Deformationsmessung Schwanden bei Brienz : der kombinierte Einsatz von GPS-System 200/300 und TCA 1800

Autor(en): **Angelini, D.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **97 (1999)**

Heft 2

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-235537

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Deformationsmessung Schwanden bei Brienz

Der kombinierte Einsatz von GPS-System 200/300 und TCA 1800

Am Beispiel der Vermessung eines weiträumigen Deformationsnetzes wird der kombinierte Einsatz des GPS-Systems 200/300 und TCA 1800-Tachymeter von Leica kurz aufgezeigt. Angaben bezüglich der erreichten Genauigkeit aus der breit angelegten Messkampagne 1998 schliessen diesen Bericht ab.

A l'aide de la mensuration d'un vaste réseau de déformation, l'auteur explique brièvement l'utilisation combinée du Système GPS 200/300 et du tachymètre TCA 1800 de Leica. Il clot son rapport en donnant des indications sur les précisions atteintes lors de la vaste campagne de mesures 1998.

Quest'articolo presenta brevemente l'impiego combinato del sistema GPS 200/300 e del tacheometro TCA 1800 della Leica per sorvegliare un'ampia rete di deformazioni. Alla fine, sono presentati i dati relativi alla precisione conseguita con la campagna di misurazione 1998.

D. Angelini

1. Einleitung

Im Rahmen des neuen Studienplanes der Abteilung Vermessung und Geoinformation (VGI) der Fachhochschule beider Basel (FHBB) werden im 6. Semester Vertiefungsblöcke und integrale Projektstudien mit Hilfe modernster Technologien durchgeführt. Der Blockkurs «Geodäsie 1998» befasste sich mit dem kombinierten Einsatz von GPS und Tachymetrie im Bereich der Vermessung von komplexen Deformationsnetzen. Als Messgelände diente ein Rutschhang mit einer Fläche von rund 60 ha im Gemeindegebiet von Schwanden (BE), ein kleines Dorf etwas oberhalb des Brienzersees.

Seit Mitte des letzten Jahrhunderts werden in diesem Gebiet Geländebewegungen verzeichnet. Sogar der berühmte Schweizer Geologe Prof. Dr. Albert Heim beschäftigte sich intensiv damit (Abb. 1). Über die Jahre ist das Gebiet geologisch aktiv geblieben. Die aktuellen Bewegungsraten betragen 3–6 cm/Jahr.

Die Abteilung VGI führt seit 1989 im Auftrag der Gemeinde alljährlich eine grosse Messkampagne durch. Dabei werden neben Geländeverschiebungen auch Deformationen einer Geschiebesperre (Stützbauwerk von etwa 40 m Länge, 5 m Breite und Höhe; Abb. 2) bestimmt.

2. Netzanlage

Die Netzanlage (Abb. 3) wurde so konzipiert, dass trotz des schwierigen Geländes (dichte Vegetation und grosse Höhenunterschiede) Bodenverschiebungen und Bauwerksdeformationen langfristig mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfasst werden können. Um Lage- bzw. Höhenverschiebungen im 10 mm-Bereich signifikant nachweisen zu können, werden folgende Punktgenauigkeiten gefordert (einfache Standardabweichung a priori): Lage: 3 mm, Höhe: 5 mm.

Das kombinierte Deformationsnetz «GPS/Tachymetrie» lässt sich in drei Netzstufen mit unterschiedlichen «Inhalten» aufteilen:

a) GPS-Rahmennetz: weiträumig verteilte Festpunkte ausserhalb Rutschzone
b) GPS- Detailnetz: Kontrollpunkte im offenen Gelände

Kontrollnetz Schwanden bei Brienz – ein Ausbildungs- und Praxisprojekt

Seit zehn Jahren führt die Abteilung Vermessung und Geoinformation der Fachhochschule Beider Basel (FHBB) periodisch umfangreiche Kontrollmessungen durch. Die Projektbearbeitung erfolgte bisher im Rahmen einer individuellen Diplomaufgabe. Erstmals haben wir nun das Praxisprojekt Schwanden in den obligatorischen Ausbildungsgang im 6. Semester integriert. Der dreiwöchige integrale Ausbildungsblock vernetzt in idealer Weise die Aspekte Geodäsie (Theorie und Praxis), Organisation und Teamarbeit, Kommunikation und Marketing, Kosten und Kundenerwartungen. Neben der traditionellen korrekten Auswertung mit interner geodätisch motivierter Dokumentation waren von den Studierenden am Kursende die folgenden kundennahen Produkte abzuliefern:

- Bericht und Dokumentation für Kunde (Geologe) mit hoher visueller Qualität
- Kosten-Nachkalkulation 1998, Kosten-Konkurrenzofferte für Kampagne 1999 auf Basis realer Kalkulationsgrundlagen eines Ingenieurgeometers
- alternatives Netzkonzept mit reduziertem Kostendach
- Ausstellungswand für interne PR an der FHBB
- Bericht für VPK mit Schwerpunkt Technik, Umfang 2–3 A4-Seiten

Die Evaluation des Ausbildungsprojekts durch die Studierenden ergab eine sehr gute Beurteilung. Der Beitrag von Danilo Angelini ist ein Originaldokument aus den Studentenarbeiten.

K. Ammann

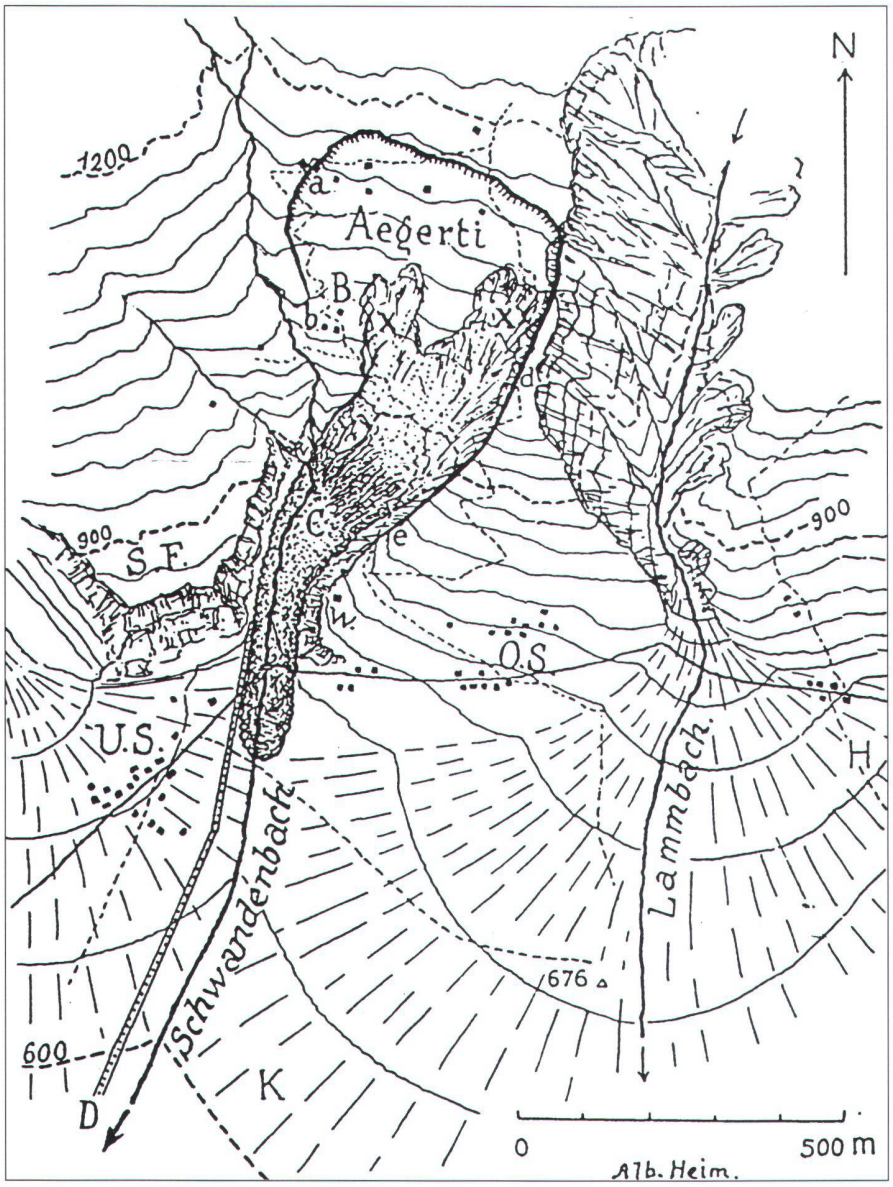

Abb. 1: Handskizze des Rutschgebietes aus dem Jahre 1932.

c) Tachymetrisches Füllnetz: Kontrollpunkte vorwiegend für die Bauwerksüberwachung

Das tachymetrische Füllnetz wird an die nächstliegenden GPS-Punkte angebunden. Mit einer Ausnahme können alle GPS-Punkte trigonometrisch beobachtet werden. Daraus resultiert eine Steigerung der Kontrollpunktgenauigkeit und Netzzuverlässigkeit.

