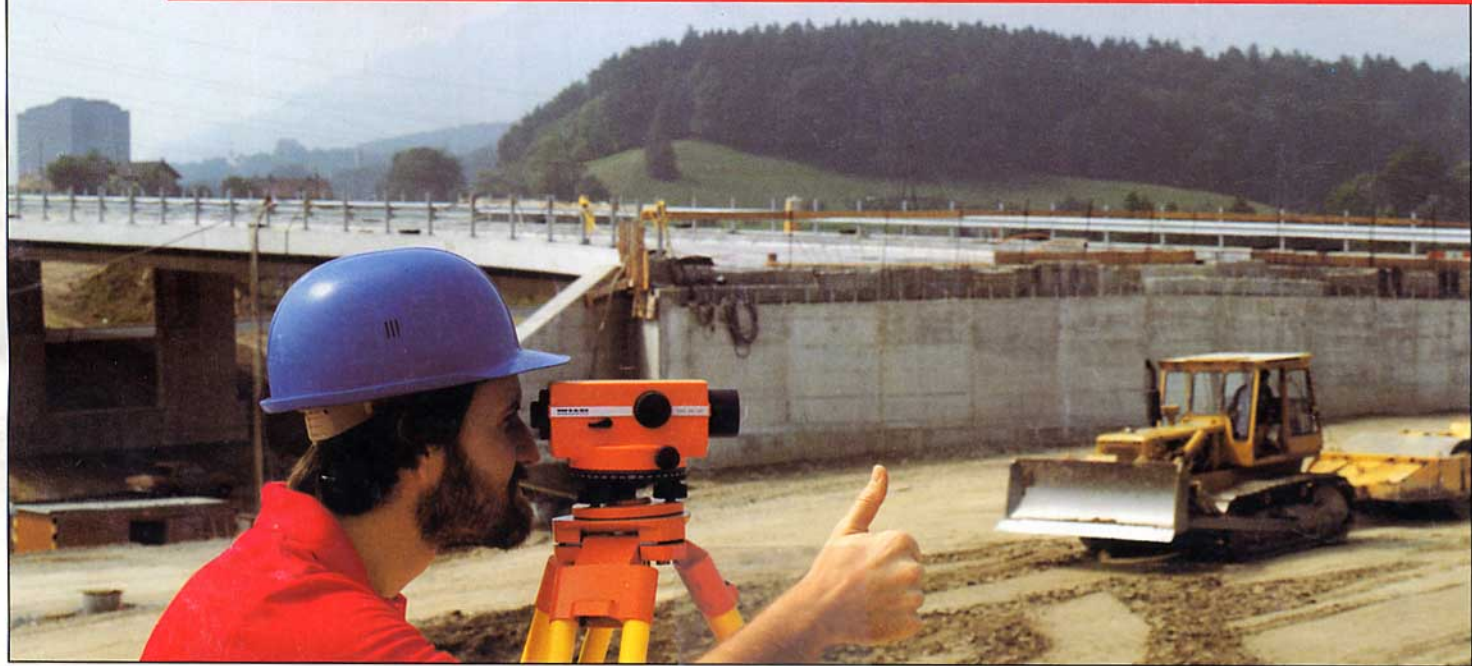


# *Bauvermessung einfach gemacht*



*Mit Nivellier und Theodolit*

**SURVEYORS-EXPRESS™ GmbH**



Inh. Ralf Vey  
Milanweg 53  
61118 Bad Vilbel



**Vermessungsgeräte & Service**  
Telefon 0 61 01 / 54 13 54 Fax 55

**Leica**

Diese kleine Broschüre soll Ihnen helfen, Ihre Vermessungsaufgaben auf der Baustelle und im Gelände einfacher zu lösen.

Unsere praxiserfahrenen Fachautoren H. Solenthaler (Nivellieren) und M. Gerig (Theodolit) haben sich bemüht, die üblichsten Messmethoden in sehr knapper Form klar darzustellen. Jeder Baufachmann sollte mit Nivellier und Theodolit aufgrund dieser Hinweise in der Lage sein, seine Aufgaben sicher zu lösen.

Angaben über das Aufstellen, Bedienen und Kontrollieren des Instruments geben die ausführlichen Gebrauchsanweisungen von Leica AG. Die Eigenschaften der einzelnen Modelle sind in den Leica-Prospekten ausführlich beschrieben – sie helfen bei der Auswahl des bestgeeigneten Modells für die jeweiligen Aufgaben.

Natürlich stehen Ihnen auch die Fachberater Ihrer Leica Vertretung gerne zur Verfügung, wenn Sie ein kniffliges Problem lösen müssen. Ausführliche Beschreibungen zu verschiedenen Themen des Vermessungswesens und über den Einsatz von Vermessungsinstrumenten finden sich in der Zeitschrift «Wild-Reporter» und Leica-Separatdrucken aus Zeitschriften. Telefonieren Sie einfach Ihrem Leica-Vertreter, oder senden Sie uns den Informationsgutschein, den Sie am Schluß dieser Broschüre finden.

## **Inhalt**

- 3 **Messen mit dem Nivellier**
- 4 Wild-Nivelliere
- 5 Wild-Lasernivelliere für horizontale, vertikale und geneigte Ebenen
- 6 Höhenmessung mit dem Nivellier
- 8 Das Liniennivellement
- 10 Das Flächennivellement
- 11 **Messen mit dem Theodolit**
- 12 Wild-Theodolite
- 13 Blick in einen Theodolit
- 14 Einvisieren in das Längsgefälle
- 15 Umrechnungstabelle
- 16 Die Horizontal-Winkelmessung
- 18 Ablesebeispiele
- 19 Die Vertikal-Winkelmessung
- 21 Die trigonometrische Höhenmessung
- 22 Die optische Distanzmessung
- 24 Diagramm nach Reichenbach
- 25 Die Höhenmessung
- Verschiedene Anwendungsbeispiele**
- 27 Leitungskataster
- 28 Bau-Aushub
- 30 Bau-Profile abstecken
- 32 Geländeaufnahme (Tachymetriern)
- 34 Aufnahme eines Gelände-Profils
- 35 Das Azimut
- 36 Koordinatenberechnung
- 37 Koordinatenberechnung im Polygonzug
- 40 **Elektronische Vermessungsinstrumente**
- 41 **Weitere Vermessungsinstrumente für den Bau**
- 42 **Weiterführende Literatur**

# *Messen mit dem Nivellier*



## Auf hohem Niveau: Wild-Nivelliere

Die Reihe der Wild-Nivelliere reicht vom einfachen Baunivellier bis zum Präzisions-Nivellier. Jedes Modell wurde für seinen bestimmten Anwendungsbereich mit der dazu erforderlichen Messgenauigkeit geschaffen.

Alle Wild-Nivelliere haben leistungsstarke Fernrohre mit vergüteter Optik, Innenfokussierung und Reichenbachschen Distanzstrichen zur Entfernungsmessung. Die Funktionselemente (Feintriebe, Libellen- und Kreisablesung) sind so angeordnet, dass sie von der Beobachterseite aus bequem erreichbar sind.

Mit Dosenlibelle und Dreifusschrauben kann jedes Nivellier rasch vorhorizontiert werden. Die Fusschrauben sind gegen Staub geschützt. Beim N3 wird der richtige Drehsinn der Kippschraube durch einen im Libellensfeld erscheinenden Pfeil angezeigt.

Die Modelle NA20, NA24, NA28, NAK2 haben einen Horizontalkreis (K), so dass sie für Winkelabsteckungen und tachymetrische Aufnahmen im flachen Gelände eingesetzt werden können.

### Automatische Nivelliere



**Automatisches Baunivellier WILD NA20**  
für den Einsatz unter harten Bedingungen; eignet sich ausgezeichnet für die Baustellenvermessung.



**Automatisches Bau- und Ingenieurnivellier WILD NA24**  
für Höhenaufnahmen im Hoch- und Tiefbau sowie Linien- und Flächen-nivellements.



**Automatisches Ingenieurnivellier WILD NA28**  
für genaue geodätische Höhenmessungen jeder Art. Planplattenmikrometer für Präzisionsnivellements.



**Automatisches Universal-Nivellier WILD NAK2**  
für genaue Höhenmessungen in allen Bereichen. Planplattenmikrometer für Präzisionsnivellements auf 0,01 mm.

### Libellennivellier



**Präzisions-Nivellier WILD N3**  
Für Feinnivellements und Messungen höchster Genauigkeit.

### Lasernivelliere



**Automatische Lasernivelliere WILD LNA10, LNA20, LNA30**  
Robust, zuverlässig und einfach zu bedienen. Liefern eine horizontale, vertikale und geneigte Referenzebene. Ideal für jede Baustelle.

### Digitalnivelliere



**Digitalnivelliere WILD NA2002/NA3000**  
Elektronische Nivelliere mit digitaler Bildverarbeitung zur Höhen- und Distanzbestimmung. Mit automatischer Datenspeicherung. Siehe Beschreibung auf Seite 41.

**Verlangen Sie die ausführlichen Prospekte.**



## **WILD-Lasernivelliere für horizontale, vertikale und geneigte Ebenen**

Die Lasernivelliere WILD LNA10, LNA20 und LNA30 kombinieren die Genauigkeit und Zuverlässigkeit automatischer Wild-Nivelliere mit Elektronik und moderner Laser-Technologie.

Durch ihre robuste Konstruktion und ihre Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen und Stößen (schocksicherer Pendelkompensator) sowie Wettereinflüssen eignen sie sich optimal für den Baustelleneinsatz.

Die hohe Genauigkeit der Horizontal- und Vertikal-ebene und der grosse Arbeitsbereich erlauben bequeme und exakte Messungen im Ein-Mann-Betrieb.

Sie nehmen einfach den Laser-Empfänger und lesen die Werte an der Stelle ab, wo Sie sie gerade benötigen. Mit dem LNA10, das einen sichtbaren roten Laser besitzt, können die vielfältigsten Innenausbauarbeiten einfacher ausgeführt werden.

### **Vielseitiger Einsatzbereich:**

- Meterrisse markieren
- Sportplätze nivellieren
- Fundamenttiefe kontrollieren
- Fassadenelemente ausrichten
- Schalungen ausrichten
- Baumaschinen steuern (LNA30)
- u.a.m.



## Höhenmessung mit dem Nivellier

Will man Höhenunterschiede und vor allem über längere Strecken messen, so muß ein entsprechendes Meßmittel gewählt werden, das Nivellier.

### Höhenunterschied zwischen zwei Punkten

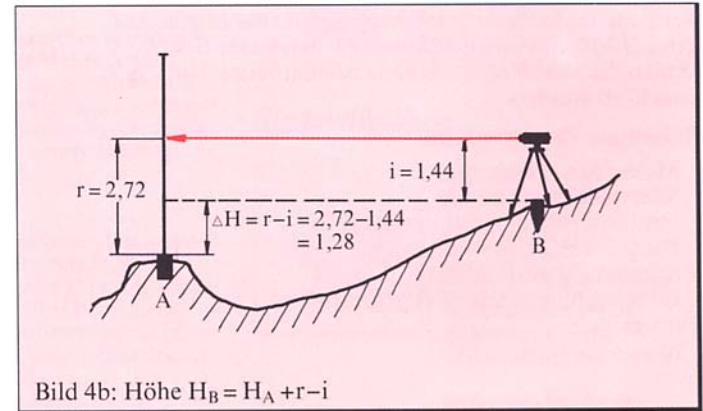
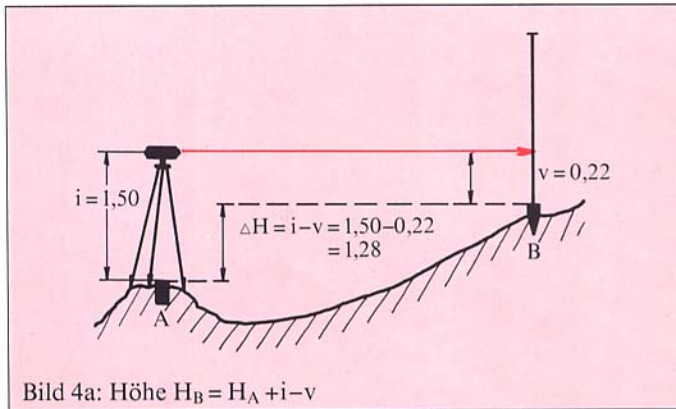
Hier können wir zwischen drei verschiedenen Instrumentenaufstellungen wählen.

Wir stellen das Nivellier über einen der beiden Punkte, z.B. im bekannten Höhenpunkt A, auf (Bild 4a) und messen die Instrumentenhöhe  $i$ , d.h. Abstand Bodenpunkt A bis Fernrohrmitte. Aufstellen der Nivellierlatte oder des Meterstabes auf neuen Punkt B und ablesen von  $v$  (Vorblick), da B der Neupunkt ist. Höhenunterschied zwischen A und B =  $i-v$ .

Stellt man im Neupunkt B auf (Bild 4b) und die Latte in A mit bekannter Höhe  $H_A$ , so liest man den Rückblick  $r$  an der Latte in A ab und erhält den Höhenunterschied zwischen A und B =  $r-i$ .

### Merkregel:

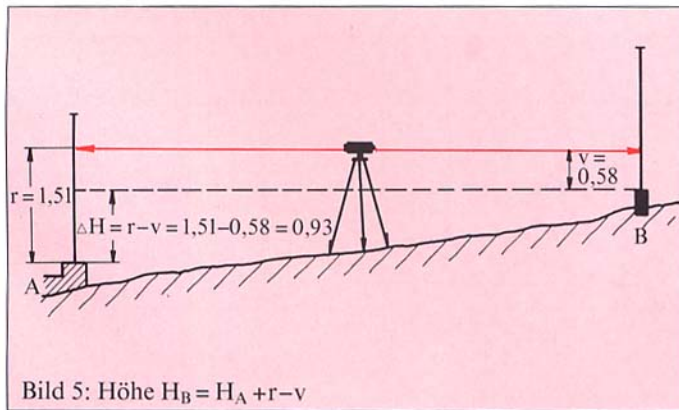
Rückblick immer +, Vorblick zum Neupunkt immer -.



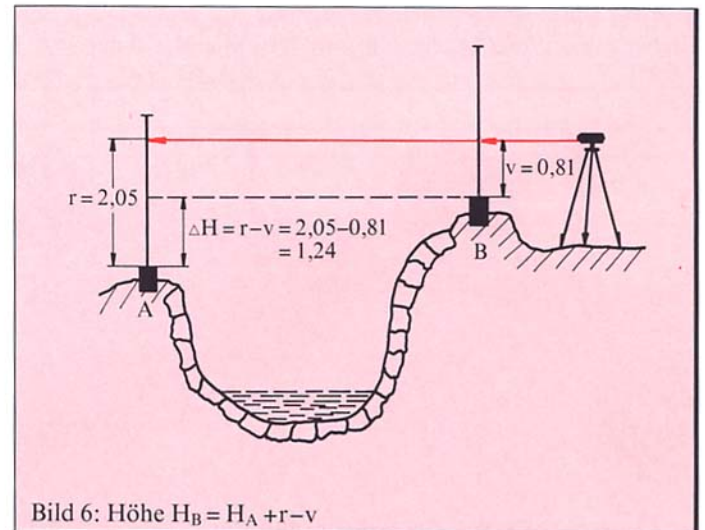
Wir stellen das Nivellier zwischen dem bekannten Höhenpunkt A und dem Neupunkt B (Bild 5) mit ungefähr gleichen Zielweiten auf (Nivellieren von der Mitte aus).

**Merke:** Es spielt keine Rolle, ob das Nivellier in der Geraden von A nach B liegt oder außerhalb.

An Latte in A Ablesung von  $r$  (Rückblick). Latte versetzen nach Punkt B, ohne die Aufstellung des Nivelliers zu verändern und Ablesung  $v$  (Vorblick) auf B. Höhenunterschied zwischen A und B =  $r-v$ .

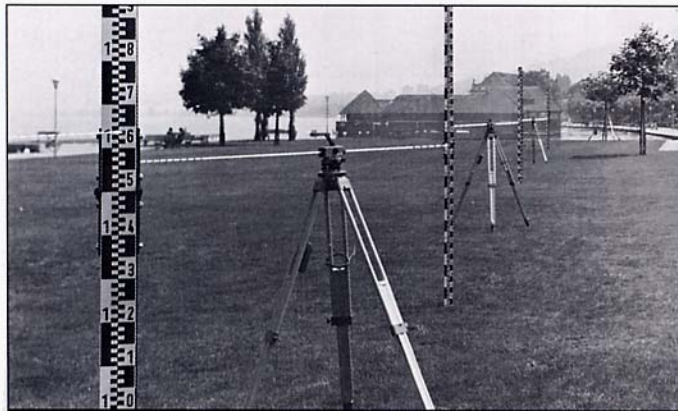


Das Nivellier kann weder auf einem der beiden Punkte A oder B noch dazwischen aufgestellt werden. Wir stellen es daher hinter den beiden Punkten auf (Bild 6). Ablesung an der Latte in A Rückblick  $r$ , auf Neupunkt B Vorblick  $v$ . Wiederum ist der Höhenunterschied zwischen A und B =  $r-v$ .



