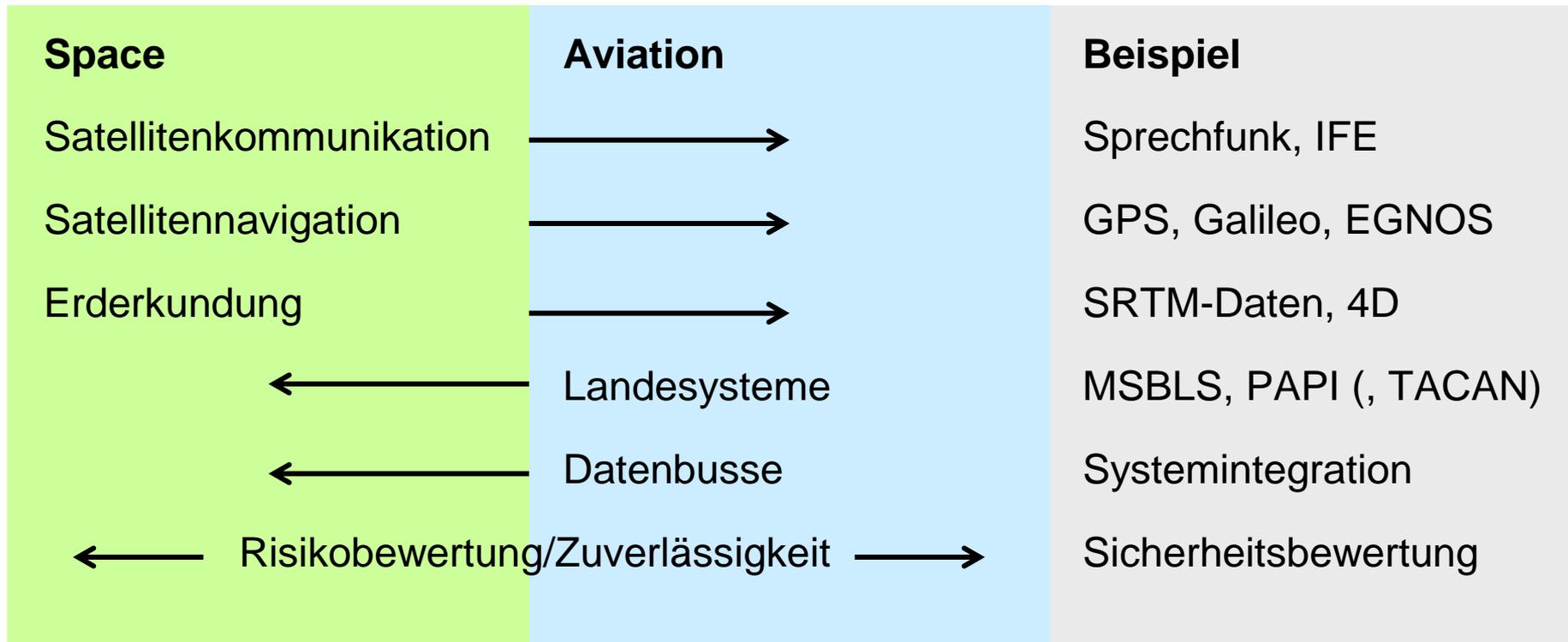


# Weltraumtechnologien für die Zivilluftfahrt oder: Luftfahrttechnologien für die Raumfahrt?

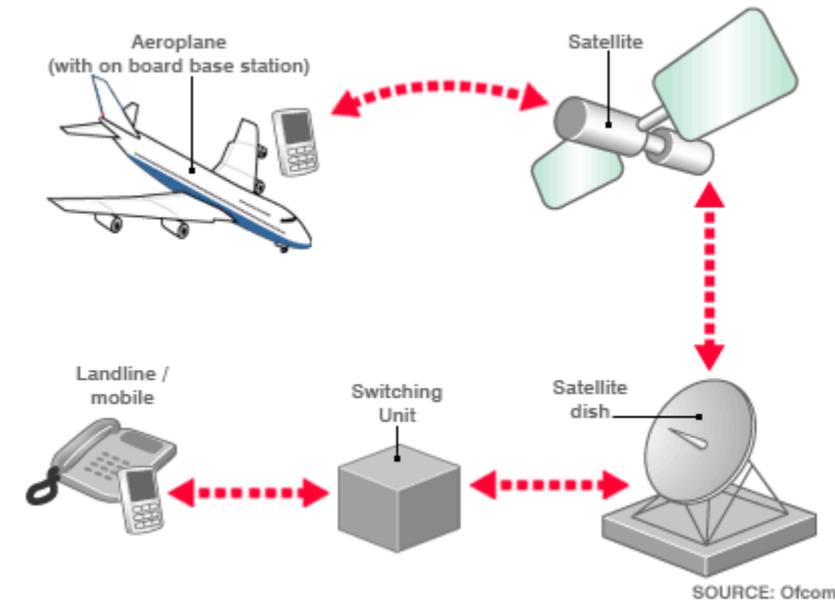
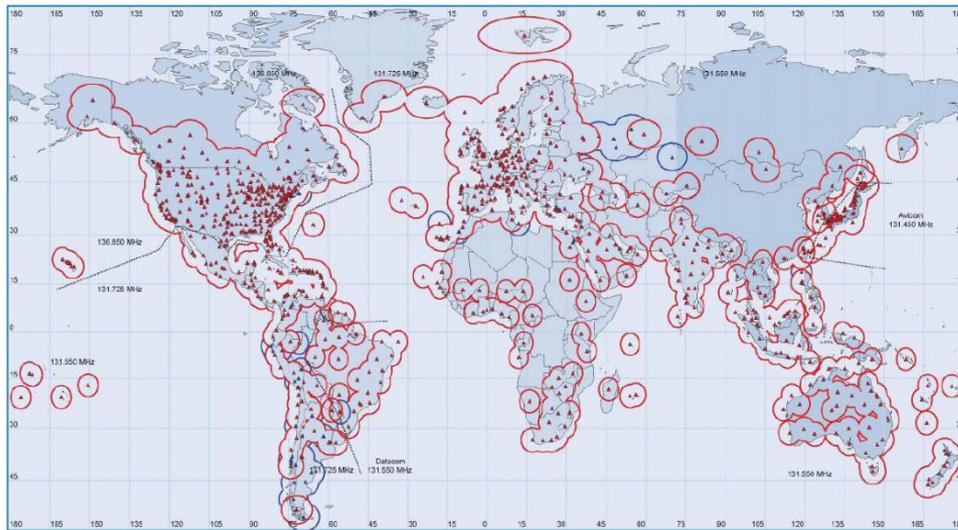
FH-Prof. Dr. Holger Flühr  
Avionics & ATC Technology  
Luftfahrt / Aviation, FH JOANNEUM Graz

# Weltraumtechnologien für die Zivilluftfahrt

## Übersicht zum Vortrag



# Satellitenkommunikation (SATCOM)



Weltweite Abdeckung UKW-Sprechfunk

In-flight Entertainment (IFE)

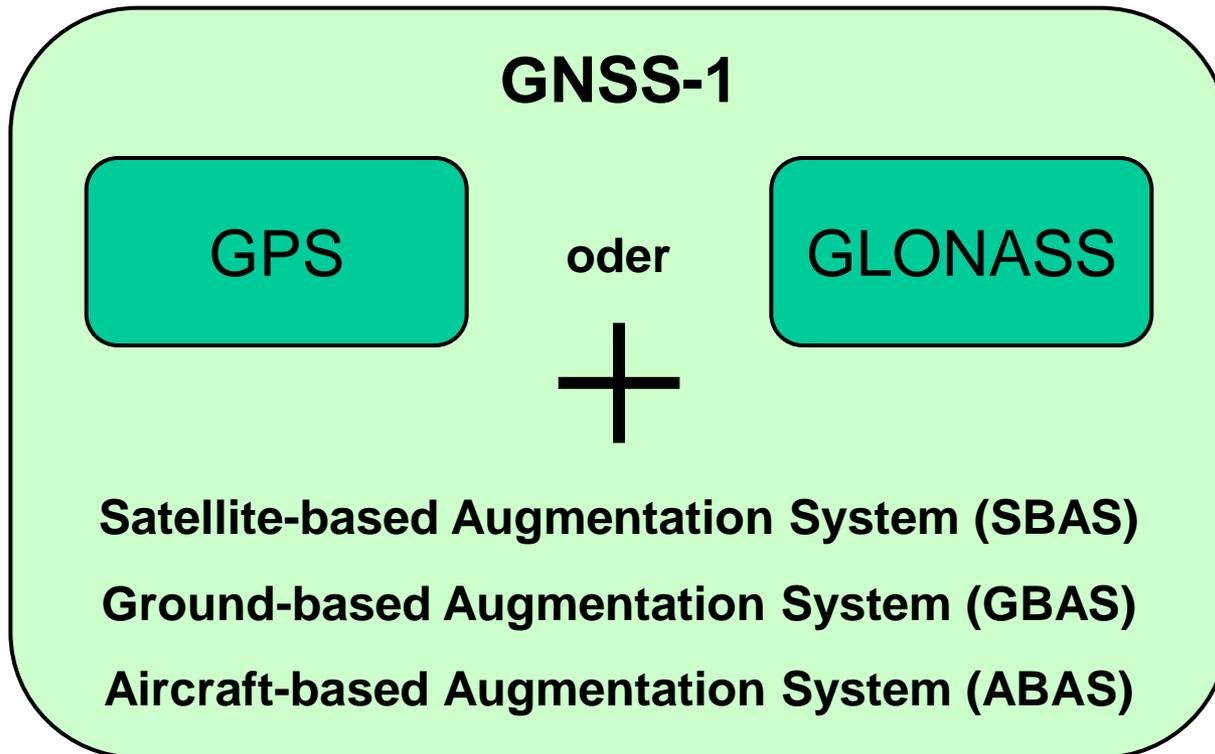
# Satellitennavigation (GNSS)



