

Die geodätisch-technologischen Vorteile der Kombination Dahlta 010 mit Kartiertisch



Hans-Joachim Drefenstedt

VEB Kombinat Geodäsie und Kartographie, Abteilung für Rationalisierung

Der Bedarf an großmaßstäbigen Karten und Plänen für volkswirtschaftliche Aufgaben, insbesondere für Planung, Projektierung und Bauausführung sowie für den Nachweis bestehender Bauwerke und Anlagen, ist von Jahr zu Jahr gestiegen. Die zunehmenden Leistungen des Bauwesens bei der Gestaltung neuer Stadtzentren, beim Aufbau großer Industriekomplexe sowie bei der Durchführung von Meliorationsmaßnahmen erfordern von den Mitarbeitern des VEB Ingenieurvermessungswesen verstärkte Anstrengungen bei der Steigerung der Arbeitsproduktivität. Da als Folge der beiden Weltkriege die Anzahl der Arbeitskräfte in den letzten Jahren zurückging, kommt es darauf an, die Technologien für die Herstellung von Karten und Plänen ständig zu verbessern.

Die technologische Dokumentation wurde im Jahre 1962 begonnen und 1967 mit Herausgabe des Katalogs der Technologien für die Ingenieurvermessung [1] vorläufig abgeschlossen. Die Technologien enthalten auf der Grundlage des gegenwärtigen technischen Standes den rationellsten Lösungsweg für die Herstellung der ingenieurgeodätischen Erzeugnisse, während deren qualitative Merkmale in Instruktionen festgelegt sind.

Der Aufwand für die Herstellung eines Erzeugnisses wird nach Zeitverbrauch und Kosten optimiert. An Hand von Normungsunterlagen sind entsprechende Normative für Handgriffe und Arbeitsgänge in besonderen Katalogen dokumentiert.

Das gesamte technologische System wird zur Zeit überarbeitet und in verbesserter Form dokumentiert, wobei besonderes Gewicht auf die einzuführenden neuen Arbeitsmittel für die Automatisierung von Teilprozessen gelegt wird.

Innerhalb der Technologien für die Herstel-

lung von großmaßstäbigen Karten und Plänen nimmt die Gerätekombination Dahlta 010 mit Kartiertisch eine hervorragende Stellung ein, weil die örtliche Kartierung mit mechanischer Richtungsübertragung für die Mehrzahl der Anwendungsgebiete der Tachymetrie das wirtschaftlichste Verfahren darstellt.

Dahlta 010 und Karti 250

Das **Reduktionstachymeter Dahlta 010** ist ein vielseitiges Instrument, mit dem alle Messungen für die Herstellung großmaßstäbiger Karten und Pläne ausgeführt werden können. Es ist auch für die Verdichtung des Höhennetzes geeignet. Die folgenden Untersuchungen gelten sinngemäß auch für das Vorläufergerät Dahlta 020. Beim Dahlta 010 wird jedoch die Messung von Vertikalwinkeln durch die automatische Höhenindex-Stabilisierung wesentlich erleichtert. Außerdem kann mit dem Dahlta nivelliert werden.

Der **Kartiertisch Karti 250** ist ein Zusatzinstrument, das außer mit dem Dahlta 010 auch mit den Reduktionstachymetern Redta 002 und BRT 006 kombiniert werden kann. Weiterhin ist es möglich, den Kartiertisch an die Theodolite Theo 020, Theo 030 und Theo 120 anzuschließen.

Dies ist für Vermessungsbetriebe von Bedeutung, die noch nicht mit den wirtschaftlicheren Reduktionstachymetern ausgerüstet sind.

Der Kartiertisch (Bild 1, Seite 178) geht auf eine Idee von Prof. HUGERSHOFF zurück, der sich darum bemühte, die topographische Geländeaufnahme zu rationalisieren. Das Instrument ermöglicht die unmittelbare, halbautomatische Kartierung polar ermittelter Meßwerte (Richtung, Entfernung, Höhenunterschied). Der Steckzapfen des Meßinstruments wird in den Dreifuß des Kartierisches eingeführt und mit diesem mittels

einer Klemmschraube verbunden. Der Kartiertisch nimmt dann an der Drehung des Meßinstruments so teil, daß die Zeichenfläche stets zum Gelände orientiert bleibt. Die Brücke, die den Maßstab, den Ableseindex und die Pikiervorrichtung trägt, läuft bei der Drehung des Instruments parallel zur Fernrohrkippebene, so daß die Richtung beim Kartieren bereits eingestellt ist und lediglich die gemessene Entfernung durch Verschieben des Maßstabs am Indexstrich abzusetzen ist. Mit der Pikiervorrichtung wird der Punkt auf dem Zeichenträger, einem in den Kartiertisch eingelegten Rondell aus maßhaltiger Folie, markiert. Durch die halbautomatische Kartierung wird der Umweg über das Registrieren von Meßwerten und das nachträgliche Auftragen der Punkte mit einem besonderen Kartiergerät vermieden.

Meß- und Kartiergenauigkeit Mittlerer Punktfehler im Herausgabeoriginal

Der mittlere Punktfehler eines eindeutig identifizierbaren Punktes im Herausgabeoriginal ist in der Instruktion C 50 [2] für die Genauigkeitsstufe 1 – die für Stadtkarten und Projektierungspläne gilt – mit $\pm 0,5$ mm festgelegt. Der Fehler setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen [1] [3]:

$$m_P = \pm \sqrt{m_T^2 + m_A^2 + m_K^2 + m_{K_E}^2 + m_U^2} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

m_T = mittlerer Fehler der Kartierung des Instrumentenstandpunktes auf dem Herstellungsoriginal

m_A = mittlerer Fehler der polaren Messung

m_K = mittlerer Fehler der polaren Kartierung

m_{K_E} = mittlerer Fehler der Kartierung von Punkten auf Grund von linearen Ergänzungsmessungen

m_U = mittlerer Fehler beim Übertragen der Zeichnung vom Herstellungs- auf das Her-

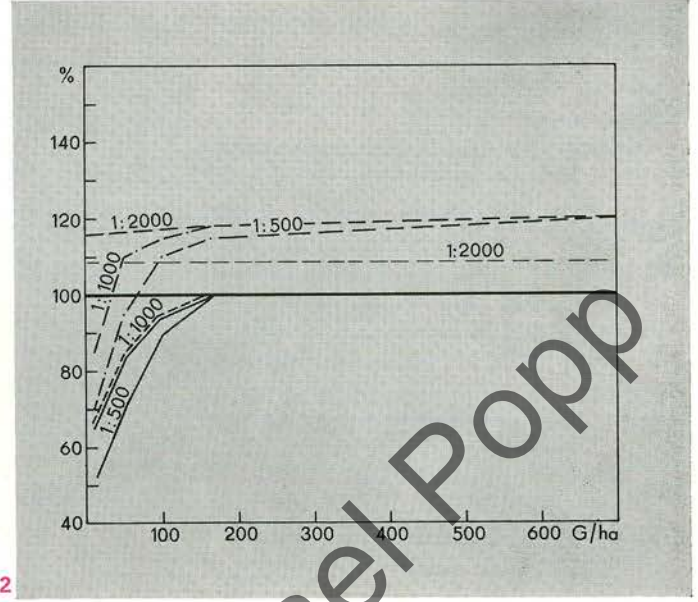
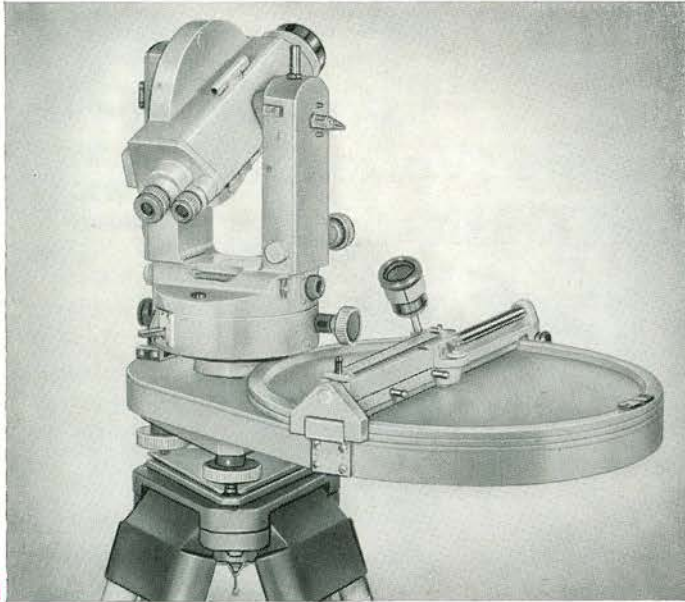


Bild 1: Kartiertisch Karti mit Reduktions-Tachymeter Dahlta 010 im Einsatz

Bild 2: Wirtschaftlichkeit der Tachymetermessung. Vergleich der Zeitsumme für die Planherstellung zwischen der Kombination Dahlta (020) Karti und anderen wirtschaftlichen Verfahren. Die Zeitsumme gilt für die Arbeitsgänge: Standpunktbestimmung nach Lage und Höhe, Tachymetermessung, Bearbeitung des Herstellungsoriginals. — Dahlta/Karti 250, — Dahlta/Karti 500, ---- Dahlta/Feldtisch, ----- Kippregel (selbstred.)/Meßtisch, G = Grundrißpunkt

ausgabeoriginal durch Hochzeichnen oder -gravieren.

Der Kartierfehler m_K bildet sich aus mehreren Anteilen, die nachstehend für den Kartiertisch angegeben werden:

$$m_K = \pm \sqrt{m_{K_e}^2 + m_x^2 + m_z^2 + m_E^2} \quad (2)$$

m_{K_e} = Einstellfehler am Maßstab = $\pm 0,07$ mm

m_x = Fehler bei der Richtungsübertragung (beim Karti ohne Einfluß)

m_z = Zentrierfehler des Karti = $\pm 0,05$ mm

m_E = Einpaßfehler bei der Rondellmontage = $\pm 0,1$ mm

Hieraus ergibt sich

$m_K = \pm 0,13$ mm

Der Kartiertisch hat gegenüber anderen Polarkartiergeräten den bedeutenden Vorteil, daß m_K unabhängig von der abzusetzenden Entfernung ist. Die Genauigkeit des Karti wird nur noch von Polarkoordinatographen erreicht, während bei den Auftragegeräten, die in der Regel für das Kartieren von Tachymeteraufnahmen verwendet werden, m_K im Bereich von $\pm 0,25$ bis $0,33$ mm liegt.

In Tabelle 1 (Seite 179) wird der mittlere Punktfehler im Herausgabeoriginal für verschiedene Maßstäbe und Aufnahmeentfernungen zusammengestellt. Die mit der Kom-

bination Dahlta 010 und Karti 250 erreichbare Genauigkeit ($m_p \approx \pm 0,3$ mm) garantiert innerhalb des durch den Radius des Kartiertisches gegebenen Meßbereichs das Einhalten der Genauigkeitsstufe 1 bei der Planherstellung.

Arbeitsproduktivität und Kosten

Für den Vergleich der Arbeitsproduktivität verschiedener tachymetrischer Meßverfahren ist die Zeitsummenmethode am besten geeignet, weil sich aussagekräftige Zeitnormative durch Vergleichsmessungen ermitteln lassen.

Die Nachteile der Zeitsummenmethode sind hier ohne Bedeutung, da der Anteil vergegenständlicher Arbeit (Materialeinsatz) gering ist und der qualitative Zeitaufwand (Lohngruppen) sich bei den einzelnen Verfahren nicht wesentlich unterscheidet.

Untersuchungen, die im Jahre 1963 vom Geodätischen Dienst im Hinblick auf die Automatisierung der Karten- und Planherstellung durchgeführt wurden [5], ergaben eine deutliche Überlegenheit der Kombination Dahlta mit Karti, so daß diese Technologie in [1] als Vorzugsvariante aufgenommen wurde.

Vergleicht man für den Arbeitsabschnitt von der Einnahme des Instrumentenstandpunktes bis zur Fertigstellung des Herstellungsoriginals die Zeitsumme aller beteiligten Arbeitskräfte sowie die Kosten, dann ergibt sich für die einzelnen Meßmethoden folgender Mehraufwand gegenüber Dahlta/Karti:

	Arbeitszeit	Kosten
Dahlta 020, örtl. Kartierung auf Feldtisch, 3 AK	+ 24%	+ 12%
Dahlta 020, Zahlen-tachymetrie 3 AK	+ 29%	+ 15%
Dahlta 020, Zahlen-tachymetrie 5 AK	+ 64%	+ 32%

Kippregel/Meßtisch (nicht selbstreduzierend), 2 AK

+ 15% + 15%

Die Unterschiede zwischen den Prozentsätzen bei Arbeitszeit und Kosten sind darauf zurückzuführen, daß im Meßtrupp mit zwei Arbeitskräften der wenig lohnintensive Meßgehilfe entfällt. Um eine Überlastung des Beobachters zu vermeiden, setzt sich der Meßtrupp aus einem Ingenieur und einem qualifizierten Facharbeiter zusammen. Beide können sich am Instrument ablösen.

Zur Optimierung der ab 1971 gültigen Technologie wurden nochmals Zeitmessungen und -kalkulationen ausgeführt, deren Ergebnis in Bild 2 wiedergegeben ist. Im Gegensatz zu [5] wurde hier die gesamte Arbeitszeit für die Planherstellung verglichen und als weiteres Verfahren die Messung mit einer selbstreduzierenden Kippregel einbezogen. Die in der DDR benutzte Kippregel hat jedoch den wesentlichen Nachteil, daß die Höhenunterschiede nur mit den Konstanten $k = \pm 20$ abgelesen und berechnet werden können, so daß die in Bild 2 (Seite 178) dargestellte Leistung von der Kippregel nicht erreicht wird, wenn beim Dahlta mit den Kurven $k = \pm 10$ gemessen wird, d. h. im Bereich zwischen der Nivelliertachymetrie und Geländeneigungen von $\pm 8\%$.

Wenn in einzelnen Objekten die Kombination Dahlta/Karti nicht das wirtschaftlichste Meßverfahren darstellt, so ist dies auf den begrenzten Aufnahmeradius zurückzuführen, der bekanntlich nach Tabelle 1 (Seite 179), von der Meßgenauigkeit her betrachtet, zweifellos vergrößert werden könnte.

Der Aufnahmeradius beeinflusst die Wirtschaftlichkeit, weil für jeden Aufnahmestandpunkt bis zum Beginn der eigentlichen Tachymetermessung eine gewisse Rüstzeit benötigt wird (Aufstellung und Orientierung

Tabelle 1: Mittlerer Punktfehler m_p auf dem Herausgabeoriginal. Messung mit Dahlta 010 bzw. Dahlta 020 und Kartierung mit Karti 250. Die geklammerten Werte gelten für Dahlta 020

Maßstab	s	Teilfehler [mm]					m_p [mm]
		m_T	m_A	m_K	m_{KE}	$m_{\ddot{U}}$	
1 : 500	60	0,11	0,12 (0,20)	0,15	0,15	0,15	0,31 (0,35)
1 : 1000	100	0,07	0,10	0,15	0,15	0,15	0,29
	125	0,07	0,12 (0,25)	0,15	0,15	0,15	0,29 (0,37)
1 : 2000	180	0,06	0,10	0,15	0,15	0,15	0,28
	250	0,06	0,16 (0,25)	0,15	0,15	0,15	0,31 (0,37)

des Instruments, Bestimmung der Lage und Höhe des Standpunktes usw.).

Ursprünglich hatte die freie Kartierfläche beim Karti einen Durchmesser von 160 mm, der später auf 200 mm und bei der derzeitigen Konstruktion auf 250 mm erweitert wurde. Gegen eine weitere Vergrößerung der Kartierfläche sprechen verschiedene Gründe. Abgesehen von der mechanischen Beanspruchung würde die größere Masse des Instruments eine zusätzliche Belastung beim Transport und bei der Bedienung zur Folge haben. Außerdem müssen alle Anwendungsgebiete in die Betrachtungen einbezogen werden.

Im Maßstab 1 : 2000 beträgt der Aufnahme-radius 250 m. Bei größeren Zielweiten müßte auf die wirtschaftliche Messung der Höhenunterschiede mit Diagrammkurven des Dahlta verzichtet und zur Vertikalwinkelmessung (mit zusätzlichem Rechengang) übergegangen werden. In der Praxis gelten daher die erreichbaren 250 m als Grenze für alle Verfahren mit selbstreduzierenden Tachymetern. Wenn in einzelnen Fällen größere Zielweiten notwendig sind, wird die Richtung zum Zielpunkt am Rande des Rondells markiert. Neben dem Nadelstich werden Entfernung und Vertikalwinkel bzw. α_H notiert.

Im Maßstab 1 : 1000 ist der Aufnahmeradius mit 125 m ausreichend, weil in Objekten mit größerer Grundrißdichte, vor allem aber in bebauten Gebieten, die Sichtweite im allgemeinen 125 m nicht überschreitet.

Der Maßstab 1 : 500 sollte nur für dicht bebaute Gebiete angewendet werden, so daß auch hier die Sichtweite etwa mit der möglichen Zielweite von 62 m übereinstimmt. In der Praxis wird jedoch von Projektanten auch für Objekte mit geringer Grundrißdichte ein großer Maßstab gefordert, um für die Bearbeitung des Projektes eine große und über-

sichtliche Zeichenfläche zu erhalten. In solchen Fällen ist die Kartierung im jeweils kleineren Maßstab auszuführen und reprotechnisch zu vergrößern. Hierbei bewährt sich die große Meß- und Kartiergenauigkeit der Kombination Dahlta 010 mit Karti 250, denn unter der Voraussetzung, daß die Ergänzungsmessungen nach der Vergrößerung kartiert werden, kann die Genauigkeitsstufe 1 mit $m_p \pm 0,5$ mm eingehalten werden. Aus dem Bemühen heraus, auch für sehr große Maßstäbe (1 : 250, 1 : 500) das rationelle Verfahren der halbautomatischen Kartierung anwenden zu können, wurde von ORTLOFF [4] der Kartiertisch 500 mm entwickelt.

Technologische Verbesserungen

Die Tachymetermessung mit Dahlta und Kartiertisch hat sich bereits vor Herausgabe des Technologiekatalogs [1] in vielen Produktionsbereichen durchgesetzt, wie aus [6] hervorgeht. Darüber hinaus hat dieses Verfahren in einem besonderen Blickpunkt gestanden, wobei zwei Schwerpunkte zu unterscheiden sind, das unmittelbare Ablesen von Geländehöhen und die Rondellmontage.

Direkte Höhenmessung

Unter direkter Höhenmessung wird das Ablesen der Geländehöhe über HN (oder einem beliebigen anderen Horizont) unmittelbar an der Meßlatte verstanden. Durch Fortfall der Höhenrechnung wird die Meßzeit um 15% verkürzt. Da beim Dahlta/Karti das Zeitnormativ vom Beobachter bestimmt wird, wirkt sich die Zeiteinsparung bei dieser Technologie voll aus.

Nachdem sich Zusatzmarken an der Dahlta-latte [6] nicht durchsetzen konnten, wurde von ZAHN eine verschiebbare Dahlta-Latte hergestellt, die von mehreren Betrieben nachgebaut wurde. Die beste Lösung stellt die im VEB Ingenieurvermessungswesen Berlin entwickelte Mehrzwecklatte [7] dar, die auch

für Nivellements verwendet wird und sehr bequem zu handhaben ist. Die Latte wird als Ergänzung zur Dahlta-Ausrüstung von der Produktionsgenossenschaft „FRIEDRICH FROBEL“, Werdau (Sachs.), hergestellt.

Rondellmontage

Die Übertragung der Punkte von den Rondellen in das Herstellungsoriginal geschah früher nach Einpassung der Rondelle in den Zeichenträger durch Nadelstichkopie. Diese Methode ist mit zunehmender Grundrißdichte immer aufwendiger. Zunächst wurde ein Lösungsweg gefunden, bei dem die örtliche Kartierung auf Rondellen aus stabilisiertem weißem Karton erfolgt. Zur Einpassung in die Montagegrundlage müssen die Rondelle ein Quadratnetz erhalten, das mit Hilfe der in der Örtlichkeit am Rondellrand markierten Richtungen 0°, 100°, 200°, 300° konstruiert wird. Voraussetzung ist also, daß bei der Tachymetermessung die Koordinaten der Instrumentenstandpunkte und somit die Richtungswinkel bereits bekannt sind. Eine wesentliche Zeiteinsparung wird beim Einpassen der Rondelle erreicht, wenn der Rondellkoordinatograph von ZAHN verwendet wird.

Nach dem Einpassen werden die Rondelle an den Überlappungsstellen geschnitten und aufgeklebt. Wenn dann die Ränder angepaßt sind, liegt bereits eine reprofähige Bleistiftzeichnung als Herausgabeoriginal beziehungsweise Vorlage für eine Hochzeichnung oder -gravur vor. Bleistiftzeichnungen werden z. B. für kurzlebige Projektierungspläne verwendet.

Trotz der genannten Vorteile hat sich die „starre“ Montage mit Kartonrondellen nicht allgemein durchgesetzt. Beim Montieren transparenter Rondelle entfällt das Konstruieren des Gitternetzes. Dieser beachtlichen Zeiteinsparung steht der Nachteil gegenüber,

daß als Herausgabeoriginal keine reprofähige Bleistiftzeichnung angefertigt werden kann. Auch beim Hochzeichnen ist der Kontrast weniger gut als bei Vorlagen auf Karton.

In der weiteren Entwicklung ist die „starre“ Rondellmontage von der „gleitenden“ abgelöst worden, d. h., es ist nicht mehr üblich, sämtliche Rondelle zu beschneiden und auf der Montagefolie zu befestigen, sondern es werden jeweils nur die Teile montiert, an denen augenblicklich die Hochzeichnung ausgeführt wird [8]. Die unbeschnittenen Rondelle werden dabei mit Filmklebeband befestigt. Dem Vorteil, daß die Zeit für das Beschneiden der Rondelle eingespart wird, steht der Nachteil gegenüber, daß das Zeichnen nicht kontinuierlich abläuft, d. h., es findet ein häufiger Wechsel zwischen Strichen und einzelnen Signaturelementen statt.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die aufwendige Rondellkopie nur dann angewendet wird, wenn weniger als etwa 20 Punkte je Rondell in das Herstellungsoriginal zu übertragen sind.

Mit den drei angeführten Varianten der Rondellmontage, die sich in ihrer Wirtschaftlichkeit nicht wesentlich unterscheiden, wurden die Nachteile gegenüber der örtlichen Kartierung auf einem Meßtisch beziehungsweise Feldtisch behoben, so daß die Meßmethode mit Dahlta 010 und Kartiertisch als Vorzugsvariante auch im neuen Technologie-katalog beibehalten wird.

