

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 31 (1933)

Heft: 3

Artikel: Eine praktische Möglichkeit der Triangulationsverbindung mit dem
amerikanischen Kontinent

Autor: Berroth, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-194002>

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>

halten dadurch eine Bebauung, die der offenen Bauweise ins Gesicht schlägt: plumpe und hohe Baukörper. Von einer normalen Grundstückstiefe von etwa 30 bis 35 Meter ist keine Rede, keine Rede mehr von genügendem Garten.

Es zeigt sich, daß auch das ausgebaute Dach zu einer unbefriedigenden Bebauung führt. Besonders bei Mansardendächern wird das Dach aufgerissen. Man geht in den neuen Bauordnungen davon aus, den ausgebauten Dachstock zu einer Wohnung zu verbieten und nur als Zubehörräume zu den Vollwohnungen zu gestatten. Es ist ja auch die Dachwohnung im Verhältnis zu dem, was sie bietet, teuer in der Erstellung und in der Vermietung.

Auf Grund von verschiedenen Untersuchungen ergaben sich für die: geschlossene 4-geschossige Bebauung 400 Einwohner pro ha;

offene 3 1/2-geschossige Bebauung 250—300 Einwohner pro ha;

2 1/2-geschossige Reihenhausbauung bis 150 Einwohner pro ha;

offene 2 1/2-geschossige freie Bebauung 60—100 Einwohner pro ha.

Diese Zahlen stimmen ziemlich überein mit verschiedenen neueren Bauordnungen deutscher Städte. In diesen Zahlen ist die ganze Fläche mit Straßen etc. inbegriffen. Es kann roh mit durchschnittlich 200 Einwohnern pro ha für Wohngebiete und Gemischtes gerechnet werden. Industriegebiete.

Für reines Industriegebiet ist die Ausdehnung zum voraus schwierig festzustellen.

Man kann auf 300 Einwohner etwa 1 ha Industriegebiet rechnen oder für 1 ha Wohnfläche (Arbeiterwohngebiete im Reihenhausbau) etwa 0,6 ha Industriegebiet.

Ebenso ist der Standort des Industriegebietes oft nicht leicht anzugeben. Die Lage soll günstig sein zum Hafen und zur Bahn. Sie richtet sich ferner auch nach der besten Basis der Absatzmöglichkeiten und nach andern solchen betriebswirtschaftlichen Faktoren. Daneben muß das Industriegebiet aber auch so gelegen und vom Wohnort abgetrennt sein, daß die Winde den Rauch der Schlote nicht über Wohn- oder Geschäftsviertel hinwegtragen.

Wenn auch das Auto für viele Gewerbe und Industrien eine bewegliche Placierung gestattet, so ist doch für gewisse industrielle Zweige ein Geleiseanschluß erwünscht.

(Fortsetzung folgt.)

Eine praktische Möglichkeit der Triangulationsverbindung mit dem amerikanischen Kontinent.

Von Prof. Dr. Ing. A. Berroth, Aachen.

Prinzip.

Es sind in der Öffentlichkeit meines Wissens bisher die zwei Möglichkeiten betrachtet worden, eine Triangulationsverbindung Europa-Amerika oder Afrika-Amerika herzustellen: durch Vermittlung von

Schiffen oder von Flugzeugen, die in Form einer Dreieckskette gestaffelt sind. Beide Gedankengänge sind aber vorläufig praktisch nicht realisierbar und in der erreichbaren Genauigkeit höchst ungenügend.

Der hier gemachte Vorschlag ist auf viel weniger Voraussetzungen gegründet, in allen wesentlichen Teilen bereits praktisch erprobt und liefert die notwendige Genauigkeit. Es liegen ihm die Ergebnisse der allerneuesten Forschungen zugrunde, nämlich die erfolgreichen Ballonaufstiege von A. Piccard und die Aufstiege von Registrierballonen von E. Regener und A. Wigand, ferner die Errungenschaften der *Photogrammetrie* und der *Doppelbildentfernungsmessung*.

Das Prinzip ist im wesentlichen folgendes: Ueber dem Festlande steigen auf jeder Seite des Ozeans je 2 Piccard-Ballone auf, die je mit einem Spezial-Winkelmeßinstrument und einer Photokammer ausgestattet sind, in der Mitte des Ozeans steigen nacheinander zwei Pilot-Ballone auf, die eine geeignete Leuchteinrichtung tragen.

Damit ist es möglich, mit Hilfe der Delambreschen Aufgabe (auch Hansensche Aufgabe genannt) die Dreiecksverbindung herzustellen.

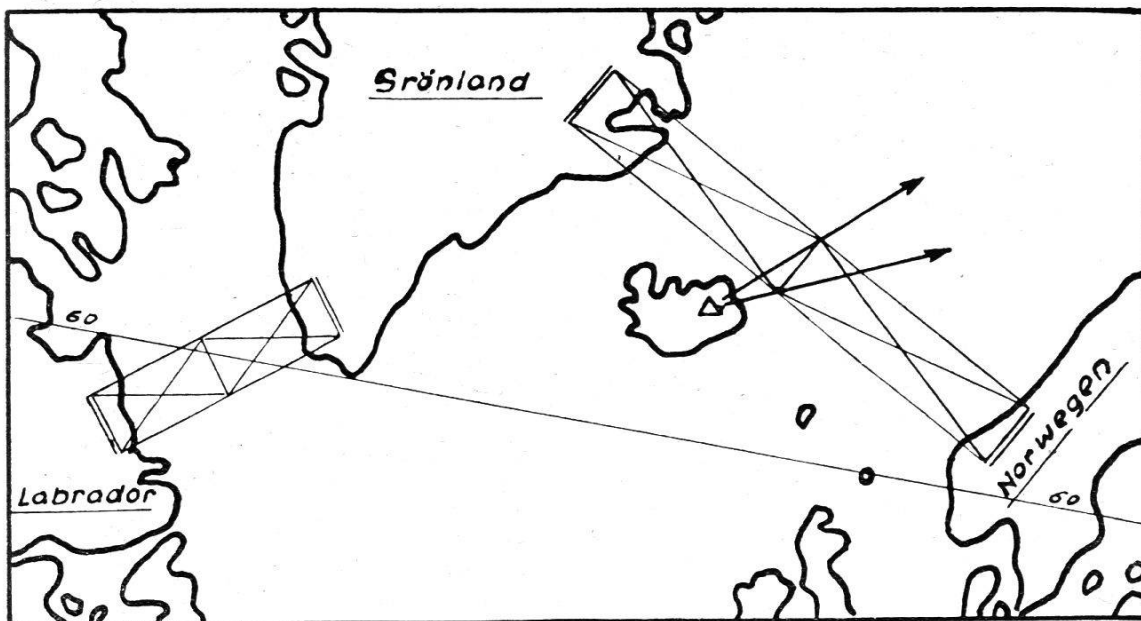
Hilfsmittel.

Die Standörter und damit die Basis ergeben sich durch die dem Photogrammeter bekannte Aufgabe des räumlichen Rückwärtseinschnittes, die Winkelmessungen werden mit einem Spezialinstrument ausgeführt, das derart eingerichtet ist, daß

