

# Absteckung der Festen Fahrbahn im SBB-Tunnel Zürich-Thalwil

Autor(en): **Glaus, R. / Baumeler, M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **101 (2003)**

Heft 3

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-235994>

## **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.

# Absteckung der Festen Fahrbahn im SBB-Tunnel Zürich-Thalwil

Zur Zeit findet im Zürich-Thalwil-Tunnel der Einbau der Festen Fahrbahn statt. Die innerhalb der Generalunternehmung ARGE ZITECH für die Vermessung verantwortliche Grunder Ingenieure AG setzt für den Gleisrichtvorgang Präzisionstachymeter in Kombination mit Gleismesswagen ein. Diese liefern in Echtzeit die zum Richten der Gleise erforderlichen Korrekturwerte für Lage, Höhe, Überhöhung und Spurweite. Die verwendeten Gleismesswagen wurden von der Fachhochschule Burgdorf in Zusammenarbeit mit der terra vermessungen AG im Rahmen eines KTI-Projektes entwickelt. Als zusätzliche Projektpartner konnten das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich sowie die Grunder Ingenieure AG gewonnen werden.

*Actuellement dans le tunnel «Zurich-Thalwil» la construction du radier en béton de la voie est en cours. Grunder Ingenieure SA, qui est le responsable des travaux de mensuration pour l'Entrepreneur Général ARGE ZITECH, utilise pour l'ajustement des rails des tachéomètres de précision combinés avec des véhicules pour mesurer les voies. Ces appareils fournissent en temps réel des valeurs des corrections pour les composants planimétriques, altimétriques, le dévers et l'écartement des rails, qui sont nécessaires pour ajuster les voies. Les véhicules ont été développées par HTA Burgdorf avec la collaboration de terra vermessungen SA dans le cadre d'un projet CTI. Comme partenaires supplémentaires ont aussi participé l'Institut de Géodésie et Photogrammétrie ainsi que Grunder Ingenieure SA.*

Attualmente si sta installando la carreggiata rigida nella galleria ferroviaria Zurigo-Thalwil. Grunder Ingenieure SA – responsabile delle misurazioni per l'imprenditore generale ARGE ZITECH – adotta per l'allineamento dei binari dei tachimetri di precisione in combinazione con carrelli di misura del binario. Questi ultimi forniscono in tempo reale i valori di correzione necessari a definire le componenti planimetriche, altimetriche, la sopraelevazione e lo scartamento per la posa dei binari. I carrelli di misura del binario sono stati ideati e costruiti dall'HTA di Burgdorf in collaborazione con terra vermessungen SA nell'ambito di un progetto CTI. Ulteriori partners del progetto sono l'Istituto di Geodesia e Fotogrammetria dell'ETHZ e Grunder Ingenieur SA.

R. Glaus, M. Baumeler

## 1. Einleitung

Bei Bahn-Neubaustrecken setzt sich vor allem auf Tunnelabschnitten ein neues Bauprinzip durch. Bei der so genannten Festen Fahrbahn ist die Verbindung zwischen Gleisrost und Untergrund im Gegensatz zum Schottergleis starr. Vorteile dieser Bauart gegenüber einem Schottereinbau liegen vor allem in einem bedeutend kleineren Unterhaltsaufwand. Das Einbetonieren der Schwellen hat zur Fol-

ge, dass Anpassungen an der Schienenlage nachträglich nur beschränkt und mit grossem Aufwand realisierbar sind. Die Absteckung der Festen Fahrbahn muss daher mit grosser Sorgfalt erfolgen. Die für die Vermessungsarbeiten der bahntechnischen Anlagen im Zürich-Thalwil-Tunnel verantwortliche Grunder Ingeni-

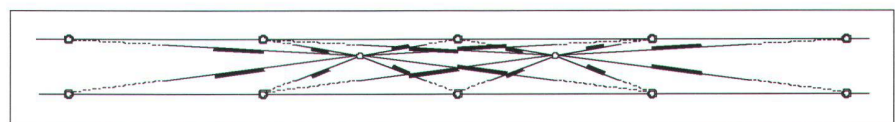


Abb. 2: Anordnung der Freien Stationen zur Gleisabsteckung. Der Abstand zwischen zwei Stationierungen beträgt 35 m.

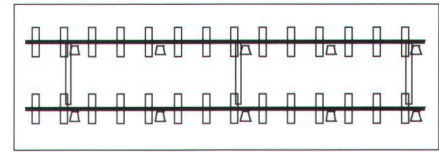


Abb. 1: Schematische Darstellung des Gleisrostes System «Euroblock» mit Stützkörpern und Spurlehren.

ure AG setzte für die Absteckung der Schienenstränge Präzisionstachymeter in Kombination mit Gleismesswagen ein. Die Gleismesswagen wurden im Rahmen eines KTI-Projektes von der Fachhochschule für Technik und Architektur (HTA) Burgdorf in Zusammenarbeit mit der terra vermessungen AG gebaut. Die Realisierung des Projektes erfolgte mit Unterstützung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie. Die zur Absteckung der Festen Fahrbahn entwickelte Software GriPos wurde am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie in Zusammenarbeit mit der Grunder Ingenieure AG innerhalb eines KTI-Nachfolgeprojektes entwickelt.

## 2. Zweite Doppelspur Zürich-Thalwil

Zur Zeit laufen die Arbeiten für die zweite Doppelspur Zürich-Thalwil im Rahmen der Bahn 2000. Die Grunder Ingenieure AG ist dabei für die ARGE ZITECH für die Vermessungsarbeiten von sämtlichen bahntechnischen Anlagen verantwortlich [Graf et al., 2000].

Mit der neuen Doppelspur zwischen Zürich und Thalwil kann ab 2003 die Seelinie entlastet und das Angebot verbessert werden. Für die zusätzlichen Züge der Bahn 2000 wird deshalb eine 10.7 Kilometer lange, vollständig neue Doppelspur zur Ergänzung der bestehenden Linie ge-

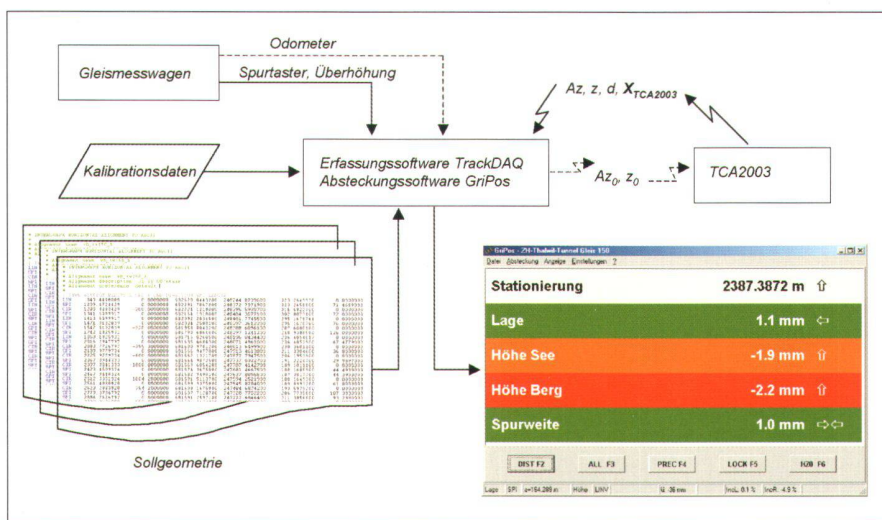


Abb. 3: Funktionsprinzip der Gleisabsteckung mit GriPos.

baut. Vorgesehen ist im Bereich Nidelbad südwestlich von Thalwil der unterirdische Anschluss an den im Rahmen von Alp-transit projektierten Zimmerberg-Basistunnel. Damit erhält Zürich ca. 2020 noch schnellere Verbindungen mit der Zentralschweiz und den direkten Anschluss an den neuen Gotthard-Basistunnel [Eisenegger, 2000].

Aufgrund des gedrängten Terminprogramms laufen die Arbeiten der verschiedenen Bahntechnikspezialisten parallel. So wird die Montage der Tragwerke für die Fahrleitung, sowie der Kabel für Signalanlagen, Telekommunikation, Bahnstromversorgung und Niederspannungsversorgung parallel zu den Betonierarbeiten der Gleistragplatte vorgenommen. Da diese Arbeiten noch vor dem Gleiseinbau vorgenommen werden, sind die Unternehmer auf eine genaue Absteckung der Bahntechnik-Elemente angewiesen. Da die Absteckungen am Tunnelgewölbe vorgenommen werden müssen und jeweils nur ein schmales Zeitfenster für die Vermessung zur Verfügung steht, sind innovative Vermessungskonzepte gefragt. Eine weitere Besonderheit im Tunnel Zürich-Thalwil ist das sogenannte Masse-Feder-System. Da der Tunnel in den Portalbereichen nur eine sehr geringe Überdeckung aufweist, mussten besondere Massnahmen zum Erschütterungsschutz getroffen werden. So ist die Betonplatte mit den einbetonierten Gleisen in den

Portalbereichen auf Gummisockeln und -matten gelagert.

## 3. Gleisabsteckung

### 3.1 Genauigkeitsanforderungen

Eine spezielle vermessungstechnische Herausforderung stellt die Absteckung der Gleisanlagen dar. Der Einbau der Festen Fahrbahn erfordert aufgrund der Ausbaugeschwindigkeit von 200 km/h rigorose Toleranzvorgaben. Für den Zürich-Thalwil-Tunnel sind die für die Absteckung relevanten Pflichtenheftvorgaben nachfolgend aufgeführt:

- Verlegetoleranz in horizontaler und vertikaler Richtung: 3 mm
- Pfeilhöhenfehler (horizontal und vertikal): 2 mm für eine Sehne von 20 Meter Länge
- Unterschied zweier benachbarter Pfeilhöhen: < 2 mm (gemessen in Abständen von 5 m)
- Verlegetoleranz der Überhöhung: 2 mm
- Verwindung: 0.05 % auf eine Messbasis von 1 m
- Verlegetoleranz der Spurweite: -1 / +3 mm
- Verlegetoleranz der Schienenneigung: min. 1:45, max. 1:35

Die Hauptschwierigkeit bei einer Einmessung mit einem polaren Messsystem ist die Einhaltung des Pfeilhöhenfehlers. Für

eine Eintreffenswahrscheinlichkeit von 98.8 % ergibt sich, dass Einzelpunkte mit einer Genauigkeit von 0.6 mm quer zur Gleisrichtung abgesteckt werden müssen. Daraus folgt unmittelbar, dass bei tachymetrischen Lösungsansätzen nur Präzisionstachymeter zum Einsatz kommen dürfen. Die Visurlängen dürfen nicht länger als 40 m gewählt werden.

### 3.2 Richtsystem

Im Zürich-Thalwil-Tunnel wird das «Euro-block»-System der Festen Fahrbahn eingebaut. Eine Besonderheit dieser Ausführung ist die Verwendung von Zweiblockschwellen. Die beiden Schienenstränge werden dabei mit präzise gefertigten Spurlehren zusammengehalten, wobei die Spurlehren nach dem Betonieren wieder entfernt werden. Das im Zürich-Thalwil-Tunnel verwendete Gleisrichtsystem wurde von der Firma Rhomberg entwickelt [Ablinger, 2001]. Der Richtvorgang erfordert bis zum Betonieren mehrere Arbeitsgänge. Die bis zu 108 m langen Schienen werden auf mit Heberichtkeilen ausgestatteten Betonstützkörpern ausgelegt. Zum Auslegen der Gleise wurden dem Gleisbauer vom Vermesser Einbaulisten, die die Abstiche zum bestehenden Bankett enthalten, geliefert. Betonstützkörper finden sich alle 1.8 m, Spurlehren alle 3.6 m. Nach dem Aufständern des Gleisrostes auf die Stützkörper erfolgt ein erster Richtgang. Der Gleismesswagen liefert dabei in Echtzeit Korrekturwerte, die an dem Gleisrost mit Hilfe des Heberichtgerätes «Mammut» angebracht werden. Jedes zweite Heberichtkeilpaar wird dabei angespannt. Der Gleisrost liegt fortan auf ca. 2 mm genau nur noch auf den Stützkörpern in einem weitgehend spannungslosen Zustand. Ein Feinrichtvorgang, der unmittelbar vor dem Betonieren erfolgen muss, stellt mit Hilfe des Gleismesswagens die verbleibenden Differenzen weg. Die noch losen Heberichtkeile werden fixiert.

Die Gleisbaumethode von Rhomberg erlaubt ein stufenloses Richten der Schienen in Höhe und Lage im Bereich von 1/10 mm. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen wird der Gleisrost beim Richt-

vorgang durch das elastische Verhalten der Schienen nur minimal beeinflusst.

Die Richtarbeiten werden durch zwei Gleisbauer ausgeführt. Je ein Vermesser begleitet während des Grob- und Feinrichtvorgangs die Arbeiten unterstützend.

### 3.3 Absteckung mit dem Gleismesswagen

Den Referenzrahmen bilden Gleisversicherungsbolzen, die sich im Abstand von 35 m im Tunnelparament befinden. Die Genauigkeit (mittlere Konfidenzellipse) wird vom Bauherrn mit 1 mm angegeben. Die Absteckung des Gleisrostes erfolgt polar von Freien Stationen aus, die mit Hilfe von Messungen zu acht Anschlusspunkten referenziert werden. Die Qualität der Stationierung wird anhand des Restklaffenbildes sowie der Standardabweichung der Orientierung in situ beurteilt. Durch die Anordnung der Tachymeterstationen dürfen auf keinen Fall langperiodische Fehler ins Gleis übertragen werden. Fehler mit der Frequenz der Stativ-aufstellungen können minimiert werden, indem kurze Zielweiten sowie genügend Verknüpfungspunkte zwischen zwei Stationierungen gewählt werden. Die maximale Zielweite beträgt für den Feinrichtvorgang 35 m. Benachbarte Stationierungen weisen jeweils sechs gemeinsame Anschlusspunkte auf. Abbildung 2 zeigt schematisch die Anordnung der Tachymeterstationen. Durch das Stationieren im Gleis wird ausserdem eine unkritische Fehlerübertragung gewährleistet. Eine mangelnde Genauigkeit des elektronischen Distanzmessers hat auf den Richtprozess keinen Einfluss. Durch die Verwendung eines LEICA TCA2003 Präzisions-tachymeters werden mit der gewählten Messanordnung Genauigkeiten der orientierten Richtungen besser als 1 mgon erreicht. Der Stabilität der Stationierung wird Rechnung getragen, indem schwere Industriestative verwendet werden. Ausserdem kann mit der auf dem Gleismesswagen installierten Software GriPos jederzeit eine automatische Überprüfung der Orientierung vorgenommen werden. Ergeben sich Abweichungen zur

Sollorientierung, muss neu stationiert werden.

Von der Freien Stationierung ausgehend, wird zur Gleisabsteckung ein Messwagen, der mit Neigungssensoren, Spurweitenmesser und Wegmesser bestückt ist, eingemessen. Gleismesswagen wurden bereits bei anderen Projekten zur Absteckung der Festen Fahrbahn mit Erfolg eingesetzt [Dünisch et al., 2000]. Die Grunder Ingenieure AG entschied sich, für die Absteckung im Zürich-Thalwil-Tunnel den Burgdorfer Messwagen zu verwenden.

Das Funktionsprinzip der Absteckung mittels des Gleismesswagens ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Nach einer ersten Initialisierungsmessung kann sich das Tachymeterfernrohr, gestützt auf die Odometermessung (Wegmessung) und die Sollgeometrie-Parameter, jederzeit computergestützt auf das am Messwagen befestigte Prisma positionieren. Der mit automatischer Zielerkennung ausgerüstete Tachymeter liefert über Datenfunk alle drei Sekunden aktualisierte, polare Messelemente. Zusammen mit den Neigungs- und den Spurmessungen kann der um einen bestimmten Betrag vom Ursprung versetzte Reflektorpunkt auf einen Referenzpunkt reduziert werden. Ein Vergleich der aus den polaren Messelementen abgeleiteten und ins Projektionssystem reduzierten Koordinaten mit der Sollgeometrie liefert Korrekturwerte für

die Lage, Höhe, Überhöhung und Spur. Die Höhenkomponenten werden dabei für jede Schiene separat ausgewiesen.

Beim System «Euroblock» muss auch die Schienenneigung eingestellt werden. Die Software GriPos berechnet in Abhängigkeit der Überhöhung die Soll-Schienenneigungen und zeigt diese in graphischer Form dem Operateur an. Die Schienenneigungen werden sodann mit Hilfe von elektronischen Wasserwaagen eingestellt.

Für kinematische Gleisachs-aufnahmen bestehen für den Burgdorfer Messwagen Auswertemodelle, die Trajektorien mit Hilfe von optimaler Filterung schätzen. Diese Modelle werden jedoch in der GriPos-Software nicht verwendet. Der Hauptgrund liegt im Stop-and-Go-Charakter des Messablaufes, der sich durch die verwendeten kinematischen Modelle nur schlecht nachbilden lässt.

Zur Beurteilung der Einhaltung der Pfeilhöhentoleranz beim Feinrichten sind jedoch nicht nur punktuelle Messungen gefragt. Von Nutzen ist auch, den Verlauf des bereits gerichteten Gleises zu kennen. GriPos erlaubt die Visualisierung aller bereits abgesteckten Punkte mit Bezug zur Sollgeometrie. Dieses Hilfsmittel ist mitunter zur optimalen Absteckung bei Schienenübergängen (Schienenstösse) nützlich. Abbildung 4 zeigt einen 15 Meter langen Ausschnitt eines Feinricht-Messschriebs.

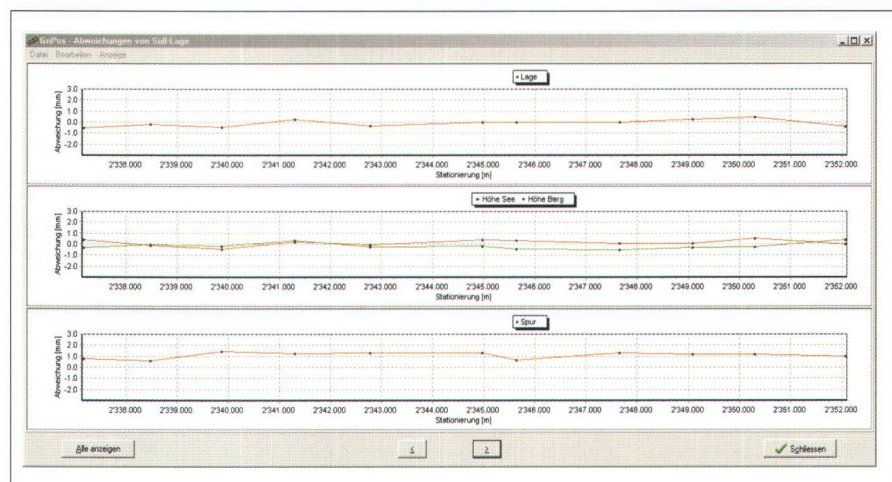


Abb. 4: Feinricht-Messschrieb. Dargestellt sind die Abweichungen von den Sollwerten für die Lage, die Höhe und die Spurweite.



Abb. 5: Der Burgdorfer Gleismesswagen.

### 3.4 Der Burgdorfer Gleismesswagen

Der Burgdorfer Gleismesswagen verfügt in seiner Grundausstattung über Odometer, einen Spurweitenmesser sowie zwei Neigungssensoren zur Bestimmung der Längs- und Querneigung [Wildi et al., 2002].

Die beiden Inklinometer sind in einer temperaturstabilisierten Box untergebracht. Auf diese Art und Weise lässt sich die Querwirkung der Temperatur auf die Sensoren minimieren. Für die Absteckung der Festen Fahrbahn wird der Sensor zur Bestimmung der Längsneigung nicht benötigt. Das Inklinometer zur Längsneigungsmessung hilft vor allem bei kinematischen Messungen die mit andern Sensoren (GPS, Tachymeter) gewonnene Höheninformation zu stützen.

Die Spurweite sowie die Position des Messwagens in Bezug auf die Schienenstränge wird über die Winkelstellung zweier schleifender Taster erfasst. Die Auslenkung der beiden Taster wird mit Winkelpotentiometern gemessen.

In den beiden Vorderrädern befinden sich Inkremental-Drehgeber, welche eine Wegmessung zulassen. Für die Absteckung wird diese Information nicht direkt benötigt. Die Kilometrierungsinfor-

mation erleichtert jedoch die Positionierung des Fernrohrs auf das am Messwagen befestigte Prisma erheblich. Aus dem Vergleich der aktuellen Kilometrierung mit der Sollgeometrie lassen sich für das Messwagenprisma Näherungskordinaten berechnen.

### 3.5 Kalibrierung der Sensoren

Der Kalibrierung der Sensoren kommt beim Einbau der Festen Fahrbahn angesichts der rigorosen Toleranzvorgaben eine grosse Bedeutung zu. Zusätzlich bringt es der Messprozess mit sich, dass keine Zweilagmessungen durchgeführt werden können. Nullpunktfehler lassen sich also nicht eliminieren. Dies gilt sowohl für die Achsfehler des eingesetzten Tachymeters als auch für den Neigungssensor. Die Lagegenauigkeit ist limitiert durch die Genauigkeit der orientierten Richtung verstärkt durch die Distanz des Gleismesswagens zum Tachymeter, die Genauigkeit der Spurtaster sowie die Genauigkeit der Querneigungsmessung verstärkt durch die Höhe des Reflektorzentrums über der Schienenoberkante. Idealerweise wird der Reflektor auf Höhe der Schienenoberkante am Messwagen montiert. Um ein vernünftiges Arbeiten zu gewährleis-

ten, wurde der Reflektor jedoch 40 cm darüber angebracht. Einerseits können so bodennahe refraktionsgefährdete Visuren vermieden werden. Andererseits ist mit weniger Abdeckungen der Visuren und somit einem flüssigerem Arbeitsablauf zu rechnen.

Die Höhengenaugigkeit der einzelnen Schienen ist durch die tachymetrische Höhenbestimmung und durch die Genauigkeit des Neigungssensors limitiert. Grössere Überhöhungen sind aufgrund der Charakteristik der Fehlerübertragung beim Neigungsmesser kritischer.

Bei Beginn einer Kampagne werden die Achsfehler (respektive ATR-Fehler) des Tachymeters neu bestimmt. Dies geschieht im Tunnel, wo zur eigentlichen Absteckung identische Umgebungsbedingungen anzutreffen sind. Durch gelegentliche Zweilagmessungen während der Absteckung wird die Stabilität dieser Nullpunktfehler geprüft.

Die Rekonstruktion der Spannungssignale der Neigungs- und Spurweitensensoren geschieht mit linearen Funktionen, wobei die Gain-Faktoren (Verstärkungsfaktoren) von den Sensor-Herstellern mitgeliefert werden. Die Nullpunktfehler der Neigungs- und Spurweitensensoren werden zu Beginn einer Schicht neu bestimmt und regelmässig überprüft. Für den Neigungsmesser lässt sich der Nullpunktfehler durch das Messen in zwei Lagen bestimmen. Zur Kalibrierung der Spurtasternullpunktfehler sind am Messwagen gut definierte Anschläge angebracht. Ein Zurückklappen der Spurtaster in die Nullstellung erlaubt die Bestimmung dieser Offsets. Bei Schichtbeginn werden ausserdem Plausibilitätskontrollen der Überhöhungsmessung sowie der Spurweitenmessung durch Vergleich mit konventionellen Überhöhungs- und Spurweitenmesser durchgeführt.

Vor den eigentlichen Gleisabsteckungsarbeiten im Zürich-Thalwil-Tunnel wurden auch die Gain-Faktoren der Neigungsmesser überprüft. Eine ausreichend genaue Kenntnis über den Gain-Faktor ist bei grossen Überhöhungen von Bedeutung. Der aus der Unsicherheit des Gains stammende Neigungsfehler steigt pro-

portional zur Überhöhung. Im Zürich-Thalwil-Tunnel beträgt die maximale Überhöhung 130 mm. Der Gain muss daher auf vier Promille genau bekannt sein, um die Überhöhung auf 0.5 mm genau messen zu können. Die Überprüfung des Gains im Überhöhungsbereich von 0–200 mm stimmt innerhalb der geforderten Toleranz mit dem vom Hersteller angegebenen Wert überein.

Die Festlegung des Prismenzentrums im lokalen Wagensystem erfolgte für die horizontale Komponente durch den Vergleich von reduzierten Messungen aus Hin- und Rückfahrt. Die Differenz zwischen Hin- und Rückfahrt liefert gerade die doppelte Abweichung vom lokalen Ursprung. Die Höhenkomponente ergibt sich aus der Bestimmung der Höhendifferenz zwischen Prismenzentrum und Schienenoberkante im nicht überhöhten Gleis.

### 3.6 Qualitätskontrollen

Die Qualitätssicherung erfordert Kontrollmessungen vor und nach dem Betonieren. Die Protokollierung der Absteckung erfolgt dabei während des Feinrichtens. Für die Kontrollmessung nach dem Betonieren wird dabei wiederum ein Gleismesswagen verwendet, wobei aus Zuverlässigkeitsgründen nicht das beim Feinrichtvorgang verwendete Gerät zum Einsatz kommt. Die Messschriebe werden dem Bauherrn tabellarisch und in graphi-

scher Form weitergeleitet. Unabhängige Kontrollmessungen durch den Bauherrn haben gezeigt, dass die geforderten Toleranzen eingehalten sind.

## 4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit dem Burgdorfer Gleismesswagen steht ein Messsystem zur Verfügung, das den Richtvorgang beim Einbau der Festen Fahrbahn wesentlich erleichtert und beschleunigt. Die für den Richtvorgang benötigten Korrekturwerte stehen dem Richtpersonal in Echtzeit zur Verfügung. Die vorgegebenen Leistungen von 250 m Grob- und Feinrichten pro Schicht können auf Vermessenseite problemlos eingehalten werden.

Die Anwendung des Burgdorfer Gleismesswagens ist jedoch nicht auf die Gleisabsteckung beschränkt. Der Wagen eignet sich auch für die rationelle Aufnahme von bestehenden Gleisen und als Trägerfahrzeug für weitere Sensoren. Die Absolutpositionierung kann dabei mittels trackendem Tachymeter oder mit GPS erfolgen.

### Literatur:

Ablinger, P., 2001. Vermessen und Einrichten von Festen Fahrbahnen – Systemkonzept. Der Eisenbahningenieur 9/2001, Tetzlaff Verlag, Hamburg.

Dünisch, M., H. Kuhlmann, 2001. Investigation of Accuracy of Tracking Motorized Tacheometers. Proceedings of the Optical 3D-Measurement Techniques V Congress, Wien 2001.

Eisenegger, S., 2000: Vielfältige Vermessungsarbeiten für den Bahn2000-Tunnel Zürich-Thalwil, Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 12/2000, pp. 688–691.

Graf, S., U. Schor, 2000: Vermessung Bahntechnik, Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 12/2000, pp. 705–707.

Wildi, T., R. Glaus (2002): A Multisensor Platform for Kinematic Track Surveying. 2nd Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering, Berlin, 2002.

Ralph Glaus  
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich  
CH-8093 Zürich  
ralph.glaus@geod.baug.ethz.ch

Martin Baumeler  
Grunder Ingenieure AG  
CH-3400 Burgdorf  
martin.baumeler@grunder.ch

Wandeln Sie Ihr INTERLIS-Datenmodell in ein UML-Diagramm. Oder umgekehrt. Software herunterladen, testen.

# Ihr Datenmodell als Diagramm!



**EISENHUT INFORMATIK**

Rosenweg 14 • CH-3303 Jegenstorf • Tel 031 762 06 62 • Fax 031 762 06 64 • <http://www.eisenhutinformatik.ch>