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

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 43 (1945)

Heft: 5

Artikel: Méthode de la connexion des images et théorie des erreurs de l'orientation relative

Autor: Bachmann, W.K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-202941

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: 09.12.2025

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

ner der Nomenklaturfragen ist zweifellos *B. Cueni*, Kartenredaktor der Eidg. Landestopographie. Seine Abhandlung über „die Namengebung auf den amtlichen topographischen Karten der Schweiz" (Lit. Nr. 2) sollte von jedem angehenden Geometer und Topographen nicht nur einmal oder zweimal, sondern siebenmal gelesen werden. Leider aber geht gerade Cueni auf die uns hier bewegende Frage der Abgrenzung von Mundart und Schriftsprache nicht ein. In den Kartenmustern, die seinem Aufsatz beigegeben sind, lesen wir hochdeutsch: *Steinstock*, *Lücke*, *Hinter* (Etzli), *Unter* (Felleli), (Spillaui) -*Firn* und *Hofstatt*, jedoch schweizerdeutsch: *Chli* (Bristen), *Witen*alp, *Hochegg*, *Spillauibüelen*, *Uf em* Steinbach. *Uf den* Bächen, *Chrüz*steinrüti. Wir finden in ein- und demselben Kartenwerk, in der neuen Landeskarte 1 : 50 000, die Namen *Chli* Bristen und *Klein* Lohner. Es ist also offenbar die „Instruktion für die Erstellung neuer Landeskarten vom 9. Januar 1937" (siehe oben) verschiedener Auslegungen fähig. *Die erstrebte Einheitlichkeit der Nomenklatur-Grundsätze ist somit bisher weder für die Gemeinde-Übersichtspläne, noch für die neuen Landeskarten vorhanden.*

Als Allheilmittel wird, wie wir gesehen haben, von verschiedener Seite die Einführung der mundartlichen Formen empfohlen. Sie würde, so wird behauptet, Ordnung in die bestehenden Zustände bringen, der „sprachlichen Wirklichkeit" entsprechen, den Anforderungen der Sprachforschung, des sprachlichen Heimatschutzes und des praktischen Lebens dienen, den „Sprachschund", das heißt die Vermischung von Mundart und Schriftsprache, aus den Plänen und Karten verdammen. Sehen wir nun im folgenden, wie es damit steht. **(Fortsetzung folgt.)**

Méthode de la connexion des images et théorie des erreurs de l'orientation relative

par *Dr W. K. Bachmann*

La théorie des erreurs de l'orientation relative et de la triangulation aérienne est une question fort délicate. Les difficultés proviennent non seulement de l'intervention d'un nombre considérable de variables, mais également de la diversité des opérations à effectuer lors de l'orientation relative et de la connexion des images.

En faisant ces calculs, on est constamment obligé de se reporter aux opérations que l'on effectue lors de la restitution. Tout calcul formel, ne tenant pas ou qu'insuffisamment compte de ces faits, est dénué de sens. Nous sommes par conséquent obligés d'indiquer exactement la suite des opérations, et pour l'orientation relative, et pour la connexion des images. L'appareil de restitution y joue naturellement aussi son rôle, et pour fixer les idées, nous nous baserons essentiellement sur l'autographe Wild A5.

Quoique nous nous reportions à des opérations et à un appareil de restitution bien déterminés, *nos méthodes de calculs* gardent néanmoins

un caractère tout à fait général. En suivant ces méthodes, il serait facile d'établir des formules analogues pour d'autres modes d'opérations et d'autres appareils de restitution.

Nous nous excusons auprès des lecteurs initiés de revenir dans cet exposé sur maintes questions bien connues, mais ce n'est qu'en précisant toutes les données du problème que l'on a quelque chance d'aboutir à de bons résultats.

Publications à consulter:

[1] E. Berchtold: «L'autographe Wild A5». Maison H. Wild S. A., Heerbrugg.

[2] W. K. Bachmann: «Théorie des erreurs de l'observation des variables secondaires». Revue Technique Suisse des Mensurations et Améliorations Foncières. No 2 et 3, 1945.

[3] W. K. Bachmann: «Théorie des erreurs de l'orientation relative». Thèse Ecole d'Ingénieurs, Lausanne, 1943.

[4] W. K. Bachmann: «Calcul symbolique des coefficients de poids». Revue Technique Suisse des Mensurations et Améliorations Foncières. No 6, 1945.

1. Méthode de la connexion des images

La méthode de la connexion des images (Folgebildanschluß) étant à la base de la triangulation aérienne, nous allons la rappeler en quelques mots. Pour la triangulation aérienne, on utilise de préférence des vues verticales, l'axe de la chambre photogrammétrique étant dirigé aussi exactement que possible vers le nadir. Les bandes de vol sont horizontales et droites. Le recouvrement de deux clichés consécutifs est au moins de 60 % (voir fig. 1.1 où les clichés ont été décalés latéralement pour mieux faire ressortir leur recouvrement).

Trois clichés consécutifs comportent ainsi une zone de recouvrement commune d'environ 20 %. Si l'on connaît au moins trois points fixes de

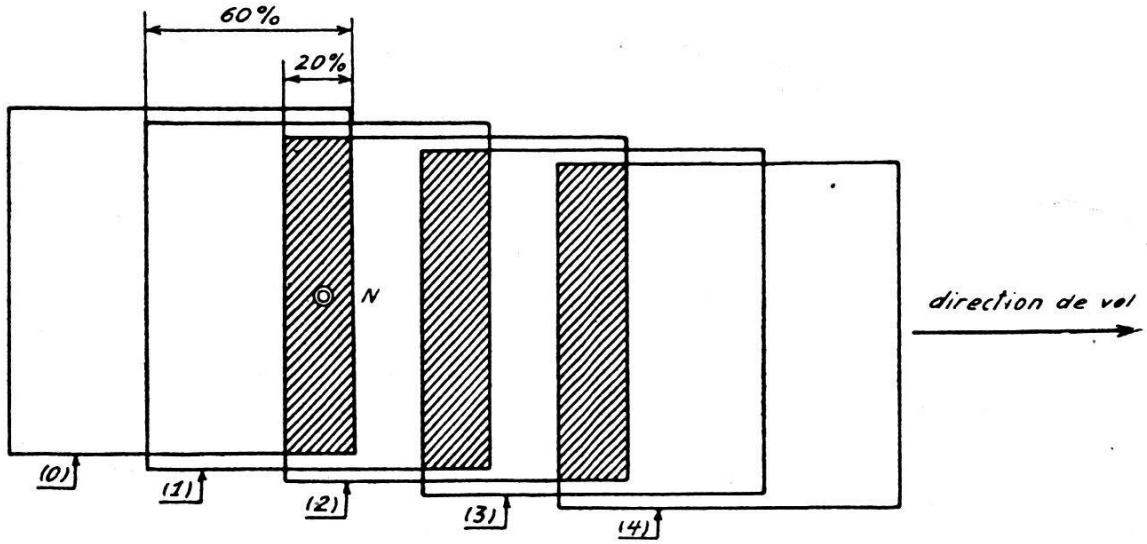

Fig. 1.1

la mensuration, identifiables et bien répartis sur les deux premiers clichés (0), (1), les orientations relative et absolue de ce premier modèle peuvent être obtenues en appliquant les méthodes bien connues. Cela étant, on détermine dans ce premier modèle l'altitude d'un point N, situé au voisinage du point nadiral du cliché (1). Après introduction d'une base approximative entre (1) et (2), on procède à l'orientation relative du cliché (2) tout en laissant la position de (1) inchangée. Ceci étant fait, on détermine la valeur définitive de la base (1)–(2) de telle sorte que le point N se trouve à la même altitude que dans le modèle précédent. L'orientation du cliché (2) étant ainsi obtenue, le cliché (3) est ajouté et ainsi de suite.

2. Généralités sur les appareils de restitution

Soient C_1 et C_2 les positions de la chambre photogrammétrique lors de la prise de deux vues conjuguées v_1 et v_2 (voir fig. 2.1). Introduisons les désignations suivantes:

P = point quelconque du terrain photographié
c_1, c_2 = centres de projection
p_1, p_2 = points image conjugués
$\vec{b}$ = base joignant c_1 à c_2

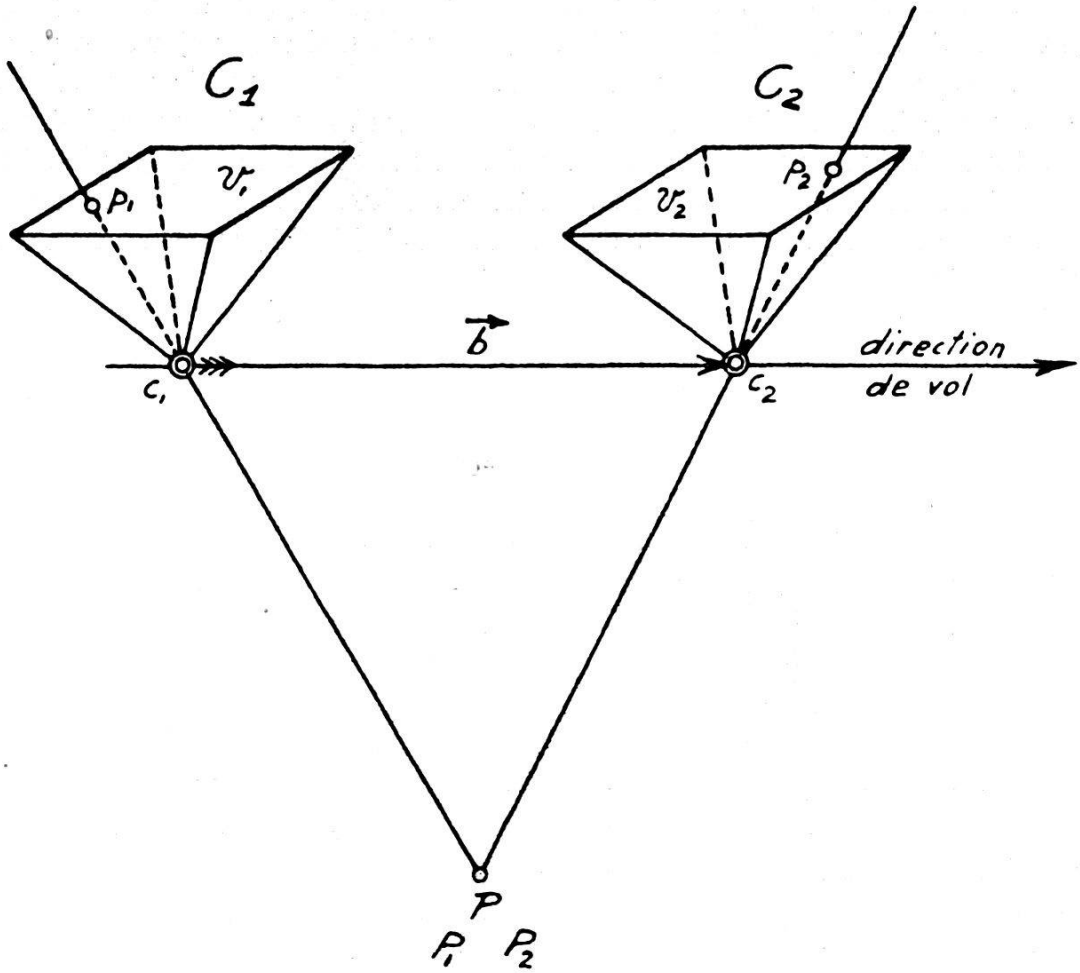

Fig. 2.1

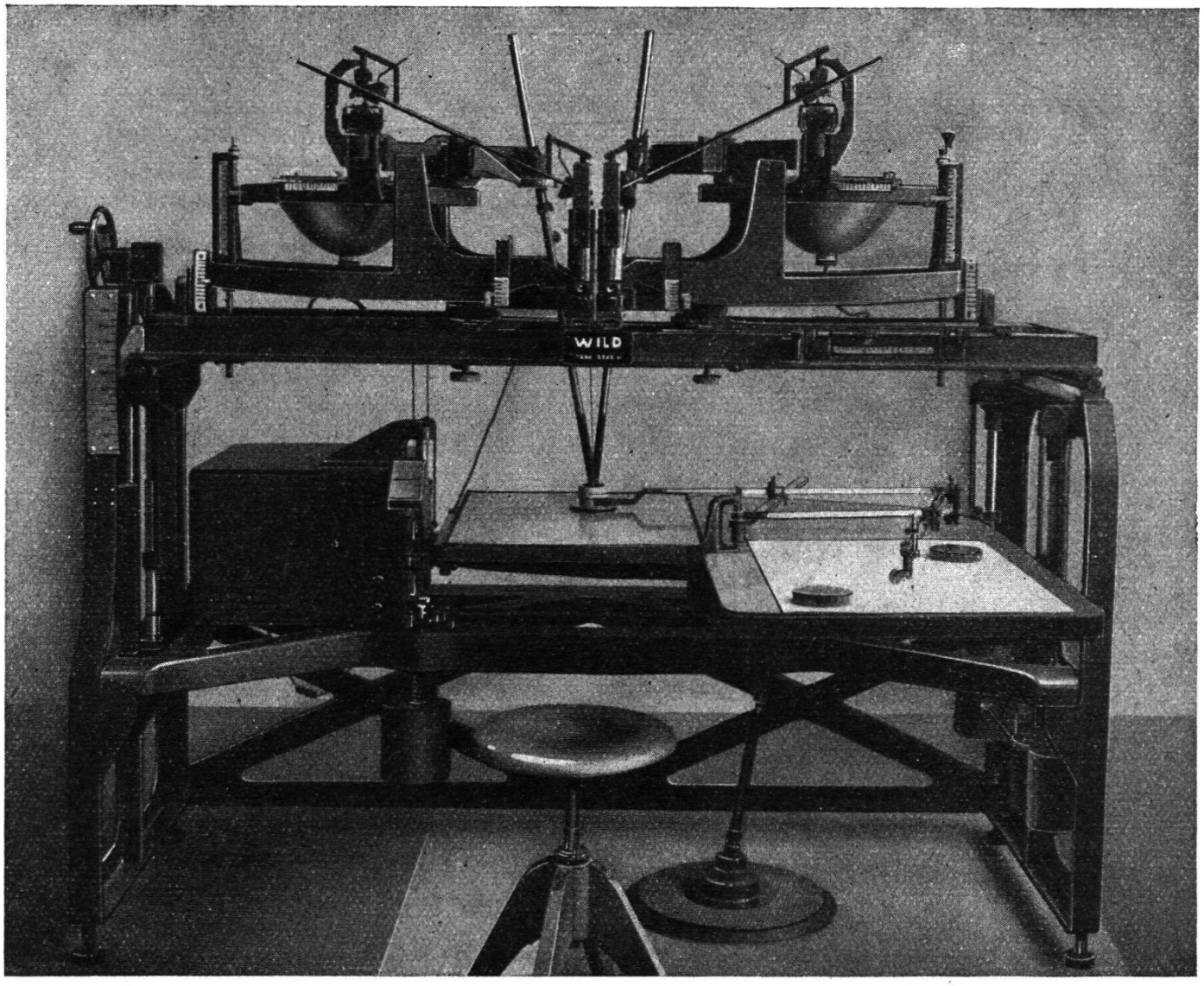

Fig. 2.2

Supposons que l'on matérialise les rayons lumineux par deux tiges conductrices amovibles, passant respectivement par c_1 et c_2, et dont les extrémités inférieures sont reliées par une charnière. Ainsi, dès que les tiges conductrices interceptent les clichés en deux points conjugués quelconques p_1 et p_2, leur point de rencontre P coïncide avec le point objet correspondant P du terrain. Ce principe de restitution très simple a été appliqué intégralement dans l'autographe Wild A 6 qui est représenté à la fig. 2.2.

