

Vorstellung Tesat-Spacecom Herausforderungen in der Raumfahrt

Technikmuseum Backnang

16.04.2016

Dr. Erich Auer

CTO



PROPRIETARY INFORMATION

©Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG reserves all rights including industrial property rights,
and all rights of disposal such as copying and passing to third parties

TESAT-Spacecom

Unternehmens-Überblick

Über Tesat-Spacecom

„Als leidenschaftlicher Pionier der Weltraumkommunikation wollen wir die erste Adresse für Ihren Erfolg sein. Unsere Lösungen setzen Maßstäbe, um Grenzen zu überwinden und weltweit Menschen zu verbinden.“

Management von Tesat-Spacecom



Andreas Hammer
Managing Director



Guenther Adam
Managing Director
Operations

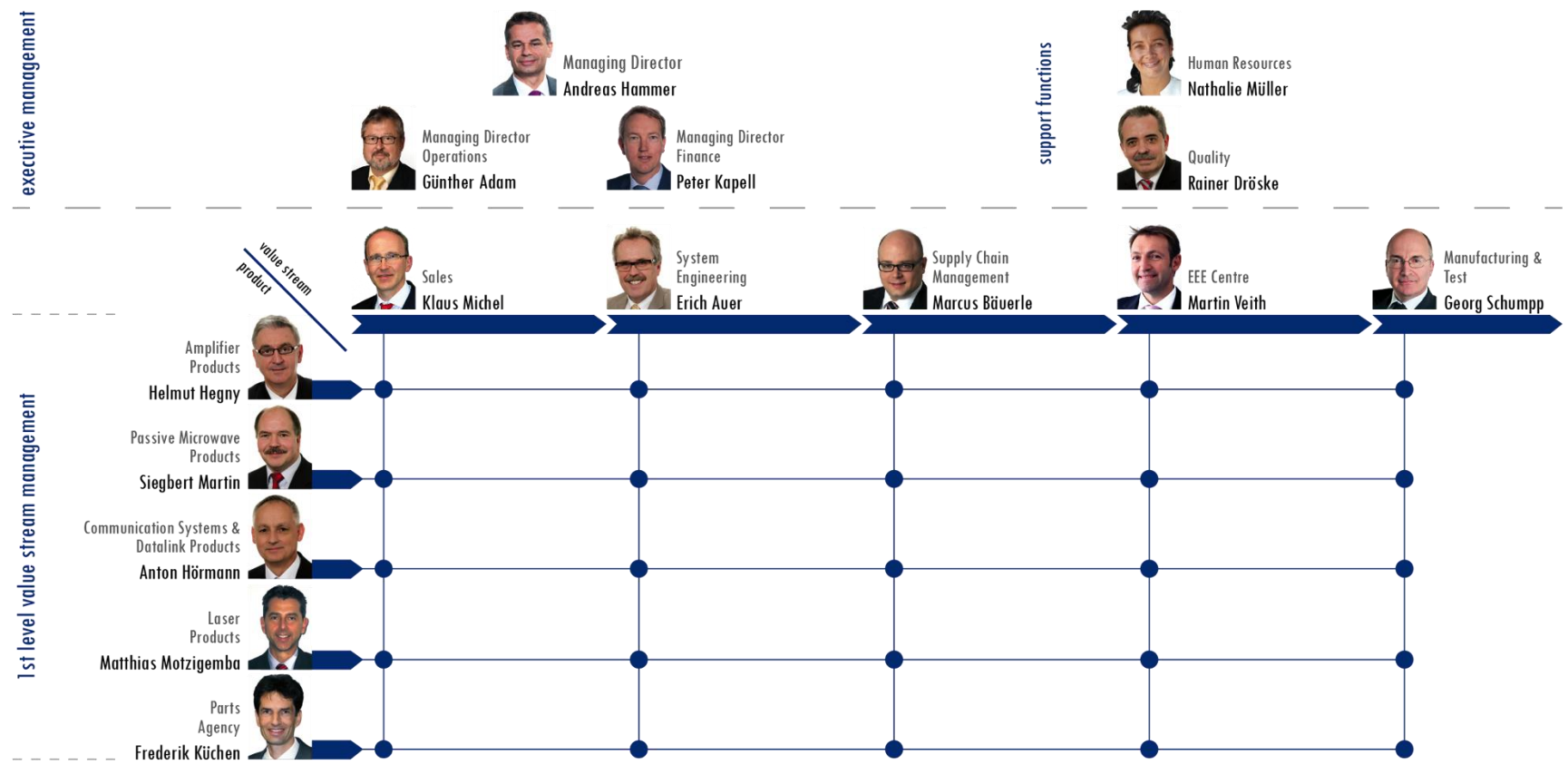


Peter Kapell
Managing Director
Finance



Sitz	Backnang bei Stuttgart
Geschäftsfeld	Geräte & Subsysteme der Raumfahrttechnik
Mitarbeiter	1 200
Umsatz 2015	352,4 Mio Euro
Geräte	bis zu 1 500 / Jahr
Programme	bis zu 75 / Jahr
Website	www.tesat.de

