

# Analyse von Punktzuständen und -verschiebungen in der amtlichen Vermessung

Beim Arbeiten mit dem GNSS ist in der amtlichen Vermessung (AV) neben der Systemkontrolle zu entscheiden, ob mit einer lokalen Einpassung gearbeitet werden muss. Die kantonale Weisung<sup>1</sup> sieht eine lokale Einpassung (oder zumindest einen Nachweis, dass darauf verzichtet werden kann) in Gebieten vor, welche nicht als spannungsarm ausgeschieden sind. Dazu sind, neben der Systemkontrolle, 3–4 Kontrollpunkte im Arbeitsgebiet zu messen. Es ist sehr nützlich, wenn bereits vor der eigentlichen Arbeit bekannt ist, ob mit lokalen Bodenverschiebungen zu rechnen ist und welche Kontrollpunkte vorhanden und messtauglich sind. Auf dem Feld werden im Rahmen der laufenden Nachführung hunderte Kontrollpunkte gemessen. Die Information der Qualität, der vorhandenen Punkte und der lokalen Bodenverschiebungen verbleiben aber oft nur beim ausführenden Feldoperateur. Eine Gesamtübersicht, wo diese Informationen gesammelt werden, existierte bisher nicht.

S. Sidler

rigen Attributen und Beziehungen ersichtlich. Nachfolgend einige Erläuterungen zu den Tabellen:

- Die *Tabelle Entstehung* gibt Auskunft, welcher Feldoperateur mit welchem Messauftrag die Daten erfasst hat. Pro Messtag, Operateur und Auftrag wird eine Entstehung erfasst.
- In der *Tabelle Zustand* werden die Punktzustände zu den Kontrollpunkten erfasst. Ein Zustand kann entweder eine GNSS-Messung aufweisen oder keine. Ist eine Messung vorhanden, erhält der jeweilige Kontrollpunkt i.d.R. das Standardattribut «in Ordnung». Es werden auch sämtliche Punktzustände zu messuntauglichen oder fehlenden Punkten erfasst. Im zweiten Fall muss keine Messung vorhanden sein.
- In der *Tabelle Messung* werden die Ist-Koordinaten und sämtliche vom Feldgerät automatisch gespeicherte Zusatzinformation erfasst. Die Attribute sind auf Leica-GNSS-Geräte abgestimmt.
- Die *Tabelle Sollpunkt* enthält die Soll-Koordinaten und ist eine Kopie der AV-Datenbank. Es sind sämtliche Lage-

## Projektbeschrieb

Das wichtigste Ziel der Projektarbeit war, die Fix- und Grenzpunktmessungen mit GNSS zu sammeln und in einer Datenbank zu speichern. Dabei ist es essenziell, dass die Daten laufend nachgeführt, ergänzt und aktuell gehalten werden. Es werden nicht nur die gemessenen Koordinaten erfasst, sondern auch Zusatzinformationen, z. B. die Qualität der GNSS-Messungen und Punktzustände. Weiter werden Informationen zu fehlenden oder GNSS-messuntauglichen Kontrollpunkten erfasst.

### Datenmodell

Eine Kernaufgabe der Projektarbeit war, die gewonnenen Informationen und Daten sinnvoll zu speichern und zu verwalten. Dazu wurde ein Datenmodell mit dazugehöriger Datenbank erstellt. Das Datenmodell wurde technisch im Datenbankmanagementsystem PostgreSQL umgesetzt und in der Beschreibungssprache INTERLIS 2 beschrieben.

In der Abbildung 3 sind die vier Tabellen der neuen Datenbank mit den dazugehö-



Abb. 1: Kontrollpunktmessung über dem Dorf Malters mit Leica GS18i und Tablet CS35.

Fig. 1: Mesure du point de contrôle sur le village de Malters avec Leica GS18i et tablette CS35.

Fig. 1: Misurazione del punto di controllo sopra il villaggio di Malters con Leica GS18i e tablet CS35.



Abb. 2: Granitstein eines ehemaligen Triangulationspunktes mit eingemeisseltem Kreuz (heute LFP3).

Fig. 2: Pierre de granit d'un ancien point de triangulation avec croix sculptée (aujourd'hui LFP3).

Fig. 2: Pietra in granito di un ex punto di triangolazione con croce scalfita (oggi PFP3).

fixpunkte (LFP1–LFP3), die Grenzpunkte und Hoheitsgrenzpunkte enthalten. Die Idee dieser Tabelle ist, dass keine Kontrollpunkte gelöscht werden, auch wenn diese infolge Löschung oder Deklassierung nicht mehr in der AV-Datenbank vorhanden sind. Somit gehen keine Informationen zu Bodenverschiebungen verloren. Ist ein Punkt nicht mehr in der AV-Datenbank vorhanden, erhält er ein Datum im Attribut «ungültig». Dank diesem Attribut können Informationen zu diesen Punkten beispielsweise auf Feldplänen weggefiltert werden. Für einen Sollpunkt können natürlich mehrere Zustände und Messungen erfasst werden. Messung und Zustand gehören aber als Binom immer zusammen, da sich neben Messungen auch Zustände über die Jahre verändern können.

### Nachführung der Datenbank

Datengrundlage der neu entworfenen Datenbank bilden Messungen aus Grossprojekten wie Genauigkeitsanalysen oder Fixpunkterneuerungen. Bei diesen Aufträgen wurden flächendeckende Messungen über das ganze Operat gesammelt. Diese Informationen bieten eine gute Übersicht. Das Ziel ist nun, die Datenbank laufend mit neuen Messungen und Informationen zu Punktzuständen zu ergänzen.

### Messungen

Die Informationen für Messungen stammen direkt vom GNSS-Gerät. Für den Messdatenexport wurde ein eigener Export per Stylesheet entwickelt, welches auf dem Leica Quality Protocol (LQP) basiert. Nach dem Export liegen die Messresultate in einer kommagetrennten Textdatei vor. Der Messdatenexport wurde so entwickelt, dass nur gewünschte Informationen exportiert werden. So werden etwa Tachymetermessungen oder Situationsaufnahmen weggelassen. Die exportierten Textdateien werden mittels Schnittstelle in die Datenbank importiert.

### Punktzustände

Neben Messungen sollen auch Zustände zu messuntauglichen oder fehlenden Kontrollpunkten erfasst werden. Dies kann der Feldoperator wahlweise direkt auf dem Feld via Tablet oder im Büro erledigen. Dazu wird QGIS verwendet und die Punktzustände können grafisch abgesetzt werden. Die Abbildung 4 zeigt die zu erfassenden Attribute mit den auswählbaren Zuständen als Dropdown-Liste.

### Beispielgemeinde Malters

Im Vorprojekt für die Erneuerung (EN) der amtlichen Vermessung der Gemeinde Malters wurde eine Genauigkeitsanalyse (GAN) durchgeführt. Eine GAN vor der EN hat zum Ziel, den Zustand des Vermessungswerkes zu analysieren und dient zur Festlegung von Entzerrungsmassnahmen. Dazu werden Kontrollpunkte (LFP und GP) primär mittels GNSS repräsentativ über das gesamte Gebiet gemessen.

Wie für alle Messungen in der Datenbank ist es zwingend, dass die Kontrollpunkte absolut und ohne lokale Einpassung gemessen werden.<sup>2</sup>

Von der Messplanung über die GNSS-Feldmessungen bis zur Auswertung wurde bei der GAN Malters zum ersten Mal mit der neuen Datenbank und mit QGIS gearbeitet.

Die Vorteile dabei waren:

- Speicherung aller Daten zentral in einer Datenbank
- Keine Erstellung von Papierfeldplänen dank Feldtablets
- Erfassung von Punktzuständen direkt auf dem Feld
- Feldeinsatz mit nur einer Software.

Bei der Abbildung 5 ist eine mögliche grafische Darstellung der Lage- und Höhenvektoren mit der Beschriftung der jeweiligen Verschiebe-Werte in cm zu sehen. Dabei werden die Vektoren in drei verschiedenen Farben nach Sigma-Werten aufgeteilt.

Die Sigma-Werte beziehen sich auf die Genauigkeitsanforderung der TVAV und sind abhängig von der jeweiligen Toleranzstufe (TS) und Informationsebene des gemessenen Kontrollpunktes.

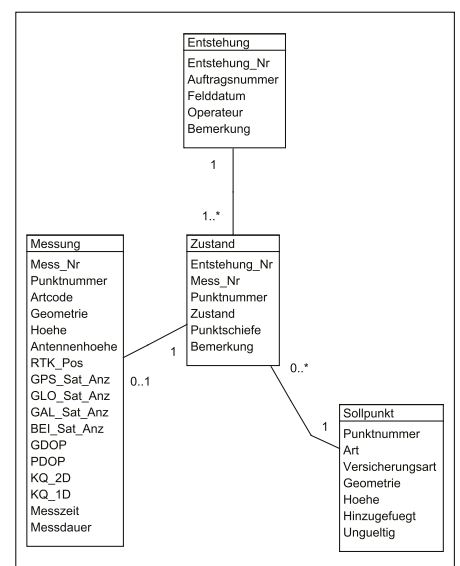


Abb. 3: UML-Diagramm vom INTERLIS 2 – Datenmodell.