GIOVE-B

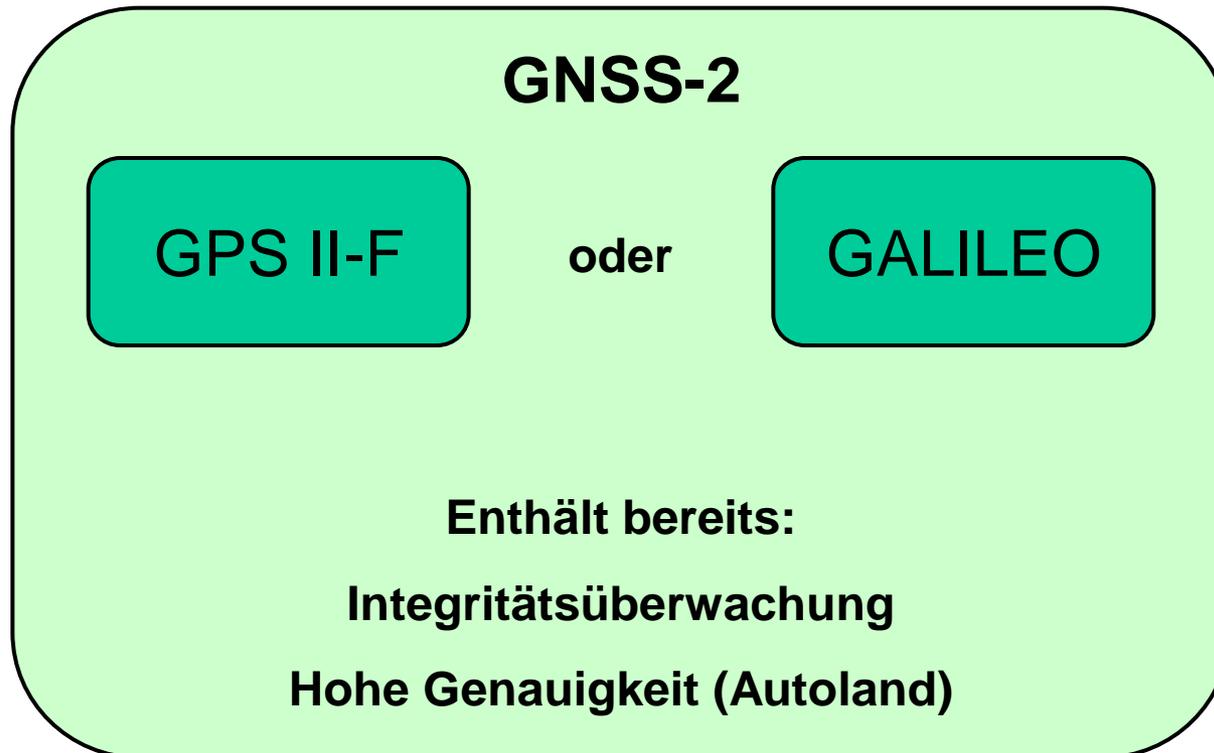
# GNSS – Begriffsdefinition und Umsetzungen

GNSS: Global Navigation Satellite System



# GNSS – Begriffsdefinition und Umsetzungen

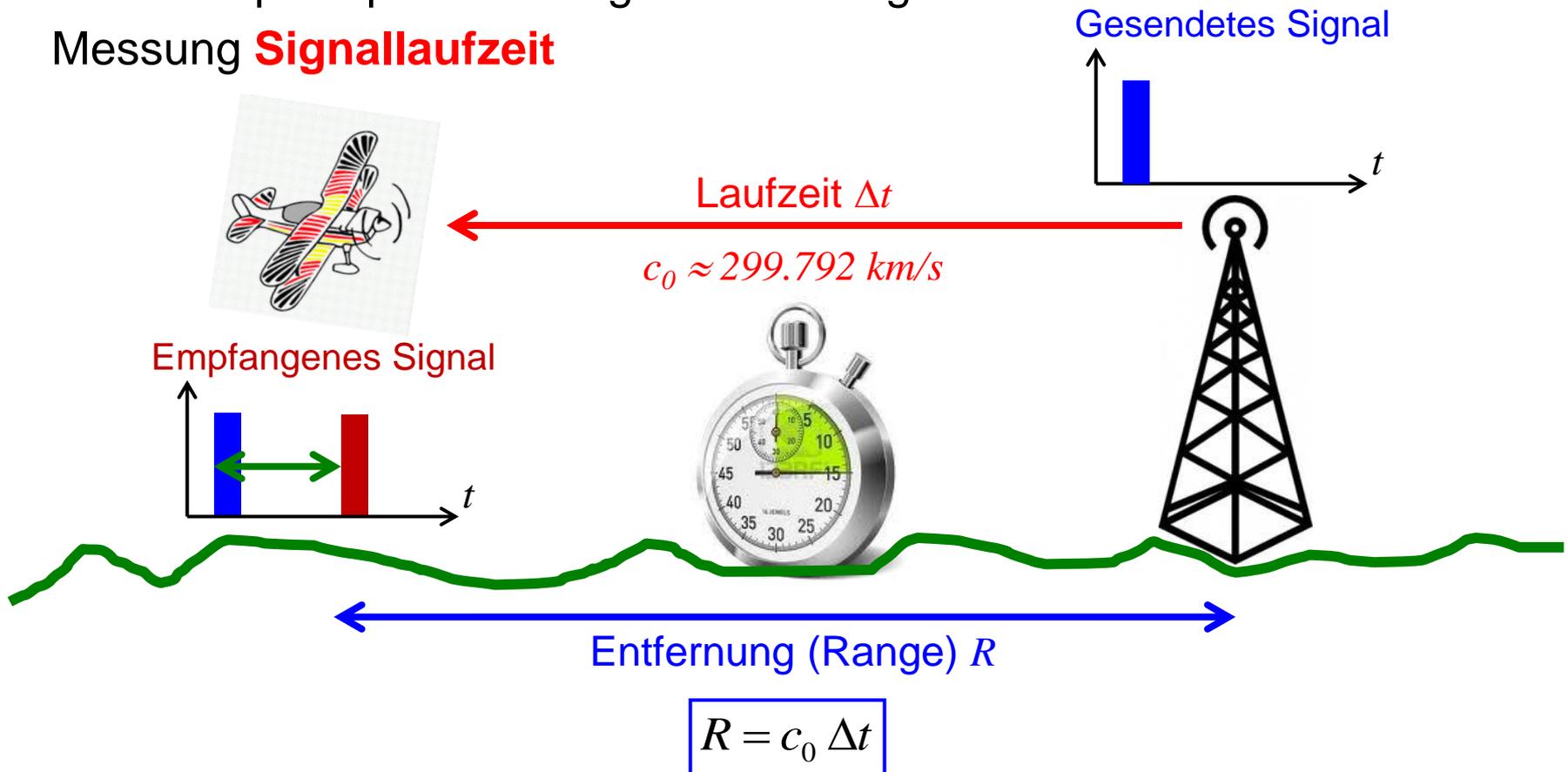
GNSS: Global Navigation Satellite System



# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

Funktionsprinzip Entfernungsbestimmung

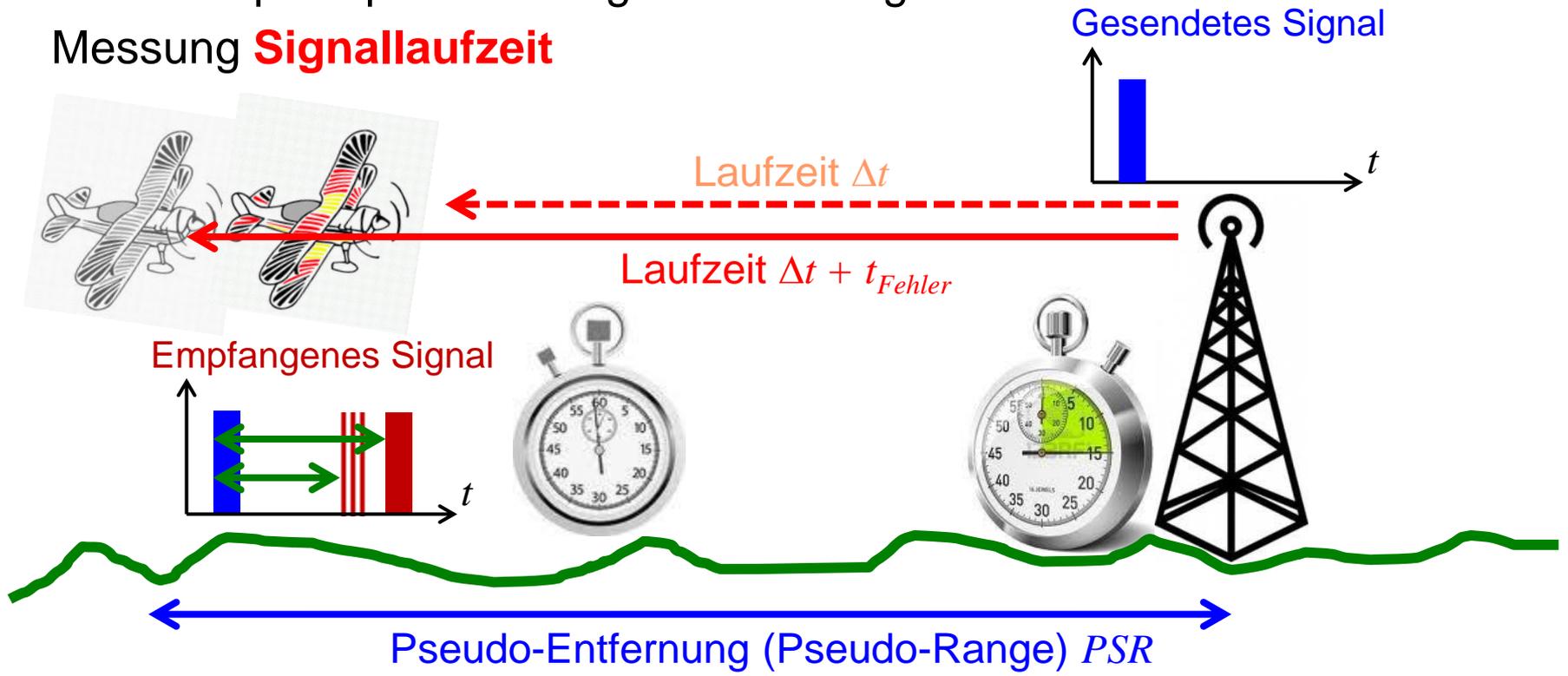
Messung **Signallaufzeit**



# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

Funktionsprinzip Entfernungsbestimmung

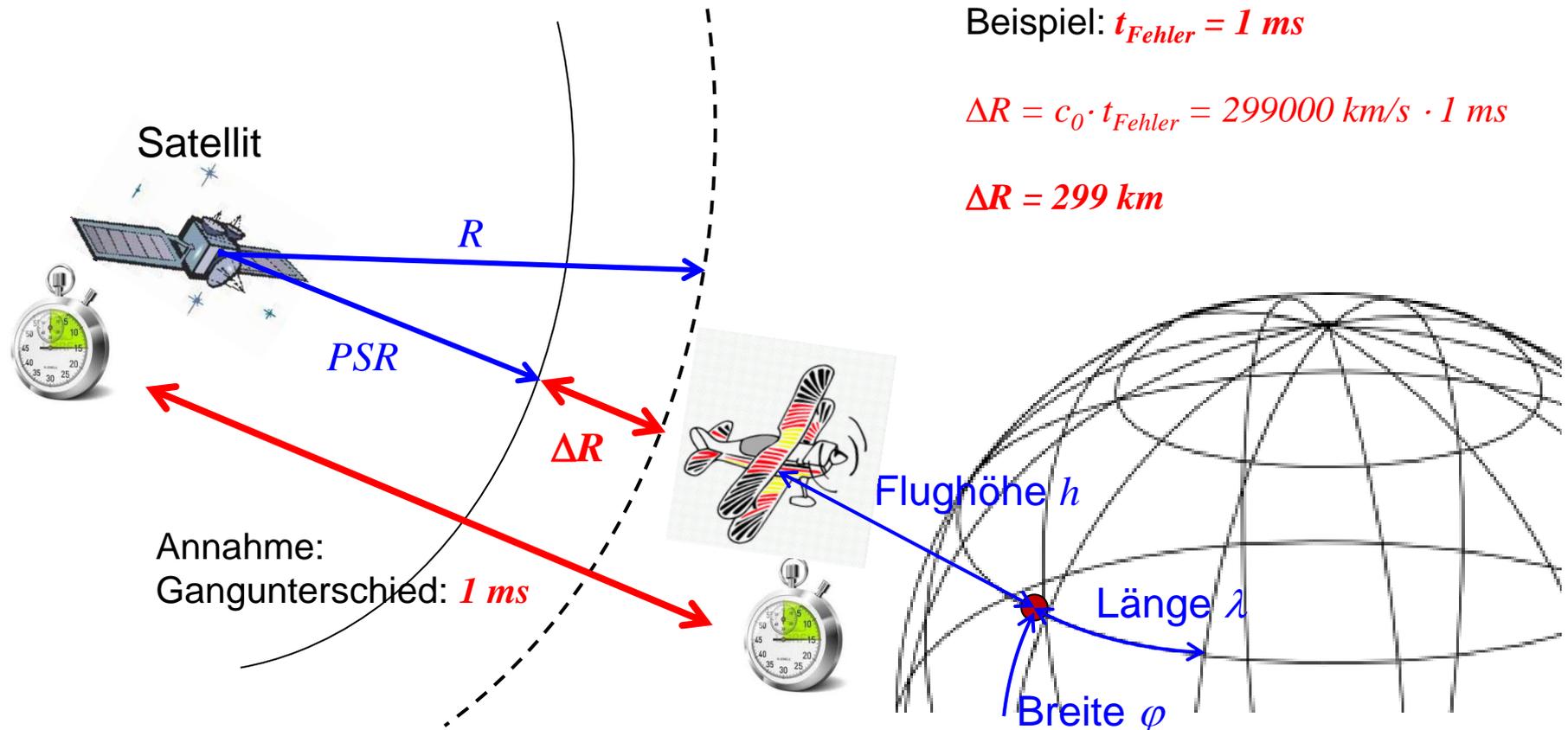
Messung **Signallaufzeit**



$$PSR = c_0 (\Delta t + t_{Fehler}) = R + c_0 t_{Fehler}$$

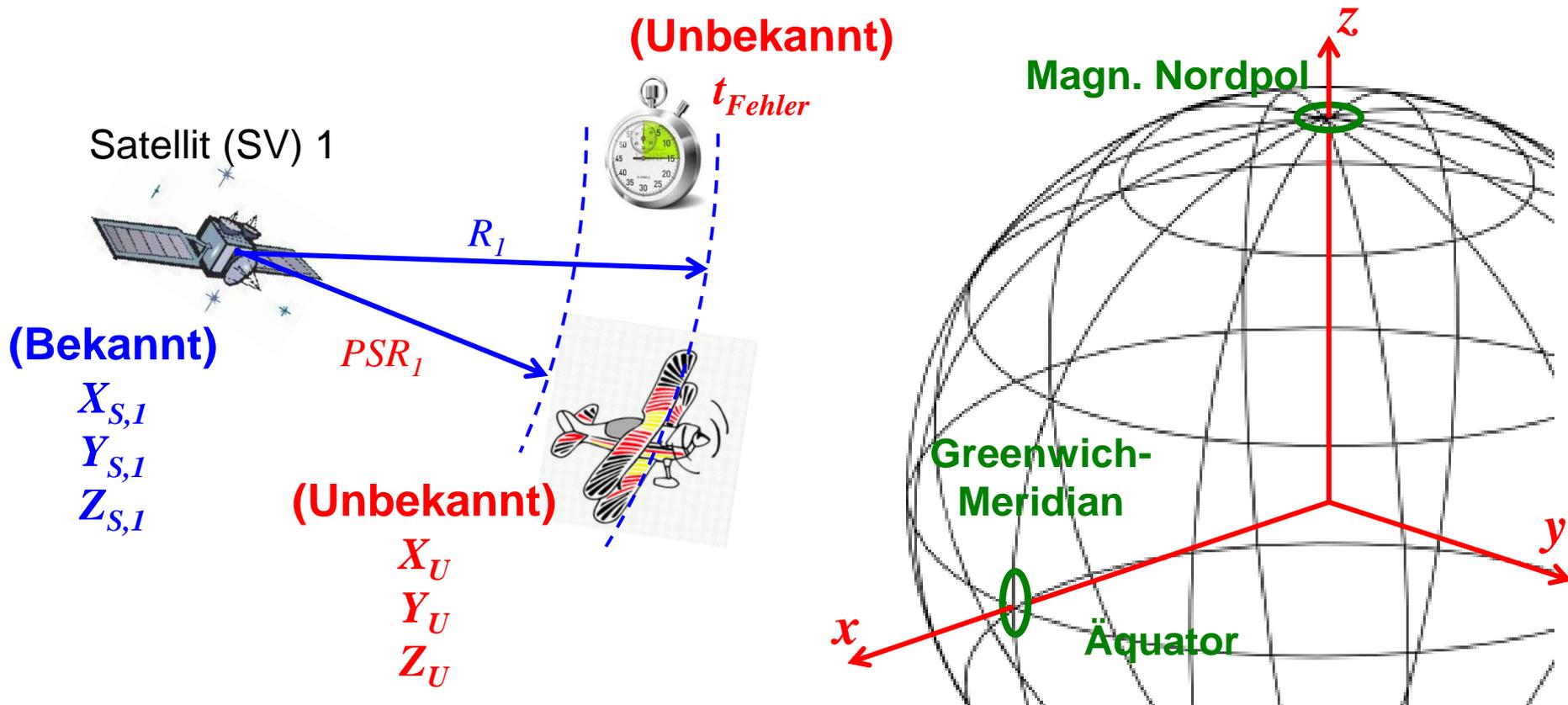
# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

## Funktionsprinzip Positionsbestimmung



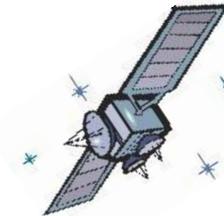
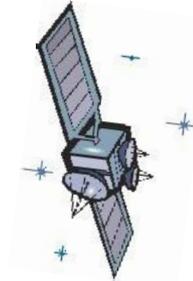
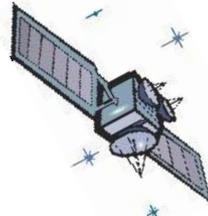
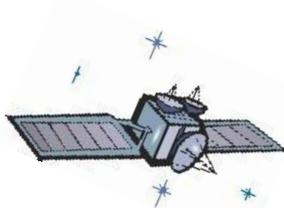
# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

Funktionsprinzip Positionsbestimmung: Mehrfachmessung



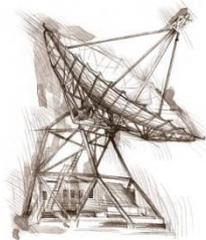
# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

Elemente eines GNSS-Systems



**Weltraum-Segment**

**Boden-Segment**



**Benutzer-Segment**

# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

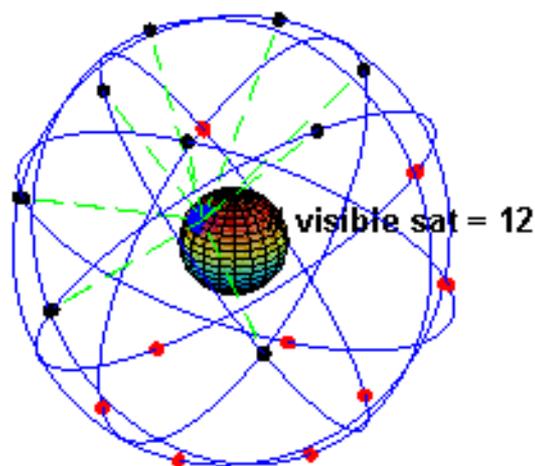
Elemente eines GNSS-Systems: **Benutzersegment**



