



Einführung in die Geodäsie

Ingenieurgeodäsie

Bachelor-Studiengang
Geodäsie und Geoinformation

1. Semester



Wintersemester 2015/16

1 Ingenieurgeodäsie	3
1.1 Zielstellung	3
1.2 Messgrößen und Messgenauigkeit	4
2 Elektronisches Tachymeter	6
2.1 Richtungs- und Winkelmessung.....	6
2.2 Elektronische Distanzmessung.....	8
3 Geodätische Berechnungen	10
3.1 Festpunktfeld und Netzverdichtung.....	10
3.2 Koordinatenberechnung	11
4 Lagemessungen	14
4.1 Tachymetrie	14
4.2 Polarverfahren	15
4.3 Absteckung	17

Literatur

MÖSER, M.; MÜLLER, G.; SCHLEMMER, H. (2012): 4. Auflage. Handbuch Ingenieurgeodäsie, Band: Grundlagen. 4. Auflage, VDE-Verlag

GRUBER, F.J. (2008): Formelsammlung für das Vermessungswesen. Dümmlers Verlag

WITTE, B.; SPARLA, P. (2011): 7. Auflage. Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. Wichmann Verlag

Abbildungen teilweise aus:

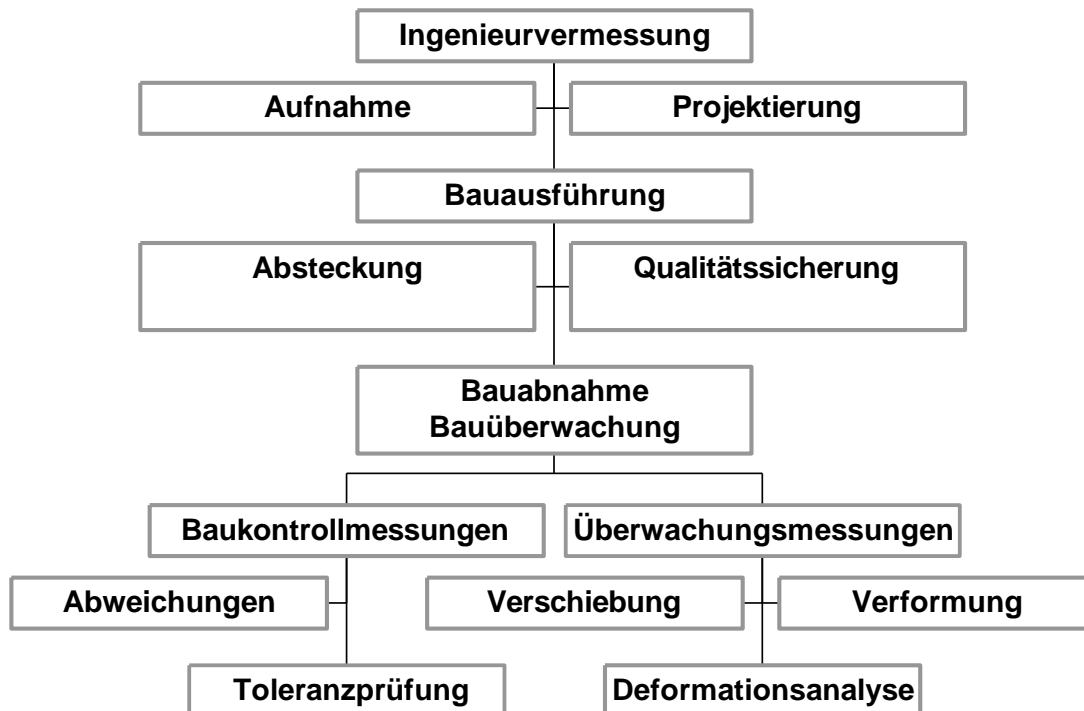
RESNIK, B.; BILL, R. (2009): 3. Auflage. Vermessungskunde für den Planungs-, Bau- und Umweltbereich. Wichmann Verlag, Heidelberg.

1 Ingenieurgeodäsie

1.1 Zielstellung

Ingenieurvermessungen sind technische Vermessungen, die im Zusammenhang mit der Planung, der Absteckung und der Überwachung von Objekten im Ingenieurbau und Maschinen- und Anlagenbau auszuführen sind.

Zu Ingenieurbauwerken gehören neben dem Hoch- und Tiefbau, der Verkehrswegebau mit Brücken und Tunneln, Funk- und Fernmeldetürme, Stauanlagen sowie Industrieanlagen des Maschinenbaus.



- **Aufnahme:** Erfassung geometrischer Größen eines Objektes, Pläne und Daten
- **Absteckung:** Übertragung des Bauentwurfs in das Gelände, Absteckungsberechnungen und Absteckungspläne
- **Baukontrollmessungen:** Prüfung der Geometrie und Abnahme
- **Bauwerksüberwachungsmessungen:** Erkennen von Schäden (Deformationen) und Nachweis der Stand- und Funktionssicherheit

Ziel der Vorlesung und Übung: Messung und Berechnung von Punkten

Jeder Interessent an einem Gebäude will wissen:

- wo es auf der Erde steht
- in welcher Karte oder Plan es zu finden ist
- wie es in Bezug auf seine Grundstücksgrenzen und zu seinem Nachbarn steht
- welche Ausrichtung, Form und Höhenlage es hat

Es ist eine Lagemessung (x, y) durchzuführen. Dafür werden benötigt:

- Ein Vermessungsgerät zum Messen von Richtungen (Winkeln) und Strecken
- Ein Koordinatensystem auf das sich die Messungen beziehen und in dem Koordinaten berechnet werden

Für die Ausführung einer Vermessung gelten folgende Prinzipien

(1) Ordnungs- und Nachbarschaftsprinzip

Es wird „vom Großen ins Kleine“ gearbeitet, d.h. nachgeordnete Vermessungen werden in ein vorhandenes Netz eingepasst.

(2) Zuverlässigkeitsprinzip (Kontrolle)

Jedes Mess- und Berechnungsergebnis ist durch unabhängige Kontrollen zu prüfen.

(3) Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit

Die Genauigkeit einer Messung kann durch Messung überschüssiger Maße und entsprechender Mittelbildung gesteigert werden. „Die Messungen werden nicht so genau wie möglich, sondern nur so genau wie nötig ausgeführt“.

(4) Nachweise

Die Messungsergebnisse sind Feldrisse und Zahlen- bzw. Koordinatenverzeichnisse, die wie Urkunden zu betrachten sind. Das Ergebnis der Lage- und Höhenmessungen kann digital (Koordinaten, Höhen) und analog (Karten, Profile) dokumentiert werden.

1.2 Messgrößen und Messgenauigkeit

Direkte Messung: Unmittelbarer Vergleich mit einer Bezugsgröße (Messbandmessung)

Indirekte Messung: Ableitung einer Messgröße (Unbekannte) aus einer anderen durch bekannte Beziehungen (z. B. Koordinatenbestimmung aus Winkel und Strecke)

- Länge/Strecke/Distanz/Entfernung
- Richtung (Winkel), Neigung (mrad, mm/m)
- Schwere ($9,81 \text{ ms}^{-2}$)
- Druck (N), Temperatur ($^{\circ}\text{C}$, K), Zeit, Frequenz (Hz)

Meterdefinition (1983 Paris)

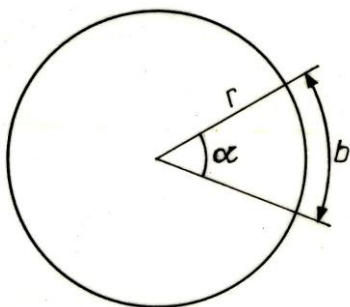
Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im leeren Raum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunden durchläuft.

Winkel

Einteilung des Vollkreises: 400 gon (Gon): $1 \text{ gon} = 1000 \text{ mgon}$

Radian

Ein Radian ist der ebene Winkel $\alpha = 1 \text{ rad}$ zwischen zwei vom Mittelpunkt eines Kreises ausgehenden Strahlen, die auf dem Umfang einen Betrag $b = 1$ von der Länge des Radius $R = 1$ ausschneiden.

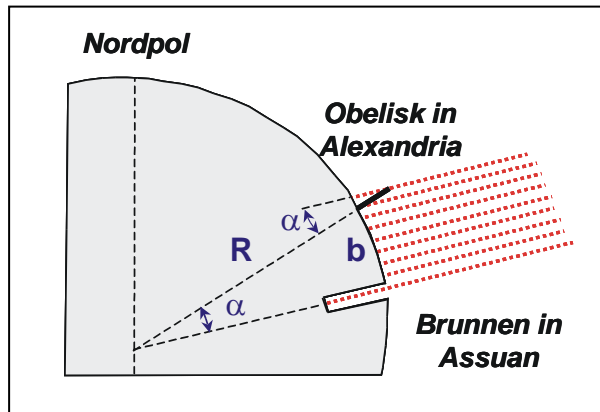


Der Winkel, welcher dem **Bogenmaß** 1 rad entspricht ist $\rho = 400 \text{ gon}/2\pi = 63,662 \text{ gon}$

Für beliebige Bogenlängen und Radien gilt die **Bogenformel**:

$$\frac{b}{\alpha} = \frac{u}{400\text{gon}} = \frac{2\pi \cdot R}{400\text{gon}} \quad \Rightarrow$$

Die Konstante ρ (griech: rho) dient als Umwandlungsfaktor für die Berechnung kleiner Winkel, von Kreisbogenlängen oder zu Genauigkeitsabschätzungen, weil bei kleinen Winkeln sich die Werte für Sinus, Tangens und Radiant nicht wesentlich unterscheiden.



Ermittlung des Erdumfangs durch Eratosthenes 250 v. Chr. Er beobachtete die Mittagshöhe der Sonne von Alexandria und vom 787,5 km weiter südlich gelegenen Assuan. Die Differenz der Höhen der Sonne gemessen zu demselben Zeitpunkt beträgt 7,14 Grad. Damit errechnete er den Erdumfang wie folgt:

$$u = \frac{b \cdot 360^\circ}{\alpha} = \frac{787,5 \text{ km} \cdot 360^\circ}{7,14^\circ} \approx 39705 \text{ km}$$

Dieser Betrag kommt dem wahren Erdumfang (Äquator) von 40075 km sehr nahe.

Messgenauigkeit

Eine Messung dient der quantitativen Bestimmung von Größen. Alle Messungen sind mit **Messunsicherheiten** behaftet. Die Größe der Messunsicherheit ist abhängig

- vom Messgerät,
- dem Messverfahren,
- den Bedingungen des Messraumes und den
- Fertigkeiten des Messenden.

Grobe Fehler, Irrtum, Ausreißer

Sie stehen in keinem Zusammenhang mit der Messgenauigkeit und sind durch Messungskontrollen in jedem Fall zu vermeiden, z.B. Meterfehler – auch Irrtum, Ausreißer.

Systematische Abweichung

Ursachen sind gleichsinnig wirkende Unzulänglichkeiten bei der Messung, z.B. Ausdehnung eines Stahlmessbandes bei Sonneneinstrahlung. Durch Messungsanordnungen, Kalibrierung der Messgeräte und Korrekturen sind sie zu eliminieren.

Zufällige Abweichung

Ursachen sind Unvollkommenheit der Messinstrumente, Unsicherheiten des Beobachters und Bedingungen des Messraumes. Sie treten positiv und negativ in etwa gleicher Häufigkeit auf und sind unvermeidbar.

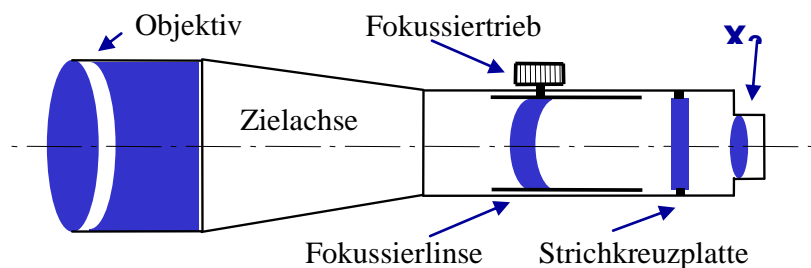
Diese Häufigkeitsverteilung führt in der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zur „Gaußschen Glockenkurve“ Gauß (1777-1855). Durch Wiederholungsmessungen, Mittelbildung sowie Überbestimmung lassen sich die Einflüsse reduzieren.

2 Elektronisches Tachymeter

Ein elektronisches **Tachymeter** (Totalstation) besteht aus einem elektronischen **Theodolit** und einem elektrooptischen Distanzmesser (EDM).

Damit können Richtungen (Winkel) und Distanzen (Strecken) gleichzeitig gemessen werden. Die Koordinaten werden automatisch berechnet und gespeichert.

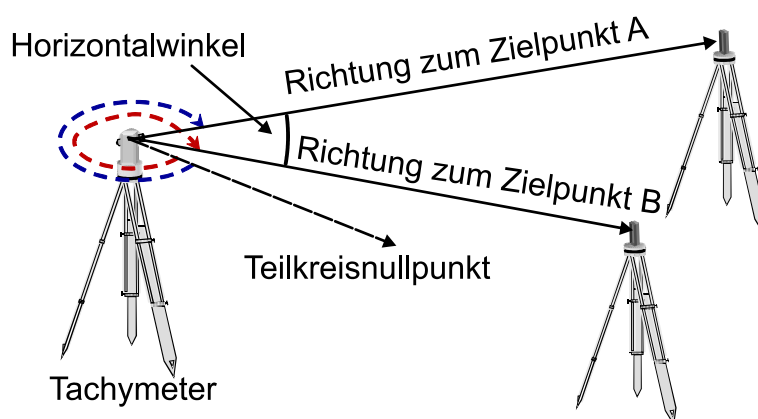
Weitere Funktionen sind: reflektorlose Distanzmessung, Motorisierung der Antriebe, automatische Zielerfassung und Zielverfolgung.

