

## A – EINLEITUNG

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einer neuen Zeitreihe monatlicher Schwerefeldlösungen aus GRACE KBRR-Beobachtungen. Diese monatlichen Lösungen wurden mittels eigener GRACE-SIGMA Software in zwei Prozessierungsschritten unter Verwendung von Variationsgleichungen berechnet.

Im ersten Schritt werden Satellitenbögen und die Zustands- und Parametersensitivitätsmatrizen dynamisch mittels eines Gauss-Jackson-Integrators modelliert. Hierfür verwenden wir Satellitenbögen mit einer Länge von 3 Stunden. In diesem Schritt werden Zustandsvektoren und Akzelerometer-Bias-Parameter mit GRACE L1B reduziert-dynamischen Positionen als Hauptbeobachtungen bestimmt.

Im zweiten Schritt werden Normalgleichungen akkumuliert und normalisierte sphärisch harmonische Schwerefeldkoeffizienten bis Grad und Ordnung 80 zusammen mit empirischen Parametern und Parametern aus Schritt 1 bestimmt. Hierfür werden KBRR-Messungen als Hauptbeobachtungen verwendet. Zudem werden reduziert-dynamische Positionen eingeführt, um die Koeffizienten niederen Grades zu bestimmen.

Die Grad-Standardabweichungen unserer Lösungen sind vergleichbar mit den korrespondierenden Werten der drei Analysezentren CSR, GFZ und JPL. Im Folgenden werden Prozessierungsdetails präsentiert und unsere Lösungen den Referenzlösungen gegenübergestellt. Die neuen Zeitreihen mit dem Namen LUH-GRACE2018 sind auf den Webseiten des IfE und ICGEM zu finden.

## B – KRÄFTEMODELLIERUNG

Tab. 1: Verwendete Kräfteeffekte und -modelle (d/o: bezeichnet maximale/n Grad/Ordnung verwendeter sphärisch harmonischer Koeffizienten).

Kraft	Modell
Schwerefeld	- <b>GIF48</b> (d/o: 300) [1]
Drittkörper	- Direkte und indirekte Effekte für Sonne und Mond - Ephemeriden: <b>DE405</b> [2] - Himmelskörper als Punktmassen betrachtet
Gezeiten der festen Erde	- Sonne und Mond (d/o: 4) [3] - Frequenzabhängiger Anteil nach IERS Conventions 2010 [4]
Ozeangezeiten	- <b>EOT11a</b> (d/o: 80) [5] - 18 Hauptwellen, Nebenwellen interpoliert
Relativistische Effekte	- IERS Conventions 2010 [4]
Polgezeiten der festen Erde	- IERS Conventions 2010 (d/o: 2) [4]
Ozeanpolgezeiten	- IERS Conventions 2010 (d/o: 30) [4]
Atmosphärische Gezeiten	- Noch nicht berücksichtigt
Nicht-Gezeiteneffekte	- <b>AOD1B RL05</b> (d/o: 100) [6] - Lineare interpolation sphärisch harmonischer Koeffizienten
Nicht-Gravitative Effekte	- Lineare Akzelerometerbeobachtungen [7] - Konstante Skalierungsfaktoren [8] - Korrekturen zu a priori Bias Parametern [8] pro Richtung und Bogen

## C – PARAMETRISIERUNG

### Schritt 1:

#### Orbit-Anpassung

9 lokale Parameter / 3h Bogen

- initialer Zustand (6)
- Akzelerometer-Bias (3)

### 3 Iterationen

GRACE-SIGMA baut auf einem Zweischrittverfahren auf. In einer Orbit-Anpassung werden reduziert-dynamische L1B Orbits verbessert indem Korrekturen zu den initialen Zuständen und zu a priori Akzelerometer-Bias-Parametern bestimmt werden. Diese Orbits werden als initiale Orbits im Schritt 2 verwendet. In diesem Schritt bestimmt GRACE-SIGMA das Geopotential mittels Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate durch das Akkumulieren der Normalgleichungsmatrizen nach Eliminierung lokaler und gemeinsamer Parameter.

### Schritt 2:

#### Orbit- und Schwerefeldbestimmung

9 lokale Parameter / 3h Bogen

- initialer Zustand (6)
- Akzelerometer-Bias (3)

8 gemeinsame Parameter / 3h Bogen

- empirische KBR (8)

6561 globale Parameter / Monat

- Normalisierte sphärisch harmonische Koeffizienten des Geopotentials

### 1 Iteration

Fig. 1: Parametrisierung der LUH-GRACE2018-Schwerefeldlösungen.

## D – VERGLEICH VON GRAD-STANDARDABWEICHUNGEN

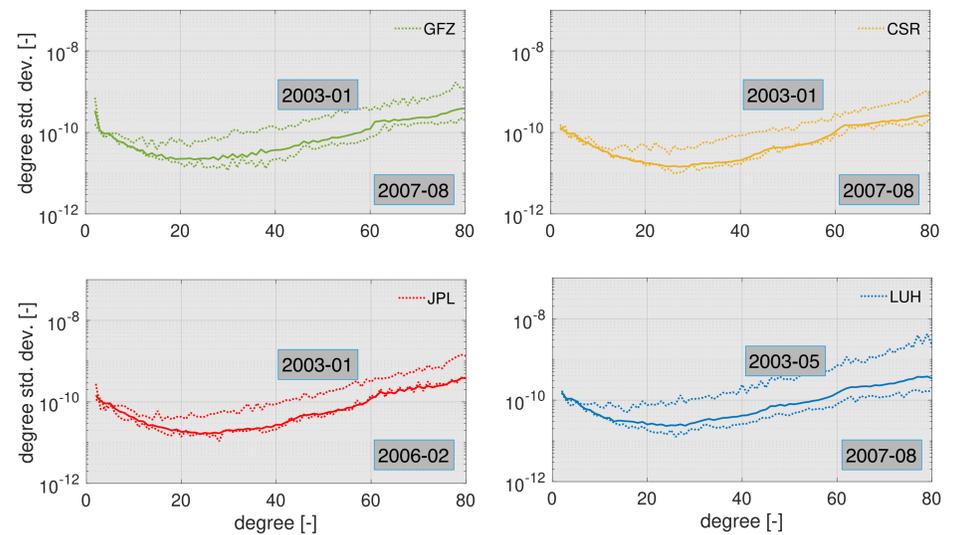
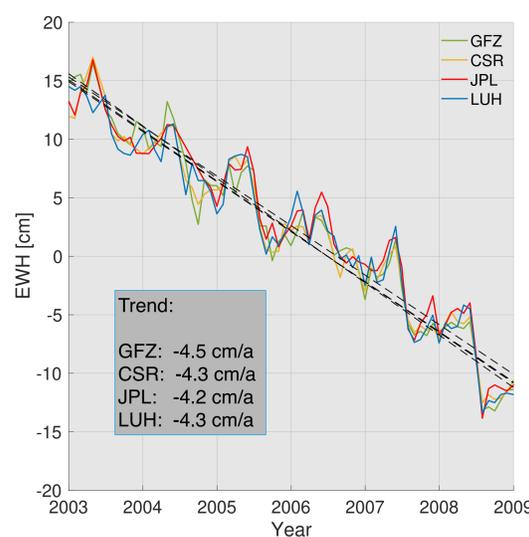


Fig. 2: Vergleich von Grad-Standardabweichungen. Minimale, maximale und mittlere Grad-Standardabweichungen für den Zeitraum 2003-2009.

Die Lösungen der drei Analysezentren und die LUH-Lösungen haben vergleichbare Grad-Standardabweichungen. Die CSR- und JPL-Lösungen zeigen eine gute Konsistenz auf, da die mittlere Grad-Standardabweichung sehr nahe der minimalen Grad-Standardabweichung ist. Die Konsistenz der LUH-Lösungen ist vergleichbar mit denen der GFZ-Lösungen.

## E – VERGLEICH VON EWH-WERTEN IN GRÖNLAND



Um die Qualität unserer Lösungen zu beurteilen, vergleichen wir EWH-Werte in Grönland. Die Fläche wurde durch einen Rechteck mit den Grenzen (lat: 60°-85°, lon: -70°-20°) approximiert. Die EWH-Werte wurden auf einem 0.25° x 0.25° Gitter berechnet. Das Bild zeigt den dazugehörigen mittleren Wert.

Die C20-Koeffizienten wurden durch SLR-Werte ersetzt und das mittlere Feld subtrahiert. Die Differenzen der sphärisch harmonischen Koeffizienten wurden mit einem Gauß-Filter (300 km) geglättet.

Fig. 3: Mittlere EWH-Werte in Grönland, 2003-2009.

## F – AUSBLICK

In einer zweiten Version dieser Zeitreihe, werden einige neue Aspekte berücksichtigt, z.B.:

- GRACE L1B RL03 Daten
- AOD1B RL06
- Vergleich verschiedener Parametrisierungen
- Atmosphärische Gezeiten
- Akzelerometer-Skalierungsfaktoren
- Analyse von KBRR-Residuen

GRACE-SIGMA wird erweitert, um GRACE-FO LRI-Beobachtungen auswerten zu können.

## REFERENZEN

- [1] **Ries et al. (2011)**: Mean background gravity fields for GRACE processing, GRACE Science Team Meeting Austin, TX, August 8-10. [2] **Standish (1998)**: JPL planetary and lunar ephemerides, DE405/LE405, Jet Propulsion Laboratory Interoffice Memorandum IOM 312.F-98-048. [3] **Kudryavtsev (2011)**: Precise analytical calculation of the effect of solid Earth tides on satellite motion, Proceedings of the Journées 2011 "Systèmes de référence spatio-temporels", H. Schuh, S. Böhm, T. Nilsson and N. Capitaine (eds), Vienna University of Technology, 2012. [4] **Petit and Luzum (2010)**: IERS Conventions (2010), IERS technical note 36, Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main. [5] **Rieser et al. (2012)**: The ocean tide model EOT11a in spherical harmonics representation, Technical report. [6] **Flechtner et al. (2015)**: AOD1B product description document for release 05, GRACE 327-750 (GR-GFZ-AOD-0001), Technical report. [7] **Case et al. (2010)**: GRACE level 1B data product user handbook (JPL D-22027), Technical report. [8] **Bettadpur (2009)**: Recommendation for a-priori bias & scale parameters for level-1B acc data (version 2), (GRACE TN-02), Technical report.