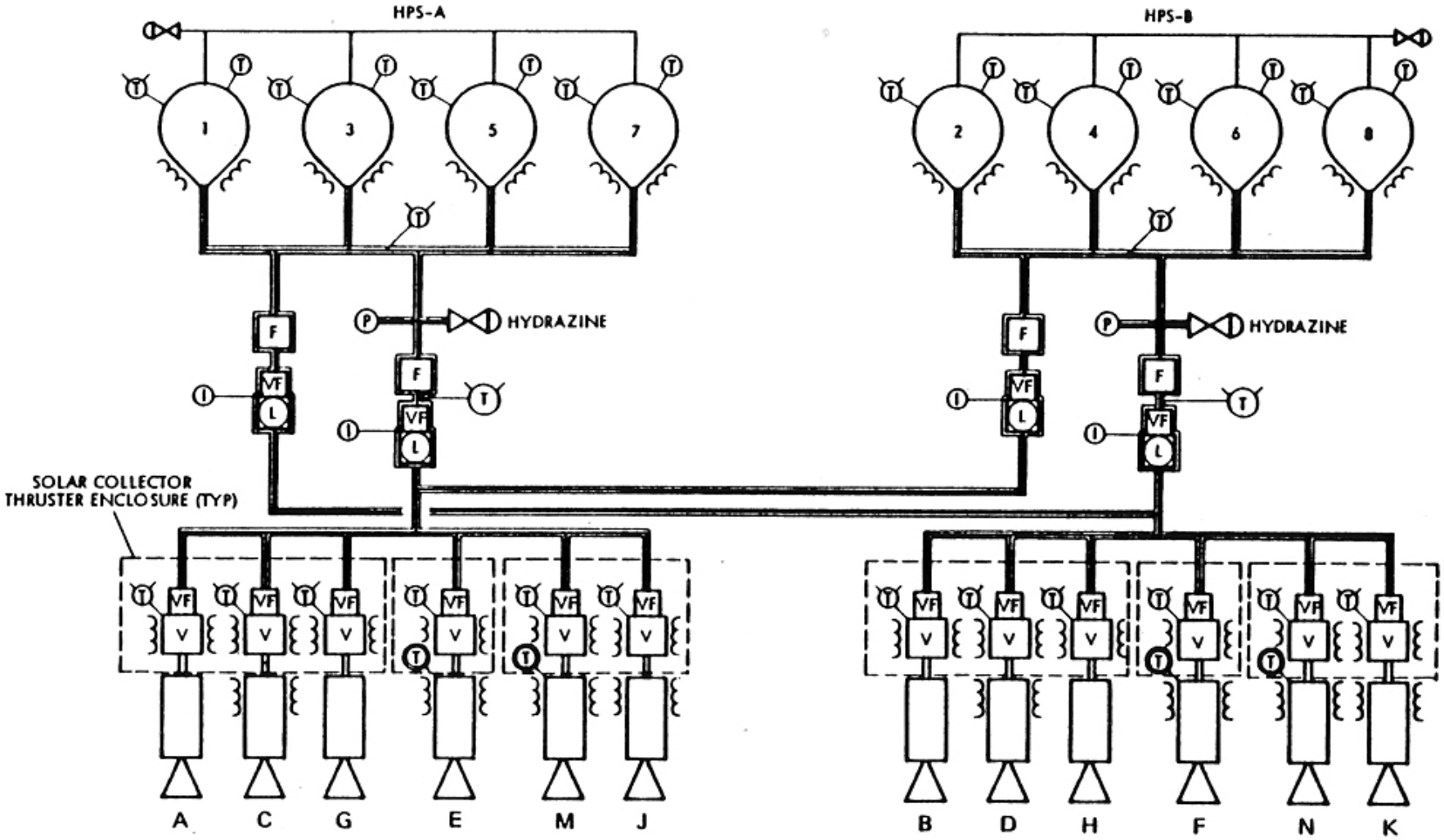
Arecibo misst 0.5 Grad Abweichung zu Flugbahnmodell

DSS-24 (Goldstone) wird zum Tracking benötigt, 10kW Leistung

2. Juli: spin-up Zündung

benötigt: 11 Pulse
Drehrate
19.16 rpm → 19.75 rpm





FACET 1

FACET 9

KEY

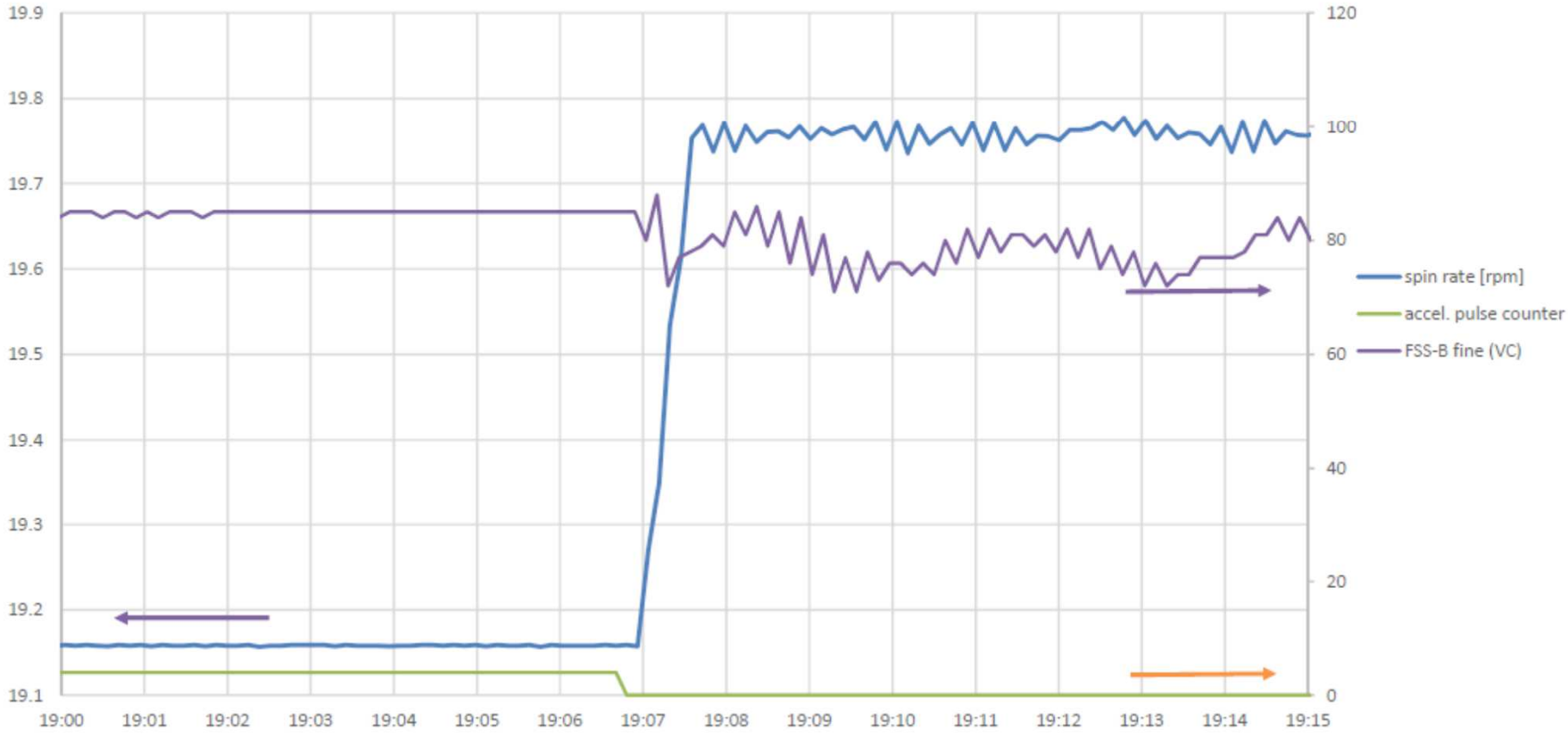
- TANKS
- THERMISTOR, REDUNDANT
- FILL/VENT VALVE, CAPPED
- FILL/DRAIN VALVE, CAPPED
- LATCH VALVE WITH POSITION INDICATOR
- PRIMARY SUBSYSTEM FILTER
- VALVE FILTER (INTEGRAL)
- COMPONENT HEATER, REDUNDANT
- LINE AND FLUID COMPONENT HEATER, REDUNDANT
- THRUSTER
- THRUSTER VALVE
- PRESSURE TRANSDUCER
- THERMISTOR, GSE
- THERMOCOUPLE

PRIMARY FUNCTIONS OF ISEE-3 PAIRED THRUSTERS

THRUSTER	FUNCTION
JA AND JB	SPINUP
JG AND JH	DESPIN
JE AND JN	ATTITUDE CONTROL
JE AND JM	
OR	RADIAL DELTA-V
JF AND JN	
JJ AND JK	−Z-AXIS DELTA-V
JC AND JD	+Z-AXIS DELTA-V

ISEE-3 spin up burn (Jul 2, 2014): telemetry analysis

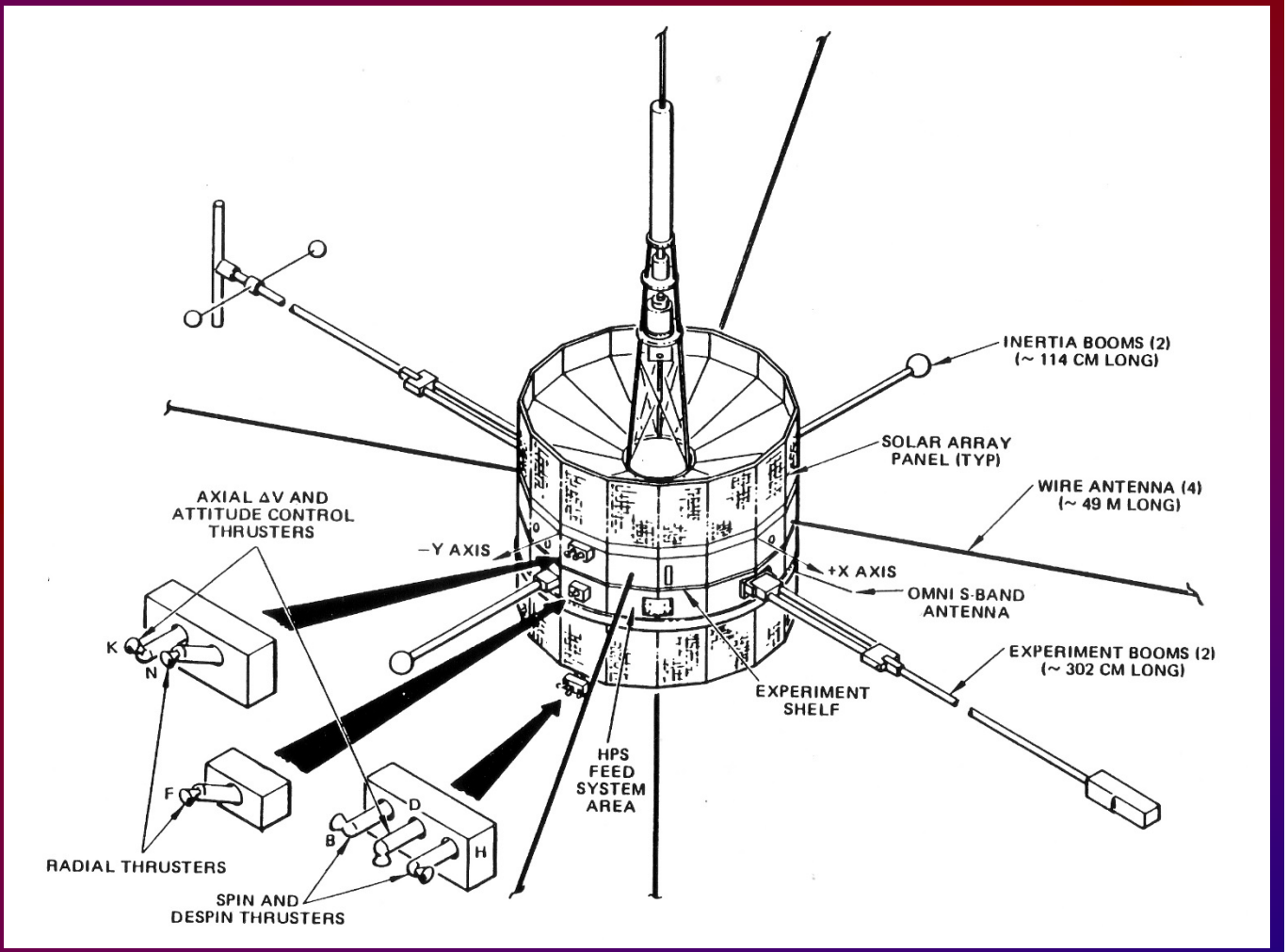
sun period (spin rate), acceleration pulse counter, fine sun sensor-B
vs. earth received time (UTC)



