

Geodätische Observatorien

U. Hugentobler, TU München

D-A-CH Tagung
DGK-ÖGK-SGK

Potsdam 8.-10. Nov. 2017



Zimmerwald, Universität Bern, swisstopo
Prof. T. Schildknecht



Wetzell, BKG, TU München
Prof. T. Schüler, Prof. U. Schreiber, Dr. A. Neidhardt, Dr. T. Klügel



Graz, Institut für Weltraumforschung, ÖAW
Dr. G. Kirchner



Global Geodetic Observing System

- Initiative der Internationalen Assoziation der Geodäsie (IAG)
- Ziele sind ...
 - ... die Kombination der verschiedenen Raumverfahren zu einem Beobachtungssystem und
 - ... die Erfassung konsistenter Beobachtungen von Form, Rotation und Schwerefeld der Erde
 - ... als metrologische Grundlage für die Erarbeitung eines konsistenten und zuverlässigen Bildes der Prozesse, welche im System Erde ablaufen.
- Interface der geodätischen Community zum Global Earth Observing System of Systems (GEOSS)
- im Einklang mit der Strategie der Group of Earth Observation (GEO)

Realisierung globaler Referenzrahmen

GNSS



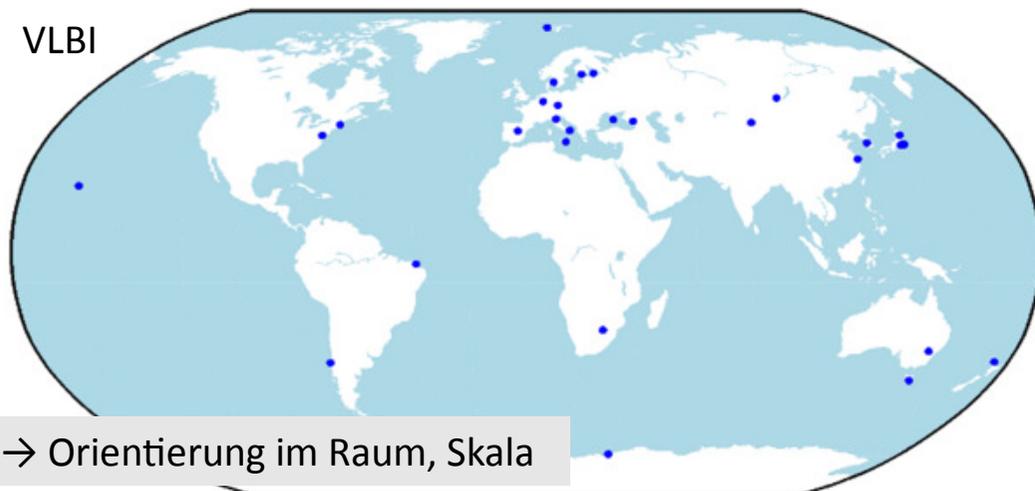
→ Verknüpfung der Netze, Bereitstellung an Nutzer

SLR



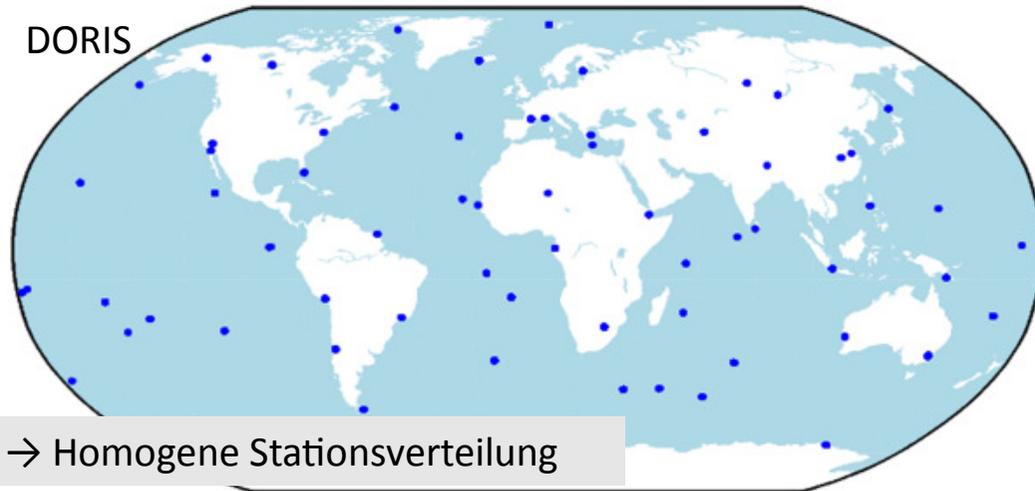
→ Realisierung Ursprung, Skala

VLBI

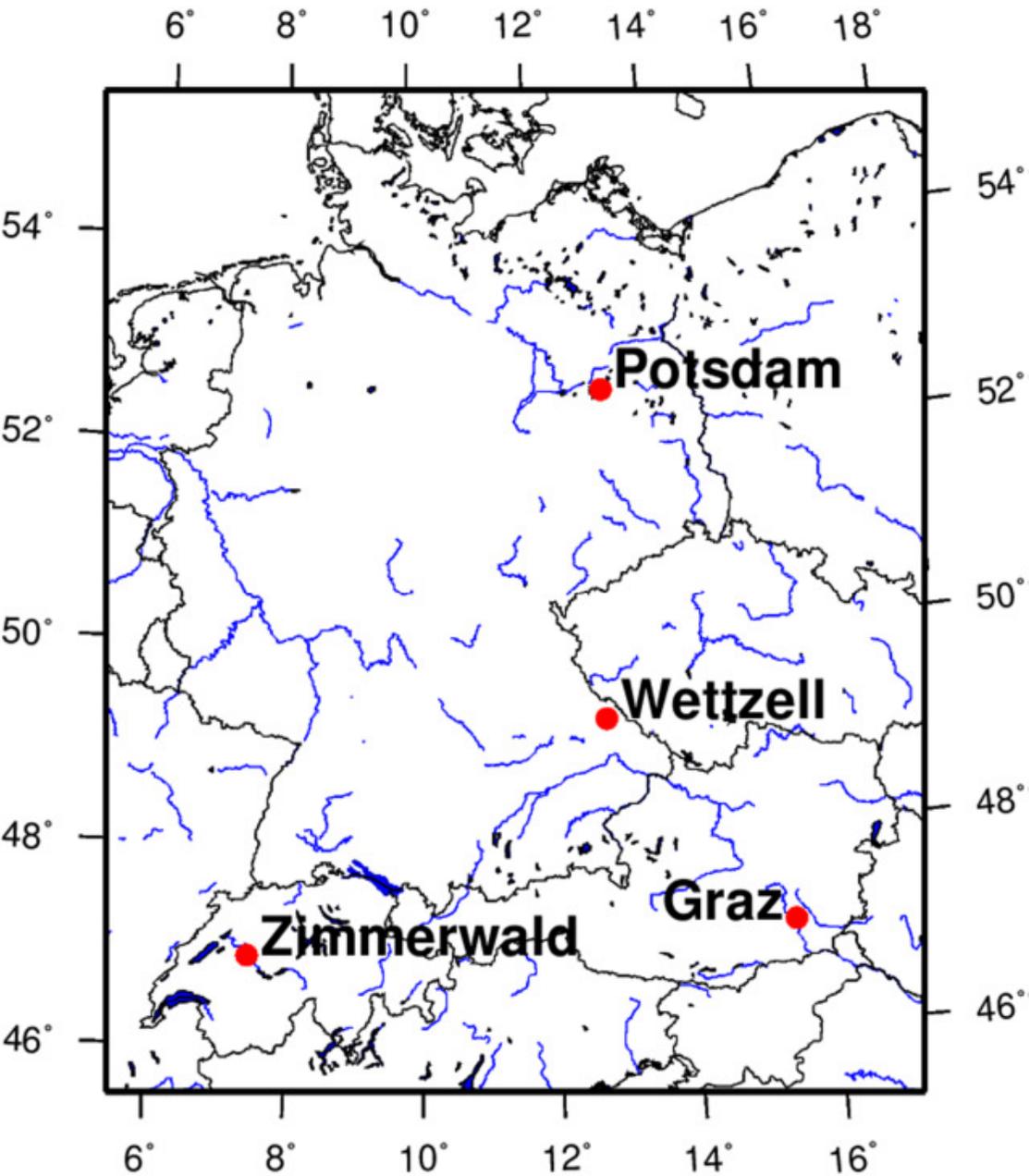


→ Orientierung im Raum, Skala

DORIS



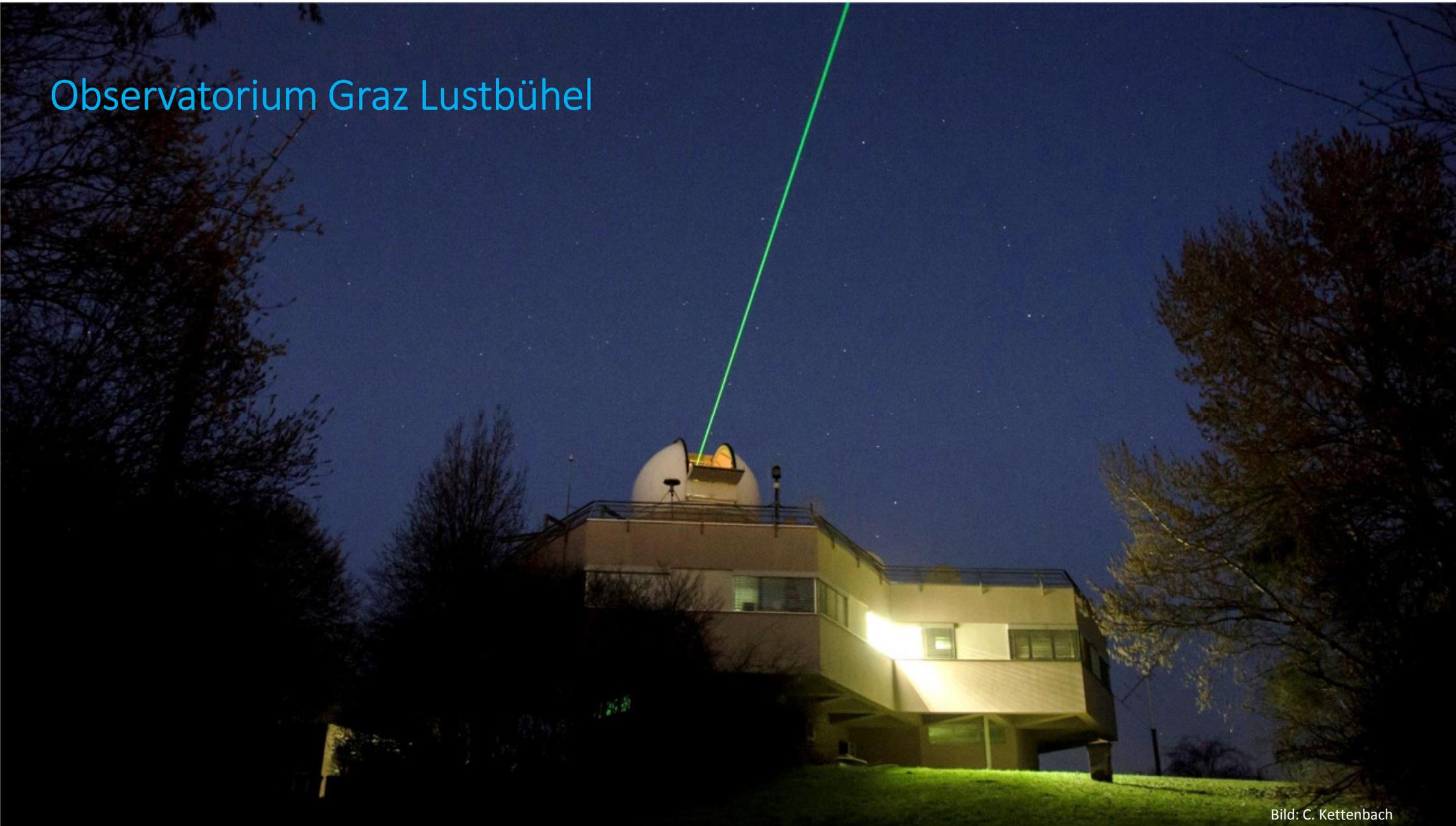
→ Homogene Stationsverteilung



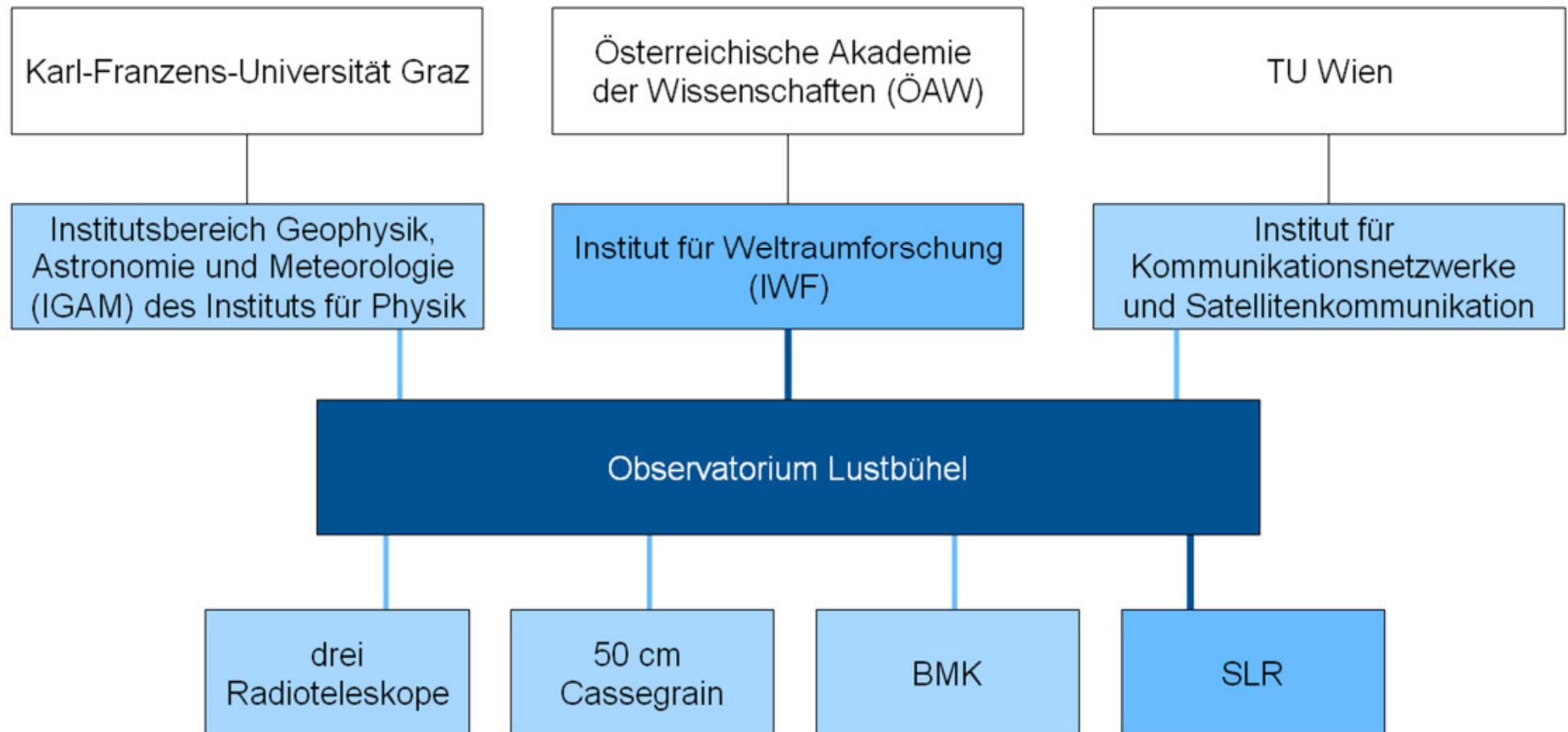
Raumgeodätische Observatorien

- Wettzell, D, Bad Kötzing, Bayerischer Wald
- Graz Lustbühel, A, Stadtrand von Graz
- Zimmerwald, CH, Längenberg nahe Bern
- Potsdam, D, GFZ Telegraphenberg