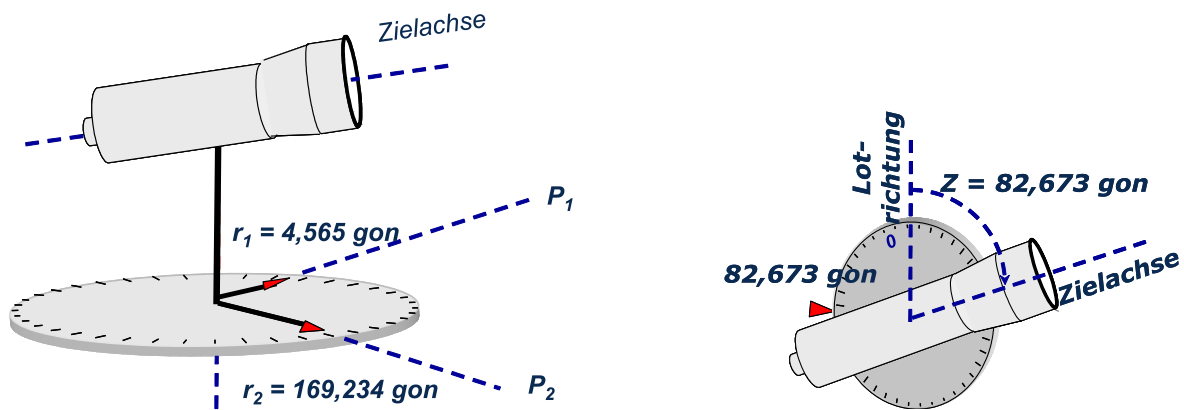


ELTA R45: Elektronisches Computertachymeter Fa. Trimble (ehemals Carl Zeiss Jena)

2.1 Richtungs- und Winkelmessung

- **Horizontalrichtung:** Winkel zwischen Teilkreisnullpunkt und einem Zielpunkt A
- **Horizontalwinkel:** Differenz zweier Richtungen r_1 und r_2 nach den Zielpunkten A und B
- **Vertikalwinkel** bzw. **Zenitwinkel:**
Winkel z oder ζ (zeta) zum Zielpunkt mit dem Nullpunkt im Zenit
- **Höhenwinkel:** Winkel zum Zielpunkt mit dem Nullpunkt in der Horizontalebene





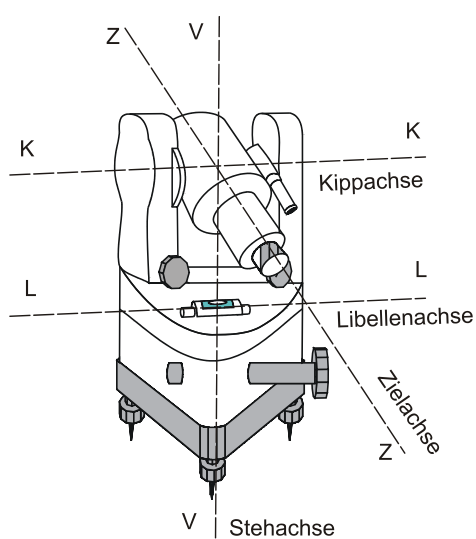
Bei den elektronischen Tachymetern erfolgt die Winkelmessung durch optoelektronische Abtastung. Der Teilkreis ist mit einer Codeeinteilung versehen. Jeder Teilkreisstellung ist eine Dualzahl zugeordnet und wird in eine „Ablesung“ umgerechnet.

Bautachymeter	1 bis 3 mgon
Universaltachymeter	0,6 bis 1 mgon
Präzisionstachymeter	0,15 bis 0,5 mgon

Beispiel: Mit einem Tachymeter und einer Standardabweichung in der Richtungsmessung $\sigma_r = 2$ mgon soll die Richtung (Winkel) zu einem Punkt in 126 m Entfernung bestimmt werden. Wie genau kann der Punkt in der Lage bestimmt werden?

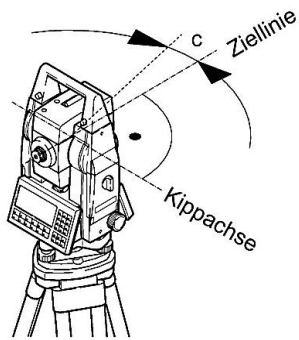
Tachymeter müssen hohen Anforderungen gerecht werden. Die Achsen in den Geräten müssen die in definierten Bedingungen zueinander stehen. Durch Fertigungstoleranzen und Abnutzung entstehen Ungenauigkeiten, die ausgeschaltet aber auch nicht beeinflusst werden können.

- 1) Vertikalsachse bzw. Stehachse (V): senkrechte vertikale Achse
- 2) Libellenachse (L): Tangente im Normalpunkt der Röhrenlibelle
- 3) Zielachse (Z): Verbindungslinie Fadenkreuz mit der optischen Achse des Objektivs
- 4) Kippachse (K): Horizontalachse um die das Fernrohr gekippt werden kann

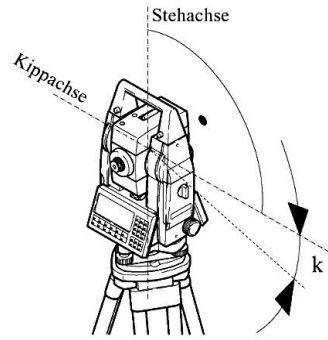


Diese vier Hauptachsen müssen folgende **Achsbedingungen** erfüllen:

- V rechtwinklig zu L (Stehachsenfehler)
- Z rechtwinklig zu K (Zielachsenfehler)
- K rechtwinklig zu V (Kippachsenfehler)



Zielachsenfehler



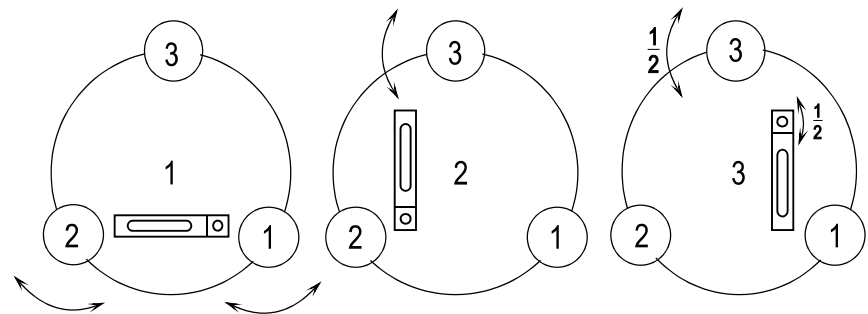
Kippachsenfehler

Fernrohrlage I : Zielung mit Vertikalkreis links vom Fernrohr (0 bis 200 gon)

Fernrohrlage II : Zielung mit Vertikalkreis rechts vom Fernrohr (200 bis 400 gon)



Zentrieren über Punkt

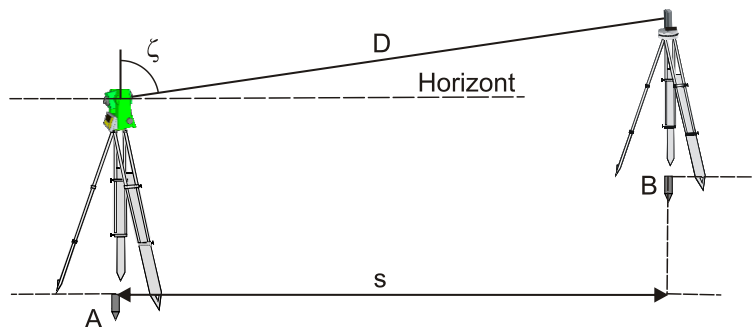


Horizontieren: Stehachse rechtwinklig zur Libellenachse

Beachte: Zielachsenfehler und Kippachsenfehler kann man durch Messung in zwei Fernrohrlagen beseitigen. Der Stehachsenfehler lässt sich nicht eliminieren.

2.2 Elektronische Distanzmessung

Bei der Distanzmessung ergibt erst die korrigierte bzw. reduzierte Distanz die Strecke s . Gemessen werden die schräge Distanz D und der Zenitwinkel ζ .



Horizontale Strecke in der Ebene: $s = D \cdot \cos(100 \text{ gon} - \zeta) = D \cdot \sin \zeta$

D [m]	ζ [gon]	s [m]
134,67	32,45	65,71
134,67	85,34	131,11
134,67	98,56	134,64

Messprinzip: Ein Sender erzeugt eine elektromagnetische Welle als Trägerwelle des eigentlichen Messsignals. Diese Welle wird ausgesendet und an einem Reflektor zum Empfänger wieder zurückgeschickt. Als Trägerwellen werden Infrarotlicht ($\lambda \approx 600 \text{ nm}$), Laser und Mikrowellen ($\lambda \approx 1\text{-}10 \text{ cm}$) eingesetzt.

Beim **Phasenvergleichsverfahren** wird Licht als Trägerwelle verwendet. Der Trägerwelle wird ein sinusförmiges Signal mit einer Messinformation aufmoduliert (z.B. 30 MHz, $\lambda = 10 \text{ m}$).

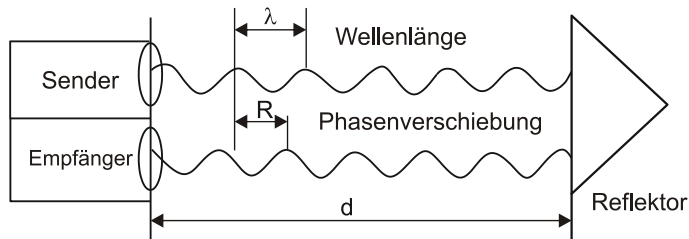
$$s = \lambda \cdot \left(\frac{\Delta\varphi}{2\pi} + N \right) \quad \text{mit} \quad R = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$$

λ Wellenlänge (10 m ... 100 m)

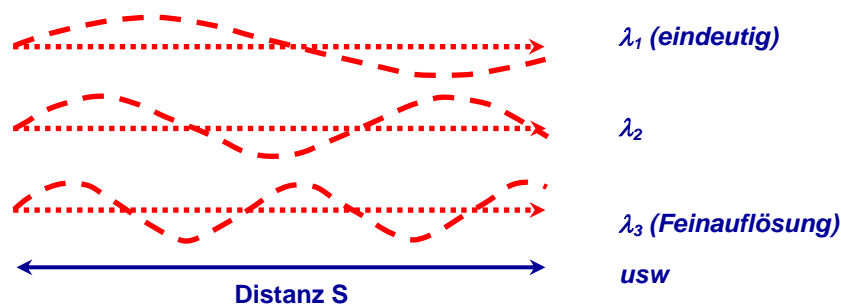
N Anzahl der Wellenlängen

R Reststück der Wellenlänge

Die Strecke s ergibt sich aus einer zunächst unbekanntem Anzahl N von ganzen Schwingungen der Länge λ und dem Reststück φ , das durch ein Phasenmessgerät genau gemessen werden kann. Da die Anzahl der vollen Wellenlängen unbekannt ist, erfolgt die Messung mit mehreren Wellenlängen.



Messfrequenz	Wellenlänge	Reststrecke
150 kHz	$\lambda = 1000 \text{ m}$	789 m
1,5 MHz	$\lambda = 100 \text{ m}$	88,2 m
15 MHz	$\lambda = 10 \text{ m}$	8,437 m
	Gesamtstrecke	788,437 m



Genauigkeitsangaben für Tachymeter

Routinetachymeter/Bautachymeter	3 bis 5 mm + 3 ppm
Universaltachymeter	2 bis 3 mm + 2 ppm
Präzisionstachymeter	0,5 bis 1 mm + 1 ppm

3 Geodätische Berechnungen

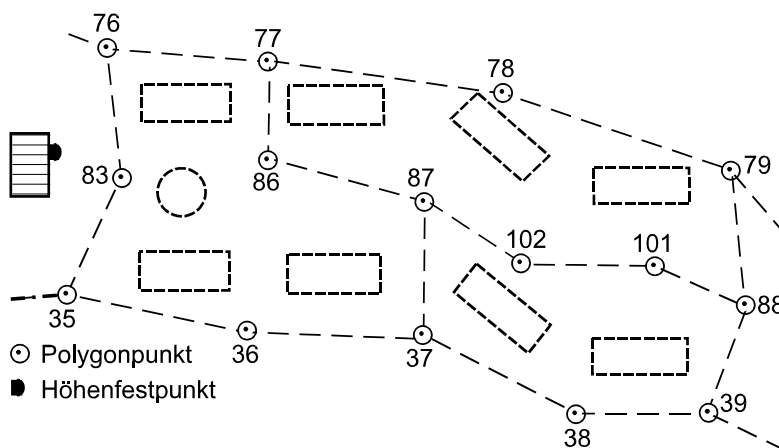
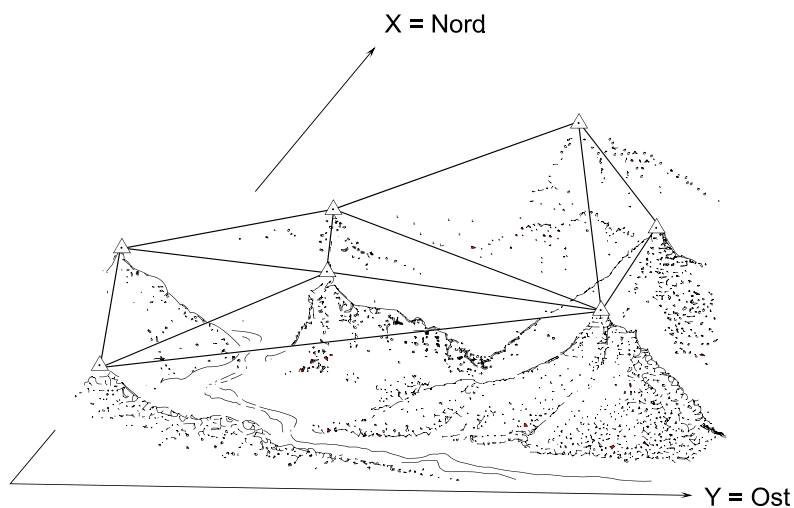
3.1 Festpunktfeld und Netzverdichtung

Das Deutsche Hauptdreiecksnetz (DHDN 92) besteht aus 4 Ordnungen:

TP-Netz	Bezeichnung	Punktabstand
1. Ordnung	TP (1)	30 - 70 km
2. Ordnung	TP (2)	10 - 20 km
3. Ordnung	TP (3)	3 - 5 km
4. Ordnung	TP (4)	1 - 2 km

Die trigonometrischen Punkte (TP) des amtlichen Lagefestpunktfeldes weisen in ihrer höchsten Verdichtungsstufe einen Abstand von 1 - 2 km auf.

Für die Geländeaufnahme oder Absteckung ist eine Verdichtung erforderlich. Dazu werden vermarkete Festpunkte, deren Koordinaten bekannt sind, als Anschlusspunkte benötigt. Bei dieser Netzverdichtung werden mehrere Punkte mit einem Polygonzug oder einem Polygonnetz bestimmt.



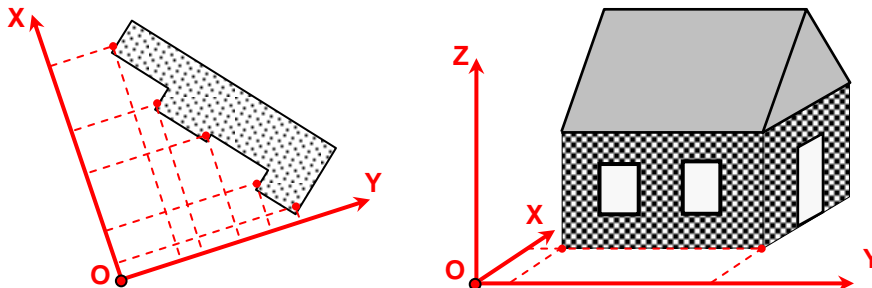
Der Polygonzug wird am Anfang und Ende an vorhandene Festpunkte angeschlossen, deren Koordinaten im Landessystem bekannt sind. Auf den Polygonpunkten werden die Strecken und die Winkel gemessen. Polygonzüge legt man entlang von Straßen, Wegen und Gewässern.

Die Vermarkung ist dauerhaft an der Oberfläche durch Stahlrohre, Steine und Bolzen.

3.2 Koordinatenberechnung

Koordinatensystem (Geodätisches Datum) ist in der Ebene und im Raum definiert:

- Koordinatenursprung
- Orientierung der Koordinatenachsen
- Maßstab

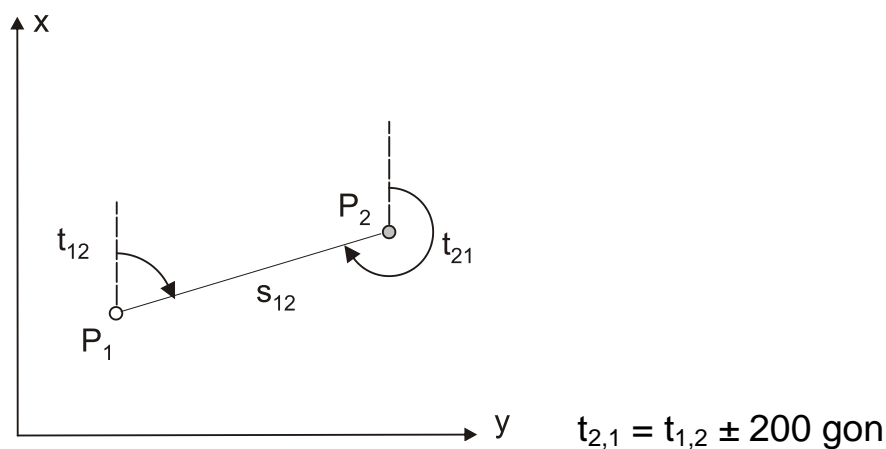


1) Kartesische Koordinaten: zweidimensional (x, y) und dreidimensional (x, y, z)

- **+y** nach rechts **+x** nach oben
- Quadranten werden rechtsläufig bezeichnet
- Horizontalkreise der Tachymeter sind positiv in Uhrzeigerrichtung geteilt

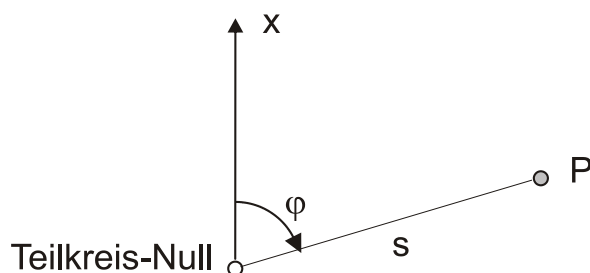
Strecke: Wird gemessen oder aus den Koordinaten zweier Punkte berechnet

Richtungswinkel: Winkel im Uhrzeigersinn zwischen der positiven x-Achse (Gitternord) oder einer Parallelen dazu und einer Strecke. Da eine Strecke durch zwei Endpunkte bestimmt ist, gibt es am Anfangs- und am Endpunkt jeweils einen Richtungswinkel.



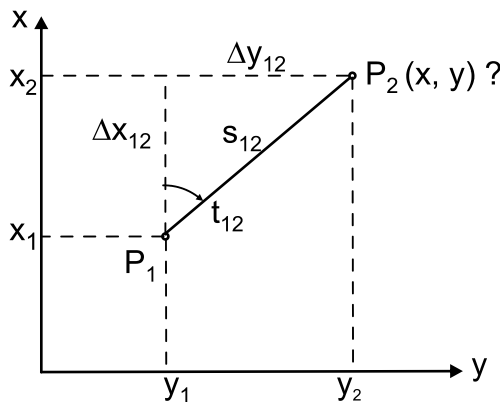
Brechungswinkel: Winkel im Verbindungspunkt (Polygonpunkt) zweier Strecken

2) Polarkoordinaten (s, φ) : Strecke und Richtungswinkel



Erste Grundaufgabe

Berechnung der Koordinaten eines Punktes aus Richtungswinkel und Strecke

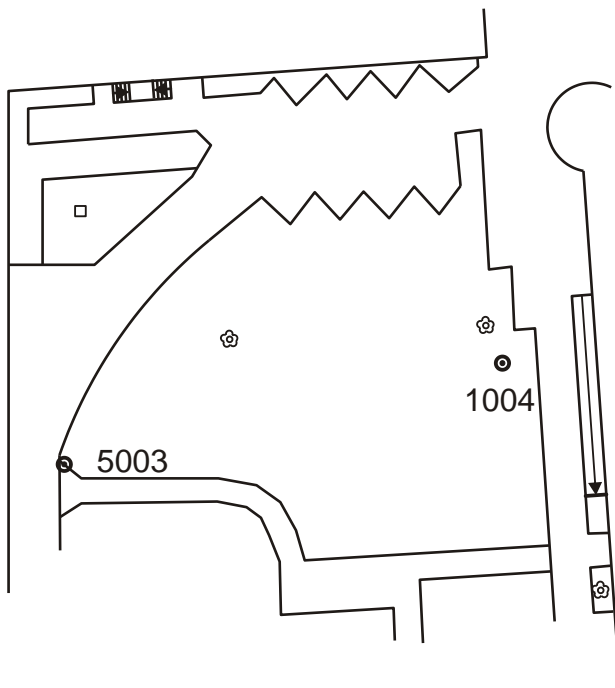
Gegeben: $P_1 (x_1, y_1)$, $t_{1,2}$, $s_{1,2}$ Gesucht: $P_2 (x_2, y_2)$

Berechnung:

Kontrolle:

Beispiel 1: Lokales Koordinatensystem Innenhof Hülse-Bau Nordwest

Gegeben: Punkt 5003 ($x = 234,72 \text{ m}$, $y = 463,58 \text{ m}$)
 Richtungswinkel $t = 74,41 \text{ gon}$
 Strecke von 5003 nach 1004 $s = 31,48 \text{ m}$

Gesucht: 1004 (x, y)

$$\Delta x = 31,48 \text{ m} \cdot \cos 74,41 \text{ gon} = 31,48 \text{ m} \cdot 0,391 = 12,31 \text{ m}$$

$$x = 234,72 \text{ m} + 12,31 \text{ m} = 247,03 \text{ m}$$

$$\Delta y = 31,48 \text{ m} \cdot \sin 74,41 \text{ gon} = 31,48 \text{ m} \cdot 0,920 = 28,96 \text{ m}$$

$$y = 463,58 \text{ m} + 28,96 \text{ m} = 492,54 \text{ m}$$

$$\text{Kontrolle: } s = \sqrt{(12,31 \text{ m})^2 + (28,96 \text{ m})^2} = 31,48 \text{ m}$$

Beispiel 2: Gegeben: P_1

$x_1 = 1000,000 \text{ m}$

$y_1 = 5000,000 \text{ m}$

Strecke

$s_{1,i} = 200,000 \text{ m}$

Richtungswinkel

$t_{1,2} = 30,0000 \text{ gon}$

$t_{1,3} = 130,0000 \text{ gon}$

$t_{1,4} = 230,0000 \text{ gon}$

$t_{1,5} = 330,0000 \text{ gon}$

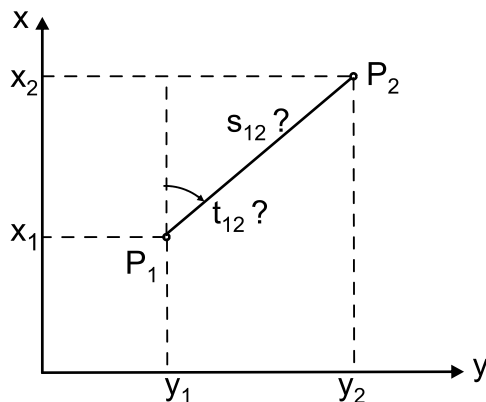
Gesucht:

Koordinaten der Punkte P_2, P_3, P_4 und P_5

	$t_{1,i}$ [gon]	$\cos t_{1,i}$	Δx_i [m]	$\sin t_{1,i}$	Δy_i [m]	x_i [m]	y_i [m]	Kontrolle
2	30,000	0,891	178,201	0,454	90,798	1178,201	5090,798	200,000
3	130,000	-0,454	-90,798	0,891	178,201	909,202	5178,201	200,000
4	230,000	-0,891	-178,201	-0,454	-90,798	821,799	4909,202	200,000
5	330,000	0,454	90,798	-0,891	-178,201	1090,798	4821,799	200,000

Zweite Grundaufgabe:

Berechnung von Richtungswinkel und Strecke aus den Koordinaten von zwei bekannten Punkten

Gegeben: $P_1 (x_1, y_1), P_2 (x_2, y_2)$ Gesucht: $t_{1,2}, s_{12}$

Berechnung:

Kontrolle:

Da die Arctan-Funktion nur im ersten Quadranten 0 bis 100 gon eindeutig ist, werden die Richtungswinkel in den weiteren Quadranten durch die Vorzeichen der Koordinatenunterschiede bestimmt.

Quadrant	Δy	Δx	Geod. Arctan $\Delta y / \Delta x$ ergibt Richtungswinkel t
I	≥ 0	> 0	t
II	≥ 0	< 0	$t + 200 \text{ gon}$
III	< 0	< 0	$t + 200 \text{ gon}$
IV	< 0	> 0	$t + 400 \text{ gon}$
	> 0	$= 0$	100 gon
	< 0	$= 0$	300 gon
	$= 0$	$= 0$	Nicht definiert

Beispiel 3: $P_1 (783,61\text{m}; 617,34), P_2 (748,93\text{m}; 581,23\text{m})$

$$t_{1,2} = \arctan \frac{-36,1 \text{ m}}{-34,68 \text{ m}} = \arctan 1,0412 = 51,29 \text{ gon}$$

