

# Die Bestimmung von Punktnetzen mittels Lufttriangulation und deren Ausgleichung

Autor(en): **Zeller, M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **48 (1950)**

Heft 10

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-207454>

## **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.

Industrie- und Baugebieten. Planen und Bauen soll der Bauingenieur und Architekt, die Neuordnung des Grundeigentums hierfür ist aber Sache des Grundbuchgeometers, der auch hier die im Vermessungswesen und in der Grundbuchvermessung geltenden Überlegungen anwendet. Die vom Vermessungsamt Baselstadt durchgeführten Baulandumlegungen lehren, wie wertvoll von der Grundbuchvermessung her für die Verwirklichung der Orts- und Regionalplanung gehandelt werden kann. Wir wollen allgemein als Hauptaufgabe die Grundbuchvermessung der möglichst raschen Fertigstellung entgegenführen und sie gewissenhaft nachführen, daneben aber aufmerksam und freien Geistes jede Gelegenheit wahrnehmen, aus der Grundbuchvermessung heraus jeder Art von Planung und Forschung auf dem Boden nützlich zu sein. Diese Haltung verpflichtet uns, auch immer wieder nachzuprüfen, ob unsere *Ausbildung* den an uns gestellten Anforderungen entspricht, ob wir ferner genügend eine kleinliche, von der Beschäftigung mit dem Kleinen begünstigten Mentalität abstreifen und eine auf das Wesentliche und das menschlich Wichtige gerichtete *Geisteshaltung* pflegen. Die Voraussetzungen für eine sinnvolle Arbeit in der Grundbuchvermessung sind ja in unserem Lande, wenn wir vergleichend im Auslande Umschau halten, nicht ungünstig. Das weite Tätigkeitsfeld, das bei uns dem frei arbeitenden und selbständig erwerbenden Grundbuchgeometer eingeräumt ist, bietet der Initiative, dem Sinn für rationelle Lösungen, der raschen Anpassungsfähigkeit an gegebene Umstände, dem Blick für das Ganze und dem Verantwortungsbewußtsein einen großen Spielraum. Nur die Gegenwart, weder die Vergangenheit noch die Zukunft, gehört uns. In dieser Gegenwart wollen wir aus der Grundbuchvermessung das beste machen.

## **Die Bestimmung von Punktnetzen mittels Luftriangulation und deren Ausgleichung**

*Von M. Zeller, Zürich*

In früheren Publikationen des Photogrammetrischen Institutes der ETH ist die Triangulation und Ausgleichung von einzelnen Streifen behandelt worden, wobei insbesondere die graphische Interpolationsausgleichung von *Zarzycki* (2) eine wesentliche Vereinfachung gegenüber dem analytischen Verfahren (4) gebracht hat. Im „Lehrbuch der Photogrammetrie“ (3) sind ferner im Schlußkapitel einige Angaben gemacht, wie z. B. bei gegebener Triangulation erster Ordnung die Flugstreifen für eine Luftriangulation disponiert werden können.

Günstiger wird jedoch die Ausgleichung von Punktnetzen, wenn von gegebenen Triangulationspunkten erster Ordnung aus einzelne Punktgruppen bestimmt werden, die eine Einteilung des Gebietes in mehr oder weniger rechteckige Blöcke erlaubt. Dieses Verfahren wird namentlich in gebirgigem Gelände vorzuziehen sein, weil in diesem Falle die Haupt-

triangulationsstreifen zweckmäßiger den Tälern entlang, also nicht über die Triangulationspunkte erster Ordnung angeordnet werden.

Im folgenden soll nun die Methode der Bestimmung von *Punkt- netzen* mittels Lufttriangulation und die *Blockausgleichung* behandelt werden. Generelle Angaben über dieses Verfahren hat Dr. A. Brandenberger in seinem „Rapport général de la Commission III“ des Internationalen Kongresses für Photogrammetrie im Haag 1948 gemacht (1). Dabei wird eine beliebige Anzahl paralleler Streifen vorausgesetzt, die durch mehrere, mindestens aber drei Querstreifen, bzw. Hauptstreifen, untereinander verbunden sind.

