



BIRD-Satellit des DLR [Bild: DLR]

Satellitentechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Briß

- Integrierte Veranstaltung -

Inhaltsverzeichnis der Vorlesung

1. Einführung
2. Satellitenbahnen
3. Das Energieversorgungssystem
4. Das Thermalkontrollsystem
5. Struktur und Mechanismen
6. Die Lageregelung
7. Der Bordcomputer
8. Das Telekommunikationssystem
9. Das Antriebssystem

1. Einführung

1.1 Begriffsbestimmungen

Satellit, Satellitenbus, Satellitennutzlast, Segmente einer Satellitenmission, Elemente einer Satellitenmission, Systemebenen

1.2 Satellitenklassen

Einteilung nach Masse, Nutzlast bzw. Anwendung, Orbittyp, Art der Lagestabilisierung

1.3 Der Satellitenentwurfprozess

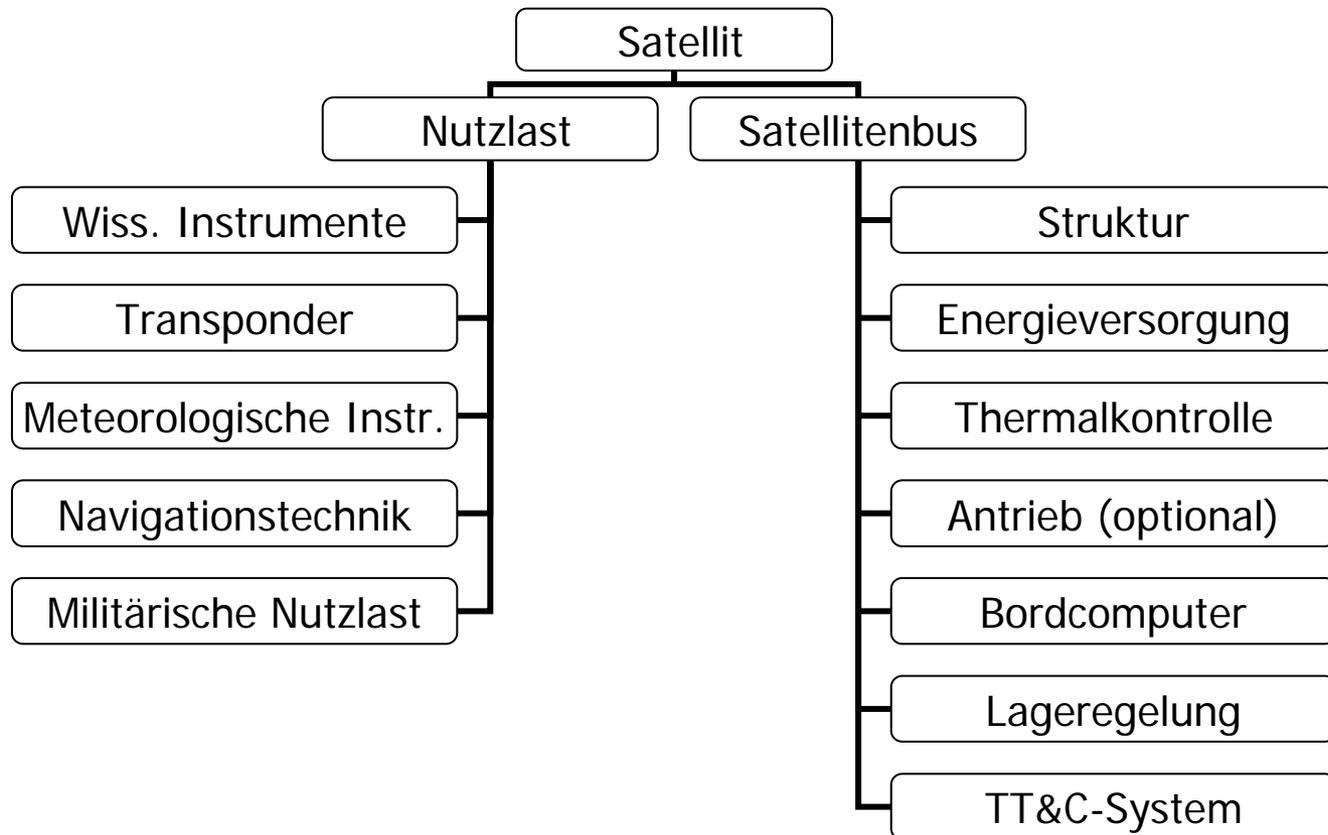
Subsysteme, Systemtreiber, das System, die Iterationsschleife im Entwurf

1.1 Begriffsbestimmungen

Satellit

- satellitis, satelles (Lat.) = Wegbegleiter, Beschützer
 - Mittelalter bis ca. 1500: (bewaffneter) Wegbegleiter
 - 1611: Kepler bezeichnete die 4 von Galileo mit seinem Teleskop entdeckten Monde des Jupiter in einem Schriftstück erstmals als Satelliten
 - Ca. 1950: erstmals Verwendung des Begriffs „künstlicher Satellit“
 - Moderne Bedeutung:
 - Satellit** = kleiner Körper, der sich um einen großen Körper bewegt
 - natürlicher Satellit** = Mond eines Planeten
 - künstlicher Satellit** = (unbemanntes) Raumfahrzeug, das um einen Planeten oder großen Körper kreist (z.B. Erdsatellit)
- Im Unterschied dazu bezeichnet man ein unbemanntes interplanetares Raumfahrzeug (spacecraft) als **Raumsonde**

Satellit = Satellitenbus + Nutzlast



Nutzlast

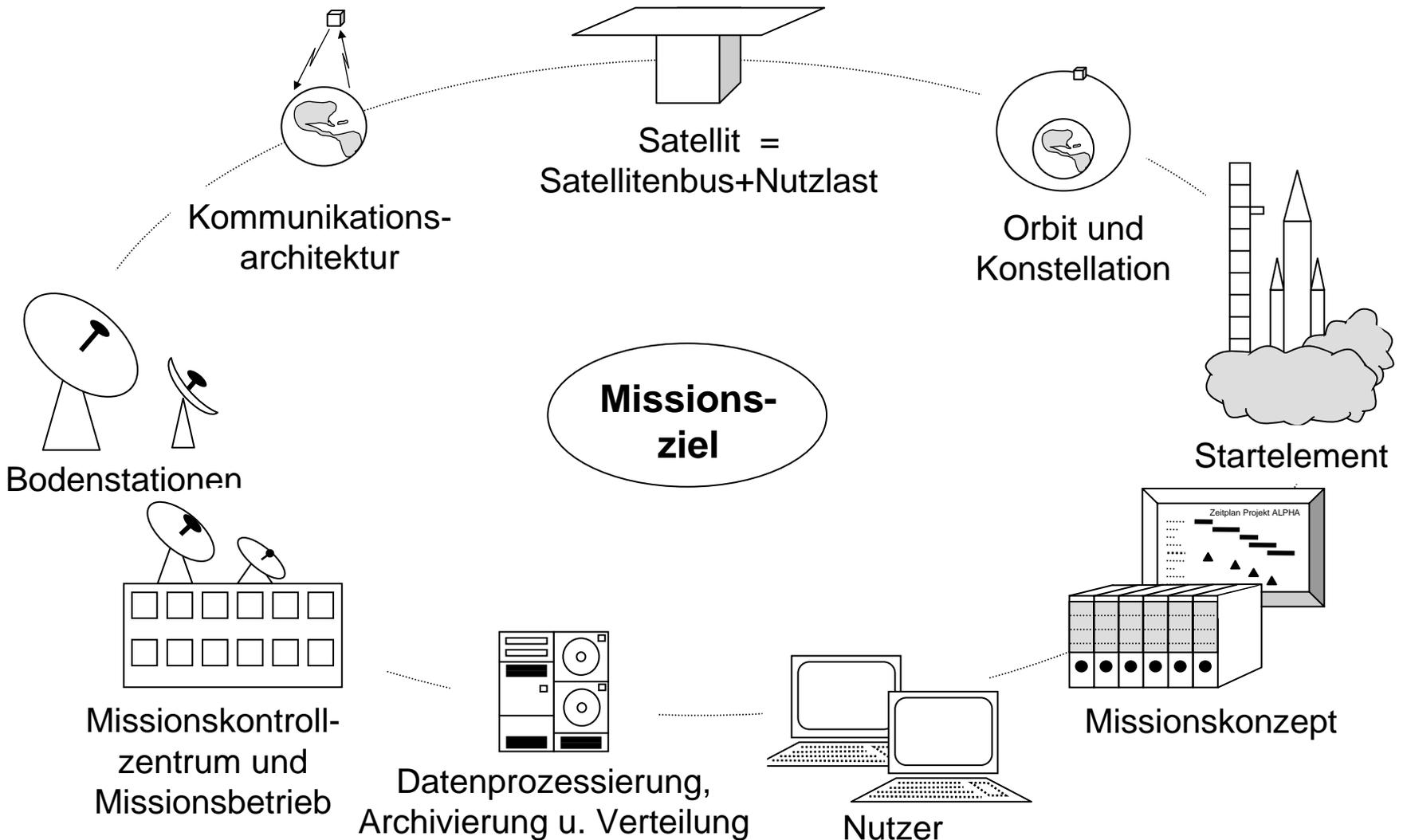
- Nutzlasten sind die Geräte und Komponenten, die direkt der eigentlichen Missionsaufgabe dienen
- Nutzlasten bestimmen den Charakter einer Raumflugmission
- Allgemein kann man zwischen Raumsonden und Erdsatelliten unterscheiden
- Raumsonden dienen der Erforschung der Planeten und des interplanetaren Raumes
- Nutzlasten von Raumsonden sind wissenschaftliche Instrumente
- Nutzlasten von Erdsatelliten sind entsprechend dem Missionscharakter sehr verschieden

