



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
DEPARTMENT FÜR GEODÄSIE
UND GEOINFORMATION
FORSCHUNGSGRUPPE
HÖHERE GEODÄSIE

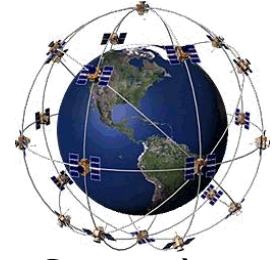
Führung eines Schneeräumfahrzeuges mittels GPS-RTK

Markus Konopiski, Elke Umrig, Robert Weber

Inhalt

- GNSS-Überblick
- Projekt: Navigationshilfe für die Schneeräumung
- Das Messgebiet: Die Großglockner Hochalpenstraße
- Testfahrt
- Aspekte bei der praktischen Umsetzung der Echtzeitnavigation

Global Navigation Satellite System



Operative/im Aufbau befindliche GNSS:

- USA:**
 - NAVSTAR-GPS (NAVigation System with Time And Ranging-Global Positioning System)
- Russland:**
 - GLONASS (GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Systema)
- Europa:**
 - GALILEO
- China:**
 - COMPASS
- Others:**
 - SBAS (Space-Based Augmentation System)



GALILEO

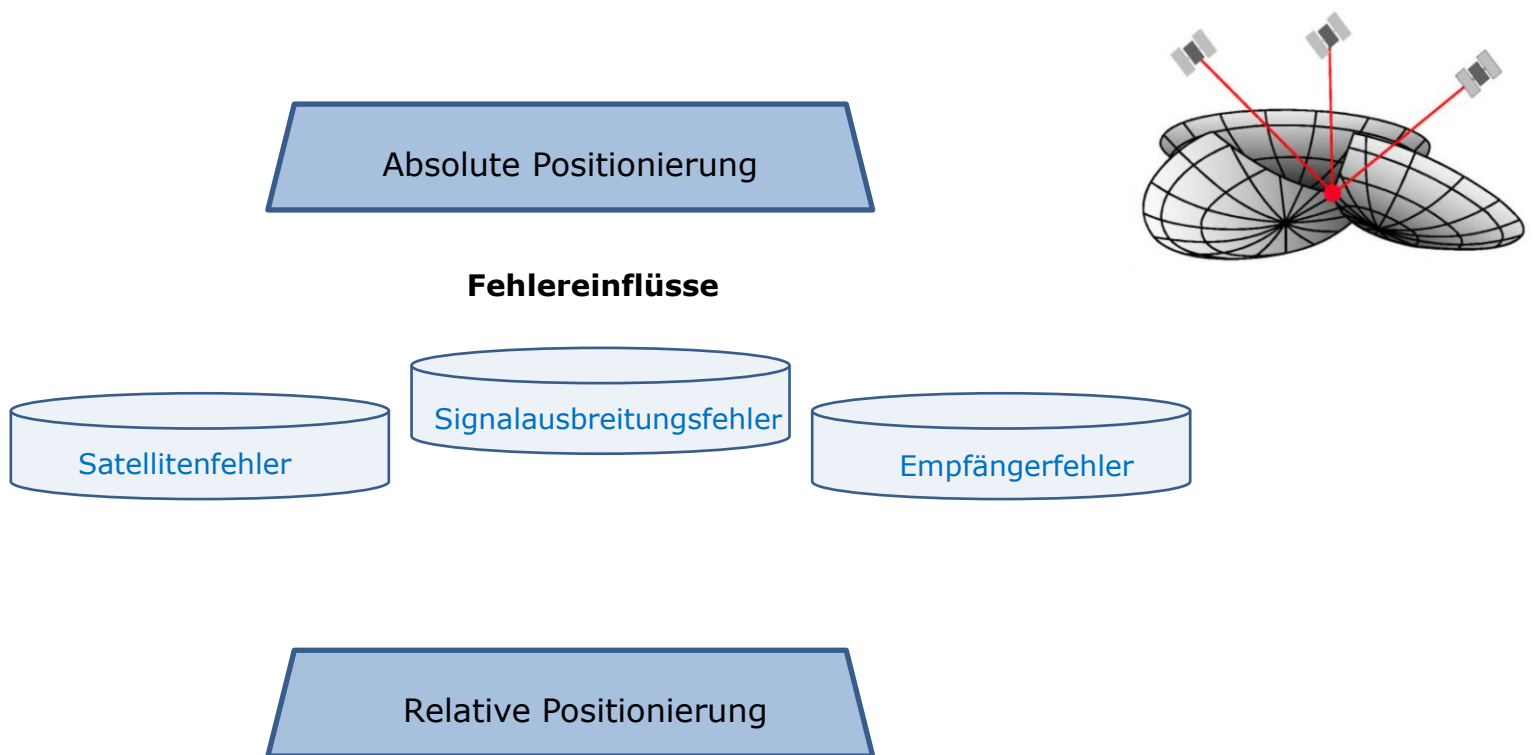


GLONASS



GPS

Positionsbestimmung



Projektanwendung

- Kooperation: Großglockner Hochalpenstraßen AG und TU Wien
- Evaluierung eines GPS-gestützten Leitsystems
- Testmessungen im April 2012/Datenerstaufnahme
- Kooperation zwischen TU Wien und dem österreichischen Echtzeitpositionierungsdienst EPOSA