Mario Lorenz & Achim Vollhardt, AMSAT-DL/Bochum observatory

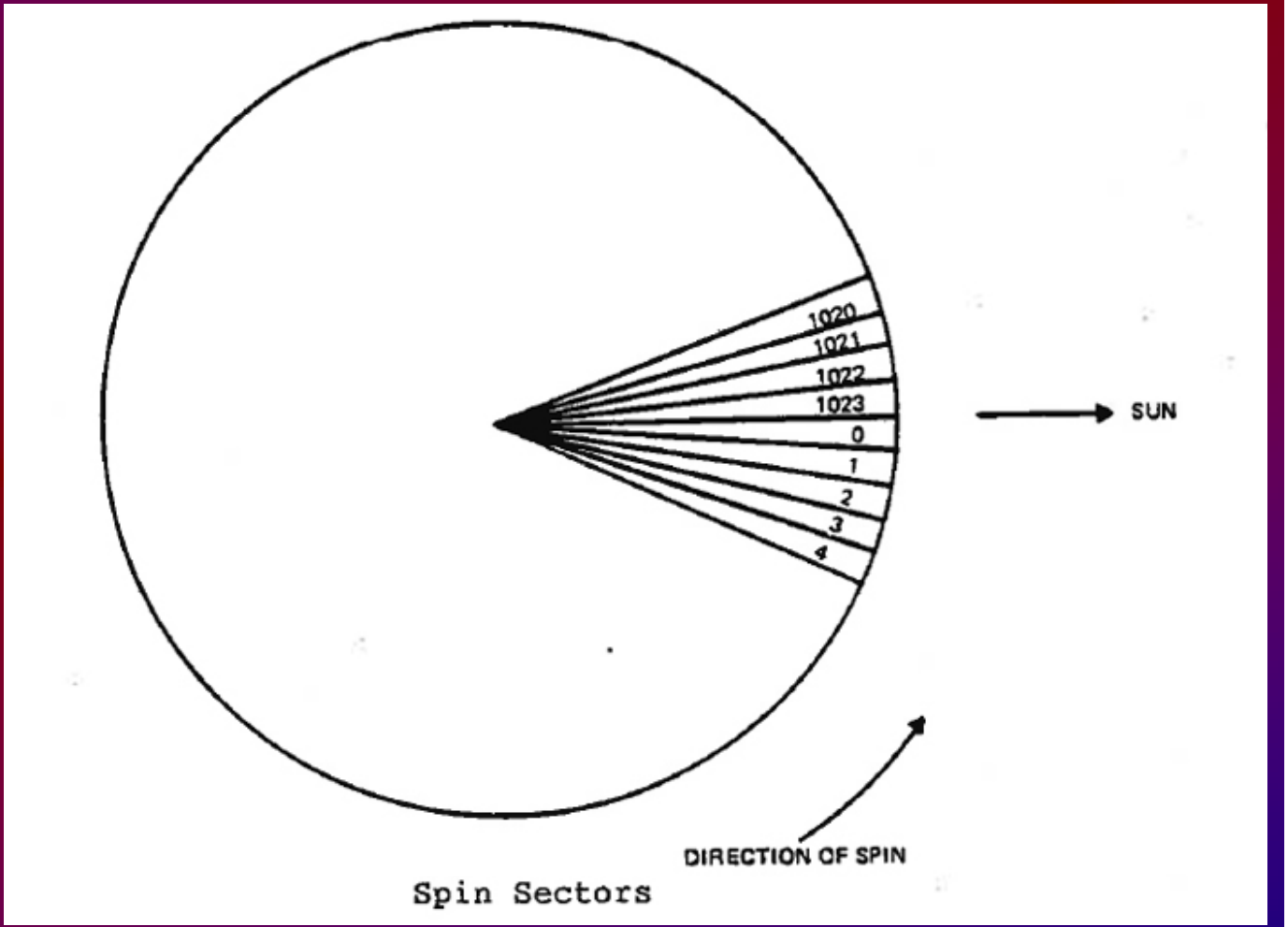
8. Juli: Kurskorrektur, 1. Versuch

- benötigt: 7 m/s
- etwas über 400 Pulse
- radiale Düsen
- Pulsdauer:
  45 Grad/Umdr.
- Segmente mit max.
  63 Pulses

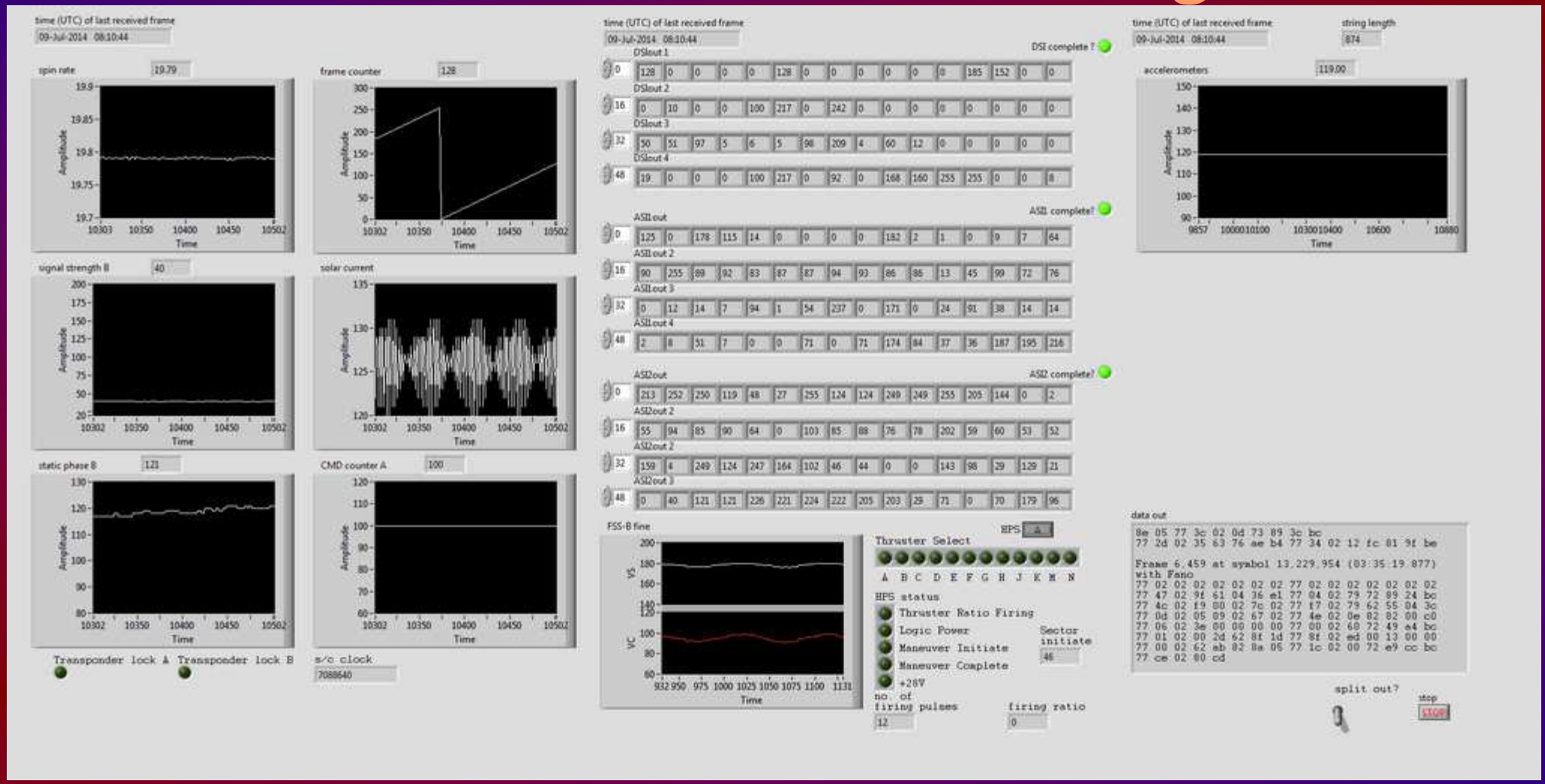


8. Juli: Kurskorrektur, 1. Versuch

- benötigt: 7 m/s
- etwas über 400 Pulse
- radiale Düsen
- Pulsdauer:
  45 Grad/Umdr.
- Segmente mit max.
  63 Pulses