3. Messkonzept

Die Möglichkeiten der eingesetzten Technologien sollen bezüglich Automatisierungsgrad und Rationalisierung der Arbeitsabläufe voll ausgeschöpft werden, d.h.:

- GPS soweit möglich
- Rest tachymetrisch

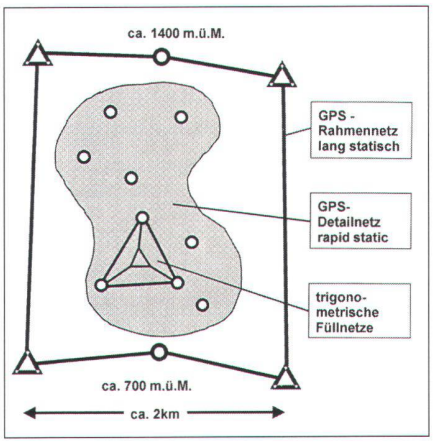

Abb. 3: Netzaufbau schematisch.

4. Messkampagne 1998

Das gesamte Deformationsnetz wurde von je einer Halbklasse, unterteilt in drei Equipen à je drei Studierende, in zwei unabhängigen Kampagnen gemessen und ausgewertet. Die Leitung oblag Prof. Karl Ammann (Dozent Geodäsie) und Peter Mahler (Assistent Geodäsie). Alle Messungen wurden zwischen Ende August und Anfang September bei zum Teil ungünstigen atmosphärischen Bedingungen (hohe Lufttemperatur, Sichtbehinderungen durch Nebel und Regenfälle) durchgeführt.

4.1 Messausrüstung

Die Kontrollmessungen wurden mit folgendem Instrumentarium der Firma Leica durchgeführt:

- drei GPS-Empfänger System 200
- vier GPS-Empfänger System 300

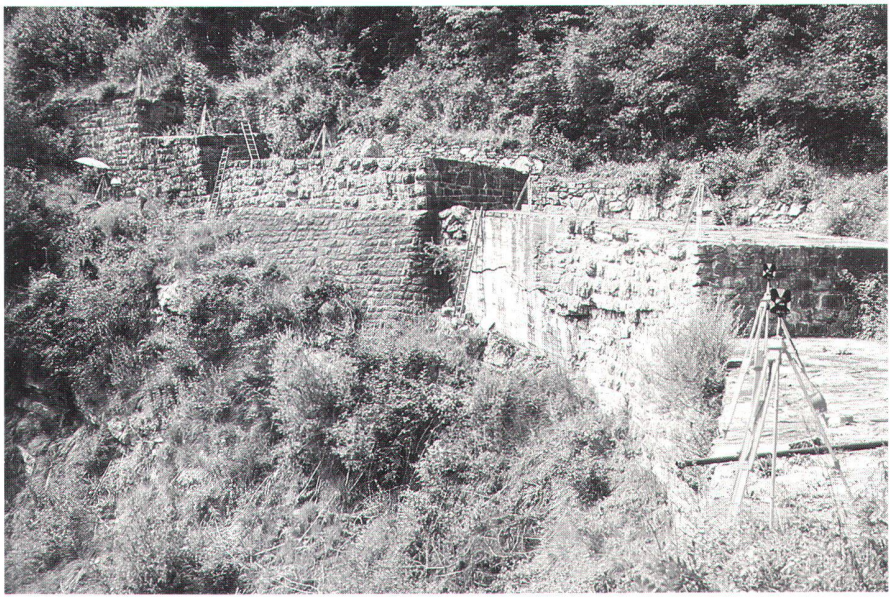

Abb. 2: Die Geschiebesperre.

Berechnungs-Phase	Beobachtungs-gruppen	Anzahl Messungen	Mittlerer Fehler a priori	a posteriori
b)	Lage (GPS)	96	2.0 mm	1.8 mm
	Höhe (GPS)	48	4.0 mm	3.9 mm
c)	Lage (GPS)	96	2.0 mm	2.0 mm
	Höhe (GPS)	48	4.0 mm	3.9 mm
	Distanzen (auf 1 km)	188	2.1 mm	1.5 mm
	Richtungen (auf 1 km)	198	0.5 mgon	0.3 mgon
	Höhendiff. (auf 1 km)	194	9.6 mm	4.4 mm

Tab. 1: Mittlere Fehler der Beobachtungsgruppen.

