

UNTERSUCHUNGEN ZUR PREISGÜNSTIGEN GEODÄTISCHEN EIN-FREQUENZ-GNSS-POSITIONSBESTIMMUNG IM PRECISE POINT POSITIONING-VERFAHREN

Einleitung

Voraussetzung für geodätische Anwendung des PPP sind neben kontinuierlichen Phasen- und Code-Beobachtungen präzise Korrekturen der Satellitenorbits und -uhren sowie die Verwendung von Antennenkorrekturen. Weiterhin müssen troposphärische Parameter geschätzt und der

ionosphärische Einfluss auf die Laufzeit der Signale korrigiert werden. Bei Ein-Frequenz-Beobachtungen gelingt dies durch die ionosphärenfreie Linearkombination von Phasen- und Codemessungen. Ausgehend von Testmessungen mit u-blox-Empfängern und unterschiedlichen

Antennentypen und Stationsaufbauten lag das Ziel der Diplomarbeit in zu treffenden Aussagen über erzielbare Absolutgenauigkeiten und dem nötigen gerätetechnischen Aufwand.

Methode

Zweifrequenzempfänger können die ionosphärischen Effekte erster Ordnung mit der Linearkombination ϕ_0 bzw. C_0 beseitigen. Bei Ein-Frequenz-Messungen wird die Tatsache genutzt, dass der ionosphärische Einfluss auf eine Code- und Phasenmessung von gleicher Größe, jedoch mit unterschiedlichem Vorzeichen behaftet ist,

$$\varphi_{IF} = \frac{C_1 + \varphi_1}{2}$$

sodass eine Laufzeitverzögerung des Codes und eine Beschleunigung der Phase auftritt. Für Ein-Frequenz-Messungen wird der Durchschnitt dieser Beobachtungen gebildet:

Untersuchungen

Um die Qualität von low-cost-Empfängern beurteilen zu können, wurden die zwei hochwertigen GNSS-Antennen ATX1203+GNSS von Leica und 3G+C von navXperience mit den drei preiswerten Antennen ANN-MS von u-blox, Bullet von Trimble und TW3430 von Tallysman in unterschiedlichen Antennenhöhen untersucht. Abb. 1 zeigt einen ab Pfeileroberkante gemessenen zwei Meter hohen Aufbau auf dem Beyer-Bau, bei dem vermutet wird, dass der Code-Mehrwegeeinfluss größer als bei einem niedrigen Aufbau ist. Grund dafür sind längere Umwege der am Untergrund reflektierten Signale. Als weitere Empfangsumgebung diente

das Dach des Studentenwohnheimes auf der Budapester Straße 22, wie in Abb. 4 zu sehen. Gemessen wurde in mehreren 24 h-Sessions. Die Ein-Frequenz-PPP-Lösungen wurden mit der Software WaPPP berechnet. Zu den Koordinaten wurden Sollwerte hinzugezogen, die relativ zur Referenzstation Dresden auf dem Beyer-Bau ermittelt wurden. Tab. 1 zeigt das Genauigkeitspotential der Ein-Frequenz-PPP-Lösungen der Station Dresden, wobei die Standardabweichungen um den Faktor zehn größer sind als die Werte der Zwei-Frequenz-Messung.



Abb. 1: Zwei Meter hoher Aufbau einer low-cost-Antenne auf einem Pfeiler des Beyer-Baus

Tab. 1: Referenzstation Dresden, Standardabweichungen der Koordinaten im Verfahren Zwei-Frequenz-PPP und Ein-Frequenz-PPP, GPS-Woche 708

	Nord	Ost	Höhe
σ_{L1L2} in cm	0,1	0,2	0,4
σ_{L1} in cm	1,0	1,7	3,7

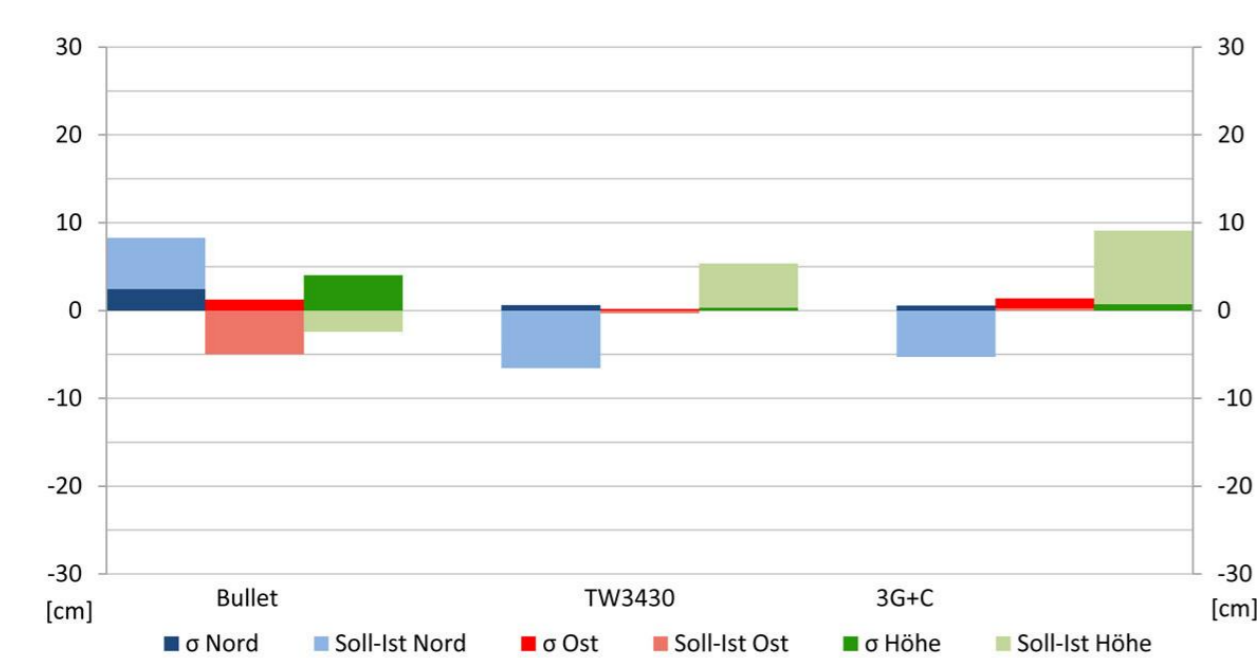


Abb. 2: Standardabweichungen und Differenzen aus 24 h-Lösungen, Studentenwohnheim, Antennenhöhe 0,2 m

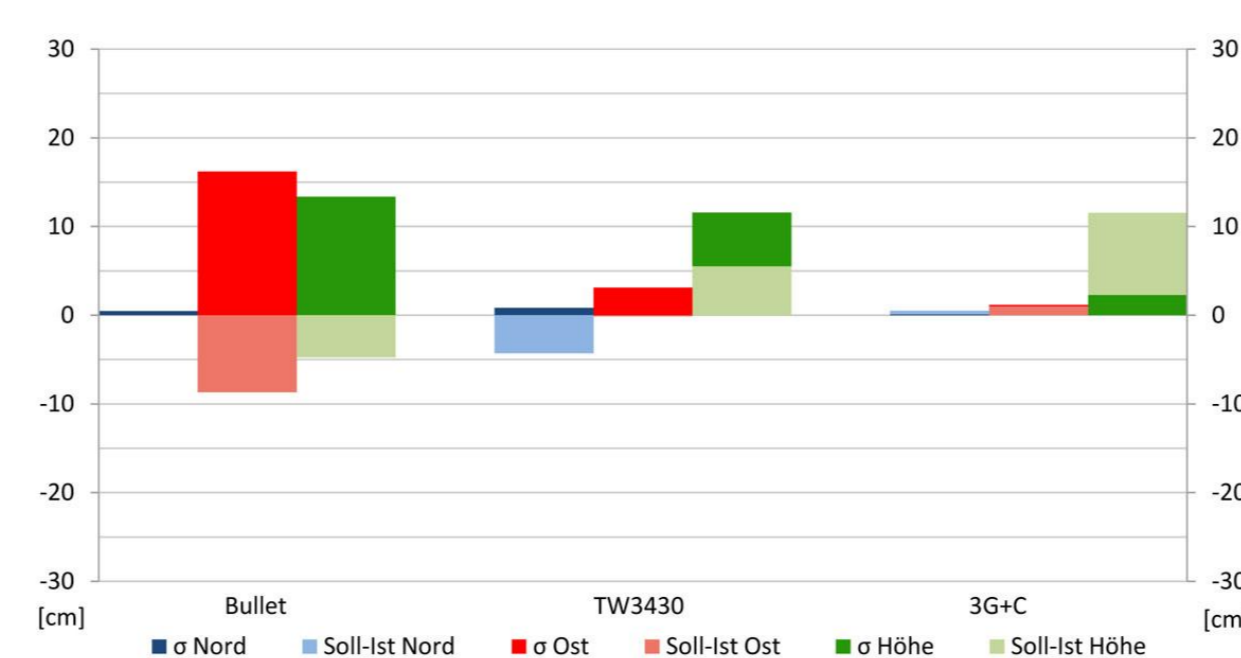


Abb. 3: Standardabweichungen und Differenzen aus 24 h-Lösungen, Studentenwohnheim, Antennenhöhe 1,6 m



Abb. 4: 1,6 Meter hoher Aufbau zweier low-cost-Antennen auf dem Dach des Studentenwohnheimes

Ergebnisse

Abb. 2 und Abb. 3 zeigen die Standardabweichungen der Nord-, Ost- und Höhenkomponenten und die Differenzen der Koordinaten zu ihren Sollwerten vom Studentenwohnheim. Es zeigt sich eine Abhängigkeit der Messgenauigkeit von der Antennenhöhe. Wurden die Antennen in 20 cm

Höhe aufgebaut, lagen die Wiederholgenauigkeiten im Bereich weniger Zentimeter. Diese Werte stiegen bis in den Dezimeterbereich an, wenn mit 1,6 m ein relativ hoher Aufbau realisiert wurde. In der Arbeit wurde nachgewiesen, dass die Antenne von u-blox für geodätische

Anwendungen mit hohem Genauigkeitsanspruch nicht geeignet ist. Es konnte keine signifikante Verbesserung der Ergebnisse durch die Verwendung von IGS-Produkten der Qualität *final* im Vergleich zu *rapid*-Korrekturen erzielt werden.

Zusammenfassung

Die untersuchten preiswerten Antennen Bullet und TW3430 können Ergebnisse mit Genauigkeiten im Zentimeterbereich liefern, die von den preisintensiven Antennen kaum überboten werden. Der

einfache Empfänger stellt den genauigkeitslimitierenden Faktor dar. Voraussetzungen für die guten Positionsbestimmungen sind lange Beobachtungszeiten und geringe Code-Mehr-

wegeinflüsse. Diese Einflüsse sind abhängig von der Messumgebung, den Antenneneigenschaften, der Empfängertechnologie und der Signalverarbeitung.