

Fallstudie: Monitoring ausgewählter SAPOS®-Stationen in Baden-Württemberg mittels Neigungssensoren

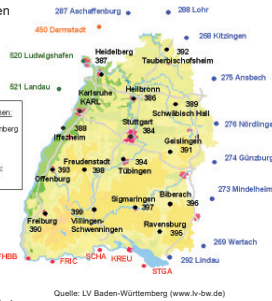
A. Knöpfler, M. Mayer

Motivation

Auf langfristige Sicht ist in Baden-Württemberg geplant, das zwischen Grundnetzpunkten durchgeführte Nivellement zur Detektion von vertikalen rezenten Krustenbewegungen durch GNSS-Verfahren (GNSS, Global Navigation Satellite Systems) unter Anderem aus Kostengründen zu ersetzen.

Einen wesentlichen Bestandteil stellen hierbei die SAPOS®-Stationen dar, die zudem zeitlich hochaufgelöste (1 Hz) Beobachtungen bereit stellen. Ein wesentlicher Unterschied der beiden Verfahren besteht in der Anbindung der Vermessungspunkte an die Erdoberfläche und damit an die feste Erde. Während Nivellementsbolzen in der Nähe der Erdoberfläche angebracht sind, wurden SAPOS®-Stationen aus verschiedenen Gründen (z. B. Sicherheit, Logistik, Internetanbindung) auf Gebäuden unterschiedlichster Art montiert. Das Bewegungsverhalten dieser Gebäude ist unbekannt, so dass ungewiss ist, ob die aus GNSS-Beobachtungen ermittelten Bewegungen tatsächlich Deformationen der Erdkruste entsprechen.

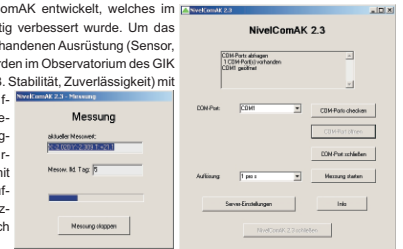
Um das geodynamische Potenzial der SAPOS®-Stationen zu untersuchen, werden in Vorstest Verfahren erprobt und in Kooperation mit der Abteilung Geodäsie des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg Messungen an zwei ausgewählten Stationen (Karlsruhe, Iffezheim) durchgeführt.



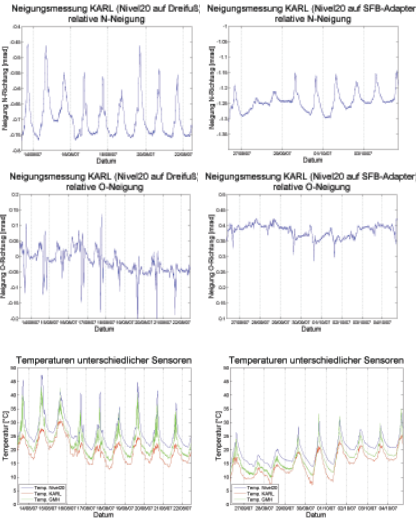
Quelle: LV Baden-Württemberg (www.lv-bw.de)

Vorarbeiten

Für das automatisierte und zeitlich hochaufgelöste Monitoring der ausgewählten Stationen wurde zunächst ein am Geodätischen Institut (GIK) vorhandener Neigungssensor (Typ Kern Nivel20) genutzt. Da keine geeignete Software zur Datenregistrierung zur Verfügung stand, wurde das Tool NivelComAK entwickelt, welches im Laufe des Projekts stetig verbessert wurde. Um das Zusammenspiel der vorhandenen Ausrüstung (Sensor, Software) zu testen, wurden im Observatorium des GIK verschiedene Tests (z. B. Stabilität, Zuverlässigkeit) mit unterschiedlichen Aufbauvarianten durchgeführt. Nach deren erfolgreichem Abschluss wurden zwei Messreihen mit unterschiedlichem Aufbau an der Referenzstation KARL (Messdach des GIK) erfasst.



Messungen an der Referenzstation KARL

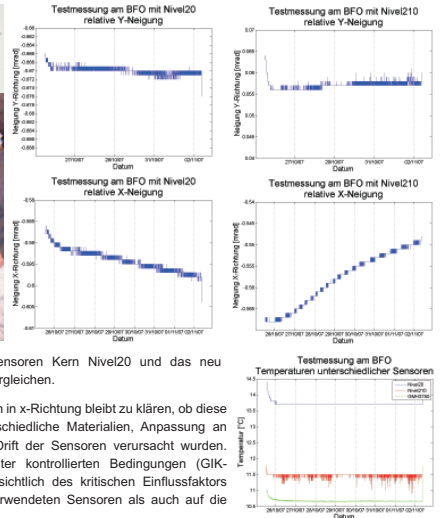


An der Referenzstation KARL (EPN-GNSS-Permanenzstation) wurde zunächst mit der Aufbauvariante "Dreifuß" (●) gemessen. Dabei waren an Nachmittagen Neigungspeaks sowohl in Nord- als auch in Ostrichtung aufgetreten, die insbesondere mit der Sonneneinstrahlung korreliert waren. Um Einflüsse des Dreifüßes ausschließen zu können, wurde eine zweite Messreihe mit der Variante "SFB-Adapter" (◆) durchgeführt, bei der die Peaks jedoch ebenfalls zu sehen sind.

Gerätevergleich am BFO



Die Tests am Black Forest Observatory (BFO, Schiltach/Schwarzwald) wurden genutzt, um unter extrem ruhigen Umgebungsbedingungen die beiden Neigungssensoren Kern Nivel20 und das neu erprobte Leica Nivel210 zu testen und zu vergleichen.



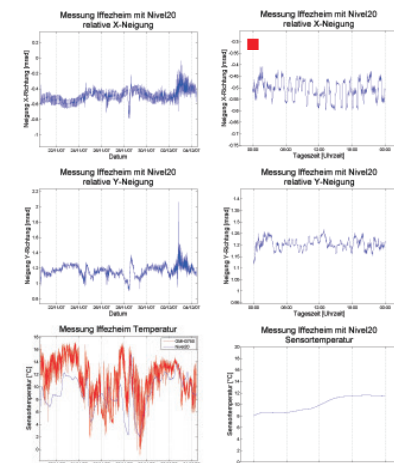
Bei den marginalen, jedoch sichtbaren Driften in x-Richtung bleibt zu klären, ob diese durch den gewählten Aufbau (z. B. unterschiedliche Materialien, Anpassung an Umgebungsbedingungen) oder durch die Drift der Sensoren verursacht wurden. Ebenso sind weitere Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen (GIK-Klimakammer) geplant, die Aufschluss hinsichtlich des kritischen Einflussfaktors Umgebungstemperatur - sowohl auf die verwendeten Sensoren als auch auf die Versuchsanordnung - geben sollen.

Messungen an der Schleuse Iffezheim



Bei den Messungen auf einem Turm der Schleuse in Iffezheim wurde der Neigungssensor Nivel20 am Mast der dort installierten SAPOS®-Antenne befestigt. Zur Fernüberwachung wurde die Software NivelComAK angepasst und eine automatisierte Datenübertragung mittels UMTS eingerichtet.

In den aufgezeichneten Neigungsdaten (■) sind deutlich die Schleusungsvorgänge sichtbar, wobei drei Zustände unterscheidbar sind: a) östliche Kammer voll und westliche Kammer leer, b) östliche Kammer leer und westliche Kammer voll bzw. c) beide Kammern voll/leer.



Dank

Der Abteilung Geodäsie des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg in Karlsruhe sei an dieser Stelle für die Unterstützung gedankt.

Ebenso bedanken wir uns beim Team des BFO, beim BKG und bei den Mitarbeitern des Wasser- und Schifffahrtsamtes Freiburg für aktive Mithilfe bei unserer Arbeit.

Fazit und Ausblick

Die durchgeführten Messungen haben deutlich gezeigt, dass mit Neigungssensoren signifikante Tagesgänge in den Bewegungen von zwei ausgewählten SAPOS®-Stationen detektiert werden können.

Welche absoluten Bewegungen mit den an einer Stelle an der Befestigung der GNSS-Antenne erfassten Neigungsänderungen verbunden sind, lässt sich allein durch ein Neigungsmonitoring, wie oben beschrieben, nicht bestimmen. Hierzu fehlen Informationen beispielsweise hinsichtlich der Starrheit der Gebäude (vertikale Profile) oder der Achse, um die sich das Gebäude möglicherweise neigt.

Die absoluten Bewegungen der GNSS-Antennen lassen sich nur durch zusätzliche Messverfahren erfassen. Hierzu sollen Versuche mit Robottachymetern und meteorologischen Sensoren an den bereits untersuchten Stationen in Kombination mit Neigungssensoren durchgeführt werden.

Darüber hinaus werden kontinuierlich durchgeführte GNSS-basierte Untersuchungen Aussagen hinsichtlich der Auswirkung der detektierten Antennenbewegungen auf geschätzte Stationskoordinaten ergeben, wodurch ebenfalls zur erhöhten Trennbarkeit der verschiedenen Einflussfaktoren beigetragen werden kann. Diese Analysen werden unter Anderem im Rahmen des Projekts GURN (GNSS Upper Rhine Graben Network) in Kooperation mit französischen Kollegen (Universität Strasbourg) ausgeführt.

Das im Rahmen von GURN etablierte GNSS-Netz soll räumlich ausgeweitet werden (Zelthorizont: Ende 2008). Hierzu sind bereits vielversprechende Kontakte zur ETH Zürich bzw. swisstopo sowie zu SAPOS®-Rheinland-Pfalz geknüpft worden.

Weiterführende Informationen zu GURN sind auf der GIK-Homepage unter www.gik.uni-karlsruhe.de/1727.html zu finden.

Information

Universität Karlsruhe
Geodätisches Institut
Englerstraße 7
D-76131 Karlsruhe

Information im Internet
www.gik.uni-karlsruhe.de

Kontakt
knopfler@gik.uni-karlsruhe.de
mmayer@gik.uni-karlsruhe.de

Phone +49- (0) 721 6082303
Fax +49- (0) 721 6086552



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825



Geodätisches Institut