Die kombinierte Auswertung von GPS- und GLONASS-Daten

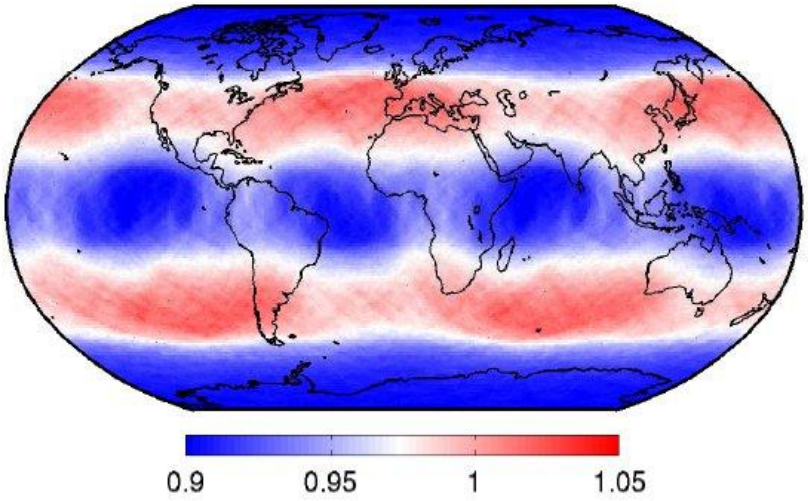
Astronomisches Institut, Universität Bern, Schweiz

187. Sitzung der SGK

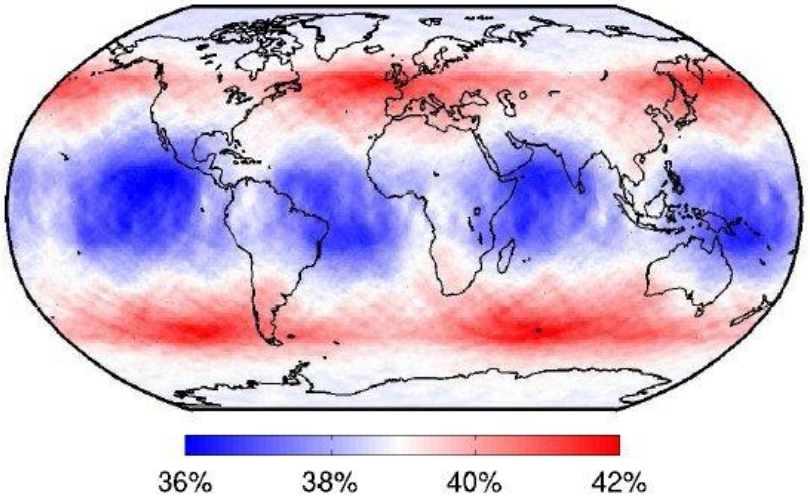
2. Mai 2012, Bern

Warum Multi-GNSS?

- Position Dilution Of Precision PDOP
  - Qualitätsmass für eine Navigationslösung
  - kleiner ≙ besser



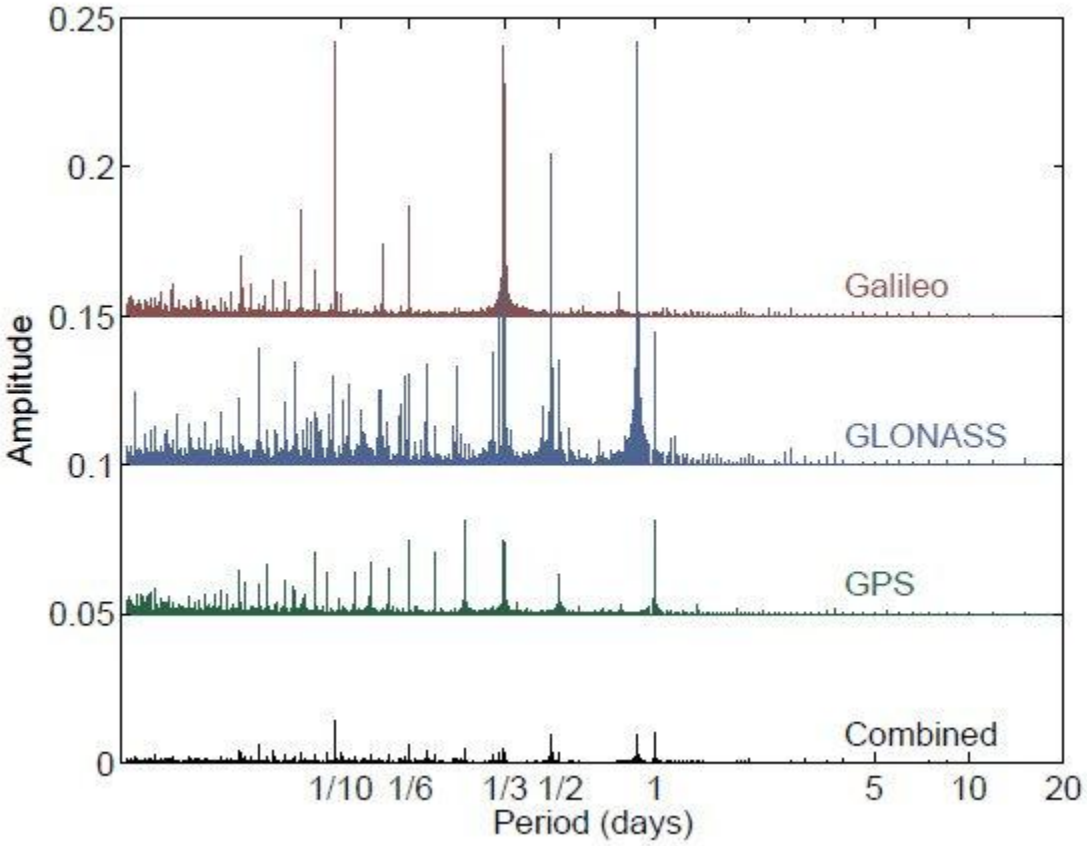
Mittlerer täglicher PDOP
(nur GPS)



Verbesserung des PDOP
(mit GLONASS und Galileo)

Warum Multi-GNSS?

- PDOP-Spektrum für Station Zimmerwald



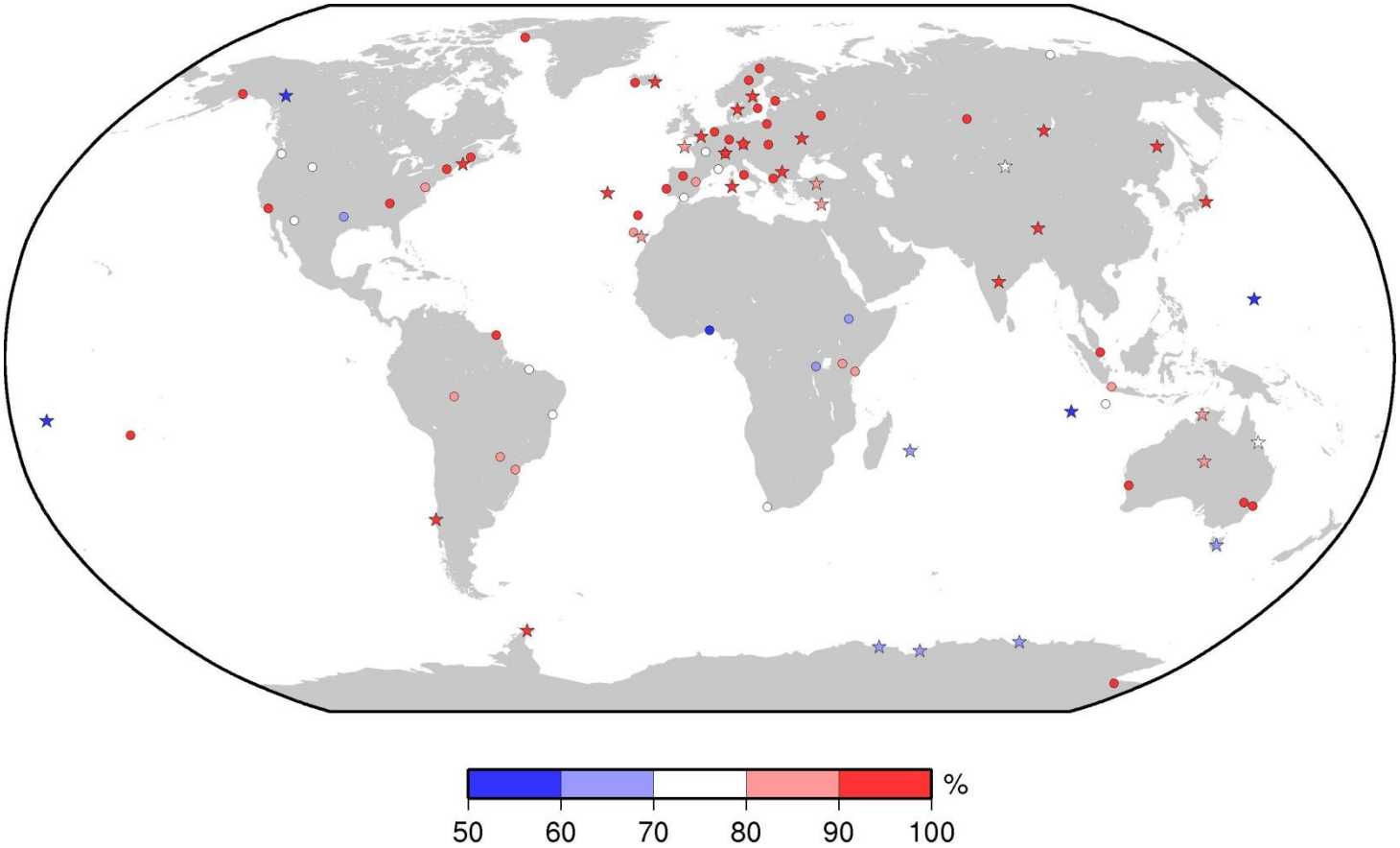
Warum Multi-GNSS?

- Mehr Satelliten, bessere Beobachtungsgeometrie
  - Wichtig für kinematische Lösungen
  - Speziell in Regionen mittlerer Breite
  - In ungünstigen Umgebungen (urban canyons)
- Für wissenschaftliche Anwendungen
  - Zusätzliche Frequenzen und Beobachtungstypen
  - Orbitcharakteristiken der verschiedenen GNSS

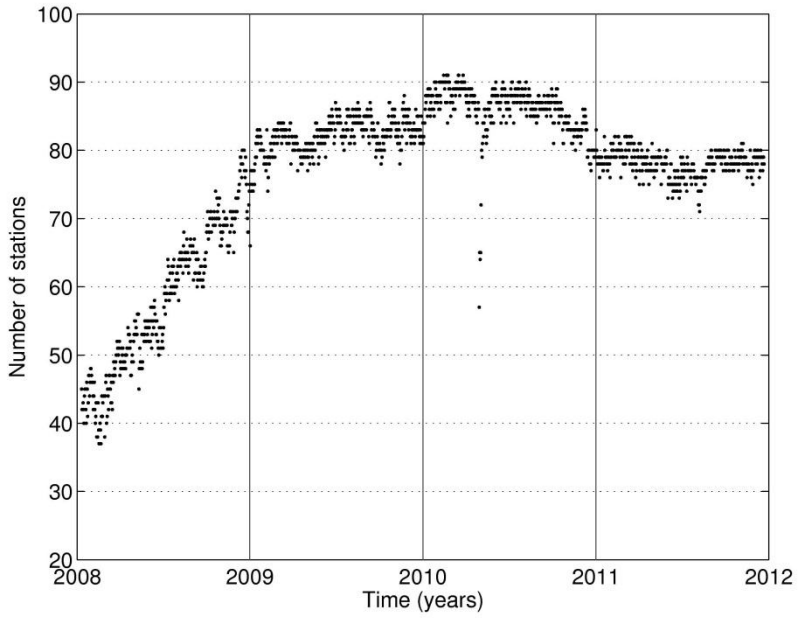
Kombinierte GPS/GLONASS-Auswertung

- Beobachtungsdaten von 2008-2011
- 92 GPS/GLONASS-Stationen
  - Globale Verteilung
  - Mindestens 75% der Zeit verfügbar
- GPS und GLONASS möglichst gleich behandelt
  - Speziell wichtig bei der Stationsauswahl
  - Gleiche Prozessierungsoptionen

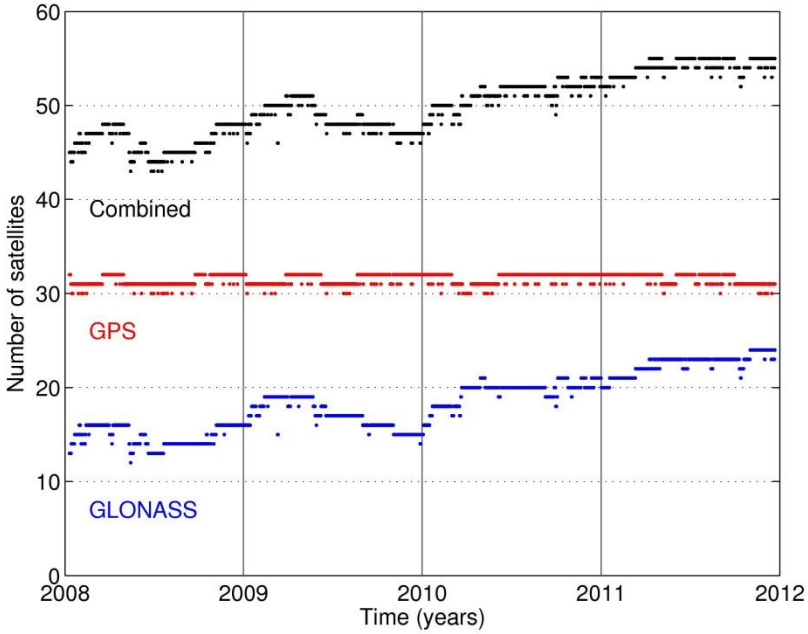
Kombinierte GPS/GLONASS-Auswertung



Kombinierte GPS/GLONASS-Auswertung



Anzahl Stationen



Anzahl Satelliten

Stationskoordinaten

- **Wiederholbarkeit der Stationskoordinaten (mm)**

	Nord	Ost	Höhe	Total
CMB	2.1	2.1	5.6	3.6
GPS	2.2	2.2	5.8	4.0
GLONASS	4.6	5.7	9.7	7.3

