



Affordable Space Missions Bodensegment

Eckehard Lorenz / OS BA

Mit Beiträgen von C. Lois, U. Mittag, J. Richter, H. Wüsten



Bodensegment Übersicht

Simplistically what are required will be flexible, modular, low cost technologies delivered in a Cost Effective Ground Architecture (CEGA).

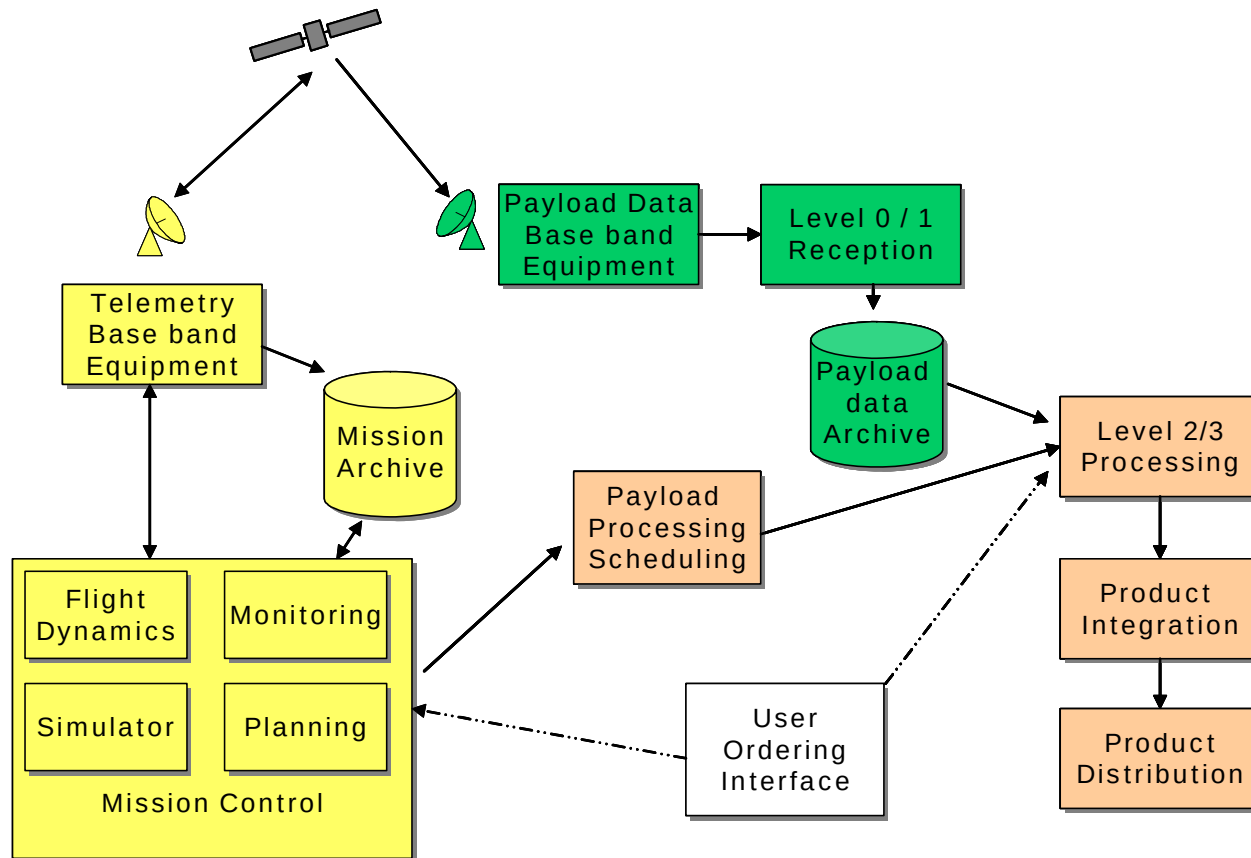
Ground Systems Today (Mission Control to Data Distribution)

A satellite Ground Segment is comprised of the following components

- ▶ Satellite communications, TT&C, locate & track satellite
- ▶ Satellite command and control
- ▶ Mission planning
- ▶ Data Processing
- ▶ Data Archive & Inventory
- ▶ Data Dissemination