Satellitenbus

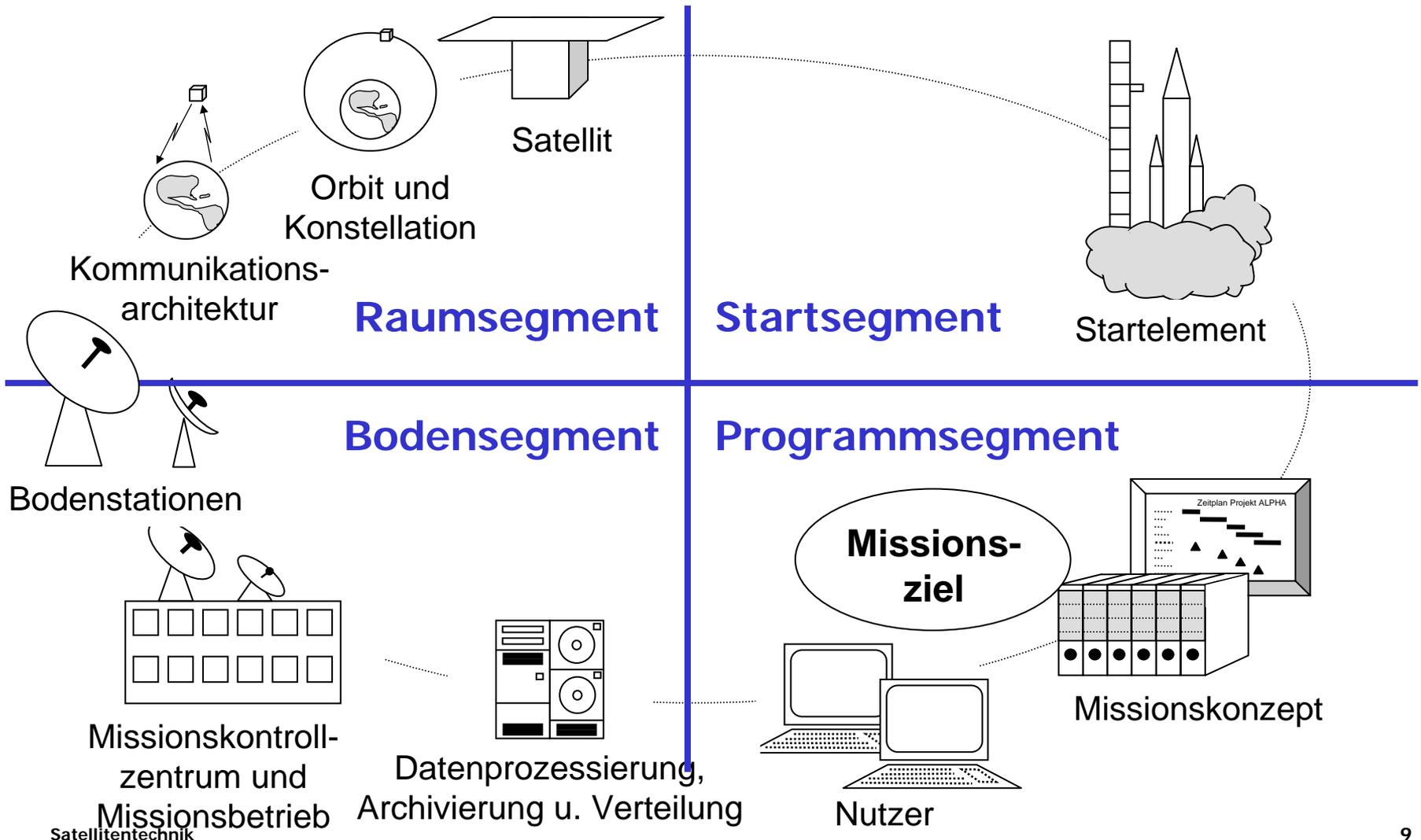
= System zur Unterbringung und Versorgung der Nutzlast bei der Erfüllung ihrer Missionsaufgabe. Der Bus muss folgende funktionelle Anforderungen erfüllen:

1. Die Nutzlast muss mechanisch stabil getragen und gehalten werden bei sehr unterschiedlichen Umwelteinflüssen (Transport, Start, Weltraum).
2. Die Nutzlast muss in den Einsatzraum transportiert und gehalten werden.
3. Die Nutzlast muss mit elektrischer Energie versorgt werden.
4. Die Nutzlast muss in einem Temperaturintervall gehalten werden.
5. Die Nutzlast muss in die Zielrichtung(en) ausgerichtet und mit einer definierten Stabilität gehalten werden.
6. Die Nutzlast muss vom Boden aus kontrolliert und betrieben werden.
7. Die Nutzlastdaten müssen zum Boden gesandt werden und bei Bedarf zwischengespeichert werden können.

Die Elemente einer Satellitenmission



Die Segmente einer Satellitenmission



4 Segmente einer Satellitenmission

Das Programmsegment

Missionszielsetzung, Missionsprogramm, Randbedingungen, Qualitätsphilosophie, Technischer Plan, Management- und Zeitplan, Kosten- und Finanzierungsplan

Das Startsegment

Startstrategie, Startfahrzeug, Startplatz, Startvorbereitung und Startkampagne

Das Raumsegment

Satellitenbus + Nutzlast (wiss., operationell, kommerziell, militärisch)

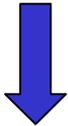
Das Bodensegment

Bodenstationen, Raumflugkontrollzentrum, Missionsbetriebseinrichtungen, Bodendatensystem, Datenverarbeitung, Datenarchivierung und -verteilung

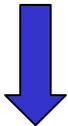
Die System-Ebenen eines Satelliten

~ entsprechen dem Produktbaum auf alle Ebenen der Hardware (Hardware-Nomenklatur):

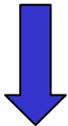
Bauteil und Material: Bauteile, wie z.B. Schaltkreise, Schrauben, Kabel, Leiterkarten, Gehäuse, Stecker, Werkstoffe



Komponente: komplette Funktionseinheit, wie z.B. Power Control Unit, Sternkamera, Batterie,



Subsystem: Gesamtheit der Komponenten und Bauteile, die ein Funktionssystem bilden, z.B. Thermalkontrollsystem, Energieversorgung usw.



