

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

**Band:** 39 (1941)

**Heft:** 3

**Artikel:** Einpassung und Auswertung von Flugaufnahmen am Stereokartiergerät  
A6 der Firma Wild, Heerbrugg

**Autor:** Voegeli, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-199118>

### **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:** 27.01.2026

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

Granitsteine  $30 \times 30$  cm und 90 cm lang, versichert wurden. Die Gemeindevermessungen von *Albisrieden* und *Schlieren* von Geometer Stutz-Bell erstellt, besitzen ebenfalls eigene Triangulationen, die sich auf die Resultate der Lieferung 2 stützen. Als letzte Arbeit sei die Triangulation des Waffenplatzes *Kloten-Bülach* erwähnt; sie wurde 1909 von Grundbuchgeometer G. Schweizer-Walt in Wil (St. G.) erstellt und diente als Grundlage der Vermessung des Waffenplatzes.

(Fortsetzung folgt.)

---

## **Einpassung und Auswertung von Flugaufnahmen am Stereokartiergerät A 6 der Firma Wild, Heerbrugg**

Von *Rob. Voegeli*, Geometer, Heerbrugg.

Die Firma Wild in Heerbrugg bringt seit einiger Zeit ein neues Stereo-Kartiergerät heraus, A 6 genannt, das speziell zur rationellen Auswertung von Senkrechtaufnahmen gebaut wurde. Entsprechend der konstruktiven Einfachheit gestaltet sich die Arbeit mit dem Instrument sehr rasch und angenehm. Es eignet sich aber auch vorzüglich zu instruktiven Zwecken.

Vorgängig der Behandlung des eigentlichen Themas des vorliegenden Artikels, der Arbeitsmethoden am A 6, sollen in aller Kürze die Grundzüge der Aero-Photogrammetrie und speziell diejenigen des Stereo-Kartiergerätes A 6 behandelt werden.

Ein Geländeausschnitt wird vom fahrenden Flugzeug aus zweimal nacheinander photographiert. Die optische Achse der Photokammer soll bei beiden Aufnahmen ungefähr senkrecht nach unten gerichtet sein. Die Bodenpunkte  $P$  und  $Q$  bilden sich dann als  $P'$ ,  $Q'$  resp.  $P''$ ,  $Q''$  in den beiden Aufnahmen ab. Den Abstand der beiden Aufnahmestandorte  $O'$ ,  $O''$  nennt man die Basis  $b$ ; die vertikalen Abstände der Punkt  $O'$  und  $O''$  vom Boden ihre Flughöhen  $h$  über Grund. Soll das Resultat eines Fluges ein zusammenhängender, lückenloser Bildstreifen sein, so muß das Verhältnis  $b : h$  so gewählt werden, daß 2 aufeinanderfolgende Bilder sich um etwas mehr als 50 % überdecken. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß Flughöhen zwischen 3000 und 5000 m über Grund als normal betrachtet werden dürfen, wobei für Spezialzwecke jedoch auch höher oder tiefer geflogen wird.

Wenn es nun gelingt, den beiden Bildern im Auswertegerät die gleiche Lage zu geben, die sie im Moment der Aufnahme unter sich und gegenüber dem Geländehorizont hatten, so läßt sich daraus das photographierte Gelände rekonstruieren. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Basis und damit die Flughöhen in stark verkleinertem Maßstab ins Instrument eingeführt werden müssen.

