

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:	46 (1948)
Heft:	4
Artikel:	Der Einfluss der Autographenfehler auf die gegenseitige Orientierung bei senkrechten Aufnahmen
Autor:	Brandenberger, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-205584

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: 28.01.2026

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

Der Einfluß der Autographenfehler auf die gegenseitige Orientierung bei senkrechten Aufnahmen

von Dr. A. Brandenberger

Bei der Orientierung von Steilaufnahmen am Auswertegerät ist bekanntlich zuerst die gegenseitige Orientierung durchzuführen. Damit erhält man unter normalen Verhältnissen ein Modell, das zum aufgenommenen Gelände ähnlich ist. Nach Richtigstellung des Modellmaßstabes, sowie der räumlichen Orientierung des Modelles, bildet dieses die Grundlage für die vermessungstechnische Auswertung des betreffenden Geländeabschnittes. Diese Auswertung ist jedoch immer mit Fehlern behaftet. Von besonderer Bedeutung sind dabei die *Fehler der gegenseitigen Orientierung*, namentlich dann, wenn ein Folgebildanschluß durchzuführen ist. Diese Fehler der gegenseitigen Orientierung sind einerseits bedingt durch die *Beobachtungsfehler des Operateurs* und andererseits durch die vorhandenen *Instrumenten- und Bildfehler*.

Im vorliegenden Aufsatz werden wir in erster Linie den Einfluß der Autographenfehler auf die gegenseitige Orientierung betrachten. Zu diesem Zwecke muß ein bestimmtes Verfahren der gegenseitigen Orientierung vorausgesetzt werden. Wir wählen hiefür das in [5] beschriebene Verfahren. Dieses geht aus von einer näherungsweise durchgeführten gegenseitigen Orientierung nach von Gruber. Nun ist darnach zu trachten, daß die 5 Elemente der gegenseitigen Orientierung aus den Restparallaxen aller für die gegenseitige Orientierung verwendeter Punkte bestimmt werden, in denen Veränderungen dieser Orientierungselemente zu Höhenparallaxe Anlaß geben. Durch rein geometrische Interpretation der Wirkungsweise der 5 Orientierungselemente auf die Höhenparallaxe und unter Berücksichtigung des genannten Prinzipes erhält man die Formeln (6) in [5]. Zu diesen Formeln gelangt man aber auch, durch formale Behandlung des numerischen Verfahrens (vermittelnde oder bedingte Ausgleichung). Dieser Weg wurde unter anderen von Prof. B. Hallert (siehe [6]) gewählt. Es ist hier jedoch darauf hinzuweisen, daß schon 1942 Prof. Ansermet (siehe [1]) die sich für dieses Verfahren ergebenden Gewichte der Orientierungselemente und die Restparallaxen berechnet hat. Durch Messung der 6 Restparallaxen $pv_1' \dots pv_6'$ (dies kann z. B. mit by' geschehen) und Einsetzen der entsprechenden Werte in die genannten Formeln (6), ließen sich relativ rasch die Fehler $d\Delta\kappa \dots dby$ der Elemente $\Delta\kappa \dots by$ der gegenseitigen Orientierung berechnen, so daß die entgegengesetzten Werte der genannten Fehler direkt als Verbesserungen am Autographen eingeführt werden könnten. Dieses Vorgehen hat beispielsweise auch Prof. Hallert vorgeschlagen. In [5] wurde nun aber darauf hingewiesen, daß man die Restparallaxen noch einfacher erfassen kann, indem man sie direkt in der Bildebene in Markengrößen feststellt. In der Praxis ist es dabei meistens so, daß durch die genäherte gegenseitige Orientierung nach von Gruber mehrere Restparallaxen zum Verschwinden gebracht werden können, so daß im allgemeinen nur noch 1 oder 2, im ungünstigsten Falle 3 Rest-

prallaxen vorhanden sind, deren Größe und Sinn ohne weiteres im Kopf behalten werden kann. Anhand dieser Restparallaxen erhält man, wie dies in [5] Seite 13 und 14 an einem allgemeinen Beispiel gezeigt wurde, zuerst die Fehler, resp. die Verbesserungen der Elemente der gegenseitigen Orientierung in Markengrößen. Die diesen Verbesserungen entsprechenden Änderungen an den Zählwerken des Autographen sind dem Praktiker aus der Erfahrung bekannt. So ergeben sich z.B. für die Wild'sche Präzisionsfliegerkammer und 60 %ige Überdeckung die folgenden Änderungen der Elemente der gegenseitigen Orientierung pro Markendurchmesser:

$$\begin{aligned}\Delta\kappa &: + 5^\circ, \\ \gamma &: + 16^\circ, \\ \Delta\omega &: + 14^\circ, \\ bz &: + 2,5 \% b.\end{aligned}$$

Diese Werte können auch anhand des Markendurchmessers (0,04 mm für den A5) und der betreffenden Höhenparallaxformeln leicht berechnet werden. Für praktische Belange kann man sich die Berechnung von dy nach Formel (6e) in [5] ersparen, indem nach erfolgter Korrektur der übrigen Einstellelemente, die noch verbleibende Höhenparallaxe in den Punkten 1 ... 6 gemittelt und mit by' resp. by'' weggestellt werden kann.

Dieser Orientierungsvorgang entspricht dem numerischen Verfahren. Er führt sehr rasch zum Ziel, selbst wenn obige Zahlenwerte nicht genau bekannt sind; denn bei der in diesem Falle vorzunehmenden Kontrolle der Verbesserungen, erkennt man sofort, welche Orientierungselemente zu viel oder zu wenig korrigiert worden sind, so daß man auch rein erfahrungsgemäß zu obigen Zahlenwerten gelangt. Damit ist die für den Anfänger immer wieder verblüffende Erscheinung erklärt, daß der Praktiker, nachdem er nach v. Gruber genähert gegenseitig orientiert hat, alle 6 Restparallaxe feststellt und aus deren Verteilung sofort erkennt, welche Elemente der gegenseitigen Orientierung und um wieviel diese noch verbessert werden müssen.

Dieses Verfahren der gegenseitigen Orientierung ist genauigkeits-technisch den verschiedenen optisch-mechanischen Orientierungsverfahren nach von Gruber, die auf dem Prinzip der Verwendung der Nullstellen der Orientierungselemente beruhen, überlegen, weil bei dem Verfahren nach [5] die Orientierungselemente nicht nur aus den Höhenparallaxen in den Nullstellen der betreffenden Orientierungselemente, sondern aus den Höhenparallaxen aller für die gegenseitige Orientierung verwendeten Punkte bestimmt werden, in denen diese Orientierungselemente zu Höhenparallaxe Anlaß geben. Bemerkenswert (aber naheliegend) ist dabei, daß das Ergebnis dieser Konzeption im Einklang steht mit den Resultaten der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Es sei aber auch darauf hingewiesen, daß ein Operateur, der über die nötigen theoretischen Kenntnisse verfügt, früher oder später auf das Verfahren nach [5] gelangen muß, sobald er sich einmal von dem zwar naheliegenden,

aber fehlertheoretisch nicht begründeten Prinzip der Verwendung der Nullstellen der betreffenden Orientierungselemente und der damit im Zusammenhang stehenden schrittweisen Bestimmung derselben loslässt. Daß die ausschließliche Verwendung eines optisch-mechanischen Orientierungsverfahrens nach von Gruber genauigkeitstechnisch ungünstig ist, geht beispielsweise auch daraus hervor, daß das von Prof. Bachmann benutzte von Gruber'sche Verfahren im Mittel zu viermal größeren, mittleren Restparallaxen führt, als das numerische Verfahren, resp. das Verfahren nach [5]. Zudem werden bei diesem Verfahren auch die Einflüsse der Instrumenten- und Bildfehler auf die gegenseitige Orientierung (so weit diese zufälliger Natur sind) stärker reduziert, als beispielsweise bei den Verfahren nach von Gruber, resp. einer mehrfachen Wiederholung derselben.

Mit der Feststellung von Autographenfehlern haben sich schon verschiedene Photogrammeter beschäftigt. Es sei hier beispielsweise auf Genauigkeitsuntersuchungen des Wild-Autographen A 5 durch Prof. *Zeller* und dipl. Ing. *Wiser* hingewiesen. Alle diese Untersuchungen ergaben mittlere Restparallaxen, herrührend von den Autographenfehlern, von 0,01–0,02 mm, gemessen in den Bildebenen. Anderseits beträgt aber der mittlere Fehler der Messung einer Höhenparallaxe bei der Durchführung der gegenseitigen Orientierung durch einen geübten Operateur $\pm 0,01$ mm, gemessen in den Bildebenen (dieser Wert wurde auch von Prof. *Roelofs* in [7] benutzt). Verwendet man für die gegenseitige Orientierung das Verfahren nach [5], so ergibt sich, basierend auf diesem Wert, gemäß den Formeln (8) in [5], eine mittlere Restparallaxe in den Bildebenen im Betrage von $\pm 0,004$ mm, d. h. diese durch die Beobachtungsfehler des Operateurs bedingte mittlere Restparallaxe beträgt nur ca. $\frac{1}{4}$ der mittleren Restparallaxe, herrührend von den Autographenfehlern, woraus klar hervorgeht, daß die Restparallaxen, die nach einer sachgemäß durchgeführten gegenseitigen Orientierung resultieren, vor allem durch die Autographenfehler bedingt sind. Zu den Einflüssen der Autographenfehler treten dann noch diejenigen der Bildfehler hinzu, so daß tatsächlich mit noch größeren Restparallaxen zu rechnen ist, die nicht durch die Beobachtungsfehler des Operateurs bedingt sind.

Es wäre nun aber falsch, sich mit den vorhandenen Autographenfehlern ohne weiteres abzufinden, namentlich dann nicht, wenn es sich um Präzisionsauswertungen, resp. um die Durchführung von Aerotriangulationen handelt. Vielmehr muß hier darnach getrachtet werden, durch geeignete Verfahren der gegenseitigen Orientierung die Einflüsse dieser Fehler so weit wie möglich zu kompensieren. Wie dies zu geschehen hat, ist in [5] eingehend beschrieben worden. Es ergibt sich hier eine Analogie zur Reduktion der Einflüsse der Teilungsfehler bei Präzisionsmessungen mit dem Theodolit. Auch hier hat man Meßverfahren ausgearbeitet, die eine möglichst weitgehende Kompensation der Einflüsse der Teilungsfehler zum Ziele haben.

Aus oben Gesagtem geht hervor, daß die Bedeutung der Autographenfehler auf keinen Fall unterschätzt werden darf, namentlich dann

nicht, wenn es sich um die Durchführung von Aerotriangulationen handelt. Dieser Umstand gab Anlaß zu weiteren Genauigkeitsuntersuchungen am Wild-Autographen A 5 des Photogrammetrischen Institutes der ETH. Zürich, mit dem Ziele, alle in Betracht fallenden Autographenfehler zu messen, resp. zu bestimmen. Die Erfassung der Fehler des Wild-Autographen A 5 ist dabei von besonderer Bedeutung, da es sich hier um die Feststellung der instrumentellen Fehler eines der genauesten und best-qualifizierten Universalautographen handelt.

Die im folgenden beschriebenen Genauigkeitsuntersuchungen wurden derart angeordnet, daß einerseits die Genauigkeit eines bestimmten Justierzustandes des Autographen untersucht wurde und andererseits Messungen erfolgten hinsichtlich der Justierhaltigkeit im Verlaufe eines längeren Zeitabschnittes. Wir beschränken uns jedoch im folgenden auf die Beschreibung der Genauigkeitsuntersuchungen eines bestimmten Justierzustandes und möchten nur erwähnen, daß sich die Stabilität des A 5 in bezug auf die Justierung als sehr gut erwiesen hat. Die Genauigkeitsuntersuchungen eines bestimmten Justierzustandes haben folgende Prüfungen zu umfassen: Untersuchung der Rechtwinkligkeit sämtlicher Achsen, Prüfung der Geradlinigkeit dieser Achsen, Untersuchung der Ganghöhen- resp. Teilungsfehler, Prüfung sämtlicher in Betracht fallender beweglichen Teile auf toten Gang und Spiel, Untersuchung der Fehlerquellen, die sich ergeben aus der Lenkerführung und der Schwenkarmmechanik usw. Sofern es sich um die Feststellung der Einflüsse dieser Fehler auf die gegenseitige Orientierung handelt, ist darauf hinzuweisen, daß sich die hier in Betracht fallenden, instrumentellen Fehler als mehr oder weniger verschiedene Höhen- oder Seitenparallaxen in den Bildebenen bemerkbar machen, d. h. diese instrumentellen Höhen- und Seitenparallaxen können durch Messungen an den eingelegten Gittern festgestellt werden. Dabei erhält man für diese instrumentellen Parallaxen je nach der Größe der 5 Elemente der gegenseitigen Orientierung andere Werte. Nun sind aber für senkrechte Aufnahmen diese 5, die gegenseitige Orientierung bestimmenden Elemente, im Mittel = 0. Die Prüfung der Einflüsse der Autographenfehler auf die gegenseitige Orientierung mittels Gitterablesungen zerfällt also in 2 Prüfungen, nämlich in eine Untersuchung der instrumentellen Parallaxen, die sich ergeben unter der Annahme, daß die Elemente der gegenseitigen Orientierung 0 sind (die Zählwerke sämtlicher Orientierungselemente sind, mit Ausnahme von bx , auf 0 eingestellt), und in eine Untersuchung der Veränderlichkeit der instrumentellen Parallaxen für verschiedene endliche Werte der Elemente der gegenseitigen Orientierung, wie dies z. B. bei normal-konvergenten Aufnahmen für die Konvergenz $\varphi'' - \varphi' = \gamma$ der Fall ist. Auf diese letztere Untersuchung treten wir jedoch hier nicht ein. (Fortsetzung folgt.)

Literaturverzeichnis

- [1] A. Ansermet: L'orientation de levers aérotopographiques. Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières, No. 8, 1942.

- [2] W. K. Bachmann: Théorie des erreurs de l'orientation relative. Thèse 1943.
- [3] W. K. Bachmann: Théorie des erreurs de la triangulation aérienne, 1946.
- [4] A. Brandenberger: Fehlertheorie der äußeren Orientierung von Steilaufnahmen, Diss. 1947.
- [5] A. Brandenberger: Theorie und Praxis der gegenseitigen Orientierung von Steilaufnahmen. Separatabdruck aus der Schweiz. Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Jahrgang 1947, Heft Nr. 9.
- [6] B. Hallert: Über die Herstellung photogrammetrischer Pläne. Diss. 1944.
- [7] R. Roelofs: Fehlertheorie der Aerotriangulation. Photogrammetria, 1941, Nr. 3 und folgende.

Photogrammetrie und großmaßstäbliche Katasterpläne

Ing. Arturo Pastorelli, Lugano

Einleitung

In seiner wertvollen Publikation „Photogrammetrie und Güterzusammenlegung“¹ schrieb im Jahre 1941 Ing. H. Härry:

„Für den vermessungstechnisch orientierten Betrachter, der die Möglichkeiten der Bildauswertung und die Bedürfnisse des Meliorationswesens kennt, sind Fliegerbilder stark parzellierter Gebiete schlechthin Einladungskarten zur Kartierung des alten Zustandes als Grundlage für die Güterzusammenlegung. Dennoch ging diese Verwendung der Luftphotogrammetrie nicht über den Umfang einiger Versuche hinaus, was beim heutigen Stand der Technik und bei den Anforderungen an quantitativer Leistungsfähigkeit, die zur Verwirklichung des gegenwärtig durchzuführenden großen Meliorationsprogrammes an den Vermessungsdienst gestellt werden, verwunderlich ist. Gründe dieser schlechten Ausnützung der technischen Möglichkeiten mögen sein: Zweifel über die Genauigkeit photogrammetrisch erstellter, großmaßstäblicher Pläne, Zweifel über die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens, da und dort vielleicht auch die auftretende Befürchtung, die leistungsfähige Photogrammetrie nehme dem mit den herkömmlichen Aufnahmemethoden arbeitenden Personal die Arbeitsmöglichkeiten weg.“

Inzwischen ist der zweite Weltkrieg zu Ende gegangen. Alle durch den Krieg zerstörten und desorganisierten Länder wollen und müssen ihre Bodeneigentumsverhältnisse wieder ordnen, ihre Katasterpläne, Eigentums- und Steuerregister wieder aufstellen, oder an diesen großen Werken wieder weiter arbeiten. Dringlichkeit und Sparsamkeit zwingen neue Wege und neue Methoden praktisch anzuwenden, um überhaupt in nützlicher Frist zu einwandfreien Kartierungen großer Gebiete zu kom-

¹ Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, Hefte Nr. 9 und 10, Jahrgang 1941.