

## KALIBRIERUNG VON GPS/GLONASS-EMPFANGSANTENNEN

### Motivation und Zielstellung

Die gemeinsame Nutzung von GPS und GLONASS (GLO) führt zu einem System mit verbesserter Verfügbarkeit und Integrität sowie einer geringfügigen Genauigkeitssteigerung für die Positionsbestimmung. Der Einsatz kombinierter GPS/GLO-Empfangssysteme in Referenzstationsnetzen sowie zur hochgenauen, satellitengestützten Positionsbestimmung und Navigation machen neben der GPS-Kalibrierung auch eine GLO-Kalibrierung der Empfangseigenschaften der Antennen notwendig. Aufgrund des unvollständigen Ausbaus der GLO-Satellitenkonstellation und der

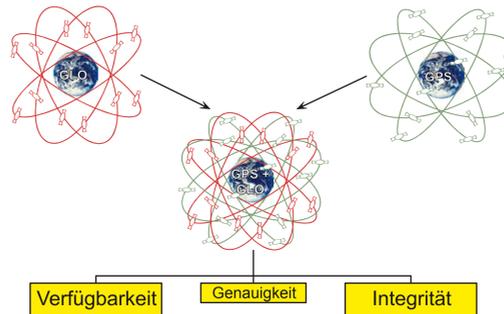


Abb. 1: Kombinierte Nutzung von GPS und GLONASS.

Verwendung verschiedener Aussendefrequenzen ist die Kalibrierung von GLO-Empfangsantennen deutlich schwieriger und aufwendiger als die Kalibrierung von GPS-Antennen. Ziel der Diplomarbeit war, dass momentane und zukünftige Genauigkeitspotential sowie die notwendige Beobachtungsdauer für eine GLO-Kalibrierung anhand von Simulationen und Kalibriermessungen abzuschätzen und mit GPS-Kalibrierungen zu vergleichen. Abschließend sollte die Notwendigkeit der Berücksichtigung frequenzabhängiger Korrekturen für GLO-Beobachtungen untersucht werden.

### Messung und Auswertung

Die Kalibriermessungen wurden mit dem am Geodätischen Institut operationell betriebenen Verfahren der relativen Feldkalibrierung mit automatisierter Antennendrehung (DRB2) durchgeführt. Die Auswertung der Kalibriermessungen und die Berechnung der Simulationsergebnisse erfolgten mit der Auswertesoftware Wa1/Kalib. Als Genauig-



Abb. 2: Mit dem DRB2 kalibrierte GPS/GLONASS-Antennentypen.

keitsmaß diente die Wiederholgenauigkeit der aus 24-Stunden-Kalibrierungen bestimmten Antennenkorrekturen. Die geforderte Genauigkeit für eine Antennenkalibrierung liegt deutlich unter 1,0 mm, da größere Abweichungen bereits einen Einfluss auf die Positionsbestimmung im cm-Bereich haben können.

### Ergebnisse

Die Darstellung beschränkt sich auf den Höhen-Offset des Antennenphasen-zentrums (PZO-H), welcher den meisten Veränderungen unterliegt. Wie in Abb. 3 zu erkennen ist, erreichen die GLO-Simulationen ein höheres Genauigkeitsniveau als die GLO-Kalibrierungen. Der Vergleich von GPS- und GLO-Kalibrierung zeigt, dass die erreichbare GLO-Kalibriergenauigkeit teilweise um das Drei- bis Vierfache geringer ist. Bei der augenblicklich verfügbaren GLO-Satellitenkonstellation ist eine Genauigkeitssteigerung nur durch eine Verlängerung der Beobachtungsdauer erzielbar (Vgl. Abb. 4). Es ist zu erkennen, dass die GLO-Kalibriergenauigkeit nach einer Beobach-

tungsdauer von 72 Stunden die geforderte Genauigkeit von weniger als 1,0 mm erreicht. Das Genauigkeitsniveau einer GPS-Kalibrierung wird aber in den meisten Fällen noch nicht erreicht. Es empfiehlt sich deshalb und auf Grund von möglichen Ausreißern eine zusätzliche Beobachtungsdauer von weiteren 48 Stunden. Die gemeinsame Betrachtung der Ergebnisse der GPS-, GLO-Kalibrierungen und der GLO-Simulationen führt zu der Vermutung, dass selbst bei vollständigem Ausbau der Satellitenkonstellation, ausgehend von momentaner Signalqualität und Empfängertechnik, die Genauigkeit der GLO-Kalibrierung nicht die von GPS-Kalibrierungen erreichen wird.

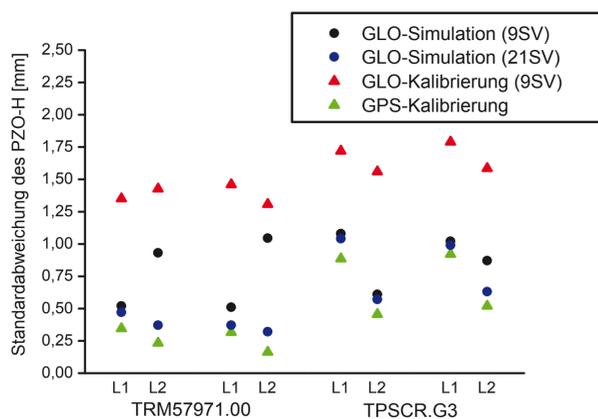


Abb. 3: Genauigkeit des PZO-H der Simulationen und Kalibrierungen.

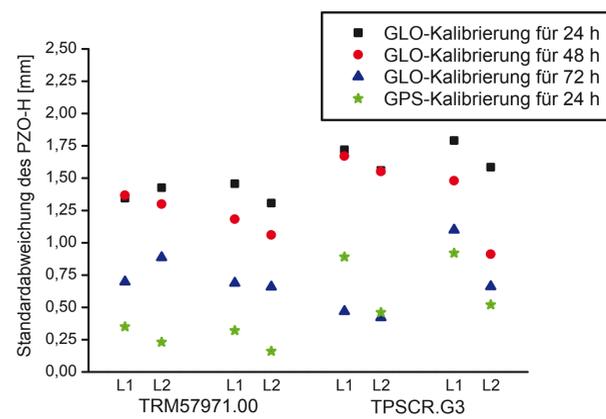


Abb. 4: Genauigkeitssteigerung mit zunehmender Beobachtungsdauer.

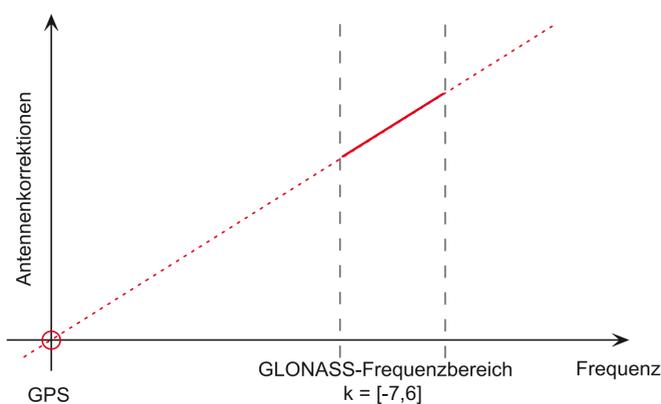


Abb. 5: Linearer Modellierungsansatz frequenzabhängiger GLO-Antennenkorrekturen.

Mit der Annahme der in Abb. 5 dargestellten linearen Veränderung der Antennenkorrekturen mit der Frequenz wurden die maximalen Abweichungen der Antennenkorrekturen über eine Verhältnisgleichung (GPS/GLO vs. GLO/GLO) für das GLO-Frequenzintervall von  $k = [-7,6]$  abgeschätzt. Die Abweichungen liegen im Bereich von 0,5 – 1,0 mm. Aus den Anforderungen an die Genauigkeit einer Antennenkalibrierung und die Größenordnung anderer auf eine Positionsbestimmung wirkenden Effekte empfiehlt sich, wie in der verwendeten Auswertesoftware realisiert, die Bestimmung und Berücksichtigung frequenzabhängiger Korrekturen bei der Datenauswertung.

### Zusammenfassung

Die Genauigkeit einer GLO-Kalibrierung erreicht für die unvollständig ausgebaute GLO-Satellitenkonstellation weder die geforderte Genauigkeit von unter 1,0 mm noch das Genauigkeitsniveau von GPS-Kalibrierungen. Eine entsprechende Genauigkeitssteigerung wird nur über die Verlängerung der Beobachtungsdauer erzielt. Die Berücksichtigung frequenzabhängiger Korrekturen für GLO-Beobachtungen erweist sich als notwendig.