



Digitalisierung auf Schiene?

Digitization on track?

Arnold Eder, Wien

Kurzfassung

Digitalisierung ist wahrscheinlich der derzeit am häufigsten verwendete Begriff nicht nur in unserem Großunternehmen und hat sowohl in unserer Unternehmenszentrale als auch in den Tochtergesellschaften eine besondere Bedeutung – auch wenn unter diesem Schlagwort jeder etwas anderes versteht.

Ich werde zuerst auf die Digitalisierungsoffensiven in der ÖBB eingehen und dann dies weiter auf die Vermessungsaufgaben bei den ÖBB herabbrechen. Ein Vermesser versteht unter diesem Begriff eher etwas was mit schlechterer Qualität als sonst üblich zu tun hat: digitalisierte Pläne haben weniger Gewicht als terrestrische Vermessungen. Digitalisierung ist also grundsätzlich für den Vermesser nichts Neues auch wenn der Begriff nun eine andere Bedeutung erfährt.

Abschließend soll ein Ausblick in die Zukunft unseren Partnern vielleicht eine Hilfestellung für künftige Dienstleistungen geben. Da ich Ende 2018 in den Ruhestand versetzt werde, will ich damit noch einiges von meinen Erfahrungen weitergeben und bedanke mich bei allen die mich durch meine berufliche Laufbahn bei den ÖBB begleitet haben.

Schlüsselwörter: ÖBB, Infrastruktur, Digitalisierung, Gleisnetz, FOS, mobile Mapping, mobile Scanning

Abstract

Digitalization is probably the most commonly used term nowadays, and not just in our large corporation, and has a special significance in our corporate headquarters as well as in our subsidiaries – even if everyone understands this differently.

I will first discuss the digitization offensives in the ÖBB and then break this down further to the surveying tasks at the ÖBB. A surveyor understands by this term rather something that is associated with poorer quality than usual: digitalized plans are less weighty than terrestrial measurements. Digitization is therefore fundamentally nothing new for the surveyor, even if the term now has a different meaning.

Finally, a look into the future should perhaps help our partners to provide future services. Since I am retiring at the end of 2018, I want to pass on some of my experience and thank everyone who accompanied me through my professional career at ÖBB.

Keywords: ÖBB, infrastructure, digitization, rail network, FOS, mobile mapping, mobile scanning

1. Digitalisierungsoffensive Bahn 4.0

Verschiedene Digitalisierungsoffensiven sollen helfen die Angebote und Prozesse auf der Schiene zu verbessern – als Gegengewicht zur Straße, die bereits verschiedenste Offensiven Richtung autonomes Fahren etc. gesetzt hat.

Begriff „Digitalisierung“ laut strategischem Konzern-IT Management, ÖBB-Holding:

Digitalisierung steht für zunehmendes Zusammenwachsen von physischer und virtueller Welt. Dieses wird ermöglicht durch beschleunigten Fortschritt in der Entwicklung wichtiger Technologien, wie z.B. Breitband, mobiles Internet und Cloud Computing (*Connectivity*), soziale Netzwerke (*Collaboration*) und Benutzerinteraktion mittels Sprachsteuerung (*Consumerization*), Sensorik und optische Mustererkennung (*Digitization*) sowie maschinelles Lernen und intelligente Systeme (*Artificial Intelligence*).

Im Kontext der Digitalisierung kommunizieren/agieren Menschen, „Dinge“ (u.a. Systeme, Anlagen) und Organisationen als gleichberechtigte Teilnehmer miteinander und erzeugen zusätzliche Daten, die verarbeitet, analysiert und ausgewertet werden – mit der damit einhergehenden Automatisierung und Datenanalytik. Das ermöglicht es, erweiterte und auch neuartige Anwendungsszenarien für die ÖBB zu entwickeln.

Zusätzlich werden wichtige Maßnahmen gesetzt, um die für die ÖBB zentralen Herausforderungen im Zusammenhang mit Pünktlichkeit und Sicherheit zu unterstützen.

Gleichzeitig steigt die Bedeutung konsistenter und umfassender Unternehmensdaten (*data is the new oil*). Datenmanagement ist in vielen Fällen das Rückgrat der Digitalisierung.

1.1 Nationale und internationale Vernetzung

Da für 2025 ein Anstieg des kombinierten Verkehrs erwartet wird, ist die nationale Vernetzung und verstärkte Anbindung der ländlichen Regionen sowie eine Harmonisierung der regulatorischen Rahmen und technischen Normen erforderlich. Bei der Internationalisierung werden Kooperationen zwischen den Bahngesellschaften zunehmen (z.B.: Terminals, Breitspur etc.).

1.2 Sicherheit, Pünktlichkeit und Speed

Für die sichere Fahrt ist bereits das auf mehreren Strecken erprobte „Europäische Zugsicherungssystem“ (ETCS) geplant, das die Triebfahrzeugführer bei der Überwachung der Geschwindigkeit und Einhaltung von Betriebsvorschriften unterstützt. Die relevanten Daten werden über sogenannte Balisen zur Verfügung gestellt bzw. kontrolliert – auf einen Einsatz von Signalen kann teilweise oder ganz verzichtet werden.

1.3 Big Data generieren und auswerten

Im Schienenverkehr entstehen Millionen von Daten im laufenden Betrieb sowohl am Zug als auch bei diskreten Stellen wie Zuglaufcheckpoints,

die mit Sensoriken sowohl für die Radkraft- und Radformmessung, Überwachung der Fahrzeugumgrenzung (Lichtraumprofil), Entgleisungs- und Schlagdetektion ausgestattet sind. Neben den ursprünglichen Aufgaben sollen auch über intelligente Software zusätzliche Auswertungen einen Nutzen für den Erhalter und Kunden bringen.

1.4 Multicopter zur Instandhaltung und Planung

Schon heute prüfen Hightech-Drohnen Bahnstrecken auf Sicherheit, z.B. im Rahmen des Naturgefahrenmanagements bzw. bei Projekten wie Semmeringbasistunnel und Koralmtunnel. Zusätzliche Einsatzmöglichkeiten, wie z.B. bei der Brückeninspektion, sollen evaluiert werden. Zusätzlich zu den technischen müssen in jedem Fall auch noch die rechtlichen Rahmenbedingungen (Genehmigungen etc.) geschaffen werden, um diese Techniken wirtschaftlich einsetzen zu können.

1.5 (Building Information Modelling)

BIM soll künftig die Projektierung, Planung und Bau von Bahnstrecken mit allen Gewerken begleiten.



Abb. 1: ETCS-Balise

Im Vordergrund steht auch die Zusammenarbeit mit den Bahnverwaltungen in Deutschland und der Schweiz – in mehreren D.A.CH-Workshops wurde das gemeinsame Interesse an einer möglichst weitgehenden Standardisierung vom BIM-Modellen für das System Eisenbahn formuliert – der Erfolg aus Sicht der ÖBB wird auch davon abhängen inwieweit die Übernahme der Projektdaten in die Anlagenverwaltung automatisiert erfolgen kann.

1.6 Robotic bei Instandhaltung und Inspektion

Autonome Roboter sollen künftig verstärkt Aufgaben in der Instandhaltung an für Menschen gefährlichen oder unzugänglichen Orten übernehmen. Auch Kupplungsroboter im Verschub sind durchaus denkbar und schon in Erprobung. Die Initiative RailTec 4.0 ist eine Forschungsinitiative unterstützt durch Universitäten und der Wirtschaft, die verschiedene Möglichkeiten in diesem Bereich untersuchen und Forschungsmittel und Fördermittel noch gezielter einsetzen soll – eine Roadmap ist in Ausarbeitung.

1.7 Intelligente Infrastruktur – Predictive Maintenance

Intelligente Wegeleitsysteme, Fiber Optic Sensing (FOS), sensorbasierte Identifikation von Fehlerursachen und Prognose potentieller Störungen. Derzeit sind im Oberbau bereits Messwägen im Einsatz, die laufend den Oberbauzustand auf Abnutzung untersuchen. Künftig sollen auch bei anderen Gewerken Systeme eingesetzt werden, die die Inspektion unterstützen und teilweise auch permanent Daten liefern – z.B.: Tunnelinspektion, Gleisbefahrungen (siehe 3.2) oder Überwachung von Hilfsbrücken durch Faseroptik (siehe 3.4).

3. Digitalisierung in der Vermessung

Die Vermessungsabteilung bei den ÖBB, genauer gesagt in der ÖBB-Infrastruktur, war seit jeher Vorreiter im Bereich der Digitalisierung. Seit bereits fast 30 Jahren gibt es Vorgaben für eine einheitliche Planlieferung (Pflichtenheft, Layerstruktur). Fast genauso lang werden Daten in einer Plandatenbank zur Verfügung gestellt und über den ursprünglichen Nutzen im Projekt allen Interessierten auch in der Erhaltung über Web angeboten. Diverse Datenbanken erleichtern den Überblick über die bis zu 400 Vermessungsvorgaben mit einem Vergabevolumen bis zu 10 Mio Euro pro Jahr.

2.1 Grundsätzliche Anmerkungen

Bei einem Infrastrukturunternehmen gibt es die verschiedensten Vermessungstätigkeiten sowohl in Zusammenhang mit der Planung von neuen Strecken als auch der Erhaltung der Bahnstrecken. Es stellt sich immer die Frage inwieweit diese Arbeiten in Eigenleistung ausgeführt oder vergeben werden sollen.

Derzeit werden über 90% der Leistungen vergeben und der Rest in Eigenleistung erbracht (Tendenz fallend); es sollte in jedem Fall soviel Personal vorgehalten werden, um eine qualifizierte Bestellung durchzuführen und die Hausherrentätigkeiten v.a. beim Datenmanagement gerade im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu erledigen.

Früher hatten ÖBB-Vermesser auch großes Know-how im Bereich der Trassierung und Gleiseinrechnung: dieses Know-how droht verlorenzugehen. Kleinere Aufgaben im Bereich der Erhaltung könnten auch heute noch rationell abgewickelt werden, wenn Aufnahme, Einrechnung und Absteckung in einer Hand sind: hier wären Vorteile im Vergleich zu einer Fremdbeauftragung zu sehen.

Im Bereich Gleiserhaltung sind noch mehrere Mitarbeiter mit einfachen Vermessungsaufgaben beschäftigt (Nivellieren, Gleisvormessung etc.).

Der Bereich Telekom hat noch teilweise Personal für Dokumentation von Leitungen mittels GPS – künftig werden aber auch diese Leistungen voraussichtlich vergeben werden müssen.

2.2 Aufgaben des Teams Vermessung und Geoinformation

- Beschaffung von Basisdaten für alle Infrastrukturprojekte
- Überwachung des reibungslosen Überganges von der Planung zur Realisierung (Baustellenetze etc.)
- Dokumentation des neuen Bestand und Bereitstellung über elektronische Datenbanken (Plandatenbank – künftig: *infra:geodaten*)
- Schaffen von Standards und Beratung bei allen Vermessungsfragen
- Ansprechpartner bei Projekt-GIS (Koralm, Semmering etc.) und Mitarbeit am Anlagen-GIS (*infra:gis*)
- Mitarbeit am Vorstandsprojekt AVS (Anlagenverzeichnisystem): wird voraussichtlich künftig

der größte Beitrag der Vermessung zum Thema Digitalisierung sein

- Mitarbeit am Projekt GIP.AT (Graphenintegrationsplattform)
- Mitarbeit am Projekt EU-Umgebungslärm 2007, 2012 und 2017 gemeinsam mit den Ländern und der ASFINAG
- Gleistrassierung bzw. Gleiseinrechnung im Bestand
- Ansprechpartner für alle Fragen des Katasters und der Bahngrundgrenzen (Liegenschaftstechnik)

2.3 Aufgabenstellungen bei Projekten

in der Planungsphase:

- Aufbau von GPS-Netzen
- Orthophotoerstellung/-beschaffung

- photogrammetrische Auswertungen (sehr rückläufig) + Laserscanning (Zukunftsperspektiven)
- Visualisierungen
- Bestandsvermessung als Planungsgrundlage
- Grenzerstellung vor Bau
- sonstige Vermessungen (Fassadenaufnahmen, Innenaufnahmen etc., Visualisierungen)

im Bau:

- Erstellen von Baustellennetzen
- Gleisabsteckung, Mastbolzenaufnahme
- Kontrollmessungen (bauherrenseitig)
- Tunnelkontrollmessungen, geotechnische Messungen, etc.

nach Bau:

- Katasterendvermessung
- Bestandsvermessung nach Bau



Abb. 2: Schaffung von GPS-Netzen entlang der Bahn

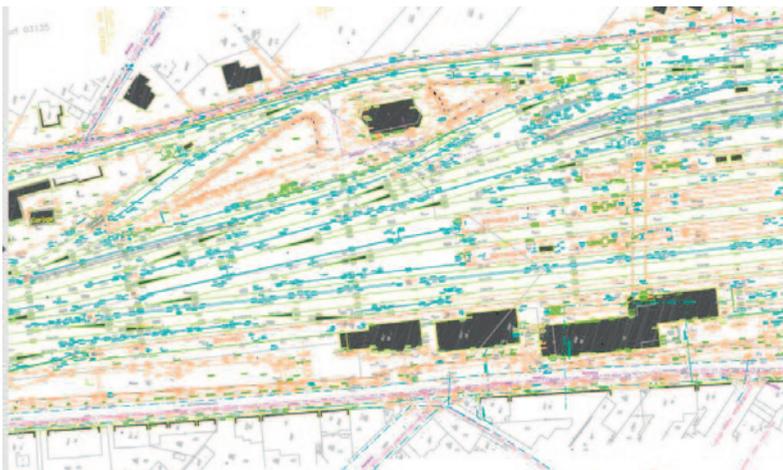


Abb. 3: Endvermessung nach Bau

2.4 Aufgaben im Projekt AVS (Anlagenverzeichnis)

Nur durch die Verbesserung der Prozesse bei der Datenerfassung und Datenwartung können künftig Mehrgeisigkeiten, Doppelerfassungen, Redundanzen und unterschiedliche Angaben im Berichtswesen vermieden bzw. reduziert werden. Eine gleichzeitige Qualitätssteigerung ist ein weiteres Ziel. Bei diversen Gewerken (z.B. Oberbau) wurden die Daten deutlich verbessert, bei anderen Gewerken (Brücken, Tunnel etc.) wurden Datenbanken neu aufgebaut und bei den restlichen Gewerken sind neue Datenbanken in Planung. Leider wurde vorweg die Verortung der Anlagen nicht ausreichend berücksichtigt: in der Regel werden Anlagen immer noch nach Kilometrierung verortet – mit allen Nachteilen bei Fehlkilometrierungen und der Tatsache, dass verschiedene Anlagen nicht zueinander in Bezug gebracht werden können.

Die Einbringung und Ersterfassung der grafischen Information ist zwar ein heikles Thema, da sie in der Regel sehr kostenintensiv ist, aber durchaus möglich, da es ja Endvermessungen in einer gut strukturierten Form gibt. **Das größte Problem liegt allerdings in der Verknüpfung der Grafik mit bestehenden Sachdatenbanken: hier müssten Prozesse grundlegend geändert werden und gerade das ist in komplexen Unternehmen ein sehr großes Problem.**

Auch bei Fachdaten bei denen die Verknüpfung einmalig gelungen ist (z.B. Lärmschutzwände: Erhebung im Zusammenhang mit EU-Umgebungs-lärm 2012) sind die Daten nach 5 Jahren nicht

mehr viel wert, wenn es kein strenges Fortführungskonzept gibt!!

Meiner Meinung nach ist das Wissen um Geodaten und die Verortung von Anlagen bei reinen IT-Fachleuten sehr dürftig und daher werden die Entscheidungen nicht immer richtig getroffen. Die Fachleute der Vermessung haben aber in der Regel nicht den Stellenwert um große IT-Projekte oder Prozesse beeinflussen zu können.

Trotzdem wurden seitens der Vermessung in Zusammenhang mit diesem Projekt teilweise in Eigeninitiative verschiedene Aktivitäten gestartet, um später für eine Zusammenführung von Grafik und Sachdaten gerüstet zu sein:

- Mitarbeit am GIS der Infrastruktur (*infra:gis*) und an mehreren Projekten (*Semmering, Koralm, Unterinntal*)
- Zentraler Einkauf von Grundlagendaten (digitale Katastermappe, Grundstücksdaten etc.)
- Erfassung und Darstellung aller Lärmschutzwände (für EU-Umgebungs-lärm)
- Erstellung eines Verortungskonzeptes als Basis für AVS (sehr schwierig, da prozessabhängig)
- Erstellung eines GIS-Lastenheftes, um Daten effizienter vom Bau in die Erhaltung übernehmen zu können: Im Moment leider nur im Konzept da die Anforderungen von AVS noch ungenügend bekannt sind
- Erstellung eines geodätischen Modells als Basis für AVS (gemeinsam mit IBM)
- Gleisextraktion: Darstellung des gesamten Gleisnetzes der ÖBB als Ordnungssystem und als Verknüpfung zu den Anlagendaten des Oberbaus

4.1.4.1 Tunnel 0103 01

AIS Objekt	
Anlageklasse	0103
Subklasse	01 Tunnel
Sachdaten	Anlage GUID

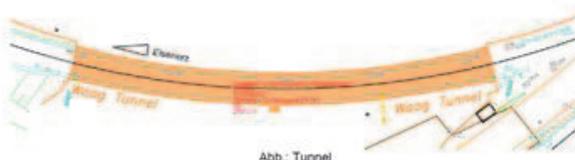


Abb.: Tunnel

CAD Komponente	
Block	GIS_0103
Sachdaten	Anlage GUID Klasse Datum der Objektbildung Datenersteller kmSYS-Code DB776
Layer	GIS_V-0103-F
Objektbeschreibung	
CAD Daten	Linie
Layer	GIS_V-0103-F V-TB-TUNNEL-L

Vermessungspunkt	
Topologie	Punkt
Sachdaten	Punktnummer Höhe Aufnahmedatum Datenersteller Qualität

Abb. 4: GIS-Lastenheft – Anlage Tunnel

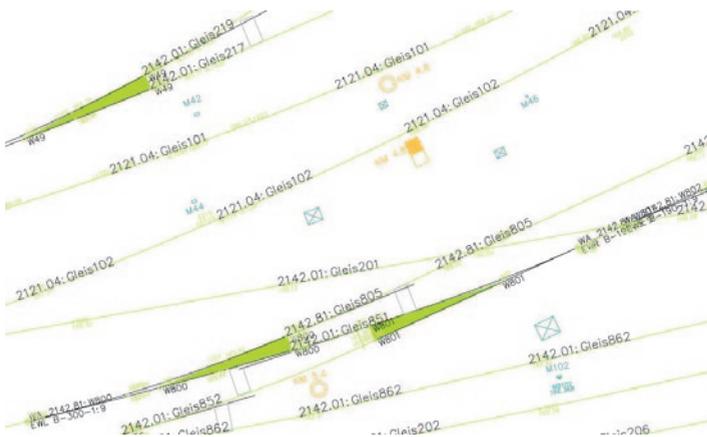


Abb. 5: Gleisextraktion

2.5 Gleisnetzdarstellung

Die Vermessungsabteilung hat sich als Ziel gesetzt bis Ende 2018 das gesamte Gleisnetz in Datenbanken abzubilden (*Oracle spatial*) und im GIS darzustellen. Gleichzeitig sollen auch Zeiger zur bestehenden Oberbaudatenbank (*iOberbau*) gesetzt werden: damit wäre auch die erstmalige Verknüpfung mit AVS hinsichtlich Gleise und Weichen gegeben. Für 2018 hat sich die Vermessung zum Ziel gesetzt gemeinsam mit dem Fahrweg ein Fortführungskonzept zu erstellen, da die ersten Daten schon wieder überholt sind.

Die relevanten Gleisdaten wurden aus Gleisplänen extrahiert und aufbereitet – fehlende Bereiche wurden dabei mit dem System *SENS-KM* (Forschungsprojekt: Gleisbefahrung – mobile Scanning/Mapping) erfasst: automatische Erfassung von Gleisen, Mastbolzen etc. In Bahnhofsbereichen (Nebengleise) und auf Abschnitten wo es keine Daten gibt wurden fehlende Gleise und Weichen digitalisiert.

Im Konzept wäre berücksichtigt gewesen: die Gleisnetztopologie wird aus diesen Daten nahezu automatisch generiert und daraus als weiterer Schritt die Streckennetztopologie (Streckengraph). Da wie gesagt die Grafik im Moment eher stiefmütterlich behandelt wird, wurde das noch nicht umgesetzt!

3. Forschung & Entwicklung – Ausblick

Da es bei Geschwindigkeiten von 230 km/h und einer beidseitigen Lärmschutzwand künftig nahezu unmöglich oder nur mit einer Streckensperre möglich sein wird herkömmlich terrestrisch zu vermessen, gilt es neue Methoden zu untersuchen. Auch die immer höheren Anforderungen an Defor-

mationsmessungen erfordern den Einsatz von neuen Technologien wie FOS (faseroptische Systeme). Alle Untersuchungen wurden und werden gemeinsam mit der Fachstelle Forschung & Entwicklung durchgeführt.

3.1 Neue Messmethoden aus der Luft

Neben der herkömmlichen photogrammetrischen Auswertung mit Bildern aus Flächenflugzeugen wurden in den letzten Jahren auch andere Systeme getestet:

- Einsatz von UAVs für einen raschen Einsatz bei kleineren Projekten zur Überarbeitung (Reambulierung) von Plänen, Orthophotoerstellung, Auswertung von Bahnobjekten (z.B. Oberleitung Verschiebebahnhof Wels). Die Probleme liegen derzeit nicht in den technischen Aspekten sondern eher in den rechtlichen Aspekten: in Wien war eine Genehmigung im beabsichtigten Zeitraum nicht zu erlangen.
- Einsatz von Helikoptern mit Lasersystemen zur Gewinnung von Geländedaten und Orthophotos für Visualisierungen und ebenfalls zur Auswertung von Bahnobjekten (z.B. Oberleitung Floridsdorf)
- 2017 wurden alle Bahnstromleitungen mittels Laserscan ausgewertet!!

3.2 Mobile Mapping und Mobile Scanning

Neben den Methoden aus der Luft, die bereits bei mehreren Projekten erfolgreich eingesetzt wurden, sollen künftig auch Methoden vom Fahrzeug aus mit Laser und/oder Kameras untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden mehrere Pilotprojekte gestartet, als letztes 2016/2017 eine Gleisbe-

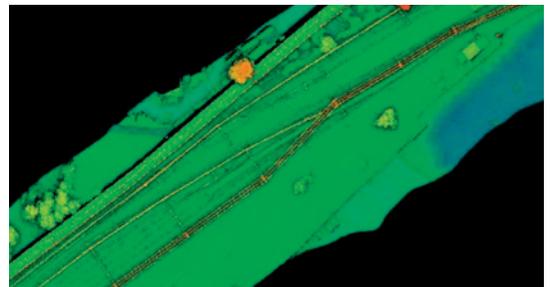


Abb. 6: eingefärbte Punktwolke – Laserscan Oberleitung Floridsdorf

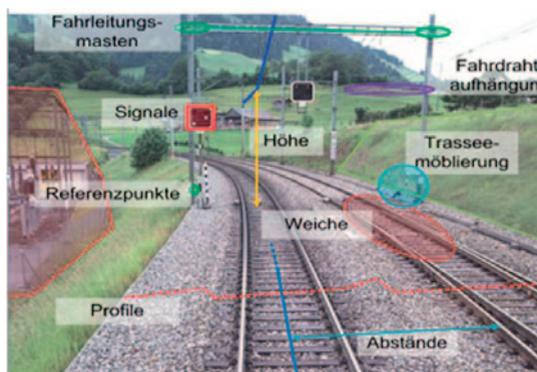


Abb. 7: Arbeiten im Bild mit echtem 3D-Bezug



Abb. 8: Aufbau Versuchsfahrt

fahrung über mehrere 100km mit dem System infra3D-Rail der Firma *inovitas* aus der Schweiz.

Bei diesen Projekten werden die Genauigkeiten genauso untersucht wie der wirtschaftliche Einsatz, die Verspeicherungsmethoden der enormen Datenmengen und unterschiedliche Visualisierungsmöglichkeiten. Ziel ist es diese Daten einem möglichst großen Anwenderkreis innerhalb der ÖBB zur Verfügung zu stellen – zumindest Grundfunktionen wie Messen etc. sollten über Web zur Verfügung gestellt werden. Auch die Extraktion

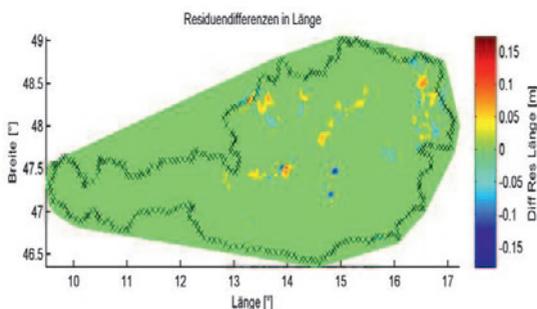


Abb. 9: Residuendifferenz Länge Infra-Grid / Eposa

bzw. Auswertung von Objekten aus diesen Datensätzen soll untersucht werden – Vermessung in der Punktwolke statt Vermessung vor Ort. Es wird voraussichtlich in vielen Bereichen keinen Ersatz der herkömmlichen Methoden geben aber zumindest eine Ergänzung dieser.

3.3 Projekt „Infra-Grid“

In Ergänzung zum bereits bestehenden Referenzdienst EPOSA: Verbesserung des EPOSA/TEPOS-Transformationsrasters im bahnnahen Bereich. Beim jetzigen Raster wurde nicht auf die ÖBB-Korridore Rücksicht genommen, da dies ein allgemeiner Transformationsraster sein sollte. Durch die in den letzten Jahren hochpräzise vermessenen GPS-Netze entlang der Bahn (in Salzburg und Oberösterreich beinahe flächendeckend) entstand die Idee einen eigenen Raster entlang der Bahn zu schaffen, der diesen Umstand berücksichtigt. Gerade mit möglichen neuen Anwendungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung (z.B. infra3D-Rail) könnte dies eine einheitliche Basis für die gesamte Anlagenverortung entlang der Bahn sein.

- Im Rahmen des Projekts wurden diese Daten gesammelt und nach Verwendbarkeit kategorisiert
- anschließend wurde von der TU Wien ein neuer Raster berechnet, in EPOSA eingespielt und ein entsprechender Zugang eingerichtet
- Praxistests schließen das Projekt ab: hier werden die Verbesserungen im koordinativen Ergebnis bzw. in der Höhe untersucht und mit vorliegenden Daten aus terrestrischen Vermessungen verglichen
- Verschiedene Vergleiche zwischen APOS / EPOSA / Infra-Grid wurden in Form von Grafiken bzw. Koordinatendifferenzen ausgegeben

In einem Nachfolgeprojekt wird die Anbindung an GSM-R bzw. dem Nachfolgeprodukt untersucht. Zusätzlich wird die Verdichtung des Rasters im Vergleich zum normalen EPOSA-Raster überlegt und eine Datengewichtung der bahnnahen Punkte eingeführt.

3.4 FOS (faseroptische Systeme)

Fiber-Optic ist seit 1980 in der Messtechnik bekannt – in den letzten Jahren wurden bei den ÖBB im Zusammenhang mit Deformationsmessungen erste Projekte abgewickelt:

- Brücke Groß Haslau (bei Zwettl, NÖ): erstes Testprojekt mit Kontrolle der Risse im Brücken-

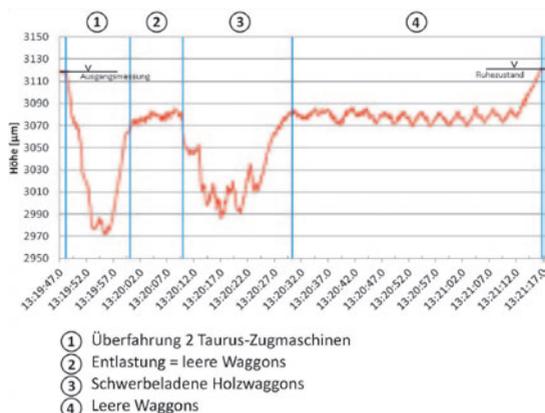


Abb. 10: Zugsüberfahrt Brücke Großhaslau

auflager, Messung der Gleisdurchbiegung bei Zugsüberfahrt

- Dürrebergtunnel: Nachweis der Bewegungen der Tunnelinnenschale
- Hilfsbrücke bei Rohr: Test von verschiedenen Sensorsystemen, Erfassung der horizontalen Längsänderung und Ableitung einer Höhendeformation
- Ennstal: Steinschlagdetektion
- Sohlkanalüberwachung Bosrucktunnel
- Rissdetektion Rupertustunnel
- Einsatz von FOS für bewehrte-Erde-Konstruktionen beim Projekt SBT (Semmering Basistunnel)
- Monitoring einer Gasleitung beim Projekt SBT
- Erfassung flächenhafter Deformationen von Tübbing im Koralmtunnel
- Sensorsystem für Überwachung eine Hochleistungshilfsbrücke (HHB265)

Mit faseroptischer Messtechnik können die physikalischen Größen wie Temperatur, Dehnungen, Deformationen, Schwingungszustände u.v.a.m. über viele Kilometer zu einem Mess- und Auswertezentrum übertragen werden, ohne zusätzliche Energieversorgung oder Computer am Objekt installieren zu müssen. Die Verfügbarkeit



Abb. 11: Prinzipskizze für Kombination verschiedener Sensorsysteme

der Messdaten ist rund um die Uhr im definierten Intervall gewährleistet. In einem der jüngsten Projekte wurden verschiedene Sensorsysteme kombiniert um die *Hochleistungshilfsbrücke 265 bei Vöcklabruck* zu überwachen.

Danksagung

Abschließend bedanke ich mich nochmals bei allen die mich durch meine berufliche Laufbahn bei den ÖBB begleitet haben.

Referenzen

- Döller, H., Neunteufel, G. (2017): Faseroptische Sensorsysteme Bahn, Abschluss Forschungsprojekt
- Eder, A. (2015): Vermessung und GIS bei den ÖBB, Wichmann Verlag, 18. Internationale Geodätische Woche Oberurgl 2015 (30.1.2015)
- Döller, H. (2014): Anwendung von faseroptischen Messsystemen zur Überwachung von Verkehrswegen, Bildungswerk Vdv, Seminar Messen im Bauwesen (4.03.2014).
- Eder, A. (2014): Der neue Wiener Hauptbahnhof und die Vermessung bei der ÖBB, Bildungswerk Vdv, Seminar Gleisbau 2014 – Vermessung und Planung (14.03.2014).
- Eder, A. (2014): Dokumentation von Oberleitungen aus ALS-Punktwolken, Energie Burgenland, Daten aus Laserscan und Luftbildern – Einsatzmöglichkeiten, Erfahrungen und Erkenntnisse (6.11.2014).

Anschrift des Autors

Dipl.Ing. Arnold Eder, ÖBB Infrastruktur AG, SAE-Bautechnik-Vermessung und Geoinformation, Nordbahnstrasse 50, 1020 Wien.

E-Mail: arnold.eder@oebb.at