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: 48 (1950)

Heft: 10

Artikel: Die Bestimmung von Punktnetzen mittels Lufttriangulation und deren Ausgleichung

Autor: Zeller, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-207454

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: 02.07.2025

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

Industrie- und Baugebieten. Planen und Bauen soll der Bauingenieur und Architekt, die Neuordnung des Grundeigentums hiefür 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 Lufttriangulation 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 Lufttriangulation 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 *Punktnetzen* 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 Übergangspaßpunkte 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 Übergangspunkte 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 km², so genügen hiefür 9 gegebene Punktgruppen, wobei die 8 Randgruppen selbstverständlich auch für die Ausgleichung der anstoßenden Blöcke dienen.

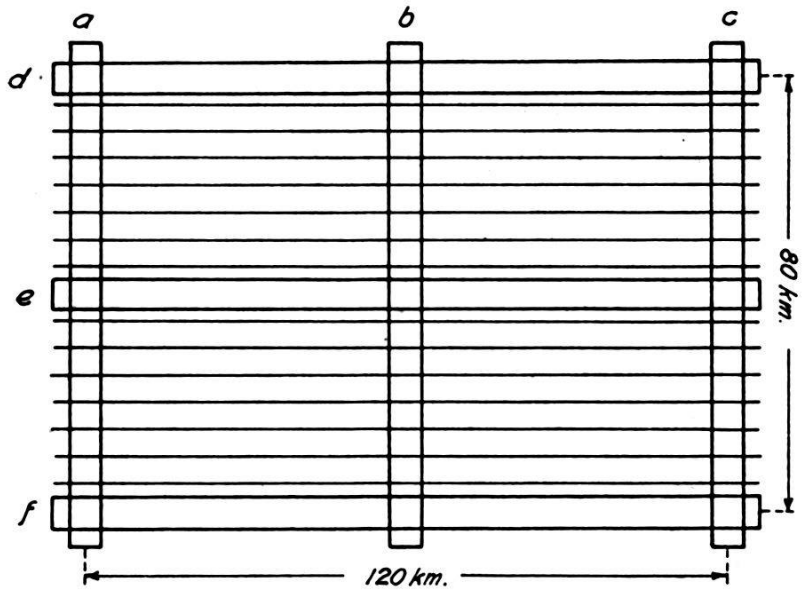

Fig. 1

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 Übergangspaßpunkte 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	ausgeglichene x
			0		
	75.32				75.39
1				+ 7	
	74.87				74.94
	74.94	+ 7	+ 7		74.94
2				± 0	
	75.06				75.06
	75.24	+18	+25		75.06
3				—18	
	74.71				74.53
	74.64	— 7	+18		74.53
4				—11	
	75.02				74.91
	75.04	+ 2	+20		74.91
5				—13	
	75.46				75.33
	75.30	—16	+ 4		75.33
6				+ 3	
	75.15				75.18
	75.08	— 7	— 3		75.18
7				+10	
	74.98				75.08
	75.01	+ 3	± 0		75.08
8				+ 7	
	75.14				75.21
	75.06	— 8	— 8		75.21
9				+15	
	75.12				75.27
			+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 Übergangspaßpunkte. 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 con zirka 400, bzw. 600 km² 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 Statoskopangaben. 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 Schreibende 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 Walzusammenlegungen 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-