

Untersuchungen zum Nahfeld-Mehrwegeeinfluss bei Höhenänderung von GNSS-Empfangsantennen

Motivation

Im Bereich des Vermessungswesens findet die satellitengestützte Positionsbestimmung heute eine vielseitige Anwendung. Umfangreiche Referenzstationsnetze wurden aufgebaut. Die Weiterentwicklung bestehender und der Aufbau neuer GNSS-Systeme (z.B. GALILEO) erfordern eine Modernisierung vorhandener Empfangstechnik.

Durch den Einsatz neuer Antennen mit veränderten Abmessungen und Empfangseigenschaften kommt es zu einer Änderung der Lage des Antennenphasen-zentrums und meist auch der unmittelbaren Antennen-umgebung. Die Veränderung dieses Antennennahfeldes führt zu veränderten Nahfeld-Mehrwegeeffekten – einer Hauptfehlerquelle bei

GNSS-Messungen. Die Folge sind scheinbare Positionsänderungen insbesondere bezüglich der Höhenkomponente. Zu untersuchen war die Auswirkung des veränderten Nahfeld-Mehrwegeinflusses durch Antennenhöhenänderung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lösungstypen einer GNSS-Basislinienauswertung.

Versuchsaufbau

Für die praktischen Untersuchungen wurde die Messplattform des Geodätischen Instituts auf dem Beyer-Bau der TU Dresden (siehe Abb.1) verwendet. Getestet wurden drei verschiedene Antennentypen: eine Trimble-Choke-Ring-Antenne

(TRM29659), eine RTK-Antenne von Leica (LEIAX1203+GNSS) und eine Trimble-Zephyr-Antenne (TRM55971). Die Antennen sind in den Abbildungen 2 bis 4 dargestellt. Die Höhenänderung umfasste einen Bereich von 28 cm, in Schritten von

1 cm und erfolgte durch entsprechende Adapter. Die Messdauer betrug vierundzwanzig Stunden je Adapterhöhe. Als Referenzantenne diente eine Leica AR25 (siehe Abb. 5), die sich ebenfalls auf der Plattform befindet.



Abb.1: Messplattform Beyer-Bau



Abb.2: TRM29659 mit 25 cm Adapterhöhe



Abb.3: LEIAX1203+GNSS mit 11 cm Adapterhöhe



Abb.4: TRM55971 mit 6 cm Adapterhöhe



Abb.5: Referenzantenne LEIAR25

Der Download, die Datenaufbereitung und die Auswertung der Daten erfolgte mittels Batch-Dateien. Um Signalbeugungseffekte durch die astronomische

Kuppel des Beyer-Baus auszuschließen, wurde der entsprechende Azimut- und Elevationsbereich aus den Daten entfernt. Absolute Antennenkalibrierwerte

wurden bei der Auswertung berücksichtigt. Zur Basislinienprozessierung wurde das WaSoft-Modul Wa1 eingesetzt.

Ergebnisse

Die praktischen Untersuchungen ergaben, dass die RTK-Antenne von Leica am stärksten auf die Höhenänderung und damit auf Mehrwegeeffekte reagiert. Die Choke-Ring-Antenne hingegen ist am besten dagegen geschützt. Die Abweichung bzgl. der Sollhöhe sind in den Abbildungen 6 bis 8 dargestellt. Anhand der RMS-Werte (siehe Tab.1), die aus den scheinbaren Höhenänderungen durch die 29 Adapterhöhen berechnet wurden, ist zu

Tab.1: RMS-Wert der scheinbaren Höhenänderung der Antennen je Lösungstyp

| Lösungstyp | RMS-Wert [mm] | | |
|------------|---------------|----------------|----------|
| | TRM29659 | LEIAX1203+GNSS | TRM55971 |
| Fixed L1 | 0,4 | 1,3 | 0,4 |
| Fixed L2 | 0,4 | 1,5 | 0,7 |
| Fixed L0 | 1,1 | 4,3 | 1,3 |
| Fixed L0+t | 2,2 | 6,5 | 2,4 |
| Fixed L1+t | 0,4 | 1,7 | 0,7 |
| Fixed L2+t | 1,1 | 2,2 | 1,2 |

erkennen, dass die Zephyr-Antenne nahezu gleichgroße Variationen aufweist, wie die Choke-Ring-Antenne. Für den ionosphären-freien Lösungstyp mit Troposphären-schätzung (L0+t) sind die Abweichungen am größten, da zusätzliche Unbekannte mitgeschätzt werden. Die RTK-Antenne zeigt mit den gegenüber den Vergleichsantennen um den Faktor drei größeren RMS-Werten, dass sie für hochgenaue Anwendungen nicht geeignet ist.

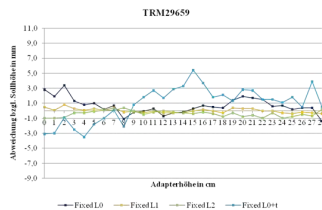


Abb.6: Abweichung bzgl. Sollhöhe für verschiedene Adapterhöhen, Choke-Ring-Antenne

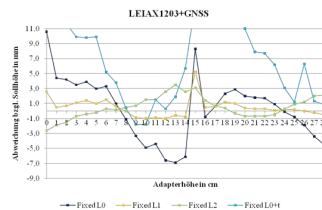


Abb.7: Abweichung bzgl. Sollhöhe für verschiedene Adapterhöhen, RTK-Antenne

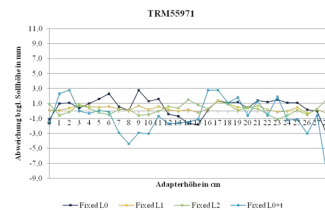


Abb.8: Abweichung bzgl. Sollhöhe für verschiedene Adapterhöhen, Zephyr-Antenne

Schlussfolgerung

Die Untersuchungen zeigen, dass bereits die alleinige Änderung der Antennenhöhe z.B. durch bauliche Maßnahmen – bei sonst gleichbleibenden Umgebungsbedingungen – wegen der Veränderung der Nahfeldmehrwegeneinflüsse ausreicht, um, je nach Lösungs- und Antennentyp, scheinbare Punkthöhenänderung im Millimeter- bis Zentimeter-

bereich hervorzurufen. Die Choke-Ring-Antenne ist am besten gegen Mehrwegeeffekte abgeschirmt. Sie eignet sich daher sehr gut zum Einsatz bei hochgenauen Anwendungen. Ähnlich gute Ergebnisse liefert die Trimble-Zephyr-Antenne. Die RTK-Antenne von Leica hingegen sollte für hochpräzise Anwendungen nicht eingesetzt werden, da ihre

Ergebnisse teilweise um den Faktor drei schlechter sind. Damit werden bereits vorliegende Untersuchungsergebnisse bestätigt und durch Ergebnisse einer umfangreichen, systematischen Höhenänderung im Bereich von 0 cm bis 28 cm und ihrer Auswirkung auf die Höhenkomponente bei unterschiedlichen Antennen- und Lösungstypen ergänzt.