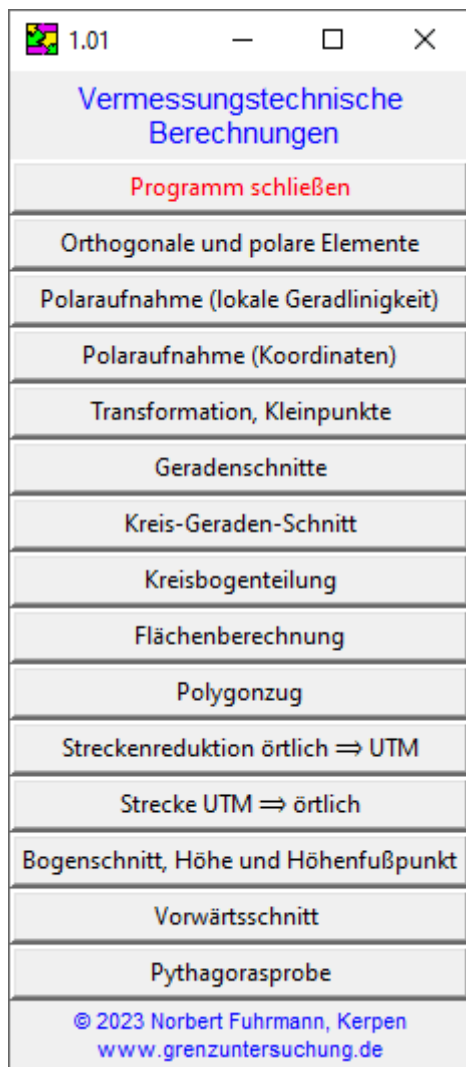


# Vermessungstechnische Berechnungen

Programme für Smartphone, Tablet und PC  
(Android bzw. Windows) auf Python-Basis  
Version 1.01

Norbert Fuhrmann, Kerpen



- 1 Orthogonale und polare Elemente
  - 2 Polaraufnahme (lokale Geradlinigkeit)
  - 3 Polaraufnahme (Koordinaten)
  - 4 Transformation, Kleinpunkte
  - 5 Geradenschnitte
  - 6 Kreis-Geraden-Schnitt
  - 7 Kreisbogenteilung
  - 8 Flächenberechnung
  - 9 Polygonzug
  - 10 Streckenreduktion örtlich  $\Rightarrow$  UTM
  - 11 Strecke UTM  $\Rightarrow$  örtlich
  - 12 Bogenschnitt, Höhe und Höhenfußpunkt
  - 13 Vorwärtsschnitt
  - 14 Pythagorasprobe
- Nachtrag Beispiel (2024)

## Allgemeine Hinweise

Die hier vorliegenden Programme mit vermessungstechnischen Standardaufgaben sind für den Einsatz auf einem Android-Smartphone oder -Tablet sowie für Windows gedacht. Sie können und sollen große vermessungstechnische Programmsysteme mit Datenbankanbindungen nicht ersetzen. Die Programme sind in Python geschrieben worden. Python ist eine höhere, interpretierende Programmiersprache von der <Python Software Foundation>. In Python geschriebener Code lässt sich in diversen Betriebssystemen anwenden. Der Python-Interpreter <IDLE Shell 3.11.0> für Windows kann im Internet unter <https://www.python.org/downloads/> heruntergeladen werden. Ein Python-Datei für Windows wie auch für Android hat die Endung \*.pyw.



Für die Verwendung in **Windows** gilt (in <Vermessung1-windows.zip>):



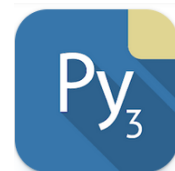
Die Datei <Vermessung1.exe> ist ausschließlich für Windows gedacht; dies am besten auf dem Desktop. Sie wurde mit <pyinstaller> Version 5.6.2 aus dem Python-Code erzeugt. **In Windows können mehrere gleiche und/oder unterschiedliche Instanzen geöffnet und nebeneinander benutzt werden.** Die Grafik-Dateien brauchen nicht installiert werden.

Für die Verwendung in **Android** gilt (in <Vermessung1-android.zip>):



Für die Anwendung auf einem Smartphone bzw. Tablet (mit Android) muss im Google <Play store> unter dem Stichwort <python 3 for android> die App <Pydroid 3 - IDE for Python 3><sup>1</sup> heruntergeladen werden; diese enthält Werbung. Für derzeit € 9,99 kann diese abgeschaltet werden, was für die Leistungsfähigkeit des Programmes hinnehmbar wäre.

Die Programme in Android sind auf eine einzige, sichtbare Instanz hin ausgerichtet (Fullscreen-Modus). Dies ist erforderlich, weil das kleine Display eines Smartphones eine solide Handhabung mit mehreren Fenstern nicht möglich macht.



<sup>1</sup>⇒ Pydroid\_3\_-\_IDE\_for\_Python\_3.apk (Version 4.01\_arm64 bzw. 5.00\_arm64).

<https://apkpure.com/pydroid-3-ide-for-python-3/ru.iiec.pydroid3/versions>

<https://pydroid-3-ide-for-python-3.de.softonic.com/android>

<https://apkfab.com/de/pydroid-3-ide-for-python-3/ru.iiec.pydroid3>

Andere, auch neuere Versionen können mitunter Dateipfade nicht finden oder verändern. (Ein allgemeines Problem bei Android; was auch bei Dateimanager auftritt.)

Die gepackte Datei <Vermessung1-android.zip> enthält die Dateien <Vermessung1.pyw> und die Grafiken <v01.png> bis <v13.png>. Die entpackten Dateien müssen sich unter Android in demselben Ordner befinden bzw. in dem gleichen Pfad installiert bzw. kopiert werden, in dem sich auch das Hauptprogramm <Vermessung1.pyw> befindet, dies am Besten im Hauptspeicher. Sollte das Programm in Android nicht direkt geöffnet werden können, so ist über die Pydroid 3 IDE oben rechts zu starten mit:

 > Open > Internal storage > <folder><sup>2</sup> > <Vermessung1.pyw>

In Windows kann das Quellen-Programm auch in der Python <IDLE Shell 3.11.0> aufgerufen werden mit:

*Open ... > Dateipfad und Datei* (mit der Endung \*.pyw)

mit der Befehlszeile: android = False

Da dies eine frei zugängliche Codierung ist, ist dringend davon abzuraten, sie ändern zu wollen. Ein reibungsloser Verlauf des Programms kann eingeschränkt oder verhindert werden. Eine Gewähr kann nicht übernommen werden.

Eine Druckausgabe ist nicht möglich. Eine dauerhafte Dokumentation dürfte mit einem <screenshot> möglich sein<sup>3</sup>. Allerdings sollten Screenshots, und damit eine dauerhafte Dokumentation, nur dann gemacht werden, wenn sich ein grüner Haken im Display neben der Programmüberschrift zeigt **und keine** Fehlermeldung angezeigt wird; nur um fehlerhafte Dokumentationen zu vermeiden.

## Hinweise zur Programmbedienung

Dezimalzahlen müssen durch einen Punkt und nicht mit einem Komma eingegeben werden (pythonspezifisch)<sup>4</sup>. Die Eingabe von Buchstaben ist nicht erlaubt. Durch eine programmspezifische Ausnahmebehandlung würde eine Berechnung nur durchgeführt werden, wenn eine Umwandlung der Eingabe in Gleitkommazahlen (ohne Buchstaben, Komma oder sonstige Zeichen) möglich wäre. Ansonsten müssen Veränderungen in der Eingabe erfolgen.


Vielfach ist in den Eingabefeldern ein Defaultwert (z. B. 100) angezeigt, der durch eine neue Eingabe überschrieben werden kann.



---

<sup>2</sup>directory, Ordner mit Programmen und Abbildungen (normalerweise im Hauptspeicher)

<sup>3</sup>Beispiele: für Windows <microsoft swift>; für Android <Screenshot touch> aus PlayStore

<sup>4</sup>Eine Einstellung des Punktes im Ziffernblock der Tastatur für Windows ist sinnvoll. Man wähle dazu in Windows: >Einstellungen > Zeit und Sprache > Sprache > Sprache hinzufügen > Deutsch-Optionen > Deutsch(Punkt). Hinweise im Internet, einen Punkt im Ziffernblock der Tastatur mit Tastatortreiber anderer Länder (z.B. Schweiz) erzeugen zu wollen, wechseln nach Tastendruck zwar das Komma in einen Punkt, haben aber die Eigenschaft andere Sonderzeichen der Tastatur zu verändern. Deshalb kann es sinnvoll sein, softwaremäßig ausschließlich nur das Komma im Ziffernblock zu ändern: Die herunter ladbare Software PatchKeyboard\_6.1 vermag das und erzeugt einen Tastatortreiber <Deutsch(Punkt)>, der zu wählen wäre.

Durch den Button  kann zur besseren Übersicht und zum Verständnis der Eingabefelder eine wieder schließbare Zeichnung im Display geöffnet werden. Grafiken sollten durch den unteren, sich rot färbenden Button geschlossen werden, weil sie sonst in der entsprechenden Instanz nicht erneut geöffnet werden können.

Ein gerade durchgeführter Berechnungsablauf wird neben der Titelüberschrift durch einen grünen Haken  angezeigt. Ein Warnzeichen  taucht bei einer nachträglichen Betätigung einer Taste auf. Dann ist ein erneuter Berechnungsablauf **stets erforderlich**, da sonst im Zusammenhang fehlerhafte, nicht zusammen gehörige Angaben im Display erscheinen können.

Die Ausgabe erfolgt in [0,1 mgon] bzw. [mm] , wobei rechtsseitige Nullen nicht angezeigt werden.

Gelbe oder blassgelbe **Eingabefelder** dienen **ausschließlich einer Anzeige**. Eingaben darin haben keinerlei Einfluss auf die Auswertung.

Die einzelnen Klassen (class xxx()) sind modular und autark aufgebaut. Sie können eigenständig aus dem Verbund (Vermessung1.pyw) kopiert werden und in das folgende Skriptgerüst für Android eingefügt werden:

```
from tkinter import *
import math, decimal, tkinter.messagebox, os, sys
global android
android = True
class = xxx ()
    Inhalt der Klasse xxx (z. B. wie Inhalt von class StreckeUTM() ≐ <11 Strecke UTM ⇒ örtlich>
i = xxx () (Erzeugung einer Instanz)
```

## Vermessungstechnische Hinweise

Ein Maßstabsfaktor kann Eigenschaften einer Korrektion wie auch einer Reduktion haben: Ein Korrektionsfaktor berichtigt die ursprüngliche Messung in Annäherung an den wahren Wert (z. B. Kalibrierungswerte), ein Reduktionsfaktor behandelt z. B. die Horizontierung einer Strecke oder eine Abbildungsverzerrung (Verebnung).

Dem hier vielfach in der Eingabe vorkommenden Reduktionsfaktor  $r$  (oder auch Maßstabsfaktor  $m$ ) bei Strecken bzw. Koordinaten liegt folgende Definition zu Grunde:

$$reale\ örtliche,\ horizontalte\ Strecke\ (hor.) \times r = Strecke\ (UTM)$$

## 1 Orthogonale und polare Elemente

Das Programm dient ebenso zur Überprüfung von Geradlinigkeiten, zur Ermittlung von Abständen und für einen Senkrechtschnitt. Es können auch ausschließlich nur Richtungswinkel und Entfernung berechnet werden.

Gegeben:

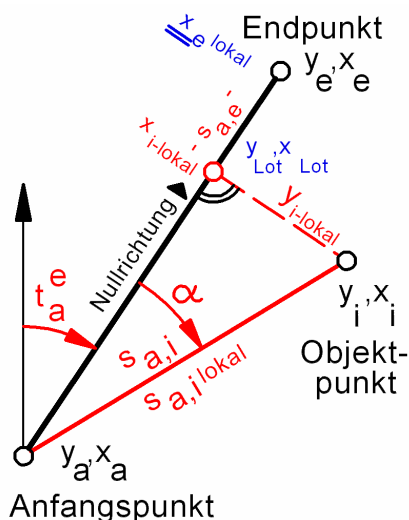
$y_a, x_a$  Anfangspunkt (i.d.R. UTM)  
 $y_e, x_e$  Endpunkt (UTM)  
 $y_i, x_i$  Objektpunkt (UTM)  
 $r$  Reduktionsfaktor (Default = 1)

Gesucht:

$t_a^e, s_a^e$  Richtungswinkel [gon] und Entfernung  
 $y_{i\text{-lokal}}, x_{i\text{-lokal}}$  lokale orthogonale Elemente  
 ( $y_{i\text{-lokal}}$  zur Überprüfung der Geradlinigkeit)  
 (point to line)  
 $\alpha, s_{a,i}$  bzw.  $s_{a,i\text{ lokal}}$  Polarwinkel, Strecken  
 (Polarelemente)

Zusätzliche Ergebnisse:

$y_{i\text{-Lot}}, x_{i\text{-Lot}}$  Koordinaten des Lotfußpunktes (UTM)  
 $x_e$  lokales Endmaß



Grafik

Orthogonale und polare Elemente ✓

Anfangspunkt (UTM)

$y_a$

123

$x_a$

345

Endpunkt (UTM) (als Nullrichtung)

$y_e$

234

$x_e$

444

Reduktionsfaktor  $r$

1.00045

Def.: Strecke (hor.)  $\times r$  = Strecke (UTM)

$x_e$  (lokal) = 148.668

Richtungswinkel  $t_{a,e} = 53.6339$  gon

Entfernung  $s_{a,e} = 148.735$

Objektpunkt	$y_i$	$x_i$	$s_{a,i}$
UTM	244	311	
lokal	105.866	67.64	125.63
Lot(UTM)	173.502	390.043	125.686
$\alpha$ [gon]	63.8049	lokal	125.63

Rechnen

Objekt

Neu

Ende

Die Nullrichtung für die Polarelemente  $\alpha$ ,  $s_{a,i \text{ lokal}}$  ist von  $y_a, x_a$  nach  $y_e, x_e$  gegeben.

### Achtung:

Orthogonale und polare Elemente werden i.d.R. für örtliche Absteckungen benötigt. Werden als Ausgangswerte für  $y_a, x_a, y_e, x_e$  UTM-Koordinaten benutzt, so bewirkt die Eingabe des Reduktionsfaktors  $r$  laut der Definition

$$\text{Strecke}(\text{hor.}) \times r = \text{Strecke}(\text{UTM})$$

hier eine korrekte Berechnung<sup>5</sup>, also

$$\text{Elemente}(\text{horizontal, lokal}) \iff \text{Koordinaten}(\text{UTM}) : r$$

Sollte der wohl seltene, umgekehrte Weg beschritten werden, ist als Reduktionsfaktor dessen reziproker Wert (also  $1/r$ ) zu nehmen.

Bei einem Reduktionsfaktor  $r = 1$  liegen eingegebene Koordinaten und die Rechenergebnisse auf einer Rechenebene (s. rechte Abbildung).

Für die alleinige Berechnung von Richtungswinkel und Entfernung reichen die Angaben  $y_a, x_a, y_e, x_e$ . Desgleichen können Richtungswinkel und Entfernung können auch mit dem Programm 3 <Polaraufnahme (Koordinaten)> berechnet werden.

Die Berechnung von Senkrechtschnitten (über den Lotfußpunkt) sind auch mit diesem Programmteil möglich.

**Orthogonale und polare Elemente** ✓

**Anfangspunkt (UTM)**

$y_a$  0  $x_a$  3

**Endpunkt (UTM) (als Nullrichtung)**

$y_e$  4  $x_e$  6

Reduktionsfaktor  $r$  1.0

Def.:  $\text{Strecke}(\text{hor.}) \times r = \text{Strecke}(\text{UTM})$   
 $x_e(\text{lokal}) = 5.0$

Richtungswinkel  $t_{a,e} = 59.0334$  gon  
 Entfernung  $s_{a,e} = 5.0$

Objektpunkt	$y_i$	$x_i$	$s_{a,i}$
UTM	7	4	
lokal	5.0	5.0	7.071
Lot(UTM)	4.0	6.0	7.071
$\alpha$ [gon]	50.0	lokal	7.071

Rechnen Objekt Neu Ende

<sup>5</sup>d. h.  $s_{a,e}$  wird im übergeordneten System (i.d.R. UTM) gerechnet, dagegen  $x_e(\text{lokal})$  im örtlichen, unter Berücksichtigung des Reduktionsfaktors  $r$ . Die Werte für  $s_{a,e}$  und  $x_e(\text{lokal})$  wie auch  $s_{a,i}$  und  $s_{a,i(\text{lokal})}$  müssen deshalb nicht identisch sein.

## 2 Polaraufnahme (lokale Geradlinigkeit)

Gegeben:

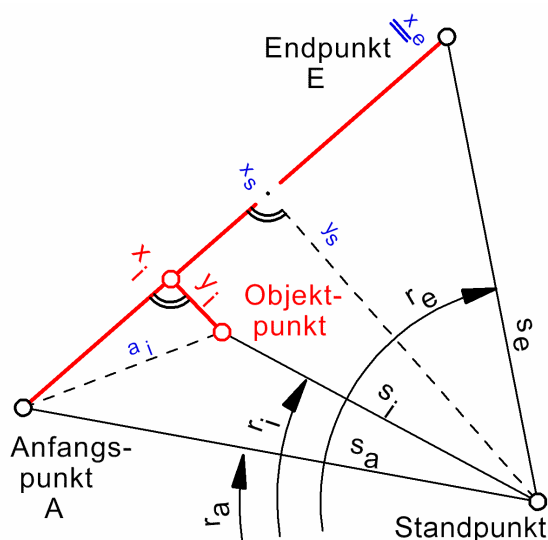
lokale Richtungen und Zenitdistanzen [gon]  
und Schrägstrecken zum  
 $r_a$ , Zenitdistanz  $z_a$ ,  $s_a$  Anfangspunkt  
 $r_e$ , Zenitdistanz  $z_e$ ,  $s_e$  Endpunkt  
 $r_i$ , Zenitdistanz  $z_i$ ,  $s_i$  Objektpunkt  
im örtlichen System  
Defaultwerte für Zenitdistanzen = 100 [gon]

Gesucht:

$y_i, x_i$  (lokale orthogonale Elemente)  
( $y_i$  zur Überprüfung der Geradlinigkeit und der  
Absteckung von Geraden und Parallelen)

Zusätzliche Ergebnisse:

$x_e$  (lokal) Endmaß  
 $y_s, x_s$  (lokal) Standpunktkoordinaten  
 $a_i$  (lokal) Strecke



Grafik

Polaraufnahme

(lokale Geradlinigkeit) ✓

	Richtung	Zenitd.	Schrägstrecke
A	11	90	100
E	111	100.0	100

Entfernung  $s_{s,e} = x_e = 140.553$   
Standpunkt  $y_s = 70.271, x_s = 69.406$

---

Objektpunkt i

	Richtung	Zenitd.	Schrägstrecke
	55	90	71

$y_i = 0.417$   $x_i = 63.239$   $a_i = 63.241$

---

Rechnen

Nächster Punkt

Neu

Ende

### 3 Polaraufnahme (Koordinaten)

Gegeben:

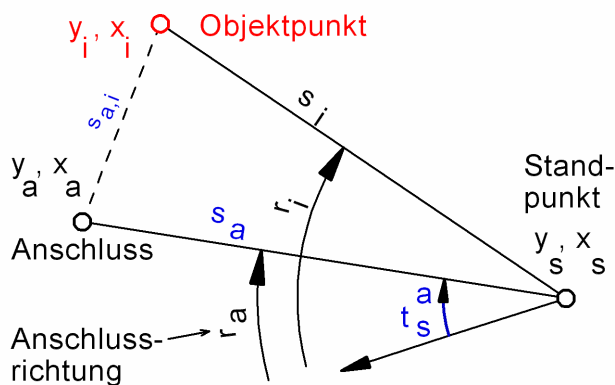
$y_s, x_s$  Standpunkt  
 $y_a, x_a, r_a$  Anschlusspunkt mit Richtung [gon]  
 $m$  Maßstabsfaktor (Default = 1)  
 $r_i, \text{Zenitdistanz}_i, s_i$  Objektpunkt  
 mit Richtung und Zenitdistanz [gon]  
 (Default = 100 [gon]) und Schrägstrecke

Gesucht:

$y_i, x_i$  Objektpunkt

Zusätzliche Ergebnisse:

$t_s^a$  Anschlussrichtungswinkel [gon]  
 (aus Koordinaten)  
 $s_{s,a}$  Strecke Stand- zum Anschlusspunkt  
 (Entfernung)  
 $s_{a,i}$  Strecke Anschluss- zum Objektpunkt



**Polaraufnahme  
(Koordinaten)**

**Standpunkt**

$y_s$  456  $x_s$  789

**Anschlusspunkt**

$y_a$  489  $x_a$  984

Anschluss [gon] 123

Maßstabsfaktor m 1

Richtungswinkel  $t_{s,a} = 10.6724$  gon  
 Entfernung  $s_{s,a} = 197.773$

---

**Objektpunkt i (polar)**

Richtung i [gon] 12

Zenitdistanz i [gon] 80

Schrägstrecke  $s_i$  56

$y_i$  402.742  $x_i$  788.726

Horizontalstrecke  $s_{s,i} = 53.259$   
 Strecke  $s_{a,i} = 213.477$

---

Rechnen

Nächster Punkt

Neu

Ende

Soll eine örtliche Aufnahme in UTM-Koordinaten berechnet werden, ist zunächst der Reduktions-(Maßstabs-)faktor zu ermitteln und einzutragen.



## 4 Transformation, Kleinpunkte

Gegeben:

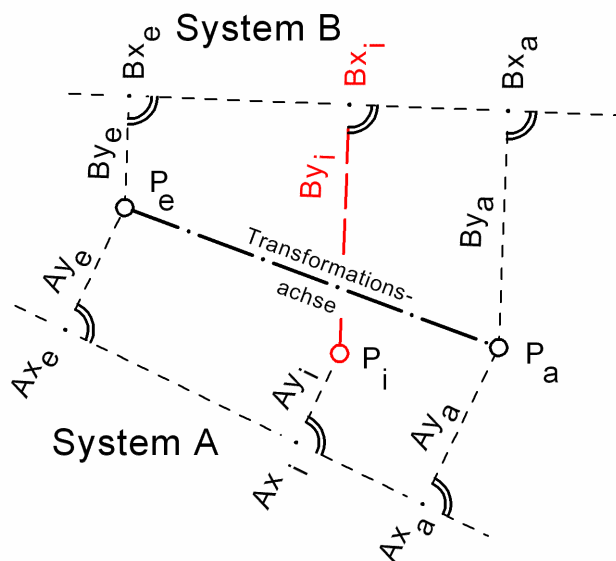
$Ay_a, Ax_a$  Anfangspunkt System A  
 $Ay_e, Ax_e$  Endpunkt System A  
 $Ay_i, Ax_i$  Objektpunkt  
  
 $By_a, Bx_a$  Anfangspunkt System B  
 $By_e, Bx_e$  Endpunkt System B

Gesucht:

$By_i, Bx_i$  Objektpunkt im System B

Zusätzliche Ergebnisse:

Längen der Transformationsachse  
 im System A und B  $\rightarrow As_{a,e}, Bs_{a,e}$   
 $f_s$  = Abweichung ( $Bs_{a,e} - As_{a,e}$ )  
 $m$  Maßstabsfaktor



Transformation Kleinpunkte

Grafik

von System A	
A ( $y_a, x_a$ )	011 022
A ( $y_e, x_e$ )	033 044

nach System B	
B ( $y_a, x_a$ )	54 45
B ( $y_e, x_e$ )	78 65

Transformationsachse  $As_{a,e} = 31.113$   
 Transformationsachse  $Bs_{a,e} = 31.241$   
 Abweichung  $f_s = 0.128$   
 $A \times m = B$ ; Maßstabsfaktor  $m = 1.0041237$

Eingabe System A	
A ( $y_i$ )	0 A ( $x_i$ ) 12

Ausgabe System B	
B ( $y_i$ )	42.091 B ( $x_i$ ) 36.0

Rechnen

Nächster Punkt

Neu

Ende

Hiermit können lineare Achstransformationen wie auch übliche Kleinpunktberechnungen durchgeführt werden; Kleinpunktberechnungen derart, dass in den entsprechenden Eingabefeldern Nullen eingetragen werden, die hier i. d. R. als Defaultwerte zur Verfügung stehen.

Nebenstehend ist ein Beispiel einer Kleinpunktberechnung minimalster Form, mit nicht bekanntem Endmaß  $Ax_e$  im System A (Eingabe  $Ax_e = 0$ ) und mit vielen Nullen als Defaultwerte.

Grafik

Transformation  
Kleinpunkte ✓

von System A		
A ( $y_a, x_a$ )	0	0
A ( $y_e, x_e$ )	0	31.113

nach System B		
B ( $y_a, x_a$ )	12	23
B ( $y_e, x_e$ )	34	45

Transformationsachse  $A_{s,e} = 31.113$   
 Transformationsachse  $B_{s,e} = 31.113$   
 Abweichung  $f_s = 0.0$   
 $A \times m = B$ ; Maßstabsfaktor  $m = 1.0$   
 Da der der Fußpunkt  $A(x_e)$  mit der  
 Eingabe = 0 unbekannt ist, wird  
 die Achslänge des Systems B  
 auch für das System A genommen.

---

Eingabe System A	
A ( $y_i$ )	0
A ( $x_i$ )	11

Ausgabe System B	
B ( $y_i$ )	19.778
B ( $x_i$ )	30.778

Rechnen

Nächster  
Punkt

Neu

Ende

## 5 Geradenschnitte

Gegeben:

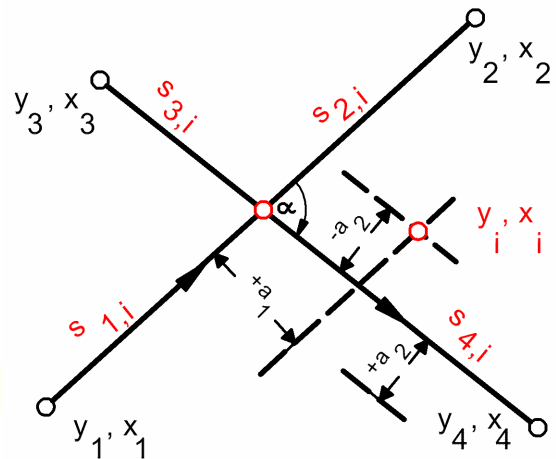
$(y_1, x_1) \rightarrow (y_2, x_2)$  Gerade 1  
 $\pm a_1$  Abstand  
 $(y_3, x_3) \rightarrow (y_4, x_4)$  Gerade 2  
 $\pm a_2$  Abstand

Gesucht:

$y_s, y_s$  Schnittpunkt

Zusätzliche Ergebnisse:

$\alpha$  Schnittwinkel [gon]  
 $s_{1,i}, s_{2,i}, s_{3,i}, s_{4,i}$  Streckenanteile, sofern keine  
 Abstände gegeben sind



**Grafik Geradenschnitte** ✓

**Ausgangsgerade**

$y_1$	-76.5177	$x_1$	16.7466
$y_2$	-67.6317	$x_2$	14.7847
paralleler Abstand		-1.6053	

Richtung  $_{1,2} = 113.8337$ , Entfernung  $_{1,2} = 9.1$

**Gerade i**

$y_a$	-77.6718	$x_a$	2.7829
$y_a$	-57.7071	$x_a$	18.4776
paralleler Abstand		4.3047	
$y_i$	-56.48	$x_i$	13.967

Richtung  $_{3,4} = 57.587$ , Entfernung  $_{3,4} = 25.395$   
 Schnittwinkel  $\alpha = 343.7533$  gon

Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende

**Grafik Geradenschnitte** ✓

**Ausgangsgerade**

$y_1$	-76.5177	$x_1$	16.7466
$y_2$	-67.6317	$x_2$	14.7847
paralleler Abstand		0	

Richtung  $_{1,2} = 113.8337$ , Entfernung  $_{1,2} = 9.1$

**Gerade i**

$y_a$	-77.6718	$x_a$	2.7829
$y_a$	-57.7071	$x_a$	18.4776
paralleler Abstand		d	
$y_i$	-63.551	$x_i$	13.884

Richtung  $_{3,4} = 57.587$ , Entfernung  $_{3,4} = 25.395$   
 Schnittwinkel  $\alpha = 343.7533$  gon  
 $s_{1,i} = 13.279$   
 $s_{2,i} = 4.179$   
 Schnitt außerhalb des Geradenstücks  $_{1,2}$   
 $s_{3,i} = 17.962$   
 $s_{4,i} = 7.433$

Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende

## 6 Kreis-Geraden-Schnitt

Gegeben:

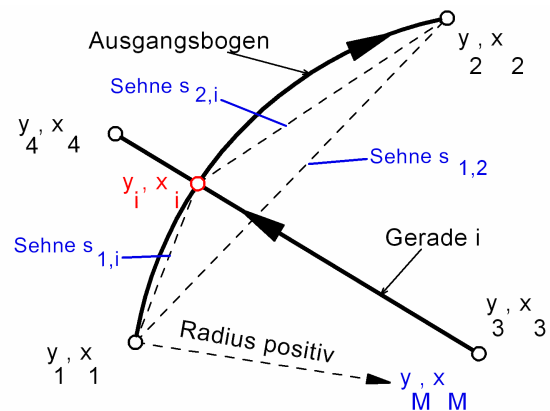
$y_1, x_1$  Anfang des Bogens (rechtsläufig)  
 $y_2, x_2$  Ende des Bogens  
 Radius +  
 $(y_3, x_3) \rightarrow (y_4, x_4)$  Gerade

Gesucht:

$y_i, x_i$  Schnittpunkt

Zusätzliche Ergebnisse:

$s_{1,i}, s_{2,i}, s_{1,2}$  Sehnenlängen  
 $y, x$  Mittelpunktkoordinaten



**Grafik Kreis-Geraden-Schnitt** ✓

**Ausgangsbogen**

$y_1$  0  $x_1$  0  
 $y_2$  8  $x_2$  8  
 Radius 8

Mittelpunkt  $y = 8.000, x = 0.000$   
 Sehne  $s_{1,2} = 11.314$

---

**Gerade i**

$y_a$  2  $x_a$  0  
 $y_a$  4  $x_a$  0  
 $y_i$  16.0  $x_i$  0.0

Sehne  $s_{1,i} = 16.000$   
 Sehne  $s_{2,i} = 11.314$   
 Außerhalb des Bogenstücks  
 Schnitt in einem der Bogenendpunkte

Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende

**Grafik Kreis-Geraden-Schnitt** ✓

**Ausgangsbogen**

$y_1$  0  $x_1$  0  
 $y_2$  8  $x_2$  8  
 Radius 8

Mittelpunkt  $y = 8.000, x = 0.000$   
 Sehne  $s_{1,2} = 11.314$

---

**Gerade i**

$y_a$  4  $x_a$  2  
 $y_a$  2  $x_a$  4  
 $y_i$  0.254  $x_i$  2.0

Sehne  $s_{1,i} = 2.016$   
 Sehne  $s_{2,i} = 9.798$

Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende

Werden beide Schnittpunkte benötigt, sind im nächsten Durchlauf  $(y_3, x_3)$  und  $(y_4, x_4)$  zu vertauschen.

## 7 Kreisbogenteilung

Gegeben<sup>6</sup>:

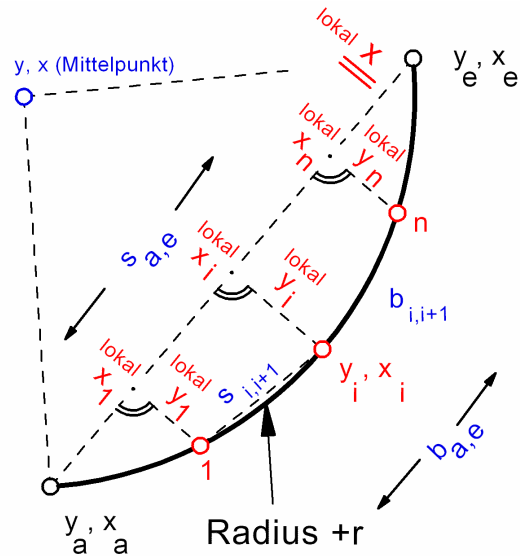
$y_a, x_a$  Anfang des Bogens (linksläufig)  
 $y_e, x_e$  Ende des Bogens  
 oder  $s_{a,e}$   
 $m$  Maßstabsfaktor (Default = 1)  
 Radius +  
 $n$  Anzahl der Zwischenpunkte (für  $n < 10$ )

Gesucht:

$y_i, x_i$  Objektpunkt

Zusätzliche Ergebnisse:

$s_{a,e}, s_{i,i+1}$  Sehnenlängen  
 $b_{a,e}, b_{i,i+1}$  Bogenlängen  
 $y, x$  Mittelpunktkoordinaten



**Grafik Kreisbogenteilung** ✓

Ausgangsbogen

$y_a$  33     $x_a$  44  
 $y_e$  66     $x_e$  77  
 Maßstabsfaktor 0.9996  
 oder Strecke  
 Radius 44

Mittelpunkt  $y = 23.123, x = 86.877$   
 Sehne  $s_{a,e} = 46.669$ , Bogenlänge = 49.191

Anzahl der Zwischenpunkte 3

Nr.	$y_i$	$x_i$	$y(\text{lokal})$	$x(\text{lokal})$
Anf.	33.000	44.000	0.000	0.000
1	44.445	48.389	4.992	11.201
2	54.236	55.764	6.700	23.344
3	61.611	65.555	4.992	35.487
Ende	66.000	77.000	0.000	46.688

Sehne  $s_{i,i+1} = 12.263$ , Bogenlänge = 12.303

Rechnen Neu Ende

a)

**Grafik Kreisbogenteilung** ✓

Ausgangsbogen

$y_a$      $x_a$   
 $y_e$      $x_e$   
 Maßstabsfaktor 1  
 oder Strecke 46.669  
 Radius 44

Mittelpunkt  $y = -37.303, x = 23.334$   
 Sehne  $s_{a,e} = 46.669$ , Bogenlänge = 49.191

Anzahl der Zwischenpunkte 3

Nr.	$y_i$	$x_i$	$y(\text{lokal})$	$x(\text{lokal})$
Anf.	0.000	0.000	0.000	0.000
1	4.990	11.196	4.990	11.196
2	6.697	23.335	6.697	23.335
3	4.990	35.473	4.990	35.473
Ende	0.000	46.669	0.000	46.669

Sehne  $s_{i,i+1} = 12.258$ , Bogenlänge = 12.298

Rechnen Neu Ende

b)

**Grafik Kreisbogenteilung** ✓

Ausgangsbogen

$y_a$  0     $x_a$  0  
 $y_e$  0     $x_e$  46.669  
 Maßstabsfaktor 0.9996  
 oder Strecke  
 Radius 44

Mittelpunkt  $y = -37.303, x = 23.334$   
 Sehne  $s_{a,e} = 46.669$ , Bogenlänge = 49.191

Anzahl der Zwischenpunkte 3

Nr.	$y_i$	$x_i$	$y(\text{lokal})$	$x(\text{lokal})$
Anf.	0.000	0.000	0.000	0.000
1	4.990	11.196	4.992	11.201
2	6.697	23.335	6.700	23.344
3	4.990	35.473	4.992	35.487
Ende	0.000	46.669	0.000	46.688

Sehne  $s_{i,i+1} = 12.263$ , Bogenlänge = 12.303

Rechnen Neu Ende

c)

<sup>6</sup>Damit die lokalen Ordinaten positiv werden, wurde der Bogen linksläufig eingeführt.

Sollen örtliche Absteckungselemente aus UTM-Koordinaten berechnet werden, ist zunächst der Reduktions-(Maßstabs-)faktor zu ermitteln und neben den Koordinaten des Ausgangsbogens einzugeben [Beispiel a)]; lt. der Definition (s. Seite 4 und 18):

$Elemente(horizontal, lokal) \iff Koordinaten(UTM) : r \text{ (bzw. } m\text{)}$ .

Dagegen wird die Eingabe einer Ausgangsstrecke **unbedingt vorrangig** gegenüber den Eingabekoordinaten berücksichtigt und erzeugt automatisch einen Maßstabsfaktor 1.  $y, x$  sind dann örtliche, lokale Koordinaten des Mittelpunktes [Beispiel b)]. Liegt eine UTM-Strecke als Sehne vor und sollen örtliche, lokale Elemente berechnet werden, sind neben dem Reduktionsfaktor folgende Werte einzugeben:  $y_a, x_a, y_e = 0$  und die Strecke als  $x_e$  [Beispiel c)].

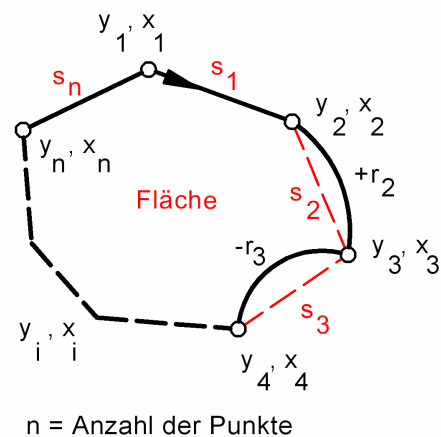
## 8 Flächenberechnung

Gegeben:

$y_i, x_i$  rechtsläufige  $n$  Eckpunkte  
 $+Radius \rightarrow$  Das Kreissegment wird addiert.  
 $-Radius \rightarrow$  Das Kreissegment wird subtrahiert.  
 $n$  Anzahl der rechtsläufigen Eckpunkte  
 $(3 \leq n \leq 12)$

Gesucht:

$Fläche$   
 $s_i$  Seiten- bzw. Sehnenlängen



**Flächenberechnung**

Anzahl der rechtsläufigen Eckpunkte  ☒

(bis max. 12, Defaultwert = 3)

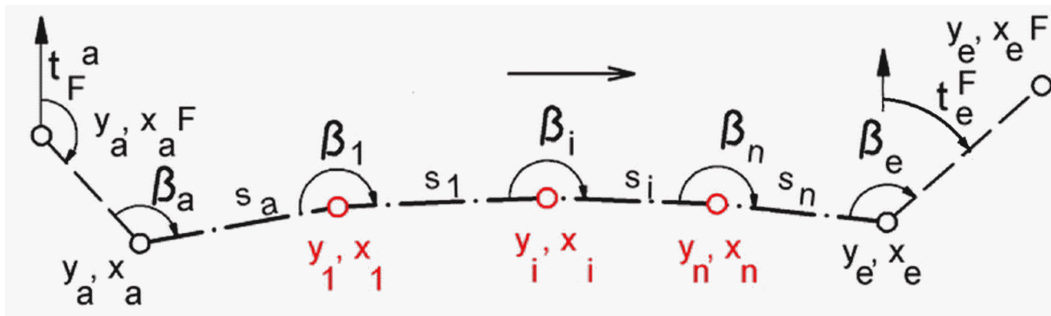
**Grafik Flächenberechnung** ✓

Nr.	$y_i$	$x_i$	Strecke $_{i,i+1}$	Radius $_{i,i+1}$
1	11	11	11.0	22
2	11	22	11.0	-33
3	22	22	15.556	

**Fläche = 62.25**

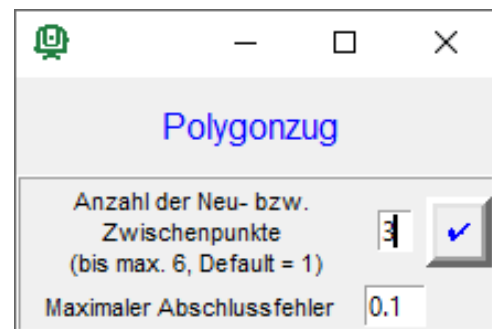
Bei eine aus örtlichen Koordinaten ermittelten Fläche auf eine beispielsweise UTM-Bezugsfläche zu transformieren, ist diese mit dem Quadrat des Reduktionsparameters zu multiplizieren.

## 9 Polygonzug



Gegeben (je nach Variante):

$y_a^F, x_a^F$  Fernziel (Koordinaten)  
 oder  $t_F^a$  Anschlussrichtungswinkel  
 $y_a, x_a$  Anfangspunkt  
 $y_e, x_e, y_e^F, x_e^F$  Endpunkt, Fernziel  
 oder  $t_e^F$  Abschlussrichtungswinkel  
 $\beta_a, \beta_i, \beta_e$  Brechungswinkel [gon]  
 $n$  Anzahl der Neu- bzw. Zwischenpunkte  
 $(1 \leq n \leq 6)$   
*maximaler Abschlussfehler*  
 $s_a, s_i$  Polygonseiten ( $i = 1$  nach  $n$ )  
 Maßstabsfaktor (Default = 1) **vor** der Transformation



Gesucht:

$y_i, x_i$

Zusätzliche Ergebnisse:

Abweichungen des Koordinatenabschlusses  $f_y, f_x$   
 Winkelschlussabweichung  $f_\beta$ , Längsabweichung  $L$ ,  
 Querabweichung  $W$   
 Maßstabsfaktor nach der Transformation

Das Programm erfordert zwei Durchläufe. Beim ersten Durchlauf werden vorläufige Koordinaten berechnet, auch zur Anzeige von Längs-, Quer- und Winkelschlussabweichung [Beispiel a)] je nach Eingabevariante.

Endgültige Koordinaten werden im zweiten Durchlauf [Beispiel b)] durch eine Transformation (Drehung und Streckung) erzeugt, womit eine Verteilung der Abweichungen erfolgt. Werden nach dieser Transformation  $f_y = 0, f_x = 0, L = 0, W = 0$  angezeigt, ist die Transformation korrekt verlaufen. Der zweite, grüne Haken neben der Titelüberschrift <Polygonzug> kennzeichnet die Durchführung des zweiten Programmdurchlaufs. Die

anfängliche Eingabe eines maximalen Abschlussfehlers ist aus Sicherheitsgründen erforderlich [Beispiel c)].

Die Eingabefelder dienen teilweise gleichzeitig zur Programmsteuerung und bieten Berechnungsvarianten:

- Der Anschluss kann wahlweise über den Anschlussrichtungswinkel  $t_F^a$  oder über die Koordinaten von  $y_a^F, x_a^F$  erfolgen. Treten beide Angaben auf, wird der Anschlussrichtungswinkel  $t_F^a$  gegenüber den Koordinaten von  $y_a^F, x_a^F$  vorrangig bearbeitet. Das gilt analog auch für den Abschluss bezüglich  $y_e^F, x_e^F$  bzw.  $t_e^F$ .
- $\beta_a = 0; \implies$  ohne Winkelanschluss (Eingaben  $y_a^F, x_a^F$  bzw.  $t_F^a$  sind unnötig)  
Wegen der fehlenden Anschlussrichtung wird hier programmintern eine fingierte in Richtung des Endpunktes genommen. Die vor der Transformation ermittelte Werte für  $f_y, f_x, L, W$  sind deshalb **irregulär**. Ringpolygone können nicht gerechnet werden.
- $\beta_e = 0; \implies$  ohne Winkelabschluss (Eingaben  $y_e^F, x_e^F$  sind unnötig)
- $y_e$  und  $x_e = 0; \implies$  ohne Koordinatenabschluss (Eingaben von  $\beta_e, y_e^F, x_e^F$  sind unnötig)  
 $y_e$  und  $x_e$  werden berechnet.
- $y_a = y_e$  und  $x_a = x_e; \implies$  Ringpolygon  
(Anschlüsse mit  $y_a^F, x_a^F$  oder  $t_F^a$  und  $\beta_a \neq 0$  müssen gegeben sein.)  
 $\implies$  Ringpolygone sollten möglichst, wegen der unglücklichen Verteilung der Abweichungen und nicht machbarer Maßstabskontrolle vermieden werden. Eine Transformation zu deren Verteilung kann in diesem Fall nicht gerechnet werden. Bei der Betätigung der Taste <Transformation> erfolgt die Verteilung der Abweichungen dann proportional zur Länge der Polygonseiten:  $d(\Delta y_i) = \frac{s_i}{[s]} * f_y$  und  $d(\Delta x_i) = \frac{s_i}{[s]} * f_x$ .

Eine einfache Fehleranalyse kann durchgeführt werden, wenn der Polygonzug nicht mit dem Defaultwert von 1 für den Maßstabsfaktor gerechnet wird, sondern zunächst als Maßstabsfaktor die zuvor ermittelte Maßstabsverzerrung (lokal nach UTM) genommen wird. Erst im zweiten Durchlauf erfolgt die endgültige Verteilung der Abweichungen dann durch die Transformation.

Vor (eingegeben) und nach (berechnet) der Transformation:

$f\beta$  = Winkelabschlussabweichung [gon]  $\implies t_{e,Soll} - t_{e,Ist}$

$f_y, f_x$  = Abweichungen des Koordinatenabschlusses

$L$  = Längsabweichung

$W$  = lineare Querabweichung

$f_s$  = lineare Abschlussabweichung  $\implies \sqrt{f_y^2 + f_x^2} = \sqrt{L^2 + W^2}$

(Vor der Transformation erfolgt keine Verteilung der Winkelabschlussabweichung;

eine Verteilung der Winkelabweichung kann zu einer Verbiegung des Zuges führen.)

Maßstabsfaktor,  $\implies L = (q - 1) * s_{a,e}$



**Grafik Polygonzug** ✓

Rechnen Transformation Neu Ende

**Anschlusspunkte**

Anschlussrichtung  $tF_a$  102.6797

$y_a F$   $x_a F$

$y_a$  746.98  $x_a$  7867.37

$\beta_a$  55.6673  $S_{a,1}$  63.46

Nr.	$\beta_i$	Seite $i$	$y_i$	$x_i$
1	177.5415	197.3	708.359	7917.724
2	236.9305	294.23	541.588	8023.151
3	235.179	185.16	419.746	8290.968

**Abschlusspunkte**

$\beta_e$  291.5616  $t_e, F$  99.5575

$y_e$  442.89  $x_e$  8474.7

$y_e F$   $x_e F$

Maßstab vor Transformation 1

Koordinatenabschluss  $f_y = -0.057, f_x = 0.031$   
 $f\beta = -0.0021$  gon,  $L = 0.054, W = -0.037$   
 Gerechnet mit Maßstabsfaktor = 1.0  
 Koordinaten ohne Fehlverteilung  
 Noch keine Transformation gerechnet

a)

**Grafik Polygonzug** ✓ ✓

Rechnen Transformation Neu Ende

**Anschlusspunkte**

Anschlussrichtung  $tF_a$  102.6797

$y_a F$   $x_a F$

$y_a$  746.98  $x_a$  7867.37

$\beta_a$  55.6673  $S_{a,1}$  63.46

Nr.	$\beta_i$	Seite $i$	$y_i$	$x_i$
1	177.5415	197.3	708.353	7917.726
2	236.9305	294.23	541.563	8023.152
3	235.179	185.16	419.697	8290.984

**Abschlusspunkte**

$\beta_e$  291.5616  $t_e, F$  99.5575

$y_e$  442.89  $x_e$  8474.7

$y_e F$   $x_e F$

Maßstab vor Transformation 1

Koordinatenabschluss  $f_y = 0.0, f_x = 0.0$   
 $f\beta = 0.0014$  gon,  $L = 0.0, W = 0.0$   
 Gerechnet mit Maßstabsfaktor = 1.0000788  
 Transformation gerechnet

b)

c)

**⚠ Warnung**

Der voreingestellte maximale Abschlussfehler ist im ersten Durchlauf überschritten. Eine Transformation bzw. Fehlverteilung ist trotzdem möglich!

**✕ Schließen**

## 10 Streckenreduktion örtlich $\Rightarrow$ UTM

## 11 Strecke UTM $\Rightarrow$ örtlich

**Streckenreduktion örtlich  $\Rightarrow$  UTM** ✓

gemessene Schrägstrecke	596
Zenitdistanz [gon]	87
Additionskonstante	0.0
linearer Maßstabsfaktor	1.0

$\Rightarrow$  horizontierte Strecke = 583.617

---

Höhe über NHN [m] (Defaultwert = 100)	196
Quasigeoidundulation [m] (Defaultwert = 46.5)	46.5

$\Rightarrow$  Strecke auf Rechenebene = 583.595

---

Mittl. Ostwert (<= 500 [km])	389
------------------------------	-----

Def.: Strecke (hor.)  $\times r$  = Strecke (UTM)  
 Red.-Faktor (nur UTM)  $r = 0.9997512$   
 Red.-Faktor (Höhe, UTM)  $r = 0.9997133$

$\Rightarrow$  UTM-Strecke = 583.449

Rechnen Neue Strecke Löschen Ende

**Strecke UTM  $\Rightarrow$  örtlich** ✓

Ausgangsstrecke in UTM	583.449
------------------------	---------

oder aus Koordinaten

Ost:		Nord:	
Ost:		Nord:	

---

Höhe über NHN [m] (Default = 100)	196
Quasigeoidundulation [m] (Default = 46.5)	46.5

Mittl. Ostwert in [km]	389
------------------------	-----

Def.: Strecke (hor.)  $\times r$  = Strecke (UTM)  
 Reduktionsfaktor  $r = 0.9997133$

Strecke in UTM = 583.449  
 $\Rightarrow$  örtliche Streckenlänge = 583.616

Rechnen Neue Strecke Löschen Ende

$$S_{[\text{örtlich}]} = \frac{\sqrt{\left((Ost_2 - Ost_1)^2 + (Nord_2 - Nord_1)^2\right)} = S_{[UTM]}}{\left(1 + \frac{(Ost_{m[km]} - 500)^2}{2R_{[km]}^2} - \frac{h_{NHN[m]} + h_{Undulation[m]}}{R_{[km]} * 1000}\right) * 0.9996 = r}$$

Eine nicht eingegebene Höhe über NHN erzeugt einen Defaultwert von 100. Eine fehlerhafte Höhenangabe von 100 m würde an der Streckenreduktion bei 100 m einen Fehler von 1,6 mm bewirken.

Für die Undulation wurde ein veränderbarer Defaultwert von 46.5 vorgegeben (Kölner Dom). Intern wurde ein mittlerer Erdradius von 6381 km verwendet (NRW).

Ein mittlerer Ostwert in [km] ist unbedingt einzugeben. Bei einem mittl. Ostwert von 319.5 bzw. 680.5 ist die Abbildungsverzerrung = 0.

22:40 91%

Streckenreduktion örtlich ⇒ UTM ✓

gemessene Schrägstrecke	596
Zenitdistanz (gon)	87
Additionskonstante	0.0
linearer Maßstabsfaktor	1.0

⇒ horizontierte Strecke = 583.617

Höhe über NHN [m] (Defaultwert = 100)	196
Quasigeoidundulation [m] (Defaultwert = 46.5)	46.5

⇒ Strecke auf Rechenebene = 583.595

Mittl. Ostwert (<> 500 [km]) 389

Def.: Strecke (hor.) × r = Strecke (UTM)  
Red.-Faktor (nur UTM) r = 0.9997512  
Red.-Faktor (Höhe, UTM) r = 0.9997133

⇒ UTM-Strecke = 583.449

Rechnen Neue Strecke Löschen Ende

87% 22:53

Streckenreduktion örtlich ⇒ UTM ✓

gemessene Schrägstrecke	596
Zenitdistanz (gon)	87
Additionskonstante	0.0
linearer Maßstabsfaktor	1.0

⇒ horizontierte Strecke = 583.617

Höhe über NHN [m] (Defaultwert = 100)	196
Quasigeoidundulation [m] (Defaultwert = 46.5)	46.5

⇒ Strecke auf Rechenebene = 583.595

Mittl. Ostwert (<> 500 [km]) 389

Def.: Strecke (hor.) × r = Strecke (UTM)  
Red.-Faktor (nur UTM) r = 0.9997512  
Red.-Faktor (Höhe, UTM) r = 0.9997133

⇒ UTM-Strecke = 583.449

Rechnen Neue Strecke Löschen Ende

Screenshot von Samsung Galaxy A52s 5G (links) und Samsung Galaxy J5 (rechts)

**Streckenreduktion örtlich  $\Rightarrow$  UTM** ✓

gemessene Schrägstrecke	596
Zenitdistanz (gon)	87
Additionskonstante	0.0
linearer Maßstabsfaktor	1.0
$\Rightarrow$ horizontierte Strecke = 583.617	
Höhe über NHN [m] (Defaultwert = 100)	196
Quasigeoidundulation [m] (Defaultwert = 46.5)	46.5
$\Rightarrow$ Strecke auf Rechenebene = 583.595	
Mittl. Ostwert (<> 500 [km])	389

Def.: Strecke (hor.)  $\times r =$  Strecke (UTM)  
 Red.-Faktor (nur UTM)  $r = 0.9997512$   
 Red.-Faktor (Höhe, UTM)  $r = 0.9997133$

$\Rightarrow$  UTM-Strecke = 583.449

Rechnen    Neue Strecke    Löschen    Ende

12:04 69%

**Bogenschnitt** ✓  
**Höhe- und Höhenfußpunkt** ✓

Eingabe: Die Dreiecksseiten a,b,c oder die Koordinaten von A,B und die Seiten a,b

A (y, x, a)	33	44	44
B (y, x, b)	66	88	55
C (y, x, c)	87.701	49.724	55.0

Richtungswinkel von B nach C = 167.1645 gon  
 Richtungswinkel von A nach C = 93.3625 gon  
 Richtungswinkel von A nach B = 40.9666 gon

y (Lot) = 55.440    x (Lot) = 73.920  
 p = 17.600    q = 37.400    h = 40.327  
 $\alpha = 52.3960$  gon  
 $\beta = 73.8020$  gon  
 $\gamma = 73.8020$  gon  
 Fläche = 1108.98

Rechnen    Neu    Ende

Grafik

Bogenschnitt, Höhe- und Höhenfußpunkt  
 /storage/emulated/0/\_python/v12.png

× Grafik schließen

Screenshot von Samsung Galaxy Tab S4 (links) und von Samsung Galaxy A52s 5G (rechts)

## 12 Bogenschnitt

### Höhe und Höhenfußpunkt

Gegeben:

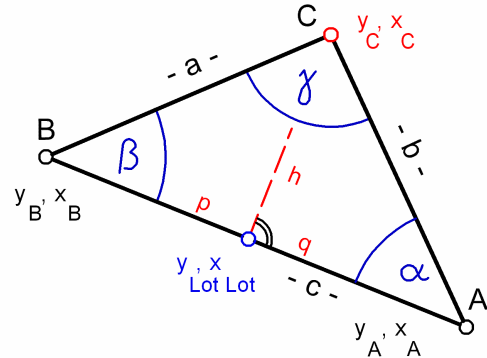
$y_A, x_A, y_B, x_B, a, b$  Koordinaten und Seiten  
oder  
 $a, b, c$  Dreiecksseiten

Gesucht:

$y_C, x_C$  Schnittpunkt C  
 $p, q, h$  Höhe und Höhenfußpunkt

Zusätzliche Ergebnisse:

$y_{Lot}, x_{Lot}$  Fußpunktkoordinaten  
eventuell auch  $c$   
 $\alpha, \beta, \gamma$  Dreieckswinkel [gon]  
Fläche



Grafik
Bogenschnitt
Höhe- und Höhenfußpunkt

Eingabe: Die Dreiecksseiten a,b,c oder die Koordinaten von A,B und die Seiten a,b

A (y, x, a)			3
B (y, x, b)			4
C (y, x, c)			5

---

$p = 1.800$     $q = 3.200$     $h = 2.400$   
 $\alpha = 40.9666$  gon  
 $\beta = 59.0334$  gon  
 $\gamma = 100.0000$  gon  
 Fläche = 6.00

---

Rechnen
Neu
Ende

Grafik
Bogenschnitt
Höhe- und Höhenfußpunkt

Eingabe: Die Dreiecksseiten a,b,c oder die Koordinaten von A,B und die Seiten a,b

A (y, x, a)	-52.2499	45.3137	13.415
B (y, x, b)	-67.5578	45.1445	26.1803
C (y, x, c)	-76.523	55.124	15.309

Richtungswinkel von B nach C = 353.4077 gon  
 Richtungswinkel von A nach C = 324.453 gon  
 Richtungswinkel von A nach B = 299.2964 gon

---

$y_{Lot} = -76.411$     $x_{Lot} = 45.047$   
 $p = -8.854$     $q = 24.163$     $h = 10.078$   
 $\alpha = 25.1566$  gon  
 $\beta = 145.8887$  gon  
 $\gamma = 28.9547$  gon  
 Fläche = 77.14

---

Rechnen
Neu
Ende

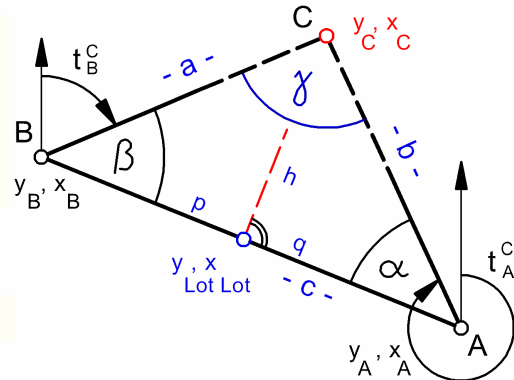
Eine mögliche Berechnung mit  $y_A, x_A, y_B, x_B, a, b$  (Koordinaten und Seiten) ist vorrangig gegenüber der Berechnung alleinig aus den Dreiecksseiten  $a, b, c$ .

## 13 Vorwärtsschnitt

über Dreiecks- oder Richtungswinkel

Gegeben:

$y_A, x_A, y_B, x_B$  Koordinaten  
 $\alpha, \beta$  Dreieckswinkel [gon]  
 oder  
 $t_A^C, t_B^C$  Richtungswinkel [gon]



Gesucht:

$y_C, x_C$  Schnittpunkt C

Zusätzliche Ergebnisse:

$\alpha, \beta, \gamma$  Dreieckswinkel [gon]  
 $a, b, c$  (Basis) Dreiecksseiten [gon]  
 $p, q, h$  Höhe und Höhenfußpunkt  
 $y_{Lot}, x_{Lot}$  Fußpunktkoordinaten  
 Fläche

**Grafik** Vorwärtsschnitt ✓

über Dreieckswinkel

über Richtungswinkel

	y	x	Winkel
A	50	0	350
B	0	0	50
C	25.0	25.0	

Richtungswinkel von B nach C = 50.0 gon  
 Richtungswinkel von A nach C = 350.0 gon  
 Richtungswinkel von A nach B = 300.0 gon

Entfernung a (von B nach C) = 35.355  
 Entfernung b (von A nach C) = 35.355  
 Entfernung c (von A nach B) = 50.000

Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende

**Grafik** Vorwärtsschnitt ✓

über Dreieckswinkel

über Richtungswinkel

	y	x	Winkel
A	39962.79	22589.94	34.0505
B	42451.98	22573.62	48.2437
C	41487.621	21672.965	

Richtungswinkel von B nach C = 252.1737 gon  
 Richtungswinkel von A nach C = 134.4679 gon  
 Richtungswinkel von A nach B = 100.4174 gon

$y_{Lot} = 41493.567$   $x_{Lot} = 22579.904$   
 $p = 958.434$   $q = 1530.810$   $h = 906.958$   
 $a$  (von B nach C) = 1319.533,  $\alpha = 34.0505$  gon  
 $b$  (von A nach C) = 1779.312,  $\beta = 48.2437$  gon  
 $c$  (von A nach B) = 2489.243,  $\gamma = 117.7058$  gon  
 Fläche = 1128819.99

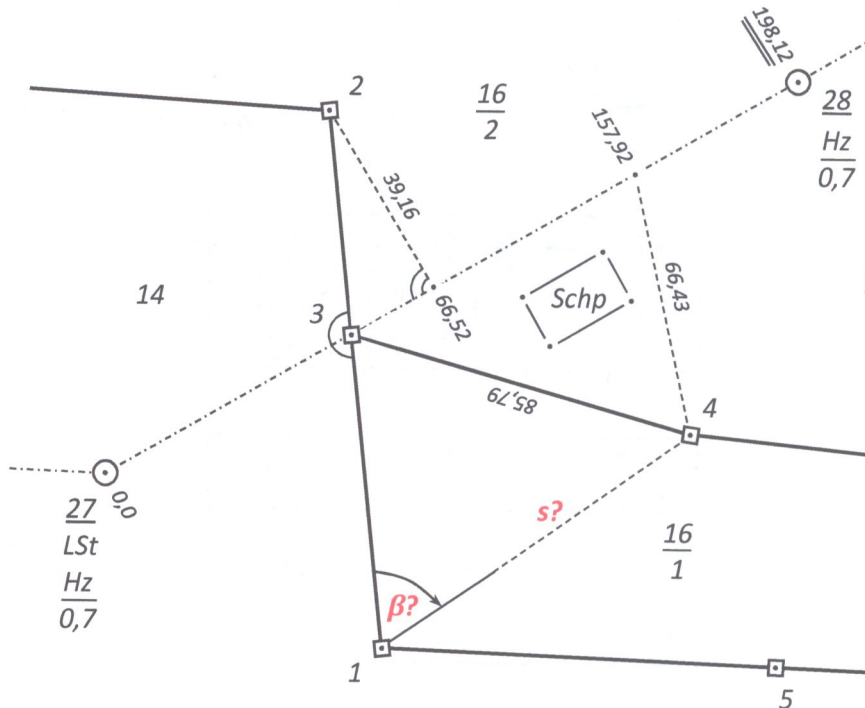
Rechnen Nächster Schnitt Neu Ende





## Nachtrag: Anhang Beispiel

Das Beispiel entstammt aus dem Buch von **Sieland, Sammlung vermessungstechnischer Aufgaben mit ausführlichen Lösungen**, 3. Auflage 2022, Verlag Wichmann, Heidelberg: Beispiel Aufgabe 9.3 auf Seite 84. Lösung der Aufgabe daselbst auf Seite 199f.



In der Örtlichkeit wurden nur die Grenzpunkte 1 und 2 vorgefunden. Vom Standpunkt 1 soll der Grenzpunkt 4 wiederhergestellt werden. Er soll polar abgesteckt werden; als Nullrichtung ist der Punkt 2 zu verwenden.

Rechts	Hoch	Punkt-Nr
246.13	917.81	27
379.73	1064.04	28
262.67	906.95	1

Die polaren Absteckungselemente sind zu berechnen.

Das Beispiel (s. folgende Seite) wurde in Windows mit zugleich geöffneten Programminstanzen (Tasks) berechnet. Gleiche oder unterschiedliche Instanzen der Programmteile können gleichzeitig geöffnet, darin gerechnet oder geschlossen werden. Daten können wahlweise mit Strg-C bzw. Strg-V in verschiedene Instanzen übertragen werden.



**Vermessungstechnische Berechnungen**

Programm schließen

Orthogonale und polare Elemente

Polaraufnahme (lokale Geradlinigkeit)

Polaraufnahme (Koordinaten)

Transformation, Kleinpunkte

Geradenschnitte

Kreis-Geraden-Schnitt

Kreisbogenteilung

Flächenberechnung

Polygonzug

Streckenreduktion örtlich  $\Rightarrow$  UTM

Strecke UTM  $\Rightarrow$  örtlich

Bogenschnitt, Höhe und Höhenfußpunkt

Vorwärtsschnitt

Pythagorasprobe

© 2023 Norbert Fuhrmann, Kerpen  
www.grenzuntersuchung.de

**Transformation Kleinpunkte**

von System A

A ( $y_s, x_s$ )	0	0
A ( $y_e, x_e$ )	0	198.12

nach System B

B ( $y_s, x_s$ )	246.13	917.81
B ( $y_e, x_e$ )	379.73	1064.04

Transformationsachse  $A_{s,e} = 198.12$   
Transformationsachse  $B_{s,e} = 198.071$   
Abweichung  $f_s = -0.049$   
 $A \times m = B$ ; Maßstabsfaktor  $m = 0.9997533$

Eingabe System A  
A ( $y_i$ ) -39.16    A ( $x_i$ ) 66.52

Ausgabe System B  
B ( $y_i$ ) 262.083    B ( $x_i$ ) 993.315

Rechnen   Nächster Punkt   Neu   Ende

**Transformation Kleinpunkte**

von System A

A ( $y_s, x_s$ )	0	0
A ( $y_e, x_e$ )	0	198.12

nach System B

B ( $y_s, x_s$ )	246.13	917.81
B ( $y_e, x_e$ )	379.73	1064.04

Transformationsachse  $A_{s,e} = 198.12$   
Transformationsachse  $B_{s,e} = 198.071$   
Abweichung  $f_s = -0.049$   
 $A \times m = B$ ; Maßstabsfaktor  $m = 0.9997533$

Eingabe System A  
A ( $y_i$ ) 0    A ( $x_i$ ) 157.92

Ausgabe System B  
B ( $y_i$ ) 352.622    B ( $x_i$ ) 1034.369

Rechnen   Nächster Punkt   Neu   Ende

**Geradenschnitte**

Ausgangsgerade

$y_1$	246.13	$x_1$	917.81
$y_2$	379.73	$x_2$	1064.04

paralleler Abstand 0

Richtung  $_{1,2} = 47.1286$ , Entfernung  $_{1,2} = 198.071$

Gerade i

$y_a$	262.67	$x_a$	906.95
$y_a$	262.083	$x_a$	993.315

paralleler Abstand 0

$y_i$	262.475	$x_i$	935.7
-------	---------	-------	-------

Richtung  $_{3,4} = 399.5673$ , Entfernung  $_{3,4} = 86.367$   
Schnittwinkel  $\alpha = 352.4387$  gon  
 $s_{1,i} = 24.232$   
 $s_{2,i} = 173.839$   
 $s_{3,i} = 28.750$   
 $s_{4,i} = 57.617$

Rechnen   Nächster Schnitt   Neu   Ende

**Bogenschnitt Höhe- und Höhenfußpunkt**

Eingabe: Die Dreiecksseiten a,b,c oder die Koordinaten von A,B und die Seiten a,b

A ( $y, x, a$ )	262.475	935.7	66.43
B ( $y, x, b$ )	352.622	1034.369	85.79
C ( $y, x, c$ )	341.597	968.86	133.649

Richtungswinkel von B nach C = 210.6145 gon  
Richtungswinkel von A nach C = 74.7349 gon  
Richtungswinkel von A nach B = 47.1286 gon

$y$  (Lot) = 314.985     $x$  (Lot) = 993.174  
 $p = 55.799$      $q = 77.850$      $h = 36.047$   
 $\alpha = 27.6062$  gon  
 $\beta = 36.5141$  gon  
 $\gamma = 135.8797$  gon  
Fläche = 2408.81

Rechnen   Neu   Ende

**Orthogonale und polare Elemente**

Anfangspunkt (UTM)

$y_a$	262.67	$x_a$	906.95
-------	--------	-------	--------

Endpunkt (UTM) (als Nullrichtung)

$y_e$	262.083	$x_e$	993.315
-------	---------	-------	---------

Reduktionsfaktor  $r$  1.0

Def.: Strecke (hor.)  $\times r =$  Strecke (UTM)  
 $x_e$  (lokal) = 86.367

Richtungswinkel  $t_{a,e} = 399.5673$  gon  
Entfernung  $s_{a,e} = 86.367$

Objektpunkt	$y_i$	$x_i$	$s_{a,i}$
UTM	341.597	968.86	
lokal	79.346	61.372	100.311
Lot(UTM)	262.253	968.321	100.311
$\alpha$ [gon]	58.0877	lokal	100.311

Rechnen   Objekt   Neu   Ende

Ergebnis der Aufgabe 9.3:    Standpunkt: 1  
 $\beta_2 = 0,0000\text{gon}, s_2 = 86,367m$   
 $\beta_4 = 58,0877\text{gon}, s_4 = 100,311m$