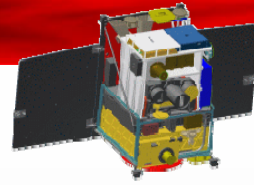


# On-Orbit Verifikation mit dem deutschen Kleinsatelliten TET-1

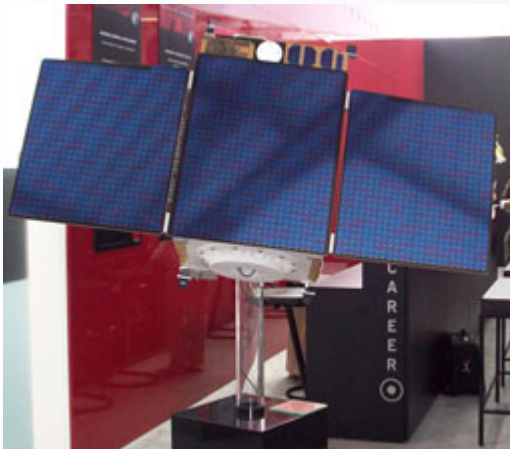
Vortragender: Stefan Föckersperger, Kayser-Threde GmbH

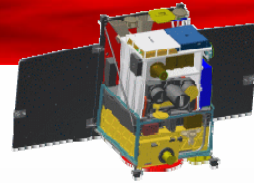
Darmstadt, 23.09.2008



# Übersicht

- TET-1 Projektübersicht
- Die TET-1 Mission
- Der TET Satellit
- Die TET-1 Gesamtnutzlast
- Das TET Bodensegment
- Zusammenfassung und Ausblick

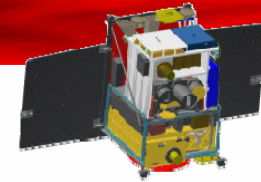




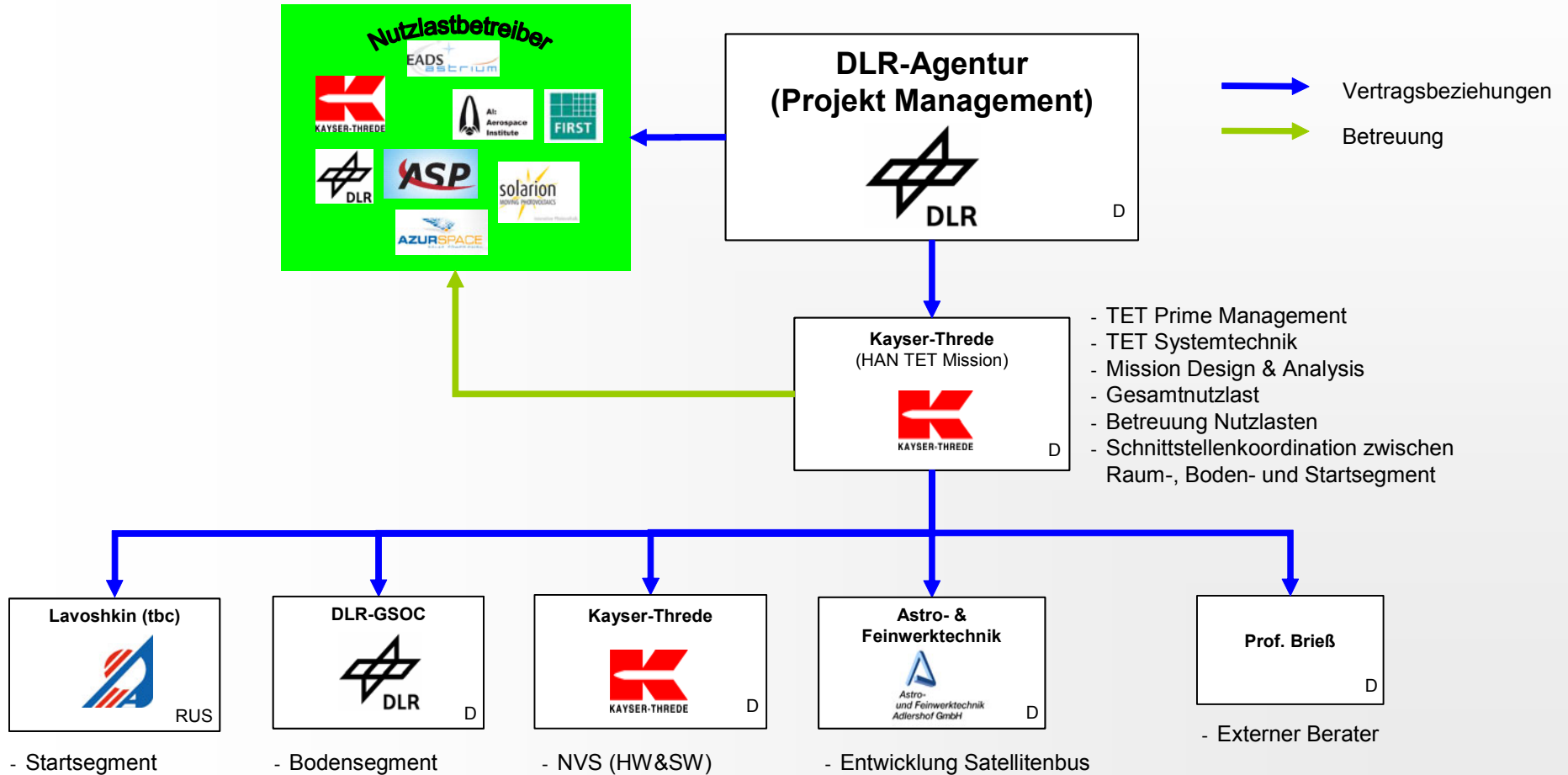
# Der Technologieerprobungsträger (TET)

## Projektumfeld & Programmlinie

- Das OOV-Programm des DLR dient dazu, die Lücke zwischen einem bereits am Boden qualifizierten und getesteten Produkt und dem Einsatz des Produkts im Weltraum zu schließen.
- Fluggelegenheiten zur Technologiedemonstration und Produktverifikation sollten regelmäßig unabhängig vom Träger, Kosteneffizient und Zuverlässigkeit angeboten werden.
- Der Technologie-Erprobungs-Träger (TET) bildet ein Kernelement des OOV-Programmes.
- Das TET Program ist ursprünglich für einen Wiederflug alle 2 Jahre geplant.
- TET-1 ist ein deutscher Kleinsatellit zur On-Orbit Verifikation von Technologieexperimenten
- Kayser-Threde ist Hauptauftragnehmer für die Phase C/D & Start der TET-1 Mission
- Aus unserer Sicht passt aufgrund unserer langjährigen Erfahrung als Nutzlast-Prime das TET Programm ideal in die Strategie der Firma.
- Neben der TET Plattform bieten wird als weitere Plattform zur Technologieerprobung auch das KAP Konzept an, welches auf Kurzzeitmissionen ausgelegt ist.