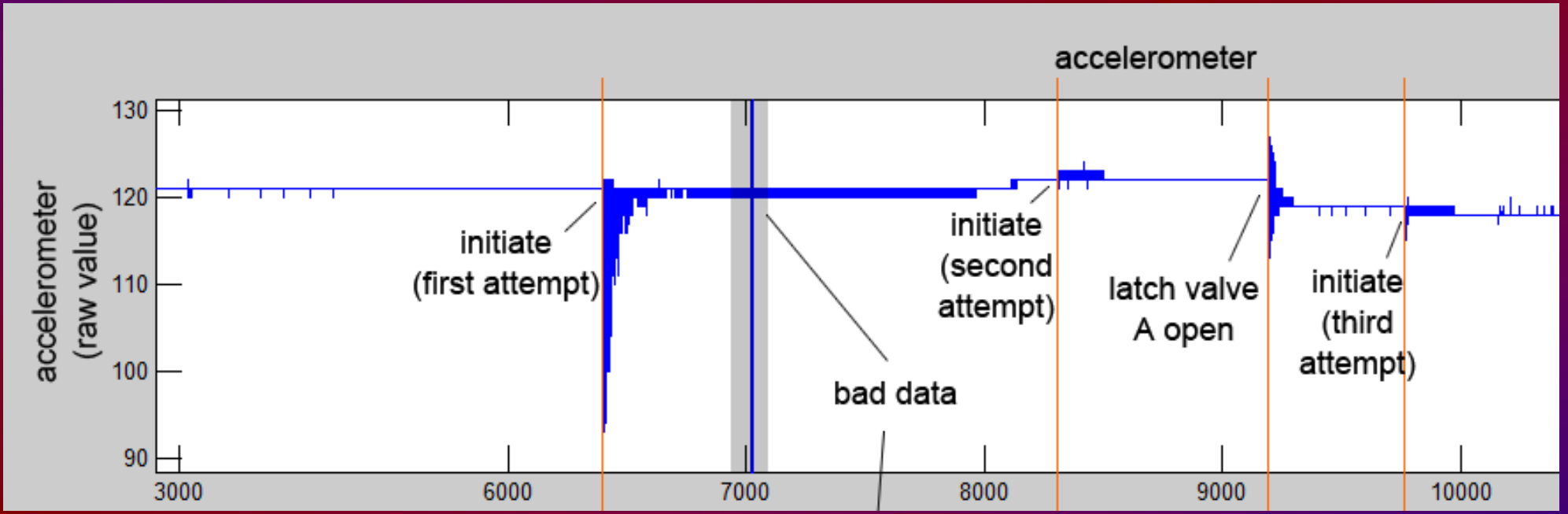


8. Juli: AMSAT-DL TLM Anzeige



www.amsat-dl.org

8. Juli: Kurskorrektur, 1. Versuch

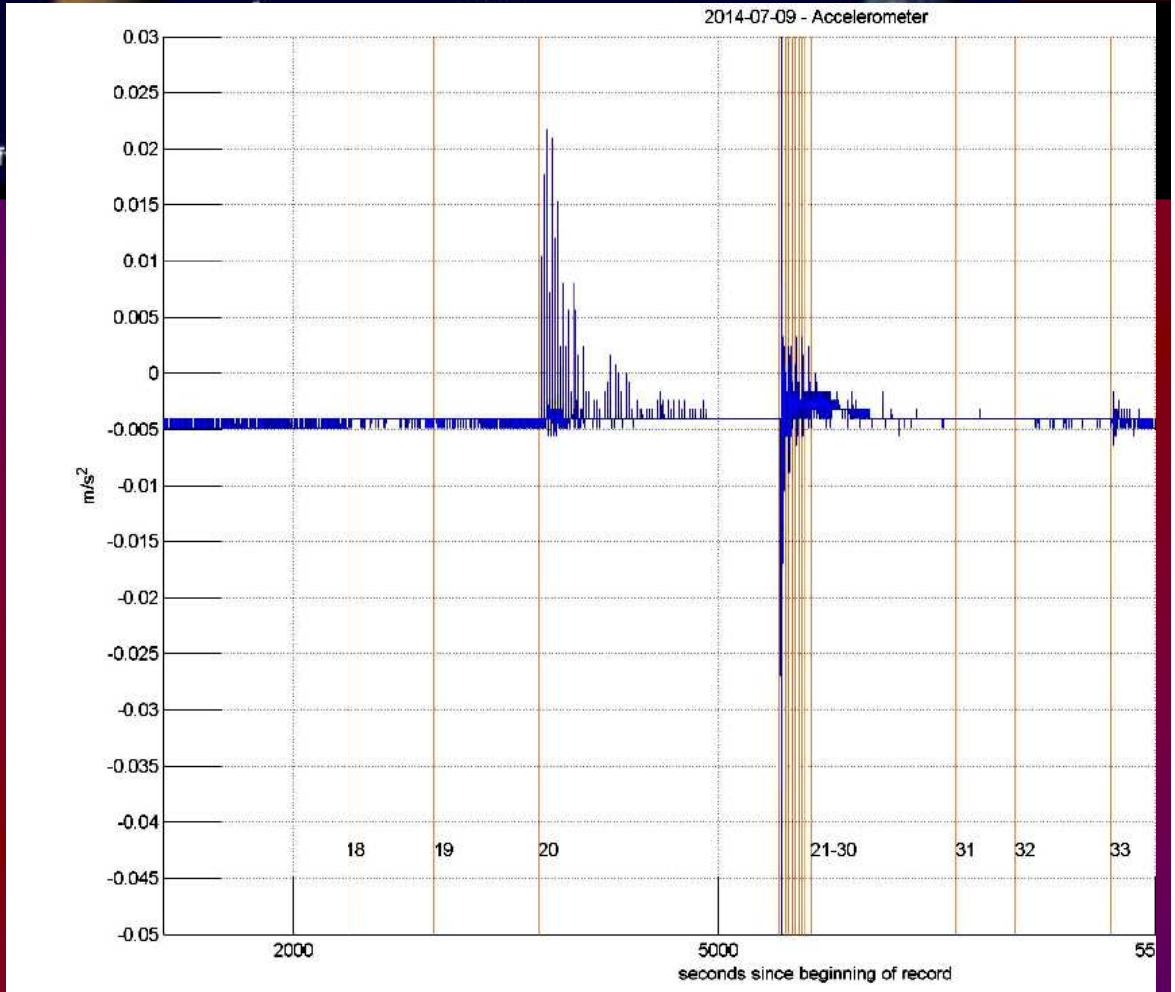


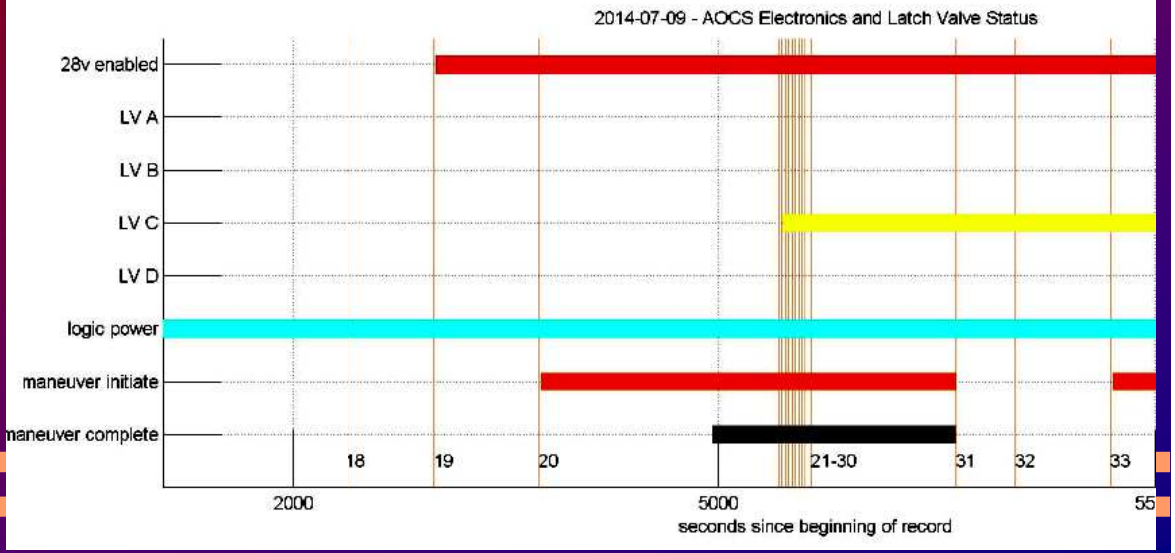
9. Juli: Kurskorrektur, 2. Versuch

anderes Düsenpaar testen (Vorzeichen dreht)

Gleiches Verhalten, also wohl kein Problem der Düsen aber ein gemeinsames Problem.

Kein Förderdruck mehr im Treibstoffsystem?





