

# Kartengenaugigkeit [Schluss]

Autor(en): **Cueni, B.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **25 (1927)**

Heft 11

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-190210>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SCHWEIZERISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: Dr. H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Neuchâtel, 9, Passage Pierre qui roule (beurl.). — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats.

□ Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme: □  
BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats	<b>No. 11</b> des <b>XXV. Jahrganges</b> der „Schweiz. Geometerzeitung“.	Abonnemente: Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich Ausland . . . „ 15.— „
Inserate: 50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile	<b>8. November 1927</b>	Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins

## Kartengenauigkeit.

Von *B. Cueni*, Ingenieur.

(Schluß.)

### C. Genauigkeit der Punktlage unabhängig vom Netz.

Ist im vorhergehenden Abschnitt der mittlere Punktfehler der Karte in bezug auf das Netz berechnet, wie er beim Abgreifen von Koordinaten vom fehlerhaften Netz in Frage kommt, so muß nun der mittlere Punktfehler unabhängig vom Netz ermittelt werden. Das geschieht wohl am besten aus Distanzen, die von den systematischen Fehlern der Karte frei sind, was die Wahl nahe gelegener Punkte der gleichen Druckplatte erfordert.

$$m_D = \pm\sqrt{2} \cdot m''.$$

Aus dieser Formel läßt sich  $m''$ , der mittlere Punktfehler in beliebiger Richtung, leicht errechnen. Es ergibt sich für

$$1 : 25\ 000 \quad m'' = \pm 1.9 \text{ m}$$

$$1 : 40\ 000 \quad m'' = \pm 2.7 \text{ m}$$

$$1 : 50\ 000 \quad m'' = \pm 3.8 \text{ m}$$

Für die Bestimmung von  $m_D$ , das uns  $m''$  vermittelt, sind verwendet

im Maßstab 1 : 25 000: 66 Distanzen,

„ 1 : 40 000: 70 „

„ 1 : 50 000: 64 „

Es ist noch zu bemerken, daß die obenstehenden Genauigkeitsmaße auch die Verzwängungen, wie sie durch das sog. „Generalisieren“ entstehen, umfassen.  $m''$  verdankt seine Existenz dem Kartenzeichner und der Reproduktion und ist als der eigentliche mittlere Punktfehler in beliebiger Richtung der Karte anzusprechen. Die Unsicherheit der Messung mit der Glastafel hat auch hier keinen nennenswerten Einfluß, wie sich leicht zeigen läßt.

Der mittlere Punktfehler in der Ebene wird  $\sqrt{2} \cdot m''$ :

1 : 25 000:	$\pm 2.7$ m
1 : 40 000:	$\pm 3.8$ m
1 : 50 000:	$\pm 5.4$ m

#### D. Der mittlere Zeichnerfehler.

Der vorhin ermittelte mittlere Punktfehler der Karte läßt den Wunsch aufkommen, den mittleren Zeichnerfehler allein zu kennen, um dann den Anteil der Reproduktion am mittleren Punktfehler abzuschätzen.

1. *Der reine Zeichnerfehler.* Darunter sei der mittlere Fehler verstanden, der einem Zeichner beim Ueberzeichnen eines leicht erkennbaren, äußerst feinen Punktes zukommt. Durch genaues Einmessen der Lage der Originalpunkte und der darübergezeichneten, zwei bis dreimal so großen Punkte lassen sich die Abweichungen von der Sollage und aus diesen der mittlere reine Zeichnerfehler ermitteln. Man wird zweckmäßig die Messungen auf zwei Grundlinien beziehen, die zueinander senkrecht stehen, da in diesem Fall die Summe der Quadrate der beiden rechtwinkligen Abweichungen gleich dem Quadrat der linearen Abweichung des gezeichneten Punktes von der Sollage ist.

Naturgemäß werden die mittleren Zeichnerfehler für verschiedene Zeichner ungleich ausfallen, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt.