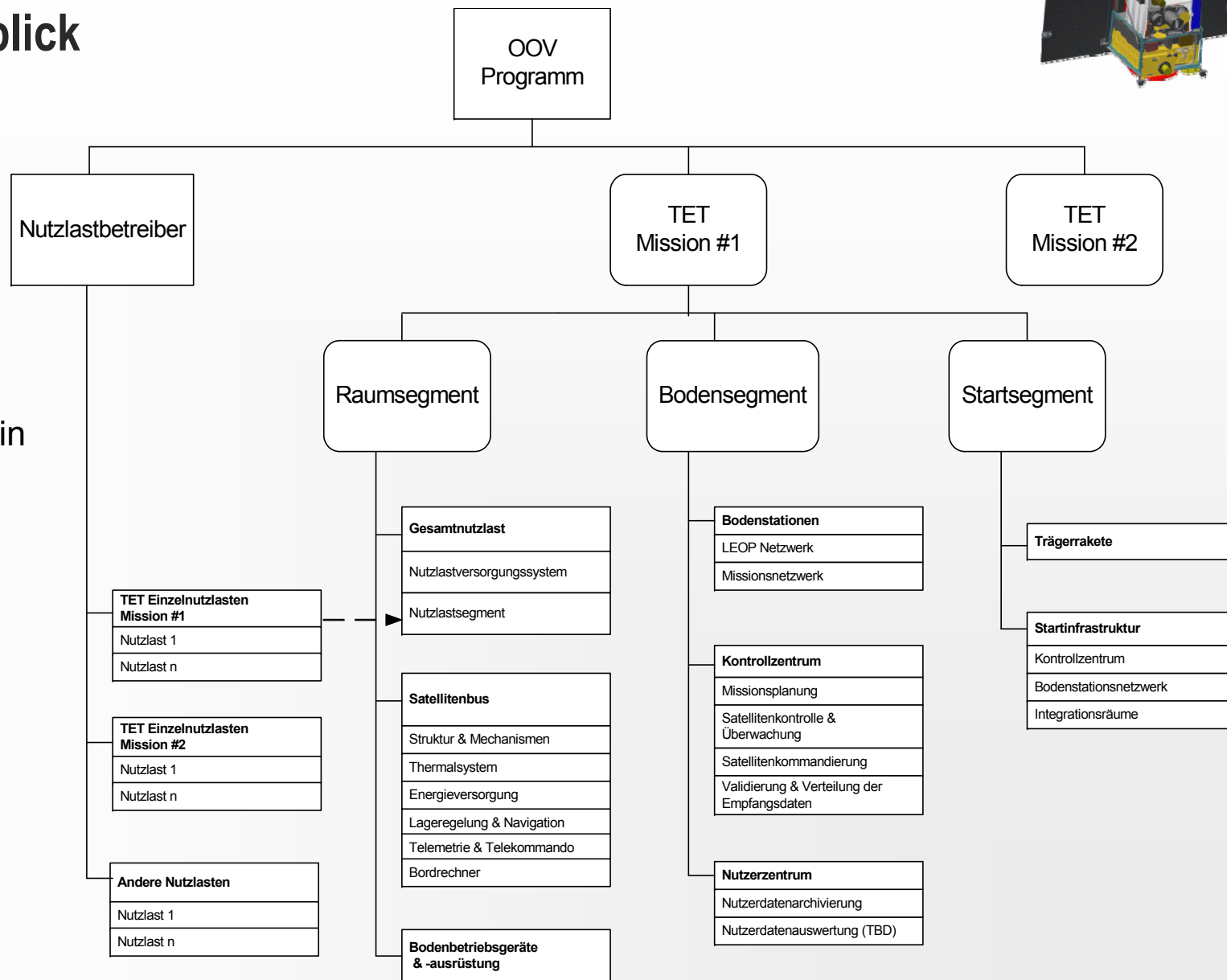


# TET Industrielles Team





# TET Projektüberblick

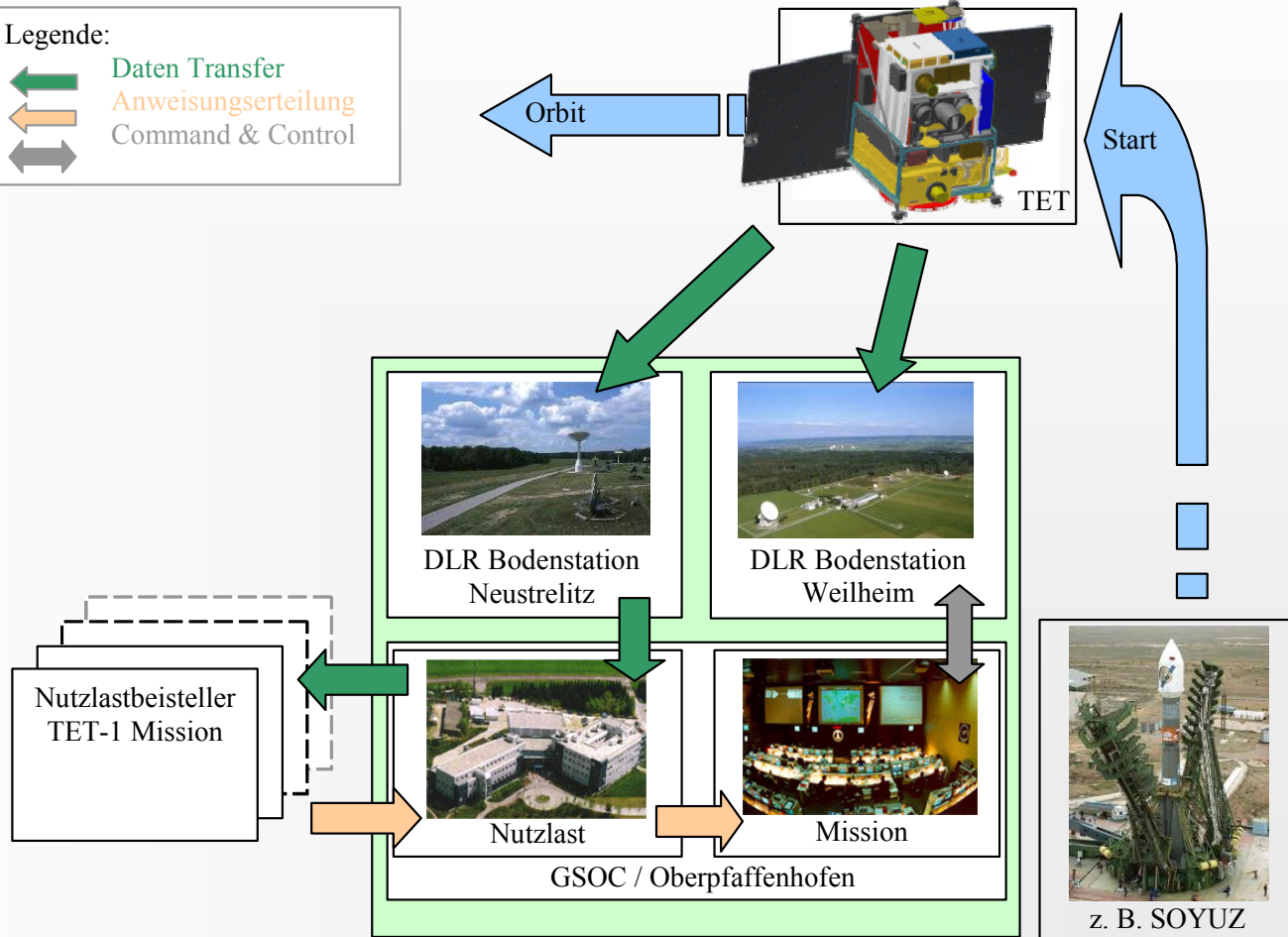


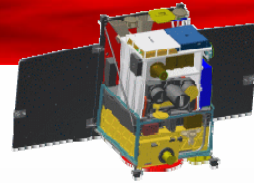
- TET-1 eingegliedert in OOV Programm
- Mission besteht aus den Elementen
  - Raumsegment,
  - Bodensegment
  - Startsegment



# TET Mission

- TET-1 wird mit Soyuz/Fregat Launcher und integrierten Nutzlasten von Baikonur gestartet
- Nach LEOP und Commissioning beginnt der einjährige Betrieb der Nutzlasten entsprechend dem Missionsszenario
- Nutzlastdaten werden über Bodenstationen im Nutzlastdatenzentrum gespeichert und an Nutzlastbeisteller verteilt





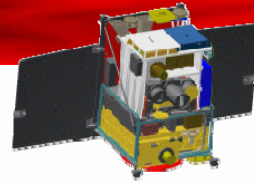
# TET Missionsbetrieb

## Operationelle Randbedingungen

- Eine für den Betrieb der Gesamtnutzlast essentielle Bedingung besteht in der vom Bus maximal bereitgestellten elektrischen Leistung:
  - Der TET-Satellitenbus stellt für die Gesamtnutzlast in der Basiskonfiguration eine elektrische Dauerleistung von 20 W zur Verfügung.
  - Der TET-Satellitenbus stellt für die Gesamtnutzlast in der Basiskonfiguration eine elektrische Spitzenleistung von 160 W zur Verfügung (6000Wmin/Orbit, 54000Wmin/Tag unter Berücksichtigung des Thermalhaushalts)

## Betriebsszenarien

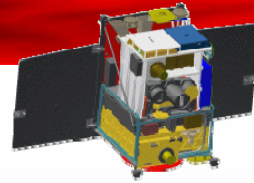
- Die Einhaltung dieser Bedingung erfordert eine sorgfältige Planung der Betriebs-Szenarien für die Nutzlasten. Es werden folgende grundsätzliche Betriebsszenarien unterschieden:
  - Standard Wochenbetriebsszenario: die Nutzlasten werden in einem zeitlichen Raster betrieben welches sich nach jeweils einer Woche wiederholt. Jeder Tag setzt sich aus ca. 16 Orbits zu je ca. 90 min zusammen.
  - Zeitprofil 12: es werden 12 mal pro Jahr Dauerexperimente für jeweils 4 Tage durchgeführt
  - Zeitprofil 2: es werden 2 mal pro Jahr Überflugexperimente für jeweils 2 Tage durchgeführt



## TET-1 Zeitplan

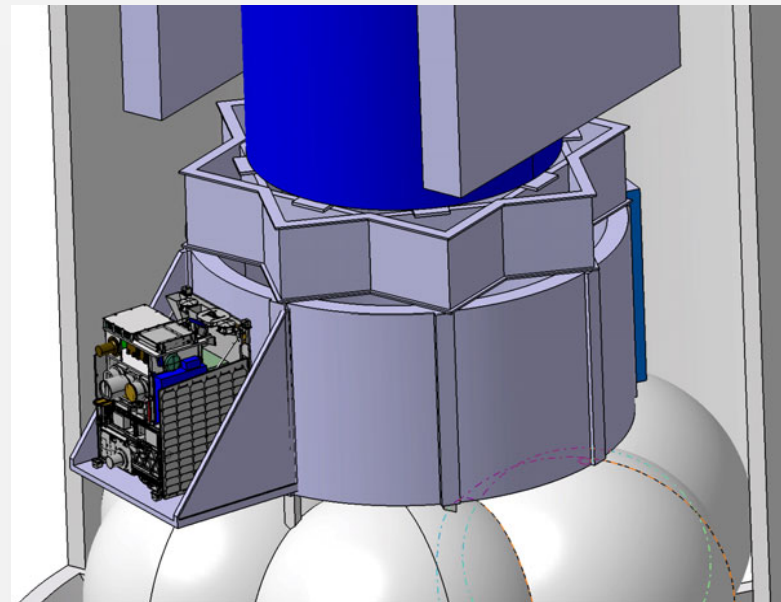
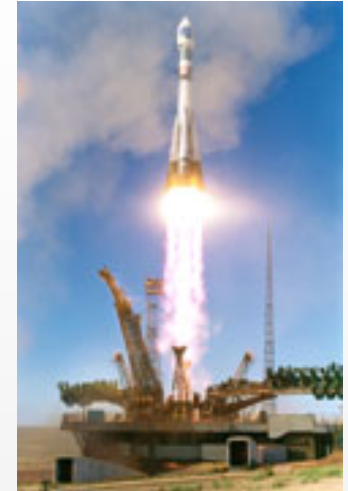
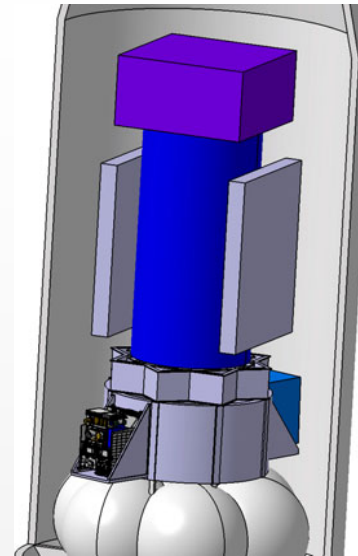
- Kickoff: 05.05.2008
- SW-DDR: 08.09.2008
- TRR STM: 10.11.2008
- CDR Teil 1: 12.12.2008
- TRR PFM: 05.10.2009
- AR Bodensegment: 03.02.2010
- FAR Raumsegment: 11.03.2010
- ORR: 05.04.2010
- LRR: 24.06.2010
- Start: 01.07.2010





## TET-1 Startsegment

- TET-1 Satellit wird als Piggy-Back (wie BIRD) auf dem Launcher akkommodiert
- Ausgewählter Launcher ist SOYUZ mit Oberstufe FREGAT mit Start von Baikonur
- Hauptsatellit ist der russische Wettersatellit METEOR-2
- Startzeitpunkt Mitte 2010
- Nebenstehendes Bild zeigt eine mögliche Akkommodation von TET auf SOYUZ/FREGAT
- Zielorbit TET-1 ist in 550km Höhe (LEO) mit sonnensynchroner Ausrichtung (SSO), Umlaufzeit ca. 90 min mit 60 Minuten Sonne und 30 Minuten Schatten
- Während der Starts ist der TET-1 Satellit inaktiv und wird erst im Orbit durch die Trennung von der Trägerrakete aktiviert



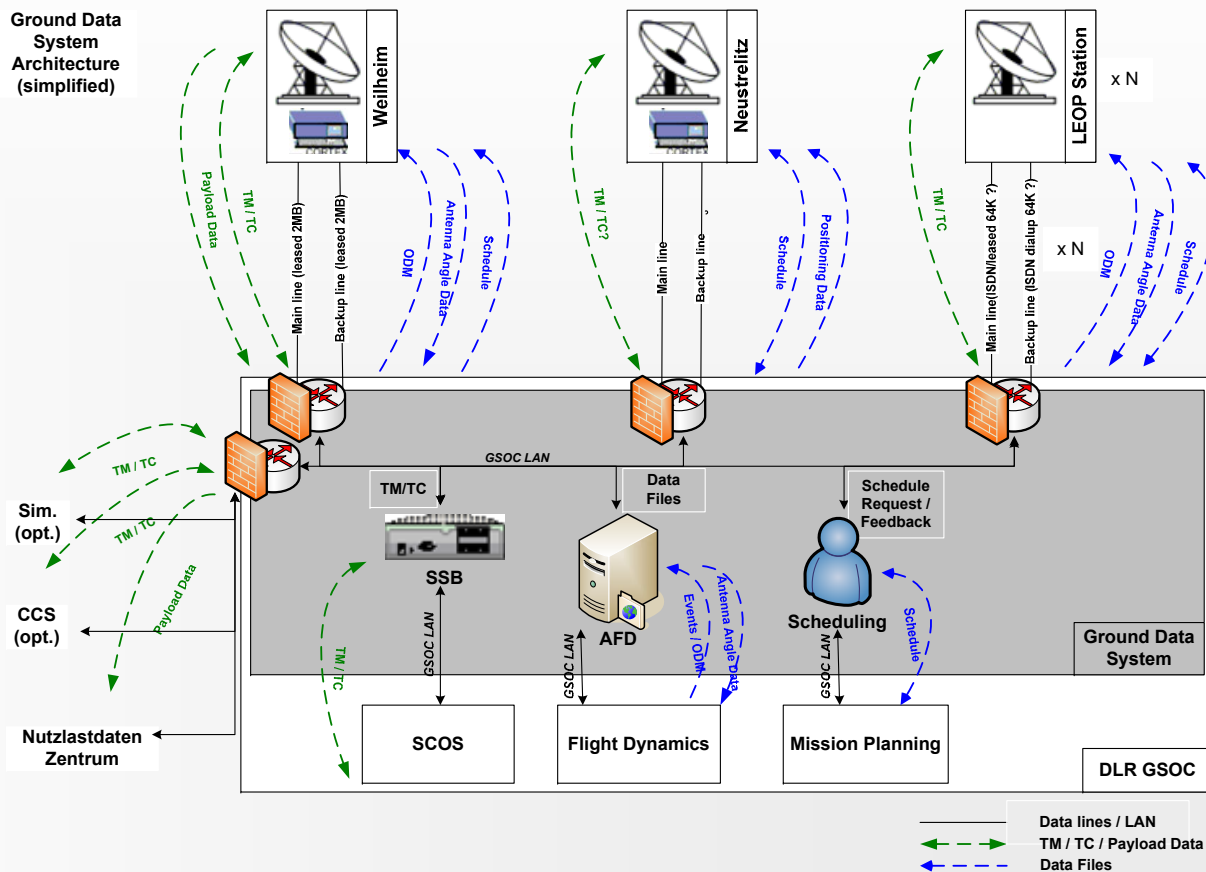


# TET-1 Bodensegment

## ■ Bodensegment für die TET-1 Mission besteht aus

- Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen (DLR-GSOC)
- Bodenstation Weilheim für die Kommandierung des Satelliten
- Bodenstation in Neustrelitz für Datenempfang (DLR-DFD)
- Nutzerdatenzentrum in Neustrelitz (DLR-DFD)

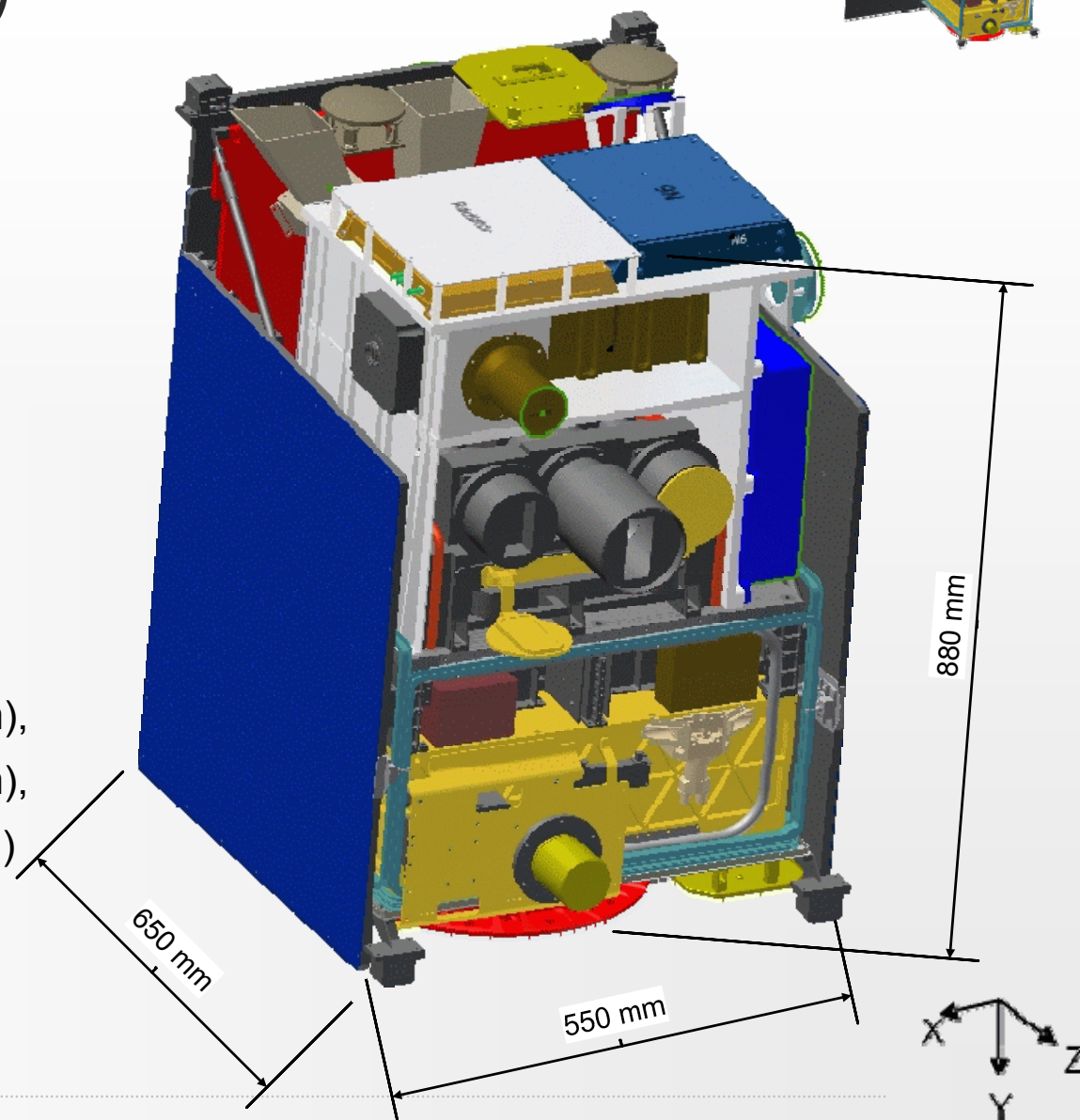
## ■ Details siehe anschließende Präsentation durch Peter Mühlbauer vom GSOC

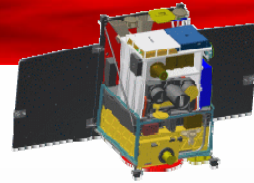


## TET-1 Raumsegment – Satellit (1)

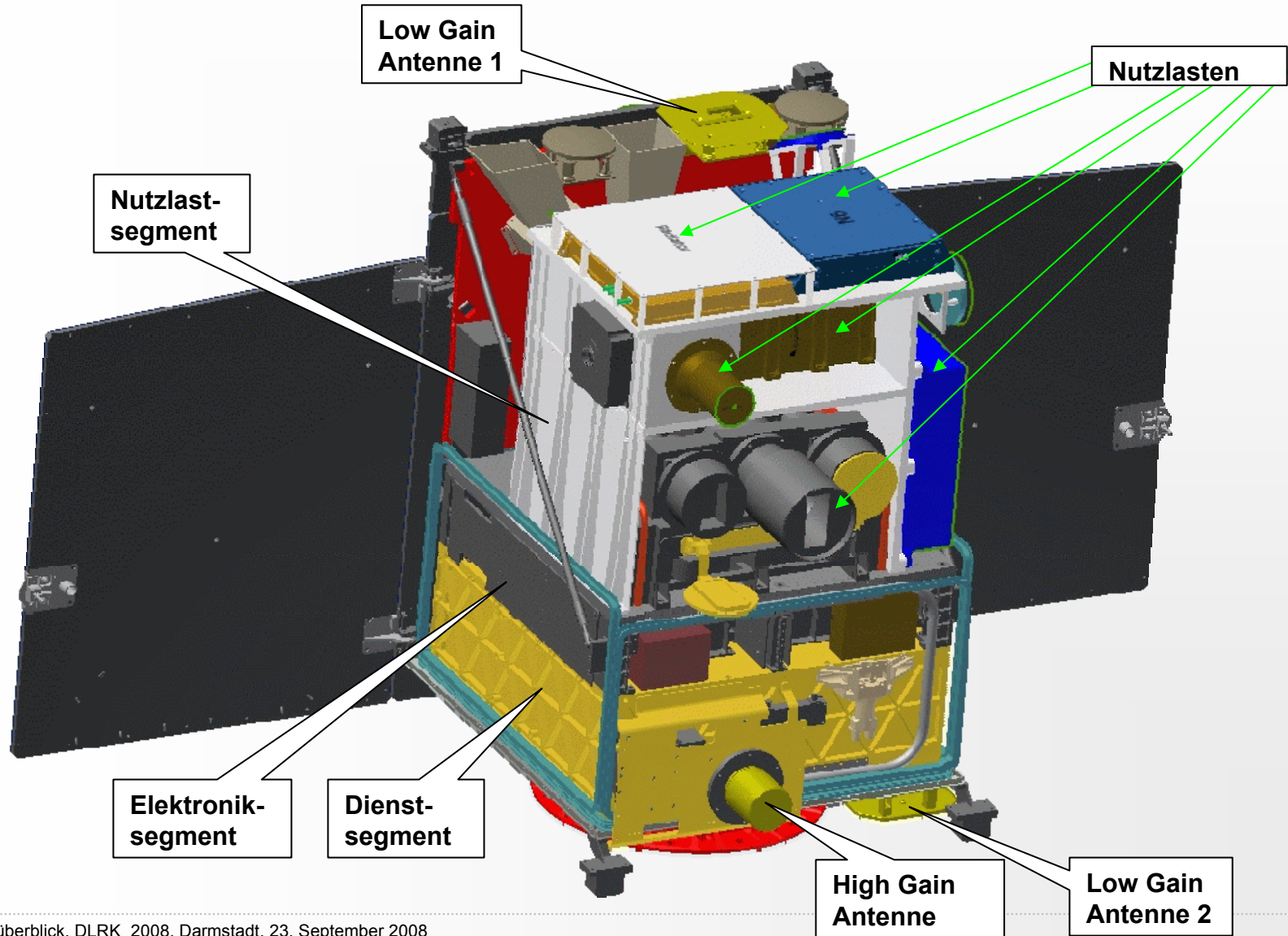


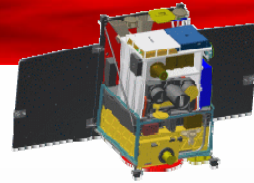
- Das Raumsegment besteht aus den folgenden Teilen:
  - Satellitenbus
  - Gesamtnutzlast
  - Bodenbetriebsgeräte (GSE)
- Masse zum PDR: 118,1kg
- Abmessungen in der Startkonfiguration:
  - X-Achse: 546mm (Envelope 550 mm),
  - Y-Achse: 821mm (Envelope 880 mm),
  - Z-Achse: 639mm (Envelope 650 mm)





# TET-1 Raumsegment – Satellit (2)





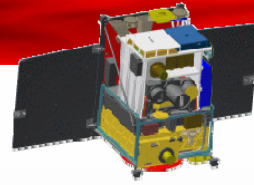
## TET-1 Raumsegment – Modellphilosophie (3)

### ■ Drei Modelle

- Struktur-Thermal Modell (STM)
- ein teilweises Engineering Modell (EM)
- ein Proto-Flight Modell (PFM)

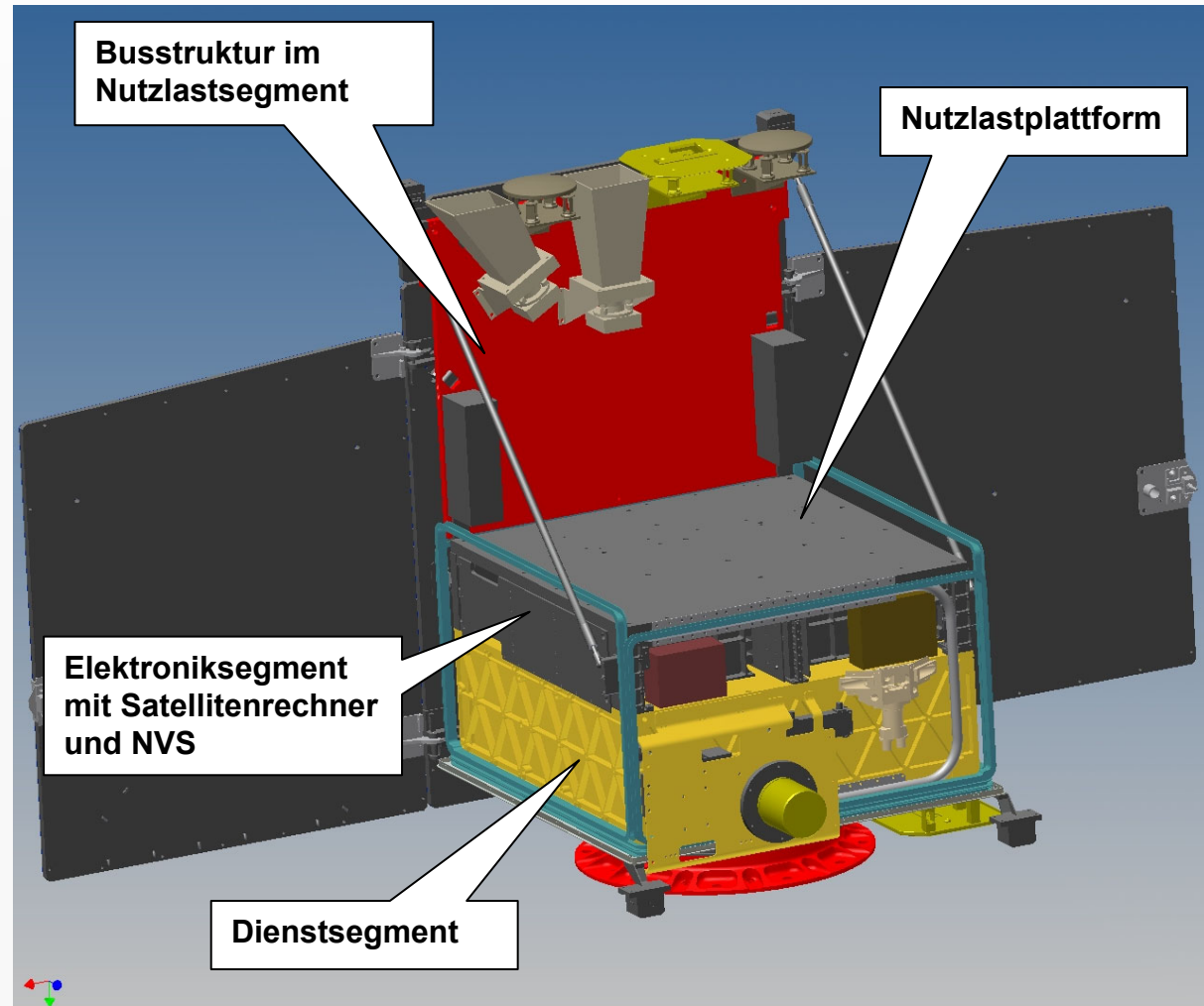
### ■ Verwendung

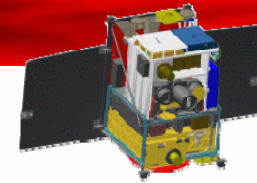
- STM: Qualifikation des Strukturdesigns, Thermaldesigns und Thermal Control System, Validierung der mathematischen Modelle
- EM: nur für Funktionstests, nicht für Umwelttests, da die verwendeten Baugruppen keinen Qualifikationsstatus besitzen. Umfang und Aufbau ist auf die Software Entwicklung und funktionelle Tests ausgerichtet. Beinhaltet alle Baugruppen, die neu entwickelt werden (z.B. Satellitenbusrechner und NVS) und weitere Baugruppen, die für Funktionstests auf Raumsegmentebene benötigt werden. EM wird später als Referenzmodell eingesetzt
- Das Proto-Flight Modell (PFM) wird für Qualifikations- und Abnahmetests verwendet, wobei die Wahl der anzuwenden Testlasten und Testbedingungen den späteren Einsatz als Flugmodell berücksichtigt



## TET-1 Raumsegment – Satellitenbus

- Satellitenbus ist unterteilt in Dienstsegment, Elektroniksegment und Nutzlastsegment
  - Dienstsegment beinhaltet Lageregelungskomponenten, Energieversorgung
  - Elektroniksegment beinhaltet Bordrechner und Nutzlastversorgungssystem (NVS)
  - Nutzlastsegment beinhaltet sekundäre Busstruktur samt Sternsensoren und Antennen, sowie die Nutzlasten
- Details siehe anschließende Präsentation durch Silke Eckert, Astro- und Feinwerktechnik





# TET-1 Gesamtnutzlast – Überblick (1)

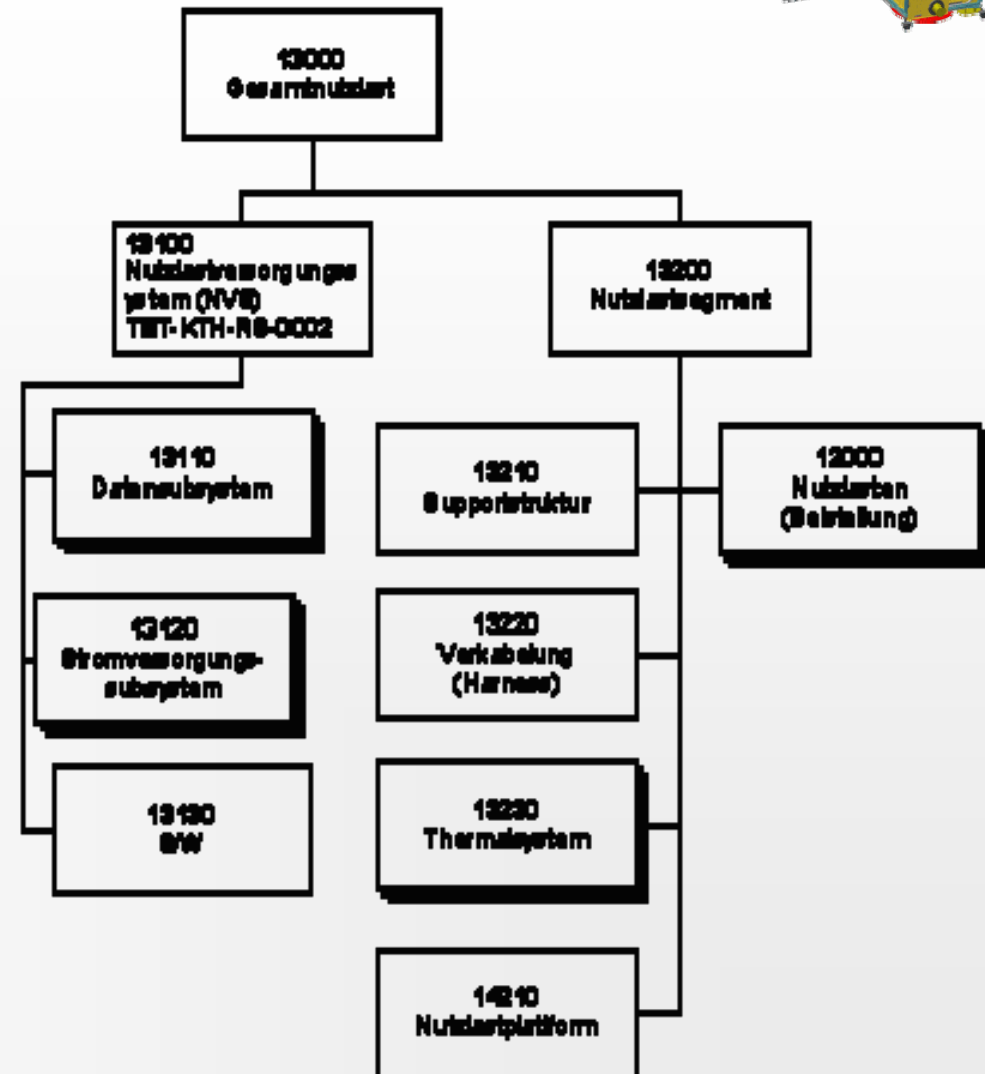
## Produktbaum Gesamtnutzlast:

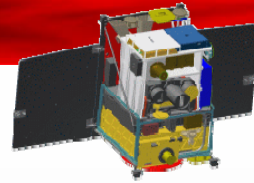
### ■ Nutzlastsegment

- Supportstruktur
- Verkabelung
- Thermalsystem
- Nutzlastplattform
- Nutzlasten

### ■ Nutzlastversorgungssystem

- Datensubsystem
- Stromversorgungssystem
- Software

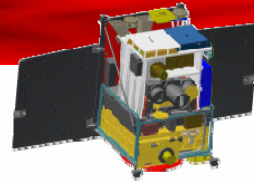




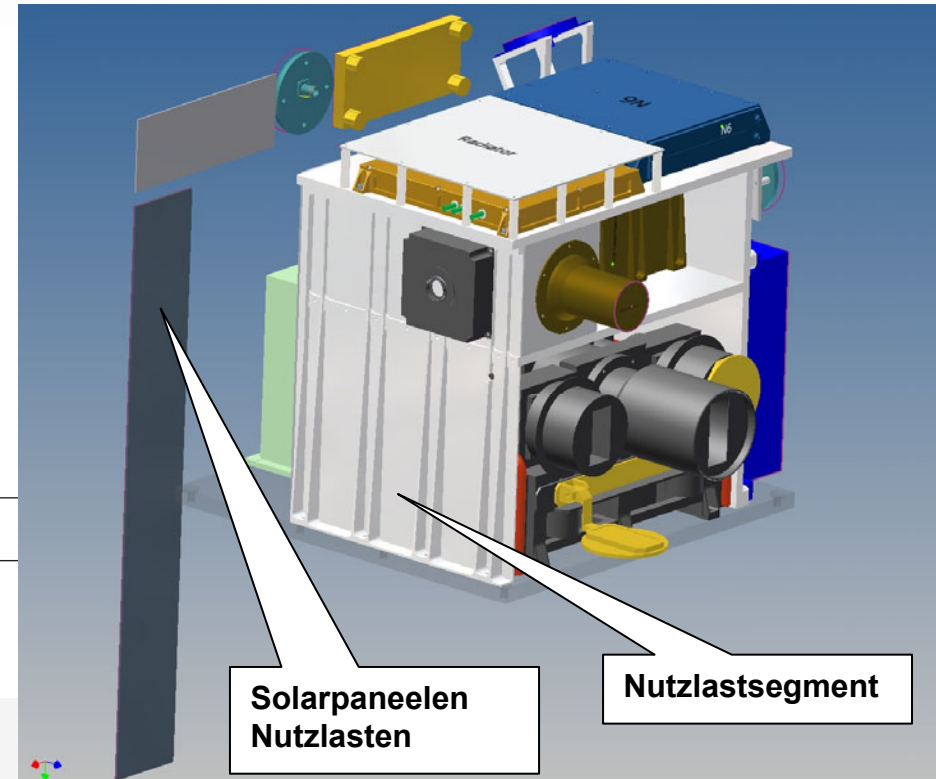
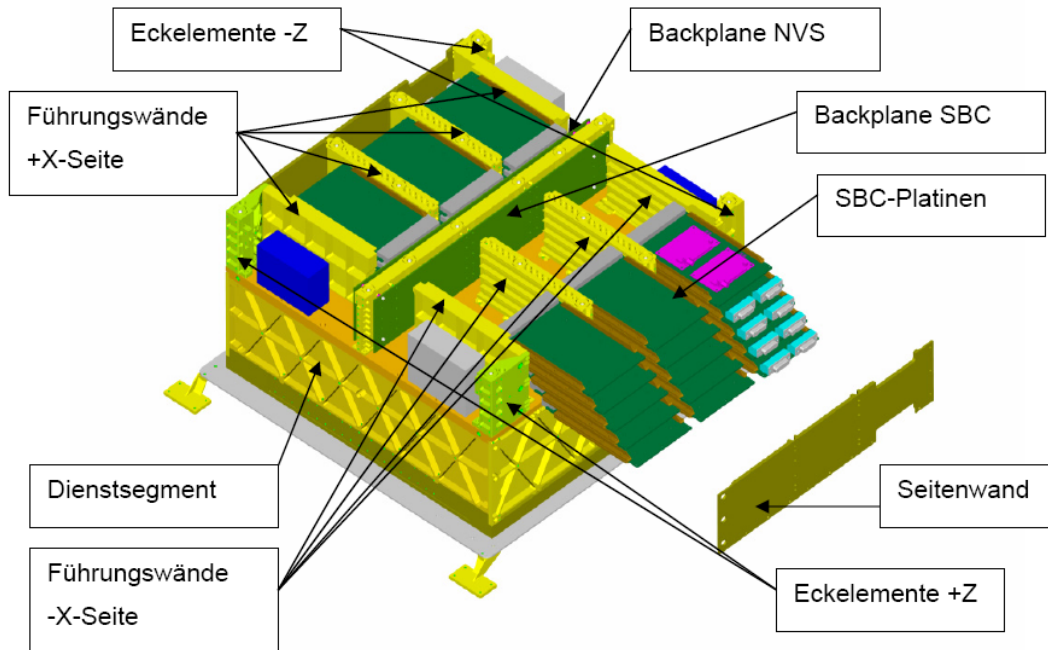
## TET-1 Gesamtnutzlast – Nutzlasten (2)

**Folgende ausgewählte Nutzlasten für die Mission TET-1 wurden für die Gesamtnutzlast berücksichtigt:**

Nr.	Nutzlast	NL-Beisteller
1	N1 Li Polymer Batterie	ASP Equipment GmbH Azurspace GmbH
2	N2 Flexible Dünnschichtsolarzellen	Solarion GmbH
3	N4 Multifrequenz- Navigationsempfänger	EADS Astrium GmbH
4	N6 Sensor Bus System	Kayser-Threde GmbH
5	N7 Pico-Satellitenantrieb	AI-Aerospace Institute
6	N8 Solarzellen der nächsten Generation / Azur	AZUR GmbH
7	N9 Solarzellen der nächsten Generation / Astrium	EADS Astrium GmbH
8	N15 IR-Kamera	DLR-OS
9	N16 Zweifrequenz-GPS	DLR-RB-RT
10	N17 HW-BOSS	Fraunhofer-Gesellschaft FIRST
11	N18 Keramis-2	IMST GmbH



## TET-1 Gesamtnutzlast (3)



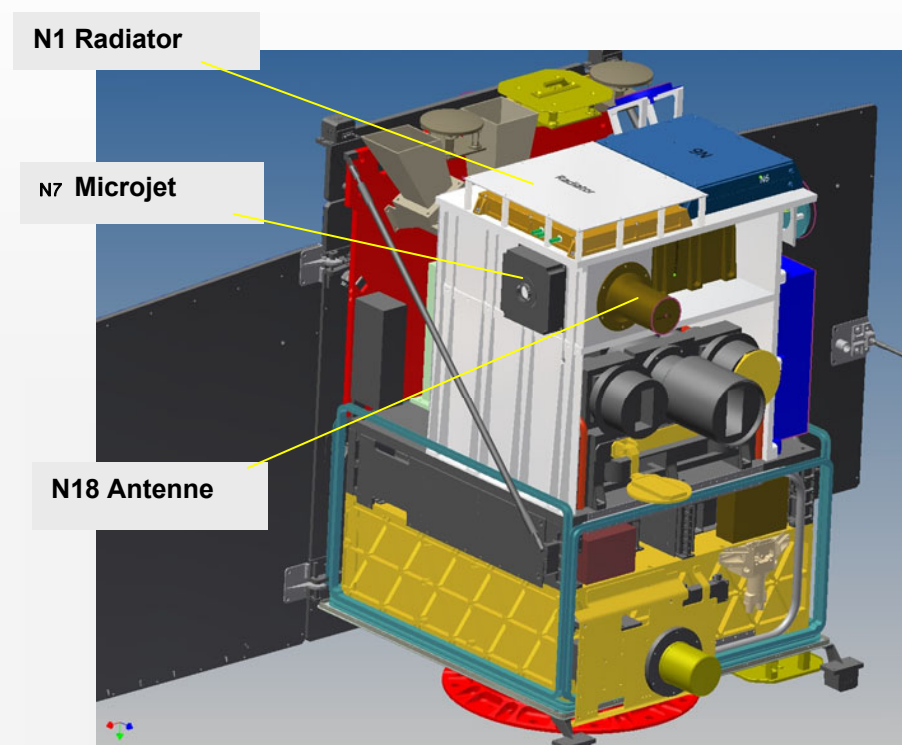
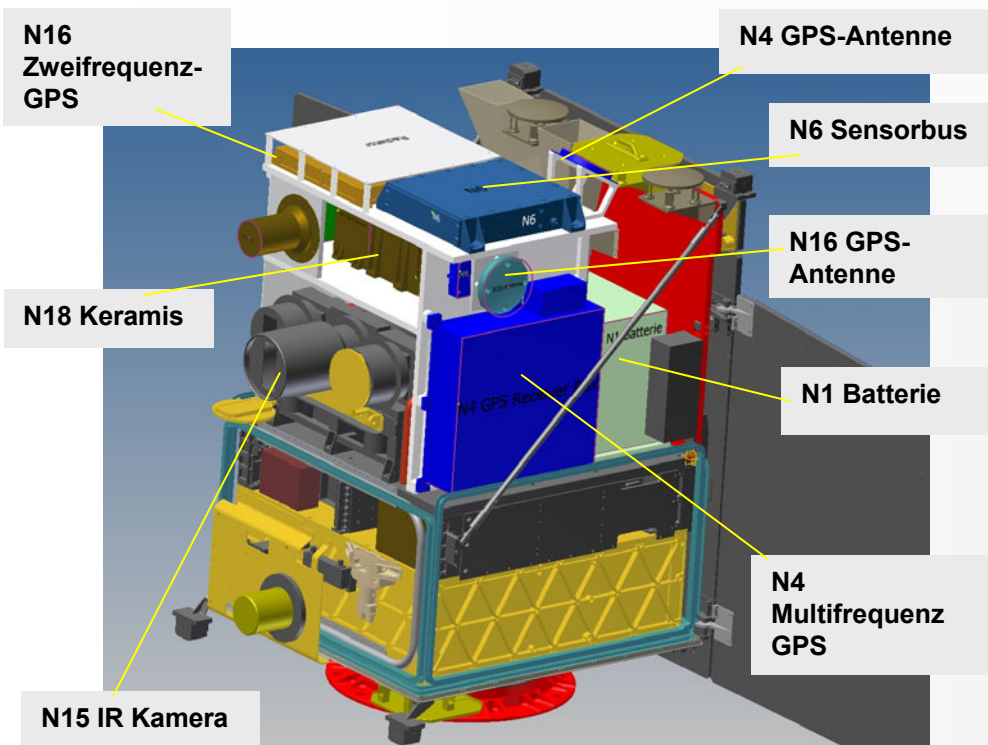
### ■ Gesamtnutzlast (Nutzlastsegment und NVS)