Il ne faut pourtant pas perdre de vue que l'on est obligé d'avoir recours à un modèle réduit du terrain lors de la restitution. On y parvient très simplement en introduisant la base $\vec{b}$ non pas en grandeur naturelle, mais à une échelle réduite, imposée par les dimensions de l'appareil de restitution; la distance focale des chambres reste inchangée. Sans le spécifier expressément, nous nous baserons toujours dans ce qui suit sur le modèle réduit.

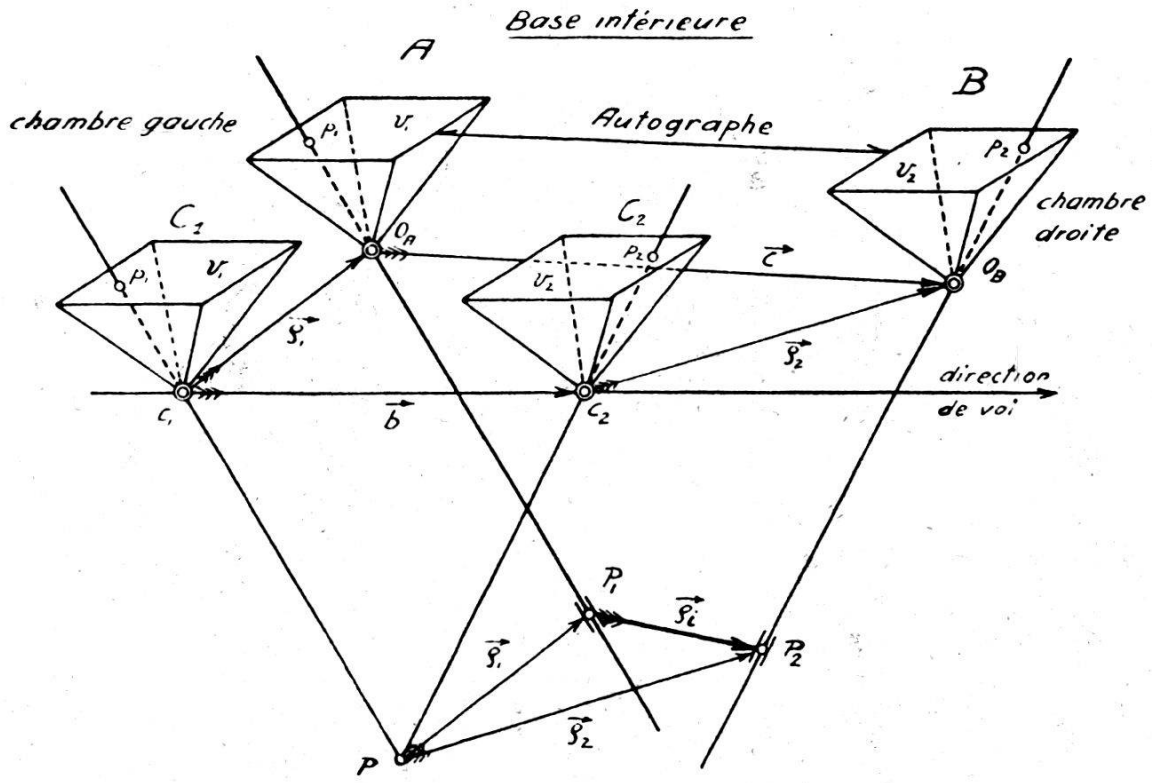

Fig. 2.3

Dans l'autographe Wild A5, le principe de restitution que nous venons d'indiquer est appliqué d'une autre façon. P étant un point objet *quelconque*, nous marquons sa position sur les deux tiges conductrices et obtenons ainsi les deux points P_1 et P_2 confondus avec P (voir fig. 2.1). Imprimons maintenant à la chambre C_2 et à sa tige conductrice une *translation* $\vec{\rho}_2$, l'amenant en B (voir fig. 2.3).
Par suite de cette translation, la *position* de la chambre C_2 est changée, mais son *orientation* ne se modifie pas. O_B étant le nouveau centre de projection, nous avons

$$\overrightarrow{c_2 O_B} = \overrightarrow{PP_2} = \vec{\rho}_2$$

et les points P, P_2, O_B, c_2 forment un parallèlogramme. En imprimant une translation $\vec{\rho}_1$ à C_1, ainsi qu'à sa tige conductrice, la nouvelle position de cette chambre est A et son centre de projection devient O_A. Nous obtenons

$$\overrightarrow{c_1 O_A} = \overrightarrow{PP_1} = \vec{\rho}_1$$

et les points P, P_1, O_A, c_1 forment également un parallèlogramme. Nous posons en outre

$$\overrightarrow{c_1 c_2} = \vec{b} \qquad \overrightarrow{O_A O_B} = \vec{c} \qquad \overrightarrow{P_1 P_2} = \vec{\rho}_i = \vec{\rho}_2 - \vec{\rho}_1.$$

Si A et B sont les deux chambres de l'autographe, $\vec{c}$ est une constante instrumentale, les centres de projection de l'autographe Wild A5 occupant

une position fixe dans l'espace. Supposons que l'on matérialise le système articulé $c_1 P$, $O_A P_1$, $c_2 P$, $O_B P_2$, ainsi que le triangle P, P_1, P_2, en plaçant des douilles conductrices en P_1 et en P_2. Ce dernier triangle ne dépendant que des translations $\vec{\rho_1}$ et $\vec{\rho_2}$ imprimées aux chambres, *il est invariable et garde une orientation constante dans l'espace pour tous les points d'un même modèle.*

En faisant abstraction d'une translation éventuelle de la surface objet à restituer, nous constatons qu'un point fixe quelconque du triangle $P P_1 P_2$ peut être considéré comme point objet dès que les tiges conductrices $O_A P_1$ et $O_B P_2$ interceptent les clichés v_1 et v_2 en deux points conjugués. Nous pouvons dès lors supprimer les côtés $c_1 P$, $c_2 P$, PP_1 et PP_2 du système articulé en ne gardant que les chambres A et B avec leurs tiges conductrices $O_A P_1$, $O_B P_2$ reliées entre elles par le *vecteur libre* $\vec{\rho_i}$. La réalisation mécanique du vecteur libre $\vec{\rho_i}$ est obtenue par *le chariot de base* qui peut se déplacer dans l'espace selon trois directions perpendiculaires. Notons encore que les tiges conductrices $O_A P_1$ et $O_B P_2$ ne se coupent généralement pas, mais nos développements montrent qu'un point fixe quelconque du chariot de base peut être choisi comme point objet. Les tiges conductrices étant toujours convergentes dans le cas considéré, nous disons que la *base est intérieure.*

Nous avons toutefois encore une autre possibilité qui consiste à faire coïncider C_1 avec la chambre droite et C_2 avec la chambre gauche de l'autographe (voir fig. 2.4).

La réalisation mécanique du vecteur libre

$$\overrightarrow{P_1 P_2} = \vec{\rho_e}$$

est la même que dans le cas précédent, c'est-à-dire qu'elle est de nouveau obtenue à l'aide du chariot de base. Les tiges conductrices étant toujours divergentes, nous disons que la *base est extérieure.*

Remarquons en passant que la base extérieure entraîne une difficulté d'ordre optique en ce sens que l'opérateur aperçoit dans les jumelles de l'autographe la pseudo-perspective du terrain photographié. Le constructeur a éliminé cet inconvénient en introduisant deux prismes de Dove dans la marche des rayons lumineux, ce qui permet un renversement de 200^g des images dans leur propre plan.

Calculons encore les vecteurs $\vec{\rho_i}$ et $\vec{\rho_e}$ en fonction de $\vec{c}$ et de $\vec{b}$. Pour le cas de la *base intérieure,* la fig. 2.3 nous donne

$$\vec{\rho_i} = \vec{\rho_2} - \vec{\rho_1}$$

$$\vec{b} + \vec{\rho_2} - \vec{c} - \vec{\rho_1} = 0 \qquad \text{d'où nous tirons}$$

