

Validierung von Erdorientierungsparameter, geophysikalischen Anregungsfunktionen und Schwerefeldkoeffizienten zweiten Grades

Ergebnisse aus Projekt 9 der DFG-Forschungsgruppe
Erdrotation und globale geodynamischer Prozesse

Andrea Heiker ¹ Michael Schmidt ²

¹Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover

²Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München

Hannover, 9. Oktober 2012

Validierung von EOP,
CHI and GFC2

Andrea Heiker ,
Michael Schmidt

Motivation

Methode

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse

Zusammenfassung

- ① Motivation
- ② Methode
- ③ Sensitivitätsanalyse
- ④ Ergebnisse
- ⑤ Zusammenfassung der Ergebnisse

- Gegenseitige Validierung von
 - Erdorientierungsparameter (EOP): Polbewegung und LOD
 - Geophysikalische Anregungsfunktion (CHI): Massen- und Bewegungsterms
 - Schwerefeldkoeffizienten zweiten Grades (GFC2)
- Zeitreihen werden (teilweise) unabhängig voneinander bestimmt.
- Verknüpfung der Zeitreihen über den unbekanntem Trägheitstensor der Erde
- Unterschiedliche zeitliche Auflösung
- Ziel der Validierung: Quantifizierung der Inkonsistenzen

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k'_2 + \alpha_3 (\Delta k'_{an})) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k'_2 + \alpha_3 (\Delta k'_{an})) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k_2' + \alpha_3 (\Delta k_{an}')) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k'_2 + \Delta k'_{an}) \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A'_m + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k'_2 + \alpha_3 (\Delta k'_{an})) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k_2' + \alpha_3 (\Delta k_{an}')) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionaler Zusammenhang von EOP, CHI und Trägheitstensor: [Gross (2007)]

$$\begin{aligned}
 p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_x^W + \chi_x^P = \frac{h_x + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{xz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 -p_x + \frac{1}{\sigma_0} \dot{p}_y &= \chi_y^W + \chi_y^P = \frac{h_y + (1 + k_2' + \Delta k_{an}') \Omega \Delta c_{yz}}{(C - A' + A_m' + \epsilon_C A_C) \sigma_0} \\
 \frac{\Delta \Lambda}{\Lambda_0} &= \chi_z^W + \chi_z^P = k_r \frac{h_z + (1 + k_2' + \alpha_3 (\Delta k_{an}')) \Omega \Delta c_{zz}}{C_m \Omega}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Polbewegung und Tageslänge

Bewegungsterme der Anregungsfunktionen

Massenterme der Anregungsfunktionen

Relativer Drehmoment und Trägheitstensor multipliziert mit Ω (Angular momentum functions)

Geophysikalische Konstanten

- Funktionale Zusammenhang von GFC2 und Trägheitstensor:

$$\begin{bmatrix} C_{20} \\ C_{21} \\ S_{21} \\ C_{22} \\ S_{20} \end{bmatrix} = \frac{1}{Ma^2} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -\frac{1}{4} & 0 & 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta c_{xx} \\ \Delta c_{xy} \\ \Delta c_{xz} \\ \Delta c_{yy} \\ \Delta c_{yz} \\ \Delta c_{zz} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Ma^2 - Produkt aus Erdmasse und Erdradius zum Quadrat

- Spur des Trägheitstensors ist invariant gegenüber Massenumverteilungen.

$$\Delta c_{xx} + \Delta c_{yy} + \Delta c_{zz} = 0 \quad (3)$$

- Funktionale Zusammenhang von GFC2 und Trägheitstensor:

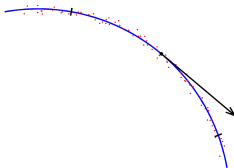
$$\begin{bmatrix} C_{20} \\ C_{21} \\ S_{21} \\ C_{22} \\ S_{20} \end{bmatrix} = \frac{1}{Ma^2} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -\frac{1}{4} & 0 & 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta c_{xx} \\ \Delta c_{xy} \\ \Delta c_{xz} \\ \Delta c_{yy} \\ \Delta c_{yz} \\ \Delta c_{zz} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Ma^2 - Produkt aus Erdmasse und Erdradius zum Quadrat

- Spur des Trägheitstensors ist invariant gegenüber Massenumverteilungen.