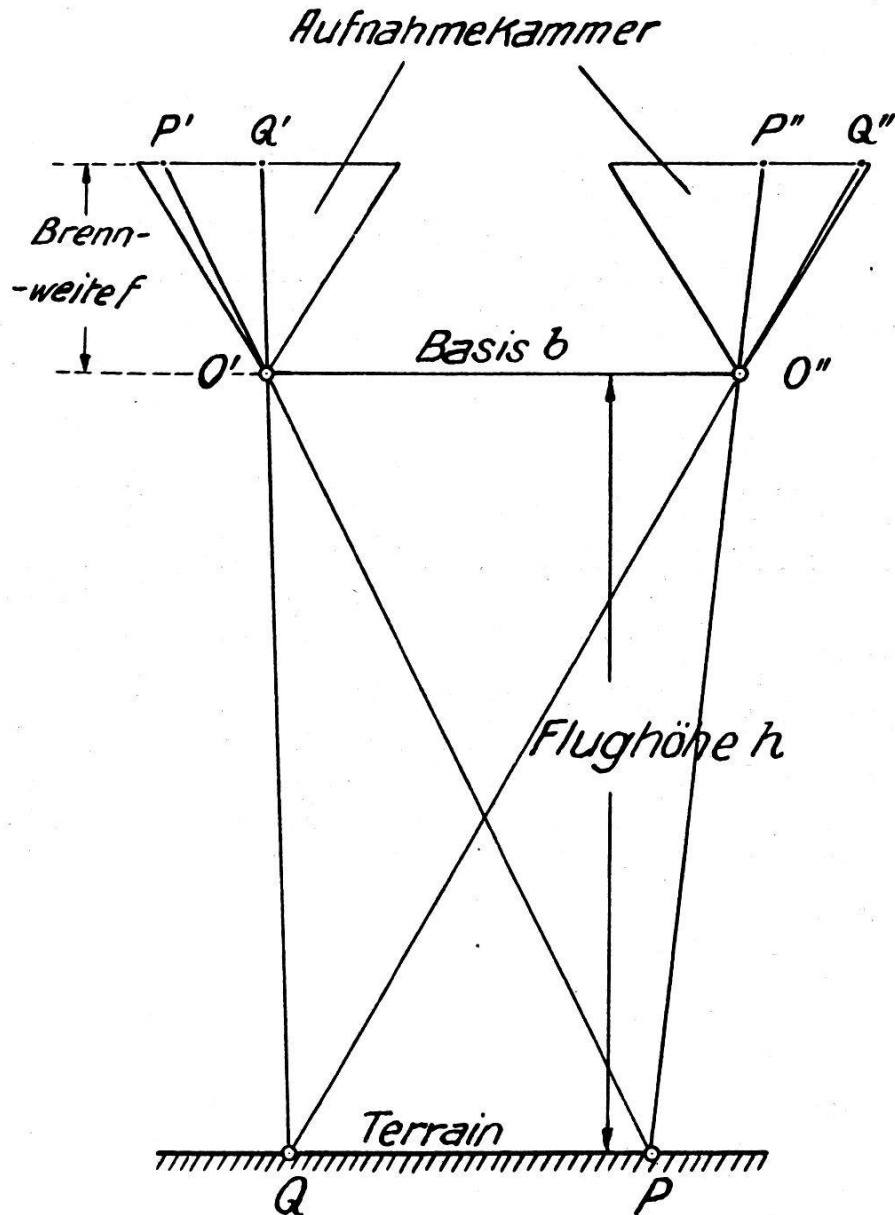


Fig. 1

Zum bessern Verständnis des A 6 sind dem Artikel die Figuren 2 und 3 beigelegt. Figur 2 ist eine Frontalansicht, Figur 3 eine schematische Darstellung.

Bei der Rekonstruktion der Aufnahmeverhältnisse im Kartiergerät geht man vom Dreieck  $O' P O''$ , resp.  $O' Q O''$  (Fig. 1) aus. Das erste Dreieck findet man wieder in Fig. 3. Die Lichtstrahlen  $P' O' P$  und  $P'' O'' P$  (Fig. 1) werden im A 6 durch die Metall-Lenker  $L' O' P$ ,  $L'' O'' P$  (Nr. 3, Fig. 2) verkörpert. Sie sind in  $O'$  und  $O''$  (Fig. 3) allseitig drehbar sowie verschiebbar gelagert und sind im Punkte  $P$  mittels eines Scharniers miteinander verbunden.  $P$  liegt auf einer horizontalen Glasplatte 15 (Fig. 2) und kann mit Hilfe des Griffs 14 (Fig. 2) von Hand verschoben werden.  $O''$  ist so gelagert, daß es gemeinsam mit dem rechten Bild in der Längsrichtung des Autographen verschoben werden kann