Satellitenorbits

- **Positionsdifferenzen an den Tagesgrenzen (cm)**

CMB	GPS
5.4	5.6

GPS

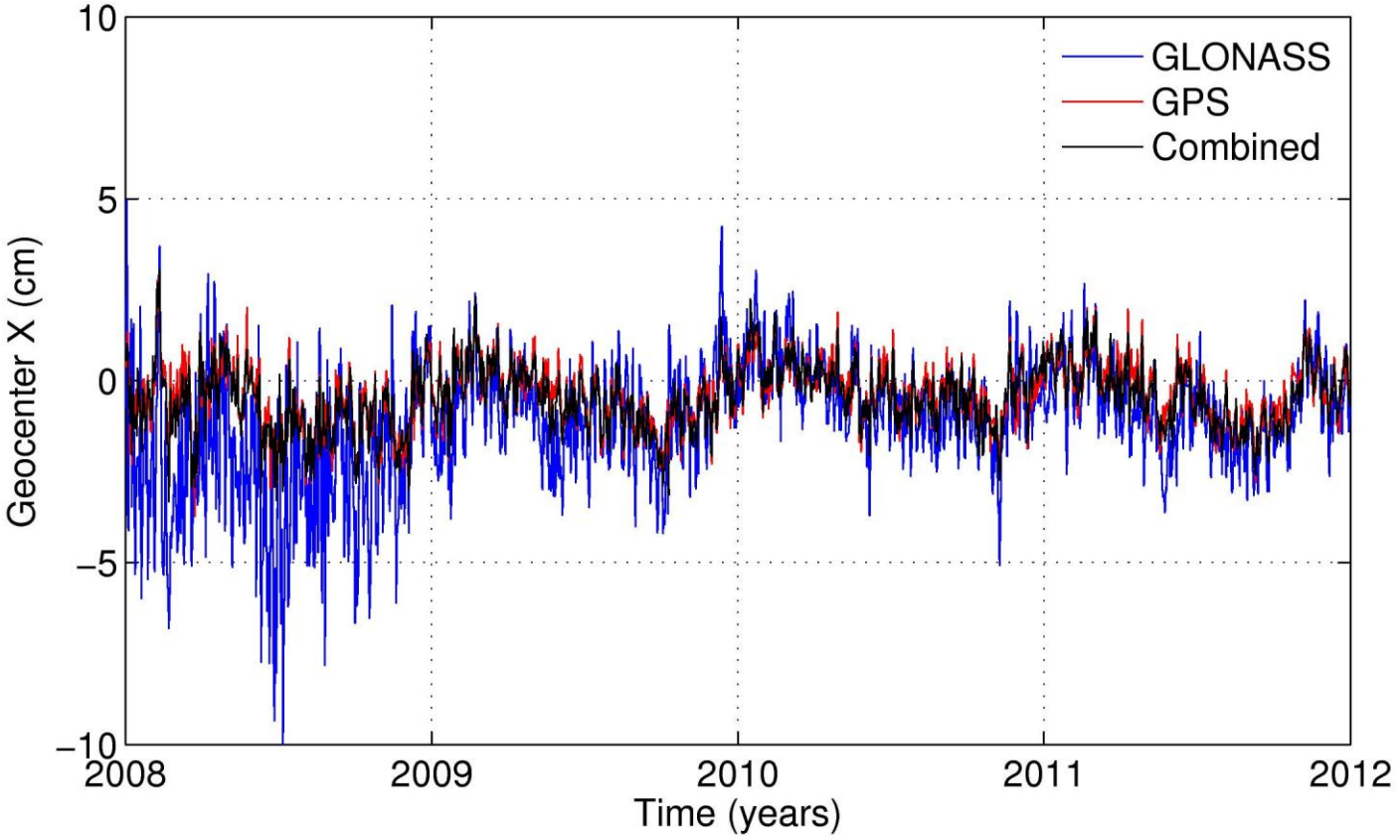
CMB	GLO
8.8	11.6

GLONASS

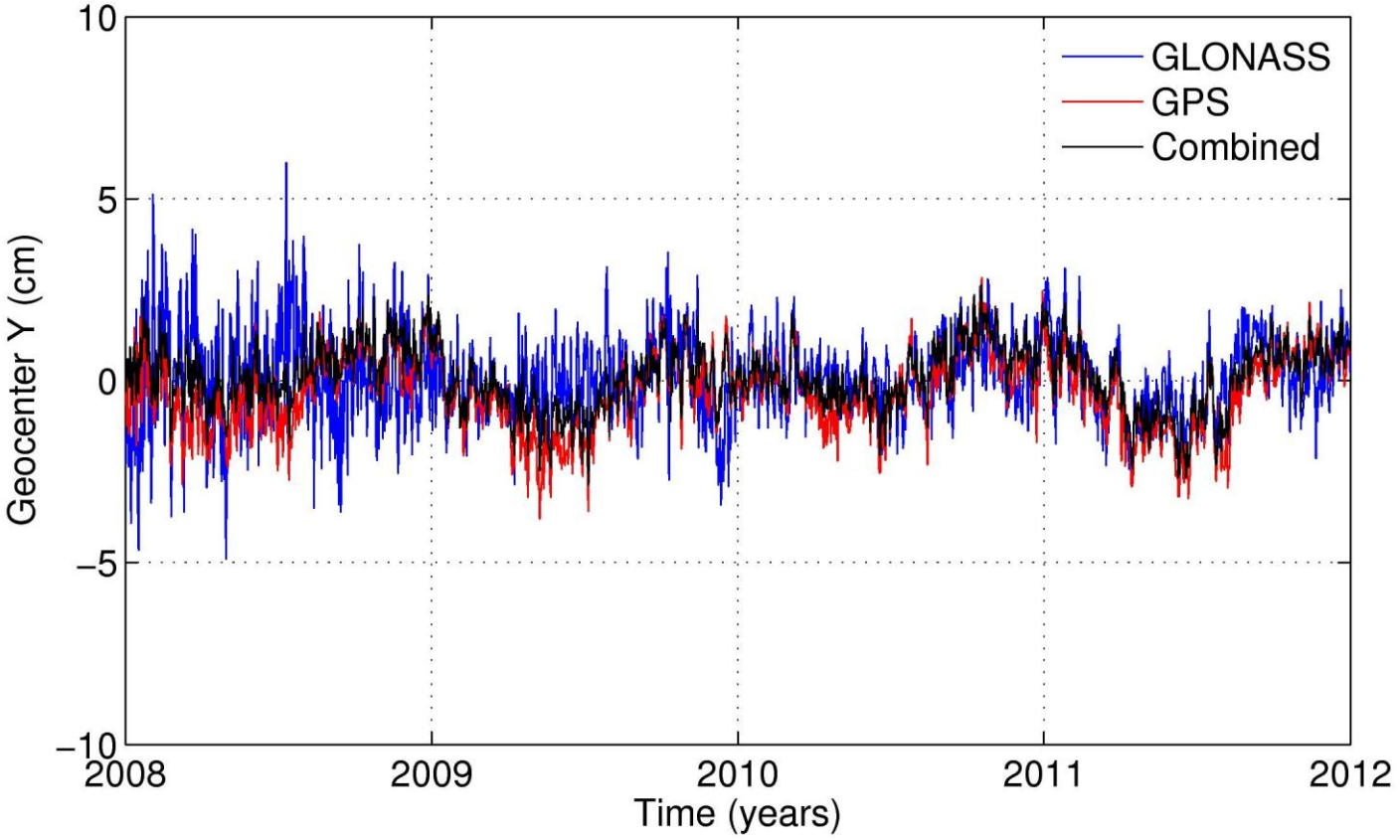
Geozentrumskoordinaten

- Geozentrum
  - Schwerpunkt der Erde
  - Referenzpunkt für Satellitenorbits
  - Bewegt sich (gegenüber Referenzsystem) aufgrund geophysikalischer Prozesse
  - Kann mit GNSS bestimmt werden (?)
- Geozentrumskoordinaten
  - Offset des Geozentrums bezüglich des Koordinatenursprungs