Zeichner 1:	$\pm 2.3 \frac{\text{mm}}{100}$	(Richtung),	$\pm 3.3 \frac{\text{mm}}{100}$	(Ebene)
2:	$\pm 5.0$	„	$\pm 7.1$	„
3:	$\pm 2.9$	„	$\pm 4.1$	„
4:	$\pm 3.0$	„	$\pm 4.2$	„
5:	$\pm 5.0$	„	$\pm 7.1$	„
Durchschnitt:	$\pm 3.6$	„	$\pm 5.2$	„

2. *Der allgemeine Zeichnerfehler.* Hier sollen nicht nur kreisrunde Punkte, sondern punktförmige Teile aller möglichen Objekte, wie sie eine Karte bietet, zur Bestimmung des mittleren allgemeinen Zeichnerfehlers verwendet werden. Es ergeben sich folgende Werte:

Zeichner 1:	$\pm 2.3 \frac{\text{mm}}{100}$	(Richtung),	$\pm 3.3 \frac{\text{mm}}{100}$	(Ebene)
2:	$\pm 5.2$	„	$\pm 7.4$	„
3:	$\pm 3.1$	„	$\pm 4.6$	„
4:	$\pm 5.4$	„	$\pm 7.7$	„
5:	$\pm 5.7$	„	$\pm 8.1$	„
Durchschnitt:	$\pm 4.3$	„	$\pm 6.2$	„

#### E. Der Fehleranteil der Reproduktion.

Um diesen herauszuschälen, bedarf man des mittleren Punktfehlers (unabhängig vom Netz) der Karte ohne die durch Generalisierungsbestrebungen geschaffenen Zwänge. Aus 47—50 Distanzen lassen sich in gleicher Weise wie unter C die nachstehenden Zahlen ermitteln.

	$m''$ (Richtung)	$m''$ (Ebene)
1 : 25 000:	$\pm 1.6$ m = $\pm 0.063$ mm;	$\pm 2.2$ m = $\pm 0.090$ mm
1 : 40 000:	$\pm 2.0$ m = $\pm 0.049$ „ ;	$\pm 2.8$ m = $\pm 0.070$ „
1 : 50 000:	$\pm 2.5$ m = $\pm 0.051$ „ ;	$\pm 3.6$ m = $\pm 0.072$ „

Es sei nun

$\mathfrak{M}_R$  = der mittlere Fehler der Reproduktion,

$\mathfrak{M}_Z$  = der mittlere Fehler der Kartenzeichner,

dann ist der mittlere Punktfehler

$$m'' = \pm \sqrt{\mathfrak{M}_R^2 + \mathfrak{M}_Z^2},$$

woraus  $\mathfrak{M}_R$  berechnet werden kann.

Unter Zugrundelegung des allgemeinen Zeichnerfehlers, wie er im Abschnitt *D* sich findet, und mit der Berücksichtigung, daß die Maßstäbe 1 : 40 000 und 1 : 50 000 im Maßstab 1 : 25 000 gezeichnet wurden, erhält man folgenden Fehleranteil der Reproduktion:

1 : 25 000:  $\mathfrak{M}_R = \pm 0.046$  mm (Richtung);  $\pm 0.065$  mm (Ebene)

1 : 40 000:  $\mathfrak{M}_R = \pm 0.041$  „ „  $\pm 0.059$  „ „

1 : 50 000:  $\mathfrak{M}_R = \pm 0.046$  „ „  $\pm 0.065$  „ „

Durchschnitt:  $\pm 0.044$  „ „  $\pm 0.063$  „ „

Erwartungsgemäß steht man hier einer sehr schönen Uebereinstimmung in den einzelnen Maßstäben gegenüber, was die Annahme rechtfertigt, daß der Druck (Farbe) und das Papier in überwiegendem Maße am Zustandekommen des mittleren Punktfehlers der Reproduktion beteiligt sind.

### F. Genauigkeit der der Karte entnommenen Maße.

Im Anschluß an die bisher ermittelten Fehler erhebt sich die Frage nach der Genauigkeit der auf der Karte gewonnenen Distanzen und Azimute. Es sollen aber lediglich die Fehler der Karte in Betrachtung gezogen werden, nicht aber diejenigen der Messungen auf der Karte.

