

GNSS-Positionsbestimmung im Einfrequenz-PPP-Verfahren mit dem u-blox NEO 6P

Einleitung

In diesem Projekt wurde untersucht, inwiefern sich der Low-Cost-GNSS-Empfänger NEO 6P der Firma u-blox für geodätische Messungen eignet.

- Sind trotz der geringen Anschaffungskosten Genauigkeiten im dm- oder cm-Niveau bei statischen Messungen erreichbar?
- Wie wirken sich die Korrekturen von SBAS und IGS aus?
- Kann die vom Hersteller angegebene Genauigkeit von unter einem Meter erreicht werden?

Der NEO 6P stellt eine Besonderheit in der Produktlinie von u-blox dar, da er explizit mit der Eignung für geodätische Anwendungen beworben wird. Um dieses Ziel zu erreichen wird intern ein Precise-Point-Positioning-Algorithmus (PPP) verwendet, der aber nicht wie sonst üblich mit Phasenbeobachtungen arbeitet, sondern nur mit phasengeglätteten Codebeobachtungen sowie den SBAS-Zusatzinformationen.



Abb. 1: Antenne (links), u-blox NEO 6P (rechts)

Das Satellite Based Augmentation System (SBAS) EGNOS lieferte die nötigen Korrekturen für Satellitenuhren und -orbits sowie für die ionosphärische Laufzeitverzögerung (Ionosphärenmodell) der Satellitensignale während der Messung. Nicht in Echtzeit verfügbar, jedoch von höherer Genauigkeit, sind die Korrekturen des International GNSS Service (IGS). Diese wurden bei der Auswertung zum Vergleich gegenüber SBAS angebracht, um ihr Genauigkeitspotential im Zusammenspiel mit dem NEO 6P zu untersuchen. Für die Berechnungen wurde Software von WaSoft verwendet.

Messaufbau

Die Messung wurde auf dem Dach des Beyer-Baus an der TU Dresden durchgeführt. Dabei wurden zwei baugleiche Empfänger jeweils mit eigener Antenne an einen Rechner angeschlossen. Eine Antenne wurde dabei auf einen Messpfeiler, die andere am benachbarten Geländer platziert.



Abb. 2: Messaufbau auf dem Beyer-Bau der TU Dresden (rotmarkiert: u-blox Antennen)

Die Datenaufnahme erfolgte mit dem von u-blox zur Verfügung gestellten Programm u-center 7.02. Um gleiche Messbedingungen zu schaffen wurden beide Empfänger mit identischer Konfigurationsdatei betrieben.

Jeder Empfänger zeichnete die Messwerte eine Woche (300 – 307 2012) im Sekundentakt mit einer Elevation der Satelliten von mindestens 5° auf. Für die Auswertung wurden die Daten auf ein 15-Sekunden-Intervall ausgedünnt. Zusätzlich liegen zum Vergleich die Beobachtungsdaten der Referenzstation DRES vor.

Auswertung

Der u-blox NEO 6P ist ein Einfrequenz-Empfänger. Der Einfluss der Ionosphäre wurde deshalb durch Daten von SBAS bzw. IGS sowie durch Linearkombination (Lk) aus Code- und Phasendaten weitestgehend korrigiert. Bei vergleichbaren Zweifrequenzbeobachtungen der geodätischen Referenzstation DRES wird zur vollständigen Eliminierung der ionosphärischen Laufzeitverzögerung die Linearkombination L_0 hinzugezogen.

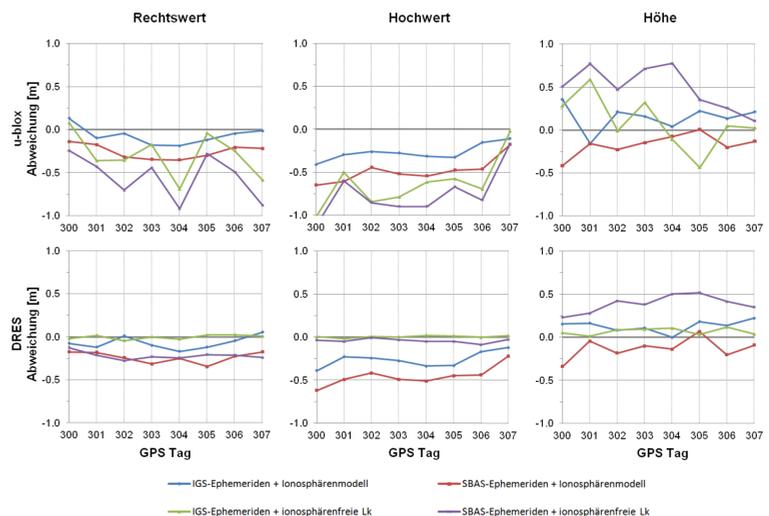


Abb. 3: Ergebnisse statischer 24h-Messungen

In der Abbildung 3 sind vier getestete Varianten als Abweichungen von der Sollkoordinate in Tageslösungen dargestellt. Die IGS-Korrekturen liefern Koordinatenlösungen im Genauigkeitsbereich von wenigen Dezimetern. Dahingegen betragen die Genauigkeiten der SBAS-Lösungen einige Dezimeter. Im Vergleich zu den Modellen ist die ionosphärenfreie Linearkombination stärkeren Schwankungen unterlegen. Größtenteils sind die Lösungen mit den Ionosphärenmodellen genauer. Die Ergebnisse der Code-Phasen-Linearkombination fallen schlechter aus, da die Mehrwegeeffekte aufgrund der Low-Cost-Antennen und somit das Coderaussehen stärker wirken (Tab. 1).

Tab. 1: 3D-Standardabweichungen (2σ) einzelner Auswerteverfahren & Vergleich zur Referenzstation DRES

Korrekturen/Ionosphäre	Empfänger	Ionosphärenmodell	Ionosphärenfreie Lk
IGS	u-blox	0.416 m	1.003 m
	DRES	0.271 m	0.094 m
SBAS (EGNOS)	u-blox	0.413 m	0.916 m
	DRES	0.355 m	0.224 m

Fazit

Die Auswertung der GPS-Beobachtungsdaten des Einfrequenz-Empfängers Neo 6P zeigt, dass die durch Herstellerangaben beschriebene kinematische Genauigkeit von < 1 m bei statischen Langzeitmessungen mit wenigen Dezimetern deutlich unterschritten werden kann. Durch die Nutzung eines Ionosphärenmodells ist es möglich 3D-Standardabweichungen (2σ) von 0,4 m zu erzielen (Tab.1). Bei der Bildung der ionosphärenfreien Linearkombination aus Phasen- & Codebeobachtung werden Genauigkeiten von ca. 1 m erreicht.

Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Low-Cost-GPS-Modul, wie von der Herstellerseite beworben, als präzise Empfangseinheit bezeichnet werden kann. Innerhalb des geodätischen Bereiches ist dieses Modul befähigt, statische Anwendungsaufgaben mit geringen Genauigkeitsanforderungen zu realisieren.