- drei automatische Tachymeter TCA 1800

Für die präzise Bestimmung der Kippachshöhen kam der durch Leica vertriebene Höhenmessbügel mit entsprechendem Dreifussadapter zum Einsatz. Um die Funktionalität des TCA 1800 voll auszunutzen, wurden sämtliche Zielpunkte mit Rundprismen bzw. Kern Präzisionskleinprismen ausgestattet. Schwer zugängliche Punkte im Bereich der Geschiebesperre wurden mit speziellen Reflexfolien von Leica permanent signalisiert.

4.2 GPS-Messungen

Die sieben Festpunkte des Rahmennetzes wurden mit einer Timer-Mission in einer Nacht statisch gemessen. Die Mission bestand aus drei Sessionen mit einer Sessionsdauer von je zwei Stunden. Die zwölf Kontrollpunkte des GPS-Detailnetzes konnten in einem Tag im Rapid Static Verfahren bestimmt werden. Gemessen wurden zwei Sessionen mit einer Dauer von je 15 Minuten. Parallel dazu liefen zwei permanent bewachte Referenzstationen auf ausgewählten Festpunkten.

4.3 Tachymetrische Messungen

Alle Kontrollpunkte auf der Geschiebesperre sowie die nicht GPS-tauglichen Kontrollpunkte im übrigen Gebiet wurden zwangszentriert gemessen. Dank der automatischen Zielerfassung ATR und dem integrierten Satzmessprogramm des TCA 1800 konnte das gesamte Deformationsnetz mit seinen 77 Punkten (Fest- und Kontrollpunkte) problemlos und effizient vermessen werden.

5. Auswertung der Messdaten

5.1 Auswertekonzept

Neben den Geländeverschiebungen und Bauwerksdeformationen soll auch die eingesetzte Technologie hinsichtlich Messgenauigkeit und Funktionalität beurteilt werden.

5.2 Netzausgleichung

Die Berechnungen wurden mit den Softwarepaketen SKI Version 2.2 von Leica und LTOP Version 94.2.6 der Landestopographie durchgeführt. Die Netzausgleichung der automatisch registrierten Messdaten umfasste folgende Phasen:

a) Sessionsweise Berechnung der GPS-Basislinien und Ermittlung der Landeskoordinaten der gemessenen Punkte
b) freie Ausgleichung aller GPS-Sessionen
c) freie Ausgleichung des kombinierten Netzes GPS/Tachymetrie
d) Test und definitive Wahl der Festpunkte für die Netzlagerung
e) gezwängte Ausgleichung mit Festpunkten 1997

5.3 Resultate

Tabelle 1 zeigt die hohe Messgenauigkeit der eingesetzten Technologien. Bei der Interpretation dieser Werte ist zu berücksichtigen, dass die GPS-Messungen weiträumig verteilt waren (Basislinienlänge bis zu zwei Kilometern). Die tachymetrischen Messungen fanden zum Teil unter ungünstigen atmosphärischen Bedingungen statt. Dabei konnten Visuren von über einem Kilometer Länge mit automatischer Zielerfassung ATR problemlos gemessen werden. Die verwendeten Reflexfolien und Höhenmessbügel erfüllten ihre Aufgabe ebenfalls.

Aus der gezwängten Ausgleichung (Berechnungsphase e) resultierten folgende Kontrollpunktgenauigkeiten a posteriori:

- Lage: 0.5 bis 3.8 mm (grosse Halbachse der Fehlerellipse)
- Höhe: 0.7 bis 6.4 mm (einfacher mittlerer Fehler)

Die Genauigkeitsanforderungen werden erfüllt. Die ermittelten Geländeverschiebungen und Bauwerksdeformationen liegen im Rahmen früherer Perioden. Die Visualisierung des Resultate (Zeitreihen) erleichtert dem Geologen die Plausibilitätskontrolle und die Interpretation.

6. Schlussbemerkungen

Die Projektarbeit hat gezeigt, dass der kombinierte Einsatz von GPS und TCA 1800 im Bereich der Vermessung von Deformationsnetzen sehr gute Resultate liefert. Wichtige Voraussetzungen für einen effizienten und wirtschaftlichen Einsatz dieser Technologien sind nach wie vor eine konsequente Projektorganisation und eine gut durchdachte Netzanlage.

Danilo Angelini, cand. Ing. HTL
Via Arona 18
CH-7500 St. Moritz