$$\Delta c_{xx} + \Delta c_{yy} + \Delta c_{zz} = 0 \quad (3)$$

- Unterschiedliche zeitliche Auflösung (monatlich versus täglich)
- Approximation der unbeobachteten Ableitung der Polbewegung
- Lösungsvorschläge:
 - Kubische Splines

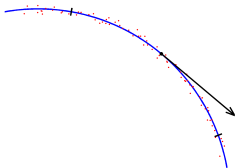


- Arithmetische Mittelbildung und Differenzenquotient:

$$\dot{p}^k = \frac{p^{k+1} - p^{k-1}}{2\Delta t} \quad (4)$$

p – gemittelte Polbewegung, k – Epoche, Δt – Zeitabstand

- Unterschiedliche zeitliche Auflösung (monatlich versus täglich)
- Approximation der unbeobachteten Ableitung der Polbewegung
- Lösungsvorschläge:
 - Kubische Splines



- Arithmetische Mittelbildung und Differenzenquotient:

$$\dot{p}^k = \frac{p^{k+1} - p^{k-1}}{2\Delta t} \quad (4)$$

p – gemittelte Polbewegung, k – Epoche, Δt – Zeitabstand

- **Unbekannte Parameter:**
 - \mathbf{x}_S Spline-Koeffizienten für tägliche EOP und CHI
 - \mathbf{x}_I Trägheitstensor
- **Annahmen:**
 - Beobachtungen $\mathbf{l} \sim \mathcal{N}(\mathbf{A}\mathbf{x}, \Sigma)$
 - Inkonsistenzen befinden sich in den Residuen \mathbf{v}
- **Funktionales Modell:**

$$\begin{bmatrix} \mathbf{l}_{EOP} \\ \mathbf{l}_{CHI} \\ \mathbf{l}_{GFC2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{EOP} \\ \mathbf{v}_{CHI} \\ \mathbf{v}_{GFC2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{EOP} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_{CHI} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{GFC2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} \quad (5)$$

mit den Bedingungsgleichungen (Euler-Liouville-Gleichung, Massenterme und Tensorspur)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{B}_{EL1} & \mathbf{B}_{EL2} \\ \mathbf{0} & \mathbf{B}_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (6)$$

\mathbf{A} und \mathbf{B} Designmatrizen gemäß Gleichungen 1-3

- Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten

- Unbekannte Parameter:
 - \mathbf{x}_S Spline-Koeffizienten für tägliche EOP und CHI
 - \mathbf{x}_I Trägheitstensor
- Annahmen:
 - Beobachtungen $\mathbf{I} \sim \mathcal{N}(\mathbf{A}\mathbf{x}, \mathbf{\Sigma})$
 - Inkonsistenzen befinden sich in den Residuen \mathbf{v}
- Funktionales Modell:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_{EOP} \\ \mathbf{I}_{CHI} \\ \mathbf{I}_{GFC2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{EOP} \\ \mathbf{v}_{CHI} \\ \mathbf{v}_{GFC2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{EOP} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_{CHI} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{GFC2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} \quad (5)$$

mit den Bedingungsgleichungen (Euler-Liouville-Gleichung, Massenterme und Tensorspur)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{B}_{EL1} & \mathbf{B}_{EL2} \\ \mathbf{0} & \mathbf{B}_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (6)$$

\mathbf{A} und \mathbf{B} Designmatrizen gemäß Gleichungen 1-3

- Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten

- Unbekannte Parameter:
 \mathbf{x}_S Spline-Koeffizienten für tägliche EOP und CHI
 \mathbf{x}_I Trägheitstensor
- Annahmen:
 - Beobachtungen $\mathbf{I} \sim \mathcal{N}(\mathbf{A}\mathbf{x}, \mathbf{\Sigma})$
 - Inkonsistenzen befinden sich in den Residuen \mathbf{v}
- Funktionales Modell:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_{EOP} \\ \mathbf{I}_{CHI} \\ \mathbf{I}_{GFC2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{EOP} \\ \mathbf{v}_{CHI} \\ \mathbf{v}_{GFC2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{EOP} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_{CHI} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{GFC2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} \quad (5)$$

mit den Bedingungsgleichungen (Euler-Liouville-Gleichung, Massenterme und Tensorspur)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{B}_{EL1} & \mathbf{B}_{EL2} \\ \mathbf{0} & \mathbf{B}_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (6)$$

