

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 84 (1986)

**Heft:** 6

## **Werbung**

### **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:** 23.02.2026

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

# Partie rédactionnelle

Transformations-Parameter zwischen der GPS-Lösung und der terrestrischen Lösung

Lösung	NS-Achse	Rotation um EW-Achse	Z-Achse	Massstab
A	0.11"	-0.53"	0.71"	1.8 mm/km
B	0.25"	-0.52"	0.73"	1.3 mm/km
C	0.48"	-0.53"	0.73"	0.7 mm/km
D	0.67"	-0.52"	0.73"	0.2 mm/km

m. F. der Transformation für alle Lösungen: 4 mm

Tab. 5

## 4.5 Transformation der GPS-Lösung auf die terrestrische Lösung

Der Vergleich der GPS- mit der terrestrischen Lösung wurde mit Hilfe einer 7-Parameter Helmert-Transformation durchgeführt (3 Translationen, 3 Rotationen und 1 Skalenfaktor).

Die drei Rotationswinkel sind alle kleiner als 1 Bogensekunde, d.h. dass die von der GPS-Lösung herrührende Orientierung sehr gut mit der astronomisch bestimmten Orientierung des terrestrischen Netzes übereinstimmt.

Die Resultate sind im Hinblick auf die verschiedenen Varianten in drei Punkten interessant:

- die Streuung der Restbeträge in den Koordinatendifferenzen zwischen den beiden Systemen (mittlerer Einheitsfehler der Transformation) ist hier unabhängig von der Wahl der Elektronendichte.
- Eine Abhängigkeit ergibt sich für den Massstab der GPS-Lösung. Er variiert zwischen 1.8 mm/km bei völliger Vernachlässigung der Ionosphäre und 0.2 mm/km bei einer Elektronendichte von  $30 \cdot 10^{16} / m^2$ , was beides Extremnahmen sind, die sicher *nicht* zutreffen.
- Offenbar hat die Variation der Elektronendichte ebenfalls einen Einfluss auf die Orientierung bezüglich einer lokalen Nord-Südachse (Kippung in Ost-Westrichtung), etwa in der Größenordnung von 2 mm/km der Entfernung von der Rotationsachse zwischen den beiden Extremmodellen.

Falls die selbe Transformation zwischen der Lösung des ersten Teils der Parameterbestimmung (d.h. alle Ambiguitäts sind noch als Unbekannte enthalten) berechnet wird, beträgt der mittlere Einheitsfehler der Transformation 10 mm: Eine Bestätigung des Genauigkeitsgewinns durch die anschliessende Zuordnung der ganzzähligen (wahren) Werte.

## 5. Schlussfolgerungen

Wir haben gezeigt, dass die Genauigkeiten der terrestrischen Lösung in der Lage besser als 1.5 mm und in der Höhe besser als 5 mm sind. Die GPS-Lösung liefert formale Genauigkeiten in der Größenordnung von 2 respektive 4 mm.

## Literatur

Beutler, G., Davidson, D.A., Langley, R., Santerre, R., Vanicek, P., Wells, D.E.: Some Theoretical and Practical Aspects of Geodetic Positioning using Carrier Phase Difference Observations of GPS Satellites. Mitteilungen der Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald, Nr. 14 und Department of Surveying Engineering, Technical Report No. 109, University of New Brunswick, Fredericton, Canada, 1984.

Beutler, G., Gurtner, W., Gervaise, J., Mayoud, M.: Test of GPS on the CERN-LEP Control Network. Joint Meeting of the FIG Study Groups 5B and 5C on Inertial, Doppler and GPS Measurements for National and Engineering Surveys, Munich. Erschienen auch in: Mitteilungen der Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald Nr. 18, 1985a.

Beutler, G., Gurtner, W., Bauersima, I., Langley, R.: Modelling and Estimating the Orbits of GPS Satellites. First International Symposium on Precise Positioning with the Global positioning System, Rockville USA, 1985b.

Beutler, G., Rothacher, M.: Auswertung der 1984-Alaska-GPS-Kampagne. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 6/86.

Bürki, B., Kahle, H.G., Schmid, H.H.: Das neue Zenit-Kamera-Messsystem am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH-Zürich; ein Beitrag zur astronomisch-geodätischen Messtechnik für Lotabweichungsmessungen im Gebiet der Ivrea-Zone. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 10/83.

Campbell, J., Cloppenburg, H., Lohmar, F.J.: Estimating the Ionospheric Refraction Effect on Interferometric GPS-Measurements. International Symposium on Space Technique for Geodynamics, Sopron, Hungary, July 9 to 13, 1984.

Gervaise, J.: Instruments électroniques de Mesure de Distance à deux longuers d'Ondes. XVII Congrès de la FIG, No. 503.2, Sofia, 1983.

Gervaise, J.: Resultats of the Geodetic Measurements carried out at CERN with the Terrameter, a Two-wavelength Electromagnetic Distance Measurement Instrument. Technical Papers, FIG Commission 6, (p. 23–32), Washington D.C., USA, 1984.

Gurtner, W., Beutler, G., Bauersima, I., Schildknecht, T.: Evaluation of GPS Carrier Difference Observation: The Bernese Second Generation Software Package. First International Symposium on Precise Positioning with the Global Positioning System, Rockville, USA, 1985.

Mayoud, M.: Applied Geodesy for CERN Accelerators: Computing and Analysis Methods. Seminar on High Precision Geodetic Measurements held at the Facolta di Ingneria di Bologna, Italy, October 1984.

Diese Werte wurden bestätigt durch eine Helmert-Transformation mit einem Fehler vom  $\pm 4$  mm pro Koordinatendifferenz. Ein bis jetzt ungelöstes Problem stellt der Massstabsunterschied zwischen den beiden Lösungen dar. Wir haben aber gezeigt, dass er stark korreliert ist mit der Elektronendichte des Ionosphärenmodells, ein Zusammenhang, der bereits von (Campbell et al. 1984) erläutert wurde. In Anbetracht der Kleinheit des Netzes und des Zeitpunkts der Messungen – jeweils während der Nacht – schliessen wir aber nicht aus, dass die Ursache auch anderswo gesucht werden müsste. Eine Wiederholung der Kampagne mit einem Zweifrequenzeninstrument könnte dazu höchst nützlich sein.

Es hat sich gezeigt, dass sich das CERN-LEP Kontrollnetz ausgezeichnet eignet, hochpräzise GPS-Anwendungen zu testen, aber auch um spezielle Untersuchungen, wie zum Beispiel den Vergleich verschiedener Instrumente, durchzuführen.

Wir sind überzeugt, dass GPS – in Verbindung mit einer guten Auswertesoftware – ein vielseitiges, genaues und wirtschaftliches Werkzeug für spezielle Probleme der Ingenieurvermessung darstellen wird.

### Adresse des Verfassers:

Dr. W. Gurtner  
Astronomisches Institut  
Universität Bern  
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern

Vielleicht mussten Sie bisher die VPK mit anderen Lesern teilen. Ihr persönliches Exemplar liegt jedoch bereits bei uns bereit. Aber leider kennen wir Ihre Adresse noch nicht.

Diagonal Verlags AG  
Zürcherstrasse 63  
5400 Baden  
Tel. 056 / 22 05 22/23