Die Tesat-Organisation: am Wertstrom ausgerichtet



Geschichte

AEG Fernmeldetechnik



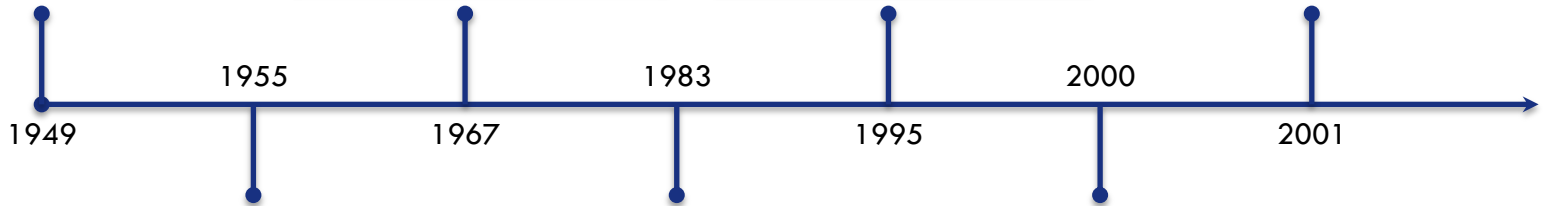
AEG Telefunken AG



Bosch Telecom GmbH



Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG



Telefunken GmbH



ANT Nachrichtentechnik

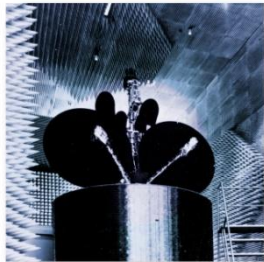


Bosch SatCom GmbH

Meilensteine

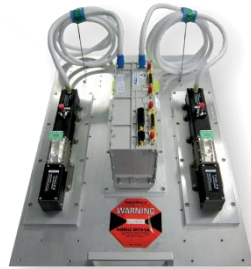
Intelsat IV

Erstes Raumfahrtprojekt



Tempo

Startschuss unserer TWTA-Großserienproduktion



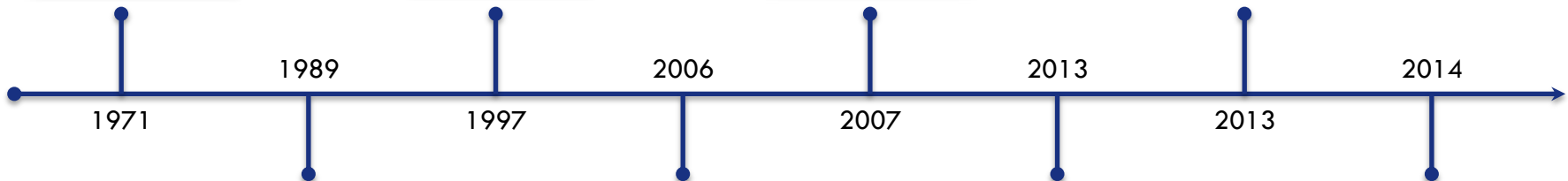
NFIRE

Erster Flug des Tesat Laser Communication Terminals (Erster ISL mit TerraSAR-X in 2008)



Fast Lane

Tesat stellt die 10.000 EPC in Backgang her und führt verkürzte Lieferzeiten ein



DFS Kopernikus

Erstes komplettes Satellitenprojekt gemeinsam mit MBB/Erno



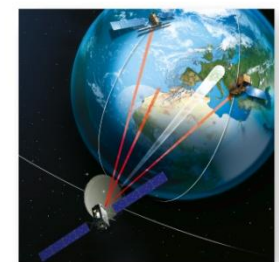
SAR-Lupe

HP Amplifier Subsysteme für den ersten Bundeswehr Satelliten



Alphasat

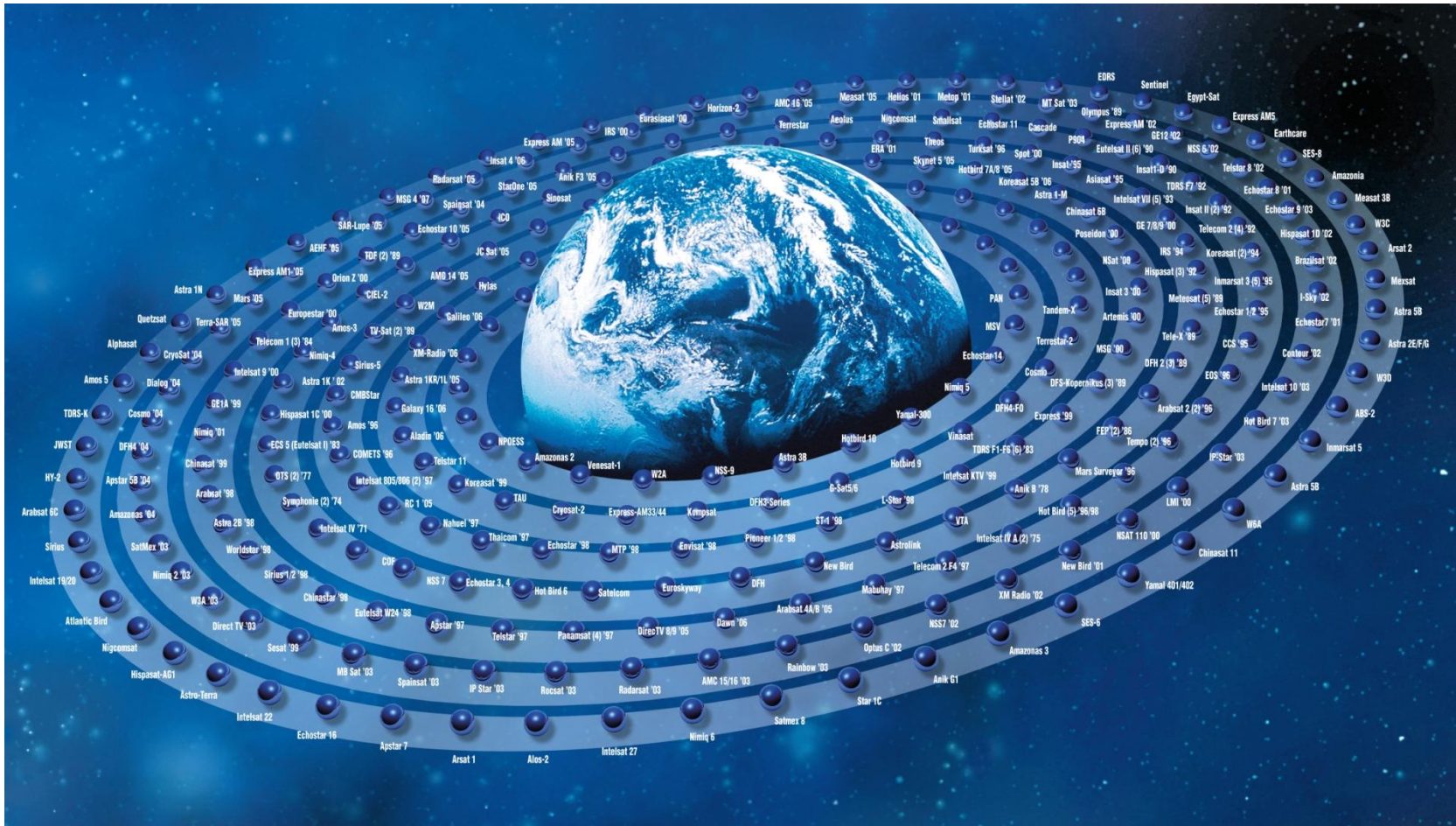
Hat ein Laser Communication Terminal und eine Ka-Band Nutzlast von Tesat an Bord



