

RECHENANLEITUNG FÜR  
DIE ORIGINAL-ODHNER  
DOPPELRECHENMASCHINE  
MODELL 135

---

---

**AKTIEBOLAGET ORIGINAL-ODHNER**  
GÖTEBORG · SCHWEDEN

# RECHENANLEITUNG FÜR DIE ORIGINAL-ODHNER DOPPELRECHENMASCHINE MODELL 135

---

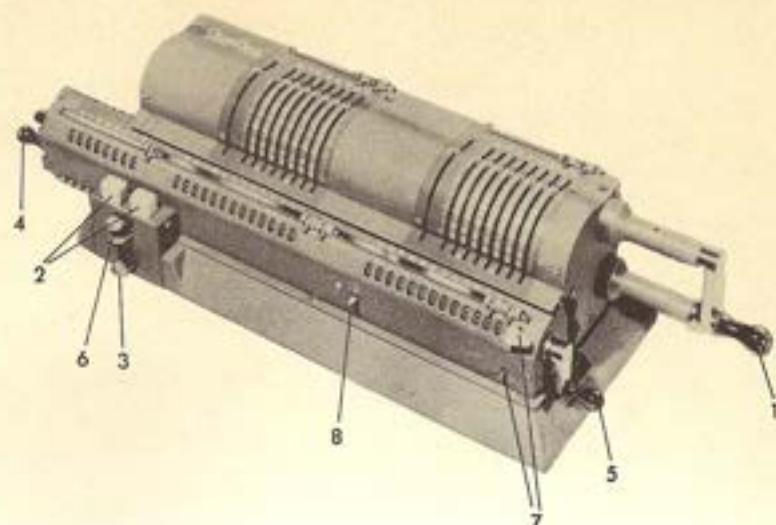
**AKTIEBOLAGET ORIGINAL-ODHNER**  
GÖTEBORG · SCHWEDEN

---

## INHALTSVERZEICHNIS:

Bedienungsorgane der Maschine .....	2
Die fünf Werke der Maschine .....	3
Die Recheneigenschaften der Maschine .....	4
Einstellen des Dezimalkommas .....	4
Addition .....	5
Subtraktion .....	5
Multiplikation .....	5
Multiplikation (abgekürzt) .....	6
Division (subtraktiv) .....	6
Division (additiv) .....	7
Gleichzeitige Multiplikation und Division .....	7
Numerische Darstellung einer geraden Linie auf der Rechen- maschine .....	8
Projizieren von X und Y gleichzeitig .....	8
Berechnung von Ausdrücken der Formel $(X_A - X_B) \operatorname{tg} \beta - Y_A + Y_B$ .....	9
Die Doppelmaschine gestattet die gleichzeitige Berechnung des Zählers und des Nenners .....	9
Division von negativen Brüchen .....	10
Der Sinussatz .....	12
Der Tangentensatz .....	13
Polarmessung .....	14
Polygonzug .....	18
Berechnung einer Seitenlänge und der Koordinaten mit gleich- zeitiger Kontrolle .....	20
Durchschnitt .....	21
Einschnitt .....	29
Die trigonometrischen Funktionen .....	36





## Bedienungsorgane der Maschine

### 1) Hauptkurbel.

Die Kurbel ist in der Nulllage durch einen federnden Stift gesperrt. Zieht man den Kurbelgriff heraus, so wird die Kurbel ausgelöst und das Drehen ermöglicht.

Um die Betriebsrichtung eindeutig zu erklären, wurde folgende Vereinbarung getroffen:

Eine in den Einstellwerken normal eingestellte Zahl wird in den Resultatwerken addiert, wenn die Kurbel im Uhrzeigersinne d.h. in der Plusrichtung gedreht wird und als **positive Drehung** bezeichnet. Die Zahl wird subtrahiert, wenn die Kurbel dem Uhrzeigersinne entgegengesetzt d.h. in der Minusrichtung gedreht wird und als **negative Drehung** bezeichnet.

### 2) Tabulator.

Durch Herabdrücken einer der zwei Tasten wird der Schlitten stellenweise nach rechts oder nach links fortbewegt.

### 3) Auslösungshebel.

Indem man den Auslösungshebel herabgedrückt hält, kann der Schlitten nach Belieben in die gewünschte Lage nach rechts oder nach links geführt werden.

### 4) Löschkurbel für das Umdrehungszählwerk.

Durch eine Umdrehung der Kurbel wird das Umdrehungszählwerk auf Null gestellt.

### 5) Löschkurbel für die Resultatwerke.

Durch eine Umdrehung der Kurbel werden beide Resultatwerke gleichzeitig auf Null gestellt.

### 6) Löschebel für die Einstellwerke.

Durch Herabdrücken des Hebels und gleichzeitiges Drehen der Kurbel um eine Vierteldrehung in positiver Richtung werden beide Einstellwerke gleichzeitig auf Null gestellt.

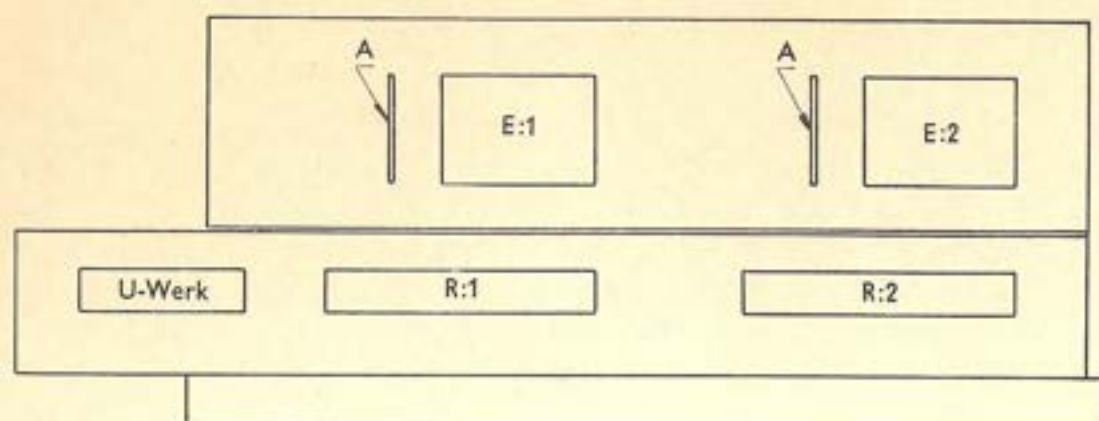
### 7) Rückübertragungsvorrichtung.

Nachdem die Einstellwerke auf Null gestellt worden sind, wird der Rückübertragungsknopf herabgedrückt, wonach die Resultatwerke nullgestellt werden. Die im rechten Resultatwerk befindliche Zahl wird hierdurch auf das rechte Einstellwerk zurückgeführt — folglich von R:2 auf E:2.

Falls der Rückübertragungsknopf irrtümlich herabgedrückt wurde, löst man denselben aus indem man auf den unterhalb vorspringenden Metallhebel drückt.

### 8) Hebel für Signalvorrichtung.

Wenn der Hebel nach links geführt wird, ist die Signalvorrichtung abgestellt.



## Die fünf Werke der Maschine

E:1. Einstellwerk, links.

E:2. » , rechts.

Beide Werke umfassen acht Einstellhebel für die Zahleneinstellung sowie einen Hebel (A auf der Abbildung) für die sogenannte Neunerbrücke, die die Einstellung von dekadischen Komplementzahlen d.h. die **dekadische Einstellung** ermöglicht.

**U-Werk.** Das Umdrehungszählwerk registriert jede Umdrehung.

Nach Nullstellung des Umdrehungszählwerkes ist die erste Drehung (negativ oder positiv) bestimmend für die Plusrichtung des Werkes.

Bei der Division erscheint der Quotient im Zählwerk. Bei der Addition bzw. Subtraktion zeigt das Umdrehungszählwerk die Anzahl der addierten bzw. subtrahierten Posten an, und bei der Multiplikation wird der Multiplikator im Zählwerk registriert.

R:1. Resultatwerk, links.

R:2. » , rechts.

Eine im Einstellwerk normal eingestellte Zahl wird in den Resultatwerken einmal für jede positive Kurbeldrehung addiert bzw. einmal für jede negative Kurbeldrehung subtrahiert.

Bei der Addition, Multiplikation und Subtraktion erscheint das Ergebnis in den Resultatwerken und bei der Division bleibt der Rest in den Werken stehen.

Sämtliche Werke sind mit verschiebbaren Kommareitern versehen. Um die Einstellung derselben zu erleichtern, sind sowohl die Einstellhebel als auch die Ziffernfenster in den Werken numeriert.



## Die Recheneigenschaften der Maschine

**E:1 und E:2.** Die Zahleneinstellung kann positiv oder negativ (**dekadisch**) sein.

Eine Zahl wird **dekadisch** eingestellt, indem man den Hebel der Neunerbrücke zur roten Null herabführt und die Ziffern nach der **linken** Ziffernreihe einstellt, ausser der letzten Ziffer in der Zahl, die nach der **rechten** Ziffernreihe eingestellt wird.

Es ist zu beachten, dass ausser der Neunerbrücke auch sämtliche Einstellhebel links von der eingestellten Zahl zur roten Null herabgeführt werden müssen.

**R:1 und R:2.** Im Resultatwerk werden die in E:1 und E:2 eingestellten Zahlen mit ihren Zeichen sovielmals summiert, wie das U-Werk registriert.

Da die Multiplikation eine wiederholte Addition und die Division eine wiederholte Subtraktion ist, ist es möglich mit der Maschine die vier Rechnungsarten auszuführen d.h. alle Berechnungen einer unendlichen Anzahl rationaler Operationen. Folglich muss das Ausziehen einer Wurzel z.B. nach Formeln mit bloss rationalen Operationen geschehen.

**U-Werk.** Das U-Werk kann nach Wunsch positiv oder negativ im Verhältnis zur Drehrichtung durch die Anfangsumdrehung gerichtet werden.

## Einstellen des Dezimalkommas

Bei der Multiplikation ist die Anzahl der Dezimalen im R-Werk gleich der Summe derjenigen in den U- und E-Werken, entsprechend deren Stellung in der Maschine.

Somit ist  $R_d = U_d + E_d$ .

Bei der Division ist die Anzahl der Dezimalen des U-Werkes gleich dem Unterschied zwischen denjenigen der R- und E-Werke, entsprechend deren Stellung in der Maschine.

Somit ist  $U_d = R_d - E_d$ .

## Addition

Die Einstellung der Zahlen muss in der Art vor sich gehen, dass die entsprechenden Zehner, Hunderter usw, stets genau untereinander stehen werden.

Dies gilt auch für die Anbringung des Kommareiters bei der Einstellung von Zahlen mit Dezimalen.

Der Schlitten soll in der Stelle 1 stehen und darf während des Rechnens nicht versetzt werden.

Beispiel:  $75384 + 6278 = 81662$ .

- 1) Nullstellen sämtliche Werke.
- 2) Stelle in E:2 75384 Stelle 5—1 ein d.h. man stellt den Einstellhebel der 1:er auf 4  
» » » 2:er » 8  
» » » 3:er » 3  
» » » 5:er » 5  
» » » 7:er » 7

- 3) Durch eine positive Umdrehung wird die Zahl 75384 auf R:2 übertragen, wenn der Schlitten in Stelle 1 in den Fenstern 5—1 steht. Danach wird die andere Zahl einerseits durch Umstellung oder nach Löschung der vorhergehenden Zahl eingestellt, also:
  - 4) Stelle in E:2 6278 Stelle 4—1 ein.
  - 5) Durch eine positive Umdrehung wird nun 6278 zu der in R:2 stehenden Zahl 75384 addiert.
  - 6) Das Resultat 81662 wird in R:2 abgelesen.

## Subtraktion

Beispiel:  $75384 - 6278 = 69106$ .

Die Arbeitsweise ist die gleiche wie bei der Addition mit dem Unterschied, dass unter Punkt 5 eine **negative Umdrehung** ausgeführt wird.

Wahlweise kann jedoch 6278 **dekadisch** eingestellt werden und dann 6278 von 75384 durch eine **positive Umdrehung** subtrahiert werden.

Das Resultat 69106 wird in R:2 abgelesen.

## Multiplikation

Beispiel:  $426 \times 152 = 64752$ .

Sämtliche Werke löschen.

- 1) Stelle in E:2 426 Stelle 3—1 ein.  
Drehe folgendermassen 152 in das U-Werk ein:
- 2) Schlitten in Stelle 1. Mache 2 positive Umdrehungen.
- 3) Schiebe den Schlitten auf Stelle 2. Mache 5 positive Umdrehungen.
- 4) Schiebe den Schlitten auf Stelle 3. Mache 1 positive Umdrehung.
- 5) Lies das Resultat 64752 in R:2 ab.



## Multiplikation (abgekürzt)

Durch Anwendung der Subtraktion kann man bei der Multiplikation die Anzahl der Umdrehungen erheblich vermindern, so dass man im ungünstigsten Falle auf jeder Stelle höchstens fünf Umdrehungen zu machen braucht.

Beispiel:  $865 \times 97 = 83905$ .

- 1) Stelle in E:2 865 Stelle 3—1 ein.
- 2) Schlitten in Stelle 3 und eine positive Umdrehung. Schlitten in Stelle 1 und 3 negative Umdrehungen. Multiplikator im U-Werk  $97 = 4$  Umdrehungen anstatt  $9 + 7 = 16$  Umdrehungen.
- 3) Resultat im R:2 = 83905.

## Division (subtraktiv)

Beispiel:  $\frac{634}{12.5} = 50.72$

- 1) Führe in R:2 den Zähler 634 Stelle 13—11 ein.  
Trenne 10 Dezimalen ab.
- 2) Stelle den Schlitten in Stelle 8.
- 3) Stelle in E:2 den Nenner 12.5 Stelle 6—4 ein.  
Trenne 4 Dezimalen ab.
- 4) Lösche die 1, welche im U-Werk erschien, als 634 in R:2 eingeführt wurde.  
Die Zahlen in der Maschine müssen so gegeneinander liegen, dass der unter dem Nenner stehende Teil des Zählers stets grösser ist als der Vorgenannte.
- 5) Der Nenner wird nun so viele Male wie möglich vom Zähler subtrahiert, wobei die Anzahl der Subtraktionen im U-Werk angegeben wird. Durch 5 negative Umdrehungen ist der Nenner die grösstmögliche Anzahl Male vom Zähler subtrahiert worden.
- 6) In R:2 bleibt nur 9 in Stelle 11.
- 7) Der Schlitten wird auf Stelle 7 geschoben, wonach die Subtraktion fortgesetzt wird.
- 8) Nach einer negativen Umdrehung erscheinen Neuner in den Fenstern 13 und 12, was anzeigt, dass eine Umdrehung zu viel gemacht wurde, folglich dreht man die Kurbel einmal zurück, womit die Neunerreihe verschwindet und der restierende Zähler bleibt in R:2.
- 9) Der Schlitten wird auf Stelle 6 geschoben, nach 7 Umdrehungen wird er auf Stelle 5 gebracht.
- 10) Nach 2 negativen Umdrehungen ist die Division fertig.
- 11) Das U-Werk zeigt die Anzahl der Subtraktionen = 50.72.  
Das Dezimalkomma wird divisionsmässig folgendermassen eingestellt 10 Dezimalen in R:2 — 4 Dezimalen in E:2 = 6 Dezimalen im U-Werk.

## Division (additiv)

Der Nenner wird in E:2 eingestellt und der Zähler durch wiederholte Addition in R:2 aufgebaut.

Beispiel:  $\frac{600}{13} = 46.153847$

- 1) Stelle in E:2 13, Stelle 5—4 ein.
- 2) Führe den Schlitten zur Stelle 8.
- 3) Bauen 600 in R:2 durch positive Umdrehungen auf.

- 4) 4 Umdrehungen in Stelle 8

6 » » » 7

1 Umdrehung » » 6

5 Umdrehungen » » 5

3 » » » 4

8 » » » 3

4 » » » 2

7 » » » 1

- 5) Das Resultat 46.153847 wird im U-Werk abgelesen.

Das Dezimalkomma wird divisionsmässig wie folgt eingestellt, 9 Dezim. in R:2 — 3 Dezim. in E:2 = 6 Dezim. im U-Werk.

Man kann natürlich über den Wert des Zählers hinausdrehen und in der nächsten Lage zurückdrehen — siehe abgekürzte Multiplikation.

## Gleichzeitige Multiplikation und division

Bei kombinierter Multiplikation und Division verfähre man wie folgt:

Die Zahl der Art  $\frac{418 \cdot 349}{23}$  kann in die Gleichung

$\frac{418}{23} = \frac{x}{349}$  umgewandelt werden und eignet sich dann für die Berechnung in der Doppelmaschine.

- 1) Stelle in E:1 23 Stelle 5—4 ein.  
» » E:2 349 » 6—4 »
- 2) Drehe in R:1 418 Stelle 12—10 positiv durch also bis 417.999999. Trenne in R:1 und R:2 9 Dezimalen ab.
- 3) Lies in R:2 das Resultat 6342.695637 ab.

Man berechne auf obige Weise folgende Beispiele:

$$\frac{134 \cdot 12}{16}; \quad \frac{134}{16} = \frac{x}{12}; \quad x = 100.5$$

$$\frac{0.88 \cdot 129}{0.16}; \quad \frac{0.88}{0.16} = \frac{x}{129}; \quad x = 709.5$$

$$\frac{3.12 \cdot 4.36}{28}; \quad \frac{3.12}{28} = \frac{x}{4.36}; \quad x = 0.4858285652$$



## Numerische Darstellung einer geraden Linie auf der Rechenmaschine

Die Gleichung einer geraden Linie mit Peilungswinkel  $\beta$  durch den Punkt  $(X_A, Y_A)$ , ist:  $(Y - Y_A) = \text{Tg } \beta (X - X_A)$ .

Durch die Gleichung kann zu jedem X Wert der entsprechende Y Wert für verschiedene Punkte berechnet werden.

Wenn man  $Y_A$  in R:1 und  $X_A$  in das U-Werk, sowie  $\text{tg } \beta$  in E:1 einführt, erhält man für eine gewisse Erhöhung oder Verminderung des X-Wertes im U-Werk die dementsprechende Veränderung des Y Wertes im R:1 Werk d.h. der Punkt wird nach der gegebenen Geraden versetzt. Man beachte, dass wenn  $\text{tg } \beta$  negativ ist, das dekadische Komplement des  $\text{tg}$ -Wertes eingestellt wird und  $X_A$  in das U-Werk positiv eingedreht werden muss.

Die numerische Darstellung einer geraden Linie auf der Rechenmaschine wird durch folgende Beispiele erläutert:

Beispiel 1) $X_{A1} = 50.000,00$ $Y_{A1} = 60.000,00$ $\beta_1 = 25^\circ$	Beispiel 2) $X_{A2} = 50.000,00$ $Y_{A2} = 60.000,00$ $\beta_2 = 375^\circ$
--	---

Man berechne die zu den X-Werten gehörenden Y-Werte.

	X	Y		X	Y	
B <sub>1</sub>	55555,00	62300,96		B <sub>2</sub>	55555,00	57699,04
C <sub>1</sub>	60729,00	64444,10		C <sub>2</sub>	60729,00	55555,90
D <sub>1</sub>	75212,60	70443,41		D <sub>2</sub>	75212,60	49556,59
E <sub>1</sub>	81345,67	72983,82		E <sub>2</sub>	81345,67	47016,18

- 1) Führe in R:1  $Y_{A1} = 60.000,00$  Stelle 13-9 ein.  
 » » R:2  $Y_{A2} = 60.000,00$  » 13-9 »
- 2) Dezimal komma: Der X-Wert gibt 2 Dezimalen und  $\text{tg } \beta$  6 Dezimalen sodass 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt werden.
- 3) Drehe mit nullgestelltem Einstellwerk  $X_{A1-2} = 50.000,00$ , in das U-Werk Stelle 7-1 ein.
- 4) Stelle in E:1  $\text{tg } \beta_1 = +0.414214$ , Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $\text{tg } \beta_2 = -0.414214$ , dekadisch Stelle 6-1 ein.  
 Man vergesse nicht den Hebel der Neuner-Brücke auf die rote Null sowie die Hebel 8 und 7 auf dieselbe Lage herabzuführen.
- 5) Drehe mit der Hand die verschiedenen X-Werte mit  $X_{B1-2}$  beginnend in das U-Werk ein und lies  $Y_{B1}$  in R:1 sowie  $Y_{B2}$  in R:2 ab.

### Projizieren von X und Y gleichzeitig

Wenn man X bzw. Y für einen Punkt auf einer geraden Linie in die Rechenwerke R:1 und R:2 einführt und danach  $\text{Cos}$  bzw.  $\text{Sin } \beta$  in die Einstellwerke E:1 und E:2 einstellt, liest man beim Drehen in den Rechenwerken R:1 und R:2 ganze Serien von X bzw. Y, d.h. man projiziert die von Umdrehungszählwerk dargestellten Seitenlängen auf die X- bzw. Y-Achse.

Bei der Berechnung eines Polygonzuges projiziert man auf diese Weise ein Polygon auf beide Koordinatenachsen.

## Berechnung von Ausdrücken der Form $(X_A - X_B) \operatorname{tg} \beta - Y_A + Y_B$ .

Bei Durchschnitts- und Einschnittsberechnungen kommen Ausdrücke wie

$$(X_A - X_B) \operatorname{tg} \beta - Y_A + Y_B \text{ vor.}$$

Beispiel:  $X_A = 60279,00$

$$X_B = 75212,60$$

$$\beta = 25^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta = 0,414214$$

Das erste Glied im Ausdrucke wird wie folgt berechnet:

$$(60279,00 - 75212,60) 0,414214$$

- 1) Stelle in E:2  $\operatorname{tg} \beta = 0,414214$  Stelle 6—1 ein.
- 2) Drehe in das U-Werk den Wert  $X_A = 60279,00$  Stelle 7—1 **positiv** ein.
- 3) Stelle das U-Werk auf Null.
- 4) Drehe in das U-Werk den Wert  $X_B = 75212,60$  Stelle 7—1 **negativ** ein.

Nun ist  $\operatorname{tg} \beta$  mit der Differenz zwischen  $X_A$  und  $X_B$  multipliziert worden.

- 5) In R:2 wird das Resultat 93814.2938096 abgelesen.

Da der eingeklammerte Wert negativ ist, wird das Resultat nicht direkt erhalten, sondern dessen dekadisches Komplement. Somit ist das Resultat =  $-6185,7061904$ .

Wenn  $\operatorname{tg} \beta$  negativ ist, stellt man dessen dekadisches Komplement ein und rechnet laut dem obigen Beispiel.

$\operatorname{tg} \beta$  kann natürlich auch normal eingestellt werden, jedoch muss man dann  $X_A$  **negativ** eindrehen und nach Nullstellung des U-Werkes  $X_B$  **positiv** eindrehen.

In beiden Fällen erhält man das Produkt mit seinem Zeichen direkt im Resultatwerk.

Welche Einstellung anzuwenden ist, muss von Fall zu Fall bestimmt werden.

Somit wurde der erste Teil des Ausdruckes behandelt. Nachdem man das gesuchte Produkt im Resultatwerk erhalten hat, werden die übrigbleibenden Additionen und Subtraktionen direkt in der Maschine ausgeführt.

## Die Doppelmaschine gestattet die gleichzeitige Berechnung des Zählers und des Nenners

Bei Durchschnitts- und Einschnittsberechnungen findet man Brüche folgender Art wieder:

$$\frac{(X_A - X_B) \operatorname{cot} \varphi - (X_A - X_C) \operatorname{cot} \varphi}{(Y_A - Y_B) \operatorname{cot} \varphi - (Y_A - Y_C) \operatorname{cot} \varphi}$$

Der Zähler wird in R:1 berechnet.

Der Nenner » » R:2 »

wie in der Beispielsammlung beschrieben wurde.



## Division von negativen Brüchen

Bei gleichzeitiger Berechnung des Zählers und Nenners kommt es vor, dass der Zähler oder der Nenner oder beide Zahlen in R:1 bzw. R:2 negativ erhalten werden.

Die Division kann dennoch direkt ohne beschwerende Anmerkungen ausgeführt werden.

Beispiel:

Nach Berechnung des Zählers und des Nenners:

- 1) zeigt R:1 den Zähler  $\frac{440.29}{9453.46}$  z.B. in Stelle 12—8  
 » R:2 » Nenner  $\frac{440.29}{9453.46}$  negativ » » 13—8  
 was dem Werte  $\frac{440.29}{-546.54} = -0.805595$  entspricht.

Man erhält den Nenner negativ in R:2, das folglich das dekadische Komplement des Nenners angibt.

Die Division führt man aus, indem man in E:1 das dekadische Komplement des Nenners 999453.46 in Stelle 8—1 einstellt.

Also wird 6 in Stelle 1 eingestellt

4 » » 2 »  
 3 » » 3 »  
 5 » » 4 »  
 4 » » 5 »  
 9 » » 6-7-8 »

wonach der Hebel der Neuner-Brücke auf die rote Null herabgeführt wird und der Schlitten zur Stelle 7 geschoben wird. Hierauf wird R:1 durch **positive** Umdrehungen auf 0 gebracht. Das Resultat 0.805595 wird im U-Werk direkt abgelesen. Quotient negativ.

- 2) zeigt R:1 den Zähler  $\frac{9559.71}{546.54}$  negativ z.B. in Stelle 13—8  
 » R:2 » Nenner  $\frac{9559.71}{546.54}$  » » » » 12—8  
 was dem Bruch  $\frac{-440.29}{546.54} = -0.805595$  entspricht.

Man erhält den Zähler negativ in R:1, das folglich das dekadische Komplement des Zählers anzeigt.

Die Division erfolgt, indem man in E:1 den Nenner 546,54 Stelle 5—1 einstellt, den Schlitten zur Stelle 7 führt und R:1 durch positive Umdrehungen auf 0 bringt.

Das Resultat 0.805595 wird als negativer Quotient direkt im U-Werk abgelesen.

- 3) zeigt R:1 den Zähler  $\frac{9559.71}{9453.46}$  negativ z.B. in Stelle 13—8  
 » R:2 » Nenner  $\frac{9559.71}{9453.46}$  » » » » 13—8  
 Somit ist  $\frac{-440.29}{-546.54} = +0.805595$

Sowohl den Zähler als auch den Nenner erhält man negativ in R:1 bzw. R:2, die folglich die dekadischen Komplemente des Zählers und Nenners zeigen.

Die Division führt man aus, indem man in E:1 das dekadische Komplement 999453,46 des Nenners in Stelle 8—1 einstellt.



Demnach wird 6 in Stelle 1 eingestellt,

4 » » 2 »  
3 » » 3 »  
5 » » 4 »  
4 » » 5 »  
9 » » 6-7-8 »

wonach man den Hebel der Neuner-Brücke auf die rote Null herabführt und den Schlitten zur Stelle 7 schiebt. Hierauf wird R:1 durch **negative** Umdrehungen auf 0 gebracht.

Das Resultat 0.805595 wird im U-Werk abgelesen. Quotient positiv.

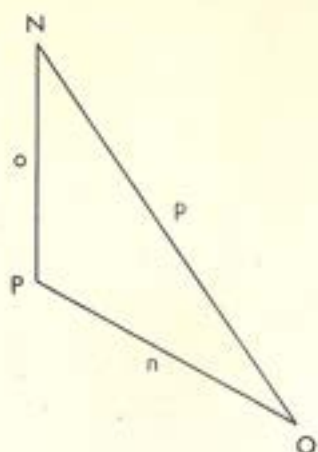
Die Division kann natürlich in sämtlichen Beispielen abgekürzt gemacht werden, jedoch ist zu beachten, dass die erste Umdrehung nach die Nullstellung des U-Werkes für die Plusrichtung des Werkes bestimmend ist.

Folglich wird im Beispiel 1) die erste Umdrehung **positiv**

2) » » » »  
3) » » » **negativ**

ausgeführt.

## Der Sinussatz



$$\frac{o}{\sin O} = \frac{p}{\sin P} = \frac{n}{\sin N} = 2R$$

wobei  $2R$  der Durchmesser des umschriebenen Kreises ist.

Bekannte Werte:

$$N = 37^{\circ}.94 \quad \sin 37^{\circ}.94 = 0.561304$$

$$o = 12.58$$

$$n = 15.76$$

Gesucht werden: die Winkel  $O$  und  $P$  sowie die Seite  $p$

$$\frac{\sin 37^{\circ}.94}{15.76} = \frac{\sin O}{12.58} = \frac{\sin [200^{\circ} - (37^{\circ}.94 + O)]}{p} = \frac{1}{2R}$$

Berechnung der Winkel  $O$  und  $P$ .

- 1) Stelle in E:1 die Seite  $n = 15.76$  Stelle 4-1 ein.  
» » E:2 » »  $o = 12.58$  » 4-1 »
- 2) Drehe in R:1  $\sin 37^{\circ}.94 = 0.561304$  in Stelle 11-1 positiv durch, demnach werden in R: und R:2 11 Dezimalen abgetrennt.
- 3) Lies in R:2  $\sin O = 0.448046$  demnach ist  $O = 29^{\circ}.58$ .  
NB. Das Umdrehungszählwerk bleibt unberücksichtigt.
- 4) Der Winkel  $P$  ist folglich  $= 200^{\circ} - (37^{\circ}.94 + 29^{\circ}.58)$   
 $P = 132^{\circ}.48$

### Berechnung der Seite $p$ sowie des Kreisdurchmessers

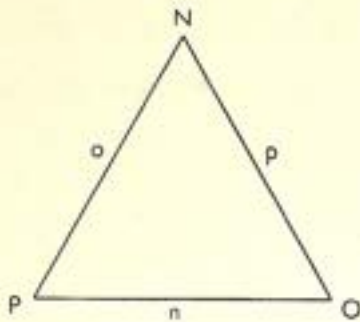
$$\frac{\sin 29^{\circ}.58}{12.58} = \frac{\sin 132^{\circ}.48}{p} = \frac{1}{2R}$$

$$\sin 132^{\circ}.48 = \cos 32^{\circ}.48 = 0.872649$$

$$\frac{12.58}{0.448046} = \frac{p}{0.872649} = 2R$$

- 1) Stelle in E:1 0.448046 Stelle 6-1 ein.  
» » E:2 0.872649 » 6-1 »
- 2) Drehe in R:1 Seite  $o = 12.58$  Stelle 13-10 positiv durch, demnach werden in R:1 und R:2 11 Dezimalen abgetrennt.
- 3) Lies in R:2 die Seite  $p = 24.50$  ab.  
Das U-Werk zeigt den Durchmesser des umschriebenen Winkels  $= 28.07$  an.  
Durch zwei Einstellungen und zwei Drehungen wurden also die drei unbekanntenen Elemente sowie der Durchmesser des umschriebenen Kreises ermittelt.

## Der Tangentensatz



$$\frac{o-p}{o+p} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (O-P)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (O+P)}$$

Bekannte Werte:  $o = 28.75$

$p = 19.17$

$N = 78^{\circ}.36$

$\operatorname{ctg} \frac{N}{2} = 1.414339$

Gesucht werden: die Winkel O und P

$$\frac{1.414339}{o+p} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (O-P)}{o-p}$$

1) Stelle in E:1  $o+p = 47.92$  Stelle 4-1 ein.

» » E:2  $o-p = 9.58$  » 3-1 »

2) Drehe in R:1  $\operatorname{ctg} \frac{N}{2} = 1.414339$  Stelle 11-1 durch, demnach werden 10 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

3) Lies in R:2  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (O-P) = 0.28275$

folglich ist  $\frac{1}{2} (O-P) = 17^{\circ}.54$ .

Das Umdrehungszählwerk bleibt unberücksichtigt.

4)  $\frac{1}{2} (O-P) = 17^{\circ}.54$

$\frac{1}{2} (O+P) = 60^{\circ}.82$

$O = 78^{\circ}.36$

$P = 43^{\circ}.28$

Die ganze Berechnung kann mit der Maschine ohne dazwischenliegende Aufzeichnungen oder beschwerende Zwischenglieder ausgeführt werden.

1) Stelle in E:2  $o = 28.75$  Stelle 4-1 ein, drehe die Zahl in R:2 ein und stelle E:1 sowie E:2 auf Null.

2) Stelle in E:2  $p = 19.17$  Stelle 4-1 ein, addiere die Zahl zu R:2 durch eine positive Umdrehung.

3) Lies in R:2  $o+p = 47.92$  ab.

4) Stelle in E:1  $47.92$  Stelle 4-1 ein.

5) Mache zwei negative Umdrehungen und lies in R:2  $o-p = 9.58$  ab. Stelle E:2 manuell auf Null.

6) Führe  $9.58$  auf E:2 zurück.

demnach steht in E:1  $o+p = 47.92$

und » E:2  $o-p = 9.58$

7) Drehe in R:1  $\operatorname{ctg} \frac{N}{2} = 1.414339$  Stelle 11-1 hindurch, demnach werden 10 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

8) Lies in R:2  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (O-P) = 0.28275$  ab.

somit ist  $\frac{1}{2} (O-P) = 17^{\circ}.54$

9)  $\frac{1}{2} (O-P) = 17^{\circ}.54$

$\frac{1}{2} (O+P) = 60^{\circ}.82$

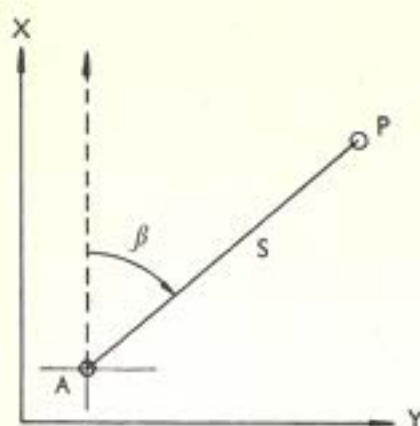
$O = 78^{\circ}.36$

$P = 43^{\circ}.28$



## Polarmessung

Richtungswinkel im ersten Quadrant.



$$X_p = X_A + S \cdot \cos \beta$$

$$Y_p = Y_A + S \cdot \sin \beta$$

Bekannte Werte:  $X_A = 6524.83$

$S = 106.75$

$Y_A = 2671.96$

$\beta = 54^{\circ}.96$

$\cos \beta = 0.649926$

$\sin \beta = 0.759998$

Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_p$  und  $Y_p$ .

Ausrechnung:

Dezimal komma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk, demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

1) Führe in R:1  $X_A = 6524.83$ , Stelle 12-7 ein

» » R:2  $Y_A = 2671.96$ , » 12-7 »

Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.

2) Stelle in E:1  $\cos \beta = 0.649926$  Stelle 6-1 ein

» » E:2  $\sin \beta = 0.759998$  » 6-1 »

3) Drehe in das U-Werk den Abstand  $S = 106.75$  Lage 5-1 positiv ein.

Die Koordinaten  $S \cdot \cos \beta$  und  $S \cdot \sin \beta$  sind nun zu  $X_A$  und  $Y_A$  addiert worden.

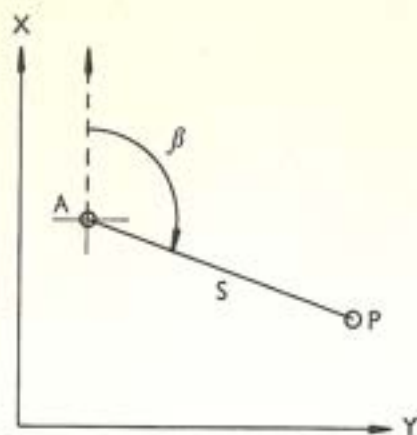
Das Resultat  $X_p$  und  $Y_p$  wird in R:1 und R:2 abgelesen.

4) In R:1 liest man  $X_p = 6594.2096 \dots$

» R:2 » »  $Y_p = 2753.0897 \dots$

## Polarmessung

Richtungswinkel im zweiten Quadrant.



Bekannte Werte:  $X_A = 125.43$   
 $Y_A = 738.45$

$S = 78.82$   
 $\beta = 123.^\circ$   
 $\cos \beta = -0.353475$   
 $\sin \beta = +0.935444$

Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

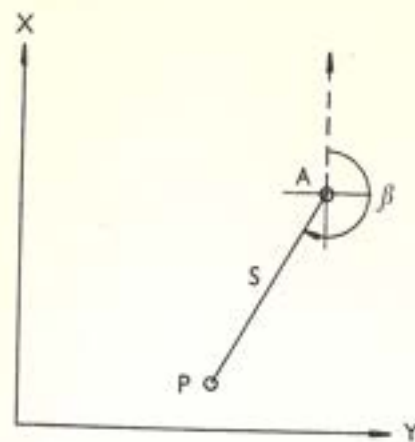
Ausrechnung:

Dezimalkomma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk, demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

- 1) Führe in R:1  $X_A = 125.43$  Stelle 11-7 ein  
 » » R:2  $Y_A = 738.45$  » 11-7 »  
 Stelle in E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 2) Stelle in E:1  $\cos \beta = -0.353475$  dekadisch Stelle 6-1 ein  
 » » E:2  $\sin \beta = +0.935444$  » 6-1 »  
 $\cos \beta = -0.353475$  der ein negatives Vorzeichen hat, wird dekadisch in E:1 Stelle 6-1 eingestellt. Die Hebel für die Neuner-Brücke, sowie die Einstellhebel 8 und 7 werden auf die rote 0 herabgeführt, danach wird -353475 mit Hilfe der linken roten Ziffernreihe eingestellt, jedoch nicht die letzte Ziffer 5 die nach der rechten roten Ziffernreihe eingestellt wird.
- 3) Drehe in das U-Werk den Abstand  $S = 78.82$  Stelle 4-1 positiv ein.  
 Die Koordinate  $S \cdot \cos \beta$  ist nun von  $X_A$  subtrahiert worden, während die Koordinate  $S \cdot \sin \beta$  zu  $Y_A$  addiert wurde. Das Resultat  $X_P$  und  $Y_P$  wird in R:1 bzw. R:2 abgelesen.
- 4) In R:1 liest man  $X_P = 97569. \dots$   
 » R:2 » »  $Y_P = 812.181. \dots$

## Polarmessung

Richtungswinkel im dritten Quadrant.



Bekannte Werte:  $X_A = 9436.82$

$Y_A = 1153.91$

$S = 59.83$

$\beta = 228^{\circ}.55$

$\cos \beta = -0.901115$

$\sin \beta = -0.433580$

Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

Ausrechnung:

Dezimalkomma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2, sowie 2 Dezimalen im U-Werk, demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

1) Führe in R:1  $X_A = 9436.82$  Stelle 12-7 ein  
 » » R:2  $Y_A = 1153.91$  » 12-7 »  
 Stelle E:1 und E:2, sowie das U-Werk, auf Null.

2) Stelle in E:1  $\cos \beta = -0.901115$  Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $\sin \beta = -0.433580$  » 6-1 »

$\cos \beta$  und  $\sin \beta$  haben beide ein negatives Vorzeichen, weshalb die Werte dekadisch eingestellt werden müssen was nicht nur logisch sondern auch richtig ist wobei der Abstand S in das U-Werk positiv eingedreht wird. Es ist jedoch einfacher in diesem Falle die Werte  $\cos \beta$  und  $\sin \beta$  normal einzustellen und den Abstand S in das U-Werk negativ einzudrehen. In beiden Fällen werden  $S \cdot \cos \beta$  und  $S \cdot \sin \beta$  von  $X_A$  und  $Y_A$  abgezogen.

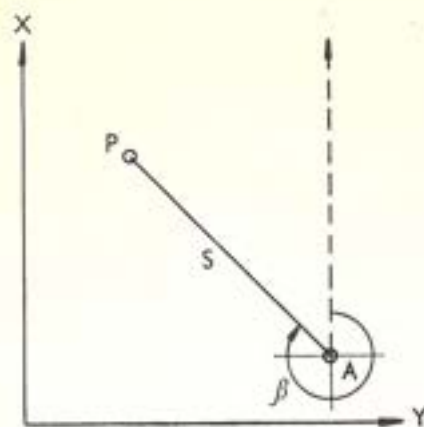
3) Drehe in das U-Werk den Abstand  $S = 59.83$  Stelle 4-1 negativ ein.

4) In R:1 liest man  $X_P = 9382.9062$  . . . ab.  
 » R:2 » »  $X_P = 1127.9689$  . . . ab.



## Polarmessung

Richtungswinkel im vierten Quadrant.



Bekannte Werte:  $X_A = 531.79$

$Y_A = 118.51$

$S = 81.72$

$\beta = 350^{\circ}.48$

$\cos \beta = +0.712418$

$\sin \beta = -0.701755$

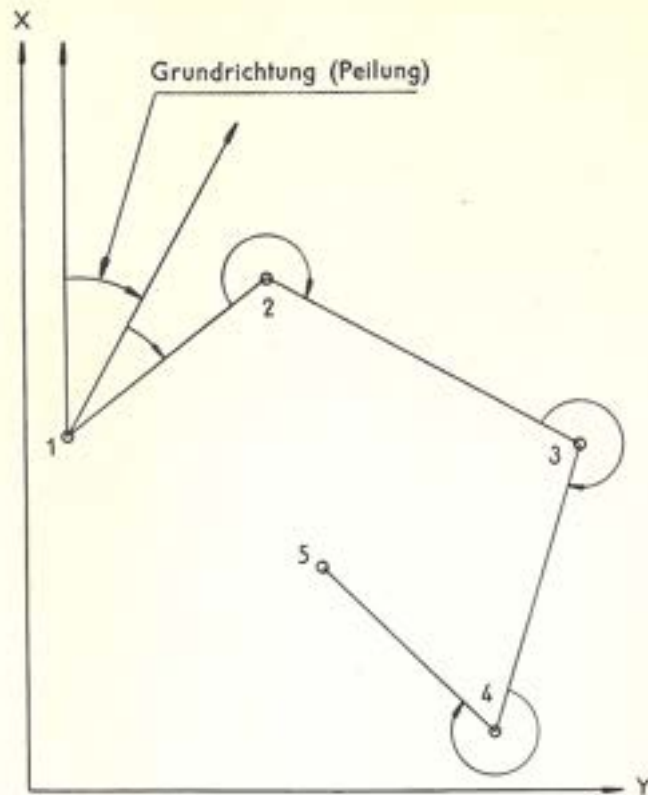
Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  and  $Y_P$ .

Ausrechnung:

Dezimalkomma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2, sowie 2 Dezimalen im U-Werk, demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

- 1) Führe in R:1  $X_A = 531.79$  Stelle 11-7 ein  
 » » R:2  $Y_A = 118.51$  » 11-7 »  
 Stelle E:1 und E:2, sowie das U-Werk, auf Null.
- 2) Stelle in E:1  $\cos \beta = +0.712418$  Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $\sin \beta = -0.701755$  » 6-1 dekadisch ein.  
 $\sin \beta = -0.701755$ , der ein negatives Vorzeichen hat, wird dekadisch in E:2 Stelle 6-1 eingestellt. Der Hebel für die Neuner-Brücke, sowie die Einstellhebel 8 und 7 werden auf die rote 0 herabgeführt. Danach wird  $-701755$  mit Hilfe der linken roten Ziffernreihe eingestellt, jedoch nicht die letzte Ziffer 5, die nach der rechten roten Ziffernreihe eingestellt wird.
- 3) Drehe in das U-Werk den Abstand  $S = 81.72$  Stelle 4-1 positiv ein. Die Koordinate  $S \cdot \cos \beta$  ist nun zu  $X_A$  addiert worden, während die Koordinate  $S \cdot \sin \beta$  von  $Y_A$  abgezogen wurde. Das Resultat  $X_P$  und  $Y_P$  wird in R:1 bzw. R:2 abgelesen.
- 4) In R:1 liest man  $X_P = 590.008. \dots$  ab.  
 » R:2 » »  $Y_P = 61.162. \dots$  ab.

## Polygonzug



Rechnungsschema:

Punkt Brechungswinkel	$\beta$ Peilung	$\cos \beta$ Abstand $\sin \beta$	x-Koordinate	y-Koordinate
1 25 <sup>c</sup> .1585	230 <sup>c</sup> .9064 56 <sup>c</sup> .0649	+0.636638 102.63 +0.771163	1076.98	1194.35
2 275 <sup>c</sup> .1894	131 <sup>c</sup> .2543	-0.471456 155.94 +0.881889	1142.32	1273.49
3 287 <sup>c</sup> .9131	219 <sup>c</sup> .1674	-0.955016 137.44 -0.296553	1068.80	1411.02
4 331 <sup>c</sup> .0306	350 <sup>c</sup> .1980	+0.709303 99.81 -0.704904	937.54	1370.26
5			1008.34	1299.90

Ausrechnung:

- 1) Führe in R:1  $X_1 = 1076.98$  Stelle 12-7 ein.  
» » R:2  $Y_1 = 1194.35$  » 12-7 »  
Trenne 8 Decimalen in R:1 und R:2 ab.
- 2) Stelle E:1 und E:2, sowie das U-Werk, auf Null.
- 3) Stelle in E:1  $\cos \beta_1 = 0.636668$  Stelle 6-1 ein.  
» » E:2  $\sin \beta_1 = 0.771163$  ein.
- 4) Drehe in das U-Werk den Abstand 102.63 Stelle 5-1 positiv ein.
- 5) Lies in R:1  $(X_2) = 1142.32$  ab.  
» » R:2  $(Y_2) = 1273.49$  »
- 6) Stelle E:1 und E:2, sowie das U-Werk, auf Null.
- 7) Stelle in E:1  $\cos \beta_2 = -0.471456$  dekadisch in Stelle 6-1 ein.  
» » E:2  $\sin \beta_2 = +0.881889$  » » 6-1 »
- 8) Drehe in das U-Werk den Abstand 155.94 Stelle 5-1 positiv ein.
- 9) Lies in R:1  $(X_3) = 1068.80$  ab.  
» » R:2  $(Y_3) = 1411.02$  »
- 10) Stelle E:1 und E:2, sowie das U-Werk, auf Null.
- 11) Stelle in E:1  $\cos \beta_3 = -0.955016$  Stelle 6-1 ein.  
» » E:2  $\sin \beta_3 = -0.296553$  » 6-1 »
- 12) Drehe in das U-Werk den Abstand 137.44 Stelle 5-1 negativ ein.
- 13) Lies in R:1  $(X_4) = 937.54$  ab.  
» » R:2  $(Y_4) = 1370.26$  »
- 14) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 15) Stelle in E:1  $\cos \beta_4 = +0.709303$  Stelle 6-1 ein.  
» » E:2  $\sin \beta_4 = -0.704904$  » 6-1 dekadisch ein.
- 16) Drehe in das U-Werk den Abstand 99.81 Stelle 4-1 positiv ein.
- 17) Lies in R:1  $(X_5) = 1008.34$  ab.  
» » R:2  $(Y_5) = 1299.90$  »



## Berechnung einer Seitenlänge und der Koordinaten mit gleichzeitiger Kontrolle

Anstatt die Seitenlänge durch Ziehen der Quadratwurzel gemäss  $S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ , zu berechnen, rechnet man den Richtungswinkel zwischen den Punkten aus.

Stellt man in E:1 den Cosinus und in E:2 den Sinus für den Richtungswinkel ein und baut man  $\Delta X$  durch positive Umdrehungen in R:1 auf, erscheint gleichzeitig  $\Delta Y$  in R:2 und die Seitenlänge  $S$  im U-Werk.

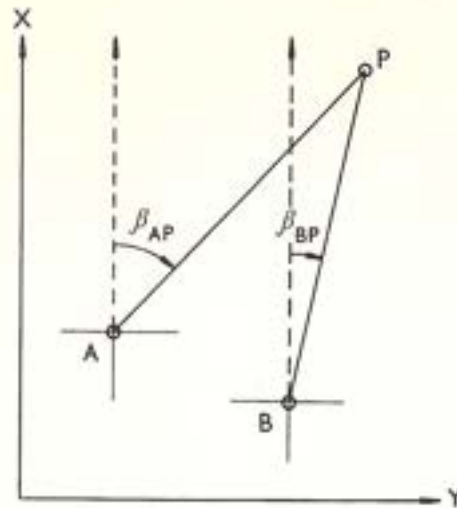
Punkt A	$\sin \beta = 0.278983$	6413975.82	1580153.24
$(\text{tg} \beta) + 3.44213$	$(\beta) 282^\circ.0005$	$(\Delta X) - 2083.19$	$(\Delta Y) - 7170.61$
Punkt B	$\cos \beta = 0.960296$	6411892.63	1572982.63

$\text{tg} \beta = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$ :

- 1) Führe in R:2  $\Delta Y = 7170.61$  Stelle 13—8 ein.
- 2) Stelle in E:2  $\Delta X = 2083.19$  Stelle 6—1 ein.
- 3) Stelle das U-Werk auf Null und führe die Division aus.  
Im U-Werk wird  $\text{tg} \beta = 3.44213$  abgelesen.  
Also ist  $\beta = 285^\circ.0005$
- 4) Stelle E:2 und R:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 5) Stelle in E:1  $\cos \beta = 0.278983$  Stelle 6—1 ein.  
» » E:2  $\sin \beta = 0.960296$  » 6—1 »
- 6) Drehe in R:1  $\Delta X = 2083.19$  Stelle 13—1 positiv hervor.
- 7) In R:2 wird  $\Delta Y = 7170.61$  abgelesen.  
Im U-Werk wird  $S = 7467.086$  abgelesen.

## Durchschnitt

Richtungswinkel im ersten Quadrant.



Bekannte Werte: die Koordinaten für die Punkte A und B sowie die Richtungswinkel (Peilungen) zum Punkte P.

Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

Rechnungsschema:

Punkt	$\beta$	$\text{tg } \beta$	X	Y
A	$49^{\circ}.13$	+ 0.973035	0 6437 158.64	00 1535 117.19
B	$12^{\circ}.70$	+ 0.202180	0 6436 875.91	00 1537 094.84
P			6439 798.32	1537 685.69

Dezimalkomma: 6 Dezimale in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimale im U-Werk. Demnach werden 8 Dezimale in R:1 und R:2 abgetrennt.

Um die Kapazität der Maschine nicht zu überschreiten, müssen die X-Werte mit 6000000.00 und die Y-Werte mit 1500000.00 reduziert werden, wobei diese Werte zu den endgültigen X- und Y-Werten der Maschine addiert werden müssen.

Ausrechnung:

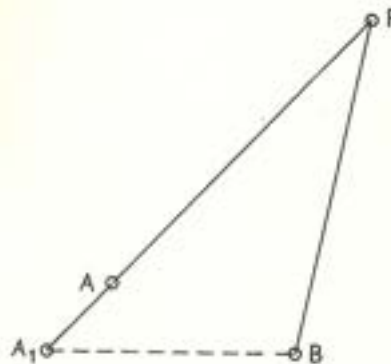
- 1) Führe in R:1  $Y_A = 35117.19$  Stelle 13—7 ein.  
» » R:2  $Y_B = 37094.84$  » 13—7 »
- 2) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 3) Drehe in das U-Werk  $X_A = 437158.64$  Stelle 8—1 positiv ein.
- 4) Stelle in E:1  $\text{tg } \beta_{AP} = 0.973035$  Stelle 6—1 ein.
- 5) Drehe in das U-Werk  $X_B = 436875.91$  Stelle 8—1 hervor.

Kontrolle: U-Werk = 436875.91

$$\text{R:1} = 34842.08381445$$

$$\text{R:2} = 37094.84000000$$

Dies schliesst geometrisch eine Verschiebung nach hinten längs der Linie AP zur Lage  $A_1$  ein, siehe Abbildung.



- 6) Stelle in E:2  $\text{tg } \beta_{BP} = 0.202180$  Stelle 6—1 ein.
- 7) Drehe solange bis die beiden R-Werke den gleichen Y-Wert aufweisen.

Eine Änderung des X-Wertes mit einer Einheit durch eine positive Umdrehung bedeutet, dass der entsprechende Tangentenwert zu den Y-Koordinaten für  $A_1$  und B addiert werden muss, eine Änderung des X-Wertes mit 100 Einheiten erhöht die genannten Y-Werte um 100 Mal den Tangentenwert, usw.

Wenn die X-Koordinaten im U-Werk systematisch solange geändert werden bis die Y-Werte in R:1 und R:2 numerisch gleich werden, zeigt das U-Werk der Maschine die X-Koordinaten und die beiden R-Werke die Y-Koordinaten für den Punkt P an.

- 8) Man liest im U-Werk  $(X_p) = 439798.32$  ab.

$$\text{» » » R:1 » } (Y_p) = 37685.69 \text{ »}$$

$$\text{» » » R:2 » } (Y_p) = 37685.69 \text{ »}$$

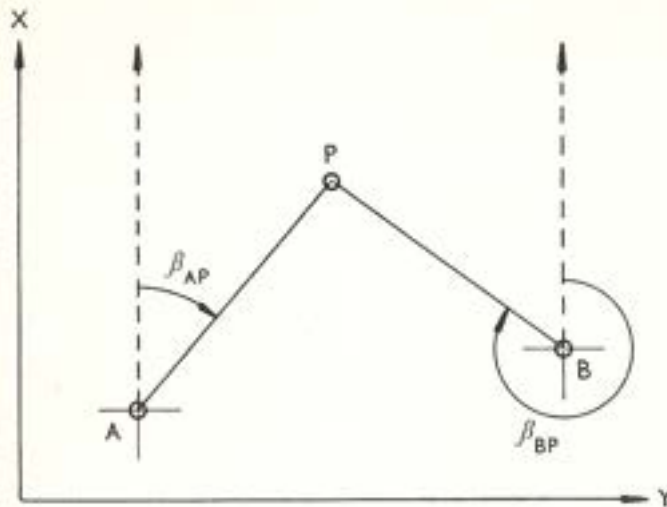
$$\text{Mithin ist } X_p = 6000000.00 + 439798.32 = 6439798.32$$

$$\text{» » } Y_p = 1500000.00 + 37685.69 = 1537685.69$$



## Durchschnitt

Die Richtungswinkel liegen im ersten und vierten Quadrant.



Bekannte Werte: Die Koordinaten für die Punkte A und B sowie die Richtungswinkel (Peilungen) zum Punkt P.

Gesucht: Die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

Rechnungsschema:

Punkt	$\beta$	$\text{tg } \beta$	X	Y
A	$45^{\circ}.14$	+ 0.857891	15137.82	13900.99
B	$341^{\circ}.17$	- 1.324494	15456.90	15531.09
P			16078.40	14707.91

Dezimal komma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk. Demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

Ausrechnung:

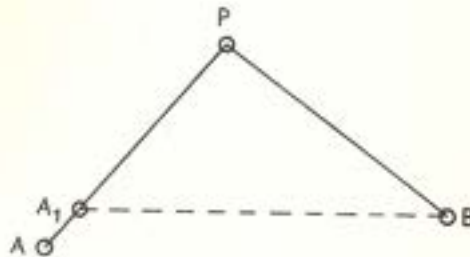
- 1) Führe in R:1  $Y_A = 13900.99$  Stelle 13-7 ein.  
» » R:2  $Y_B = 15531.09$  » 13-7 »
- 2) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 3) Drehe in das U-Werk  $X_A = 15137.82$  Stelle 7-1 ein.
- 4) Stelle in E:1  $\text{tg } \beta_{AP} = 0.857891$  Stelle 6-1 ein.
- 5) Drehe in das U-Werk  $X_B = 15456.90$  Stelle 7-1 hervor.

Kontrolle: U-Werk = 015456.90

R:1 = 14174.72586028

R:2 = 15531.09000000

Dies bedeutet geometrisch eine Verschiebung nach vorn längs der Linie AP zur Lage  $A_1$ . Siehe Abbildung.



Da  $\beta_{AP}$  im vierten Quadrant liegt, ist die Tangente negativ, was bedeutet, dass für jede Einheitssteigerung des X-Wertes, der Y-Wert mit dem Tangentenwert abnimmt.

- 6) Stelle in E:2  $\text{tg } \beta_{BP} = -1.324494$  dekadisch in Stelle 7-1 ein.
- 7) Drehe solange bis die beiden R-Werke den gleichen Y-Wert angeben.
- 8) Lies im U-Werk ( $X_p$ ) 16078.40 ab.  
» » R:1 » ( $Y_p$ ) 14707.905 »  
» » R:2 » ( $Y_p$ ) 14707.916 »

Mithin ist  $X_p = 16078.40$

» »  $Y_p = 14707.91$

Wünscht man die zweite Dezimale eindeutig zu bestimmen, so muss das Verfahren mit drei Dezimalen im U-Werk und 9 Dezimalen im R:1 und R:2 wiederholt werden.

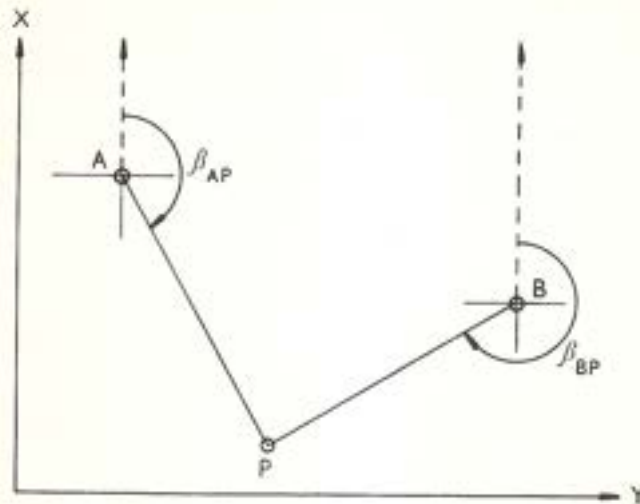
Lies im U-Werk  $X_p = 16078.406$  ab.

» » R:1 »  $Y_p = 14707.910$  »

» » R:2 »  $Y_p = 14707.909$  »

## Durchschnitt

Die Richtungswinkel liegen im zweiten und dritten Quadrant.



Bekannte Werte: Die Koordinaten für die Punkte A und B sowie die Richtungswinkel zum Punkt P.

Gesucht: Die Koordinaten für den Punkt P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

Rechnungsschema:

Punkt	$\beta$	$\text{tg } \beta$	X	Y
A	$168^\circ.57$	- 0.538152	12973.84	10009.03
B	$269^\circ.39$	+ 1.916980	8004.18	21200.53
P			4535.09	14550.36

Dezimalkomma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2, sowie 2 Dezimalen im U-Werk. Demnach werden

8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.



Ausrechnung:

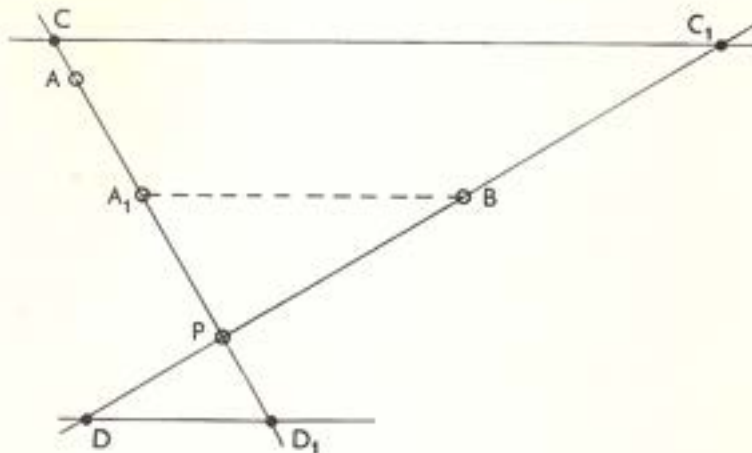
- 1) Führe in R:1  $Y_A = 10009.03$  Stelle 13—7 ein.  
» » R:2  $Y_B = 21200.53$  » 13—7 »
- 2) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 3) Drehe in das U-Werk  $X_A = 12973.84$  Stelle 7—1 positiv ein.
- 4) Stelle in E:1  $\text{tg } \beta_{AP} = -0.538152$  dekadisch in Stelle 6—1 ein.
- 5) Drehe in das U-Werk  $X_B = 8004.18$  Stelle 6—1 hervor.

Kontrolle: U-Werk = 008004.18

$$\text{R:1} = 12683.46246832$$

$$\text{R:2} = 21200.53000000$$

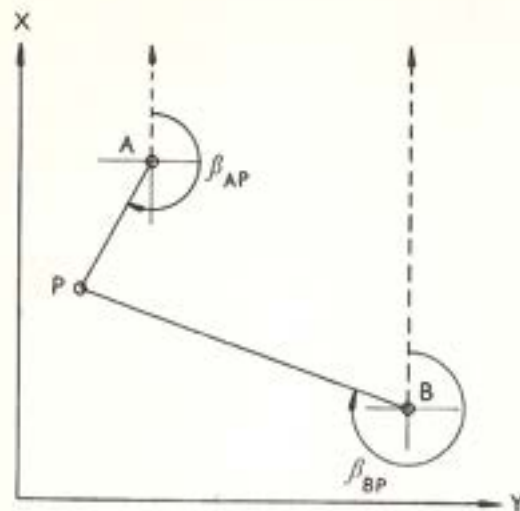
Dies bedeutet geometrisch eine Verschiebung nach vorn längs der Linie AP zur Lage  $A_1$  mit derselben X Koordinate wie B. Siehe Abbildung.



- 6) Führe in E:2  $\text{tg } \beta_{BP} = 1.916980$  Stelle 7—1 ein.
  - 7) Drehe bis die beiden R-Werke den gleichen Y-Wert anzeigen. Nach Durchgang des obigen Beispielles ist leicht einzusehen, dass, wenn die Maschine einmal auf diese Weise eingestellt ist, jede Umdrehung im U-Werk, wo es auch sein mag, durch eine mit der Y-Achse parallel laufende Gerade dargestellt wird und die drei Werke, das U-werk, R:1 und R:2 jeweils 2 Punkte auf den sich schneidenden Linien, z.B. C und C<sub>1</sub>, D und D<sub>1</sub> angeben.
  - 8) Lies im U-Werk ( $X_p$ ) = 4535.09 ab.  
» » R:1 ( $Y_p$ ) = 14550.36 »  
» » R:2 ( $Y_p$ ) = 14550.35 »
- Mithin ist  $X_p = 4535.09$   
» »  $Y_p = 14550.36$

## Durchschnitt

Die Richtungswinkel liegen im 3. und 4. Quadrant.



Bekannte Werte: Die Koordinaten der Punkte A und B, sowie die Richtungswinkel zum Punkt P.

Gesucht: Die Koordinaten der Punkte P, also  $X_P$  und  $Y_P$ .

Rechnungsschema:

Punkt	$\beta$	$\text{tg } \beta$	X	Y
A	$233^\circ.15$	+ 0.573517	00 64 14538.91	00 15 75137.86
B	$322^\circ.18$	- 2.753160	00 64 12507.63	00 15 78041.15
P			64 13730.55	15 74674.25

Dezimal komma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk Demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

Um die Kapazität der Maschine nicht zu überschreiten, müssen die X-Werte mit 6400000.00 und die Y-Werte mit 1500000.00 reduziert werden, wobei diese Werte zu den endgültigen X- und Y-Werten der Maschine addiert werden müssen.

Ausrechnung:

- 1) Führe in R:1  $Y_A = 75137.86$  Stelle 13-7 ein.  
» » R:2  $Y_B = 78041.15$ , » 13-7 »
- 2) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.
- 3) Drehe in das U-Werk  $X_A = 14538.91$  Stelle 7-1 positiv ein.
- 4) Stelle in E:1  $\text{tg } \beta_{AP} = 0.573517$  Stelle 7-1 ein.
- 5) Drehe in das U-Werk  $X_B = 12507.63$  Stelle 7-1 ein.

Kontrolle: U-Werk = 012507.63

$$\text{R:1} = 73972.88638824$$

$$\text{R:2} = 78041.15000000$$

- 6) Stelle in E:2  $\text{tg } \beta_{BP} = -2.753160$  dekadisch in Stelle 7-1 ein.
- 7) Drehe bis die beiden R-Werke denselben Y Wert zeigen.
- 8) Lies im U-Werk  $(X_p) = 13730.55$  ab.  
» » R:1  $(Y_p) = 74674.25$  »  
» » R:2  $(Y_p) = 74674.25$  »

Addiere die reduzierten Werte zu den X- und Y-Werten der Maschine.

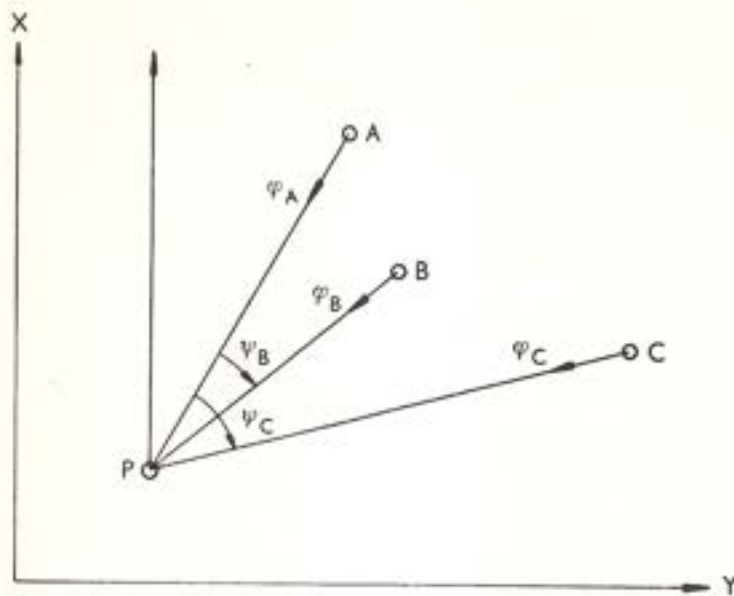
Mithin ist  $X_p = 6413730.55$

$$\text{» » } Y_p = 1574674.25$$



## Einschnitt

Berechnung gemäss der Sundström Formel

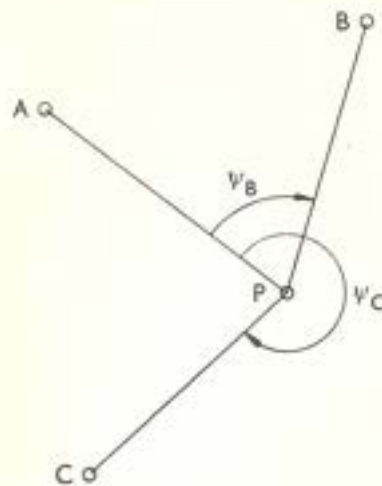


Die Punkte A, B und C sind bekannt, sowie die Richtungen nach A, B und C., d.h. die Winkel  $\psi_B$  und  $\psi_C$ . P ist der gesuchte Punkt.

Die Sundström Formel lautet:

$$\operatorname{tg} \varphi_A = \frac{(Y_B - Y_A) \cdot \cot \psi_B + (Y_A - Y_C) \cdot \cot \psi_C - X_B + X_C}{(X_B - X_A) \cdot \cot \psi_B + (X_A - X_C) \cdot \cot \psi_C + Y_B - Y_C}$$

## Einschnitt



Bekannte Werte: Die Koordinaten für die Punkte A, B und C sowie die gemessenen Richtungen nach A, B und C d.h. die Winkel  $\psi_B$  und  $\psi_C$ .

Gesucht: die Koordinaten für den Punkt P.

Rechnungsschema:

Punkt	X	Y	$\psi$	$\cot \psi$	$\varphi$ gegen P	$\operatorname{tg} \varphi$
A	26 6444 008.87 19	00 1539 768.54 22	0 <sup>c</sup> .0000		152 <sup>c</sup> .2109	- 0.932848
B	6437 023.78 00	1561 905.32 18	82 <sup>c</sup> .0672	+ 0.289383	234 <sup>c</sup> .2781	+ 0.597310
C	6418 932.78	1557 690.84	232 <sup>c</sup> .8593	+ 1.762225	385 <sup>c</sup> .0702	- 0.238913
P	6426 815.19	1555 807.63				

Dezimalkomma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk. Demnach werden 8 Dezimalen in E:1 und E:2 abgetrennt.

Um die Kapazität der Maschine nicht zu überschreiten, reduziert man die X-Werte mit 6418000.00 und die Y-Werte mit 1539000.00. Diese Zahlen müssen zu den endgültigen X- und Y-Werten der Maschine addiert werden.

$$\operatorname{tg} \varphi_A = \frac{(Y_B - Y_A) \cdot \cot \varphi_B + (Y_A - Y_C) \cdot \cot \varphi_C - X_B + X_C}{(X_B - X_A) \cdot \cot \varphi_B + (X_A - X_C) \cdot \cot \varphi_C + Y_B - Y_C}$$

Der Zähler und der Nenner des Bruches werden gleichzeitig ausgerechnet.

- 1) Stelle in E:1  $Y_B = 22905.32$  Stelle 7-1 ein.  
 » » E:2  $X_B = 19023.78$  » 7-1 »
- 2) Drehe in das U-Werk  $\cot \varphi_B = 0.289383$  Stelle 6-1 positiv ein.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00.289383  
 R:1 = 0.6628.41021756  
 R:2 = 05505.15852774  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.
- 3) Stelle in E:1  $Y_A = 768.54$  Stelle 5-1 ein.  
 » » E:2  $X_A = 26008.87$  » 7-1 »
- 4) Drehe in das U-werk  $\cot \varphi_C = 1.762225$  Stelle 7-1 positiv hervor.  
 Nach der Formel sollte das U-Werk zuerst negativ auf Null und danach positiv auf  $\cot \varphi_C = 1.762225$  gedreht werden, da aber die Winkel gleiche Vorzeichen haben kommt es auf dasselbe heraus,  $\cot \varphi_C = 1.762225$  direkt hervorzudrehen.  
 Kontrolliere: U-Werk = 01.762225  
 R:1 = 07760.34820824  
 R:2 = 43812.11463628  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.
- 5) Führe in E:1  $Y_C = 18690.84$  Stelle 7-1 ein.  
 » » E:2  $X_C = 932.78$  » 5-1 »
- 6) Drehe im U-Werk  $\cot \varphi_C = 1.762225$  negativ weg, sodass das Werk nur Nullen zeigt.  
 Auf diese Weise wurde das Register des Zählers und des Nenners mit  $Y_C \cdot \cot \varphi_C$  und  $X_C \cdot \cot \varphi_C$  subtrahiert.  
 Man beachtet, dass das Resultat in R:1 nach dieser Operation negativ ist.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00000000  
 R:1 = 74822.88268924 negativ  
 R:2 = 42168.34640078  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.
- 7) Führe den Schlitten zur Stelle 7, so dass die Dezimalen in E:1 und E:2 über die Dezimalen in R:1 und R:2 bei der kommenden Subtraktion und Addition stehen werden.
- 8) Stelle in E:1  $-X_B = 19023.78$  Stelle 7-1 ein.  
 » » E:2  $+Y_B = 22905.32$  » 7-1 »  
 Beachte, dass  $-X_B$  dekadisch eingestellt wird.
- 9) Durch eine positive Umdrehung wird R:1 mit  $X_B = 19023.78$  subtrahiert und zu R:2  $Y_B = 22905.32$  addiert.  
 Kontrolliere: R:1 = 55799.10268924  
 R:2 = 65073.66640078  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.



- 10) Stelle in E:1  $+ X_C = 932.78$  Stelle 5-1 ein.  
 » » E:2  $- Y_C = 18690.84$  » 7-1 »  
 Beachte, dass  $- Y_C$  dekadisch einzustellen ist.

- 11) Durch eine positive Umdrehung wird zu R:1  $X_C = 932.78$  addiert und von R:2  $Y_C = 18690.84$  subtrahiert.

Kontrolliere: R:1 = 56731.88268924 negativ = -43268.11731076

R:2 = 46382.82640078

- 12)  $\text{tg } \varphi_A = \frac{-43268.1173.}{46382.8264.}$

Es ist zu bemerken, dass man die negative Zahl in R:1 nicht aufzuschreiben braucht. Die Division kann direkt folgendermassen ausgeführt werden:

- 13) Den Zähler erhält man negativ in R:1, das demzufolge das dekadische Komplement des Zählers anzeigt. Die Division wird am einfachsten und direkt ausgeführt, indem man den Nenner 46382.83 Stelle 7-1 in E:1 einstellt.

Stelle das U-Werk auf Null und drehe positiv bis R:1 Null anzeigt.

Das Resultat wird dann im U-Werk bei negativem Quotient direkt abgelesen.

- 14) Im U-Werk wird 0.932848 abgelesen,

Mithin ist  $\text{tg } \varphi_A = -0.932848$

$\varphi_A = 152^{\circ}.2109$

Wenn der Zähler positiv und der Nenner negativ gewesen wäre, würde man in derselben Weise verfahren, wobei jedoch zu bemerken ist, dass man die Cotangente an Stelle der Tangente von  $\varphi_A$  erhält.

**Hiernach wird der Punkt P durch Durchschneiden bestimmt**

- 15) Führe in R:1  $Y_A = 768.54$  Stelle 11-7 ein.

» » R:2  $Y_B = 22905.32$  » 13-7 »

- 16) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.

- 17) Drehe in das U-Werk  $X_A = 26008.87$  Stelle 7-1 positiv ein.

- 18) Stelle in E:1  $\text{tg } \varphi_A = -0.932848$  dekadisch ein.

- 19) Drehe im U-Werk  $X_B = 19023.78$  Stelle 7-1 hervor.

Kontrolliere: U-Werk = 019023.78

R:1 = 07284.56723632

R:2 = 22905.32000000

- 20) Stelle in E:2  $\text{tg } \varphi_B = 0.597310$  Stelle 6-1 ein

- 21) Drehe bis die beiden R-Werke denselben Y-Wert angeben.

- 22) Lies im U-Werk  $(X_p) = 8815.19$

» » R:1  $(Y_p) = 16807.63$

» » R:2  $(Y_p) = 16807.627$

Mithin ist  $X_p = 8815.19 + 6418000.00 = 6426815.19$

»  $Y_p = 16807.63 + 1539000.00 = 1555807.63$

## Einschnitt



Bekannte Werte: Die Koordinaten der Punkte A, B und C, sowie die gemessenen Richtungen nach A, B und C, d.h. die Winkel  $\psi_B$  und  $\psi_C$ .

Gesucht: die Koordinaten von Punkt P.

Rechnungsschema:

Punkt	X	Y	$\psi$	$\cot \psi$	$\varphi$ gegen P	$\text{tg } \varphi$
A	2 6415 547.58	00 2537 865.39	$0^{\circ}.0000$		$141^{\circ}.5252$	- 1.309238
B	2 6415 427.89	2 2539 195.43	$76^{\circ}.5895$	+ 0.385255	$218^{\circ}.1147$	+ 0.292482
C	00 6413 987.16	1 2538 160.70	$313^{\circ}.1426$	- 0.209427	$54^{\circ}.6678$	+ 1.158553
P	6414 695.34	2538 981.17				

Dezimal komma: 6 Dezimalen in E:1 und E:2 sowie 2 Dezimalen im U-Werk. Demnach werden 8 Dezimalen in R:1 und R:2 abgetrennt.

Um die Kapazität der Maschine nicht zu überschreiten, reduziert man die X-Werte mit 6413000.00 und die Y-Werte mit 2537000.00. Diese Zahlen müssen zu den endgültigen X- und Y-Werten der Maschine wiederum addiert werden.

$$\operatorname{tg} \varphi_A = \frac{(Y_B - Y_A) \cdot \cot \psi_B + (Y_A - Y_C) \cdot \cot \psi_C - X_B + X_C}{(X_B - X_A) \cdot \cot \psi_B + (X_A - X_C) \cdot \cot \psi_C + Y_B - Y_C}$$

- 1) Stelle in E:1  $Y_B = 2195.43$  Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $X_B = 2427.89$  » 6-1 »
- 2) Drehe in das U-Werk  $\cot \psi_B = 0.385255$  Stelle 6-1 positiv ein.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00.385255  
 R:1 = 00845.80038465  
 R:2 = 00935.35676195  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.
- 3) Stelle in E:1  $Y_A = 865.39$  Stelle 5-1 ein.  
 » » E:2  $X_A = 2547.58$  » 6-1 »
- 4) Drehe im U-Werk  $\cot \psi_B = 0.385255$  negativ weg, so dass das Werk nur Nullen anzeigt.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00000000  
 R:1 = 00512.40456020  
 R:2 = 99953.88882905
- 5) Nun muss die Rechnungsrichtung auf dem U-Werk geändert werden zumal  $\cot \psi_C$  negativ ist. Demnach wird die Löschkurbel für das U-Werk einmal gedreht.
- 6) Drehe in das U-Werk  $\cot \psi_C = -0.209427$  Stelle 6-1 negativ ein.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00.209427  
 R:1 = 00331.16852867  
 R:2 = 99420.35679239  
 Mithin wurden R:1 und R:2 mit  $Y_A$  und  $X_A \cdot \cot \psi_C$  subtrahiert.  
 Stelle E:1 und E:2 auf Null.
- 7) Stelle in E:1  $Y_C = 1160.70$  Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $X_C = 987.16$  » 5-1 »
- 8) Drehe im U-Werk  $\cot \psi_C = -0.209427$  positiv weg, so dass das Werk nur Nullen aufweist.  
 Mithin wurden zu R:1 und R:2 die Werte  $Y_C$  and  $X_C \cdot \cot \psi_C$  addiert.  
 Kontrolliere: U-Werk = 00000000  
 R:1 = 00574.25044757  
 R:2 = 99627.09474971
- 9) Stelle den Schlitten auf Stelle 7, so dass die Dezimalen in E:1 und E:2 sowie R:1 und R:2 bei der nachfolgenden Subtraktion und Addition übereinander stehen werden.
- 10) Stelle in E:1  $-X_B = 2427.89$  Stelle 6-1 ein.  
 » » E:2  $+Y_B = 2195.43$  » 6-1 »  
 Beachte, dass  $-X_B$  dekadisch einzustellen ist.



- 11) Durch eine positive Umdrehung wird  $X_B = 2427.89$  von R:1 subtrahiert und  $Y_B = 2195.43$  zu R:2 addiert.

$$\text{Kontrolliere: R:1} = 98146.36044757$$

$$\text{R:2} = 01822.52474971$$

Stelle E:1 und E:2 auf Null.

- 12) Stelle in E:1  $+ X_C = 987.16$  Stelle 6-1 ein.

$$\gg \gg \text{E:2} - Y_C = 1160.70 \gg 6-1 \gg$$

Beachte, dass  $- Y_C$  dekadisch einzustellen ist.

- 13) Durch eine positive Umdrehung wird zu R:1  $X_C = 987.16$  addiert und von R:2  $Y_C = 1160.70$  subtrahiert.

$$\text{Kontrolliere: R:1} = 99133.52044757 \text{ negativ} = - 866.47955243$$

$$\text{R:2} = 00661.82474971$$

- 14) Den Zähler erhält man negativ in R:1, das also das dekadische Komplement des Zählers aufweist. Die Division wird am einfachsten und direkt ausgeführt indem man den Nenner 661.82 in E:1 Stelle 5-1 einstellt.

Stelle das U-Werk auf Null und drehe die Kurbel positiv bis R:1 auf 0 steht.

Das Resultat wird im U-Werk mit negativer Quote direkt abgelesen.

- 15) Im U-Werk wird 1.309238 abgelesen.

$$\text{Mithin ist } \text{tg } \varphi_A = -1.309238$$

$$\gg \varphi_A = 141^{\circ}.5252$$

**Hiernach wird der Punkt P durch Durchschneiden bestimmt.**

- 16) Führe in R:1  $Y_A = 865.39$  Stelle 11-7 ein.

$$\gg \gg \text{R:2 } Y_B = 2195.43 \gg 12-7 \gg$$

- 17) Stelle E:1 und E:2 sowie das U-Werk auf Null.

- 18) Drehe in das U-Werk  $X_A = 2547.58$  Stelle 6-1 positiv ein.

- 19) Stelle in E:1  $\text{tg } \varphi_A = -1.309238$  dekadisch in Stelle 7-1 ein.

- 20) Drehe im U-Werk  $X_B = 2427.89$  Stelle 6-1 hervor.

$$\text{Kontrolliere: U-Werk} = 002427.89$$

$$\text{R:1} = 01022.09269622$$

$$\text{R:2} = 02195.43000000$$

- 21) Stelle in E:2  $\text{tg } \varphi_B = +0.292482$  Stelle 6-1 ein.

- 22) Drehe bis die beiden R-Werke denselben Y-Wert angeben.

- 23) Lies im U-Werk  $X_P = 1695.34$  ab.

$$\gg \gg \text{R:1 } Y_P = 1981.17 \gg$$

$$\gg \gg \text{R:2 } Y_P = 1981.17 \gg$$

- 24) Mithin ist  $X_P = 1695.34 + 6413000 = 6414695.34$

$$\gg Y_P = 1981.17 + 2537000 = 2538981.17$$

## Die trigonometrischen Funktionen