1. *Einfluß der Netzschiefe.* *P* sei in Fig. 2 die Sollage eines Punktes im rechtwinkligen, *P'* die Lage im fehlerhaften Netz. Die Anwendung des Cosinussatzes gibt allgemein:

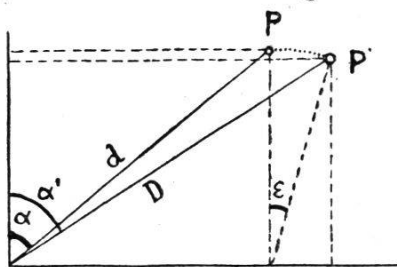


Fig. 2.

$$D^2 = d^2 (1 + \sin \epsilon \cdot \sin 2 \alpha) \quad (6)$$

Für konstantes *d* treten die Extreme ein für  $\alpha' = 45^\circ, 135^\circ$ . Die extremen Werte sind dann

$$D = d \cdot \sqrt{1 \pm \sin \epsilon} \quad (7)$$

Zu demselben Resultat gelangt man auch auf anderem Weg. Ein Kreis im orthogonalen Netz geht im fehlerhaften über in eine Ellipse, deren Halbaxen die extremen Verzerrungen enthalten. Die im fehlerfreien Netz parallel dazu verlaufenden Kreisdurchmesser werden zu konjugierten Durchmessern der Ellipse, und da diese gleich lang werden, so liegen die Halbaxen in den Winkelhalbierenden (oder m. a. W.: in den Diagonalen des schiefen Netzes). Sie sind aus den konjugierten Durchmessern mit Hilfe der bekannten Beziehungen leicht zu ermitteln.

An Stelle von (7) ist es wünschenswert, die Differenz  $D - d = \Delta d$  zu kennen. Man erhält mit dem Cosinussatz, einer kleinen Umformung

und der unbedeutenden Vernachlässigung  $d + D = 2d$ ,  $\sin \epsilon = \epsilon$  die Näherungsformeln

$$\left. \begin{aligned} \Delta d &= \frac{d}{2} \cdot \frac{\epsilon}{\rho} \cdot \sin 2\alpha \\ \Delta d &= \frac{\Delta y \cdot \Delta x \cdot \epsilon}{d \cdot \rho} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Beide sind gleichwertig und eignen sich für die Berechnung mit dem Rechenschieber.

Aus der Figur 2 ist weiter ersichtlich, daß  $\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \sin \epsilon}{\cos \epsilon}$

ist. Verwendet man diesen Ausdruck zur Bestimmung von  $(\alpha - \alpha')$ , die nach einer bekannten Formel vor sich geht, so folgt

$$\operatorname{tg} (\alpha - \alpha') = - \frac{(1 - \cos \epsilon) + \sin \epsilon \operatorname{ctg} \alpha}{\sin \epsilon + \operatorname{tg} \alpha + \cos \epsilon \operatorname{ctg} \alpha} \quad (9)$$

Da  $\epsilon$  für die praktisch vorkommenden Fälle immer klein ist, so gelangt man mit einer Vereinfachung zu

$$\Delta \alpha = -\epsilon \cdot \cos^2 \alpha \quad (10)$$

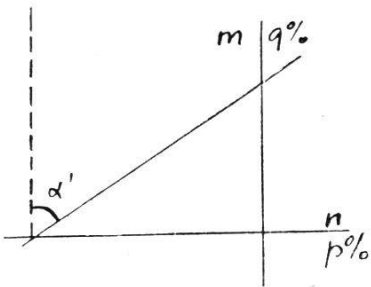


Fig. 3

2. *Einfluß des Papiereingangs.* Zu diesem Problem bietet Jordan II eine bequeme Formel für die Berechnung der Längenverzerrung

$$\Delta d = d \left\{ \frac{p \cdot \sin^2 \alpha' + q \cdot \cos^2 \alpha'}{100} \right\} = d \left\{ (1-n) \sin^2 \alpha' + (1-m) \cos^2 \alpha' \right\} \quad (11)$$

Für die Azimutverzerrung hat Hammer in der Zeitschr. f. V. 1895 folgende Formel abgeleitet

$$\operatorname{tg} \Delta \alpha = \frac{-(q - p) \cdot \sin 2 \alpha'}{(200 + q - p) - (q - p) \cdot \cos 2 \alpha'}, \quad (12)$$

wobei  $p \%$  das Maximum des Papiereingangs bezeichnen soll, während Fuchs (Theorie des Karteneingangs, 1907) die Verzerrung einfacher darstellt:

$$\Delta \alpha = p \cdot \sin 2 \alpha', \quad \text{wobei } p = \frac{m-n}{2} \text{ ist.}$$

$$\text{Somit } \Delta \alpha = \rho \cdot \frac{m-n}{2} \cdot \sin 2 \alpha' \quad (\text{Näherung}) \quad (13)$$

(11), (12) und (13) gelten aber nur für die Axen der Deformationsellipse, deren Lage und Größe für jede Karte vorgängig zu bestimmen ist. (Laska, Z. f. V. 1906, Fuchs Z. f. V. 1907), um hierauf das Azimut  $\alpha$  so zu verändern, daß die obigen Formeln anwendbar werden.