A und **B** Designmatrizen gemäß Gleichungen 1-3

- Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten

- Unbekannte Parameter:
 \mathbf{x}_S Spline-Koeffizienten für tägliche EOP und CHI
 \mathbf{x}_I Trägheitstensor
- Annahmen:
 - Beobachtungen $\mathbf{I} \sim \mathcal{N}(\mathbf{A}\mathbf{x}, \mathbf{\Sigma})$
 - Inkonsistenzen befinden sich in den Residuen \mathbf{v}
- Funktionales Modell:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_{EOP} \\ \mathbf{I}_{CHI} \\ \mathbf{I}_{GFC2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{EOP} \\ \mathbf{v}_{CHI} \\ \mathbf{v}_{GFC2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{EOP} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_{CHI} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{GFC2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} \quad (5)$$

mit den Bedingungsgleichungen (Euler-Liouville-Gleichung, Massenterme und Tensorspur)

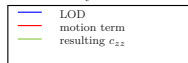
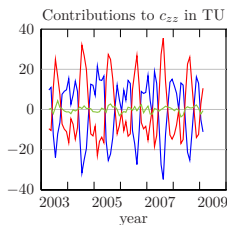
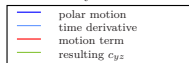
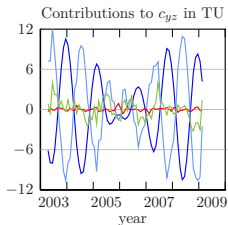
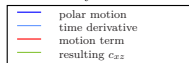
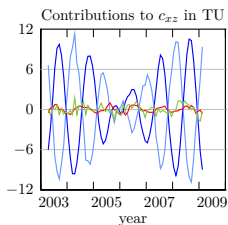
$$\begin{bmatrix} \mathbf{B}_{EL1} & \mathbf{B}_{EL2} \\ \mathbf{0} & \mathbf{B}_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_S \\ \mathbf{x}_I \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (6)$$

A und **B** Designmatrizen gemäß Gleichungen 1-3

- Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten

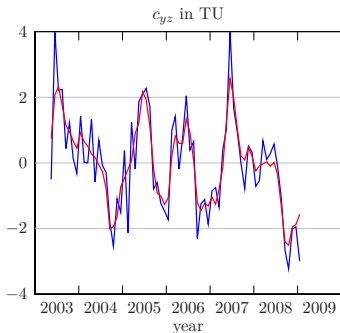
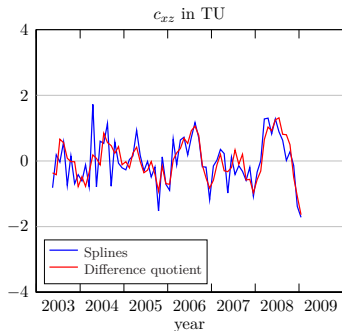
- Definition einer gemeinsamen Tensoreinheit:

$$1 \text{ TU [dimensionslos]} = \frac{10^{10} \text{ kg m}^2}{a^2 M}$$
- Beiträge der EOP und Bewegungsterme zu den resultierenden Tensorelementen



Kleine Tensorelemente resultieren aus der Differenz zweier größerer Beträge

- Vergleich der Approximationen der Zeitableitung durch Differenzenquotienten bzw. Splines



- Approximation mit Hilfe des Differenzenquotient hat einen glatteren Verlauf.
- ABER: Erste und letzte Epoche können nicht validiert werden.

- Ausblick auf der Geodätischen Woche 2011: Gemeinsame Auswertung aller Zeitreihen in einem Auswertemodell
- Vollzugsmeldung: Folgende Zeitreihen wurden gemeinsam ausgewertet:
 - EOP 08 C04 (www.iers.org)
 - Anregungsfunktionen:
 - op. GFZ = operationelle ECMWF + OMCT + LSDM
 - non-ass. JPL = NCEP/NCAR Reanalysis + ECCO
 - Fünf GRACE und eine SLR Schwerefeldlösung:
 - CSR SLR R04
 - CSR R04
 - GFZ R04
 - JPL R04
 - ITG 2010 (mit voller Varianz-Kovarianzmatrix)
 - GRGS R02
- Vorprozessierung der Daten
 - Berechnung von Monatsmittelwerten aus 10-tägigen Werten bei GRGS R02
 - Lineare Interpolation von Datenlücken
 - Filterung