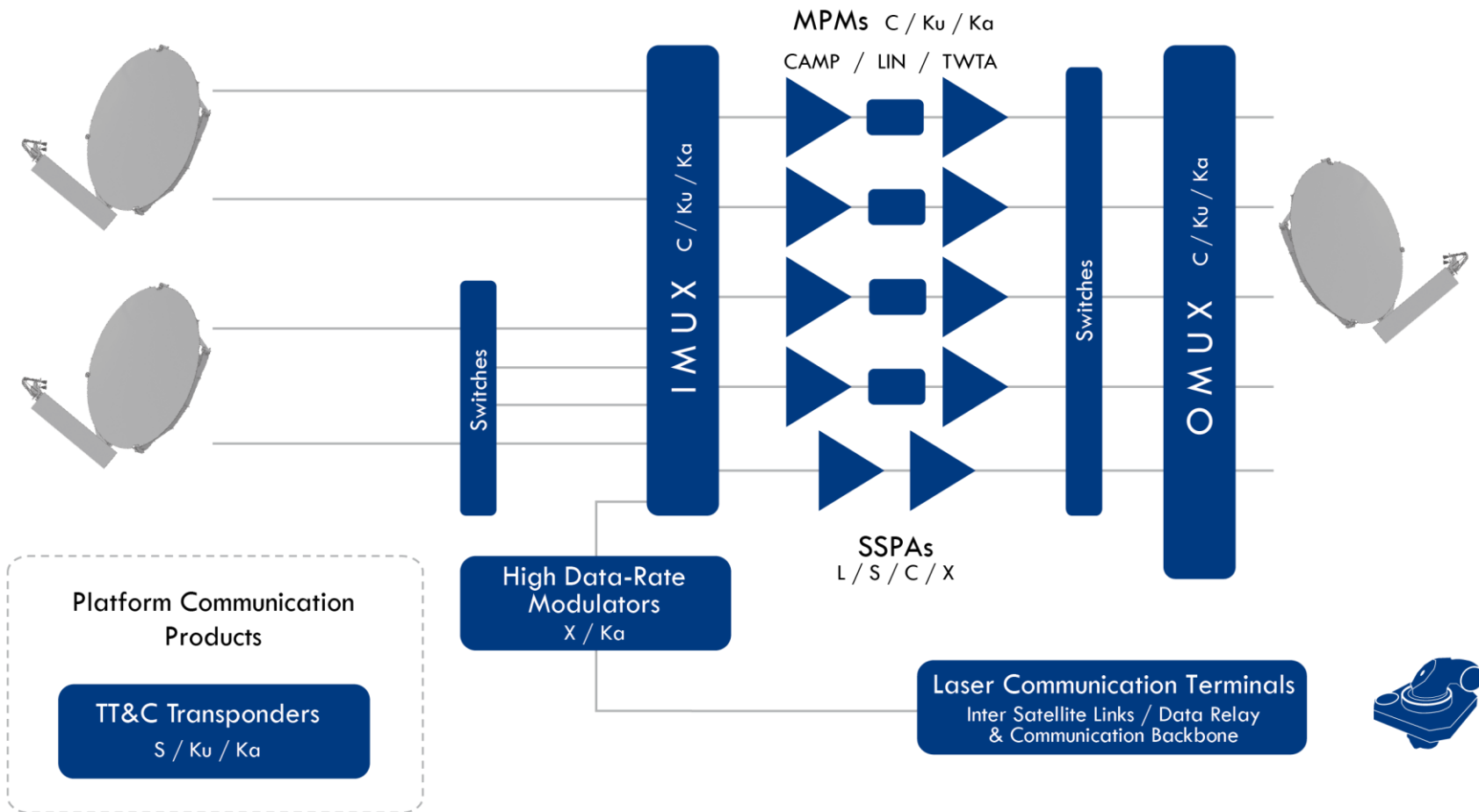
Alphasat / Sentinel1A

Erster GEO-LEO-ISL über 40.000 km Entfernung: Die Zukunft beginnt jetzt!

Teilnahme an über 600 Raumfahrtprojekten



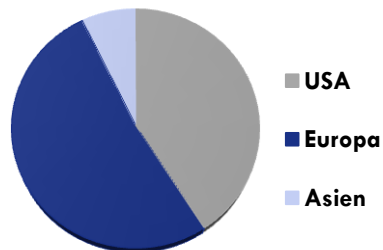
Tesat's Produktportfolio



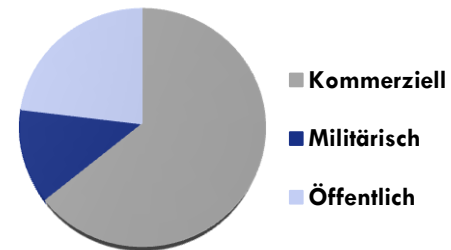
Die Welt von Tesat-Spacecom



Umsatz nach Region



Aufteilung nach Markt



Kunden



USA/Canada:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Europe:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Asia/Russia:

-
-
-
-
-
-
-
-

Amplifier Products

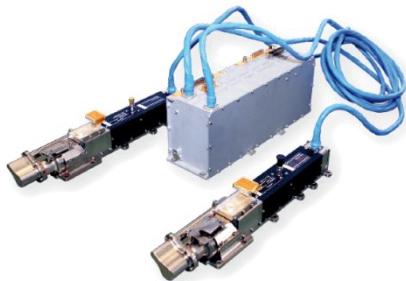
- Mit einem Marktanteil von 50% ist Tesat Weltmarktführer
- Hohe Fertigungskapazität (u.a. durch Roboter Assembly) mit höchster Qualität
- Hohe Test-Automatisierung und umfassende Test-Möglichkeiten (u.a. 33 Vakuum-Kammern)
- Lebensdauer der Produkte im Orbit mehr als 18 Jahre
- ESA-qualifizierter Leiterplatten-Lieferant/ESA-qualifizierter Hybridhersteller

Produktpalette

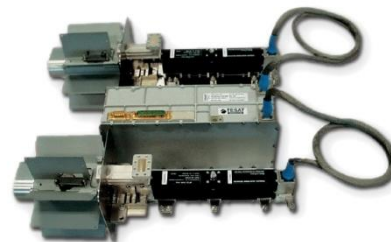
- ✓ EPC/TWTA
- ✓ Kanalverstärker
- ✓ MPM
- ✓ SSPA
- ✓ RADAR TWTA's

Highlight:

- Flex MPM (Sendeleistung im Orbit per Telecommand konfigurierbar)
- FDOC (Flex MPM with optischem Telemetrie- und Telecommand-Interface)



170W Ka-Band Dual MPM



DUAL TWTA



EPC No. 10.000



X-Band SSPA

Passive Microwave Products

- Hohe Fertigungskapazität
- Entwicklung und Lieferung von hochleistungsfähigen Produkten von höchster Qualität
- Entwicklung von innovativen Filter-Konzepten für optimale Satelliten-Performance
- Umfassende Test-Möglichkeiten (4 große und 10 kleine TV-Kammern)

Highlight:

- Portfolio-Erweiterung bis C-Band
- Dielektrische IMUX-Technologie im Ka-Band
- Aluminium-Technologie für Hochleistungs-Filter und -Multiplexer

Produktpalette

✓ Invar OMUX (X/Ku/Ka)
✓ Invar IMUX (Ka)
✓ Alu OMUX (Ku/Ka)
✓ Dielectric IMUX (X/Ku/Ka)
✓ OMUX Assemblies (X/Ku/Ka)
✓ RF Waveguide (WG) Switches
✓ RF Loads
✓ RF Diplexers
✓ RF Circulators
✓ WG Assemblies (X/Ku/Ka)



