TUGSAT-1/ BRITE-Austria

Manuela Unterberger

Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation

Projektideen

- Workshops für potentielle Kleinsatelliten-Missionen
- Anzeichen seitens FFG/ALR für Unterstützung eines Kleinsatelliten-Projekts
- CUBESAT-Studien durch TU Graz
- Gemeinsamer Antrag durch TUG, UV, TUW eingereicht bei FFG/ALR im September 2005
- Vertrag im Februar 2006 erhalten

TUGSAT-1/BRITE-Austria

- Anspruchsvolle wissenschaftliche und technologische Mission
- Mehrwert für die Ausbildung
  - Training für Studierende (hands-on experience)
  - junge Ingenieure und Wissenschafter
- Interfakultäres und interuniversitäres Projekt
  - Elektrotechnik und Telematik
  - Astronomie
  - Satellitengeodäsie
  - Mechanik und Thermodynamik

BRITE AUSTRIA – Partner

- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
  - Impulsprogramm „Österreichisches Weltraumprogramm 2006 (ÖWP)“
- Forschungsförderungsgesellschaft FFG
  - Initiator des Projektes
  - Abwicklung über ÖWP 2006/2007
- Technische Universität Graz
  - Projekt-Management TUGSAT-1/BRITE-Austria
  - Systemstudien und Test von TUGSAT-1/BRITE-Austria
  - Start inkl. Logistik, Betrieb des Satelliten und der Bodenstation in Graz
- Universität Wien
  - Wissenschaft und internationale Kooperation (Kanada)
  - Auswertung der astronomischen Daten (Sternenkamera)
- Technische Universität Wien
  - Betrieb der zukünftigen Back-up Bodenstation
- Space Flight Laboratory, University of Toronto
  - Design
  - Lieferung von Komponenten

BRITE AUSTRIA –Partner

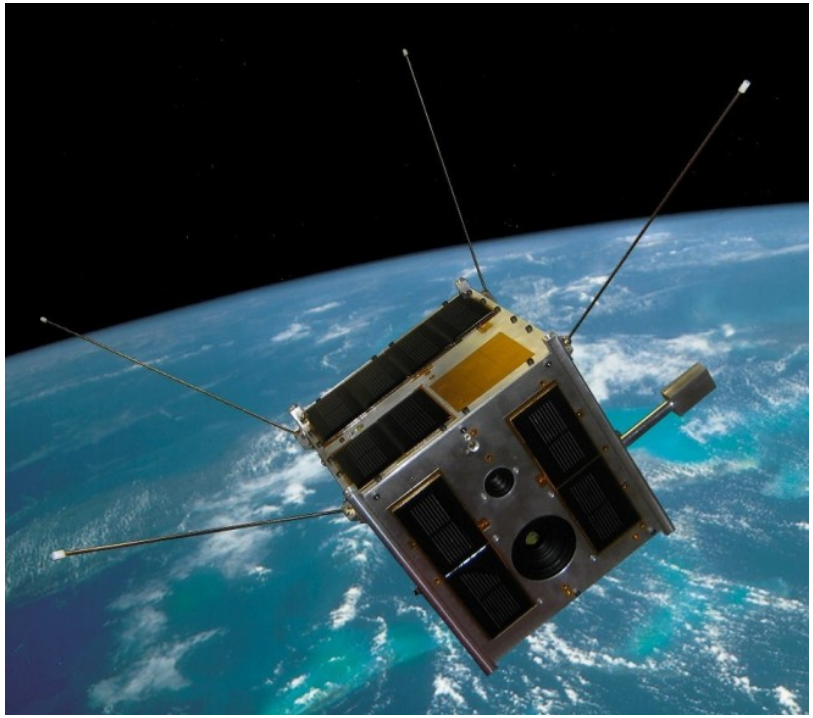
Université de Montréal

ROUTES ASTROENGINEERING
space instruments | spacecraft subsystems | systems engineering

TUGSAT-1 / BRITE AUSTRIA

Bright Target Explorer

- Forschungszweck: Untersuchung heller Sterne mit Hilfe einer präziser Sternenkamera
- Eröffnet der Astronomie eine neue Dimension zur Erkundung von hellen Sternen mit Hilfe von kostengünstigen Instrumenten



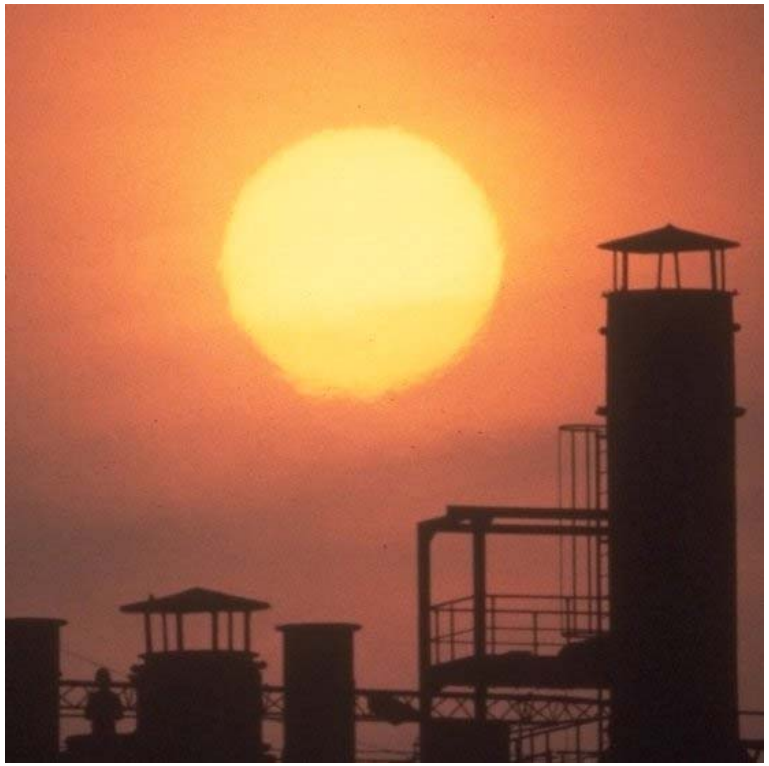
Warum in den Weltraum?

- Weltraumbeobachtungen sind um Größenordnungen teurer als erdgebundene
- Reparatur und Modernisierung ist entweder unmöglich oder mit extremem Aufwand verbunden

Hubble Space Telescope

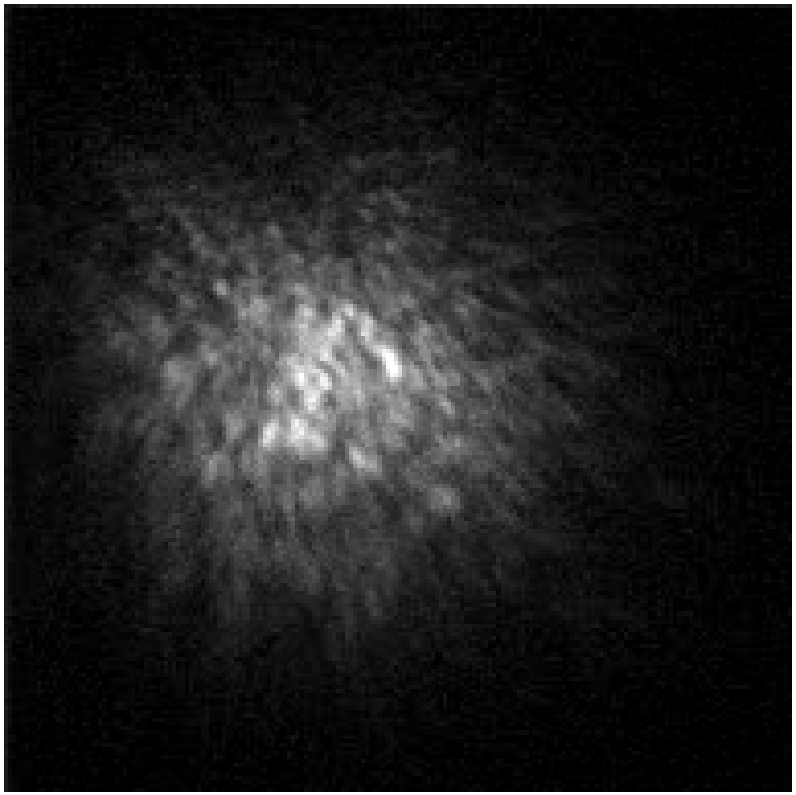
Warum in den Weltraum?

- Unruhige, schmutzige Atmosphäre
- Lichtverschmutzung

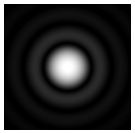


Ultrapräzision

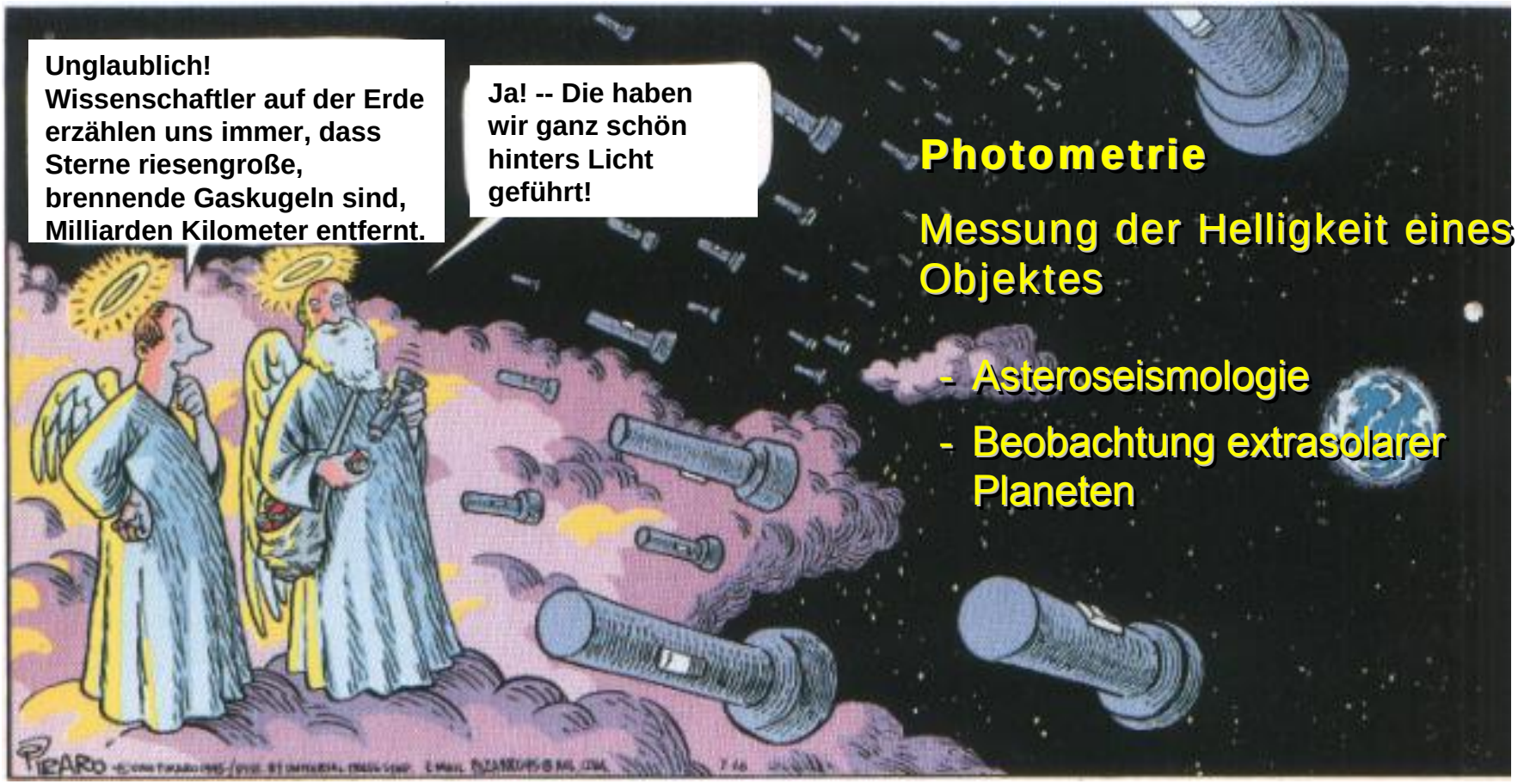
vom Boden



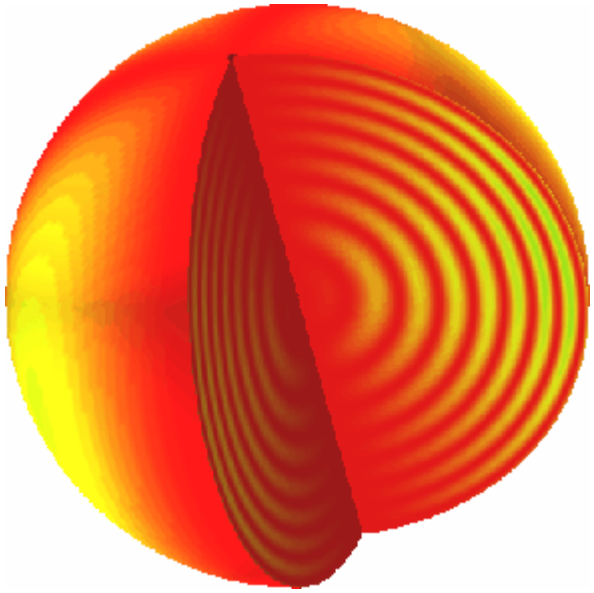
im Weltraum



Präzisionsphotometrie

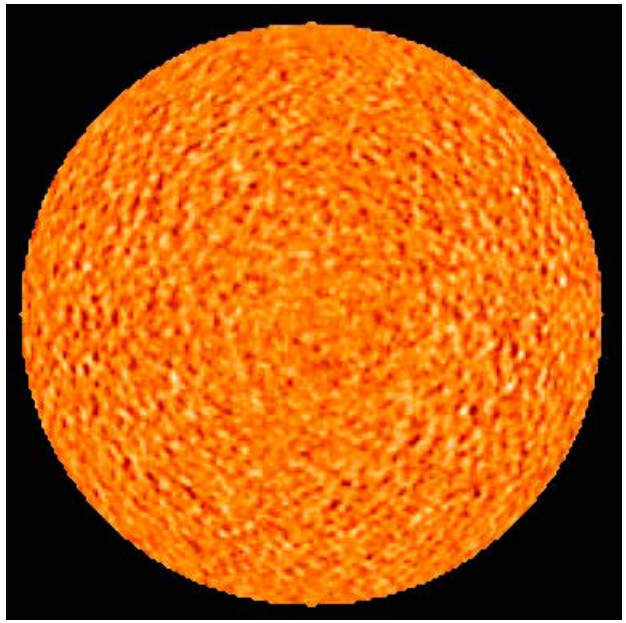


Helioseismologie



- Die turbulenten äußeren Schichten der Sonne rufen **Schallwellen** hervor, die in das Innere vordringen
- Mehr als **10 Mio. akustische Eigenschwingungen**
- Inneres der Sonne entschlüsselt

Helioseismologie



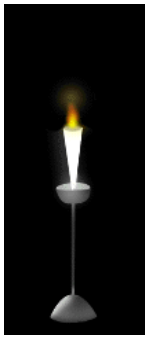
- Die turbulenten äußeren Schichten der Sonne rufen **Schallwellen** hervor, die in das Innere vordringen
- Mehr als **10 Mio. akustische Eigenschwingungen**
- Inneres der Sonne entschlüsselt

Sonnenähnliche Sterne sollten **analoge Oszillationen** aufweisen!

Problem

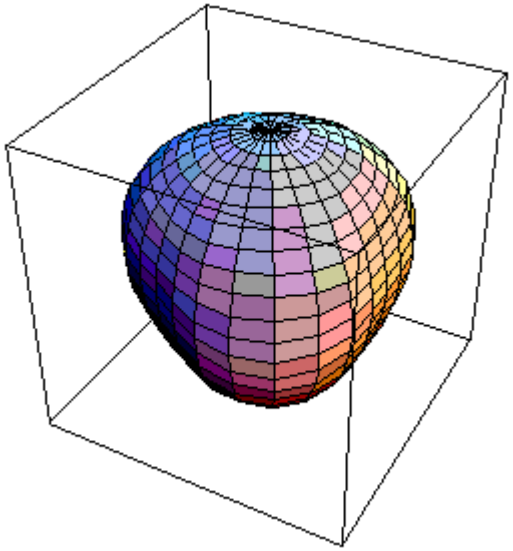
Sterne sind lichtschwächer & ihre Schwingungen können nicht räumlich aufgelöst werden!

Asteroseismologie

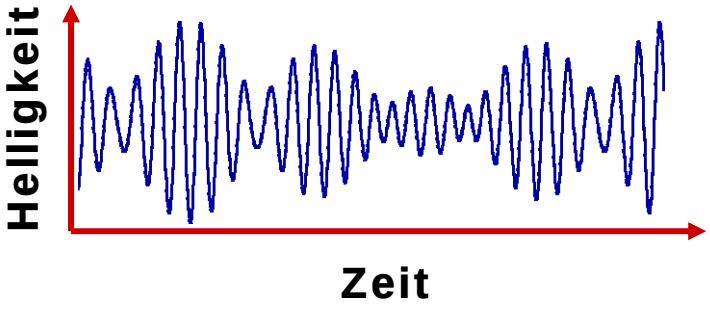


Helligkeitsschwankungen nur um 1 Millionstel der Sternhelligkeit

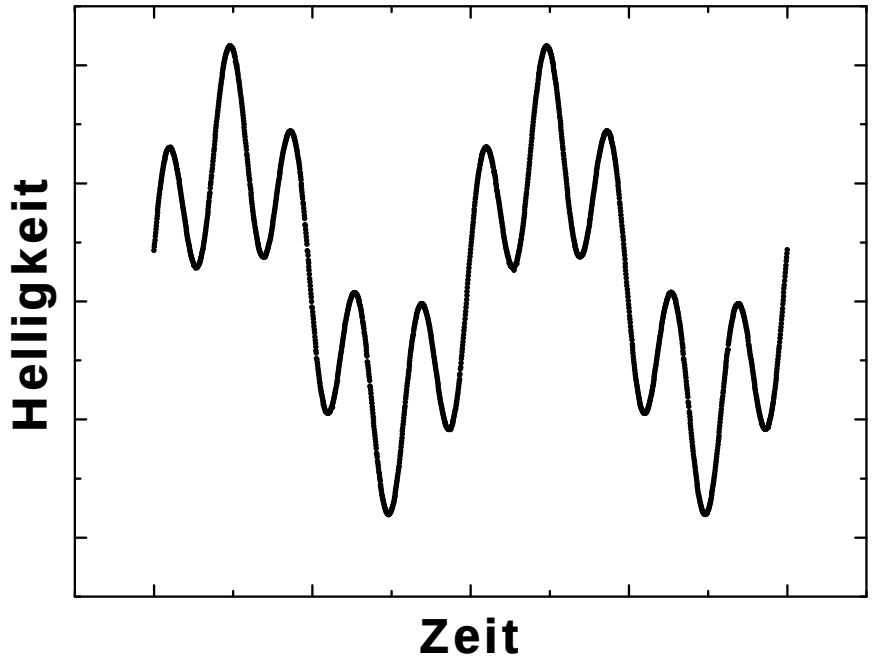
1km

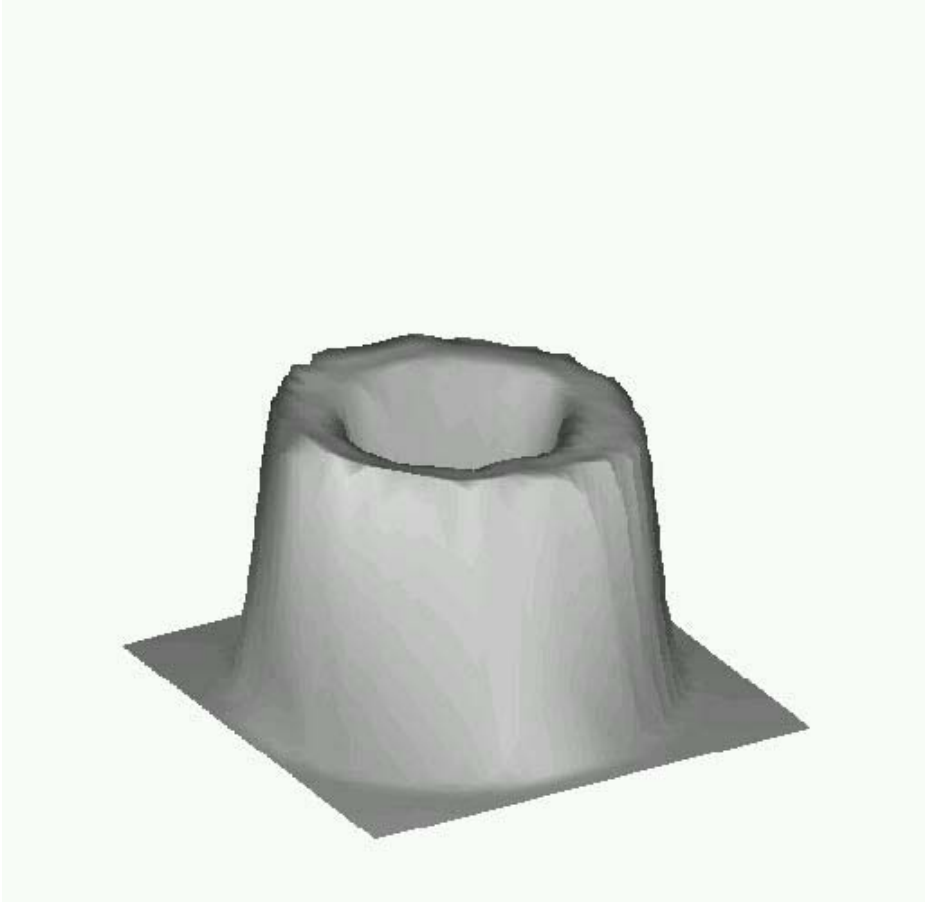


Lichtkurve



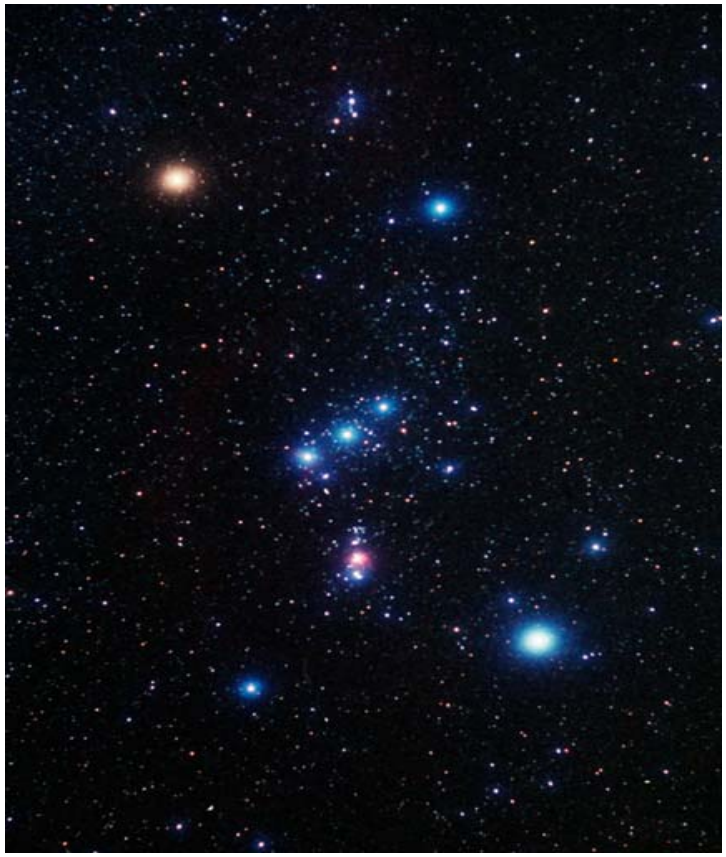
Lichtkurve: 2 Perioden





Wissenschaftliches Ziel

- Messung der Oszillationen heller Sterne mit Teleskop (CCD Sensor)
- Aufnahme von Zeitserien (Minuten bis 100 Tage)
- Beobachtung des Grundschwingungsmodus und der Harmonischen gibt Aufschluss über die Dichteprofile der Sterne
- Gleichzeitige Beobachtung mehrerer heller Sterne (hot and cool luminous stars <= 15 FOI): differentielle Photometrie
- BRITE Mission: Größenordung +3.5



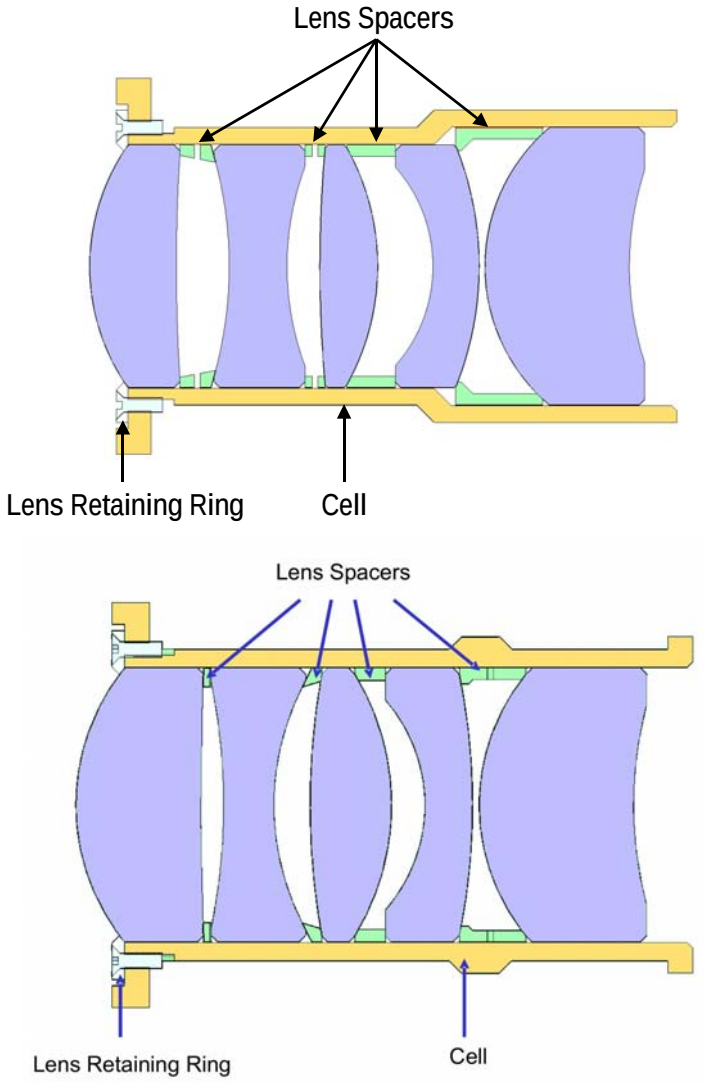
BRITE Constellation

- Einsatz von Satellitenpaare:
  - Teleskope mit unterschiedlichen Spektralfilter
  - Zusätzlich zur Helligkeit können Farbinformationen gewonnen werden
  - Pro Orbit werden die Sternenfelder von der Erde verdeckt, mit Hilfe mehrerer Satelliten können die dadurch entstehenden Zeitfenster verringert werden

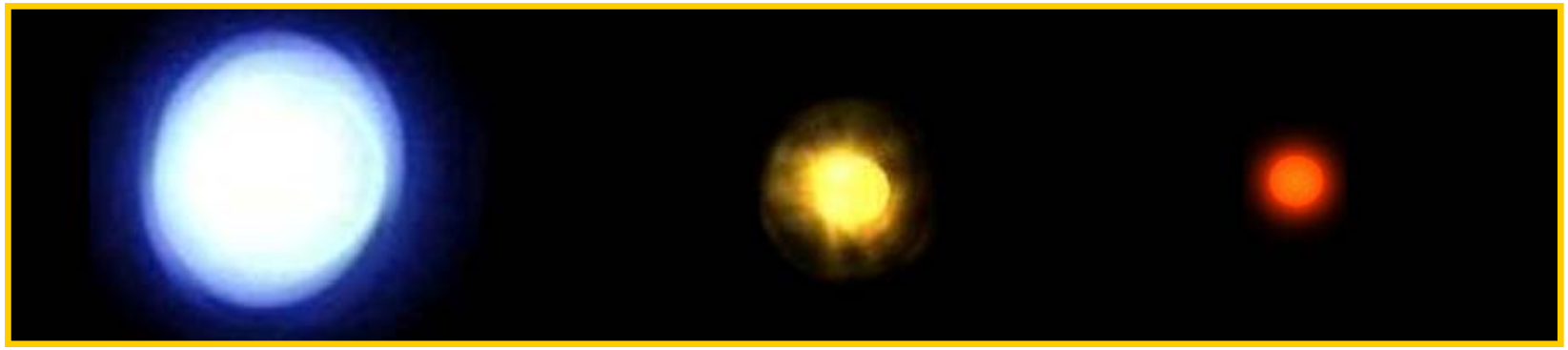
  - keine beweglichen Teile (Filtertausch nicht möglich)
  - Reduktion der Entwicklungskosten
  - Minimierung des Risikos
  - längere Beobachtungszeiträume

BRITE Satelliten

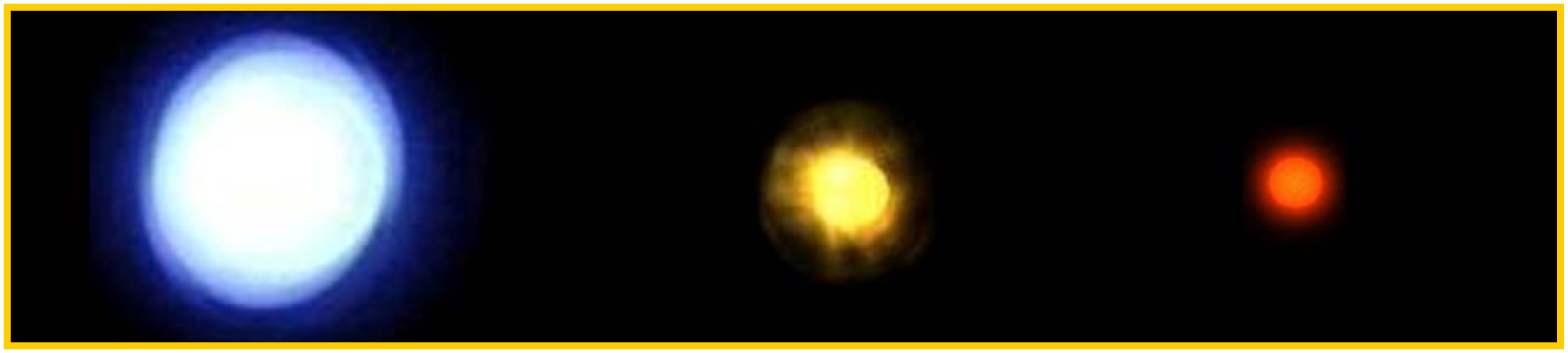
- nahezu identisch im Design
  - unterschiedliche Linsensysteme und Farbfilter
  - blauer Filter
    - 390 – 460 nm
  - roter Filter
    - 550 – 720 nm
- Insgesamt 6 Satelliten
  - 2 aus Österreich
  - 2 aus Polen
  - 2 aus Kanada