- Ausblick auf der Geodätischen Woche 2011: Gemeinsame Auswertung aller Zeitreihen in einem Auswertemodell
- Vollzugsmeldung: Folgende Zeitreihen wurden gemeinsam ausgewertet:
 - EOP 08 C04 (www.iers.org)
 - Anregungsfunktionen:
 - op. GFZ = operationelle ECMWF + OMCT + LSDM
 - non-ass. JPL = NCEP/NCAR Reanalysis + ECCO
 - Fünf GRACE und eine SLR Schwerefeldlösung:
 - CSR SLR R04
 - CSR R04
 - GFZ R04
 - JPL R04
 - ITG 2010 (mit voller Varianz-Kovarianzmatrix)
 - GRGS R02
- Vorprozessierung der Daten
 - Berechnung von Monatsmittelwerten aus 10-tägigen Werten bei GRGS R02
 - Lineare Interpolation von Datenlücken
 - Filterung

- A Priori stochastische Modelle
 - Tägliche Zeitreihen: Approximation durch empirische Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen
 - GFC2: Gegebene "Formal Error"
- Varianz-Kovarianzkomponentenschätzung
 - 9 äquatoriale Varianzkomponenten: Pol, CHI-x/CHI-y, $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$
 - 9 axiale Varianzkomponenten: LOD, CHI-z, C_{20}
 - 1 Kovarianzkomponente für die Korrelation zwischen C_{20} und $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$ der ITG 2010 Zeitreihe
- Ergebnisse
 - Residuen mit Inkonsistenzen
 - Ausgeglichener Trägheitstensor
 - Posteriori Varianz-Kovarianzmatrizen

- A Priori stochastische Modelle
 - Tägliche Zeitreihen: Approximation durch empirische Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen
 - GFC2: Gegebene "Formal Error"
- Varianz-Kovarianzkomponentenschätzung
 - 9 äquatoriale Varianzkomponenten: Pol, CHI-x/CHI-y, $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$
 - 9 axiale Varianzkomponenten: LOD, CHI-z, C_{20}
 - 1 Kovarianzkomponente für die Korrelation zwischen C_{20} und $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$ der ITG 2010 Zeitreihe
- Ergebnisse
 - Residuen mit Inkonsistenzen
 - Ausgeglicherer Trägheitstensor
 - Posteriori Varianz-Kovarianzmatrizen

- A Priori stochastische Modelle
 - Tägliche Zeitreihen: Approximation durch empirische Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen
 - GFC2: Gegebene "Formal Error"
- Varianz-Kovarianzkomponentenschätzung
 - 9 äquatoriale Varianzkomponenten: Pol, CHI-x/CHI-y, $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$
 - 9 axiale Varianzkomponenten: LOD, CHI-z, C_{20}
 - 1 Kovarianzkomponente für die Korrelation zwischen C_{20} und $C_{21}/S_{21}/C_{22}/S_{22}$ der ITG 2010 Zeitreihe
- Ergebnisse
 - Residuen mit Inkonsistenzen
 - Ausgeglichener Trägheitstensor
 - Posteriori Varianz-Kovarianzmatrizen

Validierung von EOP,
CHI and GFC2

Andrea Heiker,
Michael Schmidt

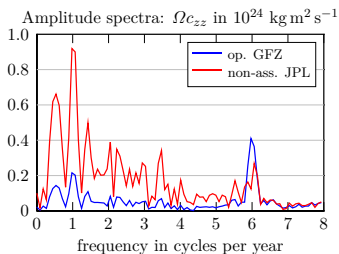
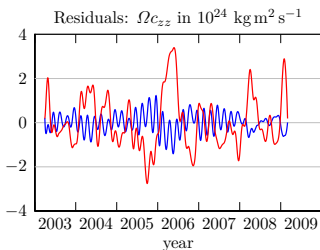
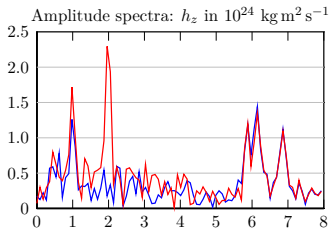
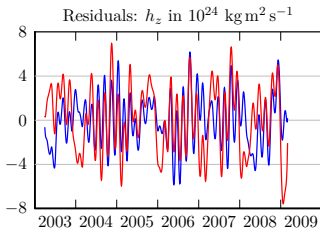
Motivation

