



Das ALPHASAT Experiment

Otto Koudelka

koudelka@tugraz.at

Joanneum Research
DIGITAL
Weltraumtechnik und Akustik

TU Graz
Institut für Kommunikationsnetze und
Satelitenkommunikation

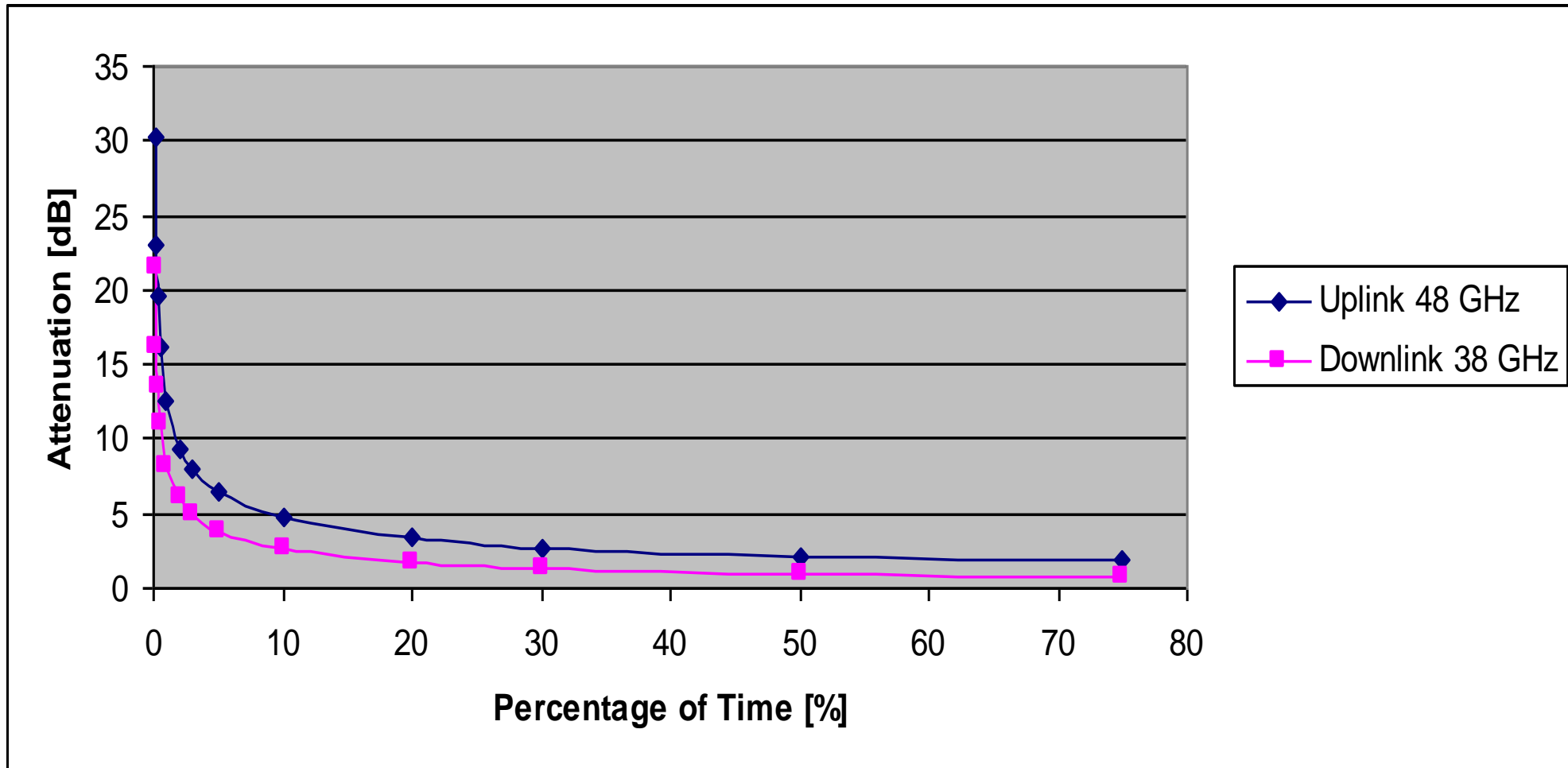
Inhalt

- Einleitung
- Wellenausbreitung bei höchsten Frequenzen
- ALPHASAT Nutzlast
- Bodenstation für 40/50 GHz
- Kommunikations- und Wellenausbreitungsexperimente
- Zusammenfassung

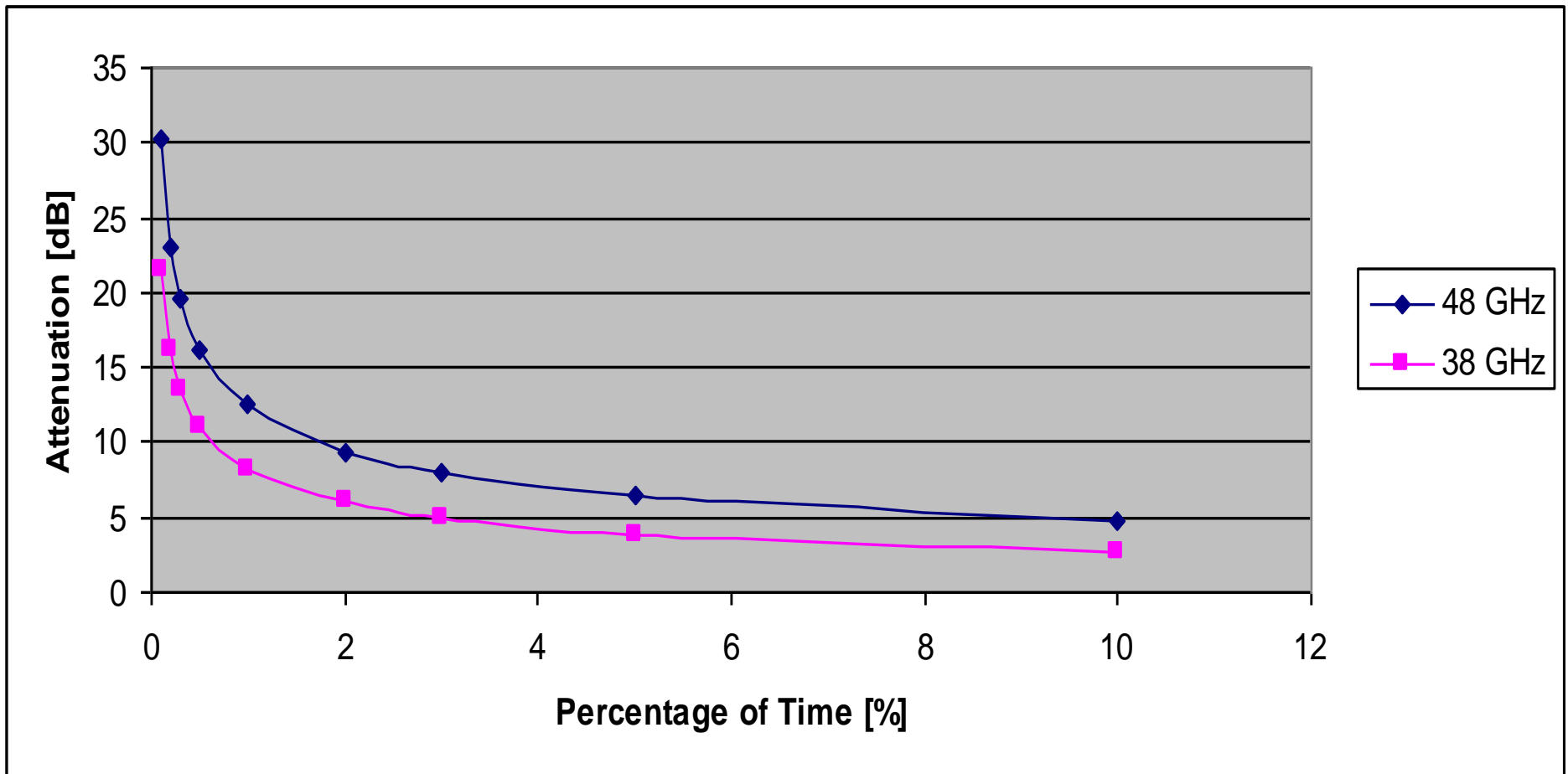
Übertragung von Mikrowellen

- Störung durch Troposphäre
- Wechselwirkung zwischen Hydrometeoren und elektromagnetischer Welle
- Dämpfung, Depolarisation, Streuung, Szintillation
- Effekt umso stärker, je höher die Frequenz

Dämpfungsstatistik



Dämpfungsstatistik



Millimeterwellen

- Frequenz: 40, 50 GHz
- **Vorteil:** hohe Bandbreite für Anwendungen wie HDTV, 3D-TV, Breitband Internet
- Kostengünstigerer Betrieb
- **Nachteil:** stärkere Störungen durch Dämpfung

Gegenmaßnahmen

- Sendeleistung erhöhen
- Antennen vergrößern
- **Prohibitiv teuer bei Millimeterwellen!**
- Adaptive Übertragung durch digitale Signalverarbeitung

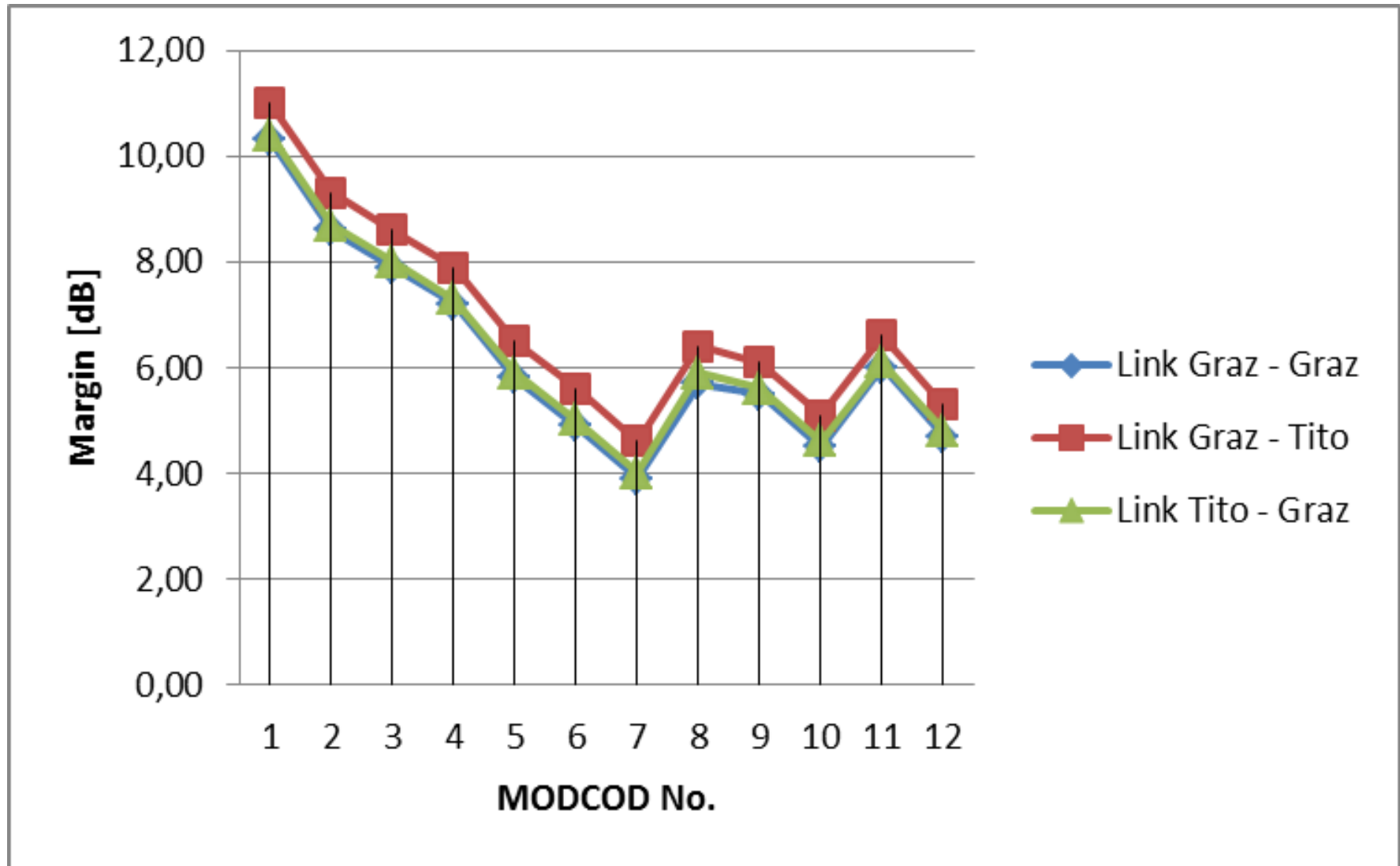
Dämpfungsausgleich

- Reduktion der Übertragungsrate
 - Signal/Rauschleistungsverhältnis steigt
- Modulationsverfahren ändern
 - 32APSK... 16APSK...8PSK...QPSK
- Reduktion der Coderate
 - Gewinn steigt
 - Bitfehlerrate sinkt bei gegebenen SNR
- **Auf Kosten des Datendurchsatzes!**

Übertragungsparameter

MODCOD Nummer	MODCOD	Symbolrate [kSymb/s]
1	QPSK 1/2	8000
2	QPSK 3/5	8000
3	QPSK 2/3	8000
4	QPSK 3/4	8000
5	QPSK 5/6	8000
6	QPSK 8/9	8000
7	8PSK 2/3	8000
8	8PSK 3/4	4000
9	16APSK 2/3	2000
10	16APSK 3/4	2000
11	16APSK 5/6	1000
12	16APSK 8/9	1000

Reserven



ALPHASAT

- Größter europäischer Nachrichtensatellit bisher
 - 6 t Masse
 - 12 kW Leistung
 - 12 m Durchmesser der entfaltbaren Antenne
- Hauptnutzlast: INMARSAT (L-Band)
- Start: 2013
- Innovative Technologieexperimente
 - Q/V-Band Transponder und Wellenausbreitungsnutzlast
 - Laser Terminal
 - Neuartiger Sternensensor
 - Strahlungsmessgerät

ALPHASAT



ESA Technology Demonstrator Programme

- TDP #5 : Kommunikations- und Ausbreitungsexperimente
- Einladung an Österreich durch ASI zur Teilnahme an TDP #5
- Unterstützung durch FFG/ALR
- 3.Antennenausleuchtzone auf Österreich geändert
- Definition gemeinsamer Experimente
 - Italian Space Engineering ASI, Space Engineering (I)
 - Politecnico di Milano (PI Prof. Carlo Riva, Prof.A.Paraboni)
 - Università Tor Vergata (PI Prof. Marina Ruggieri)
 - Joanneum Research & TU Graz

Erfahrung in Satellitenkommunikation und
Wellenausbreitung seit 1974



1. Ku-Band
Radiometer



Ku-band Station am
Observatorium Lustbühel



OLYMPUS/
KOPERNIKUS
Ka-Band Station



C-Band
Wetter
Radar
Hilwarte

Experimente

- Wellenausbreitung
 - Joanneum Research und TU Graz entwickelten einen Bakenempfänger für ALPHASAT unter ESA-Vertrag
- Kommunikation
 - Untersuchung von Dämpfungsgegenmaßnahmen
 - Adaptive Codierung and Modulation (ACM)
 - Uplink Power Control
 - Site Diversity

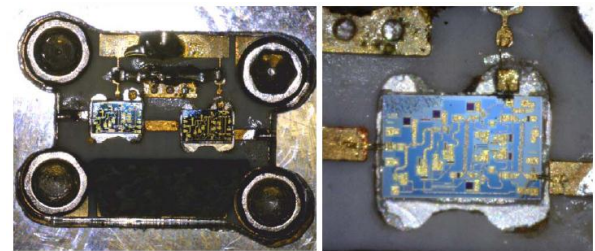
Bakenempfänger



Downconverter, Data Grabber, System Control

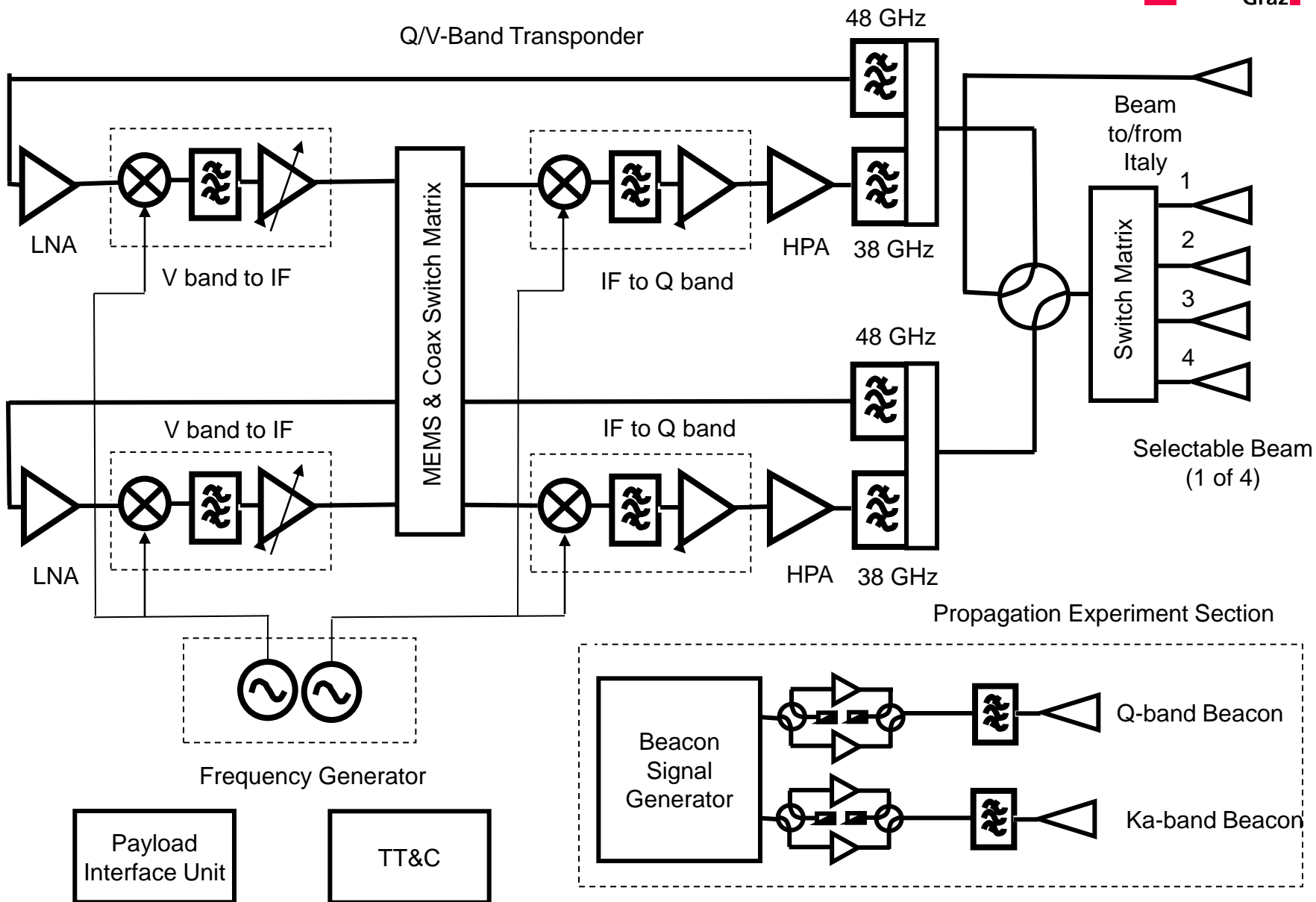


Quelle: TEMIX, Italy

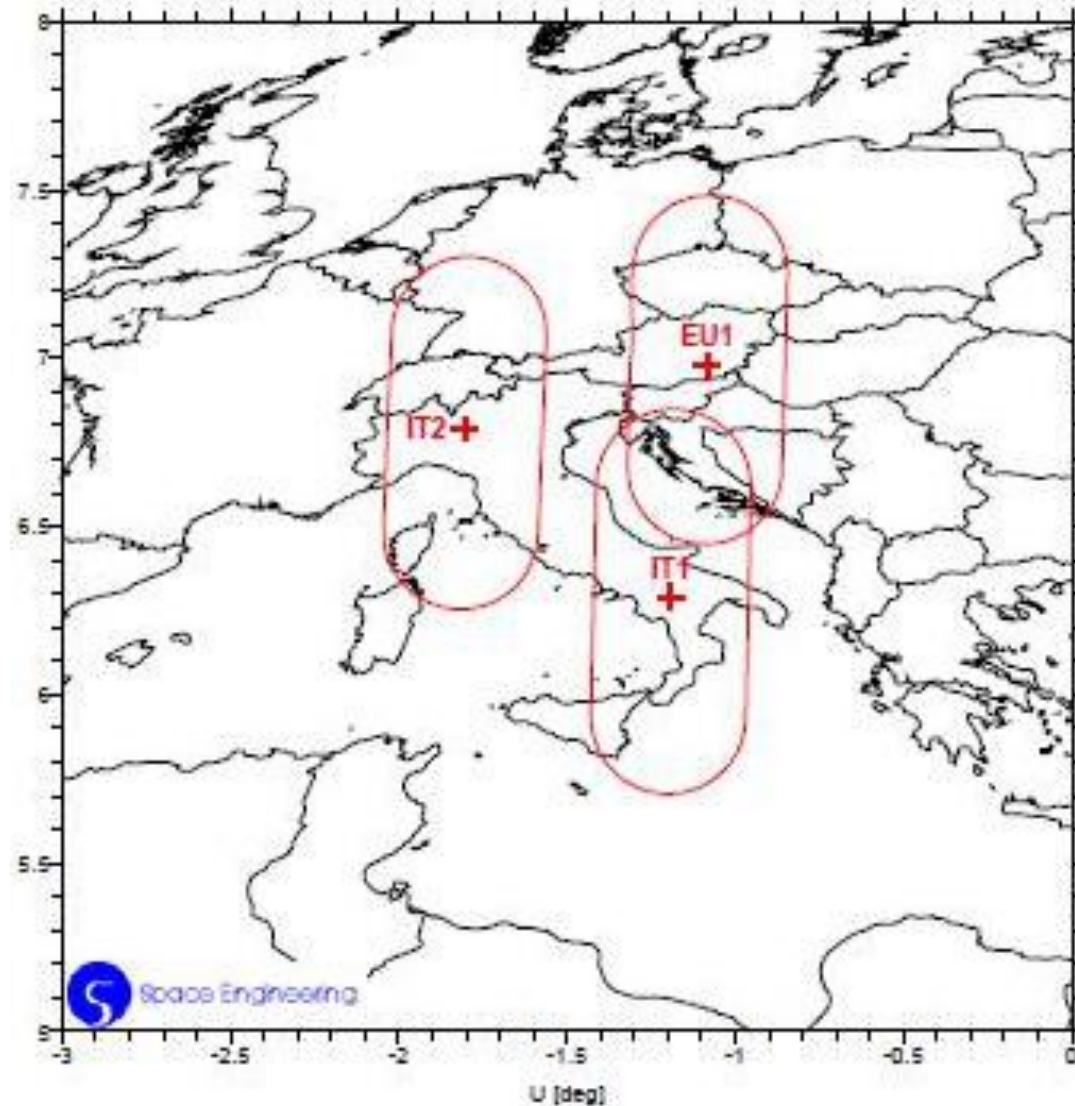


Quelle: ACORDE, Spain

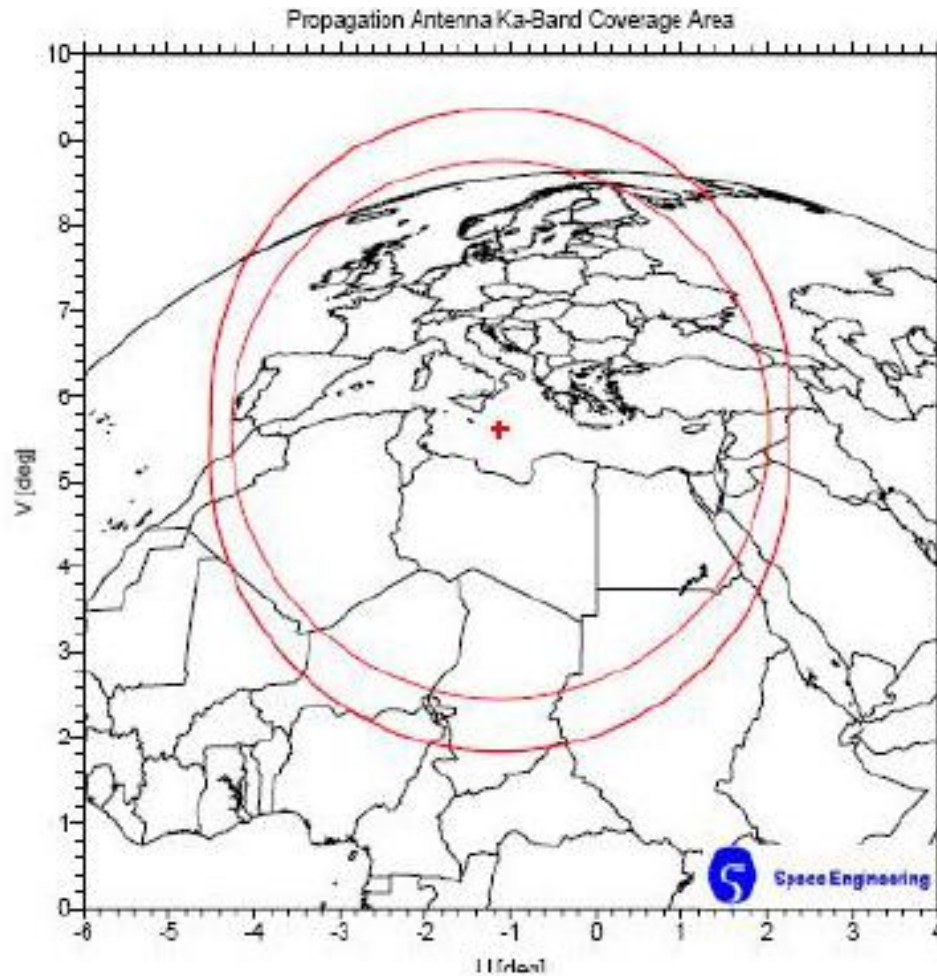
ALPHASAT ALDO Nutzlast



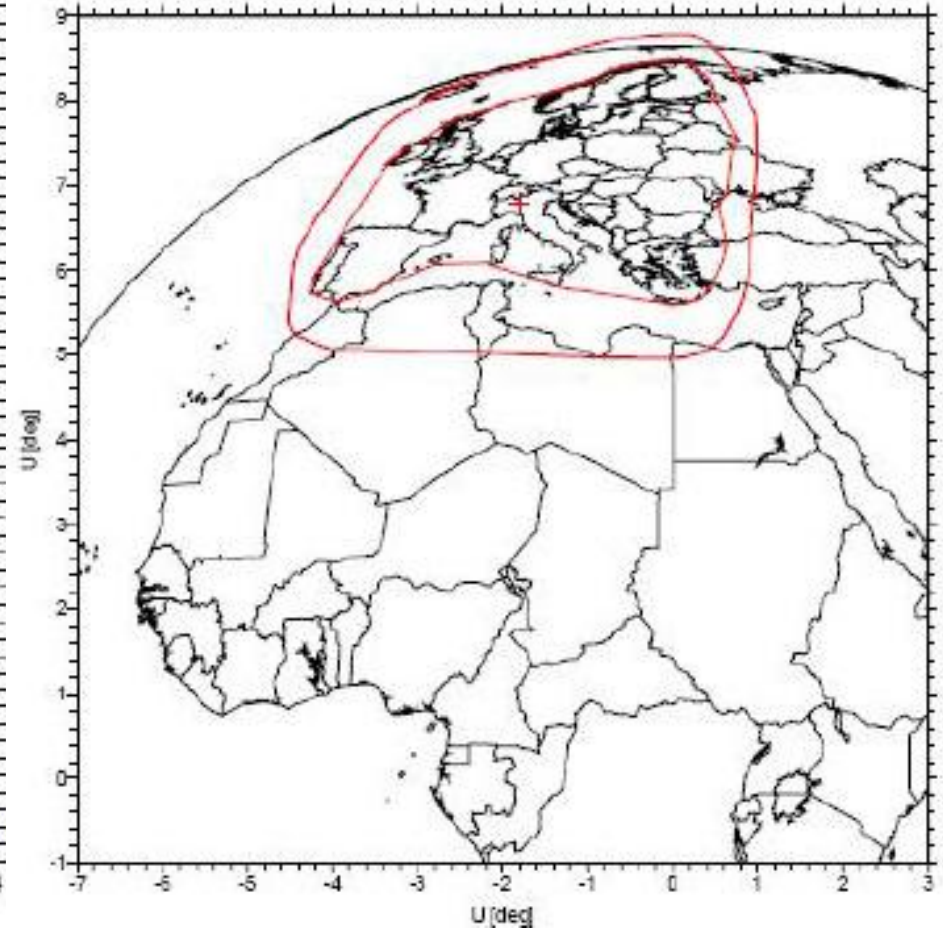
Q/V-Band Ausleuchtzonen



Ausbreitungsbaken

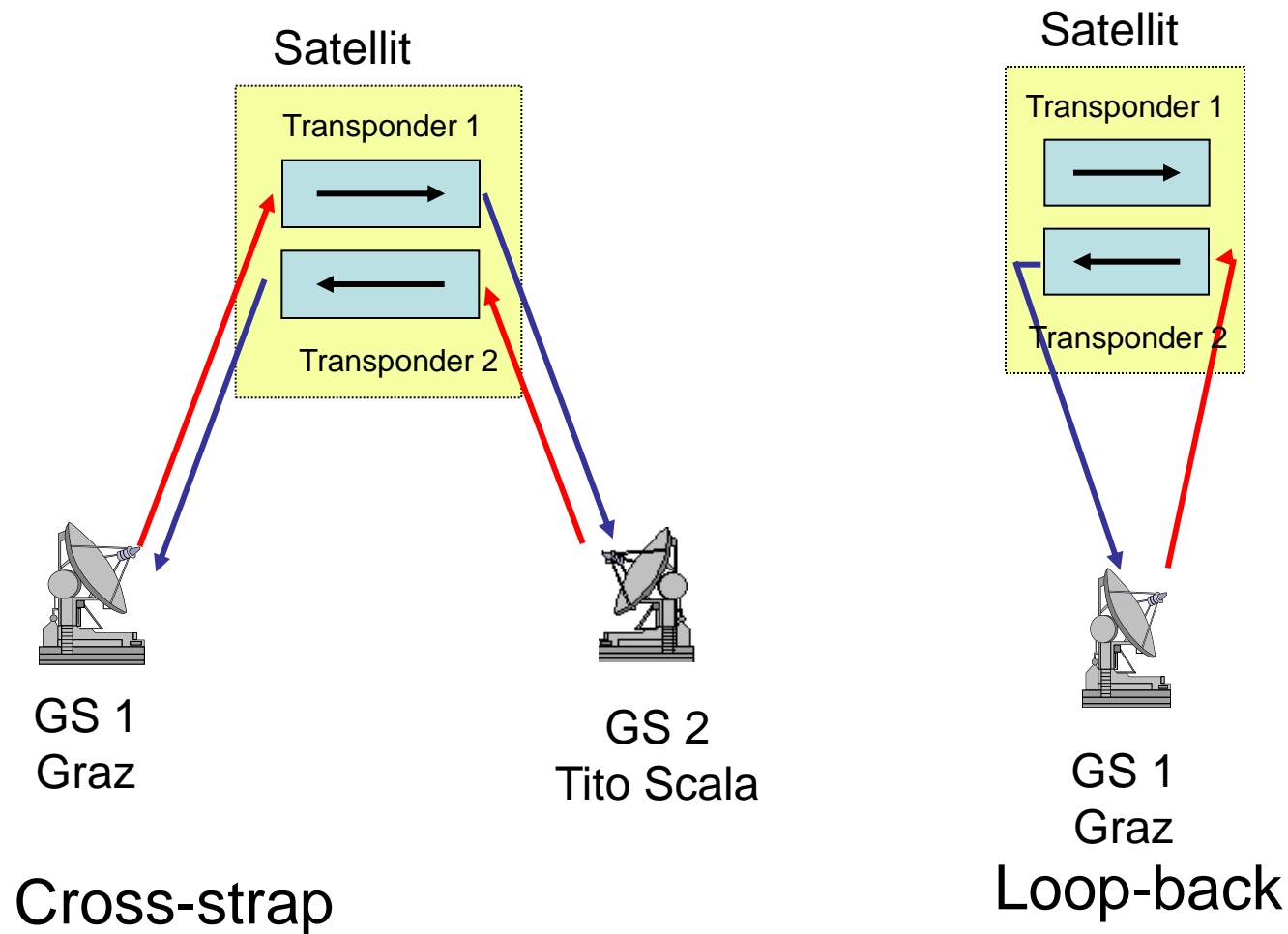


Ka-Band



Q-Band

Betriebsmoden



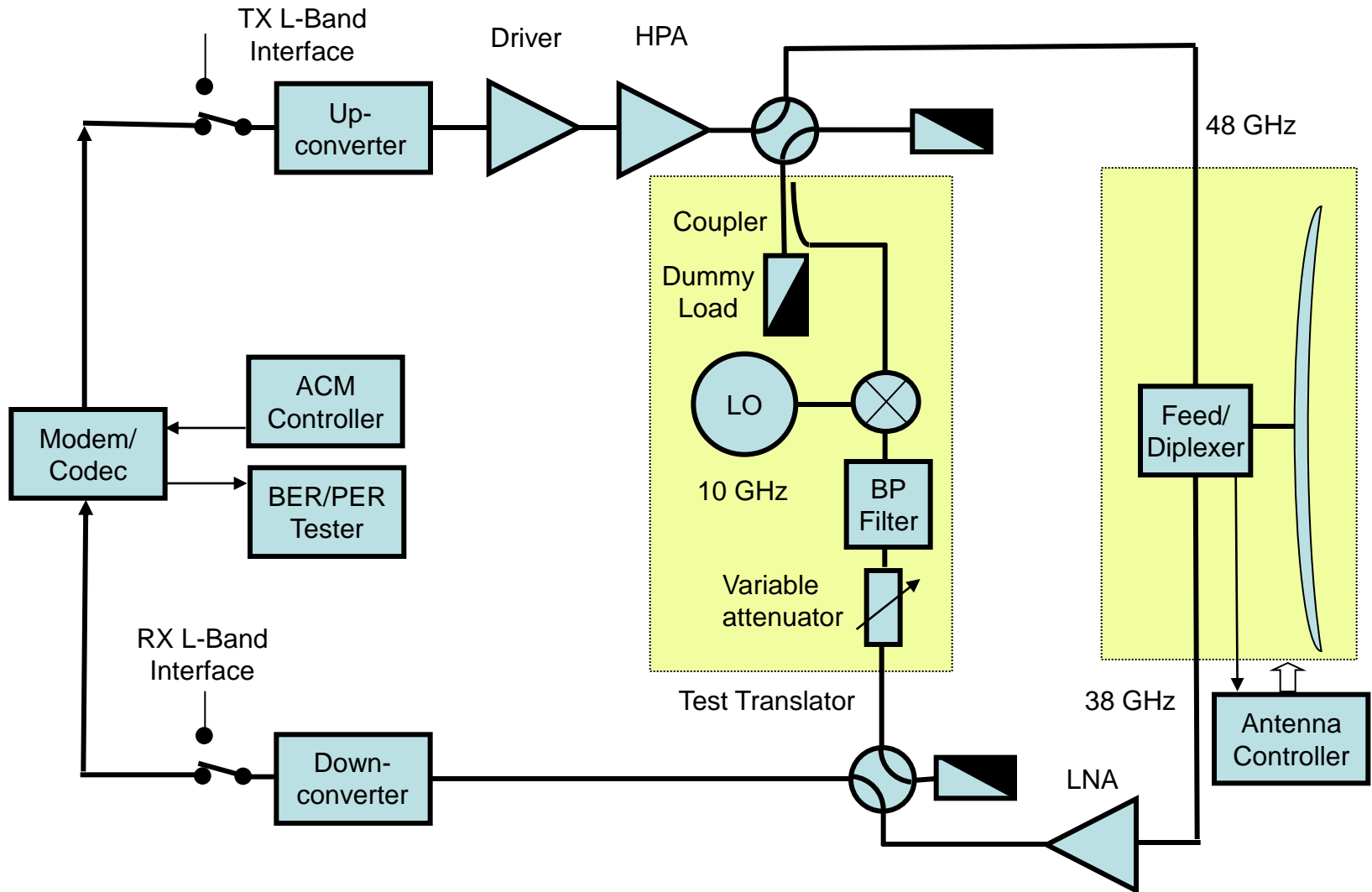
Satellitenparameter

- Uplink: 47.9, 48.1 GHz
- Downlink: 37.9, 38.1 GHz
- EIRP: 39 dBW (linear mode)
- G/T: 4.5 dB/K
- IPFD: -84...-104 dBW/m²
- Transponder Bandbreite: 10 MHz
- Polarisation: linear vertikal

- Baken: 19.704 GHz (19.5 dBW) linear vertikal pol.
39.402 GHz (26.5 dBW) linear 45° pol.

- Inklinierter Orbit (Lebensdauer des Satelliten)
- Antennennachführung erforderlich!

Bodenstation



Bodenstationsparameter

- Antenne: 3 m
- EIRP: 77.8 dBW
- G/T: 32.7 dB/K

- HPA: V-band Klystron 50 (200) W

- Nachführung: Programm/Step-track/selbstlernender Algorithmus

Hilmwarte



Sender



Modem

- DVB-S2 Modems (NEWTEC)
- ZF: 950 – 1750 MHz
- QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
- Code rate: 1/2 ... 8/9
- Steuerung via Ethernet



Software Defined Radio Plattform



Bakenempfänger
Signalgüteanalysator

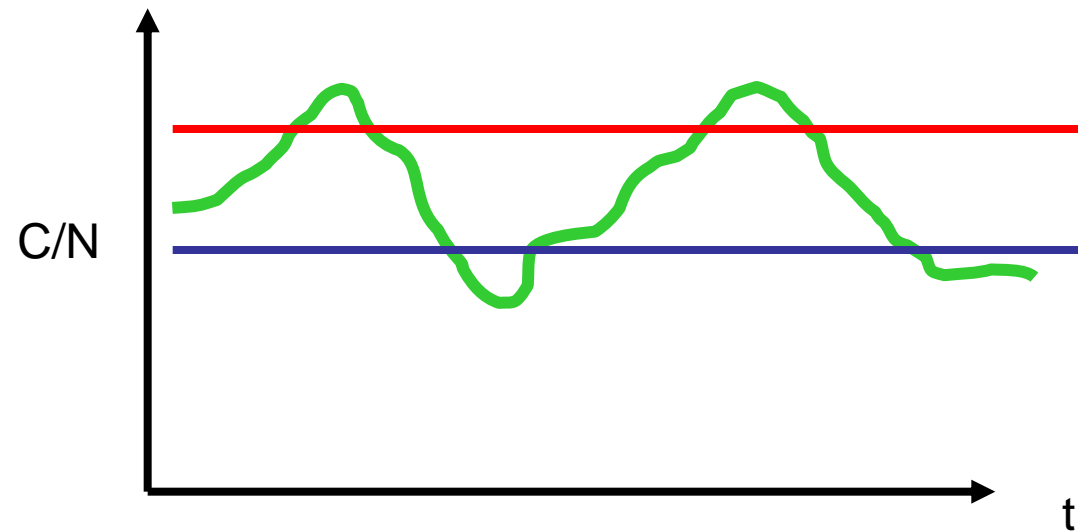
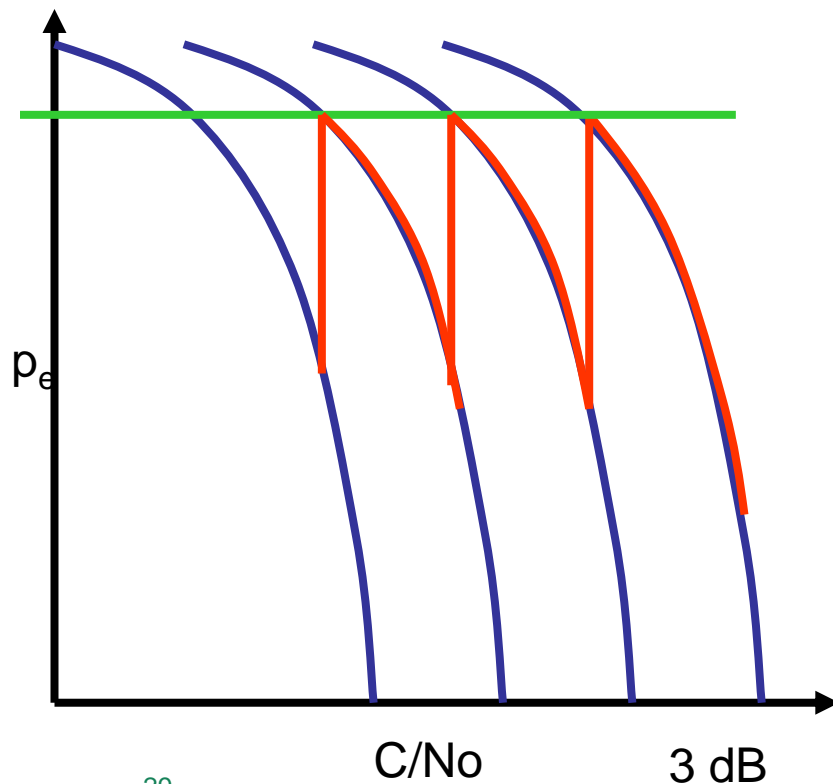


Experimentdurchführung

- Messung der Dämpfung, Dämpfungsdauer, Anstiegszeit der Dämpfung und des dynamischen Verhaltens (mit Bakenempfänger)
- Übertragungstests Graz – Graz, Graz – Tito
- Messung der Paketfehlerrate abhängig vom SNR
- Optimierung der Dämpfungsausgleichsalgorithmen
 - Hysterese
 - Robustheit, Stabilität
- Vergleich der SNR-Werte Signalanalysator - Bakenempfänger
- Datendurchsatzmessung unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen

Weitere Experimente

Feststellung der geeigneten Schwellwerte für die Umschaltung
Zwischen en MODCODs



Zusammenfassung

- Einladung der ASI bietet einzigartige Gelegenheit, an der Erforschung und Nutzung des neuen Q/V-Bandes in internationaler Kooperation teilzunehmen
- Erweiterung der Infrastruktur in Graz auf Q/V-Band
- Statistiken über Ausbreitungsverhalten, v.a. Szintillation
- Entwicklung neuer Methoden, um im Q/V-Band mit minimalen Systemreserven zu operieren
- Drastische Bodenstations-Kostensenkung (kleinere Antennen, schwächere Sender)

Zusammenfassung (2)

- Nachweis, dass ACM effizient und kostengünstig ist
- Ergebnisse höchst relevant für spätere kommerzielle Nutzung des Q/V-Bandes
- Publikation der Ergebnisse in Top Journals

Danksagung

- ASI (G.Codispoti)
- ESA (A.Mauroschat, J.Rivera Castro, A.Martellucci)
- ALR/FFG (H.Posch, L.Berset)
- Space Engineering (A.Vernucci, C.Cornacchini)
- Politecnico di Milano (A.Paraboni)
- Università Tor Vergata (M.Ruggieri)
- Joanneum Research (M.Schmidt, M.Schönhuber, J.Ebert, H.Schlemmer, S.Kastner, W.Taschner)
- TU Graz (W.Gappmair, M.Flohberger)