- 11 beigestellten Nutzlasten
- Hilfsstrukturen (Supportstruktur, Nutzlastpaneel, Nutzlastradiator) zu deren Befestigung
- Nutzlastplattform, auf der das Nutzlastsegment aufgebaut wird
- Verkabelung zwischen Nutzlastversorgungssystem und Nutzlasten
- Thermalsystem bestehend aus Heizern und Temperatursensoren



# TET-1 Gesamtnutzlast – Nutzlastsegment (4)

## Anordnung der Nutzlasten



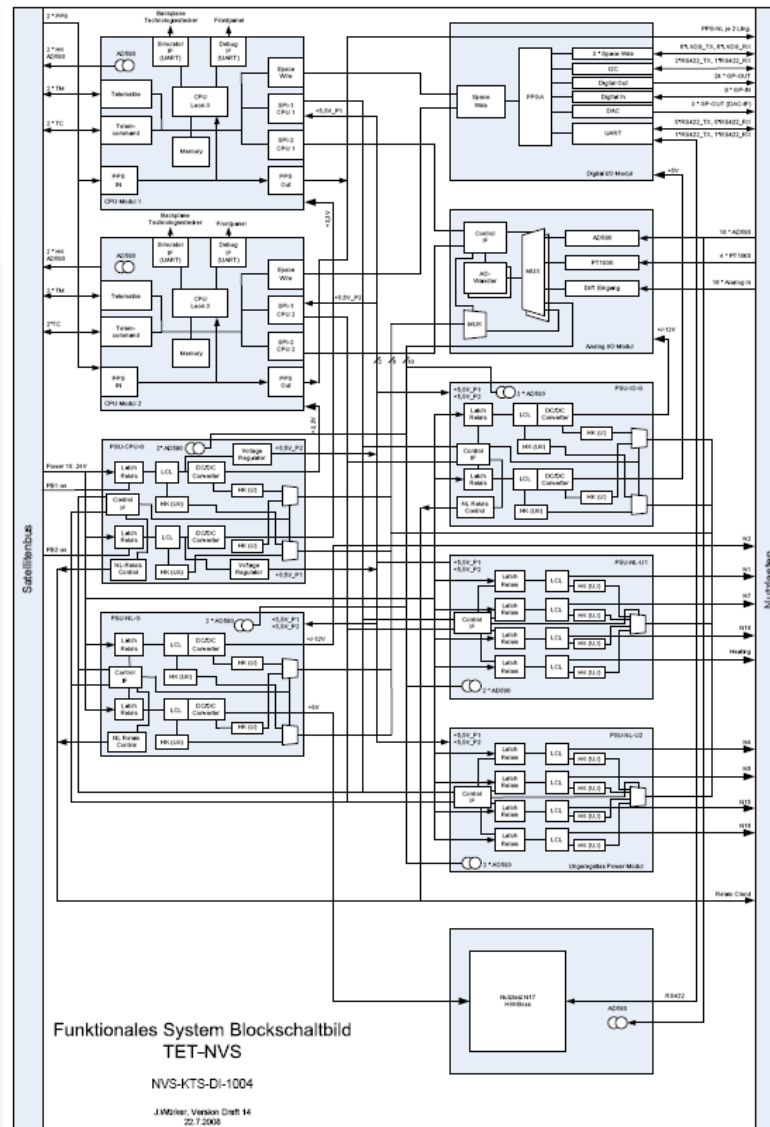


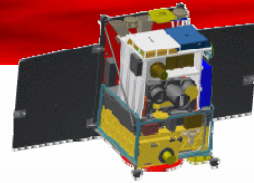
# TET-1 Gesamtnutzlast – Nutzlastversorgungssystem (NVS) (5)

## NVS Blockschaltbild

Das NVS besteht aus 9 Einschubkarten:

- Prozessorboards (in redundanter Ausführung)
- Digital I/O
- Analog I/O
- Power 1: Prozessorboards
- Power 2: Stromversorgung für die I/O Boards
- Power 3: Stromversorgung Nutzlasten mit geregelten Spannungen (5V, 12V)
- Power 4+5: Stromversorgung Nutzlasten mit unregulierten Spannungen





## Zusammenfassung und Ausblick

- Das OOV-Programm des DLR dient dazu, die Lücke zwischen einem bereits am Boden qualifizierten und getesteten Produkt und dem Einsatz des Produkts im Weltraum zu schließen.
- Der Technologie-Erprobungs-Träger (TET) bildet ein Kernelement des OOV-Programmes und ist ein ausgezeichnetes Beispiel für Kleinsatellitensysteme und damit verbundene Applikationen.
- Kayser-Threde ist Hauptauftragnehmer für die Phase C/D & Start der TET-1 Mission
- TET Satellite Bus is built by Astro- & Feinwerktechnik Adlershof GmbH based on heritage of the BIRD satellite bus.
- Modular Payload Supply System newly developed and easily adaptable for further missions.
- Open satellite structure allows for flexible payload accommodation.
- TET-1 is designed for a one year mission duration and orbits from 450 to 850km.
- Ground Segment is built and will be operated by DLR-GSOC.
- Phase C/D started May 2008; TET-1 launch planned mid 2010 on a Soyuz/Fregat from Baikonur.
- Das Programm ist angelegt um regelmäßige TET Missionen durchzuführen und zukünftig auch in internationaler Konkurrenz Kleinsatellitenmissionen zu unterstützen (z. B. optische oder infrarot Missionen zur Erdbeobachtung)
- Neben der TET Plattform bieten wird als weitere Plattform zur Technologieerprobung auch das KAP Konzept an, welches auf Kurzzeitmissionen ausgelegt ist.