

# Bachelor-Thesis 2014

## Re-Processing lokale He- bungsraten 2012 - 2013 in den Schweizer Alpen (Wildhorndecke)



Quelle: Messkampagne BTh2012

**Autor:** Jan Sterren

**Examinator:** Prof. Beat Sievers

**Experte:** BSc FH Sebastian Condamin

# Re-Processing lokale Hebungs- raten 2012 - 2013 in den Schwei- zer Alpen (Wildhorndecke)

**Im Jahr 2012 erfolgte die Nullmessung von ausgewählten Punkten zur Detektion von Hebungsdaten in den Schweizer Alpen im Gebiet der Wildhorndecke. Ein Jahr später folgten die Kontrollmessung der Nullmessung und die Überprüfung, ob die gewählten Punkte geologisch stabil sind. In dieser Arbeit wurden neue, verfeinerte Untersuchungen zur Auswertung von langstatischen GNSS-Beobachtungen mit Leica Geo Office durchgeführt und die beiden Messkampagnen je in einem hybriden Netz mit Trinet+ ausgewertet.**

**Schlagworte:** Alpenhebung, Wildhorndecke, GNSS, Tachymetrie, Nivellement, Leica Geo Office, Troposphäre, Ionosphäre, Trinet+

## 1. GNSS Messungen

Für das Re-Processing der GNSS-Daten aus den beiden Messkampagnen 2012 und 2013 wurden nur die Beobachtungen mit den Trimble 5700 Antennen verwendet. Zusätzlich zu den gemessenen Punkten wurden Aufzeichnungen der permanent messenden Stationen aus dem AGNES-Netz des Bundesamts für Landestopografie swisstopo und aus dem TECVAL/COGEAR-Netz der ETH Zürich in die Auswertung einbezogen. Zur Berechnung der Basislinien wurde das Netz in ein kleinräumiges Hebungsnetz und in ein grossräumiges Referenznetz aufgeteilt. Die Basislinien im Hebungsnetz, die alle maximal 10km lang sind, wurden als L1-Lösung ausgewertet. Beim Referenznetz wurden die Basislinien bis zu einer maximalen Länge von 80km mit der Linearkombination L3 berechnet. Die Basislinien wurden mit unterschiedlichen Parametern und Basislinien-Topologien in Leica Geo Office (LGO) 8.3 berechnet. Dabei war das Ziel, möglichst kleine Residuen zu den Referenzresultaten zu erreichen. Die Referenzresultate stammen aus Berechnungen mit der wissenschaftlichen GNSS Bernese Software (BSW). Sie wurden von Dr. E. Brockmann (swisstopo) nach den Regeln der Landesvermessung erzeugt und können als richtig angenommen werden.

## 2. Troposphäre / Ionosphäre

Die Modellierung der Ionosphäre und der Troposphäre spielt bei der Auswertung von GNSS Basislinien eine wichtige Rolle. Die Ionosphärenmodelle werden für die jeweiligen Tage im Rechenzentrum CODE erzeugt und können in LGO berücksichtigt werden. Bei der Troposphäre wurden die langen Basislinien des Hebungsnetzes und das komplette Referenznetz in troposphärisch konstanten Zeitabschnitten ausgewertet. Solche konstanten Zeitfenster konnten aus der troposphärischen Parameterschätzung in BSW abgeleitet werden. Die troposphärischen Korrekturen sind in Abb.1 für einen Tag in einem Zeitdiagramm beispielhaft dargestellt. Nach der Detektion von konstanten Fenstern wurden die Sessionen in LGO manuell definiert und die Basislinien sessionsweise berechnet und gemittelt.