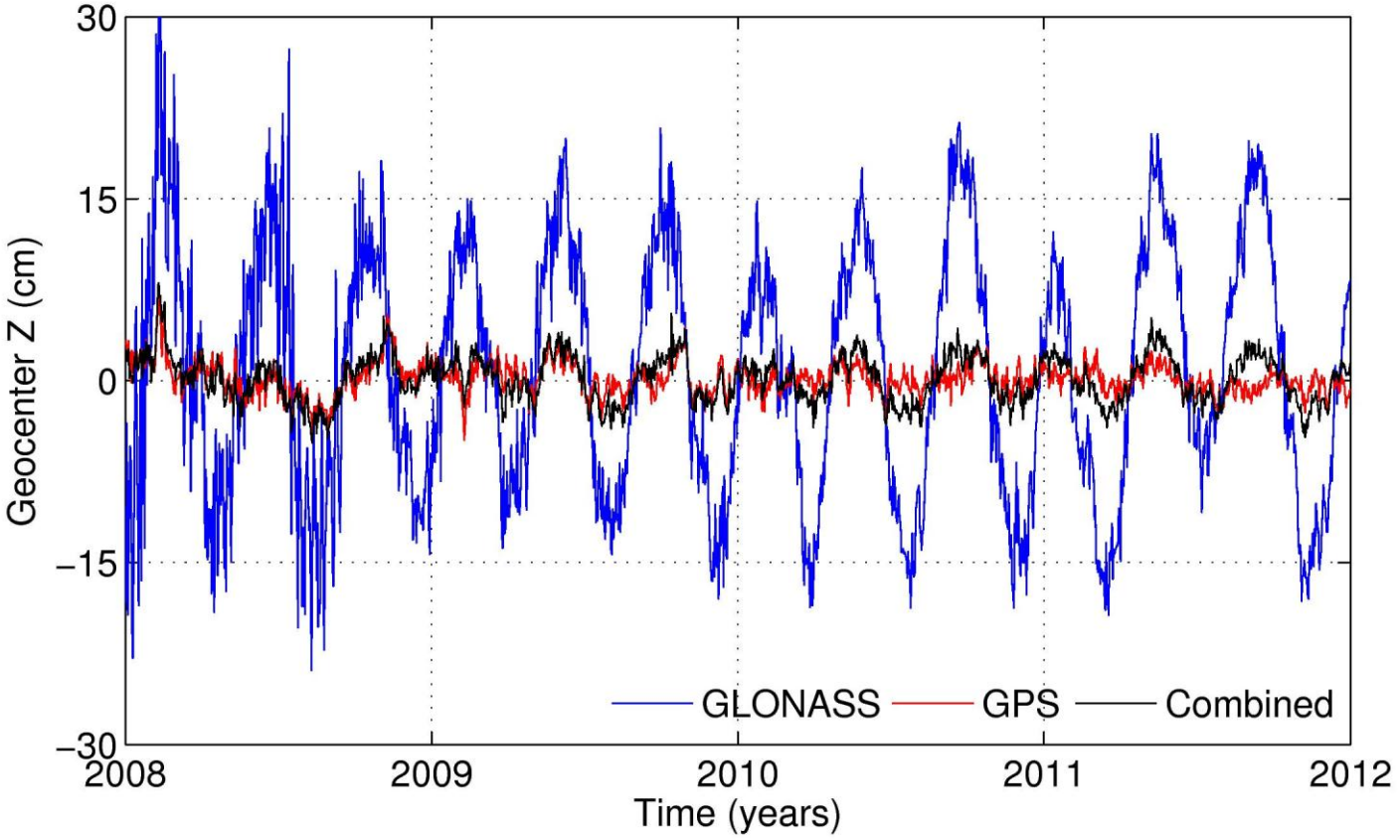
Geozentrumskoordinaten



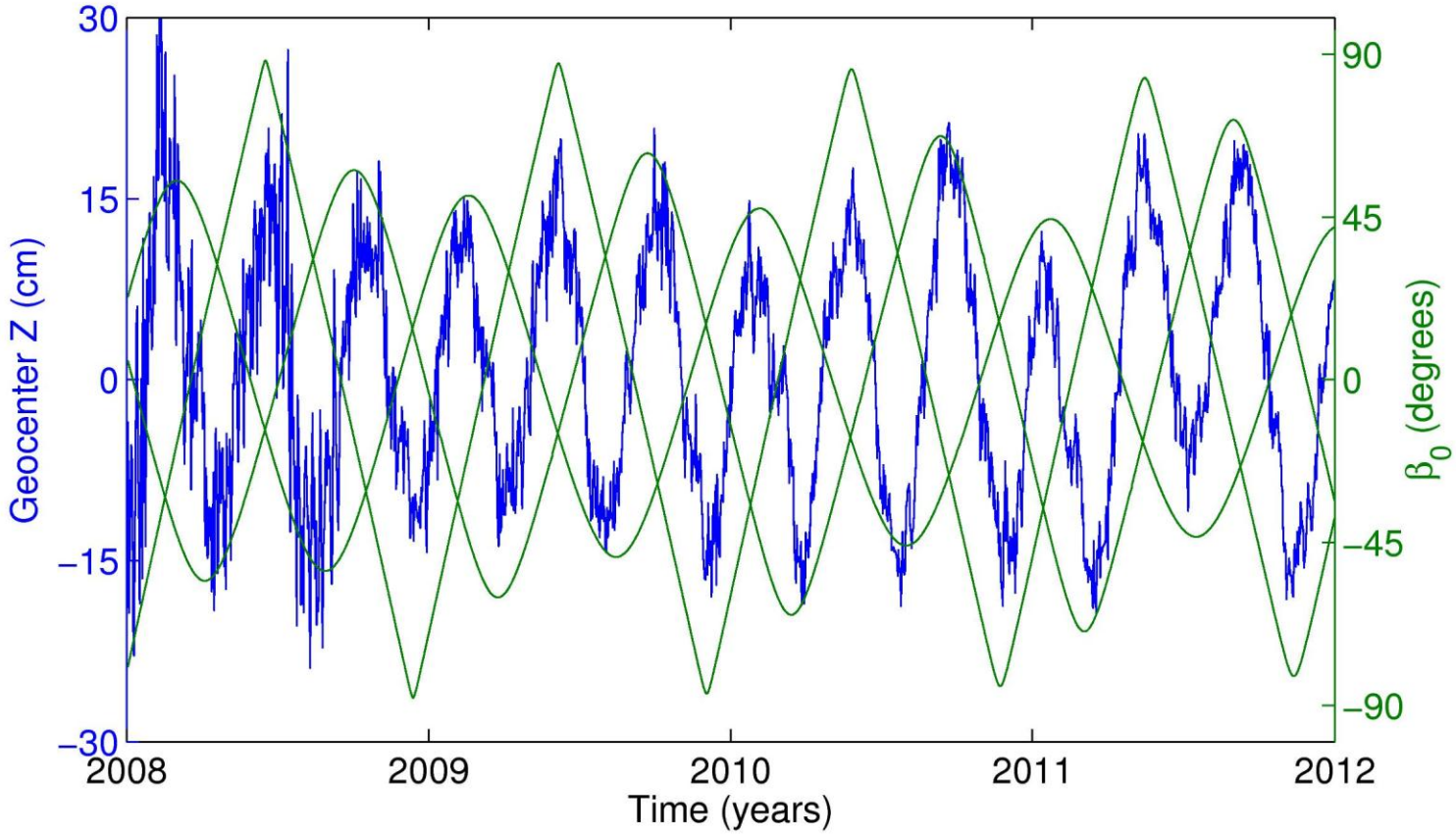
Geozentrumskoordinaten



Geozentrumskoordinaten

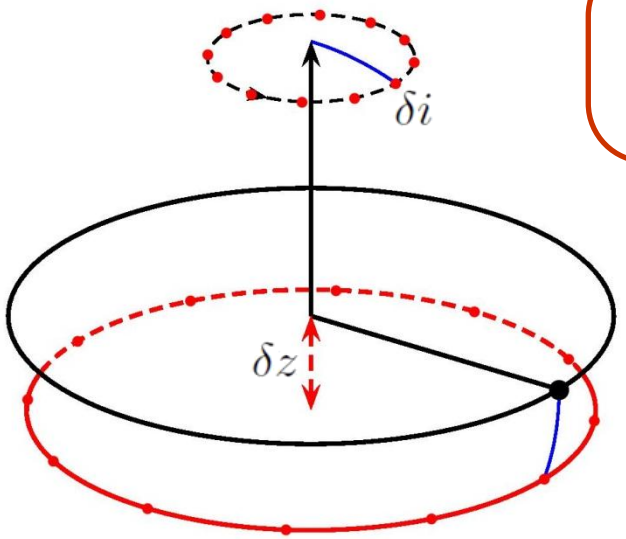


Geozentrumskoordinaten



Geozentrumskoordinaten

- Himmelsmechanik/Störungsrechnung
  - Konstante Kraft senkrecht auf Orbit verursacht eine Verkippung
  - Orbit scheinbar parallel verschoben



$$\delta i = W/n^2 a$$

$$\delta z = W/n^2$$

$$\Delta i(t) = \frac{W}{n^2 a} \sin u$$

$$\Delta \Omega(t) = \frac{W}{n^2 a \sin i} (\cos u - 1)$$

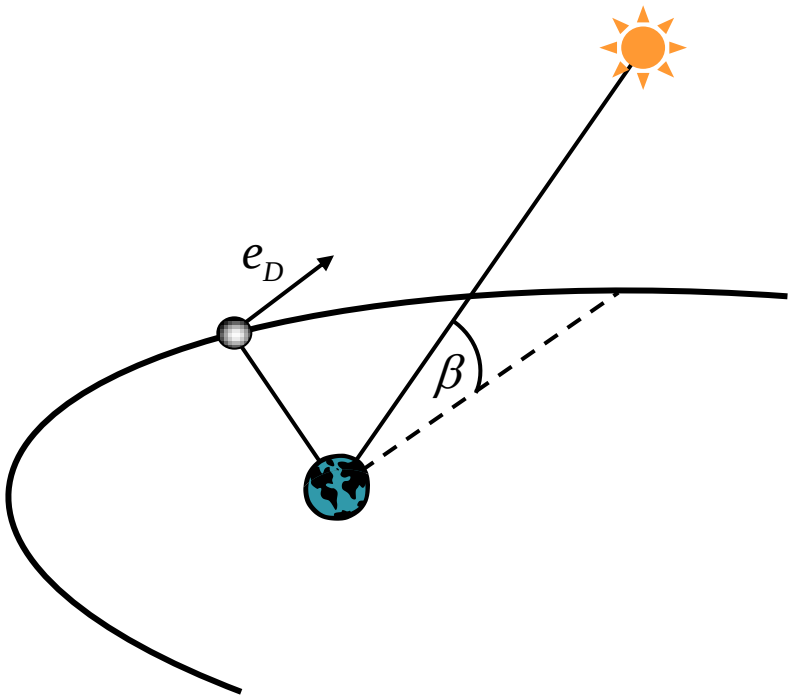
$$\Delta u(t) = \frac{W}{n^2 a \tan i} \cos u$$

Geozentrumskoordinaten

- Direkter Strahlungsdruck D_0 wird geschätzt
- D_0 hat eine Komponente senkrecht zur Bahn