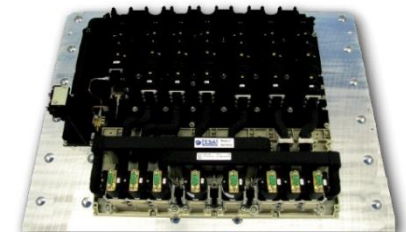
Schalter



OMUX



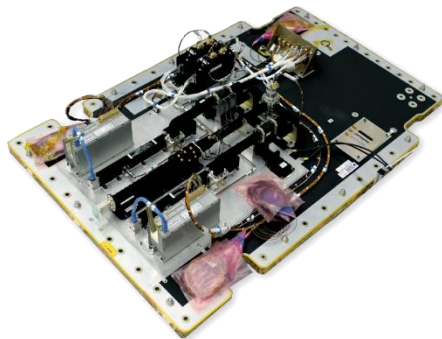
IMUX



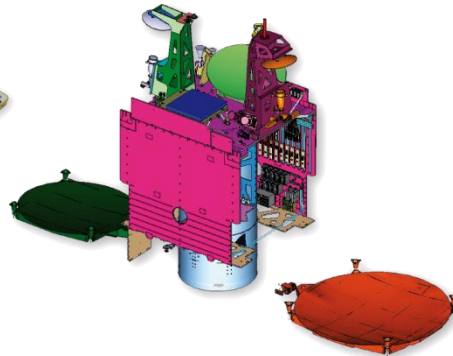
Output Multiplexer
Assembly

Communication Systems

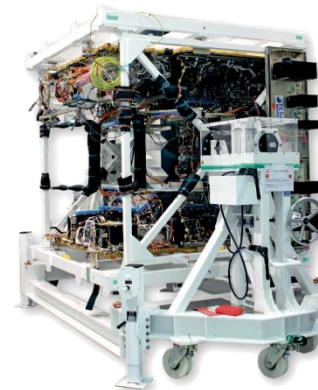
- Alles aus einer Hand: Entwicklung, Fertigung, Integration und Test von Subsystemen und Repeater/Payloads in Backnang
- Die jahrzehntelange Erfahrung auf dem Gebiet der aktiven und passiven Geräte in Kombination mit unserer Systemkompetenz ermöglicht es uns optimale, kundenspezifische Lösungen anzubieten
- Pionier auf dem Gebiet der Hybriden (Optisch/RF) Relay Payloads basierend auf der Erfahrung mit Alphasat und dem EDRS-System (EDRS-A + EDRS-C Relay Payloads)



X-Band Downlink Subsystem



Payload Design Model



Repeater

*Activities covered under Small GEO ESA program

Produktpalette

- ✓ Downlink Subsysteme (X/Ka-Band)
- ✓ Repeater (X/Ku/Ka-Band)
- ✓ Payloads/Relay Payloads
- ✓ Multiport Amplifier (MPA)
- ✓ X-Band Radar HP Subsysteme

Referenzen

SATCOMBW X-Band Repeater

COMS MODCS S/L-Band Communication Payload

HISPASAT Payload Ka-/Ku-Band

EDRS-A/-C Hybrid (Optisch/RF) Relay Payloads



5 HP Amplifier Subsystems for SAR-Lupe

Datalink Products

- Langjährige/umfangreiche Erfahrung bei Hochfrequenz- und sehr schneller Digitaltechnik. Fast 30 Projekte wurden realisiert, wobei der größte Anteil bei Tesat Downlink Subsystemen verwendet wird.
- Datenraten bis zu 2.000 Mbit/s.

Highlight:

- Volldigitalisierte Modulatoren erreichen Datenraten bis 2.000 Mbit/s im Ka-Band (32-APSK) und bis 1.200 Mbit/s im X-Band (64-APSK).
- Bereits 44 TT&C S-Band Transponder wurden für das Navigations-Satelliten-System Galileo geliefert.

Produktpalette

- ✓ Modulatoren für X- und Ka-Band
- ✓ Universelle TT&C Transponder Familie für S- Band und Ku-Band

Referenzen

Galileo Spread Spectrum S-Band TTC Transponder

Alphasat Ka-Band QPSK Downlink Subsystem

RCM X-Band 8PSK Downlink Subsystem

Kompsat 6 X-Band 8PSK Downlink Subsystem



Ka-Band QPSK Modulator



X-Band 8PSK Modulator



Ku-Band Telecommand Receiver



Ku-Band Telecommand Transmitter

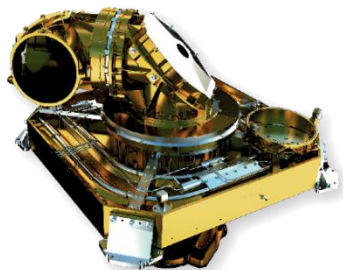
Laser Products

- Weltweit einzigartige Laser Communication Terminals: Tesat als Technologieführer (LEO-LEO/LEO-GEO)
 - Weltweit erste Verifikation eines LEO-GEO Datenlinks mit Lasern über mehr als 40.000 km
- Übertragungsraten bis 5,6 Gbit/s

Highlight:

- Kommerzieller Durchbruch der Laserkommunikation mit EDRS-Vertrag (European Data Relay System)

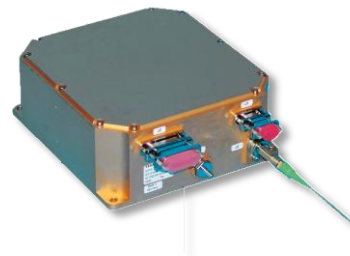
Produktpalette
✓ Laser Communication Terminals für LEO-GEO
✓ Hochstabile durchstimmbare Signalquellen
✓ Laserquelle für kohärente und inkohärente Doppler LIDAR Missionen
✓ Frequenzstabile Laserquellen für on-board Messtechnik und externe Frequenzstabilisierung
✓ Gütegeschalteter Einfrequenzlaser
✓ Einfrequenz-, Dauerstrich-, Hochleistungslasersystem mit Frequenzmodulation