15. Juli: Fehleranalyse (IRP)

Treibstoff und Druck noch vorhanden
falsche Kommandosequenz benutzt wg. fehlender Dokumentation

Zuerst: +28V Leitung einschalten
Dann: HPS A/B Latchventile öffnen
Dann: Düsen zünden

neuer Versuch am nächsten Tag

16./18. Juli: Klempnerei und Vergaser ausblasen

16.7.:
korrekte Zündungssequenz implementieren
lange Pulssequenzen (512) um flüssiges Hydrazin auszublasen
teste verschiedene Düsenpaarungen:
radial #1, radial #2, spin down

18.7.:
noch mehr verschiedene Kombinationen getestet (Ventile, Heizungen, Kommandosequenzen

23. Juli : letzter Versuch

pack den Hammer aus:

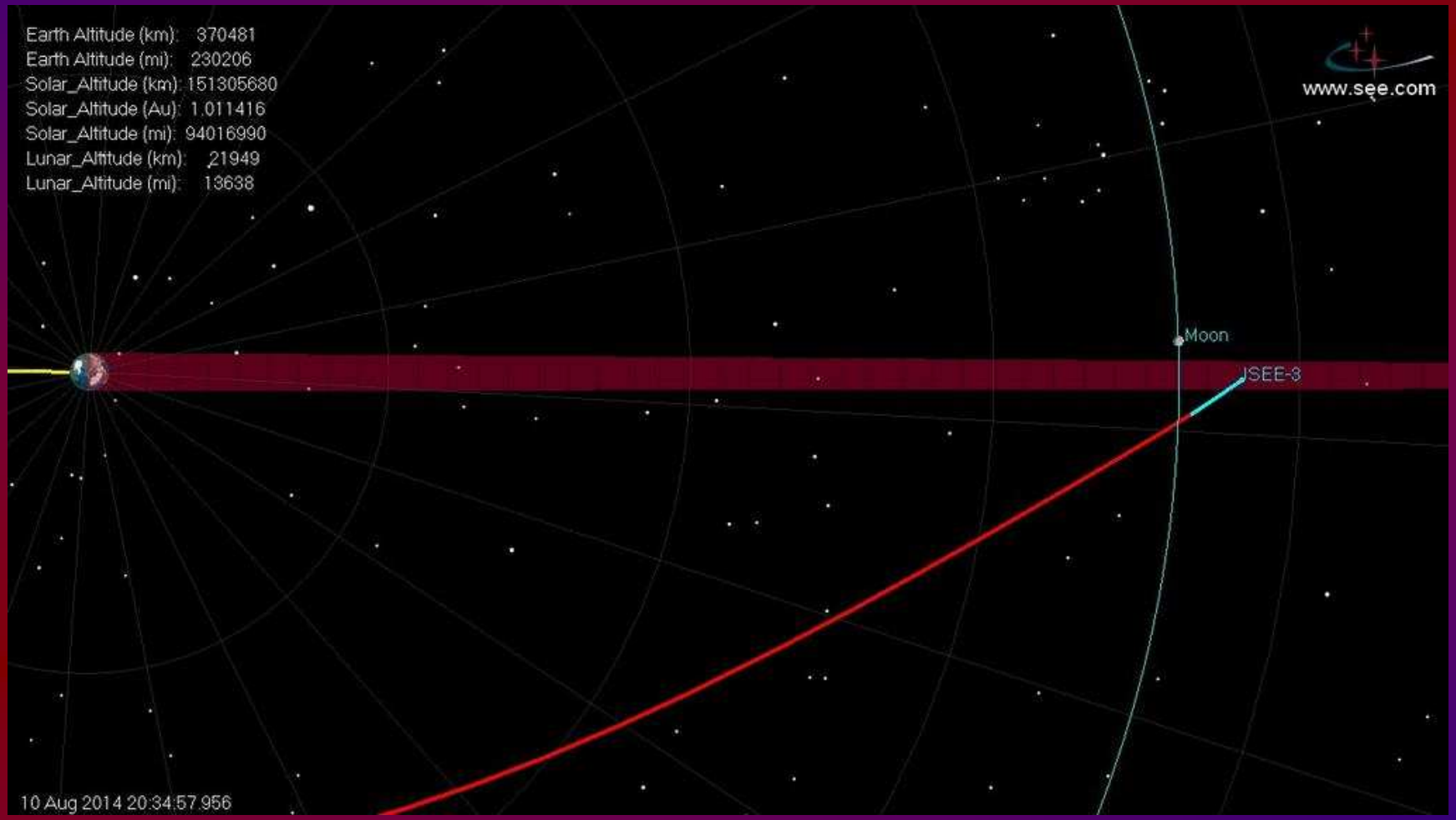
Ventile Auf-Zu-Auf-Zu-(..)

Löst sich hier evtl. ein verklemmtes Ventil (→ Treibstoff fliesst → Schub)?

24. Juli: Interplanetare ‘Citizen Science’ Mission

Schlussfolgerung: kein Stickstoffdruck mehr vorhanden, kein gesteuerter Vorbeiflug am Mond möglich, keine Rückkehr zu Erdorbit möglich
schalte ISEE-3 in wissenschaftlichen Telemetriemodus
maximiere Daten Download

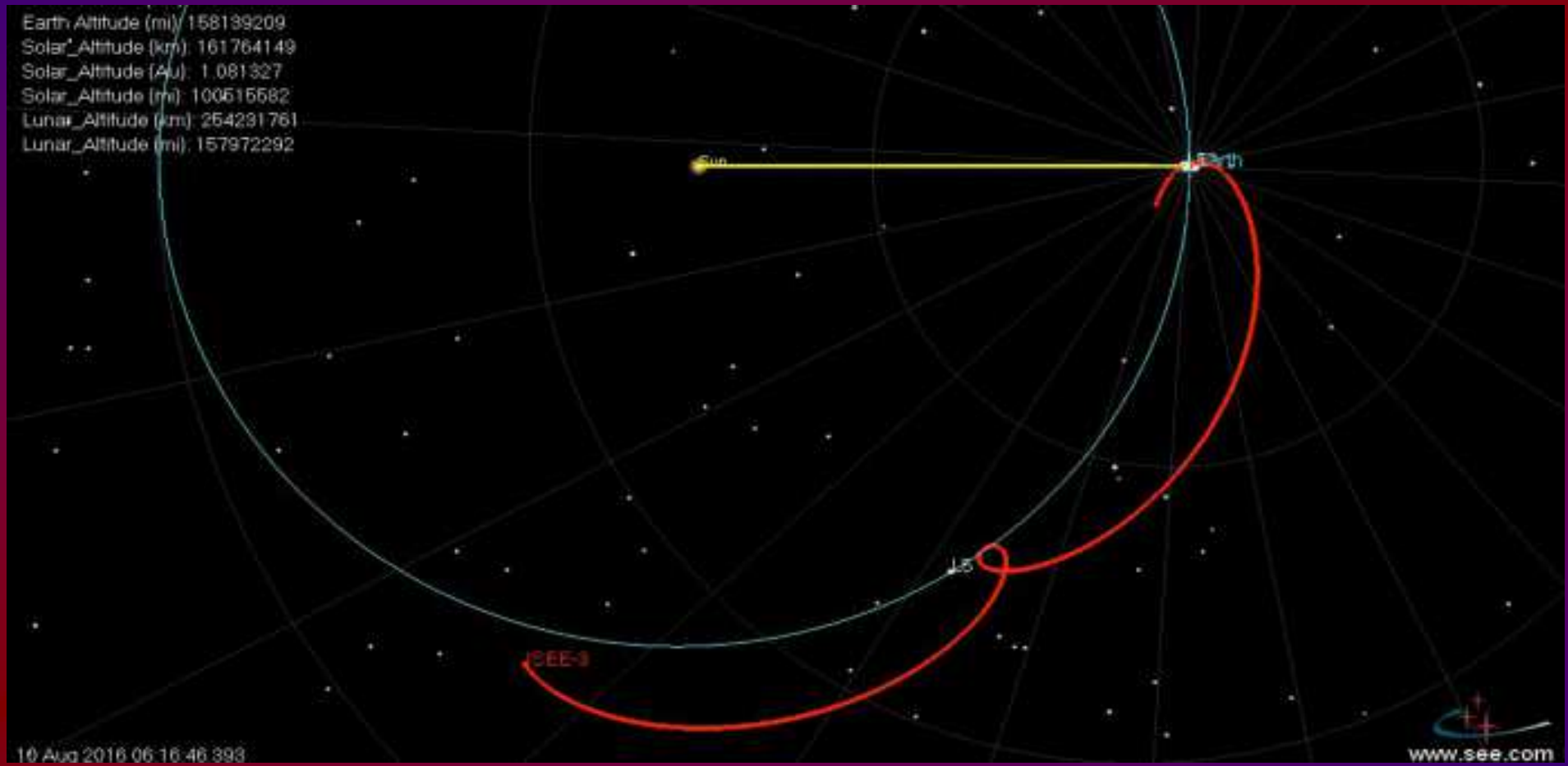
10. August: Vorbeiflug am Mond



Höhe: 16663 km, 19:18h UTC

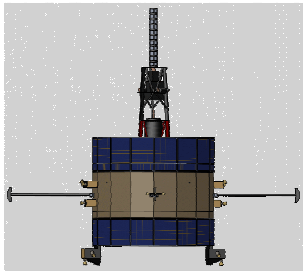
Mike Loucks, @Astrogator_Mike, wwww.see.com