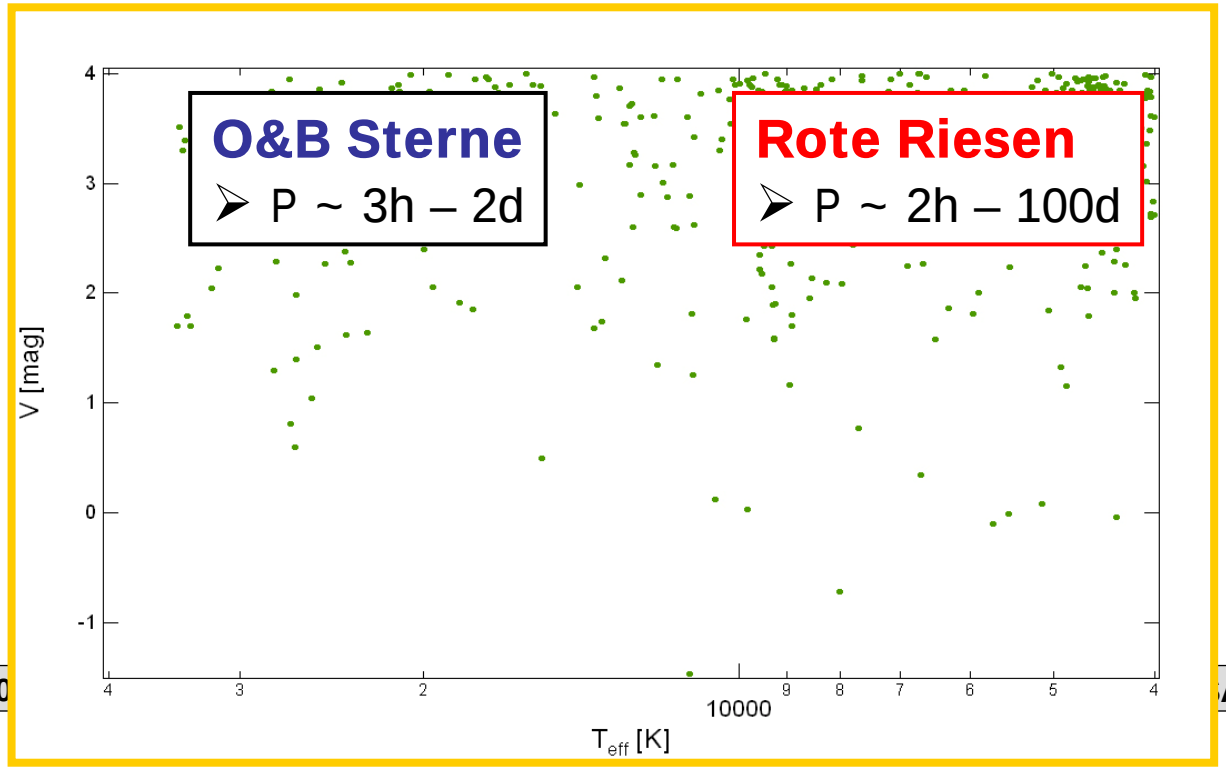


Primary Targets

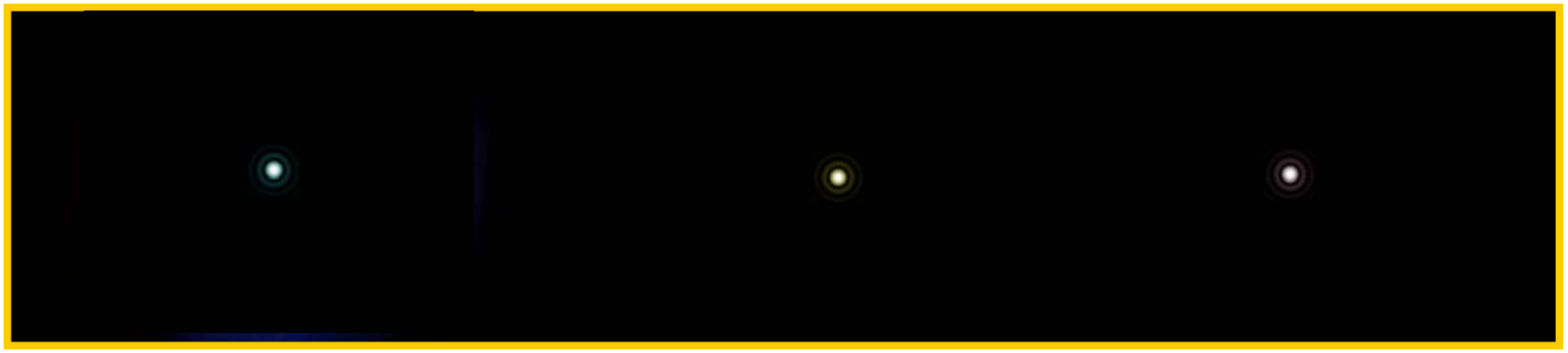


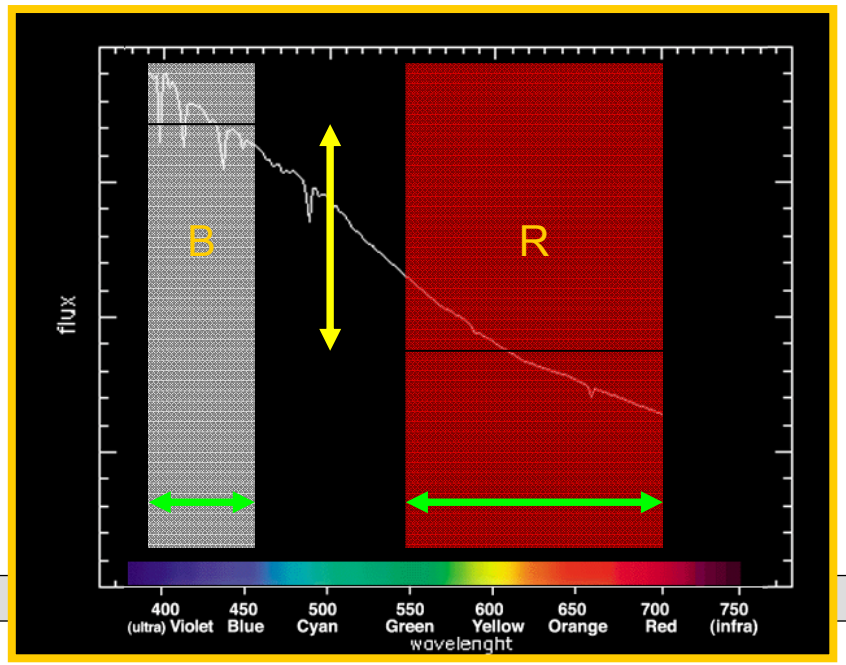
Primary Targets

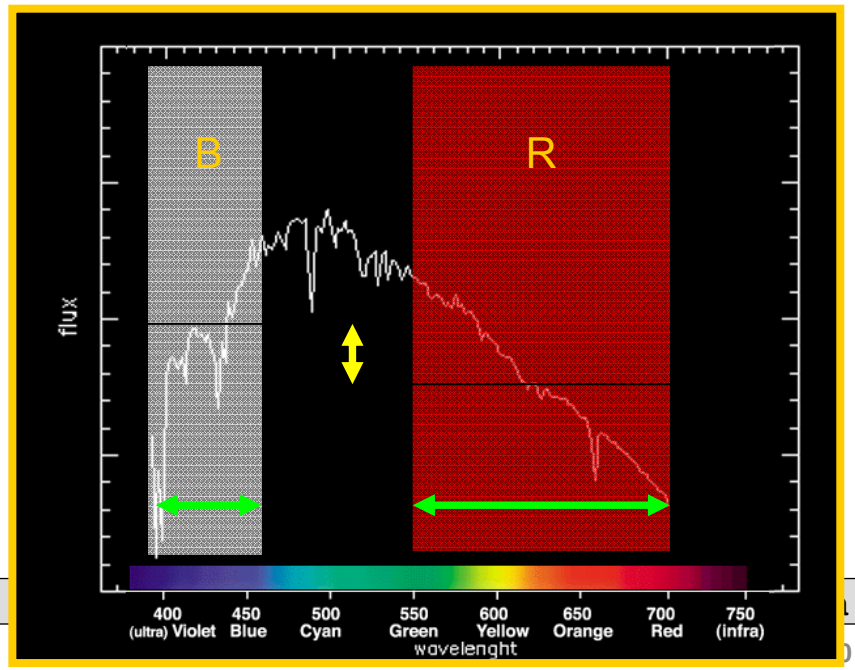




BRITE-Constellation



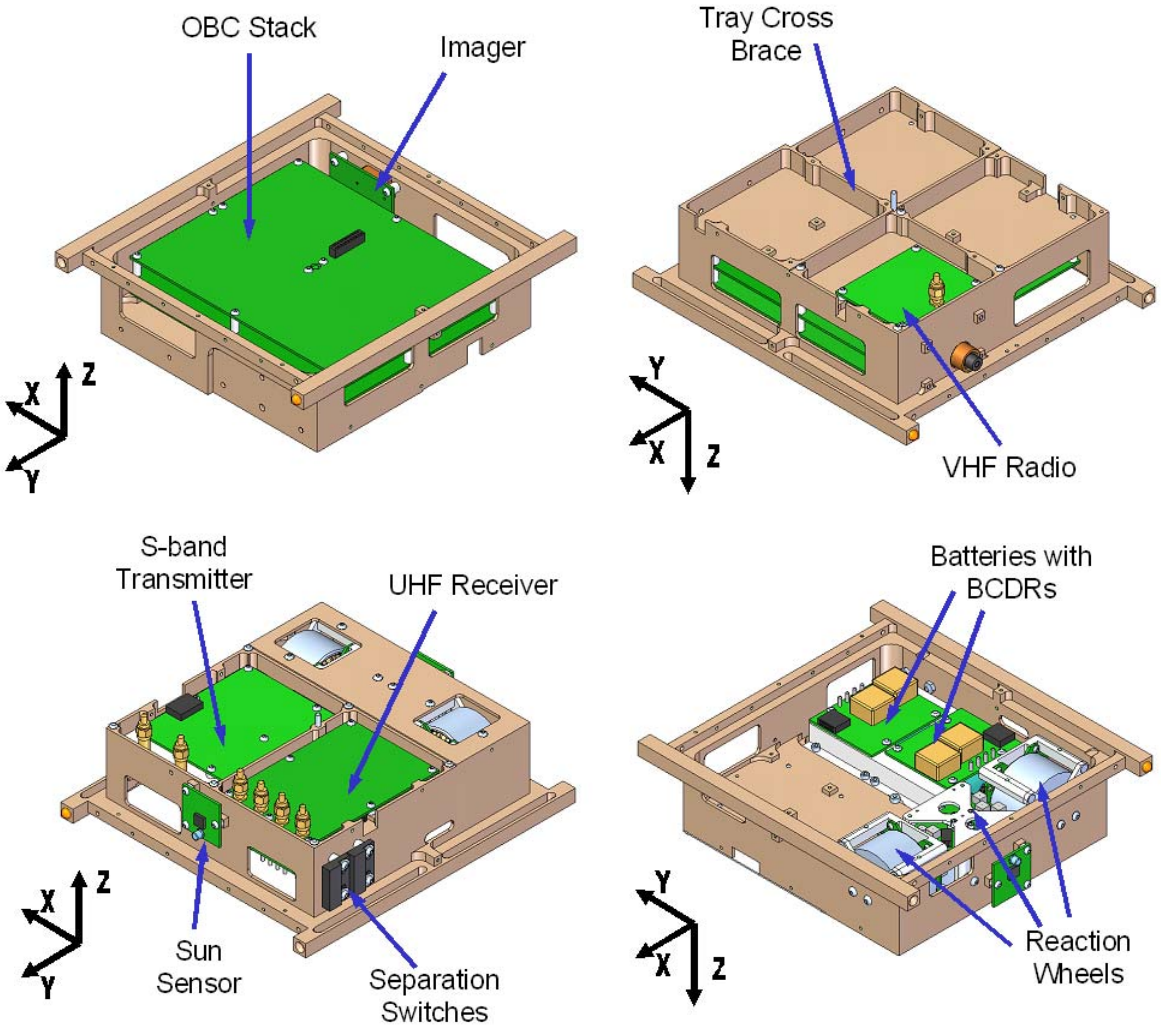




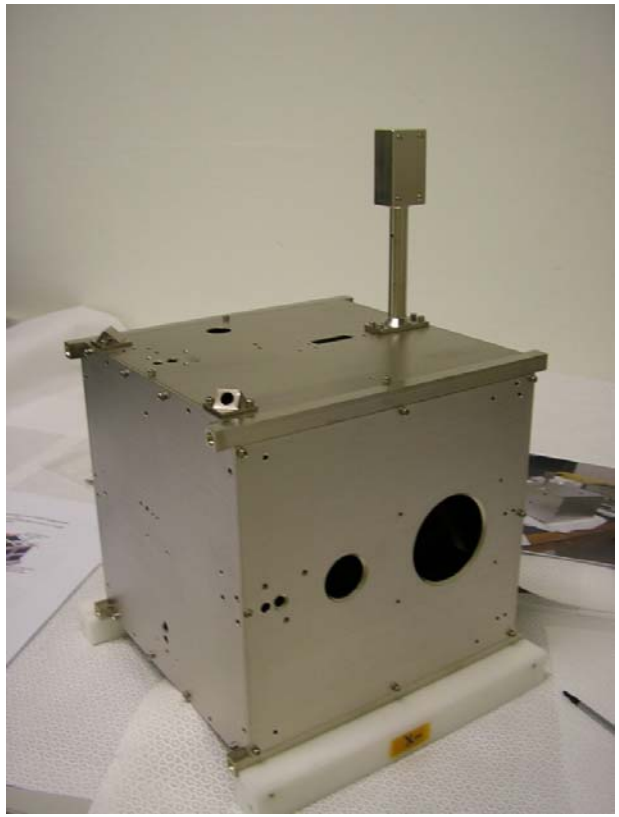
Satelliten – “Steckbrief”

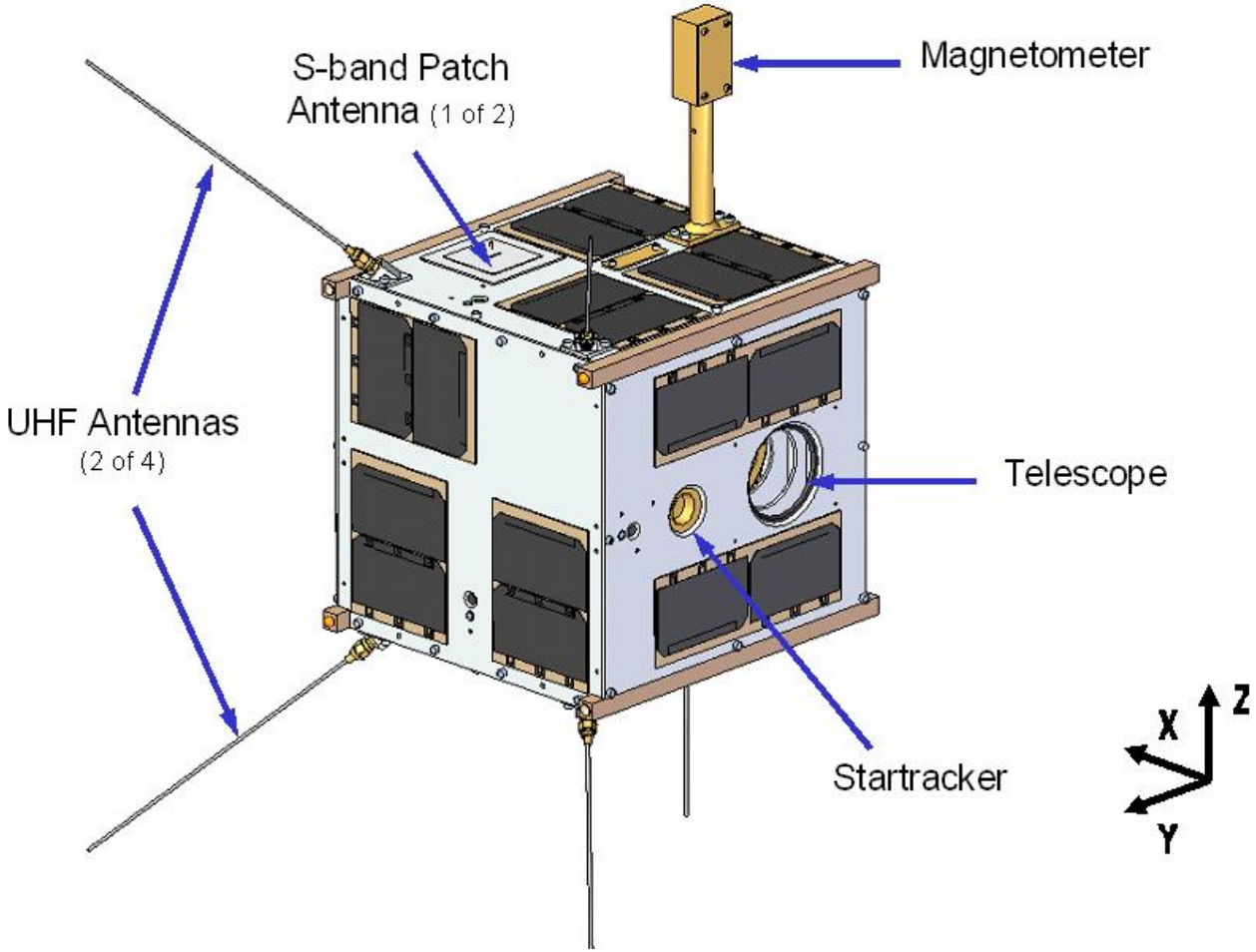
- Würfel mit 20cm Kantenlänge, Masse ~ 6.5 kg
- Triple-junction Solarzellen
- 2 x 5.3Ahr Lithium-Ion Batterien
- 4kbps UHF Receiver (Uplink) und 32kbps S-Band Transmitter (Downlink)
- Vorteil: Satellitenbus kann für unterschiedliche Payloads verwendet werden

Interne Struktur



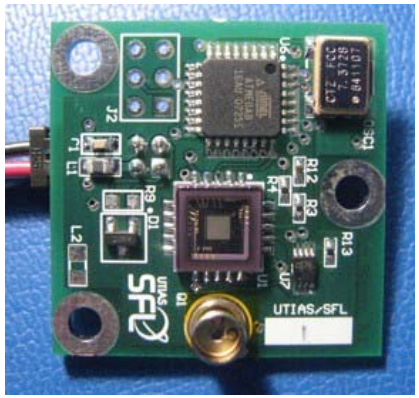
Externe Struktur



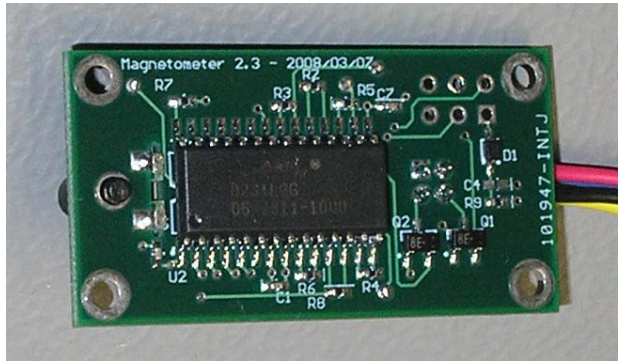


Lagebestimmung (Attitude Determination)

- mit Hilfe von Sensoren



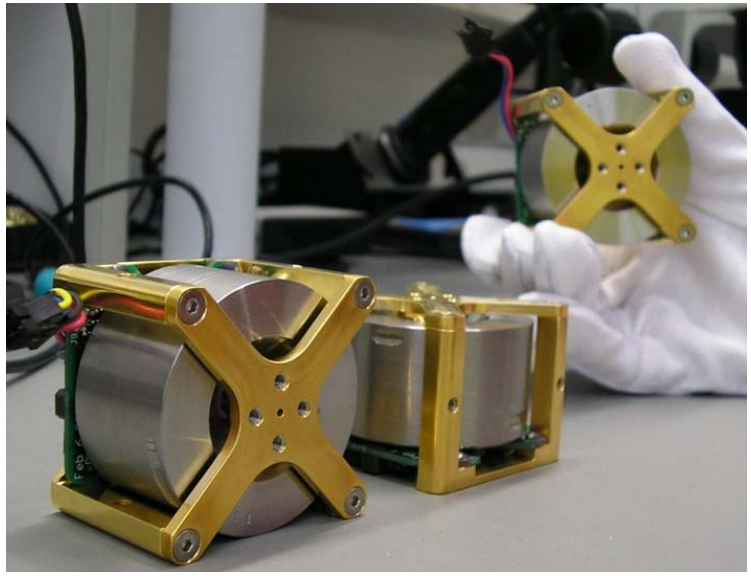
- Sonnensensoren
  - Phototransistoren für Grobbestimmung
  - Digitale Arrays für Feinbestimmung
- Magnetometer
  - Dreiachsen-Magnetometer
  - Bestimmung des Erdmagnetfeldes



- Startracker
  - Genauigkeit bei ±70 Bogensekunden

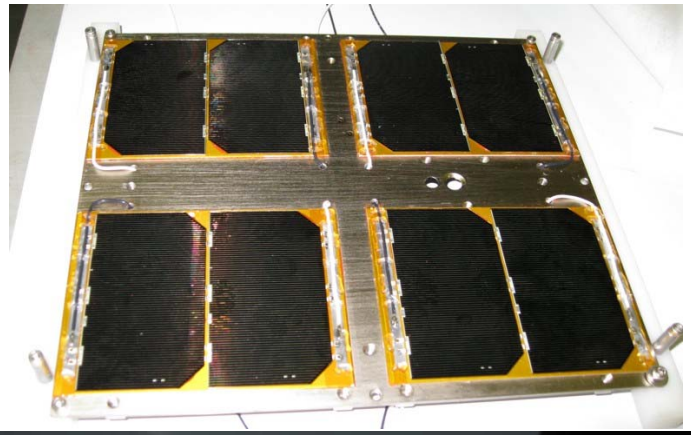
Lageregelung (Attitude Control)

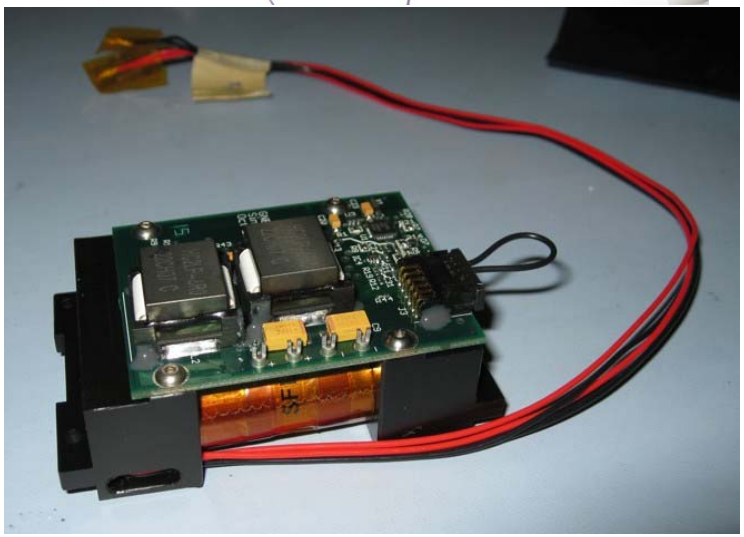
- Aktuatoren
- Magnetorquer
  - grobe Stabilisierung
- Reaction wheels
  - erlauben sehr genaue Lageregelung im Minutenbereich



Stromversorgung

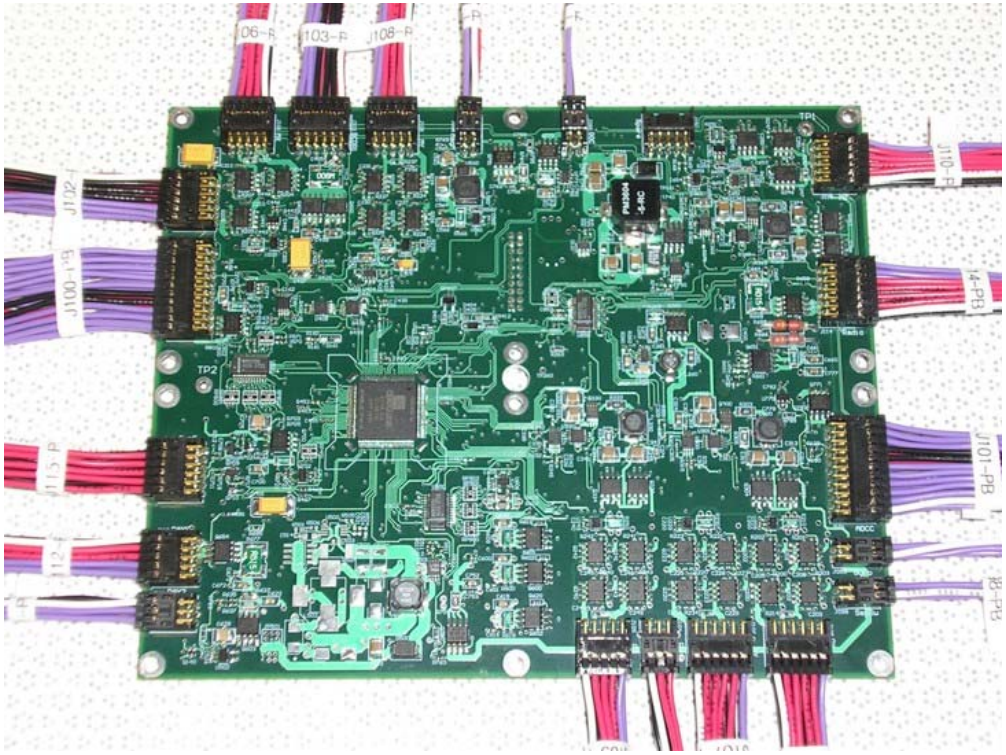
- 36 Solarzellen
  - an den 6 Würfelflächen angebracht
  - 6 W werden benötigt
  - Max. Leistung: 11 W
- Batterien
  - dienen der Energiespeicherung
  - zweite Batterie aus Redundanzgründen





Energieverwaltung

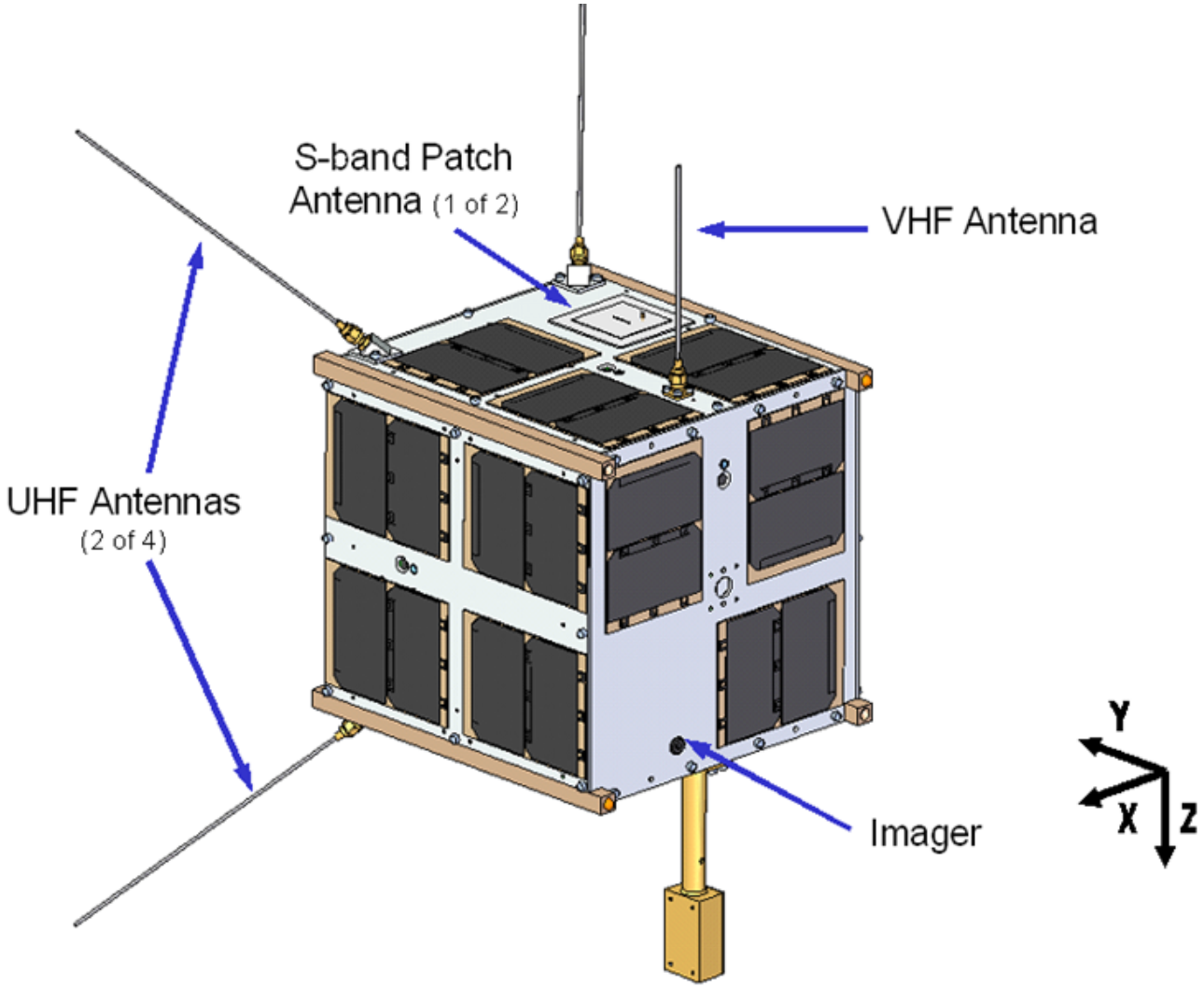
- Einzelne Subsysteme können computergesteuert ein- und ausgeschaltet werden, um Leistungsverbrauch zu optimieren



Telemetry, Telecommand and Control

- 3 Frequenzen
  - UHF, Uplink, Satellitensteuerung
  - VHF, Bake sendet Hauptsensordaten (Temperatur, Batterie)
  - S-Band, Downlink, Daten und Telemetrie
- Datenraten: 32 kbit/s - 256 kbit/s (Downlink)
- Datenvolumen / Tag: 1.5 MBytes
- Nanosatelliten-Protokoll

Antennen

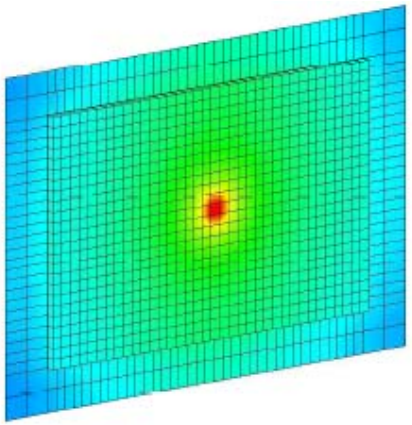

S-band Patch
Antenna (1 of 2)
VHF Antenna
UHF Antennas
(2 of 4)
Imager
Y
X
Z

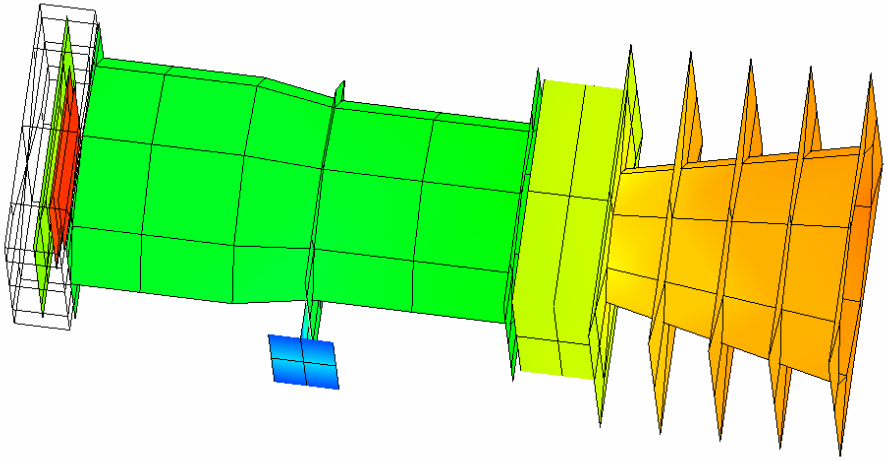
On-board Computer

- 3 OBCs, redundant aufgebaut
  - Housekeeping OBC
  - Attitude determination and control OBC
  - Science OBC
- Texas Instruments TMS470 Prozessor mit ARM7 KernCPU

Thermisches Subsystem

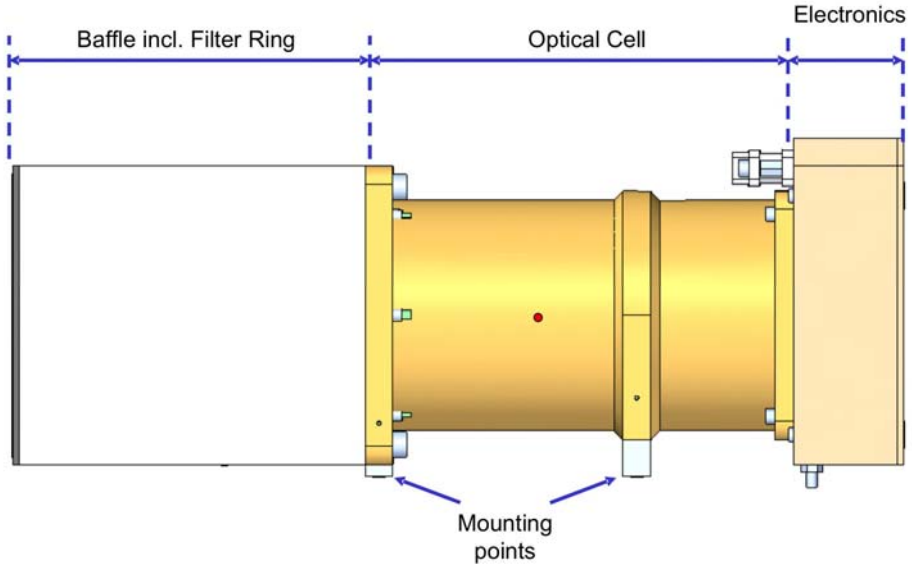
- sehr kritisch
  - CCD-Detektor des Teleskops
  - Batterie (> 0°C)
- Temperaturschwankungen zwischen -40° und +80°

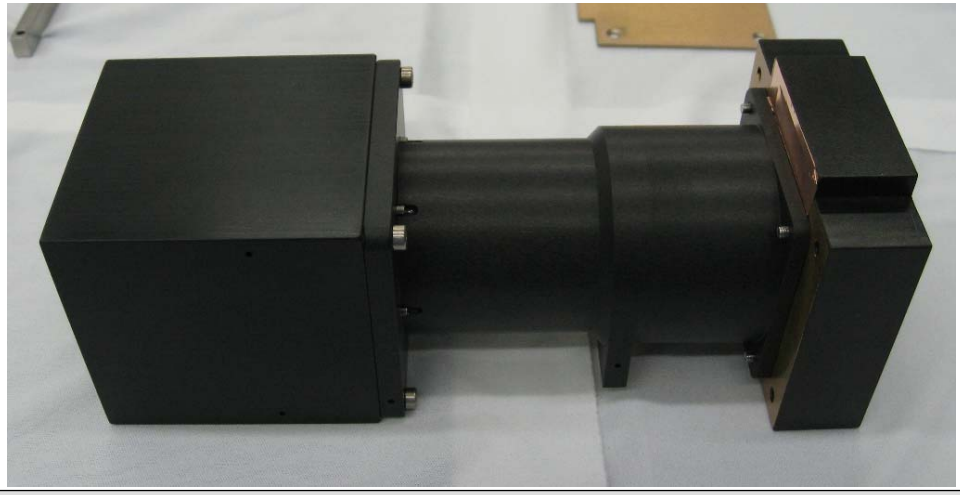




BRITE Instrument

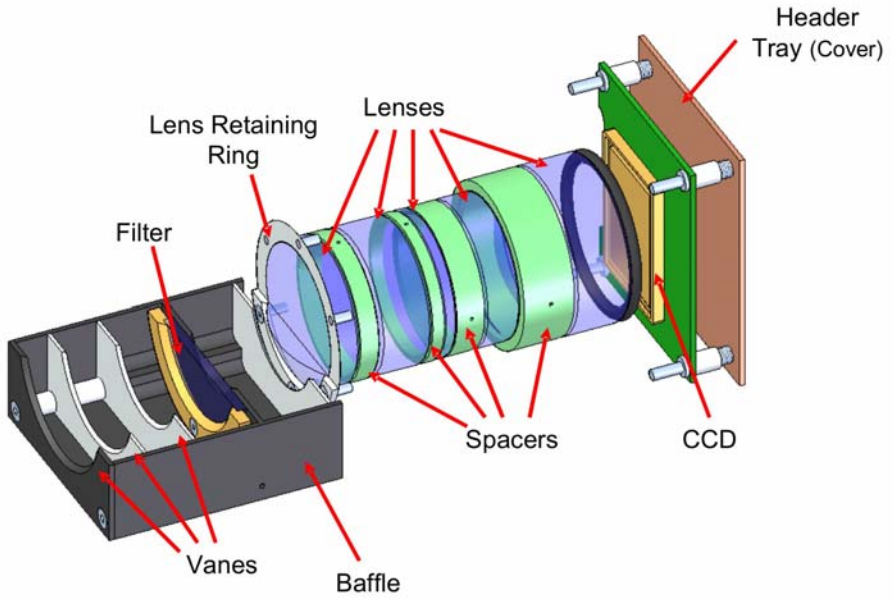
- Baffle
  - zur Verringerung des Streulichts
- Optische Zelle
  - aus Aluminium gefertigt
  - beinhaltet Linsensystem
- Header Tray
  - CCD
  - Platine



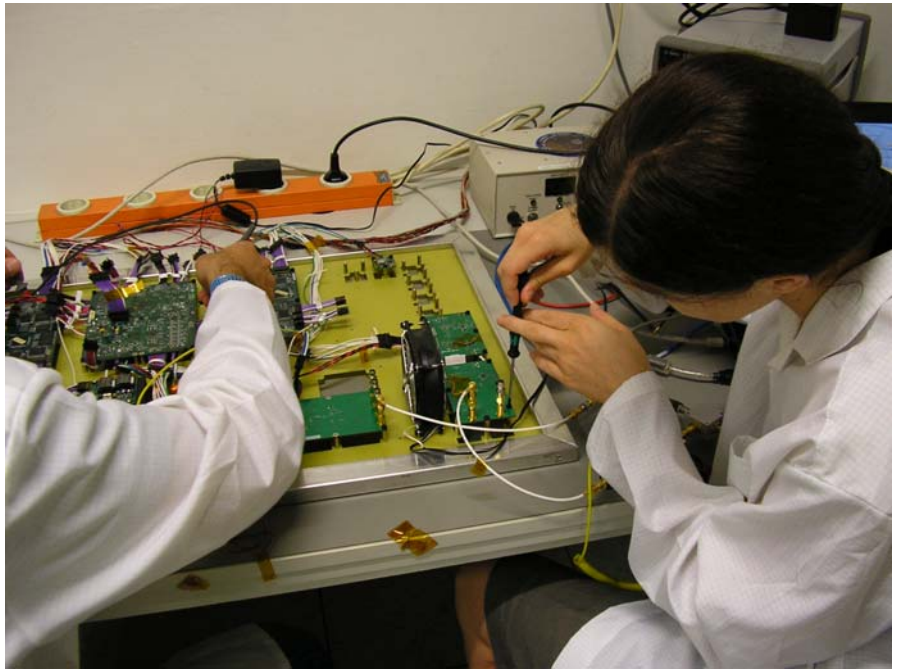


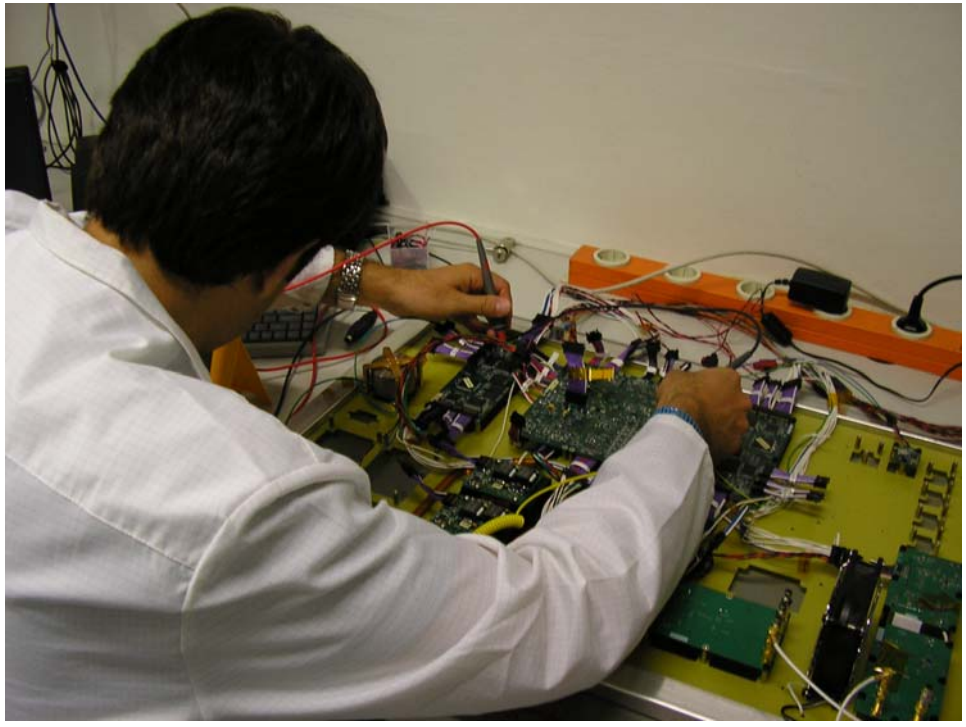
BRITE Instrument (2)

- CCD Sensor (~ 3.6 W)
  - 1280 x 1024 bis 4556 x 3044
  - Pixelgröße: 5 -8 µm
  - A/D: 10 – 12 bit
  - effective quantum efficiency: 10 – 50 %
- Blende
  - 25 x 35 mm
- Präzision
  - ≤ 0.001 mag. pro 15 min. Beobachtungsdauer
- Farbfilter
  - 390 - 460 nm (blau)
  - 550 - 720 nm (rot)

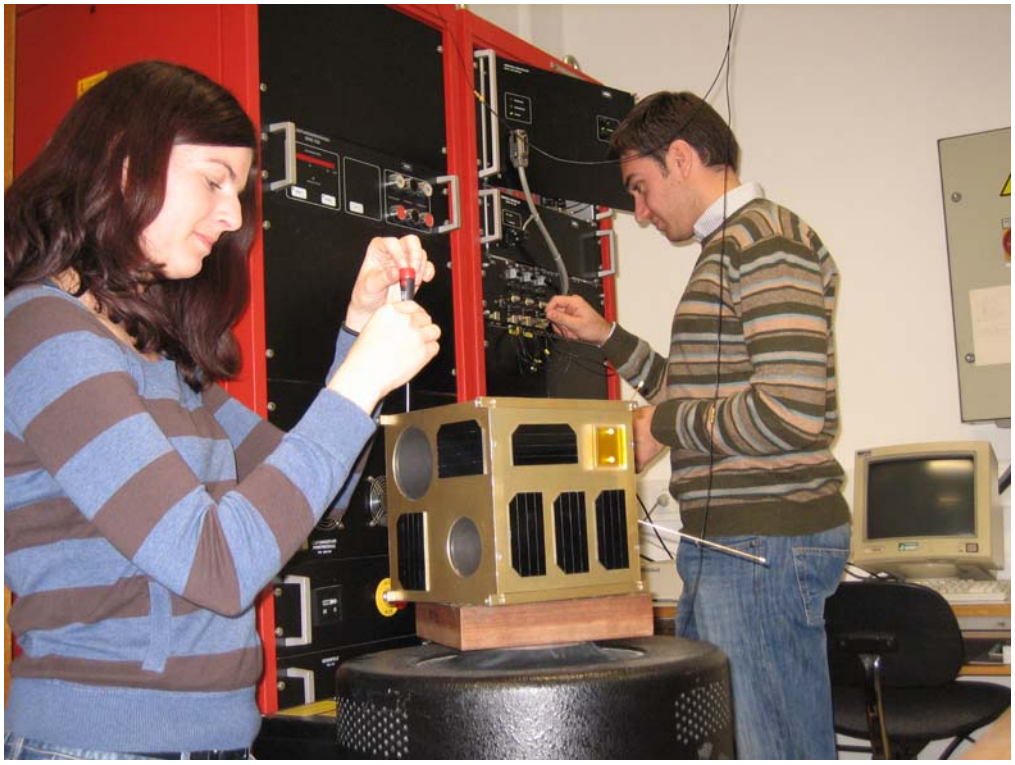


Flatsat - Tests

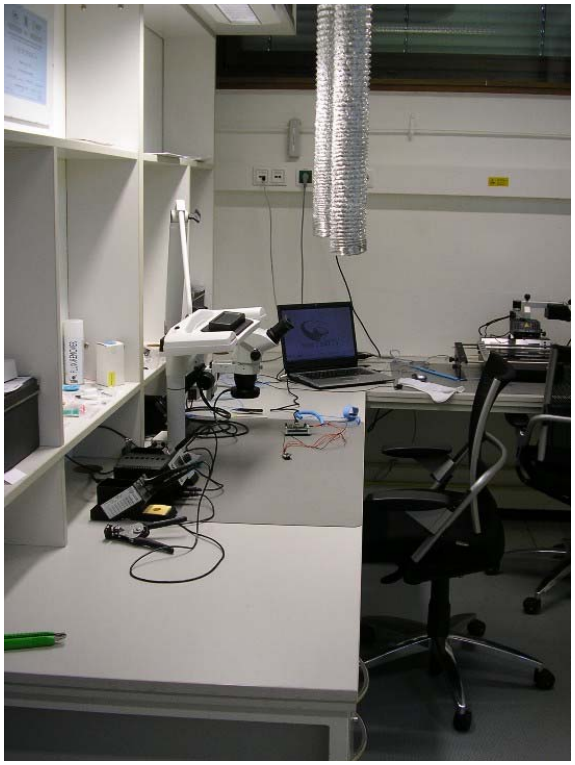




Test Infrastruktur



Test Infrastruktur



Satellitenbahn

- Sonnensynchrone Umlaufbahn (98° Bahnneigung)
- 800 km über Erde
- Umlaufzeit: ca. 100 Minuten
- Start Mitte 2011 mit der indischen Rakete PSLV (Polar Services Launch Vehicle) der Indian Space Research Organisation ISRO

ORBIT

Educational Use Only
Earth Inertial Axes
1 Oct 2008 12:00:30.000
Time Step: 30.00 sec
Educational Use Only
agi

Satellitenstart

Satellit mit Auswurfmechanismus

PSLV-Rakete der ISRO

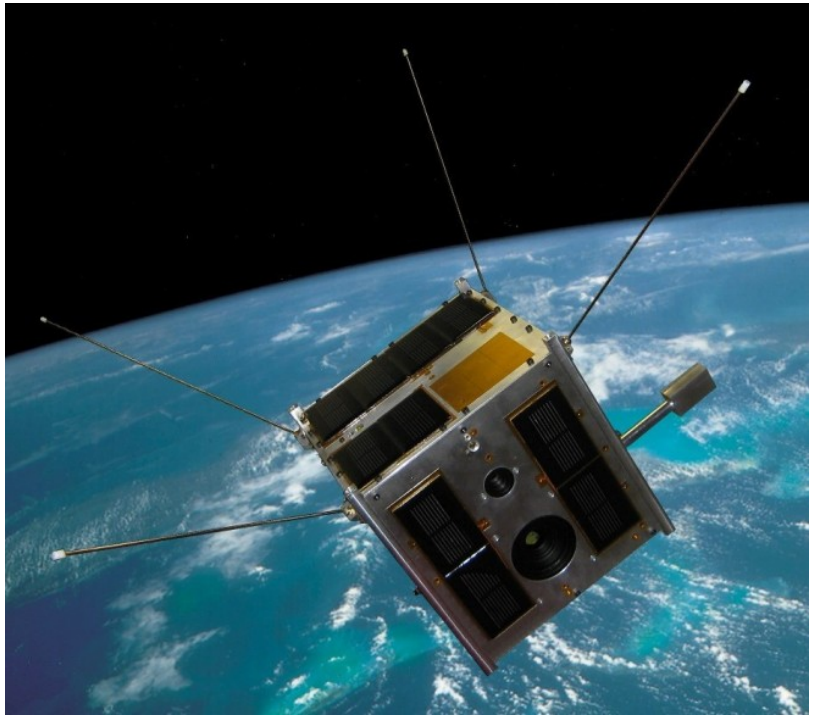
Bodenstationen

Graz

Toronto

Wien

Danke für die Aufmerksamkeit

- www.tugsat.at
- www.brite-constellation.at

- tugsat@tugraz.at
- manuela.unterberger@tugraz.at