



Ermittlung der topographischen Abschattung von GPS-Satelliten unter Verwendung eines digitalen Geländemodells

Franz Hochstöger ¹

¹ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 25-29, 1040 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **83** (3), S. 144–145

1995

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Hochstoeger_VGI_199514,
  Title = {Ermittlung der topographischen Abschattung von GPS-Satelliten unter
    Verwendung eines digitalen Geländemodells},
  Author = {Hochstöger, Franz},
  Journal = {VGI -- Österreichische Zeitschrift für Vermessung und
    Geoinformation},
  Pages = {144--145},
  Number = {3},
  Year = {1995},
  Volume = {83}
}
```



den also einigermaßen gut erfaßt. Weiters erkennt man, daß der Eingriff in das stochastische Modell auch eine Änderung der Zuschläge zu den Näherungskordinaten mit sich bringt.

Literatur

- [1] *Ackerl, F.*: „Über den Einfluß fehlerhafter Festpunkte auf das Ergebnis des Vorwärtseinschneidens“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1930.
- [2] *Ackerl, F.*: „Der Einfluß fehlerhafter Festpunkte auf trigonometrisch abgeleitete Neupunkte“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1965.
- [3] *Encke, J. F.*: S. 249ff. „Über die Methode der kleinsten Quadrate“, Berliner Astronomisches Jahrbuch, Ferdinand Dümmler, Berlin 1832.
- [4] *Gleinsvik, P.*: „Über die Genauigkeit der trigonometrischen Punktbestimmung mit besonderer Berücksichtigung der Einwirkung der Festpunkte“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1963.
- [5] *Helmerl, F. R.*: „Studien über rationale Vermessungen im Gebiete der höhern Geodäsie“, Zeitschrift für Mathematik und Physik, Verlag Teubner, Leipzig 1868.
- [6] *Helmerl, F. R.*: „Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate“, Verlag Teubner, Leipzig 1872.
- [7] *Höpcke, W.*: „Über die Ableitung der mittleren Fehlerellipse aus dem Fehlergesetz der Ebene“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1937.
- [8] *Höpcke, W.*: „Fehlerlehre und Ausgleichsrechnung“, Walter de Gruyter, Berlin-New York 1980.
- [9] *Laska, W.*: „Über den Einfluß der Ungenauigkeit gegebener Punkte auf das Resultat des Vorwärtseinschneidens“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1900.

- [10] *Lenzmann, L.*: „Zur Korrelation bei Punkteinschaltung und Netzausgleichung“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1981.
- [11] *Möhle, A.*: „Die Definition des ‚mittleren Punktfehlers‘ und der ‚mittleren Fehlerellipse‘“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1936.
- [12] *Möhle, A.*: „Über die Definition der mittleren Fehlerellipse“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1938.
- [13] *Möhle, A.*: „Zur Theorie der Genauigkeitsmaße in der Ebene“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1941.
- [14] *Pelzer, H. et al.*: „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II“, Konrad Wittwer, Stuttgart 1985.
- [15] *Pinkwart*: „Zur Definition des mittleren Punktfehlers und der Fehlerellipse“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1938.
- [16] *Reißmann, G.*: „Die Ausgleichsrechnung“, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1976.
- [17] *Sütti, J.*: „Die Fortpflanzung der zweidimensionalen Fehler“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1965.
- [18] *Werkmeister, P.*: „Einfluß von Fehlern in den Koordinaten der Festpunkte auf die Koordinaten des Neupunktes bei trigonometrischer Punktbestimmung durch Einschneiden“, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Wien 1915.
- [19] *Wolf, H.*: „Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate“, Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn 1968.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Werner Daxinger, Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.



Ermittlung der topographischen Abschattung von GPS-Satelliten unter Verwendung eines digitalen Geländemodells

Franz Hochstöger, Wien

1. Motivation

Anlaß für die Beschäftigung mit dieser Problemstellung war eine Anfrage des Bundesamtes für Landestopographie (Schweiz) an das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Wien, ob es möglich sei, das Geländemodellpaket SCOP (IPF, 1994) um die Berechnung der von der Topographie verursachten Abschattung von Satelliten des Globalen Positionierungs-Systems (GPS) zu erweitern. Da diese Aufgabe eine weitere interessante Anwendungsmöglichkeit des Geländemodells darstellt, wurde nach einer Aufwandsabschätzung eine entsprechende Softwarelösung realisiert. Darüber hinaus war seitens des Bundesamtes für Landestopographie bereits im

Herbst 1993 die Entscheidung ergangen, SCOP zu übernehmen.

2. Grundlagen

Obwohl GPS ursprünglich für den militärischen Einsatzbereich entwickelt worden war, erkannte man sehr bald die Nutzungsmöglichkeiten auch im zivilen Bereich (z.B. Hofmann-Wellenhopf et al., 1994). Heute sind GPS-Empfänger und Auswertesoftware zu Bedingungen (Genauigkeit, Bedienungskomfort, Preis, ...) verfügbar, die deren Einsatz für geodätische Anwendungen wirtschaftlich erlauben.

Bei der hochgenauen Einzelpunktbestimmung ist die gleichzeitige Sichtbarkeit von mindestens

vier Satelliten Voraussetzung. In der unmittelbaren Standpunkts Umgebung stellen hauptsächlich Bewuchs und Bebauung potentielle Sichthindernisse dar, während mit wachsender Entfernung die Topographie als Ursache für die Abschattung von Satelliten an Bedeutung gewinnt.

Bei der Planung von GPS-Kampagnen kann für Standpunkte zumindest der Einfluß der Topographie vorausberechnet werden, wenn ein digitales Geländemodell zur Verfügung steht.

3. Lösungsstrategie

Ausgehend vom zu untersuchenden Standpunkt $P(x,y)$ werden über den Vollkreis in konstantem Winkelabstand Profile in radialer Richtung aus dem digitalen Geländemodell berechnet. An jedes dieser Profile wird die im Standpunkt verankerte Tangente gelegt und der Berührungspunkt zwischen Tangente und Profil bestimmt, der durch Abstand und Höhenunterschied gegenüber dem Standpunkt beschrieben werden kann. Diese Tangente stellt innerhalb der vertikalen Profilebene die Grenze zwischen Sichtbarkeit und Abschattung einer möglichen Satellitenposition dar.

Die Ergebnisse werden meist in graphischer Form präsentiert. Dabei entspricht ein Basiskreis dem Höhenwinkel 0 Grad und das Kreiszentrum dem Zenit. In Abhängigkeit vom Azimut wird für jedes Profil der zugehörige Höhenwinkel der Sichtbarkeitsgrenze üblicherweise linear aufgetragen (siehe Beispiel).

Eine Alternative zu linearen Höhenwinkelskalierung ist die Verwendung einer stereographischen Projektion, die den Vorteil hat, gefährliche Orte in Satellitenkonstellationen einfacher erkennen zu lassen, da sich diese als Kreise abbilden (Wunderlich, 1993).

In Ergänzung zur graphischen Ausgabe können die Ergebnisse auch in numerischer Form (Azimut des Profils, Abstand und Höhenunterschied des Berührungspunktes oder Höhenwinkel) auf eine Datei geschrieben werden.

4. Beispiel

Als Standpunkt wurde die Pontlatzbrücke (im Oberinntal) gewählt und ihre Position aus der staatlichen Landkarte ÖK 50 (Blatt 145, Imst) entnommen. Als Geländemodell diente ein 50 m Raster des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV).

Literatur

- [1] Hofmann-Wellenhof, B., Kienast, G., Lichtenegger, H.: GPS in der Praxis. Springer-Verlag, Wien 1994.
- [2] Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Wien: Produktinformation für SCOP, Wien 1994.
- [3] Wunderlich, Th.: Die gefährlichen Orte der Pseudostreckenortung. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Heft 190, Hannover 1993.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. Dr. Franz Hochstätger, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 25-29, 1040 Wien.

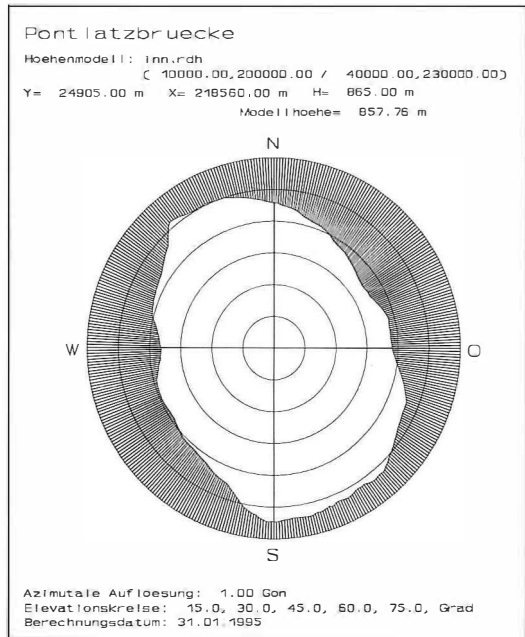


Abbildung 1