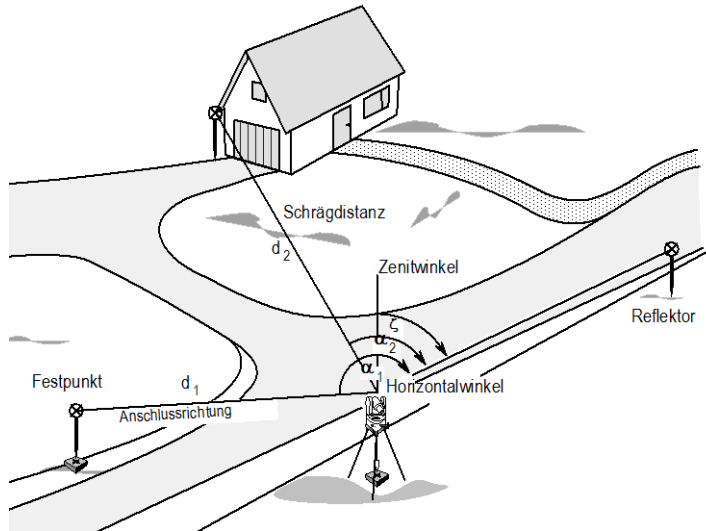
Da Δx und Δy negativ sind, liegt der Richtungswinkel im III. Quadranten:

$$t_{1,2} = 51,29 \text{ gon} + 200 \text{ gon} = 251,29 \text{ gon}$$

4 Lagemessungen

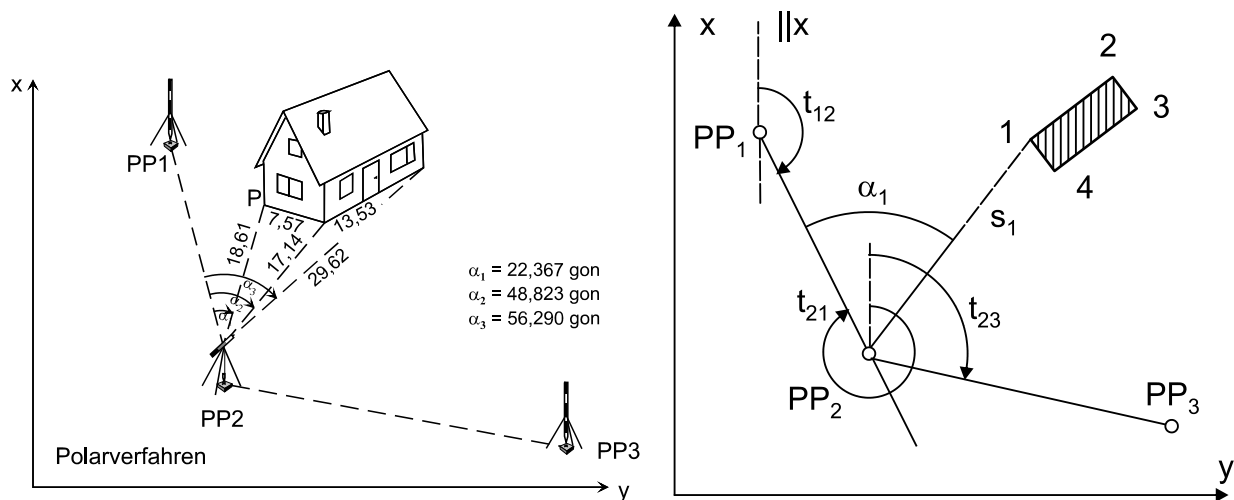
4.1 Tachymetrie

Für eine dreidimensionale Koordinatenbestimmung werden Horizontalwinkel, Zenitwinkel und Schrägdistanz (bzw. horizontale Strecke) vom Tachymeterstandpunkt gemessen.



Mit der Tachymetrie werden großmaßstäbiger Karten hergestellt und gleichzeitig kann das Höhenprofil (Relief) erstellt werden.

Die Lageaufnahme geht von dem Prinzip der Aufnahme nach Polarkoordinaten aus - **Polarverfahren**.



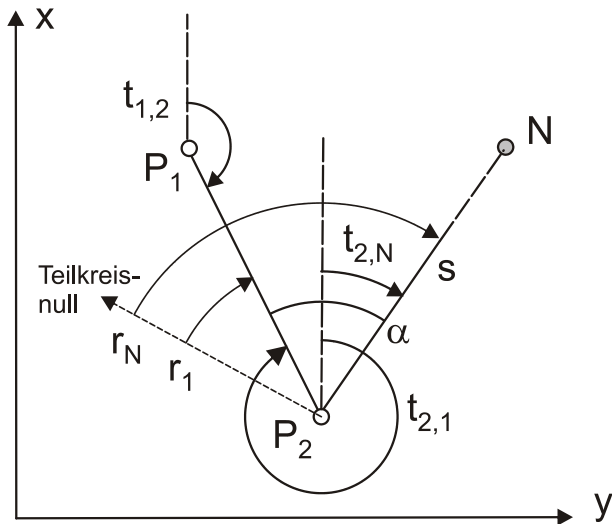
In einem lokalen Koordinatensystem wird das Tachymeter auf einem Polygonpunkt PP2 (x, y) zentriert und horizontalisiert.

Zur **Orientierung** wird immer ein zweiter bekannter Punkt PP1 (x, y) oder PP3 benötigt.

4.2 Polarverfahren

Beim Polarverfahren werden die Koordinaten mit dem „**Polaren Anhängen**“ nach der ersten Grundaufgabe bestimmt, wobei der nicht gemessene Richtungswinkel aus den Koordinaten und der Winkelmessung nach der zweiten Grundaufgabe bestimmt wird.

Gegeben: Standpunkt P_2 (x, y), Anschlusspunkt P_1 (x, y)
 Gemessen: Strecke s und Winkel α
 Gesucht: N (x, y)



Aus den Koordinaten von P_1 und P_2 wird der Richtungswinkel $t_{2,1}$ berechnet

Der gesuchte Richtungswinkel $t_{2,N}$ ergibt sich

Die Koordinaten für N werden berechnet

Kontrolle: $s = \sqrt{(x_N - x_2)^2 + (y_N - y_2)^2}$

Beispiel 4: Standpunkt P_2 , neue Skizze entwerfen

Gegeben: Punkt P_1 $x_1 = 1100,000$ m
 $y_1 = 5000,000$ m
 Punkt P_2 $x_2 = 1000,000$ m
 $y_2 = 5100,000$ m

Gemessen: Strecke $s = 326,547$ m
 Richtung $r_1 = 28,3548$ gon
 Richtung $r_N = 95,2596$ gon

Gesucht: Koordinaten des Punktes N

Lösung: $t_{2,1} = \arctan \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} = \arctan \frac{-100}{+100}$ (IV. Quadrant)
 $= -50,0000$ gon + $400,0000$ gon = $350,0000$ gon

$$\begin{aligned}\alpha &= r_N - r_1 = 66,9048 \text{ gon} \\ t_{2,N} &= t_{2,1} + \alpha = 350,0000 \text{ gon} + 66,9048 \text{ gon} = 16,9048 \text{ gon} \\ x_N &= x_2 + s \cdot \cos t_{2,N} = 1000,000 \text{ m} + 315,118 \text{ m} = 1315,102 \text{ m} \\ y_N &= y_2 + s \cdot \sin t_{2,N} = 5100,000 \text{ m} + 85,686 \text{ m} = 5185,696 \text{ m}\end{aligned}$$