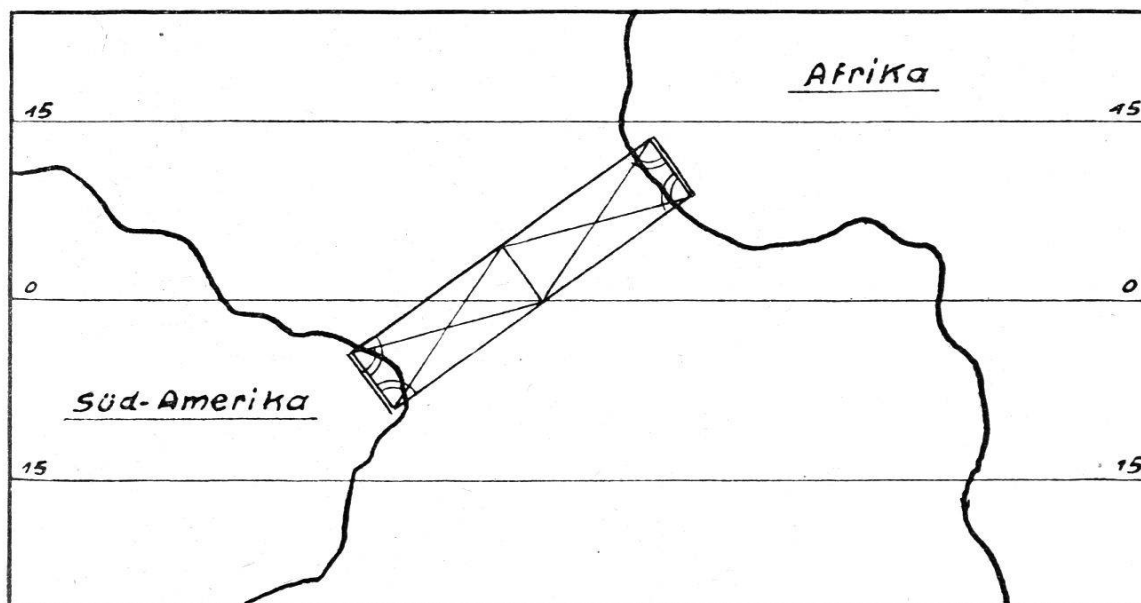
1. die Rotationsbewegung des Ballons nichts ausmacht, dadurch, daß beide Ziele in derselben Bildebene gleichzeitig eingestellt werden können;
2. nur ein kleiner nach Bogenminuten zählender Winkel im Ballon gemessen zu werden braucht.

Die Winkelmeßeinrichtung kann aus dem modernen Verfahren der Doppelbild-Tachymetrie Nutzen ziehen. Ein lichtstarkes Fernrohr müßte vor der Hälfte des Objektivs ein auswechselbares Spiegelprisma tragen, welches den einen Lichtstrahl um den Betrag ablenkt, der den normalen Koordinaten entspricht. Die Abweichungen hiervon wären zu messen mit weiteren, achromatischen und temperaturunempfindlichen¹ Vorsatzkeilen, die um eine Achse senkrecht zum Hauptschnitt und um eine solche im Hauptschnitt gedreht werden, wodurch die beiden Ziele übereinander zur Koinzidenz gebracht werden können. Hierbei wird es, vorausgesetzt, daß die Konstanten der Instrumente bekannt sind, nicht übertrieben sein, die Meßgenauigkeit pro Einstellung auf $\pm 2'',0$, für 10 Einstellungen also auf $\pm 0'',63$ anzunehmen; da die Refraktion sehr klein ist, so wird sie keine Rolle spielen. Die Gleichzeitigkeit der Einstellung von den verschiedenen Standpunkten her braucht wegen der in großen Höhen vorhandenen geringen Abtrift keine übertriebene zu sein, so daß z. B. nach dem Nauener Zeitsignal

¹ Siehe hierüber Näheres bei: A. Berroth: Der Temperatureinfluß einiger Doppelbild-Entfernungsmesser aus verschiedenen Werkstätten. Allg. Verm.-Nachrichten, 1933.



Figur 1.



Figur 2.