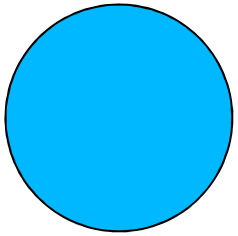
resultierende Flugbahn



Rückkehr in Erdnähe in 2021 (alle 7 Jahre), aber nicht mehr so nahe

Mond Swing-By

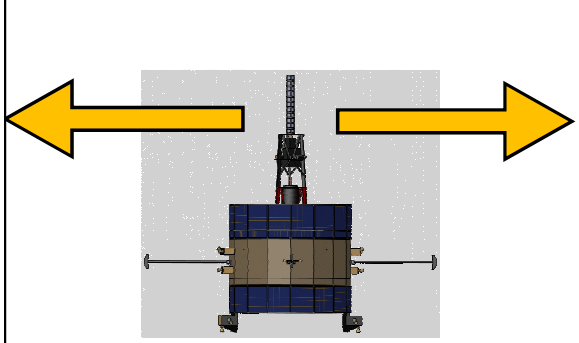


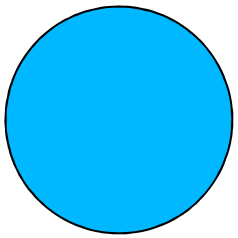


Erde

Mond

Mond Swing-By

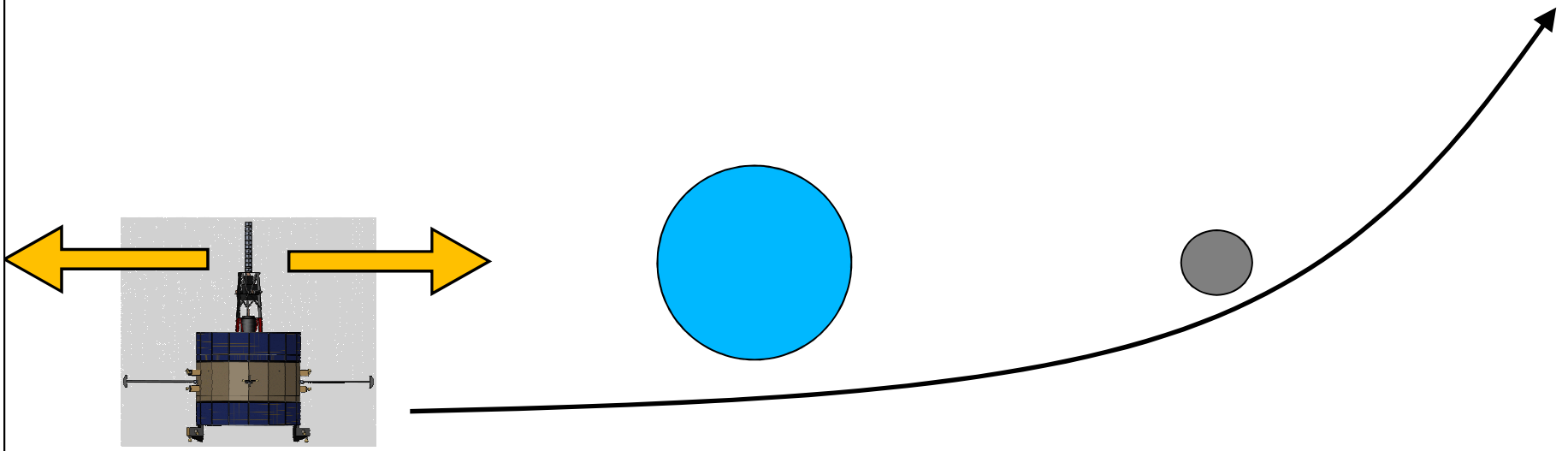




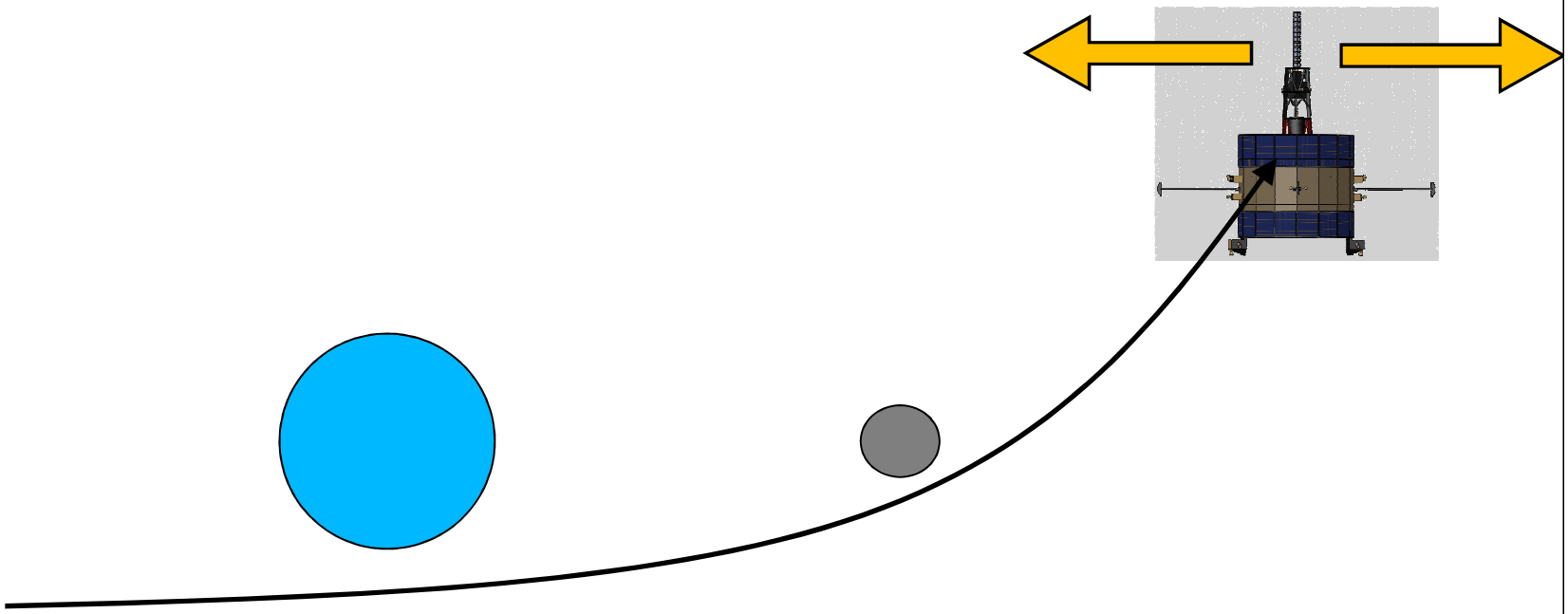
Erde

Mond

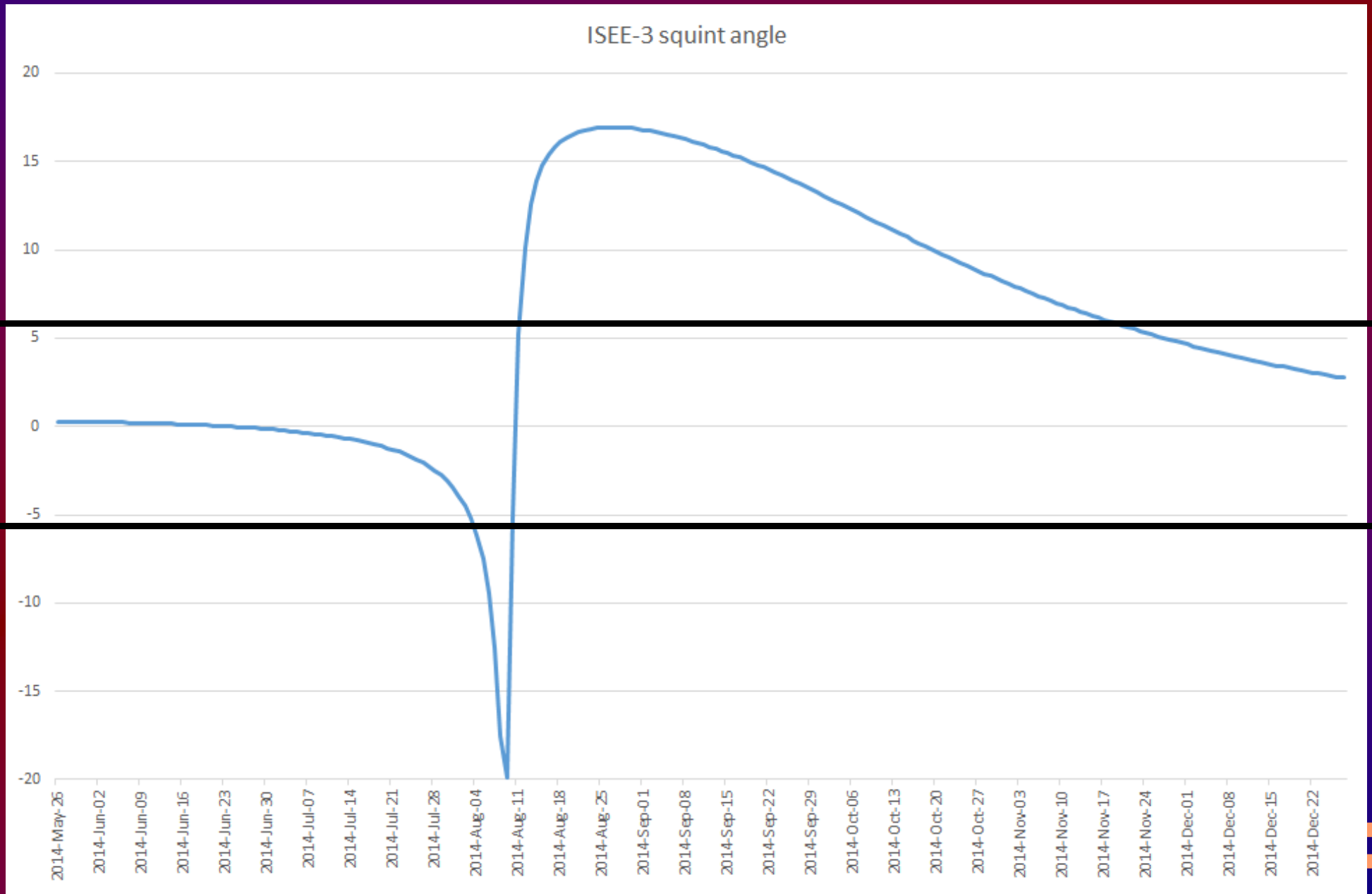
Mond Swing-By



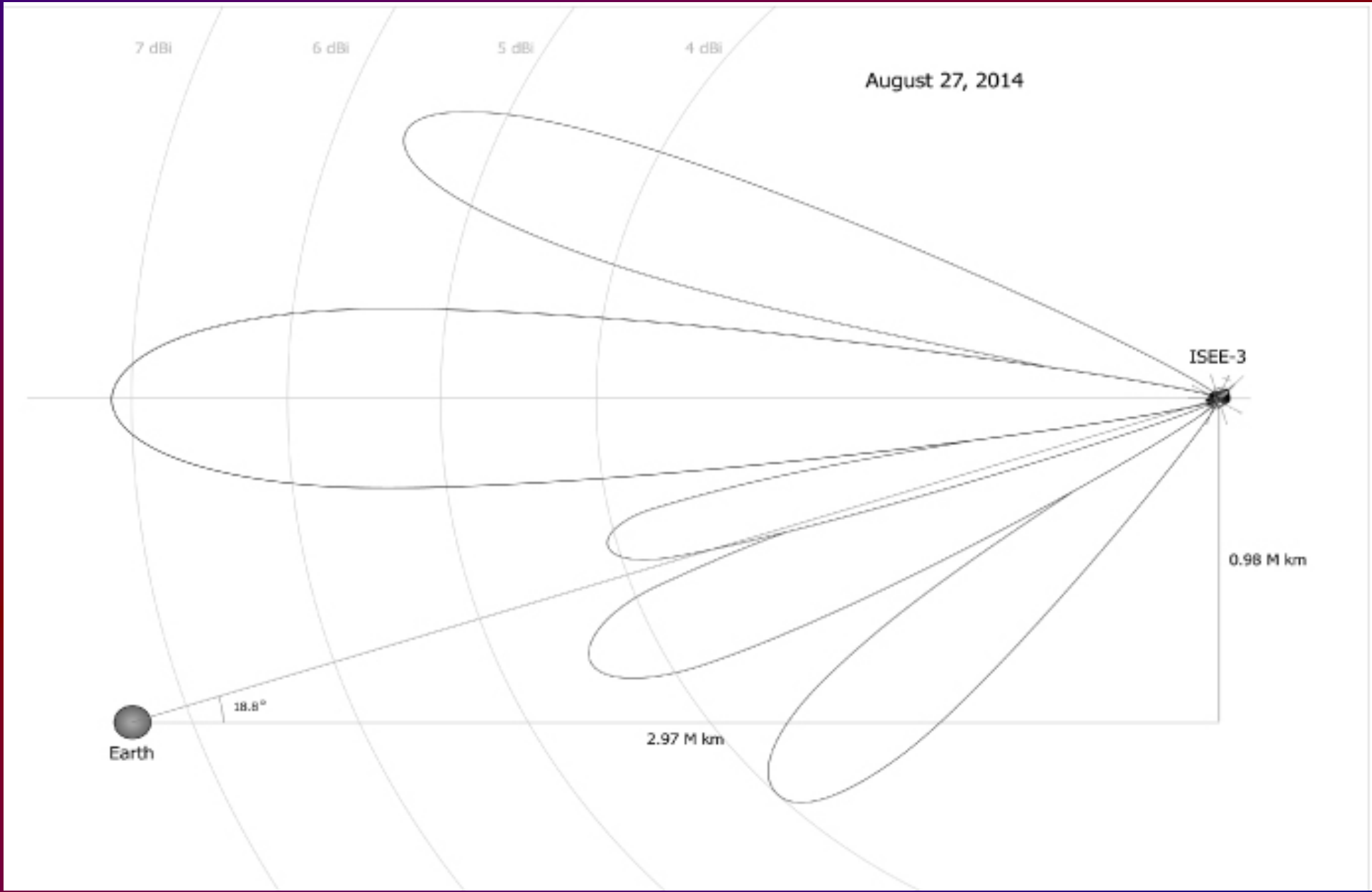
Mond Swing-By



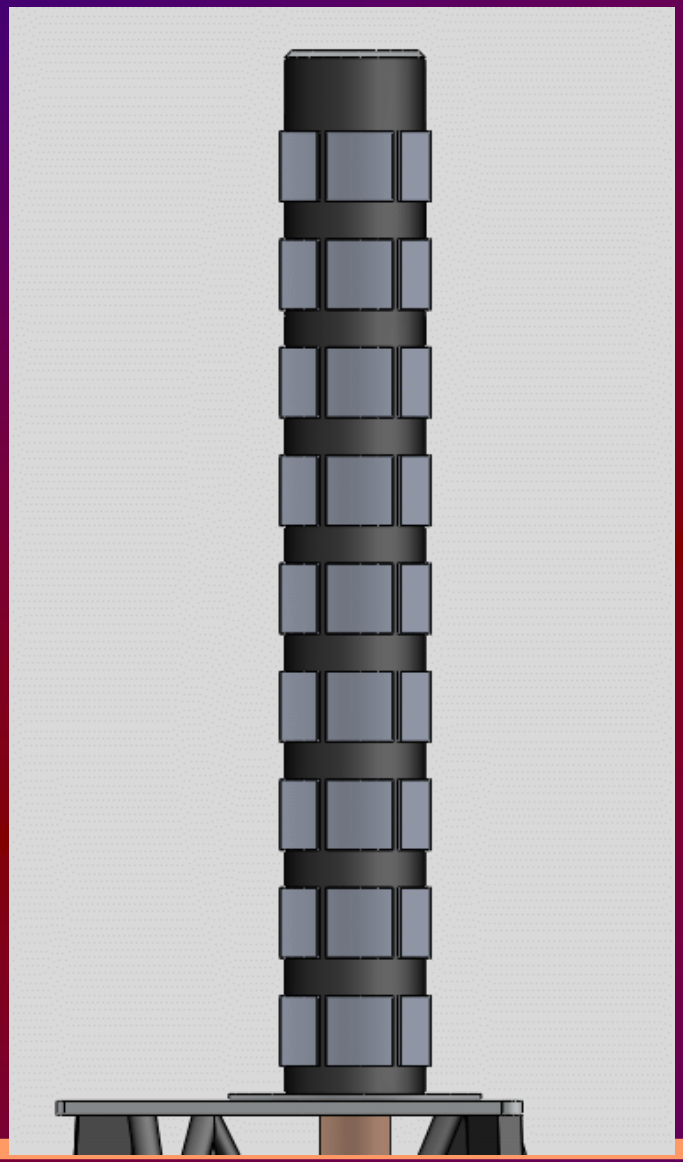
Problem: Sonde ausserhalb Ebene des Erdorbits (Ekliptik)

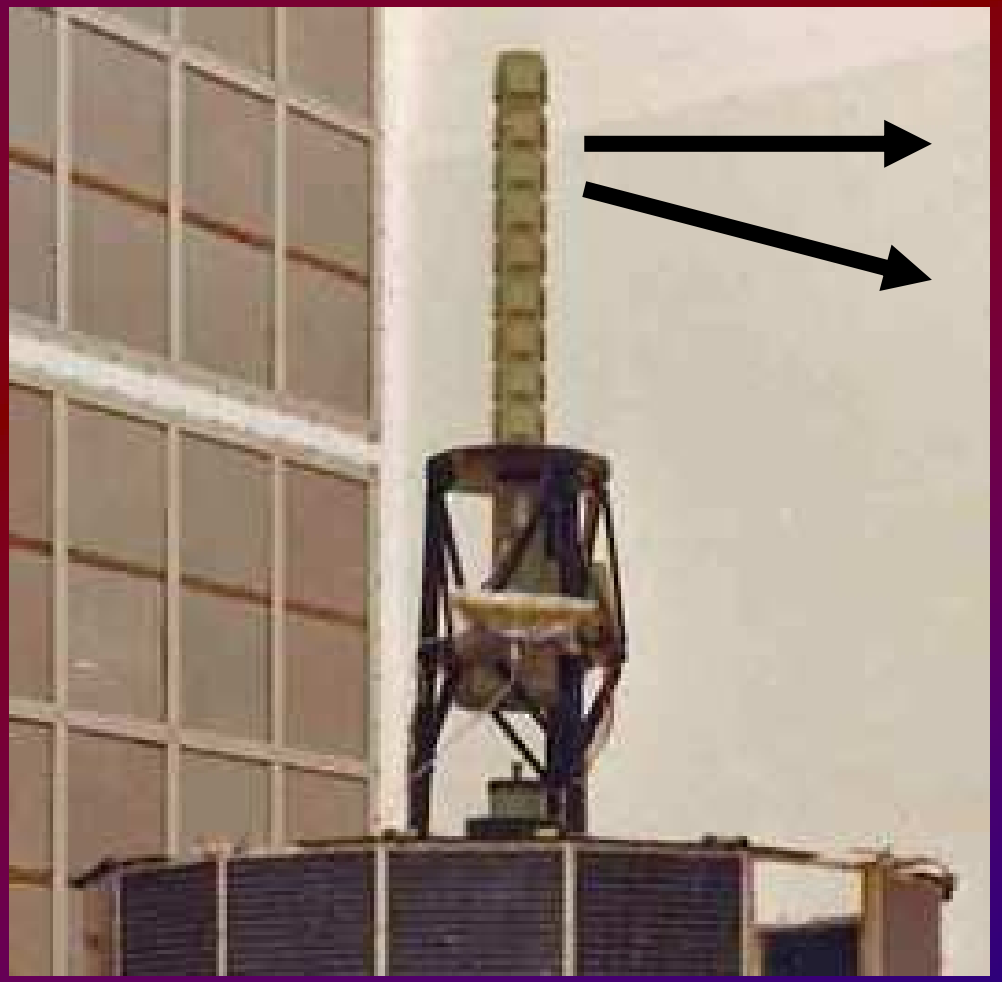


Problem: Sonde ausserhalb Ebene des Erdorbits (Ekliptik)