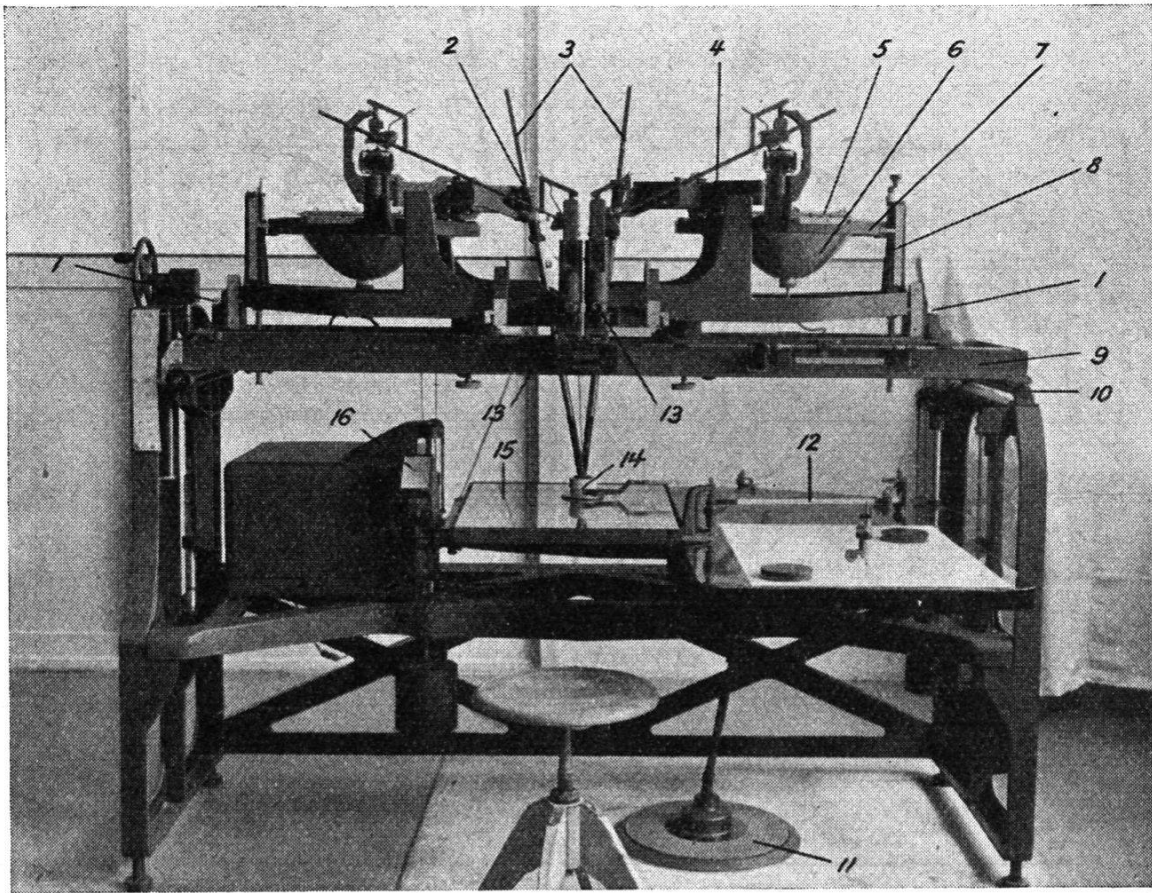


Fig. 2

(siehe Fig. 3). Damit kann der Abstand  $O' O''$ , d. h. die Basis, zwischen 70–250 mm variiert werden.

Aus konstruktiven Gründen wurden die beiden Bilder im A 6 gegenüber den mechanisch ausgebildeten Objektiv-Hauptpunkten  $O'$  und  $O''$  seitlich versetzt. Sie werden durch die Reflektoren 6 (Fig. 2), in deren Brennpunkt sich eine Glühlampe befindet, gleichmäßig durchleuchtet. Die Übertragung von den Bildpunkten  $P', P''$  (Fig. 3) auf die Lenker geschieht mittels den Nürnberger-Scheren 4 (Figur 2), die fest mit den Bildträgern 7 (Fig. 2) verschraubt sind. Den Bildpunkten  $P', P''$  entsprechen somit die Punkte  $L', L''$  (Fig. 3). Dieselben tragen drehbare Hülsen 2 (Fig. 2), in denen die Lenker gleiten.

Die bildseitigen Gelenke der Scheren (in Fig. 3 auf die Punkte  $P'$  und  $P''$  eingestellt!) tragen je ein Fernröhrchen mit einer darin eingebauten Punktmarke. Ein Objektiv, das sich zwischen Meßmarke und Aufnahme befindet, projiziert nun die letztere in die Ebene der Meßmarke. Von hier wird das Bild der Aufnahme gemeinsam mit demjenigen der Punktmarke über eine Reihe von Spiegeln in das Okular 13 (Fig. 2) geworfen. Verschiebt man nun den Lenkergriff  $P$  auf der Glasplatte 15 (Fig. 2), so verstellen sich auch die beweglichen Gelenke der Scheren gegenüber den Bildern. Im Okular gesehen, erweckt das den Eindruck, als ob sich die Punktmarken in den Bildebenen bewegen.

