

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 108 (2010)

Heft: 12: AlpTransit

Artikel: Monitoring : Herausforderung angenommen

Autor: Bertges, Martin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236741>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Monitoring – Herausforderung angenommen

Baumaßnahmen, wie sie im Zuge der NEAT durchgeführt wurden und werden, bieten in allen Bereichen Herausforderungen, denen sich die beteiligten Unternehmen stellen müssen... und wollen. Dies gilt selbstverständlich auch für Überwachungsmessungen Über- und Untertage. Einige dieser Herausforderungen werden nachfolgend beschrieben, rückblickend mit einer kleinen Portion Humor.

Les procédés de construction tels que ceux appliqués dans le cadre des NLFA exigent dans tous les domaines des efforts auxquels doivent... et veulent consentir les entreprises mandataires. Ceci est bien entendu aussi le cas des mesurages de surveillance à terre et souterrains. Quelques-uns de ces défis sont décrits ci-après, en rétrospective avec un brin d'humour.

I provvedimenti edili che sono state realizzati e implementati in ambito NEAT rappresentano delle sfide in tutti i settori. Tutte le aziende coinvolte sono fortemente sollecitate sia in superficie che in sotterraneo. Alcune di queste sfide sono qui di seguito descritte in una retrospettiva in cui non manca una punta di umorismo.

M. Bertges

Die Durchführung von Überwachungsmessungen, sei es im Zuge von Baumaßnahmen, der Bauwerkserhaltung oder Verkehrssicherung, ist für die meisten Vermesser heute selbstverständlicher Teil ihrer Arbeit. Auf die notwendigen Einzelschritte angesprochen, werden «Erfassen», «Analysieren» und «Visualisieren/Dokumentieren» genannt. Für die automatisierte Überwachungsmessung fehlt jedoch ein wichtiger Teil, die «Datenübertragung».

Dass die hierfür notwendigen Kenntnisse oftmals über die vorhandenen der EDV und Kommunikationstechnik hinausgehen, zeigt nicht etwa einen Missstand in der Ausbildung des Vermessungsingenieurs auf. Vielmehr ist es ein schönes Beispiel für die fachübergreifende Arbeit im Ingenieurwesen.

GBT – ARGE Los349

Als im Sommer 2002 die Anfrage bezüglich eines automatischen Messsystems an

uns gestellt wurde, bestand die Herausforderung genau in der Lösung des Kommunikationsproblems. Während der Bauphase sollen durch die ARGE-Los349 fünf ausgewählte Geländepunkte über der Tunneltrasse mittels GNSS überwacht werden. Die GNSS-Sensorik war bereits vorhanden, ebenso die Spannungsversorgung über Photovoltaik. Das Problem waren die Standorte der fünf GPS-Messstationen. Zwischen 2000 und 2600 m hoch, im Hochgebirge, nur wenige Monate im Jahr zu Fuß zu erreichen – sonst per Helikopter-, lediglich GSM-Abdeckung, kein GPRS/UMTS, keine freien Funkfrequenzen in der benötigten Menge verfügbar, extreme Wetterbedingungen. Die Reaktion auf diese Herausforderungen konnte nur ein Netz aus automatischen, autark arbeitenden Stationen sein.

DC3 verwendet kleine Steuerrechner, die sowohl den GNSS-Sensor als auch das GSM-Modem ständig überwachen. Im Fehlerfall führt die Steuereinheit, soweit dies Sensor und Modem zulassen, einen Reset mit anschliessender Reinitialisierung durch. Bei Bedarf kann der integrierte Scheduler dazu verwendet werden, selbständig ohne GSM-Kontakt den GNSS-Sensor messen zu lassen. Um unerlaubten Zugriff auf die Stationen zu verhindern, ist eine Authentifizierung über Benutzername und Passwort notwendig. Während der Startphase mussten alle Beteiligten die Eigenheiten eines GSM-Netzwerks erfahren. So konnte es während der Skisaison schon mal passieren, dass einige Stationen am Wochenende nur schlecht erreichbar waren – die Folge einer Netzüberlastung. Die Ausrichtung der verschiedentlich eingesetzten GSM-Richtantennen konnte mit den eingebauten Testfunktionen erfolgreich optimiert werden. Dass zu einem der Standorte im ersten Winter keine Verbindung mehr aufgebaut werden konnte, war dem eingeschneiten Photovoltaikpanel zu verdanken. Der Verbindungsverlust zu einer anderen Station konnte dadurch erklärt werden, dass findige Zeitgenossen für die Photovoltaikanlage eine eigene Verwendungsmöglichkeit fanden und diese entwendeten.



Abb. 1: GNSS-Station.

Im Sommer 2007 wurden fünf weitere Stationen zur Geländeüberwachung mit DC3 installiert.