Design-Modell eines Laser Comm Terminals



ALADIN / ATLID Reference Laser



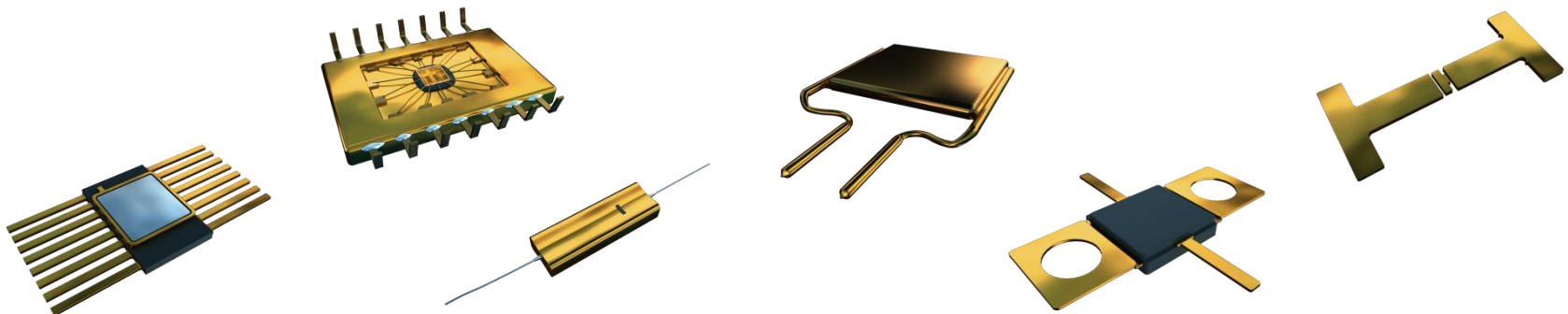
GIFTS Reference Laser



Intersatellite Links

EEE Parts Agency

- Raumfahrt-Anwendungen erfordern besondere Eigenschaften von Bauteilen in Bezug auf Strahlungs-, Vibrations- und Temperatur-Beständigkeit
- Größtes Beschaffungsunternehmen in Europa für interne und externe Kunden
- Seit 1972, sowohl zentrale Bauteilebeschaffung für Programme, die durch ESA oder DLR gefördert wurden als auch eine Vielzahl weltweiter Einzelaufträge
- Jährliche Beschaffung von mehr als 2.000.000 Teilen, ein Drittel davon für Agenturkunden
- Technische Kompetenz in Kombination mit umfassenden „Services“ und Unterstützung auch nach der Beschaffung
- Belieferung von 65 Kunden in mehr als 20 Ländern
- Inspektion, DPA, Fehleranalyse, Langzeitlagerung und jegliche weitere Infrastruktur für Dienstleistungen rund um elektronische, elektrische und elektromechanische Bauteile



PROPRIETARY INFORMATION: © Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG reserves all rights including industrial property rights, and all rights of disposal such as copying and passing to third parties

Fertigungs- und Testbereich

Kennzahlen

Mitarbeiter	600
Fläche	13 000 m ²
Fertigungsfläche	5 900 m ²
Testfläche	5 600 m ²
S/S AIT-Fläche	250/500 m ²
Reinraum-Klassen	100 - 200.000

EMC-Kammern	195 m ²
TV-Test-Kammern	56
RF-Test-Kammern	55
Shaker	4
EPC-Test-Systeme	17
SMT-Linien	2

Maximalkapazität (pro Monat)

TWTA/MPM (Kanäle)	150
EPC (Single / Dual)	100
LCAMP	110
Hohlleiter-Schalter	110
Multiplexer (Kanäle)	100
SSPAs	32



Microwave Test Systems for MPMs



Automated Thermo Vacuum Test System



EPC Test System



Environmental Testing for Active & Passive Products

Herausforderungen in der Raumfahrt

Optische Kommunikation im Weltraum „New Space“

The Laser Communication Terminal LCT

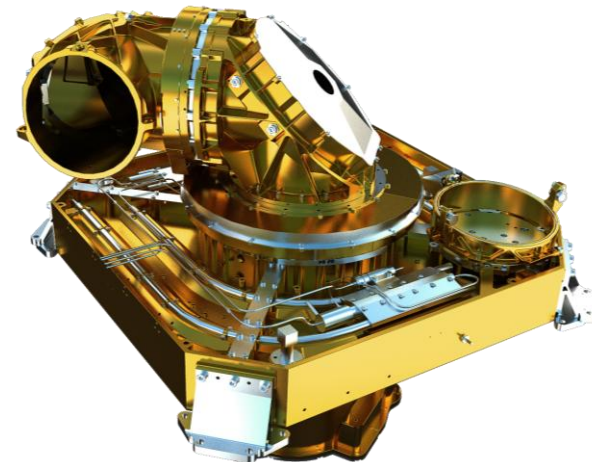
Tesat LCT is in Space with a coherent, **space qualified 1064 nm** Laser Source, using **homodyne BPSK-Modulation**.

This results in **most efficient design** for **long range** and **high data rate** transmission and is **resilient** against sunlight and jamming.

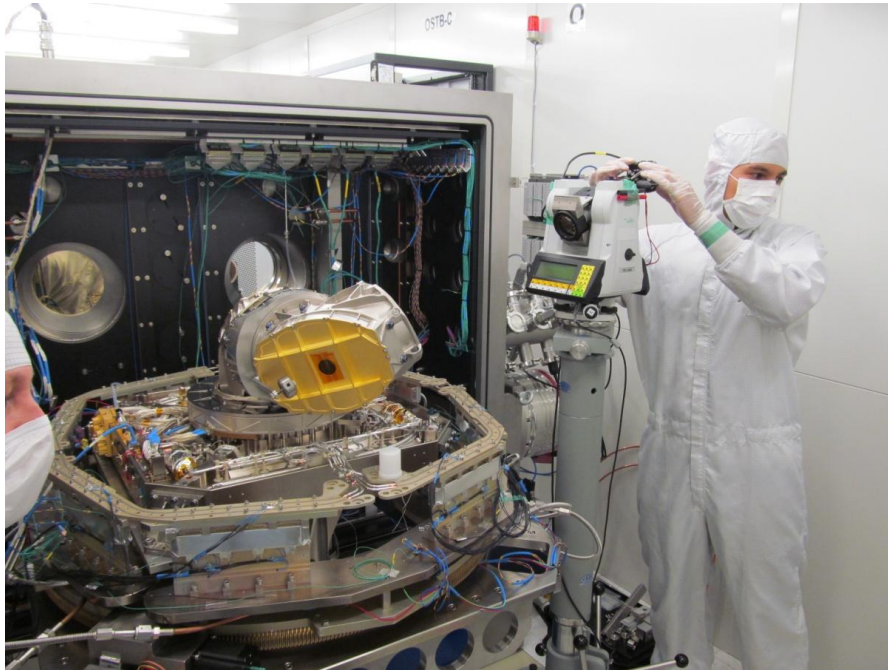
- today: **14 Flight Models** are delivered or under production.

Long Range Version LEO – GEO

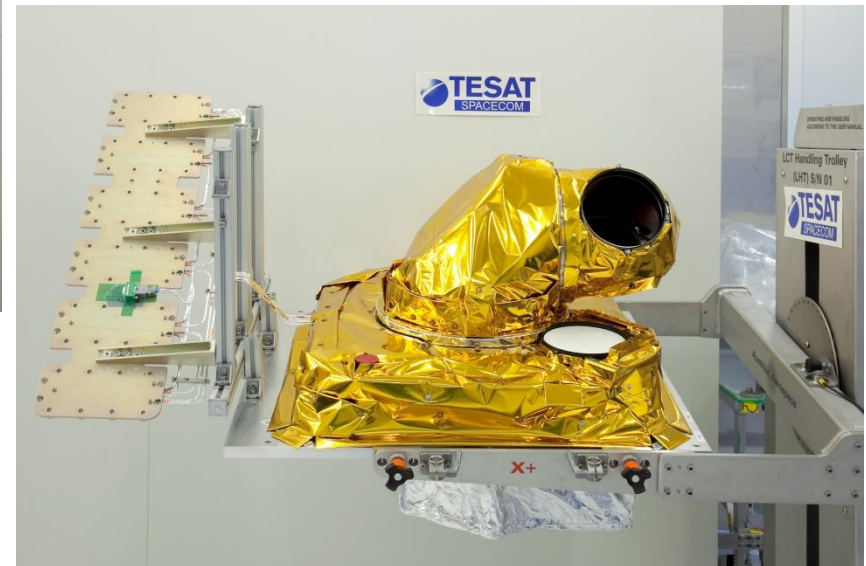
Range	45,000 km
Data Rate	1,8 Gbps
Transmit Power	2,2 W
Telescope Diam.	135 mm
Mass	~ 53 kg
Power consumption	~ 160 W max.
Volume	~ 0.6 x 0.6 x 0.7 m