Antenne neu ausrichten





Ed Grebenstein, spacecollege.org/isee3

Aktueller Stand

- ISEE-3 wurde zuletzt am 16.September (ca. 5 Wochen nach dem Mond Vorbeiflug gehört
- Annahme: Safe Mode (alle Sender aus, Strom sparen)

- Begründung: durch den Vorbeiflug wurde der Sonnenorbit geändert, Apoapsis ca. 1.18 AU (war 1.033 AU), dadurch geringere Solarleistung

- Batterie seit 1981 tot, ein Solarpanel mit reduzierter Leistung
- relativ hoher Stromverbrauch, da wissenschaftliche Experimente vom Vorbeiflug am Mond noch eingeschaltet waren

- ein kurzer Power Glitch → Safe Mode

Zusammenfassung

ISEE-3 fliegt weiter um die Sonne und wird 2021 zur Erde zurückkehren

Kann eine private Gruppe einen Satelliten steuern? Klar doch..

Grösste Probleme:

- ITAR
- Zeit
- fehlender Uplink (Leistung!)
- Navigation (wir brauchen kohärentes Ranging!)

bau Dir Deine eigene DSN Station :
www.uhf-satcom.com
groups.yahoo.com/neo/groups/amateur-DSN/info

Acknowledgements

Mario Lorenz, DL5MLO
AMSAT-DL BOD
insbesondere Michael DD5ER für die Arbeit vor Ort
Thilo Elsner DJ5YM, Sternwarte Bochum
Phil Karn KA9Q, Decoder-Guru
James Miller G3RUH, Tracking
Florian Wolters DF2ET (Webserver)
@DutchManPaul
Arecibo Team
Mike Loucks (@Astrogator_Mike), www.see.com
ISEE-3 Reboot Projekt Team

www.amsat-dl.org
www.sternwarte-bochum.de
spacecollege.org/isee3