Quelle: Wikipedia

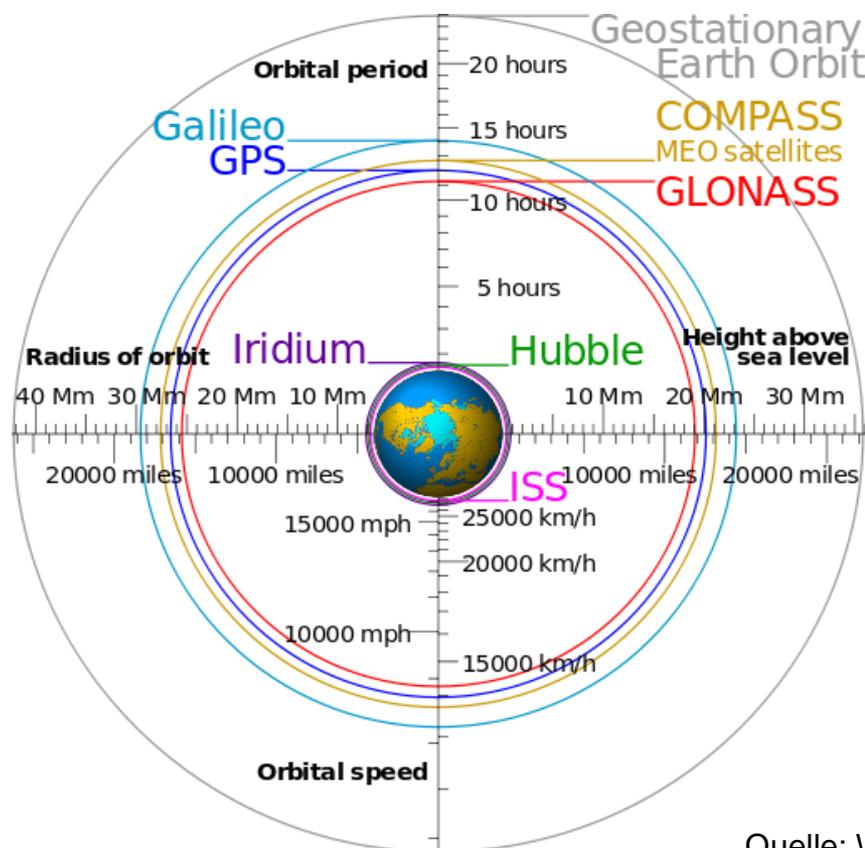
# Funktion & Elemente eines SATNAV-Systems

Elemente eines GNSS-Systems: **Weltraum-Segment**



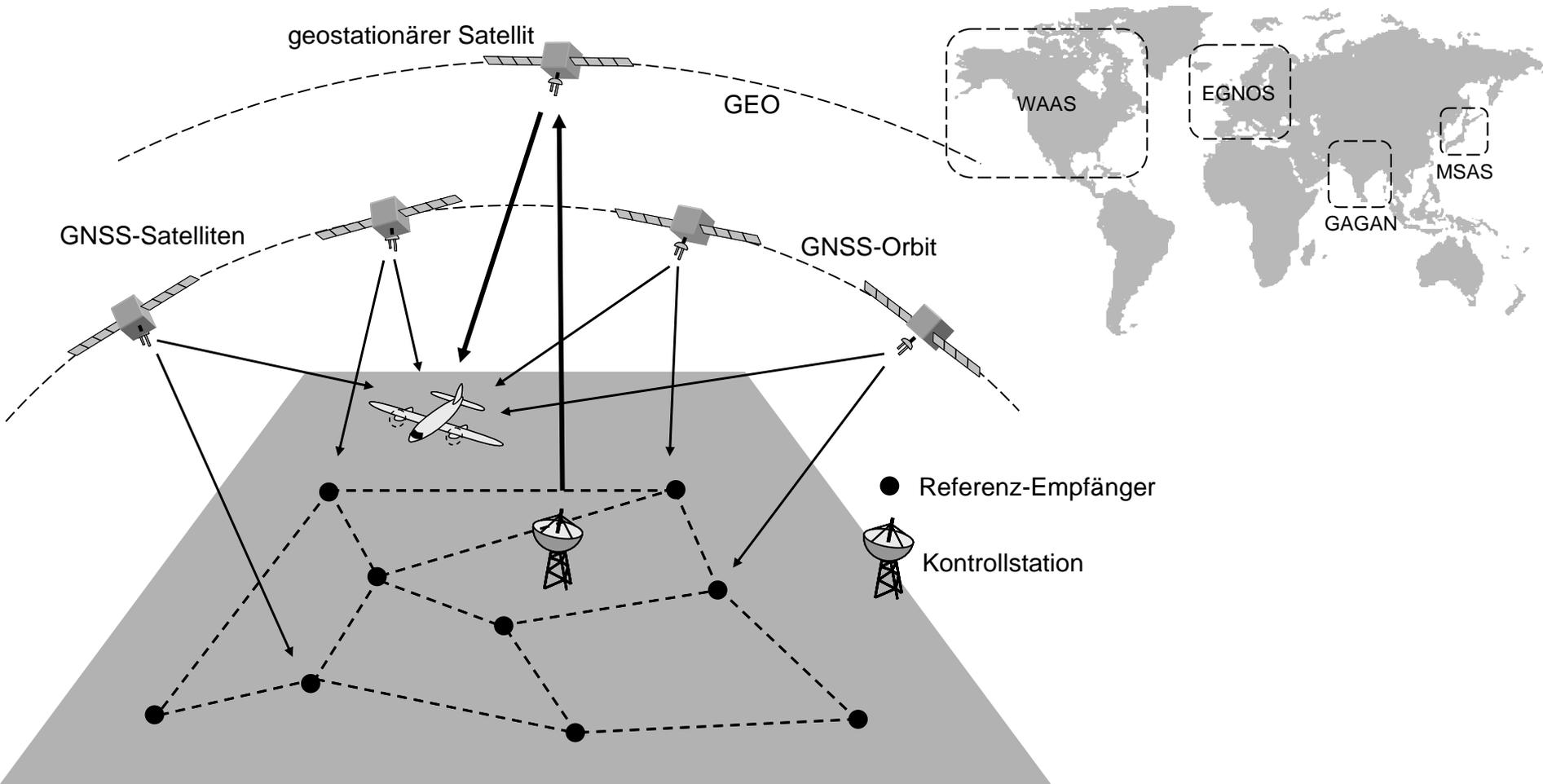
Bei GPS:

- Mindestens 24 Satelliten (Space Vehicle SV)
- 6 Orbits, 55 Grad Inklination
- Bahnhöhe 20.200 km



Quelle: Wikipedia

# EGNOS: Satellitengestützte Augmentierung



# EGNOS: Satellitengestützte Augmentierung

Space Based Augmentation Service (SBAS):

- Referenz-Lokatoren ermitteln Korrekturdaten
- Korrekturwerte werden an geostationäre Satelliten weitergesendet (z.B. Inmarsat III, Artemis)
- Auf L1-Frequenz werden Daten mit verbesserter Genauigkeit ausgesendet
- SBAS-Systeme sind mit GPS kompatibel
- Hauptzielrichtung: Verbesserung der Genauigkeit von Landungen
  - Integrität der Daten
  - Weitbereichskorrektur (Zeitoffset)
- Systemgenauigkeit: 1-2 m horizontal, 3-4 m vertikal (EGNOS)

# EGNOS: Satellitengestützte Augmentierung

## Flühr Holger

---

**Von:** European Space Agency [contactesa@subscriptions.esa.int]  
**Gesendet:** Dienstag, 10. Mai 2011 15:36  
**An:** Flühr Holger  
**Betreff:** Europes first EGNOS airport to guide down giant Beluga aircraft

Having trouble viewing this email? [View it as a Web page.](#)

You are subscribed to Navigation for European Space Agency.

[Europe's first EGNOS airport to guide down giant Beluga aircraft](#)

10-05-2011 02:04 PM CEST

Pau Pyrénées in southern France has become Europe's first airport to use the new EGNOS Safety-of-Life Service, to guide aircraft in for landing using only this highly accurate space navigation signal.

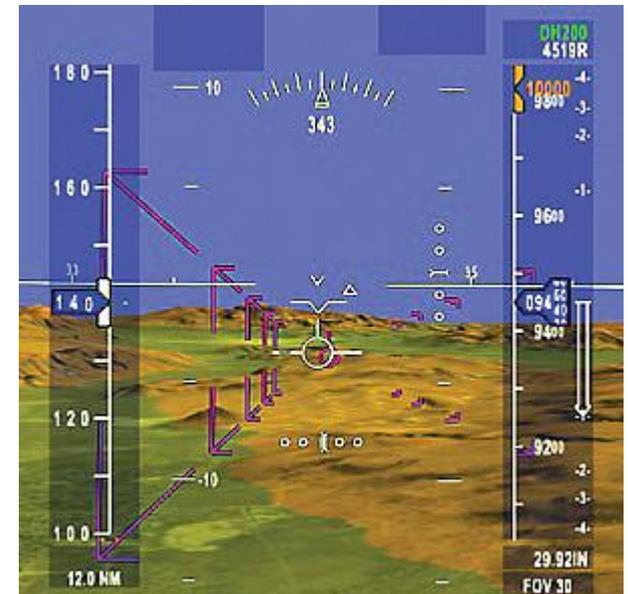


# Erderkundung



Vulkanausbruch, Aschewolke

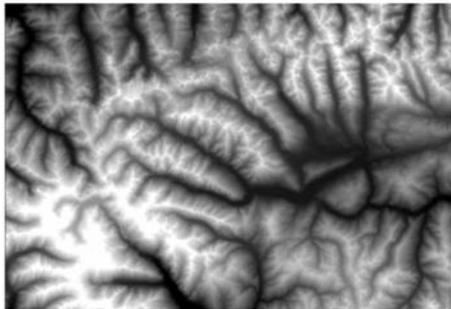
Konzept der 4D-Trajektorien  
(Flugbahnvorgabe)



