

A photograph of a GNSS monitoring station in a forest. The station consists of a white metal pole with a white control box and a red antenna on top. The background is a dense forest of evergreen trees. The title 'GNSS-Monitoring für Sicherheit am Brenner' is overlaid in large white text.

GNSS-Monitoring für Sicherheit am Brenner

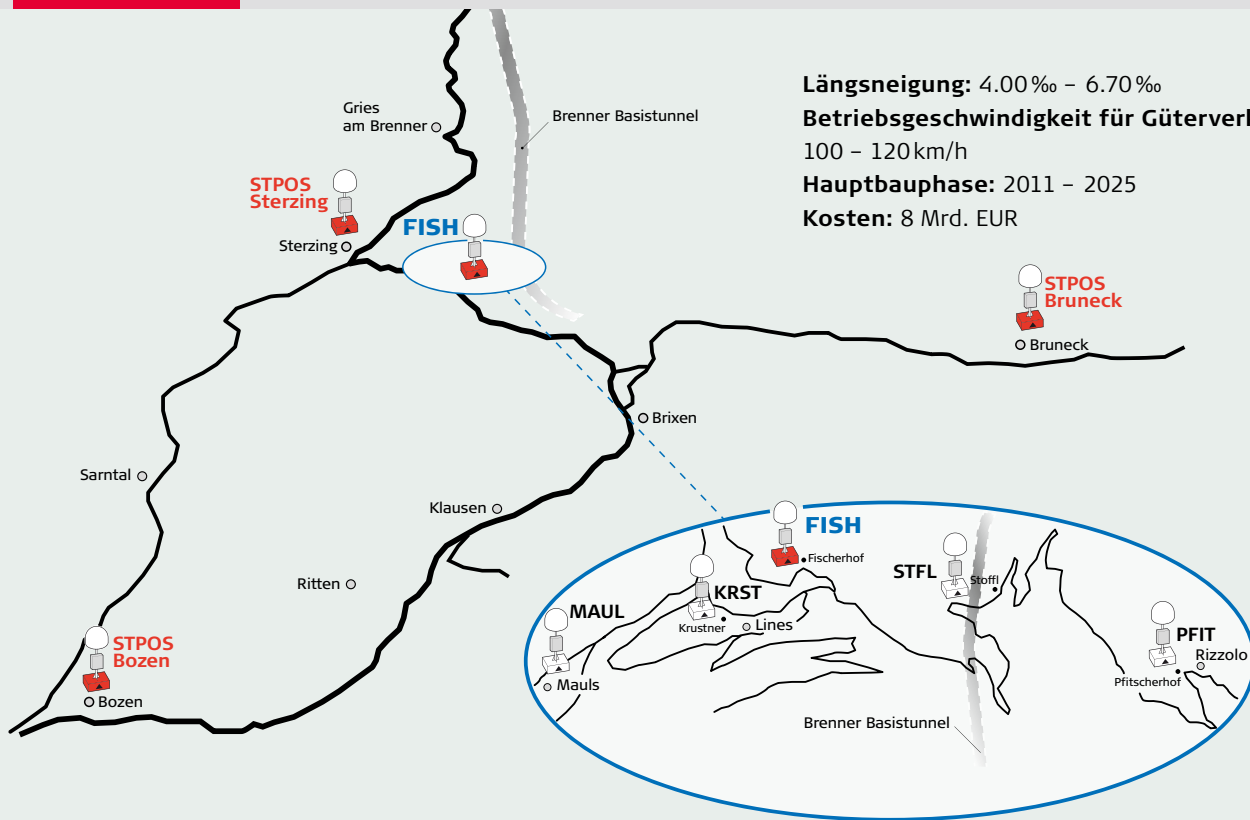
von Agnes Zeiner

Mit seinen 55 Kilometern wird der Brenner Basistunnel bei seiner Fertigstellung in rund dreizehn Jahren nur zwei Kilometer kürzer sein als der Gotthard Basistunnel, bei dem vor fast zwei Jahren der Durchschlag erfolgte. Leica Geosystems Instrumente sorgten dort für zentimetergenaue Präzisionsarbeit der Mineure. Auch beim Brenner Basistunnel setzen die Verantwortlichen für die unterschiedlichsten Aufgaben auf Leica Geosystems, unter anderem bei der Überwachung einer geologischen Störungszone auf der Südtiroler Seite des Brennerpasses. Das Ingenieurbüro Trigonos zeichnet gemeinsam mit der Brenner Basistunnel-Gesellschaft (BBT SE) für Konzept und Durchführung einer anspruchsvollen mehrstufigen permanenten (GNSS-)Monitoringnetz-Lösung verantwortlich.

Mehrere Abschnitte des Erkundungsstollens für den Brenner Basistunnel (BBT) sind derzeit in Bau. Der sechs Meter im Durchmesser messende Erkundungsstollen wird mittig unter den beiden einspurigen

Tunnelröhren liegen und nach Inbetriebnahme des BBT als Flucht- und Versorgungstunnel dienen. Einen besonders heiklen Teil des Erkundungsstollens stellte der rund 1,5 Kilometer lange Abschnitt «Periadriatische Naht» unter dem Dorf Mauls (Gemeinde Freienfeld) in Südtirol dar. An dieser Stelle wird der Tunnel durch die sogenannte «Periadriatische Naht» getrieben – eine geologische Störungszone, die die südlichen Kalkalpen von den österreichischen Zentralalpen trennt. Der zentrale Störungsbereich umfasst rund 200 Meter, mit überbeanspruchtem Gebirge auf bis zu einem Kilometer.

Bei der Errichtungsgesellschaft – der Europäischen Aktiengesellschaft BBT SE, einer Kooperation der Staaten Österreich und Italien – ist man sich der Herausforderung, die die Periadriatische Naht darstellt, wohl bewusst. Entsprechend vorsichtig wird an diesen Abschnitt herangegangen. Das Teilstück wird als eigenes Baulos geführt, und die untertägigen Messungen beim Tunnelvortrieb sind besonders intensiv. Zusätzlich wurde das Tiroler Ingenieurbüro Trigonos aus Schwaz mit der Erarbeitung eines Obertage-Monitoringkonzepts beauftragt: «In enger Zusam-



Eingesetzte Produkte

Sensoren:

- L1 – Monitoring-Empfänger Leica GMX901
- L1/L2 – Monitoring-Empfänger Leica GMX902 GG und AX1202 GG
- Totalstation Leica Viva TS15 mit Bildverarbeitung

Software:

- Leica GNSS Spider, Leica SpiderQC, Leica GeoMoS

Services:

- Leica CrossCheck

menarbeit mit den Vermessungsverantwortlichen der BBT SE haben wir ein GNSS-Monitoringkonzept ausgearbeitet, und die praktische Tauglichkeit im Rahmen der Nullmessung sowie einer ersten Folgemessung bewiesen», erklärt Lienhart Troyer, Geschäftsführer von Trigonos, dessen Büro auch in mehreren anderen Projekten zum Brenner Basistunnel engagiert ist.

Mehrstufiges Monitoringnetz mit 5 + 3 Stationen

Bei der Obertagemessung geht es um die zentrale Frage, ob es während des Vortriebs zu Setzungen kommt. Das System muss vollautomatisch laufen, und – im Falle einer Toleranzüberschreitung – SMS- und E-Mail-Benachrichtigungen an den Bauherrn und die örtliche Bauaufsicht garantieren.

«Wir haben uns nach Abstimmung mit den Vermessungsverantwortlichen der BBT SE für ein regionales

GNSS-Netz im Bereich des Ortes Mauls, bestehend aus fünf Punkten, entschieden, das in ein Netz höherer Ordnung eingebettet ist», erklärt Lienhart Troyer. Da das zu überwachende Gebiet eine Ausdehnung von rund zwei Quadratkilometern hat, kam nur eine GNSS-Lösung in Frage, um die geforderte Genauigkeit zu erreichen. Die zentral gelegene Station Fischerhof (FISH) dient dabei als Referenzstation für die Berechnung der Basislinien zu den anderen vier Stationen Mauls (MAUL), Krustner (KRST), Stoffl (STFL) und Pfitscherhof (PFIT).

«Wir wollten die Basislinien möglichst kurz halten, um eine höchstmögliche Genauigkeit zu erhalten. Das bedeutet aber auch, dass die Referenzstation selbst in einem potentiellen Deformationsgebiet positioniert ist – und dies hätte im Fall einer Setzung oder Bewegung der Station auch Auswirkungen auf die Ergebnisse der anderen vier Stationen. Aus



BBT SE

Geschäftssitz:

Bozen, Italien und Innsbruck, Österreich

Mitarbeiter: > 90**Gegründet:**

2004 als Gesellschaft Europäischen Rechts

Vorstand:

Raffaele Zurlo, Konrad Bergmeister

Verantwortliche Vermessung:

Pierluigi Sibilla, Claudio Floretta, Gregor Windischer

Für weitere Informationen besuchen Sie

www.bbt-se.com

Der Brenner Basistunnel

Der Brenner Basistunnel ist das Kernelement der insgesamt etwa 2.200 km langen Hochleistungsstrecke Berlin – München – Verona – Bologna – Palermo. Der Tunnel dient primär dem Transport von Gütern und ist ein flach verlaufender Eisenbahntunnel mit einer Länge von 55 km. Er besteht aus zwei eingleisigen Haupttunnelröhren und dem unterhalb dieser Trasse verlaufenden Erkundungsstollen. Die 70 m auseinander liegenden Haupttunnelröhren werden alle 333 m durch Querschläge miteinander verbunden. Zusammen mit der 7,7 km langen, bestehenden unterirdischen Güterzugumfahrung von Innsbruck wird der Basistunnel 62,7 km lang und somit der längste Eisenbahntunnel der Welt. Er ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h konzipiert. Die Trasse bindet neben der Umfahrung Innsbruck die bestehenden Anlagen der Bahnhöfe Innsbruck und Franzensfeste ein. Im Tunnel werden drei Multifunktionsstellen (Innsbruck, St. Jodok und Trens) errichtet. *(Quelle: BBT SE)*

diesem Grunde wird die Referenzstation zusätzlich überwacht, und zwar mittels Daten von drei Stationen des GPS-Referenzdienstes STPOS der Provinz Bozen/Südtirol», erläutert Lienhart Troyer. Die Länge der Basislinien zwischen der Referenzstation Fischerhof und den drei STPOS-Stationen Sterzing, Bozen und Bruneck liegt dabei zwischen knapp 10 und über 43 Kilometern. «Dieses hierarchische Monitoringnetz kann zuverlässig Veränderungen der Station Fischerhof aufdecken, und lässt gleichzeitig lokal genaue Aussagen über mögliche Deformationen im überwachten Bereich zu.»

Installation und erste Messungen

Zum Auftrag von Trigonos gehörten die Realisierung des Konzepts inklusive der Nullmessung und einer ersten Folgemessung. Nach mehreren Begehungen mit Mitarbeitern der BBT SE wurden die exakten Standorte der fünf Stationen festgelegt. Ein Bauunternehmen errichtete die notwendigen Fundamente und Masten für die Antennen und Kommunikationseinrichtungen. Vier Stationen verfügen über einen 230V-Stromanschluss, die Station Stoffl wurde für die Null- und Folgemessung mittels Akku betrieben, im zukünftigen Dauerbetrieb wird Photovoltaik die nötige Energie liefern. Pufferbatterien mit einer Kapazität von je 48 Stunden garantieren, dass der Betrieb der Stationen unterbrechungsfrei möglich ist.

Im Büro wurde die nötige Software installiert, unter anderem Leica GNSS Spider für den Betrieb des Netzes und der einzelnen Stationen. «Die Nullmessung erfolgte im Juli 2010 über einen Zeitraum von 48 Stunden. Damit wurde die gesamte GPS-Konstellation mehrmals durchlaufen», so Lienhart Troyer. Zum Einsatz kamen ein Zweifrequenz-Monitoringempfänger Leica GMX902 GG bei der Referenzstation und eine Leica GMX901 Monitoring-SmartAntenna auf den vier übrigen Stationen. Die Datenübertragung erfolgte drahtlos über GPRS/UMTS in Echtzeit sowie unter laufender Kontrolle der Datenqualität durch Leica SpiderQC. Eine erste Folgemessung von ebenfalls 48 Stunden zur Bestätigung der Daten der Nullmessung wurde im August durchgeführt.

Bei der Auswertung der Daten, die in das BBT-Rahmennetz eingebunden wurden, kamen auch Spezialisten von Leica Geosystems in Heerbrugg zum Einsatz. «Bei der Berechnung des übergeordneten Netzes griffen wir aufgrund der Länge der Basislinien und der hohen Genauigkeitsanforderungen auf Leica CrossCheck, den Koordinatenberechnungsservice von Leica Geosystems, zurück. Damit konnten wir den Kauf von Spezialsoftware für dieses Projekt vermeiden, und sparten zusätzlich deutlich Einarbeitungszeit. Unsere Erwartung an die Genauigkeiten wurde voll erfüllt», ist man bei Trigonos zufrieden.



■ Eine Leica Viva TS15 Totalstation überwacht zusätzlich das Oberflächenverhalten in Mauls.

Europaweite Ausschreibung

Im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung der BBT SE erhielt Trigonos im Januar 2012 auch den Auftrag für den permanenten Betrieb des Monitoringsystems. Diese Projektphase startete parallel zu den Tunnelvortrieben im Bereich der Periadriatischen Naht im April 2012, und soll für die Dauer von mindestens drei Jahren aufrecht erhalten werden.

Für den laufenden Messbetrieb wurde zusätzlich zur GNSS-Überwachung eine terrestrische Überwachung mit Leica GeoMoS und einer Totalstation Leica Viva TS15 mit Bildverarbeitung und Prismen in Mauls eingerichtet, um zuverlässige und unmittelbare Aussagen über das Oberflächenverhalten auch im dicht bebauten Ortskern der 2000-Einwohner-Ortschaft zu erhalten. ■

Über die Autorin:

*Agnes Zeiner ist Director Communications bei Leica Geosystems in Heerbrugg/Schweiz.
agnes.zeiner@leica-geosystems.com*

Trigonos ZT GmbH

Geschäftssitz: Schwaz, Österreich

Mitarbeiter: 21

Gegründet: 1975 als Vermessungsbüro Weiser, Umgründung im Jahr 2008

Geschäftsführer:

Lienhart Troyer, Christoph Kandler, Joachim Feldes

Projekte am Brenner Basistunnel:

u.a. Rahmenvertrag Vermessung auf österreichischem Staatsgebiet, Bauvermessung Erkundungsstollen Brenner Nord, Geodätische Höhenüberwachung von Erkundungsbaulosen.

Seit Anfang 2009 Value Added Reseller von Leica Geosystems für Geomonitoring-Produkte.