

ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Organ des Deutschen Geometervereins.

Herausgegeben von

Dr. W. Jordan,
Professor in Hannover.

und

C. Steppes,
Steuer-Rath in München.

✱

1898.

Heft 20.

Band XXVII.

→ 15. October. ←

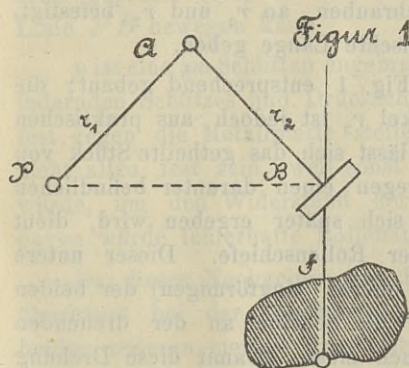
Der Abdruck von Original-Artikeln ohne vorher eingeholte Erlaubniss der Redaction ist untersagt.

Ueber ein neues Coordinatenplanimeter aus der Werkstatt des Mechanikers Ch. Hamann in Friedenau-Berlin.

Beschreibung.

Nachdem über das gleiche Thema in der Zeitschrift ein Aufsatz des Landmessers Joh. Hamann erschienen ist, der in kurzen Zügen das Princip, die Theorie und einen Theil der Fehlerquellen behandelte, wird es Aufgabe der folgenden Ausführungen sein, das Instrument genauer zu beschreiben, bildlich darzustellen, und die Theorie der Fehler, sowie ihre Tilgung weiter zu behandeln.

Zunächst möge in grossen Zügen das Princip wiederholt werden. Das sehr einfache Instrument erfordert, wie jedes Coordinaten- oder Linearplanimeter, zwei zu einander normale Bewegungsrichtungen, welche Forderung der Fig. 1 entsprechend gelöst ist.

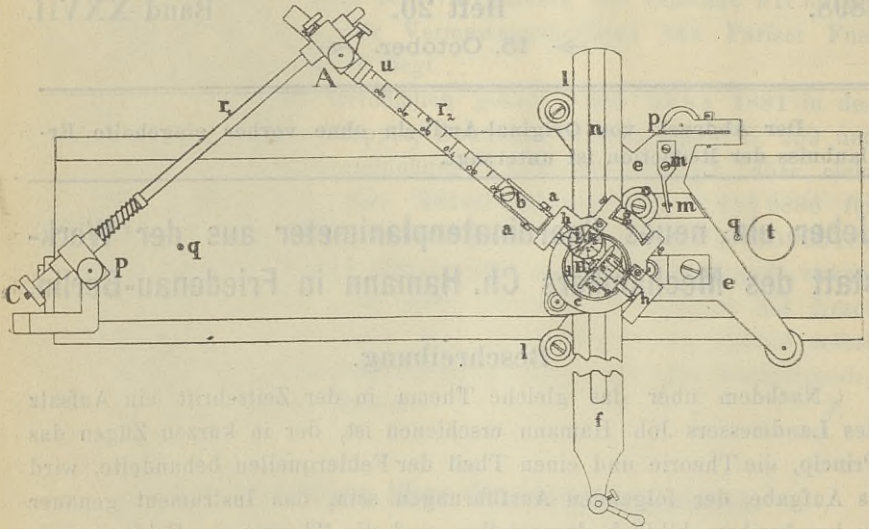


Um den festen Punkt P ist ein System von zwei gleich langen Metallschenkeln r_1 und r_2 derart beweglich, dass die Verbindungslinie des festen Punktes P und des Endpunktes von r_2 stets einer auf der Unterlage darstellbaren Geraden parallel bleibt (erste Bewegungsrichtung). Wenn dies der Fall ist, dann muss zugleich auch PAB stets ein gleichschenkeliges Dreieck bleiben, wie gross auch der Winkel A sein mag. Rechtwinklig zu r_2 ist in B eine Rolle mit Theilung angebracht, gegen welche der gegen PB verschiebbare Fahrarm f von unten angepresst wird (zweite Bewegungsrichtung). Mit dem am Ende dieses Fahrarms angebrachten Stift umfährt man die Figur,

deren Grösse man bestimmen will, wobei sich die Rolle um einen gewissen Betrag abwickeln wird.

Nach dieser kurzen Angabe betrachten wir den Bau des Instrumentes näher. Der ganze Apparat ist auf einer, an den beiden Längskanten abgeschrägten Metallplatte montirt. Seitlich an die linke Querkante ist ein kleiner Krahn angeschraubt, der in einer senkrechten Achse endigt,

Fig. 2.



dem festen Punkte P entsprechend. Durch ein Scharnier ist mit P der aus Rundstahl bestehende Schenkel r_1 drehbar verbunden, wobei die Schraube C mit einer ihr entgegenwirkenden Spiralfeder als Feinbewegung dazu dient, den Arm r_1 ein wenig zu verlängern oder zu verkürzen. Durch das Scharnier A ist der mit einer Theilung versehene Schenkel r_2 mit r_1 verbunden, und durch Klemmschrauben, an r_1 und r_2 befestigt, kann man beiden Schenkeln die gewünschte Länge geben.

Bis hierher ist alles genau der Fig. 1 entsprechend gebaut; die Verbindung der Rolle mit dem Schenkel r_2 ist jedoch aus praktischen Gründen anders hergestellt. Zunächst lässt sich das getheilte Stück von r_2 mittelst der Justirschrauben a gegen einen darunter befindlichen Metallarm etwas verschwenken. Wie sich später ergeben wird, dient diese Vorrichtung zur Beseitigung der Rollenschiefe. Dieser untere Metallarm ist starr verbunden mit der oberen (ringförmigen) der beiden Metallscheiben (c der Fig. 2), sodass die Scheibe an der drehenden Bewegung des Schenkels r_2 theilnehmen muss. Damit diese Drehung recht gleichmässig ohne Druck und Spannung erfolgen kann, ist unter ihr eine zweite Metallscheibe d mit drei conischen Führungsrädchen angebracht, welche in eine Rille am Rande von c eingreifen. Diese Scheibe d ist starr mit einem Schlitten ee verbunden, welcher sich

mittelst conischer Röllchen sanft, aber unverrückbar an den abgeschragten Längskanten der das ganze Instrument tragenden Metallplatte hinbewegen kann.

An dem Ringe c könnte unmittelbar die Rollenachse mitsammt der Rolle befestigt sein; doch würde in diesem Falle durch unvermeidliche Spannungen das sichere Functioniren der Rolle in Frage gestellt werden. Um dies zu vermeiden, ist starr an dem Ringe c der kurze senkrechte Arm g angebracht und mit diesem ist vermittelst einer Spitzenachse die Gabel h verbunden, in deren Backen erst die Rollenachse mit der an ihr senkrecht befestigten Rolle eingelassen ist, sodass sich die Gabel nebst der Rolle emporklappen lässt und sonst nur durch Eigengewicht auf dem Fahrarm f lastet. Die Rolle ist, wie beim Polarplanimeter in 100 Theile getheilt; mit Hülfe eines Nonius können noch Tausendstel des Umfanges scharf abgelesen und Zweitausendstel bequem geschätzt werden. Zu bemerken ist noch, dass die Rollenintervalle, auf den Rollenrand übertragen gedacht, halb so gross wie die Scalenintervalle des Schenkels r_2 sind. Die ganzen Rollenumdrehungen werden durch eine Schraube ohne Ende auf ein horizontal liegendes Rädchen i übertragen und können mit Hülfe des Zeigers k unmittelbar abgelesen werden.

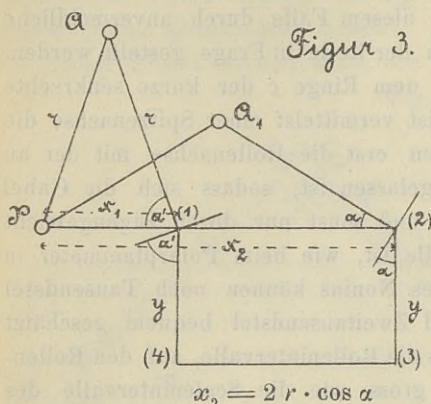
Der Fahrarm f ist ein flacher Metallstab, der an den Längskanten eingekerbt ist. Wird dieser unter der Rolle vorsichtig hindurchgeschoben, so wird die Rolle vermöge der vorher geschilderten Gabel eine solche Lage annehmen, dass sie den Fahrarm von oben her sanft berührt. Um eine Abnutzung des Rollenrandes zu vermeiden, ist in den Fahrarm noch eine Lage Papier n eingelassen. Ist der Fahrarm hindurchgeschoben, so greifen in seine linke Einkerbung zwei auf dem Schlitten befestigte conische Leiträdchen ll ein, während gegenüber ein drittes Röllchen o durch eine federnde Vorrichtung m sanft an die rechte Seite des Fahrarms gepresst wird, so dass sich dieser nur normal zu der definirten Linie PB bewegen kann.

p ist eine am Schlitten angebrachte Regulirvorrichtung, welche mittelst federnden Schlitzes und Druckschraube gestattet, den Schlitten beliebig fest gegen die Metallplatte stellen zu können. Diese Verbindung darf nicht allzu fest sein, weil sonst die Feder m nicht stark genug sein würde, um den Widerstand der Reibung zu überwinden. Die Folge davon würde fehlerhafte Rollenabwicklung sein.

Da dieses Nachgeben der Feder, wie sich aus Versuchen ergab, überhaupt bei der Anordnung nur eines Röllchens o gegenüber den beiden anderen niemals ganz unterblieb, so wird es sich empfehlen, bei künftig zu bauenden Instrumenten 2 Röllchen o anzuwenden, welche den anderen Röllchen genau gegenüberstehen und durch kräftige Federbolzen an den Fahrarm gepresst werden. Dadurch würde das Verhältniss der Hebelarme ein weit günstigeres werden.

$q q$ sind Stahlnadeln, welche die Metallplatte auf dem Papier festhalten; der Handgriff t dient im Verein mit dem anfangs beschriebenen kleinen Krahn zum Anfassen des Instrumentes.

Theorie.



Figur 3.

(1) (2) (3) (4) ist ein Rechteck, bezogen auf ein rechtwinkliges Coordinatensystem mit dem Coordinatennullpunkt P . Dann ist der Inhalt des Rechtecks

$$J = (x_2 - x_1) y. \quad (1)$$

Denke ich mir nun über x_2 und x_1 gleichschenklige Dreiecke errichtet mit der gleichen Schenkellänge r , und sind die beiden bezüglichen Basiswinkel α bzw. α' , so ist

$$x_2 = 2 r \cdot \cos \alpha \quad x_1 = 2 r \cdot \cos \alpha'.$$

Mithin geht Formel (1) über in:

$$J = y (2 r \cdot \cos \alpha - 2 r \cdot \cos \alpha') \quad (2)$$

oder anders geschrieben:

$$J = 2 r (y \cdot \cos \alpha - y \cdot \cos \alpha') \quad (2^*)$$

Nach dieser Formel arbeitet das Planimeter, vorausgesetzt, dass r_1 und r_2 gleich lang gemacht sind. Bringt man nämlich die Rechteckseite (1) (2) in eine zur früher definirten Linie PB parallele Lage, so dass (2) (3) in die Richtung des Fahrarms fällt, so entspricht die ganze Anordnung augenscheinlich der Fig. 3; denn die Rolle schliesst mit dem Fahrarm f dieselben Winkel ein, die oben mit α bzw. α' bezeichnet wurden.

Führt man jetzt den Fahrstift von (1) nach (2), so ist klar, dass die Rolle nur eine gleitende Bewegung macht, sich mithin nicht abwickeln kann. Führt man von (2) nach (3), so wird die Rolle wegen ihrer schiefen Stellung zum Theil gleiten, zum Theil sich drehen; ihre Abwicklung ist dann $= + y \cdot \cos \alpha$. Bei der Bewegung von (3) nach (4) kann wieder keine Abwicklung erfolgen; schliesslich bewegt sich die Rolle von (4) nach (1) in entgegengesetzter Richtung. Ihre Abwicklung ist also $= - y \cdot \cos \alpha'$.

Die Rolle hat sich demnach bei der Umfahrung der ganzen Figur um $(y \cdot \cos \alpha - y \cdot \cos \alpha')$ abgewickelt. Multiplicirt man diese Abwicklung mit $(r_1 + r_2) = 2 r$, so ergibt sich nach (2^*) der Inhalt des Rechtecks.

Bezeichne ich nun die Summe der Abwickelungen mit a , so ergibt sich:

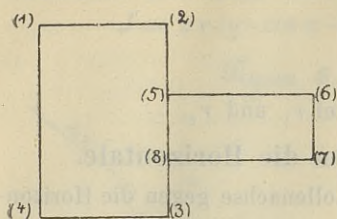
$$J = 2 r \cdot a \quad (3)$$

Bei dem vorliegenden Planimeter ist nun, wie schon erwähnt, das Rollenintervall halb so gross wie das Scalenintervall von r_2 . Folglich geht Formel (3) bei Einführung von einheitlichem Maass über in

$$J = a \cdot r \quad (4)$$

Geht man nunmehr von einem Rechteck zunächst zur Combination zweier rechteckiger Lamellen über, so wird sich auch hier durch einfaches Umfahren der Inhalt der Figur ergeben. Eine gesonderte Befahrung jeder Lamelle für sich ist nicht nöthig; denn Seite (5) (8) würde einmal in positivem Drehungssinne, nachher in negativem befahren werden, also herausfallen.

Figur 4.



Nun kann man sich jede beliebige Figur in unendlich kleine rechteckige Lamellen zerlegt denken; folglich wird auch hier einfaches Umfahren der Gesamtfigur

genügen, um den Inhalt zu erhalten.

Einstellung der Schenkellänge.

Hat man sich für eine bestimmte Fahrarmlänge und demgemäss auch für eine bestimmte Noniuseinheit entschieden, so wird man zunächst den beweglichen, bei u abgeschragten Schieber am Arm r_2 verschieben, bis er auf dem betreffenden Theilstrich steht. Die Theilung des Schenkels giebt nämlich unmittelbar Noniuseinheiten in Zehntel-Quadratmillimetern an, z. B. $100 = 10$ qmm. Doch kann diese Angabe aus verschiedenen Gründen nur eine näherungsweise sein. Man wird nunmehr dem Schenkel r_1 die gleiche Länge geben müssen. Dies geschieht am einfachsten, indem man nach Lockerung der Klemmschraube an r_1 beide Schenkel durch Linksverschiebung des Schlittens zur Deckung bringt, und erst, nachdem man sich durch Hin- und Herschwenken beider Arme zusammen von einer völlig zwanglosen Bewegung überzeugt hat, die Klemmschraube des Schenkels r_1 fest anzieht.

Umfährt man mit dem so vorläufig eingestellten Planimeter eine Probefigur, sei es mittelst Controllineal, oder noch besser ein Quadrat des Kartennetzes, so mag sich der Inhalt ergeben: $F = \alpha_1 \cdot \rho_1$. Für die gewählte Noniuseinheit muss aber die Abwicklung der Rolle $= \alpha$ sein. Folglich $F = \alpha \cdot \rho$. Also ist

$$\alpha_1 \rho_1 = \alpha \cdot \rho.$$

Hieraus giebt sich nach einigen Umformungen:

$$\rho - \rho_1 = \rho_1 \cdot \frac{\alpha_1 - \alpha}{\alpha} \quad (5)$$

Hierbei giebt $\rho - \rho_1$ unmittelbar das Maass an, um welches beide Schenkel verlängert oder verkürzt werden müssen. Man wird nun zuerst r_2 verändern, dann wieder beide Arme zur Deckung bringen und nun auch r_1 die richtige Länge geben, was, da die Verschiebung sehr gering sein wird, bequem mit der Feinschraube C geschehen kann.

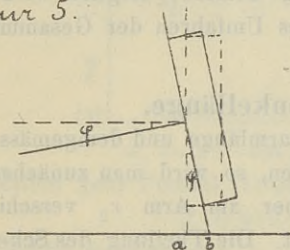
Es wird nach dieser Ausführung leicht sein, für beliebigen Kartenmaassstab und beliebige Noniuseinheit die richtige Einstellung herbeizuführen.

Genau der Theorie entsprechend wird das Coordinatenplanimeter niemals arbeiten; Schuld hieran können folgende Fehlerquellen sein:

- 1) Neigung der Rollenachse gegen die Horizontale,
- 2) Excentricität der Rollenachse,
- 3) Rollenschiefe,
- 4) Fahrarmschiefe,
- 5) Scharnierschiefe,
- 6) ungleiche Längen der Schenkel r_1 und r_2 .

Neigung der Rollenachse gegen die Horizontale.

Figur 5.



Ist die Rollenachse gegen die Horizontale geneigt, so wird auch die auf der Achse rechtwinklig befestigte Rolle um denselben Winkel gegen das Loth geneigt sein. Wie man sieht, hat dies eine Parallelverschiebung des Rollenauflagepunktes zur Folge. Führt man den Fahrarm normal zur Linie PB unter der Rolle entlang, so wird genau dieselbe Abwicklung erfolgen,

welche bei Nichtvorhandensein des Fehlers sich ergeben würde.

Anders stellt sich die Sache dar, wenn der Schlitten z. B. von rechts nach links bewegt wird. Sei ab die Entfernung des Rollenauflagepunktes vom Sollpunkt, so wird b bei der Bewegung des Schlittens einen Kreisbogen mit ab als Radius um a beschreiben, d. h. die Rolle erhält eine fehlerhafte Abwicklung.

Umfährt man aber, wie es ja gewöhnlich geschieht, eine Figur vollständig, so wird der Fehler, so lange sich der Schlitten in einer Richtung bewegt, positiv wirken. Tritt Umkehr der Schlittenbewegung ein, so wird die fehlerhafte Abwicklung negativ werden. Ist man zum Ausgangspunkt zurückgekehrt, so wird die positive Abwicklung gleich der negativen sein; der Fehler fällt also bei einer vollständigen Umfahrung der Flächenstücke heraus.

Excentricität der Rollenachse.

Die Bestimmung und Wirkung des Fehlers erfolgt genau so wie beim Polarplanimeter, so dass hier eine nähere Besprechung als nichts Neues bietend unterbleiben kann. Bemerkt sei nur, dass das Mittel aus zwei Umfahrungen den Flächeninhalt richtig ergibt, wenn die bezgl. Ablesestellen um den halben Rollenumfang verschieden sind.

Rollenschiefe.

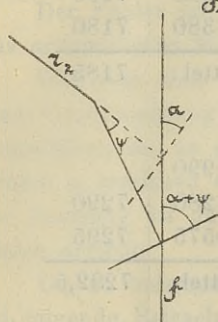
Rollenschiefe ist dann vorhanden, wenn die Rollenachse den mathematisch als Linie vorgestellten Schenkel r_2 nicht geradlinig verlängert oder dieser Verlängerung nicht parallel ist. Wir sprechen von positiver Rollenschiefe, wenn dadurch der Winkel, welchen die Rolle mit dem

Fahrarm bildet, vergrössert wird; von negativer, wenn der bezügliche Winkel verkleinert wird.

Um die Wirkung dieses Fehlers zu untersuchen, benutzen wir wieder die Normalfigur, das einfache, schon bei der Theorie zu Hülfe genommene Rechteck. Der Inhalt war:

$$J = 2 r (y \cdot \cos \alpha - y' \cdot \cos \alpha') = 2 r y (\cos \alpha - \cos \alpha') \quad (6)$$

Figur 6.



Wir betrachten hier nur den Klammerausdruck, da nur er durch Rollenschiefe beeinflusst wird. Damit der Inhalt der Figur bei Umfahren im Sinne der Uhrzeiger-Drehung positiv wird, muss auch der Klammerinhalt positiv sein, d. h. $\alpha < \alpha'$. Ist positive Rollenschiefe vorhanden, wie die Fig. 6 zeigt, so geht der Klammersausdruck über in $\cos(\alpha + \psi) - \cos(\alpha' + \psi)$.

$$\text{Es ist } \cos(\alpha + \psi) = \cos \alpha \cdot \cos \psi - \sin \alpha \cdot \sin \psi,$$

oder da ψ sehr klein ist:

$$\cos(\alpha + \psi) \approx \cos \alpha - \psi \cdot \sin \alpha,$$

ebenso ist

$$\cos(\alpha' + \psi) \approx \cos \alpha' - \psi \cdot \sin \alpha',$$

$$\text{folglich } \cos(\alpha + \psi) - \cos(\alpha' + \psi) = \cos \alpha - \cos \alpha' + \psi (\sin \alpha' - \sin \alpha). \quad (7)$$

Da $\sin \alpha' - \sin \alpha$ positiv ist, so ist auch der ganze Fehler $\psi (\sin \alpha' - \sin \alpha)$ positiv, der Flächeninhalt der umfahrenen Figur ergibt sich also zu gross.

Verlegt man das gleichschenklige Dreieck PAB , welches bisher oberhalb der Linie PB war (I. Lage), unterhalb derselben (II. Lage), was kurz mit „Durchschlagen der Schenkel“ bezeichnet werde, so wird ψ zwar seine Grösse absolut beibehalten, aber das Vorzeichen wechseln, sodass folgende Gleichung gilt:

$$\cos(\alpha - \psi) - \cos(\alpha' - \psi) = \cos \alpha - \cos \alpha' - \psi (\sin \alpha' - \sin \alpha) \quad (7^*)$$

Der Fehler ist diesmal negativ, und der Flächeninhalt der Normalfigur muss sich um ebenso viel zu klein ergeben, als er in I. Lage zu gross war. Das arithmetische Mittel aus den Ergebnissen beider Lagen ist also fehlerfrei.

Anm.: Das Durchschlagen der Schenkel geschieht am einfachsten dadurch, dass man r_1 und r_2 zur Deckung bringt und dann beide zusammen nach unten dreht.

Will man nicht in beiden Lagen arbeiten, so muss die Rollenschiefe beseitigt werden, was dann erreicht sein wird, wenn sich der Inhalt in beiden Lagen gleich ergibt. Diese Justirung geschieht durch Verschwenken des Schenkels r_2 nach Lösung der Halteschräubchen aa ; ist der Arm in die neue Lage gebracht, was durch Probiren geschieht, so werden die Schräubchen wieder fest angezogen durch Drehung in einander entgegengesetzter Richtung. Die Seite, nach welcher r_2 verschwenkt

werden muss, ergibt sich aus Vorstehendem unzweifelhaft. Ein Zahlenbeispiel möge zur Erläuterung dienen.

Einstellung des Fahrarms = 70.

Controllineal: 2. Loch.

Vor der Justirung:

I. Lage:		II. Lage:	
25780		62010	
33160	7380	69200	7190
40530	7370	76380	7180
<hr/>		<hr/>	
Mittel:	7375	Mittel:	7185

Nach der Justirung:

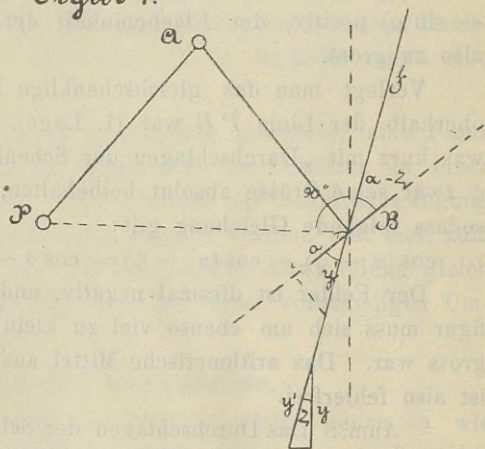
I. Lage:		II. Lage:	
94125		15990	
01425	7300	23280	7290
08725	7300	30575	7295
<hr/>		<hr/>	
Mittel:	7300	Mittel:	7292,5

Die Uebereinstimmung beider Lagen zeigt, dass Rollenschiefe beseitigt ist.

Fahrarmschiefe.

Die beiden Hauptbewegungsrichtungen des Instruments sollen auf einander senkrecht stehen. Ist dies nicht der Fall, so entsteht ein Fehler, welcher zunächst unter der Voraussetzung behandelt werden soll, dass keine Rollenschiefe vorhanden ist.

Figur 7.



Aus Fig. 7 ist ersichtlich, dass die Fahrarmschiefe den Sollwinkel α in I. Lage um den Betrag z verkleinert. Dann wird der Fahrarm, statt das Stück y zu befahren, y' beschreiben. Bezeichne ich mit a die Rollenabwicklung, welche erfolgt bei der Befahrung einer in der Fahrarmrichtung liegenden Seite der Normalfigur, die hier natürlich nicht mehr rechtwinklig ist, so ist:

$$y' = \frac{y}{\cos z} \quad (8)$$

$$a = \frac{y \cdot \cos(\alpha - z)}{\cos z} = y \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos z + \sin \alpha \cdot \sin z}{\cos z}$$

$$a = y \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha \operatorname{tg} z$$

Umfährt man die ganze Normalfigur, so ist die Summe der Abwicklungen:

$$a_1 - a_2 = y (\cos \alpha - \cos \alpha') + y \cdot \operatorname{tg} z (\sin \alpha - \sin \alpha'). \quad (9)$$

$y \operatorname{tg} z (\sin \alpha - \sin \alpha')$ stellt den durch die Fahrarmschiefe bewirkten Fehler dar, der hier negativ ist.

Wird die Normalfigur nunmehr mit durchgeschlagenen Schenkeln befahren, so wird diesmal:

$$a = y \cdot \frac{\cos(\alpha + z)}{\cos z} \text{ und mithin}$$

$$a_1 - a_2 = y (\cos \alpha - \cos \alpha') - y \cdot \operatorname{tg} z \cdot (\sin \alpha - \sin \alpha'). \quad (9^*)$$

Der Fehler ist also in zweiter Lage positiv. Hieraus folgt, dass das arithmetische Mittel beider Lagen den fehlerfreien Inhalt liefert.

Will man aber nicht in beiden Lagen arbeiten, so muss man, da eine Verschwenkung des Fahrarmes ohne mechanische Hilfsmittel nicht auszuführen ist, zu einem anderen Mittel greifen. Man wird den Sollwinkel α erreichen durch Herbeiführung einer künstlichen Rollenschiefe; die Justirung ist dann vollendet, wenn sich der Inhalt in beiden Lagen gleich ergibt.

Um zu untersuchen, ob dann der Sollinhalt der Figur herauskommt, sei folgende Betrachtung angestellt. Nach der Justirung ist

$$a = y' \cdot \cos(\alpha + z - z) = y' \cdot \cos \alpha = y \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos z},$$

mithin die Summe der Abwickelungen beim Umfahren der Normalfigur

$$a_1 - a_2 = \frac{y \cdot (\cos \alpha - \cos \alpha')}{\cos z}. \quad (10)$$

Es zeigt sich also, dass der sich ergebende Inhalt mit dem Factor $\frac{1}{\cos z}$, der allerdings der Einheit sehr nahe kommt, multiplicirt erscheint. D. h. es liegt ein constanter Fehler vor, der allerdings in den meisten Fällen unmerkbar sein wird. Eventuell kann er leicht durch Veränderung von r_1 und r_2 eliminirt werden.

Wirken Rollenschiefe und Fahrarmschiefe zusammen, so können zwei Fälle eintreten:

- 1) beide Fehler haben dasselbe Vorzeichen, dann summiren sich ihre Wirkungen;
- 2) sie haben entgegengesetztes Vorzeichen, dann vermindern sie ihre Wirkung gegenseitig und heben sie im Grenzfall auf.

Nach den vorstehenden Entwicklungen ergibt sich sofort, dass man durch Umfahren der Figur in beiden Lagen den Sollinhalt erhält. Ebenso folgt auch, dass, wenn man beide Fehler justirt, indem man den Schenkel r_2 so lange verschwenkt, bis der Inhalt in beiden Lagen gleich ist, nur ein constanter Fehler übrig bleibt, der eventuell durch Veränderung der Schenkellängen beseitigt werden kann.

Scharnierschiefe.

Ist Rollen- und Fahrarmschiefe für eine Einstellung justirt, so müsste das Instrument für jede beliebige andere Einstellung ebenfalls

justirt sein. Ist dies nicht der Fall, so ist ein anderer Instrumentalfehler daran schuld: die Scharnierschiefe.

Es gibt an diesem Instrument drei Scharniere, nämlich P , A und B (die Vorrichtung, durch welche die Rolle mit dem Schlitten verbunden ist). Landmesser Wilski hat in der Zeitschr. f. Vermessungsw. 1892, S. 612—618 bewiesen, dass sich die Scharnierschiefe beim Polarplanimeter als wechselnde Rollenschiefe äussert. Da beim Coordinatenplanimeter ähnliche Bedingungen bestehen, so wird auch hier wechselnde Rollenschiefe das Ergebniss sein.

Landmesser Joh. Hamann hat in seinem kürzlich erschienenen Aufsatz die Scharnierschiefe speciell für vorliegendes Planimeter behandelt und auch eine Methode angegeben, den Werth der Schiefe des Scharniers P numerisch zu finden, allerdings unter der Annahme, dass A und B durch Kugelgelenke ersetzt seien, was mechanisch nicht zu verwirklichen ist. Doch wird gerade die Schiefe des Scharniers P den grössten Einfluss haben, da sie eine wechselnde Schiefe des Scharniers A und mithin auch des Armes r_2 und des Rollenringes herbeiführen wird.

Die Scharnierschiefe gehört zu den unjustrirbaren Instrumentalfehlern.

Ungleiche Länge der Dreiecksschenkel.

Landmesser Hamann gibt in seinem Aufsatz eine Methode an, den Unterschied der Schenkel, welche bekanntlich gleich lang sein sollen, ρ zu bestimmen. Indem hierauf verwiesen wird, erübrigt es hier noch, kurz anzugeben, woraus jener Fehler entsteht.

Bringt man beide Schenkel zur Deckung, so kann der in Fig. 8 dargestellte Fall eintreten, d. h. die Projectionen des Scharniers P und der Mitte des Rollenringes fallen nicht zusammen. In diesem Falle ist $r_1 < r_2$, nämlich $r_2 = r_1 + \xi$. (11)

Würde P unterhalb von B fallen, so würde sich entsprechend ergeben $r_2 = r_1 - \xi$.

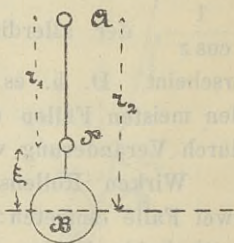
Ob dieser Fehler vorhanden ist, kann leicht erkannt werden; man braucht nur beide Schenkel mit festangezogenen Schrauben vorsichtig im Kreise herumzuführen; zeigt sich ein zuerst wachsender und dann wieder abnehmender Widerstand, so wird man sicher auf Vorhandensein des Fehlers schliessen können.

Modificirt kann der Schenkelunterschied noch werden durch mangelnde Coincedenz der Mitte des Rollenringes und des Rollenauflegepunktes. Bezeichnet man dieses kleine Stück mit ρ_1 , so wird der Gesamtfehler sein:

$$\rho = \xi \pm \rho_1. \quad (12)$$

ρ_1 kann leicht in folgender Weise bestimmt werden: Führt man den Schenkel r_2 allein im Kreise herum, so wird auch der Rollenauflegepunkt

Figur 8.



einen kleinen Kreis um die Mitte des Rollenringes beschreiben, dessen Radius eben ρ_1 ist. Ist Π die Peripherie dieses Kreises, so ist

$$\rho_1 \text{ (in Rollentheilen)} = \frac{\Pi \text{ (in Rollentheilen)}}{2\pi}$$

oder

$$\rho_1 \text{ (in mm)} = \frac{\Pi \text{ (in mm)}}{2\pi} \quad (13)$$

Bei vorliegendem Instrument wurde ρ_1 zu 0,17 mm ermittelt.

Der Schenkelunterschied gehört, wie die Scharnierschiefe, zu den unverbesserlichen Fehlern, da er, wie Joh. Hamann entwickelt hat, annähernd umgekehrt proportional der 3. Potenz von e ist. Unter e ist die veränderliche Entfernung der Rolle von P zu verstehen. Der Einfluss wird also am grössten sein, wenn e sehr klein wird, d. h. wenn das gleichschenklige Dreieck der Grenze 0 nahe kommt. Es wird sich also empfehlen, die Umfahrungen bei möglichst grossem e vorzunehmen, wodurch der schädliche Einfluss zwar nicht ganz aufgehoben, aber doch sehr herabgemindert wird.

Vergleichung mit dem Polarplanimeter und Genauigkeit.

Einen bedeutenden Vortheil vor dem Polarplanimeter hat das Instrument insofern, als die Rolle sich nicht unmittelbar auf dem Papier bewegt, sondern erst durch den Fahrarm angetrieben wird. Es ist klar, dass man dadurch von den schlechten Eigenschaften des Papiers (rauhe Oberfläche, kleine Falten etc.) völlig unabhängig ist. Diesem Vortheil steht aber ein Nachtheil gegenüber, den das Instrument übrigens mit dem Hansen'schen Linearplanimeter theilt. Der Nachtheil ist eine Folge der Bauart, welche zwei Hauptbewegungsrichtungen verlangt, 1) des Schlittens parallel zu PB und 2) des Fahrarms normal zu PB . Während der Fahrstift in diesen beiden Richtungen mit spielender Leichtigkeit bewegt werden kann, wird man beim Befahren anderer Geraden oder gar von krummen Linien stets einen Widerstand finden, der sich äussert in dem Bestreben des Fahrstiftes, wieder in eine der Hauptbewegungsrichtungen überzugehen. Man empfindet dies als eine sehr unangenehme Störung. Ferner darf man den Fahrarm f nicht zu weit herausziehen, weil sonst infolge des ungünstigen Verhältnisses der Hebelarme die Federkraft m nicht genügt, um den Fahrarm in seiner Solllage festzubalanciren. Die Folge würde natürlich fehlerhafte Rollenabwicklung sein. Man kann sich dagegen schützen, wenn man nicht zu langgestreckte Figuren umfährt und diese dem vorderen Rande des Planimeters möglichst nahe bringt.

Eine Unsicherheit der Führung wird auch dann eintreten, wenn man das gleichschenklige Dreieck zu sehr der Grenze 0 oder dem gestreckten Winkel nähert; es empfiehlt sich daher, auch in dieser Richtung nicht zu ausgedehnte Figuren zu umfahren.

Die Genauigkeit schwankt, wie sich aus Beobachtungen ergab, für grössere Figuren von günstiger Gestalt zwischen $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{350}$. Das ist ungefähr dieselbe Genauigkeit, die das Polarplanimeter gewährt. Die Genauigkeit würde viel grösser werden, wenn die schon erwähnte Vorrichtung angewandt würde, dass den beiden in die linke Rille des Fahrarmes eingreifenden Röllchen zwei andere genau gegenübergestellt würden, welche durch kräftige Federbolzen gegen den Fahrarm gepresst würden.

Für kleinere Flächen zeigt das Coordinatenplanimeter in Uebereinstimmung mit dem Polarplanimeter geringere Genauigkeit, nämlich $\frac{1}{180}$ bis $\frac{1}{250}$. Dasselbe gilt für langgestreckte schmale Figuren. Doch wird auch diese geringere Genauigkeit für viele Fälle der Praxis genügen.

Aus alledem geht hervor, dass die Vorzüge des Coordinatenplanimeters nicht gross genug sind, um eine Verdrängung des Polarplanimeters wahrscheinlich zu machen. Doch wird das Instrument gerade durch die äusserst einfache Idee, die seiner Construction zu Grunde liegt, für den Landmesser Interesse haben, um so mehr als es nach dem voluminösen und complicirten Bau des Hansen'schen Planimeters kaum wahrscheinlich war, dass sich das Princip des Linearplanimeters auf so einfache Weise verwirklichen lassen würde.

Berlin, März 1898.

H. Neuendorff,

Kgl. Landmesser, z. Zt. Assistent an der
Landwirthschaftlichen Hochschule.

Schwenter's Geometria practica 1623.

Nachdem in Zeitschr. 1897, S. 135 — 140 und S. 245 — 247 von den Herren Steiff und Hammer über ein altes Lehrbuch der Grundstückaufnahme und Theilung aus dem Jahre 1578 berichtet worden ist, möge auch ein kurzer Bericht über ein bayerisches Werk von 1623 hier eine Stelle finden:

Geometriae practicae novae Tractatus I, darinnen auss rechtem fundament gewisen wird, wie man in der Geometria auff dem Papier und Lande, mit denen darzu gehörigen Instrumenten, als Circel Richtscheid, Winkelhacken etc. zur noht ohne dieselben verfahren und operirn solle. Allen denen so Lateinischer und anderer Sprachen unerfahren, Oder auch gantz keinen anfang; und doch lust zur Geometriae haben, zum besten gestellt durch Bl. Danielem Schwenter Professorem Altorfinum. Nürnberg bey Simon Halbmayern. Links steht Pythagoras mit seinem Dreieck, $3^2 + 4^2 = 5^2$ Inventum centum boum mactatione dignum, und rechts

steht Archimedes, Da possim figere pedem; terram movebo. Endlich unten ein Adler, gloria virtute paratur.

Auch das Bildniss des Verfassers ist beigegeben: M. Daniel Schwenter, Norib: Linguae S. Prof. et Mathem. Cultor. Apud Altorf: Aetatis suae 38 A^o. 1623. Aus der Vorrede mag erwähnt werden, dass Verfasser sich zuerst mit den 5 regulären Körpern nach Euklids Geometrie beschäftigt hat und Euklid zu studiren versucht hat...

„Hierauff ist mir Augustin Hirschvogels weyland Burgers in Nürnberg, Geometria geliehen worden... bis mir unterdess auch Wolff Schmidts von Bamberg Geometria Anno 1539 zu Nürnberg gedruckt unter die Hand kommen... und kan mit Warheit sagen, dass ich auss grund gedachter beeder Wercklein hernach auch Albertum Dürerum, Vitruvium und andere Auctores mit nutz lesen können: Jedoch so habe ich den Euclidem ohne Praeceptorn zu studirn mir nie getrauet, desshalben den firtrefflichen und berühmten Mathematicum M. Joh. Praetorium S. zum Praeceptoribus gebrauchet...

Und diss habe ich alles für die Einfältigen und Anfahenden geschrieben, und desshalben die Subtiliteten, so im Vitruvio, Dürero, Cardano, Tartalea, Ludolpho, Simon, Jacob, Nicolao-Petri, Snellio, Sibrando und anderen zu finden, allhie aussgelassen...“

Diese Citate möchten wohl als Inbegriff der geodätischen Schriftsteller des 16. Jahrhunderts zu gelten haben. Der ganze Tractatus I S. 1—284 bietet nun nur breit vorgetragene Euklidische Geometrie. „Ein punkt ist ein subtiles Düpflein, das keine Grösse hat...“

Tractatus II. Ohne einig Künstlich Geometrisch Instrument, allein mit der Messruhte und etlichen Stäben (welche ein Landmesser dess Absteckens halben nit wol entrahten kan) zur noht, vielerley weite, breite, länge, höhe, und tieffe zu erkundigen. Allerley flechen, als felder, Wisen, Holtzwachs, Teiche, etc. auszumessen, und dann solche wie auch Städte, Vestungen, Schlösser und andere Gebäw in Grund zu legen, und auff's Papier zu bringen, oder die gerissenen Figuren abzutragen, und auff dem Lande abzustecken... 1. Januar 1617.

S. 9. „Wann zweyerley Obrigkeit mit einander etwas messen lassen, dass sich ein Landmesser zuvor bey denen bescheidts erhole und frage, ob er mit einer Ketten, Schnur oder Stangen messen soll, und insonderheit, wann zweyen Mässern ein ding abzumessen anbefohlen, dass sie eynerley art der Messruhte gebrauchen.“

I. „Erstlich gebrauchen etliche Feldmesser zwo Stangen, deren jede eine Ruhte lang und ungefähr anderthalb Zol dick in die vierung oder rundung... Hierzu werden gebraucht zwo Personen, wann mans haben kan... kan man aber nicht zwo Personen haben, kans eine allein jedoch mit mehrer mühe verrichten...“

II. „Man nimbt auch bisweilen nur eine solche stangen... jedoch so muss sie etwas länger seyn... dass man da sich die theil anfahren und enden, eysene oder zur noht hültzene Nägel oder Stäfft durchschlagen könne, mit solchen zeichen in die Erde zu machen...“ (dieses scheint die heute noch in Bayern gebrauchte Dreplatte oder Feldzirkel zu sein).

III. „Ändere haben eine Kette, etlich Ruhten lang, mit starcken grossen eysern gliedern eines schuchs lang oder lenger, welche meins erachtens nit gar bequem...“

IV. „Etliche brauchen eine Ruhte von Traht gemacht...“

V. „Richtiger ist es (wann man ja eine Kette zur Messruhte gebrauchen wollte), wann man sie von Messing lest zurichten...“

Die Messwerkzeuge I, II, III, V, welche hier Schwenter 1617 im Druck in Nürnberg beschreibt, waren 1873, also 256 Jahre später wieder in Nürnberg vereinigt auf der II. Hauptversammlung des Deutschen Geometervereins (Zeitschr. f. Vermessungsw. 1873, S. 344—362) und was schon Schwenter 1617 sagte, dass die Kette „nit gar bequem“ etc. sei, das wurde auch 1873 gefunden. —

Ausser diesen Beschreibungen der Längenmesswerkzeuge bietet aber der ganze 191 Seiten lange Tractatus II kaum etwas heute Beachtenswerthes, unzugängliche Entfernungen durch Proportionalconstructionen u. dergl., eine Kirchthurmhöhe durch den Sonnenschatten messen, Fläche eines Dreiecks, eines Vierecks u. dergl. zu bestimmen, Aufgaben, welche vielmehr an die Schulstube mit Euclids Elementen als an das praktische Feldmessen erinnern. —

Tractatus III. Mensula Praetoriana. Beschreibung dess nutzlichen Geometrischen Tischleins, von dem fürtrefflichen und weitberühmten Mathematico M. Johanne Praetorio S. erfunden. Allen der hochnützlichen Geometriae practicae Liebhabern zu sondern ehren und wolgefallen, umbständig, aussführlich und nohtwendig beschrieben, und zum andren mal durchsehen und gemehret.

„Erstlich lass dir einen Schreiner ein gevierdt Brätlein fein glat abgehobelt zurichten...“

... Znm neunnden ein gemein Bleywäglein, damit man das Instrument dem horizont nach parallel richtet, hat sonderlich seinen nutz im höhemessen...“

So wird in XIX Abschnitten und genauen Zeichnungen der Messtisch beschrieben... „Nun wollen wir in Gotts Namen den nutz dieses Instruments zu beschreiben anfahren... Das Vorwärtseinschneiden u. dgl. wird auf 84 Seiten in aller Breite mit landschaftlichen Zeichnungen beschrieben, aber wenn man glaubt S. 84 in der XII. Aufgab. Ein gantzes Gebiet in Grund zu legen“ mit Plan S. 85 nun ein wirkliches Beispiel aus Schwenters Praxis zu finden, so sieht man sich enttäuscht, denn es ist lediglich ein fingirter Fall mit einer Hauptstadt Schwenta A, Vestung Borphiz B, die zwey Städtlein gross Deyming K und klein Deyming J...“

Auch die ewigen Unzugänglichkeiten, welche bekanntlich in der Praxis gar keine Rolle spielen „weil ich auss diesen Ständen keinen, die zween Weyler unnd den Brunnen, wegen Holzes sehen kann, wie solche in die Mappam zu bringen“ — all dieses macht den Eindruck schulmeisterlicher Breitheit ohne praktische Erfahrung.

Tractatus IV. Darinnen Camilli Ravertae Mediolanensis erfindung, auss einem Standt das Land zu messen, verteutscht; wie auch, was das Messen auss einem Standt sey, und was so wol von diesem, als dem Messen ohne Rechnung zu halten, angedeutet.

Man denke sich einen hochgestellten Messtisch, etwa auf einem Thurme, der in einer horizontalen Ebene errichtet ist. Dann kann man von einem Messtischpunkte m aus jedenfalls entfernte Punkte A, B, \dots anziehen mit Strahlen mA, mB, \dots ; man kann aber auch noch eine Gerade ab auf dem Messtische parallel AB zeichnen in folgender Weise: man rücke eine dem Tisch parallele Gerade, etwa die Oberkante eines hochgestellten Lineals, solange bis man die Oberkante mit der fernen Geraden AB in Deckung sieht; dann giebt die Unterkante des Lineals auf dem Tisch ein perspectivisches Bild zu AB . So kann man offenbar ein ganzes Polygon $ABCD, \dots$ aufnehmen, aber die Entfernung mA wenigstens eines Punktes muss anderwärts, etwa durch Höhenwinkel von bekannter Thurmhöhe aus bestimmt werden. —

Suchen wir die Stellung von Schwenters Geometria practica von 1623 in dem Entwicklungsgang unserer Wissenschaft zu bestimmen, so werden wir den Verfasser kaum als Praktiker, sondern nur als Theoretiker im Sinne der Euklidischen Geometrie gelten lassen können. Was und wie die Landmesser damals gemessen haben, erfahren wir nicht, aber was als theoretische Vorschule des Feldmessers nöthig war in einer Zeit, da Euklids Elemente noch nicht wie heute Gemeingut waren, das lehrte Schwenter. J.

Colonialrath.

Nach dem Deutschen Reichsanzeiger, 202, 16. August 1898, sind für die dreijährige Periode Herbst 1898 bis Herbst 1901 folgende Mitglieder ernannt:

- 1) Johann Albrecht, Regent des Grossherzogthums Mecklenburg-Schwerin und Präsident der Deutschen Colonialgesellschaft.
- 2) Dr. Wilhelm Fürst zu Wied.
- 3) Sholto Douglas, Bergwerksbesitzer, Kamerun.
- 4) A. v. Hansemann, Generalconsul.
- 5) H ernsheim, Jaluit-Gesellschaft, Hamburg.
- 6) Dr. Hespers, Domcapitular, Köln.
- 7) von der Heydt, Banquier.
- 8) Dr. Hindorf, Köln.
- 9) Dr. von Jakobi, Staatssecretär a. D.
- 10) Krätke, Reichspostamts-Director.
- 11) Lukas, Director der Deutsch-Ostafrikanischen Gesellschaft.
- 12) Dr. Mehnert, Director des

landwirthschaftlichen Creditvereins in Sachsen. 13) Michels, Geheimer Commerzienrath, Köln. 14) Dr. Oechelhauser, Geheimer Commerzienrath, Dessau. 15) Freiherr von Oppenheim, Köln. 16) von Palézieux gen. Falconnet, Weimar. 17) Dr. A. Poensgen, Düsseldorf. 18) Dr. Prosch, Rechtsanwalt, Breslau. 19) Dr. Freiherr von Richthofen, Professor an der Universität Berlin. 20) Sachse, Wirkl. Geheimer Rath a. D., Colonialgesellschaft. 21) Scharlach, Rechtsanwalt, Hamburg. 22) Schering, Vice-Admiral a. D. 23) Graf von der Schulenburg-Wolfsburg, Braunschweig. 24) Dr. Schweinfurth, Berlin. 25) Simon, Geh. Regierungsrath. 26) Strandes, Justus, Hamburg. 27) Thormählen, Kaufmann, Hamburg. 28) Freiherr Tucher von Simmelsdorf, Kgl. bayrischer Kämmerer. 29) Dr. Wiegand, Director des Norddeutschen Lloyd, Bremen. 30) Ad. Woermann, Kaufmann, Hamburg.

Personalnachrichten.

Preussen. I. Ernennungen. Katasterlandmesser Haffmanns (Osnabrück) zum Kataster-Controleur in Ottweiler (Trier) zum 1. September d. J. An Stelle des Katasterlandmessers Niedling Katasterlandmesser Raasch (Stettin) zum Kataster-Controleur in Mohrungen (Königsberg) zum 1. October d. J. Katasterlandmesser Otto (Hannover) zum Kataster-Controleur in Kirchhain (Cassel) zum 1. October d. J.

II. In dauernde Hülfсарbeiterstelle berufen: Katasterlandmesser Kell von Stettin nach Osnabrück zum 1. September d. J. Katasterlandmesser Wortmann in Düsseldorf zum 1. September d. J. Katasterlandmesser Eiffler von Trier nach Köln zum 1. September d. J. Katasterlandmesser Wimmer von Hildesheim nach Hannover zum 1. September d. J. Katasterlandmesser Nordmeyer in Hannover zum 1. October d. J. Der in dauernder Hülfсарbeiterstelle befindliche Katasterlandmesser Sauer in Liegnitz scheidet zum 1. October d. J. aus der Katasterverwaltung aus. Als Katasterlandmesser vereidigt wurde der Landmesser Thomas aus Trier bei der Königlichen Regierung zu Lüneburg.

Me.

Neue Schriften über Vermessungswesen.

Elementi geodetici dei Punti contenuti nei Fogli 13 e 14 della Carta d'Italia, compresi fra $46^{\circ} 20'$ e $46^{\circ} 40'$ di Latitudine e 0° e $+10^{\circ}$ di Longitudine di Roma, Monte Mario (Istituto Geografico militare). Firenze 1897. 4. 14 e 68 pg. c. 2 tavole.

Inhalt.

Grössere Mittheilungen: Ueber ein neues Coordinatenplanimeter aus der Werkstatt des Mechanikers Ch. Hamann in Friedenau-Berlin, von Neuendorff. — Schwenter's Geometria practica 1623, von Jordan. — Colonialrath, — Personalnachrichten. — Neue Schriften über Vermessungswesen.