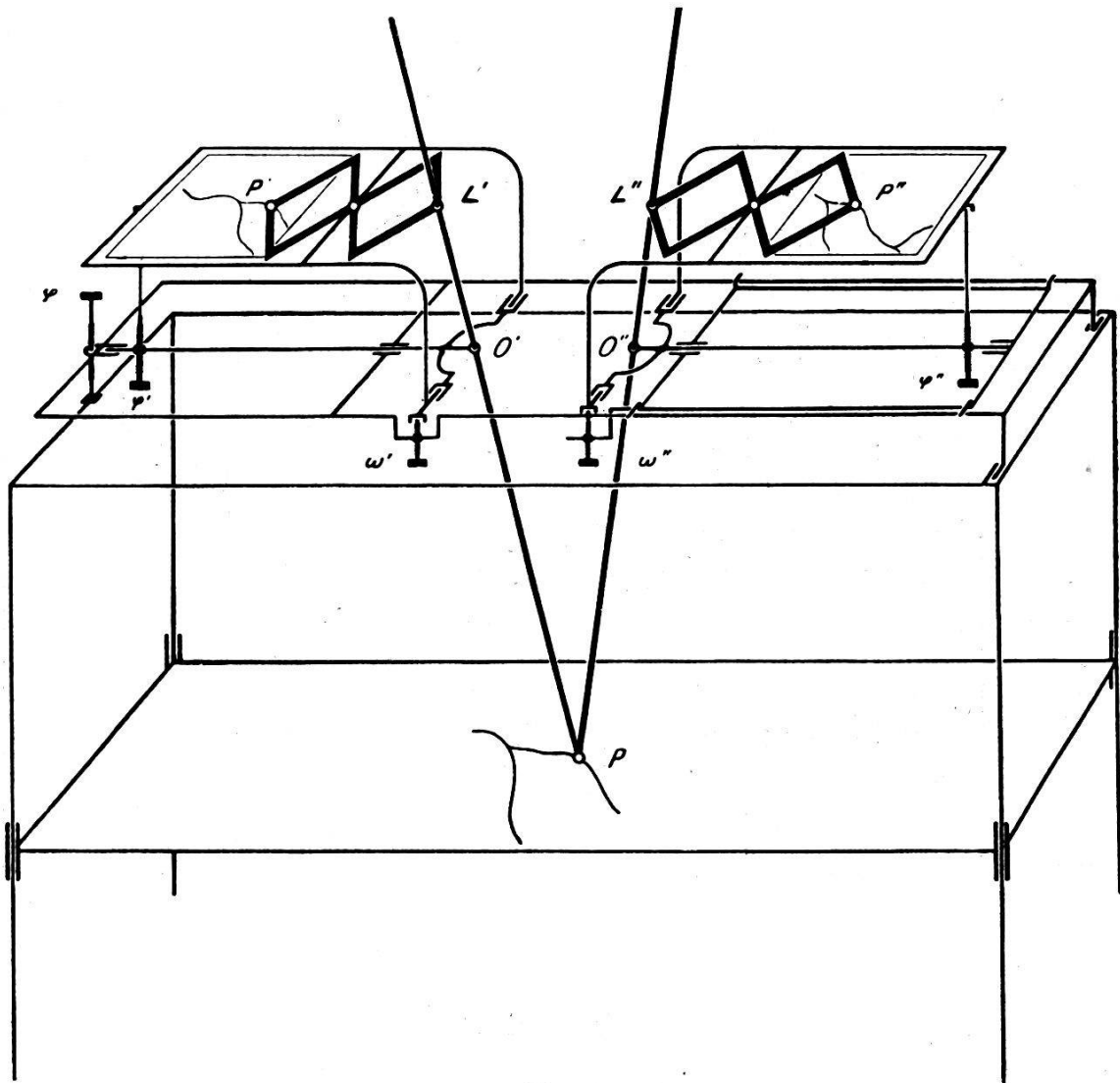


Fig. 3

Gleichzeitig bewegen sich aber auch die Punkte  $L'$  und  $L''$  in Ebenen. Dieselben stellen die mechanischen Bildebenen dar; ihr vertikaler Abstand von  $O'$ , resp.  $O''$  entspricht der Brennweite der Aufnahmekammer. Die Bildträger 7 (Fig. 2) sind nun auf 3 unter sich parallelen Gewindesäulen so gelagert, daß sie parallel zu sich selbst verstellbar sind. Dadurch kann die Bildweite im A 6 zwischen 97 und 270 mm variiert werden, wodurch es möglich wird, Aufnahmen von beinahe jeder im Handel sich befindenden Photogrammeter-Kammer im A 6 auszuwerten. Der Übergang von einer Brennweite zur nächsten bedarf keinerlei Justierungen.

Zufolge den Schwankungen des Flugzeuges ist es unmöglich, Aufnahmen mit genau senkrechter Kammerachse zu erhalten. Der A 6 trägt dieser Tatsache dadurch Rechnung, daß die beiden Bildträger auf je 3 zueinander senkrechten Achsen drehbar gelagert sind. Die primären Achsen fallen mit der Basis-Richtung  $O'-O''$  zusammen und werden Querneigungs- oder  $\omega$ -Achsen genannt (Nr. 1, Fig. 2). In  $O'$ , bzw.  $O''$  werden sie von den Sekundärachsen geschnitten. Dieselben liegen in



ihrer Nullstellung horizontal, machen jedoch die Drehungen der Bildträger um die  $\omega$ -Achsen mit; man nennt sie Längsneigungs- oder  $\varphi$ -Achsen. Dazu gesellen sich als dritte die Kantungs- oder  $K$ -Achsen. Diese gehen durch die entsprechenden Bildhauptpunkte und stehen senkrecht auf den Bildebenen. Sie entsprechen der optischen Achse der Aufnahme-Kammer und ermöglichen die Drehung der Bilder um ihren Mittelpunkt.

