

177

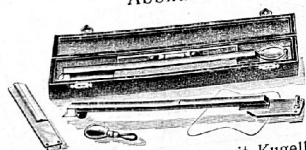
Anleitung für den praktischen Gebrauch
der

Kompensationsplanimeter mit Kugellager.

Neue Ausgabe.

I. SCHNÖCKEL,
mathem.-mechanisches Institut.

Abbild. I.



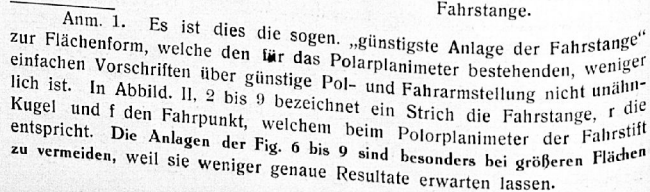
Kompensationsplanimeter mit Kugellager.

Der Wert eines planimetrischen Instruments für die verschiedenen praktischen Arbeiten hängt von seinem Genauigkeitsgrad und der Bequemlichkeit seiner Handhabung ab. Dem entsprechend sind die Preise der bekannten, gebräuchlichen Planimeterkonstruktionen recht verschieden und schwanken zwischen etwa 40 und 180 Mark. Erst die in neuester Zeit gelungene, wohlfeile Herstellung von Präzisionsstahlkugeln für Kugellager mit einer garantierten Genauigkeit von zwei tausendstel Millimetern ermöglichte es, das weit billigere, auf einem neuen mathematischen Prinzip beruhende „Kompensationsplanimeter mit Kugellager“ (vergl. Abbild. I) in den Handel zu bringen. Die mit diesem Instrument erreichbare hohe Genauigkeit beruht darauf, daß die Kugel nur eine rollende und drehende Bewegung ausführt, während schädliche Gleit- und drehende Bewegung ausfällt, während schädliche Gleitbewegungen, wie sie die Rolle eines Polarplanimeters macht, ganz fortfallen. Außerdem zeichnet es sich den doppelt so teuren Polarplanimetern im Preise von 40 bis 60 Mark und anderen Flächenberechnungsinstrumenten gegenüber bei gleicher Genauigkeit noch durch manche Vorzüge aus, wie z. B. die überraschende bequeme Handhabung und größere Messungsgeschwindigkeit.

Nicht im Buchhandel.

Praktische Anleitung.

Abbild. II.



Der Fahrpunkt²⁾ f stehe über dem Anfangspunkt A, der so zu wählen ist, daß beim Drehen der Fahrstange (vermittels des Griffes) um die am Anstoß i verbleibende Kugel der Fahrpunkt den Flächenumfang nicht trifft, eine Bedingung, die stets ein hervorstechender Eckpunkt der Figur oder der Endpunkt A eines vorspringenden Bleistriches³⁾ m (vergl. Abbild. II) erfüllt. Den in weißem Celluloid plattierten, auf Metall gezogenen Flächenmaßstab c lege man so an den äußeren Rand des Anstoßes i, daß der Indexstrich des letzteren zwischen O und 1 oder auf Null fällt, lese ihn mit der im Etui enthaltenen Lupe ab z. B. 0064 und drehe ihn um die durch sein Gewicht resp. leichten Fingerdruck im Papier haftende auswechselbare Spitze n etwa einen rechten Winkel nach links.

Mit Hilfe des drehbaren Griffes auf der transparenten, zur Vermeidung des Schlierens leicht gekrümmten Celluloidplatte, wird nun der Fahrpunkt f — zunächst dem Bleistrich m entlang — rechtsläufig (siehe die Pfeile) um die Fläche herumgeführt, wobei die Kugel unter der Stange¹⁾ rollt. Bei kleineren Flächen schlägt die Kugel stets wieder an den Anstoß i an, sobald der Fahrpunkt f über den Anfangspunkt A tritt, bei großen aber — je nach Anlage der Fahrstange (vergl. Abbild. III, 1, 2 und 3) — entweder noch nicht oder schon früher. Im ersten Falle (Abbild. III, 1 und 2) schiebe man die Platte (Abbild. III, 4) in der Weise weiter, daß A unter der bewegten Fahrlinie g (Abbild. III, 5) bleibt, bis die den Griff führende Hand durch die anschlagende

Anm. 2. Schnitt f der in die transparente Platte gravierten, sogenannten Fahrlinie g mit kurzem Strich. Kleinere Einstellungsfehler des Fahrpunktes über dem Anfangspunkt A beeinträchtigen die Genauigkeit der Berechnungen nicht.

Anm. 3. Des besseren Verständnisses wegen ist der Kreis, den der Fahrpunkt f bei der erwähnten Drehung beschreiben würde, in Abbild. II, 2 bis 9 und Abbild. III, 1 bis 3 punktiert dargestellt. Nur dann, wenn der Fahrpunkt beim Drehen den Umfang nicht trifft, wird die nachfolgende Umfahrung niemals durch unzeitigen Kugelanschlag gehindert sein. Ob mit dem Planimeter Vertraute sieht dagegen schon auf den ersten Blick, ob er den Anfangspunkt passend gewählt, ob oder wie lang er den Bleistrich m zu ziehen hat und braucht nur in den seltensten Ausnahmefällen von dieser einfachen Probedrehung Gebrauch machen.

Anm. 4. Solange sich bei Umfahrung sehr großer Flächen von über $2\frac{1}{2}$ dm Länge die Kugel zwischen der Marke s (Abbild. II, 1) und der Platte bewegt, nehme man im Interesse der Gleichgewichtslage die Hand nicht vom Griff. Sollte ausnahmsweise der Maßstab c der Bewegung der Fahrstange hinderlich werden, so hake man den Nadelstich n auf dem Papier mit Bleistift an und lege ersteren zur Seite, bis die Fläche umfahren ist.

nde.

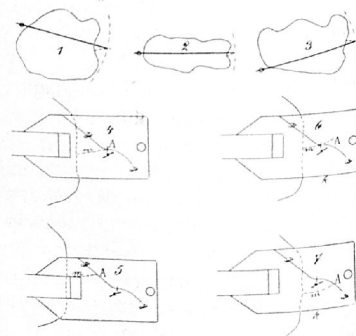
ark-Straße 61.

Nicht im Buchhandel.

Kugel gehemmt wird. Im zweiten Falle (weniger günstige Anlage Abbild. III, 3) wird die Umfahung nicht ganz zu Ende geführt, denn sobald sie durch den vorzeitigen Kugelschlag gehemmt ist (Abbild. III, 6), dreht man das Instrument ein wenig um die am Anstoß verbleibende Kugel, bis die Fahrlinie g (Abbild. III, 7) über den Anfangspunkt A tritt.

Man führe den Maßstab c, wieder um die Spitze n drehend, an den Indexstrich, lese ab z. B. 2376 und bilde die Differenz gegen die erste Ablesung im Beisp. 0064, sofern anfangs nicht auf Null gestellt war. Die 20 fache Differenz (im Beispiel $20 \cdot 2312 = 46240$) ist der Flächeninhalt in qmm. In den gebräuchlichsten verjüngten Maßstabsverhältnissen hat man folgende⁵⁾ meist sehr bequeme

Abbild. III.



Multiplikationskonstanten:

Maßstab	Konstante	Maßstab	Konstante
1 : 500	$5 = \frac{1}{2} \cdot 10$	1 : 1500	45
1 : 625	7,81	1 : 2000	$80 = 8 \cdot 10$
1 : 1000	$20 = 2 \cdot 10$	1 : 2500	$125 = \frac{1}{8} \cdot 1000$
1 : 1250	31,3	1 : 3000	180

In Berücksichtigung des Umstandes, daß sich am Maßstab Flächeninhalte bis etwa 5 qdcm ablesen lassen und die beim Polarplanimeter zur Berechnung großer, unregelmäßiger Figuren notwendige Probeumfahrung wegfällt, aber auch aus Genauigkeitsrücksichten beachte man folgendes über die Größe der in einem Zuge umfahrbaren Flächen. Hiernach soll erstens der weiße Celluloidanstoß i (Abbild. I und II) möglichst nicht in das Innere der Fläche fallen, wodurch die größte Länge der Figuren auf fast 3 dcm abgegrenzt wird; zweitens soll die Figur in der zur Fahrstange senkrechten Richtung höchstens eine Handspanne⁶⁾

Anm. 5. Zur Multiplikation ist die Krellesche Rechentafel oder ein Rechenschieber von 25 cm Länge sehr empfehlenswert.

Anm. 6. Unter einer Handspanne versteht man bekanntlich die größtmögliche Öffnung zwischen Daumen und Zeigefinger, ein in seiner Länge zwar um mehrere Centimeter schwankendes, aber für obigen Zweck sehr bequemes, geeignetes Maß.

(d. s. annähernd 2 dcm) breit sein. Noch größere Flächen zerlege man durch eine feine Bleilinie in planimetrisch günstig geformte Teilstücke (vergl. den folgenden Abschnitt).

Abschnitt 1.

Größte erreichbare Genauigkeit und Bequemlichkeit der Handhabung des Planimeiers.

Wie bei anderen Flächenberechnungsinstrumenten ist der Genauigkeitsgrad der Resultate von der mehr oder weniger planimetrisch günstigen Form der Flächenstücke und der Beschaffenheit des Materials abhängig, auf dem gerechnet wird. Planimetrisch günstig geformt sind in erster Linie alle einem **Kreise, Quadrai oder einer Ellipse** entfernt ähnlichen (Abb. II, 1 und 2) Figuren; fast so gute Resultate erhält man durch Umfahrungen verhältnismäßig **langgestreckter Flächen** z. B. größerer Wegeflächen bis fast 4 dcm Länge in den **günstigen Anlagen** der Fahrstange (Abbild. II, 3 und 4, Abbild. III, 2). Man sei daher bei der Zerlegung sehr großer Flächen, die das in der Anleitung vorgeschriebene Format der Fahrstangenlänge (3 dcm) und Handspannenbreite (2 dcm) überschreiten, darauf bedacht, den Teilstücken eine in diesem Sinne möglichst günstige Form zu geben. Diejenigen Anlagen der Fahrstange, welche die Fläche nicht ungefähr halbieren wie Abbild. III, 1 und 3 führen auch zu brauchbaren Ergebnissen, da die dadurch möglicherweise eingeschleppten kleinen Ungenauigkeiten kleiner als 0,3% des Flächeninhalts sind. Etwas fehlerhafter werden die Resultate dagegen, wenn man längliche Figuren in den zu vermeidenden Anlagen Abbild. II, 6 bis 9, rechnet, bei denen der Anfangspunkt (Ende des Bleistriches m) meist weit außerhalb (vergl. Anm. 3) der Fläche gewählt werden muß. Die besten Resultate erzielt man auf hartem Kartenpapier, auf **ebener horizontaler Unterlage**, kann aber durch die am Schluß von Abschnitt 2 angegebene „**Zurückführung des Fahrpunktes**“ auf **schlechter Unterlage** gleichfalls sehr genau rechnen. Im Interesse der Messungsgeschwindigkeit und Genauigkeit ist es ungleich wichtiger, sein Augenmerk auf eine im Sinne der Anleitung günstige Anlage der Fahrstange zur Flächenform, als auf eine sorgfältige, langsame Umfahrung zu richten, da die beim schnellen Durchlaufen des Umfanges mit dem Fahrpunkt gemachten Fehler gleich häufig positiv und negativ sind, sodaß sie sich in ihrer Summe größtenteils wieder aufheben.

nde.

ark-Straße 61.

Nicht im Buchhandel.

92 160

182

Um das Planimeter bequem aufzustellen oder beiseite zu setzen, hält man es mit der Rechten am drehbaren Griff, greift mit der Linken bei i über den Rücken der Fahrstange und hebt es mit der am Anstoß verbleibenden Kugel an. Es liegt auch im Interesse des schnellen Fortganges größerer Arbeiten, die nach der Umfahrung stets wieder zum Anstoß i zurückkehrende Kugel niemals aus ihrer Gebrauchslage zu entfernen.

Abschnitt 2.

Erhöhung der Genauigkeit durch die „mikrometrische Skala“ und durch mehrfache Umfahrungen. Die Kompensationsmessung.

Zur genauen Berechnung von Figuren mit mehr als etwa $\frac{1}{2}$ qdem Inhalt genügt eine Umfahrung, während sehr kleine Flächen in einem Zuge zweimal¹⁾ umfahren werden und zwar ohne große Sorgfalt und ohne nach der ersten Umfahrung abzulesen, um eine kleinere Multiplikationskonstante also 10 zu erhalten. Andererseits empfiehlt sich bei nur einmaliger Umfahrung kleiner Figuren auch die mikrometrische Skala auf der Platte bei p (vergl. Abbild. II, 1) zur Ablesungsverschärfung (Konstante 2.) Beispielsweise ist in der Ablesung 0064 (vergl. Abbild. II) die 4 geschätzt. Um kleine Schätzungsfehler zu vermeiden, markiert man die Stellung des Nullstriches der Skala in p (z. B. durch einen Bleistrich) auf dem Papier und dreht die Fahrstange ein wenig um die am Anstoß verbleibende Kugel, bis der Indexstrich des Anstoßes i scharf auf den nächst niedrigen Teilstrich des Maßstabes c (im Beispiel also den Kleinstrich 6) zeigt, eine Drehung die also den abzuschätzenden (im Beispiel 4 Einheiten) entspricht. Nun liest man die Marke p an der mikrometrischen Skala (z. B. 43) ab, wobei erst die 3 geschätzt ist, hat also den Vorteil, eine Decimalstelle mehr (00643), also viel genauer abzulesen, sodaß die Multiplikationskonstante 2 ist, wenn nach der Umfahrung gleichartig vorgegangen wird.

Macht man bei größeren Flächenstücken zur Kontrolle etc. eine zweite Umfahrung, so wählt man dabei die **Kompensationsstellung** der Fahrstange, d. h. man gibt dieser eine zur ersten möglichst senkrechte, die Figur ebenfalls etwa halbierende Lage.

Anm. 7. Die Preußische Vermessungsanweisung schreibt für kleine Flächen eine 2- bis 4-fache Umfahrung vor.

Das Mittel aus beiden Resultaten, die halbe Summe, ist erheblich genauer als die einzelne Messung. Bei sehr länglichen Flächen wie Abbild. II, 3 bis 5 und Abbild. III, 2, ist die Fahrstange zwecks einer zweiten Messung jedoch umzudrehen (Drehung um ca. 180°), damit die ungünstigen Anlagen (Abbild. II, 6 bis 9) vermieden werden. Durch die Kompensationsmessung werden die aus ungünstiger Flächenform resultierenden Fehler größtenteils eliminiert.

Berechnungen auf schlechter Unterlage, auf altem, faltigem Papier etc. können durch folgende „Zurückführung des Fahrpunktes“ außerordentlich verschärft werden. Um auf das Beispiel zurückzugreifen, sei vor der Umfahrung 0064, nachher 2376 abgelesen. Nach Ablesung dieser Zahl drehe man den Maßstab c wiederum nach links, führe, ohne die Fahrstange verstellt zu haben, den Fahrpunkt i sofort wieder auf demselben Wege zum Anfangspunkt A zurück, auf dem er soeben gekommen war (umfahre also noch einmal und zwar linksläufig) und lese zum dritten Mal ab. Man findet eine der ersten ähnlichen Ablesung z. B. 0069 und rechne nach folgendem Schema, dem das Mittel aus beiden Umfahrungen zu Grunde liegt:

0064	2312
2376	2307
0069	2307
Fläche: 4619 · 10 = 46190 qmm	

Hierbei vermeide man es, den Indexstrich vor dem Umfahren auf Null zu stellen.

☐ ☐
 ☐

nde.

mark-Straße 61.

Nicht im Buchhandel.

92 160

184

Druck von Böckler & Schütt G. m. b. H.
:-: Berlin NW 6, Karlstrasse 7. :-: