

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural  |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF) |
| <b>Band:</b>        | 96 (1998)   |
| <b>Heft:</b>        | 6   |
| <b>Artikel:</b>     | Integration von GPS-RTK und Sensoren in ein Erfassungssystem  |
| <b>Autor:</b>       | Kunz, Thomas  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-235462">https://doi.org/10.5169/seals-235462</a>   |

### 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:** 24.01.2026

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

## Integration von GPS-RTK und Sensoren in ein Erfassungssystem

Mit den wachsenden Bedürfnissen an räumlichen Informationen ist die Nachfrage nach einer neuen, billigeren und schnelleren Erfassungsmethode mit minimalen Genauigkeitsanforderungen enorm gestiegen. Die vorliegende Diplomarbeit sucht nach einer Antwort auf diese Anforderungen mit einer Kombination von Real Time GPS und einem Laserdistanzmessgerät. Die auf dem Markt verfügbaren Instrumente werden beschrieben und ihre Integration in ein aktuelles Erfassungssystem wird realisiert und getestet. Ein Schwerpunkt der Arbeit ist die Datenfluss-Analyse eines solchen Systems. Der Rahmen des Projekts bildet ein Beratungsmandat für die Firma Grunder Ingenieure und Planer AG in Hasle Rüegsau, die sich mit der Anschaffung eines solchen Systems auseinandersetzt.

*Avec les besoins croissants en informations géoréférencées, les demandes de méthodes de levé moins coûteuses, plus rapides et de précision minimale se sont multipliées. Ce travail de diplôme cherche une solution à ces demandes mariant le GPS temps réel avec un système de mesure de distances au laser. Les instruments disponibles sur le marché sont décrits. Leur intégration dans un système d'acquisition actuel est réalisée et testée. L'accent est mis sur la gestion du flux des données numériques. Le cadre du projet forme un mandat de conseil technique pour le bureau Grunder Ingenieure und Planer AG à Hasle Rüegsau qui pense à s'équiper d'un tel système.*

Con i bisogni crescenti di informazioni georeferenziate, sono notevolmente aumentate anche le richieste per pervenire a nuovi metodi di rilevamento meno cari, più rapidi e con esigenze di precisione ridotte. Questo lavoro di diploma cerca di fornire una risposta a questi requisiti, abbinando il GPS in tempo reale a un distanziometro a laser. L'articolo fornisce inoltre una descrizione degli strumenti disponibili sul mercato e della loro integrazione nell'attuale sistema di rilevamento dei dati. In questo lavoro di diploma l'accento è posto sulla gestione dei flussi dei dati numerici. Il quadro del progetto è rappresentato da un mandato di consulenza per l'ufficio Grunder Ingenieure und Planer AG di Hasle Rüegsau che intende dotarsi di un sistema di questo tipo.

---

Th. Kunz

---

### 1. Interview

Anstelle einer Einleitung lassen wir Herrn Urs Schor (SCU), Leiter der Abteilung für die amtliche Vermessung im Büro Grunder AG und Betreuer dieser Diplomarbeit, zu Wort kommen:

*Herr Schor, welches war die Motivation, eine Diplomarbeit in diesem Gebiet zu unterstützen?*

SCU: Zusammen mit unserem Leiter für Photogrammetrie und mit der Abteilung Geoinformation haben wir schon oft die

Frage diskutiert, ob es nicht so etwas wie einen «verlängerten Arm» zum GPS geben. Bei der Lückenergänzung in der Photogrammetrie und auch in der Datenerfassung für den Leitungskataster oder zur allgemeinen GIS-Datenerfassung böte ein derartiges Hilfsmittel extreme Vorteile.  
*Welches sind die Anforderungen an ein solches System?*

SCU: Wir unterscheiden zwei Genauigkeitsklassen, die je für unterschiedliche Anwendungen zum Zug kämen: Einerseits ist das eine 1-m-Genauigkeit, andererseits interessiert uns auch die Frage, ob eine Präzision von 2–3 cm in absehbarer Zeit ein realistischer Wunsch ist.

Nebst der Genauigkeit sind natürlich auch Gewicht und Größe, also die Feldtauglichkeit, wichtige Argumente. Die effiziente Einbindung in unser bestehendes Vermessungspaket – die auf MicroStation basierenden Programme GRICAL, GRIVIS und GEONIS – ist natürlich Grundbedingung.

*Gibt es andere Schwerpunkte, die Sie in diesem Zusammenhang interessieren?*

SCU: Ja. Wir möchten eine Übersicht der zurzeit auf dem Markt verfügbaren Lasermessgeräte. Diese Geräte sind ja in der Regel so konzipiert, dass eine Distanzmessung ohne Reflektor vorgesehen ist. Ist eine solche Messung zuverlässig? In welchen Fällen empfiehlt sich ein Reflektor trotzdem? Weiter interessiert uns die Frage, wieviel Informatik auf dem Feld Sinn macht. Ein Pflichtenheft einer solchen Feldsoftware wäre uns sehr dienlich. Eine letzte Frage: Konnten Sie das für die Tests benötigte Material alles selber zur Verfügung stellen?

SCU: Nein, natürlich nicht. In der Firma allnav in Zürich haben wir jedoch einen sehr zuverlässigen Partner gefunden, der uns sowohl eine Trimble Real-Time-GPS-Ausrüstung, ein Lasermessgerät, sowie einen Feldcomputer mit der entsprechenden Software für die Zeit der Diplomarbeit zur Verfügung gestellt hat.

### 2. Was ist GPS-RTK?

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der GPS-Bestimmung: Code und Phasenmessung. Zudem unterscheidet man die absolute von der relativen Positionierung. Bei der absoluten Positionierung wird nur ein Empfänger verwendet, der die Punktkoordinaten allein aus den Satelliteninformationen ermittelt. Bei der relativen Positionierung erfassen zwei Empfänger auf zwei verschiedenen Punkten simultan das GPS-Signal. Nimmt man nun die Differenz zwischen den beiden Stationen, werden viele Fehlerquellen eliminiert. Die relative Positionierung ist daher viel genauer. Ein Resultat ist aber erst nach Auswertung der Messungen beider Stationen verfügbar. Geschieht diese Auswertung direkt auf dem Feld, dann spricht man von Real Ti-

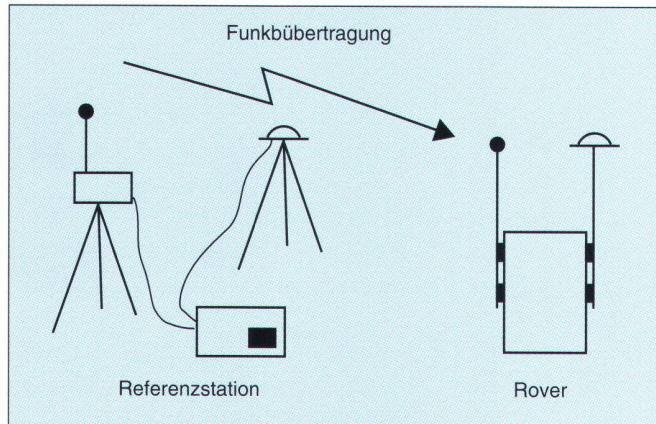


Abb. 1: Prinzip von GPS-RTK.

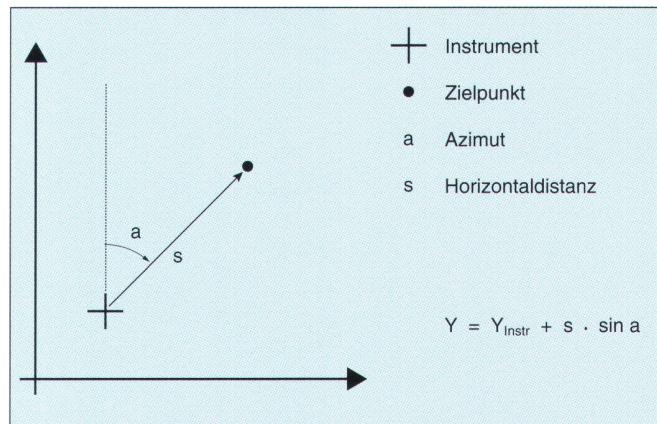


Abb. 2: Vektor Instrument-Punkt.

me (Echtzeit) GPS. Die Korrekturdatenübermittlung zwischen der fixen Basisstation und dem mobilen Rover erfolgt meistens per Funk. Abbildung 1 stellt diesen Sachverhalt graphisch dar.

Fest installierte Referenzstationen, die die Korrekturen zum Beispiel via Natel weitergeben, ersparten dem Benutzer den Betrieb einer eigenen Basis. Verschiedene Versuchsbetriebe sind zur Zeit im In- und Ausland in Gang, keiner ist jedoch für die Schweiz flächendeckend verfügbar (vergl. [1]).

### 3. Übersicht der Laserdistanzmesser

#### 3.1 Allgemeines

Die auf dem Markt erhältlichen LRF (Laser RangeFinder – Laserdistanzmessgeräte) sind nebst dem Distanzmessgerät meist auch mit einem Neigungsmesser ausgerüstet. Ein elektronischer Kompass ist als Option verfügbar. Diese drei Sensoren erlauben die Bestimmung eines Vektors ausgehend vom Instrument zu einem beliebigen Punkt. Neigungs- und Distanzmessung bieten in der Regel keine Probleme. Die Azimutmessung hingegen ist sehr anfällig auf magnetische Einwirkungen (Hochspannungsleitungen, Autos, usw.). Die Genauigkeit beträgt heute gerade mal 0.3–0.5°. Je grösser die gemessene Distanz ist, desto stärker wirkt sich diese Ungenauigkeit aus.

Das bei der Lasermessung verwendete Impulsmessverfahren ist geradezu prädestiniert für eine reflektorlose Messung. Die-

se Messmethode wurde in der Vergangenheit oft als ungenau und nicht zuverlässig kritisiert. Nach meinen Erfahrungen bringt eine Messung ohne Spiegel keinen Genauigkeitsverlust mit sich. Ein Reflektor ist jedoch unumgänglich bei Bodenpunkten: oft ist der Einfallswinkel zu spitz oder die Vegetation verdeckt teilweise oder ganz die Sicht.

#### 3.2 Geräte

Wenn man die auf dem Markt verfügbaren Geräte ansieht, hat man das Gefühl, der Phantasie der Hersteller seien keine Grenzen gesetzt: Vom Einbau der Sensoren in einen Feldstecher über ein pistolenartiges Gerät mit Schulterstütze bis zum Helm mit montierten Sensoren ist alles erhältlich! Beim näheren Hinschauen stellt man fest, dass sich die Geräte in der Tat oft vor allem durch ihr Äusseres unterscheiden. Die eingebaute Software richtet sich nach dem vorgesehenen Einsatzgebiet: Höhenbestimmungen, Aufnahme von Querprofilen, Flächen- und Volumenberechnungen (im Holzbau zum Beispiel). Die meisten Geräte verfügen über eine serielle Schnittstelle RS232 zur Datenkommunikation.

In dieser Diplomarbeit wurde vor allem der *Laser Rangefinder G2S* der schottischen Firma mdl näher analysiert. Die Sensoren sind in einen Helm integriert, den der Benutzer während der Messungen auf dem Kopf trägt. Der zu messende Punkt wird entweder mit einem roten Laserpunkt (kurze Distanzen) oder dem eingebauten Visier (mittlere und lange Distan-

zen) anvisiert. Eingehende Tests haben gezeigt, dass der G2S noch nicht praxistauglich ist. Ich wage ebenfalls anzuzweifeln, dass die Messmethode mit einem Helm auf dem Kopf auf ein grosses Interesse stoßen wird. Seinen beiden jüngeren «Brüdern», dem *LaserAce* und dem *Quarryace* räume ich deutlich mehr Chancen ein: Die Form des Feldstechers, der an den Gürtel geschnallt oder in die Tasche gesteckt werden kann, wenn er nicht gebraucht wird, entspricht doch mehr unseren Bedürfnissen. Die eingebaute Optik erlaubt ein genauereres Anzielen.

Beim *Leica Vector* wurden die Sensoren ebenfalls in ein Fernglas integriert. Der Vector wurde unter anderem auch für militärische Zwecke entwickelt. Daher wurde auf die Einfachheit in der Bedienung und auf seine Strapazierfähigkeit besonderes Gewicht gelegt.

Da der G2S nicht mehr in Frage kam, entschieden wir uns, weitere Messungen mit dem *Criterion* der Firma LTI durchzuführen. In einer Diplomarbeit 1997 [2] wurde das Gerät getestet, auf diese Erfahrung konnten wir aufbauen. Das Criterion besteht aus einem Handgriff mit Auslöser und einem Gehäuse mit den Sensoren. Die 2.5fache Vergrösserung des Zielfernrohrs erlaubt ein recht genaues Anzielen des Messpunkts. Die Abmessungen und das Gewicht des Criterion lassen noch einige Wünsche offen. Sein Nachfolger, der *Impulse*, gibt sich noch etwa halb so gross bei gleichbleibender Genauigkeit. Meiner Meinung nach wäre dieses Gerät eine nähere Betrachtung

wert. Leider war das im Rahmen dieser Diplomarbeit aus zeitlichen Gründen nicht mehr möglich.

### 3.3 Empfehlung

Zur Zeit gibt es auf dem Markt kein Gerät, das ich uneingeschränkt empfehlen könnte. Die meisten der oben angeführten Instrumente wurden als unabhängige Geräte entwickelt und sind daher nur beschränkt kombinierbar mit bestehenden GPS-Ausrüstungen. Viele eingebaute Funktionen (Höhenberechnung, Erstellen von Querprofilen, usw.) entsprechen auch nicht unseren Bedürfnissen.

Die Integration eines Laser Rangefinder direkt in einen GPS-Stab wäre meiner Meinung nach für uns die interessanteste Lösung. Ein solches Gerät ist jedoch zur Zeit auf dem Markt nicht verfügbar.

## 4. Zwei Wege der Integration

Wir haben nun also zwei Geräte zur Verfügung – GPS RTK und Laserdistanzmesser – die wir in einem System vereinen möchten. Die Idee ist folgende: GPS misst zwar sehr genau, ist jedoch auf den permanenten «Sicht»kontakt mit mindestens vier Satelliten angewiesen. Eine Laserdistanzmessung hat den Nachteil, dass wir den gemessenen Vektor an einem Punkt «aufhängen» müssen. Warum also nicht eine zuverlässige und genaue GPS-Messung als solchen «Aufhänger» benutzen (Abbildung 2)? Der Laser Rangefinder käme also immer dann zum Zug, wenn die Abdeckung für das Aufnehmen eines Punktes mit GPS zu gross ist. Ich habe zwei Programme untersucht, in die man GPS und Lasermessung integrieren kann:

- die Software ASPEN von Trimble
- Programmierung einer Schnittstelle für MicroStation

### 4.1 ASPEN

ASPEN ist eine Kombination von Feld- und Bürossoftware zur Erfassung und Bearbeitung von GPS Echtzeit-Messungen. Die Integration einiger der vorher genannten

Sensoren (Criterion, G2S) ist standardmäßig möglich. Attributierung auf dem Feld ist ebenfalls möglich. Da ASPEN nicht zur Weiterbearbeitung gedacht ist, offeriert das Programm eine breite Palette von Exportformaten: \*.dgn (MicroStation), \*.dxf, ARC/INFO, ascii, usw. Vor allem der Attributexport gelang jedoch nicht auf Anhieb. ASPEN ist eine Lösung, die auf dem Feld überzeugt – der Lernprozess ist dank der einfachen Bedienung sehr kurz. Schade ist, dass keine Möglichkeiten bestehen, auch die Topologie mit zu erfassen (zum Beispiel das Zeichnen einer Linie zwischen zwei Punkten). Ebenfalls unbegreiflich ist, dass das Export-tool nur auf der Bürossoftware installiert ist. Ein Export vom Feld direkt in das gewünschte Programm ist deshalb nicht möglich.

### 4.2 MicroStation

Wie in der Einleitung erwähnt, hat die Einbindung in eine bestehende Softwareoberfläche oberste Priorität. Warum also nicht gleich mit demjenigen Programm aufs Feld gehen, in dem man sowieso gewohnt ist, zu arbeiten? Diese Frage stand wegen der beschränkten Rechnerleistung der Feldcomputer bis vor kurzer Zeit nicht zur Diskussion. Heute stellt dies jedoch kein Problem mehr dar. Die Firma Gruner Ingenieure AG arbeitet hauptsächlich mit MicroStation basierenden Anwendungen. Unsere Idee war also, MicroStation so zu ergänzen, dass GPS-respektive Laser Rangefinder-Positionen direkt in eine \*.dgn-Datei geschrieben werden können. Es stellt sich eine doppelte Anforderung an ein solches Programm:

- Es muss ein Tool enthalten, das die Kontrolle des GPS-Systems übernimmt (Initialisierung, Qualität, Projektionssystem, usw.).

- Die grafische Darstellung der gemessenen Positionen in MicroStation.

Die erste Stufe liessen wir vorläufig beiseite, da diese Funktionen in einer ersten Phase auch von einem GPS-Controller übernommen werden können. Was den zweiten Punkt betrifft, wurde ein Tool bis zur Stufe eines Prototyps entwickelt.

## 5. Anwendung in der Praxis

Ein Feldversuch sollte vor allem zeigen, ob die Verbindung GPS-LRF überhaupt feldtauglich ist. Der Frage, wieviel Informatik auf dem Feld nötig ist, sollte ebenfalls nachgegangen werden. Die Tatsache, dass wir nicht mehr auf Punkte mit bekannten Koordinaten angewiesen sind verursacht grundlegende Änderungen im Arbeitsablauf. Wie sehen diese aus?

### 5.1 Perimeter

Als Übungsterrain haben wir ein Wohnquartier in der Gemeinde Lützelflüh (BE) gewählt. Numerisch ermittelte Koordinaten sind für die ganze Gemeinde verfügbar. So war ein Vergleich unserer Messungen mit den sehr genauen Daten der amtlichen Vermessung möglich.

### 5.2 Verwendetes Material

Für die GPS-Messungen standen uns ein Trimble RTK 4400 System zur Verfügung. Zur Laserdistanzmessung wurde das Criterion 300 verwendet. Als Feldcomputer diente der Penpad Fujitsu Stylistic 1200 mit der Software ASPEN. Die gesamte Ausrüstung (ohne Referenzstation) ist auf der Abb. 4 ersichtlich.

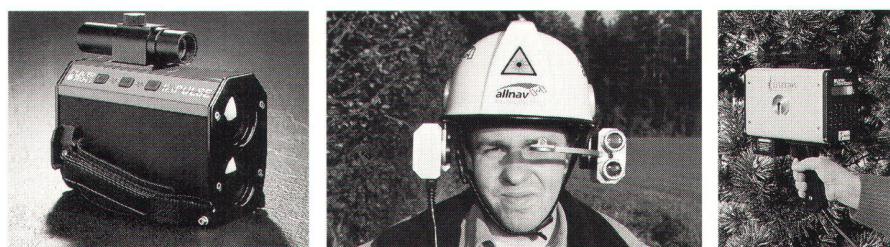


Abb. 3.



Abb. 4: Verwendetes Material.

### 5.3 Auswertung und Resultate

Die mit GPS ermittelten Koordinaten für Polygon- und Grenzpunkte wurden mit einer Helmert-Transformation mit denjenigen der Amtlichen Vermessung verglichen. Die Genauigkeit blieb leicht unter unserer Erwartung. Da die Messung während der Attribut erfassung geschieht, also dann, wenn der Benutzer sich eher auf den penpad konzentriert, kann eine Bewegung des Stabs mit der Antenne nicht ausgeschlossen werden. Die Criterion-Messungen bestätigten unsere Befürchtungen, dass vor allem in be-

wohntem Gebiet der Kompass starken Schwankungen unterlegen ist.

Der Arbeitsablauf wird um einiges erleichtert, da wir nicht mehr auf bekannte Punkte angewiesen sind. Ein Punkt kann ohne grossen Zeitverlust zur Kontrolle auch mehrmals ab verschiedenen Positionen aufgenommen werden.

## 6. Was braucht eine gute Feldsoftware?

Der Benutzer muss optimal durchs Programm geführt werden, ohne dauernd auf den Bildschirm zu schauen. Akustische Signale wären meiner Meinung nach sehr hilfreich.

Die Entwicklung von Feldsoftware muss ganz bewusst für Feldcomputer gemacht werden. Der Bildschirm des Feldcomputers ist in der Regel gut viermal kleiner als derjenige des Office-Computer. Dieser Tatsache sollte vermehrt Rechnung getragen werden, indem anstelle von Fenstern platzsparende Symbolleisten verwendet werden.

Der Nutzen der graphischen Darstellung darf nicht überschätzt werden. Ein gedruckter Plan ist immer noch übersichtlicher und schneller zur Hand als die gewünschte Zoomoptik!

## 7. Schlussbemerkungen

Diese Diplomarbeit beschreibt und testet die Kombination von GPS mit Richtungs-

sensoren. Es zeigt sich, dass die relativ einfache und einleuchtende Idee vom «verlängerten Arm» des GPS heute erst ungenügend in die Praxis umgesetzt wurde. An einen produktiven Einsatz kann vorläufig nicht gedacht werden.

Die Entwicklung wird auf zwei Ebenen weitergehen: Einerseits werden die Laser Rangefinder immer kompakter und genauer werden. Andererseits wird auch die Software die Integration jeglicher Art von Sensoren (nicht nur geometrische, sondern auch zum Beispiel Temperaturfühler oder (Lärm)Emissionsmesser) immer besser unterstützen. Das Büro und das Feld rücken so softwaremäßig näher zusammen.

### Bibliographie:

- [1] Flächendeckende Submetergenauigkeit mit GPS. U. Müller, J. van Binsbergen, VPK 11/97, S. 728–733.
- [2] Levé en milieu forestier – une géomatique au service de l'environnement. Cyril Favre, travail pratique de diplôme, EPFL, 1997.
- [3] Pencomputing: applications et perspectives. François Gervaix, VPK 12/97, S. 768–771.

Thomas Kunz  
EPFL Topométrie  
GR-Ecublens  
CH-1015 Lausanne

Mehr Sicherheit  
im Straßenverkehr  
mit

**Chrétien-  
Polygon-  
kappen**



**G**  
**GUSS** seit 1883

**Chrétien & Co.**  
Eisen- und Metallguss  
**4410 Liestal**

**Tel. 061/921 56 56**  
**Fax 061/922 07 56**