

Kleinsatelliten – Paradigmenwechsel in der Weltraumtechnik?

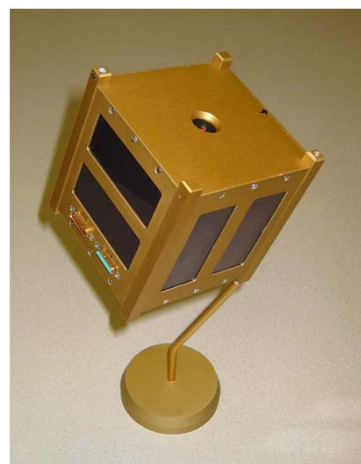


O. Koudelka

Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation
koudelka@tugraz.at

Nanosatelliten

- Masse < 10 kg
- „Cubesats“ (Prof. B. Twiggs):
 - klein
 - kostengünstig
 - relativ rasch entwickelt
 - „Co-Passagier“ auf Rakete
 - ideal zu Ausbildungszwecken



Kleinsatelliten-Technologie

- Kleinsatelliten boomen
- Bis Ende 2014: > 300 CubeSats gestartet

Starts 2013/14

- 29 Satellites mit Minotaur-1 im Nov.2013 gestartet
- 32 Satellites gestartet mit DNEPR 30 Stunden später
- 33 Satelliten mit DNEPR im Juni 2014

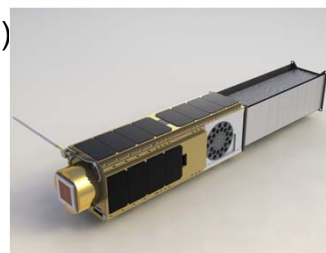


Trend

- Übergang von Ausbildungsprojekten für Universitäten zu kostengünstigen In-Orbit-Demonstrationen
- Wissenschaftliche und technologische Aufgabenstellungen
- Weltraumagenturen (NASA, CSA, JAXA, ESA) führen vermehrt Missionen durch

Missionen

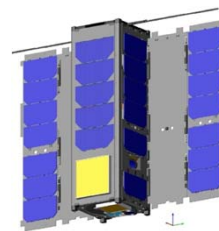
- Astrobiology: O/OREOS (NASA/ARC)
- Astronomy: BRITE (AUT/PL/CDN)
- Atmospheric Science
 - Swisscube: atmospheric airglow (EPFL)
 - AtmoCube: space radiation (Univ. Triest)
 - FIREFLY: lightning (NSF)
 - QB50: thermosphere (international)
- Biologie:
 - GeneSat-1: E.Coli in microgravity (NASA/ARC)
- Earth Observation:
 - QuakeSat: ELF
 - PRISM: medium resolution EO (Univ.Tokyo)



Quelle: NASA

Missionen

- **Electronics:**
 - Robusta: radiation effects on electronics (CNES)
- **Materials:**
 - HawkSat1 (Hawk Inst. for material Science)
- **Pharmaceutical**
 - PharmaSat: antifungal agent in microgravity (NASA/ARC)
- **Technology**
 - CAN-X2: propulsion, comms, ADCS (CSA)
 - MAST: electromagnetic tether (Tethers Unlimited)
 - NANOSAIL: solar propulsion (NASA/MSD)
 - First-MOVE (TUM)
 - OPS-SAT: new operational procedures (ESA)

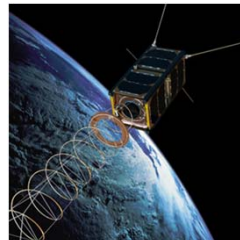


TUGSAT-1/BRITE-Austria

7

Missionen

- **Space Weather**
 - CINEMA: subatomic particles from magnetic storms (UC Berkeley)
- **Telecoms:**
 - AISSAT, Ncube-2: Ship Monitoring (CSA, Norway)
 - GOMX-1: ADS-B Monitoring (Danmark)
 - NEMESIS: spectrum monitoring (US Naval Academy)
- **Amateur Radio:**
 - Numerous missions, e.g. FunCube-1 (UK)
 - 1st amateur radio satellite OSCAR-1 (12/12/1961!)

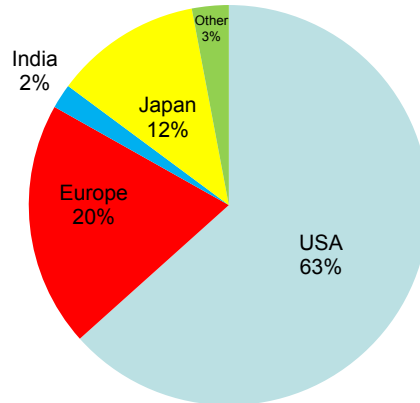


Quelle: GOMSPACE

TUGSAT-1/BRITE-Austria

8

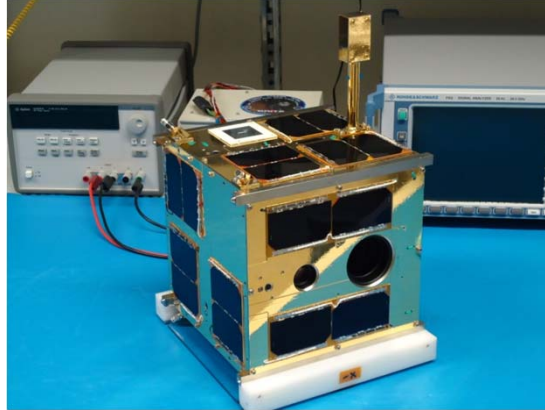
Geographische Verteilung 2003-2012



Quelle: M.Swartwout

Kleinsatelliten-Technologie

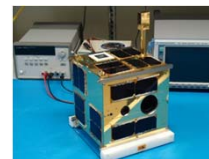
- Industrie und Weltraumagenturen zeigen verstärktes Interesse
 - Neue Technologien rasch, kostengünstig und risikoarm im Orbit demonstrierbar und qualifizierbar
 - Danach auf großen, teuren Missionen einsetzbar
 - Beispiel: ADS-B Monitoring für Flugzeuge auf PROBA-V oder GOM-X1



TUGSAT-1 Flugmodell

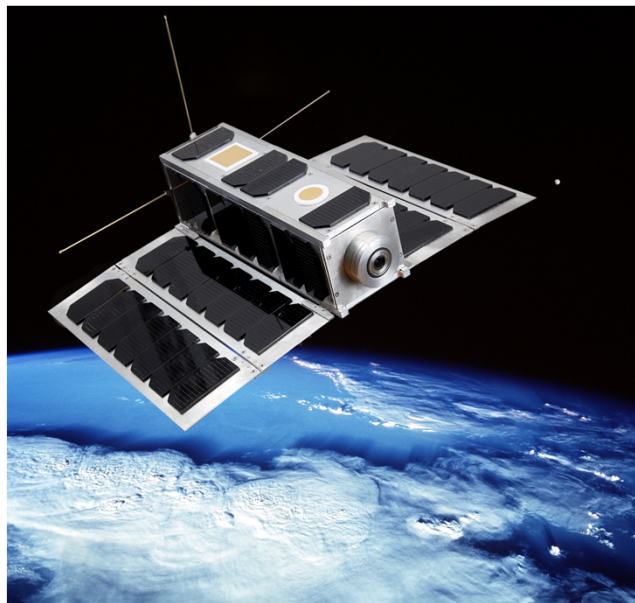
“Steckbrief” des Satelliten

- Abmessungen: 20 x 20 x 20 cm
- Masse: 6.8 kg
- Stromversorgung: Solarzellen und Lithium-Ionen-Batterien liefern 6 – 10 W elektrische Leistung
- Datenübertragungsrate: 32 bis 256 kbit/s
- Datenvolumen pro Tag: typisch 2 – 10 MByte (Spec.)
 - Derzeit: 20 MB (ohne Interferenz 40 MB)
- Frequenzbereiche:
 - UHF-Band: Empfang von Kommandos
 - S-Band (2 GHz): Datenübermittlung zur Bodenstation
- Sendeleistung: 0.5 Watt



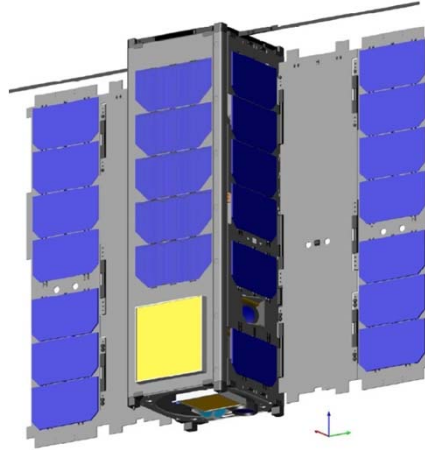
OPS-SAT

- Nanosatellitenmission der ESA
 - Ziel: In-orbit Validierung neuer operationeller Konzepte der ESA/ESOC
 - Rekonfigurierbare Nutzlast mit leistungsfähigem Prozessor
 - On-Board-Software kann im Flug vollständig geändert werden
 - Hardware ist ebenfalls umkonfigurierbar (FPGA)
 - Experimentatoren können eigene Software hochladen und in echter Umgebung testen (z.B. neue Lageregelungs-, Kamera- und Kommunikationsexperimente)
 - OPS-SAT wird ein „Labor im All“ sein
- Designstudie unter Konsortialführung der TU Graz erfolgreich abgeschlossen (Jänner 2014)
- Phase B2/C/D/E1 begann im Februar 2015
- PDR im Mai 2015 erfolgreich



OPS-SAT

Triple-CubeSat (10 x 10 x 30 cm)



TUGSAT-1/BRITE-Austria

15

OPS-SAT Kommunikationssystem

- Voll kompatibel mit CCSDS-Standard
- Bodenstationsinfrastruktur der ESA (ESTRACK)
- OPS-SAT wird wie jede andere ESA-Mission betrieben
- Neue Protokolle getestet



TUGSAT-1/BRITE-Austria

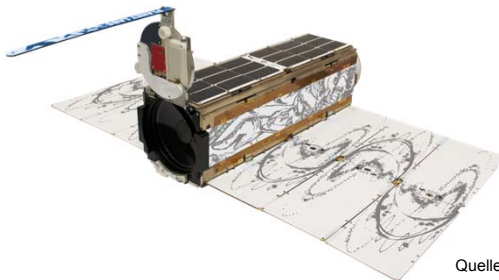
16

Experimente

- Test und Validierung der neuen Mission Operations Services der ESOC
- Softwareexperimente (z.B. On-board Autonomy,...)
- Kameraexperimente
- Lageregelungsexperimente
- Software Defined Radio Experimente
- Optisches Uplink-Experiment

PlanetLabs

- Konstellation von 150 CubeSats
- 3U CubeSat, Masse: 5 kg
- Service: Fernerkundung ca. 6 m Bodenauflösung
- Kamera mit 90 mm Apertur



Quelle: PlanetLabs

SPIRE

- Vormals NanoSatisfi (Crowdfunding!)
- Konstellation von 50 CubeSats (3U)
- Investment: 25 Mio \$
- Anwendungen:
 - Detektion von AIS-Signalen (Automatic Identification System)
 - GPS Occultation (Wettervorhersagen)



Quelle: spire.com

Kommerzielle Systeme

- Google: ITU erhielt 4000 APIs (weltweiter Internetzugang mit LEO-Konstellation)
- Teledesic 2.0?
- OneWeb: Internetzugang mit Konstellation von Mikrosatelliten
- AIRBUS Prime Contractor

Zusammenfassung

- Nanosatelliten: Industrie und Weltraumagenturen zeigen verstärktes Interesse
 - Neue Technologien rasch, kostengünstig und risikoarm im Orbit demonstrierbar und qualifizierbar
 - Danach auf großen, teuren Missionen einsetzbar
 - Beispiel: ADS-B Monitoring für Flugzeuge, AIS
- BRITE ist die weltweit erste Nanosatellitenkonstellation, die einer astronomischen Fragestellung gewidmet ist
- BRITE zeigt, dass Nanosatelliten auch für anspruchsvolle wissenschaftliche Missionen eingesetzt werden können

Zusammenfassung

- OPS-SAT ist eine fortschrittliche Kleinsatellitenmission zur in-Orbit-Validierung neuester Technologien und operationeller Prozeduren
- Durchbrechen des „Circulus viciosus“:
„Has never flown, will never fly“
- Industrie entwickelt und realisiert große Konstellationen für kommerzielle Anwendungen
- Kleinsatelliten ergänzen traditionelle Systeme rasch, kostengünstig neue Technologie zu erproben
Kommerzielle Dienste
- Herausforderungen: Spektrum, Space Debris, Qualitätssicherung

Danke für die Aufmerksamkeit!