Da es unmöglich ist, genau horizontal zu fliegen, werden die beiden Basis-Stationen  $O'$  und  $O''$  immer kleine Höhenunterschiede gegeneinander aufweisen. Diese Höhendifferenzen werden im A 6 dadurch berücksichtigt, daß der Rahmen 9 (Fig. 2) mit der Basis und den Bildern um die Achse 10 (Fig. 2) geneigt wird.

Die eingestellten Winklelemente sowie die Basis können alle an entsprechenden Skalen abgelesen werden.

Wie bereits erwähnt, befindet sich der Lenkergriff mit dem Lenkerschnittpunkt  $P$  auf einer horizontalen Glasplatte. Diese ist mit dem Zeichentisch fest verbunden und kann mit demselben durch Drehen der Fußscheibe 11 (Fig. 2) in der Höhe verstellt werden. Dadurch wird eine 3-dimensionelle Bewegung des Lenkergriffes ermöglicht. Der Grundriß dieser räumlichen Bewegung wird mit Hilfe des Pantographen 12 (Fig. 2) auf das Zeichenblatt übertragen. Der Pantograph erlaubt in kontinuierlicher Folge die Einstellung aller Übersetzungsverhältnisse Autograph / Zeichentisch von 1 : 1 bis 20 : 3. Er ist zu diesem Zwecke so konstruiert, daß Pol und Zeichenstift vertauscht werden können, so daß der Pol entweder innen oder außen angebracht werden kann.

Die Höhenverstellung des Zeichentisches, resp. des Lenkerschnittpunktes  $P$  wird an einem Glasmaßstab abgelesen, der auf die mit einem Index versehene Mattscheibe 16 (Fig. 2) projiziert wird. Der Glasmaßstab kann gegenüber dem Tisch in der Höhe verstellt werden.

Wir wollen uns nun der Aufgabe zuwenden, einem Bildpaar im A 6 wieder die gleiche absolute Lage im Raume zu erteilen, die es im Moment der Aufnahme hatte. Diese Aufgabe wird in einem vierteiligen Prozeß gelöst, deren vier Unterteilungen folgendermaßen genannt werden:

1. Herstellung der inneren Orientierung der Aufnahmekammer
2. Gegenseitige Orientierung des Bildpaares
3. Basisänderung
4. Modelldrehung.

Unter der Herstellung der inneren Orientierung der Aufnahmekammer im Kartiergerät versteht man die Einführung der Aufnahme-Brennweite im A 6 sowie die Zentrierung und Orientierung der Aufnahmen im Bildträger. Zur Einstellung der Brennweite wird die oben an Säule 8 (Fig. 2) sichtbare Kurbel gedreht, wodurch sich der Bildträger gegenüber dem festen Lenkerdrehpunkt  $O''$  in der Höhe verstellt. Die Einstellung kann durch Schätzung auf  $\frac{1}{100}$  mm genau erfolgen.

Die Bilder müssen nun so in die Bildträger eingelegt werden, daß das linke Bild links, das rechte rechts ist und daß sie so erscheinen, wie man die Landschaft aus dem Flugzeug erblickt.

Auf den Bildträgern sitzen die auswechselbaren Kassetten 5 (Fig. 2), die auf einer Glasplatte Einpaßkreuze tragen. Diese Kassetten werden auf ein sogenanntes Orientierungsgerät — einen Kasten mit einer Glühbirne im Innern und einer Mattglasscheibe oben — aufgesetzt und von unten durchleuchtet. Die Rahmenmarken der Aufnahmen werden nun auf die Einpaßkreuze eingestellt und die Aufnahmen in dieser Stellung an die Glasplatte der Kassetten gepreßt. Darauf werden Kassetten und Aufnahmen miteinander in die Bildträger eingelegt und damit zwangsmäßig zentriert. Die einzelnen Einstellelemente  $\kappa$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$  und die Basis  $b$  werden auf Null oder auf bekannte Näherungswerte eingestellt.

Wie oben erwähnt, besitzt der A 6 2 Meßmarken. Stehen dieselben auf dem gleichen Bildpunkt  $P'$ ,  $P''$  (Fig. 3), so verschmelzen sie zu einer einzigen Marke. Der Beobachter hat dann den Eindruck, diese Marke stehe im Punkt  $P$  räumlich auf dem Gelände auf. Bei unorientierten Bildpaaren wird das nie der Fall sein. Der Beobachter sieht dann entweder überhaupt nicht stereoskopisch, oder aber die beiden Marken verschmelzen nicht miteinander; er sieht sie getrennt.

Die quer zur Flugrichtung auftretende Komponente des Abstandes der beiden Marken dient nun als Kriterium für die gegenseitige Orientierung und wird  $y$ -Parallaxe genannt. Die horizontale Komponente wird durch eine Höhenverstellung des Tisches resp. des Lenkerschnittpunktes  $P$  eliminiert. Wird  $P$  gehoben oder gesenkt, so ändern sich die Neigungen der Lenker, wodurch sich auch die Scheren und damit die Punktmarken gegenüber den eingelegten Bildern seitlich verstellen. Stereoskopisch gesehen, erweckt das den Eindruck, als ob die Marke sich in der Höhe gegenüber dem Gelände verstelle.

Stellt man sich vor, daß in Fig. 3 die linke Punktmarke auf  $P'$ , die rechte jedoch gegenüber  $P''$  quer zur Flugrichtung verschoben erscheine, kann dieser Fehler z. B. durch eine Drehung des rechten Bildes um die  $\omega$ -Achse  $O'—O''$  behoben werden. Größe und Sinn dieser  $y$ -Parallaxe werden nun allerdings von Punkt zu Punkt ändern und man erkennt leicht, daß zu deren restlosen Elimination über das ganze Bild die  $\omega$ -Drehung nicht genügt.

Tatsächlich braucht man 5 Elemente, nämlich die 2 Kantungen  $\kappa$ , die 2 Längsneigungen  $\varphi$  und eine der beiden Querneigungen  $\omega$ . Diese 5 Elemente besitzen nun die Eigenschaft, daß ihre Einflüsse in gewissen Punkten gleich Null, in andern ein Maximum sind. Bedient man sich deshalb dieser Punkte, so lassen sich die Einflüsse trennen und die einzelnen Drehungen genau bestimmen.