Schneeräumung auf der Großglockner Hochalpenstraße

Die Großglockner Hochalpenstraße:

- Historischer Alpenübergang und Verkehrsweg
- 19. Jahrhundert: Erste touristische Erschließung der Hohen Tauern
- Erbauung der Straße: Konjunkturmaßnahme in den 1930er Jahren
- Touristische Nutzung: Motorsportveranstaltungen
- Heute: 900 000 Besucher pro Jahr
- Länge der Straße: 48 km, 36 Kehren, Hochtort: 2504 m



Schneeräumung auf der Großglockner Hochalpenstraße



Händische Schneeräumung
in den ersten beiden Jahrzehnten



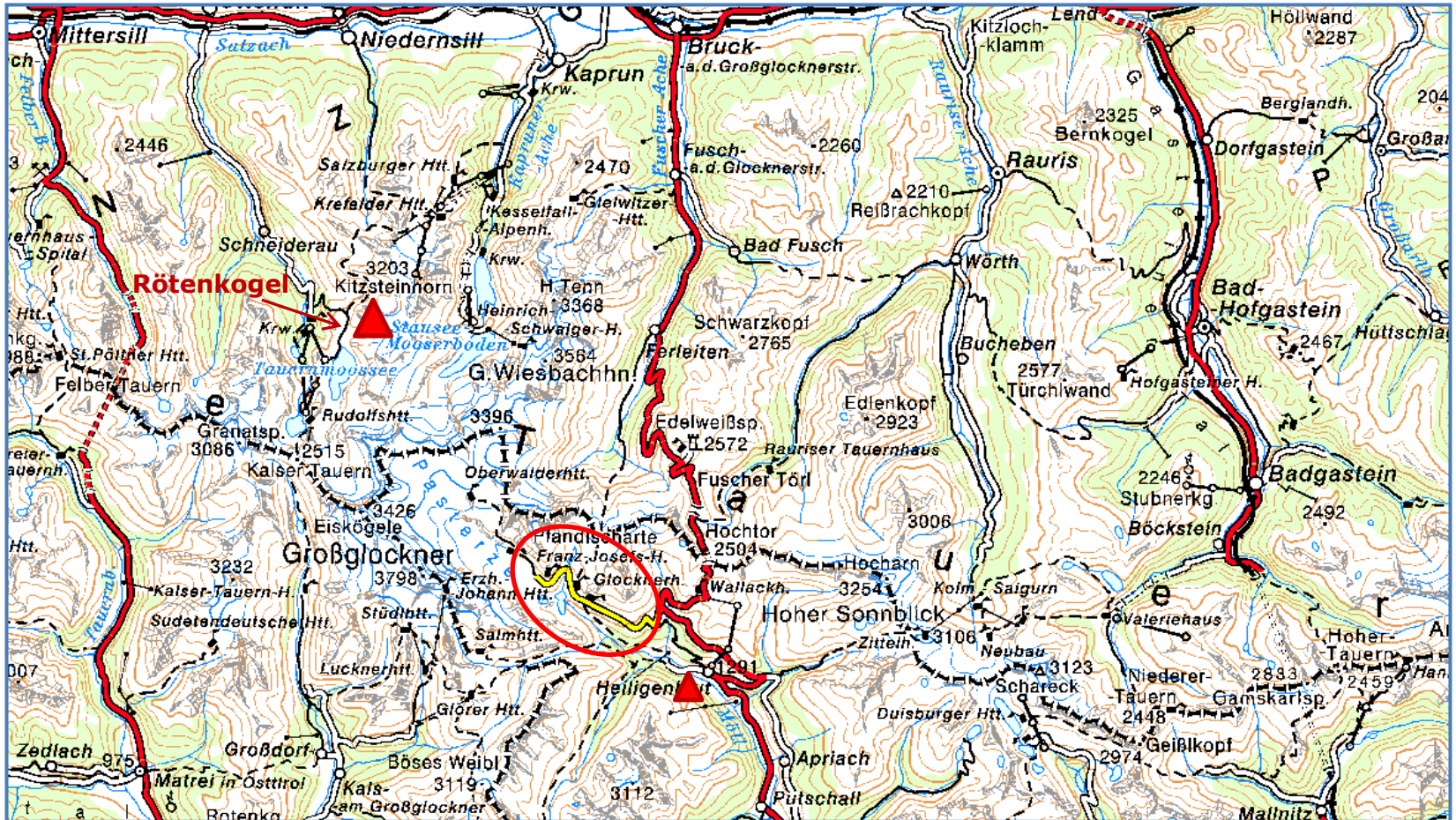
Schneeräumung unter Einsatz von
Maschinenfahrzeugen seit 1953

Schneeräumung auf der Großglockner Hochalpenstraße

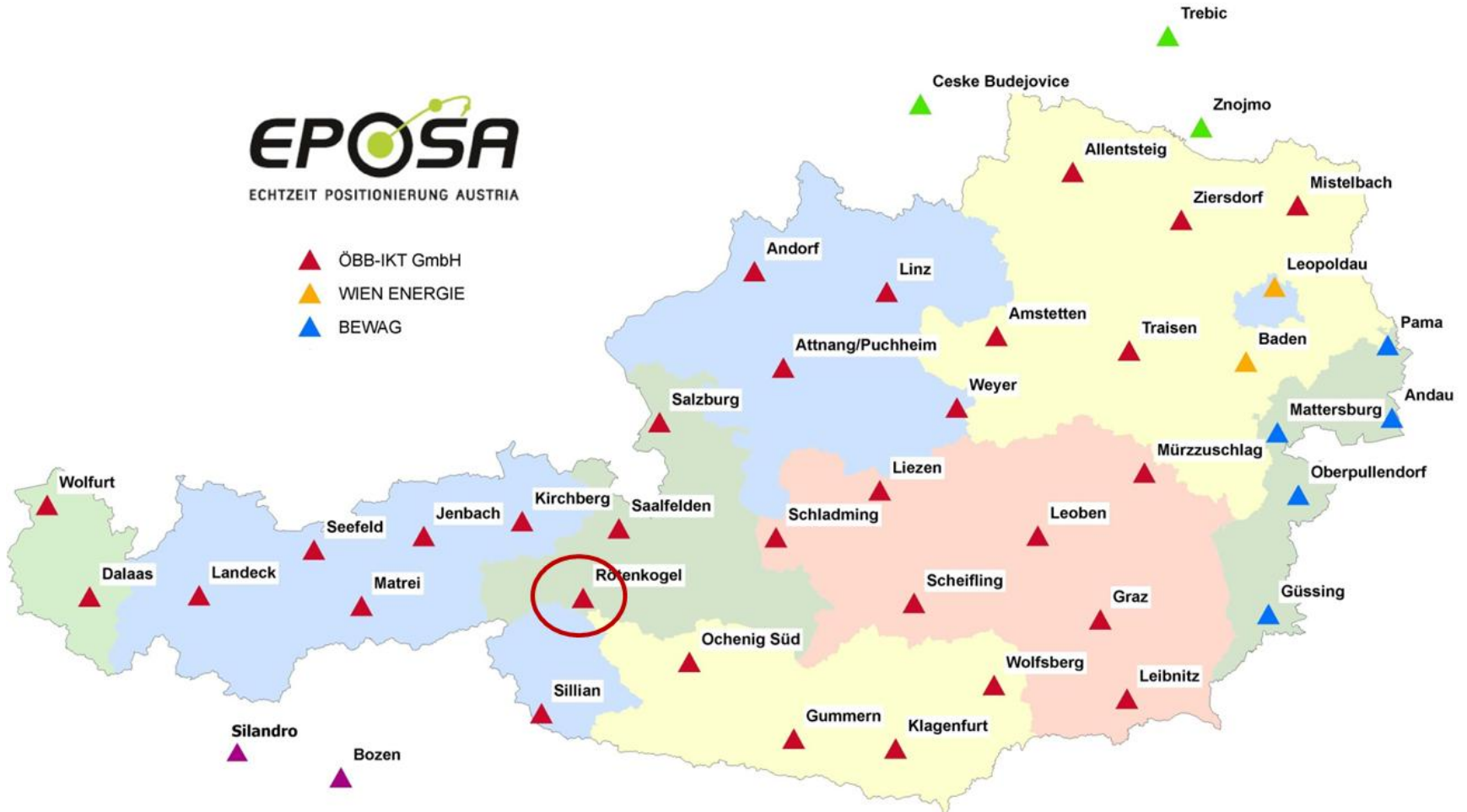


Sicherung und Markierung der Route in unmittelbarem Zusammenwirken mit dem Schneeräumfahrzeug

Ziel: Navigationshilfe mittels GPS-RTK



Anbindung an Referenzstationen



Ziel: Navigationshilfe mittels GPS-RTK

Testfahrt und GPS-Aufnahme der Straßenlage:

- Postprozessierung
- Anbindung an permanente Referenzstation:
 - Rötenskogel + stationäre Station
- Phasen- und Codebeobachtungen
- Zweifrequenzmessung -> Linearkomb.
- Aufzeichnungsrate während der Messung: 1 sec
- IGS Final Orbits (<http://igscb.jpl.nasa.gov/>)
- Kommerzielle Auswertesoftware

LEICA Geo Office



- Phasenzentrumsexzentrizität
- Instrumentenhöhe

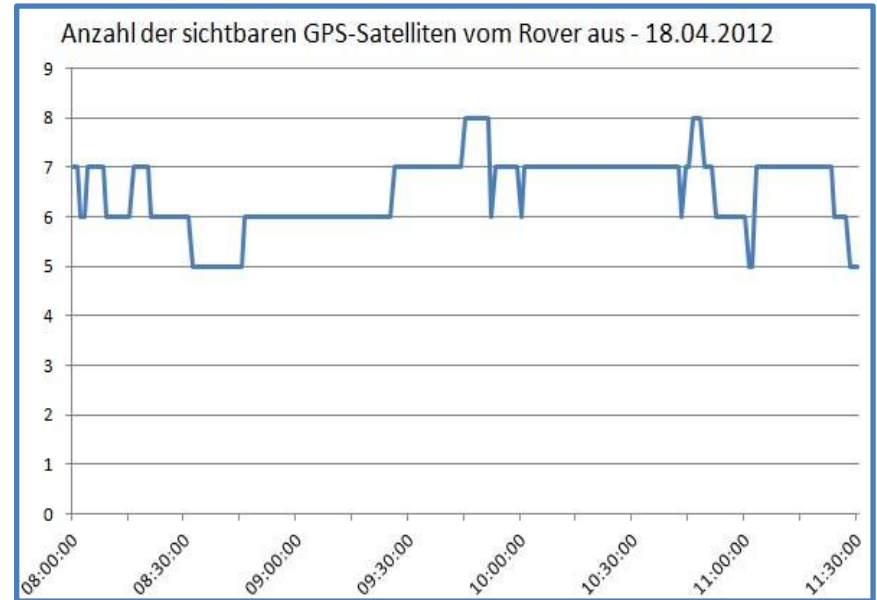
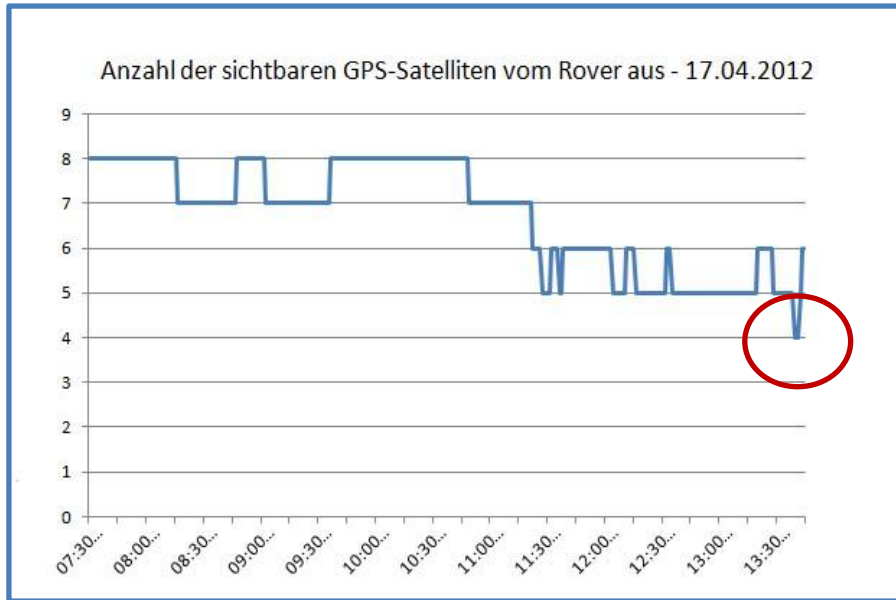
Parametereinstellung:
Frequenz: Automatisch
Troposphärenmodellierung