Methode

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse

Zusammenfassung



Validierung von EOP,
CHI and GFC2

Andrea Heiker ,
Michael Schmidt

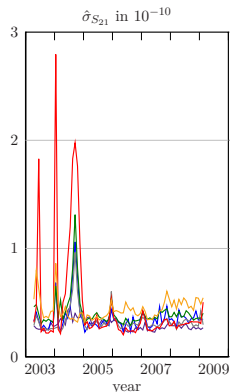
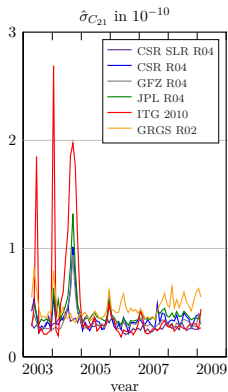
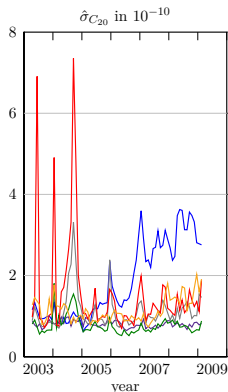
Motivation

Methode

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse

Zusammenfassung



Ergebnisse: Gemittelte Standardabweichungen aller Zeitreihen

Validierung von EOP, CHI and GFC2

Andrea Heiker,
Michael Schmidt

Motivation

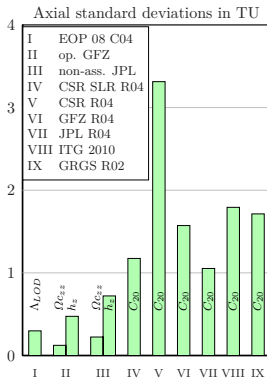
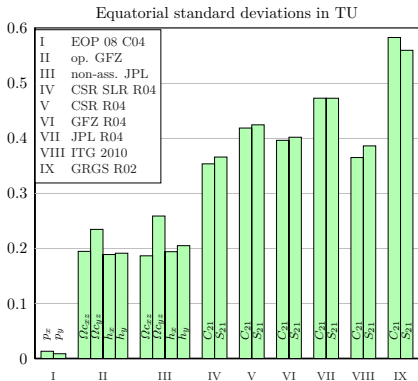
Methode

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse

Zusammenfassung

Standardabweichungen wurden gemittelt und in die gemeinsame Tensoreinheit transformiert.



Ergebnisse: Posteriori Korrelationen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} der ITG 2010 Zeitreihe

Validierung von EOP, CHI and GFC2

Andrea Heiker ,
Michael Schmidt

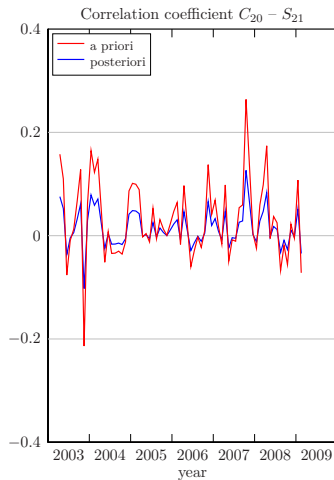
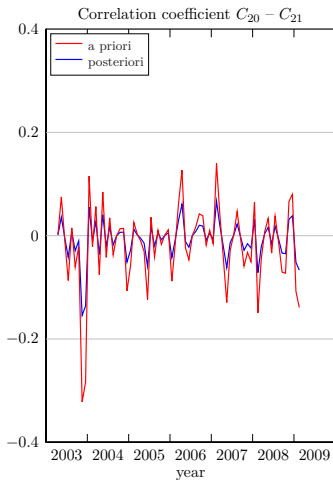
Motivation

