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: 50 (1952)

Heft: 11

Artikel: Zur praktischen Handhabung des graphischen Verfahrens zum gegenseitigen Einpassen von Luftaufnahmen

Autor: Krames, Josef

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-209228

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: 11.07.2025

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

Lorsqu'il s'agit de régions dépourvues de carrières ou gravières, la différence diminue en faveur du béton et n'est plus que de l'ordre de 15%. C'est le cas notamment dans la Plaine de la Broye.

L'entretien

L'entretien de ce genre d'ouvrage est limité à sa plus simple expression. Il consiste à retoucher les joints de temps en temps, au moyen d'un enduit bitumineux et, éventuellement, à colmater avec le même produit les fissures qui pourraient se produire. L'expérience a montré jusqu'ici que ces fissures sont absolument exceptionnelles, pour autant que les précautions aient été prises contre les effets du gel dans le sol. D'ailleurs, la S. A. des Routes en béton à Wildegg s'offre, pour un premier essai, à entretenir ces chaussées, dont elle a contrôlé l'exécution, à raison de Fr. 0.03 par m² et par an, soit Fr. 84.— par km. Il est intéressant de comparer ce chiffre avec ceux indiqués plus haut pour l'entretien de chaussées ordinaires, de l'ordre de Fr. 400.– à 500.—, voire Fr. 1000.— par km. et par an.

Conclusions

Les chaussées en béton, dans les dévestitures rurales, semblent devoir donner toute satisfaction, tant du point de vue technique que financière. Les usagers en sont pleinement satisfaits. Une seule objection a été formulée en montagne au sujet du bétail, qui ne marche pas volontiers sur cette surface dure. Si ce système de construction implique une augmentation du coût des travaux, il y a intérêt, pour maintenir les mêmes prix à l'ha., à réduire la longueur des dévestitures équipées de chaussées pour en améliorer la qualité et en faciliter l'utilisation. C'est là un avis partagé par les exploitants eux-mêmes.

Les clichés 1, 2, 5, 6 et 7 ont été mis à disposition par la S.A. des Routes en béton à Wildegg.

Zur praktischen Handhabung des graphischen Verfahrens zum gegenseitigen Einpassen von Luftaufnahmen

Von Josef Krames, Wien

(Mitteilung aus dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien)

Um das vom Verfasser entwickelte[1] und auf den Fall einer allgemeinen Parallaxenverteilung erweiterte graphische Verfahren[2] auf seine

[1] Siehe *J. Krames*, Über ein graphisches Verfahren zum gegenseitigen Einpassen von Luftaufnahmen, Österr. Zeitschr. f. Verm. 37 (1949), S. 13–29, sowie *J. Krames*, Grahpische Lösung der Hauptaufgabe beim Normalfall der Luftphotogrammetrie, Anzeiger der Öst. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., 86 (1949), S. 93–99, ferner *J. Krames*, Über das Wegschaffen von Restparallaxen mittels graphischer Konstruktionen, Schweiz. Zeitschrift f. Verm. u. K. 47 (1949), S. 256–262.

[2] *J. Krames*, Erweiterung des graphischen Einpassens von Luftaufnahmen

Brauchbarkeit in der Praxis zu überprüfen, wurden im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien eine Reihe von Instrumentenversuchen durchgeführt und das Verfahren insbesondere bei Aerotriangulationen angewendet. Im Laufe dieser Arbeiten haben sich nach und nach besonders zweckmäßige, den benutzten Geräten angepaßte Ausführungsarten des Verfahrens herausgebildet, die im folgenden näher beschrieben werden sollen. Für die Versuche standen zwei *Zeiß*'sche *Stereoplanigraphen C 5* wie auch je ein *Wild-Autograph A 5* und *A 6* zur Verfügung. An ersteren wurde jedoch nur gelegentlich gearbeitet, weil erst das neueste Modell, der *Stereoplanigraph C 8*, mit seinen Ableseuhren die für das Verfahren erforderliche Meß- und Einstellgenauigkeit bietet.

