

106. Jahrgang Heft 1/2018

vgi

Österreichische Zeitschrift für
**Vermessung &
Geoinformation**



#wirsehenmehr

Vermessung und Geoinformation in Bewegung



TAGUNGSBAND

13. Geodätentag - Steyr 2018



„Der beste Datenfluss und stetiger Fortschritt bei den Produkten – das ist Ihr Vorsprung mit rmDATA!“



Foto © Dittmar Reiger

Manfred Huber, Vertriebsingenieur bei rmDATA

Überzeugen Sie sich und treffen Sie uns am Österreichischen Geodätentag von 15. bis 17. Mai 2018 in Steyr!

rmDATA Vermessung
Intelligente Software – konsequent einfach
Technologiezentrum Pinkafeld, Industriestraße 6, 7423 Pinkafeld
Tel: +43 (0)3357 43333, Fax: -76, office@rmdata.at, www.rmdata.at





Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation
und der Österreichischen Geodätischen Kommission

106. Jahrgang 2018
Heft: 1/2018
ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Andreas Pammer
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn
Dipl.-Ing. (FH) Georg Topf

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3
Internet: <http://www.ovg.at>

TAGUNGSBAND: 13. ÖSTERREICHISCHER GEODÄTENTAG

Grußworte

<i>M. Schramböck:</i> Grußworte der Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort	3
<i>J. Ernst, E. Brandstötter:</i> Willkommen	4
<i>T. Stelzer:</i> Aufbruch ins digitale Zeitalter	5
<i>G. Hackl:</i> Willkommen in Steyr!	6

Tagungsbeiträge

DIGITALISIERUNG DER ARBEITSWELT

<i>H. Losbichler, L. Falschlunger:</i> Die Verwendung von Eye Tracking zur Erhöhung der Qualität von Informationsvisualisierungen	12
<i>H. Liefke:</i> Autonomes Fahren bei der BMW AG – Grundlegende Architektur und Anforderungen an die hochgenaue Karte	17
<i>S. Klotz:</i> Strukturierter Plan – automatisierte Datenübernahme aus PDF-Urkunden, ein weiterer Schritt zur Digitalisierung des Katasterführungsprozesses	21

GEODÄSIE IN BEWEGUNG (ÖGK)

<i>C. Schmitt:</i>		
Flächenhaftes Monitoring an einer Freiformbrücke der Koralmbahn		26
<i>G. Hiebel:</i>		
Interdisziplinäre Analyse von Geländemodellen zur Auffindung von historischen Bergbauspuren		27
<i>G. Mandlbürger:</i>		
Gewässervermessung mittels aktiver und passiver Fernerkundungsverfahren		28
<i>W. Rathgeber:</i>		
Das Erdbeobachtungsprogramm der ESA		29
<i>N. Zehentner:</i>		
Die Satellitenmissionen GRACE und GRACE-FO Von der Satellitenbahn zur Hochwasservorhersage		30
<i>I. Giannopoulos:</i>		
Eye-Tracking für Navigation		31

ÖSTERREICH IN BEWEGUNG

<i>R. Marschallinger:</i>		
Bodenbewegung aus der Sicht der Geologie und Geostatistik		32
<i>K. Gutjahr:</i>		
Detektion von Verdachtsflächen für Oberflächenbewegungen basierend auf differentieller SAR Interferometrie		37

DIGITALISIERUNG IN BEWEGUNG

<i>M. Strondl, D. Vladar, S. Dürauer, L. Eysn, J. Falkner, T. Jakli, A. Oblin:</i>		
Wien gibt Raum: Vom Konzept einer innovativen Verwaltung des öffentlichen Raums zum Mobile Mapping einer Großstadt		44
<i>H. Eugster, W. Brandstätter:</i>		
Bildbasierte 3D-Geo-Strassen- und Schienen-Webdienste als Basis für ein Infrastrukturmanagement 4.0 – Technologie und Anwendungsmöglichkeiten von infra3D		53
<i>A. Eder:</i>		
Digitalisierung auf Schiene?		58

Impressum	7
Tagungsprogramm	8
Ausstellerverzeichnis	66
Lageplan	79
Sponsoren	80



© Christian Lendl

Grüßworte

Digitalisierung ist in der Vermessung und Geoinformation kein leeres Schlagwort, sondern schon lange wichtiger Teil der täglichen Arbeit. So stellt das zu meinem Ministerium gehörende Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen nahezu alle wichtigen Produkte wie Kartenmaterial, Geobasisdaten oder den Kataster digital zur Verfügung. Davon profitieren die Wissenschaft, die Wirtschaft und auch die Allgemeinheit.

Es ist wichtig, sich kontinuierlich mit den Neuerungen und Chancen auseinanderzusetzen, die die Digitalisierung mit sich bringt.

Ich freue mich, dass der 13. Österreichische Geodätentag diese Möglichkeit bietet. Das abwechslungsreiche Programm und die prominenten Vortragenden bürgen für eine qualitativ hochwertige und spannende Veranstaltung in Steyr. Ich wünsche den Organisatorinnen und Organisatoren sowie allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen stimmungsvollen Kongress und eine gleichsam spannende wie informative Fachmesse.



Dr. Margarete Schramböck

Bundesministerin für Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort



Willkommen

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen!

Herzlich willkommen in Steyr! Nach zwei erfolgreichen Veranstaltungen im Süden von Österreich hat sich die OVG diesmal für einen Austragungsort im zentralen Norden entschieden. Im Ambiente der Altstadt von Steyr wird der familiäre Charakter unserer Veranstaltung besonders gut zur Geltung kommen.

Unter dem Motto „Vermessung in Bewegung“ legen wir heuer den Fokus auf Veränderungen in unserem Berufsfeld, die oft Folgen der fortschreitende Digitalisierung sind, auf die Vermessung von bewegten Objekten und auf die Problematik von Bodenbewegungen. Wir Geodäten blicken mit Stolz auf eine lange Erfahrung in der Entwicklung digitaler Arbeits- und Verwaltungsprozesse zurück und wollen diesem Thema breiten Raum in den Vorträgen wie auch in der Ausstellung widmen. Am 17.5. steht dann eine Bilanz anlässlich von „50-Jahren Grenzkataster“ auf dem Programm.

Wir freuen uns, dass wir Ihnen wieder einen guten Mix aus interessanten Vorträgen, einer repräsentativen Fachfirmenausstellung, spannenden Podiumsdiskussionen und einem ansprechenden Rahmenprogramm bieten können. Auf den Festvortrag von Physiker Werner Gruber und die Enthüllung eines Kontrollpunktes für die GNSS-Empfänger von Smartphones möchten wir besonders hinweisen. Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation als Veranstalter gemeinsam mit dem Organisationsteam freuen sich, Sie als Besucher des 13. Österreichischen Geodärentages vom 15. bis 17. Mai 2018 in Steyr begrüßen zu dürfen.


Julius Ernst
Präsident der OVG


Ernst Brandstötter
Kongressdirektor



Aufbruch ins digitale Zeitalter

Die Digitalisierung ist einer der großen Megatrends unserer Zeit. Wir erleben einen massiven Umbruch und das Land Oberösterreich hat sich zum Ziel gesetzt, diese digitale Transformation aktiv zu gestalten und ihre Chancen und Möglichkeiten zu nutzen. Das „Digitale Rauminformationssystem DORIS“ als geografisches Informationssystem des Landes, die digitale Verwaltungsgrundkarte „basemap.at“ sowie der Einsatz modernster Vermessungstechnik wie Laserscan und GNSS gehören zu jenen Initiativen des Landes, die das Augenmerk auf die große Bedeutung der Geoinformation für unsere Gesellschaft lenken soll.

Ich danke den Veranstaltern des Österreichischen Geodätentages, die in bewährter Weise ein höchst qualitätsvolles und praxisnahes Programm zusammengestellt haben, und wünsche allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern in unserem Bundesland spannende und informationsreiche Kongresstage.



Mag. Thomas Stelzer
Landeshauptmann



Willkommen in Steyr!

Ich freue mich sehr, dass Steyr heuer als Standort für den Österreichischen Geodätentag ausgewählt worden ist. Herzlichen Dank an alle, die sich für unsere Stadt als Veranstaltungsort engagiert haben.

Ich denke, dass Steyr ein sehr guter Boden für die Geodäsie ist. Immerhin stammt der Kartograph Johannes Stabius aus unserer Region. Stabius hat Anfang des 16. Jahrhunderts die erste flächentreue Darstellung der Erdkugel geschaffen. Im Stadtteil Ennsleite ist eine Straße nach ihm benannt. Aber auch in aktueller Zeit sind hervorragende Fachleute für Geodäsie in Steyr tätig, wobei die Zusammenarbeit mit der Stadt Steyr hervorragend funktioniert. Das Vermessungsamt Steyr, dessen Sprengel sich im Süden bis an die Landesgrenze zur Steiermark ausdehnt, hat eine große Bedeutung für unsere Stadt.

Ich wünsche dem Organisationsteam und allen Teilnehmern einen guten Verlauf des Kongresses sowie einen schönen Aufenthalt in Steyr.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Hackl'. The signature is fluid and cursive.

Gerald Hackl

Bürgermeister der Stadtgemeinde Steyr



Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Österreichischen Geodätischen Kommission

106. Jahrgang 2018 / ISSN: 1605-1653

Herausgeber und Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze. Bankverbindung: BAWAG P.S.K., IBAN: AT21 60000 00001190933, BIC: OPSKATWW. ZVR-Zahl 403011926.

Präsident der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Julius Ernst, Tel. + 43 1 21110-823703, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

Sekretariat der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner, Tel. +43 1 21110-822216, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: office@ovg.at.

Schriftleitung: Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-825262, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Tel. +43 1 21110-823209, Dipl.-Ing.(FH) Georg Topf, Tel. +43 1 21110-823620, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: vgi@ovg.at.

Manuskripte: Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textteiles sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden bzw. sind auf <http://www.ovg.at> unter „VGI Richtlinien“ zu ersehen. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefasst sein; Hauptartikel bitte mit einer deutschsprachigen Kurzfassung und einem englischen Abstract sowie Schlüsselwörter bzw. Keywords einsenden. Auf Wunsch können Hauptartikel einem „Blind-Review“ unterzogen werden. Nach einer formalen Überprüfung durch die Schriftleitung wird der Artikel an ein Mitglied des Redaktionsbeirates weitergeleitet und von diesem an den/die Reviewer verteilt. Artikel, die einen Review-Prozess erfolgreich durchlaufen haben, werden als solche gesondert gekennzeichnet. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muss. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

Redaktionsbeirat für Review: Univ.-Prof. Dr. Johannes Böhm, Dipl.-Ing. Julius Ernst, Univ.-Prof. Dr. Werner Lienhart, Univ.-Prof. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dr. Josef Strobl, O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Sünkel und Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.iur. Christoph Twaroch

Copyright: Jede Vervielfältigung, Übersetzung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie Mikroverfilmung der Zeitschrift oder von in ihr enthaltenen Beiträgen ohne Zustimmung des Herausgebers ist unzulässig und strafbar. Einzelne Photokopien für den persönlichen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen davon angefertigt werden.

Anzeigenbearbeitung und -beratung: Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-825262, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. Unterlagen über Preise und technische Details werden auf Anfrage gerne zugesendet.

Erscheinungsweise: Vierteljährlich in zwangloser Reihenfolge (1 Jahrgang = 4 Hefte). Auflage: 1800 Exemplare.

Abonnement: Nur jahrgangswise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

Verkaufspreise: Einzelheft: Inland 20 €, Ausland 25 €; Abonnement: Inland 60 €, Ausland 75 €; alle Preise exklusive Mehrwertsteuer. OVG-Mitglieder erhalten die Zeitschrift kostenlos.

Satz und Druck: Buchdruckerei Ernst Becvar Ges.m.b.H., A-1150 Wien, Lichtgasse 10.

Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz

Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze.

Aufgabe der Gesellschaft: gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Bundespolizeidirektion Wien vom 26.11.2009): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung aller Angehörigen des Berufsstandes, c) die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft, d) die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, e) die Herausgabe einer Zeitschrift mit dem Namen „Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation“ (VGI).

Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift: Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung, sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.



<http://www.ovg.at>



<http://www.oegk-geodesy.at>

Tagungsprogramm

#wirsehenmehr



Stadtsaal Steyr

der Veranstaltungsort des 13. Geodätentages

Montag, 14. Mai 2018

10:00 Öffnung Tagungsbüro

Universitäten - Vermessung - Studierende

Vermessung in der universitären Lehre und Forschung

14:00 Begrüßung

„Geodäsiestudium fertig - und jetzt?“

Moderation
Eva-Maria Unger und Reinfried Mansberger

Vortragende des Studierendenforums

Johannes Falkner, MA41 - Stadtvermessung Wien
Matthias Göttinger, Raiffeisen Ware Austria RWA AG
Theresa Maierhofer, TU Wien - Geophysik
Bernhard Pammer, BEV
Isabella Pfeil, TU Wien - Fernerkundung
Eva Reitbauer, TU Graz - Navigation
Michael Schauer, Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen und Geoinformation
Josef Schwarz, AREA Vermessung

anschließend Diskussion

18:30

Studierenden- und AbsolventInnentreff im Quenghof

Im Vorfeld des offiziellen Kongresses treffen sich traditionell die Studierenden und AbsolventInnen der Vermessungsstudienrichtungen der letzten Jahre zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch.

Die Tenne im historischen Quenghof bietet ein stimmungsvolles Ambiente für die Abendveranstaltung bei Buffet und Musik von „Projekt Reichtum“.

Natürlich sind auch ältere AbsolventInnen herzlich willkommen!

Preis € 30,-
Kostenfrei für Bachelor- und Masterstudierende



24:00

Kongressanfragen

GEODÄTENTAG 2018
Geschäftsstelle: c/o Vermessungsamt Steyr
Tomitzstraße 7
4400 Steyr
Tel : +43 7252 532140
Fax : +43 1 21110 82991407
Mail : office@geodaentag.at

Unsere Geschäftsbedingungen finden Sie auf der
Homepage: www.geodaentag.at

Hotelbuchungen

Hotelreservierungen bitte direkt vornehmen.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an
Fr. Sigrid Hackl
geodaentag@steyr.info
Tel : +43 7252 53229
Fax : +43 7252 53229 15
Mail : geodaentag@steyr.info



www.geodaentag.at



13. Österreichischer Geodätentag Steyr

Dienstag, 15. Mai 2018

Vorträge		Rahmenprogramm
08:30 18:30	Öffnung Tagungsbüro	
10:00 bis 12:00	HTL Special Autonome Technologien in der Fahrzeug- und Maschinensteuerung Ulrich Vollath, Trimble Absteckung auf hohem Niveau Thomas Wunderlich, TU München Gemeinsame Präsentation der geodätischen Studiengänge in Graz und Wien	Segwaytour 10:00-12:00
11:00	Eröffnung der Fachmesse	
11:30	Geodätentreff Im Anschluss an die Eröffnung der Fachmesse im Stadtsaal treffen wir uns im Foyer - die erste Möglichkeit zum informellen kollegialen Treffen bei Imbiss und Umtrunk.	
	Eröffnung des 13. Geodätentages	
13:00	Eröffnung und Moderation: Ernst Brandstötter Grußworte	
13:45 bis 14:30	Festvortrag Werner Gruber	
15:30 bis 18:00	Digitalisierung der Arbeitswelt	
Moderation	Julius Ernst, Präsident ÖVG Die Verwendung von Eye Tracking zur Erhöhung der Qualität von Informationsvisualisierungen Heimo Losbichler, FH Steyr Autonomes Fahren bei der BMW AG – Grundlegende Architektur und Anforderungen an die hochgenaue Karte Hartmut Liefke, BMW Autonome Technologien in der Fahrzeug- und Maschinensteuerung Ulrich Vollath, Trimble Strukturierter Plan – automatisierte Datenübernahme aus PDF-Urkunden, ein weiterer Schritt zur Digitalisierung des Katasterführungsprozesses Stefan Klotz, BEV	Stadtführung zum Museum Arbeitswelt 18:15-19:00
19:00	Präsentation des Kontrollpunktes für Smartphones vor dem Museum Arbeitswelt (MAW)	
19:30 bis 24:00	Willkommensabend Im Museum Arbeitswelt laden wir zu einem festlichen Willkommensabend mit Showeinlage und unterhaltsamer Musik der Formation MELLA ein. Preis € 60,-	

#wirsehenmehr



Mittwoch, 16. Mai 2018

Vorträge		Rahmenprogramm	
08:00	Öffnung Tagungsbüro		
08:30	Öffnung Fachmesse		
09:00 bis 12:30	Geodäsie in Bewegung (ÖGK)	Fachexkursion BMW Motorenwerk 08:15-11:00	Stadtführung 09:00-10:30
Moderation	Norbert Pfeifer, Präsident ÖGK		
	Flächenhaftes Monitoring an einer Freiformbrücke der Koralmbahn Claudius Schmitt, TU Wien		
	Interdisziplinäre Analyse von Geländemodellen zur Auffindung von historischen Bergbauspuren Gerald Hiebel, Universität Innsbruck		
	Gewässervermessung mittels aktiver und passiver Fernerkundungsverfahren Gottfried Mandburger, Uni Stuttgart		
	Pause		
	Das Erdbeobachtungsprogramm der ESA Wolfgang Rathgeber, ESA		
	Die Satellitenmissionen GRACE und GRACE-FO Von der Satellitenbahn zur Hochwasservorhersage Norbert Zehentner, TU Graz		
	Eye-Tracking für Navigation Ioannis Giannopoulos, TU Wien		
13:30 bis 15:00	Österreich in Bewegung	Segway Tour 13:00-15:00	
Moderation	Ekkehart Grillmayer, IKV		
	Bodenbewegung aus der Sicht der Geologie und Geostatistik Robert Marschallinger, Salzburg		
	Detektion von Verdachtsflächen für Oberflächenbewegungen basierend auf differentieller SAR Interferometrie Karl-Heinz Gutjahr, Joanneum Research Graz		
	Mobile kinematische Laserscanner - Alternative oder sinnvolle Ergänzung zu TLS- und UAV-Aufnahmen? Hannes Kleindienst, GRID-IT		
16:00	OVG Hauptversammlung		
17:30 bis 18:30	Podiumsdiskussion Geoinformation - Quo Vadis?		
Moderation	Peter Skalicki-Weixelberger, Präsident AGEO		
	Josef Strobl (Uni Salzburg), Christian Klug (Wiener Netze GmbH) Peter Remesch (SynerGIS GmbH), Elke Achleitner (Stadt Graz)		
18:30 bis 24:00	Standparty Der gesellige Abend im Bereich der Fachfirmenausstellung mit Fingerfood von der Orangerie und Musik mit Andie Gabauer auf der Bühne im Stadtsaal wird sicher wieder ein gesellschaftlicher Höhepunkt des Geodätentages!		



13. Österreichischer Geodätentag Steyr

Donnerstag, 17. Mai 2018

Vorträge		Rahmenprogramm
08:00	Öffnung Tagungsbüro	
08:30	Öffnung Fachmesse	
09:00 bis 10:30	Digitalisierung in Bewegung	Stadtführung 09:00-10:30
Moderation	Lothar Eysn	
	Wien gibt Raum: Vom Konzept einer innovativen Verwaltung des öffentlichen Raums zum Mobile Mapping einer Großstadt David Vladoar & Markus Strondl, Magistrat der Stadt Wien	
	Bildbasierte 3D-Geo-Straßen- und Schienen-Webdienste als Basis für ein Infrastrukturmanagement 4.0 – Technologie und Anwendungsmöglichkeiten von infra3D Hannes Eugster, iNovitas AG	
	Digitalisierung auf Schiene? Arnold Eder, ÖBB Infra	
11:30 bis 13:30	50 Jahre Grenzkataster	Segway Tour 15:30-17:30
Moderation	Günther Abart	
	Die Einführung des Grenzkatasters vor 50 Jahren verknüpfte Technik und Recht sowie Behörde und freie Berufe neu. Wie leben und arbeiten die betroffenen Geodäten damit? Wie ist es aus der Distanz von 50 Jahren zu sehen? Dazu sprechen: Wernher Hoffmann, Präsident des BEV Rudolf Kolbe, IKV und Vizepräsident der BAIK Martin Seebacher, Leiter des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Vorarlberg Martin Müller-Fembeck, Leiter der Abteilung Recht und allgemeine Verwaltung des BEV	
14:30 bis 16:00	Podiumsdiskussion Grenzkataster - eine Errungenschaft?	
Moderation	Christoph Twaroch	
16:30	Closing Session	
	Gemeinsamer Ausklang im Quenghof Anmeldung erforderlich	

Preise

Kongresskarte

OVG Mitglied	90,00 €
Standardticket	130,00 €
Standardticket + neue OVG-Mitgliedschaft	130,00 €
Studierende*	30,00 €

Tageskarte

OVG Mitglied	50,00 €
Standardticket	70,00 €
Studierende*	17,00 €

2 Tageskarte

OVG Mitglied	75,00 €
Standardticket	110,00 €
Studierende*	25,00 €

Preise gültig bei Online-Buchung bis 11.5.2018.
Direktanmeldung mit Barzahlung vor Ort möglich +zzgl 25%

* Voraussetzung ist eine Inskriptionsbestätigung eines Bachelor- oder Masterstudiums

Fachmesse frei zugänglich.
Standparty frei zugänglich für alle KongressteilnehmerInnen und Begleitpersonen
Preise und Anmeldungsdetails laut Homepage



Die Verwendung von Eye Tracking zur Erhöhung der Qualität von Informationsvisualisierungen

Using eye tracking to enhance information visualization quality



Heimo Losbichler und Lisa Falschlunger, Steyr

Kurzfassung

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, Daten zu visualisieren, während es nur wenige Methoden gibt, die Auswirkungen unterschiedlicher Visualisierungen auf den Entscheidungsprozess zu messen. Am weitesten verbreitet ist dabei die Messung von Effizienz und Effektivität, allerdings lassen diese beiden Kennzahlen viel Erklärungsspielraum im Hinblick auf die bestmögliche Gestaltung und den optimalen Einsatz von Visualisierungen offen. Eine vielversprechende Methode, diesen Erklärungsspielraum deutlich zu verringern, stellt Eye Tracking dar. Eye Tracking ermöglicht es, Daten über Augenbewegungen während dem Lesen bzw. dem Verarbeiten der dargestellten Informationen zu sammeln und zeigt an, welche Informationen in welcher Reihenfolge als Input für Entscheidungsprozesse herangezogen werden. Die Technologie ermöglicht tiefe Einblicke sowie verbesserte Analysemöglichkeiten und kann dabei nicht nur in einer Laborumgebung, sondern auch in situ eingesetzt werden.

Schlüsselwörter: Eye Tracking, Informationsvisualisierung, kognitive Belastung

Abstract

There exists a bundle of visualization options for decision-making purposes, however, there is a lack of evaluation methods. Eye tracking is said to be a promising approach in this context, as it allows going beyond traditional task time and task accuracy measures. Eye tracking supports the data collection on the scanning behavior of the participant and therefore indicates which information is used as an input for decision-making processes. Understanding differences in sequential strategies between various design alternatives and users with different backgrounds is valuable for improving designs and at the same time helps in maximizing decision-making outcome. Testing can take place in a laboratory, however, it can also be used in close to normal decision-making situations (e.g. on the computer screen in the decision-makers office, or on the shop floor of a production site).

Keywords: eye tracking, information visualization, cognitive load

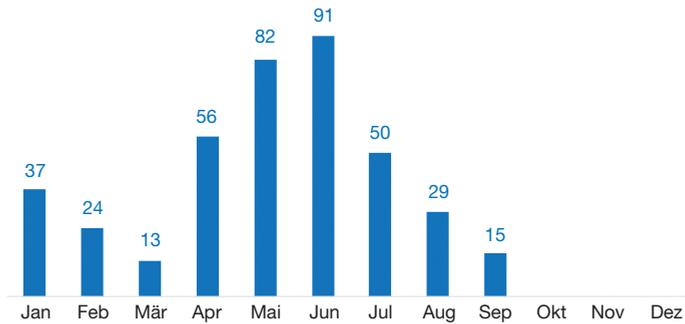
1. Bedeutung von Informationsvisualisierung

Rasant wachsende Datenmengen (Big Data), welche auf die fortschreitende Digitalisierung zurückzuführen sind, bringen neue Herausforderungen im Hinblick auf Datenqualität, zeitnahe und schnell verständliche Informationsversorgung sowie eine Reduktion der Information auf das Wesentliche mit sich (Dilla et al. 2010; Falschlunger et al. 2016). Vor diesem Hintergrund wird der Verwendung von Informationsvisualisierung (InfoVis) eine immer stärker wachsende Aufmerksamkeit zuteil. Gut aufbereitete Diagramme, Dashboards oder Schaubilder sollen dabei wesentliche Zusammenhänge, Trends und Ausreißer lokalisierbar machen und gleichzeitig die kognitive Belastung reduzieren (van Wijk 2005).

Diese Vorteile haben dazu geführt, dass eine Vielzahl an Visualisierungsmöglichkeiten für allgemeine, aber auch spezifische Themenfelder entwickelt wurde. Diese reichen von einfachen Balkendiagrammen bis hin zu hoch komplexen hierarchischen und interaktiven Visualisierungen, wie beispielsweise Sankey Diagrammen (Beispiel siehe Abbildung 1).

Empirische Ergebnisse für einen optimalen Einsatz der unterschiedlichen Optionen liefern allerdings immer wieder divergierende Ergebnisse. Dies kann auf einen Mangel an geeigneter Evaluationsmöglichkeiten zurückgeführt werden, welche über banale Effizienz und Effektivitätsuntersuchungen hinausgehen (Isenberg et al. 2013; Chen, Jänicke 2010; Chen 2005). Der Einsatz von Eye

Einfache Visualisierungsmöglichkeit: Säulendiagramm



Komplexe Visualisierungsform: Sankey Diagramm

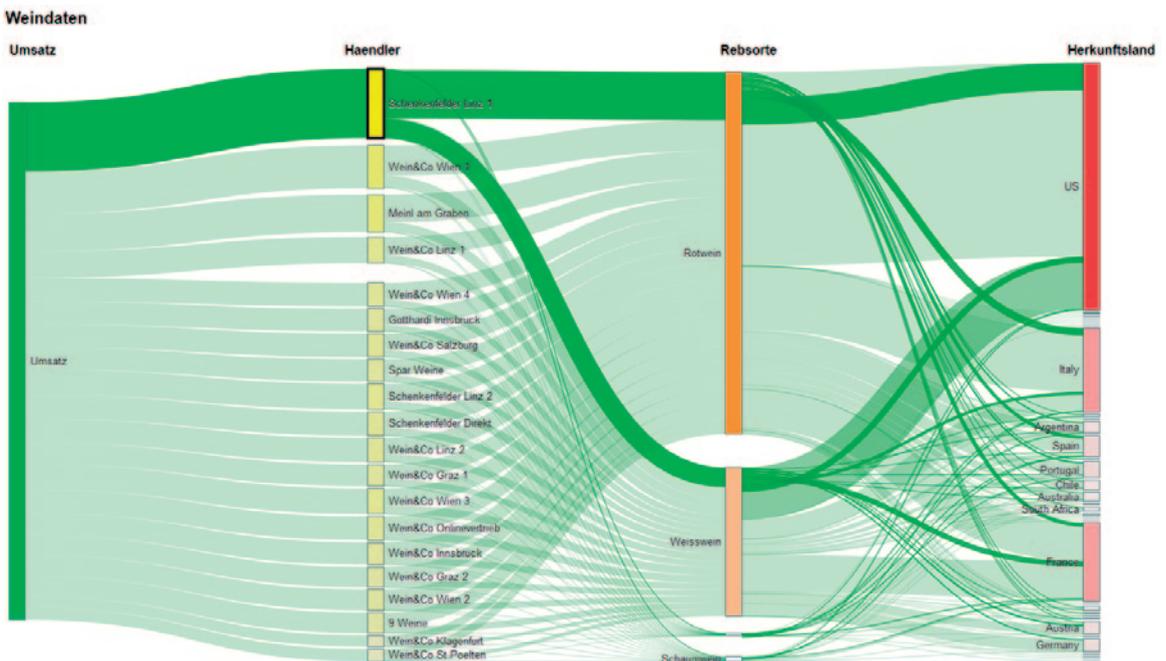


Abb. 1: Beispiel für einfache und komplexe Visualisierungsmöglichkeiten

Tracking zur Reduktion dieser Unsicherheiten stellt dabei eine vielversprechende Möglichkeit dar und der Nutzen konnte in zahlreichen Experimenten und Unternehmenskooperationsprojekten der FH OÖ Fakultät für Management bereits bestätigt werden.

2. Eye Tracking zur Messung der Qualität von Visualisierungen

Eye Tracking wird bereits in einer Vielzahl von anderen Forschungsbereichen, wie beispielsweise Marketing, Psychologie oder Mensch-Computer-Interaktion, eingesetzt, da es neue und tiefere

Einblicke in menschliche Handlungen ermöglicht (Wang et al. 2014; Siegle et al. 2008; Hossain, Yeasin 2014). Im Besonderen kann, ohne den Teilnehmer in seinem Entscheidungsprozess stark zu beeinträchtigen, herausgefunden werden, welche Informationen für Entscheidungs- und Denkprozesse wesentlich sind. Damit kann die „Black Box“ der Wahrnehmung ein Stück transparenter gemacht und für Interpretation und Optimierung unterschiedlichster Produkte und Prozesse herangezogen werden (Zagermann et al. 2016; Lallé et al. 2016).

In welchem Bundesland ist die negative Abweichung des operativen Ergebnisses gegenüber dem Budget absolut gesehen am größten?

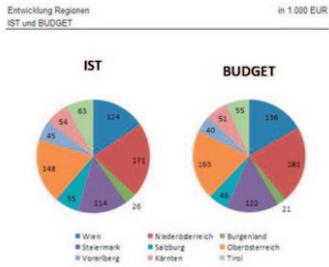


Abb. 2: Testscenario eines aufgabenorientierten Ansatzes

Im Zusammenhang mit Visualisierungen kann aus den Blickaufzeichnungen und mithilfe zusätzlicher Fragen zur Steuerung der Suchprozesse ermittelt werden, welche Darstellungsmöglichkeiten sich für bestimmte Aufgabenstellungen eignen bzw. welche sich als ungeeignet erweisen. In der Informationsvisualisierung können damit Rückschlüsse aber vor allem auch Erklärungen für die gemessene Effektivität und Effizienz geliefert werden. Der Prozess der Informationsverarbeitung beim Betrachten einer Visualisierung wird dabei genauestens dokumentiert und kann zur Analyse herangezogen werden. Zum besseren Verständnis wird der Einsatz dieses aufgabenorientierten Ansatzes anhand eines einfachen Beispiels erläutert: Der Proband versucht, die richtige Antwort auf die gestellte Frage in normaler Lesegeschwindigkeit ohne Wettbewerbsgedanken oder unter Zeitdruck zu geben. Die gestellten Fragen orientieren sich dabei beispielsweise an konkreten Aufgaben des Managements oder an vorgegebenen Informationsbedarfen eines Projektpartners (eine Frage

passend zur Visualisierung ist in Abbildung 2 dargestellt).

In der konkreten Testsituation sitzt der Proband vor einem Computer-Monitor, welcher mit einer Infrarotkamera ausgestattet ist, oder er trägt eine Brille mit Aufzeichnungsfunktion, um beispielsweise in einer Produktionsumgebung Informationsmonitore zu testen (diese beiden Hardwaremöglichkeiten sind in Abbildung 3 ersichtlich).

Bei der Analyse von Eye-Tracking-Daten sind Fixationen, Sakkaden und Scanpaths von besonderem Interesse:

- Fixationen sind kurze Stopps, in denen das Auge Informationen erfasst und das Gehirn diese verarbeiten kann. Längere Fixierungen und eine Erweiterung des Pupillendurchmessers sind dabei mit höheren visueller und/oder kognitiver Komplexität verbunden (Zagermann et al. 2016; Goldberg, Helfman 2010; Wang et al. 2014).
- Sakkaden sind schnelle Bewegungen von einer Fixierung zu einer anderen. Während den Sakkaden ist man blind und es findet keine aktive Informationsverarbeitung statt. Je schneller die Bewegungen durchgeführt werden, desto höher ist der Stressfaktor und die kognitive Belastung (Wang et al. 2014; Zagermann et al. 2016).
- Scanpaths stellen Fixierungen und Sakkaden in einer zeitlichen Reihenfolge dar. Für Analysen wird angenommen, dass ein übermäßig langer Scanpath eine nicht sinnvolle Darstellung oder ein schlechtes Layout anzeigt. Außerdem können Lesestrategien analysiert und „Blinde Flecken“ in einem Bericht oder einer Berichtseite identifiziert werden. Mittels Scanpath-Analysen werden die Blickverläufe einer einzelnen Person



Abb. 3: Stationäres und mobiles Eye Tracking Equipment (SMI RED250mobile und SMI Eye Tracking Glasses Wireless © smivision.com)

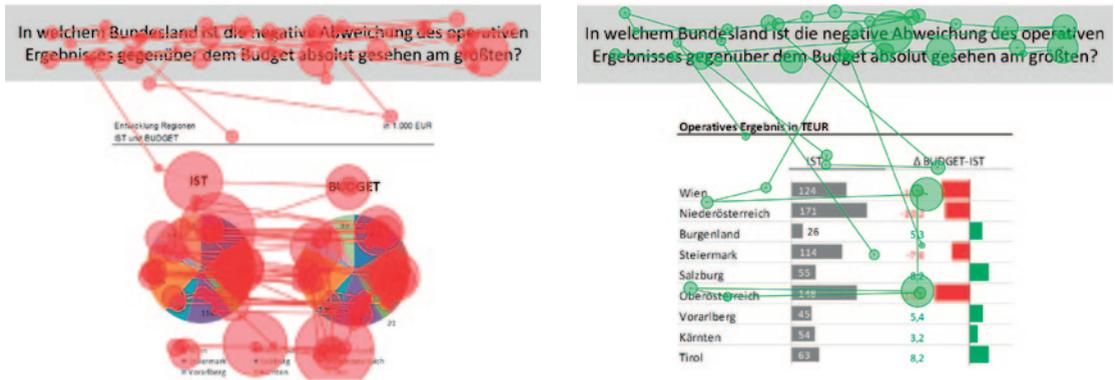


Abb. 4: Darstellung eines „schlechten“ und eines „guten“ Scanpaths

dargestellt und damit wird auch die Qualität der Darstellungen sichtbar gemacht (Zagermann et al. 2016; Goldberg, Helfman 2010).

In Abbildung 4 wird deutlich, dass bei der Visualisierung durch zwei Tortendiagramme sehr viele Fixationen und Sakkaden notwendig sind, um die Frage beantworten zu können. Zuerst müssen die Kreissegmente der Ist- und Budgetzahlen verglichen werden, um daraus das Farbsegment mit der größten Abweichung identifizieren zu können. Abschließend gilt es, in der Legende die passende Farbschattierung zu erkennen und die richtige Region abzulesen. Aus dem Scanpath kann abgeleitet werden, dass sowohl im Vergleich der Werte als auch bei der Farbgebung Optimierungspotenzial herrscht (sehr viele schnelle Blickbewegungen durch den Vergleich der Ist- und Budgetsegmente). Neben der Länge und der Dauer der Fixationen kann zusätzlich ausgewertet werden, ob die Berichtsempfänger die richtige Antwort im Schaubild identifizieren können bzw. wie lange es dauert, bis die relevante Information für den Berichtsempfänger sichtbar wird. Damit können beispielsweise zufällig richtig gegebene Antworten aufgezeigt und in der Berechnung der Effektivität berücksichtigt werden.

3. Erarbeitete Kriterien für eine optimale Visualisierung

Die Forschung der FH OÖ Fakultät für Management befasst sich im Konkreten mit vier aufeinander abgestimmte Themenfelder, die in der Praxis für die richtige Gestaltung von Visualisierungen wesentlich sind:

1. Auswahl des passenden Visualisierungstyps (Vessey 1991; Falschlunger et al. 2016)

2. Bestmögliche Gestaltung der jeweiligen Visualisierung (G_WORD: Grundsätze wahrnehmungsoptimierten Reporting Designs) (Ware 2012; Tuft 1983)

3. Optimale Positionierung bzw. Anordnung der Elemente in einem Dashboard (Yigitbasioglu, Velcu 2012)

4. Standardisierte Umsetzung der Punkte 1-3 mithilfe von Guidelines und/oder Templates

Für die Erstellung einer effektiven und effizienten Informationsvisualisierung sind sowohl der Visualisierungstyp als auch das Design von größter Bedeutung. Das Verständnis hinsichtlich der Unterschiede in den notwendigen Lesestrategien zwischen verschiedenen Alternativen ist wertvoll für den optimalen Einsatz von Visualisierungen und damit verantwortlich für die Maximierung der Entscheidungsqualität (Grammel et al. 2010). Dabei gilt es aufgaben-, daten- und personenspezifische Charakteristika zu berücksichtigen und auf eine wiederkehrende bzw. gleichbleibende Gestaltung von gleichen oder ähnlichen Inhalten zu achten. Dies ist auf die Funktionsweise der menschlichen Informationsverarbeitung zurückzuführen.

Ergebnisse zu den vier Themenfeldern werden laufend auf der gemeinsam geführten Homepage mit pmOne und KPMG unter www.top-reports.com veröffentlicht.

4. Ausblick

Insbesondere im Hinblick auf die ständig steigenden Datenmengen ist auf eine ausgewogene Belastung der Benutzer zu achten. Im Zusammenhang mit Big Data wurden und werden sehr viele neue Visualisierungsmöglichkeiten geschaffen,

welche es zu überprüfen gilt. Insbesondere auf Information Overload ist zu achten, da eine Überlastung nachweislich zu einer deutlichen Reduktion der Entscheidungsqualität sowie zu einer Reduktion des Wohlbefindens der einzelnen Nutzer führt. Speziell im Zusammenhang mit neuartigen und interaktiven Visualisierungsformen und in der Gestaltung von Information Dashboards werden im FFG geförderten Projekt „User Centered Interactive Visualization for Big Data“ laufend neue Ergebnisse erarbeitet und auf der Projekthomepage unter www.usivis.org veröffentlicht.

Referenzen

- Chen, Chaomei (2005): Top 10 unsolved information visualization problems. In IEEE Computer Graphics & Applications 25 (4), pp. 12–16.
- Chen, M.; Jänicke, H. (2010): An information-theoretic framework for flow visualization. In IEEE transactions on visualization and computer graphics 16 (6), pp. 1216–1224.
- Dilla, William; Janvrin, Diane J.; Raschke, Robyn (2010): Interactive Data Visualization. New Directions for Accounting Information Systems Research. In Journal of Information Systems 24 (2), pp. 1–37.
- Falschlunger, Lisa; Lehner, Othmar; Treiblmaier, Horst (2016): InfoVis: The Impact of Information Overload on Decision Making Outcome in High Complexity Settings. In: Proceedings of the 2016 SIG HCI. SIG HCI. Dublin, 11.12.2016: AIS Electronic Library (AISeL), pp. 1–5.
- Goldberg, Joseph H.; Helfman, Jonathan I. (2010): Comparing information graphics. A critical look at eye tracking. In: Proceedings of the 3rd BELIV'10 Workshop BEyond time and errors novel evaluation methods for Information Visualization. ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction. New York, NY: ACM, pp. 71–79.
- Gammel, L.; Tory, M.; Storey, M. A. (2010): How information visualization novices construct visualizations. In IEEE transactions on visualization and computer graphics 16 (6), pp. 943–952.
- Hossain, Gahangir; Yeasin, Mohammed (2014): Understanding Effects of Cognitive Load from Pupillary Responses Using Hilbert Analytic Phase. In: 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Columbus, OH, USA, 23.06.2014 - 28.06.2014, pp. 381–386.
- Isenberg, T.; Isenberg, P.; Chen, J.; Sedlmair, M.; Möller, T. (2013): A systematic review on the practice of evaluating visualization. In IEEE transactions on visualization and computer graphics 19 (12), pp. 2818–2827.
- Lallé, Sébastien; Conati, Cristina; Carenini, Giuseppe (2016): Prediction of individual learning curves across information visualizations. In User Model User-Adapt Inter 26 (4), pp. 307–345.
- Siegle, Greg J.; Ichikawa, Naho; Steinhauer, Stuart (2008): Blink before and after you think. Blinks occur prior to and following cognitive load indexed by pupillary responses. In Psychophysiology 45 (5), pp. 679–687.
- Tufte, E. R. (1983): The visual display of quantitative information. 1st. Connecticut: Graphics Press.
- van Wijk, Jarke J. (2005): The value of visualization. In: Proceedings of the 2005 IEEE VIS. IEEE Visualization. Minneapolis, MN, USA, 23–28. Oct. 2005, pp. 79–86.
- Vessey, Iris (1991): Cognitive fit: a theory-based analysis of the graphs versus tables literature. In Decision Sciences 22 (2), pp. 219–240.
- Wang, Qiuzhen; Yang, Sa; Liu, Manlu; Cao, Zike; Ma, Qingguo (2014): An eye-tracking study of website complexity from cognitive load perspective. In Decision Support Systems 62, pp. 1–10.
- Ware, Colin (2012): Information Visualization. Perception for design. 3rd. Oxford: Elsevier Ltd.
- Yigitbasioglu, Ogan M.; Velcu, Oana (2012): A review of dashboards in performance management: implications for design and research. In International Journal of Accounting Information Systems 13 (1), pp. 41–59.
- Zagermann, Johannes; Pfeil, Ulrike; Reiterer, Harald (2016): Measuring Cognitive Load using Eye Tracking Technology in Visual Computing. In Michael Sedlmair, Petra Isenberg, Tobias Isenberg, Narges Mahyar, Heidi Lam (Eds.): Proceedings of the Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization - BELIV '16. the Beyond Time and Errors. Baltimore, MD, USA, 24.10.2016 - 24.10.2016. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 78–85.

Anschrift der Autoren

FH-Prof. DI Dr. Heimo Losbichler, Studiengangsleiter und Professor für Finance & Controlling, FH OÖ Fakultät für Management, Wehrgrabengasse 1-3, 4400 Steyr.

E-Mail: heimo.losbichler@fh-steyr.at

Lisa Falschlunger MA, Research Projekt Manager im Studiengang CRF, FH OÖ Fakultät für Management, Wehrgrabengasse 1-3, 4400 Steyr.

E-Mail: lisa.falschlunger@fh-steyr.at

Autonomes Fahren bei der BMW AG – Grundlegende Architektur und Anforderungen an die hochgenaue Karte



Autonomous Driving at BMW Group – Overview of Architecture and Requirements towards high-definition maps

Hartmut Liefke, Unterschleißheim

Kurzfassung

Die individuelle Mobilität und ihre industrielle Umsetzung befinden sich vor einem technologischen Quantensprung. Insbesondere das autonome Fahren ist hierbei eine wesentliche Technologie, welche zu großen Veränderungen führen wird. Die BMW Group investiert bereits seit geraumer Zeit in entsprechende Entwicklungsprojekte und hat Prototypen zum autonome Fahren auf diversen Strecken bereits erfolgreich erprobt.

Im Artikel werden die unterschiedlichen Automatisierungsstufen und die grundlegende Architektur des Systems erläutert. Weiterhin wird die hochgenaue Karte als zentraler Lösungsbaustein und deren Anwendung beim automatisierten Fahren erläutert.

Schlüsselwörter: Autonomes Fahren, Automobil, hochgenaue Karte, Lokalisierung

Abstract

The individual mobility and its industrial implementation are right before significant changes. In particular, the autonomous driving is an important, new technology that will lead to large changes in the mobility. The BMW Group continuously invests into significant research and development projects, and successfully implemented various prototypes on different routes.

This article describes the different levels of automatization and the overall architecture of such a system. Furthermore, the high-definition map will be described as an important building block for the autonomous driving.

Keywords: autonomous driving, automobile, high-definition map, localization

1. Einleitung

Die individuelle Mobilität und ihre industrielle Umsetzung befinden sich vor einem technologischen Quantensprung. Das Automobil und seine Technologien werden sich in den nächsten 10 Jahren stärker verändern als in den vergangenen 30 Jahren. Die BMW Group hat hier das autonome Fahren als wesentliches Innovationfeld erkannt und vor einiger Zeit entsprechende Entwicklungsaktivitäten gestartet. Bereits 2006 umrundete ein BMW 3er selbstständig den Hockenheimring und seit 2011 werden automatisierte Prototypen der BMW Group auf unterschiedlichen Strecken erprobt. Aus der Prototypentwicklung sind im letzten Jahrzehnt viele wichtige Fahrerassistenzfunktionen in die Serienentwicklung, z.B. bei der 7er und 5er Serie, eingeflossen und werden kontinuierlich weiter entwickelt.

Ein zentraler Lösungsbaustein für das autonome Fahren ist hierbei die hochgenaue Karte. Auf Basis der Eigenlokalisierung des Fahrzeugs innerhalb der Karte kann ein genaueres Abbild des Umfelds mit einer höheren Vorausschau als Ergänzung zur Fahrzeugsensorik erzeugt und verwendet werden.

2. Stufen der Automatisierung

Grundsätzlich werden im Bereich der Fahrerassistenz mehrere Stufen der Automatisierung unterschieden. Sie unterscheiden sich stark bzgl. des Automatisierungsgrads, notwendiger Aufmerksamkeit/Eingriffe der Fahrer und der damit verbundenen Entwicklungskomplexität (siehe Abbildung 1). Diese können folgendermaßen grob beschrieben werden:

- **Level 2:** Fahrerassistenzsysteme als Vorstufe zum automatisierten Fahren. Der Fahrer bleibt permanent in der Fahrverantwortung (Hands-on Detection).
- **Level 3:** Erstmals ab Level 3 ist eine Teilung der Verantwortung für die Fahrzeugsteuerung zwischen Fahrer und Fahrzeug möglich. Der Fahrer kann sich während einer hochautomatisierten Fahrt im gleichgerichteten, vom Gegenverkehr abgegrenzten Straßenverkehr über einen längeren Zeitraum mit bordeigenen Nebentätigkeiten beschäftigen bzw. entspannen (Eyes off). Er muss weiterhin in der Lage sein, die Fahraufgabe, nach Aufforderung durch das System,

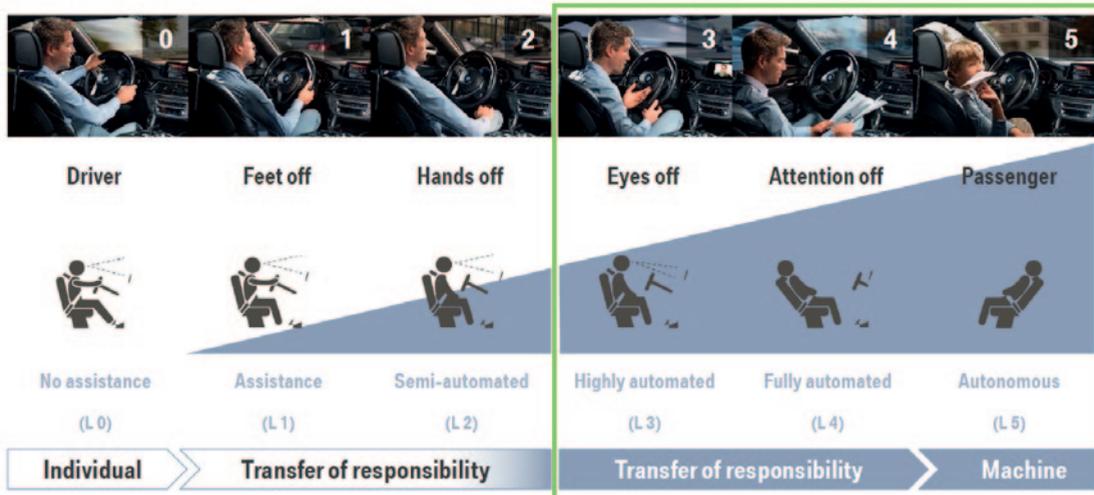


Abb. 1: Die unterschiedlichen Stufen der Automatisierung in der Fahrerassistenz

innerhalb einer angemessenen Zeit (einige Sekunden) wieder zu übernehmen.

- **Level 4:** Vollautomatisiertes Fahren im Stadtverkehr und in einer erweiterten Ausbaustufe im gleichgerichteten, vom Gegenverkehr abgegrenzten Verkehr. Der Fahrer kann während der Fahrt auf langen Strecken ggf. schlafen. Wesentlicher Unterschied zu Level 3: deutlich ausgedehnteres Zeitintervall bis zur erneuten Übernahme des Steuers (Mind off).
- **Level 5:** Autonomes Fahren, Lenkrad und Pedalerie sind nicht mehr zwingend erforderlich, Passagiere sitzen ohne Fahraufgabe im Fahrzeug; Fahrerlaubnis nicht erforderlich (Driver

off). Sofern Pedalerie und Lenkrad vorhanden sind, kann der Fahrer das Fahren übernehmen, muss aber niemals.

Die Automatisierungsstufen unterscheiden sich signifikant bezüglich der technischen Architektur, Redundanz- und Sicherheitskonzepte.

3. Kooperationspartner

Die BMW Group kann diese technischen Herausforderungen für das autonome Fahren nur mit entsprechenden Partnern umsetzen. Grundsätzlich sind hier vier große Themenfelder relevant, die mit unterschiedlichen Partnern abgebildet werden (siehe Abbildung 2).

COOPERATION.
SENSORS: CAMERA, RADAR, LIDAR. OBJECT FUSION. ROAD MODEL. DRIVING STRATEGY/PLANNING.
AUTONOMOUS DRIVING.
Partner: BMW, MOBILEYE, intel, Continental, DELPHI, FCA, MAGNA, OEMs

HD-MAP.
CENTIMETER PRECISION. REAL-TIME CAPABLE. HIGHLY AVAILABLE AND RELIABLE.
OEM-COOPERATION.
Partner: BMW, Audi, here, intel, Mercedes-Benz

INFRASTRUCTURE 5G.
ULTRA LOW LATENCY. ULTRA HIGH RELIABILITY. ULTRA HIGH DATA RATES.
5G AUTOMOTIVE ASSOCIATION.
Partner: BMW, Audi, Mercedes-Benz, intel, HUAWEI, NOKIA, Q

SENSOR STANDARD.
SENSORS: CAMERA, RADAR, LIDAR. COMPLEXITY REDUCTION. FLEXIBILITY. FUTURE-PROOF INTERFACE.
INTERNATIONAL BOARDS & ASSOCIATIONS.
Partner: Continental, DELPHI, BOSCH, Valeo, intel, MOBILEYE, Autoliv, ISO, BMW, Audi, Mercedes-Benz, VDA

Abb. 2: Industrieübergreifende Partnerschaften sind notwendig für eine erfolgreiche Implementierung des autonomen Fahrens



Abb. 3: Lösungsbausteine auf dem Weg zum autonomen Fahren

4. Digitale Karten in der Architektur

Für die technische Umsetzung des autonomen Fahrens sind unterschiedliche technische Elemente notwendig, die in Abbildung 3 illustriert werden. Neben der Onboard-Logik (Steuergeräte, Sensoren, Embedded Software) spielt das Backend einschließlich der Bereitstellung digitaler Karten eine zentrale Rolle.

Die hochgenauen Karten werden genutzt, um einerseits das Fahrzeug genau zu lokalisieren. Hierfür sind wichtige Elemente wie z. B. Fahrspurmarkierungen, Fahrbahnbegrenzungen, aber auch Landmarken, wie z. B. Ampeln oder Brücken, relevant. Diese werden dann mit den fahrzeugeigenen Sensorinformationen abgeglichen, um das Fahrzeug in Längs- und Querrichtung zentimetergenau zu lokalisieren. Hierfür reicht die Genauigkeit heutiger Navigationskarten nicht aus. Weiterhin dienen die Karten der Vorausschau. Heutige Fahrzeugsensorik (analog dem menschlichen Auge) kann nur einen begrenzten Sichtbereich erfassen. Verdeckungen bzw. Details weit vor dem Fahrzeug können nicht bzw. nur sehr ungenau erkannt werden. Hochgenaue Karten bilden hier eine wichtige Ergänzung.

5. Hochgenaue Karten

Heute verfügbare digitale Karten bilden das Verkehrsnetz so ab, dass eine Navigation ausreichend funktioniert, solange Menschen die endgültigen Entscheidungen treffen. Für automatisierte Fahrmanöver ist darüber hinaus spurgenaues Kartenmaterial mit Bezug zu den relevanten Umgebungsmerkmalen (Kurvenverlauf, Einengungen,

Sichtbeschränkungen usw.) eine wesentliche Voraussetzung. Gleiches gilt für die Verfügbarkeit von Zusatzinformationen, beispielsweise zur Infrastruktur, wie Positionen und Status von Lichtsignalanlagen, Wechselweganzeigern und Schildern. Bei höherer Umgebungskomplexität können auch dreidimensionale, hochgenaue Umgebungsmodelle, z.B. mit Fassaden, notwendig sein.

„Das autonome Fahren stellt ganz andere Anforderungen an eine digitale Karte. Sie ist nicht mit dem vergleichbar, was wir bislang kannten. [...] Diese Karte muss genauer sein, umfassender und muss sich noch stärker an der Echtzeit orientieren als die Karten, die wir derzeit im Einsatz haben. Sie braucht eine Verkehrszeichenerkennung, noch schnellere Real-Traffic-Informationen und möglichst auch eine dreidimensionale Darstellung. Zugleich werden auf der Karte auch Informationen über Steigungen oder Gefälle benötigt. Die Karte der Zukunft, die man für das automatisierte Fahren benötigt, muss sich im Zentimeterbereich bewegen. Die Karte fürs autonome Fahren, die Karte 3.0, werden wir ebenfalls im Minutenrhythmus updaten müssen. Karten müssen immer den landestypischen Gesetzmäßigkeiten angepasst werden, entsprechend ist die Karte kulturell geprägt.“

Christof Hellmis,

Leiter digitale Kartenplattform-Dienste bei HERE

Zumeist erfolgt die Datenerhebung für digitale Karten durch Auswertung von Satellitenaufnahmen und Befahrung der Strecken mit Spezialfahrzeugen, teilweise basiert sie auf Nutzerangaben. In jüngerer Zeit nimmt die Auswertung von großen

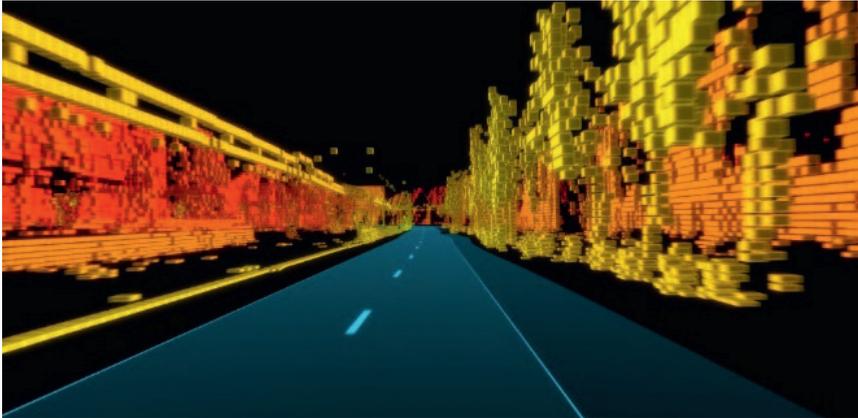


Abb. 4: TomTom RoadDNA

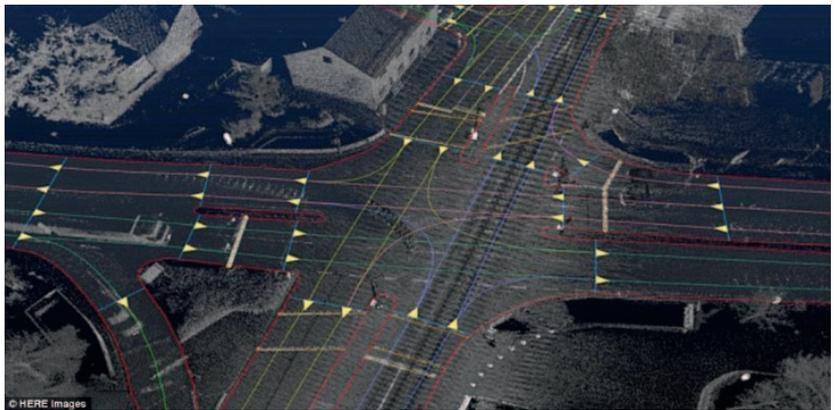


Abb. 5: Hochgenaue Karte von HERE

Datenmengen, die automatisch aus mobilen Nutzergeräten erfasst werden, einen breiteren Raum ein. Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich Informationen schneller und in einem höheren Detaillierungsgrad sammeln und mit Zusatzinformationen anreichern. Der Veröffentlichung im Hintergrund geht allerdings ein aufwändiger, zeitintensiver Prozess zur Validierung und Bereitstellung voraus.

Durch hochauflösende Karten kann der Vorausschauhorizont über die Reichweite der Sensoren hinaus ausgeweitet werden. Somit besteht die Möglichkeit, Systemgrenzen bzw. Situationen, die ein hochautomatisiertes Fahrzeug in seltenen Ausnahmen nicht perfekt beherrscht, frühzeitig zu erkennen und die Fahraufgabe rechtzeitig wieder an den Fahrer zu übergeben. Zum anderen werden Zuverlässigkeit und Qualität der Umfeldprognose, die 360°-Umfeldwahrnehmung, durch Verwendung von hochpräzisem Kartenmaterial nochmals deutlich erhöht. So lässt sich beispielsweise der exakte Verlauf der Fahrspuren einer Karte entnehmen. In der Karte hinterlegte Landmarken ma-

chen zudem die exakte Bestimmung der eigenen Fahrzeugposition möglich. Beispiele hierfür sind die Ansätze von TomTom (siehe Abbildung 4) und HERE (siehe Abbildung 5). Hochgenauen Karten kommt daher eine essenzielle Rolle zur Beherrschung der enormen Herausforderungen des hochautomatisierten Fahrens zu, weswegen sich die BMW Group unter anderem am Kartenhersteller HERE beteiligt hat.

Gegenstand aktueller Konzeptentwicklung ist die Frage, wie hoch die Dichte der in der Karte hinterlegten Informationen sein muss. Ziel der Entwicklung ist es, den optimalen Kompromiss zwischen der Qualität und Menge an Karteninformationen einerseits sowie der Anzahl und Güte der verwendeten Fahrzeugsensoren bzw. der Intelligenz der Algorithmen andererseits zu ermitteln.

Anschrift des Autors

Dipl.-Inf. Hartmut Liefke M.Sc., BMW Autonomous Driving
Campus, Landshuter Straße 26, 85716 Unterschleißheim,
Deutschland.

E-Mail: hartmut.liefke@bmw.de

Strukturierter Plan – automatisierte Datenübernahme aus PDF-Urkunden, ein weiterer Schritt zur Digitalisierung des Katasterführungsprozesses



Structured plan - automated data transfer from PDF documents, another step towards digitizing the cadastral management process

Stefan Klotz, Salzburg

Kurzfassung

Seit vielen Jahrzehnten wurde der Führungsprozess des österreichischen Katasters einer Automatisierung und Digitalisierung unterworfen. Dennoch sind für die Fortführungsarbeiten noch immer manuelle Eingaben von Daten, die bereits in anderen Systemen digital vorliegen, durch Bearbeiter notwendig. Mit der automatisierten Datenübernahme aus PDF-Urkunden soll ein weiterer Schritt gesetzt werden, der diese manuellen Tätigkeiten reduziert bzw. beseitigt.

Schlüsselwörter: PDF-Urkunde, Kataster, Digitalisierung

Abstract

For many decades, the update process of the Austrian cadastre has been subject to automation and digitization. Nevertheless manual inputs of data already digitally available in other systems executed by the staff of the cadastral offices are still part of the maintenance work. With the automated data transfer from PDF documents a further step to reduce or eliminate these manual activities is taken.

Keywords: PDF, cadastre, digitalization

1. Einleitung

Seit dem in Kraft treten des Vermessungsgesetzes 1969 durchläuft die Führung des Katasters bei Grundstücksteilungen folgenden Weg:

- Vom Vermessungsbefugten werden im Archiv des Vermessungsamtes alle relevanten Unterlagen als Vorbereitung für die örtliche Vermessung erhoben.
- Bei Grundstücken im Grundsteuerkataster wird zur geodätischen Vermessung auch eine Grenzverhandlung mit den Eigentümern der betroffenen Grenzen abgehalten.
- Mit den daraus erstellten Unterlagen wird ein Antrag auf Planbescheinigung gem. § 39 Vermessungsgesetz beim örtlich zuständigen Vermessungsamt gestellt.
- In einem Gesuch werden der bescheinigte Teilungsplan bzw. die Referenz darauf und weitere Urkunden beim zuständigen Bezirksgericht zur Verbücherung im Grundbuch eingereicht.
- Nach dem Grundbuchsbeschluss und dem Vollzug im Grundbuch wird die Änderung auch im Kataster durchgeführt.

2. Technische und organisatorische Entwicklung in der Katasterführung

Die Führung des Katasters durchläuft seit ca. 60 Jahren einen ständigen Prozess zur Digitalisierung. Im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) stand Mitte der 1950-er Jahre der Aufbau von automationsunterstützt zu verarbeitenden österreichweiten Datenbeständen mit Lochkarten als Speichermedien im Zentrum des Interesses. Es wurden Grundstücks-, Eigentümerverzeichnisse und Koordinatenverzeichnisse digitalisiert und auch elektronische Rechenverfahren zur Berechnung von Punktkoordinaten und -transformationen eingeführt oder zur Flächenberechnung eingesetzt. Ziel war die Rationalisierung der Arbeiten in den Vermessungsämtern voranzutreiben und so die manuellen Arbeitsschritte drastisch zu verringern. So schreibt Ferdinand Höllrigl im Jahr 1967 „150 Jahre Kataster – 10 Jahre Automation. Es darf wohl ohne Übertreibung gesagt werden, daß in diesen letzten zehn Jahren, der nun schon eineinhalb Jahrhunderte bestehende österreichische Grundsteuerkataster mehr Impulse bekommen hat als in der übrigen Zeit seines Bestehens.“ [1]

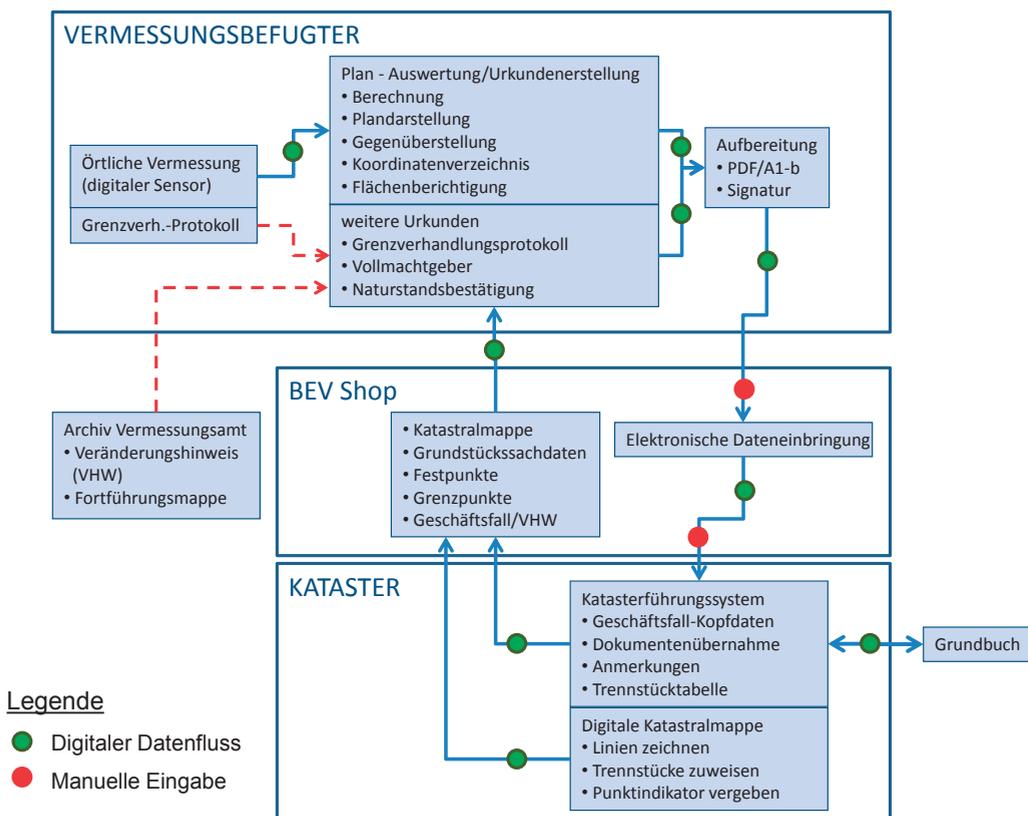


Abb. 1: Prozess und Datenfluss in der Katasterführung

Fortsetzung fanden diese Bemühungen durch die Überführung der Lochkartendatenbestände auf Magnetbänder. Diese Datenbestände bildeten dann den Ausgangsdatensatz bei der Einführung der Grundstücksdatenbank (GDB), die in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Justiz (BMJ) in den 1970-er Jahren geplant und schließlich in Betrieb genommen wurde. Der Zugriff für Dritte wurde 1987 über BTX und ab 1998 via Internet [2] eingerichtet. Diese direkten Abfragemöglichkeiten veränderten dann auch die Arbeitsweise für Notare, Rechtsanwälte, Banken, Zivilingenieure für Vermessungswesen und Behörden und es taten sich weitere ursprünglich gar nicht geplante Nutzungsmöglichkeiten der öffentlichen Bücher für Dritte auf.

Die logische Fortsetzung der Bestrebungen war die Anlegung der Digitalen Katastralmappe in den 1980-er und 1990-er Jahren.

Mit der Einrichtung und Freischaltung eines eigenen Abgabesystems (BEV Shop) auf www.bev.gv.at für eine Vielzahl von Daten aus dem Be-

reich des BEV-Vermessungswesen im Jahr 2008 wurde unter anderem die Online-Auslieferung von tagesaktuellen Katasterdaten in verschiedensten Formaten und Kombinationen mit Fachdaten wie Orthophotos ermöglicht.

Seit Mai 2012 werden die Vermessungsurkunden für die Fortführung des Katasters nicht mehr in Papierausfertigung sondern nur mehr als PDFs bei den Vermessungsämtern eingebracht und in dieser Form auch archiviert.

Von 1883 bis 2012 wurden ca. 4,2 Millionen analoge Urkunden/Dokumente erstellt, die eine mediale Lücke im digitalen Verwaltungsprozess darstellen. Daher hat das BEV beschlossen, diesen Medienbruch zu eliminieren und eine Volldigitalisierung der analogen Katasterarchive anzustreben. Nach einer Pilotphase (2013–2014) wurde das Projekt im Jahr 2015 in einen Regelbetrieb übergeführt und dann auf alle Archive der Vermessungsämter erweitert [3].

In diesen letzten 60 Jahren fanden auch eine Vielzahl von Automatisierungsschritten und tech-

nischen Neuerungen bei den geodätischen Aufnahmeverfahren und den Verarbeitungsschritten für die Erstellung von Vermessungsurkunden statt, beispielsweise durch die Entwicklung der elektronischen Entfernungs- und Richtungsmessung, der Datenspeicherung in den Vermessungsgeräten, neuer Messsensoren, des vollständigen digitalen Datenflusses und der -verarbeitung im Computer. Diese Verbesserungen führten dazu, dass ein durchgängiger Datenfluss von der Aufnahme bis zur Vermessungsurkunde gegeben ist und die Arbeiten rationeller gestaltet werden können. Auch die Genauigkeiten der Vermessungen verbesserten sich vor allen in Bezug auf absolute Koordinatenrahmen erheblich.

Durch die Vielzahl der technischen Entwicklungen und Optimierungen konnte an vielen Stellen ein vollständiger digitaler Datenfluss realisiert werden, der dazu führte, dass manuelle Tätigkeiten zur Dateneingabe an System- oder Organisationschnittstellen vielfach gänzlich beseitigt wurden. Die allgemeine Online-Verfügbarkeit der Katasterfachdaten wird in den Arbeitsprozess eingeplant und die jederzeitige Verfügbarkeit wird von den Nutzern erwartet.

3. Situation der Katasterführung im Jahr 2018 [3]

Mit der Umstellung auf die neuen Systeme zur Katasterführung (BEV) und zur Führung des Grundbuchs (BMJ) im Jahr 2012 wurde ein durchgängiger digitaler Übermittlungsweg von Vermessungsplänen von der Einreichung beim Vermessungsamt bis hin zum Grundbuch im Bezirksgericht geschaffen. Offen geblieben ist jedoch die automationsunterstützte Übernahme von Daten aus den Dokumenten; zwar werden die Urkunden in digitaler Form als Dateien geliefert, ihre Inhalte können jedoch nicht strukturiert in eine Datenbank übernommen werden und somit ist der Datenfluss unterbrochen.

Im Verfahren beim Vermessungsamt werden daher die Inhalte für den Geschäftsfall und für die Übernahme in die Katastralmappe aus dem PDF-Vermessungsplan weitgehend manuell übernommen und in das Katasterführungssystem eingegeben. Zudem werden PDF-Vermessungsplan, PDF-Protokoll und das CSV-Koordinatenverzeichnis formal und inhaltlich zueinander und gegenüber der Katastralmappe und dem Grundstücksverzeichnis auf Korrektheit und Konsistenz geprüft. Diese Prüfungen werden durch verschie-

dene Prüfwerkzeuge unterstützt, vieles muss jedoch durch visuellen Vergleich geprüft werden.

Bei der Prüfung werden Inkonsistenzen und Fehler aufgedeckt, die zu Verbesserungsaufträgen der Behörde an den Einbringer führen¹⁾. Ein Teil dieser Probleme beruht auf nicht aktuellen Ausgangsdaten in den Plänen. Eine vollautomationsunterstützte Prüfung des Planinhaltes kann bisher nicht erfolgen, da die Daten nicht in strukturierter Form automationsunterstützt aus den Dokumenten entnommen werden können.

Eine Untersuchung der Ursachen für Verbesserungsaufträge im Vermessungsamt Salzburg über einen dreimonatigen Zeitraum hat gezeigt, dass ca. 32 % der Verbesserungsaufträge einen Fehler beinhalten, der durch eine automatische Prüfung der textuellen Inhalte eines Planes (Metadaten, Gegenüberstellung und Koordinatenverzeichnis) aufgedeckt werden könnten.

Bei der bisher praktizierten Prüfung besteht z. B. die Schwierigkeit, dass das Koordinatenverzeichnis im PDF-Plan nur durch visuellen Vergleich mit dem im CSV-Format übergebenen Koordinatenverzeichnis verglichen werden kann und somit Differenzen möglicherweise unentdeckt bleiben. Vom Grundbuchsgericht wird die Urkunde PDF-Plan beschlossen und somit rechtswirksam, im Gegensatz zum CSV-Koordinatenverzeichnis, dem keine rechtliche Bedeutung in diesem Prozessschritt zukommt.

4. Strukturierter Plan – automatisierte Datenübernahme aus PDF-Urkunden [3]

Um die vollständige und durchgängige Digitalisierung des Datenflusses weiter voran zu treiben wurde im April 2016 das Projekt „Strukturierter Plan“ gestartet. Dieses hat sich folgende Ziele gesetzt:

- Es ist durch einen digitalen Datenfluss sicher zu stellen, dass alle im Plan enthaltenen Daten ident mit den Daten sind, die in den Geschäftsfall einfließen, dem Grundbuchsgericht für den Beschluss vorliegen und in Folge auch bei der Durchführung im Kataster Verwendung finden. Im geplanten Projektschritt sollen dabei die textuellen Daten des Planes strukturiert im PDF abgelegt werden und so der Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen.

1) Im Jahr 2017 musste bei 25 % der Anträge und Mitteilungen aus unterschiedlichen Gründen ein Verbesserungsauftrag erteilt werden.

- Es soll ein Weg gefunden werden, der einen hohen Grad an Automation sicherstellt und manuelle Eingriffe minimiert.
- Es soll den Vermessungsbefugten die Möglichkeit geboten werden, durch eine Vorabprüfung der Urkunden Fehler automationsunterstützt zu identifizieren und vor Antragstellung zu beseitigen. Bei der Vorprüfung muss die Urkunde noch nicht signiert sein und kann somit bei der Dokumentenerstellung als eigener Prozessschritt integriert werden. Dies führt zu einer Aufwandsverringerung auf Seite der Vermessungsbefugten und der Vermessungsämter.
- Durch die Beseitigung von „formalen“ Fehlern und den Entfall manueller Übernahmeschritte kann das Verfahren als Gesamtes beschleunigt werden.
- Der strukturierte Plan soll so konzipiert und spezifiziert werden, dass er eine offene Schnittstelle bietet und erweiterbar ist. Somit sollte er auch für andere Verfahrensbeteiligte nutzbar sein und damit z. B. bei teilungsrechtlichen Angelegenheiten die Möglichkeit bestehen Geschäftsprozesse durchgehend zu automatisieren und zu digitalisieren.
- Für die Umsetzung ist vorerst ausschließlich der textuelle Teil ohne die Grafik des Plandokumentes vorgesehen. Neben der Planurkunde, als wichtigste und umfangreichste Datenquelle, werden noch weitere Dokumente wie der Antrag, die Naturstandsbestätigung, die Flächenberichtigungsanzeige etc. mit dieser PDF-eigenen Struktur definiert.
- Der Umstieg von Anträgen/Mitteilungen mit datentechnisch unstrukturierten Dokumenten zu strukturierten soll durch einen finanziellen Anreiz unterstützt werden. Es wird diese Einbringungsart als zusätzliche Option auf www.bev.gv.at angeboten werden.

Für die Umsetzung der Anforderungen an die textuell auszulesenden Bestandteile des strukturierten PDF-Dokumentes wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Das PDF muss den Anforderungen von PDF/A-1b entsprechen und auch nach einer digitalen Signatur die definierte innere Struktur beibehalten.
- Die auszulesenden Inhalte sind in PDF Formularfeldern [4], sogenannten AcroForm Feldern, abzulegen. Die Feldbezeichnungen sind in der Spezifikation zur PDF-Strukturierung [5] definiert.
- Es müssen alle für die weitere Verarbeitung notwendigen Inhalte in den spezifizierten Feldern enthalten sein, damit die Urkunde als Strukturiertes Dokument qualifiziert wird.
- Die Festlegung, welche Felder im Dokument enthalten sein müssen bzw. können, ergibt sich aus dem Geschäftsfalltyp und den inhaltlichen Notwendigkeiten.

Mit der elektronischen Einbringung auf www.bev.gv.at ist bisher verbunden, dass zahlreiche Metadaten wie z. B. Katastralgemeindenummer, Planverfasser, Geschäftszahl des Planes, Antragsteller mit Adressfeldern etc. in einem Webformular vom Einbringer manuell einzugeben sind. Mit der Verwendung von Strukturierten Dokumenten wird bei der Einbringung nur mehr der Geschäftsfalltyp (z. B. Antrag auf Planbescheinigung oder Umwandlung in den Grenzkataster) auszuwählen sein. Damit kann ohne manuelle Datenübertragung ein durchgängiger Datenfluss vom System des Einbringers, in dem die Daten bereits erfasst vorliegen, in das Katasterführungssystem erzeugt werden. Mit der Übertragung der Dokumente erhalten in Folge der Einbringer und das Vermessungsamt einen Prüfreport, der alle Daten aus den Dokumenten auflistet. Die Prüfungen umfassen die innere Konsistenz der Dokumente und stellen die Werte aus dem Plan den im Kataster enthaltenen Werten gegenüber. Werden Widersprüche entdeckt, so werden diese als Fehlermeldungen oder Hinweise im Prüfreport bei den jeweiligen Daten ausgegeben.

Ein Beispielsplan für eine Teilung mit vier Grundstücken im Alt-Stand, drei Grundstücken im Neu-Stand (ein Grundstück wird gelöscht), vier Trennstücken und 34 Punkten im Koordinatenverzeichnis enthält 348 Formularfelder, die durch das System automatisch hinsichtlich technischer Kriterien überprüft werden.

Bei der Übernahme in das Katasterführungssystem werden sämtliche aus den übermittelten Dokumenten verfügbaren Metadaten, die Anmerkungen für das Grundstücksverzeichnis, Flächenberichtigungswerte und Trennstücke in einem halbautomatischen Prozess übernommen. Der Bearbeiter kann hierbei die zu übernehmenden Werte nicht verändern und gibt jeden Prozessschritt nach einer positiven Beurteilung frei. Bei Fehlermeldungen und Hinweisen muss er diesen nachgehen und gegebenenfalls durch manuelle Eingriffe die Prozessschrittfolge abändern oder Verbesserungsaufträge an den Einbringer erteilen.

Grenzpunkte - MGI

KG-Nr	Punkt Nr.	Ind.	y [m]	x [m]	Klass.	GFN	KZ-Code	Meldung zu Fehler/Hinweis
56517	16197		-29673.13	287882.88	n			Für den Punkt 16197 treten Koordinatendifferenzen auf, (dY=0.090)!Für den Punkt 16197 treten Koordinatendifferenzen auf, (dX=0.040)!
56517	16197	V	-29673.04	287882.84		3117/2017		
			-0.09	0.04				
56517	16198	E	-29678.13	287873.99	p			Der Indikator E des Grenzpunktes 16198 aus dem KVZ stimmt nicht mit dem Indikator aus dem Soll-Stand V überein!Für den Punkt 16198 treten Koordinatendifferenzen auf, (dY=0.150)!Für den Punkt 16198 treten Koordinatendifferenzen auf, (dX=0.270)!
56517	16198	V	-29677.98	287874.26		3117/2017		
			-0.15	-0.27				

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Prüfreport (Testdatensatz)

Durch den weitgehenden Wegfall des Vergleiches von Soll-Daten aus dem Kataster zu den Ist-Daten aus dem Plan kann in Zukunft die fachliche Beurteilung des Planes gemäß Vermessungsgesetz bzw. Vermessungsverordnung in das Zentrum der Arbeit gerückt werden.

5. Ausblick

Mit der Implementierung der automatisierten Datenübernahme aus PDF-Urkunden wird ein nächster Schritt zur vollständigen Digitalisierung des Katasterführungsprozesses gesetzt werden. Es wird der Weg der vergangenen Jahrzehnte fortgesetzt, dass manuelle Tätigkeiten im Arbeitsprozess reduziert werden und sich der Fokus weiterhin mehr in Richtung fachlicher Expertise und Prozesswissen des Bearbeiters verschiebt.

Referenzen

- [1] Höllrigl F. (1967): Kataster und Automation. In der Festschrift: 150 Jahre österreichischer Grundkataster. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 1967, S. 43-50, Wien.

- [2] Auer H., Auer G. und Sturm V. (2017): Grundbuch und Kataster – Der Weg zur Grundstücksdatenbank. In der Festschrift: In 200 Jahre Kataster: Österreichisches Kulturgut: 1817 – 2017, Österreich. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2017, S. 121-131, Wien.
- [3] Hoffmann W., Klotz St., Krieglsteiner R. und Topf G. (2017): Aktuelle Situation des Katasters in Österreich aus der Sicht der Datenverarbeitung. In der Festschrift: In 200 Jahre Kataster: Österreichisches Kulturgut: 1817 – 2017, Österreich. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2017, S. 173-187, Wien.
- [4] PDF reference: Adobe portable document format version 1.4 / Adobe Systems. Incorporated. — 3rd ed. 2001
- [5] STP Spezifikation der PDF-Strukturierung. Version 1.2.4, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2018, Wien, URL: http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/STARTSEITE/STRUKTURIERTER_PLAN/STP_PDF_SPEZIFIKATION_V1.2.4_SWHERST.PDF (23. April 2018)

Anschrift des Autors

Dipl.-Ing. Stefan Klotz, BEV – Vermessungsamt Salzburg, Georg-Wagner-Gasse 8, 5020 Salzburg.

E-Mail: Stefan.Klotz@bev.gv.at



Flächenhaftes Monitoring an einer Freiformbrücke der Koralmbahn

Claudius Schmitt, Wien

Kurzfassung

„Die „Luftbrücke“ der neuen Koralmbahn“, so beschrieb der Standard am 20.12.2017 das neue Bauverfahren, welches an der TU Wien entwickelt und während der Bauphase geodätisch überwacht wurde.

Der Forschungsbereich Ingenieurgeodäsie an der TU Wien wurde während des Bauprozesses, der so genannten Wildbrücke (Objektgröße: $53 \times 48,2 \times 8,4$ m), mit der mess- und auswertetechnischen Begleitung betraut. Dabei lautet die gestellte Hauptanforderung: Entwicklung eines redundanten und autarken Monitoringsystems, das flächenhafte Veränderungen der Geometrie während der einzelnen Bauphasen detektiert und ein geometrisches Ist-Modell auf Basis einer Freiformfläche für statische Berechnungen zur Verfügung stellt.

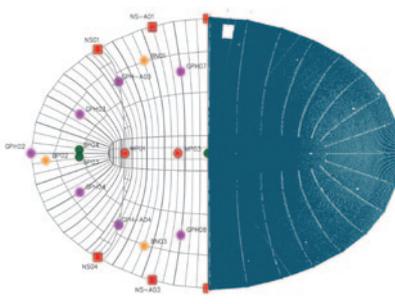


Abb. 1: Wildbrücke während der Bauphase mit Betonmantel (links), Auszug aus der Prismen- und Punktwolkenkonstellation der Wildbrücke (rechts)

Für die Erstellung des Überwachungskonzeptes wurde der Bauprozess in drei Bereiche unterteilt. Dabei bilden die vorbereitenden Maßnahmen mit der Realisierung des Grundlagentzernetzes als zentrale Komponente den ersten Bereich. Der zweite Bereich umfasst die Festinstallation des Monitoringsystems und die Durchführung kontinuierlicher Überwachungsmessungen am

Objekt. Der dritte Bereich enthält die Nachbereitung, Kontrollmessungen und weiterführende Einzelmesskampagnen. Alle drei Bereiche basieren auf dem gleichen Koordinatenrahmen, um die Vergleichbarkeit der erfassten Objektzustände zu gewährleisten.

Die ingenieurgeodätischen Tätigkeiten umfassten klassische punktbezogene, sowie neuere flächenhafte Verfahren, beispielhaft dargestellt in Abbildung 1. Dabei liegt der Schwerpunkt dieses Beitrags auf den flächenhaften Mess- und Auswerteverfahren. Diese Verfahren gliedern sich in die flächenhafte Aufnahme der IST-Geometrie durch eine Punktwolke und darauf aufbauend die Auswertung in Form einer Objektapproximation durch eine Freiformfläche. Anschließend ist der nahtlose Übergang von der approximierten Fläche zur Verwendung in der strukturmechanischen Berechnung sicher zu stellen. Hierfür kamen methodische Entwicklungen aus dem Forschungsschwerpunkt „Flächenhafte Ansätze in der Ingenieurgeodäsie“ des Forschungsbereiches zum Einsatz. Die punktbezogenen Verfahren kamen in der Grundlagenvermessung eines geodätischen Netzes und in der Validierung der Ergebnisse des flächenhaften Ansatzes zum Einsatz. Durch die Integration der flächenhaften und punktbezogenen Verfahren, konnten flächenhafte Verformung nicht nur in Normalenrichtung der approximierten Fläche, sondern auch die in der Fläche selbst untersucht werden. Erste Ergebnisse werden dazu im Beitrag vorgestellt.

Ein weiterer Aspekt betrifft das realisierte Monitoringsystem. Das eingesetzte Messequipment muss die Umsetzung der beiden genannten Verfahren unterstützen. Somit fiel die Wahl auf eine scannende Totalstation zur Erzeugung der Punktwolke und auf zwei weitere Tachymeter für die punktuellen Messungen. Bedingt durch den Bauprozess war ein mehrwöchiger Zugang zu dem Messequipment nicht möglich, jedoch die Bereitstellung der geometrischen Information für die Fortführung der Bauarbeiten zwingend erforderlich. Aus diesem Grunde wurden nicht nur die messenden Systeme sondern auch die Ansteuerungseinheit und die Energieversorgung redundant ausgelegt. Die Steuerung erfolgte über zwei Mini-PCs direkt vor Ort mit Fernzugriff. Die Stromversorgung aller Komponenten erfolgte ausfallsicher mit einer Basisspannung von 12V. Dadurch konnte eine autarke Versorgung für mindestens einen Messzyklus von sieben Stunden gewährleistet werden. Die Zuverlässigkeit bildet damit eine wesentliche Charakteristik des realisierten Systems.

Anschrift des Vortragenden

Univ.-Ass. Claudius Schmitt MSc., Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Gußhausstraße 27-29/E120.5, 1040 Wien.
E-Mail: claudius.schmitt@geo.tuwien.ac.at



Interdisziplinäre Analyse von Geländemodellen zur Auffindung von historischen Bergbauspuren

Gerald Hiebel, Innsbruck

Kurzfassung

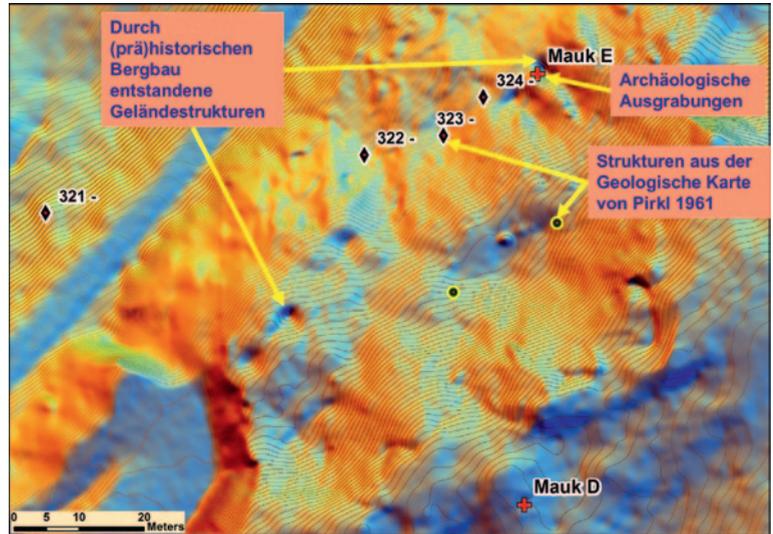
Das an der Universität Innsbruck eingerichtete Forschungszentrum „History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas – Impact on Environment and Human Societies“ (HiMAT) beschäftigt sich seit 2006 mit der Erforschung der Bergbaugeschichte in den Ostalpen von der Urgeschichte bis in die Neuzeit. Die hier vorgestellte Arbeit hat die Lokalisierung, Identifikation und Interpretation von prähistorischen Bergbauspuren in den Regionen Schwaz/Brixlegg, Kitzbühel und angrenzenden Gebieten zum Ziel.

Die zur Anwendung kommende Methode zielt auf eine Integration bestehender

archäologischer und geologischer Quellen ab, die mit Hilfe der Analyse hochauflösender Geländemodelle zur Wiederentdeckung unbekannter oder vergessener prähistorischer Bergbauspuren in der Landschaft führen soll. Informationen über archäologische Prospektionen und Ausgrabungen, die Bergbaurelevanz haben, wurden aus der archäologischen Literatur, sowie von Prospektions- und Ausgrabungsberichten der verschiedenen Projekte des erwähnten Forschungszentrums erfasst. Geologische Prospektionen bilden ebenfalls eine der grundlegenden Quellen für Informationen zu Strukturen, die durch Bergbau entstanden sind. Der Geologe Herwig Pirkl hat 1961 die Bergbaulandschaft Schwaz/Brixlegg in einer erstaunlichen Genauigkeit aufgenommen und die Beschreibung der geologischen und Oberflächenstrukturen in einem Werk mit drei geologischen Karten im Maßstab 1:10000 dargestellt. Durch die Anwendung einer Ontologie aus dem Kulturgutbereich können diese Datenbestände gemeinsam mit Forschungsergebnissen aus der Botanik, Dendrochronologie, Geschichte oder auch Sprachwissenschaft konzeptionell integriert und in einer Netzwerkstruktur abgebildet werden.

Aus diesem Netzwerk werden relevante Informationen über Geoinformationssysteme in ihrem geomorphologischen Kontext visualisiert und analysiert. Zuerst wird eine visuelle Aufbereitung der Geländemodelle durchgeführt um eine Erkennung von Bergbauspuren in der Landschaft zu ermöglichen. Dann werden die aus der Netzwerkstruktur extrahierten Daten darübergerlegt um die Zusammenhänge zwischen interdisziplinär bereits bestehenden Informationen und der Geländemorphologie zu vergleichen. Eine derzeit laufende Dissertation am Arbeitsbereich Vermessung und Geoinformation wird gemeinsam mit den Innsbrucker Archäologen diesen Ansatz heranziehen, um geomorphologische und Distanzindikatoren zur (teil-) automatischen Analyse von Geländemodellen mit semantisch integrierten Daten zu entwickeln. Die in diesen Auswertungen identifizierten Geländestrukturen werden dann über archäologische Prospektionen in der Natur auf ihre Relevanz für die prähistorische Bergbauforschung überprüft. Damit wird eine Validierung der Methode durchgeführt und es werden neue potentielle Grabungsplätze für das Forschungszentrum HiMAT identifiziert. Die Validierung im Feld soll auch eine iterative Verbesserung der geomorphologischen und Distanzindikatoren ermöglichen.

Der vorgestellte Ansatz kombiniert innovative Informationsintegrationsmethoden mit modernsten geodätischen Datenbeständen um bei der Beantwortung entscheidender kulturgeschichtlicher Fragestellungen einen Beitrag zu liefern.



Anschrift des Vortragenden

Dr. Gerald Hiebel, Universität Innsbruck, Arbeitsbereich für Vermessung und GEOinformation, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck.

E-Mail: gerald.hiebel@uibk.ac.at



Gewässervermessung mittels aktiver und passiver Fernerkundungsverfahren

Gottfried Mandlbürger, Stuttgart

Kurzfassung

Die Erfassung von stehenden und fließenden Gewässern ist von großer ökonomischer, ökologischer und sozialer Bedeutung. Vor allem im Licht des Klimawandels kommt dem Monitoring von Gewässern in qualitativer und quantitativer Hinsicht heute große Bedeutung zu. Im Europäischen Kontext spiegelt sich dies in Form dreier Richtlinien (Wasserrahmenrichtlinie, Hochwasserrichtlinie, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) wider, welche allesamt eine Zustandserfassung in periodischen Abständen vorschreiben. Ein Beitrag zur Erfüllung dieser transnationalen Anforderungen ist die wiederholte Erfassung der Gewässertopographie als Grundlage für Hochwasserschutz, Wasserwirtschaft, Hydrobiologie, etc. Dies setzt den Einsatz effizienter und zuverlässiger Erfassungsmethoden voraus.

In diesem Beitrag werden aktive und passive Fernerkundungsverfahren beleuchtet, die für den Einsatz in der Hydrographie in Frage kommen. Während Sonarvermessung (Echolot) den Standard für die Aufnahme der Unterwasser-Topographie tiefer Gewässer darstellt, eignen sich luftgestützte optische Fernerkundungsverfahren vor allem für die Erfassung seichter Gewässer mit relativ klarem Wasser. Dabei kommen im wesentlichen drei Ansätze zum Einsatz:

- (i) Tiefenbestimmung aus multi-spektralen Bildern,
- (ii) Mehr-Medien-Photogrammetrie und
- (iii) Laserbathymetrie.

Während der multi-spektrale Ansatz, bei dem ein Zusammenhang zwischen radiometrischer Bildinformation (d. h. Farbe) und Tiefe hergestellt und anhand von Referenzdaten kalibriert wird, lediglich die Abschätzung von Gewässertiefen ermöglicht, eignen sich die beiden anderen Verfahren zur simultanen und nahtlosen Erfassung des Gewässer- und Vorlandbereiches.

Im ersten Abschnitt werden die Prinzipien der hydrographischen Fernerkundungsverfahren und die entsprechenden Datenverarbeitungsmethoden erläutert. Darauf aufbauend werden Ergebnisse von konkreten Datenerfassungen an Küstengewässer, Bergseen, Fließgewässern und Teiche präsentiert und analysiert. Besonderes Augenmerk liegt dabei auch auf potenziellen Synergien, die sich durch Fusion von simultan erfassten Scan- und Bilddaten ergeben. Letzteres ist Gegenstand des aktuellen DFG Forschungsprojektes „Bathymetrievermessung durch Fusion von Flugzeuglaserscanning und multispektralen Luftbildern“ an der Universität Stuttgart.

Anschrift des Vortragenden

Dr. Gottfried Mandlbürger, Universität Stuttgart, Institut für Photogrammetrie, Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart, Deutschland; bzw. Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien.

E-Mail: gottfried.mandlbuerger@ifp.uni-stuttgart.de,
Gottfried.Mandlbuerger@geo.tuwien.ac.at



Das Erdbeobachtungsprogramm der ESA

Wolfgang Rathgeber, Frascati

Kurzfassung

Der Vortrag stellt das ESA-Erdbeobachtungsprogramm vor, das sich in drei Hauptkomponenten gliedert:

- Die *Earth Explorer*-Missionen bilden das Wissenschafts- und Forschungselement des *Living Planet* Programmes der ESA und dienen als Technologiedemonstratoren. Die entsprechenden Missionen nehmen die Atmosphäre, die Biosphäre, die Hydrosphäre, die Kryosphäre und das Erdinnere ins Visier. Sie untersuchen Wechselwirkungen zwischen diesen Bereichen und den Einfluss menschlichen Handelns auf zugehörige Prozesse.
- Die *Sentinel*-Missionen liefern im Kontext des EU-geführten Copernicus-Programmes exakte, verzugslose, langfristige und ununterbrochene Informationen für Zwecke der Umweltbeobachtung, der zivilen Sicherheit und des Umganges mit dem Klimawandel.
- Die meteorologischen Missionen unterstützen die Wettervorhersage und sind das etablierteste Anwendungsfeld der Erdbeobachtung. Der Fortschritt der Vorhersagegenauigkeit beruht größtenteils auf von Satelliten bereit gestellten Daten. Die *Climate Change Initiative* der ESA beobachtet essentielle Klimavariablen und erstellt damit eine Langzeitserie elementarer geophysikalischer Parameter.

Die entsprechenden Aktivitäten werden im Verbund mit nationalen und internationalen sowie öffentlichen und kommerziellen Akteuren verfolgt. Eine besondere Rolle spielen dabei aus rechtlichen Vorgaben und politischen Prioritäten resultierende Verpflichtungen.

Anschrift des Vortragenden

Dr. Wolfgang Rathgeber, ESA - European Space Agency, Strategy, Programme & Coordination Office, Directorate of Earth Observation Programmes, Largo G. Galilei 1, 00044 Frascati (RM), Italy.

E-Mail: wolfgang.rathgeber@esa.int



Die Satellitenmissionen GRACE und GRACE-FO Von der Satellitenbahn zur Hochwasservorhersage

Norbert Zehentner, Graz

Kurzfassung

Die Vermessung des Erdschwerefeldes hat sich in den letzten Jahren zu einem zentralen Baustein in der Beobachtung unseres Planeten und dessen Veränderungen entwickelt. Vor allem die Daten der Satellitenmission Gravity Field And Climate Experiment (GRACE) bieten eine hervorragende Möglichkeit die zeitlich variablen Prozesse des Systems Erde zu beobachten. Die Fortsetzung der wichtigen Beobachtungszeitreihe wird durch den Start der Nachfolgemission GRACE follow-on garantiert sein. Auf Basis der GRACE Daten ist es möglich monatliche oder sogar tägliche Abbilder des Erdschwerefeldes zu erzeugen und die Veränderungen darin zu untersuchen. Wichtige klimarelevante Prozesse, wie beispielsweise das Abschmelzen der Eiskappen oder die jahreszeitlichen Schwankungen im Wasserkreislauf, lassen sich durch Beobachtung des Schwerefeldes quantifizieren und in weiterer Folge besser verstehen.

Die Arbeitsgruppe theoretische Geodäsie und Satellitengeodäsie am Institut für Geodäsie der TU Graz beschäftigt sich mit der kompletten Prozessierungskette von den Rohdaten bis zu den fertigen Schwerefeldlösungen. Die dazu verwendeten und entwickelten Methoden und Algorithmen sind in einer eigens dafür entwickelten Software umgesetzt. Die Aufgaben reichen dabei von der Bestimmung von GPS Orbits bis zur genauen Analyse des Rauschverhaltens der GRACE Instrumente. Dadurch sind wir in der Lage konsistent prozessierte Lösungen von höchster Qualität zu liefern. Durch Verwendung eines Kalman-Filter Ansatzes sind wir als weltweit einzige Institution in der Lage neben monatlichen auch tägliche Schwerefeldlösungen zu berechnen.

Im Rahmen dieses Beitrags wird die gesamte Prozessierungskette von den rohen Beobachtungsdaten bis hin zu den fertigen Lösungen vorgestellt. Der Ablauf umfasst die Berechnung von GPS Orbits, darauf aufbauend die Erzeugung von kinematischen Orbits der Satelliten, die Verarbeitung von Sternkameradaten und Winkelbeschleunigungen, die Schätzung von monatlichen und täglichen Schwerefeldern auf Basis der K-Band Beobachtungen und anschließend deren Validierung. Die einzelnen Schritte werden anhand von Beispielen veranschaulicht. Schlussendlich wird exemplarisch gezeigt welche Möglichkeiten die Beobachtung von zeitlichen Variationen im Schwerefeld bietet, etwa bei der Hochwasservorhersage in größeren Flussbecken oder bei der Analyse von Dürreperioden.

Anschrift des Vortragenden

Dipl.-Ing. Dr.-techn. Norbert Zehentner, Technische Universität Graz, Institut für Geodäsie, Steyrergasse 30/III, 8010 Graz.
E-Mail: zehentner@tugraz.at



Eye-Tracking für Navigation

Ioannis Giannopoulos, Wien



Kurzfassung

Die menschliche Navigation besteht aus mehreren Prozessen, z.B. aus dem Prozess der Selbst-Lokalisierung, die jeweils korrekt durchgeführt werden muss, um an das gewünschte Ziel zu gelangen. Die Menschen wenden die unterschiedlichsten Strategien an, um diese Prozesse korrekt und effizient durchzuführen. Je nach angewandter Strategie kann das Endergebnis anders aussehen. Um diese Strategien zu identifizieren und zu verstehen, werden mehrere Sensoren in der Forschung eingesetzt, die uns erlauben, diese Prozesse näher zu beobachten. Die Eye-Tracking Technologie erlaubt uns zu erkennen, wo und wie lange jemand auf bestimmte räumliche Objekte schaut, deren Betrachtung eventuell in den Entscheidungsprozess hineinfließt. Im Falle der gestützten Navigation kann durch diese Technologie auch erkannt werden, wann digitale Hilfsmittel benutzt werden und welche Informationen am häufigsten angeschaut werden. Neben der Erforschung des menschlichen Verhaltens durch Eye-Tracking, kann diese Technologie auch weiter zur Untersuchung neuartiger Interaktionsmethoden eingesetzt werden, um effiziente Assistenzsysteme für Navigation zu entwickeln.

Ein sehr bekanntes Problem der gestützten Navigation ist die Umleitung der visuellen Aufmerksamkeit des Nutzers von der Umgebung zum Bildschirm des Assistenzsystems. Mittels einer Kombination von Eye-Tracking Technologie und Sensoren zur Positionierung sind wir heute in der Lage, blickbasierte Navigation zu ermöglichen, die es den Menschen erlaubt, ihre Aufmerksamkeit der Umgebung zu widmen, ohne die Notwendigkeit, Navigationsinstruktionen von einem Bildschirm abzulesen oder durch Audio zu empfangen.

Anschrift des Vortragenden

Univ.Prof. Dr. Ioannis Giannopoulos, Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien.

E-Mail: igiannopoulos@geo.tuwien.ac.at



Bodenbewegung aus der Sicht der Geologie und Geostatistik

Ground movements as from the point of geology and geostatistics

Robert Marschallinger, Seekirchen

Kurzfassung

Boden- oder Massenbewegungen sind natürliche, durch die Schwerkraft induzierte und hangabwärts verlaufende Umlagerungen von Böden, Locker- und Festgesteinen. Bei der interdisziplinären Bearbeitung von Massenbewegungen spielt die Geostatistik eine wichtige Rolle zur Erstellung von 3D-Modellen des geologischen Substrats, bei der Optimierung des geodätischen Messprogrammes und bei der Homogenisierung der Daten aus verschiedenen Messverfahren. Der folgende Text soll einen Abriss der Anwendung geostatistischer Verfahren zur Verschiebungsmodellierung bei Massenbewegungen geben.

Schlüsselwörter: Massenbewegung, Geostatistik

Abstract

Mass movements are gravitationally induced rearrangements of soil, soft- and hard-rock. In the interdisciplinary handling of mass movements, geostatistics plays an important role at establishing geological 3D models, at optimizing displacement monitoring and at homogenizing data from diverse displacement sensors. This paper aims at giving an introduction to the use of geostatistical methods for modeling displacements in the context of mass movements.

Keywords: Mass movement, geostatistics

1. Massenbewegungen

Aus geologischer Sicht sind Bodenbewegungen dem Begriff *Massenbewegungen* unterzuordnen. Als Massenbewegungen werden natürliche Prozesse bezeichnet, bei denen schwerkraftbedingte Verlagerungen von Locker- bzw. Festgesteinen stattfinden – Massenbewegungen entstehen durch episodische oder permanente Veränderung des statischen Grenzgleichgewichts an Hängen oder Böschungen. Letztendlich sind Massenbewegungen eine natürliche Begleiterscheinung des Auf- und Abbauzyklus von Gebirgen, deren teils drastische Auswirkungen auf den menschlichen Lebensraum durch steigenden Siedlungsdruck und den Klimawandel immer deutlicher sichtbar werden. Es existiert bislang keine international gültige Klassifikation von Massenbewegungen. Ein weithin akzeptierter Vorschlag der UNESCO teilt Massenbewegungsprozesse nach den Verschiebungsgeschwindigkeiten in Kriechen, Gleiten/Rutschen, Fließen, Fallen/Stürzen und komplexe Prozesse ein.

Kriechen: mm pro Jahr bis mm pro Tag. Langfristige, nicht beschleunigende Bewegung, bruchlose Deformation des Substrats. Beispiele sind Bodenkriechen, Schuttkriechen oder Blockkriechen.

Gleiten und Rutschen: mm pro Jahr bis m pro Stunde. Bewegung läuft innerhalb dünner Scherzonen im Substrat ab. Beispiele sind Felsgleiten und Bodenrutschen.

Fließen: m pro Sekunde. Substrat hat hohen Wasseranteil. Beispiele sind Schlamm- oder Erdströme und Muren.

Fallen/Stürzen: mehr als 20 m pro Sekunde. Substrat verliert inneren Zusammenhalt. Beispiele sind Bergstürze, Felsstürze und Steinfall.

Komplex: Geschwindigkeit variabel, Kombination obiger Prozesstypen. Beispiele sind Talzuschübe oder Sackungen.

2. Geostatistik und Verschiebungsdaten

2.1 Grundlagen

Geostatistik ist eine mathematische Theorie und eine Sammlung von Algorithmen zur Analyse, stochastischen Modellierung und Simulation von räumlichen und raum-zeitlichen Daten in 2D, 3D und 2D+t. Stochastisch bedeutet im hiesigen Kontext die Einbeziehung von messtechnisch und geostatistisch-verfahrenstechnisch bedingtem „Rauschen“ in die Modellierung bzw. Simulation. Die Geostatistik liefert neben den Modellierungsergebnissen (z. B. xyz-Verschiebungskomponente

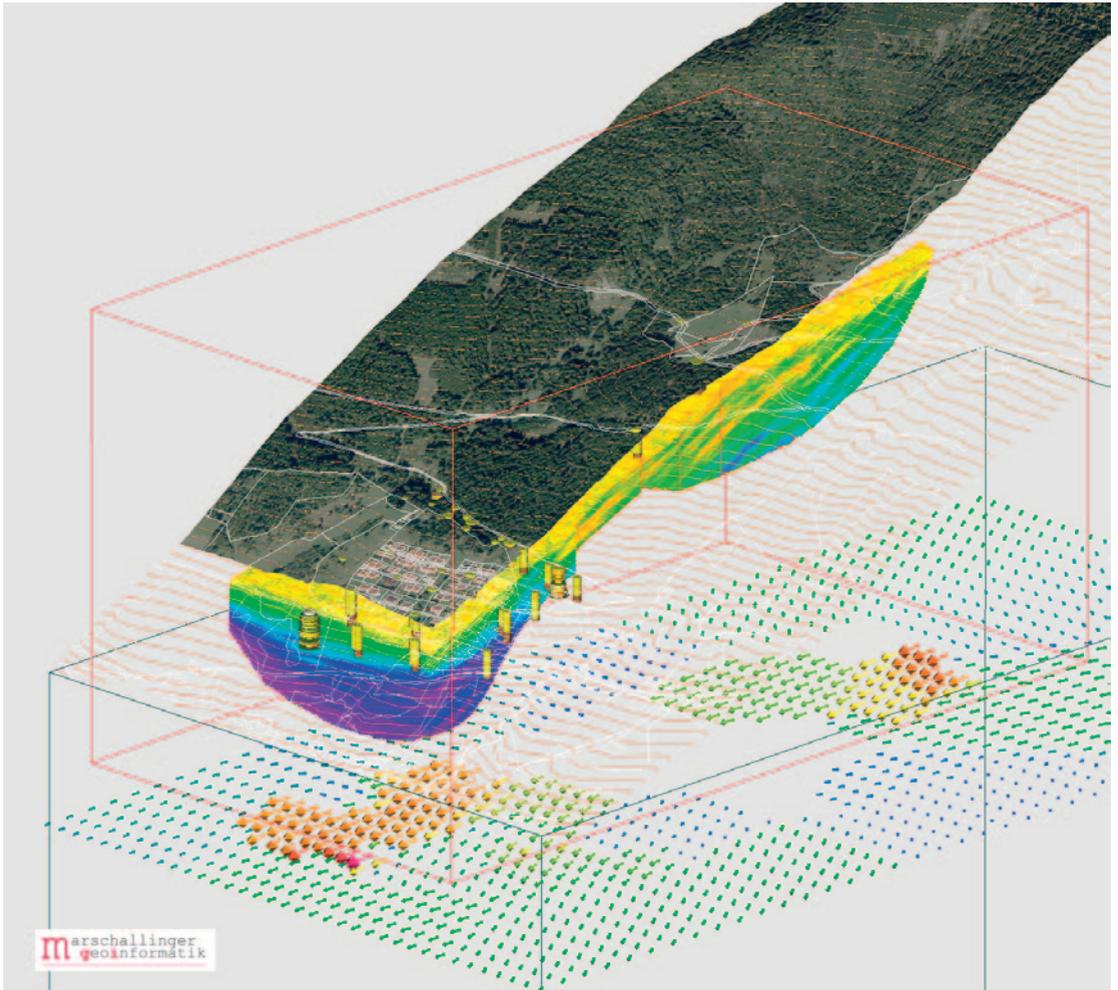


Abb.1: Integration geologischer und geodätischer Daten. Ansicht eines interaktiven geologischen 3D-Modells und kinematischen 2D+t-Modells der Massenbewegung Kerschbaumsiedlung/Tirol. Orthofoto mit abgedecktem 3D-Modell des geologischen Substrats und Kernbohrungen. Rote Bounding Box: Geostatistisches Voxelmmodell der Refraktions-Seismikgeschwindigkeiten. Graue Bounding Box: Geostatistisches Raum-Zeit Voxelmodell der Gesamtverschiebungen mit an spezifizierbarem Datum extrahierten Bewegungsvektoren.

an nicht gemessenen Stellen) auch immer die assoziierte Modellgenauigkeit. Eine Schlüsselkomponente klassischer Geostatistik ist das Variogramm, mit dem räumliche oder raum-zeitliche Anisotropien quantifiziert werden können. Das empirische Variogramm berechnet sich wie folgt:

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{2n(\mathbf{h})} \cdot \sum_{i=1}^n ((z(\mathbf{x}_i) - z(\mathbf{x}_i + \mathbf{h}))^2) \quad (1)$$

Gleichung 1: $z(\mathbf{x})$ Wert der Variable z mit beliebiger Verortung \mathbf{x} , (hier z.B.: 3D Messlokation mit $z =$ z.B. Verschiebungsbetrag, Geländehöhe, etc.); \mathbf{h} 3D Distanz von Messpunkten (Einheiten z.B.: Meter); $n(\mathbf{h})$ Anzahl der Messpunktpaare $[z(\mathbf{x}), z(\mathbf{x} + \mathbf{h})]$ innerhalb Distanzklasse \mathbf{h} ; $\gamma(\mathbf{h})$ empirischer Variogrammwert für Distanz \mathbf{h} .

Berechnet man – beispielsweise für eine Massenbewegung - mehrere empirische Variogramme der Verschiebung in unterschiedliche Richtungen (z. B.: N-S, E-W, NE-SW, NW-SE), dann können die räumlichen Anisotropien des bewegten Bereiches quantifiziert werden.

Abbildung 2 zeigt empirische Variogramme der Bewegungsmessungen im Auslaufbereich der Gschlifgrabenrutschung (Horizontalkomponente). Das Variogramm in ENE-WSW Richtung – also in Richtung der Bewegungen – zeigt für die Horizontalkomponente deutlich größere Reichweite und geringere Varianz als das Variogramm in NNW-SSE Richtung. Im gegebenen Kontext ermögli-

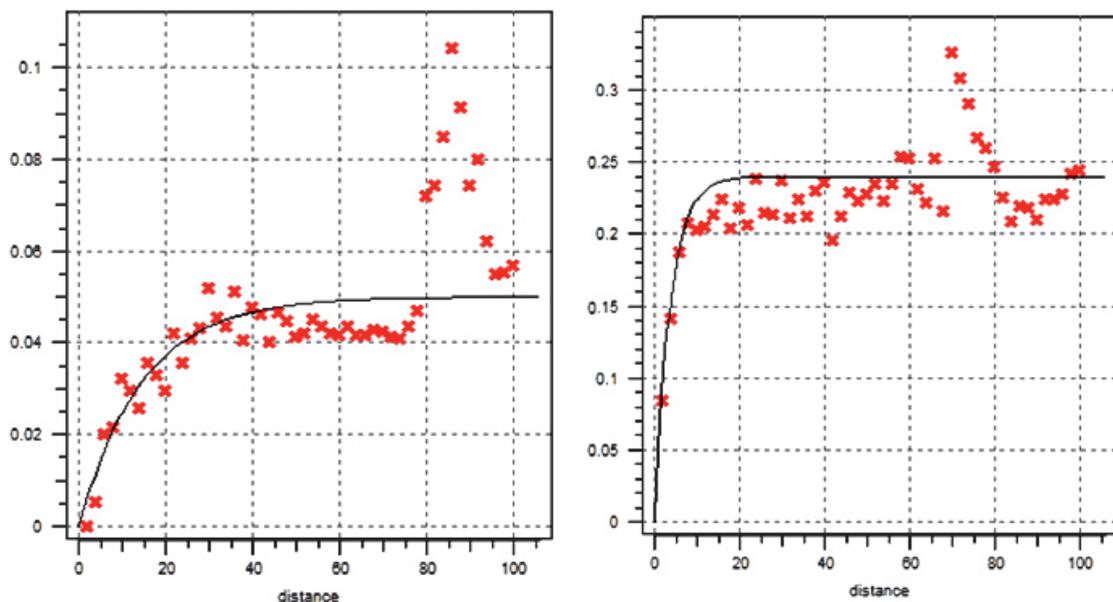


Abb.2: Empirische Variogramme (rote Kreuzsignatur) und angepasste Modellfunktionen (exponentielles Modell, schwarze Linien) in ENE-WSW Richtung (links) und NNW-SSE Richtung (rechts). Horizontalkomponente der Verschiebung, Gschlifgraben-Rutschung.

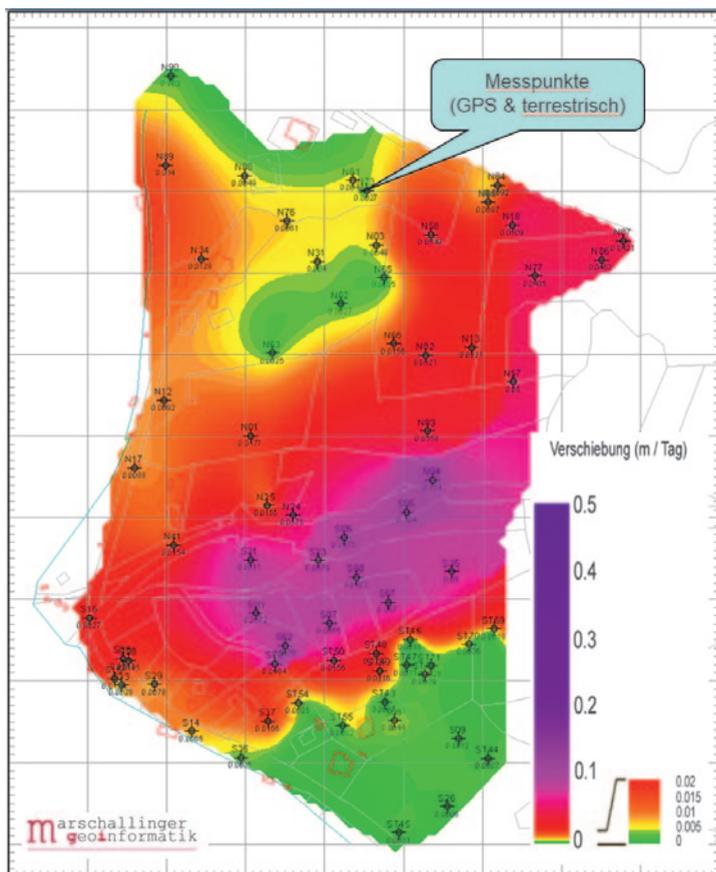


Abb.3: Geostatistische Modellierung der Horizontalverschiebung dx_y/Tag , Gschlifgraben-Rutschung. Siehe Text.

chen empirische Variogramme eine nachvollziehbare Lageoptimierung von Messpunkten und - über Variogramm-Modellfunktionen (vgl. Abbildung 2) – die Einbeziehung der Variogramm-Information in die geostatistische Modellierung oder Simulation.

In Abbildung 3 zeigt das Ergebnis geostatistischer Modellierung der Horizontalkomponente $dx/y/Tag$ für den Auslaufbereich der Gschlifgraben-Rutschung. Aus den Eingangsdaten – Tachymeterdaten und GPS-Messungen – wurde mit geostatistischem Kriging (Universal Kriging Algorithmus) die flächige Verteilung der horizontalen Bewegungsmagnitude berechnet. Die in den Variogrammen (Abbildung 2) dargestellte Anisotropie bildet sich auch im Kriging-Modell deutlich ab.

2.2 Datenintegration und Homogenisierung

Zur Dokumentation der Verschiebungen bei Massenbewegungen kommen im einzelnen Projekt häufig unterschiedliche Datenerfassungsmethoden zum Einsatz – beispielsweise manuelle oder automatisch registrierende, Punktdaten liefernde Geräte wie z. B. Tachymeter, Totalstationen oder GPS-Empfänger bzw. Rasterdaten liefernde Verfahren wie terrestrische/airborne Laserscanner, Bildflüge (Drohnen) zur Erstellung von Orthobildern

bzw. terrestrische, airborne oder satellitenbasierte Radarverfahren. Die erwähnten Methoden liefern räumliche Daten mit unterschiedlicher Genauigkeit bzw. in variabler räumlicher und zeitlicher Auflösung. Im Kontext von Massenbewegungen kommt der Geostatistik eine Integrations- und Homogenisierungsrolle zu: es müssen ja Daten mit unterschiedlicher Erfassungsgenauigkeit und variabler räumlicher und zeitlicher Auflösung in einem konsistenten Bewegungsmodell abgebildet werden. Hier kommt die Raum-Zeit Geostatistik (2D+t) zum Einsatz, welche die Zeit auf die Z-Koordinate abbildet.

Als Bezugsrahmen dient ein Raum-Zeit Prisma, in dem oberflächenbezogene Zeitreihendaten abgebildet und dann geostatistisch homogenisiert werden können. Abbildung 4 zeigt das Raum-Zeit Prisma für die Horizontalkomponente der Gschlifgraben-Rutschung. X und Y Koordinatenachsen beziehen sich auf Rechts- und Hochwert in Metern, die Z-Koordinate bildet die Zeit ab, hier in Tagen seit Beobachtungsbeginn. In Abbildung 4 sind die Vermessungsdaten raum-zeitlich richtig dargestellt und farbzoniert (m/Tag). Mehr oder weniger stabile Messpunkte bilden sich als mehr oder weniger senkrechte graue oder blaue

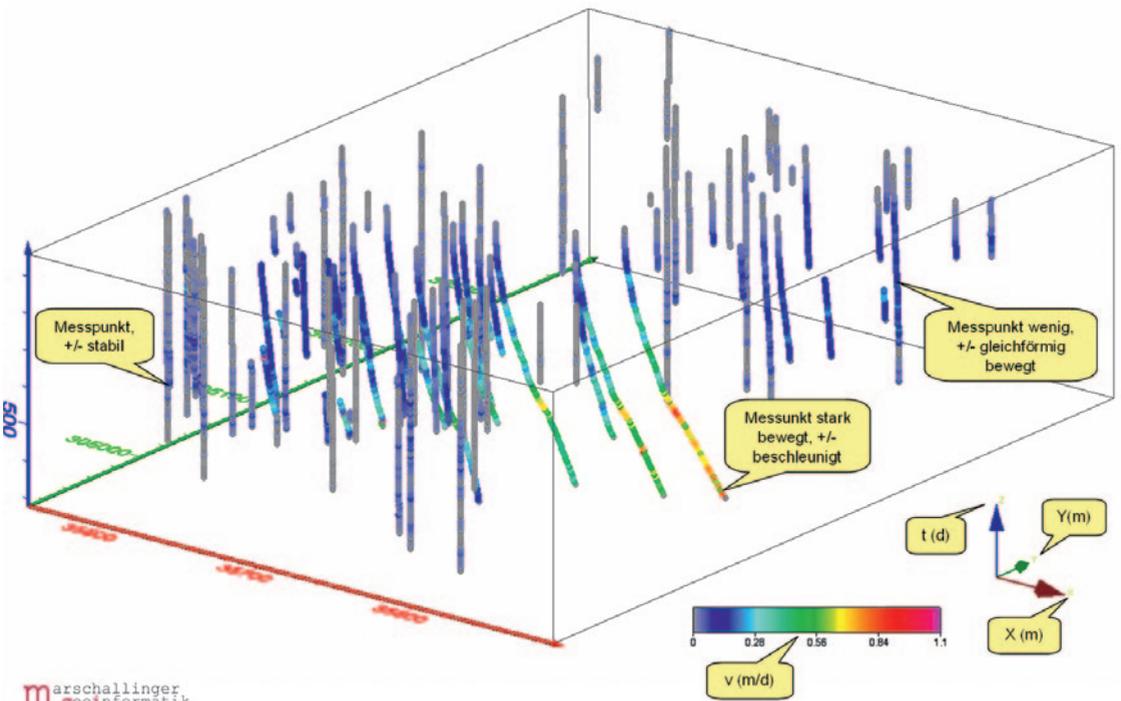


Abb.4: Raum-Zeit Prisma mit Horizontalverschiebungen dx/y (m/Tag) aus Tachymeter- und GPS Punktmessungen, Gschlifgraben-Rutschung. Siehe Text.

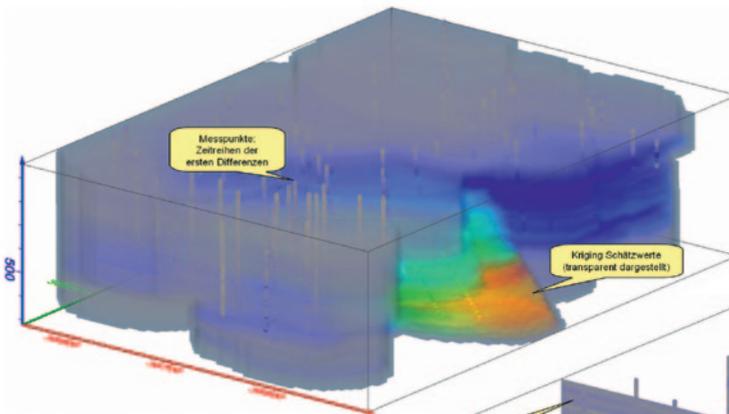
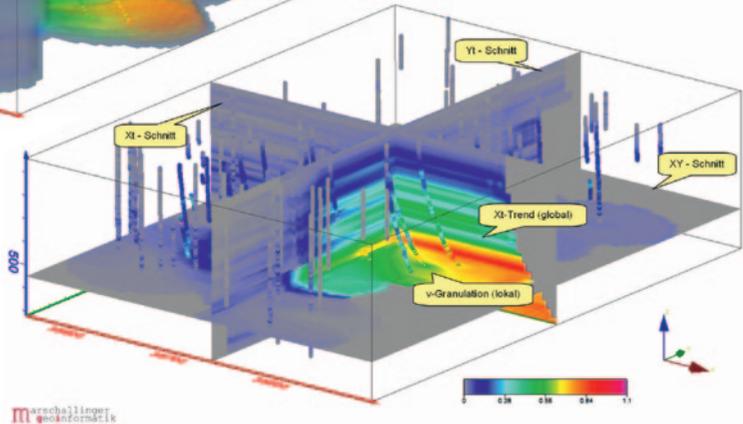


Abb.5: Voxelmodell mit Kriging-Ergebnissen, Verschiebungen m/Tag , Gschlifegraben-Rutschung. Siehe Text.

Abb.6: Schnitte durch das Voxelmodell in Abbildung 4, Verschiebungen m/Tag , Gschlifegraben-Rutschung. Siehe Text.



Linien ab. Stärker bewegte Vermessungspunkte werden entsprechend des zeitlichen Verlaufes der Magnitude in Bewegungsrichtung verkrümmt und in hellblauer bis roter Farbe abgebildet. Nachdem das Variogramm des Raum-Zeit Bezuges mit unterschiedlichen Datenniveaus arbeiten muss (Meter in xy -, Tage in z -Richtung), kommt hier ein Raum-Zeit Variogramm zum Einsatz. Mit 3D-Kriging können dann die Ergebnisse unterschiedlicher Messverfahren im Raum-Zeit Prisma homogenisiert werden.

Durch 3D-Kriging oder geostatistische 3D-Simulation entsteht ein Voxelmodell, das eine synthetische Raum-Zeitreihe in den euklidischen (x,y,z) Raum abbildet. Diese ist nun unabhängig von räumlicher Lage und zeitlicher Einordnung („Epoche“) der Messdaten und auch von der Lage- und Messwert Auflösung der verschiedenen Messverfahren. Jedes Voxel beinhaltet neben dem Modellwert (Abbildung 5: xy -Verschiebung pro Tag) auch die lokale Modellgenauigkeit. Das Voxelmodell kann nun sehr flexibel weiter verarbeitet werden (Abbildung 6). Beispielsweise können für Massenbilanz-Szenarien Subvolumina mit definierbarer Verschiebungsgeschwindigkeit isoliert werden. Zur Verdeutlichung des Bewegungsablaufes einer Rutschung können aus dem

Voxelmodell xy -Schnitte in definierten Inkrementen extrahiert werden, die dann direkt als *frames* in eine Animation einfließen.

2.3 Zusammenfassung

Die klassische Geostatistik bietet einen flexiblen Rahmen für Analyse, Modellierung und Simulation von Geodäsie-Daten im Zusammenhang mit verschiedenen Typen von Massenbewegungen. Die Variografie ermöglicht durch die quantitative Erfassung der Anisotropien im Bewegungsbild eine räumliche und zeitliche Optimierung der Datenerfassung. Geostatistische Modellierung und Simulation sind die Basis für die Erstellung homogener, synthetischer Zeitreihen der Verschiebungen, die - im Gegensatz zu deterministischen Verfahren - neben den Schätzwerten auch deren Standardabweichungen beinhalten.

Allgemeine Informationen zu Massenbewegungen, Geologische Bundesanstalt:

https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/service/webapplikation/allgemeine_info_mass_end_h.pdf

Anschrift des Autors

Univ.DoZ. Dr. Robert Marschallinger, Marschallinger Geoinformatik, Fischtagging 87, 5201 Seekirchen.

E-Mail: office@marschallinger.eu



Detektion von Verdachtsflächen für Oberflächenbewegungen basierend auf differentieller SAR Interferometrie

Detection of potential areas of surface motion based on differential SAR interferometry

Karlheinz Gutjahr, Graz

Kurzfassung

Erdbeben und Bodensenkungen sind verbreitete Georisiken in Europa. Methoden der differentiellen SAR-Interferometrie sind gut geeignete Verfahren, um einen kontinuierlichen, homogenen und großflächigen Überwachungsdienst in Bezug auf Oberflächenbewegungen bereitzustellen. Im aktuellen Beitrag wird dieses Potential für ein ausgewähltes Testgebiet näher durchleuchtet. Die erzielten Ergebnisse und erstellten Produkte werden durch Vergleich mit verfügbaren Referenzdaten validiert. Zuletzt wird ein Ausblick auf die Nutzung aktueller Sentinel-1 Daten über Österreich gegeben.

Schlüsselwörter: Differentielle SAR Interferometrie, Oberflächenbewegungen, Sentinel-1

Abstract

Landslides and land subsidence are widespread geohazards in Europe. Differential SAR interferometry techniques are well suited methods to provide a continuous, homogeneous and large-area monitoring service with respect to ground surface motion. In this paper this potential is analysed for a selected test site. The achieved results as well as generated products are validated by comparison to available reference data. Finally, an outlook on the use of current Sentinel-1 data over Austria is given.

Keywords: Differential SAR Interferometry, Ground motion, Sentinel-1

1. Einleitung

Erdbeben sind eine der am weitesten verbreiteten Georisiken in Europa, die auch für erhebliche soziale und wirtschaftliche Auswirkungen verantwortlich sind. Bodensenkungen können allmählich über viele Jahre auftreten und die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft und der Wirtschaft ernsthaft beeinträchtigen.

Mittlerweile wird zunehmend anerkannt, dass Techniken der differentiellen SAR-Interferometrie (DInSAR) gut geeignete Verfahren sind, um einen kontinuierlichen, homogenen und großflächigen Überwachungsdienst in Bezug auf Oberflächenbewegungen bereitzustellen. Dies zeigt etwa die Empfehlung der Österreichischen Geodätischen Kommission zum § 15 der VermV 2016 betreffend Gebiete mit Bodenbewegungen (ÖGK, 2017), oder auch viele gegenwärtige sowie zukünftige nationale und supranationale Initiativen zur Einrichtung von Bodenbewegungsdiensten auf der Grundlage dieser Techniken.

Aus dieser Motivation wird in diesem Beitrag zuerst die Methodik der differentiellen SAR-Interferometrie kurz zusammengefasst und anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels mögliche Ergebnisse veranschaulicht. Um auch in Hinblick auf die zu erwartenden Genauigkeiten

eine Aussage zu treffen, werden den Ergebnissen Nivellement-Daten gegenübergestellt. Zuletzt wird ein Ausblick auf die Nutzung aktueller Sentinel-1 Daten über Österreich gegeben.

2. Methodik

2.1 Radar und synthetisches Apertur Radar

Das Akronym Radar steht für *Radio Detection And Ranging* und beschreibt schon unglaublich geschickt das Messprinzip eines solchen Sensors. Wie in Abbildung 1 skizziert wird von einer Antenne (hier auf einem Satelliten montiert) ein Signal im Mikrowellenbereich des elektromagnetischen Spektrums ausgesandt (*radio*). Dieselbe Antenne empfängt den vom Objekt rückgestrahlten Anteil dieses Signals und misst nun die Stärke (*detection*), die Laufzeit und die Phasenlage der Rückstreuung (*ranging*).

Das synthetische Apertur Radar (SAR) nutzt die kohärenten Eigenschaften des Signals und erlaubt durch die zeitliche Integration der Rückstreuung eine signifikante Auflösungsverbesserung in Flugrichtung (Azimut). Tatsächlich kürzt sich durch dieses Verfahren die Entfernungsabhängigkeit der Auflösung in Azimut heraus und egal ob man ein boden-, flugzeug- oder satellitengestütztes SAR

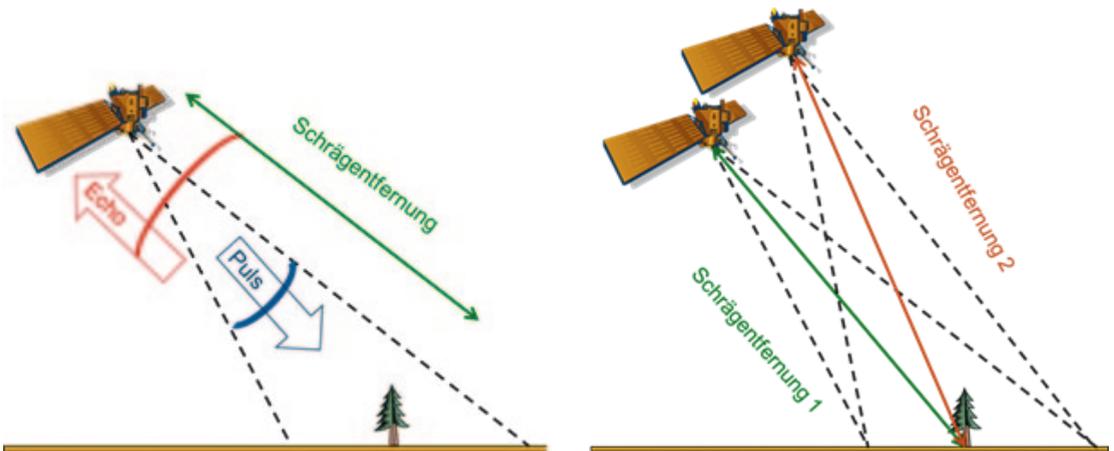


Abb. 1: Aufnahmeprinzip Radar/SAR (links) und differentielle SAR Interferometrie (rechts)

betrachtet, ist die Azimutauflösung immer ungefähr gleich der halben physikalischen Antennenlänge.

2.2 Differentielle SAR Interferometrie

Die differentielle SAR Interferometrie benötigt analog der klassischen Stereomessung zumindest zwei Aufnahmen desselben Gebietes der (Erd-) Oberfläche (siehe auch Abbildung 1). Diese Aufnahmen können wie im Fall der *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) oder der *Tandem-X Mission* simultan erfolgen, während ERS-1/2, Envisat oder jetzt Sentinel-1A/B diese zwei Szenen zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufnehmen. Dadurch ergeben sich einerseits räumliche Basislinien, welche geometrische Unterschiede in den Szenen verursachen und bei nicht simultaner Akquisition zeitliche Basislinien, welche temporale Veränderungen implizieren.

In einem komplexen Verfahren (sowohl im mathematischen als auch im übertragenen Sinn) wird

aus diesen beiden Szenen ein Interferogramm generiert, dessen (interferometrische) Phase nun der Entfernungsdifferenz entspricht. Ein 2π -Zyklus der Phase entspricht der Wellenlänge (z. B. ~ 5.6 cm im C-Band), d. h. einer Entfernungsdifferenz von ~ 2.8 cm. Das zeigt schon die enorme Sensitivität dieser Methode, wobei die verschiedenen Einflüsse auf die Entfernungsdifferenz in Gleichung (1) zusammengefasst sind:

$$\varphi = \varphi_{ell} + \varphi_{topo} + \varphi_{disp} + \varphi_{atm} + \varphi_{proc} + \varphi_{noise} \quad (1)$$

Dabei ist φ die gemessene (interferometrische) Phase, φ_{ell} die Aufnahmegeometrie-bedingte Phase, φ_{topo} der Phasenanteil der Topographie und φ_{disp} der Phasenanteil durch Veränderung der Oberfläche. Dazu kommt noch die Laufzeitveränderung des Signals durch die Atmosphäre und Ionosphäre φ_{atm} , Phasenanteile durch die Prozessierung φ_{proc} und unvermeidliches Signalrauschen φ_{noise} .

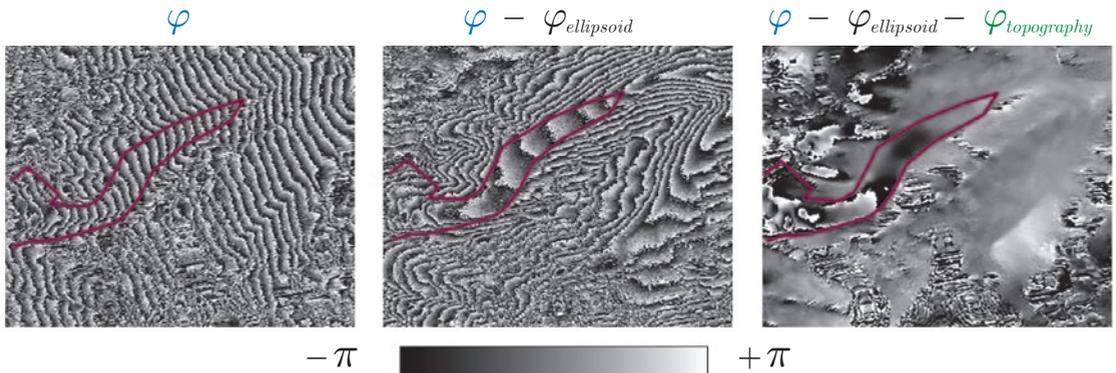


Abb. 2: Differentielle SAR Interferometrie am Beispiel von ERS Tandem Daten vom 14./15. Februar 1996 im Bereich des Hintereisferners/Tirol. Links: Gemessene interferometrische Phase, Mitte: Nach Abzug der Aufnahmegeometrie-bedingten Phase, Rechts: Nach Abzug der Topographie-bedingten Phase.

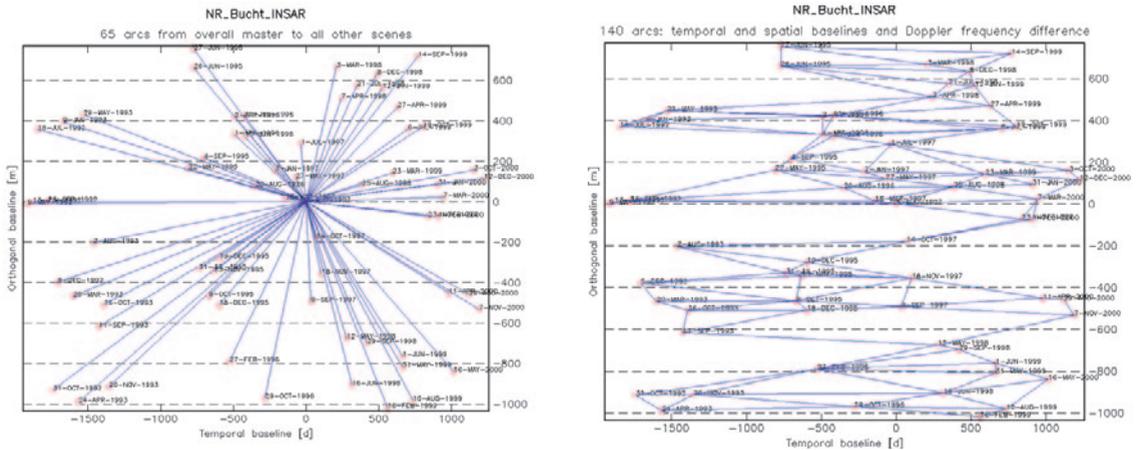


Abb. 3: Darstellung der zeitlich / räumlichen Baselinien der verwendeten Interferogramme für die ERS-1/2 Zeitreihe des Testgebietes „Niederrheinische Bucht“. Links: PSI. Rechts: SBAS.

In Abbildung 2 wird anhand des Hintereisferners in Tirol gezeigt, wie aus der interferometrischen Phase durch Subtraktion bekannter Phasenanteile (daher der Zusatz *differentielle* Interferometrie) jener Anteil, welcher durch Veränderungen der Erdoberfläche induziert wird, extrahiert werden kann.

2.3 Zeitreihenanalyse

Um die Jahrtausendwende wurde begonnen, die langen Zeitreihen der ERS-1/2 Daten zu analysieren, um speziell die verbleibenden Phasenanteile in Gleichung (1) (Atmosphäre, Prozessierung und Rauschen) besser modellieren zu können. Im Wesentlichen haben sich zwei Methoden etabliert – *Permanent Scatterer SAR Interferometry* (PSI) von Ferretti et al., 2001 und *Small Baseline*

Differential SAR Interferometry (SBAS) von Berardino et al., 2002. Einen guten Überblick über die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden bzw. deren unzähligen Weiterentwicklungen geben z. B. Osmanoğlu et al., 2016 oder Sousa et al., 2011. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist die Art, wie Interferogramme ausgewählt und dann ausgewertet werden. Während PSI eine zentrale Szene auswählt und damit eine sternförmige Struktur in der zeitlich / räumlichen Baseliniedarstellung der Interferogramme forciert, wählt SBAS keine zentrale Szene, sondern, wie der Name schon andeutet, ein Netz aus möglichst kurzen Baselinien. Abbildung 3 stellt diesen Sachverhalt für die ERS-1/2 Zeitreihe der Niederrheinischen Bucht dar.

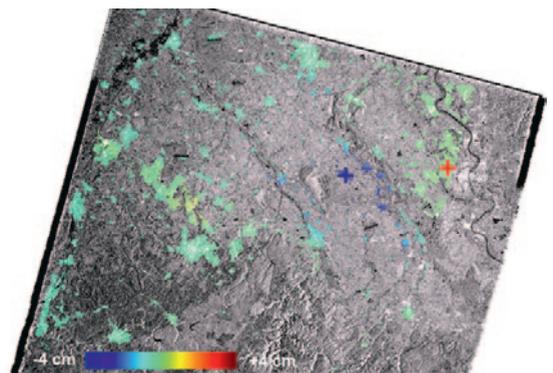
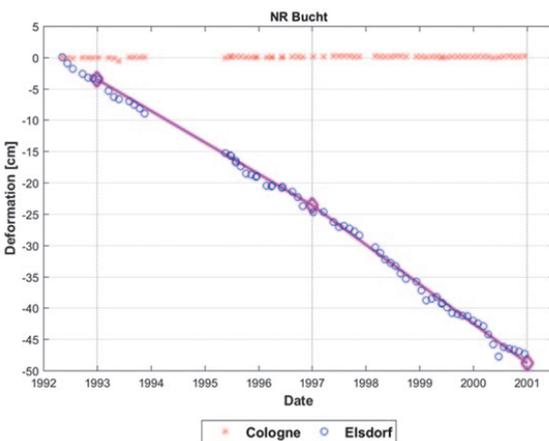


Abb. 4: SBAS Auswertung für die ERS-1/2 Zeitreihe des Testgebietes „Niederrheinische Bucht“. Links: Typischer Verlauf für einen stabilen und einen bewegten Punkt. Rechts: Mittlere Jahresgeschwindigkeiten.

3. Ergebnisse und Validierung

3.1 ERS-1/2 Zeitreihe für das Testgebiet „Niederrheinische Bucht“

Das Testgebiet „Niederrheinische Bucht“ erstreckt sich in West-Ost-Richtung ungefähr von Aachen bis Köln und in Nord-Südrichtung von Mönchengladbach bis Trier in Deutschland. Die europäischen Radarsatelliten ERS-1 und ERS-2 lieferten von 1992 bis zu Beginn 2000 als das ESR-2 PRARE System ausfiel, mehr oder minder kontinuierlich Daten. Insgesamt wurden 71 Szenen von diesem Zeitraum verwendet. Das Testgebiet wurde u. a. deshalb gewählt, weil es eines der aktivsten Kohlebergbauggebiete Europas beinhaltet. Nicht nur der Kohleabbau selbst bedingt hier Setzungserscheinungen, sondern auch das Absenken des

Grundwasserspiegels. Letzteres führt aber in anderen Teilen des Testgebietes zu Hebungen, da hier stillgelegte Minen mit dem abgepumpten Grundwasser gefüllt werden. Beide Effekte sind im Ergebnis der SBAS Auswertung in Abbildung 4 zu sehen. Weiter zeigt diese Abbildung den typischen Verlauf für einen stabilen Punkt im Stadtgebiet von Köln und einen bewegten Punkt in Elsdorf. Für den bewegten Punkt sind auch noch die drei relevanten Nivellement-Messungen (siehe nächsten Abschnitt) eingezeichnet.

3.2 Validierung

Im Testgebiet „Niederrheinische Bucht“ werden alle vier Jahre umfangreiche Nivellementdaten erhoben. Mit gewissen Einschränkungen können diese Nivellements als Referenz für die Ergebnis-

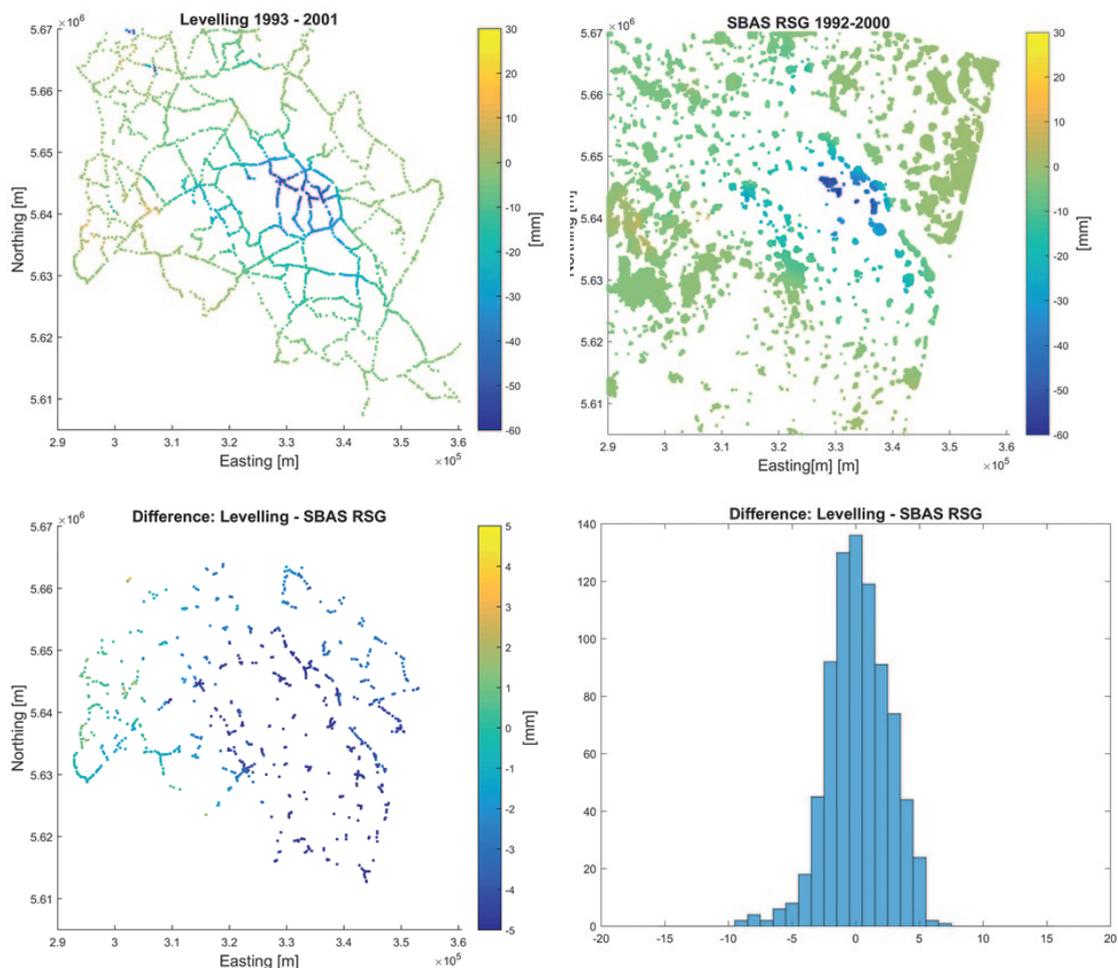


Abb. 5: Validierung für die ERS-1/2 Zeitreihe des Testgebietes „Niederrheinische Bucht“. Oben: Mittlere Jahresgeschwindigkeiten in [mm]. Links: Aus Nivellement. Rechts: SBAS Auswertung. Unten: Differenz Nivellement- SBAS Auswertung. Links: Flächenhafte Darstellung. Rechts: Histogramm der Differenzen.

se der Zeitreihenanalyse dienen. Die Einschränkungen ergeben sich aus dem Umstand, dass Nivellementmessungen punkthafte Information liefern, während eine SBAS Auswertung eine mittlere Information für eine Fläche von hier ungefähr $80 \times 80 \text{ m}^2$ darstellt. In Abbildung 5 sind die Ergebnisse der Validierung zusammengefasst. Wie im Histogramm ersichtlich, liegt der Großteil der Differenzen „Nivellement minus SBAS“ im Bereich von $\pm 5 \text{ mm}$ pro Jahr.

4. Sentinel-1 für Österreich

4.1 Sentinel-1

Mit dem Start der Sentinel-1 Mission im Jahr 2014 als Teil des europäischen Copernicus Programmes, stehen wieder kontinuierliche SAR Daten für die vorgestellte Zeitreihenanalyse zur Verfügung. Während Aufnahmeparameter wie Wellenlänge und Auflösung mit ERS-1/2 vergleichbar sind, unterscheidet sich der Aufnahmemodus von Sentinel-1 doch deutlich von allen bisherigen SAR Missionen. Der sogenannte TOPS Modus (*Topographic mapping by Progressive Scans*, beschrieben in De Zan und Monti Guarnieri, 2006) vereinigt die Vorteile des ScanSAR Modus (Abdeckung und Streifenbreite) mit denen des Spotlight Modus (Auflösung). Neben den umfangreichen, notwendigen Erweiterungen in der Zeitreihenanalyse und extrem erhöhten Anforderungen z.B. an die Koregistrierungsgenauigkeit stellen hohe Doppler-Frequenzverschiebungen und unterschiedliche Beleuchtungsrichtungen in den Burst Überlappungen neue Anforderungen an die differentielle interferometrische Analyse von TOPS Daten.

Sentinel-1 stellt auch eine neue Dimension in der Prozessierung von Fernerkundungsdaten dar, wie ein kleines Rechenbeispiel für die Datenmenge für Österreich zeigen soll. Wie in Abbildung 6 ersichtlich ist Österreich in aufsteigender und ab-

steigender Orbitrichtung mit 5 Orbits abgedeckt, wobei pro Orbit ungefähr 2.5 Szenen anfallen. Das macht bei 8 GB pro Szene und dem momentanen Wiederholzyklus von 6 Tagen pro Jahr eine Datenmenge von 12.2 TB nur für die Eingangsdaten. In der Zeitreihenanalyse selbst müssen dann unzählige Derivate und Kombinationen aus diesen Daten gerechnet werden, wodurch sich die Datenmenge noch vervielfacht.

4.2 Kohärenzanalyse

In einem ersten Schritt wurde die Anwendbarkeit der vorgestellten Zeitreihenanalyse für Österreich exemplarisch untersucht. Dazu wurde die sogenannte Kohärenz über die ungefähr ersten beiden Jahre des Sentinel-1A betrachtet. Die Kohärenz ist ein Ähnlichkeitsmaß zwischen den beiden Szenen, welche ein Interferogramm bilden, und somit auch ein Qualitätskriterium der interferometrischen Phase. Abbildung 7 zeigt nun den Prozentsatz zuverlässiger Interferogramme für zwei ausgewählte Orbits (siehe auch Gutjahr und Leopold, 2017).

Offensichtlich ist der hohe Prozentsatz zuverlässiger Interferogramme für verbaute bzw. urbane und offene Flächen, während im inneralpinen und hier v. a. im bewaldeten Bereich die Kohärenz drastisch abfällt. Die angeführten Prozentsätze sind natürlich nur als erster Richtwert zu verstehen, da sich durch den Start des Sentinel-1B Satelliten seit 2017 die Wiederholrate verdoppelt hat und damit mehr zeitlich kohärente Interferogramme existieren. Außerdem müssten alle Orbits der aufsteigenden und absteigenden Orbitrichtung analysiert werden, was aufgrund der schon angesprochenen Datenproblematik bis jetzt noch nicht möglich war.

Detailanalysen im österreichischen Testgebiet „Mattersburg“ zeigen aber bereits jetzt, dass die Sentinel-1 Kohärenzwerte sehr gut mit Kohärenzwerten höher auflösender TerraSAR-X Daten

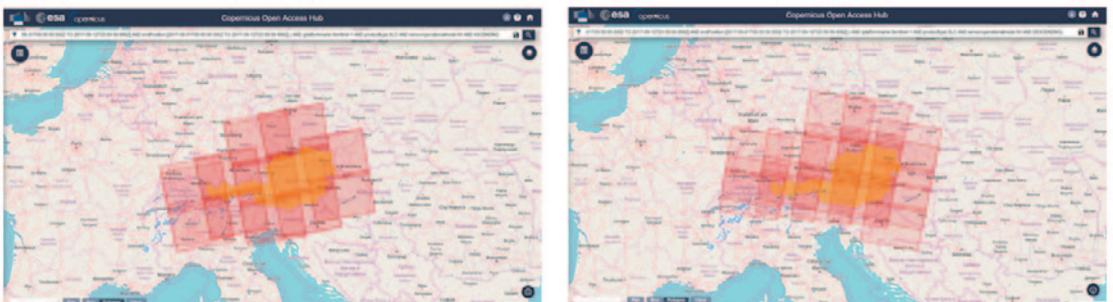


Abb. 6: Sentinel-1 Abdeckung für Österreich. Links: Aufsteigender Orbit. Rechts: Absteigender Orbit.

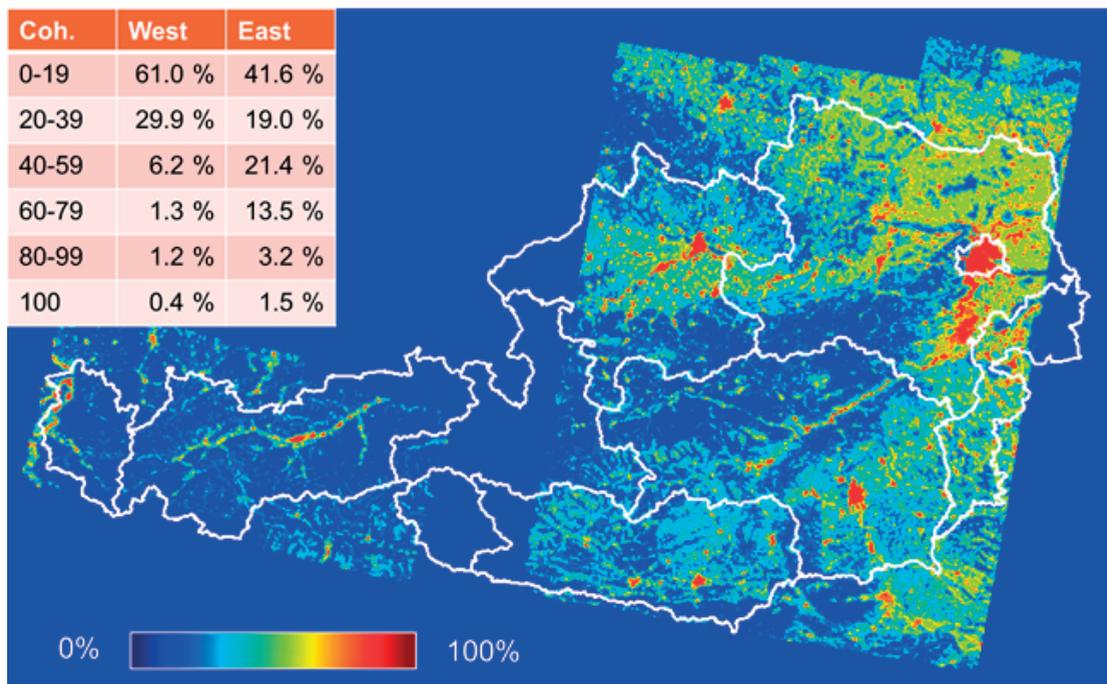


Abb. 7: Sentinel-1A Kohärenzanalyse für Österreich

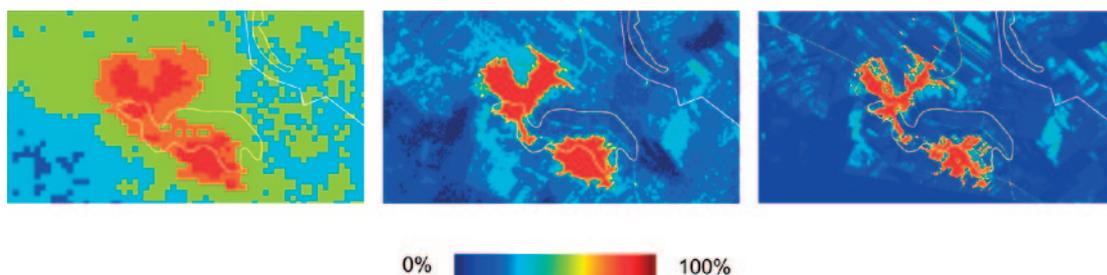


Abb. 8: Vergleichende Kohärenzanalyse für das Testgebiet „Mattersburg“. Links: Sentinel-1 TOPS Modus. Mitte: TerraSAR-X Stripmap Modus. Rechts: TerraSAR-X Staring Spotlight Modus.

übereinstimmen (siehe Abbildung 8). Die prozessierte Pixelauflösung beträgt hier für Sentinel-1 $80 \times 80 \text{ m}^2$, für die TerraSAR-X Stripmap Daten $12 \times 12 \text{ m}^2$ und für die die TerraSAR-X Staring Spotlight Daten $4 \times 4 \text{ m}^2$.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag beschreibt die Detektion von Verdachtsflächen für Oberflächenbewegungen basierend auf der Methode der differentiellen SAR Interferometrie. Ausgehend vom Aufnahmeprinzip von Radar/SAR über die differentielle Analyse der interferometrischen Phase bis zur eigentlichen Zeitreihenanalyse wird dabei die grundsätzliche Methodik skizziert.

Anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels in der Niederrheinischen Bucht werden mögliche Ergebnisse einer differentiellen, interferometrischen Zeitreihenanalyse dargestellt und anhand von Nivellement-Daten validiert. Bei vergleichbarer Genauigkeit mit Abweichungen im Bereich von $\pm 5 \text{ mm}$ pro Jahr kann durch die Nutzung der Satellitendaten eine wesentlich dichtere sowohl räumliche, als auch zeitliche Auflösung erzielt werden.

Die Anwendung dieser Methode unter Nutzung der aktuellen Sentinel-1 Daten für Österreich kann bereits anhand der vorgestellten Kohärenzanalyse grob abgeschätzt werden. Der TOPS-Aufnahmemodus der Sentinel-1 Daten, sowie die Daten-

menge machen neue Ansätze in der beschriebenen Zeitreihenanalyse notwendig.

Auf europäischer Ebene wird derzeit versucht, einen Copernicus-Service aufzusetzen, der ebenfalls basierend auf Sentinel-1 Daten und der beschriebenen Zeitreihenanalyse Bodenbewegungen kartieren soll. Parallel dazu gibt es eine nationale Initiative, die durch methodische Weiterentwicklungen und v. a. durch Einbindung potenzieller österreichischer Nutzer auf die speziellen Bedürfnisse Österreichs eingehen wird.

Danksagung

Die präsentierten Ergebnisse sind Teil bereits abgeschlossener, laufender und aktuell beginnender Projekte im Rahmen des Austrian Space Applications Program (ASAP) unter Förderung der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Die ERS-1/2 Daten wurden von der ESA im Rahmen eines Principal Investigator Antrages bzw. seit 2017 frei zur Verfügung gestellt. Ein spezieller Dank gilt Geobasis NRW für die Bereitstellung der Nivellement-Daten und dem Institut für Geodäsie und Geoinformation der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn für die Auswertung der Nivellement-Daten.

Referenzen

- [1] ÖGK. Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Bodenbewegungen und Grenzkataster“, 2017. Dokumente unter: <http://www.oegk-geodesy.at/projekte.html> zuletzt aufgerufen am 9.4.2018

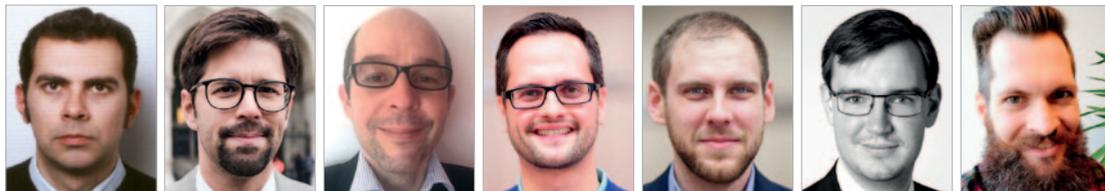
- [2] Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2001, 39, 8-20
- [3] Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2002, 40, 2375- 2383
- [4] Osmanoğlu, B.; Sunar, F.; Wdowinski, S. & Cabral-Cano, E. Time series analysis of InSAR data: Methods and trends *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Elsevier BV, 2016, 115, 90-102
- [5] Sousa, J. J.; Hooper, A. J.; Hanssen, R. F.; Bastos, L. C. & Ruiz, A. M. Persistent Scatterer InSAR: A comparison of methodologies based on a model of temporal deformation vs. spatial correlation selection criteria *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115, 2652 – 2663
- [6] De Zan, F. & A. Monti Guarnieri. 2006. TOPSAR: Terrain observation by progressive scans. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44(9), 2352–2360
- [7] Gutjahr, K. & Leopold, Ph. Two Years of Sentinel-1 Observations over Austria Poster presentation, FRINGE 2017 Workshop, Aalto University, Helsinki, 2017

Anschrift des Autors

Dr. Karlheinz Gutjahr, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Informations- und Kommunikationstechnologien, Steyrergasse 17, A-8010 Graz.
E-Mail: karlheinz.gutjahr@joanneum.at

Wien gibt Raum: Vom Konzept einer innovativen Verwaltung des öffentlichen Raums zum Mobile Mapping einer Großstadt

The program „Wien gibt Raum“ and the related concept for an innovative management of a major city's public space using a large scale mobile mapping campaign



Markus Strondl, David Vadar, Stefan Dürauer, Lothar Eysn, Johannes Falkner, Timon Jakli und Armin Oblin, Wien

Kurzfassung

Im Zuge des Programmes „Wien gibt Raum“ organisiert der Magistrat der Stadt Wien die Zuständigkeiten für die Genehmigung und Verwaltung von Objekten im öffentlichen Raum neu. Eine wichtige Grundlage dafür ist die vermessungstechnische Erfassung der bestehenden Objekte im öffentlichen Raum durch eine Mobile Mapping Kampagne, die durch die MA 41 – Stadtvermessung Wien durchgeführt wird. Dabei wird das gesamte Wiener Stadtgebiet mittels Vermessungsfahrzeugen auf einer Befahrungslänge von etwa 4.200 km erfasst. Die daraus gewonnenen Daten werden georeferenziert, anonymisiert und den Dienststellen des Magistrats der Stadt Wien in einem webbasierten Bilddatendienst zur Verfügung gestellt. Die Daten werden in weiterer Folge für virtuelle Ortsaugenscheine und zur Erstellung von stadtmöblierungsspezifischen GIS-Layern verwendet. Mit der Einbindung dieser Daten in eine umfassende Softwarelösung wird die Nutzung des öffentlichen Raumes für die Bevölkerung sowie Unternehmen erleichtert.

Schlüsselwörter: Magistrat der Stadt Wien, MA 41 – Stadtvermessung, Wien gibt Raum, Mobile Mapping, Kappazunder, Stadtmöblierung, Ortsaugenschein, iNovitas AG

Abstract

With the program „Wien gibt Raum“ (Vienna provides space) the Vienna City Administration reorganises official responsibilities for managing public space and authorising structures and activities in public space. An important basis for this process is surveying the existing objects in public space through a mobile mapping campaign, which is carried out by MA 41 – Stadtvermessung Wien. The entire city of Vienna is surveyed by means of surveying vehicles on a journey length of about 4,200 km. The data obtained then is geo-referenced, anonymised and made available to the departments of the Vienna City Administration in a web-based image data viewer. The data will subsequently be used for virtual on-site inspections and for the creation of city furniture-specific GIS layers. The data and images are fed into a software that allows the City of Vienna to make using public space simpler for everyone, benefiting both the local population and businesses.

Keywords: Vienna City Administration, MA 41 – Stadtvermessung, Wien gibt Raum, mobile mapping, Kappazunder, city furniture, virtual on-site inspection, iNovitas AG

1. Einleitung

Der öffentliche Raum ist das Aushängeschild einer modernen Stadt. In ihm spielt sich ein wichtiger Teil des Alltagslebens der Bewohnerinnen und Bewohner ab und er bildet für Besucherinnen und Besucher einen wesentlichen Teil der „Atmosphäre“ einer Stadt. Im öffentlichen Raum treten aber auch die unterschiedlichsten Interessen und Bedürfnisse in Konkurrenz zueinander.

Die Aufgabe einer Verwaltung ist es, einen rechtlichen und organisatorischen Rahmen für diese Interessen und Bedürfnisse zu schaffen. Dabei müssen die Nutzbarkeit des öffentlichen Raums aufrechterhalten und frei zugängliche Flächen gesichert sowie die Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs gewährleistet werden.

Der Magistrat der Stadt Wien beschäftigt sich intensiv mit dem öffentlichen Raum. So wurde

2009 mit *freiraum.stadtraum.wien* ein Leitbild für den öffentlichen Raum publiziert.¹⁾ Auch im *Wiener Stadtentwicklungsplan STEP 2025*, der eine gesamtstädtische Strategie vorgibt, spielt der öffentliche Raum eine wesentliche Rolle.²⁾ Im Zentrum stehen dabei die Aufenthaltsqualität urbaner Freiräume sowie die Rückgewinnung des öffentlichen Raums für vielfältige Nutzungen. Als Kulminationspunkt dieser Überlegungen wurde am 25. Jänner 2018 vom Wiener Gemeinderat das *Fachkonzept Öffentlicher Raum* beschlossen, das die Strategien des *STEP 2025* zum öffentlichen Raum nochmals konkretisiert.³⁾ Das Fachkonzept begreift den öffentlichen Raum als „Spiegel gesellschaftlicher Dynamik, städtischen Wandels und als Schauplatz der urbanen Kultur.“ Er hat eine wichtige soziale Bedeutung und ist ein „Sozialraum, der für alle StadtnutzerInnen zur Verfügung stehen soll, ein Ort der Teilhabe und Inklusion.“⁴⁾ Während der öffentliche Raum früher vor allem als Transitraum und in seiner Verkehrsfunktion wahrgenommen wurde, ist in Wien und anderen europäischen Großstädten ein Trend zu einer vielfältigeren und stärkeren Nutzung des öffentlichen Raumes feststellbar. Zudem werden zunehmend „neue Formen der Aneignung“ durch zivilgesellschaftliches Engagement gefordert und auch von der Stadt Wien gefördert.⁵⁾

Ein wesentlicher Faktor bei der Nutzung und Verwaltung des öffentlichen Raumes sind Objekte (sogenannte Stadtmöbel), die auf öffentlich verwaltetem Grund aufgestellt sind oder aufgestellt werden sollen. Die Bandbreite reicht dabei – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – von Fahrradständern, Zeitungsentnahmeboxen oder Werbeschildern über Sitzmöbel und Brunnen bis hin zu Imbissständen, Kiosken oder Schanigärten (Straßencafés). Für Wien geht man derzeit von mehr als 300.000 solcher Objekte aus. Dazu kommen noch Verwaltungsabläufe für Veranstaltungen, Märkte und bauliche Nutzungen.

In Verbindung mit diesen Nutzungsarten sind in Wien unterschiedlichste Abteilungen der öf-

fentlichen Verwaltung für Einzelaspekte zuständig, sodass potentielle Nutzerinnen und Nutzer zum Teil Genehmigungen mehrerer Magistratsabteilungen für eine einzelne Nutzung benötigen. Auf Verwaltungsseite ergibt sich dadurch die Problematik des schwierigen Informationsaustausches zwischen Organisationseinheiten, einer hohen Anzahl interner Schnittstellen sowie uneinheitlicher EDV-Lösungen für die Verwaltung von Sondernutzungen des öffentlichen Raumes. Zusätzlich sind für zahlreiche Genehmigungsverfahren Ortsaugenscheine vorgesehen, um beispielsweise Stellungnahmen zu Sicherheits- oder Stadtbildaspekten abzugeben.

2. Programm „Wien gibt Raum“

Vor dem Hintergrund dieser Herausforderung hat der Magistrat der Stadt Wien das Programm „Wien gibt Raum“ ins Leben gerufen.⁶⁾ Das Programm reorganisiert die Zuständigkeiten für die Bewilligung und Verwaltung von Objekten und Aktivitäten im öffentlichen Raum. Dabei werden die internen Prozesse der Stadtverwaltung hinter einer neu gestalteten KundInnenschnittstelle (einem digitalen bzw. physischen One-Stop-Shop) neu aufgestellt und durch speziell angepasste Softwaretools unterstützt.

Darüber hinaus werden die rechtlichen Vorgaben für solche Bewilligungen evaluiert und wenn notwendig modernisiert. Einige Maßnahmen des Programmes „Wien gibt Raum“ sind auch als Punkt 21 „Informationsplattform für Stadtmöblerelemente umsetzen“ und Punkt 22 „Bewilligungsverfahren zentral steuern und vereinfachen“ in das *Fachkonzept Öffentlicher Raum* eingeflossen. Das von 2017 bis 2022 laufende Programm bildet eine Klammer über mehrere Projekte, die sich mit Einzelaspekten organisatorischer bzw. technischer Natur beschäftigen. Ziel von „Wien gibt Raum“ ist, die Nutzung des öffentlichen Raums für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen zu vereinfachen. Mittels einer Software werden Geoinformationen, Vermessungs- und Bilddaten des Ist-Standes sowie Daten über vorhandene Genehmigungen und Anträge zusammengeführt. So können sich die beteiligten Dienststellen des Magistrats besser vernetzen. Der Vorteil für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen ist, dass sie über einen digitalen bzw. physischen One-Stop-Shop eine zentrale Ansprechstelle für ihr Anliegen und alle Genehmigungen aus einer

1) <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/e000005.pdf> (8.4.2018)

2) <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008379a.pdf> (8.4.2018)

3) <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/step/step2025/fachkonzepte/oeffentlicher-raum/index.html> (8.4.2018)

4) *Fachkonzept Öffentlicher Raum*. Hgg. MA 18 – Stadtentwicklung Wien. Wien, 2018. S. 9.

5) *Fachkonzept Öffentlicher Raum*. Hgg. MA 18 – Stadtentwicklung Wien. Wien, 2018. S. 15.

6) Weitere Informationen auf www.wien gibt raum.at (8.4.2018)

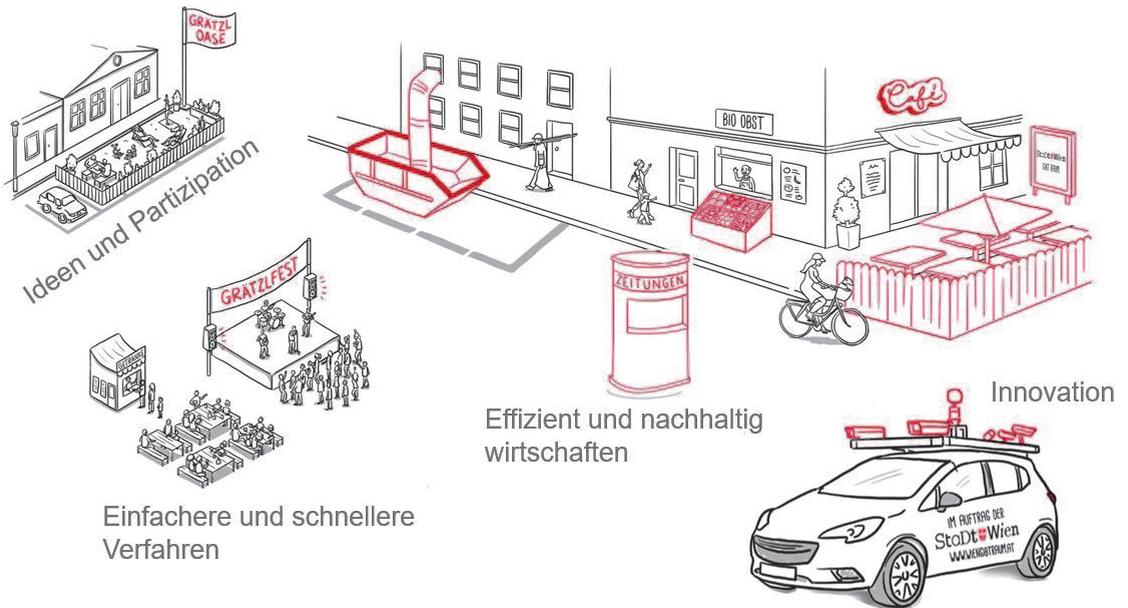


Abb. 1: Programm „Wien gibt Raum“ – Nähere Informationen unter www.wiengibttraum.at

Hand erhalten. Gleichzeitig erhält der Magistrat der Stadt Wien als Verwalter öffentlicher Flächen einen Überblick über die tatsächlich im öffentlichen Raum befindlichen Objekte. Dies ist die Grundlage dafür, ihn zu entrümpeln – ihn also von widerrechtlich aufgestellten Objekten zu befreien und somit mehr Platz für alle zu schaffen und eine faire Nutzung für alle zu gewährleisten. Dieser umfassende Ansatz ist in Europa bisher einzigartig.⁷⁾

3. Mobile Mapping Kampagne

Grundlage für viele Schritte des Programmes ist eine vermessungstechnische Erfassung der bestehenden Objekte im öffentlichen Raum durch eine Mobile Mapping Kampagne – also eine Dokumentation des Naturstandes zu einem definierten Zeitpunkt. Die Erfassung des öffentlichen Raumes wird operativ von der Magistratsabteilung 41 – Stadtvermessung Wien durchgeführt, die für die Stadt Wien als magistratsinterner Geodatenprovider agiert. Durch eine bildgebende Mobile Mapping Kampagne wird ein Abbild der Stadt generiert, das in weiterer Folge für die

dreidimensionale Extraktion von Merkmalen des öffentlichen Raumes genutzt wird. Zukünftig sollen anhand eines klar definierten Objektkataloges Objekte des öffentlichen Raumes klar beschrieben werden, um in weiterer Folge in den Bilddaten verortet und zu stadtmöblierungsspezifischen GIS-Layern hinzugefügt zu werden. Diese GIS-Layer bilden die Grundlage für Visualisierungen von Bestands- und Genehmigungsdaten in den gemeinsam genutzten EDV-Systemen sowie für Kontrollprozesse in der Verwaltung. Die Bilddaten der Mobile Mapping Kampagne werden für die Wiener Stadtverwaltung in einem einfach benutzbaren, webbasierten Bilddatendienst zur Verfügung gestellt, mit dem zukünftig ein Teil der Ortsaugenscheine bzw. Stellungnahmen digital vom Schreibtisch aus durchgeführt werden können. So können Zeit und Kosten eingespart werden.

Im Rahmen eines offenen Verfahrens im Oberschwellenbereich wurde die Firma iNovitas AG im Sommer 2017 als Auftragnehmerin bestimmt. Ende August 2017 startete die mediale Präsenz des Projektes und der Mobile Mapping Kampagne mit dem wesentlichen Ziel, die Wiener Bevölkerung proaktiv zu informieren. Mehrfache Radio- und Fernsehbeiträge sowie zahlreiche nationale und internationale Online- und Printmedien haben vom Start der Mobile Mapping Kampagne berichtet. Diese Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

7) Die Stadt Berlin führte zuletzt eine Vermessung des Naturstandes mittels Mobile Mapping durch und richtete eine zentrale Anlaufstelle für Genehmigungen im öffentlichen Raum ein. In Paris werden Sondernutzungen wie beispielsweise Gastgärten zentral erfasst und verortet. Die Verknüpfung von Geodaten, Verwaltungssoftware und internen Abläufen bei „Wien gibt Raum“ geht jedoch über bestehende Lösungen hinaus.

wurden im Vorfeld von einer gezielten Einbeziehung der DatenschützerInnen-Community flankiert, sodass Bedenken bezüglich Datenschutz und Privatsphäre bereits im Vorfeld ausgeräumt werden konnten. Dies war insofern erfolgreich, als in der öffentlichen Berichterstattung diesbezüglich keine Bedenken mehr geäußert wurden und auch kaum dahingehende Anfragen aus der Bevölkerung eingingen.

Bezüglich der Anforderungen an die Qualität und Ausprägung von Georeferenzierung, Auflösung, Datenschutz und Webviewer wurden sehr anspruchsvolle Vorgaben definiert, um ein qualitativ möglichst hochwertiges und leicht zugängliches Bildmaterial für die Nutzung innerhalb des Magistrates zu gewährleisten. Hinsichtlich der Mobile Mapping Kampagne wurden in der Ausschreibung unter anderem folgende Rahmenbedingungen festgelegt:

- zirka 3.000 km möglichst vollständig zu erfassendes Straßennetz (unter Vorgabe eines Kantenmodells und einer Befahrungssystematik)
- bildgebende Sensorik mit mindestens einer Panoramakamera

- hochauflösende Bilddaten (Texte auf Verkehrszeichen und Zusatzschildern müssen in einer bestimmten Distanz lesbar sein)
- Abstand zwischen den Aufnahmepunkten zweier Fahrzeugpositionen kleiner 3 m
- Georeferenzierung mit absolut 10 cm und relativ 5 cm Genauigkeit (unter Verwendung bereitgestellter Passpunkte)
- vollständige Anonymisierung der Daten (Unkenntlichmachung von Personen und Fahrzeugkennzeichen)
- Lieferung einer geeigneten Softwarelösung zum Betrachten des aufgenommenen Bildmaterials und zur georeferenzierten Erfassung (Digitalisierung) von im Bildmaterial ersichtlichen Objekten mit einer Genauigkeit von 10 cm
- Installation der Softwarelösung auf einer lokalen IT-Umgebung der Stadt Wien unter vorgegebenen Richtlinien
- Bereitstellung von Schnittstellen (z. B. API) für den Bilddatendienst
- 5 Jahre Wartungsleistungen

Das Projekt befindet sich mit Stand April 2018 im letzten Drittel der Realisierung, wobei nachfol-

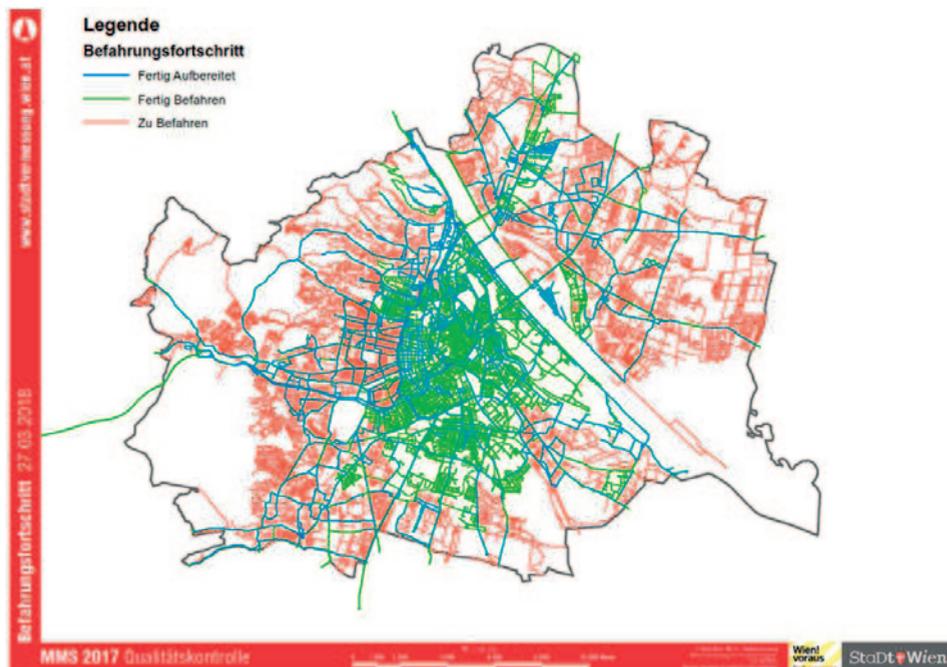


Abb. 2: Stand der Mobile Mapping Kampagne von Wien mit März 2018. In der Grafik ist das Straßennetz nach dem Erfassungsstatus eingefärbt, wobei grüne Bereiche bereits erfasst wurden, rote Bereiche noch zu erfassen sind und blaue Bereiche fertig aufbereitet im Webviewer bereitstehen. Bild Copyright: MA41 / Stadt Wien.

gend ein kurzer Einblick in die gegenständlichen Aktivitäten gegeben wird.

3.1 Projektgebiet und Grundlagen

In Summe werden zirka 3.000 km Straßenachsen im 415 km² umfassenden Stadtgebiet von Wien erfasst. Die zu erfassenden Bereiche sind in Bezug auf die Straßenachsen teilweise mehrfach zu befahren (z. B. bei mehrspurigen Fahrbahnen, Gegenverkehr und Abbiegerelationen). Dies resultiert in einer absoluten Befahrungslänge von zirka 4.200 km. Für eine strukturierte Durchführung der Erfassung des Wiener Stadtgebietes wurde neben einem genauen Zeitplan eine logistische Einteilung des Stadtgebietes in neun Befahrungslöse vorgenommen. Die Aufteilung der Lose folgt weitgehend den Grenzen der Stadtbezirke, wobei kleine Bezirke zusammengefasst wurden.

Innerhalb des Projektgebietes werden diverse Open Government Daten der Stadt Wien für die Planung und Durchführung der Kampagne bereitgestellt. Unter anderem gibt es Informationen über Einbahnen und Bezirksgrenzen sowie Grundlagen wie die Mehrzweckkarte der Stadt Wien oder das aktuelle Orthofoto mit 15 cm Auflösung. Für die Stützung der Georeferenzierung wurden rund

500.000 3D-Passobjekte aus der digitalen Wiener Stadtkarte zur Verfügung gestellt. Die Passobjekte basieren auf einer terrestrischen Vermessung im Rahmen der Wiener Mehrzweckkarte und umfassen Leitungsschachtdeckel, Einstiegschächte, Wassereinflüsse, Wasserschieber, Poller und Masten.

3.2 Mobile Mapping System

Die Erfassung der vorgegebenen Bereiche erfolgt mit zwei technisch identen Vermessungsfahrzeugen, die mit folgender Positionierungs- und Umgebungssensorik ausgestattet sind:

- Global Navigation Satellite System (GNSS) Empfänger
- Inertial Measurement Unit (IMU)
- Drei RGB Stereo-Kamerasysteme
- Eine RGB Panoramakamera (bestehend aus sechs Einzelkameras)
- Eine rückwärtig ausgerichtete RGB Monokamera

Die Kameras sind am Dach der Mobile Mapping Fahrzeuge angebracht, wobei die Sensoren etwa zwei Meter über der Fahrbahn angeordnet sind. Die Fahrzeuge nehmen ihre Daten im nor-



Abb. 3: Mobile Mapping Fahrzeug, das im Zuge des Projektes Wien gibt Raum zum Einsatz kommt. Bilder Copyright: MA41 / Stadt Wien.

malen Stadtverkehr auf, und lösen die Kameras je nach Situation mit einem Abstand von rund 3 m aus. Pro Fahrzeugposition werden insgesamt 13 Einzelbilder aufgenommen. Die Auflösung der optischen Sensoren variiert, wobei der höchst aufgelöste Einzelsensor 15 Megapixel aufweist. Das Kamerasetup wurde so gewählt, dass die Lesbarkeit von Verkehrszeichen und der zugehörigen Zusatztexte in verschiedenen Richtungen möglichst gegeben ist und eine weiterführende Auswertung von Merkmalen in den Bildern realisierbar ist. Im Fahrzeug wird neben einer Stromversorgung auch Hardware zur Steuerung und Aufzeichnung der Mobile Mapping Daten mitgeführt. Im Beifahrerbereich werden auf einem Monitor unter anderem der aktuelle Status der Systeme und die Befehrslogistik dargestellt. Aus Gründen der Sicherheit sind an den Fahrzeugen Warnlichter angebracht. Als Maßnahme zur Öffentlichkeitsarbeit sind die Fahrzeuge mit Fahrzeugbeschriftungen („Im Auftrag der Stadt Wien“ sowie Website und Infotelefonnummer) versehen. Ergänzend werden in den Fahrzeugen Infofolder mitgeführt, die bei Bedarf an interessierte Bürgerinnen und Bürger ausgehändigt werden.

3.3 Datenschutz

Zum Thema Datenschutz wurde die Registrierung einer Datenanwendung beim Datenverarbeitungsregister der Datenschutzbehörde unter der Nummer DVR 0000191 – V640 vorgenommen. Eine Reihe an Kriterien sind im Rahmen der Befahrung und Vorhaltung der Daten zu berücksichtigen. So ist festgelegt, dass keine Video- oder Tonaufnahmen angefertigt und keine WLAN-Daten erfasst werden. Alle Personen werden gänzlich unkenntlich gemacht und auch Kfz-Kennzeichen werden verpixelt. Die Mobile Mapping Fahrzeuge sind mit dem geschützten Logo der Stadt Wien gekennzeichnet. Durch die Anordnung der Kameras am Mobile Mapping Fahrzeug in rund zwei Metern Höhe wird nur das erfasst, was eine große Person auch mit freiem Auge sehen könnte. Die Rohdaten sind während der Datenerfassung im Fahrzeug und während des Postprocessing auf den Hardware-Systemen der Aufbereitungsumgebung gut gegen Fremdzugriff gesichert, und werden während der Aufbereitung möglichst kurz in den Systemen des Vermessungsunternehmens gespeichert. Nach Abnahme durch die Auftraggeberin werden die Daten durch das durchführende Unternehmen nachweislich gelöscht. Die Stadt Wien erhält ausschließlich anonymisierte Daten und ist exklusive Eigentümerin der Mobile Mapping Daten und des

Bildmaterials. Die Installation und das Hosting der Mobile Mapping Daten und der zugehörigen Software Umgebung erfolgt exklusiv innerhalb der eigenen, sicheren IT Umgebung der Stadt Wien.

3.4 Datenerfassung

Nach einer Abstimmungsphase bezüglich des Systemlayouts der Mobile Mapping Messfahrzeuge wurde Ende September 2017 mit der Erfassung des Wiener Stadtgebietes begonnen. Von 25.09.2017 bis 27.11.2017 waren die „Wien gibt Raum“-Fahrzeuge im Stadtgebiet unterwegs und haben in diesem Zeitraum an insgesamt 38 Tagen eine Wegstrecke von 3.515 km zurückgelegt. Bezogen auf die zu erfassenden Bereiche wurden bis Ende November 2017 rund 50 Prozent der geforderten Bereiche mit Daten abgedeckt, wobei in Summe rund 17 Millionen Einzelbilder bzw. ca. 35 Terrabyte an Daten aufgenommen wurden. Nach November 2017 wurde die Datenerfassung für die Wintermonate ausgesetzt, da die Wetterbedingungen und der niedrige Sonnenstand, inklusive verkürzter Tageslänge, keine qualitativ hochwertige Datenerfassung erlaubten. Ende März 2018 wurde die Befahrung wieder aufgenommen. Das voraussichtliche Ende ist mit Mai 2018 angesetzt.

3.5 Datenaufbereitung

In den Wintermonaten 2017/2018 startete die Prozesskette der Datenaufbereitung durch die Auftragnehmerin, die Auftragsabnahme durch die Stadtvermessung Wien sowie das Aufsetzen des Systems auf der Infrastruktur der Stadt Wien. Unter Datenaufbereitung versteht sich die Verarbeitung der erfassten Mobile Mapping Rohdaten bis zur fertigen Datenbasis, inklusive der dazugehörigen Metainformationen. Folgende Arbeitsschritte werden dabei durchlaufen: Transfer der Rohdaten in eine Processing Cloud – Georeferenzierung und zugehörige Passpunktmessung – Segmentierung der aufgenommenen Abschnitte (Zuordnung zum Straßennetz und Metadatengenerierung) – Qualitätsprüfung der Kalibrierung und der Segmentierung – Processing in der Processing Cloud (Radiometrie, Image Matching, Bildpyramiden, Anonymisierung, etc.) – Qualitätsprüfung Standard infra3D Bilddatenbasis (Level 1) – Anonymisierung – Qualitätsprüfung infra3D Bilddatenbasis (Level 2) – Bereitstellung für die Abnahme durch die Auftraggeberin. Diese Arbeitsschritte wurden parallelisiert, wobei der vollständige Durchlauf eines Loses zirka 8 Wochen in Anspruch nimmt. Die zwei aufwändigsten Schritte der Datenauf-



Abb. 4: Visuelle Kontrolle der Genauigkeit der Georeferenzierung anhand der Linien der Mehrzweckkarte der Stadt Wien. Die 3D Linien sind per Augmented Reality in den Bilddatendienst in grüner Farbe eingespiegelt. Bild Copyright: MA41 / Stadt Wien.

bereitung stellen die Georeferenzierung und die Anonymisierung der Daten dar.

Da eine direkte Georeferenzierung der Daten durch eine rein kinematische Lösung mittels Koppelnavigation im geforderten Genauigkeitsbereich schwer bis kaum realisierbar ist, wurden für die Aufgabenstellung der Georeferenzierung zur Stützung der Trajektorien 3D-Passobjekte seitens der MA 41 Stadtvermessung bereitgestellt. Diese Daten werden durch die Auftragnehmerin im Rahmen der Georeferenzierung selektiv einbezogen, um eine Verbesserung der absoluten Positionierungsgenauigkeit zu erwirken. Die geforderten absoluten Genauigkeiten sind in der Lagekomponente $\Delta L_{\text{abs}} \leq 10 \text{ cm}$ und in der Höhenkomponente $\Delta H_{\text{abs}} \leq 10 \text{ cm}$, wobei eine zwei Sigma Standardabweichung (95 % der Daten im Intervall) zu erfüllen ist. Allfällige im Rahmen der geforderten Genauigkeiten anfallende Unzulänglichkeiten in Lage und Höhe („absolute Ausreißer“) dürfen im Erfassungsgebiet nicht systematisch verteilt sein, und einen Fehler von maximal 25 cm nicht überschreiten. Die in der Realisierung erreichten absoluten Positionierungsgenauigkeiten werden unter anderem durch die lokalen Abweichungen an Passobjekten evaluiert. Zu jedem aus einer terrestrischen Vermessung stammenden Referenz-Punkt wird ein zugehöriger Test-Punkt in den Bildern der

Mobile Mapping Daten ermittelt. Hinsichtlich der Lagequalität ist die Länge des horizontalen 2D Vektors ΔL_{abs} zwischen Referenz- und Testobjekt maßgebend. In Bezug auf die Höhenqualität ist der vertikale Abstand ΔH_{abs} zwischen Referenz- und Testobjekt relevant. Für die Überprüfung der relativen Genauigkeit wird analog verfahren, wobei die Lage- und Höhenkomponente ΔL_{rel} und ΔH_{rel} zwischen zugehörigen homologen Punkten evaluiert wird. Die relative Genauigkeit beschreibt die innere Genauigkeit der aufgenommenen Mobile Mapping Daten. Die geforderten relativen Genauigkeiten sind in der Lagekomponente $\Delta L_{\text{rel}} \leq 5 \text{ cm}$ und in der Höhenkomponente $\Delta H_{\text{rel}} \leq 5 \text{ cm}$, wobei ebenfalls eine zwei Sigma Standardabweichung zu erfüllen ist.

Auf Grund der vorgegebenen Datenschutzaufgaben müssen die Bilddaten der Mobile Mapping Kampagne einer Anonymisierung von Personen und KFZ-Kennzeichen unterzogen werden. Durch den Akt der Anonymisierung wird ein zuvor eventuell gegebener Personenbezug permanent eliminiert. Dies wird mittels Verpixelung (Unschärfmaske) von problematischen Bereichen realisiert. In Bezug auf Personen wird der gesamte Körper unkenntlich gemacht. Bei den Fahrzeugen wird nur das Kennzeichen unkenntlich gemacht. Seitens der Auftragnehmerin kommt initial eine au-

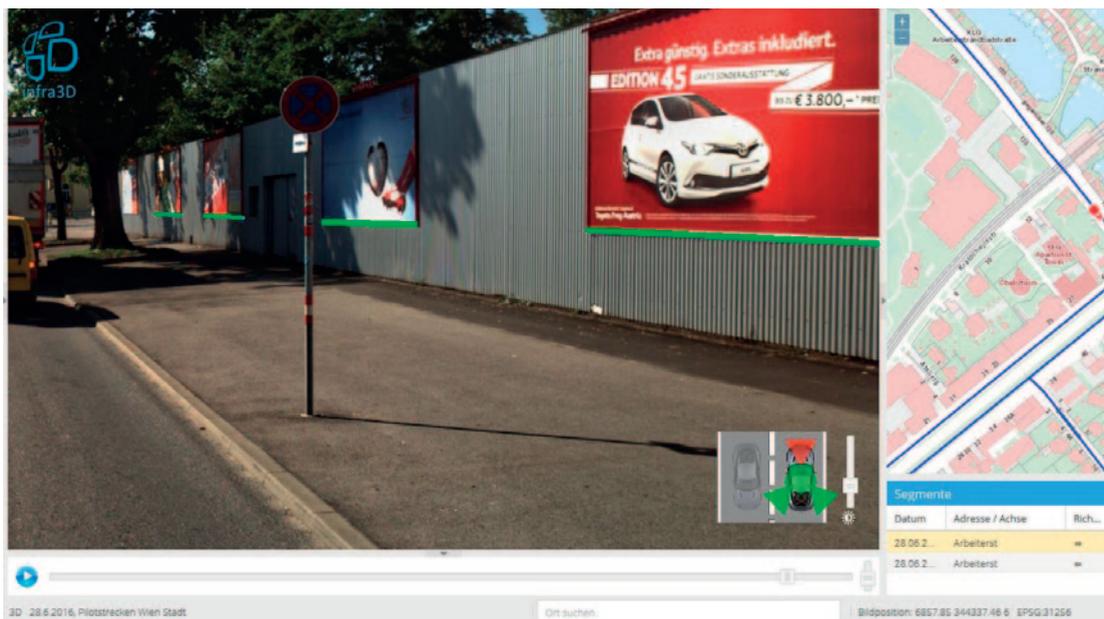


Abb. 5: Beispiel für eine Auswertung von Werbeträgern im KAPPAZUNDER. Die Plakatwände wurden mittels 3D-Linien (in grüner Farbe) verortet, wobei zusätzlich zu den Geometrien auch Metadaten und Attribute erfasst wurden. Bild Copyright: MA41 / Stadt Wien.

tomationsgestützte Logik für die Anonymisierung der problematischen Bereiche zum Einsatz. Eine manuelle Kontrolle der Ergebnisse ist nachgestellt. Auf Grund der Vielzahl an Personen und Kennzeichen in den Bilddaten, ist der Aufwand für die Realisierung der Anonymisierung sehr groß.

3.6 Leistungsabnahme

Die Leistungsabnahme erfolgt durch die MA 41 Stadtvermessung, wobei die aufbereiteten Daten losweise abgenommen werden. Ein Schwerpunkt der Prüfung wird auf die Georeferenzierung, die Bildqualität, die Anonymisierung, die Kontrolle der Vollständigkeit und die Einhaltung der vorgegebenen Befahrungssystematik gelegt. Durch die Auftragnehmerin werden neben den aufbereiteten Mobile Mapping Daten zusätzliche GIS-Produkte und Berichte geliefert, mit denen die erreichten Qualitäten nachgewiesen werden. Die Kontrolle der angelieferten Daten und Produkte erfolgt einerseits flächendeckend unter Zuhilfenahme von GIS-Analysen und andererseits durch eine manuelle Evaluierung von in der Stadt zufällig verteilten Prüfpunkten. Anhand der flächendeckenden Analysen wird die Vollständigkeit und Einhaltung der Befahrungssystematik geprüft. Basierend auf Statistiken werden die erreichten Qualitäten in der Georeferenzierung kontrolliert. Mit 200 in der Stadt Wien zufällig verteilten Prüfpunkten

wird eine visuelle Kontrolle der Mobile Mapping Daten durchgeführt. An diesen Positionen werden manuell die Bildqualität, die Qualität der Anonymisierung der Bilddaten und die Vollständigkeit der Daten evaluiert. Zusätzlich wird an den Prüfpunkten per Augmented Reality die Mehrzweckkarte der Stadt Wien den Mobile Mapping Bilddaten überlagert, wobei eine visuelle Kontrolle der Georeferenzierung durchgeführt wird. Im bisherigen Projektverlauf wurden die geforderten Genauigkeiten in Bezug auf die Georeferenzierung und die Datenausprägung zufriedenstellend realisiert.

4. Bereitstellung und Nutzung der Daten

Großes Augenmerk wurde auf eine plattformunabhängige und performante Bereitstellung der fertig aufbereiteten Mobile Mapping Daten gelegt, wobei eine Lösung auf Basis eines browserbasierten Webviewers realisiert ist. Somit muss auf den Endgeräten der in der Startphase des Projektes berechtigten 2.000 Userinnen und Usern keine Spezialsoftware installiert werden und die Wartung des Tools kann von zentraler Stelle erfolgen. Die Benutzerverwaltung und Rollenzuordnung erfolgt im Rahmen der bereits bestehenden „Allgemeinen Rechteverwaltung“ für IT-Anwendungen der Stadt Wien. Der Webviewer wurde für eine bessere Einprägsamkeit mit dem Namen *Kappazunder* versehen, ein Wortspiel aus

dem photogrammetrischen Drehwinkel Kappa und dem aus dem Wienerischen stammenden Begriff Kapazunder (=Koryphäe). Im *Kappazunder* werden mehrere Inhalte und Funktionen angeboten. Für die Navigation an einen Ort in der Stadt Wien kann eine 2D Karte oder eine Adresssuche in einem Navigationsbereich verwendet werden. Hier kann auch eine Selektion von verschiedenen Fahrspuren durchgeführt werden. In einem Bildfenster wird das RGB Bildmaterial der aktuellen Fahrzeugposition verfügbar gemacht. Eine Funktionsleiste ermöglicht Messungen oder die georeferenzierte Erfassung und Attributierung von im Bildmaterial ersichtlichen Objekten. Über diverse Schnittstellen können bestehende oder neue Geodaten-Layer eingebunden und bearbeitet werden. Vorrangiges Ziel für die Nutzung des *Kappazunders* ist die Möglichkeit des digitalen Lokalaugenscheines eines Ortes und eine effiziente Auswertung von 3D Objekten (Punkte, Linien, Flächen) durch Interpretation von Merkmalen in den Bilddaten. Erste Tests bezüglich einer Auswertung von Werbeelementen und Verkehrszeichen auf Basis der Mobile Mapping Daten zeigten ein hohes Potential der Daten und einen effizienten Einsatz des *Kappazunders*.

5. Conclusio und Ausblick

Das Projekt der Mobile-Mapping Befahrung Wiens befindet sich zurzeit im letzten Drittel der Durchführungsphase. Demnächst findet die Finalisierung der Befahrung, der Datenaufbereitung und der Bereitstellung der Daten auf der IT Umgebung der Stadt Wien statt. Ziel ist die vollständige Verfügbarkeit aller Bilddaten magistratsintern mit September 2018. Mit dem Programm „Wien gibt Raum“ und dem gegenständlichen Mobile Mapping Projekt wurde ein neuer Geobasisdatensatz für Wien geschaffen, der bisher auf enormes positives internes und externes Echo gestoßen ist. Diese Aktivitäten können als Vorzeichen für eine zukünftige umfangreiche Nutzung innerhalb des Magistrats gesehen werden. Gleichzeitig bieten sie auch einen Ausblick auf eine mögliche, spätere Bereitstellung der Daten für die Öffentlichkeit im Rahmen Open Government Strategie der Stadt Wien.

In Bezug auf die Mobile Mapping Kampagne wird in der MA 41 Stadtvermessung eine neue und innovative Methode der Datenerfassung und Datenbereitstellung realisiert, wodurch neben einem interessanten Tätigkeitsfeld für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch die Expertise der Stadtvermessung gestärkt wird. Hier ist das

Mobile Mapping mit Fahrzeugen ein erster Schritt in die Richtung, sich auch mit alternativen Formen mobiler Erfassung (etwa Rucksacklösungen) auseinanderzusetzen.

Bereits mit Juli 2018 starten die ersten Auswerteprojekte anhand der Bilddaten. Inhalte dieser Detailprojekte sind die Digitalisierung einer Selektion der Werbeträger (z. B. Litfaßsäulen, Citylights, Werbeschilder, etc.) und die Auswertung aller Verkehrszeichenstandorte in Wien. Die Erfassung der Elemente sowie deren Verknüpfung mit bestehenden Datensätzen stellt jedenfalls eine große Herausforderung dar, ist jedoch gleichzeitig die wesentliche Grundlage für die geplanten Aktivitäten. Ab September 2018 soll der *Kappazunder* für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadt Wien, welche mit der Verwaltung von Elementen des öffentlichen Raumes betraut sind, veröffentlicht werden.

Dank gilt dem Programmteam „Wien gibt Raum“ und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der MA 41 Stadtvermessung für die bisher weitgehend reibungslose Umsetzung des Projektes, sowie auch der Auftragnehmerin iNovitas AG für die bisher ausgezeichnete Zusammenarbeit im Projektverlauf.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Markus Strondl, Magistrat der Stadt Wien, MA41-Stadtvermessung, Leiter Fachbereich Baustellenvermessung, Muthgasse 62, 1190 Wien.
E-Mail: markus.strondl@wien.gv.at

Mag. David Vladar, Magistrat der Stadt Wien, MA65-Rechtliche Verkehrsangelegenheiten, Ungargasse 33, 1030 Wien.
E-Mail: david.vladar@wien.gv.at

Dipl.-Ing. Stefan Dürauer, Magistrat der Stadt Wien, MA41-Stadtvermessung, Leiter Fachbereich MZK-Vermessung, Muthgasse 62, 1190 Wien.
E-Mail: stefan.dürauer@wien.gv.at

Dipl.-Ing. Dr. Lothar Eysn, Magistrat der Stadt Wien, MA41-Stadtvermessung, Fachbereiche Technische Vermessung und Photogrammetrie/3D-Modellierung, Muthgasse 62, 1190 Wien.
E-Mail: lothar.eysn@wien.gv.at

Dipl.-Ing. Johannes Falkner, Magistrat der Stadt Wien, MA41-Stadtvermessung, Fachbereich Baustellenvermessung, Muthgasse 62, 1190 Wien.
E-Mail: johannes.falkner@wien.gv.at

Mag. Timon Jakli, Magistrat der Stadt Wien, MA53-Presse- und Informationsdienst, Lichtenfelsgasse 2, 1010 Wien.
E-Mail: timon.jakli@wien.gv.at

Armin Oblin MSc., Magistrat der Stadt Wien, MA41-Stadtvermessung, Fachbereich Kartographie und GIS, Muthgasse 62, 1190 Wien.
E-Mail: armin.oblin@wien.gv.at

Bildbasierte 3D-Geo-Strassen- und Schienen-Webdienste als Basis für ein Infrastrukturmanagement 4.0 – Technologie und Anwendungsmöglichkeiten von infra3D

Image based 3D geo web-services for street and rail infrastructure management 4.0 - infra3D technology and applications



Hannes Eugster, Baden-Dättwil und Wolfgang Brandstätter, Klosterneuburg

Kurzfassung

Bildbasierte 3D-Geo-Webdienste ermöglichen heute die Etablierung diverser digitalisierter Geschäftsprozesse rund um die Planung, den Betrieb, den Erhalt und die Nutzung von Strassen- und Schienenkorridoren. Die ortsunabhängige und permanente Verfügbarkeit des Infrastrukturkorridors über das Web bietet die Möglichkeit verteilter virtueller Feldbegehungen, manueller oder automatisierter Extraktionen verschiedenster Informationen oder bildet die Basis für diverse Analyse- und Kommunikationsaufgaben. Der Beitrag vermittelt einen Einblick in die für die Umsetzung benötigte infra3D Technologiebasis und zeigt einige Anwendungsmöglichkeiten auf.

Schlüsselwörter: infra3D, Cloud, Infrastrukturmanagement, 3D-Geo-Bilddatendienste

Abstract

Imagery based 3D geo-web services enable the establishment of various digitized business processes related to the planning, operation, maintenance and use of road and rail corridors. The location-independent use and permanent availability of the infrastructure corridor via the web offers the possibility of distributed virtual field inspections, manual or automated extraction of a wide variety of information or forms the basis for various analysis and communication applications. The article provides an insight into the infra3D technology basis required for the implementation of such services and shows some use cases.

Keywords: infra3D, cloud, infrastructure management, 3D geo web-services

1. Einführung

Die infra3D Cloudplattform ermöglicht Infrastrukturkorridore und -anlagen in Form von verorteten, dreidimensionalen, hochaufgelösten Bilddaten über das Web Anwenderinnen und Anwendern digitalisiert jederzeit und ortsunabhängig zur Verfügung zu stellen. Infra3D lässt sich zudem sehr einfach mit bestehenden Informationssystemen und deren Grundfunktionen koppeln, womit Arbeitsprozesse vereinfacht und flexibilisiert werden. Das hochaufgelöste dreidimensionale digitale Abbild bringt Straßen- und Schienenkorridore direkt an jeden Arbeitsplatz und ermöglicht damit verschiedenste Auswertungen nach Bedarf und geforderter Detaillierung. Eine in der Cloud digitalisiert vorgehaltene Infrastruktur ermöglicht insbesondere die Parallelisierung und Flexibilisierung von Datenerfassungsprojekten sowie eine jederzeit verfügbare Datenbasis für die Etablierung

von digitalisierten Arbeitsprozessen und Anwendungen rund um das Infrastruktur-Management (Stanek & Eugster, 2017).

2. Technologiebasis

Die infra3D Technologiebasis bietet einerseits Aufnahmetechnologie und Cloud-basierte Datenaufbereitungskomponenten für die effiziente Digitalisierung von Straßen- und Schienennetzen und andererseits ein Web-Service, damit auf die digitalisierten Korridore jederzeit zugegriffen und damit durch ein breites Publikum genutzt werden kann.

Digitalisierung

Die Erfassung der Bildinformation erfolgt mittels ausgereiftem Sensorkonzept, das den jeweiligen Projektanforderungen angepasst werden kann. Die Grundkomponenten bilden dabei hochauf-

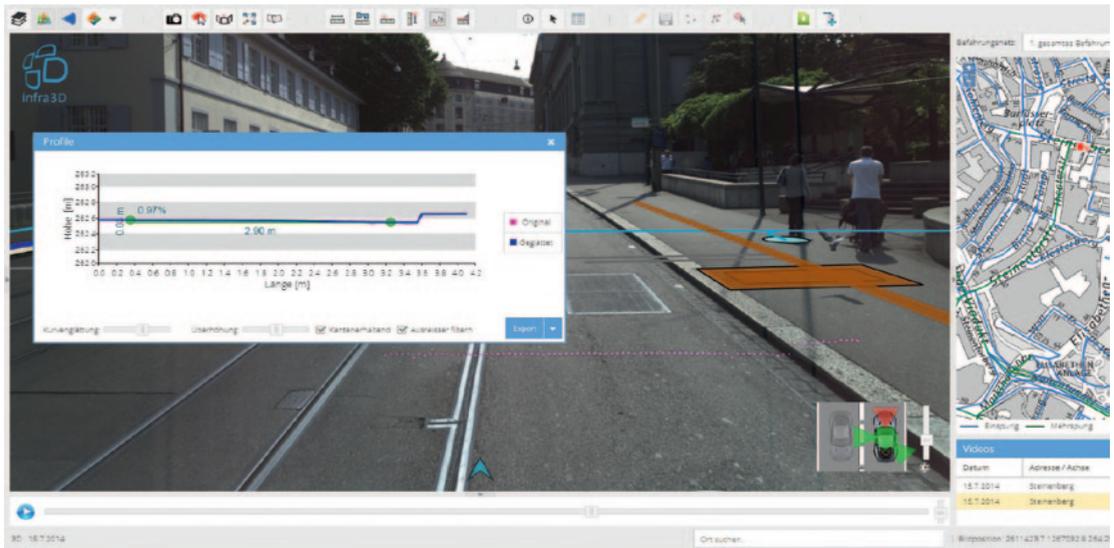


Abb. 1: infra3D Web-Client für die effiziente und intuitive Informationsbeschaffung aus digitalisierten Infrastruktorkorridoren

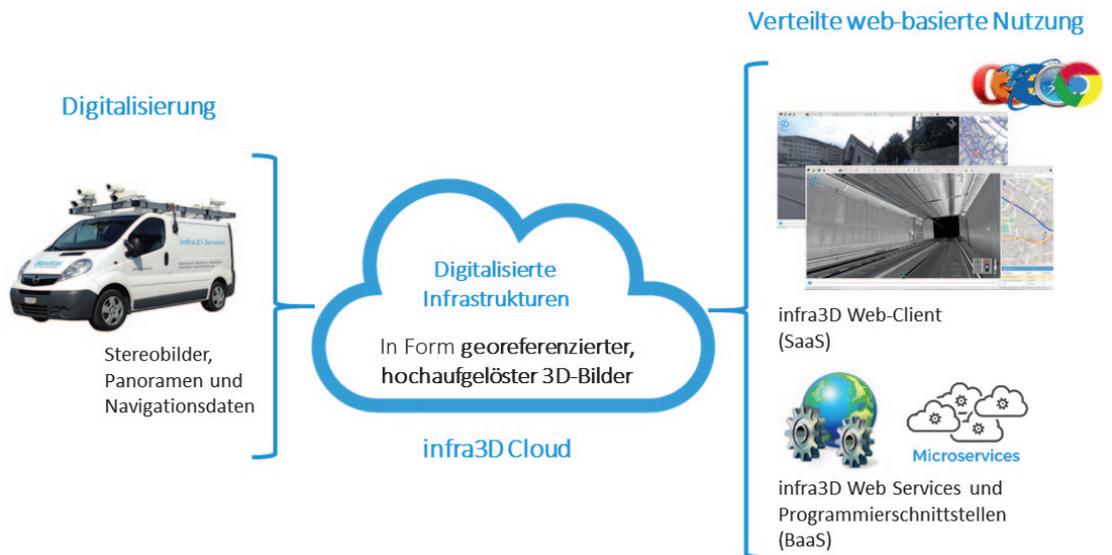


Abb. 2: infra3D Komponenten für Digitalisierung, Hosting und Verwaltung der digitalisierten Infrastrukturen und die Web-basierte Nutzung

lösende Kamerasysteme in Stereo- und Panoramaaanordnung. Die Verortung erfolgt mittels GNSS und INS nach dem Verfahren der *direkten Sensororientierung* (DSO). Die aufgezeichneten Roh-Stereobilddaten werden im Anschluss mit Hilfe eines dichten Bildzuordnungsverfahrens (Dense Image Matching) zu dreidimensionalen Bildern verarbeitet, welche mit Hilfe der Navigationsdaten verortet und in eine umfassende

räumliche 3D-Bilddatenbank eingepflegt werden. Die Georeferenzierung der 3D-Bilder kann nach Bedarf und Anforderung zusätzlich mit Hilfe von im Projektperimeter zur Verfügung stehenden Passpunkten auf ein gewünschtes Toleranzniveau mit dem Verfahren *Integrierte Sensororientierung* (ISO) eingepasst werden. Die durch dieses Verfahren bearbeiteten Rohdaten ermöglichen Messgenauigkeiten von 1 cm (relative) und 1-2 cm

(absolute) auf der digitalisierten Infrastruktur. Ausführlich wird der Aufbereitungsprozess in Nebiker & Eugster (2013) beschrieben sowie erreichbare Messgenauigkeiten in Burkhard et al. (2012) und Kamer et al. (2013) behandelt.

Web-basierte Nutzung

Das aufbereitete digitale Abbild wird auf der Cloud-basierten infra3D Infrastrukturplattform vorgehalten und als infra3D Web-Service Anwenderinnen und Anwendern bereitgestellt. Die Client-Cloud Architektur bietet einige entscheidende Vorteile wie Skalierbarkeit hinsichtlich der Datenmenge und der Nutzeranzahl, Verteilbarkeit der Daten (Infrastrukturbetreiber intern und extern) oder Funktionsfähigkeit des Service ohne lokale IT-Ressourcen. Auf die digitalisierte Infrastruktur kann einerseits über einen Web-Client (ausführbar in jedem Web-Browser) zugegriffen werden und es können beliebige Auswertungen von einfachen Feldinspektionen bis hin zu komplexen Kartierungsarbeiten durchgeführt werden. Die Nutzung ist einfach und richtet sich jederzeit an die Bedürfnisse der jeweiligen Anwendung. Entscheidend ist, dass, dank der realitätsnahen digitalen Repräsentation und der einfachen Handhabung, Messungen und Auswertungen direkt vom jeweiligen Fachpersonal ausgeführt werden können. Andererseits stellt die infra3D Infrastrukturplattform Programmierschnittstellen und Microservices zur Verfügung, welche es ermöglichen, das digitale

Abbild direkt in Drittapplikationen oder Apps zu integrieren oder diese für automatisierte Auswerteprozesse bspw. für Smart City Anwendungen zu nutzen.

3. Anwendungsbeispiele

Der infra3D 3D-Geo-Bilddatenservice lässt sich vielseitig einsetzen und eignet sich ideal als Basisdatenservice und insbesondere auch als ergänzendes Komplementär zu bestehenden Geodateninfrastrukturen (GDI). Folgende Beispielanwendungen demonstrieren die breiten Einsatzmöglichkeiten:

- **infra3DRoad Service:** Hochleistungsstraßen wie Autobahnen oder übergeordnete Straßennetze können heute Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und der Anforderungen an die Arbeitssicherheit für Feldbegehungen, konventionelle Datenerfassungs- und Inventarisierungsprojekte kaum noch gesperrt und begangen werden. Der digitalisierte Straßenkorridor bildet die ideale Datenbasis für diverse Auswertungen (Eugster et al. 2013) nach Bedarf, wie Ermittlung von vermessungstechnischen Grundlagedaten für die Projektierung, Inventarisierung verschiedener Möblierungskategorien (Signale, Schächte, Sicherheitsausrüstung usw.), virtuelle Feldbegehungen oder der Beurteilung des visuellen oder messtechnischen Straßenzustandes.

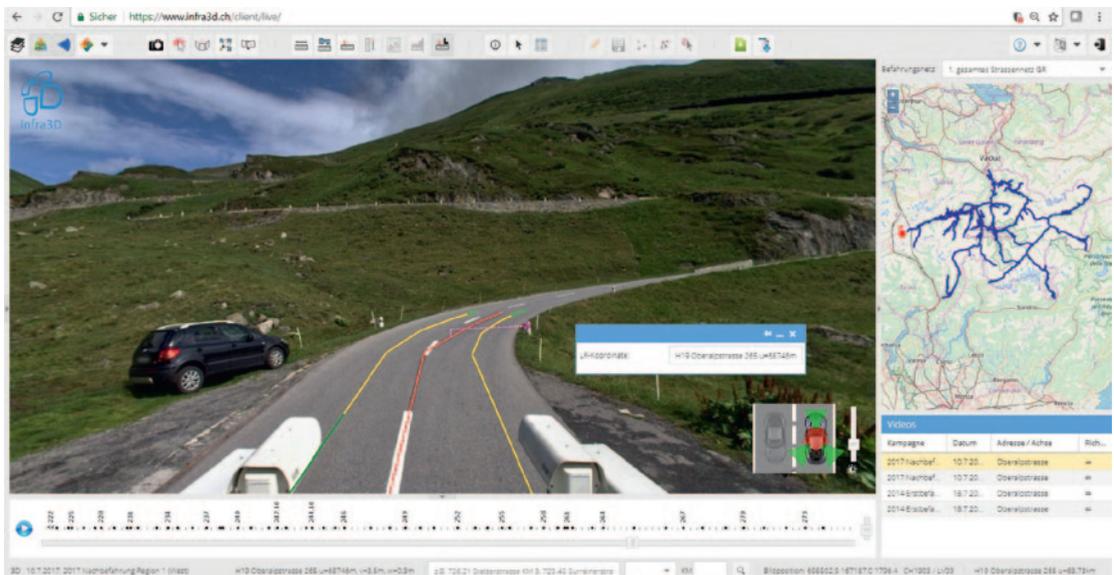


Abb. 3: infra3DRoad Service des Tiefbauamtes des Kantons Graubünden (Schweiz) mit extrahierten messtechnischen Straßenzustandsdaten und zusätzlich hinterlegtem linearen Bezugsrahmen

- **infra3DRail Service:** Vorortbegehungen und Datenerfassungsarbeiten für Schienenkorridore können mit Hilfe von infra3DRail effizient gelöst werden. Basierend auf dieser Datengrundlage können beispielsweise Inventarisierungen im Rahmen eines Assets Managements und umfassende Lichttraumanalysen durchgeführt oder vermessungstechnische Projektierungsgrundlagen aufbereitet werden. Werden bei der Digitalisierung zusätzliche Gleisbettscanner eingesetzt, sind ergänzend Gleisdiagnostikanwendungen oder präzise Achsextraktionen und Achsvergleiche möglich.
- **infra3DCity Service:** In städtischen Gebieten eignet sich infra3D als tägliche Informationsquelle für verschiedenste Fragestellungen aus

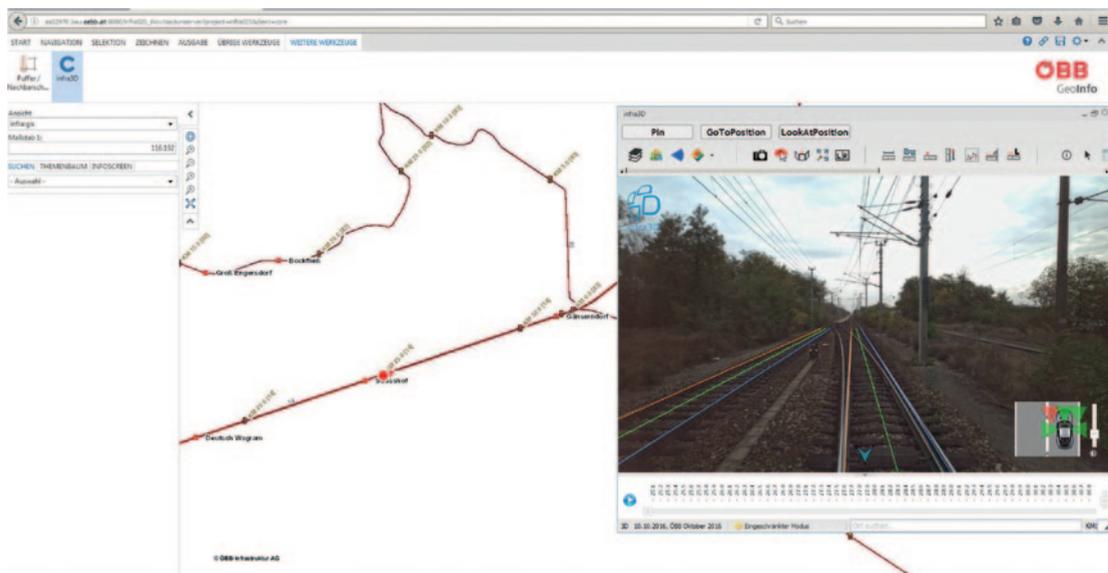


Abb. 4: infra3DRail Service der ÖBB Infrastruktur AG (Österreich) integriert in das WebGIS WebOffice von Synergis; überlagert ist die automatisch extrahierte Ist-Gleisachse als Grundlage für den Aufbau eines homogenen konsistenten linearen Bezugsrahmens



Abb. 5: infra3DCity Service der Stadt Wien (Österreich) im Rahmen des Projektes Wien gibt Raum; dargestellt sind direkt aus den Bilddaten digitalisierte Straßenmöblierungsobjekte für den Aufbau eines Stadtweiten Katasters

Hoch- und Tiefbau, Stadtplanung, Verkehrsplanung, Blaulichtorganisationen, Verwaltung des öffentlichen Raumes und vieles mehr. Existierende Geodatenbestände (Leitungskataster, Straßenzustandsdaten, Straßenmöblierungsinventare) können einfach mit den Bilddaten gekoppelt und genutzt werden (siehe auch Abbildung 1). Ganze städtische Straßenrauminventare können effizient erfasst und gepflegt werden.

Referenzen

Burkhard, J., Cavegn, S., Barmettler, A. und Nebiker, S. (2012): Stereovision mobile mapping: system design and performance evaluation. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXIX-B5, 453-458.

Eugster, H., Gottsmann, F., Käser, C., Nebiker, S. und Koch, R. (2013): 3DRoadTV-Service – Georeferenzierter 3D-Bildatendienst für die Infrastrukturpflege und -verwaltung. In E. Seyfert, ed. 33. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF – Dreiländertagung DGPF, OVG, SGPF. pp. 344–353.

Kamer, K., Eugster, H. und Nebiker, S. (2013): Integrierte Georeferenzierung von luft- und bodengestützten Stereobilddaten im Strassenbereich - Strategien und Ergebnisse. Geomatik Schweiz 2013/9, S. 496-501.

Nebiker, S. und Eugster, H. (2013): 3DCityTV - Cloud-basierte Stereovision Mobile Mapping Services. In K. Hanke & T. Weinold, eds. 17. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2013. Obergurgl, Ötztal: Wichmann, pp. 144–153.

Stanek, H. und Eugster, H. (2017): 3D-Bildbasierte Infrastrukturplattformen – Eine Neufokussierung aus Anwendersicht. In K. Hanke & T. Weinold, eds. 19. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2017. Obergurgl, Ötztal: Wichmann, pp. 139–149.

Anschrift der Autoren

Dr. Hannes Eugster, iNovitas AG, Oberrohrdorferstrasse 1c, 5405 Baden-Dättwil, Schweiz.

E-Mail: hannes.eugster@inovitas.ch

Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Brandstätter, iNovitas Österreich GmbH, Wolfsgraben 38/7, 3400 Klosterneuburg.

E-Mail: office@inovitas.at



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

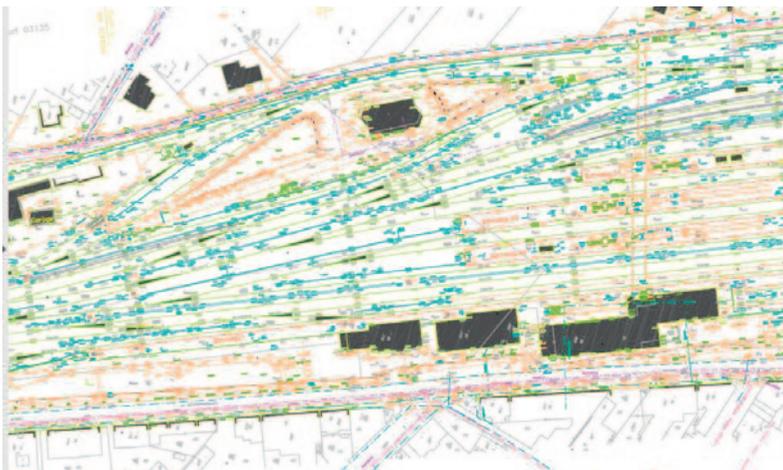


Abb. 3: Endvermessung nach Bau

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!!

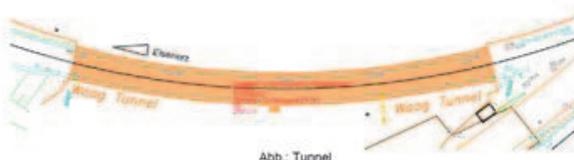
Meiner Meinung nach ist das Wissen um Geodaten und die Verortung von Anlagen bei reinen IT-Fachleuten sehr dürftig und daher werden die Entscheidungen nicht immer richtig getroffen. Die Fachleute der Vermessung haben aber in der Regel nicht den Stellenwert um große IT-Projekte oder Prozesse beeinflussen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



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

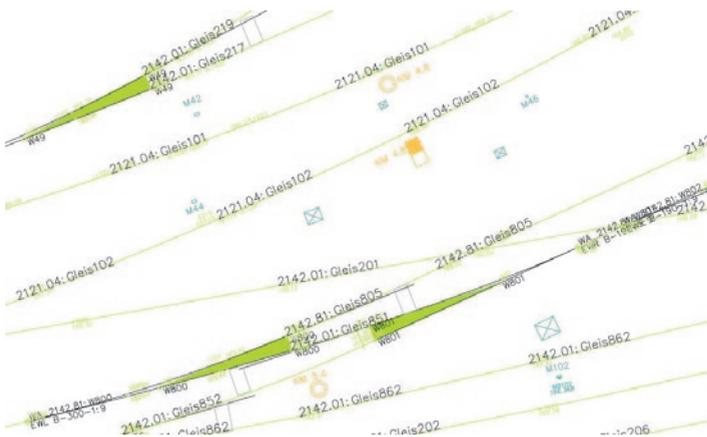


Abb. 5: Gleisextraktion

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-

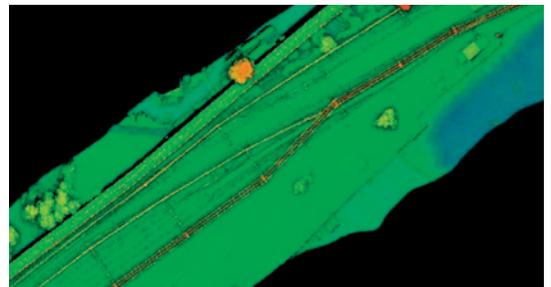


Abb. 6: eingefärbte Punktwolke – Laserscan Oberleitung Floridsdorf

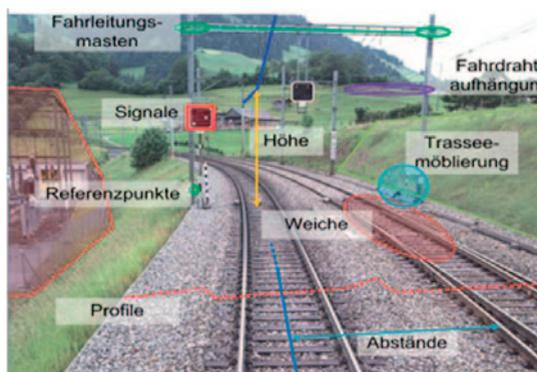


Abb. 7: Arbeiten im Bild mit echtem 3D-Bezug



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

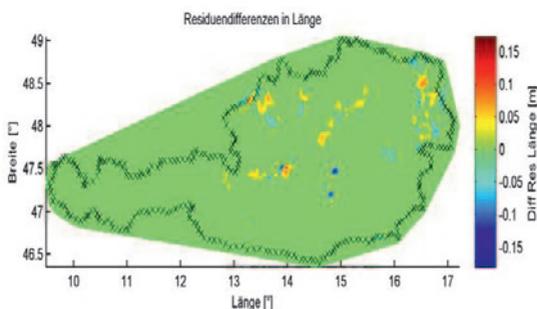


Abb. 9: Residuumdifferenz Länge Infra-Grid / Eposa

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-

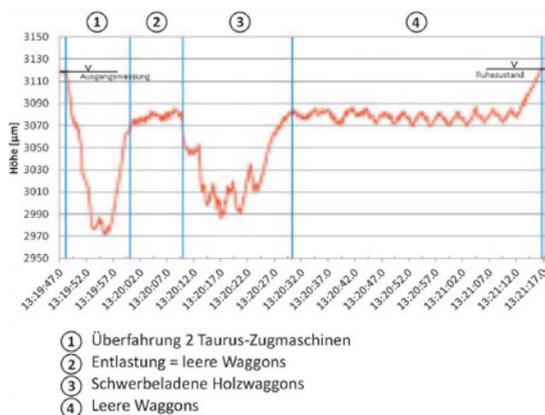


Abb. 10: Zugsüberfahrt Brücke Großhaslau

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



4D-IT GMBH

„Smart Solution 4 You“, also kundenorientierte Lösungen und Services in digitaler Dokumentation und Visualisierung natürlicher und künstlicher Objekte, sind unser Ziel. Forschung und Entwicklung an der TU Wien sowie laufende Forschungsprojekte mit nationalen und internationalen Partnern ermöglichen uns laufend unsere Kompetenzen zu erweitern. Aktuelle Ergebnisse sind der 4DU-ScanCopter für hochauflösendes Laserscanning mittels UAV sowie der 4DU-Scanner für effiziente Topographievermessung.

Produkte und Dienstleistungen

- 3D Vermessung
- Laserscanning – ALS & TLS
- Photogrammetrie – SFM
- 4DU-Scanner – Topographie
- 4DU-ScanCopter – LiDAR@UAV
- Visualisierung – VR & AR
- Softwareentwicklung
- Sensorintegration
- Sensorkalibrierung
- Service & Consulting

Stand SI-19

4D-IT GmbH

Emil Kögler-Gasse 13
2511 Pfaffstätten
Österreich

Tel.: +43 680 2153115
Fax: +43 1 5868610 22
E-mail: office@4d-it.com

www.4d-it.com



AGEO ÖSTERREICHISCHER DACHVERBAND FÜR GI

AGEO ist die fachübergreifende Vereinigung aller GI-Interessenten in Österreich und übernimmt deren Vertretung innerhalb Österreichs und in internationalen Organisationen, z. B. EUROGI. Die aktive Information der Öffentlichkeit über GI und Förderung von Initiativen zur technischen und methodischen Weiterentwicklung sollen Österreich mittels „best practice“ zu einem starken Standort für Geoinformation machen.

Aktuelle Initiativen

- AGEO-Award: jährliche Prämierung der besten akademischen GI-Abschlussarbeiten
- AGEO-Forum zu aktuellen Themen, z. B. GeoWEB – Infrastruktur & Dienste 2014, geo:sensor:networks 2015
- Informationsvermittlung über Standards und Normen für GI: aktuell profil.AT 3.0
- Informationsbörse www.ageo.at und GI-News Mailingliste

Stand SF-10

AGEO Österreichischer Dachverband für Geographische Information

Bürgerstraße 34
6010 Innsbruck
Österreich

Tel.: +43 1 31336 4205
Fax: +43 1 31336 904205
E-mail: office@ageo.at

www.ageo.at



AKG SOFTWARE CONSULTING GMBH

Die AKG Software Consulting bietet Software für Infrastrukturplanung und -bau. Die AKG-Firmengruppe ist mit insgesamt über 75 Mitarbeitern in Wien sowie in Deutschland in Heitersheim (bei Freiburg i. Br.), Berlin und Köln vertreten.

Produkte und Dienstleistungen

- VESTRA INFRAVISION: Planungs-Software
- Straße – Bahn – Kanal
- Vermessung – Bauabrechnung
- BIM-Kompetenz
- BricsCAD Händler
- Autodesk Fachhändler
- AutoTURN-Produkte
- Schulungen
- Customizing

Mitaussteller bei:

BricsCAD Austria

Stand SI-18

AKG Software Consulting GmbH

Uhlandstraße 12
79423 Heitersheim
Deutschland

Tel.: +49 7634 5612 200
E-mail:
vertrieb@akgsoftware.de

www.akgsoftware.de



ALLTERRA ÖSTERREICH

Allterra Österreich ist Ihr Fachhändler für terrestrische, satellitengestützte und fotogrammetrische Vermessungsgeräte, mobile GIS Anwendungen, Monitoring, Laserscanner und fachbezogene Softwareprodukte, sowie innovativer Partner bei der Einführung neuer Vermessungstechnologien. Wir verschaffen Ihnen den entscheidenden Vorsprung durch die Bereitstellung modernster Ausrüstung und der Möglichkeit zur Optimierung Ihrer Arbeitsabläufe.

Als Trimble Kompetenzzentrum unterstützen wir Sie im gesamten Spektrum der modernen Vermessung und bieten neben der fachkundigen Beratung und Kundenbetreuung auch die Servicierung, Wartung und Reparatur der Geräte, sowie kundenspezifische Vermessungslösungen an.

Produkte und Dienstleistungen

- Trimble Vermessungsgeräte
- Totalstationen, Nivelliergeräte
- GNSS-Systeme
- Kontrolleinheiten, Software
- Leihgeräte, Service, Support
- Demo-Vorführungen
- Laserscanning
- Vermessungszubehör

Stand SI-4

Allterra Österreich GmbH

Ennser Straße 83
4407 Steyr-Gleink
Österreich

Tel.: +43 7252 87165 0

E-mail:
marketing@allterra-oesterreich.at
allterra-oesterreich.at



ARES GMBH

Die Firma ARES ist Topcon Vertragshändler für die Positioning Produkte in Österreich. Darunter fallen Totalstationen, Nivelliere und GNSS Sensoren für die Vermessung. Ebenfalls im Programm sind SOKKIA Produkte für die Vermessung.

Neben Support und Beratung steht der Firma ARES auch eine zertifizierte Servicewerkstätte der Muttergesellschaft für professionelles und rasches Service der verkauften Produkte zur Verfügung.

Produkte und Dienstleistungen

- GNSS Netzwerkrover
- Referenzstationsempfänger
- Robotik Totalstationen
- Imaging Totalstationen
- Ingenieurtachymeter
- Digitalnivelliere

Stand SI-17

Angst Real Estate and Shareholding GmbH

Bellegardegasse 17
1220 Wien
Österreich

Tel.: +43 676 840211772
E-mail: office@ares-geo.at

ares-geo.at



AVT

Die Vermessung AVT-ZT-GmbH ist ein führendes österreichisches Vermessungsunternehmen mit den Geschäftsbereichen Katastervermessung, Ingenieurgeodäsie, Geoinformation, Photogrammetrie und Laserscanning.

Technische Innovationen, regionale Präsenz und internationale Projekte prägen die Arbeit von 80 KollegInnen in Österreich und Deutschland. Die „Gruppe AVT“ besteht neben der Vermessung AVT-ZT-GmbH aus der IDC-EDV GmbH und der TERRA Messflug GmbH.

Produkte und Dienstleistungen

- Hochauflösend Orthophotos
- Airborne Laserscanning
- Photogrammetrische Auswertung
- Monitoring
- Seilbahnvermessung
- 3-D-Modellierung
- UAV Befliegungen
- TLS-BIM-Modelle

Mitaussteller bei:

BricsCAD Austria

Stand SI-18

Vermessung AVT-ZT-GmbH

Eichenweg 42
6460 Imst
Österreich

Tel.: +43 506930
E-mail: avt@avt.at

www.avt.at



BEV

Das BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen ist eine nachgeordnete Bundesbehörde des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort. Sitz der Zentrale ist Wien, österreichweit ist das BEV mit 58 Dienststellen in allen Bundesländern vertreten.

Aufgabenbereiche

- Mess- und Eichwesen
- Vermessung und Geoinformation
 - Grundlagenvermessung
 - Topographie, Kartographie
 - Anlegung und Führung des Katasters

Produkte und Dienstleistungen

- APOS (GNSS-Positionierungsdienst)
- Lage- und Höhenfestpunkte
- Orthophotos und Luftbilder
- Kartographische Modelle
- Staatliche Landkarten
- Austrian Map mobile
- Digitales Landschaftsmodell
- Digitales Geländehöhenmodell
- Grundstückskataster
- Adressregister
- INSPIRE Geodatendienste

Stand SF-1

BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Schiffamtsgasse 1-3
1020 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 21110 822160
E-mail: kundenservice@bev.gv.at

www.bev.gv.at



BricsCAD

BRICSCAD AUSTRIA UND PARTNER

BricsCAD ist die CAD-Software mit dem besten Preis-/Leistungsverhältnis auf dem Markt. BricsCAD arbeitet direkt im .dwg Format und kann unter Windows, Linux und MAC installiert werden. Höchste Kompatibilität zu AutoCAD garantiert einen problemlosen Umstieg. Es gibt keine Zwangsabonnements - dafür aber erstklassigen Support.

Alle namhaften Hersteller von Zusatzapplikationen bieten Ihre Produkte mittlerweile auch unter BricsCAD an.

Produkte und Dienstleistungen

- BricsCAD Classic – die kostengünstige 2D-Einstiegslösung
- BricsCAD PRO - 3D mit Rendering und Programmierschnittstelle
- BricsCAD Platinum - Basis für BIM und Blechbearbeitung
- NEU: BricsCAD Shape – kostenlose 3D-Modellierung

Mitaussteller:

AKG Software Consulting GmbH,
Vermessung AVT-ZT-GmbH,
Ingenieur Studio HOLLAUS

Stand SI-18

IDC EDV Handels-u. Dienstleistungs-GmbH

Eichenweg 42
6460 Imst
Österreich

Tel.: +43 5412 63200
E-mail: vertrieb@idc-edv.at

www.idc-edv.at



zt: Bundeskammer der
ZiviltechnikerInnen | Archiving

BUNDESKAMMER DER ZIVILTECHNIKERINNEN

Die Kammern der ZiviltechnikerInnen sind Körperschaften öffentlichen Rechts und die gesetzlichen Berufsvertretungen der staatlich befugten und beideten ZiviltechnikerInnen (ArchitektInnen und IngenieurkonsulentInnen mit rund 162 Befugnissen auf ingenieur- und naturwissenschaftlichen, montanistischen Fachgebieten und Fachgebieten der Bodenkultur). Rechtsgrundlage ist das Ziviltechnikerkammergesetz (ZTKG 1993). Die Vertretung erfolgt durch gewählte, ehrenamtlich tätige BerufsvertreterInnen.

Stand SI-9

Bundeskammer der ZiviltechnikerInnen

Karlgasse 9/2
1040 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 5055807
E-mail: office@arching.at

www.arching.at



CLEVER ON SMART GMBH

Wir helfen bei der Kreation und interaktiven Einrichtung Ihrer maßgeschneiderten Erlebnisräume im Bereich Schule und Unternehmen. Die Gestaltung erzählt von Ihrer Firmenlandschaft, gleichermaßen sind diese Räume bestens für Workshops, Meetings und den gemeinsamen Dialog geeignet. So finden auch Sie Ihren Raum für Inspiration!

Produkte und Dienstleistungen

- Interaktive Lösungen (Software und Hardware) der Hersteller SMART Technologies und Nu-rea
- Beratung und Begleitung für Raumkonzept und -design
- Zertifizierter Händler, inkl. Service und Support
- Lösungen für Schulen, Seminarräume, Meetingräume, Info-points usw.

Stand SF-11

clever on smart GmbH

Ziegelweg 1/Top 5
4481 Asten
Österreich

Tel.: +43 7224 65077

E-mail: offie@cleveronsmart.at

www.cleveronsmart.at



CYBERTEC – THE POST- GRESQL DATABASE COMPANY

Die Cybertec Schönig & Schönig GmbH ist seit über 17 Jahren auf PostgreSQL Datenbank Services spezialisiert. Als weltweit tätiges Unternehmen betreuen wir Unternehmen und Konzerne aller Branchen auf nahezu jedem Kontinent. Unser Support-Team steht rund um die Uhr für alle Fragen zu Ihrer Datenbankumgebung zur Verfügung.

Produkte und Dienstleistungen

- 24/7 PostgreSQL-Support
- Migration auf PostgreSQL
- Consulting und Beratung
- Wartung und Administration
- Weiterentwicklung und Optimierung
- Kurse und Trainings

Stand SI-14

Cybertec Schönig & Schönig
GmbH

Gröhrmühlgasse 26
2700 Wiener Neustadt
Österreich

Tel.: +43 2622 930 22 0

E-mail: office@cybertec.at

www.cybertec-postgresql.com



EPOSA – ECHTZEITPO- SITIONIERUNG AUSTRIA

Das EPOSA Referenzstationsnetzwerk wird von der Energie Burgenland, der ÖBB Infrastruktur AG und der Wiener Netze GmbH betrieben. Das Netzwerk steht 24 Stunden 7 Tage die Woche zur Verfügung und kann für RTK-Vermessungen und Post Postprocessing Anwendungen verwendet werden. Die Anwendungen reichen von Positionsbestimmung in Echtzeit, Vermessung von Objekten, Steuerung von Baggern, Schiffen oder Traktoren, über Leitungsdokumentation bis zur Navigation von Flugobjekten.

Produkte und Dienstleistungen

- DGNSS-Korrekturdaten
- GPS/GLONASS/GALILEO/BEI-DOU
- RINEX-Daten
- PPP-Services
- Transformationservices
- Deformationsmessungen/Monitoring
- Maschinensteuerung
- Referenzstationsnetzbetreiber
- GNSS-Anwenderschulungen
- Pistenmanagement

Stand SF-3

Wiener Netze GmbH

Erdbergstraße 236
1110 Wien
Österreich

Tel.: +43 664 6232328

E-mail:

christian.klug@wienernetze.at

www.eposa.at



FARO EUROPE

FARO Technologies, Inc. (NASDAQ: FARO) entwickelt und vertreibt weltweit computergestützte Messsysteme und -software. Die portablen Koordinatenmessgeräte von FARO® mit ihren branchenspezifischen Softwarelösungen erlauben hochgenaue 3D-Messungen und 3D-Vergleiche von Teilen und kompletten Anlagen direkt in der Fertigung. FARO-Messtechnik wird überall dort eingesetzt, wo genaueste Messungen erforderlich sind.

Über 10000 Kunden mit mehr als 20000 Installationen vertrauen heute weltweit den Messsystemen von FARO. Sie sind in den Produktions- und Qualitätssicherungsprozessen führender Firmen wie ABB, Airbus, Audi, Boeing, BMW, British Aerospace, Johnson Controls, Daimler, Ford, Hewlett Packard, Honda, Porsche und viele mehr.

Produkte und Dienstleistungen

- Bestandsdokumentation
- CAD basierte Inspektion
- Dimensionsanalyse
- Virtuelle Simulation
- Anlagen und Gebäudemanagement

Stand SI-16

FARO Europe GmbH & Co. KG
Lingwiesenstraße 11-2
71034 Korntal-Münchingen
Deutschland
Tel.: +49 7150 9797 0
E-mail: info.emea@faro.com
www.faro.com



FH KÄRNTEN, Geoinformation & Um- welt -> Geoinformation

Der Studiengang Geoinformation und Umwelt an der FH Kärnten beschäftigt sich seit 7 Jahren mit der wissenschaftlichen Untersuchung des Einsatzes von unbemannten Flugdrohnen, um in Zeit und Raum sehr hochauflösende Umweltdaten zu erfassen und auszuwerten. Unsere Flugdrohnen sind mit verschiedenen Spezialkamerasensoren ausgerüstet, die neben klassischen Farbbildern auch Aufnahmen im für das menschliche Auge nicht sichtbaren Bereich ermöglichen. Dies eröffnet Möglichkeiten neue, für Menschen mit „bloßem Auge“ nicht erkennende Umweltzustände zu sehen.

Produkte und Dienstleistungen

- F&E Partner im Bereich Geoinformation und Umweltmonitoring
- Aus- und Weiterbildung in Geoinformation auf BSc/MSc Ebene

Stand SF-5

Dr. Gernot Paulus, Geoinformation & Umwelt, FH Kärnten
Europastraße 4
9500 Villach
Österreich
Tel.: +43 590500 2240
E-mail: g.paulus@fh-kaernten.at
www.fh-kaernten.at/geoit
www.fh-kaernten.at/sim



FORSTHUBER-IGLIS

Die Firma DI Forsthuber GmbH wurde im Jahr 1990 gegründet. Firmenzweck ist die Produktion und der Vertrieb des GIS-Programms IGLIS, sowie die Erbringung von Dienstleistungen bei der Datenmodellierung, Datenbankdesign und die Unterstützung bei der Datenerfassung und Verwaltung. IGLIS wurde von Informatikern und Vermessungsingenieuren anhand konkreter Projekte entwickelt und inkludiert alle geodätischen Berechnungsprogramme. Alle relevanten Daten werden in einer ORACLE-Datenbank gespeichert. IGLIS ist aktuell und individuell. Maßgeschneiderte Lösungen für die verschiedenen Einsatzgebiete garantieren ein breites Anwendungsspektrum. Regelmäßige Updates und kostengünstiges Service heißt, dass wir mit unseren Kunden in engem persönlichen Kontakt stehen und schnell auf Wünsche und Anregungen reagieren können. Eine Vielzahl von Schnittstellen und Anbindungen, wie z. B. die von IGLIS an ArcGIS (ESRI) oder über WSDL an SAP, garantieren die Einbettung in bestehende EDV-Infrastrukturen.

Produkte und Dienstleistungen

- IGLIS

Stand SF-4

DI Forsthuber GmbH
Kohlbauernstraße 17
2630 Ternitz
Österreich
Tel.: +43 2630 382500
E-mail: office@iglis.at
www.iglis.at



GEOAT. OG

Projektunterstützung, Beratung, Schulung, Training mit dem Schwerpunkt moderner Technologien und Optimierung in den Bereichen Vermessung und mobiles GIS. Schwerpunkte sind dabei GNSS, Laserscanning und Photogrammetrie sowie hybride Messsysteme.

Produkte und Dienstleistungen

- Projektunterstützung
- Beratung
- Schulung
- Training
- mobiles GIS
- GNSS
- Laserscanning
- Photogrammetrie

Mitaussteller bei:

SynerGIS

Stand SF-8

geoAT. OG

Reithofferstraße 63
4451 Garsten
Österreich

Tel.: +43 7252 43034
E-mail: office@geoat.at

www.geoat.at



GEO MAX BROUGHT TO YOU BY NESTLE

Die Gottlieb Nestle GmbH ist ein mittelständisches Herstellunternehmen für Vermessungsgeräte und Zubehör mit Sitz im Schwarzwald. Zudem ist Nestle der Masterdealer von GeoMax Positioning für die DACH Region. Die GeoMax Instrumente und Software für Bauwesen und Vermessung stehen für Benutzerfreundlichkeit und ein hervorragendes Preis-Leistungsverhältnis. Mit GeoMax brought to you by NESTLE sind Sie für alle Herausforderungen der modernen Bauvermessung gerüstet.

Produkte und Dienstleistungen

- GeoMax Instrumente
- GPS Vermessungsgeräte
- Totalstationen
- Baulaser
- Stative
- Vermessungszubehör
- Nivellierinstrumente
- Entfernungsmesser
- GPS Antennen
- GPS / Prismenstäbe

Mitaussteller bei:

Landmark Produktions- und Handels GmbH

Stand SI-6

Gottlieb Nestle GmbH

Freudenstädter Str. 37-43
72280 Dornstetten
Deutschland

Tel.: +49 7443 9637 0
E-mail: info@g-nestle.de

www.g-nestle.de



GOECKE AUSTRIA GMBH

Führender Anbieter für Vermessungszubehör vom Straßennagel bis zur Totalstation mit Sitz in Thallern bei St.Pölten. Das Mutterunternehmen in Deutschland verfügt über 70 Jahre Erfahrung in Produktion und Handel mit Vermessungszubehör. Hohe Produktqualität, kompetente Beratung, Flexibilität bei Sonderwünschen und kürzeste Lieferzeiten stehen im Fokus der Unternehmensstrategie.

Produkte und Dienstleistungen

- Vermarktungsmaterial
- Monitoring-Zubehör
- Zubehör f. Tunnelvermessung
- Vermessungsgeräte
- Vermessungszubehör
- Warn- u. Wetterschutzkleidung
- EDM- und GNSS-Zubehör
- Prismen
- Sonderanfertigungen
- Fahrzeugeinrichtungen

Stand SF-9

GOECKE-AUSTRIA GmbH

Am Hochrain 8
3454 Thallern
Österreich

Tel.: +43 2276 205 56
Fax: +43 2276 205 70

E-mail: fuchsbauer@goecke-austria.at

www.goecke-austria.at



IDC EDV GMBH

Die IDC EDV-GmbH ist ein innovatives Unternehmen in der Informationstechnologie. Unser Programmpaket Geosi „Software für Vermessung“ bietet zahlreiche praxisorientierte Module, die durch hohe Benutzerfreundlichkeit Ihre Vermessungstätigkeit erleichtert. Mit mehr als 250 Kunden in Österreich, Deutschland und Kroatien zählt die IDC EDV GmbH zu den führenden Anbietern von Vermessungssoftware in Österreich.

Produkte und Dienstleistungen

- Geosi VERM
- Geosi PLAN
- Geosi FORM
- Geosi PANORAMA

Stand SI-5

IDC EDV Handels- und Dienstleistungs- GmbH

Eichenweg 42
6460 Imst
Österreich

Tel.: +43 5412 63200
E-mail: vertrieb@idc-edv.at

www.idc-edv.at



INGENIEURBÜROS FÜR VERMESSUNGSWESEN

Die Ingenieurbüros für Vermessungswesen sind ein Teil des „Fachverbandes Ingenieurbüros“ und damit Mitglieder der Wirtschaftskammer Österreich. Das Ingenieurbüro arbeitet unabhängig, neutral und treuhändisch, weil es an der Ausführung des Werkes nicht teilnimmt. Der Berechtigungsumfang ist umfassend im §134 GewO verankert, die Standesregeln durch eine VO des Wirtschaftsministers definiert.

Produkte und Dienstleistungen

- gesamtes Gebiet der Vermessung
- Planungsgrundlagen
- Bauabsteckungen
- Bildmessung
- Katastervermessung
- Bauüberwachungsmessungen
- Bestandspläne für Gebäude
- Leitungskataster – GIS
- Gutachten
- Vertretung gegenüber Behörden

Stand SI-13

Fachverband Ingenieurbüros

Schaumburggasse 20/1
1040 Wien
Österreich

Tel.: +43 590 900 3248
Fax: +43 590 900 229
E-Mail: ftbi@wko.at

www.ingenieurbueros.at



INOVITAS ÖSTERREICH GMBH

iNovitas ist ein spezialisierter Digitalisierungsdienstleister im Bereich von Infrastrukturkorridoren und -anlagen, insbesondere Straßen- und Schieneninfrastrukturen. Unsere eigenentwickelte und webbasierte infra3D Managementplattform bringt Ihre Infrastruktur präzise, dreidimensional und hochauflösend direkt an den Arbeitsplatz. Der infra3D Service vereinfacht Infrastrukturunterhalt und -management sowie Planung und Kommunikation. Der erhebliche Effizienzgewinn spart Zeit und senkt Kosten.

Produkte und Dienstleistungen

- infra3DLocal – Bilddatendienst für Gemeinden oder Kommunen.
- infra3DCity – Bilddatendienst für die Städte
- infra3DCRoad – Bilddatendienst für Autobahnen- und Straßenbetreiber
- infra3DEngineering – Bilddatendienst für Ingenieurbüros
- infra3DRail – Bilddatendienst für Bahnbetreiber

Stand SI-15

iNovitas Österreich GmbH

Wolfgraben 38/7
3400 Klosterneuburg
Österreich

Tel.: +43 2243 93083
E-Mail: office@inovitas.at

www.inovitas.at



INGENIEUR STUDIO HOLLHAUS

Das Ingenieur Studio HOLLHAUS ist ein Dienstleistungsunternehmen mit Sitz in St. Pölten. Kernkompetenzen sind neben Beratung und Schulung vor allem die Programmierung von Standard und Individualsoftware aus den Bereichen CAFM, CAD, GIS.

Produkte und Dienstleistungen

- RKV View (CAFM)
- HMap Vermessung
- HMap Schleppkurven
- HMap Verkehr
- HMap DrowFunctions
- ISH AC Sript

Mitaussteller bei:

BricsCAD Austria

Stand SI-18

Ingenieur Studio HOLLHAUS

Brandströmgasse 10
3100 St. Pölten
Österreich

Tel.: +43 6643387120

E-mail:

christian.hollhaus@hollhaus.at

www.hollhaus.at



LANDMARK PRODUKTIONS- UND HANDELS GMBH

Landmark ist seit 1978 Ihr Ausrüster für Vermessungs- und Vermarkungsmaterial und bietet zudem High-Tech Geräte wie Tachymeter, GNSS-Empfänger, Kabelsuchgeräte und moderne Software an. Sie erhalten erstklassige Beratung und eine Demonstration des Instruments durch unseren qualifizierten Außendienst. Wir übernehmen ebenfalls den Service Ihrer Geräte.

Auf unseren Internetseiten finden Sie ein komplettes Sortiment an Geräten und Zubehör für Ihre Arbeit in der Kataster-, Ingenieur- und Bauvermessung.

Produkte und Dienstleistungen

- Grenz- und Stahlmarken
- Vermarkungsnägel
- Vermarkungsrohre
- GeoMax GNSS-Empfänger
- GeoMax Tachymeter
- Moderne Software auf Tablets
- Kabel- und Magnetsuchgeräte
- Rotationslaser
- Markierfarbe
- Stative und Latten

Mitaussteller:

GeoMax brought to you by NESTLE

Stand SI-6

Landmark Produktions- und Handels GmbH

Bahnhofstraße 8b
6961 Wolfurt
Österreich

Tel.: +43 5574 63549

E-mail: info@landmark.at

www.landmark.at

- when it has to be right



LEICA GEOSYSTEMS AUSTRIA

- when it has to be right

Seit fast 200 Jahren revolutioniert Leica Geosystems die Welt der Vermessung mit Komplettlösungen für Fachleute auf der ganzen Welt. Das Unternehmen ist bekannt für seine Premiumprodukte und die Entwicklung innovativer Lösungen zur Erfassung, Analyse und Präsentation räumlicher Informationen. Deshalb vertrauen Fachleute aus vielen Branchen wie Vermessung und GIS, Bau und Maschinensteuerung, Produktion, Luft- und Raumfahrt und öffentliche Sicherheit auf Leica Geosystems.

Produkte und Dienstleistungen

- Totalstationen, Theodolite
- GNSS/GPS Systeme
- Terrestrische Laserscanner
- Komplettlösungen für Bauvermessung
- GeoMonitoring-Lösungen
- Mobile Mapping
- UAV-Lösungen
- Feld- und Büro Software
- Vermessungszubehör
- Schulungen
- Anwendersupport
- Technisches Service

Stand SF-7

Leica Geosystems Austria GmbH

Gudrunstrasse 179
1100 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 98122 0

E-mail:

lgs.austria@leica-geosystems.com

www.leica-geosystems.at



MA 41 – STADTVERMESSUNG WIEN

Die MA 41 – Stadtvermessung stellt Geodaten von Wien zur Verfügung und übernimmt die vermessungstechnischen Aufgaben, die innerhalb der Stadtverwaltung anfallen.

Produkte und Dienstleistungen

- Mehrzweckkarte
- Dreidimensionales Stadtmodell
- Orthophoto
- Teilungspläne
- Grenzvermessungen
- Lage- und Höhenpläne
- Bestandsaufnahmen
- Sicherungsmessungen
- Absteckungsarbeiten
- Höhenfestpunktfeld
- Lagefestpunktfeld

Stand SI-15

MA 41 - Stadtvermessung

Muthgasse 62
1190 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 4000 89115
E-mail: post@ma41.wien.gv.at

www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung



ÖBB-INFRASTRUKTUR

Die ÖBB-Infrastruktur plant, baut und betreibt Österreichs Bahninfrastruktur. Wir sind damit die Wegbereiter für eine moderne, umweltfreundliche Bahn in Österreich. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sorgen für Pünktlichkeit, Sicherheit und Sauberkeit im System Bahn. Für unsere KundInnen sind wir rund um die Uhr im Einsatz. Zuverlässig, kompetent und transparent!

Produkte und Dienstleistungen

- Betriebsführung im ÖBB-Schiennetz
- diskriminierungsfreier, kundentorientierter Netzzugang
- Planung, Bau und Finanzierung von Infrastrukturprojekten
- eisenbahnspezifische Baudienstleistungen
- Bahnstromversorgung
- Telekomleistungen
- Immobilienmanagement
- Sauberkeit & Kundenservice

Stand SF-6

ÖBB-Infrastruktur AG

Praterstern 3
1020 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 93000
E-mail:
michaela.haberler-weber@oebb.at

www.oebb.at



ÖVG

Die ÖVG ist ein gemeinnütziger Verein, der die Anliegen aller Bereiche der Vermessung, der Kartographie, der Geodäsie und der Geoinformation in Österreich fördert und in den internationalen Organisationen und Dachverbänden vertritt. Im Verein sind alle an Vermessung und Geoinformation Interessierte vertreten, insbesondere die privaten Berufe, die öffentliche Verwaltung, Lehre und Forschung sowie die Studierenden.

Produkte und Dienstleistungen

- Österreichischer Geodätentag
- vgi Zeitschrift
- ÖVG Vortragsreihen
- Unterstützung Kongressreisen
- online Archiv der vgi

Stand SF-13

Österreichische Gesellschaft f.
Vermessung u. Geoinformation

Schiffamtsgasse 1-3
1020 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 21110 822216
E-Mail: office@ovg.at

www.ovg.at



Panasonic Computer Service Deutschland

PWA ELECTRONIC GMBH

PWA – Ihr Spezialist für Beratung, Vertrieb, Service und Support von gehärteten Notebooks, Komponenten und Peripherie für mobile Anwendungen.

Spezialisiert haben wir uns auf den Vertrieb, Service und Support von Panasonic Toughbooks und Toughpads. Seit 2007 ist die PWA Electronic GmbH Deutschlands und Österreichs einziger autorisierter Servicepartner für die Panasonic Toughbooks/Toughpads.

PWA Electronic GmbH bietet für die Toughbooks und Toughpads das komplette Sortiment an Unterstützung an: Ob Neugeräte und Zubehör, Restposten, Ersatzteile, Service und Support – bei uns erhalten Sie alles aus einer Hand.

Sonderlösungen wie z.B. das Toughpad FZ-G1 mit integriertem Trimble-Funk, oder Long Range Bluetooth für das Leica RH16/RH17 sind einige unserer Lösungen für den Vermessungsbedarf.

Produkte und Dienstleistungen

- Panasonic Toughbooks
- Panasonic Toughpads
- Spezialist für robuste IT
- Graphische Feldbücher/Rechner
- Projekt-, Vermessungslösungen

Stand SI-11

PWA Electronic GmbH

Liebigstr. 12
63500 Seligenstadt
Deutschland

Tel.: +49 6182 78770

E-mail: mail@pwa-electronic.de

www.pwa-electronic.de



REDCATCH GMBH

Terrestrische und UAV Nahbereichs-photogrammetrie ohne Passpunkte – Die REDcatch GmbH entwickelt, vertreibt und implementiert GNSS+IMU Hardware zur direkten Georeferenzierung von Bildern mit Zentimetergenauigkeit. Einschulung und Support werden großgeschrieben, und auf die Qualität und das Feedback beim hauseigenen photogrammetrischen Cloudservice wertgelegt. Sprechen Sie uns an, wir sind mit einem Stand vor Ort vertreten.

Produkte und Dienstleistungen

- 3D ImageVector -Mono- terr.
- 3D ImageVector -Mono- UAV
- Photogr. CloudService
- Training und Support
- Kundenspezifische Entwicklung

Mitaussteller bei:

twins GmbH

Stand SI-8

REDCatch GmbH – Photogram-
metric Engineering

Tschaffinis 14
6166 Fulpmes
Österreich

Tel.: +43 5225 20203

E-mail: office@REDCatch.at

www.REDCatch.at



RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS

RIEGL ist ein weltweit führender Anbieter von Scanning Systemen für den Vermessungsbereich und liefert modernste Waveform-LiDAR Lösungen für terrestrische, industrielle, mobile, luftgestützte und UAV-basierte Anwendungen. Verkauf, Schulung, Support und Service werden sowohl vom österreichischen Hauptsitz in Horn, von den Büros in Wien, Salzburg, und der Steiermark als auch den RIEGL Niederlassungen in den USA, Japan und in China sowie durch ein weltweites Netz an Vertriebspartnern abgewickelt.

Produkte und Dienstleistungen

- Terrestrische Laserscanner
- Airborne Laserscanner
- Airborne Laserscanning-Systeme
- Vermessungs-UAV RiCOPTER
- LiDAR Sensoren für UAVs
- Mobile Laserscanning-Systeme
- Bathymetrie-Sensoren
- entsprechende Software-Pakete

Stand SI-2

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH

Riedenburgstraße 48
3580 Horn
Österreich

Tel.: +43 2982 4211

E-mail: office@riegl.com

www.riegl.com



RMDATA

rmDATA bietet spezielle Lösungen für Katastervermessung, Ingenieurvermessung und Geoinformation. Die Vorteile der Software sind intuitive Bedienbarkeit, automatisierte und direkte Übernahme sowie Auswertung von Messdaten inklusive vielfältiger Berechnungsmethoden. Intelligente Strukturen im CAD und GIS vereinfachen die Aufgaben bei Planerstellung, Erfassung von Geodaten oder Geländemodellierung. So liefern Vermesser Daten rasch und in hoher Qualität an Ihre Auftraggeber.

Ein Team aus über 70 Mitarbeitern entwickelt Software und betreut Kunden in Österreich, Deutschland, der Schweiz und Italien.

Produkte und Dienstleistungen

- rmDATA GeoProject:
- rmDATA GeoDiscoverer
- rmGEO, rmNETZ
- rmDATA GeoMapper
- rmDATA GeoDesigner
- rmDATA GeoDesigner DGM
- 3DWorx Designer
- rmKATOffice
- rmDATA GeoDesktop
- rmDATA GeoViewer
- rmDATA GeoWeb

Stand SI-1

rmDATA GmbH
Technologiezentrum Pinkafeld
Industriestraße 6
7423 Pinkafeld
Österreich

Tel.: +43 3357 43333
E-mail: office@rmdata.at

www.rmdata.at



SCHNEIDER DIGITAL

Bei Schneider Digital erhalten Sie Ihre optimale 3D/VR/4K Hardware-Lösung für den anspruchsvollen Profi-Einsatz mit höchsten Systemanforderungen in GIS, Photogrammetrie, Mapping und Scanning. Mehr als 23 Jahre Erfahrung im Profi-Hardware-Segment, kombiniert mit einem innovativen Produktportfolio führender Hersteller konzipieren wir Ihre maßgeschneiderte Lösung. Eine hohe Kundennähe, persönliche Beratung und eine ausgeprägte Service- und Dienstleistungsphilosophie machen uns zu Ihrem starken Lösungs-Partner selbst für die komplexesten, anspruchsvollsten Herausforderungen.

Produkte und Dienstleistungen

- professionelle Hardware-Lösungen
- Maßgeschneiderte High-End Performance-Workstations
- passives 3D-Stereo Display 3D PluraView
- 3D/VR-Powerwall smart VR-Wall
- High Res. 3D-Stereo und Touch-Monitore
- Direkt LED und multi LCD Displaywalls
- Profi-Grafikkarten von AMD
- Innovative Hardware-Peripherie
- Tracking, Eingabegeräte u.v.a.
- Beratung, Installation und Support

Stand SI-20

Schneider Digital
Josef J. Schneider e. K.
Maxlrainer Straße 10
83714 Miesbach
Deutschland

Tel.: +49 8025 9930 0
Fax: +49 8025 9930 29

E-mail:
info@schneider-digital.com
www.schneider-digital.com



SITECH AUSTRIA GMBH

SITECH Austria GmbH ist in Österreich der exklusive Vertriebs- und Servicepartner von Trimble in den Bereichen Maschinensteuerung, Bauvermessung und Baustellen-Management-Lösungen.

Neben herausragenden Produkten sind es die besten Dienstleistungen, die den entscheidenden Vorsprung liefern.

Dafür steht SITECH: Unser Service macht den Unterschied

Produkte und Dienstleistungen

- Trimble Earthworks Maschinensteuerung
- Trimble GCS900 Maschinensteuerung
- Trimble SPS Vermessung GNSS und Tachymeter
- Trimble SCS900 Vermessungssoftware
- Trimble DPS900 Maschinensteuerung für Bohrergeräte und Rammen
- Trimble Loadrite Wiegesysteme
- Spectra Laser
- Service, Support und Montage
- Miete, Datenerstellung

Stand SI-10

SITECH Austria GmbH
Ennser Straße 83
4407 Steyr- Gleink
Österreich

Tel.: +43 7252 84433
Fax: +43 1 4792314
E-mail: office@sitech-austria.at

www.sitech-austria.at



SYNERGIS

SynerGIS ist Esri Distributor für Österreich und vertreibt praxisnahe GIS Technologie und prozessorientierte Software-Lösungen. Erfolgreiche Projektumsetzungen und ein gemeinsames Verständnis von branchenspezifischen Anforderungen haben uns zu einem führenden Unternehmen im Bereich geografische Informationssysteme im deutschsprachigen Raum gemacht.

Produkte und Dienstleistungen

- GIS Software und Consulting
- Prozessorientierte Lösungen
- Infrastruktur Management Software
- Facility Management Software
- Esri ArcGIS Erweiterungen
- Hosting und Systembetreuung

Mitaussteller:

geoAT. OG

Stand SF-8

SynerGIS Informationssysteme GmbH

Technologiestraße 10
1120 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 87806 0
E-mail: wien@mysynergis.com

www.mysynergis.com



TU GRAZ, INSTITUT FÜR INGENIEURGEODÄSIE UND MESSSYSTEME

Die Technische Universität Graz bietet Bachelor- und Masterstudiengänge im Fachbereich Geodäsie an und führt grundlagennahe und angewandte Forschung in der geodätischen Sensorik und in geodätischen Überwachungssystemen durch. Das Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme besitzt einzigartige Test- und Kalibriereinrichtungen im geodätischen Messlabor und entwickelt, installiert und betreibt permanente Überwachungssysteme von Ingenieurbauten.

Produkte und Dienstleistungen

- Bachelorprogramm: Geodäsie
- Masterprogramm: Geodäsie, Geospatial Technologies, Space Sciences and Earth from Space
- Kalibrierung von geodätischen und faseroptischen Sensoren
- Forschungstätigkeiten im Bereich Bauwerksüberwachung und Monitoring von Naturgefahren

Stand SI-12

Technische Universität Graz
Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme

Steyrergasse 30/II
8010 Graz
Österreich

Tel.: +43 316 873 6321
E-mail: werner.lienhart@tugraz.at

www.igms.tugraz.at



TU WIEN, GEODÄSIE UND GEOINFORMATION - HG

Der Forschungsbereich Höhere Geodäsie (HG) des Departments für Geodäsie&Geoinformation der TU Wien beschäftigt sich mit Satellitengeodäsie (GNSS, Navigation), der Very Long Baseline Interferometry und neuen Technologien (Atomuhren). Zu den Hauptaufgaben zählen die Entwicklung von Multi-GNSS Punktbestimmungsverfahren, die Modellierung der Atmosphäre mit Hilfe der Raumtechniken und die Realisierung geodätischer Referenzsysteme.

Die HG engagiert sich zudem als Projektpartner in Forschung und Entwicklung.

Produkte und Dienstleistungen

- Vienna VLBI and Satellite Software (VieVS)
- GNSS Referenzstationsnetzwerke
- Precise Point Positioning (PPP)
- Referenzsysteme und -rahmen
- Satellitenbahnbestimmung
- Atmosphären-Monitoring
- Ray Tracing
- Multi-GNSS Datenmodellierung
- Permanente GNSS Station

Stand SI-3

TU Wien, Dep. Geodäsie und Geoinformation - Höhere Geodäsie

Gußhausstraße 27-29
1040 Wien
Österreich

Tel.: +43 1 58801 12865
E-mail:

robert.weber@tuwien.ac.at

hg.geo.tuwien.ac.at



TWINS GMBH

Manufaktur für fliegende Messgeräte (Drohnen) sowie Anbietung von Befliegungsdienstleistungen zur Erhebung von hochgenauen Geodaten.

Produkte und Dienstleistungen

- Geodatenerfassung
- UAV Befliegung
- Manufaktur
- UAV Hersteller

Mitaussteller:

REDcatch GmbH

Stand SI-8

twins GmbH

Häusern 15
6070 Ampass
Österreich

Tel.: +43 699 11282908
E-mail: info@twins.co.at

www.twins.co.at



VEXCEL IMAGING GMBH

Vexcel Imaging ist einer der führenden Anbieter von digitalen großformatigen Luftbildkameras und mobilen Sensorplattformen. Die UltraCam Produktlinie umfasst Nadir- und Obliquekameras sowie Wide-Area-Mapping Systeme. Abgerundet wird das Produktportfolio der Vexcel Imaging GmbH durch die voll integrierte photogrammetrische UltraMap Workflow Software Suite zur Prozessierung der UltraCam Daten.

Produkte und Dienstleistungen

- Luftbildkameras
- Terrestrische Kameras
- UltraMap Software

Stand SI-7

Vexcel Imaging GmbH

Anzengrubergasse 8
8010 Graz
Österreich

Tel.: +43 316 849066 0
E-mail: info@vexcel-imaging.com

www.vexcel-imaging.com



UNIVERSITÄT SALZBURG – Z_GIS

Z_GIS ist ein interdisziplinäres Kompetenzzentrum für Geoinformatik an der Universität Salzburg. Wir verbinden Grundlagen und angewandte Forschung und nehmen eine führende Position in der postgradualen Geoinformatik-Ausbildung ein. Zahlreiche Outreach-Aktivitäten lassen auch die Öffentlichkeit an unserer Forschung teilhaben. Mit innovativen räumlichen Konzepten und Methoden unterstützen wir Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Als inter-fakultärer Fachbereich entwickeln wir räumliche Kompetenzen über Disziplinen hinweg und bieten Präsenz- und Fernstudien an.

Produkte und Dienstleistungen

- Weiterbildung in Geoinformatik
- AGIT Symposium – www.agit.at
- UNIGIS Studien – www.unigis.at
- Master Studium Geoinformatik
- Urbanes Mobilitätslabor Salzburg

Stand SF-12

Universität Salzburg – IFFB Geoinformatik – Z_GIS

Hellbrunner Str. 34
5020 Salzburg
Österreich

Tel.: +43 662 8044 7532
E-mail: zgis@sbg.ac.at

www.zgis.at

FACHMESSE OGT 2018 STANDÜBERSICHT



Hauptponsoren



www.allterra-oesterreich.at



www.rmdata.at

Platin Sponsoren



Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

www.bev.gv.at



zt Bundeskammer der
ZiviltechnikerInnen | Arch+Ing

www.arching.at

Leica
Geosystems

www.leica-geosystems.at

synergis

www.mysynergis.com

Gold Sponsoren



www.goecke-austria.at

geosi 
simply intelligent

www.idc-edv.at



www.ingenieurbueros.at



www.landmark.at



www.riegl.com



VEXCEL
IMAGING

www.vexcel-imaging.com



Steyr ist immer eine Reise wert!
www.steyr.info





ALLTERRATM
Österreich

Hauptsponsor des österreichischen Geodätentages 2018

Allterra Österreich ist Ihr Fachhändler für terrestrische, satellitengestützte und fotogrammetrische Vermessungsgeräte, mobile GIS Anwendungen, Monitoring, Laserscanner und fachbezogene Softwareprodukte, sowie innovativer Partner bei der Einführung neuer Vermessungstechnologien.

Partner von



microdrones®



DELAIR™
FOR REAL INTELLIGENCE



Trimble

Autorisierter Vertriebspartner

allterra-oesterreich.at