Observatorium Graz Lustbühel

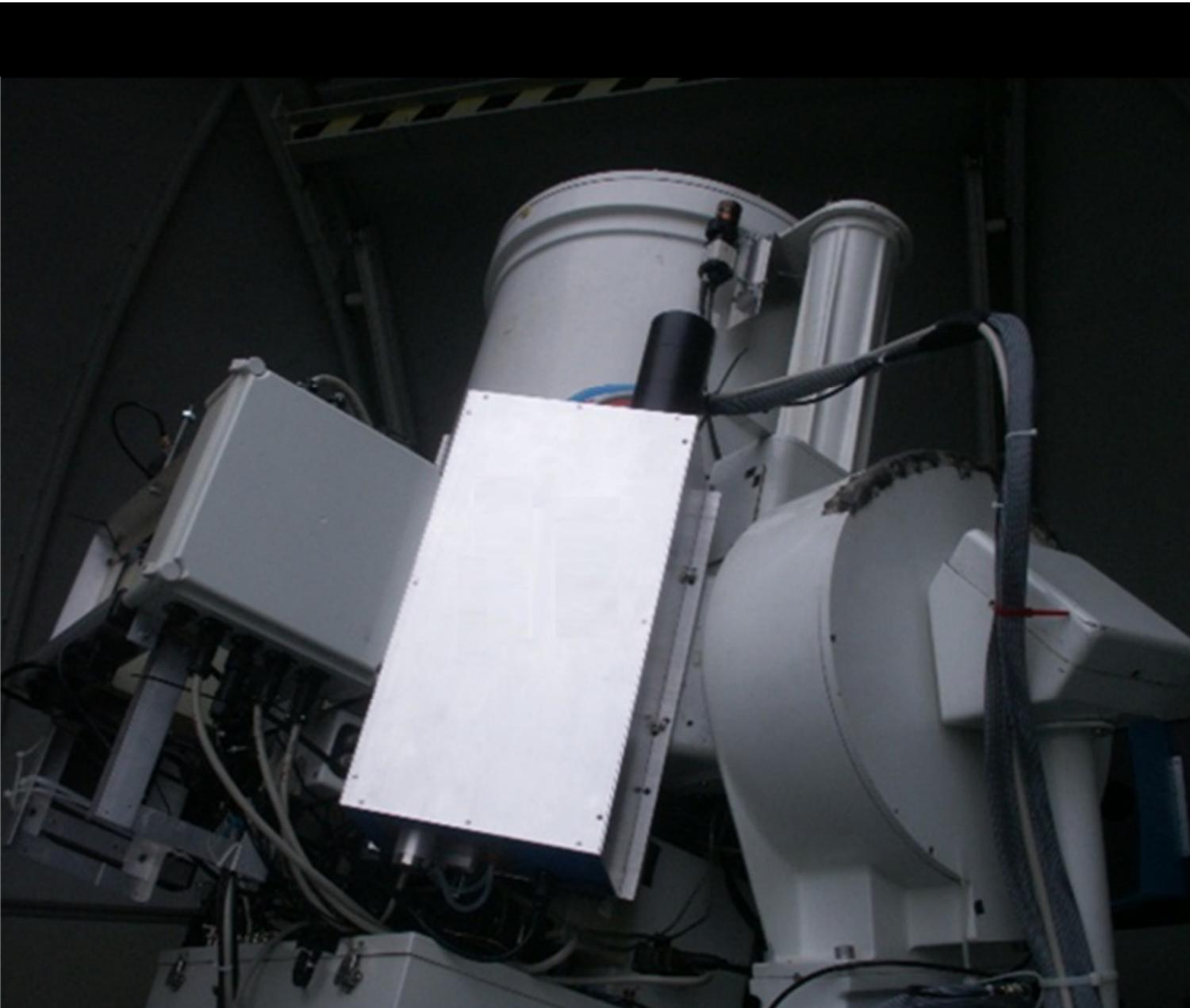


Organisationsstruktur des Observatoriums Lustbühel



Institut für Weltraumforschung der ÖAW

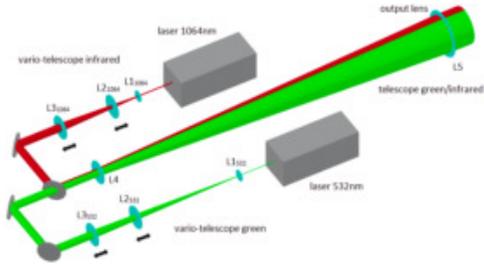
- Das Institut für Weltraumforschung (IWF) ist das zweitgrößte Institut der 28 von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) betriebenen Institute.
- Das IWF hat rund 90 Mitarbeiter aus 20 Nationen und beschäftigt sich seit über 40 Jahren mit vier Forschungsthemen: (1) Weltraumplasma, (2) (Exo-)Planeten, (3) Bau von weltraumtauglichen Messinstrumenten, (4) Satellite Laser Ranging, ist an 17 internationalen Weltraummissionen beteiligt.
- Ein Schwerpunktthema am IWF ist das Satellite Laser Ranging (SLR).
- GNSS Station – betrieben durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV)
- Themen:
 - Routinemäßige Beiträge zum ILRS
 - Technologieentwicklungen
 - Raumschrott
- Finanzierung: ÖAW, FFG, FWF, ESA, ca. 50% Drittmittel



SLR Station Graz

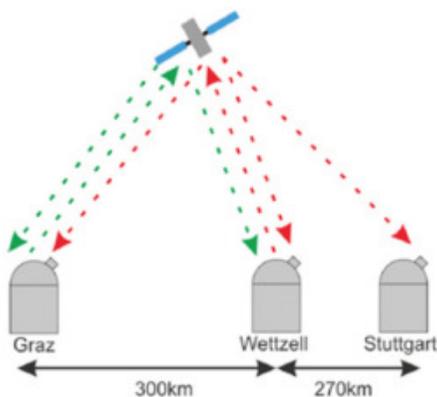
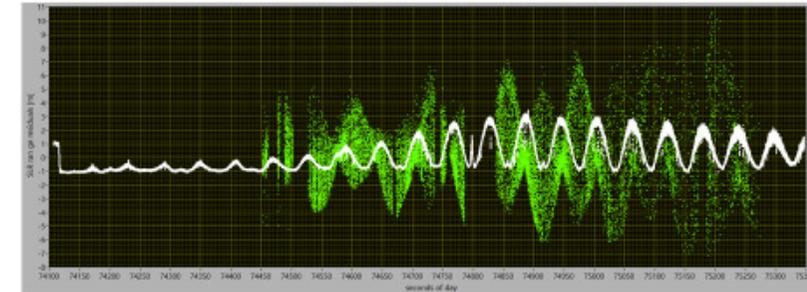
- Betrieben seit 1982
- 10 cm Sendeteleskop
- 50 cm Empfangsteleskop
- 2kHz Laser, 10 ps, 400 μ J
- Im Bild: Mit Innolas 20 W Laser zur Messung von Weltraumschrott

Projektbeispiele

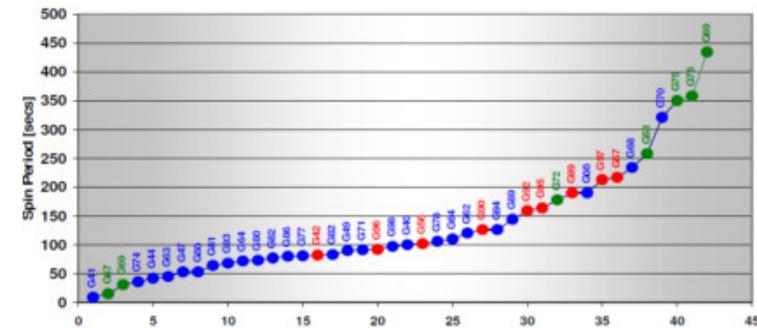


- SP-DART: Kompaktes mobiles Zweifarben-Lasersystem (2 kHz, 1 ns, 15 μ J), Testmessungen als Piggy-Back in Graz, Sandl, Wetzell, Potsdam
- Ausmessung der SLR Performance von Galileo CCR-Pannelen (ESA Projekt)

- Kombinierte SLR Ranges und optische Lichtkurven von Raumschrott zur Charakterisierung des Taumelzustandes
- Rotationsperioden nicht-funktionsfähiger GLONASS Satelliten



- Bistatische Laser-Messungen von Raumschrott, zusammen mit Wetzell und Stuttgart (ESA Projekt)
- Stare & Chase: Methodik zum optischen Aufspüren von Schrott und anschließendem Vermessen mit Laser

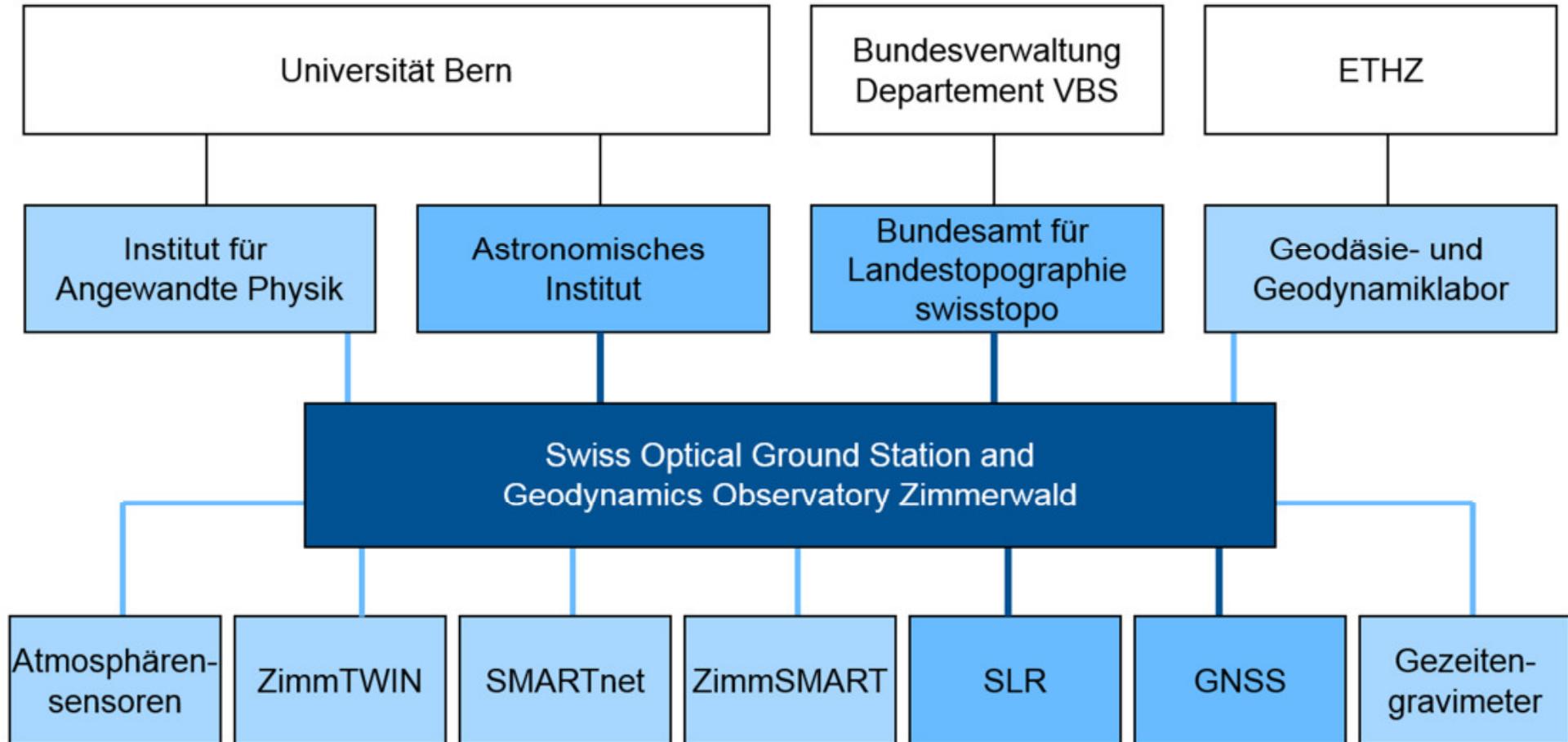




Observatorium Zimmerwald



Organisationsstruktur des Observatoriums Zimmerwald



Astronomisches Institut der Universität Bern

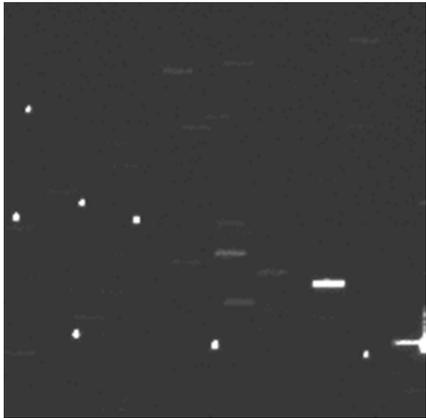
- Forschungsschwerpunkt des Astronomischen Instituts der Universität Bern ist die Fundamental-
astronomie, teilt sich in vier Gebiete auf: (1) Satellitengeodäsie, (2) optische Astronomie, (3) Geschichte
der Astronomie, (4) Observatorium Zimmerwald.
- Observatorium Zimmerwald wird betrieben vom Astronomischen Institut der Uni Bern mit maßgeblicher
Unterstützung durch das Bundesamt für Landestopographie swisstopo. Am Standort vertreten sind auch
das Institut für Angewandte Physik mit Atmosphärensensoren (seit 2006) und die Professur für Mathe-
matische und Physikalische Geodäsie (MPG) der ETH Zürich mit einem Gezeitengravimeter (seit 1995).
- Das Observatorium realisiert den Fundamentalpunkt der Schweizerischen Landesvermessung seit der
Einführung der Landesvermessung LV95.
- Themen:
 - Routinemäßige Beiträge zum ILRS
 - CCD Astrometrie
 - Raumschrott, CCD-Beobachtungstechnologie und Analysemethodik
- Finanzierung: Universität Bern, swisstopo, SGK, SNF, ESA, > 50% Drittmittel



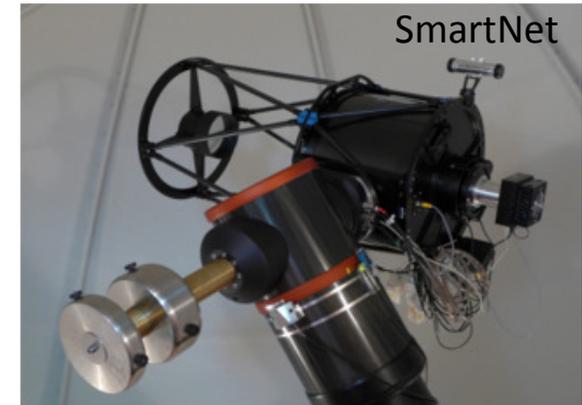
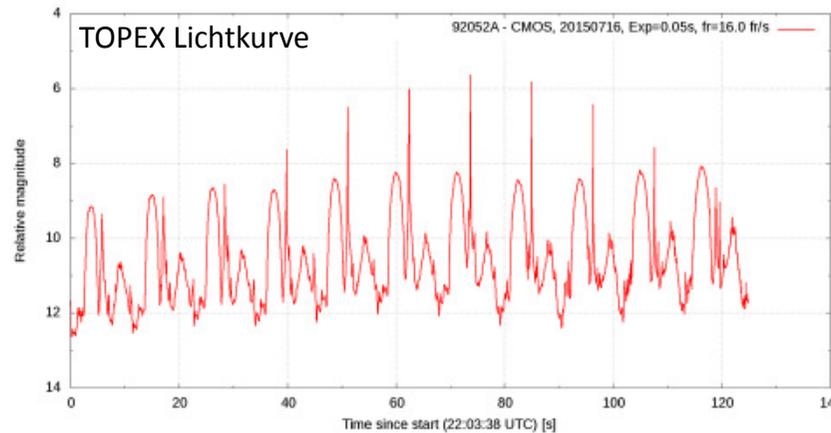
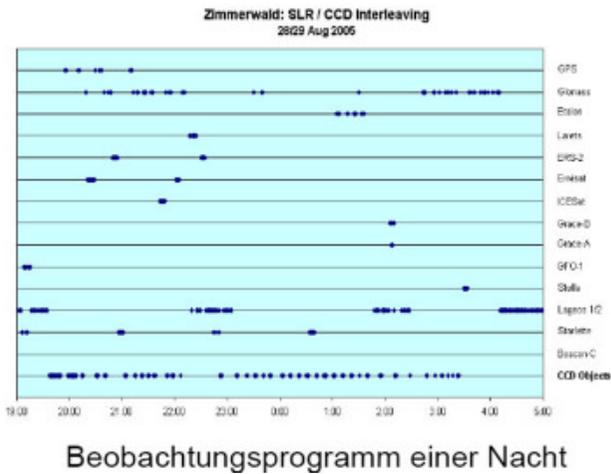
SLR Teleskop

- SLR seit 1976
- ZIMLAT seit 1997
- 1 m monostatisches Sende/Empfangsteleskop
- Multipurpose Instrument: SLR und CCD Astrometrie
- 100 Hz Laser
- H-Maser

Projektbeispiele

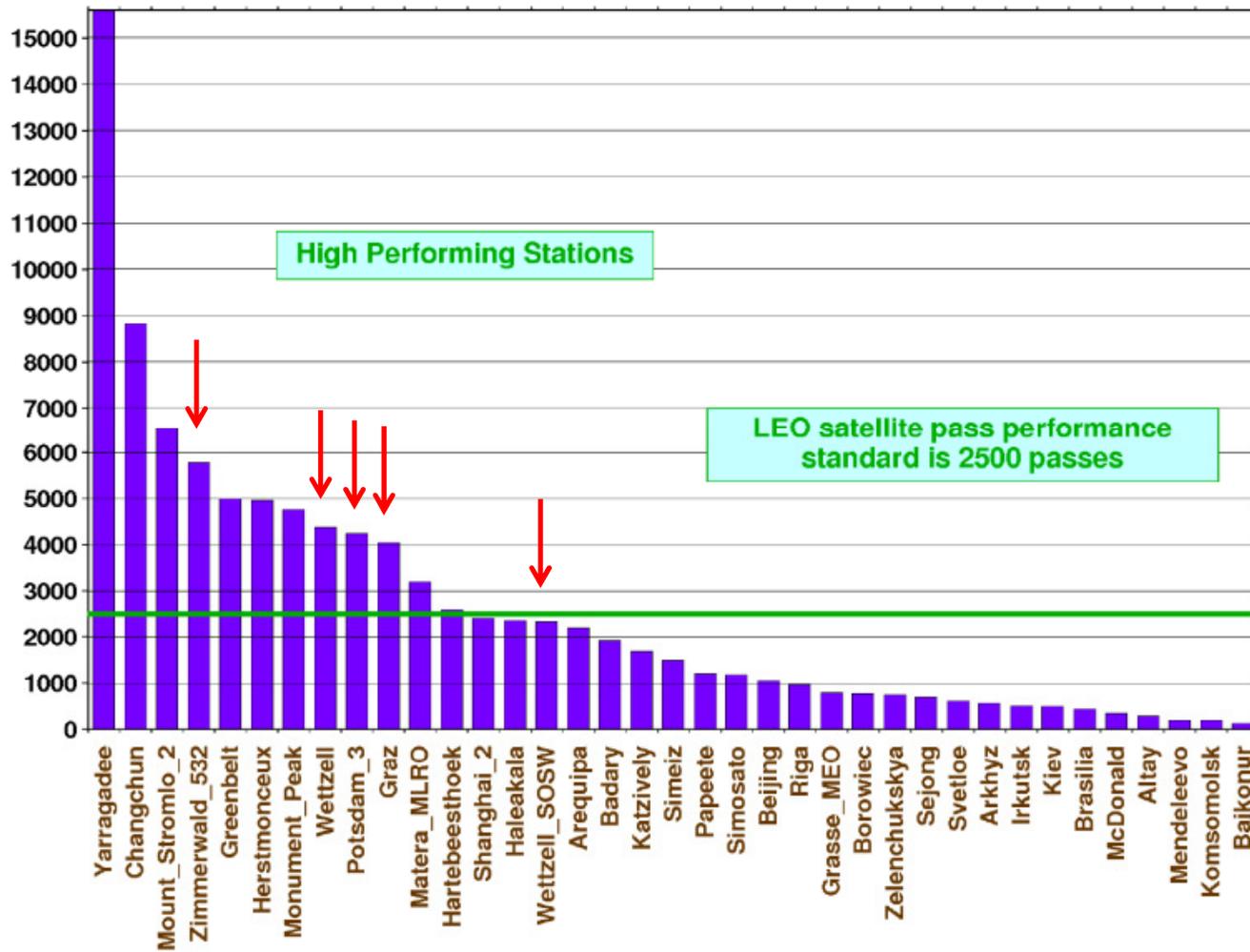


- CCD-Astrometrie und Bahnbestimmung von hochfliegenden Raumschrottteilen.
- Routine-Raumschrottbeobachtungen in Zimmerwald und Teneriffa (ESA)
- Kombinierte SLR Ranges und optische Lichtkurven
- Aufbau und Betrieb global verteilter robotischer Teleskope zur Messung von Raumschrott, in Partnerschaft mit DLR.