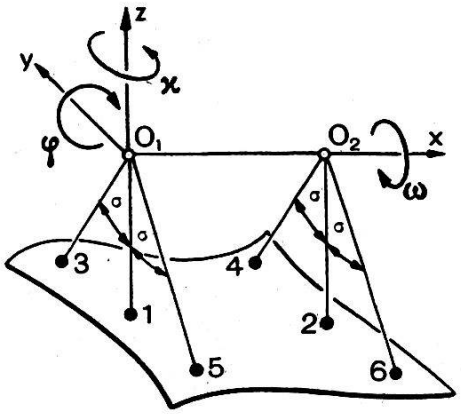

Abb. 1

Die praktische Anwendbarkeit eines Orientierungsverfahrens hängt wesentlich von dem dabei erforderlichen Arbeits- und Zeitaufwand ab. Aus diesem Grunde hat der Verfasser bereits in der vorangegangenen Veröffentlichung[2] neben dem allgemeinen Schema für die Berechnung der Restgliederfaktoren A, B, .. bei beliebiger Lage der sechs Orientierungspunkte eine solche besondere Auswahl dieser Punkte ins Auge gefaßt, daß diese Faktoren sehr rasch gefunden werden. Dabei wurden die Modellpunkte **1** und **2** in den beiden Nadirpunkten und die übrigen vier Orientierungspunkte **3, 4, 5, 6** mit den Abszissen $x = 0$, bzw. $x = b$, und zwar innerhalb zweier zur xz-Ebene symmetrischen Kernebenen angenommen (vgl. Abb. 1, wo die Aufnahmezentren mit $\mathbf{O_1}$, $\mathbf{O_2}$ bezeichnet und die positiven Richtungen der Koordinatenachsen sowie der Bündeldrehungen angedeutet sind).

Weitere Vereinfachungen lassen sich noch dadurch erzielen, daß im Zuge der Vororientierung bereits einige der Parallaxen eliminiert werden. Dadurch vereinfacht sich vor allem die vorgesehene Konstruktion der „Grundpunkte". Es zeigte sich jedoch, daß dieses Wegstellen von Parallaxen nicht sehr weit getrieben werden darf, wenn die Vororientierung nicht zu viel Arbeit und Zeit beanspruchen soll. Vielmehr ist es am zweck-

---

auf den Fall eines vorliegenden Widerspruchs, Schweiz. Zeitschr. f. Verm. u. K. 49 (1951), S. 293–299 und S. 307–317.

mäßigsten, die Parallaxen *bloß in den beiden Nadirpunkten* **1** und **2** auszuschalten, was in der Regel (mit je einer Orientierungsbewegung) rasch und genau erfolgen kann.

Bei den Versuchen stellte sich ferner heraus, daß die in den übrigen vier Orientierungspunkten **3, 4, 5, 6** auftretenden Parallaxen bereits unter rund $\pm$ 0,3 mm gesunken und von gleichem Vorzeichen sein sollen. Das letztere ist zwar nicht unbedingt erforderlich; es soll jedoch vermieden werden, daß in den gegenüberliegenden Punkten **3** und **5**, bzw. **4** und **6** (annähernd) entgegengesetzte gleiche Parallaxen vorliegen, weil andernfalls die Grundpunkte leicht außerhalb des Zeichenblattes fallen. Eine solche Parallaxenverteilung ergibt sich u. a., wenn nach dem angenäherten Vororientieren (*Grubersches Verfahren*) eine Differenzkippung $d\omega$ von 15^c bis 20^c eingedreht wird, wonach die Parallaxen in **1** und **2** nochmals wegzustellen sind.

Bei der oben beschriebenen Auswahl der Orientierungspunkte hat der Kosinus des Zielstrahlwinkels $\sigma = \sphericalangle\, \mathbf{3\,0_1\,1} = \ldots$ (s. Abb. 1), also auch $\varepsilon = 1 : \cos^2\sigma$, für die vier Punkte **3, 4, 5, 6** einen festen Wert. Aus den bei diesen Punkten gemessenen Parallaxen p_i ergeben sich ferner nach bereits bekannten Formeln[3] folgende (den beiden Querschnitten $x = 0$ und $x = b$ entnommene) Differenzkippungen:

$$d\omega^o = -\frac{p_3 + p_5}{u}, \qquad d\omega^b = -\frac{p_4 + p_6}{v}.$$

Dabei werden u, v aus den (nach Abb. 1 immer negativen) z-Koordinaten z_i der sechs Orientierungspunkte wie folgt erhalten:

$$u_3 = z_1 - \varepsilon z_3,\ u_5 = z_1 - \varepsilon z_5;\ u = u_3 + u_5,$$
$$u_4 = z_2 - \varepsilon z_4,\ u_6 = z_2 - \varepsilon z_6;\ v = u_4 + u_6.$$

Da die Grundpunkte $\mathbf{G^o}$ und $\mathbf{G^b}$ der Ebenen $x = 0$ und $x = b$ unter der Voraussetzung $p_1 = 0$, $p_2 = 0$ auf den durch die Modellpunkte **1** und **2** gezogenen Parallelen zur y-Achse liegen[4], reduziert sich das erweiterte graphische Verfahren schließlich auf die im folgenden beschriebenen Operationen. Hierbei sind stets angenäherte Senkrechtaufnahmen vorausgesetzt.

I. Vorarbeit

a) Vor allem sind die beiden Projektoren so weit vorzuorientieren, daß die Parallaxen bei den Hauptpunkten verschwunden, am unteren und oberen Bildrand (absolut genommen) unter rund 0,30 mm gesunken, in den jeweils gegenüberliegenden Randpunkten **3, 5**, bzw. **4, 6** jedoch nicht angenähert entgegengesetzt gleich sind.

---

[3] Siehe die zuletzt zitierte Arbeit, Gln. (4), (11), usw.

[4] Vgl. etwa *J. Krames*, Zur Abhängigkeit zwischen den Orientierungsgrößen beim gegenseitigen Einpassen von Luftaufnahmen, Anzeiger der Öst. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl. 87 (1950), S. 7–13, Abb. 1.

b) Hierauf sind die Schnittpunkte der Lotstrahlen durch das linke und rechte Projektionszentrum mit dem Geländemodell als Orientierungspunkte **1** ($x_1 = 0$, $y_1 = 0$) und **2** ($x_2 = b$, $y_2 = 0$) anzunehmen (b = Modellbasis). Zu diesem Zweck ist bei Verwendung eines *Autographen Wild A 5* oder *A 7* die X-Ablesung auf $500 - \frac{b}{2}$, bzw. auf $500 + \frac{b}{2}$ und der Y-Teilstrich auf $500 - \Delta'_y$, bzw. $500 - \Delta''_y$ zu stellen. Unter Δ'_y, Δ''_y sind dabei die Unterschiede der in der Ausgangsstellung vorhandenen b_y-Ablesungen gegenüber den Nullpunkten zu verstehen. Zur Vereinfachung kann man auch an den Enden der Lenker Dosenlibellen anbringen und mit deren Hilfe die Lotstrahlen einstellen. Auf ähnliche Weise hat man auch beim *Stereoplanigraphen C 5* (oder *C 8*) von *Zeiß-Aerotopograph* zu verfahren.

c) Sodann hat man sich nochmals zu überzeugen, ob die Parallaxen bei **1** und **2** mit höchstmöglicher Genauigkeit weggestellt sind und alle Skalenwerte der Orientierungselemente in der Ausgangsstellung *(A W)* zu notieren. Die Modellbasis b ist bei Basisstellung „innen" stets *positiv*, bei „Basis außen" hingegen *negativ* zu rechnen.

d) Ferner werden die übrigen vier Orientierungspunkte **3, 4, 5, 6** mit gleichen Bildordinaten $\pm a$ ausgewählt. Zu diesem Zweck legt man auf die linke, bzw. rechte Bildplatte am besten eine auf durchsichtigem Material gezeichnete *Maske* (s. Abb. 2) derart auf, daß ihr Mittelpunkt **M** jeweils auf dem lotrechten Zielstrahl $\mathbf{O_1 1}$, bzw. $\mathbf{O_2 2}$ liegt. Das Einstellen des Mittelpunktes gelingt rasch, wenn der Operateur mit einer Hand die Maske führt und dabei zugleich durch das betreffende Okular blickt. Die in Abb. 2 angedeuteten Ausnehmungen dienen zum allfällig erwünschten Anlegen der Fingerspitze. Auf (der Unterseite) der Maske sind an Stelle von Teilstrichen (verschiedenfarbige) punktierte Kreisbögen mit der Mitte in **M** angebracht, so daß ein genaues Parallelstellen der Maske zur y-Richtung entbehrlich ist. Das Einstellen der Modellpunkte **3, 4, 5, 6** erfolgt hierauf auf einem dieser Kreise von den Okularen aus. Beim Bildformat 18×18 cm findet man gewöhnlich mit einem Kreisradius $a = 60$ bis 70 mm das Auslangen.

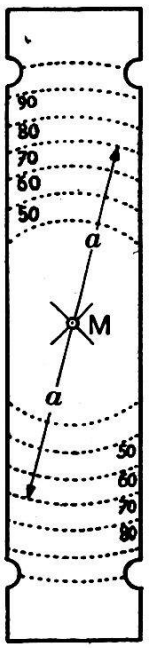

Abb. 2

Die Bezifferung der Orientierungspunkte richtet sich ausschließlich nach der Stellung der Lenker, derart, daß – ohne Rücksicht auf „Basis innen" oder „außen" – die Punkte **2, 4, 6** dem durch das rechte Zentrum gelegten Querschnitt ($x = b$), die Punkte **1, 3, 5** dem Querschnitt $x = 0$ angehören und bei den Modellpunkten **5** und **6** die Lenker (vom Operateur aus gesehen) immer *nach vorne* gerichtet sind.

e) Am *A 5* (*A 7*) oder *C 5* (*C 8*) wird bei jedem eingestellten Punkt sofort die y-Parallaxe p_i an der b_y-Skala gemessen und der Skalenwert Z_i an der Z-Säule abgelesen. Diese Z_i-Werte sind jedoch noch um die Unterschiede $\Delta z'$, bzw. $\Delta z''$ der vorhandenen b_z-Ablesungen gegenüber den

Ablesewerten der Nullpunkte zu korrigieren, beim *C 5* (*C 8*) ist überdies die Gerätkonstante $K \approx 300$ in Rechnung zu stellen. Für den Wild-Autographen *A 6*, an dem keine direkte Parallaxenmessung vorgesehen ist, hat man das Verfahren derart zu modifizieren, daß die Kippungsdifferenzen Ω_i, die zum Eliminieren der in **3, 4, 5, 6** vorhandenen Parallaxen jeweils erforderlich sind, mittels der (linken) ω-Schraube gemessen werden.

f) Beim Messen der Parallaxen p_i ergeben sich zugleich auch die Vorzeichen, mit denen sie in das Berechnungsschema einzuführen sind, nach der Formel $p_i = b_{yi}' - b_{y1}'$ oder, falls die Messung am rechten Projektor erfolgt, $p_i = b_{yi}'' - b_{y2}''$. Hierbei ist jedoch die Ausnahme zu beachten, daß bei „unabhängigen Bildpaaren", und zwar nur beim Messen rechts, das Vorzeichen umzukehren ist[5]. Diese Regeln sind unabhängig von Basisstellung, Bildsturz usw., sie setzen bloß voraus, daß bei zunehmenden Skalenwerten b_y', b_y'' (wie am *A 5* oder *A 7*) die Lenkerkardane, bzw. (wie am *C 5* oder *C 8*) die Lenkspiegel mit den Meßmarken *nach vorne* (d. h. gegen den Operateur zu) bewegt werden.

II. Graphische Operationen

a) Auf Millimeterpapier sind im halben oder vollen Modellmaßstab die in der Ebene $x = 0$ liegenden Punkte **1, 3, 5** einzutragen und im selben Achsenkreuz (Ursprung $\mathbf{0}_1 = \mathbf{0}_2$) die Punkte **2, 4, 6** des Querschnittes $x = b$. Zu diesem Zweck zeichnet man zuerst die dem vorher verwendeten Kreis auf der Maske (Abb. 2) entsprechenden Zielstrahlen (vgl. Abb. 1 und 3) und markiert dann auf ihnen die Punkte mit den z-Koordinaten z_i. Der Zielstrahlwinkel σ (s. Abb. 1) ergibt sich in der Zeichnung einfach durch Übertragung der Brennweite f und der Bildordinate $\pm a$ der Punkte **3, 4, 5, 6**. In der Regel kann man diesen Winkel für alle Modelle eines Aufnahmegebietes oder Bildstreifens (Aerotriangulation) beibehalten.

b) Hierauf sind in allen sechs Orientierungspunkten die Normalen n_i zu den Zielstrahlen zu errichten (siehe Abb. 3). Dabei leisten die Reißschiene und ein rechtwinkliges Zeichendreieck, dessen spitzer Winkel $= \sigma$ ist, gute Dienste. Ferner sind die Schnittpunkte **III, V** der Normalen $\mathbf{n}_3$, $\mathbf{n}_5$ mit der z-Achse aufzusuchen, analog innerhalb $x = b$ die Schnittpunkte **IV, VI** von $\mathbf{n}_4$, $\mathbf{n}_6$ mit $y = 0$. Bei der praktischen Durchführung des Verfahrens werden Beschriftungen zweckmäßig weggelassen und von den hier und später genannten Punkten, Geraden usw. bloß $\mathbf{N}^o$, $\mathbf{N}^b$; $\mathbf{Q}^o$, $\mathbf{Q}^b$ sowie $\mathbf{G}^o$, $\mathbf{G}^b$ durch einfache bunte Zeichen hervorgehoben.

c) Darnach erfolgt das Ablesen der Strecken $u_3 = \mathbf{III\,1}$, $u_5 = \mathbf{V\,1}$ sowie der Strecken $u_4 = \mathbf{IV\,2}$, $u_6 = \mathbf{VI\,2}$. Jede dieser Strecken ist in der Regel *positiv* zu nehmen. Nur ausnahmsweise, etwa bei einem tiefen Tal,

---

[5] Hiezu sei ergänzend bemerkt, daß das tatsächliche Vorzeichen der Parallaxen dem soeben angegebenen *entgegengesetzt* wäre.

wenn der Punkt **1**, bzw. **2** *unterhalb* einer Normalen $\mathbf{n}_i$ zu liegen kommt, ist die betreffende Strecke u_i *negativ*.

d) Hierauf sind die Summen $u = u_3 + u_5$, $v = u_4 + u_6$ der Strecken u_k in die *Hilfsfigur* (Abb. 4) einzutragen und dort nach dem Zeichnen der Geraden **g** ($u\,y = v\,z$) die Größen R und T abzulesen (Kontrolle $R + T = 1$).

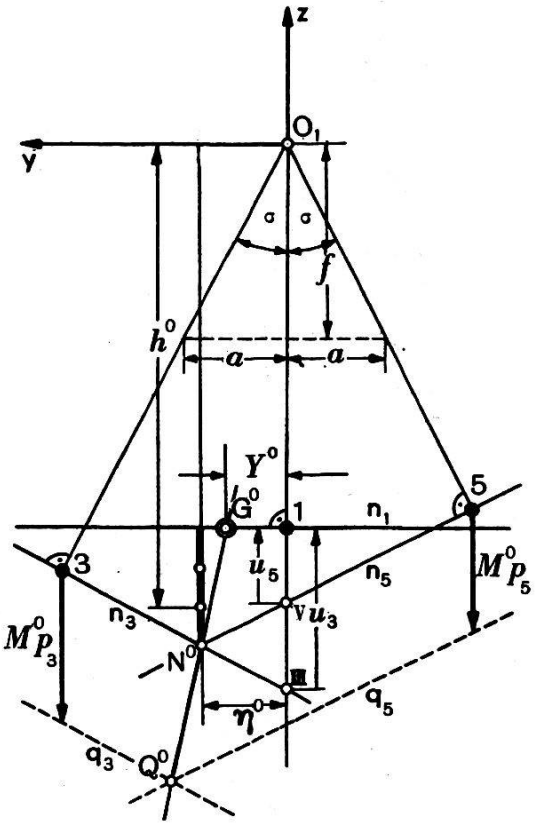

Abb. 3

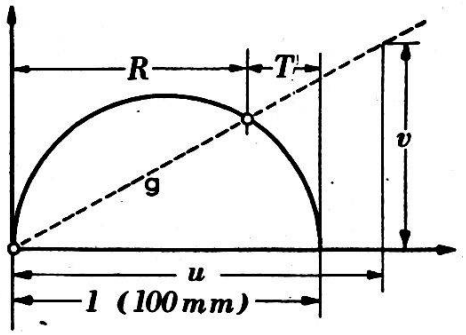

Abb. 4

e) Weiters wird die y-Koordinate η^o des Schnittpunktes $\mathbf{N^o}$ der Normalen $\mathbf{n}_3$ und $\mathbf{n}_5$ und analog im Querschnitt $x = b$ die y-Koordinate η^b des Schnittpunktes $\mathbf{N^b}$ von $\mathbf{n}_4$ mit $\mathbf{n}_6$ festgestellt, ferner die Größe von $h^o = z_1 - \frac{u}{3}$, d. i. die (stets negative) z-Koordinate des ersten Teilungspunktes, wenn der Abstand zwischen $\mathbf{N^o}$ und $\mathbf{n}_1$ gedrittelt wird (siehe Abb. 3), endlich analog die Größe $h^b = z_2 - \frac{v}{3}$.

f) Für *unabhängige Bildpaare* erfolgt hierauf die Berechnung von $R\eta^b$, $T\eta^o$, Rh^b, Th^o, bei Ausführung eines Folgebildanschlusses benötigt man überdies deren Summen $\eta = T\eta^o + R\eta^b$, $h = Th^o + Rh^b$.

g) Schließlich werden die *Grundpunkte* $\mathbf{G^o}$ und $\mathbf{G^b}$ der Querschnitte $x = 0$ und $x = b$ wie folgt ermittelt: Bezeichnet M^o (M^b) einen geeignet angenommenen (positiven oder negativen) Multiplikator, so sind in $x = 0$ ($x = b$) die Normalen $\mathbf{n}_3$ und $\mathbf{n}_5$ ($\mathbf{n}_4$ und $\mathbf{n}_6$) in der z-Richtung unter Beachtung der Parallaxenvorzeichen durch die Strecken $M^o p_3$, bzw.

$M^o\ p_5$ ($M^b\ p_4$, bzw. $M^b\ p_6$) in die neuen Lagen q_3, q_5 (q_4, q_6) zu verschieben (siehe Abb. 3). Das Auftragen dieser Strecken $M^o\ p_3$, ... geschieht zweckmäßig auf den Geraden $y = \pm 50$, oder ± 100 mm. Bei Verwendung eines *Wild-Autographen A 6* sind die Strecken $M^o\ p_3$, $M^o\ p_5$ (bzw. $M^b\ p_4$, $M^b\ p_6$) proportional den Produkten $z_3\ \Omega_3$, $z_5\ \Omega_5$ (bzw. $z_4\Omega_4$, $z_6\ \Omega_6$) anzunehmen.

Der Schnittpunkt $\mathbf{Q^o}$ ($\mathbf{Q^b}$) von $\mathbf{q_3}$ mit $\mathbf{q_5}$ ($\mathbf{q_4}$ mit $\mathbf{q_6}$) ergibt sodann, mit $\mathbf{N^o}$ ($\mathbf{N^b}$) verbunden, eine Gerade, welche aus $\mathbf{n_1}$ ($\mathbf{n_2}$) bereits den gesuchten Grundpunkt $\mathbf{G^o}$ ($\mathbf{G^b}$) ausschneidet. Von diesen Punkten sind die y-Koordinaten Y^o, Y^b zu notieren.

Die Ausführung dieser Operationen erfordert in der Regel nicht mehr als vier Minuten.

III. Die Ermittlung der Differenzkippung

a) Man berechnet zunächst unter Beachtung der oben angegebenen Vorzeichen

1. für den *A 5* (*A 7*) oder *C 5* (*C 8*):

$$\text{arc } d\omega^o = \frac{p_3 + p_5}{u},\quad \text{arc } d\omega^b = \frac{p_4 + p_6}{v},\quad \text{arc } \Delta\omega = \text{arc } d\omega^o - \text{arc } d\omega^b$$

und erhält die entsprechenden Winkelwerte durch Multiplikation mit ρ^c;

2. beim *A 6* ergeben sich unmittelbar die Winkelwerte:

$$d\omega^o = \varepsilon\,\frac{z_3\Omega_3 + z_5\Omega_5}{u},\quad d\omega^b = \varepsilon\,\frac{z_4\Omega_4 + z_6\Omega_6}{v}.$$

b) Sodann gilt für die ausgeglichene Differenzkippung:

$$d\omega = R\,d\omega^o + T\,d\omega^b.$$

(Schluß folgt.)

Der neue Amsterdam-Rhein-Kanal

Bn. Vor einiger Zeit wurde eines der größten Bauwerke Hollands, der Amsterdam-Rhein-Kanal, nach neunzehnjähriger Arbeit vollendet. Bis dahin ging der Wasserweg von Amsterdam nach dem Rhein und der Maas durch den 1890 erstellten Merwedekanal. Der alte Kanal, der den gewaltigen Verkehrsanforderungen der letzten Jahrzehnte nicht mehr genügen konnte, führte von der holländischen Hafenstadt über Utrecht zur Lek und mündete bei Gorinchem in den Waal ein. Seine relativ geringen Abmessungen (Sohlenbreite 20 m, Wassertiefe 3 m), die 12 Drehbrücken und die ungenügenden Schleusenanlagen hatten unliebsame Verkehrsstockungen zur Folge, denen nur durch eine Neuanlage begegnet werden konnte.

Der neue Kanal, der Amsterdam auf kürzestem Wege über Utrecht mit Tiel verbindet, benützt im Teilstück zwischen Amsterdam und