MFS Faido – Amberg Technologies

Im Frühjahr 2006 überraschten Bergschläge das Personal der Baustelle MFS Faido. Die Bergschläge wurden von der Bevölkerung in Form von Mikrobeben wahrgenommen. Zur Unterstützung der geologischen Untersuchungen im Bereich einer Störungszone wurden automatische Deformationsmesssysteme eingerichtet. Diese bestanden aus zwei autark arbeitenden DC3-Systemen mit jeweils einer Totalstation. Eine Alarmierung im Falle einer Grenzwertüberschreitung war nicht notwendig. Die Herausforderung bestand in der Sicherstellung der kontinuierlichen Datenerfassung. Konnten doch aus betriebstechnischen Gründen die beiden Überwachungssysteme nicht fest an die Netzspannungsversorgung angeschlossen werden. Der Anschluss erfolgte jeweils über einen Schutzkontaktstecker und einen Baustellenverteiler. Die vorhandenen Alarmierungseinrichtungen wurden dazu genutzt, den Akku-Betrieb der Systeme bei Verlust der Netzspannung anzuzeigen. Die während der Installation vorgefundene Vielzahl unbenutzer Steckdosen erwies sich im Verlauf der nächsten 1–1½ Jahre als nicht ausreichend. Die Multifunktionsstelle hatte zwei blitzende Signallampen zusätzlich, die leider die temporären Nutzer «unserer» Steckdosen seltenst dazu animierten, die Stecker wieder an die vorgesehenen Plätze zu stecken. Glücklicherweise führten die Wege der Vermesser häufig genug an den Überwachungssystemen vorbei, sodass die Datenverluste minimal blieben.

CBT – IG Ceneri Los704

Das Nordportal des Ceneri Basistunnel unterfährt die dort auf einer Rampe zum Ceneri Pass führende Autobahn A2. Dies ist die einzige Autobahn-Nord-Süd-Verbin-

dung im westlichen Teil der Alpen. Sollte es während der Baumassnahmen am Portal zu Deformationen der Autobahn oder der Rampenböschung kommen, müsste die Autobahn gesperrt werden. Bekanntlicherweise birgt ein ausreichend komplexes System bestehend aus technischen Einrichtungen mit menschlichem Zutun hinreichend viele Möglichkeiten für einen Fehlalarm. Unter Berücksichtigung der Allgemeingültigkeit von «Murphy's Law» würden Fehlalarme mit Totalsperrung der Autobahn an einem Wochenende während den Ferienzeiten auftreten. Verständlicherweise möchte sich der Auftraggeber solche Szenarien nicht vorstellen wollen. Was war zu tun?

Der erste Schritt bestand in der Verteilung der unterschiedlichen Sensoren – Geotechnik, Tachymeter, GNSS – auf getrennte Überwachungssysteme. Diese einzelnen Überwachungssysteme wurden über IP-Netzwerke miteinander verbunden und funktionell verschaltet. Die Rechner für Tachymeter und GNSS sowie ein Alarmierungsrechner und ein Reserverechner wurden in einem Container mit klimatisiertem Schaltschrank als Überwachungszentrale am Rand des Baustellengeländes platziert.

Zweiter Schritt war die Aufteilung der Geosensorik in zwei sich überlagernde Hauptgruppen. Jede dieser Hauptgruppen besteht aus einem autark arbeitenden DC3-Überwachungssystem inklusive Analyse und automatischer Grafikerzeugung. Beide Systeme sind mit unterbrechungsfreien Stromversorgungen ausgestattet, die im Extremfall – Verlust der Kabelverbindung zur Zentrale – einen 90 minütigen Weiterbetrieb erlauben würden. WLAN-Strecken stehen in diesem Fall als Backup-Kanal bereit.

Im dritten Schritt wurde ein Alarmauswertesystem implementiert, welches Kausalzusammenhänge zwischen den einzelnen Sensoren – innerhalb eines

Bohrlochs – und Sensorgruppen – mehreren Bohrlöchern – berücksichtigt. Als Resultate ergaben sich die Ereignisse «Hardware-Alarm», «Warnung» und «Alarm».

Um die unterschiedlichen Personengruppen sicher alarmieren zu können, bedurfte es eines mehrstufigen Alarmierungskonzeptes mit Quittierungen. Alarmiert wurde und wird mittels SMS und nachfolgender Sprachmeldung. Der SMS-Text und der Inhalt der Sprachmeldung richtete sich nach der jeweiligen Ereignisstufe. Reagierten alarmierte Personen nicht innerhalb einer festgesetzten Frist, wurden automatisch ihre Vertreter alarmiert.

Natürlich gab es auch bei diesem Projekt viele kleinere «Herausforderungen», welche im Nachhinein die Betroffenen (hoffentlich) zum Schmunzeln bringen. So zum Beispiel die gerissene, unter Zeitdruck notdürftig reparierte und prompt beim anschliessenden Regen im Bohrloch «abgesoffene» Kabelverbindung, die Spinnen, welche im Regenschutz der Prismen ein wohnliches Zuhause bauten, die Ameisen im Schacht mit der Geotechnik, die Funkverbindung, die funktionierte, bis es auf der Baustelle einen weiteren Nutzer der selben Frequenz gab und vieles mehr.

Abschliessend gilt der Dank allen Kollegen der beteiligten Unternehmen, die es uns durch eine freundschaftliche Zusammenarbeit ermöglichten, unseren Beitrag zum Gesamterfolg zu leisten.

Martin Bertges
Dr. Bertges Vermessungstechnik
Flurstrasse 7
D-66887 Neunkirchen am Potzberg
mbertges@drbertges.de
www.deformationsmesstechnik.de