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

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 111 (2013)

Heft: 5

Artikel: Stereovision Mobile Mapping : von der Forschungsidee zu operativen 3D-Geobilddiensten

Autor: Nebiker, Stephan / Eugster, Hannes

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-323396

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Stereovision Mobile Mapping

Von der Forschungsidee zu operativen 3D-Geobilddiensten

Am Beispiel von stereobildbasiertem Mobile Mapping wird in diesem Beitrag aufgezeigt, wie am Institut Vermessung und Geoinformation der FHNW aus zunächst vagen Forschungsideen in kurzer Zeit eine sehr konkrete anwendungsorientierte Forschungsinitiative entstand. Die positiven Forschungsergebnisse ermutigten zur Gründung einer Spin-off-Firma, deren neuartige 3D-Geobilddienste bereits in der ganzen Schweiz und demnächst auch im Ausland im produktiven Einsatz stehen.

Stephan Nebiker, Hannes Eugster

Eine Idee zur richtigen Zeit

Forschung ist oft unberechenbar: einmal kommt eine Idee für eine erfolgreiche Umsetzung in der Praxis schlicht zu früh, dann wiederum sind die Ergebnisse ganz anders als erwartet, aber ab und zu kommt eine Idee auch genau zur richtigen Zeit. Ein solcher Fall, der den Nerv der Zeit zu treffen scheint, soll in diesem Beitrag vorgestellt werden. Am Anfang stand der Wunsch nach einem kinematischen Positionierungssystem, welches in Kombination mit Bildsensoren als Forschungs- und Entwicklungsplattform für unterschiedliche neue Anwendungen dienen sollte. Mit finanzieller Unterstützung der damaligen Stiftung zur Förderung der FHBB konnte im Frühjahr 2009 ein erstes GNSS/INS-Inertialnavigationssystem Applanix POS-LV210 beschafft werden. Diese Investition sollte zum Auslöser einer ganzen Reihe an Forschungsaktivitäten am Institut Vermessung und Geoinformation werden.

Nachdem am Institut bereits im Vorfeld erste Untersuchungen zur automatischen Erkennung von Verkehrsschildern aus digitalen Bilddaten durchgeführt worden waren, sollte als nächstes die Kartierung mit Hilfe eines selbst entwickelten, mit Stereokameras ausgerüsteten mobilen Messfahrzeugs erfolgen (Burkhard, 2009) (vgl. Abb. 1). Die Idee, als primäre 3D-Umgebungssensoren Stereokameras anstelle der weit verbreiteten Laserscanner einzusetzen, war zu diesem Zeitpunkt noch eher zufällig. Immerhin konnte damit auf ein bewährtes, über 100 Jahre altes Messprinzip und auf Erfahrungen mit Forschungsprototypen von Mobile Mapping Systemen an der Ohio State University und der University von Calgary zu Beginn der 90er-Jahre aufgebaut werden. Rückblickend waren diese Systeme für eine praktische Umsetzung etwa 20 Jahre zu früh und schafften es daher nicht über das Forschungsstadium hinaus.

Von der Vision zur Gründung einer Spin-off-Firma

Auf Grund der erfolgreichen ersten Experimente mit dem IVGI Stereovision Mobile Mapping System aus der Arbeit von Burkhard (2009) zeigte sich schon bald, dass diesmal der Zeitpunkt für eine erfolgreiche Umsetzung in der Praxis günstig war. Einerseits konnten die aktuellen Entwicklungen auf rasante Fortschritte in der Bildsensorik, bei den Datenübertragungsraten, den Rechenleistungen und den Speicherkapazitäten, bei den Webtechnologien wie etwa HTML5 sowie in der Algorithmik aus Computer Vision und Photogrammetrie aufbauen. Andererseits zeigten erste erfolgreiche Pilotprojekte mit Partnern aus der Industrie auf, dass ein tatsächliches Marktbedürfnis für stereobildbasierte Mobile Mapping Lösungen existiert. Und schliesslich stand am Institut ein hoch qualifiziertes und motiviertes Team von neugierigen Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden aus der Geomatik und Informatik bereit. Im Zeitraum von 2009 bis 2011 wurden denn auch gleich 11 Projekt- und Diplomarbeiten im Bachelorstudiengang Geomatik und vor allem im neuen Masterstudiengang in Geoinformationstech-

Abb. 1: Stereovision Mobile Mapping System des IVGI in einer Versuchskonfiguration mit einem optionalen Laserscanner.

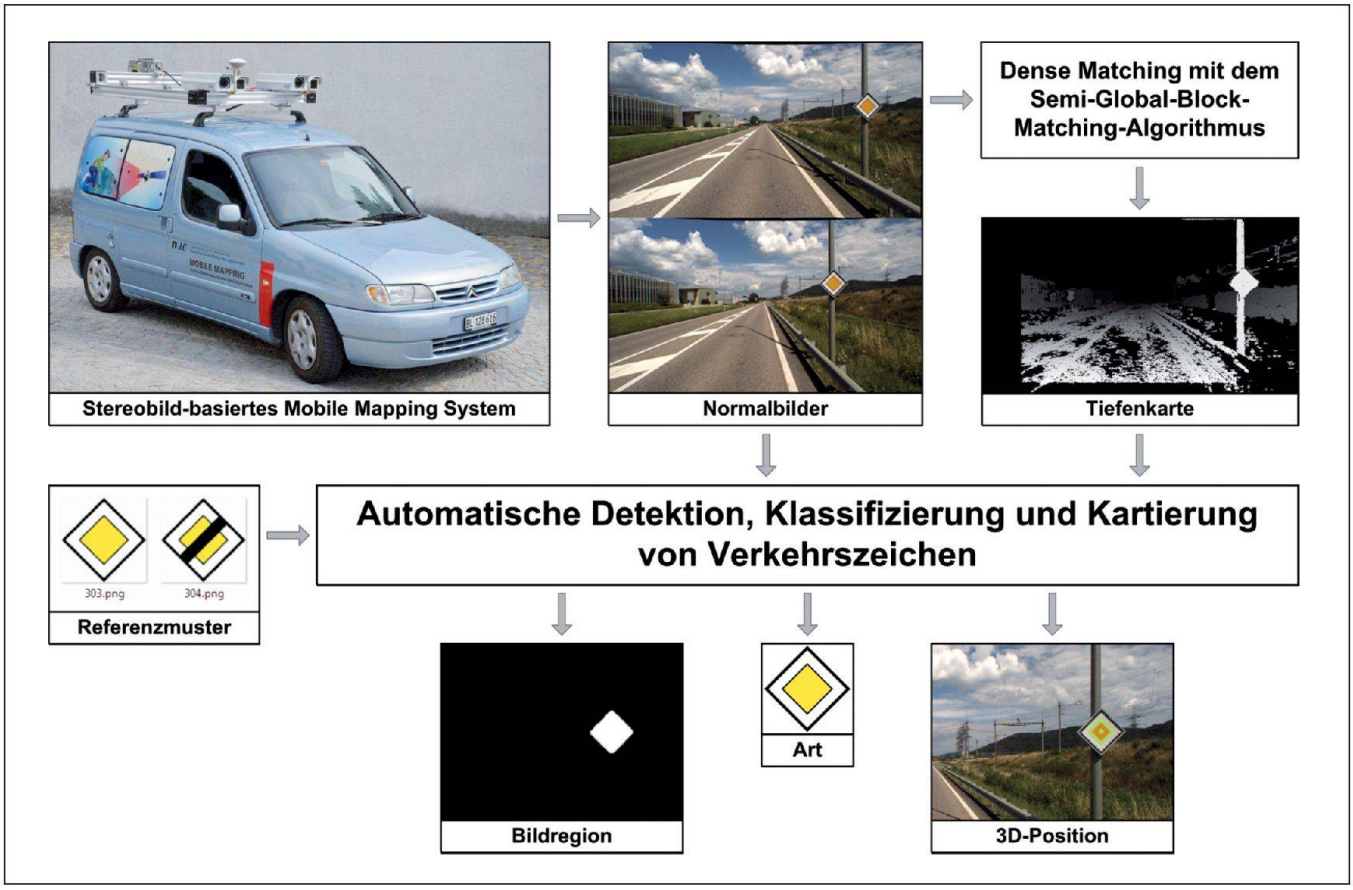

Abb. 2: Automatisierte Verkehrszeichenkartierung aus mobil erfassten Stereobilddaten (Cavegn, 2010).

nologie zu den unterschiedlichsten Fragestellungen rund um das stereobildbasierte Mobile Mapping und den Aufbau cloud-basierter 3D-Geobilddienste durchgeführt. Dabei reichte das Themenspektrum von Genauigkeitsuntersuchungen bei der direkten Sensororientierung, über neue Ansätze zur integrierten Sensororientierung und Untersuchungen zum automatischen Multi-Image-Matching in Bildsequenzen bis hin zur automatischen GIS-basierten Indizierung der komplexen Befahrungsdaten ganzer Städte und Regionen. Stellvertretend für die vielen Forschungsarbeiten sei die Masterarbeit von Stefan Cavegn (2010) zur automatisierten Verkehrszeichenkartierung erwähnt (vgl. Abb. 2), die mit dem internationalen Karl Kraus Nachwuchsförderpreis 2011 ausgezeichnet wurde.

All diese Untersuchungen ergänzten die parallel laufenden Forschungsarbeiten am Institut, lieferten sehr wertvolle Erkenntnisse und praktische Erfahrungen und führten zu positivem Feedback von ersten Anwendungspartnern. Diese bestärkten Institutsmitarbeitende unter Führung von Dr. Hannes Eugster zusammen mit externen Partnern auf Anfang 2011 die iNovitas AG Mobile Mapping Solutions als Spin-off-Unternehmung der FHNW zu gründen.

Das KTI-Forschungsprojekt SmartMobileMapping

Bereits im Sommer 2011 konnte mit finanzieller Unterstützung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) zusammen mit den Projektpartnern iNovitas AG, ALPGIS AG Thun und KOPA Laufenburg das ambitionierte Forschungsprojekt SmartMobileMapping gestartet werden. Das Projekt sollte es ermöglichen, vollautomatisch ein hoch aufgelöstes, detailliertes Abbild des Strassen- oder Schienenraums in der Form von exakt georeferenzierten 3D-Bilddaten zu erstellen, diese in einer cloud-basierten Umgebung zu verwalten und anschliessend über das Internet verteilt zu nutzen. Damit sollten ein Grossteil der bisherigen Inspektions-, Erfassung- und Messaufgaben im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung der Strassen- und Schieneninfrastruktur vom Feld an den Arbeitsplatz der verschiedenen Fachspezialistinnen und -spezialisten verlagert werden können.

Ausgehend von der bestehenden stereobildbasierten Mobile Mapping Technologie der FHNW und der iNovitas AG mit einer interaktiven Stereoauswertung an handelsüblichen 3D-Bildschirmen sollte dabei innerhalb von zwei Jahren eine rein cloud- und browserbasierte Lösung realisiert werden. Aufgrund der raschen Fortschritte im Bereich neuer Webstandards wie HTML5 und WebGL konnten bereits in der Projektmitte im Sommer 2012 als Zwischenresultat erste 3DCityTV™ 3D-Geobilddienste realisiert und aufgeschaltet werden, die rein browserbasiert ge-

nutzt werden können. 3DCityTV unterstützt dabei eine flexible Navigation in der Bilddatenbasis und ermöglicht denkbar einfache und trotzdem genaue dreidimensionale Messungen. In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Strassen – und parallel zum KTI-Projekt – konnte im Rahmen eines umfangreichen Pilotprojekts die Eignung von 3D-Geobilddiensten für das Infrastrukturmanagement im Nationalstrassenbereich demonstriert werden (Eugster et al., 2013). Im folgenden Abschnitt werden die Architektur von 3DCityTV sowie der Workflow von der Datenerfassung bis zur browserbasierten Nutzung sowie weitere Anwendungsbeispiele vorgestellt.

Das Ergebnis: 3DCityTV 3D-Geobilddienste

Ein 3DCityTV 3D-Geobilddatendienst bringt Strassen- oder Schienenkorridore dreidimensional, hochaufgelöst, verteilt und jederzeit nutzbar an den individuellen Arbeitsplatz oder auf mobile Endgeräte und ermöglicht virtuelle Feldbegehungen, das Messen von Distanzen und Flächen sowie die Kartierung oder lagekorrekte Überlagern beliebiger Geoobjekte (Nebiker & Eugster, 2013). Die Realisierung eines solchen Dienstes beginnt mit der Digitalisierung der zu erfassenden Strassen- oder Schienentrassen mit dem von der FHNW und iNovitas entwickelten Stereobild-basierten Mobile Mapping System. Dabei kann der Strassenraum mit bis zu 5 Stereosystemen bzw. 10 Kameras und Fahrgeschwindigkeiten von 50–80 km/h erfasst werden, was zu Datenmengen von ca. 1 TeraByte pro Stunde Messfahrt führt. Die anschliessende Datenaufbereitung setzt eine Systemkalibrierung mit allen involvierten Bild- und Positionierungssensoren voraus, welche ergänzend zur Messkampagne durchzuführen ist. Der Datenaufbereitungsprozess berechnet aus den aufgezeichneten Roh-Stereobildpaaren ein verzeichnungsfreies und normalisiertes Stereobild, aus welchem mittels Dense Image Matching ein 3D-Bild entsteht. Das generierte 3D-Bild beinhaltet zusätzlich zur Farbinformation für jedes Pixel die Entfernung zum abgebildeten Objekt, womit im Bild auf intuitive Weise präzise 3D-Koordinaten gemessen werden können. Die generierten 3D-Bilder werden mit Hilfe der ergänzend aufgezeichneten Navigationsdaten, bestimmt aus Trägheitsnavigationssystem und GNSS, präzise georeferenziert. Die so georeferenzierten 3D-Bildsequenzen bilden nun das digitale Abbild der erfassten Trassees, welches nun über einen 3DCityTV-Service webbasiert Fachanwenderinnen und -anwendern zugänglich gemacht werden kann. Die nachfolgende Abbildung zeigt den im Rahmen des SmartMobileMapping-Projektes entwickelten Workflow mit den für den Betrieb des Dienstes notwendigen Systemkomponenten.

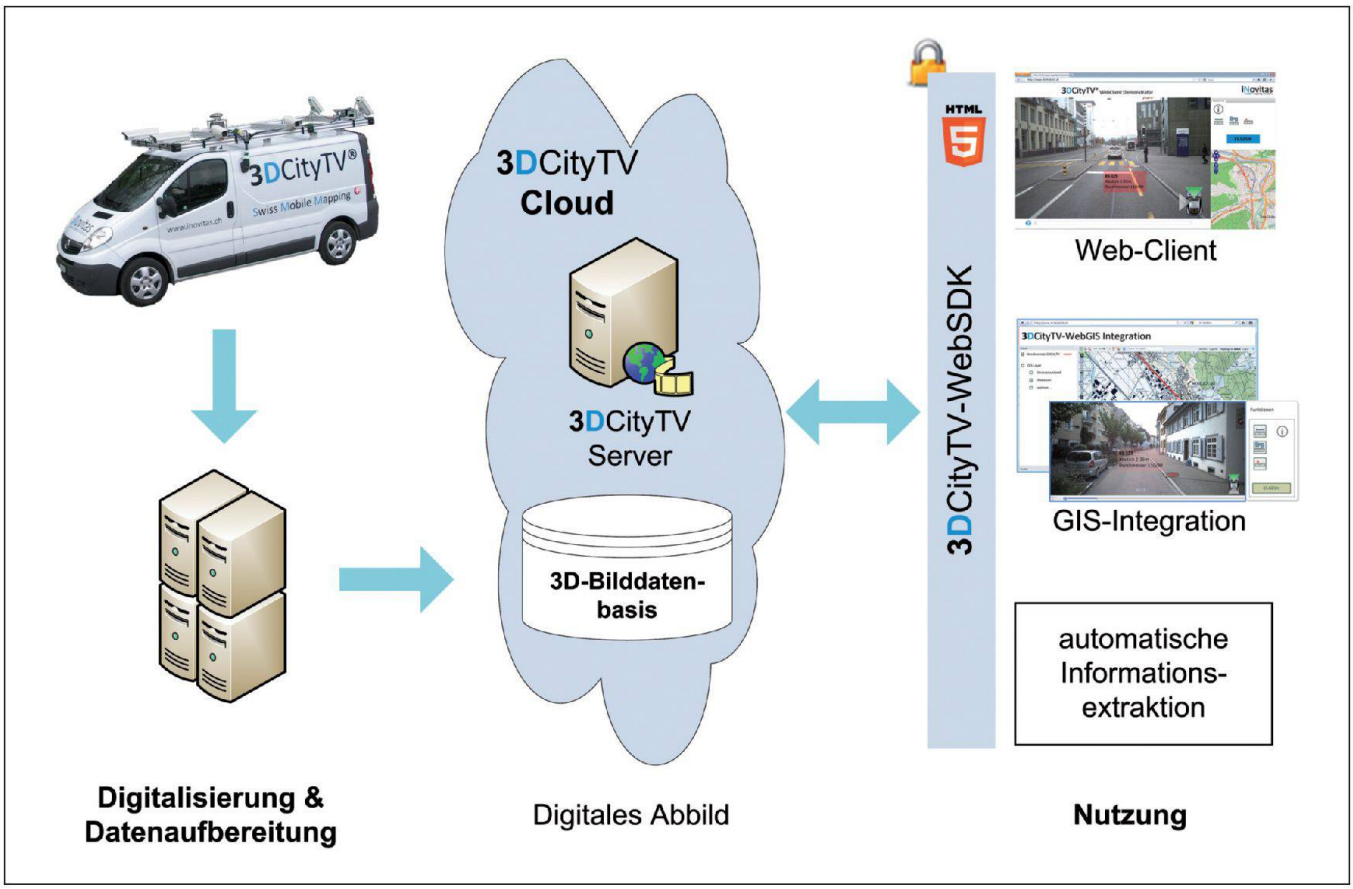

Abb. 3: Workflow und Architektur eines 3DCityTV 3D-Geobilddienstes.

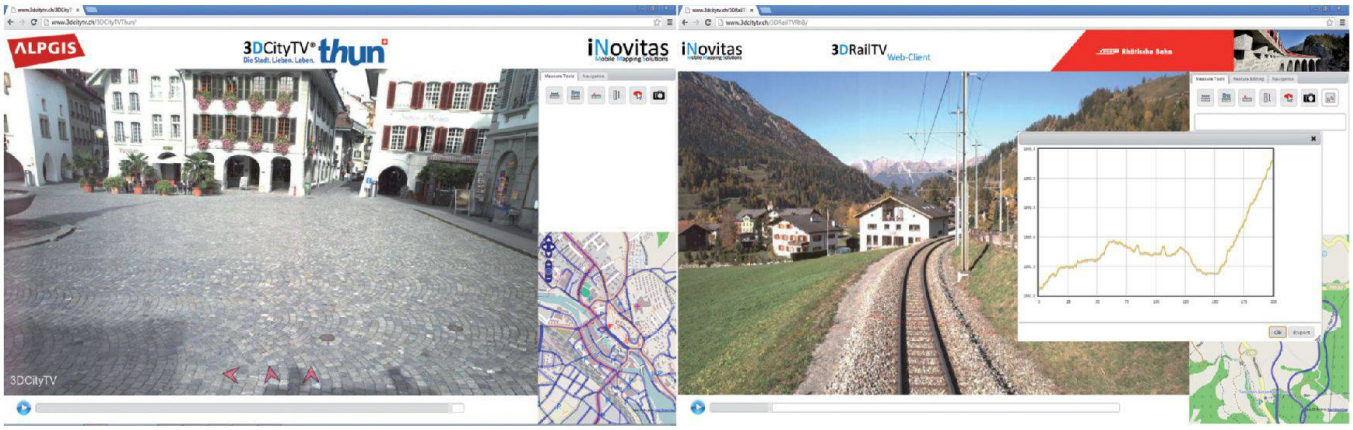

Abb. 4: 3DCityTV-Dienst der Stadt Thun (links) und 3DRailTV-Pilotdienst der RhB (rechts).

Die aufbereitete georeferenzierte 3D-Bilddatenbasis wird in der Cloud gehostet und kann über das neu entwickelte 3DCityTV-WebSDK verteilt und webbasiert genutzt werden. Das WebSDK ist ein Programm-Werkzeugkasten, welcher den effizienten Zugriff auf die Bilder über das Web, die präzise 3D-Koordinatenmessung im Monobild sowie die Überlagerung bestehender Geodaten ermöglicht. Damit kann 3DCityTV sehr einfach in eine kundeneigene Web-GIS- oder Desktop-GIS-Lösung integriert werden. Abb. 4 zeigt beispielhaft zwei realisierte Dienste. Der 3DCityTV-Service der Stadt Thun macht die Strasseninfrastruktur innerhalb des Tiefbauamtes Thun dreidimensional und verteilt verfügbar. Der Pilot RhB 3DRailTV-Service demonstriert das Potenzial dieser Technologie auf der Schiene und unterstützt die Schieneninfrastrukturbetreiberin tagtäglich beim Asset Management und erlaubt beispielsweise virtuelle Feldbegehungen oder unterschiedliche Messungen.

Fazit und Ausblick

Parallel zum KTI-Projekt SmartMobile-Mapping lief und läuft schon wieder eine ganze Reihe von spannenden Studierendenprojekten. Das ursprüngliche Inertialnavigationssystem konnte mittlerweile durch ein zweites System von Novatel ergänzt werden, sodass mit dem Messfahrzeug und den diversen Bildsensoren eine ideale Forschungs- und Entwicklungsumgebung für praxisbezogene Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung besteht. Die damit untersuchten Fragestellungen erstrecken sich von der Geodäsie über die Photogrammetrie und Computer Vision bis hin zum Datenschutz. Zu den laufenden Untersuchungen und Entwicklungen gehören denn auch die automatische Anonymisierung personenbezogener Informationen in 3D-Geobilddiensten (Matti, 2013), die weitere Verbesserung der Tiefeninformation in den 3D-Bilddaten durch Dense Multi-Image-Matching oder die Entwicklung intelligenter 3D-Messfunktionen. Die noch kaum ausgeschöpften – oder noch nicht einmal erkannten – Möglichkeiten von stereobildbasiertem Mobile Mapping und 3D-Geobilddiensten dürften uns noch etliche Jahre vor spannende und unerwartete neue Forschungs- und Entwicklungsfragen stellen.

Referenzen:

Burkhard, J., 2009. Aufbau eines Mobile Mapping Systems für die automatische Verkehrszeichenerfassung. Master Thesis, FHNW.

Cavegn, S., 2010. Automatisierte Verkehrszeichenkartierung aus mobil erfassten Stereobilddaten. Master Thesis, FHNW.

Eugster, H. et al., 2013. 3DRoadTV-Service – Georeferenzierter 3D-Bilddatendienst für die Infrastrukturpflege und -verwaltung. In E. Seyfert, ed. 33. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF – Dreiländertagung DGPF, OVG, SGPF. pp. 344–353.

Matti, E., 2012. Erkennung und Anonymisierung von personenbezogenen Informationen in mobil erfassten, stereobildbasierten 3D-Geobilddatendiensten. Master Thesis FHNW.

Nebiker, S. & 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.

Stephan Nebiker
Hannes Eugster
Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur,
Bau und Geomatik
Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
stephan.nebiker@fhnw.ch
hannes.eugster@fhnw.ch