

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

**Band:** 56 (1958)

**Heft:** 7

**Artikel:** Der heutige Stand der analytischen Aerotriangulation

**Autor:** Scholl, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-214386>

### **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:** 05.04.2026

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

# Der heutige Stand der analytischen Aerotriangulation

Von R. Scholl

## Zusammenfassung

Die in den letzten Jahren erfolgte starke Entwicklung und Verbreitung programmgesteuerter Rechenautomaten hat auch den analytischen Methoden in der Photogrammetrie neuen Auftrieb gegeben, da sich die damit verbundenen umfangreichen Berechnungen nunmehr leichter bewältigen lassen. Die analytischen Verfahren eignen sich für alle Aufgaben, bei denen die Raumkoordinaten beliebiger Punkte photogrammetrisch zu bestimmen sind. Als Beispiele aus der Luftphotogrammetrie seien die numerische Katastervermessung, die Festpunktverdichtung aus hochgeflogenen Bildpaaren und die Aerotriangulation genannt. Ausgehend von den im Stereokomparator gemessenen Bildkoordinaten  $x', y', x'', y''$  identer Punkte und der bekannten inneren Orientierung der Aufnahmekammer, kann man die Modell- beziehungsweise die Streifenkoordinaten und Höhen der entsprechenden Geländepunkte durch Strahlenschnitt in einem beliebigen System berechnen. Obwohl die diesbezüglichen mathematischen Probleme bereits von vielen Autoren behandelt worden sind und zum Teil schon eine weitgehende Abklärung gefunden haben, steht man doch erst am Anfang der Entwicklung.

Präzisionsstereokomparatoren mit einer Meß- und Registriergenauigkeit von etwa 2 Mikron werden erst demnächst auf den Markt kommen, weshalb man sich bisher mit Versuchen an Geräten geringerer Genauigkeit begnügen mußte. Diese Arbeiten führten jedoch nicht in allen Fällen zu den erhofften Resultaten. Mit den analytischen Methoden läßt sich aber in Zukunft, sobald die instrumentellen Voraussetzungen einmal gegeben sind, eine Steigerung der Genauigkeit und Leistung gegenüber entsprechenden Koordinatenauswertungen in den Autographen erreichen. Da die gegenseitige und absolute Orientierung bei der Messung im Stereokomparator in Wegfall kommen, wird der Arbeitsaufwand pro Modell verringert und gleichzeitig eine Fehlerquelle, die sich besonders bei der Aerotriangulation ungünstig auswirkt, weitgehend ausgeschaltet. Zudem kann man alle erfaßbaren systematischen Bildfehler, wie Objektivverzeichnung, Asymmetrien, Filmverzug, Erdkrümmung und Refraktion, rechnerisch berücksichtigen.

Die bisher für Aerotriangulationen publizierten Berechnungsmethoden können nach G. H. Schut in drei Hauptgruppen unterteilt werden, die sich im wesentlichen durch den Berechnungsgang, aber auch durch die an die elektronischen Rechenautomaten gestellten Speicheranforderungen voneinander unterscheiden.

Bei der ersten Gruppe geht man ähnlich wie beim Folgebildanschluß schrittweise vor, indem zuerst die neue Aufnahme der vorhergehenden

mit fünf Freiheitsgraden rechnerisch zuorientiert wird. Überschüssige Bildkoordinatenmessungen werden zu einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate benutzt, wobei zur Bestimmung der Orientierungselemente ein System von fünf Normalgleichungen aufzulösen ist. Hernach erfolgt die Maßstabbestimmung durch Strecken- oder Höhenvergleich mit den Übergangspunkten und im Anschluß daran die Berechnung der Streifenkoordinaten und Höhen aller Punkte des betreffenden Modells durch Strahlenschnitt. Auf diese Weise wird eine Aufnahme nach der andern in den Streifen gefügt. Die Transformation und Ausgleichung der Streifenkoordinaten und Höhen zur bestmöglichen Einpassung in das vorgegebene Paßpunktnetz kann nach einem der bei Autographentriangulationen üblichen Verfahren erfolgen.

Zu dieser ersten Gruppe gehören die von Jerie, Schut, Thompson und Wassef sowie die vom British Ordnance Survey publizierten Methoden.

Die zweite Gruppe unterscheidet sich von der ersten nur dadurch, daß bei der Zuorientierung der neuen Aufnahme gleichzeitig auch der Modellmaßstab bestimmt wird. Zu dieser Gruppe gehören die Methoden von Church und Bartorelli.

Bei der dritten Gruppe hingegen werden die Orientierungselemente aller Aufnahmen eines Streifens gleichzeitig in eine Ausgleichung einbezogen. Für jede Aufnahme sind sechs Unbekannte, nämlich drei Translationen und drei Drehwinkel, zu bestimmen, was bei einem Streifen von  $n$  Aufnahmen zu  $6 \cdot n$  Normalgleichungen führt. Gegebene Lage- und Höhenpunkte, Distanzen und Hilfsregistrierungen gehen als Bedingungen in die Ausgleichung ein. Die günstigsten Werte der Neupunktkoordinaten lassen sich demnach direkt aus den ausgeglichenen Orientierungselementen und den bekannten Bildkoordinaten durch Strahlenschnitt ermitteln. Eine Erweiterung des Verfahrens zur simultanen Ausgleichung ganzer Blöcke ist möglich.

Diese letzte Gruppe, zu welcher die Methoden von Herget, Rinner und Schmid gehören, stellt sehr hohe Anforderungen an die Speicher- und Rechenkapazität der programmgesteuerten Rechenmaschinen.

Die Bemühungen zur Mechanisierung der blockweisen Ausgleichung gegebener Streifenkoordinaten und Höhen verlieren deshalb nicht an Bedeutung. Einen diesbezüglich interessanten Analogierechner, mit welchem schon überzeugende Resultate erzielt worden sind, hat Jerie im ITC entwickelt.