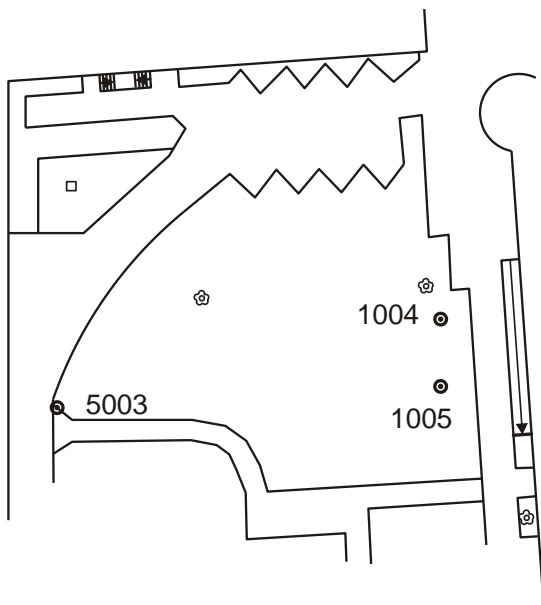
Kontrolle: $s = \sqrt{(x_N - x_2)^2 + (y_N - y_2)^2} = 326,547 \text{ m}$

Beispiel 5:

Gegeben (Bsp. 1): 5003 ($x = 234,72\text{m}$; $y = 463,58\text{m}$), 1004 ($x = 247,03 \text{ m}$; $y = 492,54 \text{ m}$)

Gemessen: Strecke von 5003 nach 1005 mit $42,34 \text{ m}$, Winkel auf dem Punkt 5003 (Richtungen nach 1004 und 1005) mit $21,25 \text{ gon}$.

Gesucht: Koordinaten (x, y) des Punktes 1005



$$t_{5003|1004} = \arctan \frac{492,54\text{m} - 463,58\text{m}}{247,03\text{m} - 234,72\text{m}} = \frac{28,96\text{m}}{12,31\text{m}} = 74,41\text{gon}$$

$$t_{5003|1005} = 74,41\text{gon} + 21,25\text{gon} = 95,66\text{gon}$$

$$x = 234,72\text{m} + 42,34\text{m} \cdot \cos 95,66\text{gon} = 237,60\text{m}$$

$$y = 463,58\text{m} + 42,34\text{m} \cdot \sin 95,66\text{gon} = 505,82\text{m}$$

Kontrolle:

$$s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(237,60\text{m} - 234,72\text{m})^2 + (505,82\text{m} - 463,58\text{m})^2} = 42,34\text{m}$$

4.3 Absteckung

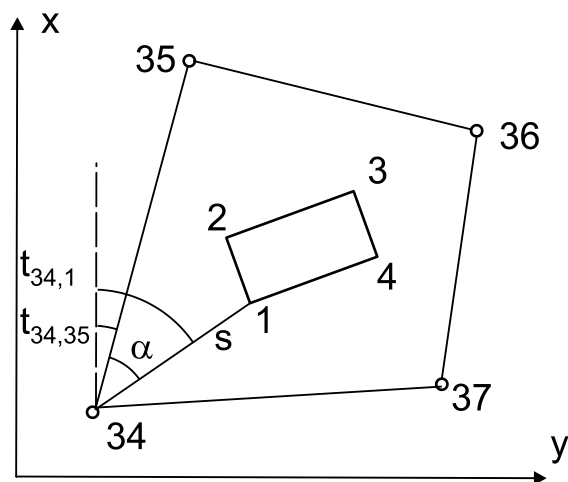
Die Absteckung ist die Übertragung geometrischer Größen (Punkte oder Linien) einer Projektierung in die Örtlichkeit.

- bei Gebäuden die Eckpunkte des Fundaments und die Achsen von Gebäudelinien,
- bei Brücken der Brückenhauptpunkt, die Stützen und Widerlager,
- bei Verkehrsanlagen die Achsen des Verkehrsweges

Die Absteckungsdaten sind örtliche polare Koordinaten (Winkel und Strecke), die sich auf vorhandene Festpunkte beziehen (z.B. Polygonpunkte).

Gegeben: Koordinaten der Eckpunkte des Wohnhauses (aus dem Projekt),
z.B. Objektpunkt P_1 (x, y)
Koordinaten der Festpunkte (Polygonpunkte) 34 bis 37

Gesucht: Polare Koordinaten Winkel α_i und Strecken s_i



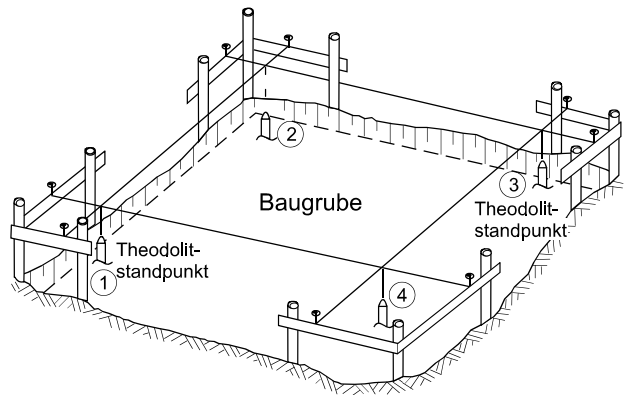
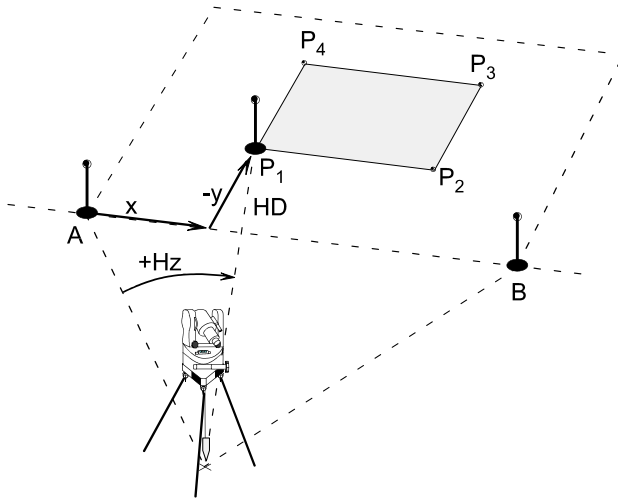
Berechnung: Beispiel Punkt 1 des Gebäudes, Standpunkt 34, Anschlusspunkt 35
„Gegebener“ Richtungswinkel:

Polare Absteckwerte:

Kontrolle: Zweite Berechnung vom Punkt 37 und Messen von Diagonalen

Absteckung mit Totalstation

- Richtungsorientierung zum Absteckpunkt und Streckenmessung mittels Tracking
- Iterative Bestimmung der Längs- und Querabweichung von einem Näherungspunkt zur Soll-Lage des abzusteckenden Punktes
- Die Absteckdifferenzen werden auf Null herunter gezählt („Setting out“): Der Reflektorträger befindet sich am abzusteckenden Punkt.



PtNr :	1234
Hz:	- 0.806 gon
HD:	1.070 m