GPS-Antenne/Empfänger



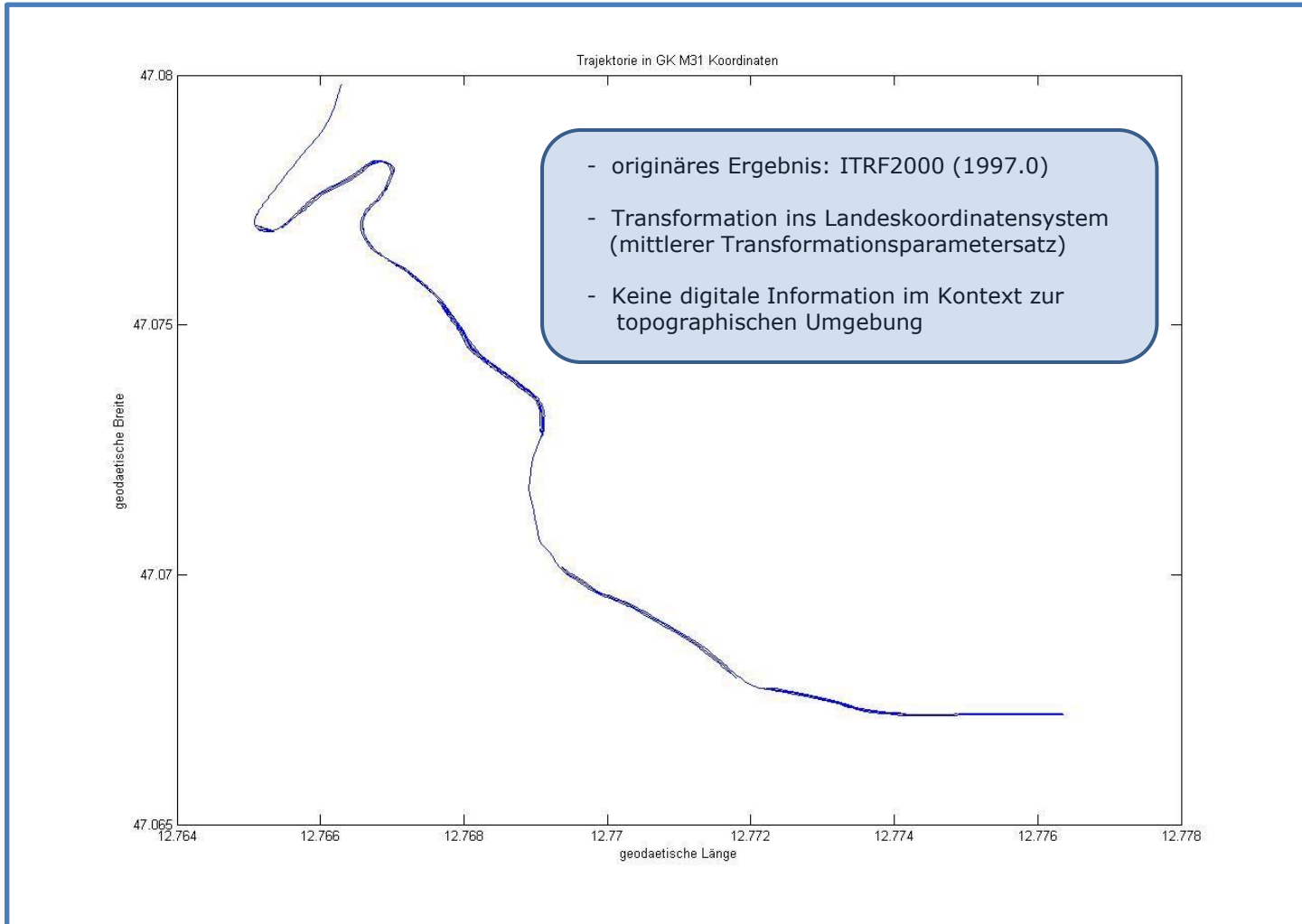
Satellitensichtbarkeit

Anzahl der sichtbaren Satelliten während der Testfahrt:



GDOPs (min - max): 2.3 – 19.1

GPS-Trajektorie



Diskussion: Koordinatenrahmen

- Koordinaten der Referenzstationen (je nach Betreiber):
 - Realisierungen des ITRS/ETRS -> ITRF/ETRF
- Status des Datenbestandes entlang der Großglockner Hochalpenstraße muss geklärt werden (existiert eine ausreichende digitale Koordinateninformation von der Straßenlage ?)
- Entscheidung seitens des Straßenbetreibers:
 - Fahrzeugnavigation(im ITRF möglich)
 - Dokumentation mittels GIS (z.B. Landeskoordinatensystem)
 - Genauigkeitsanforderung: Dezimeterbereich



- Frage: (1) Erstellung von Transformationsparametern
(2) Möglichkeiten für den Echtzeitbetrieb

