**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:** 109 (2011)

**Heft:** 6: 150 Jahre Schweizerische Geodätische Kommission

**Artikel:** Geodätische Messtechnik und Ingenieurgeodäsie am IGP ETHZ

**Autor:** Ingensand, H. / Grimm, D. / Tilch, S.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-236798

**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:** 01.07.2025

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

# Geodätische Messtechnik und Ingenieurgeodäsie am IGP ETHZ

Die Professur für Geodätische Messtechnik und Ingenieurgeodäsie (geomETH) der ETH Zürich hat sich neuen Themenbereichen der kinematischen Geodäsie zugewandt. Dabei werden sowohl satellitengeodätische als auch moderne nicht-satellitengestützte Methoden entwickelt und eingesetzt. Die drei Beispiele deuten die Vielfalt der Forschungstätigkeit in der modernen Ingenieurgeodäsie an.

*La Chaire de technique de mensuration géodésique et de géodésie d'ingénieur (geomETH) de l'EPF Zurich s'est approprié le nouveau thème de la géodésie cinématique. Dans ce domaine des méthodes géodésiques satellitaires aussi bien que des méthodes modernes non-satellitaires sont développées et utilisées. Les trois exemples démontrent la diversité de l'activité en recherche d'ingéneurie géodésique.*

La cattedra di Tecniche di misurazione ed ingegneria geodetica (geomETH) del Politecnico di Zurigo si è esteso al nuovo ambito della geodesia cinematica. Questo ambito si occupa di sviluppare e applicare tecnologie sia di geodesia satellitare che moderne metodologie non satellitari. I tre esempi qui di seguito illustrano la varietà dell'attività di ricerca nella moderna geodesia ingegneristica.

*H. Ingensand, D. Grimm, S. Tilch, R. Mautz, P. Theiler, K. Schindler*

Die Professur für Geodätische Messtechnik und Ingenieurgeodäsie (geomETH) der ETH Zürich hat sich vor drei Jahren neuen Themenbereichen wie z.B. der Steuerung von Bau- und Landmaschinen zugewandt. Die erste internationale Tagung zum Thema «Machine Control and Guidance (MCG)» fand im Juni 2008 grosse Resonanz. Mit dieser neuen Aufgabe werden Sensoren und Messtechnologien für kinematische Anwendung gesucht und, dadurch angeregt, wurde eine Gruppe für Nicht-GPS-Positionierung aufgebaut. Im September 2010 wurde von der Professur erstmals eine internationale Konferenz «Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)» mit mehr als 450 Teilnehmern durchgeführt. Aber auch die Hochpräzisionsaufgaben im Tunnelbau wurden in einer eintägigen Veranstaltung «Mit Millimetergenauigkeit durch den Gotthard» gewürdigt. Als neuer Schwerpunkt wurde von geomETH die Thematik der Unmanned Aerial Vehicles (UAV) aufgenommen.

*D. Grimm*

## Orientierungsbestimmung von GNSS-Antennen

Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, die Orientierung einer GNSS-Antenne direkt anhand der Satellitenkonstellation zu bestimmen, wie in Abbildung 1 angedeutet.

Die Bestimmung der Ausrichtung der Antenne erfolgt dabei, ohne die Antenne zu bewegen und ohne zusätzliche Sensoren. Damit dies möglich ist, muss die Eintreffrichtung der Signale im Bezug zur Antenne bestimmt werden. Diese kann bei einer handelsüblichen GNSS-Antenne nicht direkt gemessen werden. Eine verwendbare Messgrösse ist die Signalstärke, die als Signal-Rausch-Verhältnis angegeben wird. Wird ein Teil der Antenne mit einem dämpfenden Material abgeschattet, verändert sich die Empfangscharakteristik der Antenne. Sie ist nun nicht mehr omnidirektional, sondern sie erhält eine Richtcharakteristik. Wird die Abschattung über der Antenne rotiert, wandert die Richtcharakteristik um die

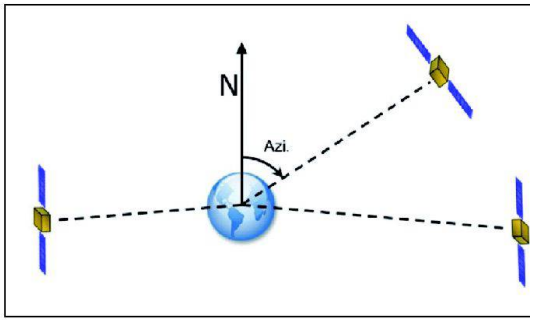


**Abb. 1: Satelliten als Referenzpunkte für die Orientierung.**

Antenne. Da sich die Abschattung im Nahfeld der Antenne befindet, ist dieser Effekt schwer modellierbar. Jedoch ist er messbar und für jede Drehstellung der Abschattung konstant. Somit kann die Charakteristik gegenüber der Drehstellung der Abschattung kalibriert und so zur Bestimmung der Eintreffrichtung der Satellitensignale verwendet werden.

Mit entsprechenden Korrelationstechniken kann bei einer zweiminütigen Messung die Orientierung der Antenne auf etwa 2 bis 5 Grad genau bestimmt werden. Bei längeren Beobachtungsdauern von (momentan noch) über zwei Stunden können Genauigkeiten von weniger als 1 Grad erreicht werden.

*S. Tilch, R. Mautz*

## Entwicklung eines optischen Positionierungssystems für die industrielle Messtechnik

Die Positionsbestimmung in Gebäuden gewinnt immer mehr an Bedeutung; sei es in Bereichen der industriellen Messtechnik, der Lokalisierung von Personen z.B. in Krankenhäusern oder bei der Lokalisierung von Waren in Bereichen der Logistik und Lagerhaltung. Auch in die alltäglichen Haushalte hat die Innenraumpositionierung in Form selbstnavigierender Staubsauger Einzug gehalten. Gegenwärtig wird am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich (Gruppe geom ETH) das optische Positionierungssystem CLIPS (Camera and Laser-

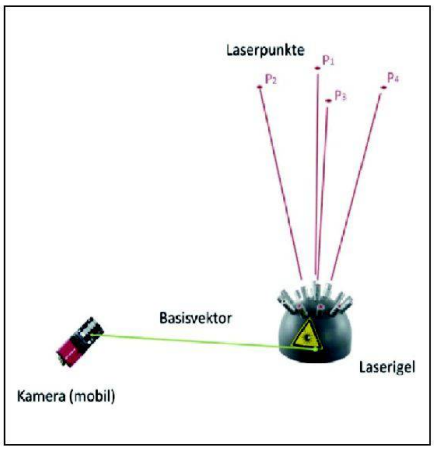


**Abb. 2: Der Laserigel erfüllt die Aufgaben eines Projektors und einer inversen Kamera. Die mobile Kamera nimmt das Muster der projizierten Laserpunkte auf. Daraufhin kann die Position der Kamera bezüglich des Laserigels bestimmt werden.**

based Indoor Positioning System) für Anwendungen der industriellen Messtechnik entwickelt.
Das System basiert auf der grundlegenden Idee, die Position einer mobilen Digitalkamera bezüglich eines Projektors zu bestimmen (siehe Abb. 2). Dieser Projektor besteht aus 16 Laserpointern, deren Ausrichtungen zueinander bekannt sind und sich auf einen gemeinsamen Ursprung beziehen. Nun wird ein Muster von Laserpunkten auf eine Oberfläche projiziert und von der Digitalkamera aufgenommen. Nach der Identifizierung der Laserpunkte im Digitalbild kann mit Hilfe der Epipolar-Geometrie eine funktionale Beziehung zwischen der Kamera und dem Projektor formuliert werden, die sowohl die Lage als auch die Orientierung der Kamera bezüglich des Projektors enthält. Im Rahmen eines linearen, iterativen Newtonverfahrens lässt sich die relative Orientierung schätzen. Allerdings ist der Translationsvektor nur bis auf einen unbekannten Massstabsfaktor eindeutig bestimmbar. Deshalb muss dieser zusätzlich durch die Verwendung exzentrisch angeordnete Laserpointer eingeführt werden. Ein erstes Funktionsmuster wurde bereits im Rahmen der IPIN Konferenz 2010 in Zürich vorgestellt.

*P. Theiler, K. Schindler*

## Automatische Registrierung von terrestrischen Laserscans

Durch die Möglichkeit zur schnellen und genauen Punktaufnahme birgt die Messmethodik des Laserscannings ein grosses Potenzial (z.B. Dokumentation und Überwachung von Bauwerken). Die Kehrseite ist jedoch der Zeitaufwand für die bisher kaum automatisierte Bearbeitung der erzeugten Punktwolken. Zurzeit wird deshalb am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich (Gruppe geom ETH) an Lösungen zur Automatisierung einzelner Prozessierungsschritte bei der Bearbeitung der Laserscannerpunktwolken geforscht. Der Forschungsschwerpunkt liegt dabei bei der vollautomatischen Registrierung von Laserscans.
Die Herausforderung bei der Verknüpfung mit künstlichen Objekten liegt in der automatischen Erkennung und Zuordnung der Objekte in zwei oder mehreren Scans. Als Verknüpfungsobjekt werden derzeit weisse Holzkugeln mit einem Durchmesser von 7.5 cm verwendet. Der Algorithmus basiert auf der Abbildung der Punktwolke in den Bildraum. Diese Abbildung ist für einen einzelnen Scan verlustfrei möglich. Der Erkennungsalgorithmus nutzt einerseits die starke Rückstreuung des Lasers auf der Kugeloberfläche und andererseits die räumliche Trennbarkeit der Kugel und Umgebung (Abb. 3). Die Zuordnung der extrahierten Kugeln zwischen zwei Scans wird über die Distanz zwischen den Mittelpunkten der Kugeln erreicht. Anschliessend werden die Parameter einer 3D-Helmert-Transformation mittels einer vermittelnden Ausgleichung bestimmt.
Die Registrierung von Laserscans ohne künstliche Targets wird durch Extraktion von natürlichen Ebenen realisiert. Mit Hilfe eines RANSAC-Ansatzes werden markante Ebenen detektiert, modelliert und anschliessend untereinander verschnitten. Der Schnittpunkt dreier Ebenen ergibt einen natürlichen Verknüpfungspunkt. Obwohl die Einführung von Bedingungen bezüglich der Ebenendetektierung und -verschneidung (z.B. Schnittwinkel) die Anzahl der Verknüpfungspunkte reduziert, ist der bisher verwendete Ansatz der Punktzuordnung in zwei Scans zu wenig eindeutig. Aktuell wird an der Optimierung der Extraktion von Ebenen und der Zuordnung der sich daraus ergebenden Verknüpfungspunkte geforscht.

Hilmar Ingensand
David Grimm
Sebastian Tilch
Rainer Mautz
Pascal Theiler
Konrad Schindler
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
HIL D 42.3
Wolfgang-Pauli-Strasse 15
CH-8093 Zürich
hilmar.ingensand@geod.baug.ethz.ch
david.grimm@geod.baug.ethz.ch
sebastian.tilch@geod.baug.ethz.ch
rainer.mautz@geod.baug.ethz.ch
pascal.theiler@geod.baug.ethz.ch
konrad.schindler@geod.baug.ethz.ch

**Abb. 3: Die abgerollte Punktwolke ergibt ein Intensitätspanorama (roter Kreis: zu detektierende Verknüpfungskugel).**