

Über Koordinatenermittlung von Punkten aus Lageplänen

Autor(en): **Tomkiewicz, Ivan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **56 (1958)**

Heft 6

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-214381>

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.

Über Koordinatenermittlung von Punkten aus Lageplänen

Ivan Tomkiewicz, Dipl.-Ing., Aarau

Im Rahmen der Übertragung von projektierten Anlagen in das Gelände kommt es oft vor, daß man die Koordinaten verschiedener Punkte kennen muß. Solche Punkte sind zum Beispiel Scheitelpunkte aller Trasses, Gebäudeecken, Schachtmittelpunkte usw. Sie sind im Lageplan eingezeichnet, und wenn man sie projektgemäß unter Zuhilfenahme der nächsten Polygonzüge in die Natur übertragen will, muß man ihre rechtwinkligen Koordinaten direkt aus dem Lageplan ermitteln. Ich möchte in dieser Abhandlung etwas über die Technik der Koordinatenermittlung von Punkten aus Lageplänen und über die Genauigkeit dieser Ermittlung sagen. Es ist gleich hervorzuheben, daß man die Koordinaten mit befriedigender Genauigkeit nur aus Lageplänen ermitteln kann, die mit einem Quadratnetz versehen sind. Das ist meistens der Fall, und ich werde mich nur mit diesem Falle befassen. Alle Zahlenergebnisse und Beispiele werden sich auf einen Lageplan im Maßstab 1:1000 beziehen; man kann aber die in diesem Artikel entwickelten Formeln auch auf einen beliebigen anderen Maßstab anwenden.

Die Abbildung 1 stellt ein Quadrat des Netzes dar. Im Maßstab 1:1000 beträgt die Seitenlänge dieses Quadrates 100 m und die Fläche des Quadrates 1 ha. Für den Punkt A in Abbildung 1 bestimmen wir die rechtwinkligen Koordinaten nach den Gleichungen:

$$y_A = y_0 + \frac{L}{dh + hc} \cdot dh \quad (1)$$

$$x_A = x_0 + \frac{K}{de + ea} \cdot de \quad (2)$$

Die Größen y_0 und x_0 sind die Koordinatenwerte der Ausgangsseiten und L , K theoretische Seitenlängen des Netzquadrates. Im Maßstab 1:1000 sind $L = K = 100$ m.

Wir führen die Bezeichnungen ein

$$dh + hc = L' \quad (3)$$

$$de + ea = K' \quad (4)$$

$$\frac{L}{dh + hc} = \frac{L}{L'} = \psi \quad (5)$$

$$\frac{K}{de + ea} = \frac{K}{K'} = \psi' \quad (6)$$

$$dh = \delta y' \quad (7)$$

$$de = \delta x' \quad (8)$$

$$\psi \cdot \delta y' = \delta y \quad (9)$$

$$\psi' \cdot \delta x' = \delta x \quad (10)$$

und schreiben die Gleichungen 1 und 2 wie folgt:

$$y_A = y_0 + \psi \cdot \delta y' = y_0 + \delta y \quad (11)$$

$$x_A = x_0 + \psi' \cdot \delta x' = x_0 + \delta x \quad (12)$$

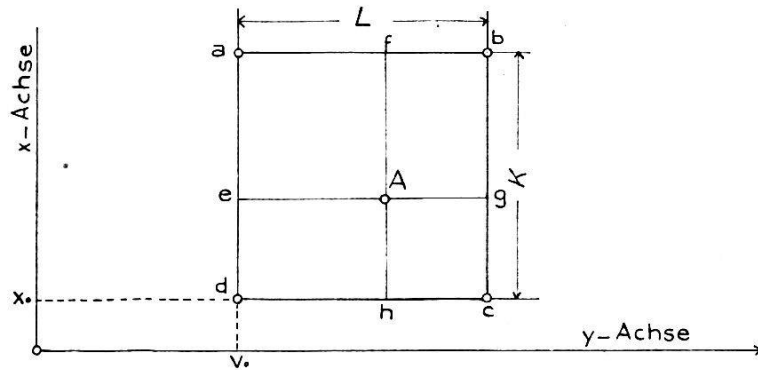


Abb. 1

x_0 , y_0 , L und K sind konstante und bekannte Größen. Unsere Aufgabe besteht darin, die Abschnitte $dh = \delta y'$, $de = \delta x'$, L' und K' , das heißt die Koordinatendifferenzen des Punktes A, von den Seiten des Netzquadrates und die tatsächlich im Plane vorhandenen Seitenlängen des Netzquadrates abzumessen. Diese Messungen können entweder mit Hilfe einer Garnitur von Kartierdreiecken oder mittels eines Zirkels und Transversalmaßstabes erfolgen. Jede Messung soll man zweimal machen. Das vergrößert die Genauigkeit und schaltet grobe Fehler aus. Die zweite Messung dient also auch zur Kontrolle. Nur ausnahmsweise, wenn man die Koordinaten eines Punktes besonders genau bestimmen will, mißt man die genannten Abschnitte zehnmals. Sind diese Messungen einmal durchgeführt, können wir die Koordinaten nach Formeln 11 und 12 rasch berechnen.

Die Größen ψ , ψ' sind Deformationsmodule, mit deren Hilfe man die Fehler, die durch das Verziehen des Papiers entstehen, ausschalten kann. Man sieht, daß sie nur mittels des Quadratnetzes zu bestimmen sind. Da die Papierverzüge oft beträchtlich sind, ist das Vorhandensein des Quadratnetzes auf dem Plane unerlässlich, wenn wir die Koordinaten mit befriedigender Genauigkeit ermitteln wollen.

Nach den Gleichungen 11 und 12 kann man die Koordinaten der Punkte in beliebiger Lage innerhalb des Netzquadrates bestimmen. Aus dem weiteren Verlauf dieser Abhandlung geht aber hervor, daß die Abschnitte $\delta y'$ und $\delta x'$ nur bis zum Werte $\frac{1}{2}L$ beziehungsweise $\frac{1}{2}K$ abzumessen sind. Sonst messen wir lieber ihre Ergänzungen $L' = L - \delta y'$ beziehungsweise $K' = K - \delta x'$ und berechnen die Koordinaten nach den Gleichungen:

$$y_A = y_0 + L - (L' - \delta y') \cdot \psi = y_0 + L - (L - \delta y) = y_0 + \delta y \quad 11'$$

$$x_A = x_0 + K' - (K' - \delta x') \cdot \psi' = x_0 + K - (K - \delta x) = x_0 + \delta x \quad 12'$$

Die Gleichungen zur Berechnung der aus Lageplänen zu ermittelnden Koordinaten kann man aber auch wie folgt schreiben:

$$y_A = y_0 + \delta y' + \Delta \quad (13)$$

$$x_A = x_0 + \delta x' + \Delta' \quad (14)$$

Die Größen Δ und Δ' sind Korrekturen wegen der Papierverzüge, deren mathematische Formen wir jetzt ableiten wollen.

$$\Delta = \delta y - \delta y' = \psi \cdot \delta y' - \delta y' = \delta y' \cdot (\psi - 1) = \delta y' \cdot q \quad (15)$$

$$\Delta' = \delta x' \cdot q' \quad (16)$$

wobei:

$$q = \psi - 1 = \frac{L}{L'} - 1 = \frac{L - L'}{L'} \quad (17)$$

$$q' = \psi' - 1 = \frac{K}{K'} - 1 = \frac{K - K'}{K'} \quad (18)$$

Unter Berücksichtigung der Gleichungen (15) und (16) bekommen die Gleichungen (13) und (14) die endgültige Form:

$$y_A = y_0 + \delta y' + q \cdot \delta y' \quad (19)$$

$$x_A = x_0 + \delta x' + q' \cdot \delta x' \quad (20)$$

Beziehungsweise:

$$y_A = y_0 + L - [(L' - \delta y') + (L' - \delta y') \cdot q] \quad (19')$$

$$x_A = x_0 + K - [(K' - \delta x') + (K' - \delta x') \cdot q'] \quad (20')$$

Die Korrekturen Δ und Δ' sind linear proportional zu den gemessenen Abschnitten $\delta y'$, $\delta x'$ und den relativen Papierverzügen in der Richtung der beiden Koordinatenachsen q , q' . Die entsprechenden absoluten Papierverzüge des Netzquadrates $L - L'$ und $K - K'$ ergeben sich aus zwei Teilen. Der erste Teil ist der eigentliche Papierverzug, und der zweite Teil ist die Folge des mit beschränkter Genauigkeit kartierten Quadrates. Der Einfluß des zweiten Teiles wird nur dann spürbar, wenn der Papierverzug klein ist; sonst verschwindet er praktisch. Die Deformationsmodule ψ , ψ' korrigieren die Koordinaten für beide Einflüsse.

Die Berechnung der Koordinaten nach den Gleichungen (11) und (12) beziehungsweise (19) und (20) ist einfach. Wir müssen uns aber noch mit der Genauigkeit der Koordinatenermittlung befassen. Zu diesem Zwecke habe ich eine Anzahl von Punkten im Maßstab 1:1000 kartieren lassen und nachher ihre Koordinaten nach den beschriebenen Methoden wieder bestimmt. Es wurden so sechs Punkte T_i ($i = 1 - 6$) mit gegebenen Koordinaten Y_i und X_i gleichzeitig mit dem Quadratnetz auskartiert. Die Kartierung erfolgte mit dem Großkoordinatographen der Firma G. Coradi, Zürich, Nr. 114, zur Zeit Eigentum des Landesvermessungsamtes in Ljubljana (Laibach, Jugoslawien), mit Nonienangabe der Trommel $A = 0,01$ mm. Nach der Kartierung wurden die Kontrollen durchgeführt. Es wurden mit einem Nonienmaßstab mit Nonienangabe $A = 0,1$ mm die Diagonalen der Netzquadrate und die gegenseitigen Koordinatendifferenzen der Punkte kontrolliert. Die Abweichungen von den theoretischen Werten waren überall innerhalb der zulässigen Grenzen 0,1 bis 0,3 mm.

Die Abschnitte $\delta y'$, $\delta x'$, L' , K' beziehungsweise $L' - \delta y'$, $K' - \delta x'$ wurden mittels eines Kartiergeräts, bestehend aus einem Maßstab und einem rechtwinkligen Dreieck mit Nonienangabe $A = 0,1$ mm, zehnmals abgemessen. Weil die wahren Werte dieser abgemessenen Abschnitte unbekannt waren, mußte man nach der Fehlertheorie ihre arithmetische Mittel $\delta y'_m$, $\delta x'_m$, L'_m , K'_m usw. als die wahrscheinlichsten Werte annehmen. Die wahrscheinlichsten Verbesserungen v_i sind dann:

$$v_i = \delta y'_m - \delta y'_i \quad (21) \qquad v_i = \delta x'_m - \delta x'_i \quad (22)$$

$$v_i = L'_m - L'_i \quad (23) \qquad v_i = K'_m - K'_i \quad (24)$$

Es ist

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v v]}{n - 1}} \quad (25) \qquad M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (26)$$

Die Mittelwerte für die Deformationsmodule sind

$$\psi_m = \frac{L}{L'_m} \quad (27) \qquad \psi'_m = \frac{K}{K'_m} \quad (28)$$

und die Koordinaten werden

$$y = y_0 + \psi_m \cdot \delta y'_m \quad (29)$$

$$x = x_0 + \psi'_m \cdot \delta x'_m \quad (30)$$

Da die Bestimmung der Koordinaten mit zehn Abmessungen eine ziemlich zeitraubende Arbeit ist und man schon aus der Erfahrung weiß, daß zwei Abmessungen gewöhnlich genügen, wurden sämtliche Koordi-

naten auch aus den ersten zwei Abmessungen bestimmt. Die Zahlen-
 ergebnisse für die Abszisse des Punktes T_1 sind in der Tabelle 1 enthalten
 mit anschließenden Berechnungen.