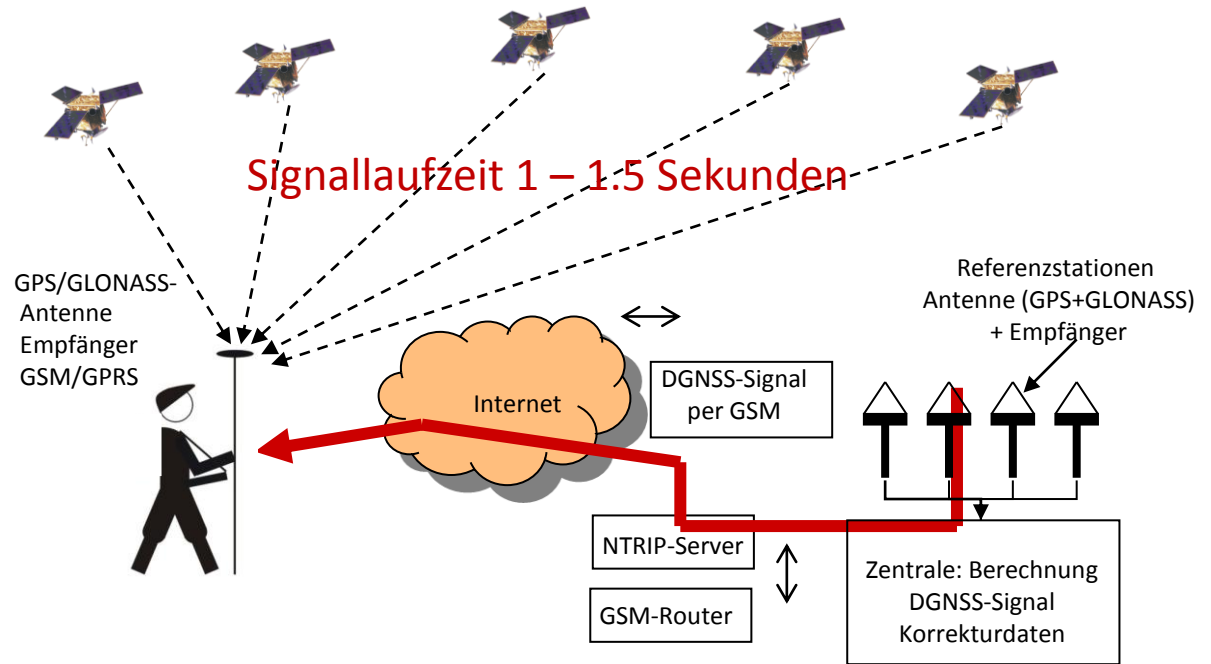
Referenzstationsnetze

Systemaufbau:

Rechenzentrum mit Software

Referenzstationen mit GNSS-Zweifrequenzempfängern

Kommunikationsverbindung



NTRIP = Networked Transport of RTCM via Internet Protocol

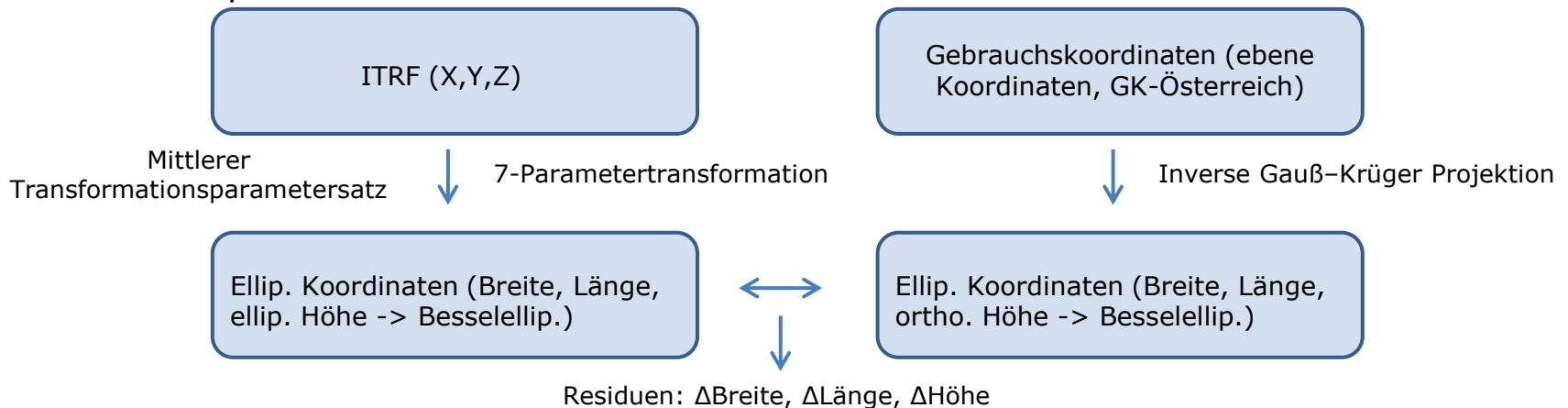
RTCM = Radio Technical Commission for Maritime Services

