Paper-ID: VGI_193217

Schnittberechnung mittels Sprossenrad-Doppelmaschinen

Friedrich Schiffmann [1]

[1] *Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **30** (5–6), S. 97–102

1932

BibTEX:

```
@ARTICLE{Schiffmann_VGI_193217,
Title = {Schnittberechnung mittels Sprossenrad-Doppelmaschinen},
Author = {Schiffmann, Friedrich},
Journal = {{\"O}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},
Pages = {97--102},
Number = {5--6},
Year = {1932},
Volume = {30}
}
```

weshalb der Fall 3) vorliegt und die Winkel α und β aus den Komplementen dieser Werte, d. i. aus $\frac{\alpha-\beta}{2} = +53^0\,19'\,19''$ und $\frac{\alpha+\beta}{2} = 65^0$ zu rechnen sind.

Sind die Winkelberechnungen erledigt, dann ergeben sich die Anschlagspunkte der kürzesten Verbindung mit Hilfe deren söhliger Abstände a (auf G_1) und b (auf G_2) vom Überkreuzungspunkte (vgl. Abb. 2) und 3), welche dann nur mehr von der in diesem zwischen den zwei Geraden liegenden Teufe $t_{1,2}$ abhängen, da die Höhenbeziehung besteht:

$\pm\, a \operatorname{tg} \varphi_1 + c \operatorname{tg} \varphi \pm b \operatorname{tg} \varphi_2 = t_{1,2}$, aus welcher nach Einsetzung von $a = \frac{c}{\sin\gamma} \,.\, \sin\alpha$ und $b = \frac{c}{\sin\gamma} \,.\, \sin\beta$ zunächst c und mit diesem a und b erhalten werden:

$$c = \frac{t_{1,2}}{\pm \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \,.\, \operatorname{tg}\varphi_1 + \operatorname{tg}\varphi \pm \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} \,.\, \operatorname{tg}\varphi_2}.$$

Schnittberechnung mittels Sprossenrad-Doppelmaschinen.

Von Ing. Friedrich Schiffmann, Wien.

Die Berechnung des Schnittes zweier Geraden, wie sie hier im folgenden behandelt wird, stellt im wesentlichen keine andere Methode dar, als die der Berechnung von Vorwärtseinschnitten, wie sie Hofrat Ing. Morpurgo bereits im Band XXIII, Heft 4 dieser Zeitschrift beschrieben und auf das ausführlichste erläutert hat. Seither hat sich diese Rechenmethode bewährt, ist vielfach eingeführt und dem Bedürfnisse entsprechend haben nun fast schon alle Erzeuger von Sprossenradmaschinen Doppelmaschinen gebaut. Dies ist die Veranlassung, diesen Stoff in allgemeinerer Form wiederholend zu behandeln, auf wesentliche Vereinfachungen aufmerksam zu machen und eine leichte Änderung in der Bauart aller Rechenmaschinen anzuregen.

Die Festlegung der beiden zu schneidenden Geraden g_1 und g_2 ist durch ihre Richtungskoeffizienten $a_1 = \operatorname{tg}\alpha_1$ bzw. $a_2 = \operatorname{tg}\alpha_2$ und durch die Koordinaten je eines Punktes P_1 bzw. P_2 auszudrücken.

Nun wird auf g_1 der Punkt P_3 mit den Koordinaten $y_3 = y_1 + \triangle x_1 \,.\, a_1$ und $x_3 = x_2$ gesucht, worauf sich die Koordinaten des Schnittpunktes P durch Auflösung der Gleichungen

$$\triangle y_3 - \triangle y_2 = y_2 - y_3,$$
$$\triangle y_3 = \triangle x_2 \,.\, a_1 \quad \text{und}$$
$$\triangle y_2 = \triangle x_2 \,.\, a_2$$

ergeben.

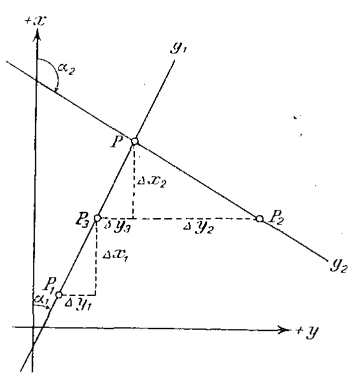

Abb. 1.

Zur zahlenmäßigen Berechnung verwendet man obgenannte Sprossenrad-Doppelmaschinen. Dieselben besitzen ein Zählwerk mit Zehnerübertragung, zwei Einstellwerke und zwei Resultatwerke. Rechtes Einstellwerk, rechtes Resultatwerk und Zählwerk arbeiten wie eine einfache Sprossenradmaschine, wobei die Schaltung des Zählwerkes auf Mult. oder Div. mittels eines Hebels oder automatisch durch die erste Kurbeldrehung erfolgt. Das rechte Einstellwerk ist somit mit der Kurbel unlösbar gekoppelt, das linke kann so geschaltet werden, daß es mit dem rechten und damit mit der Kurbel im selben oder im entgegengesetzten Sinn gedreht wird. Andere Schaltmöglichkeiten sind für diese Art Rechnung unwesentlich.

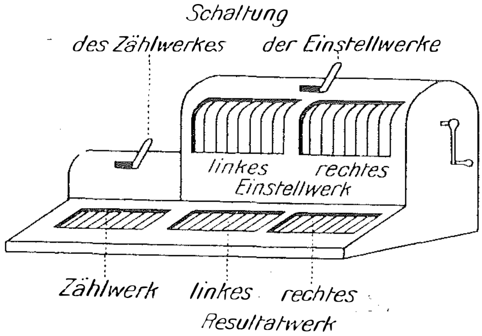

Abb. 2.

Für die zahlenmäßige Rechnung bekommen jene Gerade und ihre zugehörigen Bestimmungsstücke den Index 1, zu welchen der absolut kleinere Richtungskoeffizient gehört. Es wird dadurch erreicht, daß y_3 den Bereich des Resultatwerkes nicht überschreitet, denn bei geodätischen Rechnungen wird der kleinere Richtungskoeffizient stets kleiner als 4 (tg 75°) und damit $\triangle y_1$ kleiner als $4 \,.\, \triangle x_1$ sein. Zudem wird dadurch überhaupt mehr Einheitlichkeit erzielt.

Der Rechenvorgang ist folgender:

1. y_1 in das linke, y_2 in das rechte Resultatwerk. Hierauf Löschen in den Einstellwerken und im Zählwerk.
2. Schalten des Zählwerkes.
3. x_1 in das Zählwerk.
4. a_1 in das linke Einstellwerk.
5. Schalten der Einstellwerke.
6. x_1 im Zählwerk auf x_2 ergänzen.
7. a_2 ins rechte Einstellwerk.
8. Kurbeln bis beide Resultate untereinander und damit gleich y_P sind. Im Zählwerk erscheint x_P.

Obige Reihenfolge gilt für das Rechnen mit Maschinen aller Typen, welche die vorne angeführten Einrichtungen besitzen und muß eingehalten werden, wenn die Schaltung des Zählwerkes durch die erste Kurbeldrehung automatisch erfolgt. Wird diese Schaltung durch einen Hebel bewirkt, so braucht sie erst gleichzeitig mit dem Schalten der Einstellwerke zu geschehen und das unter 1. verlangte Löschen des Zählwerkes kann entfallen.

Die Schaltung des Zählwerkes hängt davon ab, ob dy_2 abs. und dx_2 abs. im selben Sinn wachsen. Ausgedrückt wird dies durch das Vorzeichen der Quotienten

$$\begin{array}{llll} \frac{+dy}{+dx} = +a \ldots & \text{im} & \text{I.} & \text{Quadranten} \\ \frac{+dy}{-dx} = -a \ldots & ,, & \text{II.} & ,, \\ \frac{-dy}{-dx} = +a \ldots & ,, & \text{III.} & ,, \\ \frac{-dy}{+dx} = -a \ldots & ,, & \text{IV.} & ,, \end{array}$$

oder zusammenfassend durch das V o r z e i c h e n v o n $a_2 \,.\, y_2 \,.\, x_2$.

Die Angabe des Drehsinns der Kurbel für die Ergänzung von x_1 auf x_2 ist bedeutungslos, weil dies am schnellsten stellenweise ausgeführt wird.

Die Schaltung der Einstellwerke hängt davon ab, ob dy_1 und dy_2 bei gleichem dx dasselbe Vorzeichen haben. Wie aus den Gleichungen $dy_1 = dx \,.\, a_1$ und $dy_2 = dx \,.\, a_2$ ersichtlich ist, hängt dieses wieder von der Gleichheit der Vorzeichen der Richtungskoeffizienten ab. Ausgedrückt wird dies durch das V o r z e i c h e n v o n $a_1 \,.\, a_2$.

Der Drehsinn für das Kurbeln, um in den beiden Resultatwerken Gleichheit herzustellen, ist bei gegenläufig geschalteten Werken selbstverständlich für $y_{links} > y_{rechts}$ $+$, weil y_r größer werden muß und für $y_l < y_r$ $-$, weil dann y_r kleiner werden muß. Bei gleichläufig geschalteten Werken gilt dasselbe, wenn, wie eingangs verlangt wurde, das kleinere a den Index 1 erhalten hat und somit im linken Einstellwerk eingestellt ist, denn die beiden Ungleichungen $n.$ ($a_1 < a_2$) und $y_l > y_r$ bzw. $y_l < y_r$ lassen sich nur in obigem Sinn zu einer Gleichung verbinden. Diese Einheitlichkeit hat besondere Bedeutung für die Schnelligkeit in der Erreichung der Gleichheit, da der Rechner bei jedem Zwischenergebnis ohne besondere Überlegung weiß, in welchem Sinn die nächste Drehung zu erfolgen hat.

Für Rechner, welche die Größe der Richtungswinkel als Kriterien bevorzugen, wird empfohlen, sich für die beiden Schaltregeln zwei Tabellen getrennt nach $+y_2$ und $-y_2$ anzulegen, welche sehr einfach ausfallen. Für den Gebrauch noch einfacher ist die Darstellung derselben durch das nebenstehende Zeigerwerk. Die dort ersichtliche Stellung der Zeiger entspricht dem Rechenbeispiel 1.

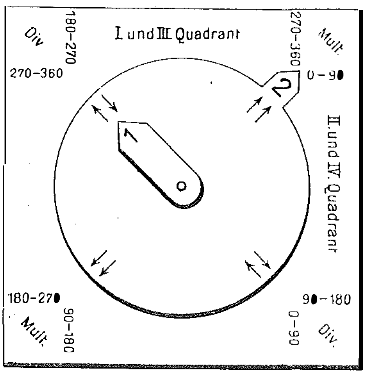

Abb. 3.

Von Grenzfällen abgesehen spielt sich der ganze Vorgang, ein Wandern der beiden

Ausgangspunkte auf den beiden Geraden, innerhalb eines Quadranten des Koordinatensystems ab und die Koordinaten des Schnittpunktes haben, da bei der Rechnung nur Absolutwerte verwendet wurden, dieselben Vorzeichen, wie die des Punktes P_2. Sollte ein Vorzeichenwechsel eingetreten sein, zeigt sich dieser in Form der dekadischen Ergänzung des betreffenden Wertes. Liegt schon P_1 in einem anderen Quadranten als P_2, so ist es für einen gewandten Rechner vorteilhafter, die Unstimmigkeiten in den Vorzeichen schon bei der Einstellung durch dekadische Ergänzung zu berücksichtigen, als sie durch Verschiebung des Ursprungs zu beseitigen.

Ist einer der Koeffizienten, es kommt bei brauchbaren Schnitten nur a_2 in Betracht, so groß, daß der Bereich des Einstellwerkes überschritten wird, so hilft man sich mit Verschiebung der beiden Dezimalpunkte in den beiden rechten Werken. Auf die letzten Stellen von großen a_2 kann verzichtet werden, denn aus $\triangle y_2 = a_2 \,.\, \triangle x_2$ ergibt sich $dx = \frac{dy_2}{a_2} - \frac{\triangle y_2}{a_2^2} \,.\, da_2$ d. h.: wird da_2 und a_2 im selben Verhältnis größer, so wird der Fehler dx sogar kleiner. Hiebei kann es vorkommen, daß es unmöglich wird, die beiden Endergebnisse für y_P bis auf die gewünschte Stellenzahl gleich zu machen. In diesem Fall gibt das linke Resultatwerk, wegen $a_1 < a_2$ den besseren, brauchbaren Wert, denn aus $(\triangle y_1 + \triangle y_3) = (\triangle x_1 + \blacktriangle x_2) \,.\, a_1$ folgt $dy_P = dx_P \,.\, a_1 + (\triangle x_1 + \triangle x_2) \,.\, da_1$ und die in der Praxis vorkommenden Maximalwerte $dx \leqq 10^{-3}$, $a_1 \leqq 4$, $\triangle x_1 + \triangle x_2 \leqq 10^4$, $da_1 \leqq 10^{-7}$ ergeben den Maximalwert für den Fehler des linken Resultates dy_P mit $5 \,.\, 10^{-3}$. Eine Verdrehung des Koordinatensystems zur Vermeidung der großen Werte für a_2 ist also nicht notwendig.

Im Zahlenbeispiel 1 werden beide Grenzfälle behandelt.

Ist die Entfernung des Schnittpunktes von den, die Geraden bestimmenden Punkten sehr groß und müssen aus diesem Grunde die Richtungskoeffizienten bis in die siebente Stelle verwendet werden, so reichen Maschinen mit 13 Stellen im Resultatwerk nicht mehr aus. Man kann sich da etwa so behelfen, daß man wie im Zahlenbeispiel 2 zuerst mit 7stelligen Richtungskoeffizienten bis auf den letzten Meter an x_P heran geht und dann erst den Schnitt mit 4stelligen Richtungskoeffizienten auf *mm* von x rechnet. Behelfe solcher Art sind umständlich, wären aber nicht notwendig, wenn bei voller Inanspruchnahme des Zähl- und Einstellwerkes nicht wie in Abb. 4 die höchsten Stellen des Resultates, sondern wie in Abb. 5 die niedersten entfallen würden.

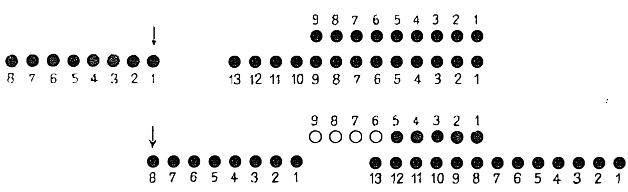

Abb. 4.

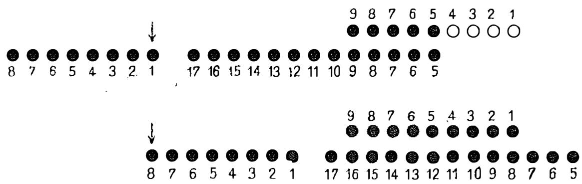

Abb. 5.

Aus den Skizzen ist ersichtlich, daß bei der gebräuchlichen Bauart, wie sie Abb. 4 schematisch zeigt, die niederen Stellen immer arbeiten, während die hohen Stellen der beiden Faktoren nicht gleichzeitig benützt werden können. Bei der in Abb. 5 gezeigten Bauart hingegen würden in jeder Schlittenstellung die hohen Stellen arbeiten und nur die Produkte der niederen Stellen entfallen. Eine so gebaute Rechenmaschine würde mit der Stellenzahl 8-9-13, weil sie im Resultatwerk praktisch 17 Stellen hat, allen Anforderungen der bei der Landesvermessung vorkommenden Berechnungen genügen.

Beispiel 1.

Es ist der Schnitt der Geraden zu rechnen, welche durch die Punkte $P_1 \ldots y_1 = -2136{,}97,\ x_1 = +7334{,}56$ $\quad P_2 \ldots y_2 = +19563{,}84,\ x_2 = +1{,}46$ und durch die Richtungswinkel

$\alpha_1 = 336^0\,51'\,11'',04$ $\qquad \alpha_2 = 89^0\,59'\,16'',44$

festgelegt sind. Die zugehörigen Richtungskoeffizienten sind

$a_1 = -0{,}427\,5046$ $\qquad a_2 = +4\,735{,}804\,99$

Es ist, wie es oben bereits gemacht wurde, den links stehenden Werten der Index 1, den rechts stehenden Werten der Index 2 zuzuteilen, weil der linksstehende Richtungskoeffizient der absolut kleinere ist.

Dezimalpunkteinstellung im	Zählwerk	3
,,	linken Einstellwerk . . .	7
,,	rechten Einstellwerk . . .	5
,,	linken Resultatwerk . . .	10
,,	rechten Resultatwerk . .	8

y_1 wird mit der dekadischen Ergänzung 97863,03000 in das linke Resultatwerk gebracht, weil es entgegengesetztes Vorzeichen von y_2 hat.

$a_2 \,.\, x_2 \,.\, y_2 = +$, daher ist das Zählwerk auf Mult. zu schalten.
$a_1 \,.\, a_2 = -$, daher sind die Einstellwerke gegenläufig zu schalten.

Man erhält $y_3 = +997{,}9639 \ldots,\ x_3 = +1{,}46 = x_2$

Nach der Angleichung erhält man für die Koordinaten des Schnittpunktes: im linken Resultatwerk $\underline{y_P = +999{,}6398 \ldots}$, was der wahren Punktlage entspricht, im rechten Resultatwerk $y_P = +999{,}4844 \ldots$ einen schlechten Näherungswert und im Zählwerk 9999997, 540, somit das $\underline{x_P = -2{,}460}$.

Beispiel 2. (Behelf wegen zu geringer Stellenzahl im Resultatwerk.)

Die Rechnung wurde auf einer Maschine mit den Stellenwerten 8-9-13 ausgeführt.

Angaben: $P_1 \ldots . y_1 = + \;\; 3\,110{,}00, x_1 = + 22\,136{,}16, a_1 = - 0{,}070\,1704$
$P_2 \ldots . y_2 = + 13\,911{,}39, x_2 = + 19\,129{,}39, a_2 = + 0{,}487\,9727$

Schaltung des Zählwerkes +, der Einstellwerke gegenläufig.

Stellung der Dezimalpunkte: im Zählwerk 0, in den Einstellwerken 7 und in den Resultatwerken 7.

x_1 wird, gezwungen durch die Dezimalpunktstellung 0 im Zählwerk, unter Vernachlässigung der Dezimalstellen eingestellt und ebenso kann die Ergänzung auf x_2 und die folgende Resultatangleichung im Zählwerk nur mit ganzen Einheiten von x ausgeführt werden. Also Einstellen von x_1 mit 22 136, ergänzen auf 19 129, angleichen mit dem Ergebnis $x = 154$.

Man erhält dadurch die Punkte

$$P_1' \ldots y_1' = + 4\,652{,}4857 \ldots, x_1' = + 154, (16)$$
$$P_2' \ldots y_2' = + 4\,652{,}1080 \ldots, x_2' = + 154, (39)$$

welche nahe dem Schnittpunkt auf den zu schneidenden Geraden liegen.

Die Dezimalstellen des Schnittpunktes erhält man, in dem man unter Vernachlässigung der letzten drei Stellen der Richtungskoeffizienten den Schnitt von den Punkten P_1' und P_2' ausgehend rechnet. Zur Durchführung ist im Zählwerk und in den Einstellwerken zu löschen und die Dezimalpunkteinstellung entsprechend auf 3 bzw. auf 4 abzuändern.

Die auf diese Art für den Schnittpunkt gewonnenen Koordinaten $y_P = +$ 4 652,424 und $x_P = +$ 155,038 stimmen bis in die letzte Stelle mit den wahren Werten überein.

Literaturbericht.

1. Bücherbesprechungen.

Bibliotheks-Nr. 785. Freckmann W.: **Untersuchung über die Strahlenbrechung unter Tage.** Mit 31 Abbildungen. 16 × 23 *cm*, 115 Seiten. Dissertation der Technischen Hochschule in Aachen, Verlag Frommhold und Wendler, Leipzig 1932. Preis 3·50 RM.

Durch seine Dissertation über die Geschichte der Kompasse 1908 ist der Bergingenieur C. Krause in Vermessungskreisen wohl ein wenig bekannt geworden. Die Dissertation blieb Krauses einzige Veröffentlichung auf dem Gebiete der Markscheidekunde. Das Leben führte ihn anderen Betätigungsgebieten zu, und 1919 starb Krause in seiner Heimat Südafrika eines frühen Todes. 1907 begann nun Krause aus eigenem Antrieb eine Untersuchung über die untertägige Strahlenbrechung. Geldknappheit zwang aber zum vorzeitigen Abbruch der Arbeit. 23 Jahre später nahm — ebenfalls aus eigenem Antrieb — der Bergingenieur W. Freckmann in den untertägigen Bauen der Grube Laurweg bei Kohlscheid im Rheinland die Untersuchung der Strahlenbrechung von neuem auf. Der Geheime Bergrat Dr.-Ing. h. c. August Schwemann in Aachen betätigte ein sehr freundliches Interesse für die Freckmannsche Arbeit und vermittelte für die Untersuchung eine großzügige Unterstützung von Seiten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. So blieb der Arbeit Freckmanns das Schicksal Krauses erspart.

Freckmann hat 3 Untersuchungen durchgeführt: Er untersuchte die horizontale Strahlenbrechung in waagrechten Grubenbauen, die vertikale Strahlenbrechung in denselben Bauen und die Strahlenbrechung in einem lotrechten Schacht.