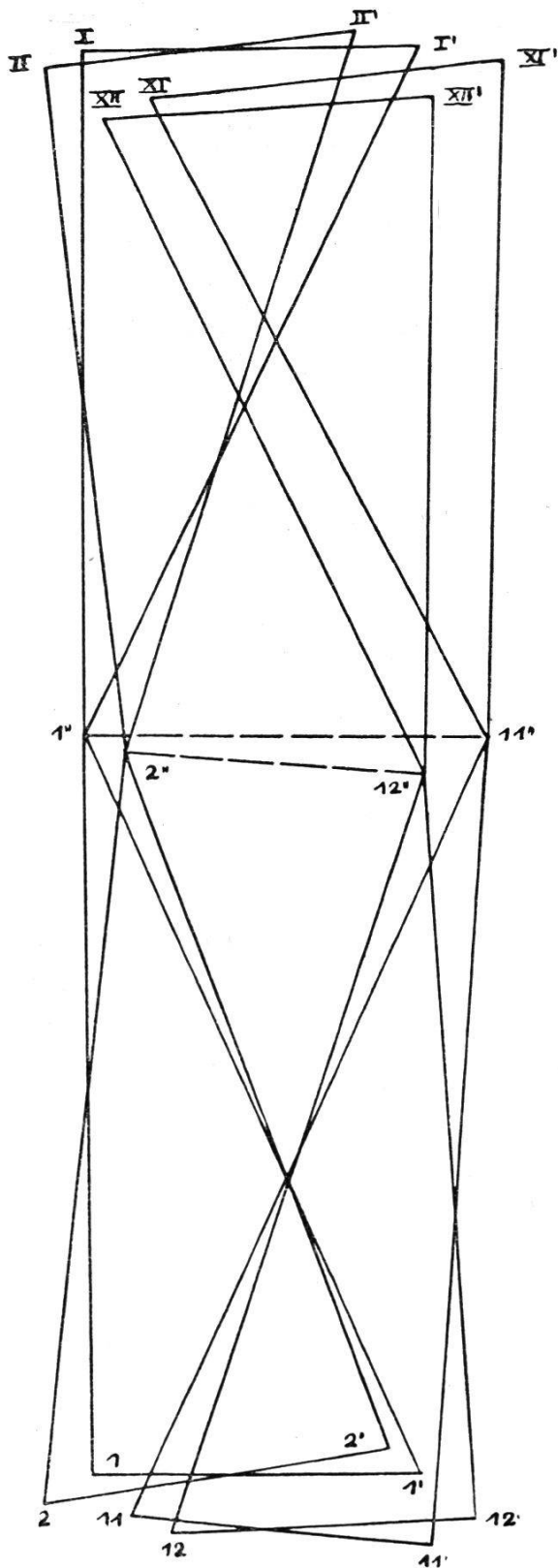
gestellte Chronometer genügen, die die Einhaltung der Sekunde gewährleisten.

Die Gleichzeitigkeit der Winkeleinstellung und des räumlichen Rückwärtseinschnittes wird dadurch bewirkt, daß mittels eines Kontakts in der Hand des Beobachters im Moment der Winkelmessung der Verschuß der Kammer automatisch ausgelöst wird, ein Verfahren, an das der astronomische und photogrammetrische Beobachter längst gewöhnt ist. Durch den Kontakt werden außerdem die Angaben der Mikrometer, die Stellung der Sekundenzeiger der Uhren, Barometer, Thermometer und zwei Libellen mitphotographiert.