Wie in (3) bereits angegeben, werden auch hier bei der Triangulation der Parallelstreifen (Füllstreifen) die Koordinaten und Höhen gemeinsamer Punkte in den seitlichen Überlappungen jeweils in beiden Streifen abgelesen. Diese doppelt kartierten gemeinsamen Randpunkte sind so zu wählen, daß sie sich im Abstand der Basislängen des Ausgangsstreifens folgen, d. h., daß durch dessen Übergangspañpunkte Querreihen entstehen, die möglichst genau in der  $y$ -Richtung liegen. Nach dem Ausgleich der einzelnen Parallelstreifen können dann die  $x$ -Differenzen gemeinsamer Punkte in benachbarten Streifen bestimmt und ausgeglichen werden, wodurch sich eine zweite  $x$ -Korrektur ergibt, die für jeden Streifen graphisch aufgetragen werden kann, sofern die Korrektur für jeden beliebigen  $x$ -Wert interessiert. Dies wird jedoch i. a. nicht der Fall sein, da es für die Detailauswertung genügt, die ausgeglichenen Werte der Übergangspañpunkte zu kennen. – In gleicher Weise werden die  $y$  und die Höhen ausgeglichen. Man erhält damit die definitiven  $x$ -,  $y$ - und Höhenwerte für den betreffenden Triangulationsblock ohne jegliche Widersprüche.

Die Disposition eines diesem Prinzip entsprechenden Flugplanes zeigt Fig. 1. Betrachten wir z. B. eine Fläche von zirka 10000 km<sup>2</sup>, so genügen hierfür 9 gegebene Punktgruppen, wobei die 8 Randgruppen selbstverständlich auch für die Ausgleichung der anstoßenden Blöcke dienen.

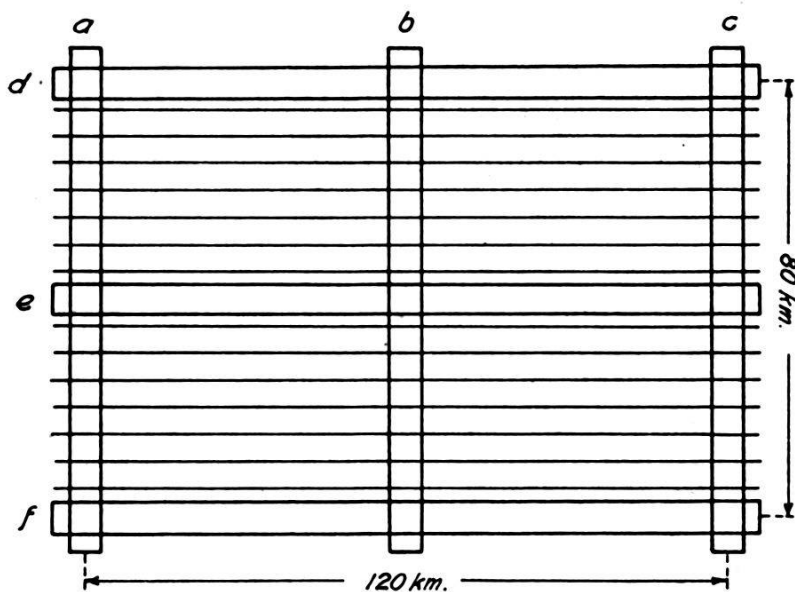


Fig. 1

In den Zonen der Hauptstreifen  $a$ ,  $b$  und  $c$  treten zwischen den Füllstreifen keine Widersprüche auf, sofern die Hauptstreifen fehlerlos trianguliert und richtig ausgeglichen worden sind. Ist jedoch ein Hauptstreifen in der  $x$ - oder  $y$ -Richtung systematisch verfälscht (was z. B. bei relativ großen zufälligen Einstellfehlern in den gegebenen Punktgruppen der Fall sein kann), so zeigen sich bei der Ausgleichung der Füllstreifen auch  $x$ - und  $y$ -Differenzen in der Zone des betreffenden Hauptstreifens. Diese Abweichungen treten auf, weil die ausgeglichenen  $x$ - und  $y$ -Werte der Hauptstreifen kleine Verschiebungen gegenüber den Sollwerten aufweisen, die bei der Einpassung der Füllstreifen-Ausgangspaare systematische  $x$ - und  $y$ -Differenzen zwischen diesen Paaren zur Folge haben. Durch die Blockausgleichung werden auch diese Differenzen erfaßt, so daß allfällige Lagefehler in den Hauptstreifen ebenfalls eine gewisse Reduktion erfahren.