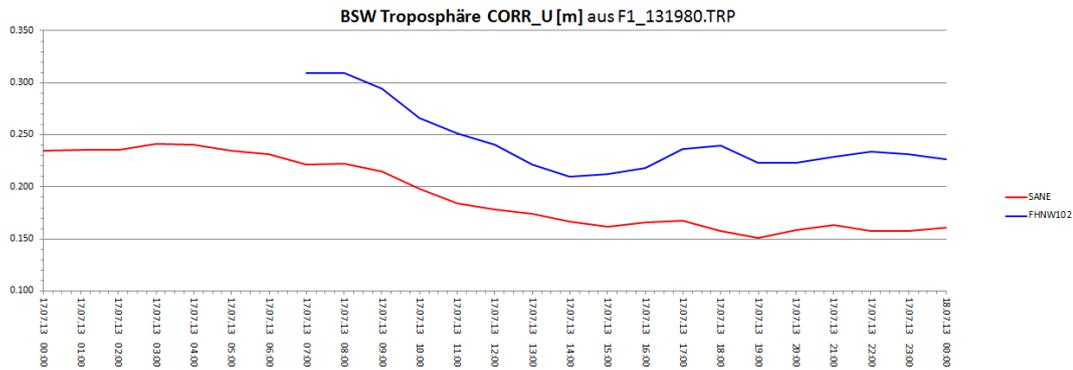


Abb. 1 Darstellung der troposphärischen Parameterschätzungen aus der Auswertesoftware Bernese für die Punkte FHNW102 und SANE

### 3. Trinet+

Zusätzlich zu den GNSS-Punktmessungen wurden deren Rückversicherungsmarken mit Tachymetrie hochpräzise eingemessen. Um einen Bezug zum Landeshöhenetz zu erhalten, wurde von einem temporären GNSS-Punkt zu zwei offiziellen Höhenfixpunkten nivelliert. Das Nivellement und die Tachymeter Beobachtungen wurden mit den GNSS Koordinaten in Trinet+ streng dreidimensional ausgeglichen. Letztlich wurde das definitive Netz auf den AGNES Stationen gelagert und in den GNSS Sessions die Translationen TX, TY und TZ freigegeben.

### 4. Ergebnisse

Beide Messkampagnen wurden mit denselben Modellannahmen berechnet und die Koordinaten miteinander verglichen. Einerseits konnte aus den Differenzen der beiden Kampagnen die Nullmessung bestätigt und andererseits neue Erkenntnisse bei der Auswertung mit LGO gewonnen werden. Infolge der optimierten Auswertung in LGO sowie der Berücksichtigung der Troposphäre konnte die Berechnung für Punkte mit langer Basislinie und grosser Höhendifferenz signifikant verbessert werden.

### 5. Fazit

Die geschätzten Troposphärenparameter aus Bernese konnten dazu verwendet werden, die Auswertung mit LGO signifikant zu verbessern. Infolgedessen ergeben sich kleinere Residuen zu den mit Bernese berechneten Referenzkoordinaten. In Trinet+ konnten die Rückversicherungsmarken bestimmt und das Nivellement erfolgreich in das Kombi-Netz miteinbezogen werden. Die signalisierten Punkte können als stabil angesehen werden und die Nullmessung kann bestätigt werden. Pendenzen aus den bisherigen Auswertungen konnten bereinigt werden.

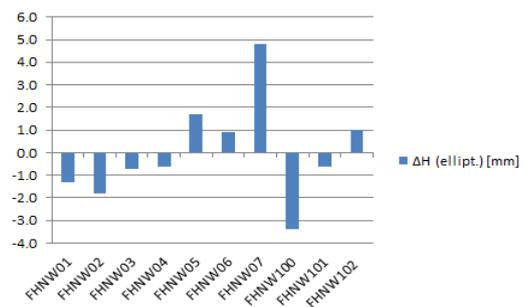


Abb. 2 Residuen in der Höhe zwischen den Basislinienauswertungen in Leica Geo Office 8.3 und Bernese 5.2

### 6. Kontaktpersonen

Autor:	Jan Sterren	jan.sterren@gmx.ch
Examinator:	Prof. Beat Sievers	beat.sievers@fhnw.ch
Experte:	BSc FH Sebastian Condamin	s.condamin@gmx.ch