Bodensegment Übersicht





Bodensegment

Einige Grundthesen

- Die Effizienz eines Bodenstationsbetriebes ist nur im Kontext mit den **Eigenschaften der zu betreuenden Satelliten** zu bewerten
(Automatisierung in der Bodenstation ist nur konsequent durchführbar, wenn der Satellit dies durch eigene Autonomiefunktionen unterstützt) .
- Unbestritten ist in allen Beiträgen die Effizienz eines **Multimission Betriebes** → Grundvoraussetzung ist die Nutzung von Standards
- **Standards** sind aber nicht notwendig statische Festlegungen und unterliegen von Zeit zu Zeit einem Update. Insbesondere bei ihrer Implementierung in COTS Modulen kann es zu Problemen kommen (Beispiel: Nutzung HDLC Protokoll im FUEGO2 Projekt) .
- Standards sind aber auch notwendige Voraussetzungen für **COTS**, denn nur über die breite Anwendung werden Produkte zu COTS.
- Standards sind auch notwendige Voraussetzung für eine **Automatisierung** des Betriebes von Bodenstationen.



Bodensegment

SLE as an example for a changing standard:

“Today, the primary National Aeronautical Space Administration (NASA) ground data communications (Nascom) architecture is based on Nascom Internet Protocol (IP) transition data format and protocol.

The working group concluded that Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS) Space Link Extension (SLE) transfer services has become the predominant internationally accepted standard for interoperability between ground data service and mission user facilities.”

CCSDS SPACE LINK EXTENSION PROPOSAL FOR A NASA WIDE GROUND DATA SERVICE STANDARD

**Nascom Block Phase Out Working Group
Larry Muzny**

Lockheed Martin Space Operations
Consolidation Space Operations Contract (CSOC)

Larry.Muzny@csconline.com

2002

SLE as an COTS

Impact2000 — CCSDS Processing System

The Impact 2000 is a fully compliant CCSDS Space Link Extension (SLE) system, according to the CCSDS Blue Book





Bodensegment Multimission Operation Center, GSOC

Multimission Personal

**Einsatz der Mitarbeiter bei mehr als einem Satelliten-Projekt
(kosteneffizient)**

Know-How transfer zwischen den Projekten

Multimission Operation

Optimierter Einsatz des MM Ops Teams (24h/7Tage Betrieb)

Optimierter Missionsablauf (Multi-Mission-Planning-Tool)



Bodensegment Multimission Operation Center, GSOC

Multimission Hardware

Die gleiche H/W wird für mehrere Satelliten-Missionen eingesetzt, incl. Redundanz

