GPS in der Anwendung: ein Erfahrungsbericht

Autor(en): **Laager, Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **111 (1993)**

Heft 11

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-78145

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

GPS in der Anwendung

Ein Erfahrungsbericht

Immer wieder erscheinen Berichte und Meldungen über die universellen vermessungstechnischen Fähigkeiten der neusten «Global Positioning System»-Generationen (GPS). Aufgrund einer konkreten, vermessungstechnischen Anwendung hier ein Erfahrungsbericht.

VON PETER LAAGER, HORGEN

GPS ist ein globales satellitengestütztes Positionierungssystem. Grundsätzlich ermöglicht GPS beliebig vielen Nutzern, zu jeder Zeit und an jedem Ort auf der Erde eine absolute Positionsbestimmung vorzunehmen. Die Genauigkeit schwankt je nach Beobachtungs- und Berechnungsaufwand sehr stark.

Bis Ende 1993 sind 18 Satelliten auf 6 kreisförmigen Erdumlaufbahnen verwendbar. Auf diesen Bahnen sind sie so verteilt, dass immer mindestens vier Satelliten über dem Horizont, d.h. im Sichtbereich des Nutzers sind. Das geometrische Referenzsystem für die Satellitenbahnen ist das geodätische Weltsystem WGS 84.

Da wir an einer eigenen Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten von GPS in unserem Arbeitsbereich (Landschaftsplanung, forstliche Planung und Wasserbau) interessiert waren, anerbot sich folgende Problemstellung im Bereich digitale Bildverarbeitung als Gelegenheit für einen Testeinsatz.

Mit dem GPS-Einsatz soll die Qualität zweier Bildentzerrungs-Verfahren für einen topographisch schwierigen Landschaftsausschnitt vergleichend beurteilt werden. Es ist ein steil abfallender, bewaldeter Berghang, fast ohne eindeutig erkennbare Geländepunkte, die für die Bildentzerrung als Referenzpunkte verwendet werden können (vgl. Abbildungen). Zudem liegt der Berghang im Luftbild sehr randlich und fällt nach aussen ab.

Die beiden Entzerrungs-Verfahren sind einerseits ein konventionell erarbeitetes Orthophoto und andererseits ein mit der GIS-Software ARC/INFO-errechnetes «Pseudo-Orthophoto». Eine konventionelle Kontrollmessung mit Sichtverbindung zwischen zwei Messstationen kommt im grossteils bewaldeten und unübersichtlichen Gelände nicht in Frage. Vor diesem Hintergrund scheint die GPS-Methode die ideale Alternative zu sein.

In unserer Anwendung sollen mit GPS die wenigen markanten Geländepunkte, die auch auf dem Luftbild gut identifizierbar sind, auf 5 m genau eingemessen werden. Dazu wird das MAGELLAN GPS NAV 5000 PRO verwendet. Es gilt als einfachere GPS-System-Variante im Vergleich zu den neuesten GPS-Entwicklungen, die unter anderem eine zusätzliche Frequenz aufweisen und mit der damit verkürzten Messzeit grössere Produktivität und Genauigkeit erreichen.

Zur Realisierung der angestrebten Genauigkeit der GPS-Positionsbestimmung ist ein kompliziertes und entsprechend zeit- und materialaufwendiges differentielles Verfahren notwendig. Dabei muss für jede Messung gleichzeitig an einem bekannten Vermessungs-Fixpunkt eine Parallel-Messung stattfinden. Dieser kann bis zu 50 km entfernt sein. Die dort errechnete Differenz zwischen GPS- und Fixpunkt-Messwert ergibt den Korrekturwert für den gesuchten Punkt. Damit die angestrebte 5 m-Genauigkeit gewährleistet ist, sind die beiden Messungen zur gleichen Sekunde mit den gleichen vier Satelliten in ausreichender Empfangsqualität und der gleichen Geräte-Grundeinstellung auszuführen.

Neben der Wahl des eigentlichen Positionierungs-Verfahrens zweidimensional (3 Satelliten und bekannte Höhe des gesuchten Punktes) oder dreidimensional (4 Satelliten) – müssen für die Grundeinstellung vor allem folgende Parameter eingestellt werden: Sichtbarkeitsmaske, Oberflächenbeschaffenheit hinsichtlich Signalempfangsqualität, Datenerfassungsrate, Koordinaten-Typ, Längen/Breiten-Einheit, geo-

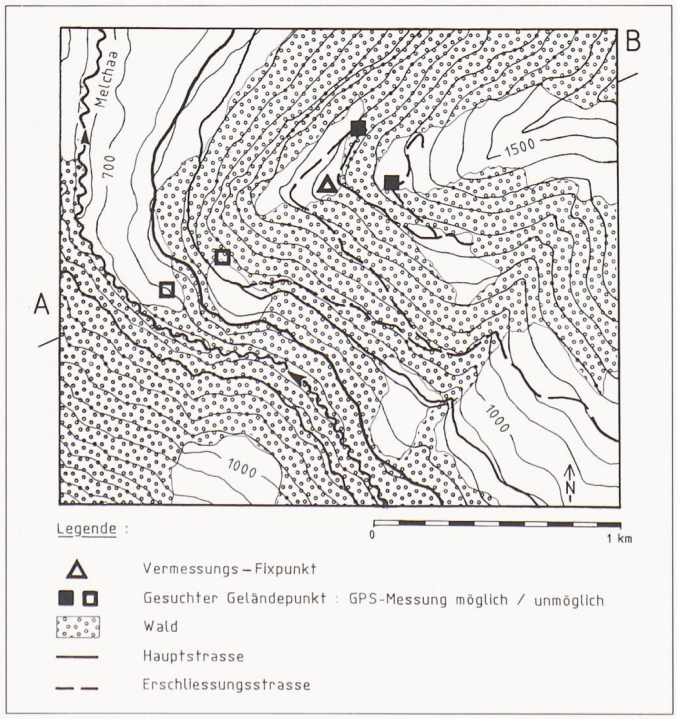

Bild 1. Projektgebiet

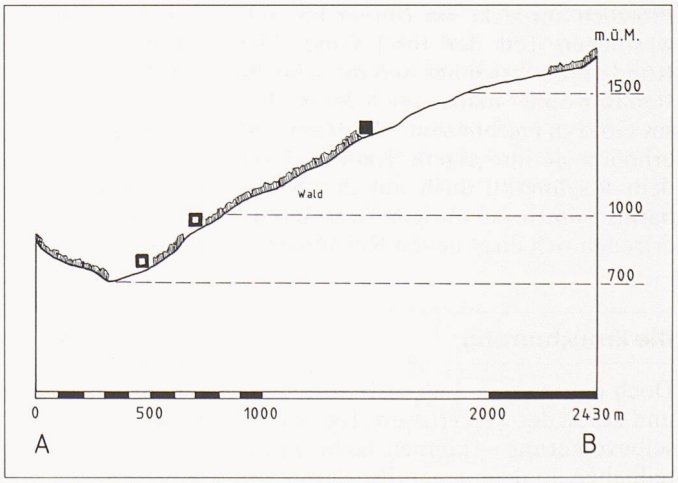

Bild 2. Geländeschnitt A–B

dätisches Referenzsystem, Höhenreferenz, Höhen-Einheit und Satellitenfahrplan.

Im folgenden sind die Erfahrungen aufgeführt, die wir im Rahmen unseres Messtages gemacht haben und die für eine erfolgreiche GPS-Anwendung wichtig sind.

Beide Messstationen müssen von gut eingearbeiteten Personen betrieben werden. Neben der Gerätemanipulation gehören dazu insbesondere unerlässliche Grundlagenkenntnisse im Bereich Geodäsie, Satellitengeometrie und Kartenprojektionen. Denn bevor die GPS-Messwerte verwendet werden können, müssen sie auf das unserer Landesvermessung zugrundeliegende geodätische Referenzsystem und anschliessend von geographischen auf Landeskoordinaten umgerechnet werden. Ersteres kann allenfalls in den GPS-Messvorgang integriert werden, falls die notwendigen Modellparameter bekannt sind.

Funkgeräte sind für die entscheidenden Messschrittabstimmungen praktisch unentbehrlich.

Zur Minimierung der vielen potentiellen Fehlerquellen (vgl. Grundeinstellungs-Parameter) ist eine sehr genaue Vorbereitung äusserst wichtig. Dazu gehört insbesondere die Berücksichtigung des Satellitenfahrplanes und der daraus ableitbaren möglichen Messtermine. Periodisch ist die Anzahl der empfangbaren Satelliten oder mindestens ihre Geometrie stundenweise für genaue Messungen ungenügend. Der Batterieverbrauch ist vor allem bei fehlender Anwendungserfahrung sehr hoch.

Als Hauptschwierigkeit erwies sich die Topographie mit dem engen, tiefen Taleinschnitt. Aufgrund des sehr kleinen Himmelsausschnittes war es im unteren Talbereich während unseres Messtages nie möglich, gleichzeitig die Signale von vier Satelliten zu empfangen. Das heisst, dass die schwierigen Geländeverhältnisse Messungen genau an den für unsere Zielsetzung interessanten Orten verunmöglichten.

Auch ohne es im Detail abgeklärt zu haben, kann folglich davon ausgegangen werden, dass im unteren engen Talbereich das differentielle GPS-Verfahren, das auf die Signale von vier Satelliten angewiesen ist, nicht anwendbar ist. Vier Satellitensignale sind allenfalls empfangbar, aber die ungünstige Geometrie verunmöglicht eine brauchbare Positionsberechnung. Allgemein kann daraus gefolgert werden, dass zuverlässige GPS-Messungen, die über eine genügende Signal- und Satellitengeometrie-Qualität verfügen, auf geländemässig offene Standorte mit einem weiten Horizont beschränkt sind.

Adresse des Verfassers: *Peter Laager,* dipl. Geograph, GEO DATA WEIBEL, Postfach, 8810 Horgen

Vereinfachte Konstruktionsnormen

Teil I: Einwirkungen auf Tragwerke

Das Konzept der geltenden Konstruktionsnormen ist verbesserungsbedürftig. An Stelle von Bemessungsprinzipien und einem Kommentar zur praktischen Umsetzung, wie dies beispielsweise in der 1. Ausgabe der CEB-Regeln für Stahlbeton aus dem Jahr 1964 der Fall war, wird der Konstrukteur gegenwärtig mit Rechenanweisungen für alles und jedes regelrecht vergewaltigt. Dieser Missstand muss unbedingt geändert werden, wenn die Kreativität noch eine Chance haben soll und wir nicht in uniformen Problemlösungen ersticken wollen. Zur Änderung des unbefriedigenden status quo, der auf eine krasse Untervertretung von Praktikern in den Normenkommissionen zurückzuführen ist, werden in drei aufeinanderfolgenden Teilen Vorschläge zur Vereinfachung folgender SIA-Normen unterbreitet – SIA 160: Einwirkungen auf Tragwerke, SIA 162: Betonbauten und SIA 161: Stahlbauten.

VON MAX HERZOG, AARAU

Vergleicht man den Umfang (in Seiten) verschiedener Ausgaben der Konstruktionsnormen des SIA (vgl. Kästchen), so fragt man sich unwillkürlich, ob denn unsere Tragwerke proportional zum Normenumfang besser geworden sind? Der Anteil der Sanierungsarbeiten am gegenwärtigen Bauvolumen lässt diese Frage eindeutig verneinen.

Aufgabe der Konstruktionsnormen

Die Aufgabe der Konstruktionsnormen besteht in der Kodifizierung jener Regeln der Baukunde, die im allgemeinen ein einwandfreies Ergebnis erwarten lassen. Es kann aber niemals Aufgabe der Normen sein, für jedes denkbare Konstruktionsproblem eine in alle Einzelheiten gehende Rechenanweisung im Sinne von «so und nicht anders» vorzuschreiben.

Sicherheitsphilosophie

Am 3. IVBH-Kongress in Lüttich 1948 wurde der Begriff der Sicherheit von Tragkonstruktionen zum erstenmal im Lichte wahrscheinlichkeitstheoretischer Zusammenhänge diskutiert. Heute, 44 Jahre danach, ist man sich wenigstens über das Grundsätzliche einig geworden. Es besteht in der Aufspaltung des Sicherheitsbeiwerts in den Lastbeiwert (load factor), mit dem die einwirkenden Lasten zu vergrössern sind, und in den Widerstandsbeiwert (resistance factor), durch den die kennzeichnenden Festigkeiten (characteristic strengths) zu verkleinern sind. Letztere entsprechen im allgemeinen den 5%-Fraktilen der Versuchswerte. Mit anderen Worten, die kennzeichnende Festigkeit darf nur von 5% aller Versuchswerte unterschritten werden.

Grenzzustände der Bemessung

Es werden folgende Grenzzustände (limit states) der Bemessung unterschieden:

SIA-Normen: Anzahl Seiten

Nr.	Thema	1956	68/74	79/81	89/90
160	Einwirkungen	32	36	–	101
161	Stahlbauten	18	39	104	114
162	Betonbauten	37	83	–	83
164	Holzbauten	17	–	78	–