Sonstige Anwendungsgebiete

Bisher wurde nur die Technologie für Neumessungen mit manueller Kartierung betrachtet. Beim Übergang zur automatischen Kartierung wird der Anteil der Messungen mit Dahlta/Karti zurückgehen. Trotzdem ist zu erwarten, daß der Kartiertisch bei der

Messung kleiner Objekte weiter angewendet wird, da die automatische Kartierung erst von einer noch zu bestimmenden Grenze an wirtschaftlich ist. Für Ergänzungsmessungen beim Vorliegen einer photogrammetrischen Aufnahmegrundlage (Stereokartierung beziehungsweise entzerrte Einzelbilder) wird die Meßmethode Dahlta/Karti gleichfalls angewendet und gegenüber der Kippregel bevorzugt, wenn umfangreiche Höhenmessungen auszuführen sind. Schließlich wird die Kombination Dahlta/Karti bei der Laufendhaltung von Bestandsplänen und bei der polaren Aufmessung von Objekten – bei letzterem auch als BRT 006/Karti – eingesetzt.

Zusammenfassung

Überall besteht ein wachsender Bedarf an Karten und Plänen in den Maßstäben 1:500 bis 1:2000 für volkswirtschaftliche Aufgaben. Die begrenzte Anzahl der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte zwingt dazu, die Arbeitsproduktivität ständig zu steigern. Einen wesentlichen Anteil daran hat die Verbesserung der Technologien.

In den Jahren 1963 und 1964 durchgeführte Untersuchungen haben bereits ergeben, daß die Tachymetermessung mit der Kombination Dahlta 010 und Karti 250 für die Mehrzahl der Objekte das wirtschaftlichste Verfahren ist. Da die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen auf der Zeitsummenmethode aufgebaut wurden, ist diese Aussage nicht nur für die DDR zutreffend, sondern allgemeingültig. Die Meßmethode ist als Vorzugsvariante in den Technologie-katalog eingegangen. Die hohe Meßgenauigkeit des Dahlta 010 und die Kartiergenauigkeit des Karti gestattet das Einhalten eines mittleren Punktfehlers von $\pm 0,3$ mm im Herausgabeoriginal.

Die Wirtschaftlichkeit der Messung wurde durch technologische Verbesserungen erhöht, von denen die direkte Höhenmessung

mit Hilfe der Mehrzwecklatte und die Rondellmontage die größten Auswirkungen hatten. Auch bei Ergänzungsmessungen auf der Grundlage photogrammetrischer Auswertungen oder vorhandener Pläne ist die Instrumentenkombination Dahlta 010 und Kartiertisch wirtschaftlich.

Literatur

- [1] Katalog der Technologien für die Ingenieurvermessung, Berlin 1967.
- [2] Instruktion für die Herstellung von Karten und Plänen in den Maßstäben 1:5000 und größer (C 50), Berlin 1967, 1. Ergänzung 1970.
- [3] BÜTTNER, R.: Zum Teil „Genauigkeit“ des „Katalogs der Technologien für die Ingenieurvermessung“. Vermess.-Techn., Berlin 15 (1967) 1, S. 7 bis 11.
- [4] BAUER, M.: Der Kartiertisch 500 mm – ein neuartiges Gerät zur Herstellung von Lage- und Höhenplänen. Vermess.-Techn., Berlin 18 (1970) 5, S. 177 bis 180.
- [5] DREFENSTEDT, H.-J.: Technologien für Tachymeteraufnahmen mittlerer Genauigkeit und die Datenverarbeitung. Vermess.-Techn., Berlin 15 (1967) 4, S. 127 bis 133.
- [6] PAMPEL, W., und LIEBSCHER, W.: Dahlta mit Karti 250, das Universalinstrument für das Ingenieurvermessungswesen. Geod. und kartogr. Praxis, Berlin 5 (1960) 4, S. 7 bis 14.
- [7] HÖTH, J.: Eine neue Mehrzwecklatte. Vermess.-Techn., Berlin 16 (1968) 12, S. 472 bis 474.
- [8] BARTOSCHKE, P.: Neuerungen bei der Planherstellung in den Maßstäben 1:500 und 1:250, Vermess.-Techn., Berlin 16 (1968) 2, S. 50 bis 52.