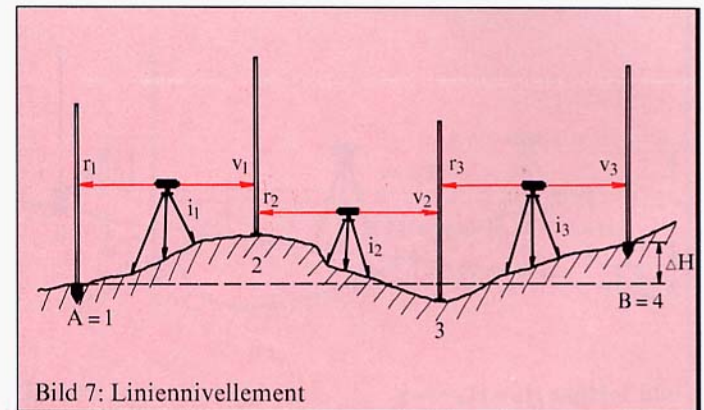
## Das Liniennivellement

Ähnlich wie bei der Staffelmessung mit der Setzlatte, die mehrere Male angesetzt werden muß, wenn die Entfernung zwischen zwei Meßpunkten größer als die Länge der Setzlatte ist oder wenn der Höhenunterschied größer als der Meterstab lang ist, muß auch beim Liniennivellement die Messung «gestaffelt» werden und zwar meist mit Zielweiten bis zu 50–60 m, wenn es das Gelände erlaubt, sonst bei sehr steilem Gelände eben kürzer. Die Latte wird auf dem Ausgangspunkt  $A = 1$  aufgestellt (Bild 7). Der Instrumentenstandpunkt  $i_1$  wird so gewählt, daß der horizontale Rückblick nicht über das obere Lattenende in 1 und der Vorblick noch auf die Latte in 2 fällt, die in ungefähr gleicher Zielweite auf Punkt 2 aufgestellt wird (Nivellieren aus der Mitte).



Dann liest man auf  $i_1$  der Ablesung  $r$  (Rückblick) und  $v$  (Vorblick) ab. Anschließend wird das Nivellier nach  $i_2$  versetzt. Die Latte bleibt auf dem Wechsellpunkt 2 und wird mit der Teilung vorsichtig gegen den neuen Instrumentenstandpunkt  $i_2$  gedreht. Jetzt folgt der gleiche Ablesevorgang wie auf  $i_1$  und zwar Rückblick  $r_2$  auf Punkt 2, und nach Wechsel der Latte nach Punkt 3 Vorblick  $v_2$  usw. Man fährt so weiter, bis man als letzten Vorblick  $v_3$  auf Punkt  $B = 4$  abgelesen hat. Die Ablesungen  $r$  und  $v$  werden in Tabellenform in ein Feldbuch eingeschrieben (Beispiel 1).

Braucht man nur den Höhenunterschied  $\Delta H$  zwischen Punkt A und B, so genügt es, wenn die Summe der Vorblicke





(-4.60) von der Summe der Rückblicke (+6.50) abgezogen wird,  $\Delta H = 6.50 - 4.60 = 1.90$ .

**Merkregel:** Auch hier Rückblickablesung  $r$  immer +, Vorblickablesung  $v$  immer -!

Benötigt man auch die Höhen der Latten-Wechelpunkte 2 und 3 (Bild 7), so wählt man die Tabellen- und Berechnungsform des Beispiels 2. Die einzelnen Höhen werden nacheinander wie folgt berechnet:

Zur Meereshöhe von Punkt A = 1 wird  $r_1$  (Rückblick) addiert und ergibt den Instrumentenhorizont  $\otimes$  1. Nun wird davon  $v_1$  abgezogen und so die Meereshöhe von Punkt 2 erhalten. Zur Meereshöhe von Punkt 2 wird  $r_2$  addiert und Instrumenten-