Betreffend das Vorzeichen von  $\Delta \alpha$  ist darauf zu verweisen, daß der deformierte Strahl immer der großen Halbaxe der Ellipse genähert wird.

3. *Einfluß der Verschiebungen der farbigen Druckplatten.* Dieser systematische Fehler tritt nur auf, wenn die beiden Punkte verschiedenen Platten angehören. Die Punkte der zweiten Platte erleiden eine

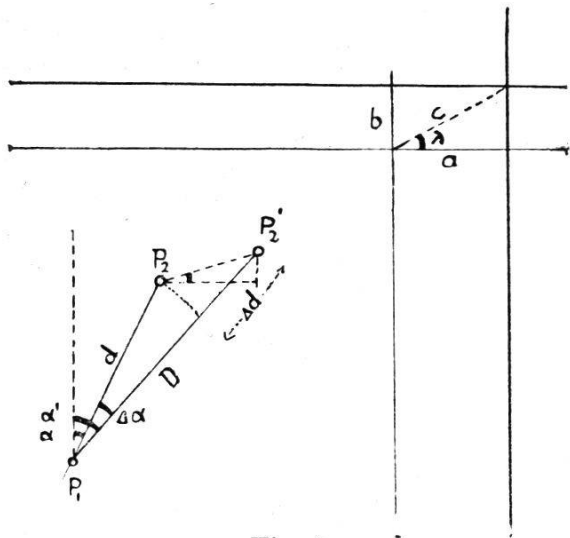


Fig. 4.

Parallelverschiebung  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$  in der Richtung  $\lambda = \arctg \frac{b}{a}$ . Ohne weiteres ist ersichtlich, daß eine Maximalverzerrung der Distanz in dieser Richtung auftritt. Da es sich nur um kleine Größen handelt, so genügen in den meisten Fällen die Näherungen (laut Fig. 5):

$$\left. \begin{aligned} \Delta d &= c \cdot \sin(\alpha + \lambda) \\ \Delta \alpha &= \rho \cdot \frac{c}{d} \cdot \cos(\alpha + \lambda) \end{aligned} \right\} (14)$$

Ueber das Vorzeichen ist leicht zu entscheiden. Für ganz kurze Strecken, bei denen die Näherungsformeln versagen, wird eine zeichnerische Konstruktion in großem Maßstab ebenso schnell über  $\Delta d$  und  $\Delta \alpha$  orientieren wie die Berechnung nach dem Cosinussatz:

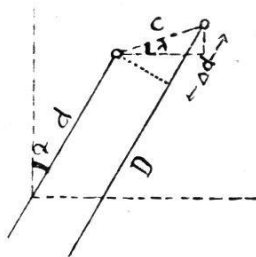


Fig. 5.

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{D^2 + c^2 - 2cD \cdot \sin(\alpha' + \lambda)} \\ \Delta d &= (D - d) \\ \sin \Delta \alpha &= \frac{c}{d} \cdot \cos(\alpha' + \lambda) \end{aligned}$$

**G. Das Zusammenwirken der systematischen und zufälligen Fehler auf Distanzen und Azimute, die aus der Karte erhoben werden.**

Bei diesen kurzen Betrachtungen handelt es sich hauptsächlich um die Erfassung der ungünstigsten Verhältnisse auf den untersuchten Karten.

a) *Distanzen.* Es sei

$m'$  der mittlere Punktfehler einer Richtung, bezogen auf das Netz,  
 $m''$  der mittlere Punktfehler einer Richtung, unabhängig vom Netz,  
 $\Delta d_1$  der systematische Fehler infolge der Netzschiefe,  
 $\Delta d_2$  „ „ „ „ des Papiereingangs,  
 $\Delta d_3$  „ „ „ „ der Druckplattenverschiebung,  
 dann wird eine aus der Karte erhobene Distanz den systematischen Gesamtfehler

$$\Delta D = \Delta d_1 + \Delta d_2 + \Delta d_3 \quad (15)$$

und den mittleren Distanzfehler

$$m_D = \pm \sqrt{2} \cdot m'' \quad (16)$$

erwarten lassen. Naturgemäß können die systematischen Fehler sich gegenseitig zum Teil oder ganz aufheben.

