



# Der Weg zur digitalen Hüllkurve

**Hüllkurvenberechnungen auf Basis von Laserscan-Punktwolken dienen zur Vorbereitung des Einsatzes und der Zulassung von Fahrzeugen nach BOSTrab. Die GEO DIGITAL GmbH aus Düsseldorf unterstützt die Leipziger Verkehrsbetriebe.**

Uwe Kretzschmar

>> Die Betreiber schienengebundener Infrastruktur stehen irgendwann vor der Fragestellung, ob sich ein neues oder auch nur ein betriebsfremdes Gastfahrzeug freizügig im vorhandenen Gleisnetz einsetzen lässt. Spätestens im Rahmen von Fahrzeugneubeschaffungen oder des beabsichtigten Einsatzes abweichender Fahrzeugabmessungen – z.B. bei dem Wunsch zum Einsatz breiterer Fahrzeuge – lässt sich die Fragestellung nicht mehr umgehen und muss beantwortet werden. Bisher stand dann irgendwann ein „neues“ Fahrzeug auf einem Betriebshof und die Frage stand im Raum, ob dessen Einsatz ohne Konflikte mit der Infrastruktur (Licht- raum, Begegnung) und der Bestandsflotte möglich sein wird. Für einen sicheren Bahnverkehr ist eine kollisionsfreie Fahrt in allen zulässigen Betriebszuständen sicherzustellen. Dafür muss ein zu jedem Gleis gehörender Raum, der von festen und beweglichen Gegenständen freizuhalten ist, definiert werden.

## Verfahren zur Absicherung des Weges

Dieser als „lichter Raum“ oder kurz „Lichtraum“ bezeichnete Bereich wird in Abhängigkeit von den horizontalen und vertikalen Fahrzeugbewegungen bemessen und durch die Lichtraum- umgrenzungslinie (LUL) umschlossen, siehe Bild 1. Die Ermittlung dieser Linie erfolgte in Deutschland bis Anfang der 90er-Jahre ausschließlich auf der Grundlage statischer Verfahren. Inhalt dieser Verfahren war eine vorgeschriebene Begrenzungslinie, die im Stillstand der Fahrzeuge von keinem Fahrzeugteil nach außen überschritten werden durfte. Dafür galt es, die komplexe Wechselwirkung zwischen dem Schienenfahrzeug und dessen Abmessungen und der Infrastruktur und deren Bemessungsgrundlagen genau zu kennen und zu beschreiben. Zur Absicherung dieses Weges wurden beispielsweise für die Einführung des TATRA-T4D in Leipzig ein 1:1-Grundrissmodell des Fahrzeuges auf

entsprechende Drehgestelle gesetzt und das Netz „abgefahren“. Die Verwendung eines „Phantomfahrzeuges“ zur Vorbereitung des Einsatzes grundsätzlich neuer Fahrzeuge ist mehrfach dokumentiert, siehe Bild 2. Bei der „großen“ Eisenbahn gibt es dafür ein komplexes, über viele Jahre entwickeltes Regelwerk aus nationalen Vorschriften und internationalen Vereinbarungen – die sogenannten Regeln zur Interoperabilität. Für eisenbahnnahe Systeme wie S-Bahnen und teilweise für U-Bahnen gelten i.d.R. gleiche oder sehr ähnliche Vorgaben wie für die Eisenbahnunternehmen selber.

## Vorgaben per BOSTrab

Anders sieht es für die Straßenbahn- und Stadtbahnssysteme aus. Letztmalig fanden sich in der BOSTrab-Ausgabe von 1965 für die alte Bundesrepublik und in der Ausgabe von 1976 für die damalige DDR, konkrete Vorgaben zur Bemessung von Fahrzeugen und der zugehörigen Gleisnetze. In der aktuell gültigen BOSTrab-Ausgabe von 1987 (letzte Änderung 2019) wurde aus verschiedenen Gründen auf konkrete Vorgaben verzichtet und nur vergleichsweise allgemeine Anforderungen im „§18 Umgrenzung des lichten Raumes“ verankert. Ergänzend dazu war es vorgesehen, sogenannte „Technische

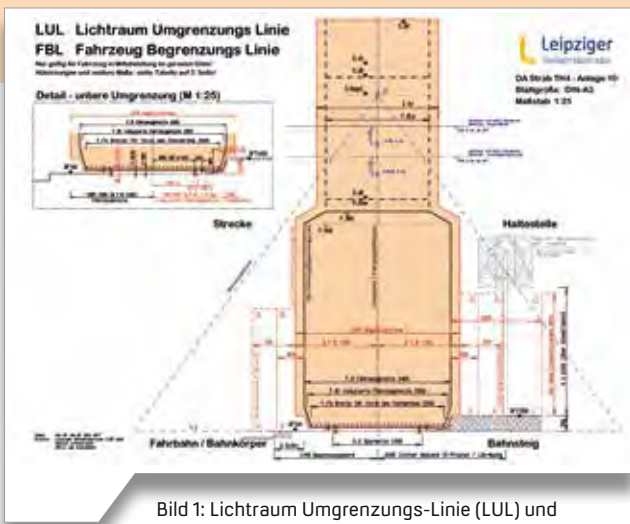


Bild 1: Lichtraum Umgrenzungs-Linie (LUL) und Fahrzeug Begrenzungs-Linie (FBL) der Leipziger Verkehrsbetriebe. Bildquelle: Uwe Kretzschmar



Bild 2: T4-Phantomfahrzeug als 1:1-Grundrissmodell in Leipzig (ca. 1968). Bildquelle: Manfred Preiß

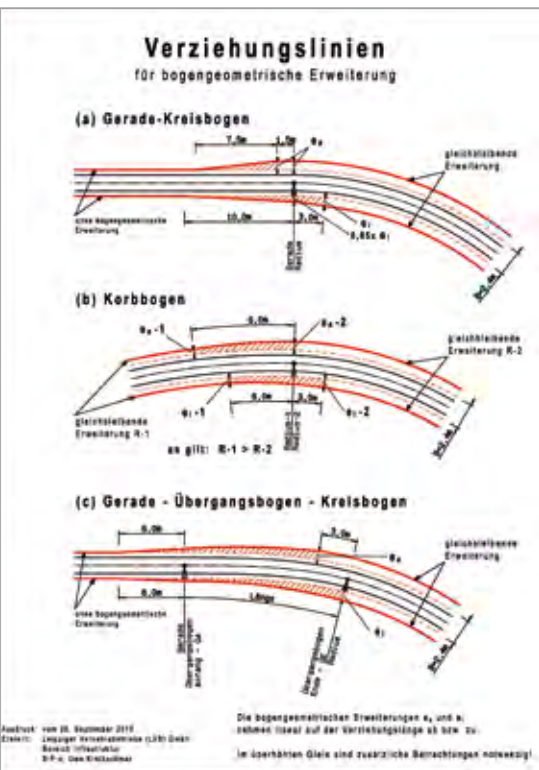


Bild 3: Verziehungslinien für bogengeometrische Erweiterungen im Rahmen von Hüllkurvenberechnungen. Bildquelle: Uwe Kretzschmar

Regeln“ zur BOStrab einzuführen. 1996 wurde mit den „Vorläufigen Richtlinien für die Bemessung des lichten Raumes von Bahnen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab-Lichtraum-Richtlinie)“ auch für Bahnen des ÖPNV (Öffentlichen Personen-Nahverkehrs) ein neuer, kinematischer Ermittlungsweg veröffentlicht, der sich allerdings bis heute noch in der Erprobung befindet. Man versprach sich u. a. durch die viel genauere Ermittlung

des lichten Raumes den Flächenbedarf der Gleisanlagen reduzieren zu können. Dabei wurden jedoch wesentliche Sachverhalte der innerstädtischen Bahnen nicht ausreichend betrachtet. Für den Flächenbedarf der Bahnen sind die notwendigen Vergrößerungen der Gleismittenabstände in Kurven durch die bogengeometrischen Ausschläge der eingesetzten Fahrzeuge bestimmend. Hierfür müssen einfache, überschlägige Ermittlungsverfahren zur Anwendung kommen, um Gleistrassierungen in Abhängigkeit von den zahlreichen Zwangspunkten der innerstädtischen Umgebung zügig zu erarbeiten und je nach gegebenen Abhängigkeiten optimieren zu können. Dies ist aufgrund des zur (genauen) Ermittlung des benötigten lichten Raumes erforderlichen Aufwandes nach der Lichtraumrichtlinie kaum möglich. Darüber hinaus besteht für die Übergangsbereiche zwischen den einzelnen Elementen der Gleisgeometrie keinerlei Regelung, sodass mir Fälle vorlagen, bei denen „schlagartig“ am Anfang eines Gleisbogens die vollen bogengeometrischen Zuschläge als „Stufe“ abgetragen wurden. Das reale Fahrzeugverhalten sieht an diesen Stellen aber deutlich „besser“ aus.

### BOStrab & DA-Strab

Die einzelnen Straßenbahnbetriebe gehen mit diesem Sachverhalt sehr unterschiedlich um. Kleinbetriebe meiden i.d.R. den Aufwand eigener, interner Regelungen, haben aber einen überschaubaren Fahrzeugpark und entsprechend umfangreiche Erfahrungen. Bei

größeren Betrieben (oder entsprechend schlechten Erfahrungen) finden sich eher innerbetriebliche Betrachtungen und Vorgaben. So auch bei den Leipziger Verkehrsbetrieben (LVB) GmbH. Da sich die Festlegungen nach denen das Gleisnetz bemessen wurde, seit 1976 bewährt haben, wurden diese Festlegungen nach der Wende als innerbetriebliche Vorschrift durch den Betriebsleiter nach BOStrab in der ergänzenden Dienstangeweisung – Straßenbahn (DA-Strab) übernommen und gelten bis heute in dieser Form fort. Zweckmäßig ist dabei der Sachverhalt, dass sich diese Regelung in gleicher Form für verschiedene Fahrzeugbreiten einsetzen lässt. Aber auch diese Ermittlung ist vergleichsweise aufwendig. Besonders die korrekte Ermittlung der Übergangsbereiche sowie deren fallweise Überlagerungen, je nach Gleisgeometriefall a, b oder c, müssen von Hand konstruiert werden, siehe Bild 3.

### Digitale Nachweisführung

Durch die Entwicklung der Computer kam frühzeitig der Gedanke einer „digitalen Hüllkurve“ für Straßenbahnen auf. Bereits ab Mitte der 90er Jahre wurde mit den ersten Hüllkurven-Modulen der GEOPAC-Software aus dem Hause der GEO DIGITAL gearbeitet. Durch die Ausgliederung der Planung in externe Tochtergesellschaften entstand dann der kuriose Effekt, dass außerhalb des Verkehrsbetriebes mit Computermodellen gearbeitet wurde, jedoch innerhalb des Verkehrsbetriebes die Nachweise „von Hand“ und auf Papier zu erbringen



waren. Dies änderte sich erst mit einer teilweisen Rückgliederung der Planung in den Jahren nach 2010. Ab diesem Zeitpunkt war und ist die Umsetzung einer durchgehend digitalen Nachweisführung und digitalen Hüllkurve ein wesentliches Ziel. Es stellt sich die Frage, wie das System einer computerbasierten Hüllkurve für Straßenbahnen für einen vergleichsweise großen Straßenbahnbetrieb funktionieren soll? Da bereits erste Erfahrungen mit dem Einsatz der GEOPAC-Hüllkurve auf dem damaligen CAD400 (UNIX) bzw. LinCAD (Linux) vorlagen, war klar, dass die Arbeitsgrundlagen digital sein müssen: digitale Straßenbahnfahrzeuge und ein durchgehend vorhandenes, digitales Streckennetz. Die Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Computertechnik gestattet es heute, ein Netz mit 300 km Gleislänge in überschaubaren Zeiträumen für den Einsatz neuer Fahrzeuggenerationen zu prüfen. Einzelschritte für die Realisierung waren / sind:

### Validierung der Fahrzeugdaten

Alle im Linienverkehr eingesetzten Fahrzeuge wurden mit dem GEOPAC-Trameditor auf der Grundlage der Herstellerangaben „nachgebaut“ und deren „Verhalten“ im Computer mit den Herstellerangaben abgeglichen, sodass sichergestellt ist, dass sich die Fahrzeuge im Computer entsprechend der Angaben der Fahrzeughersteller verhalten. Dafür bleibt es bei einer „quasi-statischen“ Fahrzeugumgrenzungslinie, dynamische Anteile müssen aus den Reserven bzw. Sicherheitsabständen abgedeckt werden. Dieser Teil konnte im Rahmen einer Diplomarbeit für die HTW Dresden realisiert werden.

### Unterstützung der Inbetriebnahme des Solaris-NGT10

Ab 2016 bot sich der günstige Umstand, während der Beschaffung dieses neuen Fahrzeuges erstmals im Vorlauf unterstützend tätig zu werden. Dafür wurden die Konstruktionsdaten des Fahrzeuges, ungefähr ein halbes Jahr vor der ersten Fahrzeuglieferung, im GEOPAC-Trameditor abgebildet und

sowohl das zu erwartende Verhalten des Fahrzeuges gegenüber den Vorgaben der Gleisinfrastruktur als auch ausgewählte „kritische Stellen“ im Gleisnetz erstmals zeitlich vorlaufend erfolgreich am Computer geprüft. Einige dieser Stellen wurden nach Lieferung der ersten Fahrzeuge praktisch vor Ort mit den berühmten Styroporblöcken auf den realen Abstand betrachtet, siehe Bilder 4 und 5. Die Ergebnisse konnten überzeugen, die geprüften Maße haben u.a. letztendlich eine zügige Zulassung und Inbetriebnahme ermöglicht.

### Referenz- oder Bemessungsfahrzeug

Die Umsetzung der Idee eines Referenz- oder Bemessungsfahrzeuges soll die bisherige, analoge Nachweisführung von der Fahrzeugseite her ersetzen und gleichzeitig den Flächenbedarf der Fahrzeuge nach den bisherigen Festlegungen weitgehend unverändert abbilden. Ziel ist es, mit diesem Fahrzeug eine gleichbleibende Bemessung aller neu zu beplanenden Gleisabschnitte sicher zu stellen. Es muss kein real existierendes Fahrzeug sein, sondern nur ein „Abbildungshilfsmittel“ für die digitale Hüllkurve. In einem weiteren Schritt lässt sich dieses Fahrzeug zu einem dreidimensionalen Fahrzeug erweitern und somit zusätzlich die dritte Dimension, d. h. die Höhe, abbilden. Auf diesem Weg kann ein dreidimensionaler Hüllschlauch erzeugt und die Bemessung der Infrastruktur in die dritte Dimension gebracht werden. Auf längere Sicht soll ausschließlich dieses Fahrzeug zur Bemessung unserer Gleisanlagen von allen Planungsbüros verwendet werden und die bisherige Verfahrensweise vollständig ablösen. Weitere Gedanken und Ideen sollen auf diesem Wege sowohl Bahnsteigkanten, Türlagen (für die Barrierefreiheit) als auch Stromabnehmer und dessen Lauf abbilden und zusätzliche Möglichkeiten zur Nutzung der generierten Fahrzeuge und Laserscan-Punktwolken des Gleisnetzes erschließen. Dafür muss das Fahrzeug möglichst in verschiedenen Softwareprodukten lauffähig sein. Dies ist derzeit mit GEOPAC für ELITECAD und für card\_1 gegeben.

### Digitales Streckennetz

Das digitale Streckennetz war und ist datentechnisch die größte Herausforderung. Recherchen in Deutschland führten zu dem Ergebnis, dass im Idealfall Verkehrsbetriebe die ursprünglich geplanten Gleisdaten zu einem durchgehenden, digitalen und im CAD abgebildeten Streckennetz zusammengeführt haben. Dieser Weg war für uns so nicht möglich, da Teile unseres Netzes (besonders die interessanten, ältesten Teile) bis heute gleisgeometrisch nur auf Papier vorliegen. Die Planungen erfolgten seit Anfang der neunziger Jahre zwar im CAD, leider ist eine netzweite Zusammenführung der Planungen nicht erfolgt. Wir wollen aber den realen IST-Zustand des Netzes prüfen und nicht einen mehr oder weniger theoretischen Planungszustand. Hierzu muss ich ausdrücklich auf Bau- und Herstellungstoleranzen sowie Verschleiß der Anlagen hinweisen. Eine gleisnetzweite Betrachtung war für uns lange Zeit eine unlösbare Problemstellung. In den Jahren 2013/14 erhielten wir erstmals Probedaten einer sog. Laserscan-Punktwolke, mit der damals ein Bahnübergang aufgenommen wurde. Diese Daten lieferten die Grundidee für die nun vorangetriebene Umsetzung und Einsatz der neuen Technologie.

### Neue Fahrzeuggeneration B=2,4 m

Die ersten guten Erfahrungen mit der neuen Fahrzeuggeneration (2,4 m Fahrzeugbreite - historisch 2,2 m - derzeit 2,3 m) haben uns Mut gegeben, auch dieses Projekt digital anzugehen. Seit ca. 1992 wird auf diesen „Breitensprung“

Bild 4: Vor-Ort Prüfung der Abstandsmaße beim NGT6/NGT10 mit Styroporblöcken.



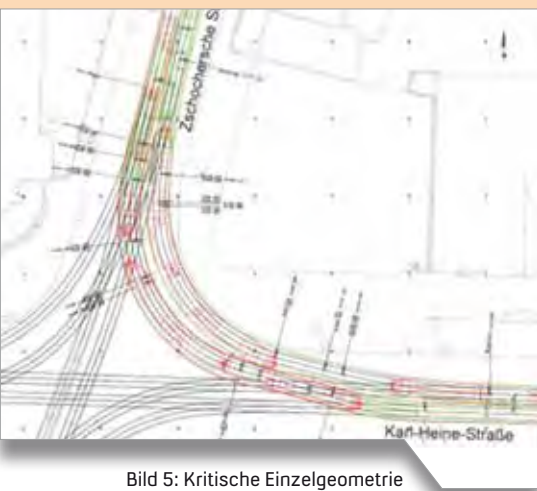


Bild 5: Kritische Einzelgeometrie im LVB-Gleisnetz.

hingearbeitet. Mittlerweile haben wir im Gleisnetz einen Umbaustand erreicht, dass als nächste Fahrzeugbeschaffung ab ca. 2024 eine neue, breitere Fahrzeuggeneration mit  $B=2,4$  m folgen soll, die eine deutliche Erweiterung der Transportkapazitäten bedeutet. Für diesen Schritt ist allerdings eine netzweite Nachweisführung als notwendig anzusehen. Über den bisherigen Vorbereitungszeitraum von fast 30 Jahren sind auch „Unschärfen“ in der Dokumentation der erfolgten Umbauten zur Vergrößerung des Gleismittenabstandes zu erwarten. Gleichzeitig muss die Einhaltung der Anforderungen an das Fahrzeug (Definition des „Hüllschlauches“) möglichst frühzeitig und parallel zur konstruktiven Entwicklung des neuen 2,4 m breiten Fahrzeuges überwacht werden. Hierzu ist eine frühzeitige Bewertung der angebotenen Fahrzeugkonzepte mit Blick auf die Netzkompatibilität vorgesehen. Ziel ist es, frühzeitig und deutlich vor der Lieferung des ersten Fahrzeuges eine Aussagefähigkeit zu den Einsatzmöglichkeiten über das gesamte Netz zu erhalten. Wir wollen so verhindern, dass die berühmten „kritischen Stellen“ nach erfolgter Fahrzeuglieferung zu diversen Begegnungsverboten und weiteren Einschränkungen führen.

### Laserscan-Punktwolken

Aus diesen Anforderungen heraus haben wir die Idee für das Projekt von 3D-Hüllkurven aus Laserscan-Punktwolken und Polygontrassen entwickelt. In enger Zusammenarbeit mit Siemens Mobility GmbH, GEO DIGITAL und uns als Verkehrsbetrieb und Netzbetreiber

wurde als erster Schritt im Sommer 2018 eine Pilotmessung über ca. 10 km Gleis (5 km Strecke) durchgeführt. Die dazu realisierte hardware- und softwaretechnische Lösung wurde bereits in der interAktiv 1/2019, Seite 38, unter dem Titel „3D-Hüllkurven mittels Polygontrassen berechnen“ beschrieben. Schwerpunkt der Pilotmessung war und ist die Umsetzung der von Siemens für den Vollbahnbereich entwickelten Auswertungstechnologien (offene Vignolschiene) auf die innerstädtischen Anforderungen eines Straßenbahnbetriebes, z. B. Rillenschiene und Fahrbahnlage. Die Datenauswertung soll innerhalb des Verkehrsbetriebes erfolgen, um unmittelbare und kurzfristige Angaben unter Nutzung der vorliegenden, umfangreichen Messdaten zu erhalten. Nachdem Anfang 2019 die Daten unseren Anforderungen entsprechend vorlagen, konnten wir mit Unterstützung der GEO DIGITAL kurzfristig zusätzliche, spezielle CAD-Funktionen zur vereinfachten Nutzung der Daten realisieren und eine erfolgreiche Erstauswertung der Pilotmessung durchführen. Es hat sich herausgestellt, dass in dem gemessenen Abschnitt drei punktuelle Engstellen identifiziert werden konnten, die den Einsatzbedingungen der neuen Fahrzeuggeneration nicht entsprechen und einer genaueren Prüfung zu unterziehen sind. Tatsächliche Kollisionsgefahr bestand an einer dieser drei Stellen. Die Pilot-Messstrecke hätte nach unserer Dokumentation vollständig umgebaut und mit dem notwendigen, vergrößerten Gleismittenabstand ausgestattet sein sollen.

Nach genauerer Recherche und Prüfung der Stellen vor Ort gehen wir von einem bisher nicht erfolgten, aber erforderlichen Umbau einer zweigleisigen Abzweigung und „Kurvenatmen“ einer doppelgleisigen 90°-Kurve in Fahrbahnlage als Ursachen aus. Die bisher erzielten Ergebnisse bestätigen aus unserer Sicht die gewählte Herangehensweise. Die festgestellten kritischen Punkte wurden an empirisch nicht zu erkennenden, örtlich aber wiederum typischen Stellen (Erfahrung) vorgefunden und würden bei einem

sofortigen Einsatz der 2,4 m-Fahrzeuge eine Betriebsgefahr und in der Konsequenz die Verhinderung der Zulassung bedeuten.

### Nutzwert der Laserscan-Aufnahmen

Die Ergebnisse des Pilotprojektes wurden im 2. Quartal 2019 unserem Betriebsleiter und den Verantwortlichen für Fahrzeuge und Infrastruktur vorgestellt. Zur Erläuterung der Komplexität hat sich auch eine zu diesem Zweck extra von der GEO DIGITAL erzeugte Videoanimation als besonders hilfreich erwiesen. Letztendlich wurde durch alle Beteiligten der erhebliche Nutzwert der Laserscan-Aufnahme des Gesamtgleisnetzes, den individuellen softwareseitigen Auswertungsmöglichkeiten und den daraus kurzfristig ableitbaren Aussagen für die Umsetzung des Gesamtprojektes erkannt und auch bestätigt. Die Aufnahme unseres Gesamtnetzes, einschließlich aller Betriebshofgleise erfolgte zwischen dem 09.-13.03.2020. Derzeit geschieht die Aufarbeitung der Daten im sog. „Postprocessing“. Wir rechnen mit ersten nutzbaren Probedaten im Mai/Juni. Das auswertbare Gesamtnetz wird uns im 2. Halbjahr vorliegen. <<

Die Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) sind ein kommunales Unternehmen der Stadt Leipzig und betreiben den öffentlichen Personennahverkehr in der Stadt und der näheren Umgebung. Das Liniennetz der LVB ist in den Mitteldeutschen Verkehrsverbund (MDV) eingebunden. Das Netz mit 15 Linien gehört zu den größten in Deutschland. Mit 1458 mm verfügt sie über die breiteste Spurweite deutscher Straßenbahnen. Die LVB-Gruppe arbeitet seit 1995 mit GEOPAC.



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH  
Georgiring 3  
04103 Leipzig





# GEO DIGITAL Kompakt Infos

Axel Elmer

>> Am 6. und 7. November 2019 fand mit einer außergewöhnlich großen Beteiligung sowie hoher fachlicher Kompetenz unser traditionelles GEOPAC für ELITECAD-Anwendertreffen statt, vielerorts auch als AGKV-Tagung (Anwender Gemeinschaft Kommunaler Verkehrsunternehmen) bekannt. Das Team Vermessung U-Bahn der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) war unser Gastgeber.

An beiden Veranstaltungstagen erfolgten Vorträge und Praxisbeiträge rund um GEOPAC und ELITECAD. Der erste Tag endete bereits gegen 16:30 Uhr. Im Anschluss an den interdisziplinären Erfahrungsaustausch unter Kollegen in einem Berliner Traditionslokal erwartete uns dann ab 21:00 Uhr auf Einladung der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) ein ganz besonderes Highlight. Die wohl ungewöhnlichste Rundfahrt Berlins stand an, denn mit einem U-Bahn-Cabrio tauchten wir ab in die Berliner Unterwelt. Das heißt, im offenen Wagen gingen wir rund zwei Stunden lang mit etwa 35 km/h auf Geschichtsreise durch die Berliner U-Bahn-Tunnel und bekamen aufgrund des grandiosen Moderators via Knopf im Ohr Einblicke in Tunnelbau, Streckennetz, Signaltechnik, zu Namensgebern der Bahnhöfe und Architekten bis hin zur Mauer Geschichte.

Am zweiten Tag standen neben der Darstellung der Aufgaben des Teams Vermessung U-Bahn (BVG) und der Erläuterung der Grundlagen des Landeskoordinatensystems Soldner-Berlin (BVG) diverse Vorträge zum kinematischen Laserscanning auf der Agenda, die Vertreter der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB), der Kölner Verkehrsbetriebe (KVB) sowie der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) hielten. Darüber hinaus stellte die GEO DIGITAL den aktuellen Entwicklungsstand zum Thema BIM in der Infrastrukturplanung mit GEOPAC für ELITECAD vor.

Einige Fotoimpressionen des Anwendertreffens finden Sie auf unserer Website oder der Facebook Unternehmensseite. Das diesjährige Anwendertreffen findet übrigens am 4. und 5. November 2020 in Köln statt. Gastgeber sind unsere langjährigen Anwender, die Kölner Verkehrsbetriebe AG (KVB).

## Wartungsrelease 2020 mit GEOPAC für ELITECAD V15

Im Herbst erfolgt der Rollout des Wartungsrelease 2020 unseres 3D-CAD-Planungs- und Entwurfssystems GEOPAC für ELITECAD V15. Highlights sind:

- ▶ ELITECAD V15
- ▶ Neue GEOPAC-Menüstruktur und Werkzeugleisten

- ▶ Verbesserung der GEOPAC-Usability
- ▶ GEOPAC-BIM Erweiterungen
- ▶ Optimierung des Handling/Bearbeiten von Punktwolken
- ▶ GEOPAC-Weichenmodul
- ▶ Erweiterungen im 3D-Hüllkurvenverfahren
- ▶ GEOPAC-Schleppkurve in 3D
- ▶ Erweiterung GEOPAC-ASCIBAHN
- ▶ Optimierung des GEOPAC-Codewortserver

Eine Preview auf das Wartungsrelease erhalten Sie auf der diesjährigen InnoTrans in Berlin.

## InnoTrans 2020

Selbstverständlich wird die GEO DIGITAL GmbH in diesem Jahr vom 22. bis 25. September auf der InnoTrans in Berlin vertreten sein. Auf einem Gemeinschaftsstand mit unserer Muttergesellschaft IB&T Software GmbH präsentieren wir dem Fachpublikum einen Einblick in die neuen Funktionalitäten des Wartungsrelease der Version 15 des 3D-CAD-Planungs- und Entwurfssystems GEOPAC für ELITECAD.

Informieren Sie sich auf unserem Gemeinschaftsstand über alle Neuerungen und aktuellen GEOPAC für ELITECAD-Produktentwicklungen. Gerne erwarten wir Sie zu ausführlichen Gesprächen und freuen uns auf Ihren Besuch.

## Mitarbeiterqualifizierung und Know-how-Transfer

Wir bieten Ihnen CAD-Schulungsmaßnahmen und Workshops an, die zur individuellen Aus- und Weiterbildung Ihrer Mitarbeiter beitragen. Neue Anforderungen des Marktes, wie 3D, BIM, IFC, BCF, bedürfen einer permanenten Weiterentwicklung unseres 3D-CAD-Planungs- und Entwurfssystems. In der Konsequenz bedeutet dies für unsere Anwender, dass nur mittels kontinuierlicher Schulungen eine effiziente und produktive Nutzung unserer Planungs- und Trassierungssoftware im Praxisalltag möglich ist.

Sprechen Sie uns an, wenn es darum geht, langjährige GEOPAC für ELITECAD-Anwender im Rahmen von ein- oder mehrtägigen Updateschulungen auf den aktuellen Funktionsstand zu bringen. Weiterhin sind Grund- und Aufbauschulungen für neue bzw. jüngere Mitarbeiter in Verkehrsbetrieben sowie Planungs- und Ingenieurbüros unerlässlich, um den beruflichen Einstieg zielgerichtet zu unterstützen und/oder eine Weiterqualifizierung bzw. Spezialisierung zu ermöglichen. Haben wir Ihr Interesse geweckt und möchten Sie mehr über unser 3D-

CAD-Planungs- und Entwurfssystem GEOPAC für ELITECAD sowie unser Unternehmen erfahren? Wir informieren Sie gern. <<



GEO DIGITAL GmbH  
Vogelsanger Weg 80  
40470 Düsseldorf  
Telefon +49 211 522883-0  
Telefax +49 211 522883-99  
info@geodigital.de  
www.geodigital.de  
twitter.com/GEODIGITALGmbH  
facebook.com/geodigital

Bild 1: Spannend – U-Bahn-Cabrio-Tour durch die Berliner Unterwelt beim letzten Anwendertreffen.

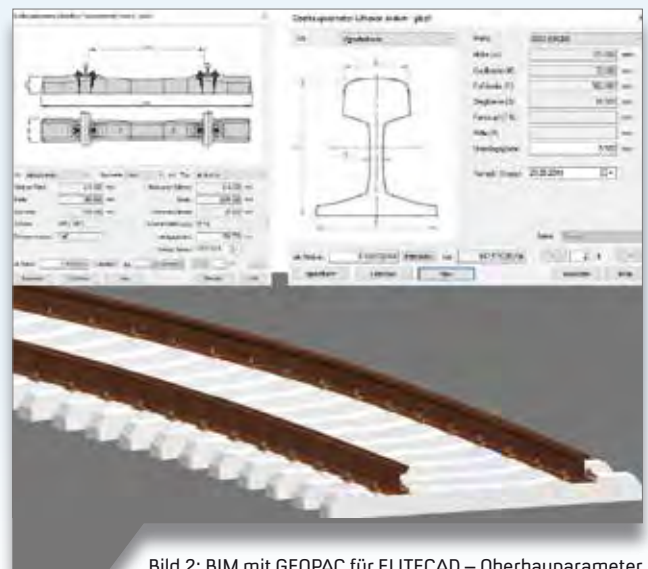


Bild 2: BIM mit GEOPAC für ELITECAD – Oberbauparameter Schwellen und Schienen einschließlich 3D-Ansicht.



Bild 3: Mitarbeiterin Beate Vogl und Geschäftsführer Axel Elmer der GEO DIGITAL auf der InnoTrans 2018. „Wir schauen nach vorn und hoffen, Sie im September auf unserem Gemeinschaftsstand begrüßen zu dürfen“.