Assembly, Integration and Test



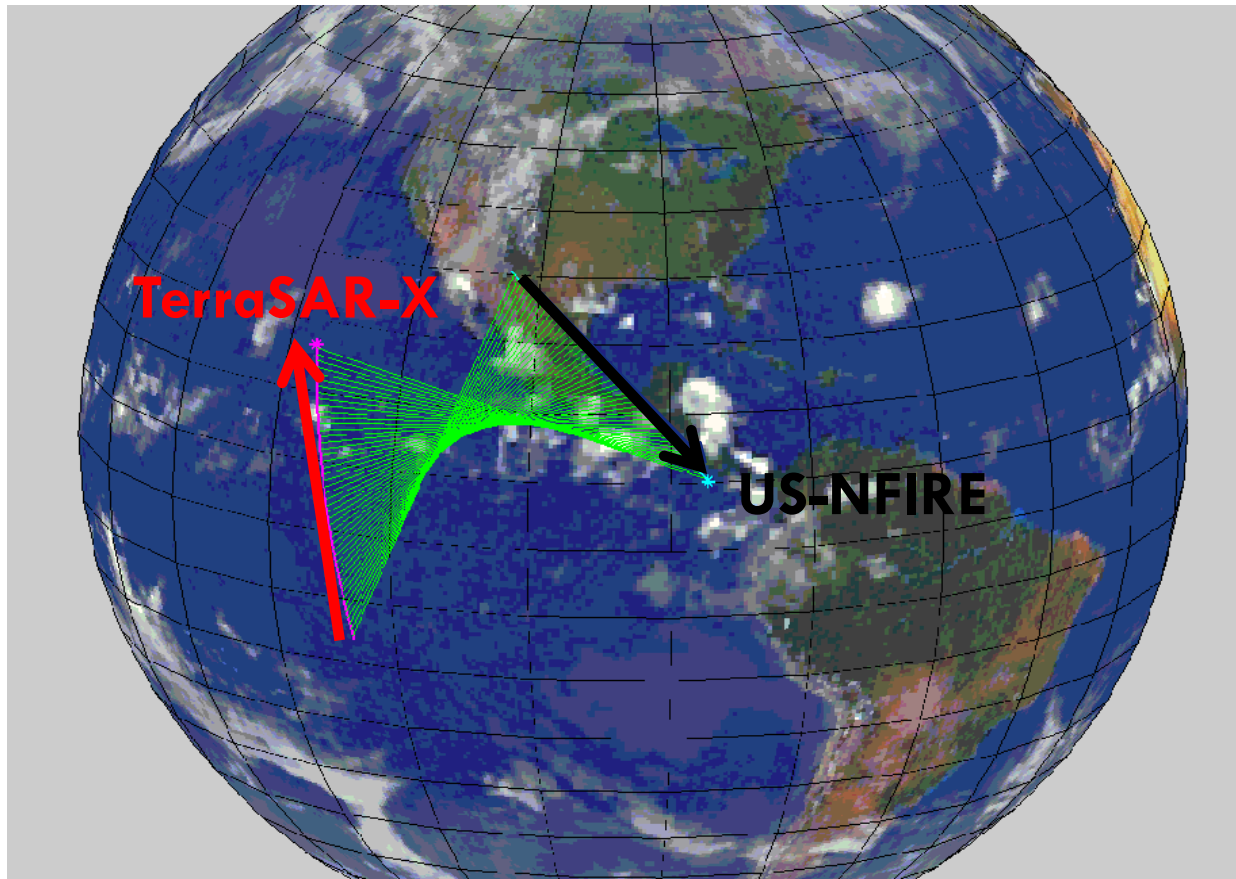
LCT in clean room and optical test bed with Thermo Vacuum Chamber



LCT – ready for shipment

First in Orbit Missions with 6.000 km Distance

LaserComTerminals at Low Earth Orbit (dated Feb. 2008)

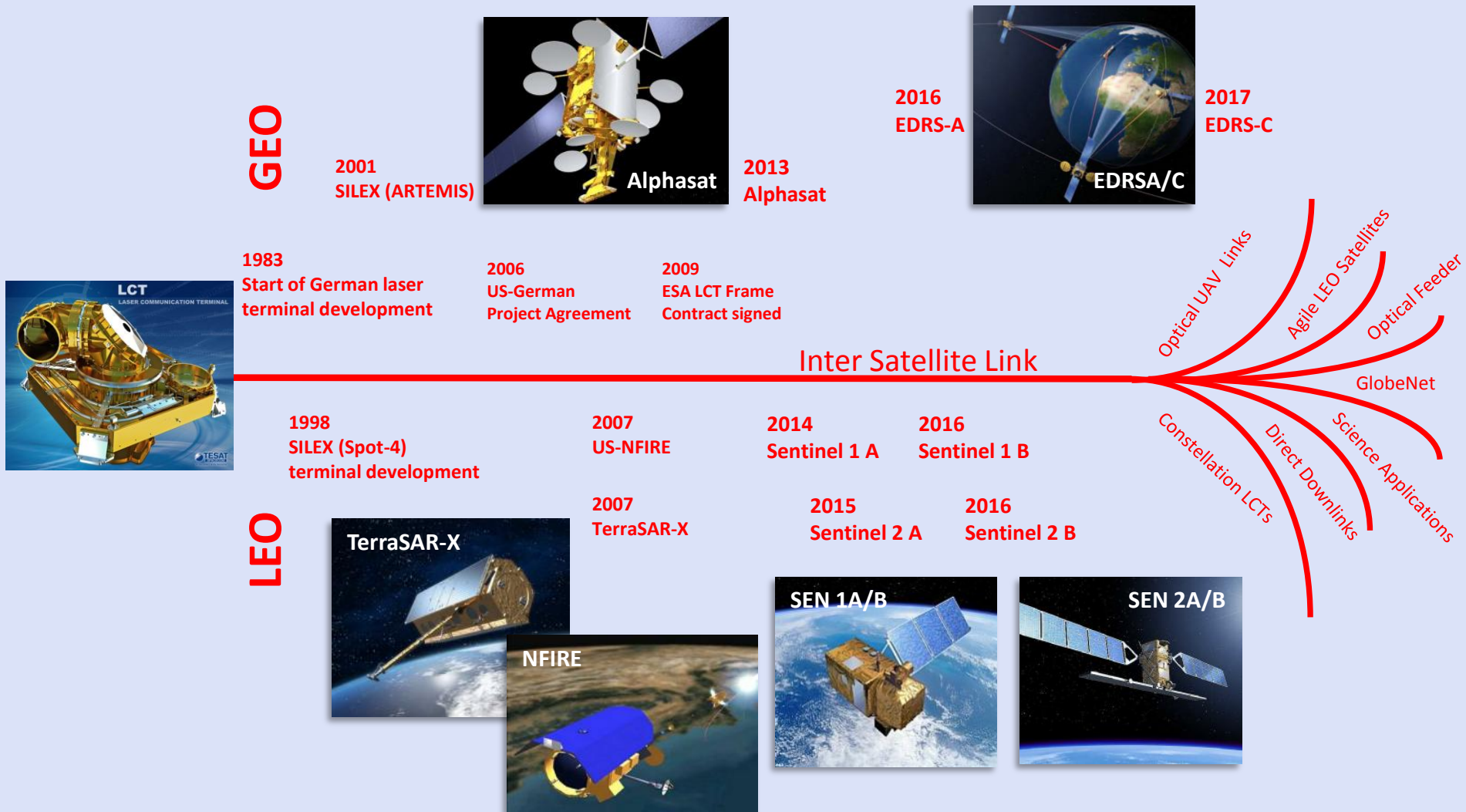


- Eight years ago it started with this longterm program:

German **TerraSAR-X** and **US-NFIRE** are equipped with an LCT and are communicating with a relative speed of 25.000 km/h.

- **Proof of algorithm** (PAT pointing-acquisition-tracking) to establish communication links within 20-55 seconds

History & Roadmap of TESAT's Laser Communication Terminals



Alphasat TDP1

In orbit since July 2013

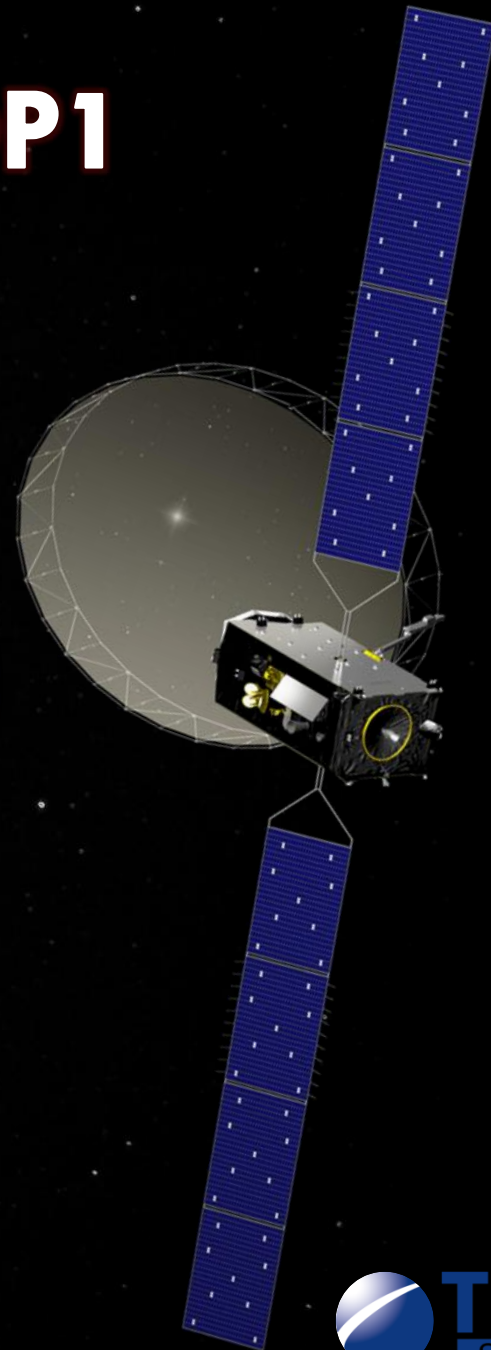
Successful Link Operation with

- Sentinel-1A
- Sentinel-2A
- TA Optical Ground Station
- ESA-OGS

up to 50 links per week

currently 600 links in total

Contractor for German Space Agency until 2019.



Sentinel-1A OCP



In orbit since April 2014

To date 170 successful Links 100%
with Alphasat

- Link Commissioning
- Parameter Setting
- System Characterization
- Atmospheric Links
- End-2-End SAR Data Transfer

After commissioning with EDRS-A
in orbit maintenance

Sentinel-2A OCP

In orbit since June 2015

To date 50 successful 100 % Links
with Alphasat

- Link Commissioning
- Parameter Setting
- Link Budget
- End-2-End Data transfer

After commissioning with EDRS-A
in orbit maintenance



TAOGS

**Transportable Adaptive Optical
Ground Station:
since October 2014 on Tenerife Island**

- Commissioning
- System Characterization
- Bi-directional Gigabit Feeder links

**6 Experimental Campaigns scheduled
for 2016**

- New Coding for Feederlinks
- Quantum Key Distribution
- Atmospheric modeling



The Space of TESAT Lasercom



“New Space”: Die OneWeb Satelliten-Konstellation

- 648 operationelle Satelliten
- Satellitenmasse ca. 150 kg
- Größe eines Kühlschranks
- Flughöhe von ca. 1.200 km
- Globale Abdeckung
- Weltweiter High-speed Internet Zugang
- Serienfertigung von Satelliten

AIRBUS DEFENCE AND SPACE STARTS A NEW ERA IN SPACE WITH ONEWEB CONSTELLATION...

TOTAL COVERAGE
Internet to everyone, everywhere on Earth

A REVOLUTION IN SATELLITE MANUFACTURING
No one has ever built a satellite in one day... we will build several every day!

GLOBAL LOW EARTH ORBIT CONSTELLATION
Providing high-speed internet connectivity equivalent to terrestrial fiber-optic networks

© 2016 C3 Creative Code and Content GmbH

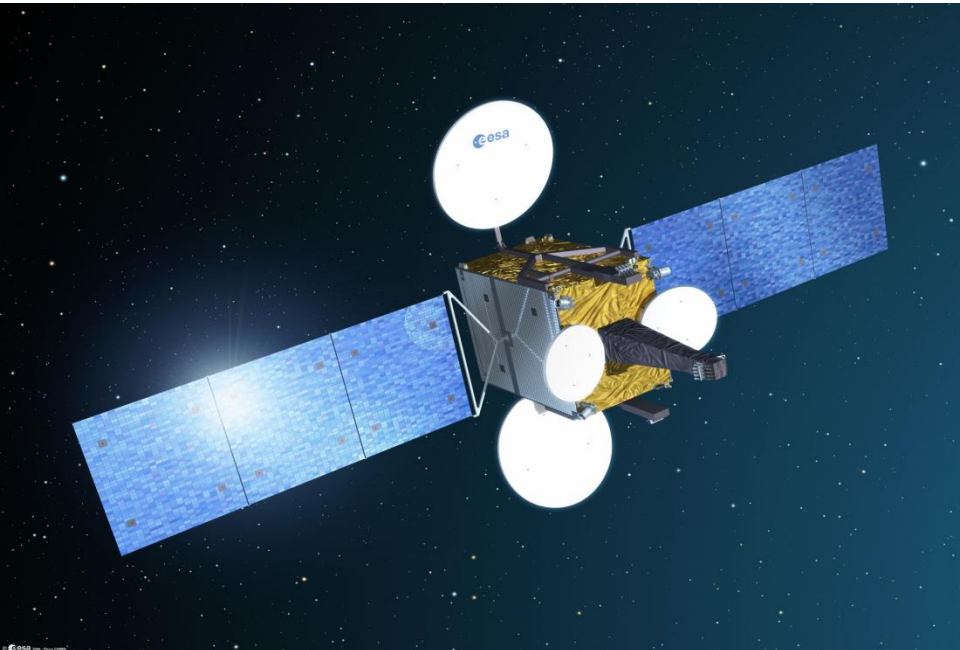


PROPRIETARY INFORMATION: © Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG reserves all rights including industrial property rights, and all rights of disposal such as copying and passing to third parties