Tabelle 1

Nr.	$\delta x'$ (m)	v (cm)	$v \cdot v$	K' (m)	v (cm)	$v \cdot v$
1	44,11	+2	4	99,77	+4	16
2	44,12	+1	1	99,77	+4	16
3	44,17	-4	16	99,88	-7	49
4	44,12	+1	1	99,81	0	0
5	44,17	-4	16	99,86	-5	25
6	44,14	-1	1	99,74	+7	49
7	44,18	-5	25	99,82	-1	1
8	44,12	+1	1	99,82	-1	1
9	44,12	+1	1	99,74	+7	49
10	44,07	+6	36	99,87	-6	36
	441,32	-2	102	998,08	+2	242

$$\delta x'_m = 44,13 \text{ m}$$

$$K'_m = 99,81 \text{ m}$$

$$m = \pm 3,4 \text{ cm}, M = \pm 1,1 \text{ cm} \quad m = \pm 5,2 \text{ cm}, M = \pm 1,7 \text{ cm}$$

$$\psi'_m = \frac{100,00}{99,81} = 1,00190, \delta x_m = \psi'_m \cdot \delta x'_m = 44,13 \cdot 1,00190 = 44,21 \text{ m}$$

$$x_1 = x_0 + \delta x_m = 26500,00 + 44,21 = \underline{26544,21}$$

nur aus den ersten beiden Messungen bestimmt, ergibt sich

$$\delta x' = 44,115 \text{ m}, K' = 99,77 \text{ m}, \psi' = \frac{100,00}{99,77} = 1,00230$$

$$\delta x = \delta x' \cdot \psi' = 44,115 \cdot 1,00230 = 44,22 \text{ m}$$

$$x_1 = x_0 + \delta x = 26500,00 + 44,22 = \underline{26544,22}$$

In derselben Weise wurden sämtliche Koordinaten bestimmt. Sie
 befinden sich zusammen mit den wahren Koordinaten Y_i und X_i zwecks
 Vergleichung in den Tabellen 2 und 3.

Tabelle 2 (y und x aus zehn Messungen)

Punkt	Y X	y x	$\varepsilon = Y - y$ $\varepsilon = X - x$ (cm)	$\varepsilon \cdot \varepsilon$
T_1	68 355,17	68 355,18	-1	1
	26 544,26	26 544,21	+5	25
T_2	68 671,81	68 671,86	-5	25
	26 156,24	26 156,24	0	0
T_3	69 030,72	69 030,67	+5	25
	26 505,65	26 505,70	-5	25
T_4	68 543,39	68 543,33	+6	36
	26 510,25	26 510,23	+2	4
T_5	68 704,23	68 704,29	-6	36
	26 392,47	26 392,46	+1	1
T_6	68 889,23	68 889,21	+2	4
	26 466,67	26 466,68	-1	1
$m = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon \cdot \varepsilon]}{n}} = \pm 3,9 \text{ cm}$			+3	183

Tabelle 3 (y und x aus zwei Messungen)

Punkt	Y X	y x	$\varepsilon = Y - y$ $\varepsilon = X - x$ (cm)	$\varepsilon \cdot \varepsilon$
	68 355,17	68 355,19	-2	4
	26 544,26	26 544,22	+4	16
	68 671,81	68 671,86	-5	25
	26 156,24	26 156,24	0	0
	69 030,72	69 030,64	+8	64
	26 505,65	26 505,65	0	0
	68 543,39	68 543,30	+9	81
	26 510,25	26 510,22	+3	9
	68 704,23	68 704,33	-10	100
	26 392,47	26 392,45	+2	4
	68 889,23	68 889,20	+3	9
	26 466,67	26 466,67	0	0
$m = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon \cdot \varepsilon]}{n}} = \pm 5,1 \text{ cm}$			+12	312

Wir sehen, daß die aus zehn Messungen ermittelten Koordinaten um etwa 30 Prozent genauer sind als die, die aus zwei Messungen ermittelt wurden. Der Unterschied in der Ermittlungsgenauigkeit ist zwischen beiden Kategorien gering. Auch differieren die Koordinaten beider Kategorien sehr wenig, im Durchschnitt etwa 2 cm.

Es wäre jetzt interessant, sich ein wenig bei der Genauigkeit der abgemessenen Abschnitte $\delta y', \delta x', L' - \delta y', K' - \delta x', L', K'$ aufzuhalten. Für jeden Punkt wurden die mittleren Fehler m und M nach den Gleichungen (19) und (20) ausgerechnet. Die Mittelwerte aus allen zwölf Ergebnissen sowie ihre maximalen vorgekommenen Werte sind:

$$\begin{aligned} \text{Mittelwerte:} \quad m_{\delta y'} = m_{\delta x'} &= \pm 3,5 \text{ cm}; M_{\delta y'} = M_{\delta x'} = \pm 1,1 \text{ cm} \\ m_{L'} = m_{K'} &= \pm 5,4 \text{ cm}; M_{L'} = M_{K'} = \pm 1,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Maximale Werte: } m_{\delta y'} = m_{\delta x'} = \pm 4,7 \text{ cm}; m_{L'} = m_{K'} = \pm 8,3 \text{ cm}$$

Nach den Mittelwerten beurteilend, können die Abschnitte $\delta y', \delta x', L' - \delta y', K' - \delta x'$ mit dem genannten Kartiergerät um etwa 50 Prozent genauer bestimmt werden als die Abschnitte L' und K' . Dafür gibt es mehrere Gründe, die ich hier jedoch nicht näher behandeln will, da die erreichte Genauigkeit von L' und K' ausreichend ist.

Wir verfügen jetzt über einige Zahlenergebnisse, doch wissen wir noch nichts über die verschiedenen Einflüsse auf die Genauigkeit der Koordinatenermittlung der Punkte aus Lageplänen. Um das zu untersuchen, müssen wir uns wieder der Fehlertheorie bedienen. Suchen wir das totale Differential der Gleichung (11) auf:

$$dy = \psi \cdot d\delta y' + \delta y' \cdot d\psi \quad (31)$$

Ersetzen wir die Differentiale durch mittlere Fehler, so folgt:

$$m_y = \pm \sqrt{(\psi \cdot m_{\delta y'})^2 + (\delta y' \cdot m_\psi)^2} = \pm \sqrt{m_{y_1}^2 + m_{y_2}^2} \quad (32)$$

$$\text{Wobei:} \quad m_{y_1} = \psi \cdot m_{\delta y'} \quad (33)$$

$$m_{y_2} = \delta y' \cdot m_\psi \quad (34)$$

Wir sehen, daß sich der mittlere Fehler der aus dem Lageplan abgelesenen Koordinate aus zwei Teilen zusammensetzt. Der erste Teil m_{y_1} ist die Folge des ungenau abgelesenen Abschnittes $\delta y'$, und der zweite Teil m_{y_2} wird verursacht wegen der ungenauen Bestimmung des Deformationsmoduls ψ . Da ψ sehr nahe 1 ist, kann die Gleichung (36) wie folgt geschrieben werden:

$$m_{y_1} = m_{\delta y'} \quad (35)$$

Um m_ψ mathematisch darzustellen, müssen wir die Gleichung (5) differenzieren:

$$d\psi = -\frac{L}{L'^2} \cdot dL' \quad (36)$$

Da praktisch $L' = \sim L$ ist, bekommt die Gleichung (39) folgende Form:

$$d\psi = -\frac{dL'}{L} \quad (37)$$

oder in mittleren Fehlern

$$m_{\psi} = \pm \frac{m_{L'}}{L} \quad (38)$$

Wir setzen die Gleichung (38) in die Gleichung (34) ein und bekommen:

$$m_{y_2} = \pm \delta y' \cdot \frac{m_{L'}}{L} \quad (39)$$

Mit Berücksichtigung der Gleichungen (35) und (39) bekommt die Gleichung (32) die endgültige Form:

$$m_y = \pm \sqrt{m^2 \delta y' + \left(\delta y' \cdot \frac{m_{L'}}{L} \right)^2} \quad (40)$$

Zum gleichen Resultat würden wir durch ähnliche Behandlung der Gleichung (19) gelangen.

Aus der Gleichung (39) geht hervor, daß m_{y_2} linear proportional dem Abschnitt $\delta y'$ ist. Deshalb ist $\delta y'$ immer nur bis zum Wert $\frac{1}{2}L$ zu messen. Ist $\delta y'$ größer als $\frac{1}{2}L$, dann mißt man seine Ergänzung $L' - \delta y'$.

Wir berechnen jetzt nach der Gleichung (40) und beim Gebrauch der Mittelwerte für $m\delta y'$ und $m_{L'}$ (siehe Seite 177) für einige Werte von $\delta y'$ die mittleren Fehler m_y . Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 enthalten.

Tabelle 4

$\delta y'$ (m)	m_{y_1} (cm)	m_{y_2} (cm)	m_y (cm)
0,00	3,5	0,0	3,5
25,00	3,5	1,4	3,8
50,00	3,5	2,7	4,4

$$m_{y_1} = m\delta y' = \pm 3,5 \text{ cm}; \quad m_{L'} = \pm 5,4 \text{ cm}; \quad m_{\psi} = 0,00054$$

Die Ergebnisse der Tabelle 4 stimmen mit den Resultaten der Tabelle 2, wo wir für den mittleren Fehler der abgelesenen Koordinate $m_y = m_x = \pm 3,9$ cm bekamen, vollkommen überein. Das ist kein Zufall, denn auch dort haben wir mit lauter Mittelwerten aus zehn Messungen gerechnet, und der Mittelwert aller zwölf Koordinatendifferenzen $\delta y'$, $\delta x'$ beziehungsweise $L' - \delta y'$, $K' - \delta x'$ beträgt fast genau 25 m.

Berechnen wir jetzt noch einige mittlere Fehler nach der Gleichung (40) unter Heranziehung der maximalen Werte für $m\delta y'$ und $m_{L'}$ (Seite 177). Die Ergebnisse befinden sich in der Tabelle 5.

Tabelle 5

$\delta y'$ (m)	m_{y_1} (cm)	m_{y_2} (cm)	m_y (cm)
0,00	4,7	0,0	4,7
25,00	4,7	2,1	5,2
50,00	4,7	4,2	6,3

$$m_{y_1} = m\delta y' = \pm 4,7 \text{ cm}; \quad m_{L'} = \pm 8,3 \text{ cm}; \quad m_{\psi} = 0,00083$$

Obige Zahlen stimmen mit dem Ergebnis der Tabelle 3 genau überein. Wir können sie daher als die Genauigkeitsgrenzen für die aus zwei Messungen ermittelten Koordinaten betrachten. Man sieht außerdem, daß m_{y_2} den kleineren Teil des mittleren Fehlers m_y bildet. Nur bei $\delta y'_{\max}$ kann er m_y wesentlich vergrößern.

Wir könnten die Tabelle 4 auch durch Einsetzen der mittleren Fehler des arithmetischen Mittels $M\delta y'$ und $m_{L'}$ berechnen. Wir sahen, daß man die Abschnitte $\delta y'$, $\delta x'$, L' , K' mittels zehn Messungen auf die Genauigkeit von 1 bis 2 cm bringen kann, und das sollte dann praktisch die Genauigkeit der mit zehn Messungen ermittelten Koordinaten sein. Nach der Tabelle 2 kann man sie aber mit der Genauigkeit von etwa 4 cm bestimmen. Es hat daher keinen Sinn, zu versuchen, die Abschnitte $\delta y'$, $\delta x'$, L' , K' usw. durch genauere Verfahren zu bestimmen. Die Koordinaten werden dadurch nicht wesentlich genauer, und das kommt daher, daß das Quadratnetz und die Punkte selbst mit beschränkter Genauigkeit auskartiert wurden.

Alle bisherigen Feststellungen gelten für Punkte, die innerhalb eines Netzquadrates auskartiert wurden. Es kann aber vorkommen, daß wir für einen auf dem Plane vorhandenen Punkt, etwa die Ecke eines projektierten Gebäudes, die Koordinaten bestimmen wollen. Am Punkt selbst haften keine Kartierungsfehler. Werden seine aus dem Plane ermittelten Koordinaten dann wesentlich genauer sein? Nach meiner Ansicht nicht, denn von den fünf Punkten, die bei der Koordinatenermittlung im Spiele sind, sind vier, namentlich die Eckpunkte des Netzquadrates, mit Kartierungsfehlern behaftet. Wir können also annehmen, daß für die projektierten Punkte praktisch die gleichen Fehlergrenzen gelten wie für die auskartierten Punkte.

Wir wollen die Schlüsse dieser Untersuchung zusammenfassen:

Bei einer Koordinatenermittlung mit Hilfe eines Lageplanes im Maßstab 1:1000, der mit einem Quadratnetz versehen ist, gestützt auf zehn Messungen, müssen wir mit mittleren Fehlern in den Grenzen von $\pm 3,5$ bis $\pm 4,4$ cm rechnen und in den Grenzen von $\pm 4,7$ bis $\pm 6,3$ cm, wenn die Koordinaten nur mit zwei Messungen ermittelt wurden. Die ersten betragen rund 70 Prozent der zweiten. Die Abschnitte $\delta y'$ und $\delta x'$ sind nur bis zum Wert von $\frac{1}{2}L$ beziehungsweise $\frac{1}{2}K$ zu messen, sonst mißt man ihre Ergänzungen $L' - \delta y'$ beziehungsweise $K' - \delta x'$.

Man kann also die Koordinaten der Punkte aus dem Lageplan, der mit einem Quadratnetz versehen ist, im Maßstab 1:1000 mit einer beachtenswerten Genauigkeit bestimmen, die praktisch für jede Aufgabe der angewandten Geodäsie ausreicht.

Approximative Kostenschätzung von Straßen

Von Paul Märki, Zürich

1. Einteilung in Kostengruppen

Das einfachste Verfahren der Kostenschätzung besteht darin, daß man mit den Baukosten eines ähnlichen, bereits ausgeführten Straßenbaus den Preis pro Laufmeter berechnet und damit auf die Kosten des projektierten Bauwerkes schließt. Stehen keine genügend ähnliche Vergleichsobjekte zur Verfügung, muß man die einzelnen Arbeitsleistungen abschätzen. Ähnlich wie bei einem baureifen Projekt stellt man einen Kostenvoranschlag auf, setzt die Ausmaße und Einheitspreise auf Grund von Schätzungen ein und erhält damit die Baukosten.

Bei großen Bauprojekten lohnt es sich, diese Arbeit zu vereinfachen, indem man ähnliche Arbeitsgattungen zusammenfaßt und die Beziehungen zwischen Kosten und bestimmten Merkmalen des projektierten Bauwerkes graphisch darstellt. Ganz generell kann man die folgenden vier Kostenanteile unterscheiden:

Kosten für:		Die Kosten sind hauptsächlich abhängig von:
1. Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> Planie Unterbau Oberbau Belag seitliche Abschlüsse Landankauf 	} Straßentyp (Normalprofil)
2. Gruppe	Transport der Baumaterialien	Lage zum Gewinnungsort der Baumaterialien
3. Gruppe	Erdarbeiten	Geländeform, Linienführung
4. Gruppe	Entwässerung Kunstabauten	Verschiedene besondere Verhältnisse

2. Beispiel einer Anwendung

Das folgende Beispiel zeigt die approximative Kostenschätzung des landwirtschaftlichen Wegnetzes für das Vorprojekt einer Güterzusam-