

Zeitschrift:	Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Konkordatsgeometer [ev. = Journal de la Société suisse des géomètres concordataires]
Herausgeber:	Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer = Association suisse des géomètres concordataires
Band:	3 (1905)
Heft:	10
Artikel:	Praktische Anwendung der Rechenmaschine "Brunsviga" und der natürlichen trig. Zahlen zur Berechnung der Polygon- und Kleinpunkte, Azimuthe, Flächen und Höhen [Fortsetzung]
Autor:	Reich, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-178687

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zeitschrift des Vereins Schweizer. Konkordatsgeometer Organ zur Hebung und Förderung des Vermessungs- und Katasterwesens

Jährlich 12 Nummern. Jahresabonnement Fr. 4.—

Unentgeltlich für die Mitglieder.

Redaktion:
J. Stambach, Winterthur.

Expedition:
Geschwister Ziegler, Winterthur

**Praktische Anwendung
der Rechenmaschine „Brunsviga“ und der natürlichen
trig. Zahlen zur Berechnung der Polygon- und Kleinpunkte,
Azimuthe, Flächen und Höhen.**

Von E. Reich, Konkordatsgeometer am Katasterbureau Basel.

(Fortsetzung.)

1. Berechnung der Koordinaten der Polygonpunkte.

Der Gang der Rechnung mit der Maschine, auf Beispiel Fig. 2 angewendet, ist folgender: Die gegebene Ordinate $y = -11935,072$ wird bei h von links nach rechts mit Hilfe der Einstellhebel eingestellt und nachdem der Schlitten entsprechend nach rechts verschoben ist, durch eine Kurbeldrehung im Sinne des Uhrzeigers (vorwärts) auf die rechte Seite des Schlittens gebracht. Die erschienene Zahl 1 auf der linken Seite des Schlittens wird ausgelöscht und bei h von rechts nach links Sinus $z = -0,40061$ eingestellt und zwar so, daß die Komma übereinander stehen. Die übrig bleibenden Zahlen, noch von y herrührend (11935), werden auf Null zurückgedrängt. Man kann diese Manipulation Vorbereitung nennen, denn für die Höhen- und Kleinpunktberechnungen bleibt sie gleich. Hierauf multipliziert man Sinus $z = -0,40061$ mit der Distanz 17,245 m (Produkt entspricht

Berechnung der Koordinaten der Polygonpunkte.

Winkelheit	Benennung der Punkte	Polygon- Winkel			Azimuthe z			Seiten	Natürliche Zahlen der trig. Funktionen			Ordinaten		Abscissen		Coordinaten- berechnung
		g.	c.	cc	g.	c.	cc		Meter	sin. z..	cos. z..	y	x	pag.		
pag.												±		±		
	16								737592							
	16"	10000000			3737592	17245	040061091624					-11935072	-68126504	43		
	44'	20000000			3737592	134965	040061091624					-11941981	-68110703			
64	44 ²	2986419			724004	13400	090748042008					-11949079	81	-68094468		
	44 ³	20000000			724004	27560	090748042008					-11936919	22	-68088839	3	
	44 ⁴	20000000			724004	45865	090748042008					-11924069	73	-68082896	82	
	44 ⁵	2995574			1719578	6675042638090454						-11907458	63	-68075201	191	
	72 ³	10000000			719578	170000290454042638						-11904612	7	-68081239	28	
	72 ⁴	10000000			719578	3435042638090454						-11889234	40	-68073990	77	
	72 ⁵	30000000			719578	9495090454042638						-11890699	705	-68070883	69	
	30 ⁵	10000000			3719578	117475291						-11882117	-68066819	19		
					3719578							11882110	-68066834			
	30											Dif. 007	-	Dif. 015		

Fig. 2.

— Δy), indem in additivem Sinne (vorwärts) gedreht wird, weil — Δy im vierten Quadrant liegt. Auf dem Schlitten rechts erscheint die Ordinate für $44' = -11941,981\dots$ und auf der linken Seite des Schlittens die weiße Zahl der Seite 17,245. Der berechnete Punkt $44'$ liegt in der Geraden $16^{14}-44^2$, die Funktion bleibt, weil fortlaufend gemessen wurde, unverändert und wir haben nur die Zahl links im Schlitten durch vor- und rückwärtsdrehen auf 34,965 zu ergänzen und erhalten die Ordinate von $43^2 y = -11949,079$. Hier bricht der Zug, dreht seinen Strahl vom 4. in den 1. Quadrant (++) . Die Zahl der Seite 34,965 wird links auf dem Schlitten gelöscht, bei h stellt man Sinus $z = +0,90748$ ein und multipliziert rückwärtsdrehend, also in

subtrahierendem Sinne, mit der Seite 13,400. Das Produkt ($+ 0,90748 \times 13,400$) wird ohne weitere Vorkehrung von der auf dem Schlitten rechts stehen gebliebenen Ordinate ($- 11949,079$) subtrahiert, es kommt die Ordinate y für $44^3 = - 11936,919$ rechts zum Vorschein. Hierauf wird durch rückwärts- und vorwärtsdrehen auf 27,560 ergänzt und wir erhalten wiederum eine Ordinate, $44^4 y = - 11924,069$ usf. Endlich bei Punkt 30⁵ angelangt, erhalten wir die Ordinate $y = - 11882,110$ statt $- 11882,117$, somit eine Differenz von 7 mm, welche den Seiten proportional verteilt wird. Die Berechnung der Abszissen x erfolgt in ganz derselben Weise.

So kompliziert der beschriebene Rechnungsgang erscheinen mag, umso leichter und bequemer ist er bei einiger Übung auszuführen und es würde gewiß keinem gewandten Maschinenrechner mehr einfallen die Polygon-Koordinaten nach irgend einer andern Methode zu berechnen.

Die natürlichen trig. Funktionen Sinus und Cosinus entnehmen wir dem Opus palatinum von Dr. W. Jordan. Die sehr gute Tafel gibt leider nur die natürlichen Zahlen von Sinus und Cosinus in neuer und alter Teilung nebeneinanderstehend an, erstere von 30" zu 30", letztere von 10" zu 10". Hätte Dr. Jordan die natürlichen Zahlen von tang. und cotg. beigelegt, statt der sin. u. cos. der alten Teilung, so wäre seine Tafel für alle möglichen Zwecke brauchbar geworden.

2. Höhenberechnung.

Das Formular für Höhenberechnung wird um zwei Kolonnen vereinfacht, da auch hier die Differenzen $\pm d \cdot tg \alpha$ nicht mehr herausgeschrieben werden. Die Produkte $d \cdot tg \alpha$ müssen von der jeweils gerechneten Ausgangshöhe, je nach dem $\alpha \pm$ ist, aufeinanderfolgend addiert oder subtrahiert werden. Der Gang der Rechnung ist der gleiche wie beim vorigen Beispiel. Für Sig. 27 erhalten wir am Schluß $h = 568,82$ statt 568,89, also eine Differenz von 0,07 m, welche wiederum proportional den fortlaufend addierten Differenzen verteilt wird.

3. Flächenberechnung aus Koordinaten.

Die Vereinfachung, die die Flächenberechnung aus Koordinaten mittels der Rechenmaschine erfährt, ist auf den ersten Blick

Höhenberechnung.

Benennung der Punkte	Zeichen	Vertikal-Winkel	Horizontal- Distanz.	Natürliche trig.Zahlen	Tg. α	Höhen über dem Meer in Meter.		
							Grad	Min.
A 29	+	11 20	18 77 01	17776	563	53		
655	+	4 76	53 43 00	7491	577	71		
656	+	3 45 11	58 00 5424	581	71			
657	0 48	73 99 00	0754	575	55			
658	1 57	102 78 00	2466	575	00			
659	1 88	97 68 00 0954	577	54				
660	0 66	102 84 00 01036	580	42				
661	7 30	99 19 01 1517	581	49				
662	2 20	165 37 00 3457	570	87				
663	1 35 201	12 00 0190	565	14				
664	5 23 212	66 00 08933	560	88				
665	6 15 98	79 00 9690	578	39				
A 27			13 97 99				568	89
							568	88
							Dif. 0	07

Fig. 3.

ersichtlich. Das Herausschreiben der einzelnen Multiplikationen ist absolut überflüssig und das geistötende Addieren der mehrstelligen Zahlen fällt ganz außer Betracht. Ferner ließ ich aus Erfahrung die Differenzen der x weg, da eine aufmerksame Berechnung genügt, vorausgesetzt, daß die Differenzen der y richtig gebildet und in bekannter Weise, Summe gleich Null, kontrolliert wurden.

Die Vorteile der Flächenberechnung aus Koordinaten wenden wir sehr nutzbringend bei der Parzellaberechnung an. Die Koordinaten der Grenzpunkte greifen wir zweimal unabhängig von einander mit Hülfe eines extra hiezu konstruierten Winkels (längere Kathete mit Teilung versehen) und einem Lineal vom Plane ab. Die Erfahrungen, die wir mit dieser Berechnungs methode machten, sind geradezu überraschend, und es mag interessant sein zu erfahren, daß wir die Unsicherheit von 1—2 m² pro Hektare nie überschreiten und demgemäß

den weitgehendsten ökonomischen Anforderungen genügen können.

Es sei noch beigelegt, daß die neuen Basler Stadtpläne auf 2 mm dicken Aluminiumplatten aufgeleimt sind und zwar beidseitig mit Schöllerhammerpapier. Das lästige Ziehen ist dadurch vollständig ausgeschlossen. Die Anwendung dieser Platten steht einzig da und wir können konstatieren, daß dieselben absolut zuverlässig sind und ein Abspringen des Papiers nach unseren mehrjährigen Erfahrungen nicht zu befürchten ist. Die treffliche Eigenschaft, daß das Planpapier unveränderlich bleibt, hat uns dann zu einem vollkommeneren Ausbau der Plankonstruktion geführt. Früher verwendeten wir durchwegs den kleinen Koor-

dinatographen zum Auftragen des Details, aber die Erfahrung hat gelehrt, daß diese Maschinen bei Linien, die länger als sie selber sind, ganz unbefriedigende Resultate liefern, trotz aller Justierung der selben auf die Anlagepunkte. (Planmaßstab 1 : 200.)

Diesem Nachteil sind wir mit Erfolg begegnet, indem wir die Koordinaten der nötigen Kleinpunkte rechnen und diese samt den Koordinaten der Polygonpunkte mit dem großen Koordinatographen auftragen mit einem mittleren Fehler von nur 1,5 cm Naturgröße. Die Berechnung dieser Kleinpunkte beschränkt sich auf die angewinkelten Fassadenpunkte, deren wir öfters 60–80 und noch mehr auf einer Aufnahmslinie haben. Es hat sich nun in sehr unliebsamer Weise gezeigt, daß die Berechnungsart auch dem angewendeten Formular Fig. 5 für unsere Verhältnisse unempfindlich und sehr umständlich wurde, so daß wir bald wieder zu unseren kleinen Koordinatographen zurückgegriffen hätten, wenn ich nicht den in Fig. 6 und 7 dargestellten Rechnungsgang entdeckt hätte.

Berechnung des Flächeninhaltes

No. der Punkte.	Ordinaten.			Abscissen.		
	(y)	Differenz	(x)		Differenz	
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
P. 184	1100000		6700000			
... 180	24006		69013			
... 200	16958	8617	84273			
... 193	15805	1086	63626			
... 195	15074	4538	66962			
... 189	10851	12218	70066			
... 188	28558	5747	76520			
... 187	5104	+ 6850	80783			
... 187'	9706	+ 5233	87712			
... 187	10237	+ 4770	88328			
... 186	14902	+ 7970	82798			
... 185	16907	+ 1432	78592			
... 185 ²	16914	+ 3666	77616			
... 185 ³	21979	+ 5086	72607			
... 184	26006	- 5015	69013			
... 150	16958		60973			
			000			
			869467,9168			
			+ 30936,718			
			87279,0440			
			F = 2'56'39'5			

Fig. 4.

4. Berechnung der Koordinaten und Kleinpunkte,

Das in das Formular Fig. 5 eingesetzte Rechnungsbeispiel kann mit dem Rechenschieber wie mit der Maschine durchgeführt werden, nur ist diese Rechnungsart für letzteres Instrument unpraktisch.

Berechnung der Coordinaten der Kleinpunkte.

x	Δx	y	Δy	Δy	Δx	Δy	y	Δx	Δy	Δx	x	Bemerkungen.
Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	Meter
$P_{44^2} - P_{44^5}$												
0.00		0.00		0.00			194908		0.00			0.00
+ 21.99	+ 666	+ 666	+ 260	+ 1956	+ 22.95		192633	+ 924	+ 604	+ 320		8075196 P _{44^2}
+ 701	+ 1231	+ 1231	+ 517	+ 636	+ 119		192514	+ 239	- 1117	+ 1811		8075126 Stein + 30°-44'
+ 565							192433	+ 0.31	- 0.01	+ 0.38		807515
+ 0.89		0.01	0.00	0.01	0.01		192444	+ 0.00	0.24	+ 0.04		8075171
+ 566							192444	+ 0.65	0.01	+ 0.06		807513
0.00	+ 0.26	+ 0.11	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.11		192444	+ 1.11	0.06	+ 0.17		8075110
+ 592							192444	+ 1.85	0.27	+ 1.82		807512
+ 1.55		0.01	0.00	0.01	1.61		191741	+ 0.00	0.85	+ 0.84		807507
+ 593							191741	+ 0.00	0.00	+ 0.00		807507
+ 2.65		3.37	1.42	2.00	0.98		191562	+ 3.60	+ 1.32	+ 2.17		807506 Stein
+ 930							191562	+ 1.996	+ 0.667	+ 0.667		807519 P _{44^5} Mst
+ 3.65			+ 3.60	+ 1.51	+ 3.13	+ 0.08	191741	+ 1.996	+ 0.667	+ 0.667		807512 Bolzen
+ 570				+ 0.01	+ 1.78	+ 0.61	191741	+ 0.00	0.85	+ 0.84		807512
+ 0.01	+ 4.24	+ 4.24	+ 1.78	+ 0.61	+ 1.29		191562	+ 0.00	0.00	+ 0.00		807506 Stein
+ 1.86							191562	+ 0.00	0.00	+ 0.00		807506 Stein
+ 832			+ 1.86	+ 0.61	+ 1.55	+ 0.16	190746	+ 3.60	+ 1.32	+ 2.17		807519 P _{44^5} Mst
(+ 587)		0.00	+ 1.596	+ 0.70	+ 0.62	+ 0.02	190746	+ 1.996	+ 0.667	+ 0.667		807519 P _{44^5} Mst
(+ 587)			+ 1.596	+ 0.70	+ 0.62	+ 0.02	190746	+ 0.00	0.00	+ 0.00		807519 P _{44^5} Mst
			0.00	0.00	0.00		190746	+ 1.62	+ 1.62	+ 1.62		807519 P _{44^5} Mst

Fig. 5.

5. Berechnung der Koordinaten der Kleinpunkte. (Mittels der Maschine.)

Berechnung der Coordinaten der Kleinpunkte.

x	Δx	y	Δy	Y	$\Delta y = \frac{y_2 - y_1}{\Delta x + \Delta y}$	X	$\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{\Delta y - \Delta y}$	Bemerkungen.	x	Δx	y	Δy	Y	$\Delta y = \frac{y_2 - y_1}{\Delta x + \Delta y}$	X	$\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{\Delta y - \Delta y}$	Bemerkungen
Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	Meter		Meter	+ Meter		Meter	+ Meter	+ Meter	+ Meter	Meter		Meter	+ Meter	
$P_{44^2} - P_{44^5}$																	
0.00		0.00		194908	8075196 P _{44^2}												
+ 21.99	+ 666	+ 666	+ 260	192633	8075126 Stein + 30°-44'												
+ 701	+ 1231	+ 1231	+ 517	192514	807515												
+ 565				192433	8075171												
+ 0.89		0.01		192444	807513												
+ 566				192444	8075110												
+ 0.00	+ 0.26	+ 0.11	+ 0.00	192444	807512												
+ 592				192444	807507												
+ 1.55		0.01		192304	807507												
+ 593				192304	807507												
+ 2.65		3.37		192205	807510												
+ 930				192205	807510												
+ 3.65			+ 3.60	191781	807512 Bolzen												
+ 570				191781	807512 Bolzen												
+ 0.01	+ 4.24	+ 4.24	+ 1.78	191562	807506 Stein												
+ 1.86				191562	807506 Stein												
+ 832			+ 1.86	190746	807519 P _{44^5} Mst												
(+ 587)		0.00	+ 1.596	190746	807519 P _{44^5} Mst												
(+ 587)			+ 1.596	190746	807519 P _{44^5} Mst												
			0.00	190746	807519 P _{44^5} Mst												

Fig. 6.

**Graphische Darstellung des Rechnungsganges
für Formular Fig. 6.**

Im Prinzip ist die Rechnung eigentlich nichts anderes, als die Berechnung eines mit rechten Winkeln gebrochenen Polygonzuges. Um den Beweis für die Richtigkeit des Berechnungsprinzipes allgemein verständlich zu erbringen, werde ich das Verfahren, auf unser Beispiel Fig. 6 angewendet, beschreiben.

Gegeben seien die Koordinaten der Punkte

$$P44^2 \quad y = -11949,08; \quad x = -68094,46,$$

$$P44^5 \quad y = -11907,46; \quad x = -68075,19.$$

Auf der Aufnahmslinie $P44^2, P44^5$, sind fortlaufend gemessen die Abszissen x und die zugehörigen Ordinaten $\pm y$. Gesucht die Koordinaten der angewinkelten Punkte, in der Regel Kleinpunkte genannt. Die Abszissenlinie x ist immer positiv, die Ordinaten rechts der Linie ebenfalls positiv und die links der Linie negativ. Hierauf wäre die aus den Koordinaten resultierende Distanz $P, P_2 = S$ zu bestimmen. Eine einfache Lösung ist folgende: Angenommen, es sei die Polygonseite aus den Koordinaten gerechnet gleich S und die direkt gemessene gleich $[x]$, die Differenzen beider gleich d , so folgt:

$$\begin{aligned} d &= S - [x] \\ S &= [x] + d \end{aligned}$$

und da das zweite Glied des Binoms gegenüber dem ersten sehr klein

$$S^2 = [x]^2 + 2d[x]$$

woraus folgt:

$$d = \frac{1}{2} \left(\frac{S^2}{[x]} - [x] \right)$$

Wir haben diese Formel deshalb abgeleitet, weil die Bildung von

$$S = \sqrt{y^2 + d^2}$$

der Rechenmaschine nicht so leicht zugänglich ist.

$\frac{S^2}{[x]}$ kann mit der Rechenmaschine rasch gerechnet werden und mit wenig Kopfarbeit ist die Differenz $\pm d$ gerechnet. Die stets kleine Differenz wird proportional auf die Zwischenablesungen der Polygonseite verteilt. Die korrigierte Länge $[x]$ entspricht der Distanz, wie aus den Koordinaten gerechnet.

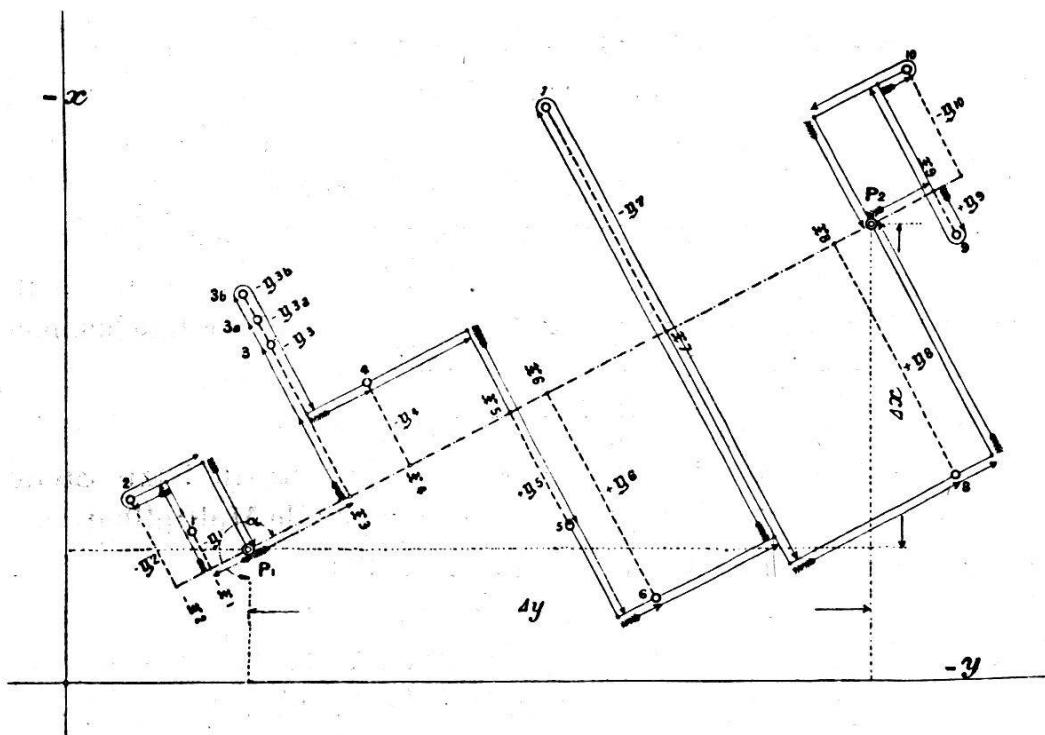


Fig. 7.

Die trigonometrischen Funktionen Sinus φ und Cosinus ψ des Azimuthes der Aufnahmslinie erhalten wir, wenn wir $\frac{\Delta y}{d} = \sin \varphi$ und $\frac{\Delta x}{d} = \cos \varphi$ bilden. Der Quotient kann mit der Maschine auf genügend viele Stellen gerechnet werden. Sind noch die Differenzen der gemessenen Abszissen und Ordinaten ausgeführt, so kann mit der eigentlichen Koordinatenrechnung der Kleinpunkte begonnen werden. Bis hieher sind die Vorarbeiten für Formular Fig. 5 wie für Formular Fig. 6 ganz dieselben. Während nun nach Formular Fig. 5 alle Multiplikationen und Additionen $\varphi \cdot \Delta y + \varphi \Delta x = \Delta y$, $\varphi \cdot \Delta x - \varphi \cdot \Delta y = \Delta x$ herausgeschrieben, nachher zur Probe addiert bzw. subtrahiert und eventuelle Auf- oder Abrundungsfehler verteilt werden müssen, so fällt nach Formular Fig. 6 alle diese unnütze Arbeit fort. Der Rechnungsgang nimmt einen ganz ähnlichen Verlauf wie bei der Polygonzugrechnung.

Die Pfeile in Fig. 7 zeigen deutlich an, wo die Funktionen Sinus φ und Cosinus ψ für ein allgemeines Beispiel gewechselt werden müssen. Nach acht Zick-Zacksprüngen gelangen wir auf die Endordinate $P44^5 y = -11907,46$. Diese letztere Zahl muss ganz genau stimmen, ist es nicht der Fall, so ist ein Fehler passiert.

Wie die y so werden auch die x gerechnet, einzig mit dem Unterschied, dass die Funktionen wechseln und in der Formel $x = x_0 + (\phi \cdot \Delta x - \varphi \cdot \Delta y)$ letzteres Produkt stets mit umgekehrtem Vorzeichen in die Rechnung einzuführen ist. Sollte eine falsche Operation vorgekommen sein, so tut man gut alle Zahlen zu löschen. Es wäre nun, um den Fehler zu entdecken, unpraktisch, den Rechnungsgang so zu verfolgen, wie er beschrieben wurde. Zur Kontrolle rechnen wir direkt den vorhergehenden Punkt, von wo an der Fehler vermutlich beginnt, als Schnitt. Die erhaltene Ordinate bzw. Abzisse muss bis auf die letzte Stelle genau stimmen, weil die Rechenmaschine immer alle Multiplikationswerte pflichtgetreu nachschleppt, ohne dem Rechner irgend welche besondere Mühe zu bereiten.

Nach dieser Berechnungsmethode sind ungerechte Differenzenverteilungen ausgeschlossen, ebenso gibt es keine direkten Additionen oder Subtraktionen mehr. Das aufgestellte Formular Fig. 6 nimmt nur die Hälfte Platz des früheren Formulars Fig. 5 ein und erhebt daher Anspruch auf 100 % Papierersparnis, welch letzterer Vorteil ebenso viel % dickleibige Berechnungsbücher entbehrlich macht. Was die Leistungen anbetrifft, so haben sich dieselben gegenüber dem früheren Verfahren Fig. 5 vervielfacht und es kann ein geübter Maschinenrechner in 8 stündigem Arbeitstag die Koordinaten von 250—300 Kleinpunkten rechnen.

Diese bis jetzt vereinzelt dastehende praktische Bestimmung der Koordinaten der Kleinpunkte hat gewiß eine Zukunft, da der Rechnungsgang und die aufzuwendende Arbeit zu einem Minimum gemacht und die Resultate zuverlässig sind. Die Vermarkung der Eigentumsgrenzen und eine entsprechende Aufnahmемethode könnten noch viel dazu beitragen helfen, die ganze Operation noch einfacher zu gestalten.

6. Berechnung der Azimuthe und Distanzen aus rechtwinkligen Koordinaten.

Dankbare Anwendung findet die Rechenmaschine auch auf dem Gebiete der Azimuth und Distanzberechnungen, vorausgesetzt, daß dem Rechner eine trig. Tafel mit den natürlichen Funktionen von Tangente und Cotangente zur Verfügung steht. Obiges Formular lehnt sich dem preußischen Formular an und ist ohne das Zahlenbeispiel aus der Anleitung von Herrn Prof. Dr. Koll für

Berechnung der Azimuthe & Distanzen aus den rechtwinkligen Koordinaten

P_b	P_a	Die Koordinaten sind entnommen	y_b	y_a	$\Delta y \cdot y_b - y_a$	$\Delta x + \Delta y$	r_{ab}^b			
			x_b	x_a	$\Delta x \cdot x_b - x_a$	$\Delta x - \Delta y$	$50^\circ + r_{ab}^b$			
			$s^2 - \Delta y^2 + \Delta x^2$	s	$\operatorname{tg} r_{ab}^b$	$\operatorname{tg} 50^\circ + r_{ab}^b$		o	i	n
ΔII	41	13992581	6768552	+ 55329	+ 162846	1302563				
ΔI	40	14100098	6823881	+ 107517	+ 52188	802563				
$N^o 1$		146212035	120918	05146069	31203725					
ΔIII	43	14099436	6786286	+ 37595	+ 38257	988711				
ΔI	40	-14100098	-6823881	+ 662	- 36933	1488711				
$N^o 2$		14138222	37601	567900302	10358486					

Fig. 8.

Maschinenrechnen entnommen. Der Kontrollrechnung des Azimuthe ist im Formular auch ein berechtigter Platz eingeräumt. Der Kopf des Formulars ist übersichtlich gehalten und gibt genügenden Aufschluß über das sukzessive Vorgehen beim Rechnen.

Die Division $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ bzw. $\frac{\Delta x}{\Delta y}$ kann man auf sieben oder noch mehr Stellen, wenn es nötig ist, ausführen. Das Dividieren mit der Rechenmaschine gestaltet sich nur um wenig komplizierter als das Multiplizieren und wird jedermann ohne weitere Anleitung zugänglich sein. Der Quotient $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ der stets auf der linken Seite

des Schlittens in roten Zahlen erscheint, entspricht dem natürlichen Wert der Tangente, zu welchem man in der trig. Tafel den zugehörigen Winkel aufschlagen kann. Die Berechnung der Seite S mit der Rechenmaschine wird im kommenden Kapitel allgemein beschrieben und begründet.

Radizierung.

Um die Quadratwurzel mit der Rechenmaschine vorteilhaft ausziehen zu können, bedienen wir uns eines besonderen, von Prof. Dr. Töpler ersonnenen Verfahrens. Es ist auf bekannte Eigen-

schaften der arithmetischen Reihe begründet, indem es von der Tatsache ausgeht, daß die Quadrate der Zahlen, von 0 beginnend, eine Zunahme gleich den ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. s. w. zeigen ($S = \left(\frac{a+z}{2}\right)^2$). Subtrahiert man also diese ungeraden Zahlen nach einander von der zu reduzierenden Zahl (dem Radikanden), so ergibt die Anzahl der Subtraktionen die gesuchte Wurzel.

Die für die nachstehenden Beispiele gewählten abkürzenden Bezeichnungen bedeuten:

E = Einstellung der Zahlen bei H mittels der Hebel.

$1 K+$ = Einmalige Kurbelumdrehung in der Additionsrichtung.

$1 K-$ = Einmalige Kurbelumdrehung in der Subtraktionsrichtung.

$1 V \rightarrow$ resp. $1 V \leftarrow$ = Verschiebung des Schlittens um eine Stelle in der Pfeilrichtung.

$$\sqrt{1156} = ?$$

Lösung: $E\ 1156$ Da die Stellenzahl der Wurzel nicht feststeht, verschiebe man den Schlitten ganz nach rechts.

$$1 K+ = 1156$$

Bei allen diesen Aufgaben teile man nach dieser ersten Kurbelumdrehung den im Schlitten erschienenen Radikanden von der Einerstelle aus nach links zu 2 und 2 Stellen ab. Besteht der letzte Zahlenabschnitt aus einer Zahl, so erfolgt die hierunter verdecklichte Einstellung der Minuenden stets über dieser Zahl, besteht er aus zwei Zahlen, so bestimmt die zweite den Ort der Einstellung, wie bei der vorstehenden Aufgabe. Links die erschienene Zahl 1 löschen.

$$\text{Zahl der Kurbelumdrehungen} = 3 \left\{ \begin{array}{l} E \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 1 \\ \quad \quad 1 K- = \quad \quad 10|56 \\ E \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 3 \\ \quad \quad 1 K_2- = \quad \quad 7|56 \\ E \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad 5 \\ \quad \quad 1 K_3- = \quad \quad 2|56 \end{array} \right.$$

Es hätte jetzt die Einstellung einer 7 zu erfolgen, da 7 aber nicht von 2 subtrahierbar ist, ist der erste Teil der Rechnung beendet. Die Anzahl der bisher ausgeführten Kurbelumdrehungen gibt die erste Ziffer der gesuchten Wurzel an. Das Resultat erscheint im linken Teile des Schlittens. Die erste Stelle der Wurzel

(in diesem Falle 3) wird nun verdoppelt und die so ermittelte Zahl 6 wird an Stelle der zuletzt eingestellten Zahl 5 eingestellt; außerdem wird rechts neben der 6 eine 1 eingestellt. Nach Verschiebung des Schlittens um eine Stelle ($\leftarrow \blacktriangleleft$) sind jetzt in ähnlicher Weise wie vorher die Zahlen 61, 63, 65 und so weiter so lange zu subtrahieren, bis eine weitere Subtraktion nicht mehr ausführbar ist. Dies tritt nach der vierten Kurbelumdrehung ein. Die Rechnung geht ohne Rest auf; die gesuchte Wurzel ist demnach = 34. Aus der Fortsetzung des oben begonnenen Schemas ist deutlich zu erkennen, wie dieser Vorgang sich auf der Maschine vollzieht.

Erste Stelle der Wurzel = 3. Verdoppelt und 1 angehängt = 61

$$\text{Zahl der Kurbelumdrehungen} = 4 \quad \begin{cases} E \dots \dots \dots 61 \\ 1V \leftarrow \blacktriangleleft 1 K_1 - = 1|95 \\ E \dots \dots \dots 63 \\ \quad 1 K_2 - = 1|32 \\ E \dots \dots \dots 65 \\ \quad 1 K_3 - = -|67 \\ E \dots \dots \dots 67 \\ \quad 1 K_4 - = -|- \end{cases}$$

Resultat: 34.

Das Verfahren ist ausserordentlich einfach und führt sehr schnell zum Ziele. Es ist sowohl der Radizierung mittels Logarithmen, als namentlich dem gewöhnlichen Verfahren der Wurzelausziehung weit überlegen.

Eine Kontrolle der Resultate inbezug auf ihre Richtigkeit lässt sich leicht und schnell bewerkstelligen, indem sie mit sich selbst multipliziert werden. Man muß dann natürlich den Radikanden als Multiplikationsergebnis erhalten.

Berechnung der Dreieckseiten.

Der Rechnungsgang ist identisch mit dem der log. Rechnung, einzig mit dem Unterschied, daß man statt der Log. der Seiten, die Seiten direkt erhält, die man bei der Berechnung der Koordinaten benutzen kann. Es ist einerlei, ob man die Koordinaten nach der Schnitt- oder Polygonmethode rechnet, wenn die Maschine verwendet wird. Die mit der Maschine direkt gerechneten Seiten bieten uns eine gewisse Ruhe und Kontrolle bezüglich der Über-

einstimmung der mehrfach bestimmten Seiten. Die Differenzen der Seiten werden nach bekanntem Verfahren der eidgenössischen Forstinstruktion ausgeglichen.

N° des Dreiecks	Name.	Beob. Winkel.			Corr.	Sinus.			Seiten in Meter.		
		°	'	"		°	'	"	°	'	"
217	Rosenberg Egg	4	8	6	9	8	2	6	8	4	1
	Burgfelden	8	4	3	7	9	7	5	9	9	0
	Schützenmatte	6	6	9	9	1	5	4	1	6	9
						9	5	5	0	0	0
218	Burgfelden	1	0	6	8	8	7	3	3	7	9
	Tüllingen II	1	6	9	4	6	8	8	7	4	9
	Schützenmatte	7	6	1	6	3	9	5	4	5	7
						8	1	6	0	0	0

Fig. 9.

Das Vorgehen ergibt sich nach unserer Figur und dem bisherigen leicht, wenn wir noch beifügen, daß in der Sinuskolonne die natürlichen Werte, unterhalb dem Strich der Quotient aus Ausgangsseite und Sinus des Gegenwinkels stehen.

Das Rückwärtseinschneiden.

Das Rückwärtseinschneiden nach Potenoth erfordert nach der log. Rechnung sehr viel Tafelaufschlagungen und aus dem Grunde habe ich versucht, die Rechenmaschine zu Hilfe zu ziehen. Der Erfolg war überraschend, man erspart ein Drittel bis zur Hälfte Zeit gegenüber der log. Rechnung und zudem ist die Maschinenrechnung sicherer. Um die Lösung der Aufgabe der Rechenmaschine anzupassen, gehen wir aus von der nicht log. Formel:

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \left(\frac{b \sin \alpha - a \sin \beta}{b \sin \alpha + a \sin \beta} \right) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2}$$

Der Ausdruck in der Klammer ist sehr geeignet für das Maschinenrechnen und gestattet uns in kurzer Zeit den Quotienten zu erhalten. $\operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2}$ entnehmen wir einer Tafel der natürlichen Tangentenwerte, ebenso den $\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2}$ entsprechenden Winkel

$$\frac{\varphi - \psi}{2}$$

Das übrige ergibt sich nach der Dreieck- und Koordinatenrechnung.

Schlussbetrachtung.

In engen Umrissen habe ich hier den mittels der Rechenmaschine „Brunsviga“ einzuschlagenden Weg für die meist in Anwendung kommenden Rechnungen des Geometers angegeben und komme zu folgender, auf Erfahrung gestützter Schlußbetrachtung:

Die Rechenmaschine würde nur von ideeller Bedeutung sein, wenn ihre Leistungen qualitativ und quantitativ denen eines geübten und befähigten Rechners nicht überlegen wären. Sie vollbringt jedoch ein Vielfaches der Arbeit, die ein noch so geübter Rechner in der gleichen Zeit ohne ihre Hilfe zu leisten vermag, und ist wegen der Anpassung an die in unserem Berufe vor kommenden Rechnungsarten von universeller Bedeutung.

Obige Aufgaben erbringen den deutlichen Nachweis, daß die Rechenmaschine in Bezug auf die Genauigkeit ihrer Zahlenangaben allen Anforderungen gewachsen ist und daß sie im Verein mit den vorhandenen Hilfstafeln zu einer schnellen und sicheren Lösung aller rechnerischen Aufgaben des Geometers berufen ist.

Basel, im April 1905.

† Oberstleutnant Otto Ernst Arni.

Mit schmerzlichem Bedauern werden wohl alle unsere Leser vernehmen, daß eines unserer treuesten Mitglieder, das sich um die bernische Sektion wie um den Gesamtverein mancherlei Verdienste erworben, am 19. September in Lyß gestorben ist und dort am 22. September unter allgemeiner Teilnahme begraben wurde. Ein Freund widmet ihm im „Bund“ folgenden Nachruf:

„Wohl noch nie hat Lyß ein so imposantes Begräbnis gesehen, wie am Freitag. Nicht nur die ganze Ortschaft trauerte um einen ihrer besten Bürger, sondern aus allen Teilen der Kantone Bern und Solothurn waren die zahlreichen Freunde von Konkordat-geometer und Art.-Oberstleutnant Otto Arni herbeigeeilt, um dem Manne die letzte Ehre zu erweisen, der ein Selfmademan im wahren Sinne des Wortes war. Der Verstorbene war Buchegg-berger, besuchte die Schulen der Stadt Solothurn, das Technikum Winterthur und arbeitete schon als ganz junger Geometer mit großem Erfolge an der Monte Cenerebahn. Nach mehrjähriger