Kostenvergleich der Satelliten

Klassischer Kommunikations-
Satellit

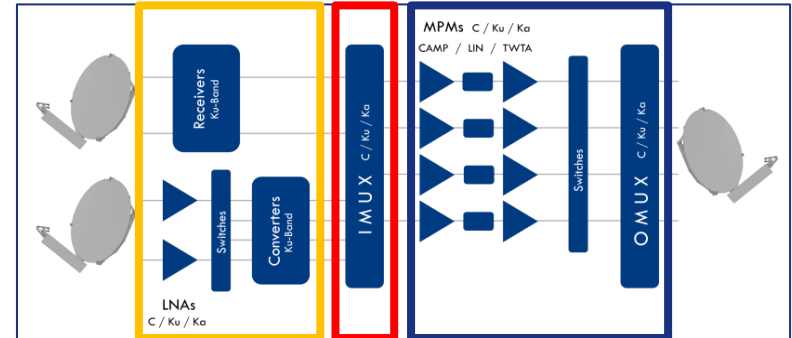
Geplanter Konstellations-
Satellit



Vergrößerung: x100

Industrialisierung einer SatCom Nutzlast

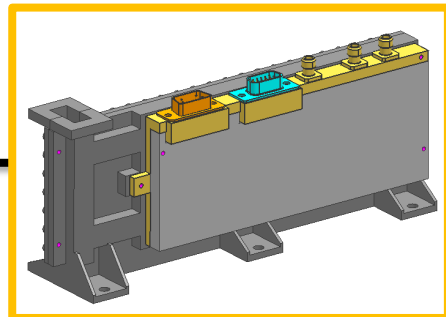
- Klassische Payload Architektur basiert auf individuellen, “state of the art” Einzelgeräten (SSPA, LNA, Conv., etc.)



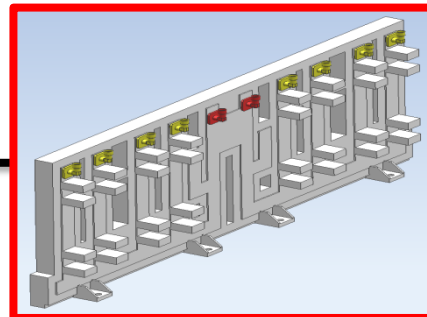
Klassisches Payload Block Diagramm

- Für Satelliten Konstellationen schlägt Tesat modulare, hoch-integrierte und weitestgehend “autonome” Transmit/Receive Assemblies vor

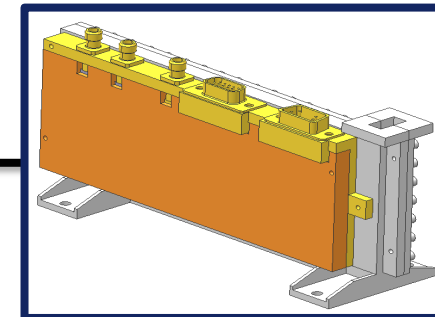
Transm. Rec. (TRX) Assembly
User Path



Multiplexer

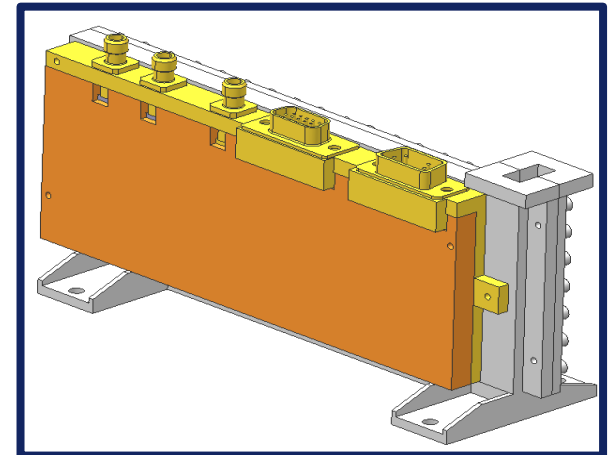
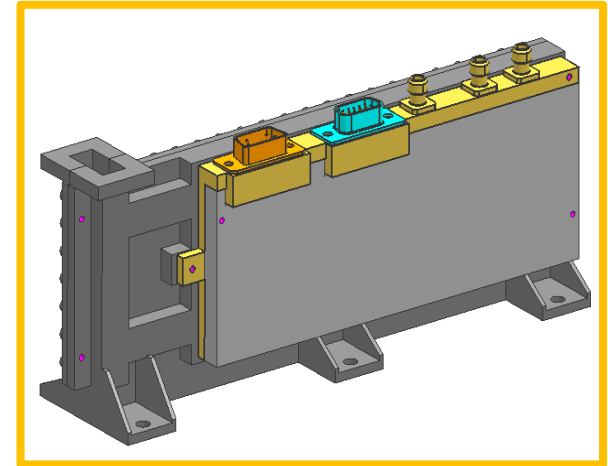


TRX Assembly
Gateway Path



Transmit Receive (TRX) Assembly

- TRX-Assemblies consisting of:
 - Passive Filter e.g. Diplexer to separate the receive and transmit paths
 - Low Noise Amplifier (LNA)
 - Solid State Power Amplifier (SSPA)
 - Up-/Down-Converters (UpCon, DoCon)
 - Integrated (decentralized & inherent redundant) Synthesizers to set the channel frequency
 - Integrated (decentralized & inherent redundant) DC/DC power converter
 - Integrated TM/TC-Interface based on CAN Std.
 - Integrated Components e.g. Isolators, Couplers



➤ **All above functions integrated into one “autonomous”, fully tested assy.**

Herausforderungen für die Raumfahrt

- Drastische Kostenreduktionen
- Deutliche Zeitplan-Verkürzungen
- Deutlich höherer Ausstoß an Stückzahlen
- Die Eigenschaften und Qualität der Produkte ändert sich nicht wesentlich
- In der Konsequenz bedeutet dies:
 - Ansätze aus anderen Industrien adaptieren (Terr. Coms, Automotive, ...)
 - Radikale Änderungen in kurzer Zeit implementieren (Change)
 - Sicherstellung der Produkt-Qualität



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Erich Auer CTO

Gerberstraße 49
71522 Backnang
Tel.: (07191) 930 - 0
info@tesat.de
www.tesat.de