$$\vec{\rho_2} - \vec{\rho_1} = \vec{c} - \vec{b}$$

et la première équation devient

$$\boxed{\vec{\rho_i} = \vec{c} - \vec{b}}. \tag{2.1}$$

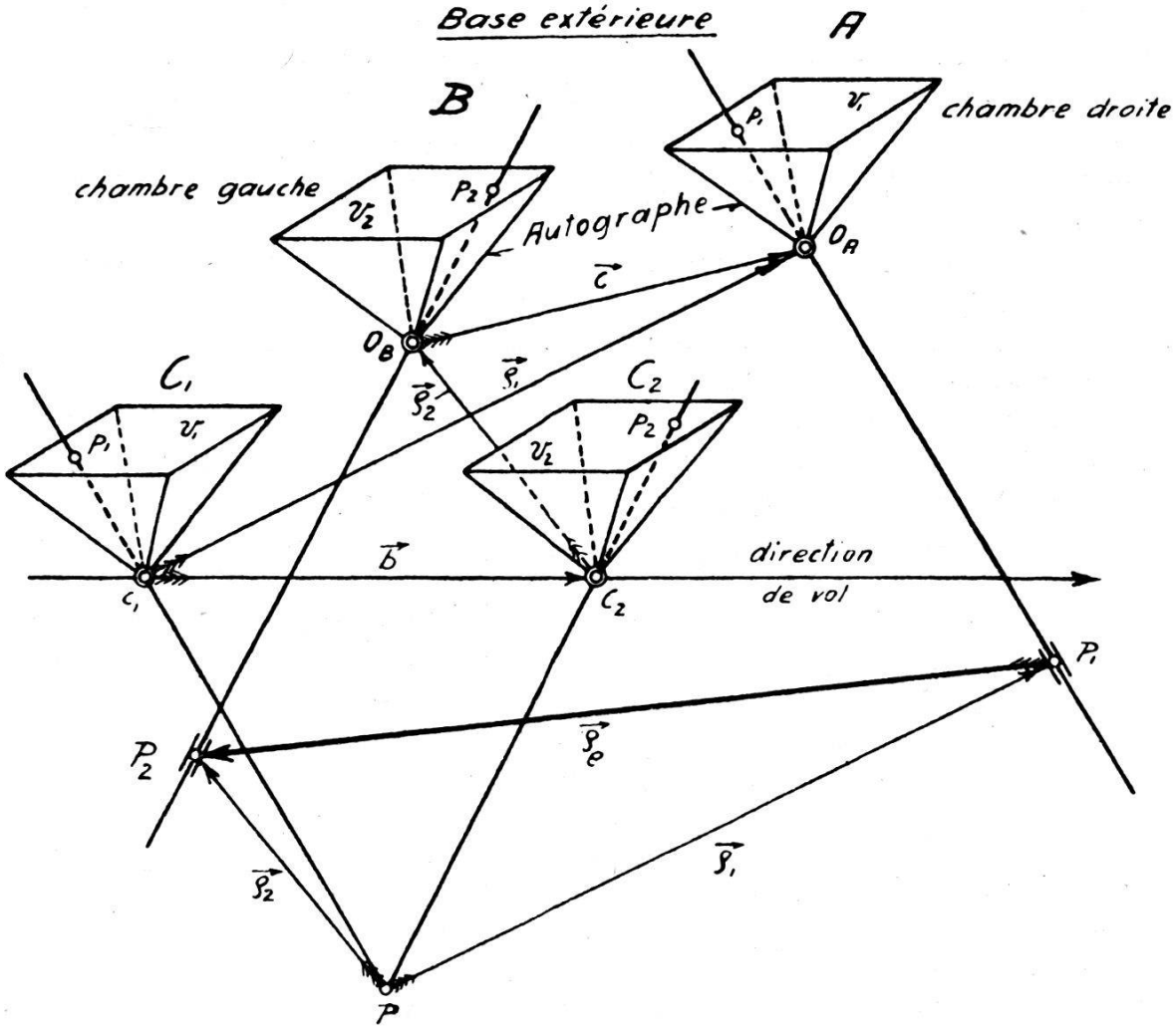

Fig. 2.4

Pour le cas de la *base extérieure*, la fig. 2.4 nous donne par contre

$$\vec{\rho}_e = \vec{\rho}_2 - \vec{\rho}_1$$

$$\vec{b} + \vec{\rho}_2 + \vec{c} - \vec{\rho}_1 = 0 \qquad \text{d'où nous tirons}$$

$$\vec{\rho}_2 - \vec{\rho}_1 = -\vec{c} - \vec{b}$$

et nous trouvons ainsi

$$\boxed{\vec{\rho}_e = -\vec{c} - \vec{b}} \,. \tag{2.2}$$

Nous verrons que les relations (2.1) et (2.2) sont d'une grande importance pour la triangulation aérienne lorsqu'on applique la méthode de la connexion des images.

3. *Généralités sur l'autographe Wild A 5.*

L'autographe Wild A 5 ayant déjà fait l'objet d'une publication très détaillée de la part de M. E. Berchtold, Ingénieur [1], nous pouvons

nous borner ici à donner quelques indications d'ordre général. La fig. 3.1 nous montre cet appareil, tandis que la fig. 3.2 indique les systèmes de coordonnées que nous utiliserons par la suite. Notons que tous les éléments relatifs à l'une des chambres sont munis de l'indice A, tandis que ceux relatifs à l'autre chambre portent l'indice B. En supprimant l'indice, il s'agit de l'une quelconque des deux chambres. *Si la base est intérieure, la chambre gauche porte l'indice A; si elle est extérieure la dite chambre porte l'indice B* (voir fig. 3.2).

L'axe des X, reliant les deux centres de projection O_A et O_B, est par construction parallèle au plan des rails de guidage du chariot des Y; l'axe des Y est perpendiculaire à l'axe des X. Ainsi, l'orientation spatiale du plan des X, Y est déterminée par les rails de guidage du chariot des Y. Le plan de ces derniers étant rendu horizontal à l'aide d'une nivelle lors du montage de l'autographe, le plan des X, Y est également horizontal; l'axe des Z qui lui est perpendiculaire prend la direction de la pesanteur au lieu de stationnement de l'autographe. Il faut cependant remarquer que cette orientation particulière de l'autographe ne devient nécessaire que pour des raisons d'ordre mécanique (équilibre des masses), mais qu'au point de vue théorique, l'autographe est un appareil autonome qui peut prendre une position et une orientation quelconques dans l'espace sans que la restitution en soit influencée.

Les composantes de base by et bz sont introduites séparément pour chacune des deux chambres; le sens positif de ces composantes est indiqué à la fig. 3.2. A l'autographe Wild A5, l'introduction de bx s'effectue symétriquement à partir du milieu du chariot de base, soit vers l'intérieur, ce qui rend les tiges conductrices convergentes, soit vers l'extérieur, ce qui les rend divergentes. *Dans nos développements, nous considérerons bx comme quantité essentiellement positive et ceci aussi bien pour la base intérieure que pour la base extérieure.* Les trois composantes de base bx, by, bz déterminent complètement les vecteurs $\vec{\rho_i}$ et $\vec{\rho_e}$ que nous avons considérés sous 2.

Outre les translations bx, by, bz, nous disposons de trois rotations pour chacune des chambres:

φ = inclinaison longitudinale
ω = inclinaison transversale
κ = déversement.

Le sens positif de ces rotations est également indiqué à la fig. 3.2. La distance entre les deux chambres est désignée par c et la distance focale des chambres est f.

Calculons $\vec{\rho_i}$ et $\vec{\rho_e}$ en introduisant les composantes des vecteurs $\vec{b}$ et $\vec{c}$ (voir fig. 2.3 et 2.4). En posant

$$(3.1) \qquad \begin{cases} \vec{c} = c\,\vec{i} \\ \vec{b} = bx\,\vec{i} + by\,\vec{j} + bz\,\vec{k} \end{cases}$$

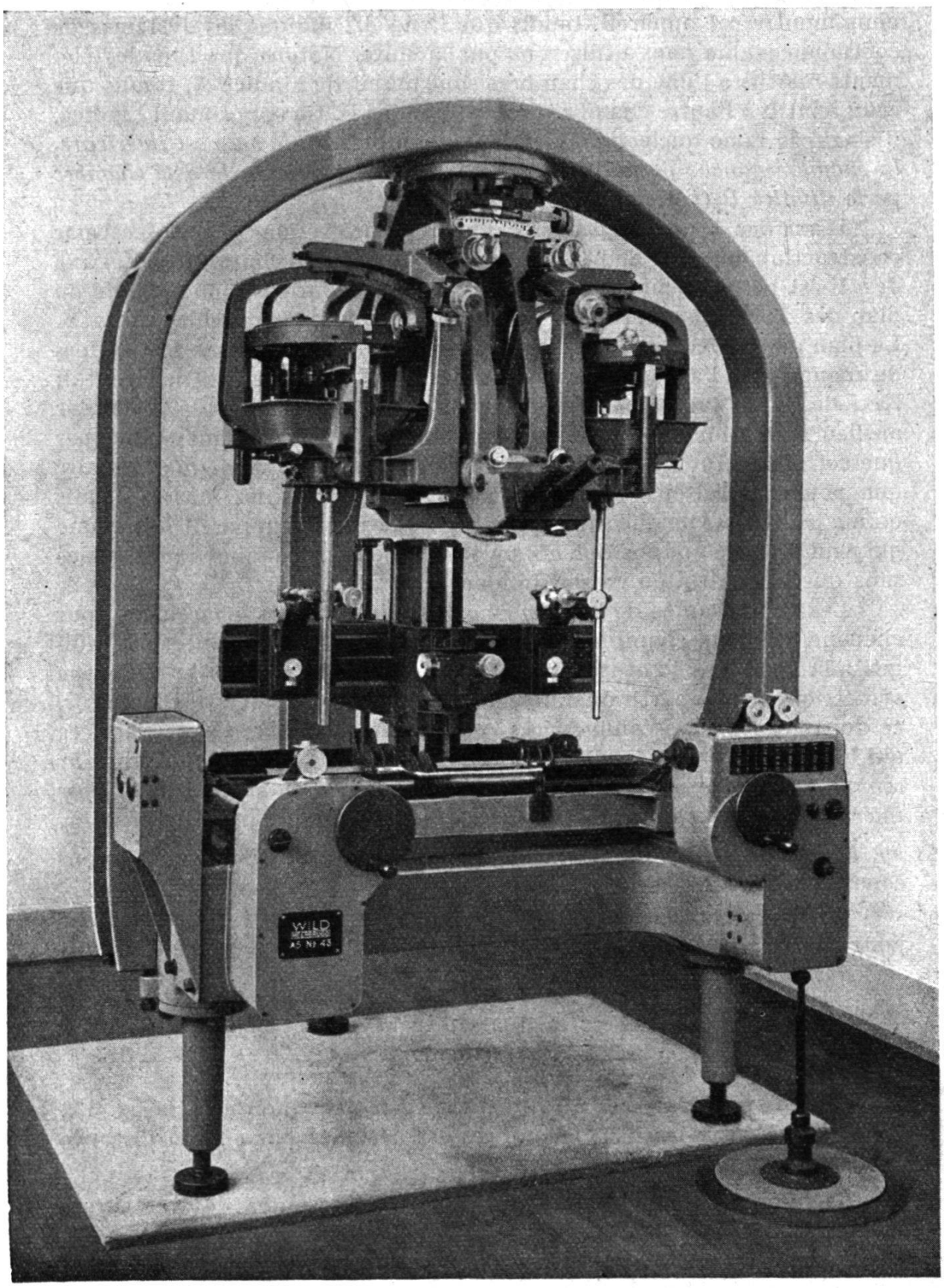

Fig. 3.1

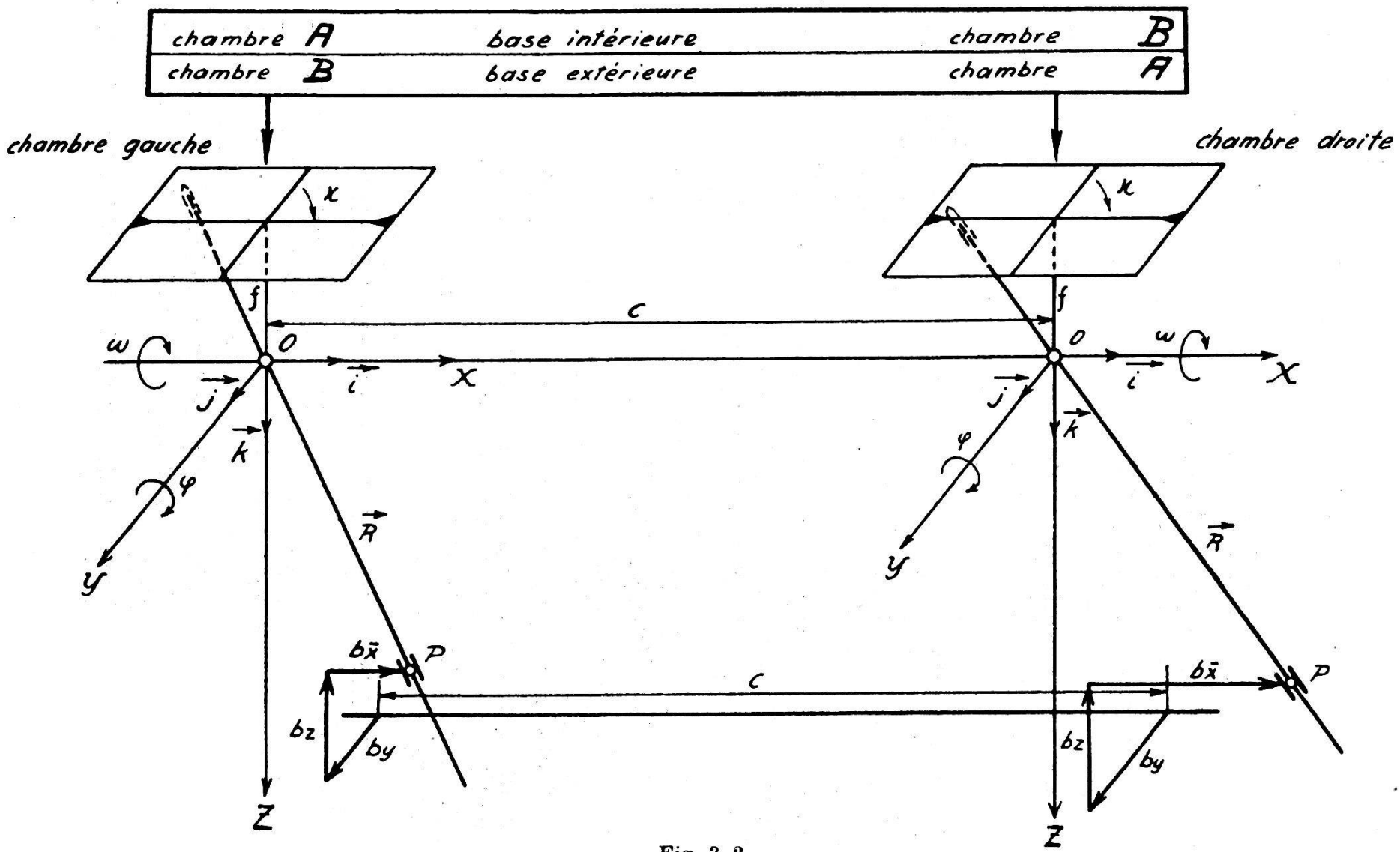
chambre A
base intérieure
chambre B
chambre B
base extérieure
chambre A
chambre gauche
chambre droite
c
f
O
X
Y
Z
ω
φ
P
bz
by

Fig. 3.2

les relations (2.1) et (2.2) nous donnent

$$(3.2)\qquad \boxed{\begin{aligned} \vec{\rho}_i &= +(c - bz)\,\vec{i} - by\,\vec{j} - bz\,\vec{k} \\ \vec{\rho}_e &= -(c + bx)\,\vec{i} - by\,\vec{j} - bz\,\vec{k} \end{aligned}}$$

d'où nous tirons les renseignements suivants:

a) pour la base intérieure, la distance entre les douilles conductrices P_1 et P_2, mesurée dans la direction des X, est de

$$(c - bx)$$

b) pour la base extérieure, la distance entre les douilles conductrices P_1 et P_2, mesurée dans la direction des X, est de

$$-(c + bx)$$

c) Les composantes by et bz sont les mêmes en grandeur et en signe pour $\vec{\rho}_i$ et $\vec{\rho}_e$. La direction de $+ Y$ est la même pour la base intérieure que pour la base extérieure; il en est également ainsi pour la direction de $+ Z$.

Cette dernière propriété est d'une importance capitale pour la méthode de la connexion des images, vu qu'elle permet l'introduction d'un sens unique de $+ Y$ et de $+ Z$ pour tous les modèles d'une même bande de vol.

(A suivre.)

Weiteres zum Folgebildanschluß

Von *A. v. Speyr*

In seinen beiden Aufsätzen [1] und [2] hat Herr Dr. Bachmann in verdienstvoller Weise aktuelle Probleme beim Folgebildanschluß beleuchtet und besonders die bedenklichen Folgen von Methodenfehlern dargelegt. Im folgenden sollen einige dort aufgeworfene Fragen näher untersucht werden.

Der Einfluß der Erdkrümmung im einzelnen Modell.

Wir betrachten ein geometrisch fehlerfreies Normalmodell mit lotrechten Achsen, das am Autographen so orientiert sei, daß die Kammerachsen symmetrisch zur z-Achse in der xz-Ebene liegen. Meereshöhen H und z-Koordinaten der Nadirpunkte seien zunächst gleich Null. Am Autographen wird das Modell in Parallelprojektion auf die *xy-Ebene* abgebildet, während geodätisch eine Normalprojektion auf das gekrümmte Meeresniveau vorausgesetzt wird.

Höhenfehler. Der Abstand zwischen den Nadirpunkten im Gelände betrage $2a$ km, dann wird in Modellmitte $x = y = 0$ die Ablesung z um den Betrag der Erdkrümmung für die Distanz a, $E_1 = \dfrac{a^2}{2R}$ zu groß. Für