

# Die heutige Korridorvermessung ist kinematisch!

Autor(en): **Rub, M. / Stengele, R.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **111 (2013)**

Heft 9

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-346988>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die heutige Korridorvermessung ist kinematisch!

Vermessung und Geodaten-Management von korridorförmigen Infrastruktur-Objekten haben sich in den letzten Jahren massgebend gewandelt. Der Trend zu flächendeckenden Erfassungstechnologien löst die traditionelle, manuelle Einzelpunktaufnahme ab. Dieser Wandel ist vor allem auf die Entwicklung von Mobile Mapping Systemen (MMS) zurückzuführen, bei denen verschiedenste Sensoren (Laserscanner, Kamera- und Videosysteme) in unterschiedlicher Kombination und Konfiguration auf fahrbaren Plattformen installiert werden. Diese kinematische Messkonfiguration war viele Jahrzehnte der Luftbild-Photogrammetrie und seit ca. 20 Jahren dem Airborne Laserscanning vorbehalten. Durch MMS werden bewährte Konzepte der kinematischen Datenerfassung und -auswertung weiterentwickelt und der Sensorintegration neue Impulse verliehen. Der vorliegende Artikel gibt eine kurze Übersicht über kinematische Erfassungsmethoden und beschreibt die verschiedenen Technologien und deren Synergiepotenzial. Die Vielfalt des Anwendungs- und Einsatzspektrums von MMS wird durch drei Projektbeispiele illustriert.

*La mensuration et la gestion des géodonnées d'objets d'infrastructures en forme de corridors se sont particulièrement modifiées ces dernières années. La tendance vers des technologies de saisie de surfaces entières remplace le levé manuel traditionnel des points singuliers. Cette évolution est surtout due au développement de systèmes de mapping mobiles (MMS) combinant et configurant de façons diverses différents capteurs (scanneurs laser, systèmes caméra et vidéos) sur des plates-formes mobiles. Cette configuration de mensuration cinématique était réservée pendant des décennies à la photogrammétrie aérienne et depuis une vingtaine d'années au scannage laser aéroporté. Par MMS des concepts éprouvés de saisie cinématique et d'analyse ont été perfectionnés et de nouvelles impulsions conférées à l'intégration des capteurs. Le présent article donne un bref aperçu des méthodes de saisies cinématiques et décrit les différentes technologies et leur potentiel de synergie. La variété du spectre d'application et de mise en oeuvre de MMS est illustrée à l'aide de trois exemples de projets.*

Negli ultimi anni la gestione delle misurazioni e dei geodati di oggetti di infrastrutture a forma di corridoio ha subito cambiamenti sostanziali. Ha preso piede la tendenza delle tecnologie di rilevamento a copertura totale che si sostituisce al tradizionale rilevamento manuale a punti singoli. Questo cambiamento è, in particolare, riconducibile allo sviluppo dei sistemi di Mobile Mapping (MMS) in cui sono installati i più svariati sensori (laserscanner, fotocamera, sistemi video) in combinazioni e configurazioni variabili su piattaforme mobili. Questa configurazione cinematica di misurazione era circoscritta, per molti decenni, alla fotogrammetria delle riprese aeree e da circa 20 anni era anche limitata all'Airborne Laserscanning. Il MMS consente di sviluppare validi concetti di rilevamento e valutazione cinematici e fornisce nuovi impulsi all'integrazione dei sensori. L'articolo seguente presenta uno spaccato sui metodi di rilevamento cinematico e descrive le varie tecnologie nonché il loro potenziale di sinergia. La varietà del campo di applicazione del MMS è illustrata partendo dall'esempio di tre progetti.

---

M. Rub, R. Stengele

---

## 1. Einleitung

Lineare Infrastrukturobjekte wie Strassen, Bahnlinien oder Hochspannungsleitungen stellen einen hohen volkswirtschaftlichen Wert dar. Für Planung und Steuerung von Unterhalts- und Werterhaltungsmassnahmen sowie für die Kapazitätserweiterung besteht ein grosser Bedarf an objektbezogenen Geoinformationen. Eine statische Erfassung mit konventionellen, terrestrischen Messtechnologien ist wegen der grossen Ausdehnung und der eingeschränkten Zugänglichkeit der Objekte oft sehr aufwändig und kompliziert. Kinematische Erfassungsmethoden wie das Mobile Mapping erfüllen die immer wichtiger werdende Anforderung nach einer schnellen, effizienten und wirtschaftlichen Datenerfassung, die zudem den (Verkehrs-)Betrieb nur minimal einschränkt. Unter «Mobile Mapping» sind grundsätzlich alle beweglichen Plattformen auf dem Wasser, auf dem Land und in der Luft denkbar. Mehrheitlich versteht man unter MMS jedoch fahrzeugsbasierte Messsysteme (auf Auto, Zug, Trolley, Quad etc.). Der kombinierte und simultane Einsatz verschiedener Sensoren ermöglicht komplexe und detaillierte Kartierungen von Infrastrukturobjekten und bildet die Grundlage für vielfältige Produkte und Anwendungen. Ein weiteres Merkmal dieser Messkonzeption ist die Tatsache, dass die Datenerfassung im Feld vollständig, flächendeckend und hochauflösend erfolgt, hingegen die Auswertung und Produkterstellung erst nach Bedarf – oft zu einem viel späteren Zeitpunkt erfolgen kann.

## 2. Sensoren

### 2.1 Digitale Kameras

Digitale Kameras decken einen grossen Spektralbereich (RGB, Infrarot) ab und sind in sehr unterschiedlichen Preis- und Qualitätsunterschieden erhältlich. Für kartographische Aufgaben mit geringen Qualitätsansprüchen eignen sich bereits



Abb. 1: Aufnahme eines Bahnkorridors mit dem Schrägbildsystem AOS.



Abb. 2: Kombinierte Laserdaten- und Luftbilddarstellung einer Trafostation mit Zubringerleitungen.

handelsübliche, kleinformatische Kameras (Smartphones etc.), die bereits für wenige Hundert Franken erhältlich sind. Für Vermessungsaufgaben höchster Präzision werden Hochleistungskameras mit photogrammetrischer Kalibrierung benötigt, die Investitionen im Bereich von über 1 Mio. CHF auslösen. Bildauflösungen von 5 cm sind bereits aus Entfernungen (Flughöhen) von 1 km erreichbar. Für genaue

und professionelle Anwendungen mit kürzeren – in der Korridorvermessung typischen Messdistanzen – kommen vermehrt Mittelformatkameras (10 bis 100 Megapixel) zum Einsatz.

## 2.2 AOS – Aerial Oblique System

Das AOS-System der BSF Swissphoto ist ein Spezial-Kamerasystem für die luftgestützte Datenerfassung, das in Zusammenarbeit mit der Firma Rollei und dem DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelt wurde. Es besteht aus einer Mittelformatkamera für Senkrechtaufnahmen sowie zwei rotierenden Mittelformatkameras für Schrägaufnahmen. Mit dieser Konstellation können in einem Aufnahmezyklus vier Schrägbilder und zwei Nadir-Aufnahmen gemacht werden (Wiedemann 2011). Ein Objekt kann somit aus allen vier Himmelsrichtungen abgebildet werden. Dieses Kamerasystem eignet sich ausgezeichnet für die Erstellung von 3D-Stadtmodellen, da durch die Schrägaufnahmen deutlich mehr Strukturinformation der Gebäudefassaden erfasst werden als im Nadirbild.

## 2.3 Laserscanning

Das Laserscanning ist eine effiziente Methode, um grosse Flächen schnell, genau

und geometrisch detailliert zu erfassen. Das Resultat der Lasermessungen sind dreidimensionale, hochauflösende Punktwolken sowie Intensitätsbilder. Ähnlich wie bei den Kameras deckt das Angebot an Laserscannern ein grosses Leistungs- und Preisspektrum ab. Grundsätzlich unterscheidet man statisch-terrestrische, kinematisch-terrestrische oder Airborne Sensoren.

## 3. Korridoranwendungen und Technologie-Einsatz

Siehe Tabelle 2.

## 4. Anwendungsbeispiele

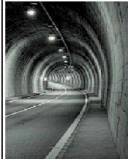
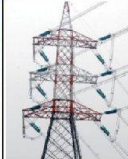
### 4.1 Tunnelscanning

#### im Gotthard Basistunnel (GBT)

Im Auftrag der AlpTransit Gotthard AG erfolgte eine Laserscanningaufnahme in den Teilabschnitten Erstfeld und Sedrun. Ziel war die Dokumentation der Tunnelröhren zum Zeitpunkt des Übergangs von der Bauphase «Rohbau» zur Phase «Einbau Bahntechnik». Die Anforderungen waren ein Punktabstand von max. 5 mm auf dem gesamten Tunnelprofil mit einer Genauigkeit ( $1\sigma$ ) von 4 mm. Dies ergibt ca. 6000 Messpunkte für ein einziges Pro-

| Grossformat Kameras                                                                 | Aerial Oblique System (AOS)                                                         | Airborne Airborne Laserscanner                                                      | Airborne Handheld Laserscanner                                                      | Terrestrische Laserscanner                                                            | Mittelformat Kameras                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  |
| Aufnahmerichtung/Öffnungswinkel                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |
| nadir                                                                               | nadir, 30-45°                                                                       | nadir/±20°                                                                          | nadir/±60°                                                                          | beliebig/360°                                                                         | beliebig                                                                              |
| Auflösung/Punktdichte am Objekt relativ zur Entfernung                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |
| 3 cm @ 500 m Flughöhe                                                               | 5 cm @ 350 m Flughöhe                                                               | ~10–30 Punkte/m <sup>2</sup>                                                        | ~5–10 Punkte/m <sup>2</sup>                                                         | max. 40 000 Punkte/m <sup>2</sup>                                                     | 0.5–5 cm @ 20 m                                                                       |
| Messfrequenz (max)                                                                  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |
| 0,5 Hz                                                                              | 0,3 Hz                                                                              | 500 kHz                                                                             | 300 kHz                                                                             | 1000 kHz                                                                              | 10–30 Hz                                                                              |

Tab. 1: Übersicht von Sensoren und deren typischen Kennziffern, die sich für Standardprojekte in der Korridorvermessung eignen und auf kinematischen Plattformen eingesetzt werden.

|                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |  |  |  |  |  |
| Anforderungen      |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
| Korridorbreite [m] | 20–50                                                                             | < 20                                                                              | <50                                                                               | 100–1000                                                                          | 100–1000                                                                           |
| Detaillierungsgrad | hoch                                                                              | hoch                                                                              | mittel                                                                            | hoch                                                                              | mittel                                                                             |
| Genauigkeit        | hoch                                                                              | hoch                                                                              | hoch                                                                              | mittel                                                                            | gering                                                                             |
| Geschwindigkeit    | hoch                                                                              | hoch                                                                              | mittel                                                                            | mittel                                                                            | mittel                                                                             |
| Technologie        |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
| ALS/AP             | ✓✓✓                                                                               |                                                                                   | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                                |
| AOS                | ✓                                                                                 |                                                                                   | ✓✓                                                                                | ✓✓✓                                                                               |                                                                                    |
| Handheld ALS/AP    | ✓✓✓                                                                               |                                                                                   | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                                |
| MMS                | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                               | ✓✓✓                                                                               |                                                                                   | ✓                                                                                  |

Tab. 2: Erfassungsmethoden für Korridorprojekte und deren Eignung. (ALS = Airborne Laserscanning; AP = Airborne Photogrammetry; AOS = Aerial Oblique Systeme; MMS = Mobile Mapping System).

fil, ca. 1.2 Mio Punkte pro Tunnelmeter und ca. 150 Milliarden Punkte für das Gesamtbauwerk.

Zum Einsatz kam ein fahrzeugbasiertes MMS. Die im Abstand von 50 m beidseitig vorhandenen Gleisversicherungspunkte wurden mit Zieltafeln bestückt und bildeten die Passpunkte für die Transformation der 3D-Punktwolke ins Zielkoordinatensystem. Aus den georeferenzierten 3D-Punktwolken wurden Soll-Ist-Vergleiche für die verschiedensten Bauelemente (Innenschale, Bankette, Schächte etc.) abgeleitet und überprüft, ob die vorgege-

benen Bautoleranzen (absolute Lage und Höhe, kritische Abstandsmasse etc.) eingehalten wurden.

Als Zusatzprodukt wurden die Intensitätsbilder zu Orthophotos umgewandelt, die die komplette Abwicklung der Tunnelinnenschale dokumentieren. Auf dieser Grundlage kann die Inventarisierung der Tunnelinfrastruktur und die Kartierung von grösseren Rissen zur gezielten Überwachung von ev. Wassereintritten zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Durch dieses Verfahren ist es dem Bauherren möglich, eine flächendeckende

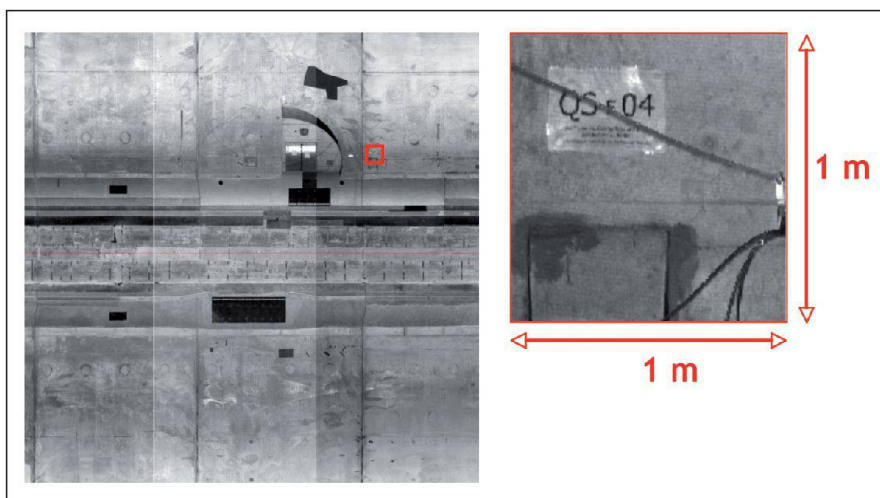


Abb. 3: Abgewickelter Orthophoto der GBT-Innenschale zum Zeitpunkt «Abschluss Rohbau». Die Auflösung am Objekt beträgt 5 mm.

Qualitätskontrolle als Grundlage für die Abnahme des ausgeführten Bauwerks vorzunehmen.

## 4.2 Mobile Mapping der Autobahn St. Gallen

Für die Unterhaltsplanung (UPlaNS) als Erhaltungskonzept des Nationalstrassenabschnitts St.Gallen Ost-West hat das ASTRA die IG «SWR/BSF Swissphoto» für das Vermessungsmandat eines Abschnittes der Länge 11.5 km beauftragt. Folgende Arbeiten wurden in einem Zeitraum von sechs Monaten erfolgreich ausgeführt:

- Erstellung und Vermessung eines hochgenauen Geodätischen Grundlagennetzes mit > 500 Fix- und Passpunkten für MMS.
  - Mobile Mapping-Befahrung aller Fahrspuren inkl. drei Tunnel mit total 3.2 km Länge, vier Autobahnanschlüssen und 46 Kunstbauten wie Brücken, Unter- und Überführungen und Galerien mit einer Gesamtlänge von 7.2 km. Das Messsystem umfasste zwei Scanner und acht Infrarot-Kameras.
  - Auswertung der Mobile Mapping-Daten zur Erstellung eines Katalogs mit vektorisierten Objekten (Strassenmöblierung) mit über 40 Objektklassen (OK/UK Böschung, Verkehrssignale, Entwässerungsschächte etc.).
  - Integration von vorhandenen Daten (Höhenmodell, Orthophotos) aus einer früheren Airborne Laserscanning-/Bildbefliegung.
  - Terrestrische Ergänzungsaufnahmen an Kunstbauten
  - Generierung des Digitalen Terrainmodells (DTM) und Ableitung von Profilen.
- Auf Grund der hohen absoluten Genauigkeitsanforderungen in Lage ( $1\sigma$ ) = 3 cm und Höhe ( $1\sigma$ ) = 2 cm sind die Objekte aus der 3D-Punktwolke vektorisiert worden. Befahrungsbilder wurden oftmals zur Unterstützung hinterlegt. Die Erfahrung zeigt, dass diese Genauigkeiten nur für eindeutig identifizierbare Objekte wie Randstein OK etc. eingehalten werden können. Die Vielzahl von «weichen Bruchkanten» können nicht mit der glei-

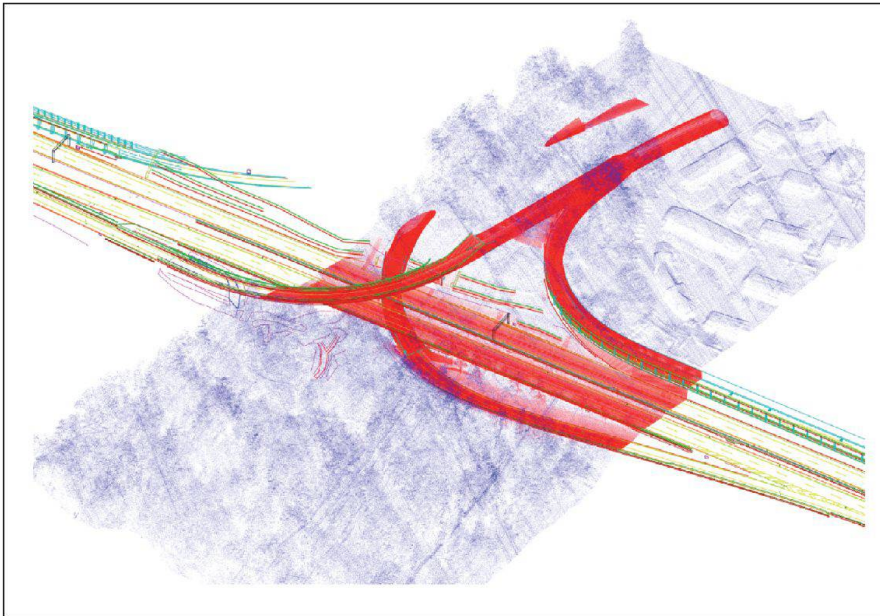


Abb. 4: Kombination von unter und über Tage gemessenen Laserdaten und deren resultierenden Vektormodellen des Strassenraums. Airborne Laserdaten (violett) und Mobile Mapping (rot).

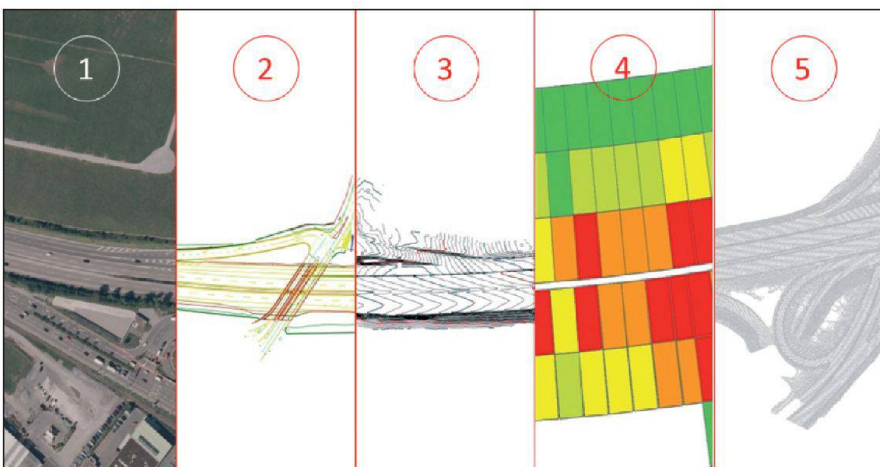


Abb. 5: Datenerhebung und Produkte: Luftbild- und Laserbefliegung für die gesamte Korridorbreite zur Produktion von Orthophotos (1) und Geländemodellen. Mobile Mapping-Befahrung aller Fahrspuren und Ableiten von Vektorplänen (2). Darstellung des Geländemodells als Höhenlinien (3) und als trianguliertes Netz (5). Ebenheitsanalysen (4) gemäss Richtlinien VSS Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.

chen Genauigkeit identifiziert werden. Da Fahrspuren während Sanierungsarbeiten auf wenige Zentimeter geplant werden, gewinnen Genauigkeiten an Stellenwert. Dazu wurde eigens ein Objektkatalog ausgearbeitet, der den Projektierenden die zu erwartenden Genauigkeiten aufzeigt.

### 4.3 Powerline Mapping des französischen Hochspannungsnetzes

Im Auftrag des französischen Höchstspannungsnetzbetreibers RTE (Réseau de transport d'électricité) führt die BSF Swisphoto Laserscanning-/Bildbefliegungen für die Dokumentation von 2000 km Freileitungen (63 kV–400 kV) mit ei-



Abb. 6: Helikopter mit Laser und Mittelformatkamera zur Dokumentation von Freileitungen.

ner Korridorbreite von 70 bis 120 m durch. Die Messkonfiguration besteht aus einem Hochleistungsscanner in Kombination mit einer leistungsfähigen Mittelformatkamera auf einer Helikopter-Plattform. Die erfasste 3D-Laserpunktwolke hat eine Auflösung von 20 Punkten/m<sup>2</sup>, die Luftbilder eine Pixel-Auflösung <10 cm. Die hochauflösenden Daten ermöglichen die Erfassung und Dokumentation von kleinen und schmalen Objekten wie Freileitungen, Masten, Isolatoren und Anschlüssen. Entlang der erfassten Freileitungen werden Längsprofile generiert und 3D-Abstandsmasse zu den sich in der Trasse befindlichen Objekten (Vegetation etc.) geprüft und dokumentiert. Als Produkte werden eine klassifizierte Punkt- wolke, ein digitales Terrain- und Oberflächenmodell sowie ein digitales Orthophoto geliefert.



Abb. 7: Orthophoto mit vektorisierten Objekten.

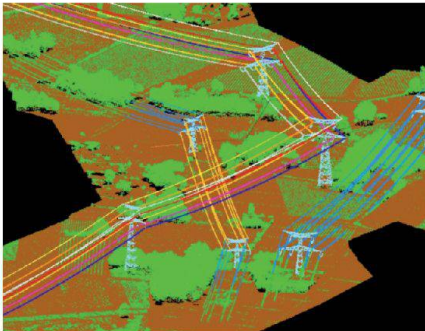


Abb. 8: Klassifizierte Laserpunktwolke mit Hochspannungsleitungen, Masten, Vegetation und Bodenpunkten.

## 5. Fazit und Ausblick

Das Einsatzspektrum von Mobile Mapping Systemen ist sehr vielfältig. Je nach Aufgabenstellung, Produktanforderungen und Randbedingungen kann eine geeignete Mess- und Sensorkonfiguration gewählt werden, um eine effiziente und wirtschaftliche Datenerfassung zu gewährleisten. Unabhängig davon, ob man Produkte für den breiten Consumermarkt mit mehreren Millionen Usern (z.B. Street-View) erstellt oder ob man sich in einer

spezifischen Fachumgebung (z.B. Verkehrsplaner, Facility Management) bewegt, geht es immer darum

- 1) die Position und Orientierung des Sensors «bestmöglich» zu bestimmen
- 2) die Umwelt in möglichst kurzer Messzeit möglichst vollständig zu erfassen
- 3) die in hoher Geschwindigkeit generierten Massendaten zwischenspeichern
- 4) und die erfassten Rohdaten in einem Modell (z.B. Stereo-Bilder, 3D-Punktwolken) zu speichern, das jederzeit die dreidimensionale Rekonstruktion ermöglicht.

Je nach Anforderung an Genauigkeit und Detaillierungsgrad erfolgt die Sensorauswahl. Bei hohen Genauigkeitsanforderungen, wie sie für die Ingenieur Anwendungen gefordert werden, kommen nur qualitativ hochwertige und «kalibrierfähige» Sensoren in Frage. Um Genauigkeiten im Bereich von  $< 5$  cm zu erreichen, genügt die direkte Sensorpositionierung und -orientierung nicht. In diesem Fall müssen die erfassten Rohdaten durch hochgenaue Passpunkte gestützt werden. In der Regel werden dieselben Pass-

punkte genutzt, um die Produkte in ein Zielkoordinatensystem zu transformieren. Der zeitliche Aufwand für die Erstellung eines Passpunktnetzes mit konventionellen geodätischen Methoden kann sehr schnell den Aufwand für die gesamte MMS-Detailvermessung übersteigen. Dies wird in der Praxis sehr oft vernachlässigt.

MMS-Systeme zeichnen sich durch folgende Vorteile aus:

- 1) **Flexibilität:** Die grosse Flexibilität bei der Konfiguration von MMS ist zweifellos einer der grössten Vorteile dieses Messkonzeptes. Erst durch die geeignete Kombination verschiedener Sensortechnologien (Bild und Punktwolke) wird ein echter Mehrwert geschaffen.
- 2) **Datenfusion:** Die Kombination von Daten aus unterschiedlichster Aufnahmeperspektive (vertikale und schräge Sicht aus der Luft, horizontale Sicht vom Boden) ermöglicht die vollständige 360°-Erfassung von 3D-Objekten.
- 3) **Effizienz:** Die Hochleistungssensoren mit unglaublich hohen Messfrequenzen mit bis zu einer Million Einzelmessungen pro Sekunde bieten die Vo-

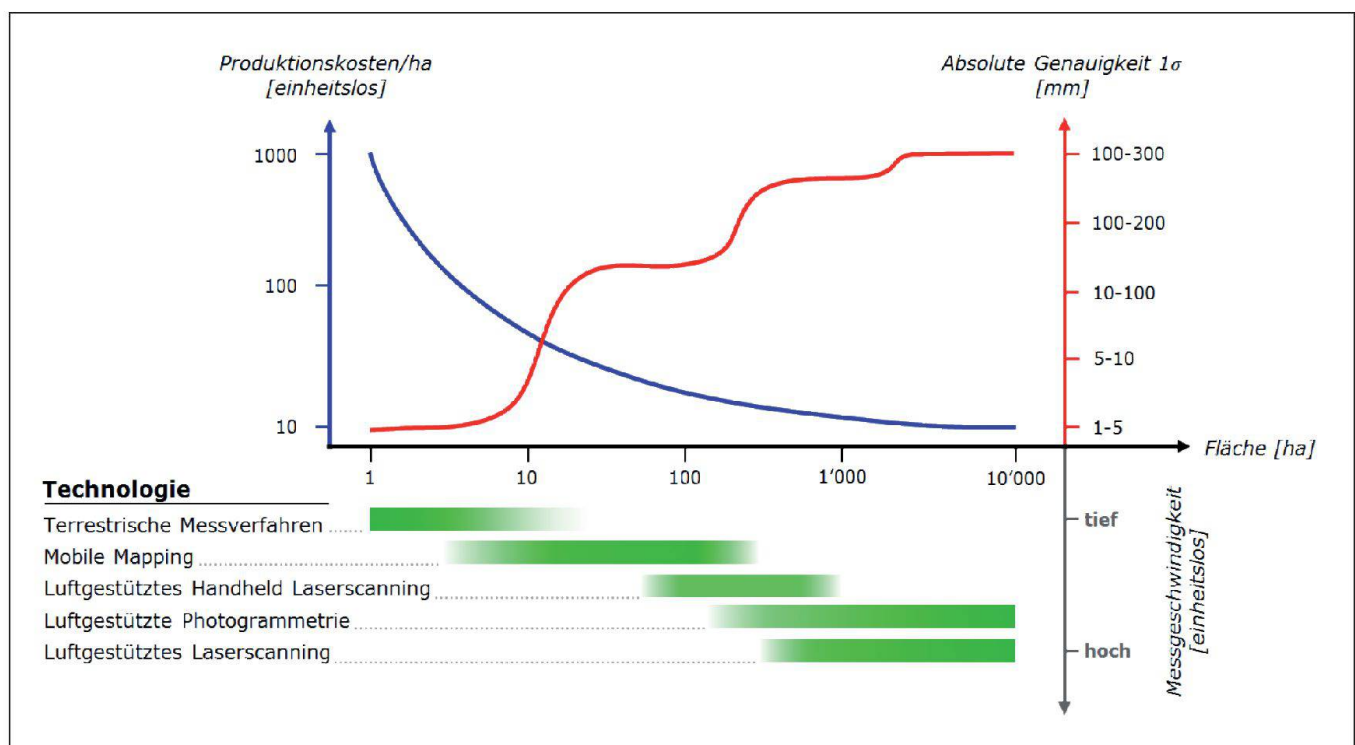


Abb. 9: Vergleich von MMS-Methoden im Hinblick auf Kosten, Genauigkeit, erfasste Fläche und Geschwindigkeit.

raussetzung für hoch-kinematische Einsätze auf Fahrzeugen, Helikoptern und Flugzeugen. Dieser Vorteil ist insbesondere bei korridorförmigen Verkehrsinfrastrukturen (Strasse, Bahn, Tunnel etc.) entscheidend. Geringere Sperrzeiten der Infrastrukturobjekte (Strasse, Bahnlinien, Tunnel) erlauben eine höhere Verfügbarkeit.

4) *Auswertung «on demand»*: Die 3D-Erfassung erlaubt die gezielte Auswertung und Produkterstellung nach Bedarf zu einem beliebigen Zeitpunkt. Oft sind raumbezogene Fragestellungen zu beantworten, die zum Zeitpunkt der Datenerfassung noch gar nicht bekannt waren.

5) *Sicherheit*: Vermessungspersonal hält sich nur während der Netzmessung sowie den Ergänzungsaufnahmen im Bereich des Korridors auf. Dies erhöht die Sicherheit des Personals und der Verkehrsteilnehmer.

Auf Grund der Entwicklung in den letzten fünf Jahren sind MMS praxisreif. Die og. Vorteile sind durch verschiedenste Projekte erfolgreich nachgewiesen. Sta-

tionäre Messungen rücken in den Hintergrund und werden zunehmend durch kinematische Messverfahren ersetzt. Der Effizienzsteigerung im Feld steht ein erhöhter Aufwand bei der Datenverarbeitung und -auswertung im Büro gegenüber. Der Arbeitsaufwand verlagert sich somit vom Feld ins Büro. Entwicklungsbedarf sehen wir bei der Standardisierung und Beschleunigung der Auswerteprozesse durch geeignete Software.

MMS bieten eine ausgezeichnete Grundlage für die Vermessungs- und Geodatenbranche um die wachsende Nachfrage nach vollständigen, flächendeckenden, hochauflösenden und genauen Geo-Daten im Infrastrukturbereich zu befriedigen. Dies sind grosse Chancen, um die Produktvielfalt der verschiedenen Technologien auszuschöpfen und den Markt mitzugestalten.

Der nach wie vor anhaltende Trend zu mehr Mobilität und die Forcierung erneuerbarer Energien sind nur zwei Megatrends, die in den kommenden Jahrzehnten grosse Investitionsvorhaben im Infrastruktursektor auslösen werden.

### Literatur:

Stengele, R. 2009: Geodaten aus der Luft: aktueller Status, Trends und Ausblick, September 2009: Geomatik Schweiz.

Wiedemann, A. 2011: Geometrisches Potenzial von Schrägbildern aus dem System AOS. DGPF-Jahrestagung 2011.

Rub M., Farkas E., Wiedemann A. 2013: Dynamische Erfassung linearer Infrastrukturen unter und über der Erde, Februar 2013, Dreiländertagung DGPF.

Martin Rub  
Product Manager MMS  
BSF Swissphoto  
Dorfstrasse 53  
CH-8105 Regensdorf-Watt  
martin.rub@bsf-swissphoto.com

Roland Stengele  
Geschäftsführer BSF Swissphoto  
Dorfstrasse 53  
CH-8105 Regensdorf-Watt  
roland.stengele@bsf-swissphoto.com



### Vom Zirkel zum elektronischen Theodoliten

# Kern-Geschichten

von Franz Haas

172 Jahre Aarauer Industriegeschichte – Sammlung Kern – Zeittafeln – Kern-Geschichten, auf 132 Seiten mit ca. 90 Bildern – Fr. 42.– + Porto und Verpackung

Herausgeber: Heinz Aeschlimann, Kurt Egger | Bestellungen: SIGImediaAG, Postfach, 5246 Scherz | info@sigimedia.ch