System: kompletter Satellit bestehend aus mehreren Subsystemen und der Nutzlast

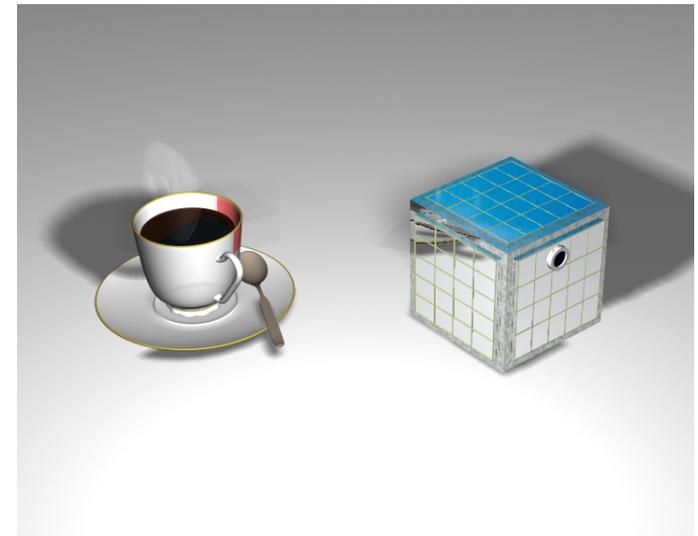
1.2 Satellitenklassen

Satelliten lassen sich nach verschiedenen Kriterien klassifizieren. Man unterscheidet Satellitenklassen nach

- Masse
- Nutzlast bzw. Anwendung
- Orbittyp
- Art der Lagestabilisierung

Satellitenklassifizierung bzgl. Masse

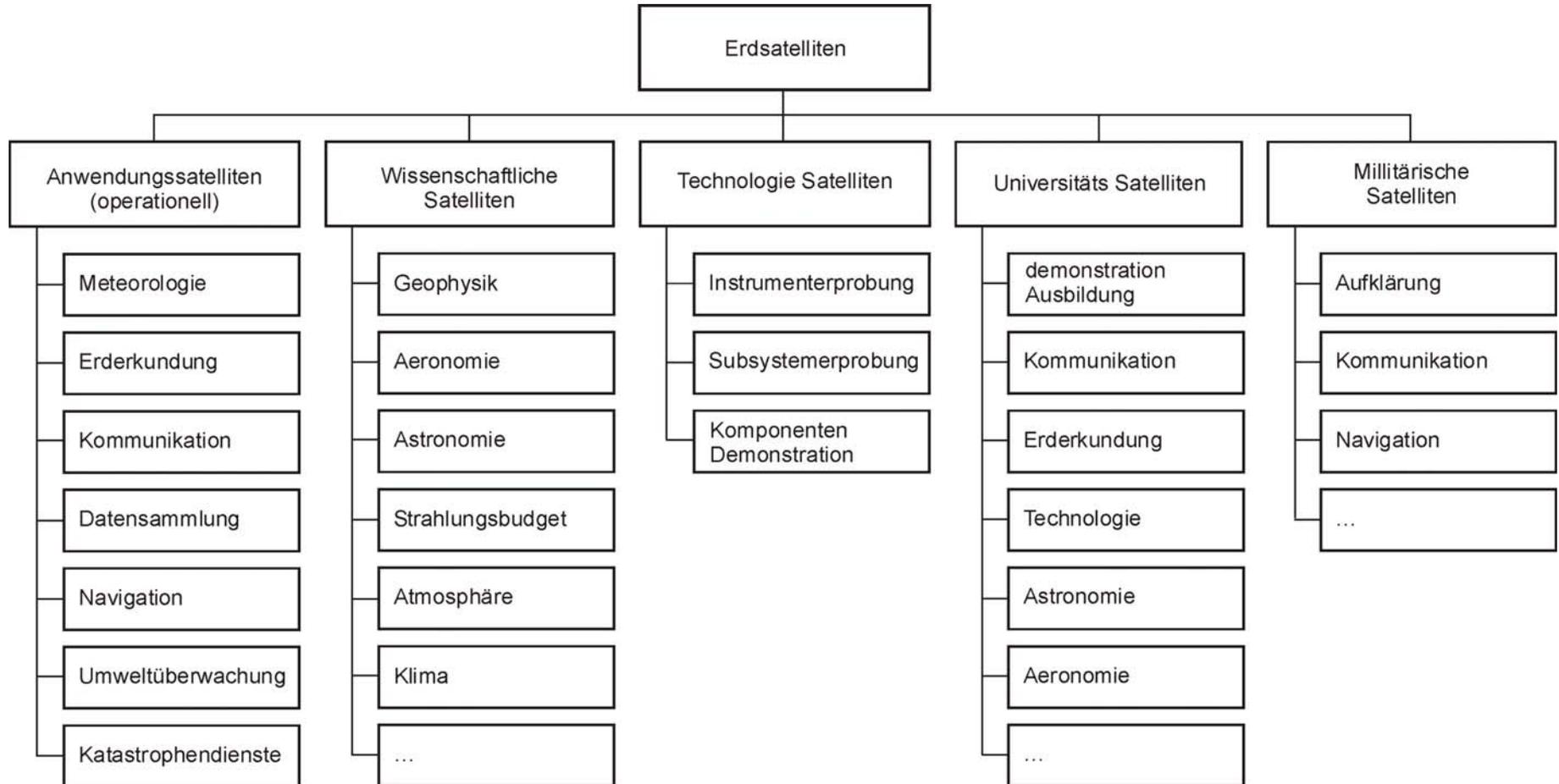
Satellitenklasse	Masse
Konventionelle Sat.	> 500 kg
Minisatellit	100-500 kg
Mikrosatellit	10-100 kg
Nanosatellit	1- 10 kg
Picosatellit	0,1- 1 kg