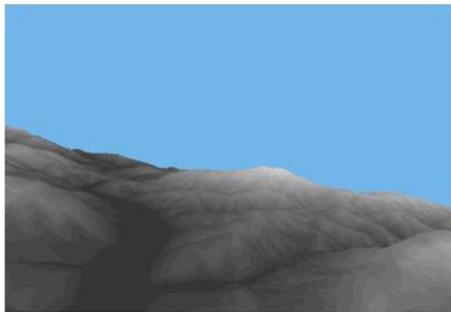
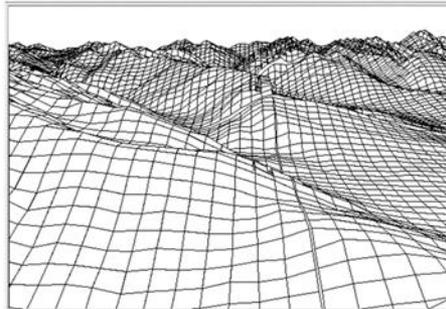
# Erderkundung

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), STS-99 (2000)

(1) Höhenmodell



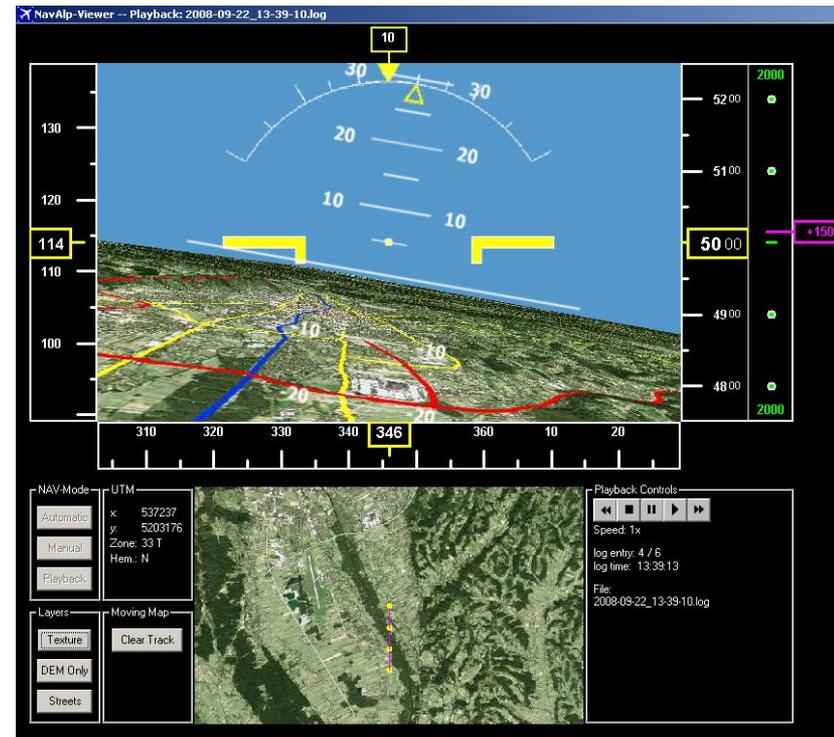
(2) Gittermodell



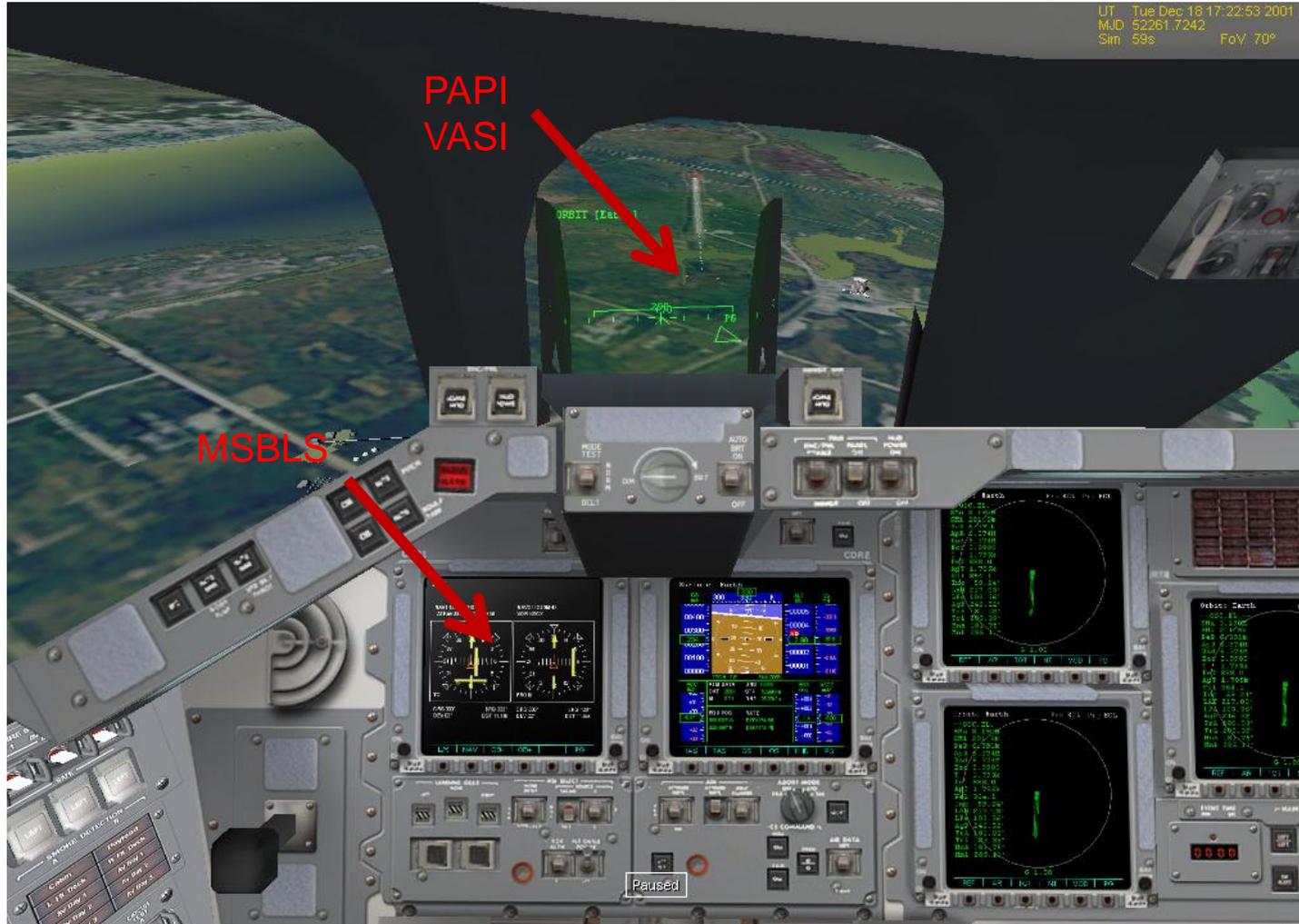
(3) Interpolation



(4) Textur



# Landesysteme

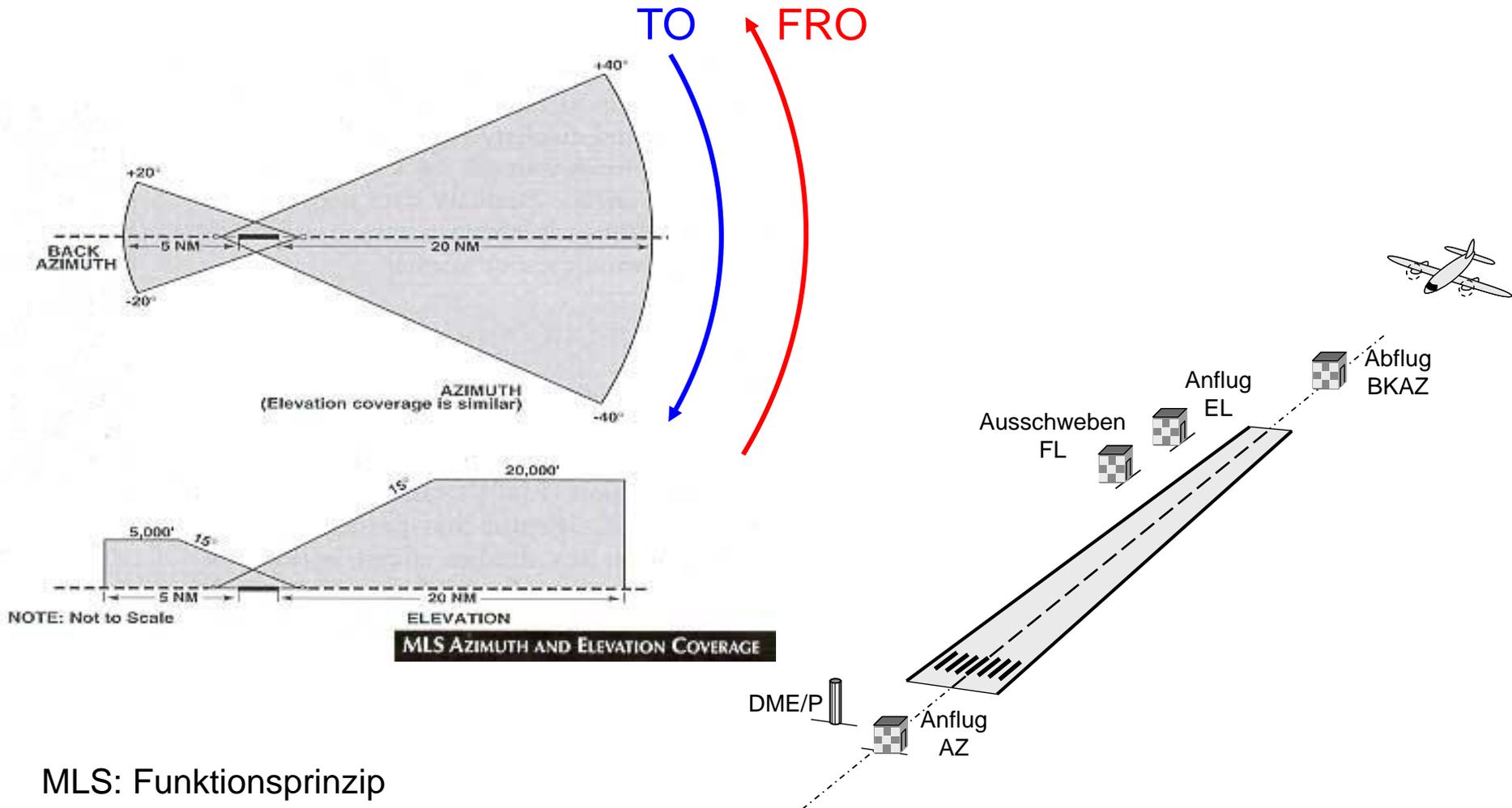