Hohe Zuverlässigkeit und Effizienz

Flexible Anpassung an Sonderaufgaben / Upgrade

Reibungslose Integration neuer Projekte

Multimission Software

Die Basis-Software wird für mehrere Satelliten Missionen eingesetzt

Erstellung von spezieller Software für Sonderaufgaben

Bodenstation Weilheim

H/W und S/W wird für mehrere Missionen eingesetzt, Redundanz vorhanden

Flexible Anpassung an Sonderaufgaben

Antennen für mehrere Frequenzbereiche

Höhere Effizienz als vollautomatische Bodenstationen

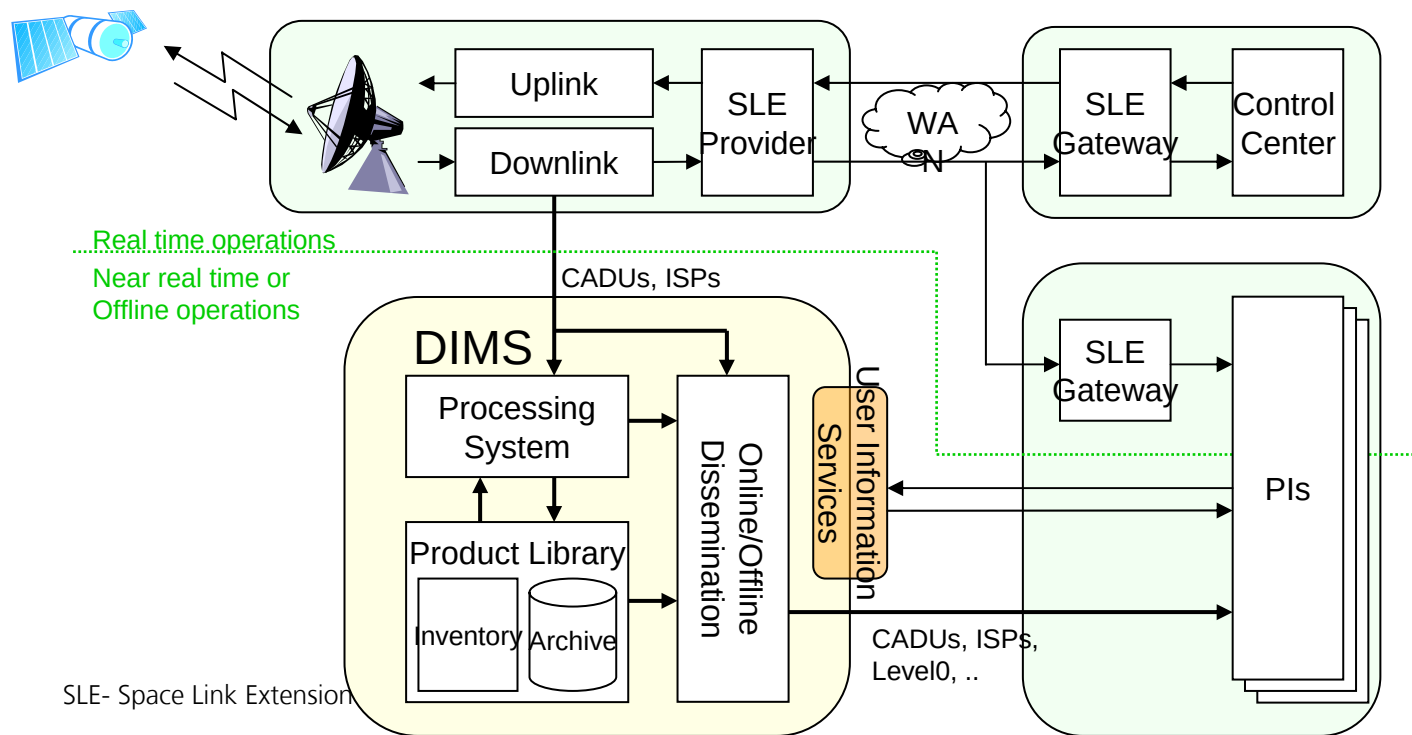
SLE im Aufbau



Bodensegment Nutzung der Bodenstation als Archiv

High Rate Fall: Große Antenne notwendig, aber Verteilung über Archiv

Zentralarchiv: Datenwege sind kürzer und sicherer





Bodensegment

Dedizierte Bodenstation und Multimission

	Dedizierte Bodenstation	Multimission- Bodenstation
Vorteile	• Es ist egal ob Standard-Lösungen oder Sonderlösungen zum Einsatz kommen • Datenempfang beim Nutzer ohne Datentransfers • Kann exakt an das Link-Budget angepasst werden	• Operationell • Redundanz vorhanden • Hoher Betriebsstandard (Betriebsmannschaft/Fachleute vorhanden) • Beim Einhalten von etablierten Standards kein großer Vorbereitungsaufwand • Zuverlässigkeit und Systemreserve • Kosten werden von vielen Anwendungen getragen
Nachteile	• Muss fürs Projekt beschafft und finanziert werden, • Alle laufenden Kosten müssen vom Projekt getragen werden	• Empfangene Daten müssen zum Nutzer übertragen werden
Zusammenfassung	Für Nutzer mit sehr speziellen Anforderungen Sinnvoll für Nutzer ohne hinreichende Datenleitungen	Insgesamt preiswerter und zuverlässiger



Bodensegment

IC³ platform, external I/F and auxiliaries (mobile Stationen)



Windows Station

"Offline" Tasks:

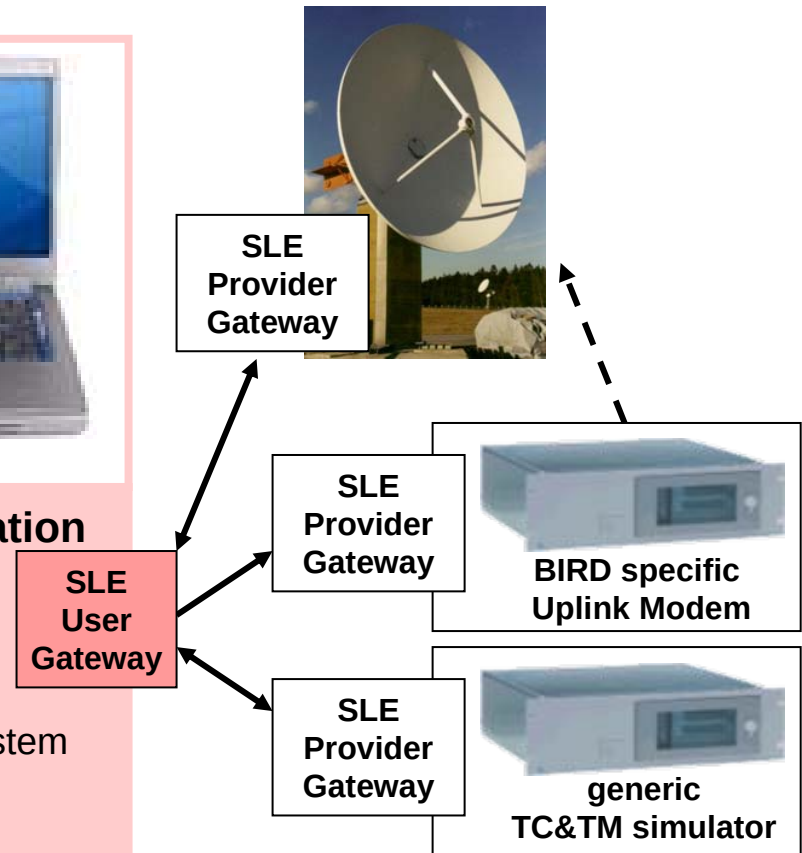
- IMMS
- Mission Scheduling
- Flight Dynamics Support
- Order Processing



Linux SUSE Station

"Online" Tasks:

- SCOS-2000
- NCTRS
- Commanding System





Bodensegment

Summary IC³ + GSOC/NZ Synergies

► GSOC



- All services
- Focus on missions with high customization needs
- All mission phases
- Site bound
- Can take over from IC³ in critical phases
- 24/7 operations