CUBESAT im Größenvergleich

CUBESAT = Standardisierter Picosatellit in Würfelform mit 10cm Kantenlänge und 1kg Gesamtmasse

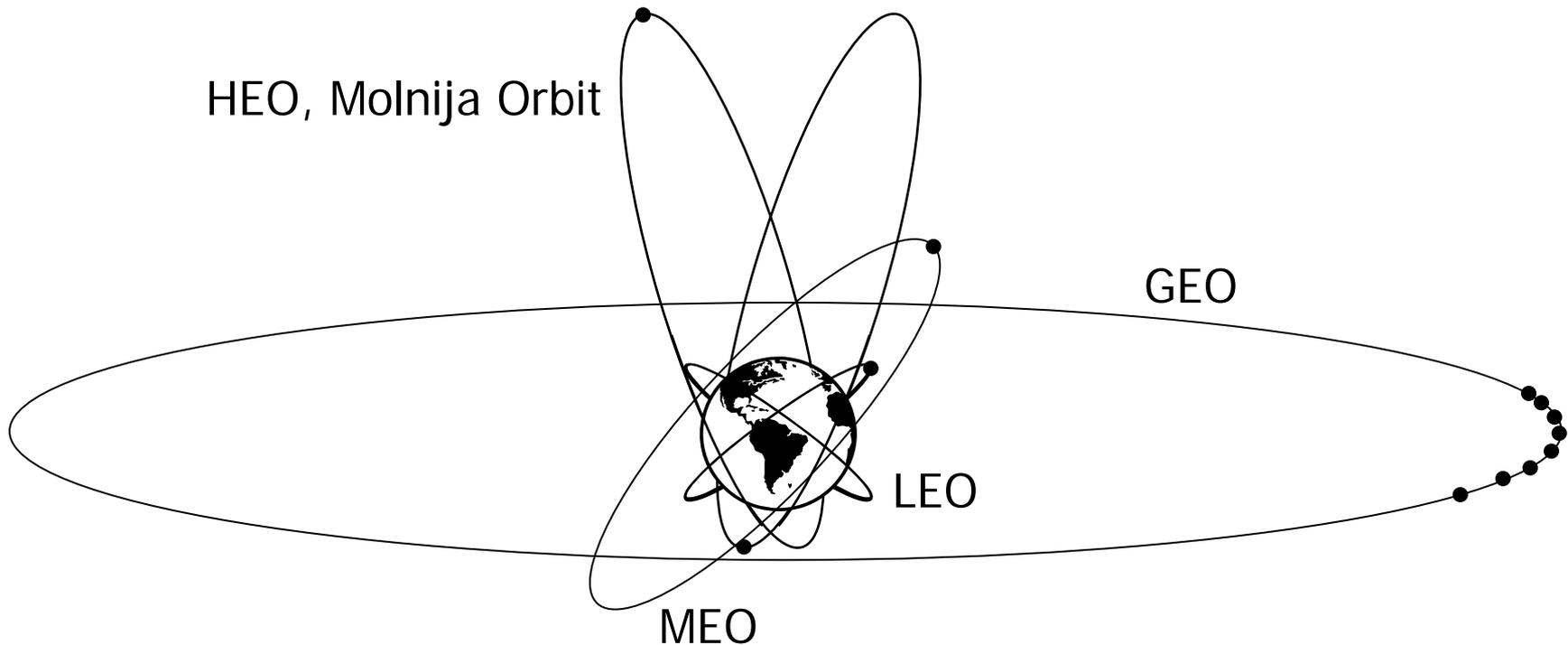
Erdsatelliten aus Nutzlastsicht



Nutzlasten zur Fernerkundung

- Fernerkundung aus dem Weltraum - **Messung der elektromagnetischen Strahlung** und Interpretation der Wechselwirkung der elektromagnetischen Strahlung mit der Materie
- Fernerkundungsnutzlasten bzw. -sensoren lassen sich in aktive und passive Systeme einteilen
- Aktive Sensor-Systeme strahlen mit einer eigenen Quelle auf das Messobjekt und messen die Objektantwort. Beispiele: LIDAR, RADAR
- Passive Systeme messen die vom Objekt reflektierte oder/und gestreute Strahlung natürlicher oder künstlicher Quellen sowie die Eigenstrahlung (Emission) der Objekte. Beispiele: Kameras, Spektrometer, Radiometer
- Fernerkundungsnutzlasten liefern 3 Arten der Information: geometrische, radiometrische und spektrale Informationen

Satelliten in speziellen Erdorbits



LEO - Low Earth Orbit

HEO - High Elliptical Orbit

MEO - Medium Earth Orbit

GEO - Geosynchronous Orbit