Fig. 3: Diagramme UML de l'INTERLIS 2 – modèle de données.

Fig. 3: Diagramma UML di INTERLIS 2 – modello di dati.

### Nutzen der Resultate

Alle neu gesammelten Informationen fliessen direkt in die Feldvorbereitung ein und sollen das Arbeiten auf dem Feld vereinfachen. Dazu können noch klassische Papier-Feldpläne erstellt werden, diese werden jedoch durch den Einsatz von Web-GIS und Tablets wohl immer mehr abgelöst.

Mit dem Messdatum kann ausserdem eine Historie erstellt werden. Langfristig gesehen, kann diese Historie eine Möglichkeit sein, Rutschungen und instabile Bodenverhältnisse zu dokumentieren und Änderungen über die Jahre festzustellen. Eine mögliche Darstellung der Resultate zeigt die Abbildung 6. In diesem Beispiel wurde ein LFP3 zweimal gemessen. Beim Vergleich der beiden Messungen lässt sich ableiten, dass sich der Punkt in den letzten zehn Jahren um etwa 8 cm Richtung Südosten bewegt hat. Ausserdem wurden mit der GAN bei Granitsteinen auch

die Punktschiefe (hier 5°) und deren Azimut erfasst. Der orange Pfeil zeigt in die Richtung des gemessenen Azimutes von 150°.

### Fazit

Viele Informationen zu Punkten der AV, welche durch verschiedene Feldoperateur:innen gesammelt werden, können nun an einem zentralen Ort gespeichert werden. So geht das gesammelte Wissen nicht verloren und ist für alle im Betrieb einsehbar.

Durch diese Informationen kann viel Zeit bei Feldarbeiten gespart werden, weil z.B. fehlende Punkte nicht mehrmals vergebens gesucht werden. Bereits vor der Arbeit kann abgeschätzt werden, ob mit lokalen Bodenverschiebungen und einer damit verbundenen Einpassung zu rechnen ist. Zuvor gemessene Punkte werden schneller wieder gefunden und können erneut verwendet werden.

Langfristig können diese Informationen genutzt werden, um Aussagen über Bodenverschiebungen und Veränderungen von Punktzuständen zu machen.

### Anmerkungen:

<sup>1</sup> Weisung «Einsatz von GNSS zur Bestimmung von Detailpunkten in der AV», Version 1.0, rawi Kanton Luzern

<sup>2</sup> Umsetzungskonzept «Ausscheidung spannungsarmer Gebiete», Version 1.1, rawi Kanton Luzern

Diese Projektarbeit wurde 2021 im Rahmen der Abschlussprüfung zum Geomatiktechniker FA bei der Firma geopoint lütolf ag in Entlebuch durchgeführt.

Stefan Sidler  
Studierender BSc Geomatik FHNW  
Farnbüel 9  
CH-6105 Schachen LU  
s.sidler@me.com

## Analyse des états de points et des déplacements de points dans la mensuration officielle

Quand on utilise le GNSS (Global Navigation Satellite Systems) pour la mensuration officielle (MO), il faut pouvoir garantir le contrôle du système et statuer sur d'éventuels ajustages locaux. Les instructions cantonales<sup>1</sup> prévoient de tels ajustages (ou au moins la preuve qu'on peut y renoncer) dans les zones qui ne sont pas délimitées (zones où les tensions sont négligeables). Ainsi, 3 à 4 mesures de points de contrôle doivent être effectuées sur la zone de travail, en plus des opérations de contrôle du système. Avant le travail proprement dit, il est très utile de localiser les éventuels glissements de terrain et d'identifier les points de contrôle disponibles et mesurables. Sur le terrain, des centaines de points de contrôle sont mesurés dans le cadre de la mise à jour permanente. Malheureusement, les données relatives à la qualité, aux points disponibles et aux mouvements du sol restent souvent en possession de l'opérateur qui exécute le travail. Jusqu'à présent, aucun dispositif ne permettait de compiler ces informations pour offrir une vue d'ensemble.

*S. Sidler*

### Descriptif du projet

L'objectif principal du travail consistait à sauvegarder dans une base de données les mesures de points fixes et de points limites après les avoir collectées à l'aide du GNSS. Un tel travail nécessite de mettre à jour, d'actualiser et de compléter les données en permanence. Pour ce faire, on saisit non seulement les coordonnées mesurées mais aussi les informations complémentaires, comme la qualité des mesures GNSS et les états des points. Sont également saisies des informations sur les points de contrôle manquants ou sur les points inadaptés à la mesure par GNSS.