Einer aus abgegriffenen Koordinaten berechneten Distanz zwischen zwei Punkten derselben Druckplatte haftet dagegen bloß der mittlere Distanzfehler

$$m_D = \pm \sqrt{2} \cdot m' \quad (17)$$

an. Eine kleine Tabelle möge für diesen speziellen Fall hier Platz finden.

$$m_D = \pm \sqrt{2} \cdot m'$$

Maßstab	$m_D$ (in Metern)				
	schwarz	rot	grün	blau	braun
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
1 : 25.000	3.4	3.7	3.7	4.2	3.8
1 : 40.000	5.1	5.4	5.0	5.4	4.8
1 : 50.000	7.1	5.4	5.0	7.8	4.7

Sind für den Fall der aus Koordinaten berechneten Distanz die beiden Punkte verschiedenen Druckplatten zugehörig, so wird von den systematischen Fehlern noch  $\Delta d_3$  an der Verschlechterung des Azimutes mitwirken.

Es verdienen hier noch die maximalen Beträge der systematischen Fehler  $\Delta d$  erwähnt zu werden, da sie das größere Interesse beanspruchen.

$\Delta d_1$	1 : 25 000	+ 5.0 m
	1 : 40 000	— 2.5 m
$\Delta d_2$	1 : 25 000	+24.7 m (Distanz 17000 m)
	1 : 40 000	+ 7.2 m (Distanz 17200 m)
$\Delta d_3$	1 : 25 000	17.9 m (für blaue Platte — braune Platte)
		11.4 m (blau — schwarz)
	1 : 40 000	12.2 m (schwarz — rot)
		14.9 m (rot — grün)
	1 : 50 000	18.2 m (schwarz — rot)
		26.6 m (rot — braun)

Einige Beispiele sollen noch das Zusammenwirken der verschiedenen Fehlerquellen veranschaulichen.

$\Delta$  Spitzmeilen —  $\Delta$  Gamsberg.

1 : 25 000:	$\Delta d_1 = +4.6$ m, $\Delta d_2 = +23.3$ m, $\Delta d_3 = \pm 0$ m.
	Systematischer Distanzfehler = +27.9 m.
	Mittlerer Distanzfehler = $\pm 2.7$ m.
	Größtmöglicher Distanzfehler = +36.0 m.
1 : 40 000:	$\Delta d_1 = +2.3$ m, $\Delta d_2 = +6.5$ m, $\Delta d_3 = \pm 0$ m.
	Systematischer Distanzfehler = + 8.8 m.
	Mittlerer Distanzfehler = $\pm 3.8$ m.
	Größtmöglicher Distanzfehler = +20.2 m.

$\Delta$  Alpelikopf — Kanalmündung bei Stad.

1 : 25 000:	$\Delta d_1 = +1.2$ m, $\Delta d_2 = +9.2$ m, $\Delta d_3 = +8.0$ m.
	Systematischer Distanzfehler = +18.4 m.

	Mittlerer Distanzfehler	=	$\pm 2.7$ m.
	Größtmöglicher Distanzfehler	=	+26.5 m.
1 : 40 000:	$\Delta d_1 = +1.3$ m, $\Delta d_2 = +3.6$ m, $\Delta d_3 = -4.6$ m.		
	Systematischer Distanzfehler	=	+ 0.3 m.
	Mittlerer Distanzfehler	=	$\pm 3.8$ m.
	Größtmöglicher Distanzfehler	=	+11.7 m.

Dieses Beispiel zeigt, wie die systematischen Fehler sich gegenseitig aufheben können.