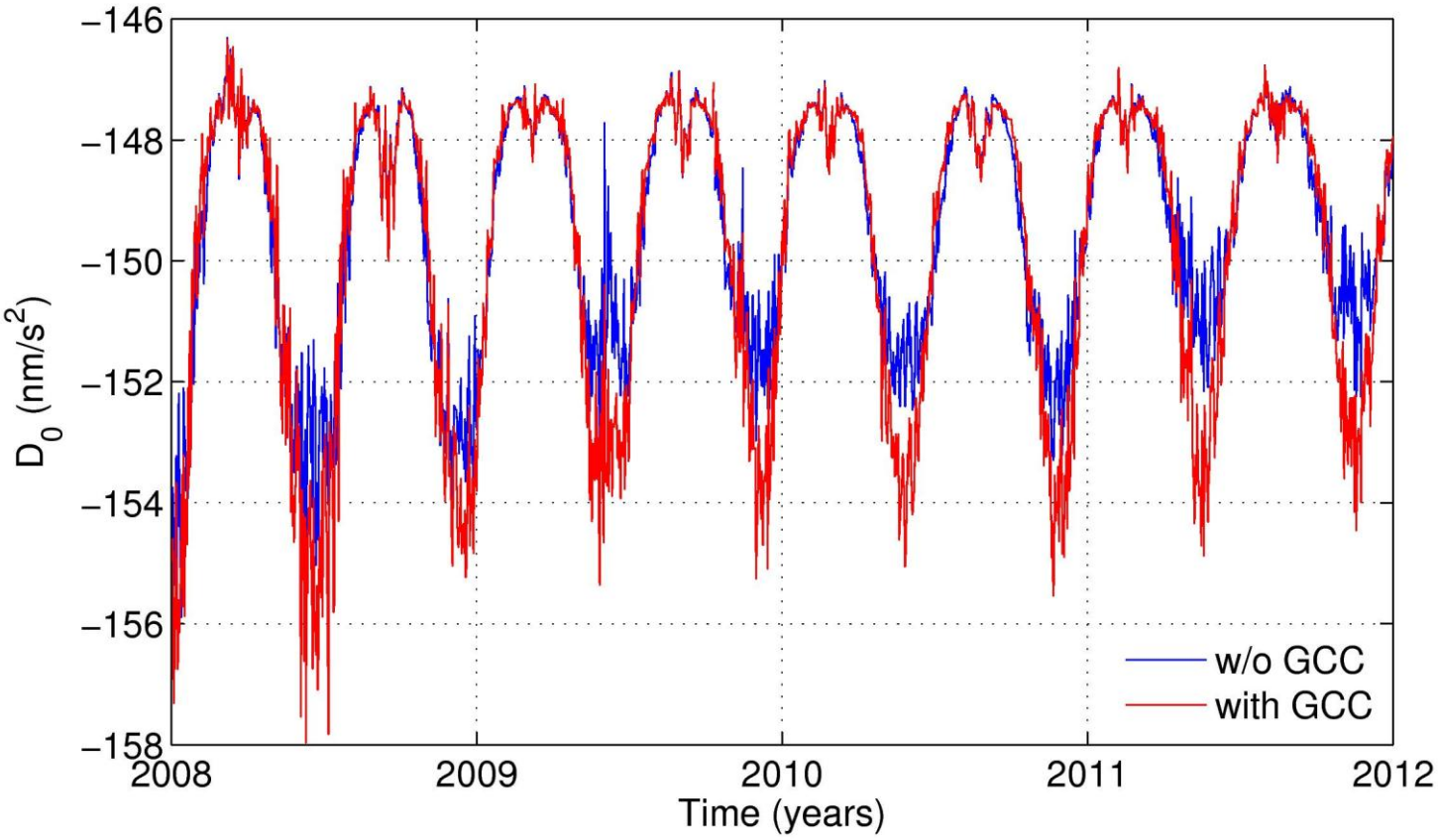
$$W = -D_0 \sin\beta$$

$$\delta z = -\frac{D_0 \sin\beta}{n^2 \cos i}$$



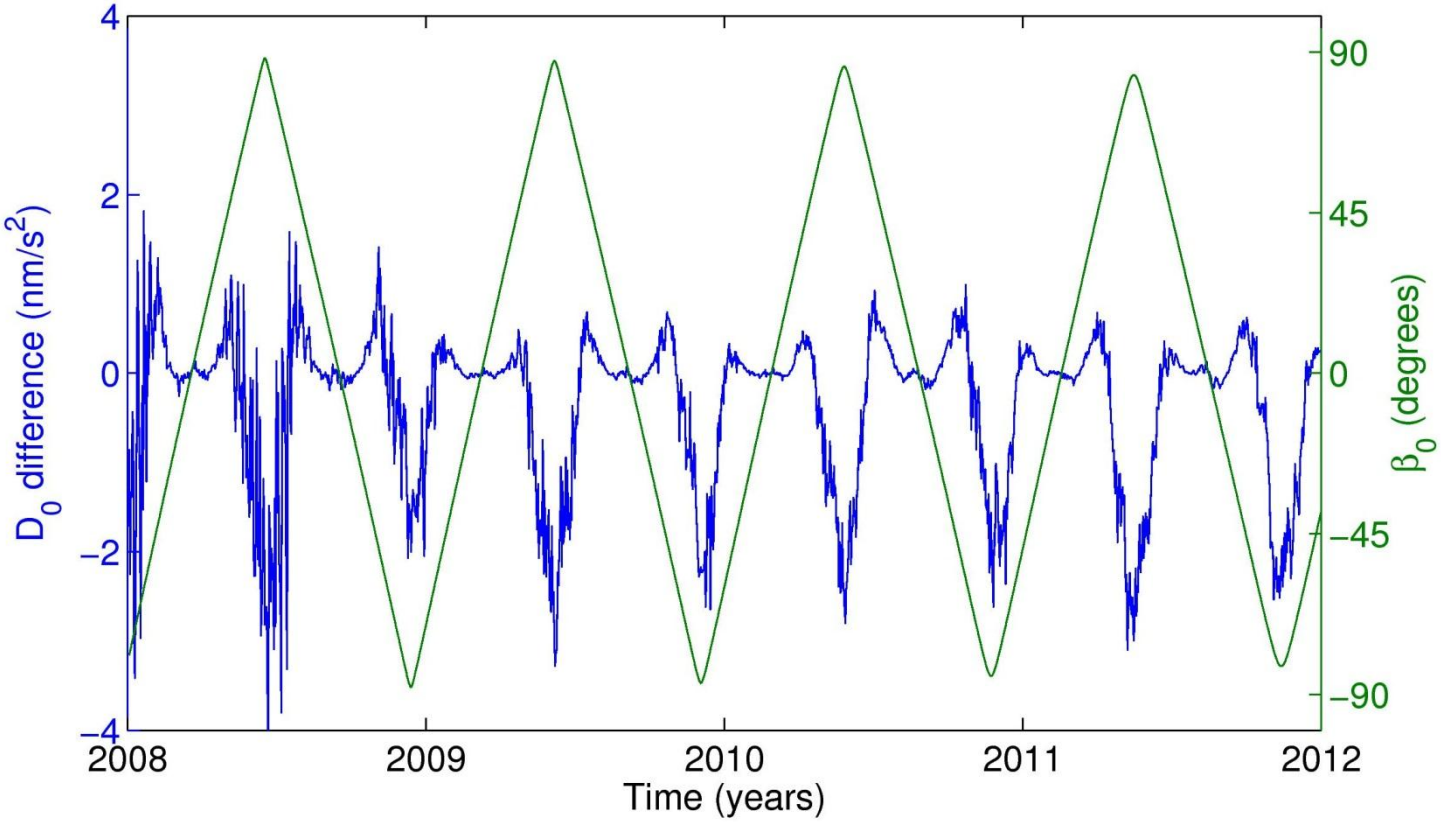
Geozentrumskoordinaten

- D_0-Schätzwerte für GLONASS R20



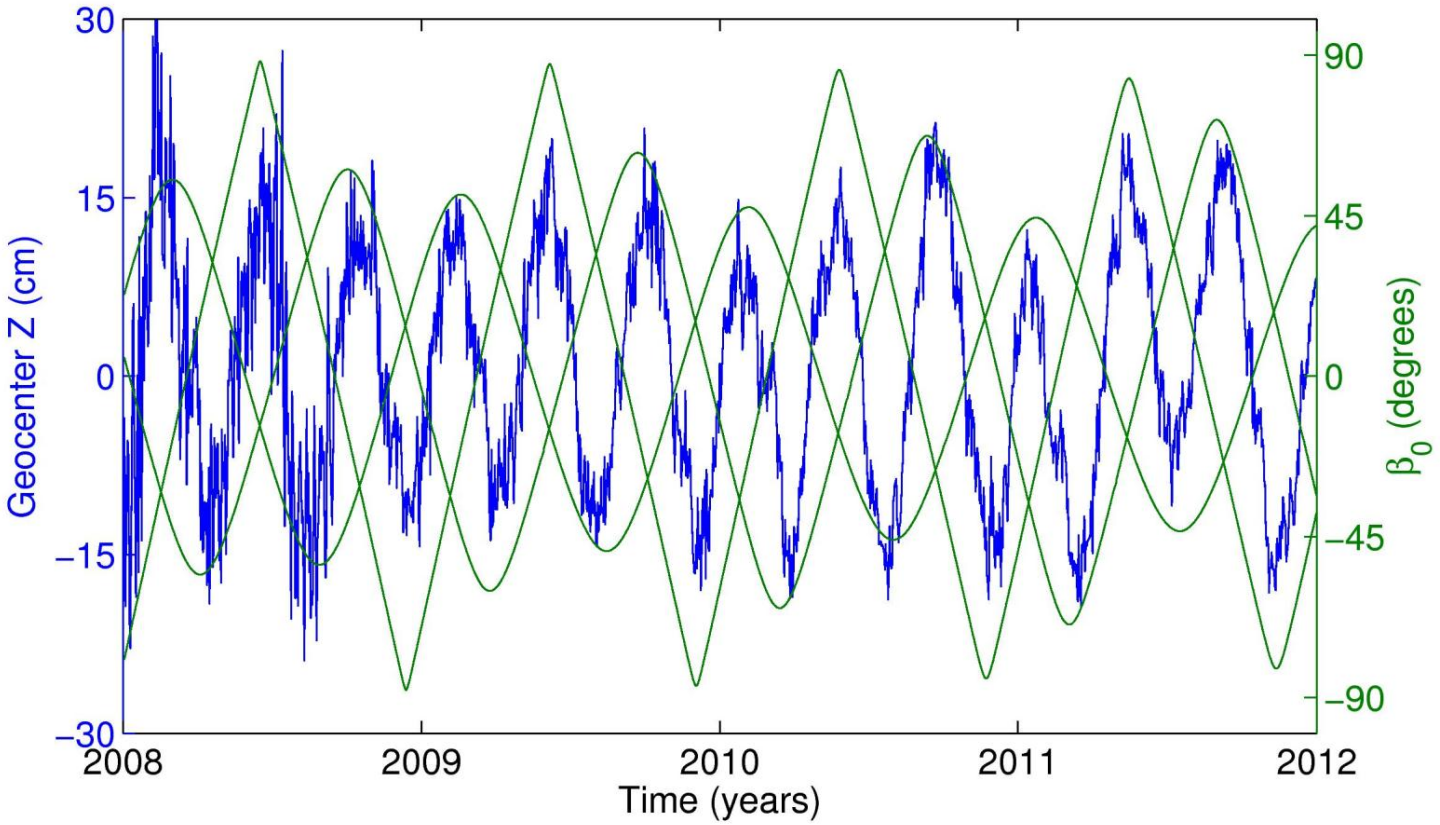
Geozentrumskoordinaten

- D_0-Differenzen für GLONASS R20



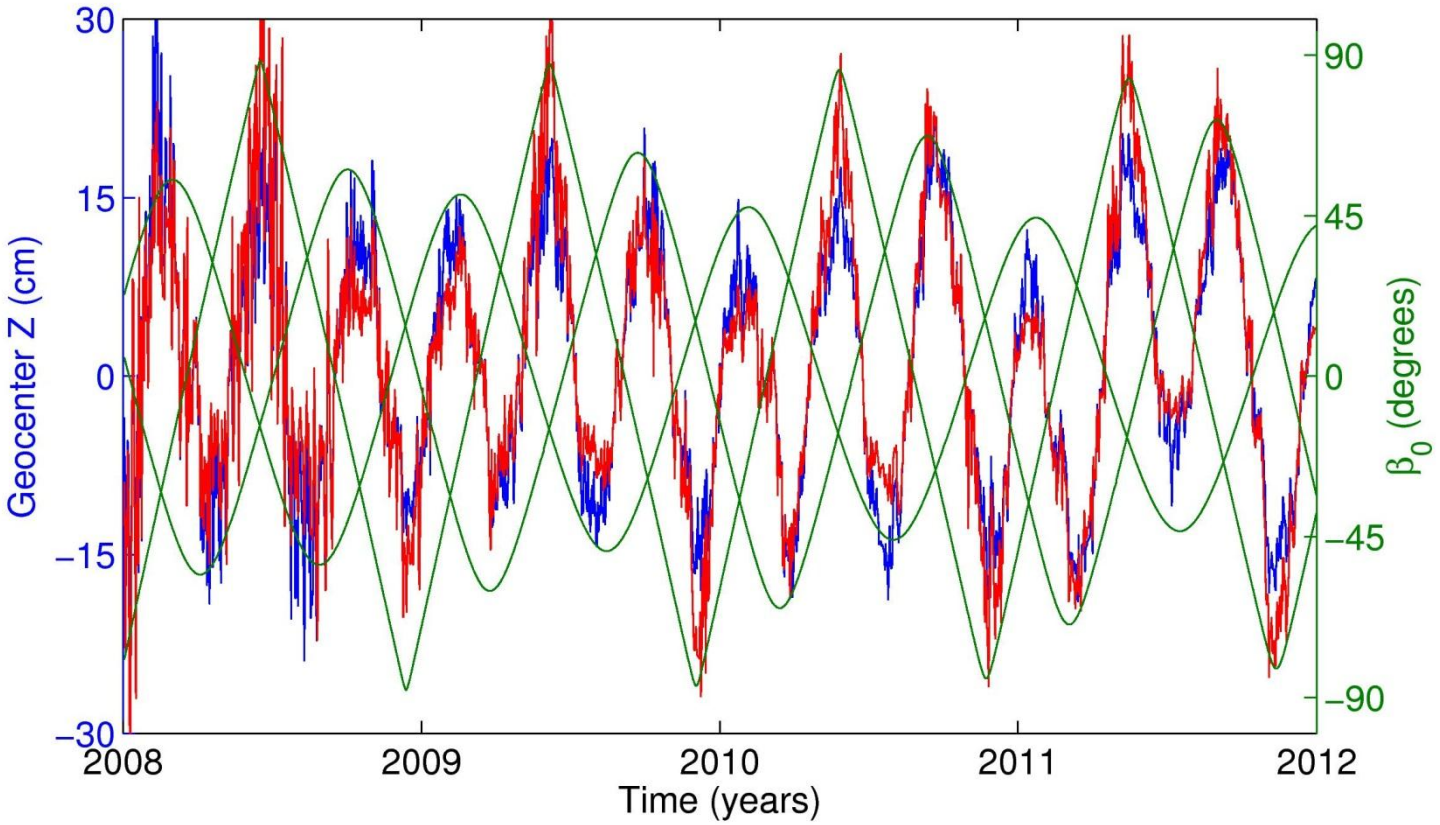
Geozentrumskoordinaten

- Z-Komponente geschätzt (blau)



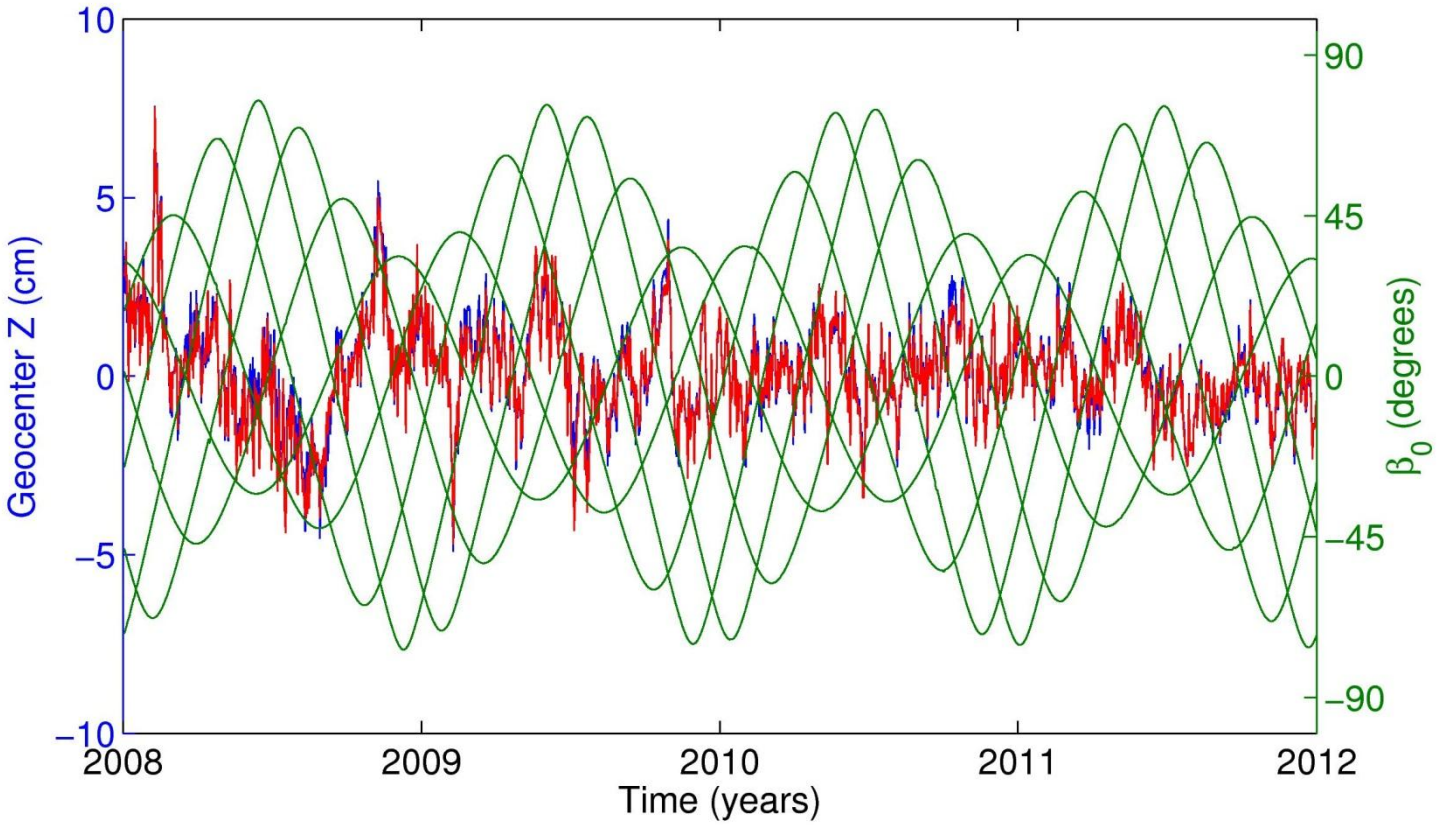
Geozentrumskoordinaten

- Z-Komponente geschätzt (blau), rekonstruiert (rot)



Geozentrumskoordinaten

- Z-Komponente geschätzt (blau), rekonstruiert (rot)



Zusammenfassung

- Die Kombination von GNSS
  - Wird immer wichtiger
  - Hat positive Aspekte sowohl für Anwendungen als auch im wissenschaftlichen Bereich
- Am Beispiel einer GPS/GLONASS-Studie
  - Koordinaten profitieren
  - Orbits beider Systeme profitieren
  - Speziell GLONASS verbessert sich deutlich
- Multi-GNSS ist ein sehr interessantes Forschungsgebiet
  - Variationen des Geozentrums für GLONASS

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit