

Modernisierung des ÖBB Tauerntunnel Etappe 1

Patrick SCHWALBE¹ & Johannes FLECKL-ERNST²

¹ VSP Stolitzka & Partner Ziviltechniker GmbH, Schottenfeldgasse 79, 1070 Wien, Österreich,
patrick.schwalbe@vsp.co.at

² ÖBB Infrastruktur-AG, Europaplatz 12, Top 124, 8020 Graz, Österreich, johannes.fleckl-ernst@oebb.at

DOI: [10.3217/978-3-99161-070-0-003](https://doi.org/10.3217/978-3-99161-070-0-003), CC BY 4.0

1 Projektbeschreibung

Die Strecke Salzburg-Villach, auch als Tauernstrecke bezeichnet, ist neben der Brennerachse die wichtigste österreichische alpenquerende Bahnachse und damit eine Hauptachse des Alpentransits (MORITZ et al., 2024). Sie verbindet Salzburg mit Villach, der zentrale Abschnitt ist ca. 80 km lang und liegt zwischen Schwarzach St. Veit und Spittal-Millstättersee. Der Tauerntunnel durchfährt das Tauernmassiv und stellt über die Bahnhöfe Böckstein im Norden und Mallnitz im Süden eine direkte Verbindung zwischen den Bundesländern Salzburg und Kärnten dar (Abb.1).



Abb. 1: a) Übersicht der Tauernstrecke im Abschnitt Schwarzach St. Veit und Spittal-Millstättersee (ÖBB Infrastruktur AG) b) Tauerntunnel Juni 2025, 3 Wochen vor Wiedereröffnung (VSP Stolitzka & Partner)

Mit dem Bau der Strecke wurde 1901 begonnen und 1905 die Nordrampe bis Bad Gastein eröffnet. Der Durchschlag des Tauerntunnels erfolgte 1907 und zwei Jahre später, im September 1909, wurde der restliche Abschnitt Bad Gastein-Tauerntunnel-Spittal-Millstättersee eröffnet. Die Strecke wurde, mit Ausnahme des Tauerntunnels, eingleisig errichtet.

Der Tauerntunnel wurde nach 7,5-jähriger Bauzeit Anfang 1909 fertiggestellt und hatte ursprünglich eine Länge von 8550 m. Im Rahmen der Maßnahme 2001 bis 2003 wurde im Zuge einer Optimierung der Sicherheitseinrichtungen und Verbesserung der Linienführung im Bahnhof Böckstein der Tunnel um 179 m verkürzt, der nun eine Länge von 8371 m aufweist.

Es erfolgten in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Ausbaumaßnahmen zur Erhöhung der Streckenkapazität, des Lichtraums und der Streckengeschwindigkeit. Aktuell ist die Strecke auf ca. 68 km zweigleisig ausgebaut und mit bis zu 130 km/h befahrbar.

Verkehrlich hat die Strecke seit Dezember 2025 (mit Inbetriebnahme der Koralmbahn) einen noch höheren Stellenwert: sie verbindet im Personenfernverkehr nicht nur Salzburg mit Villach, sondern nun auch Graz über Villach mit Salzburg. Seit letztem Fahrplanwechsel verkehren die Fernverkehrszüge im Stundentakt. Dazu kommen der alpenüberquerende Güterverkehr und im Abschnitt Böckstein – Mallnitz auch die Autoverladezüge der Tauernschleuse.

Aufgrund der Wichtigkeit der Strecke ergeben sich hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit der Bahnanlagen. Vor allem der ca. 115 Jahre alte Tauerntunnel wurde in den letzten Jahrzehnten mehrfach saniert und durch Einbau einer Festen Fahrbahn auf den aktuellen Stand der Technik gebracht.

Zur Gewährleistung der hohen Anlagenverfügbarkeit und aufgrund seines engen Querschnittes sind weitere Baumaßnahmen im Tauerntunnel notwendig:

- Erneuerung der Festen Fahrbahn auf ca. 4,2 km Gleislänge
- Erneuerung der Schienen und Befestigungen (Stützpunkttausch) der restlichen Bereiche der Festen Fahrbahn
- Sanierung des Tunnelgewölbes in ausgewählten Bereichen zur Wiederherstellung ausreichender Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
- Bauliche Anpassungen bei Nischen und Kabeltrögen
- Erneuerung der Oberleitung durch Einbau einer Deckenstromschiene statt eines Kettenwerks
- Erneuerung der Leit-/Sicherungstechnik und der Energietechnik samt beleuchtetem Handlauf (inklusive Erneuerung der 110 kV Verkabelung im Tunnel)
- Erneuerung der Telematik-Ausrüstung (inklusive Ausstattung mit öffentlichem Mobilfunk)

Darüber hinaus sind auch Baumaßnahmen an der weiteren Strecke notwendig wie z.B.:

- Bahnhofsumbauten Dorfgastein, Bad Hofgastein, Bad Gastein
- Sanierungen von Viadukten, Lärmschutzwänden, Mauern und Durchlässen im Streckenabschnitt zwischen Bad Hofgastein und Bad Gastein

Diese umfangreichen Baumaßnahmen, die mehrmonatige Streckensperren bedingen, werden in zwei Etappen durchgeführt. Die erste Etappe war von Dezember 2024 bis Juli 2025, die zweite Etappe ist für 2027 geplant. Auf Grund der sehr knapp bemessenen Sperrdauern müssen die einzelnen Arbeiten so weit als möglich parallel ausgeführt werden.

2 Anforderungen an die Vermessung

Für die generelle Umsetzung dieser Baumaßnahmen zeichnet sich die ÖBB-Infrastruktur AG verantwortlich. Diese tritt gegenüber ihren Auftragnehmern (AN) für Bau- und Dienstleistungen als Auftraggeber (AG) auf. Die Themen der Vermessung werden vom AG durch die interne Bautechnik-Fachabteilung „Vermessung & Geoinformation“ (BT-VG) abgewickelt (MEYER et al., 2023).

Es ergeben sich die folgenden vermessungstechnischen Anforderungen:

- Erstellung des Festpunktfeldes
- Erstellung der Planungsgrundlagen
- Baubegleitende Vermessungen: Kontrollvermessungen, Überwachungsvermessungen und Absteckungen
- Technische Endabnahme vor Betriebsaufnahme
- Technische Endvermessung

Der AG beauftragt die Vermessungsleistungen zur Erstellung des Festpunktfeldes und der Planungsgrundlagen, zur Überwachungsvermessung (geotechnische Messungen), zur Kontrollvermessung sowie nach Baufertigstellung zur Durchführung der technischen Endvermessung (Bestandsvermessung nach Bau). Für Bauleistungen die durch die ÖBB-Infrastruktur AG in Eigenverantwortung durchgeführt werden (z.B. Errichtung Deckenstromschiene, Erneuerung der Leit-/Sicherungstechnik und der Energietechnik) werden durch die AG Vermessung auch Absteckungen durchgeführt.

Für die vertragsgemäße Durchführung der Baumaßnahmen inkl. der dafür notwendigen Vermessungsarbeiten ist der beauftragte Bauunternehmer (AN Bau) verantwortlich. Für die Umsetzung dieser Vermessungen wird vom AN Bau eine AN Bauvermessung beauftragt. Dieser bekommt das Festpunktfeld vom AG übergeben. In den Aufgabenbereich der AN Bauvermessung fallen die Absteckungen und Maschinensteuerungen sowie genau definierte Kontrollvermessungen (z.B. bei Errichtung der Festen Fahrbahn).

Die Erstellung des Festpunktfeldes erfolgt dabei nach den Vorgaben des ÖBB Regelwerks 17.01.01 (ÖBB-INFRASTRUKTUR AG, 2025) mittels klassischer tachymetrischer Polygonzugs- und Netzmessung samt GNSS-RTK-Messungen im System infraRASTER (FLECKL-ERNST et al., 2023). Die Realisierung der Festpunkte erfolgt dabei als (Gleis-) Vermarkungspunkte (Abb. 2) und als Polygonpunkte (Dübelbolzenpunkte, Messnägel usgl.). Die Genauigkeitsklassen nach DIN 18710-2: 2010 sind dabei L4 und H4.

Für die Bestandsvermessungen (Planungsgrundlage und technische Endvermessung) gelten die Vorgaben nach Objektfotokatalog (ÖBB-INFRASTRUKTUR AG, 2025). Darin sind alle aufzunehmenden Objekte beschrieben, mit Fotos visualisiert (Abb. 2) und mit der Genauigkeitsklasse nach DIN 18710-2: 2010 definiert.

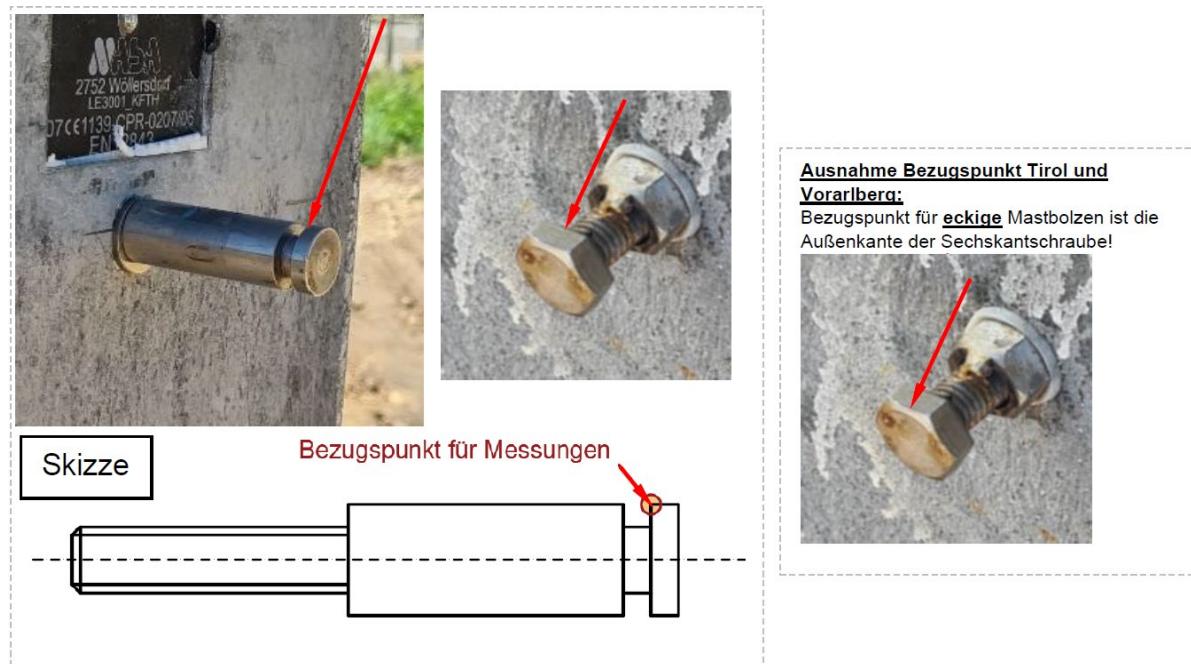


Abb. 2: Objektfotokatalog mit dem Beispiel eines Vermarkungspunktes (ÖBB-Infrastruktur AG)

Die digitale Einarbeitung der Bestandsvermessungen (bearbeiten, erstellen und verwalten) erfolgt in die ÖBB interne Applikation infraPLAN. Diese Applikation besteht aus einem Editor (rmDATA GeoDesktop) samt einer dahinterliegenden Geodatenbank, wird zentral über die ÖBB-Infrastruktur AG bereitgestellt und ist über einen Citrix-Server zugänglich.

Die Kontrollvermessungen der Festen Fahrbahn werden beim Tauerntunnel von der AN Bauvermessung (Nachweis von Referenzen erforderlich) und von der AG Vermessung redundant durchgeführt. Dabei sind die Vorgaben nach ÖBB Regelwerk 07.07 (ÖBB-INFRASTRUKTUR AG, 2015) einzuhalten. Dieses Regelwerk beinhaltet zum Beispiel eine zulässige absolute Fehllage und Fehlhöhe von +/- 5 mm in Bezug zum Vermarkungspunkt sowie eine zulässige relative Fehllage und Fehlhöhe in Bezug zu einer 20 m Wandersehne von +/- 2 mm (Pfeilhöhenfehler).

Die Durchführung von Überwachungsvermessungen ist bei der Sanierung des Tauerntunnels im Bereich des Nordportals notwendig. Nach Auftreten von Rissen werden dort schon seit 2018 über einen Bereich von ca. 50 m 3D-Verschiebungsmessungen durchgeführt und 4 Fisrometer installiert (MORITZ et al., 2024). Aufgrund von großen Verschiebungen (Firstsetzungen von bis zu 37 mm) wurden 2023 Sanierungsmaßnahmen gesetzt. Im Zuge der Baumaßnahmen in Etappe 1 sind in diesem Bereich geotechnische Messungen untertage und obertage (Überlagerung von ca. 20m) durchzuführen (Abb. 3).

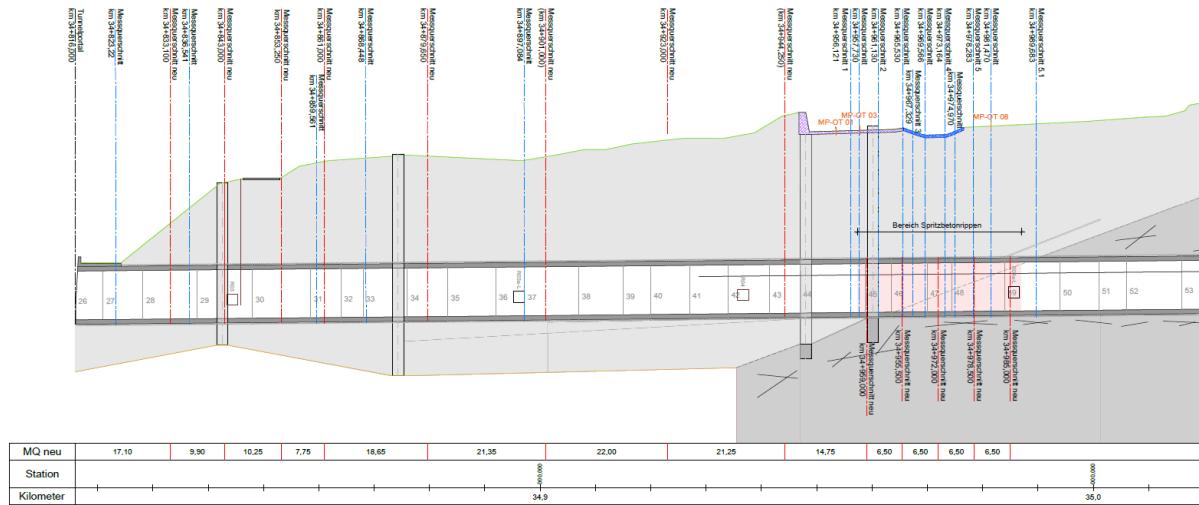


Abb. 3: Längenschnitt der Messquerschnitte im Bereich Tauerntunnel Nordportal (ÖBB-Infrastruktur AG)

Für die Durchführung der AG Vermessungen in der Bauphase Tauerntunnel und Bahnhof Bad Gastein hat der AG in einem Vergabeverfahren mit erweiterten Referenzen im Rahmen eines Prüfsystems das Ziviltechnikerbüro VSP Stolitzka & Partner Ziviltechniker GmbH beauftragt.

Auf Grund der sehr knapp bemessenen Sperrendauern sind die Anforderungen an die Vermessungsarbeiten besonders hoch, vor allem was die Qualität aber auch die Lieferzeit von Kontrollvermessungsergebnissen betrifft.

3 Planungsphase

Als Grundlage für die geplanten Bau- und Sanierungsmaßnahmen wurden präzise Geodaten und Planungsgrundlagen benötigt. Aus verschiedenen vorhergehenden Vermessungen waren Daten unterschiedlicher Qualität und unterschiedlichen Umfangs vorhanden. Aufgrund der kurzen Bauzeit, des Alters der vorhandenen Grundlagen und der engen Platzverhältnisse wurde seitens des AG eine komplette Neuvermessung des Tunnels in Auftrag gegeben.

Dies umfasste:

- Vermarkung und Einmessung des Festpunktfelds (ÖBB Regelwerk 17.01.01)
- Durchführung eines Tunnelscans
- Flächige Aufnahme der Tunnelschale in Echtfarbe
- Vermessung der Bestandsgleislage
- Erstellung eines Bestandsvermessungsplans

Während der Sanierungsmaßnahmen 2023 war der Tunnel für 5 Wochen gesperrt. In dieser Zeit konnten die nötigen Netzmessungen, Tunnelscans und flächigen Fotoaufnahmen durchgeführt werden. Als Endergebnis wurde ein Bestandsvermessungsplan (gemäß Objektfotokatalog und infraPLAN) des gesamten Tunnels, ein dazu gehöriges Festpunktfeld (Qualität Feste

Fahrbahn), eine hochauflösende Punktwolke und Orthobilder der Tunnelinnenschale zur weiteren Planung übergeben.

3.1 Netzmessung und Netzlagerung

Als Grundkonfiguration der Netzmessung wurde ein doppelt verschränkter Präzisionspolygonzug in 2 Sätzen mit Einbindung von je zwei Standpunkten nach vor und zurück beobachtet. Mit einem Stativabstand von ca. 100m und einem Vermarkungspunkt (VP) Abstand von ca. 50m wurde jeder Vermarkungspunkt von drei Standpunkten aus eingemessen. Zusätzlich zu den vorhandenen Vermarkungspunkten wurden alle 100m an der linken und rechten Ulme Dübelbolzenpunkte versetzt und eingemessen.

Um die Genauigkeitsanforderungen (nach ÖBB Regelwerk) in Messung und Auswertung erreichen zu können, wurde Instrumentarium laut Tabelle 1 verwendet.

Tabelle 1: Vermessungsinstrumente der Netzmessung

Instrument	Spezifikation
Leica TS30 (Prüfprotokoll < 1 Jahr)	Hz, V Standardabweichung 0,5“ (0,15 mgon)
	Ableseauflösung 0,01“ (0,01 mgon)
	Streckengenauigkeit +/- 0,6 mm + 1 ppm
	Automatische Zielerfassung (ATR)
	Zwangszentrierung mit überprüften Theodolit-Untersätzen und Präzisionsprismen
Barometer/ Thermometer	Temperatur und Luftdruckmessung zur Berücksichtigung der atmosphärischen Einflüsse
Vermarkungspunkte	Bestückung der VP mit Präzisionsadapters entsprechend Standard Vermessung Feste Fahrbahn
	Adapter mit Zielhöhe 0.070m
	Koordinatenbezug (Y X H): laut ÖBB Regelwerk
Dübelbolzenpunkte	Bestückung mit Präzisionsprismen entsprechend Standard Tunnelbau
	Dübel mit 8 mm Innengewinde (Göcke 11R2-30W)
	Prismenaufnahme mit Sollbruchstelle (Göcke 46-VA-M8, Länge 0.024 m)
	Präzisionsprisma (Göcke 46-MP, Kippachse 0.086 m)
	Koordinatenbezug (Y X H): Prismenzentrum

Nach Abschluss der Netzmessungen erfolgte die Auswertung in Netzausgleichen getrennt nach Lage und Höhe in den folgenden Berechnungsschritten.

- Satzausgleich der einzelnen Standpunkte
- freie Ausgleichung zur Prüfung der Qualität der Messungen
- weich gelagerte Ausgleichung auf Basis der Koordinaten der Vermarkungspunkte im Tunnel (Einführung der Koordinaten der VP als Beobachtungen)

- Transformation des Tunnelsystems in das System der Portalnetze über Längs/Quer/Höhenverschiebungen entlang der Gleisachse
- weich gelagerte Ausgleichung auf Basis der transformierten Vermarkungspunkte Gleis 1 im Tunnel

Durch diese Vorgehensweise wurde der Tunnel an die Festpunktfelder außerhalb des Tunnels eingepasst, da diese bereits bestehende Systeme bildeten und im Zuge der Neuausgleichung des Tunnelsystems nicht verändert werden sollten. Dennoch konnte die hohe innere Genauigkeit der Netzmessung behalten werden, da die Ausgleichung auf Basis der transformierten Vermarkungspunkte im Tunnel erfolgte. Die Verschiebung in der Station erzeugt einen zusätzlichen Projektmaßstab von 10 ppm, welcher im geraden Tunnel keine weitere Querverschiebung verursacht.

In der Auswertung wurden die erforderlichen Reduktionen und Korrekturen entsprechend der definierten Netzlagerung berücksichtigt (Temperatur & Luftdruck 40 ppm, Höhenreduktion -190 ppm, Projektive Reduktion (M31) 0 ppm, Netzmaßstab 10 ppm, resultierend aus dem Anschluss an die Portalnetze)

Die resultierenden Festpunktkoordinaten wurden in infraPLAN eingearbeitet und für die folgenden Arbeiten inkl. ausführlichem Technischen Bericht übergeben. Die geforderte Genauigkeit von +/- 2 mm in der Lage und +/- 1 mm in der Höhe (mittlere Fehler der Koordinaten a-posteriori) wurde für alle Festpunkte erreicht (siehe Abb. 4).

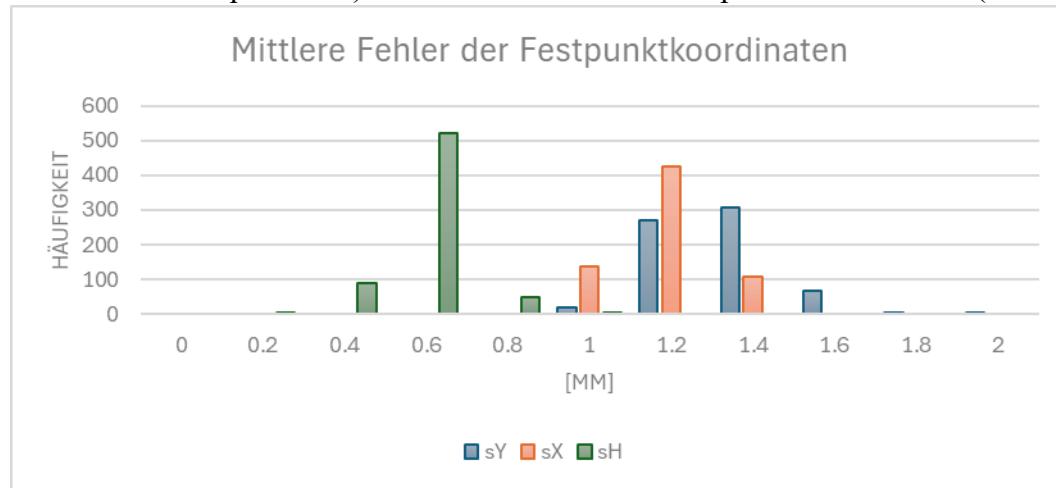


Abb. 4: mittlerer Punktlagefehler der Festpunktkoordinaten (1 Sigma) – Ausgleich auf Basis der transformierten Vermarkungspunkte Gleis 1 (VSP Stolitzka & Partner)

3.2 Tunnelscan

Direkt im Anschluss an die Netzmessung wurde eine terrestrische Scanaufnahme des gesamten Tunnels inkl. vollflächiger Bildaufnahme mittels Kamerabefahrung durchgeführt. Aus der Scanpunktewolke (referenziert im neuen Festpunktfeld) wurde ein vollständiger Bestandsvermessungsplan laut Objektfotokatalog erzeugt und in infraPLAN eingearbeitet.

Mit den Fotoaufnahmen wurde photogrammetrisch ein Echtfarbmodell der Tunneloberfläche (Vermischung auf Basis der ca. $5 \times 5 \text{ mm}^2$ Scanpunktswolke) erzeugt. Dieses wurde über einen angepassten Zylinder als Orthobild mit einer Auflösung von $1\text{px}/\text{mm}$ abgewickelt (siehe Abb. 5).

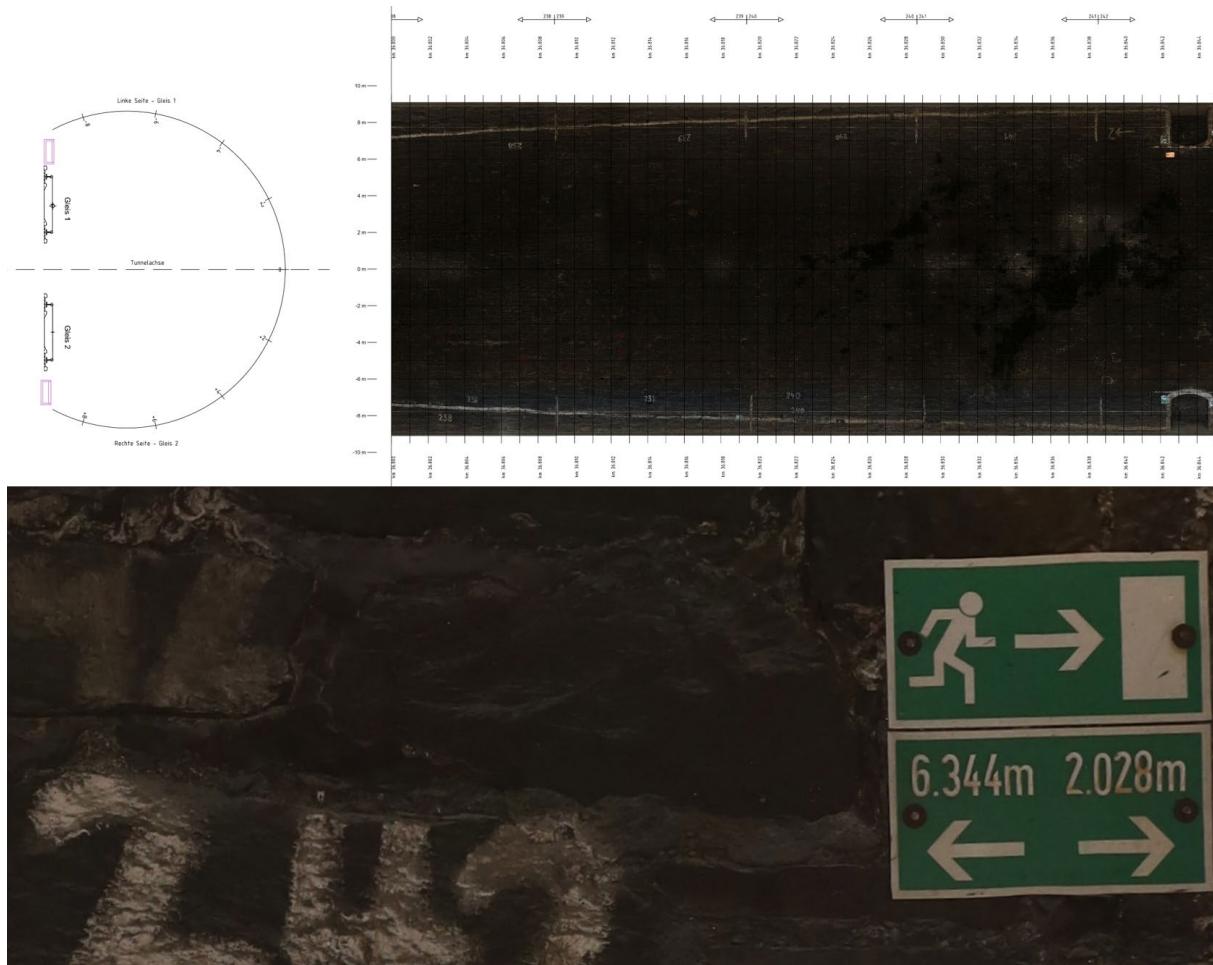


Abb. 5: a) Orthobild der Tunneloberfläche – Ausschnitt Plandarstellung, b) Vergrößerung ca. 1.5 m Tunneloberfläche (VSP Stoltzka & Partner)

4 Bauphase

Die Leistungen der AG Vermessung während der Bauphase Etappe 1 umfassen (mehrmales) tägliche geotechnische Überwachungsvermessungen, Kontrollvermessungen, Festpunktfeld Ergänzungen, Absteckungen für ÖBB Bauleistungen und Schlussvermessungen.

In der Zeit der Komplettsperrre des Tunnels war jeweils mindestens ein Vermessungsteam bestehend aus Leiter Geotechnische Messungen bzw. StV. Leiter Geotechnische Messungen und zumindest einem weiteren Techniker vor Ort.

4.1 Überwachungsvermessungen

Während der Sanierung der Tunnelinnenschale für die Blöcke 26 (Portalblock) bis 52 wurden tägliche Geotechnische 3D Verschiebungsmessungen unter- und obertage durchgeführt. In der ersten Phase wurden die bestehenden Messpunkte der vorhergehenden Setzungsmessung seit 2018 weitergeführt. Diese bestanden aus Dübelbolzen in der Innenschale und Messpfeilern Obertage über dem Tunnel. Zusätzlich wurden Messquerschnitte mittels versenkten Konvergenzmessbolzen in der Außenschale (Kernbohrung durch die Bestandsinnenschale) vermarkt und weitere Messpfeiler obertage hergestellt. Dies erlaubte die Messung von Verformungen des äußeren Gewölbes während des Abbruchs der Innenschale. Bei Aufbringung der neuen Innenschale wurden Konvergenzmessbolzen direkt eingebaut und null gemessen. Die Ergebnisse der Vermessung wurden als Zeit-Verschiebungsdiagramme bzw. als Profilplots vor der täglichen Geotechnik-Viertelstunde verteilt und gemeinsam mit Geotechniker, AG, AN und ÖBA interpretiert.

Während der Zeit des Weihnachtsabgangs von 23. bis 26.12.2025 wurde die Baustelle eingestellt. Ab 27.12 wurden die Arbeiten im Tunnel fortgesetzt und führten am 29.12. um ca. 12 Uhr zum Komplettverbruch des Blocks 28 (2 Blöcke nach dem Nordportal). Direkt über dem betroffenen Block war ein Obertage-Messpfeiler angeordnet, der beginnend mit der Messung vom 18.12. eine Setzung von ca. 30 mm zeigte, dann für 11 Tage keine signifikante Bewegung aufwies und am 29.12 bei der Messung um ca. 9 Uhr eine Verschiebung um weitere 36 mm zeigte.

In Abbildung 6 sind die vertikale Verschiebung der Messpfeiler Obertage über Block 28 (Nullmessung Oktober 2024) und die vertikale Verschiebung der Messpunkte des Messquerschnitts in Block 27 (Nullmessung 23.12.2024) dargestellt.

4.2 Tunnelbau und Netzverdichtung

Im Zuge der Sanierung bzw. Neuherstellung der Tunnelinnenschale wurden abschnittsweise die vorhandenen Festpunkte zerstört. Dies erforderte kontinuierliche Netzmessungen und Netzverdichtungen über die gesamte Phase des Tunnelbaus.

Nachlaufend zur Herstellung der neuen Innenschale wurde diese mittels terrestrischem Laserscanner dokumentiert und gegen die Soll Geometrie geprüft. Überprofile (zu geringer Betonauftrag) bzw. Unterprofile (Lichtraumeinschränkungen) wurden auf Basis der Auswertungen korrigiert und im Zuge der abschließenden Lichtraumscans bestätigt.

Direkt im Anschluss an das Ende des Tunnelbaus wurde im Bereich der neu herzustellenden Festen Fahrbahn über eine Länge von ca. 4 km eine Netzmessung wie unter 3.1 beschrieben durchgeführt und innerhalb weniger Tage nach der Messung an die Projektbeteiligten geliefert.

Seitens AN Bauvermessung war laut Vermessungskonzept zur Vermessung zur Herstellung der Festen Fahrbahn das übergebene Festpunktfeld vor Verwendung zu prüfen. Die Prüfung erfolgte wiederum als unabhängige Präzisionsnetzmessung durch die AN Bauvermessung, welche die Koordinaten der übergebenen Festpunkte bestätigte.

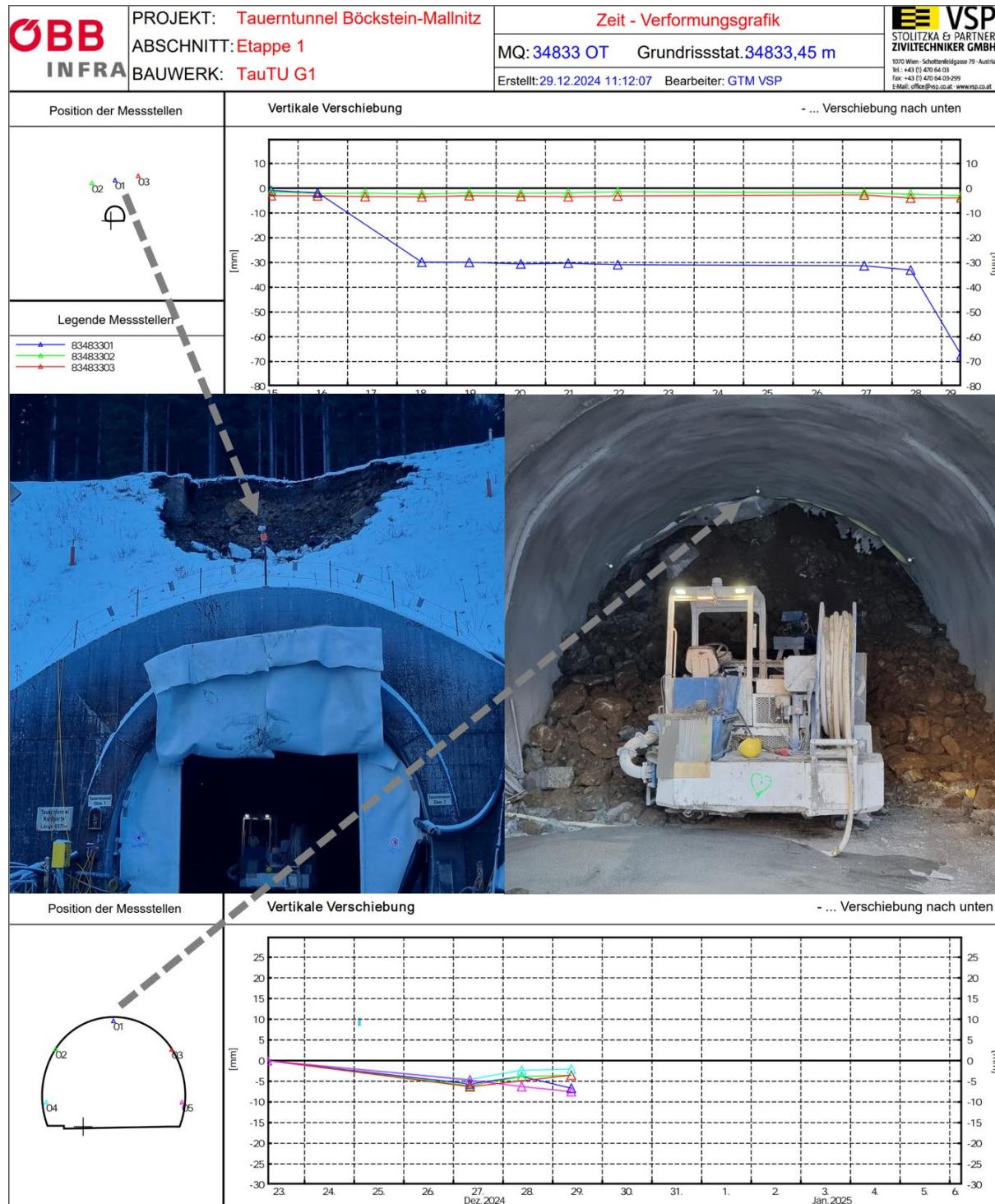


Abb. 6: a) Vertikale Zeit-Verschiebungsdiagramme Obertage (über Block 28), b) Verbruch Block 28, 29.12.2024 ca. 12 Uhr, c) Vertikale Zeit-Verschiebungsdiagramme Untertage (Block 27) 29.12.2024 - 9 Uhr (VSP Stolitzka & Partner)

4.3 Kontrollvermessungen

Vermessung Feste Fahrbahn

Die Herstellung der neuen Festen Fahrbahn auf einer Länge von ca. 4 km erfolgte in mehreren Arbeitsschritten:

- Vorbereitung des Gleisrostes (Schwellen + Schiene)
- Grobrichten auf Basis geodätischer Absteckpunkte
- Geodätisches Feinrichten des Gleises, Kontrolle vor Betonage (Betonierfreigabe)
- Betonage
- Kontrollvermessung nach Betonage (bei Bedarf Korrektur - „Platteln“)
- Schlussschweißen und Kontrollvermessung nach Schlussschweißen

Die AG Vermessung beschränkt sich, bis auf die abschließende Kontrollvermessung auf stichprobenartige Kontrollvermessungen bei den einzelnen Schritten. Im vorliegenden Projekt wurde die Gleislage an jedem Schienenbefestigungsstützpunkt gemessen, um allenfalls nötige Korrekturmaßnahmen exakt auswerten zu können. Nach Abschluss der Arbeiten (Betonieren, Korrigieren und Schlussschweißen) wurde eine Abschlussmessung durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt. Die Fehllage bzw. Fehlhöhe aller gemessenen Stützpunkte liegt deutlich innerhalb der Toleranz, knapp 90% sogar innerhalb von ± 1 mm zur Sollgeometrie.

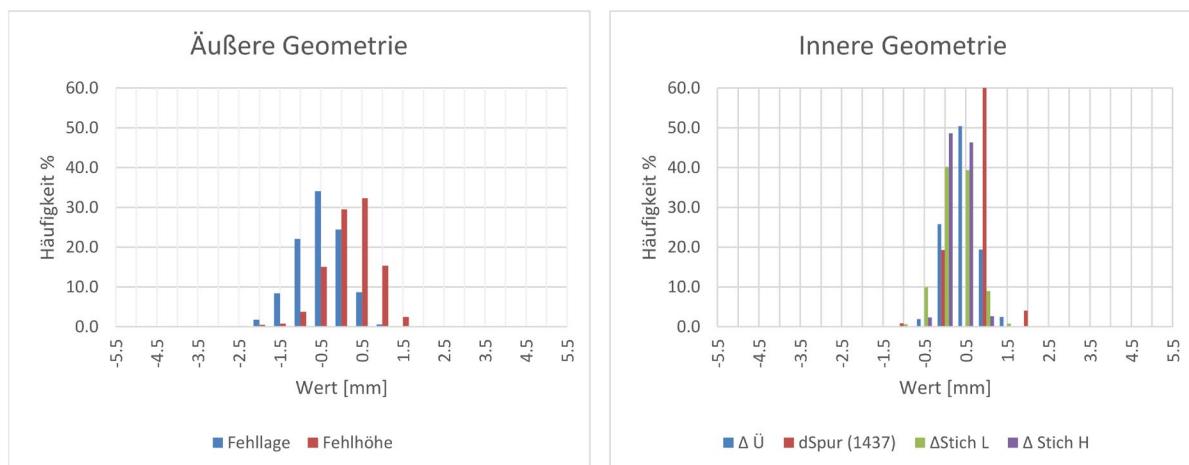


Abb. 7: Ergebnisse der Kontrollvermessung der Gleislage nach Schlussschweißen im Bereich der neu hergestellten Festen Fahrbahn (VSP Stolitzka & Partner)

Lichtraumkontrolle

Nach Abschluss der Arbeiten und vor Betriebsaufnahme war sicherzustellen, dass das Lichtraumprofil von Einbauten bzw. Bauwerk freigehalten ist. Dazu wurde ein Lichtraumscan mittels Gedo IMS-SCAN System durchgeführt und auf Basis der Vermarkungspunkte im Tunnel georeferenziert.

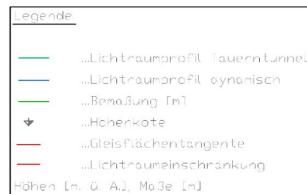
Tabelle 4: Vermessungsinstrumente Lichtraumscan, Spezifikation lt. Hersteller

Instrument	Spezifikation
GEDO IMS-SCAN	Relative Genauigkeit Scanner 2 mm
	Relative Genauigkeit Scanpunkte < 5 mm <i>(bis zu 7 m Entfernung zur Gleisachse)</i>
	Auflösung in Stationierungsrichtung < 50 mm
	Auflösung in der Profilebene < 5 mm
	Messdauer ca. 5.5h für 8.3 km Gleis <i>(im aktuellen Projekt, inkl. direkter Abstimmung mit allen anderen Auftragnehmern im Tunnel)</i>
Auswertung	Auswertedauer für 2* 8.3km 6 Kalendertage inkl. Bericht, Tabellarische Auflistung und Profildarstellung der Einschränkung

Für die Lichtraumprüfung wurde das Lichtraumprofil auf Gleis 1 bzw. Gleis 2 entlang der gemessenen IST-Gleisachse durch die Punktwolke geschoben. Kollisionen (Unterschreitungen der Mindestabstände) wurden in der Punktwolke eingefärbt und in tabellarischer Form übergeben. Zusätzlich wurde für jede Lichtraumunterschreitung eine Profilgrafik mit Bemaßung und ein Screenshot aus der 3D-Ansicht der Punktwolke mit eingefärbter Kollision übergeben (siehe Abbildung 8). Die dokumentierten Kollisionen wurden wenige Tage nach der Aufnahme laufend übergeben, die erste komplette Prüfung wurde nach 6 Kalendertagen übermittelt.

Punkte gemessen am:
19.06.2025

Anmerkungen:
Messpunkte +-0.5m zur
angegebenen Stationierung
Auswertung auf Ist Gleisachse



Profilgrafik
Blick in Kilometrierungsrichtung

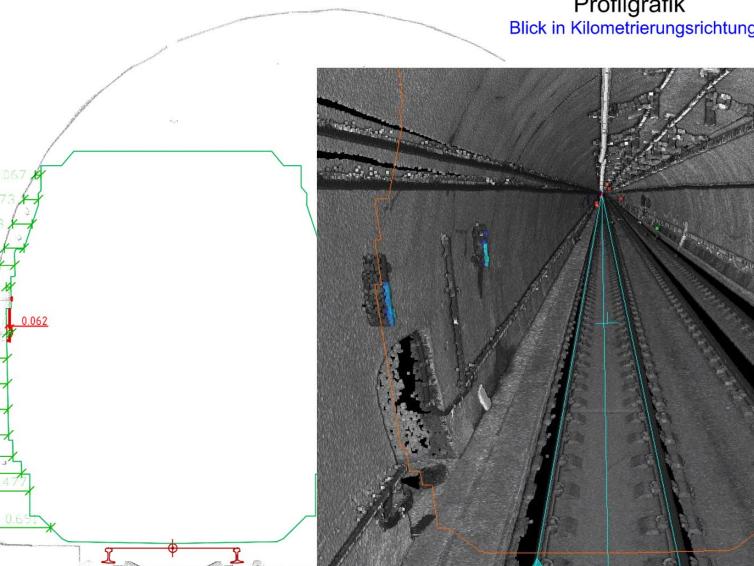


Abb. 8: a) Lichtraumkontrolle – Profilgrafik mit Lichtraumkollision, b) Screenshot aus der Scanpunktewolke mit Lichtraumprofil und Kollision (VSP Stolitzka & Partner)

Die zuständigen Fachdienste / Auftragnehmer hatten so die Möglichkeit noch vor Betriebsaufnahme alle Lichtraumeinschränkungen zu beseitigen, entweder auf Basis der

Geometrieinformation aus den Profilgrafiken oder mit geodätischer Absteckung des Soll Lichtraums im betroffenen Profil.

4.4 Absteckungen

Für die Herstellung der Deckenstromschiene wurden direkt an der Tunnelfirste die Zentren von 1414 Stützpunkten für beide Gleise abgesteckt. Außerdem wurde die exakte Lage von über 500 Fluchtwegtafeln markiert. Einen Sonderfall stellten die 20 Signale pro Gleis dar. Für diese wurde die Innenschale exakt geplant, entweder bei der Neuherstellung oder durch ausfräsen der Bestandsinnenschale. Um die Sichtbarkeit der in diesen neuen Nischen situierten Signale zu gewährleisten, wurden bis zu 30 m lange Sichtkeile in die Tunnelschale gefräst. Diese wurden, wie die übrige sanierte Tunnelinnenschale, direkt nach der Herstellung mittels terrestrischem Laserscan vermessen und als Profil/ Flächenplot ausgewertet. Zur Montage der Signale wurden Bezugspunkte an der Innenschale vermarkt. Zur Feinjustierung von Signalen die bei der Lichtraumprüfung noch Lichtraumverletzungen verursachten, wurde das Lichtraumprofil direkt per Tachymeter am Signal abgesteckt.

4.5 Technische Endvermessung

Nach Betriebsaufnahme wurde der gesamte Tunnel durch einen AN der ÖBB mittels gleisgebundenem Laserscannings und photogrammetrischer Aufnahme aufgenommen. Dabei wurde jedes Gleis einmal befahren und aufgenommen. Aus der resultierenden Punktfolge wird ein neuer Vermessungsbestandsplan laut Objektfotokatalog erzeugt und in infraPLAN eingearbeitet.

Literatur

DIN 18710-2 (2010), Ingenieurvermessung . Teil 2: Aufnahme. Berlin

FLECKL-ERNST, J., SCHRAML, A., BERGER, W., GUTLEDERER, K., KLEBERMASS, R., HELLERSCHMID, R., WEBER, R., EDER, A. (2023): infra:raster – Realisierung eines einheitlichen Referenzsystems und eines GNSS-RTK-Positionierungsdienstes für die ÖBB-Infrastruktur AG, Beiträge zum 20. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Zürich, Wichmann Verlag

MEYER, C., FLECKL-ERNST, J.: (2023): Qualitätssicherung von Lotungen und Kreiselorientierungen am Beispiel der Kontrollvermessung des Semmering-Basistunnels, Beiträge zum 20. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Zürich, Wichmann Verlag

MORITZ, B., THEMESSL, F., HÖHNDORF, M., HELMBERGER, A. (2024): Tunnelertüchtigungen von alten Eisenbahntunneln am Beispiel des Tauerntunnels. Geomechanics and Tunnelling. <https://doi.org/10.1002/geot.202400044>.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG (2015): Regelwerk der ÖBB-Infrastruktur AG. 07.07 Abnahme von Oberbauarbeiten, Wien

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG (2025): Objektfotokatalog für Vermessung von Bahnanlagen, Version 2.3, interne Vorgabe ÖBB-Infrastruktur AG, Wien

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG (2025): Regelwerk der ÖBB-Infrastruktur AG. 17.01.01 Referenzsysteme und infra:raster, Wien