# Allgemeine Seite 597

Vermessungs-Nachrichten

vereinigt mit

### Bildmessung und Luftbildwesen

Zeitschrift für alle Zweige des

Vermessungs-, Liegenschafts- und Schätzungswesens sowie der Bodenverbesserung

Verlag Herbert Wichmann Berlin-Grunewald, Königsallee 21, Fernsprecher 971993



Hauptschriftleiter i. N.: Kurd Slawik VDI., Vermessungs - Ingenieur Berlin W 50, Spichernstr. 2, Ruf 242604

1939

Berlin-Grunewald, den 1. Oktober

Nr. 27

Inhalt: Harkink, Die Brunsviga-Koordinatenmaschine, S. 597 / Fennel, Ein neuer Theodolit, S. 602 / Gesetze, Verordnungen, Erlasse, S. 605 / Bücherbesprechung, S. 610.

Nachdruck ist nur nach Einwilligung der Schriftleitung und mit ungekürzter Quellenangabe gestattet Haftung für unverlangte Manuskripte wird abgelehnt

Übertragung in das Format PDF Stephan Weiss 2009 Kommerzielle Verwertung nicht zul.

#### Die Brunsviga-Koordinatenmaschine

Von Katasterlandmesser F. Harkink, Rotterdam.

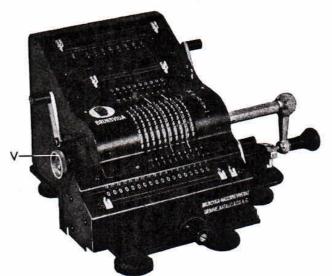
#### Algebraisches Maschinenrechnen.

Bei den niederländischen Katasterämtern wird eine große Anzahl Rechenmaschinen nach Abb. 1 verwendet. Die Stellenzahl dieser Maschine ist folgende: Umdrehungszählwerk (U.-Werk) 8 Stellen, Einstellwerk (E.-Werk) 10 Stellen, Resultatwerk (R.-Werk) 18 Stellen. Es handelt sich hier um eine algebraische Rechenmaschine, weil in allen ihren Zahlenwerken sowohl mit positiven als auch mit negativen Zahlen gerechnet werden kann. Dies wird erreicht durch das sog. Wendegetriebe. Die jeweilige Schaltstellung dieses Getriebes, die durch Verschieben des Vorzeichenknopfes (V in Abb. 1) geschieht, wird durch ein +- bzw. --Zeichen in einem Schauloch der Zifferndecke links neben dem E.-Werk angegeben. Dieses Zeichen muß stets übereinstimmen mit dem Vorzeichen des in das E.-Werk gebrachten Zahlenwertes. Soll z.B. der Wert - 123 eingestellt werden, dann geschieht das Einstellen von 123 in bekannter Weise mittels der Einstellhebel der Maschine, während der Vorzeichenknopf so verschoben wird, daß das Minuszeichen im Schauloch der Zifferndecke erscheint. Ist dieser Wert mit +57 zu multiplizieren, dann ist darauf zu achten, daß die Zahl 57 (durch Kurbeldrehungen) mit weißen Ziffern im U.-Werk erscheint. Im R.-Werk kann das Produkt dieser Multiplikation (-7011) als dekadische Ergänzung (99....992989) abgelesen werden.

Soll der Wert — 123 dagegen mit — 57 multipliziert werden, dann muß das U.-Werk die Zahl 57 mit roten Ziffern angeben. Im R.-Werk erscheint dann 00....007011, also das Produkt + 7011.

Die Farbe der Ziffern im U.-Werk hängt von der Richtung ab, in der die erste Drehung der Rechenkurbel (nach Nullstellung des U.-Werkes) erfolgt. Will man weiße/rote Ziffern (also eine positive/negative Zahl) im U.-Werk haben, dann dreht man die Rechenkurbel im Uhrzeigersinn, wenn der Vorzeichenknopf auf +/— steht, aber in entgegengesetzter Richtung, wenn dieser auf —/+ steht.

Eine Änderung der jeweiligen Ziffernfarbe kann nur durch Löschung des U.-Werkes erfolgen. Soll die Zahl +57 in —74 geändert werden, dann bringt man zunächst die weiße Zahl 57 durch Kurbeldrehungen auf Null zurück, löscht



A b b. 1. Algebraische Rechenmaschine Brunsviga 13 Z/18.

danach das U.-Werk und bringt dann durch fortgesetzte Kurbeldrehungen, wobei sich die Ziffern automatisch auf rot ändern, die Zahl — 74 in das U.-Werk der Maschine.

Dadurch wird erreicht, daß im U.-Werk stets mit dem absoluten Zahlenwert gerechnet werden kann und eventuellen Fehlern durch den Gebrauch der dekadischen Ergänzung vorgebeugt wird.

Ein anderer Fall ergibt sich, wenn in einer Berechnung die Zahl geändert werden muß, die sich im R.-Werk der Maschine befindet, während sowohl im E.-Werk als auch im U.-Werk Zahlenwerte vorhanden sind. Hierbei kann es vorkommen, daß eine positive Zahl (weiße Ziffern) im U.-Werk sich ändert in eine negative, die dann als dekadische Ergänzung mit weißen Ziffern erscheint. Ebenso kann eine negative Zahl (rote Ziffern) sich ändern in eine positive, die als dekadische Ergänzung in roten Ziffern erscheint.

Zusammenfassend können wir daher sagen: im U.-Werk wird eine positive Zahl dargestellt durch ihren absoluten Wert in weißen Ziffern oder bisweilen durch ihre dekadische Ergänzung in roten Ziffern; eine negative Zahl durch ihren absoluten Wert in roten Ziffern bzw. durch ihre dekadische Ergänzung in weißen Ziffern.

Im R.-Werk wird eine positive Zahl stets durch ihren absoluten Wert, eine negative Zahl durch ihre dekadische Ergänzung angegeben.

Bei der subtraktiven Divisionsmethode (Dividend im R.-Werk, Divisor im E.-Werk, danach Quotient im U.-Werk errechnen durch Zurückbringen des Dividenden auf Null) wird der Divisor mit dem entgegengesetzten Vorzeichen ins E.-Werk gebracht; im U.-Werk erscheint dann der Quotient mit seinem richtigen Vorzeichen.

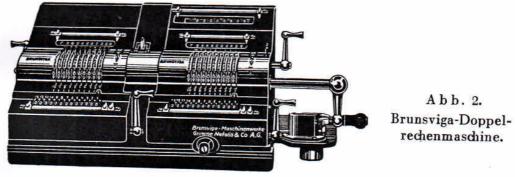
Die Erfahrungen bei den niederländischen Katasterämtern haben gezeigt, daß nach einer nur kurzen Übung einfache Arbeitskräfte vollkommen vertraut werden mit dem algebraischen Rechnen auf der in der Abb. 1 dargestellten Maschine, die bei diesen Amtern andere Fabrikate und Maschinentypen verdrängt hat.

Eine wichtige Anwendung des algebraischen Maschinenrechnens ist das Einstellen einer Geraden in die Maschine (siehe: Koordinatengeometrie auf der Sprossenradmaschine von Ernst Rühle in der Zeitschrift für Vermessungswesen, Jg. 1933). Eine Gerade ist gegeben durch die Koordinaten  $X_a$  und  $Y_a$  eines Punktes und ihren Richtungskoeffizienten tg  $\varphi$ . Jede dieser drei Angaben kann positiv oder negativ sein. Ins R.-Werk bringt man  $Y_a$ , ins U.-Werk  $X_a$  und ins E.-Werk tg  $\varphi$ . Damit ist die Gerade eingestellt. Nach Vornahme einer beliebigen Anzahl Kurbeldrehungen kann man leicht feststellen, daß U.-Werk und R.-Werk zusammen die Koordinaten eines anderen, auf der gleichen Geraden liegenden Punktes anzeigen. Wie man auch kurbelt, die Gerade bleibt — vorausgesetzt, daß nichts gelöscht wird — in der Maschine eingestellt.

Verschiedene Aufgaben können nun auf einfache Weise gelöst werden; etwa folgende:

- a) Wo schneidet die Gerade die X-Achse? Man kurbelt so, daß die Zahl im R.-Werk auf Null gebracht wird. Das U.-Werk zeigt das X des Schnittpunktes an.
- b) Wo schneidet die Gerade die Y-Achse? Man kurbelt so, daß die Zahl im U.-Werk auf Null gebracht wird. Im R.-Werk erscheint das Y des Schnittpunktes.
- c) Wo schneidet die eingestellte Gerade die Gerade  $Y=\pm 28\,500$ ? Man kurbelt so, daß im R.-Werk  $\pm 28\,500$  erscheint. Im U.-Werk steht das X des Schnittpunktes.
- d) Geht die Gerade durch den Punkt  $S(X_s, Y_s)$ ? Man berechnet, welches Y zu jenem auf der Geraden liegenden Punkt gehört, der  $X_s$  zur Abszisse hat. Stimmt Y mit  $Y_s$  überein, dann liegt S auf der Geraden.

Ist  $\operatorname{tg} \varphi$  größer als 1, dann wird sich, falls im U.-Werk die am meisten rechts liegende Ziffer eine Einheit größer oder kleiner wird, im R.-Werk die Ziffer auf



der gleichen Stelle in Hinsicht auf das Komma um mehr als eine Einheit ändern. Die Gerade ist dann nicht genügend "empfindlich" eingestellt, und jede Umdrehung verursacht einen zu großen Sprung auf der Geraden. In diesem Falle stellt man X im R.-Werk, Y im U.-Werk und  $\cot \varphi$  im E.-Werk ein.

#### Doppelrechenmaschinen.

Diese Maschinen sind hauptsächlich für Koordinatenberechnungen konstruiert. Es ist daher not wendig, daß eine Doppelrechenmaschine aus zwei vollständigen algebraischen Rechenmaschinen besteht. Soweit mir bekannt, entsprach bisher keine einzige Doppelrechenmaschine dieser Anforderung, auch nicht die Brunsviga-Doppelrechenmaschine (Abb. 2), deren Ausführung bis vor kurzem als die neueste galt. Um mit der Maschine arbeiten zu können, wurden Bedienungstabellen zusammengestellt, aus denen entnommen werden kann, in welcher Weise die Behandlung der Maschine bei den verschiedenen Vorzeichenkombinationen zu erfolgen hat. Meine Bedenken gegen diese Maschine (Abb. 2) sind folgende:

- a) Bei den vorwiegend gelieferten Modellen hat bei einer Stellenzahl von 8 Stellen im U.-Werk und 10 Stellen im E.-Werk das R.-Werk nur eine Kapazität von 13 Stellen. Dies hat den Nachteil, daß bei dem äußersten Schlittenstand nach rechts die verwendbare Stellenzahl des E.-Werkes sich um 5 Stellen vermindert. Um die E.-Werke mit ihrer vollen Kapazität benutzen zu können, müssen die R.-Werke 13 + 5 = 18 Stellen haben.
- b) Die rechte Maschine besitzt keinen Vorzeichenknopf.
- c) Die linke Maschine ist nicht unabhängig von der rechten Maschine zu bedienen.

Auf meinen Wunsch hin haben die Brunsviga-Maschinenwerke (Braunschweig) nunmehr eine Doppelmaschine konstruiert, die neben 18 Stellen in den R.-Werken einen Vorzeichenhebel in der Zifferndecke der rechten Maschine und eine Antriebskurbel für die linke Maschine hat, mit der diese unabhängig von der rechten Maschine bedient werden kann. Von diesem neuen Modell der Doppelmaschine, von mir Koordinaten maschine (Abb. 3) genannt, sind jetzt zwei Exemplare in Holland in Gebrauch.

#### Einrichtung der Brunsviga-Koordinatenmaschine.

Der Schalthebel (8) kann vier verschiedene Schaltstellungen einnehmen, die auf der Zifferndecke durch die Zeichen 0 (grün), ♦♠, 0 (weiß) und ♠♠ angegeben werden.

Verschiebt man zuerst den gerändelten Schaltring (28) auf der linken Hauptwelle nach links, und stellt man danach den Schalthebel (8) auf die grüne 0 ein, dann erhält man zwei einfache algebraische Maschinen, die jede für sich analog den vorhin gegebenen Vorschriften bedient werden können.

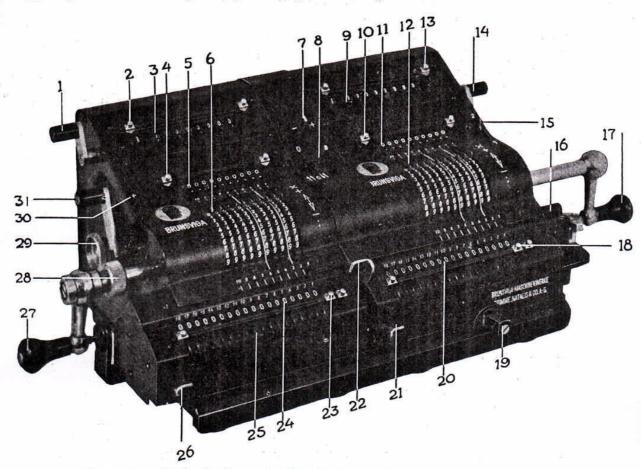
Die rechte Maschine besitzt an Stelle des Vorzeichenknopfes einen Vorzeichenhebel (7), mit dem die Schaltung des Wendegetriebes entsprechend den auf der Zifferndecke angebrachten Bezeichnungen + und — erfolgt.

Die Antriebskurbel (27) für die linke Maschine ist an der linken Seite angeordnet.

Bei beiden Maschinen können Werte auf direkte Weise in das R.-Werk eingestellt werden mit Hilfe von kleinen Einstellrädchen (25). Hierfür ist die an jedem R.-Werk links vorn angebrachte Taste (21 und 26) niederzudrücken.

Falls die Reihenfolge der Schaltungen für den Schaltring und den Schalthebel nicht nach der obigen Vorschrift erfolgt ist und sich dabei das linke E.-Werk aus seinem Normalstande etwas verdreht hat, so daß sich Schaltring und Schalthebel nicht mehr betätigen lassen, dann ist mit Hilfe des Schaltringes das linke E.-Werk so lange zu drehen, bis die beiden grünen Markierungspunkte an der linken Antriebskurbel wieder genau nebeneinander liegen.

Soll mit beiden Maschinen eine gleiche Anzahl Drehungen verrichtet werden, also in beiden U.-Werken die gleiche Zahl erscheinen, dann wird die Maschine als Doppelmaschine verwendet. Hierfür werden beide Maschinen gekuppelt und erfolgt der Antrieb ausschließlich mit der rechten Rechenkurbel. Für diese Kupplung der Maschinen gilt folgende allgemeine Regel:



A b b. 3. Brunsviga-Koordinatenmaschine.

- 1. Löschhebel für linkes U.-Werk
- 2. Kommazeiger des linken U.-Werkes.
- 3. Zahlenfenster des linken U.-Werkes.
- 4. Kommazeiger des linken E.-Werkes.
- 5. Zahlenfenster des linken E.-Werkes.
- 6. Einstellhebel.
- 7. Vorzeichenhebel der rechten Maschine.
- 8. Schalthebel.
- 9. Zahlenfenster des rechten U.-Werkes.
- Kommazeiger des rechten E.-Werkes.
- 11. Zahlenfenster des rechten E.-Werkes.
- 12. Einstellhebel.
- 13. Kommazeiger des rechten U.-Werkes.
- 14. Löschhebel für rechtes U.-Werk.
- 15. Umschalthebel für Löschhebel.16. Löschhebel für rechtes R.-Werk.

- 17. Rechenkurbel.
- 18. Kommazeiger des rechten R.-Werkes.
- 19. Taste für Schlitten.
- 20. Zahlenfenster des rechten R.-Werkes.
- 21. Taste für Einstellung im rechten R.-Werk.
- Löschhebel für linkes R.-Werk.
- 23. Kommazeiger des linken R.-Werkes.
- 24. Zahlenfenster des linken R.-Werkes.
- 25. Einstellräder.
- 26. Taste für Einstellung im linken R.-Werk.
- 27. Antriebskurbel der linken Maschine.
- 28, Schaltring.
- 29. Vorzeichenknopf der linken Maschine.
- 30. Stand des Vorzeichenknopfes (+ od. —).
- 31. Löschhebel für linkes E.-Werk.

Stehen Vorzeichenknopf und Vorzeichenhebel beide auf + oder beide auf —, dann werden die Maschinen gleichläufig geschaltet, durch den Schalthebel auf 🐴 einzustellen. Sind die Bezeichnungen des Vorzeichenknopfes und des Vorzeichenhebels voneinander verschieden (also + und — oder — und +), dann erfolgt die Schaltung der Maschinen gegenläufig und ist der Schalthebel auf 🔖 einzustellen.

Nach dem Einstellen des Schalthebels auf den richtigen Stand wird der Schaltring nach rechts verschoben, falls er sich links befindet.

Ist die Kupplung in der richtigen Weise vorgenommen, dann zeigen am Ende einer willkürlichen Berechnung die beiden U.-Werke die gleiche Zahl. Hierdurch erhält man eine sehr wertvolle Kontrolle.

Wenn man sich genau an diese sehr bequeme Schaltregel hält und alle Zahlen in den beiden Maschinen mit ihren richtigen Vorzeichen einstellt, braucht man weiter nur mit der rechten Maschine algebraisch zu arbeiten; die linke Maschine arbeitet von selbst algebraisch mit. Alle bisher gebräuchlichen Schaltregeln und Schalttabellen sind überflüssig, sobald man das algebraische Rechnen auf der einfachen Maschine, wie zu Anfang dieses Artikels von mir beschrieben, vollkommen beherrscht.

Die linke Antriebskurbel ist nur selten notwendig, z.B. bei der Iterationsmethode (siehe Schluß, AVN. Nr. 28). Meistens erlaubt es die Berechnung, einen Arbeitsgang erst mit der linken Maschine vorzunehmen in gekuppeltem Stande der beiden Maschinen mit Null auf dem rechten E.-Werk, darauf Löschung des rechten U.-Werkes, Entkupplung (durch einfaches Versetzen des Schalthebels auf die weiße 0), wonach eine Berechnung mit der rechten Maschine vorgenommen werden kann. (Schluß folgt.)

## Seite 613

# **Allgemeine** Vermessungs-Nachrichten

vereinigt mit

#### Bildmessung und Luftbildwesen

Zeitschrift für alle Zweige des

Vermessungs-, Liegenschafts- und Schätzungswesens sowie der Bodenverbesserung

Verlag Herbert Wichmann Berlin-Grunewald, Königsallee 21, Fernsprecher 971993



Hauptschriftleiter i. N.: Kurd Slawik VDI., Vermessungs - Ingenieur Berlin W 50, Spichernstr. 2, Ruf 242604

1939

Berlin-Grunewald, den 15. Oktober

Nr. 28

Inhalt: Harkink, Die Brunsviga-Koordinatenmaschine, S. 613 / Diephaus, Die Streckenmessung bei Feinpolygonzügen und ihre Genauigkeit, S. 618 / Vockerodt, Eine neue Lodislatte, S. 622 / Zum Internationalen Kongreß für Wohnungswesen und Städtebau in Stockholm, S. 625 / Hochschulnachrichten, S. 627 / Bücherbesprechung, S. 628.

Nachdruck ist nur nach Einwilligung der Schriftleitung und mit ungekürzter Quellenangabe gestattet Haftung für unverlangte Manuskripte wird abgelehnt

#### Die Brunsviga-Koordinatenmaschine

Von Katasterlandmesser F. Harkink, Rotterdam.

(Schluff)

Kurze Beschreibung einiger der wichtigsten vermessungstechnischen Berechnungen mit der Brunsviga-Koordinatenmaschine.

1. Koordinatenumformung.

In einem gegebenen System sind von A, B, C und E die folgenden Koordinaten bekannt:

	$\boldsymbol{X}$	Y
$\boldsymbol{A}$	-21,13	+22,25
B	<b>— 13,06</b>	+36,93
C	-14,81	+52,31
E	-31.02	+77.71

und in einem anderen ("neuen") System:

$$A + 17,21 + 64,71 E + 18,11 + 8,34$$

Die Koordinaten von B und C sind in das neue System umzuformen. (Siehe das nachfolgende Formular der niederländischen Katasterverwaltung; S. 614.)

- I. l<sup>2</sup> in rechter Maschine berechnen: 3173,6237.
- II. p links und q rechts berechnen wie folgt:
  - a) +0,90 in linkes E.-Werk; +56,37 in rechtes E.-Werk; (in beiden E.-Werken 5 Stellen hinter dem Komma);

- b) weil diese beiden Zahlen gleiche Vorzeichen haben, Maschinen gleichläufig schalten;
- c) -9,89 in U.-Werke; (in beiden U.-Werken 5 Stellen hinter dem Komma);
- d) E.-Werke und U.-Werke löschen;
- e) -56,37 in linkes E.-Werk; +0,90 in redites E.-Werk;
- f) gegenläufig schalten;
- g) + 55,46 in U.-Werke;
- h) l<sup>2</sup> mit entgegengesetztem Vorzeichen, also 3173,6237, in linkes E.-Werk (4 Stellen hinter dem Komma);
- i) linkes R.-Werk soviel wie möglich auf Null kurbeln;
- k) auf die weiße 0 schalten und rechtes U.-Werk löschen;
- 1) l<sup>2</sup> mit entgegengesetztem Vorzeichen in rechtes E.-Werk;
- m) rechtes R.-Werk soviel wie möglich auf Null kurbeln;
- n) U.-Werke geben p und q (6 Stellen hinter dem Komma);
- o) zur Kontrolle berechnet man  $\lambda^2$  und  $\lambda$ . Letzteres muß ungefähr gleich eins sein.

Ahnlichkeitstransformation — Umformung						
$p = \lambda \cos \psi =$ $q = \lambda \sin \psi =$	$(X_e - X_a)(X_e - $	$X'_{e} - X'_{a}) + (Y_{e})$ $I^{2}$ $Y'_{e} - Y'_{a}) + (Y_{e})$ $I^{2}$		$-X_a) \qquad \psi = \varphi_a$	$-=\sqrt{(p^2+q^2)}$ $e \neq \varphi'_{ae}$ $-X_a)^2+(Y_e-Y_a)^2$	
	Gegebenes System		Neues	Neues System		
$p$ $q$ $\lambda^{2}=p^{2}+q^{2}$ $\lambda$	$X_{n=a}$ $X_{n+1}$ usw. $X_{e}$ $X_{e}$ $X_{e}$	$Y_{n=a}$ $Y_{n+1}$ usw. $Y_{e}$ $Y_{e}$ $Y_{e}$	Punkte	$X'_{n=a} + p(X_{n+1} - X_n) + q(Y_{n+1} - Y_n)$ $X'_{n+1} = usw.$ $X'_{e} - X'_{e} - X'_{a}$		
$l^2 = 3173,6237$ $p = -0,987887$ $q = -0,159939$	- 21,13	+ 22,25	A	17,21 ×2,028 ×7,652	64,71 1,291 ×85,498	
$\lambda^2 = 1,001501 \\ \lambda = 1,000751$	13,06	+ 56,93	В	6,890 1,729 ×7,540	51,499 ×,720 ×84,806	
	— 14,81	+ 52,31	C	6,159 16,014 ×5,938	36,025 ×7,407 ×74,908	
	$\frac{-51,02}{-9,89}$	+ 77,71  + 55,46	E	<u>18,11</u> + 0,90	8,34 — 56,37	

#### III. Berechnung der Koordinatenunterschiede:

- a) in beide U.-Werke das erste gegebene X, also —21,13 (2 Stellen hinter dem Komma);
- b) in linkes E.-Werk p = -0.987887; in rechtes E.-Werk -q = +0.159939 (6 Stellen hinter dem Komma);
- c) Maschinen gegenläufig schalten;
- d) U.-Werke ändern in 13,06;
- e) Zahlen aus den R.-Werken (8 Stellen hinter dem Komma) aufschreiben;
- f) R.-Werke löschen;
- g) U.-Werke ändern in 14,81; usw. bis zum letzten X;
- h) alle Werke löschen;
- i) in beide U.-Werke das erste gegebene Y, also +22,25;
- k) in linkes E.-Werk q = -0.159939; in rechtes E.-Werk p = -0.987887;
- l) gleichläufig schalten;
- m) U.-Werke ändern in + 36,93; usw. bis zum letzten Y.

#### IV. Die in den letzten zwei Spalten angegebenen Additionen vornehmen.

Mit dieser Methode erreicht man eine zweckmäßige Kontrolle auf das richtige Entnehmen der Zahlen aus der Maschine.

Die Anzahl Stellen hinter dem Komma kann bei größeren Zahlen etwas geringer sein, vorausgesetzt, daß p und q mit sechs Stellen hinter dem Komma berechnet werden.

Bei einer (nicht algebraischen) Doppelmaschine eines anderen Fabrikates ist es möglich, das linke R.-Werk unter das E.-Werk der rechten Maschine zu bringen und umgekehrt, wodurch das Niederschreiben der Produkte und das Addieren der beiden letzten Spalten vermieden wird. Gleichzeitig damit aber verliert man die Kontrolle auf das richtige Entnehmen der Zahlen aus der Maschine, und außerdem ist es dann noch erforderlich, alle Koordinatenunterschiede in dem gegebenen System zu bestimmen und vorher aufzuschreiben. Der Vorteil dieser Schlittenverschiebung ist zweifellos geringer als die genannten Nachteile.

#### 2. Kleinpunktsberechnung.

#### I. Auf der Messungslinie:

Man bringt p in das linke und -q in das rechte E.-Werk; Teilstrecken in die U.-Werke; Koordinatenunterschiede erscheinen in den R.-Werken.

Verzichtet man auf die Kontrolle für das richtige Entnehmen aus der Maschine, dann beginnt man mit der Einstellung der Koordinaten des Anfangspunktes in die R.-Werke (X links, Y rechts), p und -q kommen in die E.-Werke und die Längenmaße nach und nach (ohne Löschung, also nur durch Änderung mittels Kurbeldrehungen) in die U.-Werke. Die R.-Werke dürfen nicht gelöscht werden; sie geben nacheinander die gesuchten Koordinaten der Punkte.

#### II. Seitwärts der Messungslinie liegen de Punkte, gegeben durch Fußpunkte und Längen der Senkrechten auf die Messungslinie:

Das Berechnen von Kleinpunkten ist ein besonderer Fall der Koordinatenumformung (= Anschluß an zwei Punkte). Die Punkte sind nämlich in einem System gegeben, in dem die Messungslinie die X-Achse ist. Anfangs- und Endpunkt der Messungslinie sind ebenfalls bekannt im "neuen" System. Es ist darum zu empfehlen (besonders in Hinsicht auf die Kontrolle — die Umformungsrechnung ist ja eine Interpolationsmethode —), vorstehendes Umformungsformular zu ver-

wenden. Legt man keinen Wert auf die Probe, dann kann man die folgende, jedoch gefährliche Extrapolationsmethode anwenden: zuerst wie bei I die Koordinaten des Fußpunktes der Senkrechten auf der Messungslinie berechnen; das Ergebnis bleibt in den R.-Werken stehen; p und q in den E.-Werken umwechseln, und zwar mit Änderung des Vorzeichens für q; Länge der Senkrechten in die U.-Werke (Senkrechte nach links ist negativ, nach rechts positiv); die Koordinaten des gesuchten Punktes können in den R.-Werken abgelesen werden.

3. Berechnung der Koordinaten des Schnittpunktes P zweier Messungslinien aus den Koordinaten der Endpunkte und den gemessenen Abständen zwischen den Endpunkten nach dem Heckmannschen Verfahren.

(Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Jg. 1934, S. 247.)

Dieses sehr schöne Verfahren hat den Vorteil, daß man mit ihm auch die Streckenlängen in den Linien bis zum Schnittpunkt erhält, und zwar in einem entsprechenden Vergrößerungsverhältnis, so daß sie in die gemessenen Entfernungen passen.

I. Berechne für beide Linien  $o = \frac{Y_e - Y_a}{s}$  und  $a = \frac{X_e - X_a}{s}$ 

II. Berechne  $o_1 a_2 - a_1 o_2$ .

III. Berechne  $s_1$  links und  $s_2$  rechts aus:

$$s_1 = \frac{+a_2 \left(Y_2 - Y_1\right) - o_2 \left(X_2 - X_1\right)}{o_1 a_2 - a_1 o_2} \quad \text{und} \quad s_2 = \frac{-a_1 \left(Y_2 - Y_1\right) + o_1 \left(X_2 - X_1\right)}{o_1 a_2 - a_1 o_2}$$
 nach dem folgenden Verfahren:

a) Y, in die U.-Werke kurbeln;

b) + a<sub>2</sub> in das linke und — a<sub>1</sub> in das rechte E.-Werk bringen;
c) Y<sub>2</sub> in die U.-Werke kurbeln;
d) E.- und U.-Werke löschen;

e) X, in die U.-Werke kurbeln;

f)  $-o_2$  in das linke und  $+o_1$  in das rechte E.-Werk bringen; g)  $X_2$  in die U.-Werke kurbeln; h) E.- und U.-Werke löschen;

i) in beiden Maschinen dividieren durch  $o_1 a_2 - a_1 o_2$ .

IV. Polygonzug  $P_1PP_2$  berechnen aus den Streckenlängen  $s_1$  und  $s_2$  und den Sinussen und Kosinussen  $o_1$ ,  $a_1$  und  $o_2$ ,  $a_2$ . Somit: Koordinaten von  $P_1$  in die R.-Werke (X links, Y rechts);  $a_1$  links und  $o_1$  rechts einstellen;  $s_1$  in die U.-Werke bringen; in den R.-Werken erhält man die gesuchten Koordinaten;  $a_2$  links und  $o_2$  rechts einstellen;  $s_2$  in die U.-Werke einkurbeln; die R.-Werke müssen die Koordinaten von  $P_2$  ergeben.

- 4. Berechnung der Koordinaten des Schnittpunktes zweier Geraden AC und BD aus den Koordinaten ihrer Endpunkte.
- I. Berechne tg  $\overline{AC}$  und tg  $\overline{BD}$ .

II. Vorwärtseinschnitt.

Erstes Verfahren:

a) die Gerade AC in die linke Maschine einstellen, und zwar  $Y_a$  (oder  $Y_c$ ) in das R.-Werk,  $X_a$  (oder  $X_c$ ) in das U.-Werk, tg  $\overline{AC}$  in das E.-Werk;

b) die Gerade BD in die rechte Maschine einstellen;

c) mit rechter Maschine allein arbeiten, also Schalthebel auf weiße 0 einstellen; rechtes U.-Werk gleichkurbeln an linkes;

- d) Maschinen gleich- oder gegenläufig schalten und R.-Werke soviel wie möglich gleichkurbeln; aus den U.-Werken und den R.-Werken ist nunmehr X bzw. Y des Schnittpunktes zu entnehmen. (NB. Sind beide tg oder ist eine der tg erheblich größer als eins, dann ist das Arbeiten mit den Kotangenten zu bevorzugen; in diesem Falle X in das R.-Werk und Y in das U.-Werk.)
- Zweites Verfahren (Iterationsverfahren), falls man über einen Näherungswert für das X des Schnittpunktes verfügt (beispielsweise auf graphischem Wege ermittelt):
  - a) Einstellen von AC in die linke und BD in die rechte Maschine, wobei angenommen wird, daß von den beiden Geraden AC die kleinste Neigung in bezug auf die X-Achse zeigt;
  - b) Schaltring nach links verschieben und Schalthebel auf grüne 0 einstellen;
  - c) linkes Abszissenwerk umändern in das geschätzte X;
  - d) rechtes Ordinatenwerk möglichst gleichkurbeln an linkes;
  - e) linkes Abszissenwerk gleichkurbeln an rechtes;
  - f) rechtes Ordinatenwerk gleichkurbeln an linkes; usw., bis die linken und die rechten Abszissen- und Ordinatenwerke möglichst einander gleich sind; sie zeigen dann die Koordinaten des Schnittpunktes.

Man verfolgt also den nachstehenden Weg auf der Maschine, wobei die durch die vertikalen Pfeile angegebenen Berechnungen automatisch von der Maschine vorgenommen werden:

Für jede der Geraden kann man aus tg und cotg somit denjenigen Wert wählen, der kleiner ist als eins, was zu dem genauesten Ergebnis führt.

#### 5. Rückwärtseinschnitt.

Durch zweimalige Anwendung des Vorwärtseinschnittes (Collinsches Verfahren).

#### 6. Polygonzugsausgleichung.

- a) Richtungswinkel der Seiten nach Winkelausgleichung ermitteln;
- b) Koordinaten des Anfangspunktes in die R.-Werke bringen: X links und Y rechts:
- c) cos und sin des ersten Richtungswinkels einstellen in linkes und rechtes E.-Werk;
- d) erste Streckenlänge in die U.-Werke kurbeln:
- e) cos und sin des zweiten Richtungswinkels in die E.-Werke einstellen;
- f) usw. bis zum Endpunkte; die berechneten Koordinaten dieses Punktes stimmen dann nicht überein mit den gegebenen;
- g) U.- und E.-Werke löschen;

- h) in linkes E.-Werk die Summe der Streckenlängen einstellen;
- i) den Zahlenwert im linken R.-Werk (durch Kurbeldrehungen) möglichst angleichen an die Abszisse des Endpunktes;
- k) mit rechter Maschine allein arbeiten, somit Schalthebel auf weiße 0 bringen; rechtes U.-Werk löschen;
- 1) in rechtes E.-Werk die Gesamtstreckenlänge einstellen:
- m) rechtes R.-Werk möglichst gleichkurbeln an die Ordinate des Endpunktes;
- n) linkes und rechtes U.-Werk geben die Korrekturen an, die an allen Kosinussen bzw. Sinussen im n\u00e4chsten Rechengang aus dem Kopf angebracht werden m\u00fcssen:
- o) von dem sich noch in den R.-Werken befindlichen Endpunkte aus geht man zurück zum Anfangspunkt mit den verbesserten Kosinussen und Sinussen und jedesmal mit dem entgegengesetzten Wert der Streckenlänge in den U.-Werken; die R.-Werke geben dann nacheinander die gesuchten Koordinaten der Polygonpunkte; man muß genau auf die Koordinaten des Anfangspunktes zurückkommen;
- schließlich, wenn erwünscht, die Proberechnung mit den Kontrollekoordinaten; (diese sind für jeden Punkt: X' = X - Y und Y' = X + Y; jede Koordinatenberechnung kann geprüft werden durch Wiederholung der Berechnung mit den Kontrollekoordinaten der gegebenen Punkte, den mit 50 Grad reduzierten Richtungswinkeln und den mit  $\sqrt{2} = 1.414214$  multiplizierten gegebenen Längen; die Proberechnung ergibt: die Kontrollekoordinaten der gesuchten Punkte, die mit 50 Grad reduzierten Richtungswinkel und die mit √2 multiplizierten gesuchten Längen); zur Prüfung der Polygonberechnung braucht man nur mit den Kontrolle ord in aten zu arbeiten: man reduziert jeden Richtungswinkel mit 50 Grad, multipliziert alle Längen mit 1,414214, bestimmt die Kontrolleordinate (X + Y) des Anfangspunktes, berechnet nochmals das Polygon, jedoch nur für die Ordinaten, mit den Kontrolleordinaten des Anfangspunktes, den Kontrollerichtungswinkeln und den Kontrollelängen; von den Kontrollerichtungswinkeln hat man somit nur die Sinusse nachzuschlagen; jede der gefundenen Kentrolleordinaten muß dann, mit Ausnahme von sehr geringen Abrundungsunterschieden, gleich der Koordinatensumme des dazugehörigen Punktes sein.

Für weitere Einzelheiten über diese und andere Berechnungen wird auf die Gebrauchsvorschriften für die einfache algebraische Rechenmaschine in meiner Abhandlung "Eenvoudige landmeetkundige berekeningen" (Einfache vermessungstechnische Berechnungen) verwiesen.