# Landesysteme



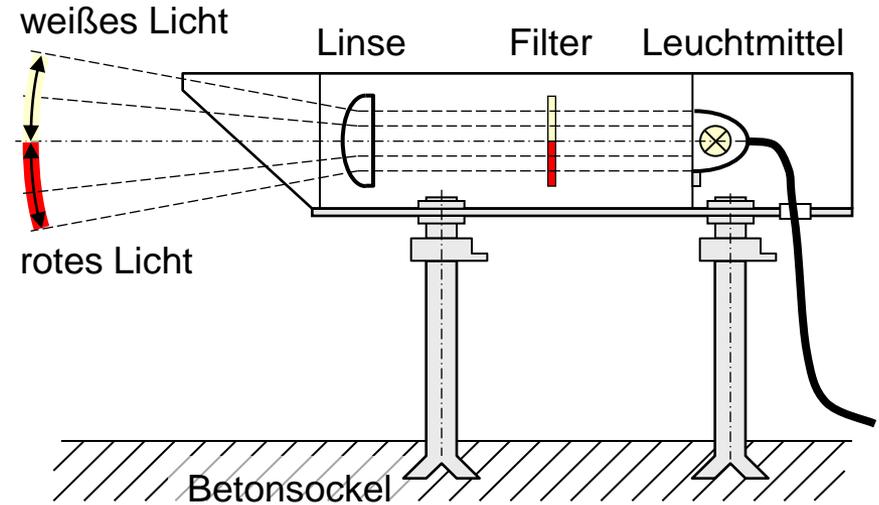
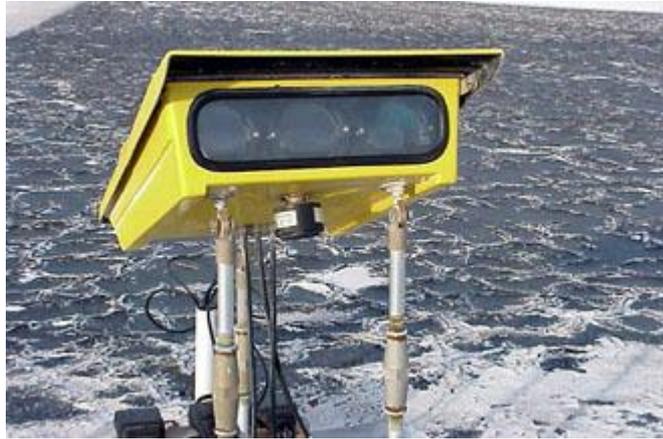
Mikrowellen-Landesystem  
(Microwave Scan Beam Landing System, MSBLS)

# MLS

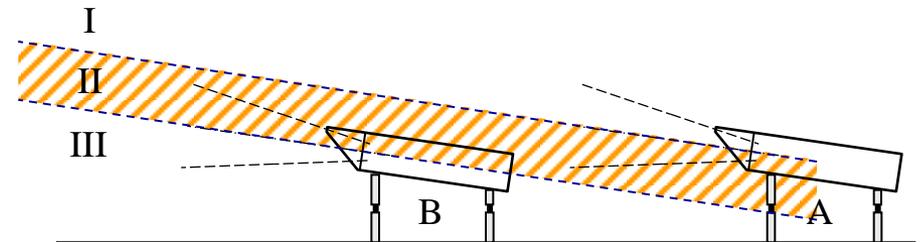


## MLS: Funktionsprinzip

# Landesysteme



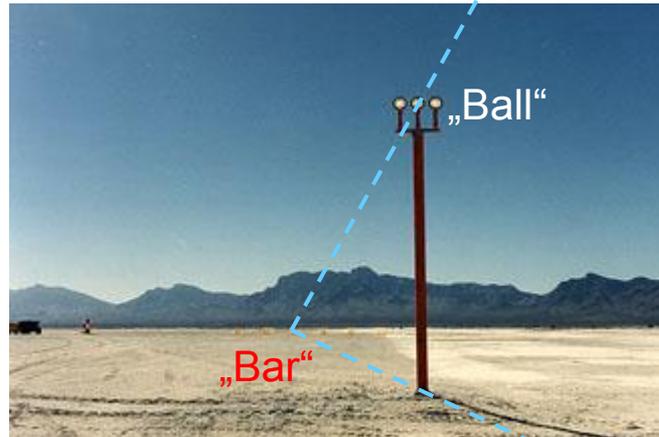
PAPI  
Precision Approach Path Indicator



- A/B
- I weiß/weiß
  - II rot/weiß
  - III rot/rot

# Landesysteme

VASI  
Visual Approach Slope Indicator



Ball-Bar-System

# Datenbusse

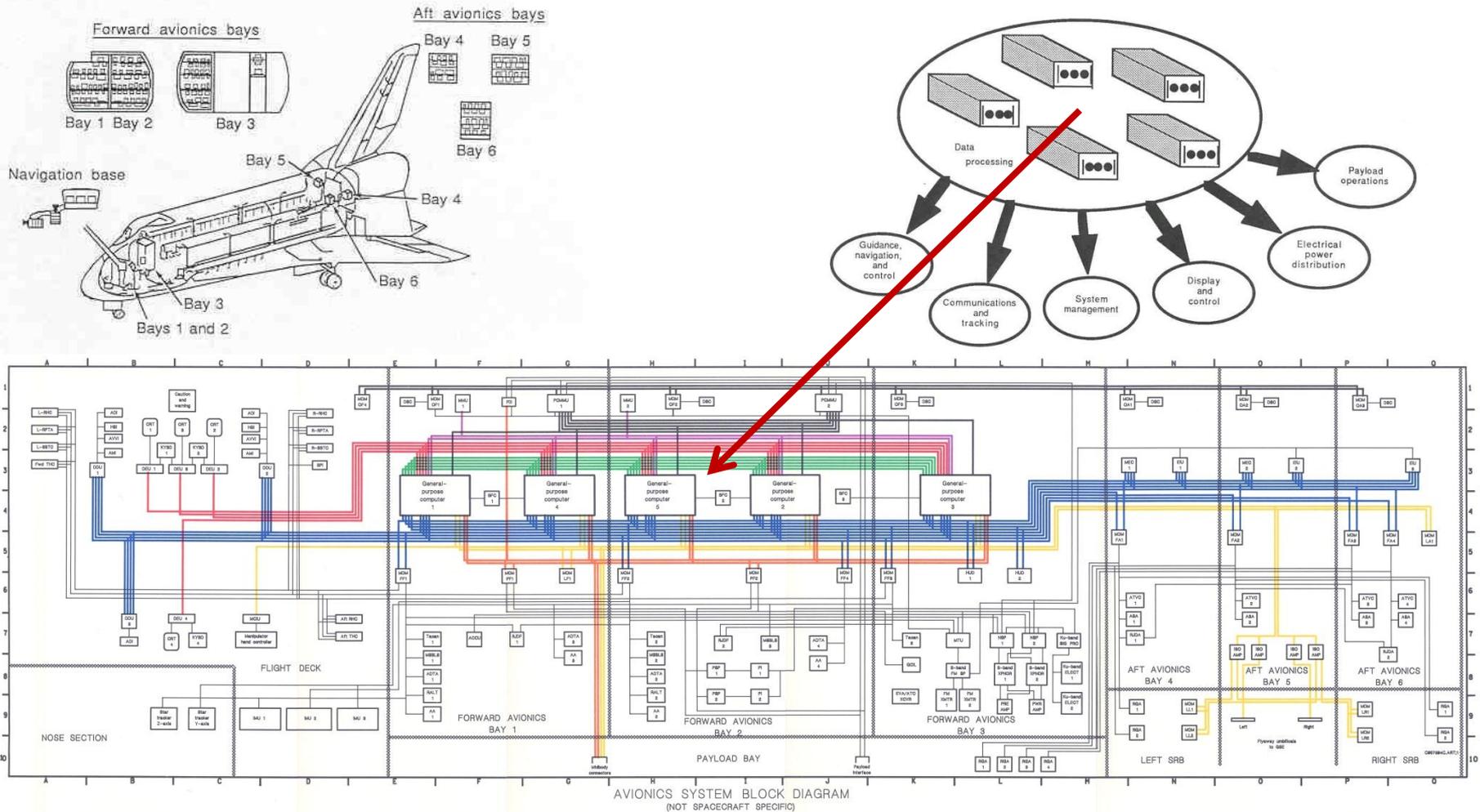


# Datenbusse in der Luft- und Raumfahrt

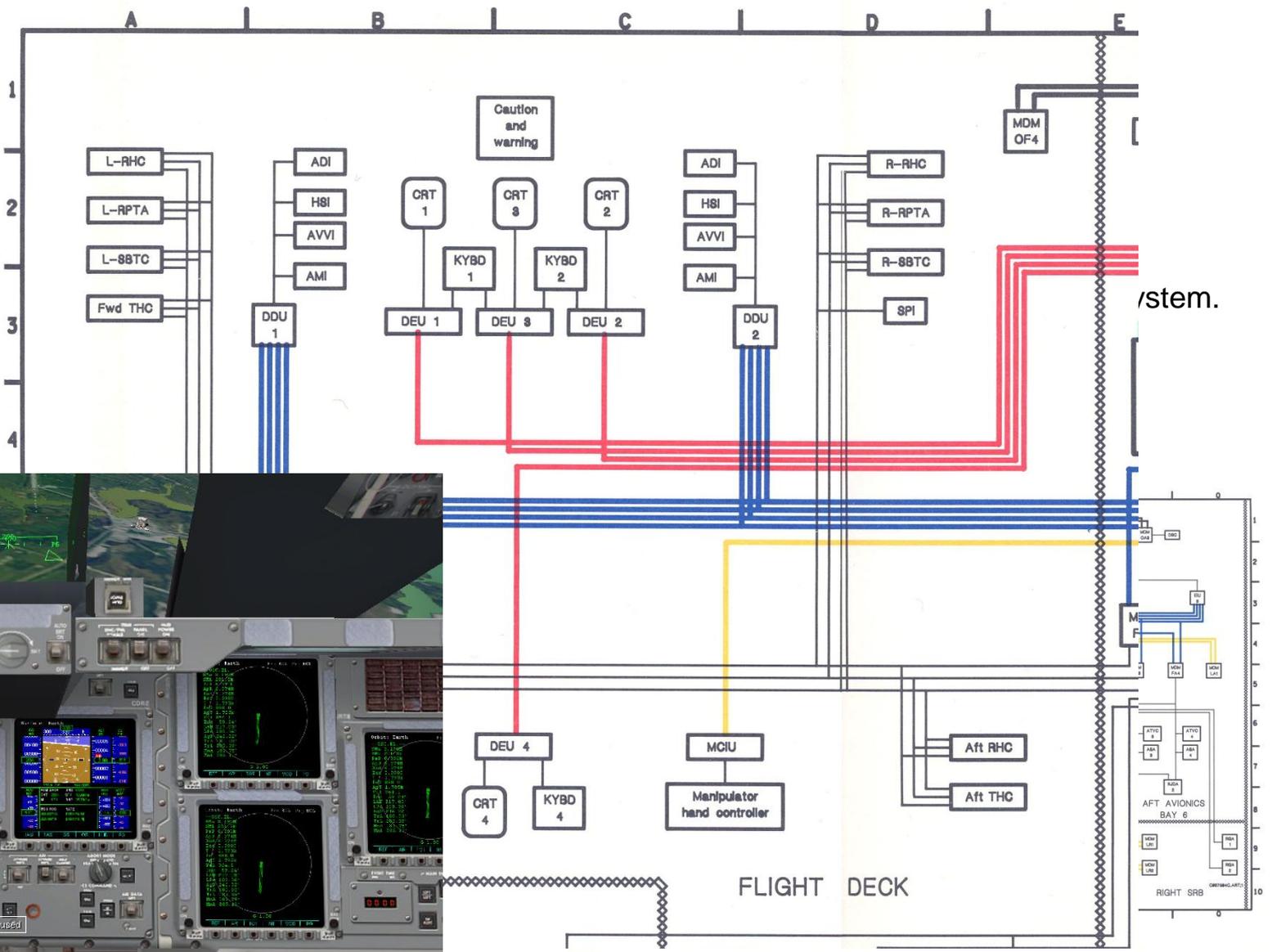
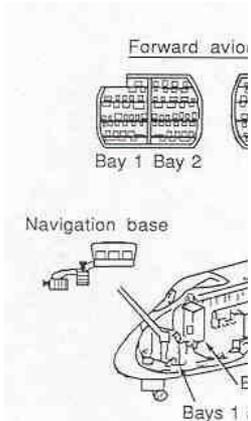
Datenbus-Standards und exemplarische Implementierungen

- CSDB (Commercial/Collins Standard Digital Bus): General Aviation
- **ARINC 429**: B727/737/747/757/767, A310/320/340, MD-11
- ARINC 629 (DATAC): B777
- **ARINC 664 (AFDX)**: A380, B787
- **Mil-STD-1553**: **Space Shuttle, ISS**, F16, AH-64A Apache
- **TTP (Time-triggered Protocol)**: **Orion**, A380, B787
- ARINC 573: Flight Data Recorder-Bus
- ARINC 708: Wetterradar-Datenbus

# Integration und Zuverlässigkeit



# Integ



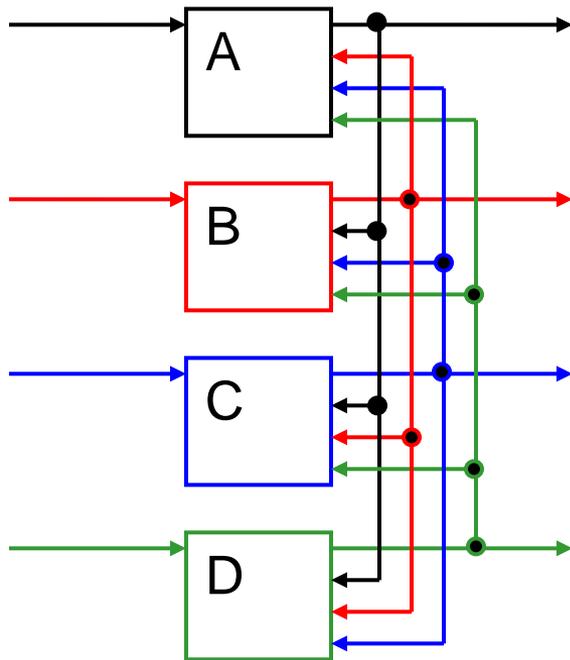
# Risikobewertung und Zuverlässigkeit

A: Ausfall der Flugsteuerung  
(Häufigkeit: einmal im Leben der Welt-Flugzeugflotte, Folge: größere Anzahl Schwerverletzter oder Todes-fälle)

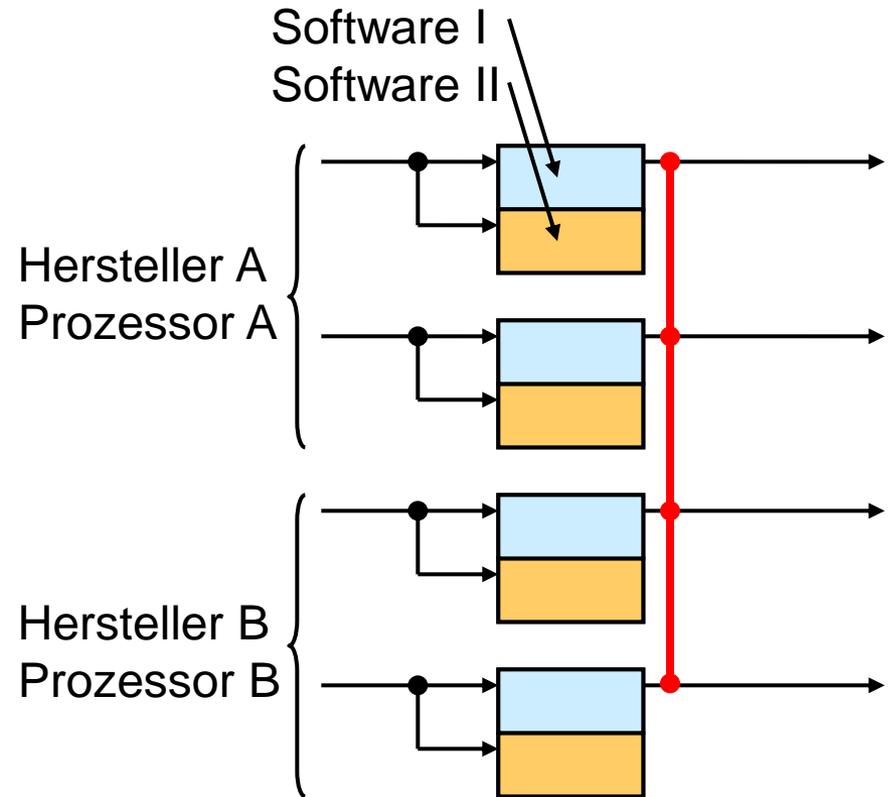
B: (Häufigkeit: einmal im Flugzeugleben, Folge: Unbehagen bis hin zu leichten Verletzungen)

Fehler-klassifizierung	Design Assurance Level (DAL)		Zuverlässigkeit
Catastrophic (katastrophal)	A		Improbable (unwahrscheinlich)
Hazardous (gefährlich)	B		Very remote (sehr gering)
Major (schwerwiegend)	C	$< 1 \cdot 10^{-5}$	Remote (gering)
Minor (gering)	D	$< 1 \cdot 10^{-3}$	Reasonable remote (vereinzelt)
No effect (-)	E	$\geq 1 \cdot 10^{-3}$	Frequent