Methode

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse

Zusammenfassung



- Durch die Approximation der Zeitableitung der Polbewegung entstehen Inkonsistenzen (beeinflussen hauptsächlich äquatorialen Residuen der Bewegungsterm).
- Die axialen Anregungsfunktionen vom GFZ passen besser als die vom JPL.
- Die GRACE 'Formal Errors' sind viel zu optimistisch, die SLR 'Formal Errors' werden ca. verdoppelt.
- Die Differenz EOP – Bewegungsterme und die Massenterme gehen in die Bestimmung der äquatorialen Tensorelemente c_{xz} und c_{yz} mit ungefähr demselben Gewicht ein. Bei der Bestimmung des axialen Tensorelement c_{zz} hat der Massenterm das höchste Gewicht. Die Schwerefeldkoeffizienten besitzen die geringsten Gewichte.
- Die Kovarianzen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} werden verdoppelt bleiben jedoch noch immer klein.

- Durch die Approximation der Zeitableitung der Polbewegung entstehen Inkonsistenzen (beeinflussen hauptsächlich äquatorialen Residuen der Bewegungsterm).
- Die axialen Anregungsfunktionen vom GFZ passen besser als die vom JPL.
- Die GRACE 'Formal Errors' sind viel zu optimistisch, die SLR 'Formal Errors' werden ca. verdoppelt.
- Die Differenz EOP – Bewegungsterme und die Massenterme gehen in die Bestimmung der äquatorialen Tensorelemente c_{xz} und c_{yz} mit ungefähr demselben Gewicht ein. Bei der Bestimmung des axialen Tensorelement c_{zz} hat der Massenterm das höchste Gewicht. Die Schwerefeldkoeffizienten besitzen die geringsten Gewichte.
- Die Kovarianzen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} werden verdoppelt bleiben jedoch noch immer klein.

- Durch die Approximation der Zeitableitung der Polbewegung entstehen Inkonsistenzen (beeinflussen hauptsächlich äquatorialen Residuen der Bewegungsterm).
- Die axialen Anregungsfunktionen vom GFZ passen besser als die vom JPL.
- Die GRACE 'Formal Errors' sind viel zu optimistisch, die SLR 'Formal Errors' werden ca. verdoppelt.
- Die Differenz EOP – Bewegungsterme und die Massenterme gehen in die Bestimmung der äquatorialen Tensorelemente c_{xz} und c_{yz} mit ungefähr demselben Gewicht ein. Bei der Bestimmung des axialen Tensorelement c_{zz} hat der Massenterm das höchste Gewicht. Die Schwerefeldkoeffizienten besitzen die geringsten Gewichte.
- Die Kovarianzen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} werden verdoppelt bleiben jedoch noch immer klein.

- Durch die Approximation der Zeitableitung der Polbewegung entstehen Inkonsistenzen (beeinflussen hauptsächlich äquatorialen Residuen der Bewegungsterm).
- Die axialen Anregungsfunktionen vom GFZ passen besser als die vom JPL.
- Die GRACE 'Formal Errors' sind viel zu optimistisch, die SLR 'Formal Errors' werden ca. verdoppelt.
- Die Differenz EOP – Bewegungsterme und die Massenterme gehen in die Bestimmung der äquatorialen Tensorelemente c_{xz} und c_{yz} mit ungefähr demselben Gewicht ein. Bei der Bestimmung des axialen Tensorelement c_{zz} hat der Massenterm das höchste Gewicht. Die Schwerefeldkoeffizienten besitzen die geringsten Gewichte.
- Die Kovarianzen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} werden verdoppelt bleiben jedoch noch immer klein.

- Durch die Approximation der Zeitableitung der Polbewegung entstehen Inkonsistenzen (beeinflussen hauptsächlich äquatoriale Residuen der Bewegungsterm).
- Die axialen Anregungsfunktionen vom GFZ passen besser als die vom JPL.
- Die GRACE 'Formal Errors' sind viel zu optimistisch, die SLR 'Formal Errors' werden ca. verdoppelt.
- Die Differenz EOP – Bewegungsterme und die Massenterme gehen in die Bestimmung der äquatorialen Tensorelemente c_{xz} und c_{yz} mit ungefähr demselben Gewicht ein. Bei der Bestimmung des axialen Tensorelement c_{zz} hat der Massenterm das höchste Gewicht. Die Schwerefeldkoeffizienten besitzen die geringsten Gewichte.
- Die Kovarianzen zwischen C_{20} und C_{21}/S_{21} werden verdoppelt bleiben jedoch noch immer klein.