



VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF GEODESY  
AND GEOINFORMATION



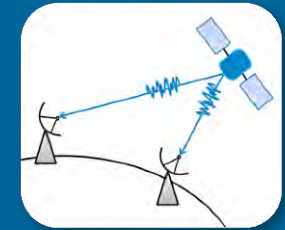
CHALMERS  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Geodätische Woche, Berlin, 7. 10. – 9. 10. 2014  
Session 5: GGOS (Global Geodetic Observation System)



# Scheduling von VLBI- Beobachtungen zu Satelliten mit VieVS



Andreas Hellerschmied<sup>1</sup>,  
J. Böhm<sup>1</sup>, L. Plank<sup>2</sup>, A. Neidhardt<sup>3</sup>, J. Kodet<sup>3</sup>, R. Haas<sup>4</sup>

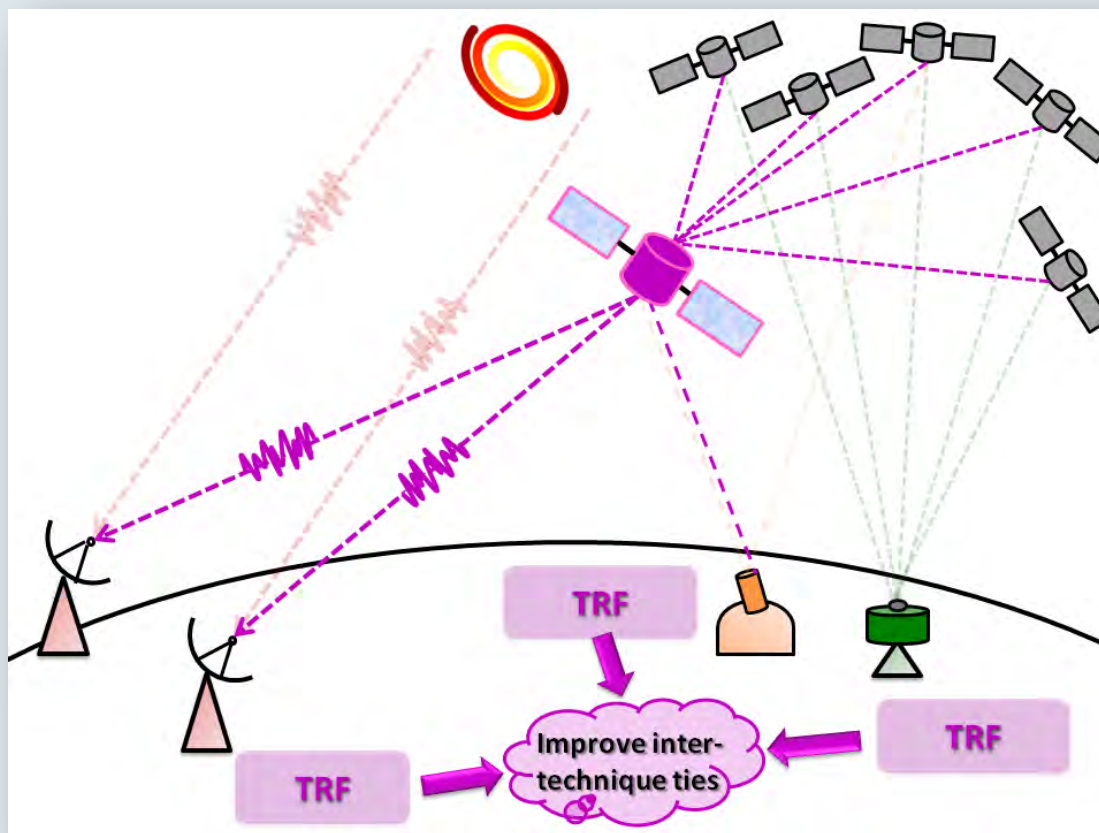
<sup>1</sup> Technische Universität Wien, Österreich

<sup>2</sup> University of Tasmania, Australia

<sup>3</sup> Technische Universität München, Geodätisches Observatorium Wettzell, Deutschland

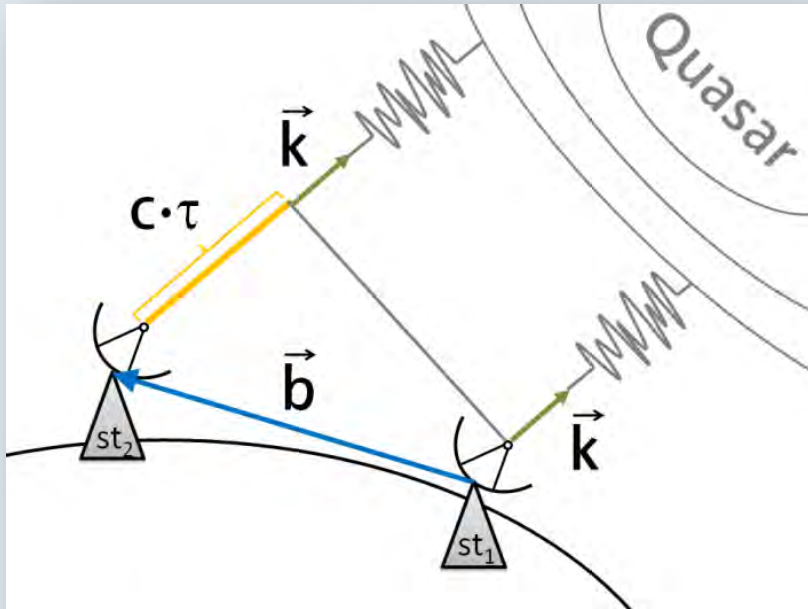
<sup>4</sup> Chalmers University of Technology, Onsala Space Observatory, Sweden

- Motivation
  - Verknüpfung von Referenzrahmen
  - Verbesserte ITRF Realisierung

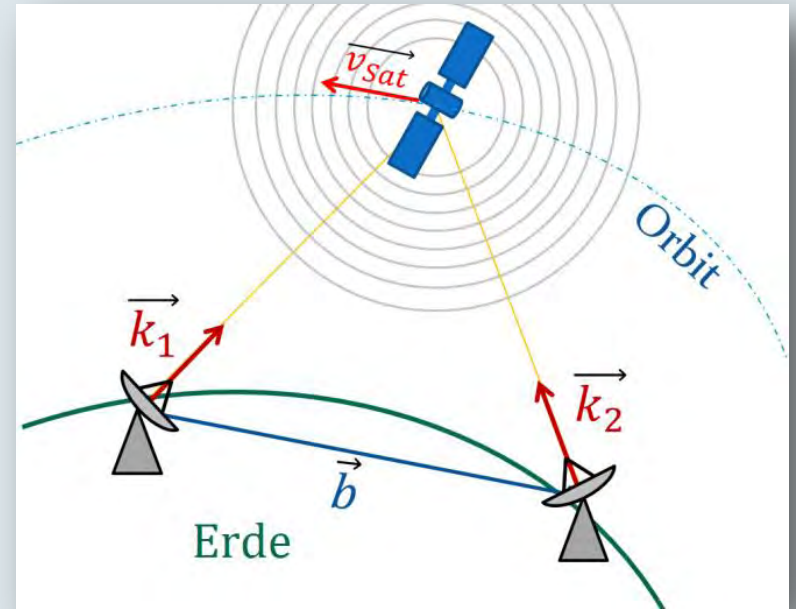


„Co-Location im Weltraum“ (L. Plank, 2014)

## Standard VLBI



## Satellitenbeobachtung



### Natürliche Radioquellen (Quasare)

- Quasi unendlich weit entfernt
- Parallele Wellenfront
- Fixpunkt im Himmelsreferenzsystem

### Künstliche Satellitensignale

- Im Nahfeld der Erde
- Gekrümmte Wellenfront
- Beweglich

- Voraussetzung → Geeignete Beobachtungspläne („Schedules“)
  - Definieren zeitlichen Ablauf eines VLBI Experiments
  - Üblicherweise mit spezieller Software generiert

→ **Problem:** Erstellung von Beobachtungsplänen („Scheduling“) für Satellitenbeobachtungen wird von verfügbarer Software routinemäßig nicht unterstützt.

→ **Lösung:** Planungsmodul für Satellitenbeobachtungen für die Vienna VLBI Software (VieVS; *Böhm et al., 2012*) erstellen.



**Stations-Netzwerk + Datum/Zeit**

**Orbit Information Satelliten**

**Beobachtungs-Parameter**

**Ausgabe Optionen**

**Nutzer Interface**

The screenshot shows the 'Vienna VLBI Software 2.2' interface. It includes sections for 'Scheduling', 'Network' (with 'Available', 'Selected', and 'Predefined' lists), 'Session start' (date and time), 'Duration', 'Band', 'SNR', 'Observing mode for twin telescopes' (radio buttons for 'Same source observations', 'Continuous observations', 'Multidirectional observations'), 'Parameters' (Sundist, Cut-off el, Source flux), 'Output' (checkboxes for 'Write NGS file', 'Write SUM file', 'Write SKD file'), 'Strategy' (radio buttons for 'Source-based strategy', 'Station-based strategy', 'Satellite Scheduling'), and 'Satellite Scheduling' (TLE data file, 'Update TLE data from WWW', 'Available' and 'Selected' satellite lists, 'Clear selected', 'Initial Propagation Interval', 'Output options' with checkboxes for 'Print orbit info to Command Window', 'Create elevation plots', 'Create Skyplots', 'Scheduling and VEX file output').

**Eingangsdaten**

**VEX Dateien erstellen**

The right side of the image shows graphical outputs and a VEX file. It includes three plots: 'Station: ONSALA85', 'Station: WETTZELL', and 'Skyplot for Station: ONSALA85'. Below the plots is a 'Duration (hours)' plot. A blue arrow points from the 'Skyplot' plot to a text box containing the VEX file content.

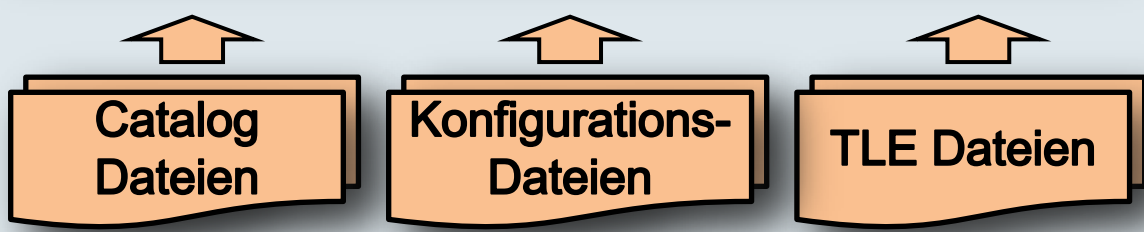
```

##### Manual Satellite Scheduling Approach #####
1 - GLONASS-721
t1 - 2014 8 31 09:00:00.00 (start)
t2 - 2014 8 31 11:12:40.20 (end)
t3 - 2014 8 31 11:47:07.80 (start)
t4 - 2014 8 31 12:26:33.51 (end)

2 - GLONASS-731
t5 - 2014 8 31 09:00:00.00 (start)
t6 - 2014 8 31 11:50:02.42 (end)

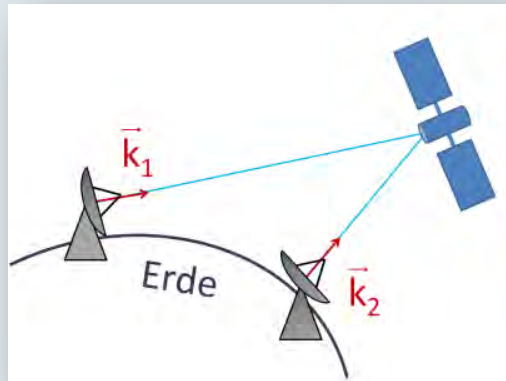
3 - GLONASS-735
t7 - 2014 8 31 09:53:22.03 (start)
t8 - 2014 8 31 12:59:60.00 (end)

#### Type in an Experiment Name ####
=> Input Length: Between 1 and 4 characters
=> Legal characters: "A-Z", "a-z", "0-9", "_", "-"
Experiment name :
    
```

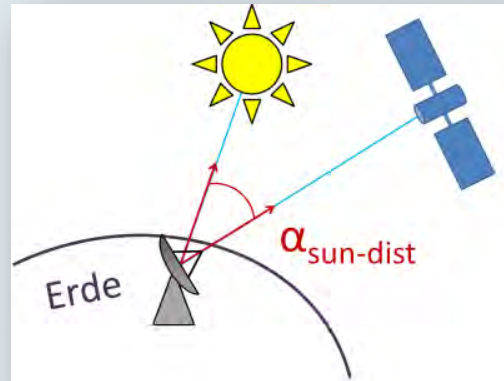


- Bedingungen für die **zeitliche Verfügbarkeit** von Satelliten als Beobachtungsziel:

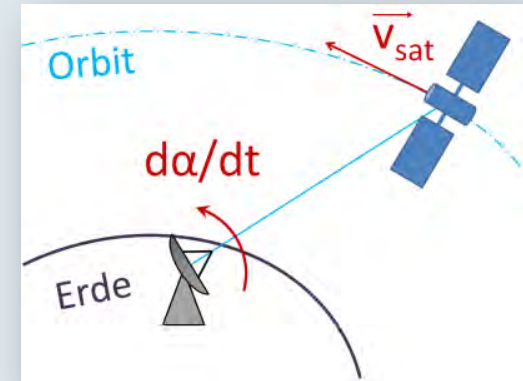
Sichtbarkeit?



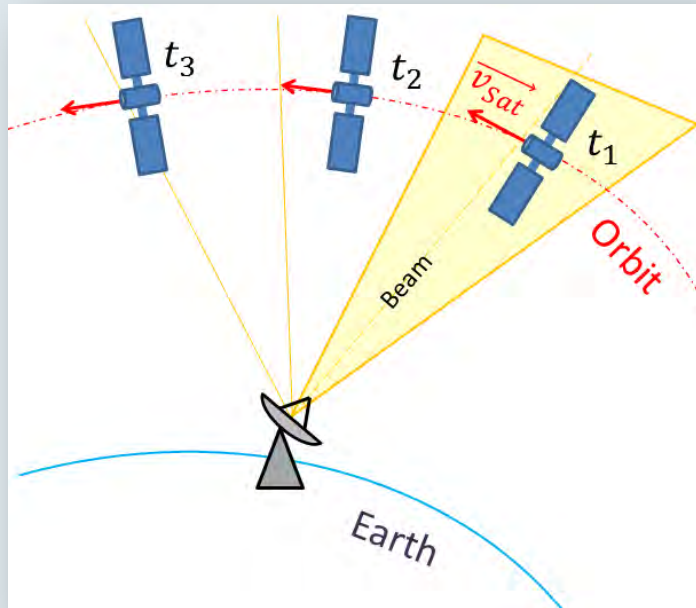
Abstand zur Sonne?



Drehgeschwindigkeiten?



- VEX = Standard Dateiformat für VLBI-Beobachtungspläne
- Beinhaltet alle Informationen, um ein VLBI Experiment auszuführen
  - Quellpositionen, zeitlicher Ablauf, Empfängereinstellungen, etc...
- „Schrittweises“ Satelliten-Tracking mit VEX Dateien



Prinzip des „schrittweisen Trackings“

- Beobachtungsplanung mit



→ GLONASS Satelliten

- L1 Band Signale  
(1602.56 - 1615.5 MHz)

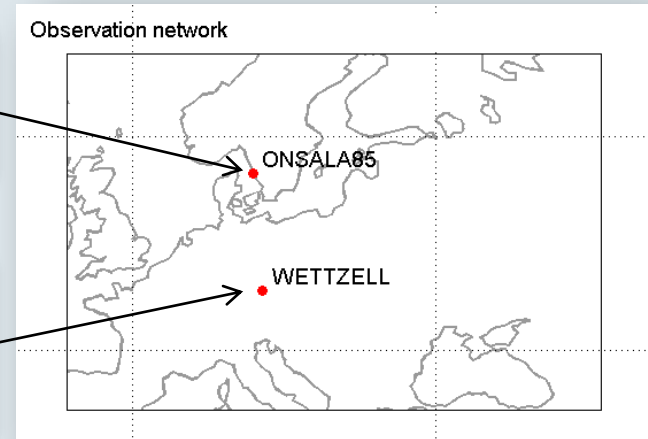
- Onsala, Schweden:

- R. Haas
- 25 m Antenne, L-Band Feed



- Wettzell, Deutschland

- A. Neidhardt
- 20 m Antenne, S/X-Band Feed
- Neuer L1-Band GNSS Empfänger  
*(Kodet et al., 2014)*

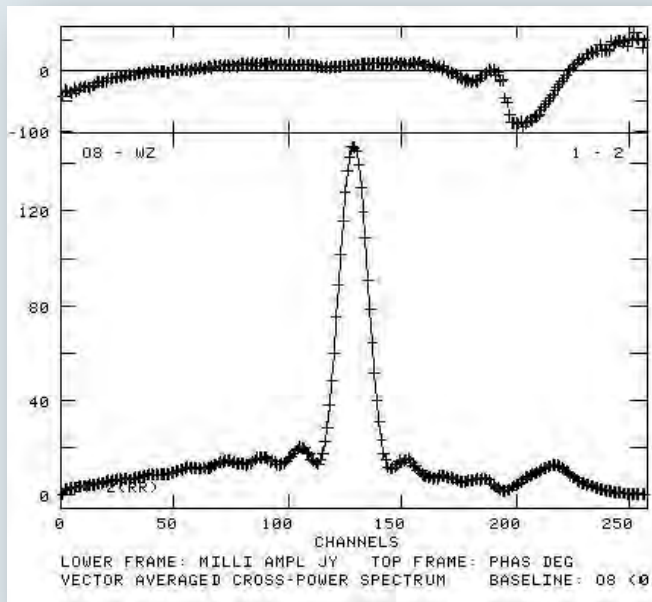


- Vier Experimente, je eine Stunde Dauer

- 16. Januar 2014: G140116a, G140116b
- 21. Januar 2014: G140121a, G140121b



- Korrelation der aufgezeichneten Daten mit DiFX Software (*Deller et al., 2007*) durch R. Haas
- ➔ Kontinuierliche Phasen und starke Amplituden bei allen beobachteten Satelliten gefunden



Fringe Plot von GLONASS-732. Daten aufgezeichnet während des G140121a Experiments. Korrelation mit DiFX (0,25 sec Integrationszeit) und Fringe Fitting mit AIPS (*AIPS, 2014*).

- **VieVS Planungsmodul für Satellitenbeobachtungen**
  - ✓ Planung von realen Satellitenbeobachtungen mit VLBI
  - ✓ Erstellung von Beobachtungsplänen (VEX Format)
  - Noch keine Beobachtungsoptimierung
  - Noch keine Kombination mit Standard VLBI Beobachtungen zu Quasaren
  
- **Erste Experimente auf Basislinie Wettzell – Onsala im Januar 2014 erfolgreich ausgeführt**
  - ✓ Beobachtungsplanung mit VieVS erfolgreich

# Fragen?

Kontakt:

*andreas.hellerschmied@geo.tuwien.ac.at*

## Referenzen:

**AIPS (2014)**, Astronomical Image Processing System. <http://www.aips.nrao.edu/index.shtml>.

**Böhm et al. (2012)**, The New Vienna VLBI Software, Proceedings of the 2009 IAG Symposium, Buenos Aires, Argentina, 31 August 2009 - 4 September 2009, Series: International Association of Geodesy Symposia, Vol. 136, Kenyon S, Pacino MC, and Marti U (eds.), ISBN 978-3-642-20337-4, pp. 1007-1012.

**Deller A et al. (2007)**, DiFX: A Software Correlator for Very Long Baseline Interferometry using Multiprocessor Computing Environments. The Publications of the Astronomical Society Of the Pacific, 119, 318-336.

**Haas R et al. (2014)**, The Wettzell-Onsala G130128 Experiment – VLBI observations of a GLONASS satellite, 8th IVS General Meeting, Shanghai, March 2014.

**Hoots FR & Röhrich RL (1988)**, Spacetrack Report No. 3 – Models for Propagation of NORAD Elements Sets, Project Spacetrack Reports, Office of Astrodynamics, Aerospace Defense Center, Peterson.

**Kodet J et al. (2014)**, Co-locations of Space Geodetic Techniques on Ground and in Space, 8th IVS General Meeting, Shanghai.

**Plank L (2014)**, Precise station positions from VLBI observations to satellites: a simulation study, J Geod, 88: 659 – 673.

**Tornatore V et al. (2010a)**, Planning of an Experiment for VLBI Tracking of GNSS Satellites, IVS 2010 General Meeting Proceedings, p.70–74.

**Tornatore V et al. (2010b)**, Tracking of Glonass satellites by VLBI radio telescopes, 5th ESA International Workshop on Tracking, Telemetry and Command Systems for Space Applications, 21 – 23 September 2010.

**Tornatore V et al. (2014)**, Direct VLBI Observations of Global Navigation Satellite System Signals, International Association of Geodesy Symposia, Proc. IAG General Assembly, Melbourne - 2011, 139 pp. 247-252.

**Vandenberg N (1997)**, SKED's Catalogs – Program Reference Manual, NASA, GSFC.