

Zusammenfassung Bachelor-Thesis 2022

Schneewasser- Äquivalent- Bestimmung mit langen GNSS- Basislinien



Foto: G. Studemann

Autor: Yanis Iten**Examinator: Prof. Dr. David Grimm****Expertin: Dr. Ladina Steiner**

1. Einführung

Das im Schnee gespeicherte Wasser wird mit dem Schneewasseräquivalent (SWE) in Millimeter ausgedrückt. Die Bestimmung des SWE kann durch verschiedene Methoden erfolgen. Anhand der GNSS-Daten der Wintersaison 2021/22 wurde das SWE beim Versuchsfeld des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Laret bei Davos mit GNSS-Refraktometrie ausgewertet. Bis anhin wurde das SWE im Post-Processing durch eine kurze Basislinie berechnet. Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, ob es sich eignet, mit langen Basislinien das SWE zu bestimmen. Dabei wurden unterschiedliche GNSS-Permanentstationen der Schweiz (AGNES und Refnet) verwendet und getestet. Als Referenzdaten dienen die manuellen Messungen und die Werte der Schneewaage.

Schlagworte: Schneewasseräquivalent, GNSS-Refraktometrie, Basislinien, AGNES, Refnet, Post-Processing, RTKLIB

2. GNSS-Refraktometrie

Mit der GNSS-Refraktometrie wird das Satellitensignal durch den Schnee und die Wasserschicht abgelenkt. Durch die Ablenkung des Signals erhält das GNSS-System eine andere Position. Darum verändert sich die Höhendifferenz des Rovers zur Basis.

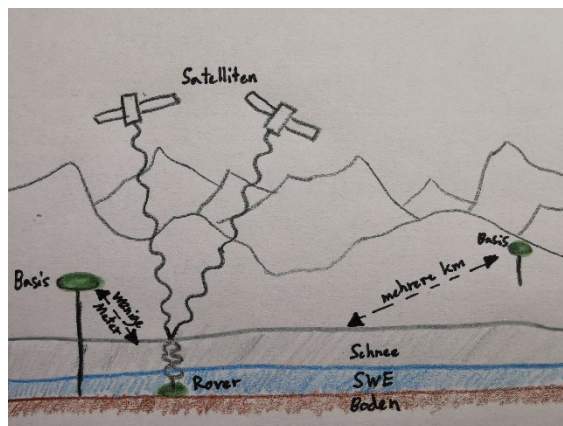


Abb. 1: Das Messprinzip mit dem Aufbau der GNSS-Refraktometrie

3. Ergebnisse

Die Auswertungen wurden mit dem open-source Programm RTKLIB im Post-Processing durch die automatisierte Prozessierung mit einem Python-Code durchgeführt. Für die Auswertung mit GNSS-Daten müssen die Fehlereinflüsse der Bahndaten, Uhrenfehler und Antennen-Offset berücksichtigt werden. Bei langen GNSS-Basislinien müssen zusätzlich die atmosphärischen Einflüsse der Ionosphäre und Troposphäre für gute Resultate mitberechnet werden. Um die Fehlereinflüsse in RTKLIB zu berücksichtigen, wurden verschiedene Einstellungen getestet. In der Abb. 2 sind die Ergebnisse einer kurzen GNSS-Basislinie (links) und einer langen Basislinie (rechts) ersichtlich. Bei der langen Basislinie ohne atmosphärische Korrekturen berechnet RTKLIB eine ähnlich gute Lösung, wie bei der kurzen Basislinie. Mit der Basis FHNW werden bessere Resultate durch die Korrektur der Ionosphäre und Troposphäre mit RTKLIB berechnet, wobei die Kurve stark schwankt.

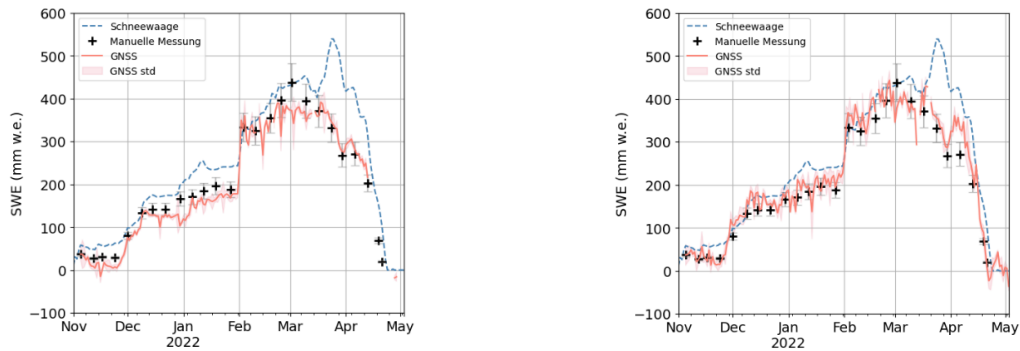


Abb. 2: Links das SWE mit der Basis Laret (Basislinie: wenige Meter) und rechts mit der Basis SAM2 (Basislinie: circa 35 km). Beide Resultate jeweils ohne atmosphärische Korrekturen

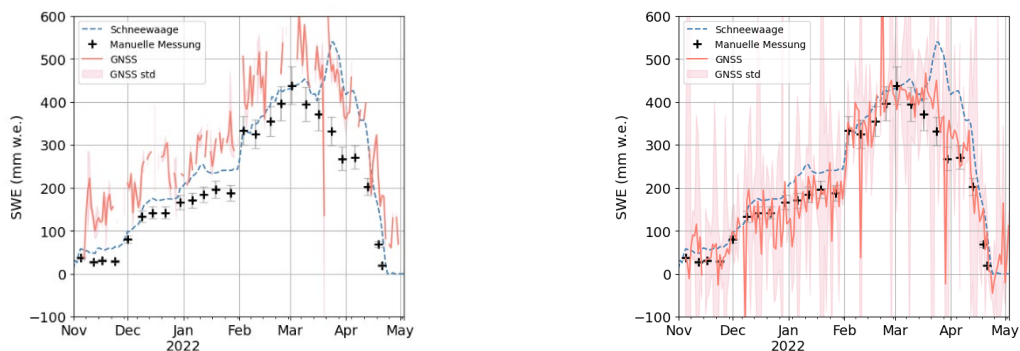


Abb. 3: SWE mit der Basis FHNW (Basislinie circa 186 km). Links ohne atmosphärische Korrekturen und rechts mit Korrekturen der Ionosphäre und Troposphäre

4. Fazit

Das Schneewasseräquivalent kann mit langen GNSS-Basislinien bestimmt werden. Bis zu einer Länge der Basislinie von etwa 35 km, welches der Distanz zwischen dem GNSS-Rover in Laret und der Basisstation SAM2 entspricht, müssen keine Korrekturen der Ionosphäre und Troposphäre für gute Resultate gemacht werden. Andererseits wird empfohlen bei einer Länge der Basislinie von ungefähr 186 km (Basis FHNW) die atmosphärischen Korrekturen anzubringen. Es könnte weitergeforscht werden, ab welcher genauen Länge der Basislinie die Genauigkeit abnimmt und die atmosphärischen Fehlereinflüsse berücksichtigt werden müssen. Sobald atmosphärische Korrekturen angebracht werden, schwankt die GNSS-SWE Kurve stark. Durch die grosse Standardabweichung und das Rauschen der Kurve muss noch weitergeforscht werden, damit die GNSS-SWE Kurve mit den Korrekturen der Ionosphäre und Troposphäre abflacht und das Rauschen eliminiert werden kann.

5. Kontakt

Autor:	Yanis Iten	yanis.iten@bluewin.ch
Examinator:	Prof. Dr. David Grimm	david.grimm@fhnw.ch
Expertin:	Dr. Ladina Steiner	ladina.steiner@alumni.ethz.ch