*Seeufer Wallenstadt — Seemühle.*

1 : 40 000:	$\Delta d_1 = +0.1$ m, $\Delta d_2 = \pm 0$ m, $\Delta d_3 = -12.2$ m.		
	Systematischer Distanzfehler	=	-12.1 m.
	Mittlerer Distanzfehler	=	$\pm 3.8$ m.
	Größtmöglicher Distanzfehler	=	-23.5 m.

b) *Azimute.* Es sei

$m'$  der Punktfehler einer Richtung (bezogen auf das Netz),

$m''$  „ „ „ „ (unabhängig vom Netz),

$\Delta a_1$  der systematische Fehler infolge Netzschiefe,

$\Delta a_2$  „ „ „ „ des Papiereingangs,

$\Delta a_3$  „ „ „ „ der Plattenverschiebung,

dann wird sich der systematische Fehler des Azimutes so darstellen lassen:

$$\Delta A = \Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3$$

Auch hier können die  $\Delta a$  sich gegenseitig zum Teil oder ganz aufheben.

Der mittlere Fehler  $m_a$  des Azimutes [kann [aus  $\alpha = \arctg \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$

berechnet werden. Ist  $m$  der mittlere Fehler der Koordinaten in beiden Richtungen, so ergibt das Gaußsche Fehlerfortpflanzungsgesetz:

$$m^2 a = m^2 \cdot \left\{ \left( \frac{\partial a}{\partial y_b} \right)^2 + \left( \frac{\partial a}{\partial y_a} \right)^2 + \left( \frac{\partial a}{\partial x_b} \right)^2 + \left( \frac{\partial a}{\partial x_a} \right)^2 \right\}$$

wobei  $\frac{\partial a}{\partial y_b} = \frac{\Delta x}{d^2}$ ,  $\frac{\partial a}{\partial y_a} = \frac{-\Delta x}{d^2}$ ,  $\frac{\partial a}{\partial x_b} = \frac{-\Delta y}{d^2}$ ,  $\frac{\partial a}{\partial x_a} = \frac{\Delta y}{d^2}$  ist.

Somit wird 
$$m^2 a = \frac{2 m^2}{d^2}$$

und 
$$m a = \sqrt{2} \cdot \frac{m}{d}.$$

Dieser Ausdruck gibt Bogenmaß, weshalb er noch mit  $\rho$  zu multiplizieren ist, um Gradmaß zu erhalten.

Ein aus abgegriffenen Koordinaten berechnetes Azimut zwischen zwei derselben Druckplatte angehörenden Punkten wird mit folgendem mittleren Fehlern behaftet sein:

$$m a = \pm \sqrt{2} \cdot \frac{m''}{d}.$$



Maßstab	$d$		50	100	200	500	1000	1500	2000	3000	5000	10000	20000
	$m$												
	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1 : 25.000	2.4		3°54.'0	1°57.'0	58.'5	23.'4	11.'7	7.'8	5.'9	3.'9	2.'3	1.'2	0.'6
1 : 40.000	3.6		5°51.'0	2°55.'3	1°27.'8	35.'1	17.'5	11.'7	8.'8	5.'8	3.'5	1.'7	0.'9
1 : 50 000	5.0		7°57.'5	4°03.'5	2°01.'8	47.'7	24.'3	16.'2	12.'2	8.'1	4.'8	2.'4	1.'2

Gehören die beiden Punkte jedoch verschiedenen Platten an, so wird sich von den systematischen Fehlern der durch die Plattenverschiebung hervorgerufene,  $\Delta a_3$ , beigesellen. Ganz analog berechnet sich der mittlere Fehler eines auf der Karte gemessenen Azimuts nach

$$m_a = \pm \sqrt{2} \cdot \frac{m''}{d}$$

Die maximalen Werte für die  $\Delta a$  mögen anschließend Platz finden.

$\Delta a_1$	1 : 25 000	+2' .0.
	1 : 40 000	—1' .0.
$\Delta a_2$	1 : 25 000	—0' .2.
	1 : 40 000	+0' .3.

Diese unbedeutenden Beträge verdankt man den äußerst geringen Unterschieden im Papiereingang.