LEO passes from July 1, 2016 through June 30, 2017

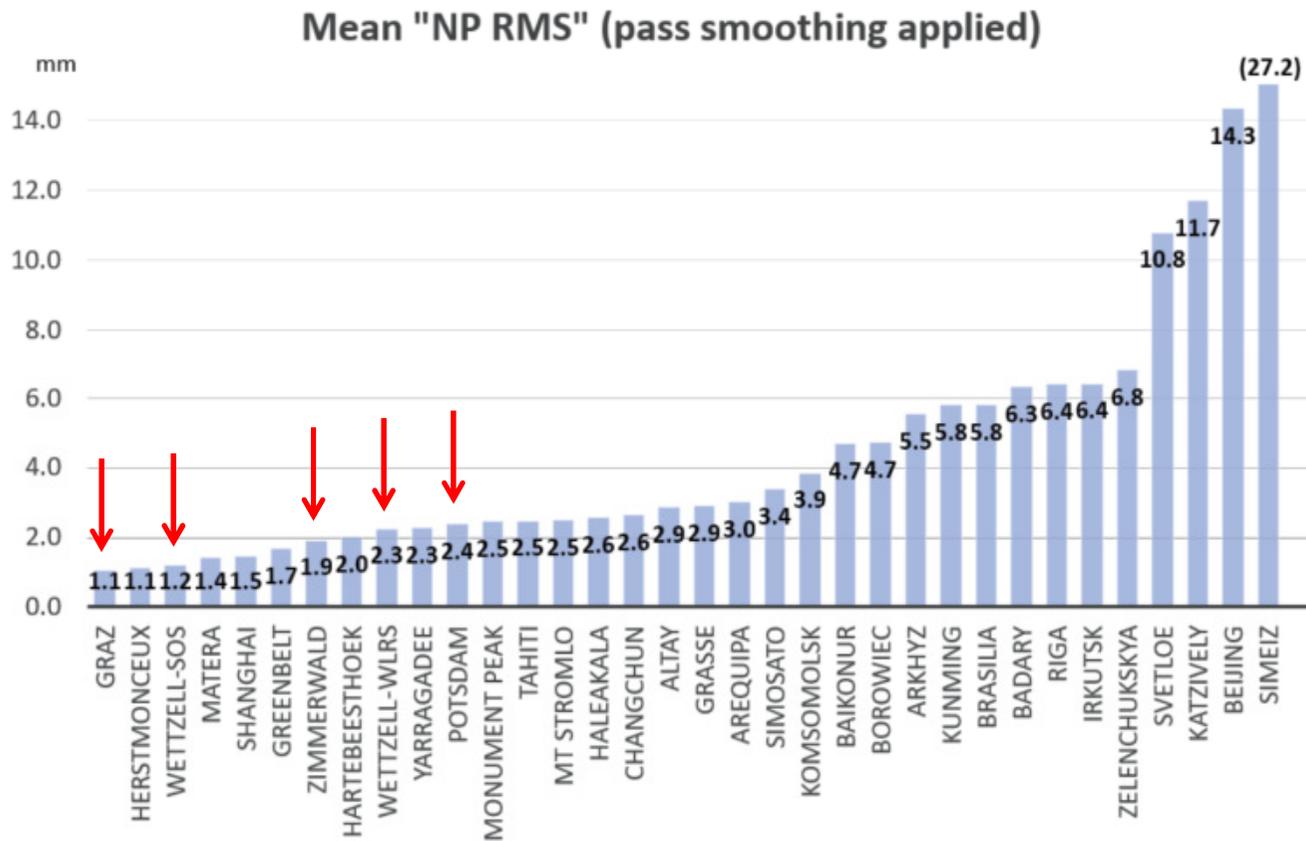


SLR Performance

- Anzahl gemessene Durchgänge tieffliegender Satelliten
- ILRS Technical WS 2017 (Hoffmann et al, 2017)

1 year (July 2016-June 2017), LAG1+LAG2.

RB only or RB+TB or RB+RBd+TB smoothing applied for POD (c5++) post-fit residuals.

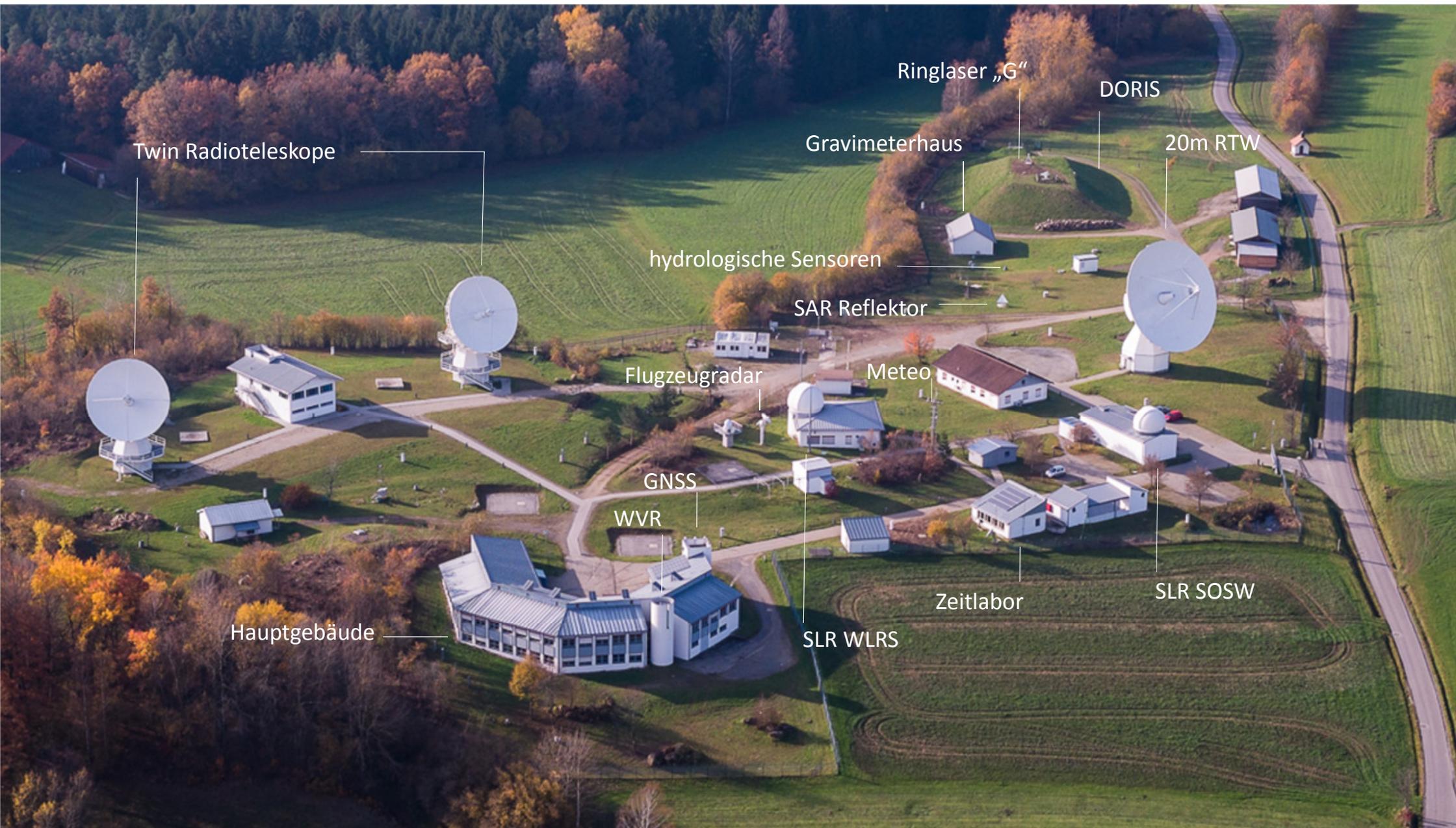


SLR Performance

- Mittlerer RMS der Normal Points nach Orbit Fit für Lageos 1 und 2
- ILRS Technical WS 2017 (Otsubo, 2017)
- SLR Stationen im D-A-CH-Raum spielen in der „Premier League“

Geodätisches Observatorium Wettzell





Twin Radioteleskope

Ringlaser „G“

DORIS

Gravimeterhaus

20m RTW

hydrologische Sensoren

SAR Reflektor

Flugzeugradar

Meteo

GNSS

WVR

Zeitlabor

SLR SOSW

Hauptgebäude

SLR WLRS



Drei Radioteleskope

- 20m Radioteleskop Wettzell, 1982
- 2x 13m TWIN Radioteleskope, VGOS, Breitbandtechnologie, ausgelegt für 24/7-Betrieb, 2013
- Neuartige Beobachtungsszenarien möglich



Zwei SLR-Teleskope

- WLRS, 1990
- 75 cm monostatisch, Zweifarben, 20 Hz
- Optimiert für Hochflieger, LLR in Vorbereitung

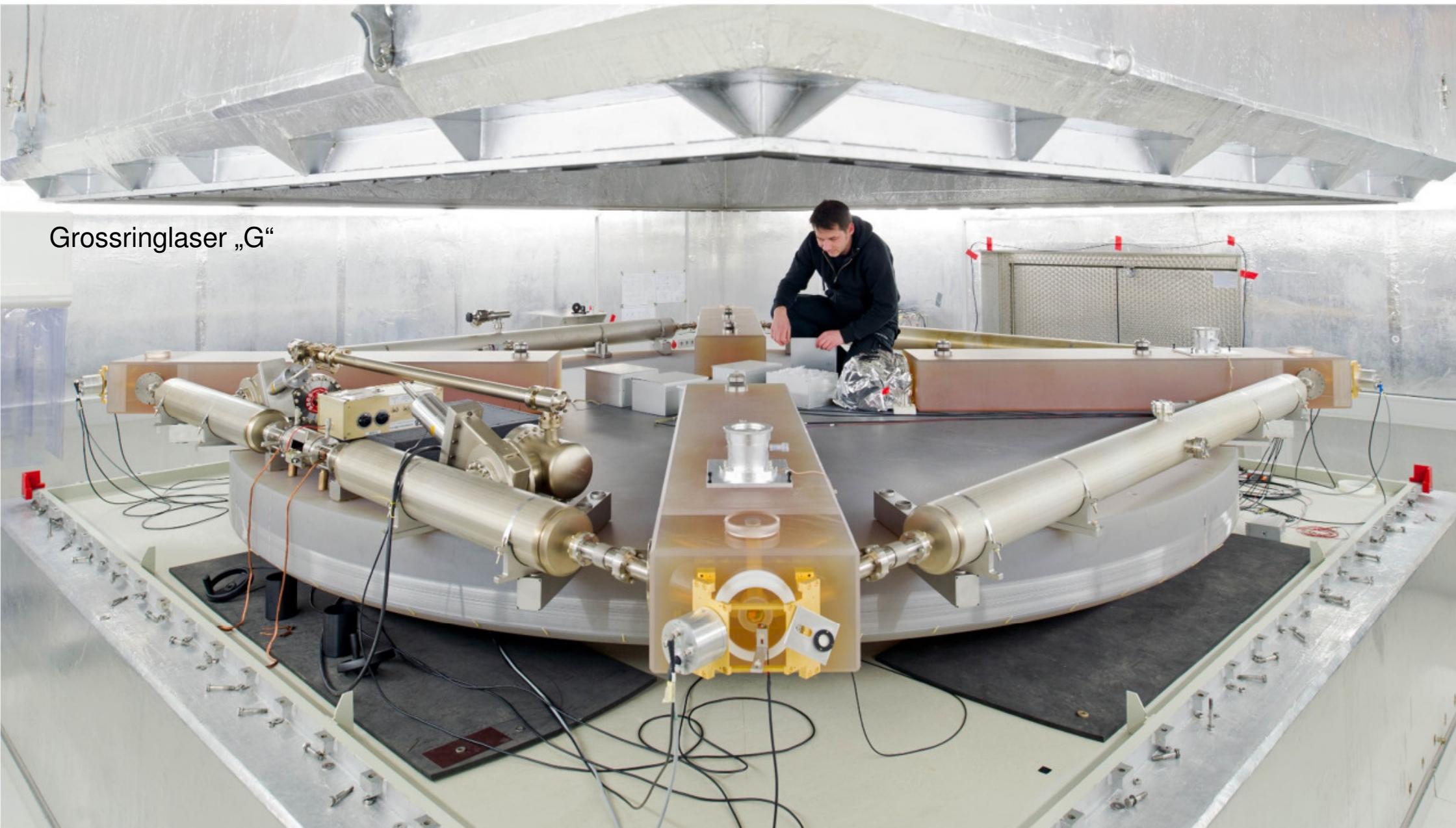
- SOS-W, 2008
- 16 cm Sende / 50 cm Empfang, Zweifarben, kHz
- Optimiert für Tiefflieger



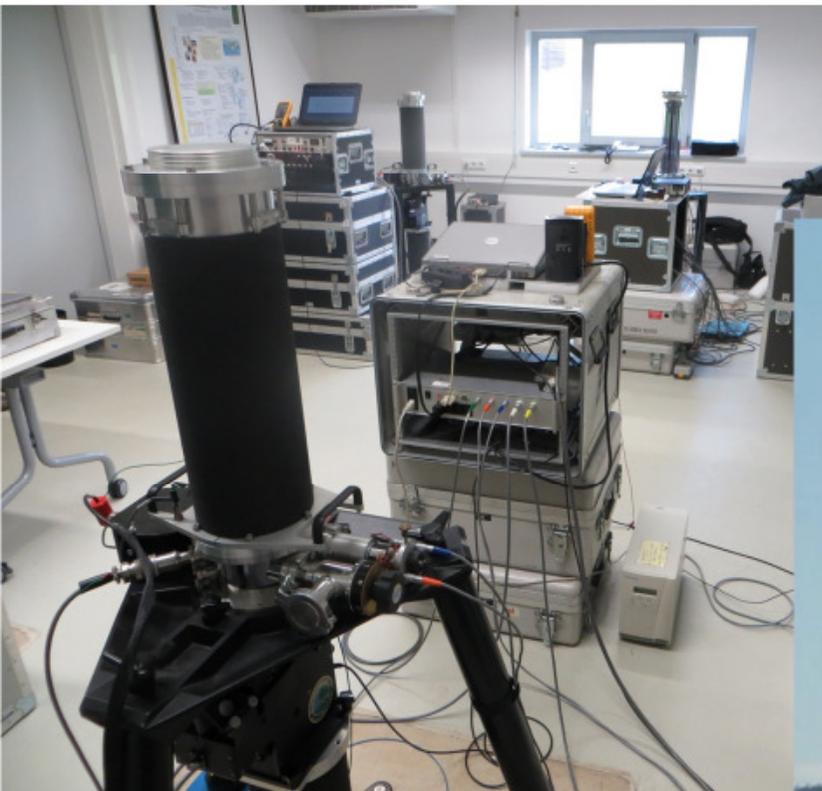
Alle vier Raumverfahren am Standort



Grossringlaser „G“

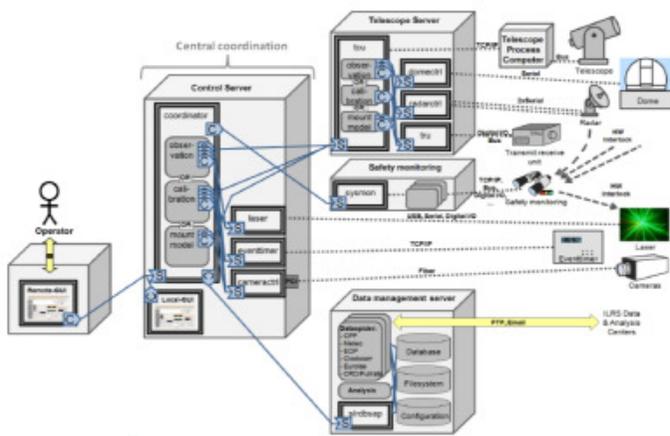
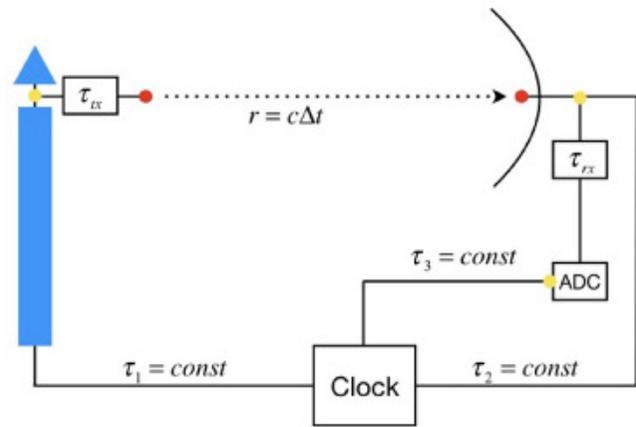