Im Gegensatz dazu kommen systematische Höhenfehler in den Hauptstreifen nicht zur Auswirkung, weil diese durch entsprechende Einstellung der Querneigung in den Ausgangspaaren der Füllstreifen verschwinden. Der Einfluß systematischer Höhenfehler in den Hauptstreifen auf die Füllstreifen wird daher durch die Blockausgleichung nicht eliminiert. — Um die systematischen Höhenfehler in den Hauptstreifen möglichst klein zu halten, wird es zweckmäßig sein, die frei überbrückten Strecken in den Hauptstreifen eher kleiner zu wählen als in den Füllstreifen. Unter Umständen wird man die Hauptstreifen auch hin- und zurück triangulieren, um aus den voneinander unabhängigen Ausgleichungen die Mittelwerte der Koordinaten und Höhen der Übergangspunkte zu bestimmen.

Auch die Längsstreifen  $d$ ,  $e$  und  $f$  zwischen den gegebenen Punktgruppen erfahren noch gewisse Korrekturen. Sie sind daher den übrigen Füllstreifen gleichzustellen, obwohl sie eine etwas größere Genauigkeit aufweisen, weil sie an geodätisch bestimmte Festpunktgruppen angeschlossen sind.

Für die Triangulation eines Punktnetzes, bzw. eines ganzen Blockes, dürfte folgendes Vorgehen zweckmäßig sein:

Die Ausgleichung der drei Hauptstreifen (Querstreifen) erfolgt in Landeskoordinaten. Man erhält dadurch die für die Füllstreifen notwendigen Punktgruppen ebenfalls in Landeskoordinaten, d. h. in einheitlichem Koordinatensystem, was nicht der Fall wäre, wenn in Streifenkoordinaten ausgeglichen würde.

Bei der Triangulation der Parallelstreifen (Füllstreifen) ist es angezeigt, das  $x$ - und  $y$ -Zählwerk in jedem folgenden Streifen so einzustellen, daß die Ablesungen auf denselben Nullpunkt bezogen sind. Da die gemeinsamen Randpunkte in den verschiedenen Parallelstreifen in Querreihen angeordnet werden müssen, d. h. alle ungefähr dieselben  $x$  aufweisen sollen, wird die Kontrolle dieser Bedingung durch die vorstehend erwähnte Maßnahme erleichtert; zugleich ist auch die Gefahr von groben Ablesefehlern in  $x$  und  $y$  praktisch ausgeschaltet.

Die Füllstreifen sind in einem einheitlichen Streifenkoordinaten-

system auszugleichen, das so zu wählen ist, daß die  $x$ -Achse mit der mittleren Streifenrichtung zusammenfällt. (Die relativ kleinen Abweichungen der einzelnen Streifen von der so gewählten  $x$ -Richtung sind für die Ausgleichung ohne Einfluß.) Um dies zu erreichen, wird die Kantung des ersten Paares der einzelnen Streifen so eingestellt, daß die  $y$  der Paßpunkte in der gemeinsamen Randzone mit denjenigen im vorher triangulierten Nebenstreifen übereinstimmen.

Die Blockausgleichung erfolgt im gewählten Streifenkoordinatensystem, indem zunächst die  $x$ -Differenzen der gemeinsamen Randpunkte in den einzelnen Querreihen gebildet werden. Durch Addition dieser Differenzen erhält man für die betreffende Querreihe für jeden Füllstreifen einen positiven oder negativen Wert. Die Summe dieser Werte einer Querreihe wird nun durch die Anzahl der Füllstreifen (z. B.  $d-f$ ) dividiert, womit der definitive Mittelwert für die  $x$ -Verbesserungen in der betreffenden Querreihe gefunden ist. Subtrahiert man von diesem Mittelwert die oben erwähnten Werte, so erhält man die definitiven  $x$ -Verbesserungen, deren Summe in einer Querreihe gleich Null ist.

Die folgende Tabelle zeigt ein Beispiel einer solchen Ausgleichung.

Streifen	abgelesene $x$	Differenzen	Summe der Differenzen	definitive $x$ -Verbesserungen	ausgegliche $x$
1	75.32		0		75.39
	74.87			+ 7	74.94
2	74.94	+ 7	+ 7		74.94
	75.06			$\pm$ 0	75.06
3	75.24	+18	+25		75.06
	74.71			-18	74.53
4	74.64	- 7	+18		74.53
	75.02			-11	74.91
5	75.04	+ 2	+20		74.91
	75.46			-13	75.33
6	75.30	-16	+ 4		75.33
	75.15			+ 3	75.18
7	75.08	- 7	- 3		75.18
	74.98			+10	75.08
8	75.01	+ 3	$\pm$ 0		75.08
	75.14			+ 7	75.21
9	75.06	- 8	- 8		75.21
	75.12			+15	75.27
			<hr/>		
			+63:9 = +7		

In gleicher Weise erfolgt die Ausgleichung der  $y$  und der Höhen.

Es kann angenommen werden, daß es sich bei den Koordinaten- und Höhendifferenzen gemeinsamer Randpunkte benachbarter Streifen nur noch um mehr oder weniger zufällige Fehler handelt. Demgemäß dürften die Fehler der definitiv ausgeglichenen Werte gegenüber denjenigen in den einzelnen Streifen eine Reduktion von  $1/\sqrt{n}$  erfahren, wenn mit  $n$  die Anzahl der einen Block bildenden Parallelstreifen bezeichnet wird.

Die so ausgeglichenen  $x$ - und  $y$ -Werte des betreffenden Blockes können nun in Landeskoordinaten transformiert werden.

Bei großer Ausdehnung des zu triangulierenden Gebietes wird dieses in einzelne Blöcke unterteilt und diese aneinandergereiht. Dabei erhält man dann allerdings für die benachbarten Blöcken gemeinsamen Streifen nicht genau dieselben Werte für die blockweise ausgeglichenen Übergangspunkte. Die Widersprüche dürften aber so klein sein, daß sie die zu erwartenden zufälligen Fehler auf keinen Fall überschreiten.

Gegenwärtig werden am Photogrammetrischen Institut der ETH zwei Lufttriangulationen über ein Gebiet von zirka 400, bzw. 600 km<sup>2</sup> bearbeitet. Über die Resultate der Ausgleichung nach dem hier angegebenen Verfahren soll in einem spätern Zeitpunkt berichtet werden.

#### *Literatur:*

- (1) *Brandenberger, A.* Rapport général de la Commission III. Internationaler Kongreß für Photogrammetrie, Im Haag 1948.
- (2) *Zarzycki, J.* Graphische Interpolationsausgleichung eines Doppelstreifens. Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Heft 7/1949.
- (3) *Zeller, M.* Lehrbuch der Photogrammetrie. Orell Füßli Verlag, Zürich 1947.
- (4) *Zeller und Brandenberger.* Beispiel für die Ausgleichung eines Doppelstreifens mit Stoskopangaben. Mitteilungen aus dem Geodätischen Institut der ETH, Verlag Leemann AG., Zürich 1948.

## **Die Waldzusammenlegungen im Kanton Thurgau**

*Von R. Voegeli, thurgauischer Kantonsgeometer, Frauenfeld*

Anlässlich der diesjährigen Konferenz der eidgenössischen und kantonalen Vermessungsaufsichtsbeamten im Kanton Graubünden wurde der Schreiber gebeten, je einen Artikel über die Waldzusammenlegungen im allgemeinen und im Kanton Thurgau im besonderen in der „Schweizerischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik“, den „Alpwirtschaftlichen Monatsblättern“ und der „Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen“ erscheinen zu lassen. Diese Aufgabe wurde einem Vertreter des Kantons Thurgau überbunden, weil das thurgauische Forstdepartement auf dem Gebiete der Waldzusammenlegungen in der Schweiz und insbesondere in den mittelländischen Kantonen heute als führend betrachtet werden kann. Die Artikel in den beiden erstgenannten Zeitschriften sind gleichlautend, während der Aufsatz im Publikationsorgan des oberen Forstpersonals neben anderem die Schwierigkeiten be-