$\Delta a_3$  Maximalwerte treten auf für  $(\lambda - a) = 90^\circ$ , das heißt, wenn das Azimut rechtwinklig zur Richtung von  $c$  steht. Unter Zugrundelegung der auf jedem Blatt gefundenen maximalen  $c$  ergeben sich die untenstehenden Zahlen. Ueber das Vorzeichen ist in jedem Falle leicht zu entscheiden.

$$\Delta a = \rho \cdot \frac{c}{d} \sin 90$$

Maßstab \ Distanz	100	250	500	1000	2000	3000	5000	10 000	15 000	20 000	50 000
		0' /	0' /	0' /	0' /	0' /	0' /	0' /	0' /	0' /	0' /
1 : 25.000	10 18.7	4 06.3	2 03.1	1 01.6	0 30.8	0 20.5	0 12.3	0 06.1	0 04.1	0 03.1	0 1.2
1 : 40.000	8 34.1	3 25.0	1 42.5	0 51.3	0 25.6	0 17.1	0 10.2	0 05.1	0 03.4	0 02.6	0 1.0
1 : 50.000	15 25.6	6 06.5	3 03.0	1 31.6	0 45.8	0 30.5	0 18.3	0 09.2	0 06.1	0 04.6	0 1.8

Bis  $2^\circ$  genügt Näherungsformel; darüber hinaus hat genaue Berechnung stattzufinden.

Beispiele:

Berschis (P. 437) — Sexerseeli.

$$1 : 25\ 000: \Delta a_1 = +0'.9, \Delta a_2 = \pm 0', \Delta a_3 = +3'.3.$$

$$\text{Systematischer Azimutfehler} = +4'.2$$

	Mittlerer Azimutfehler	=	$\pm 0'.9$
	Größtmöglicher Azimutfehler	=	$+6'.9$
			(Querfehler 22 m)
1 : 40 000:	$\Delta\alpha_1 = -0'.4, \Delta\alpha_2 = -0'.2, \Delta\alpha_3 = -2'.3.$		
	Systematischer Azimutfehler	=	$-2'.9$
	Mittlerer Azimutfehler	=	$\pm 1'.2$
	Größtmöglicher Azimutfehler	=	$-6'.5$
			(Querfehler 20 m)

*Portels — St. Georgen.*

1 : 25 000:	$\Delta\alpha_1 = +1'.6, \Delta\alpha_2 = -0'.1, \Delta\alpha_3 = \pm 0'.$		
	Systematischer Azimutfehler	=	$+ 1'.5$
	Mittlerer Azimutfehler	=	$\pm 3'.8$
	Größtmöglicher Azimutfehler	=	$+12'.9$
			(Querfehler 9 m)
1 : 40 000:	$\Delta\alpha_1 = -0'.8, \Delta\alpha_2 = \pm 0', \Delta\alpha_3 = \pm 0'.$		
	Systematischer Azimutfehler	=	$- 0'.8$
	Mittlerer Azimutfehler	=	$\pm 5'.4$
	Größtmöglicher Azimutfehler	=	$-17'.0$
			(Querfehler 12 m)

*Schlußbemerkung.*

Da die vorliegenden Untersuchungen sich lediglich auf die Ermittlung der Kartenfehler und ihrer Auswirkung beziehen, so ist klar, daß sie nicht ein abschließendes Urteil über die Genauigkeit von auf der Karte durch Messung erhobenen Größen gestatten. Die Unsicherheit des Messens tritt in genauigkeitsverminderndem Sinne hinzu, doch soll hier im Hinblick auf die verschiedenen Meßinstrumente und die ungleichen persönlichen Fehler der Kartenbenützer darauf nicht eingetreten werden.

Zum Schluß gestattet sich der Unterzeichnete noch ein Wort des Dankes an Herrn Dr. P. Engi für seine Mitarbeit an der Lösung des Problems.

## Bericht

**über den Einführungskurs für die Anwendung der Polarkoordinatenmethode mit optischer Distanzmessung bei der Schweiz. Grundbuchvermessung, vom 21. und 22. Oktober 1927 auf der Forch bei Zürich.**

Der Einladung der initiativen Sektion Zürich-Schaffhausen des S.G.V. folgend, fanden sich bei schönstem Wetter auf dem Sammelplatz des Übungsgebietes Forch 130 Kursteilnehmer ein. Bei einem vorzüglichen warmen Znüni, mit Würstchen und Weinglas in der Hand, war ein allseitig sich herzlich Grüßen und ein Gedankenaustausch über das zu Erwartende. „Wenn der Kurs das hält, was der Znüni verspricht, so kann es gut werden“, war allgemein die Ansicht. Und um es vorweg zu sagen, die Veranstaltung nahm einen sehr instruktiven und flotten Verlauf.

Beim Lösen der Teilnehmerkarten wurden mit dem Kursprogramm und den Gruppeneinteilungen noch folgende Drucksachen verabfolgt: