

Ingenieurgeodäsie II

Sommersemester 2020



Übung 11 (Gruppenübung)

GNSS-RTK-Messung

Eingang:

Eingang Wiedervorlage:

Ausgabe	03.06.2020
Abgabe	17.06.2020

Name	Vorname	Matrikelnummer	Unterschrift

Testat	Wiedervorlage	Abgabe bis:

1. Hintergrund

GNSS-RTK ist eine spezielle Messanordnung des differentiellen GNSS. Das benötigte GNSS-System besteht aus zwei Empfängern – einem Referenzempfänger und einem Roverempfänger. Der Referenzempfänger wird auf einem, im WGS84-System bekannten, Punkt, aufgebaut. Dieser ist mit einer Funkverbindung versehen und sendet die Daten, die er von den Satelliten empfängt, an den Roverempfänger weiter. Der Roverempfänger ist ebenfalls mit einer Funkverbindung ausgestattet und empfängt die vom Referenzempfänger übermittelten Daten. Des Weiteren empfängt der Roverempfänger Satellitendaten direkt von den Satelliten und zwar über seine eigene GNSS-Antenne. Diese beiden Datensätze können im Roverempfänger weiterverarbeitet werden, um die Mehrdeutigkeiten zu lösen und so eine hochgenaue Position in Bezug zum Referenzempfänger zu erhalten. Während der Initialisierungsphase, in der die

Mehrdeutigkeiten gelöst werden, darf der Rover bewegt werden. Dies wird durch ‚on the fly‘ Mehrdeutigkeitssuchalgorithmen ermöglicht. Während dieser Phase muss der Roverempfänger die Signale von mindestens fünf Satelliten empfangen, damit die Algorithmen arbeiten können. Wichtig ist dabei, dass vom Referenz- und Roverempfänger die gleichen fünf Satelliten empfangen werden. Ist der Roverempfänger initialisiert, so reichen vier empfangene Satelliten um die Mehrdeutigkeiten zu lösen und messbereit zu bleiben. Nach einem Signalabriss durch Abschattungen bedarf es einer erneuten Initialisierung.

Eine alternative Vorgehensweise stellt die Nutzung des Satellitenpositionierungsdienstes SAPOS dar. Dabei wird ein, mit einer Mobilfunkkarte (SIM) ausgestatteter, Roverempfänger mit dem SAPOS Dienst verbunden und erhält darüber seine RTK Korrekturdaten.

Ein GNSS-RTK-System wird für die Koordinatenmessung im kleinräumigen Bereich eingesetzt. Die Genauigkeit der bestimmten Koordinaten erreicht daher trotz der sehr kurzen Messzeiten (einige Sekunden bis Minuten) den Zentimeterbereich.

1 Aufgabe

Die Aufgabenstellung ist in zwei Teile gegliedert. Zum einen sollen GNSS-RTK Messungen mittels einer selbst aufgebauten Referenzstation durchgeführt werden. Zum anderen sollen die Messungen der Neupunkte mittel GNSS-RTK unter Verwendung von SAPOS Korrekturdaten erfolgen.

Für die erste Aufgabe steht Ihnen ein GNSS-RTK-System (System Viva) der Firma Leica zur Verfügung. Der Referenzempfänger soll auf Punkt 4300 (siehe Anlage Punktübersicht) aufgebaut werden. Nachdem die Soll-Koordinaten eingegeben worden sind (siehe Anlage Koordinatenlisten), kann der Referenzempfänger gestartet werden. Die vom Roverempfänger berechneten Koordinaten der gemessenen Punkte befinden sich zunächst im WGS84-System. Ihre Aufgabe besteht aber darin, die Koordinaten der Punkte 1 - 4 und 10 - 13 im UTM-Koordinatensystem zu bestimmen. Damit der Roverempfänger die gemessenen WGS84-Koordinaten direkt in das UTM-System transformieren kann, werden Transformationsparameter benötigt. Diese können im Roverempfänger mittels identischer Punkte bestimmt werden.

Für die RTK-Messung unter Verwendung des SAPOS Dienstes ist der Aufbau einer eigenen Referenzstation über einem bekannten Punkt nicht notwendig. Eine CORS Antenne befindet sich in unmittelbarer Nähe auf dem Dach des Landesamtes für Geoinformation und Landmanagement (LGL). Es bedarf daher lediglich einer Herstellung der Verbindung des Roverempfängers zum CORS Netzwerk. Anschließend sollen die Koordinaten der Punkte 1 - 4 und 10 - 13 im UTM-Koordinatensystem erneut bestimmt werden.

Ziel dieser Übung ist es, die Genauigkeiten des Messsystems durch Mehrfachmessungen der Punkte 10 - 13 und durch Messung der bekannten Punkte 1 - 4 zu bestimmen. Die abschließende Bewertung soll dabei auch die verschiedenen Abschattungssituationen auf den Punkten berücksichtigen.

2 Durchführung

Die Durchführung der Messungen beinhaltet folgende Teilaufgaben:

- a) Der **Referenzempfänger** ist auf dem **Punkt 4300** aufzubauen. Als **Arbeitsprofil** ist „INGEORTK“ zu wählen und als **Job** muss „INGEORTKRef“ ausgewählt werden. Die Vermessung ist nach **Messung** und Eingabe der korrekten **Antennenhöhe** (Modell: AS10 + Stativ) und der Punktnummer (4300) zu starten. Die **WGS84-Koordinaten** des Punktes 4300 (siehe Anlage Koordinatenliste) sind **einzugeben**.

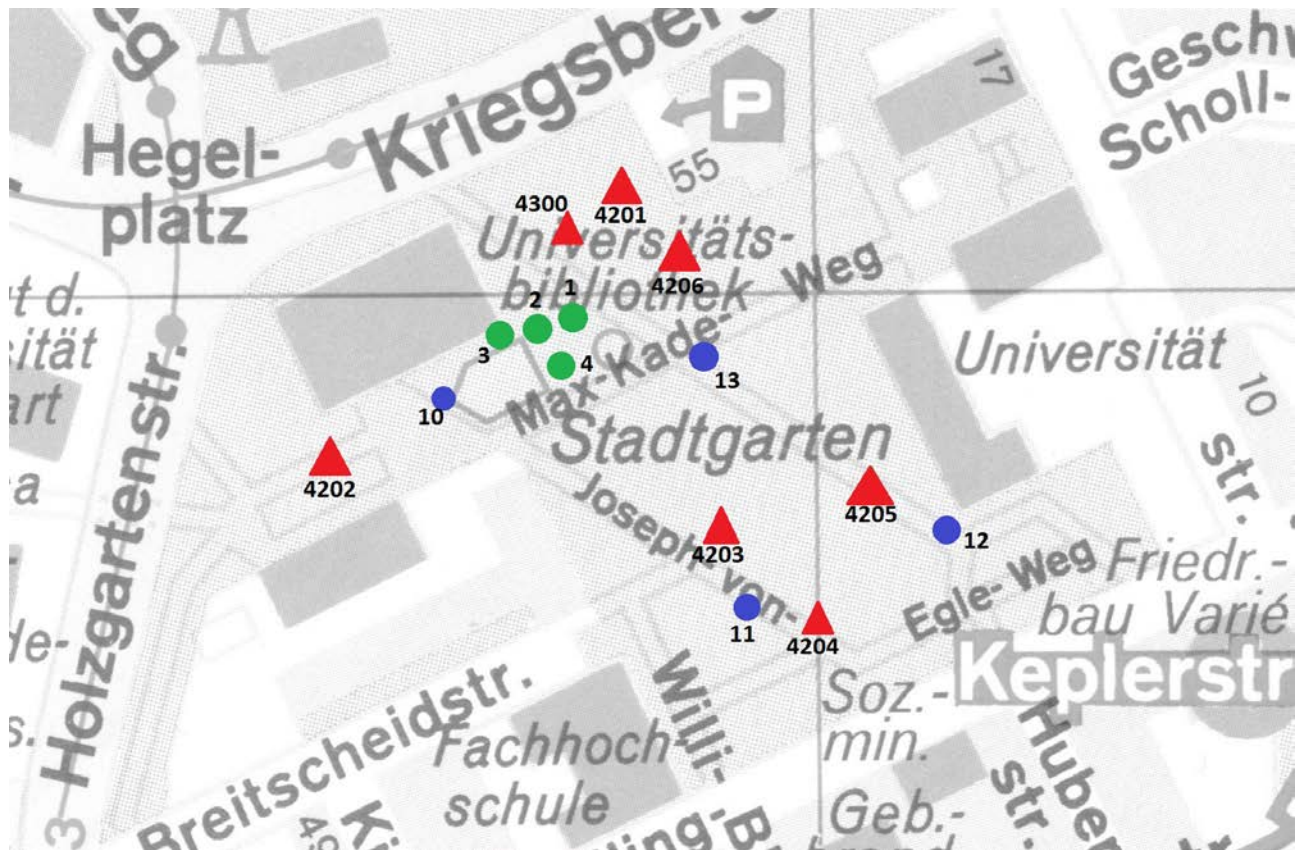
- b) Beim **Rover** ist als **Arbeitsprofil** „INGEORTK“ zu wählen. Dies ermöglicht eine Funkübertragung zum Referenzempfänger. Da der Rover zunächst nur im WGS84-Koordinatensystem arbeiten kann, soll ein neuer **Job** „**Gr_x_WGS**“ angelegt werden. Die Vermessung kann nach Kontrolle der Antennenhöhe gestartet werden. Der Empfänger versucht nun die Mehrdeutigkeiten zu lösen, was am Display beobachtet werden kann.
- c) Die **Festpunkte** (4201-4206) sollen nun **mit dem Rover** gemessen werden. Zur Fixierung des Lotstabs während der Messung wird ein Drahtstativ benutzt. Beim Start der Messung ist darauf zu achten, dass die **Mehrdeutigkeiten gelöst** sind. Die Messung auf dem jeweiligen Punkt wird automatisch nach Erreichen des gewählten Genauigkeitskriteriums ($\sigma_{\lambda} = \sigma_{\phi} = 1 \text{ cm}$; $\sigma_{\text{Höhe}} = 2 \text{ cm}$) beendet.
- d) Für die unter c) gemessenen Festpunkte sind UTM-Koordinaten (Datum DHDN) bekannt. Diese sind auf dem Roverempfänger gespeichert (Job „**STAGA_UTM**“). Da somit Koordinaten für die Festpunkte in beiden Systemen („identische Punkte“) vorliegen, können die **Transformationsparameter** zum Übergang vom WGS84-System in das UTM-System berechnet werden. Dazu ist auf dem Roverempfänger die Applikation „**Messung + >> Transformation**“ vorhanden. Benutzen Sie die „2-Schritt“-Transformation zur Berechnung. Zur Anwendung der „**2-Schritt-Transformation**“ wird eine genäherte Vortransformation auf das **Bessel-Ellipsoid** (Datum **DHDN**) realisiert. Im nächsten Schritt werden nun die im lokalen und globalen System gemessenen Punkte angezeigt. Damit diese in der Transformation ausgewählt werden können, müssen sie über „**Auto**“ hinzugefügt werden.
- e) Nach der Berechnung des neuen Koordinatensystems ist es nun möglich mit dem Roverempfänger in **Echtzeit UTM-Koordinaten** zu bestimmen. Messen Sie mit dem RTK-System nun die **Punkte 1-4** auf. Für diese Punkte sind bereits UTM-Koordinaten bekannt, die zu einem **Vergleich** herangezogen werden können. Starten Sie dazu eine neue Messung: Stellen Sie einen neuen Messjob „**Gr<x>UTM**“ ein und wählen Sie das **neu berechnete Koordinatensystem und als Arbeitsprofil EVP** aus. Benennen Sie die neu gemessenen Punkte mit einem Zusatz (Bsp.: Für Punkt 1 Benennung 1a).
- f) Die Punkte **10-13** sind **Neupunkte**, für die noch keine UTM-Koordinaten vorliegen. Messen Sie diese Punkte doppelt auf. Vergeben Sie unterschiedliche Nummern für die doppelt aufgenommenen Punkte (z.B. 10a und 10b). Diese Koordinaten sollen ebenfalls im Job „**Gr<x>UTM**“ gespeichert werden. Da diese Punkte teilweise in der Nähe von Hindernissen liegen, wird der Satellitenempfang eingeschränkt sein. Versuchen Sie beim Verlust der Mehrdeutigkeiten wieder in freies Gelände zu gehen, um den Rover erneut zu initialisieren.
- g) Verbinden Sie Ihren Rover-Empfänger mit dem Satellitenpositionierungsdienst SAPOS und führen Sie eine erneute Bestimmung der **Punkte 1-4**, sowie der **Neupunkte 10-13** durch. Wählen Sie dafür das RTK-Profil „**sapos2017**“ aus. Überprüfen Sie, dass das Arbeitsprofil „**EVP**“ noch eingestellt ist. Nutzen Sie den bereits vorhandenen Messjob. Zur späteren Identifikation sollen die nun gemessenen Punkte mit dem Postfix **..._S** (für SAPOS) versehen werden.

3 Ausarbeitung

Zur Ausarbeitung dieser Übung werden Ihnen die Koordinaten der neu vermessenen Punkte digital zur Verfügung gestellt. Die Auswertung umfasst die Bearbeitung der folgenden Punkte:

- a) Beschreiben Sie die durchgeführten Arbeitsschritte mit einer jeweiligen Erklärung für die Notwendigkeit und den Zweck der Arbeiten. Konzentrieren Sie sich dabei verstärkt auf die Berechnung des neuen Koordinatensystems und die dazu notwendigen Messungen und Berechnungsschritte.
- b) Erläutern Sie die Notwendigkeit einer Transformation in ein lokales UTM-Koordinatensystem und beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Berechnung der Transformationsparameter.
- c) Stellen Sie die bekannten Koordinaten der Punkte 1-4 den neu gemessenen UTM-Koordinaten aus beiden Verfahren (eigene Referenzstation und SAPOS Nutzung) gegenüber. Bewerten Sie die Genauigkeit. Führen Sie ebenfalls einen Genauigkeitsvergleich mit den Punkten 10-13 durch. Wie bewerten Sie die Abhängigkeit der Genauigkeit von den topographischen Begebenheiten (hier vor allem Bäume und Büsche).
- d) Bewerten Sie die Erfahrungen hinsichtlich eines effizienten Einsatzes von GNSS-RTK. Beziehen Sie die erreichten Genauigkeiten und die Dauer der einzelnen Messungen mit in ihre Überlegungen ein.
- e) Vergleichen Sie die ermittelten Koordinaten aus den beiden Messmethoden (eigene Referenzstation und SAPOS Nutzung).
- f) Vergleichen Sie das Messverfahren GNSS-RTK mit einer tachymetrischen Aufnahme. Wo liegen die Stärken und Schwächen des jeweiligen Systems. Beziehen Sie sich auf ihre Erfahrungen in dieser Übung.

Punktübersicht



Koordinatenlisten

Referenzstation (WGS84)

Punktnr.	X	Y	Z
4300	4157050.6087	671281.2430	4774846.2267

UTM-Koordinaten

Punktnr.	Rechts	Hoch	Höhe [m]
1	32512709.2837	5403214.5525	254.2139
2	32512706.4158	5403213.0510	254.2269
3	32512702.5704	5403212.2154	254.3848
4	32512699.1847	5403213.5938	254.4408
4201	32512711.3977	5403261.3808	254.4359
4202	32512633.5110	5403173.4777	254.0690
4204	32512777.3768	5403108.2930	252.8489
4205	32512783.9430	5403168.1102	253.0330
4206	32512735.2643	5403242.6853	254.0330
4000	32512672.7572	5403255.0672	254.6479
4004	32512743.7870	5403202.9552	253.1862