- Gravimetrie, SG permanent
- Atomuhren, Beitrag zu TAI
- GNSS-Empfänger
- SAR-Reflektor

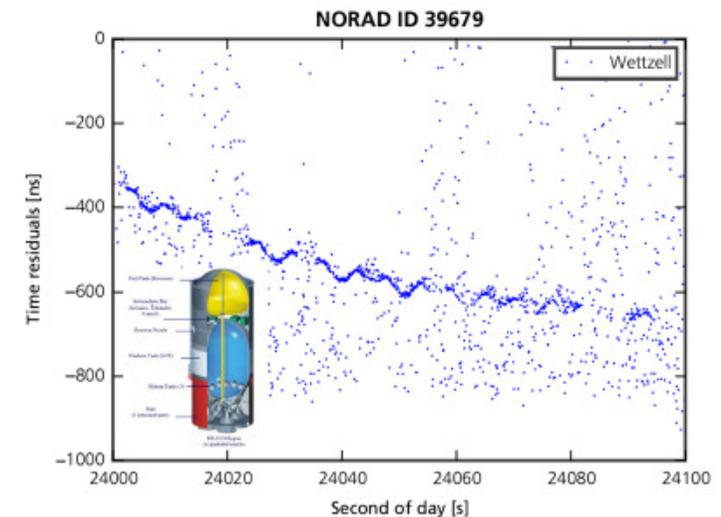
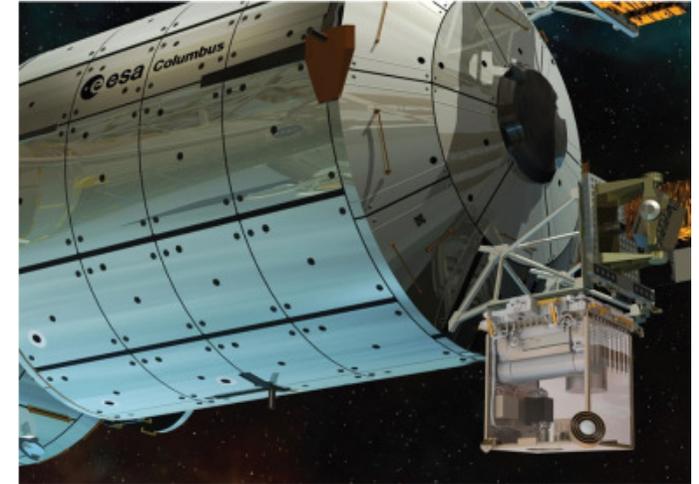


Projektbeispiele

- European Laser Time Transfer Experiment, ACES auf der ISS, Zeitsynchronisation mit kurzen Laserpulsen (ESA)



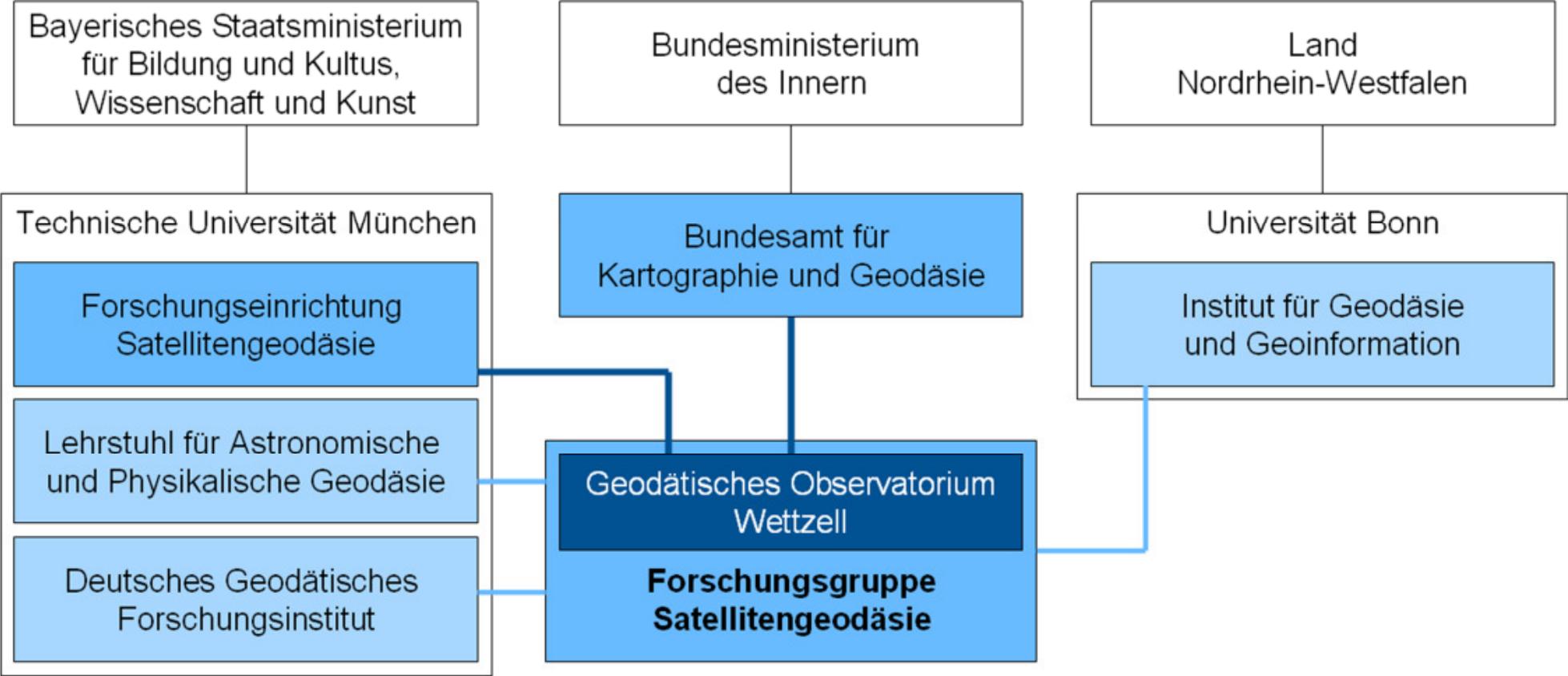
- Präzise Zeitverteilung an alle Geräte auf der Station
- Common Target für SLR und VLBI, zur Kontrolle der lokalen Verbindungsvektoren (DFG)
- Automatisierter Betrieb bis Fernsteuerung
- Raumschrottbeobachtung mit Laser, bistatisch mit Graz (ESA)



Forschungsgruppe Satellitengeodäsie (FGS)

- Das Geodätische Observatorium Wettzell wurde ab 1970 installiert im Rahmen des DFG Sonderforschungsbereichs SFB 78 “Satellitengeodäsie”.
- Der SFB 78 wurde von der DFG finanziert von 1970 bis 1986.
- Als permanente Nachfolgeorganisation des SFB 78 wurde 1983 die Forschungsgruppe Satellitengeodäsie (FGS) gegründet.
- An der TUM wurde zu diesem Zwecke 1983 die Forschungseinrichtung Satellitengeodäsie (FESG) an der Ingenieur fakultät Bau, Geo, Umwelt der TU München installiert.
- Das Geodätische Observatorium Wettzell wird gemeinsam betrieben vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und der TU München (durch die FESG).

Organisationsstruktur der FGS



Forschungsprogramm der FGS

- Die FGS erstellt einen 5-Jahres Forschungs- und Entwicklungsplan
- Der F&E Plan wird alle fünf Jahre von einem internationalen Expertengremium begutachtet.
- Forschungsschwerpunkte:
 - Weiterentwicklung der Infrastruktur
 - Integrierter Referenzrahmen
 - Monitoring von geophysikalischen Prozessen
- FGS-Exponenten beteiligen sich maßgeblich an den internationalen wissenschaftlichen Diensten und Organisationen



Geodätische Observatorien

- Zimmerwald (CH)
- Graz (A)
- Wettzell (D)



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