Globale Koordinatenrahmen und nationale Bezugssysteme

Beziehung zwischen aus GNSS-Messungen abgeleiteten 3-D Koordinaten (ITRF/ETRF) und dem nationalen Bezugssystem:

- Nationale Bezugssysteme weisen aus historischen Gründen Verzerrungen auf
- Regional angepasste Parametersätze
- Berechnung eines Residuenrasters mittels Passpunktmessungen
- EPOSA (1800 KTs)

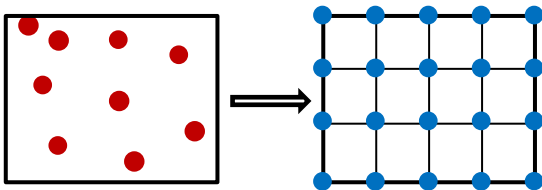
Prinzip:



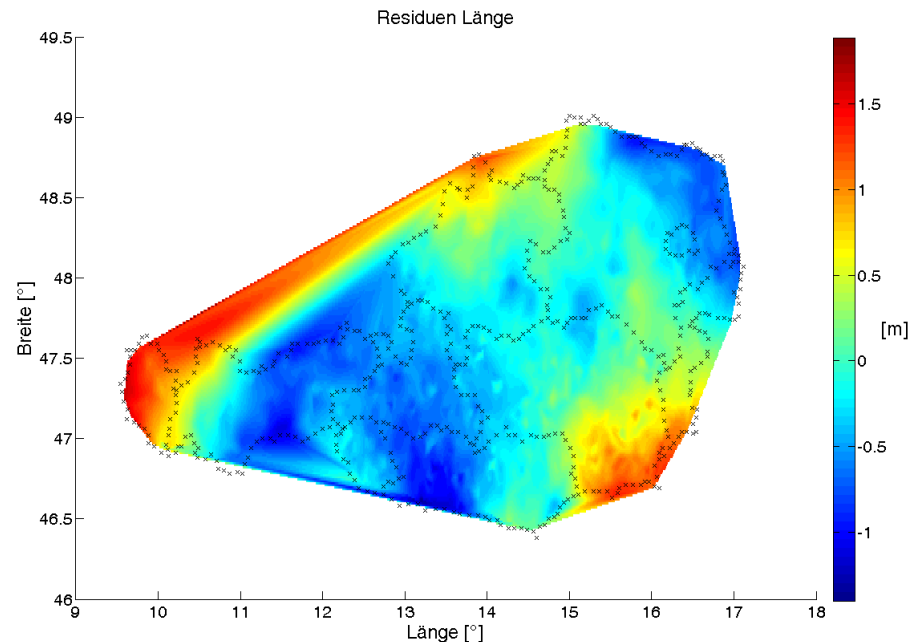
Residuenraster

Rasterlösung für Österreich:

- Auswertung der Messdaten an der TU Wien
- Residuen in Breite, Länge und Höhe
- Rasterinterpolation:
- Bikubische Spline Interpolation



- Raster an den Randgebieten:
- Extrapolation auf „virtuelle Festpunkte“ außerhalb Österreichs
- Ergebniskoordinaten: Ans Landessystem angepasste Koordinaten (Inhomogenitäten !)



Projektrealisierung

- Finanzierung seitens der Straßenbetreiber
- Erhebung des vorhandenen Datenbestandes
- (Neu)aufnahme der Straße und weitere Testfahrten
- mittels GNSS
- Echtzeitnavigation (z.B. ITRF/ETRF) und Dokumentation (GIS mit Landeskoordinaten)
- Ausrüstung am Schneeräumfahrzeug: Hard- und Software
- Überprüfen der Notwendigkeit einer eigenen Referenzstation/Reichweite der Datenübertragung
- GNSS-Netzwerkbetreiber: GPRS-Verfügbarkeit im Projektgebiet ?