► IC³

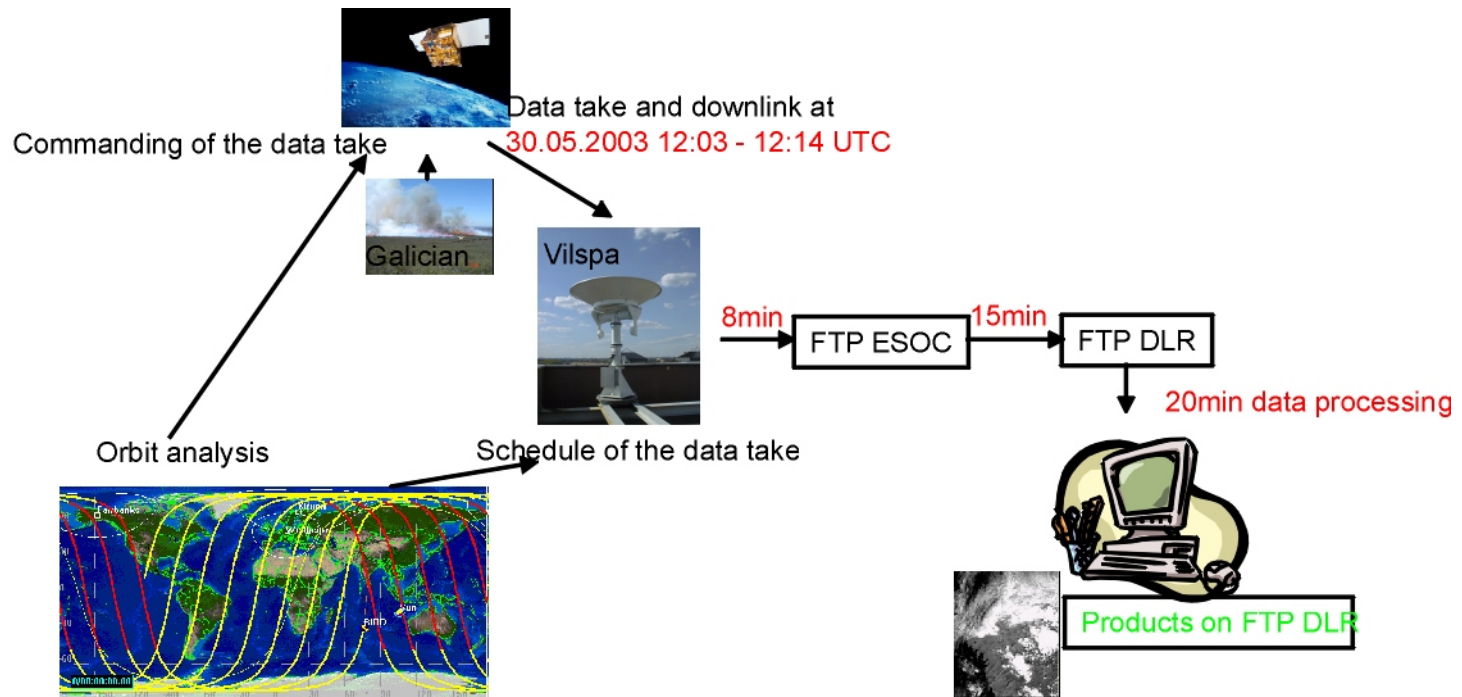


- Basic services
- Focus on small sat missions, off the shelf configurable
- Focus on routine operations
- No site constraints
- Backup functions for GSOC
- 8/5 operations or below



Bodensegment Mobile Stationen

**High Rate Fall: Große Antenne notwendig, aber Verteilung via Internet:
Beispiel FIREBIRD 2003, ein PC in BA war die „Mobile Station“**



Eine Optimierung von Datentransport und –Verarbeitung wäre hier noch notwendig



Bodensegment

Mobile Stationen

Low Rate Fall: Kleine Empfangsanlagen möglich, Verteilung über GPS- ähnliche Empfänger oder via Internet; Satelliten- Monitoring weiterhin notwendig

Mögliche Szenarien: Erfassung und Verteilung kleiner Datenmengen

Typische Märkte und Anwendungen



Transport / Logistik

- Flottenmanagement
- Bidirektionale Kommunikation
- Weltweite Transportweg Überwachung
- Container Verfolgung

Wissenschaft / Forschung

- Messdatenübermittlung aus entfernten Regionen
- Wetterstationsüberwachung und -kontrolle
- Meeresforschung



Sicherheitsanwendungen

- Such- und Rettungsdienste
- Alarm-Meldeanlagen
- Diebstahlschutz-Anwendungen



Überwachung von Anlagen und Maschinen

- Pipeline-Überwachung
- Baumaschinen, Landmaschinen
- Zählerfernabfrage



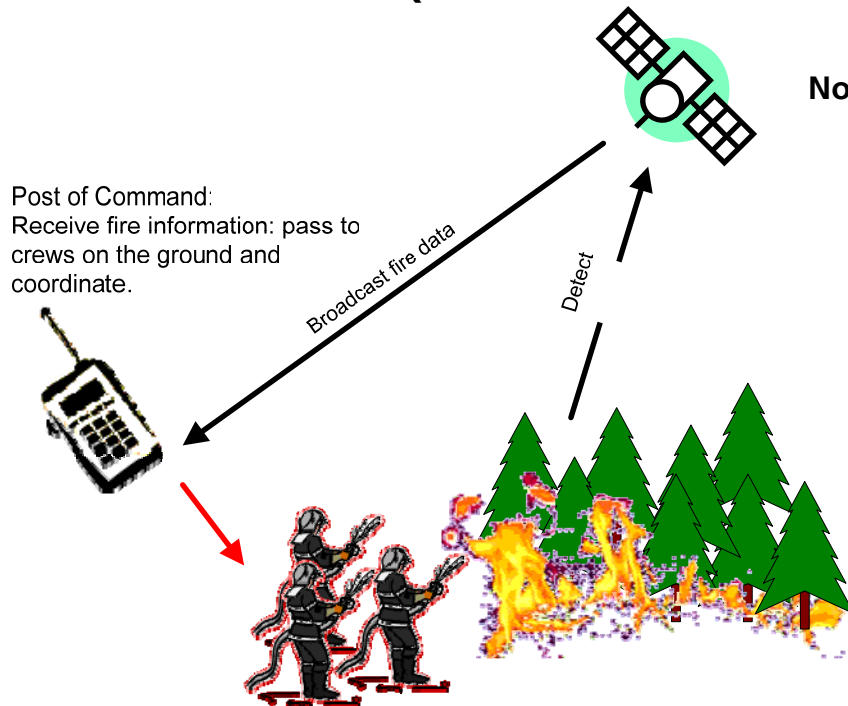


Bodensegment

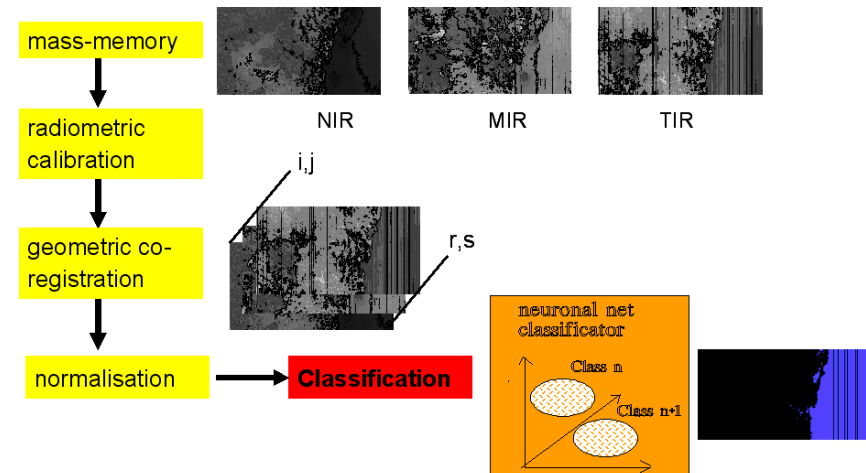
Mobile Stationen

Low Rate Fall: Große Antenne wünschenswert, kleine Empfangsanlagen möglich, Verteilung über GPS- ähnliche Empfänger oder via Internet:

Mögliche Szenarien: Extensives on Board Processing (BIRD-TECH & ECOFIRE, FIRES Studie mit TM)



Notwendige Voraussetzung: leistungsfähige an Bord Verarbeitung





Bodensegment und OOV



In Zusammenfassung der bisher diskutierten Szenarien für Bodensegmente ergibt sich unseres Erachtens nach keine Notwendigkeit, vollkommen neue Lösungen anzustreben:

- Die Einbindung von BIRD in die Multimission Szenarien von GSOC und NZ hat sich voll bewährt und kann mit einigen kleineren Verbesserungen übernommen werden.
- Es sind derzeit auch keine vollkommen neuen Anforderungen sichtbar, die Neuentwicklungen rechtfertigen würden
- Neue Wege im Bereich des Bodensegmentes wären nicht kompatibel mit den derzeitigen Grundsätzen und Zeitplanungen von OOV.
- **Bodensegmente kann man aber auch selbst durch OOV validieren**



System / Betriebskonzepte BIRD

1 Multi Mission Operator Team

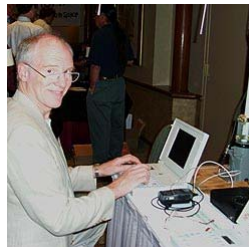
- Frühe Einbindung des Betriebs-Teams in die Entwicklung des Satelliten
- Eliminierung der Aktivitäten, die als "nicht notwendig" identifiziert würden
- Reduktion der Ereignisse, die ein schnelles Eingreifen erfordern
- Extensive Nutzung existierender Komponenten und Software
- Nutzung der Automationsmodule des Multi Mission Betriebes
- Aufteilung des Operation Personals auf verschiedene Missionen
- automatische Generation der Standard Kommando Sequenzen, Änderungen werden manuell eingegeben
- House-keeping Daten im Internet in real time verfügbar
- Einsparungen beim Satellitenbau verhindern einen optimierten Betrieb
- Einige Standardinterfaces können die Automatisierung verbessern
z.B. noch kein SLE Service





System/Betriebskonzepte: AmSAT

- **KISS Konzept: Keep it Simple, Stupid, Inkaufnahme höheren Risikos**
- **Betrieb mobil/ de- lokalisiert durch Freizeit-Operateure**
- **Qualität mit einfachen Methoden (Reinraum im Keller)**
- **Amateurfunkstandards**





System/Betriebskonzepte: Proteus/Myriad

- **Kontrollzentrum für Kleinsatelliten bei CNES**
- **neues Betriebskonzept:**
 - Early involvement of ops team during development
 - getting rid of activities that are "not proved as necessary"
 - decrease number of events, where quick reaction is required
 - reduce training
 - share staff with other control centers
- **Erfahrungen des Betriebs-Teams: Deutliche Kostenreduktion durch**
 - Integrated design between on-board and ground part of the system
 - Extensive reuse of existing components
 - Basic architecture principles
 - Automation to allow staff reduction
 - share of ops staff between several missions
 - Ops workload limited to the "strict necessary"
- **Drawbacks: management of parallel missions developments more difficult, difficult to bring new missions in-line with existing system**