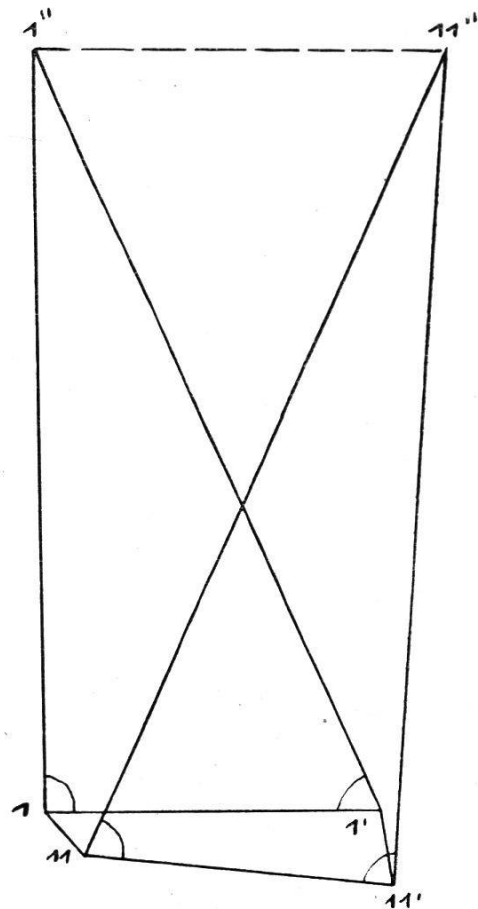
Jeder Beobachter macht innerhalb der gesetzten Frist fortlaufend

Einstellungen und die Gleichzeitigkeit wird nachträglich herausgesucht. Da die Luft in den großen Höhen sehr dünn ist, wird die Sichtbarkeit gewährleistet sein. *Es wird die Forderung aufgestellt, daß der tiefste Punkt der Lichtbahn wenigstens 8 km über dem Meeresspiegel liegen soll.*

Die Sichtbarkeit des zweiten Piccard'schen Ballons wird gewährleistet durch eine Beleuchtung, an die keine hohen Anforderungen gestellt werden, die der Pilot-Ballone durch geeignete, über zwei herabhängenden Drähten verteilte Patronen eines mit Sauerstoff angereicherten magnesiumhaltigen Leuchtmittels, worüber in der Meteorologie bereits Erfahrungen vorliegen. Für eine Zielung über 950 km müßte für das Zielzeichen eine Ausdehnung von 3,8 m gewählt werden, da alsdann dasselbe bei 40facher Vergrößerung unter einem Winkel von



Figur 3.
Delambre'sche Aufgabe in per Version
von vier Standpunkten.



Figur 4.
Einzelheiten von 3.

33" erscheinen würde, also sichtbar wäre. Die eigentliche Beobachtungszeit pro Ziel wäre auf wenige Minuten beschränkt, doch wird man für einen großen Spielraum sorgen müssen. In dem näher behandelten ersten Fall wird der in 16 km Höhe aufgestiegene Piccardsche Ballon bei einer Basislänge von 250 km unter einem Tiefenwinkel von $1,1^\circ$, der Pilot-Ballon unter einem solchen von $2,9^\circ$ erscheinen; er müßte 39 km über den Meeresspiegel aufsteigen. Die Einstellung des zweiten Pilotballons könnte erfolgen, nachdem die Anzielungen des ersten abgeschlossen sind. Eine notwendige Drehungsmöglichkeit der Gondel zur groben Einstellung des Zieles wäre leicht zu schaffen.

Ueber die bisher erreichte Steighöhe von Registrierballonen sagt E. Regener:²

„Nach der von *Aßmann* und *Hergesell* entwickelten, in der Meteorologie vielfach gebrauchten Methode erreicht man Höhen von 30 km, neuerdings nach A. Wigand sogar 35 km.“

Da die mitgenommene Nutzlast bei Regener über 1,5 kg betrug, in vorliegendem Falle aber diese Last noch kleiner gehalten werden kann, so besteht nach den weiterhin gewonnenen Erfahrungen in der Meteorologie und in der Herstellung des Gummis die Berechtigung zur Annahme, daß man mit etwas größeren Ballonen die vorgeschriebenen 39 km wird erreichen können. Auch über die Aufsteigdauer ist man bereits gut informiert.

Genauigkeit.

Die auf dem Boden richtig verteilten und durch geeignete Lichtquellen markierten geodätischen Festpunkte werden in 16 km Höhe mittels Objektivs von großer Brennweite auf geeignetem Filmformat abgebildet. In Höhe von 4 km rechnet man heute für *eine* Ballonaufnahme mit einem mittleren Punktfehler in den Lagekoordinaten von $\pm 0,8$ m, so daß in 16 km Höhe man bei entsprechender Brennweite einen Lagefehler von $\pm 1,4$ m für das Mittel aus 10 Aufnahmen wird erreichen können. Die Basis würde demnach mit einem mittleren Fehler von ± 2 m bekannt sein.

Die Winkelmeßgenauigkeit wird, wie oben dargetan, zu $\pm 0",63$ angenommen werden können. Auch der *parallaktische Winkel im Ziel* läßt sich mit derselben Schärfe messen, wenn man ein und denselben oder verschiedene in der Nähe und gleich hoch stehende Sterne mit dem Zielballon zur Koinzidenz bringt. Allerdings wäre es dann nötig, mittels gemeinsamer drahtloser Zeitzeichen diese Momente schärfer zu fixieren. Die günstigsten Bedingungen hierfür sind leicht zu untersuchen. Damit wäre auch eine Korrektur der Orientierung zu gewinnen, da die *Lotabweichung* nur minimal eingeht.

Ueberhaupt hat die Verwendung sehr hoher Pilotballone allgemein für die Landesvermessung (namentlich zum Einpassen von Lufttriangulationen) Interesse, da man damit Entfernungen von 400 km (unter einem Höhenwinkel von 9°) und mehr überbrücken könnte.

² E. Regener. Messung der Ultrastrahlung in der Stratosphäre; Die Naturwissenschaften 1932, 695.

Es ergibt sich dabei eine Messungskontrolle, die darin besteht, daß die übertragene 1. Basis gleich der 2. Basis sein muß; hierzu tritt eine weitere Verfeinerung dadurch, daß man auf beiden Ozeanseiten ein öfters zu wiederholendes astronomisches Azimut der Erdbasis und die Längendifferenz mißt, wodurch die bekannte *Laplacesche Bedingung* entsteht. Beide Kontrollen zusammen ergeben eine erwünschte Korrektur des Maßstabes und der Orientierung, so daß man über einen 2000 km breiten Ozean, wie eine nähere Rechnung zeigt, mit einem übertragenen Punktfehler von ± 20 m rechnen kann, der aber durch einen möglichen weiteren Vorwärtsschnitt, wie nachher ersichtlich wird, auf ± 10 m herabgedrückt werden kann.

Eine solche Genauigkeit wird selbst bei einer Festlandstriangulierung im Falle der einfachen Kette wegen der bedeutenden Refraktion niemals erreicht.

Auswahl der Oertlichkeit.

Es kommen in Frage:

1. Eine Verbindung von Norwegen über Grönland nach Labrador, wobei dieses Verfahren unter Umständen mehrfach zu wiederholen wäre. Zur Sicherung des Resultats erscheint es zweckmäßig, diese Kette in der Nähe von Island vorbeigehen zu lassen. Wenn man dann zuerst Island mit Grönland verbinden würde, so ergäbe sich von der Erde aus ein zusätzlicher Vorwärtsschnitt, der natürlich das Resultat ganz wesentlich verbessern würde.
2. Eine Verbindung Afrika-Südamerika. Wenn man einige 100 km für die Basisanschlüsse zugibt, so beträgt bei 1. die Maximalentfernung 1900 km (Zielweite 950 km), bei 2. 3230 km. Dabei scheint zunächst nur der Fall 1 realisierbar, weil im Fall 2 die Pilot-Ballone 140 km hoch steigen müßten, was zurzeit nicht erreichbar ist.

Die geographischen Koordinaten der Netzkpunkte wären dann (auf einem Globus abgemessen) folgende:

	φ	λ		φ	λ
1. in Norwegen	+ 61°,5	— 8°,5	Grönland	+ 61°,1	+ 45°,5
	+ 63°,0	— 11°,8		+ 62°,9	+ 48°,3
n. Eismeer	+ 66°,6	+ 6°,8	Davisstraße	+ 57°,8	+ 53°,8
	+ 68°,6	+ 3°,5		+ 59°,4	+ 56°,7
Grönland	+ 69°,6	+ 28°,0	Labrador	+ 54°,2	+ 60°,9
	+ 71°,8	+ 26°,7		+ 55°,7	+ 63°,5
2. Afrika				φ	λ
				+ 10°,1	+ 13°,1
				+ 12°,0	+ 14°,6
Atlantischer Ozean				+ 1°,4	+ 24°,6
				+ 3°,3	+ 26°,0
Brasilien				— 7°,3	+ 36°,1
				— 5°,4	+ 37°,5

Berechnungsverfahren.

Dieses macht keine prinzipiellen Schwierigkeiten. Es handelt sich

um eine wiederholte Anwendung der räumlichen Delambreschen Aufgabe³ in der Version der Winkelmessung in 4 Standpunkten. Die Reduktion auf 2 Standpunkte stellt dann nichts anderes dar, als eine dem Geodäten geläufige Zentrierungsrechnung (Figuren 3 und 4). Die Berechnung des mittleren Punktfehlers eines Zielpunktes ergibt sich aus:

$$m^2 = \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 (\beta + \gamma)} m^2 \alpha + \alpha^2 \frac{\sin^2 \gamma}{\sin^4 (\beta + \gamma)} m^2 \beta + \alpha^2 \frac{\sin^2 \beta}{\sin^4 (\beta + \gamma)} m^2 \gamma.$$

Ziel.

Das behandelte Problem wird für die nächste Zukunft als die wichtigste Aufgabe der wissenschaftlichen Geodäsie bezeichnet werden müssen. Denn seine Lösung würde gestatten, die beiden großen Hauptkomplexe geodätischer und geophysikalischer Messungen zu verbinden. Von seiner Lösung wäre ein wesentlicher Fortschritt für alle den Erdkörper behandelnden Wissensgebiete: Geodäsie, Geophysik, Astronomie, Geologie, Meteorologie, Geographie zu erwarten.

Die Inangriffnahme dieser Aufgabe würde insbesondere der geodätischen Wissenschaft neuen Auftrieb geben. Ich halte die Lösung der Aufgabe in naher Zukunft schon für möglich, da die technischen Voraussetzungen erfüllt und die Kosten erschwinglich sind.

³ Delambre, Méthodes analytiques pour la détermination d'un arc du méridien. Paris 1799, 149, 152.

Die Panoramenkammer

Dr.-Ing. C. Aschenbrenner-Photogrammetrie G. m. b. H. München und ihre Verwendung für die luftphotogrammetrische Vermessung.

Von C. F. Baeschlin, Zollikon.

Dr.-Ing. C. Aschenbrenner, München, hat in den letzten Jahren zur Erzielung weitwinkliger Luftaufnahmen eine sog. Panoramenkammer (im folgenden abkürzend mit P.K. bezeichnet) konstruiert und die Auswertungsmethoden entwickelt, welche dem Gerät angepaßt sind. Diese neuen Geräte und Methoden sollen hauptsächlich für die sog. „extensive Photogrammetrie“ dienen, welche dazu bestimmt ist, großräumige Gebiete mit noch geringer wirtschaftlicher Entwicklung in rationeller Weise zu vermessen und zu kartieren.

Auf Grund eingehender Studien bei der Photogrammetrie G. m. b. H. in München hat sich der Verfasser ein klares Bild über die Materie verschaffen können; da er die Sache für sehr zukunftsreich und wertvoll hält, so drängt es ihn, durch diese Veröffentlichung einen weiteren Kreis von Fachleuten mit dem Wesen der Methode vertraut zu machen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich Herrn Dr.-Ing. Aschenbrenner und Herrn Dr. Gürtler, Direktor der Photogrammetrie G. m. b. H. in München, bestens danken für die vollständige Orientierung und die liebenswürdige Aufnahme in München.