Satelliten in speziellen Erdorbits

	LEO	MEO	GEO	HEO (Molnija)
Mittlere Höhe [km]	300-1000	6000-25000	35786	500x36000
Inklination [Grad]	0-99	beliebig	0	63,44
Umlaufzeit [hr]	ca. 1,5	ca. 5-12	24	12
Kontaktzeiten [hr]	ca. 10 min	2-4	24	11
Nutzung	Diverse	GNSS, Kommunik.	Kommunik.	Kommunik.

LEO - Low Earth Orbit

MEO - Medium Earth Orbit

HEO - High Elliptical Orbit

GEO - Geosynchronous Orbit

Satellitenklassifizierung nach Stabilisierungsarten

Stabilisierungsart	Genauigkeit [Grad]	Bemerkung
Spin-stabilisiert	0,1	Passiv, einfach, low cost, inertial orientiert
Reaktionsrad-stabilisiert	0,01	Hohe Genauigkeit, hohe Flexibilität, schnelle Lageänderungen, teuer
Drallrad-stabilisiert	0,01	Hohe Genauigkeit, geringere Flexibilität, moderate Lageänderungen, teuer
Reaction-Jet-stabilisiert	0,1	hohe Flexibilität, schnelle Lageänderungen auch großer Systeme, sehr teuer, verbraucht T.stoff
Magnetisch stabilisiert	3-5	passiv oder aktiv, einfach, low-cost, ungenau, aktiv: 3-Achsen, passiv: unflexibel
Gravitationsgradienten-stabilisiert	1-3	Passiv, einfach, low-cost, nadir orientiert, unflexibel, ungenau