Zum bessern Verständnis der Wirkungen der verschiedenen Bild-drehungen diene die nebenstehende Figur zweier aufeinanderfolgender Aufnahmen. 1 bedeutet darin den Hauptpunkt des linken, 2 denjenigen des rechten Bildes. 3 und 4 sind Punkte in der Hauptvertikalen der linken, 5 und 6 in derjenigen der rechten Aufnahme. Die Punkte entsprechen aber auch den Stellungen der Meßmarke im stereoskopischen Modell sowie den einzelnen Lagen des Lenkerschnittpunktes  $P$  auf der Glasplatte. In der Folge werden die Elemente der linken Kammer mit

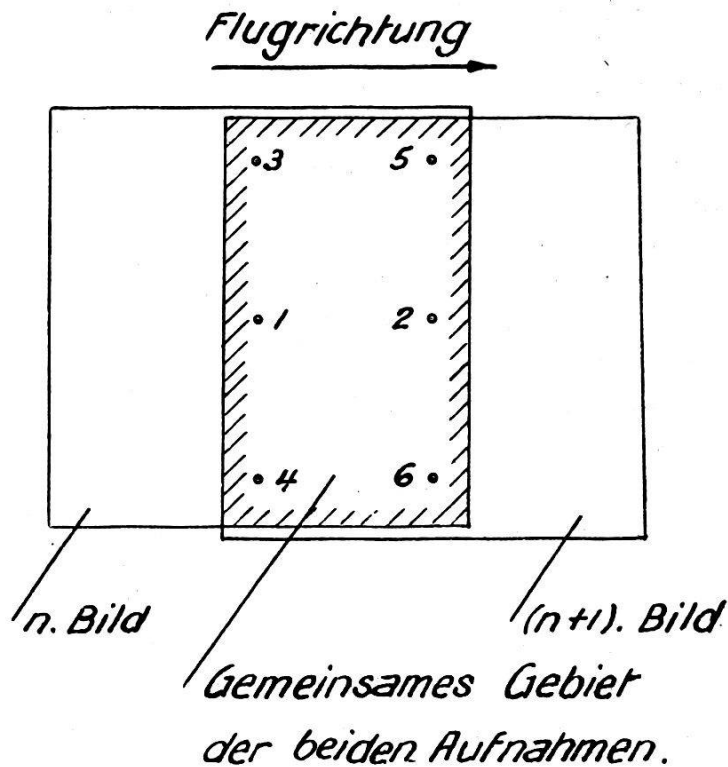


Fig. 4

.....' ( $\kappa'$ ,  $\omega'$ ,  $\varphi'$ ), diejenigen der rechten mit .....'' ( $\kappa''$ ,  $\omega''$ ,  $\varphi''$ ) bezeichnet. Die  $y$ -Parallaxe sei kurz  $dy$  genannt.

Wir führen beispielsweise eine  $\kappa'$ -Drehung ein, das heißt eine Drehung des linken Bildes um seinen Plattenhauptpunkt 1. Man erkennt, daß die  $y$ -Komponente der Verschiebungen der Punkte 1, 3, 4 gleich Null ist. Bei 5 und 6 ist sie schon bemerkbar, während bei 2 die ganze Drehung in  $y$ -Richtung wirkt. Da in 2 die Einflüsse der andern Bild-drehungen (mit Ausnahme der Querneigung  $\omega$ ) ebenfalls gleich Null sind, wie sich später zeigen wird, so eliminiert man den Fehler von  $\kappa'$  in 2. Das heißt, man dreht  $\kappa'$  solange, bis der im rechten Bild mit der rechten Meßmarke eingestellte Bildpunkt 2 sich auch im linken Bild mit der linken Marke deckt. Analog wird  $\kappa''$  in 1 bereinigt.

Betrachten wir nun eine  $\varphi'$ -Drehung: Sie wird nötig, wenn die linke Bildebene im Moment der Aufnahme nicht horizontal in der Luft gelegen, sondern um einen bestimmten Winkel  $\varphi'$  um eine horizontale, senkrecht zur Basis stehende Achse durch  $O'$  verdreht worden ist. Ein horizontales Bodenquadrat bildet sich dann nicht mehr als Quadrat, sondern als Trapez ab (Fig. 5). 5 und 6 verschieben sich entweder gegen die Haupthorizontale zu oder von ihr weg, während die Punkte der Haupthorizontalen und Vertikalen keine  $y$ -Verlagerung erfahren. Treten deshalb umgekehrt in 5 und 6 gleichgroße, aber entgegengesetzt gerichtete Parallaxen auf, so können dieselben durch eine  $\varphi'$ -Drehung der linken Kammer behoben werden. Analog wird  $\varphi''$  in den Punkten 3 und 4 bereinigt.