# Risikobewertung und Zuverlässigkeit



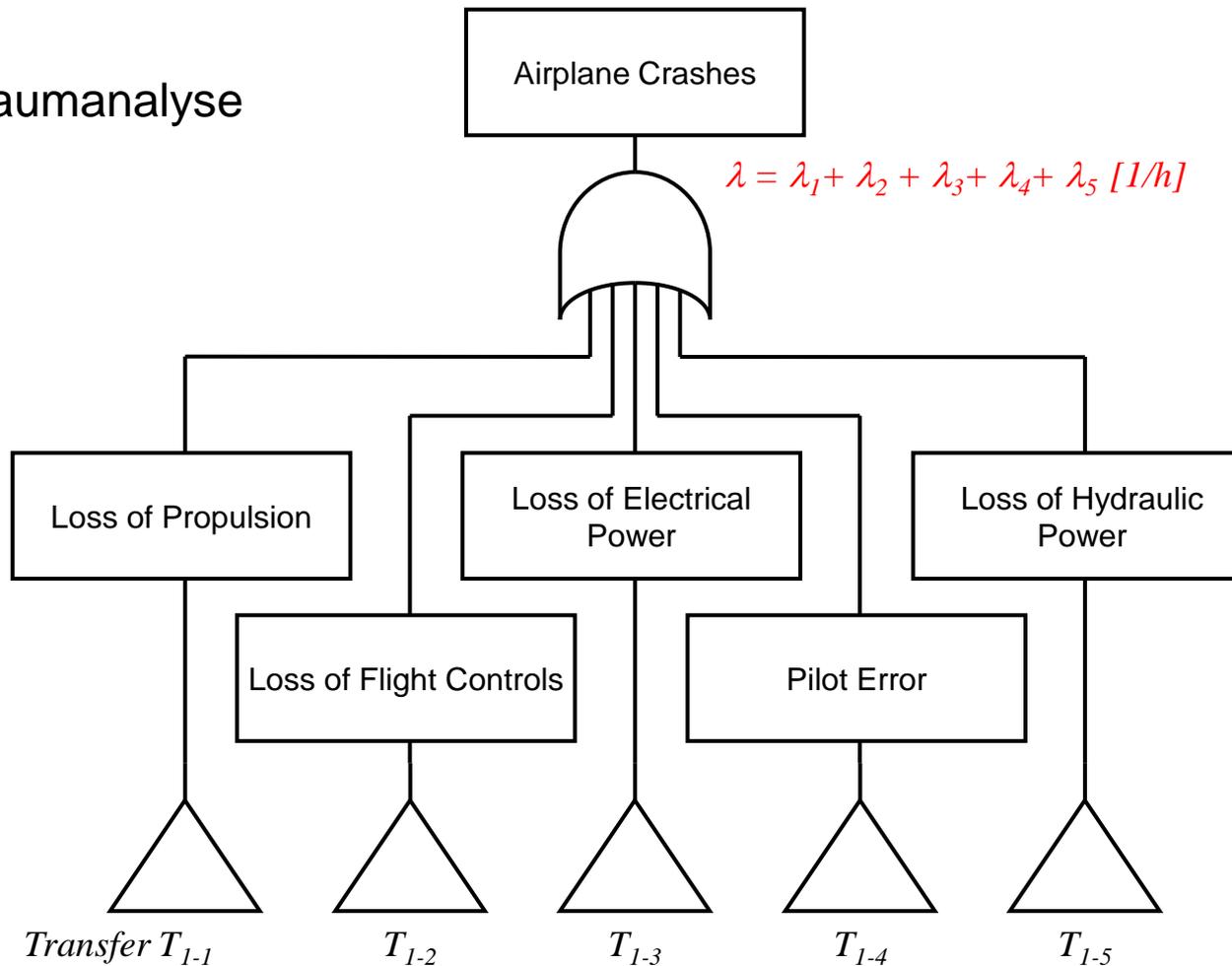
N-fach-Rechner



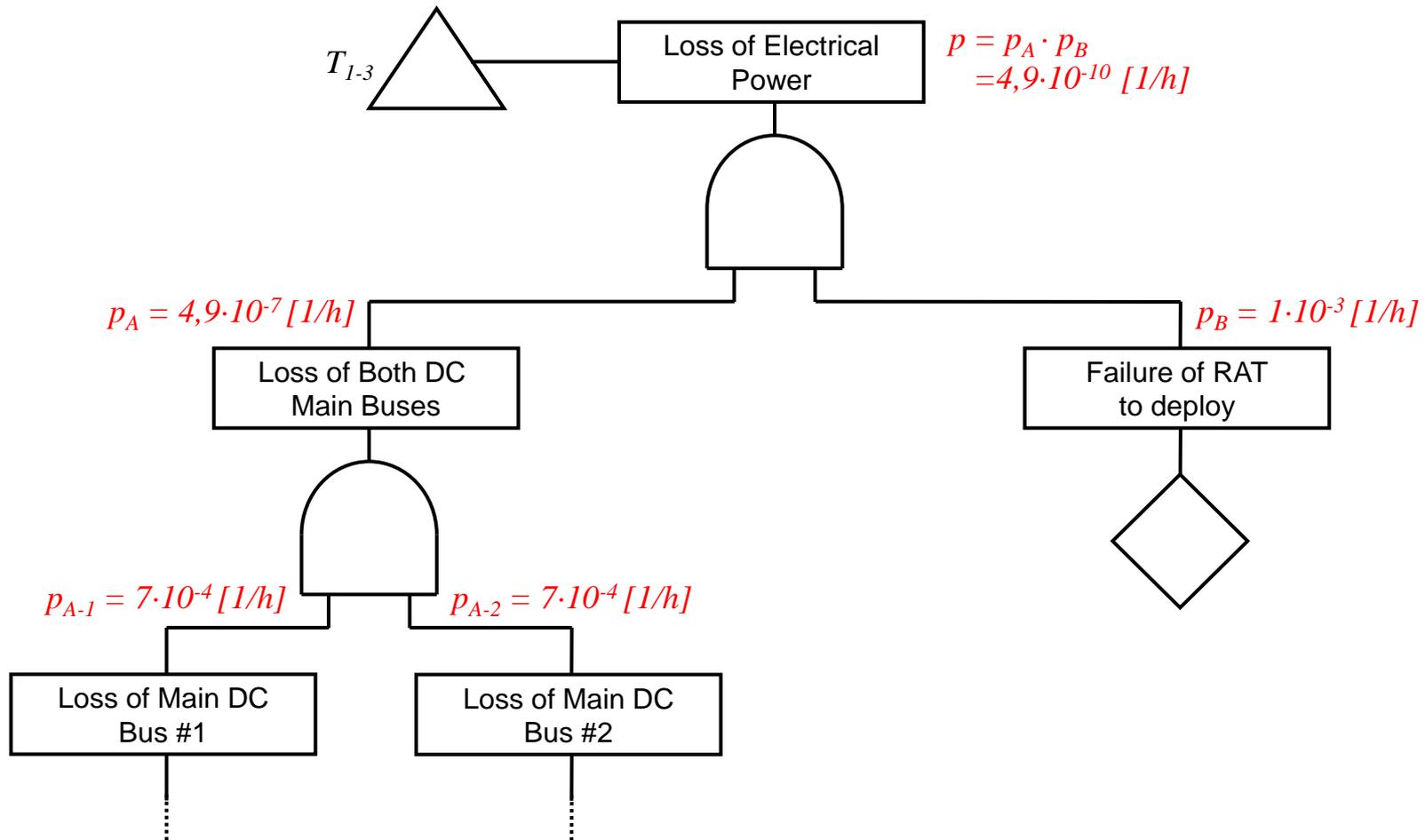
Duo-Duplex-Rechner

# Risikobewertung und Zuverlässigkeit

Fehlerbaumanalyse  
(FTA)

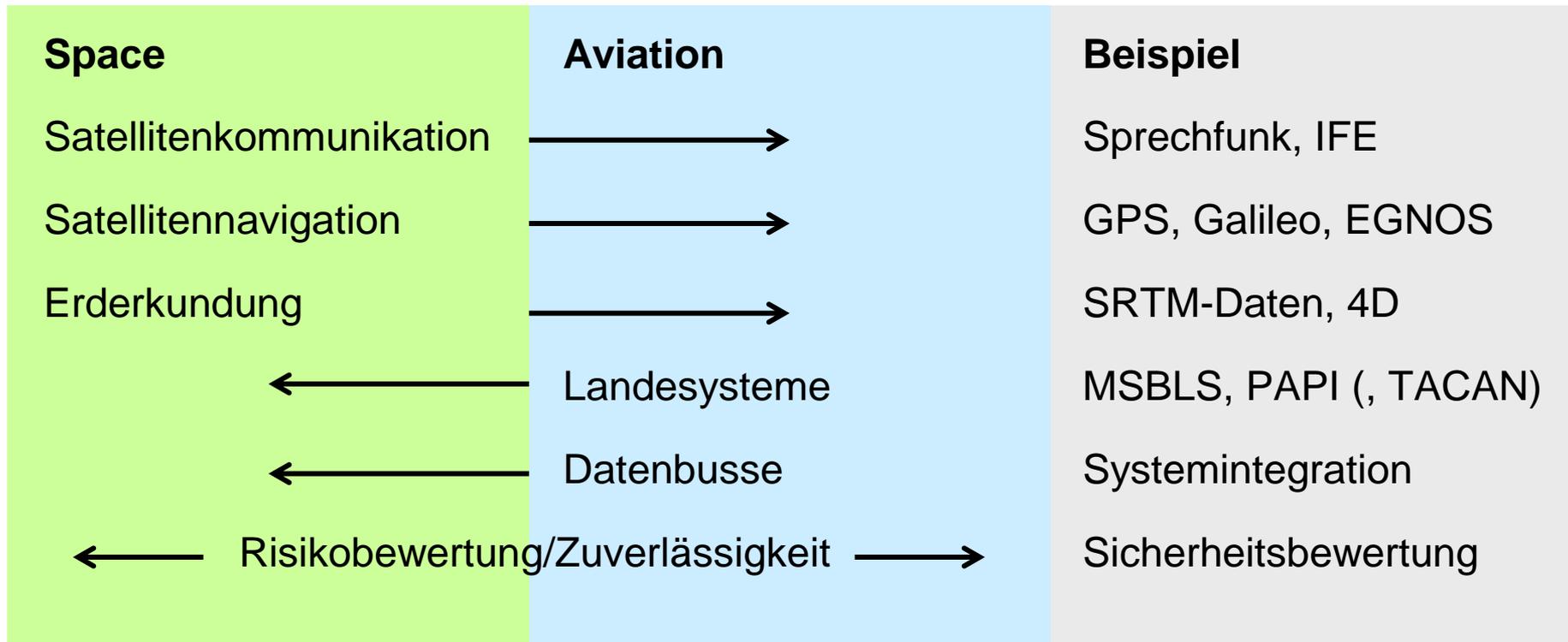


# Risikobewertung und Zuverlässigkeit



# Weltraumtechnologien für die Zivilluftfahrt

## Übersicht zum Vortrag



# Weltraumtechnologien für die Zivilluftfahrt oder: Luftfahrttechnologien für die Raumfahrt?

FH-Prof. Dr. Holger Flühr  
Avionics & ATC Technology  
Luftfahrt / Aviation, FH JOANNEUM Graz