### Beispiel 1: Liniennivellement

Pkt. Nr.	Rückblick $r$	Vorblick $v$	Bemerkung
A=1	+ 2.50		$r_1$
2		- 1.80	$v_1$
2	+ 0.90		$r_2$
3		- 1.90	$v_2$
3	+ 3.10		$r_3$
B=4		- 0.90	$v_3$
	+ 6.50	- 4.60	Summe
	- 4.60		
$\Delta H$	+ 1.90		= Höhenunterschied A B

horizont  $\otimes$  2 erhalten. Minus  $v_2$  ergibt Meereshöhe von Punkt 3. Zur Meereshöhe von Punkt 3 wird  $r_3$  addiert und ergibt so Instrumentenhorizont  $\otimes$  3. Minus  $v_3$  gibt Meereshöhe von Punkt B = 4.

**Merkregel:** Vorzeichen wechselt!

### Beispiel 2: Liniennivellement

$\otimes$  = Instr. Horizont

Pkt. Nr.		Bemerkung
A=1	650.00	Niv. Pkt. 20
$r_1$	+ 2.50	
$\otimes$	652.50	
$v_1$	- 1.80	
2	650.70	Randstein
$r_2$	+ 0.90	
$\otimes$	651.60	
$v_2$	- 1.90	
3	649.70	Gully
$r_3$	+ 3.10	
$\otimes$	652.80	
$v_3$	- 0.90	
B=4	651.90	Niv. Pkt. 21
A=1	650.00	
$\Delta H$	+ 1.90	(siehe Beispiel 1)

## Das Flächennivellement

Werden von einer Instrumentenaufstellung mit dem Horizont  $\otimes$  mehrere «Seitenblicke» eingemessen, z.B. zur Aushubkontrolle in einer Baugrube (Bild 8), so tragen wir nur einen Rückblick in die Tabelle ein (Beispiel 3), nämlich die Ablesung an der Latte im Ausgangspunkt A mit der bekannten Höhe  $H_A$ .

Alle weiteren Ablesungen an der Latte auf den «Seitenpunkten» werden wie ein «Vorblick» behandelt und in eine zweite Spalte eingetragen. Die einzelnen Höhen erhalten wir dann in einer dritten Spalte, wenn wir jedesmal den gemessenen Seitenblick  $s$  vom Instrumentenhorizont  $\otimes$  = Höhe  $H_A$  + Rückblick  $r = 594.20$

### Beispiel 3: Flächennivellement

Pkt. Nr.		Seitenblick -s	Höhe	Bemerkung
A	592.00			Niv. Pkt. 23
$r_1$	+ 2.20			
$\otimes$	594.20			
$v_1$		- 1.80	592.40	Findling
$v_2$		- 1.90	592.30	Stein
$v_3$		- 2.50	591.70	Felsspitze
$v_4$		- 2.30	591.90	Pfahl
$v_5$		- 2.70	591.50	Rinne
$v_A$	- 2.21			Kontrolle
A	591.99			

abziehen. Zur Kontrolle, ob das Nivellier während der Messung der Seitenblicke unverändert geblieben ist, lesen wir am Schluß noch einmal die Latte am Ausgangspunkt A, dieses Mal als Vorblick, ab und erhalten nach Abziehen des  $v$  die Höhe  $H_A$ .

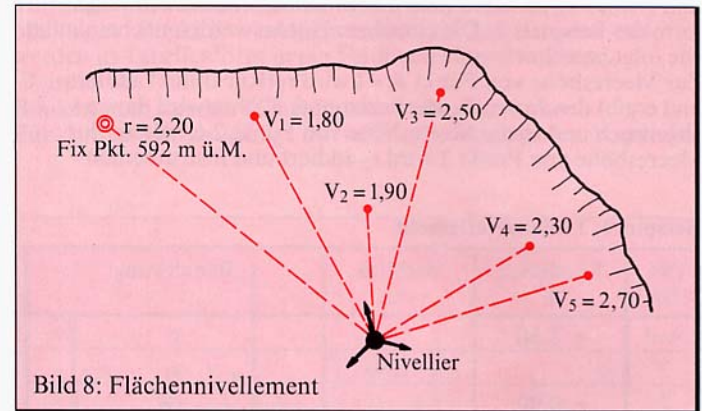
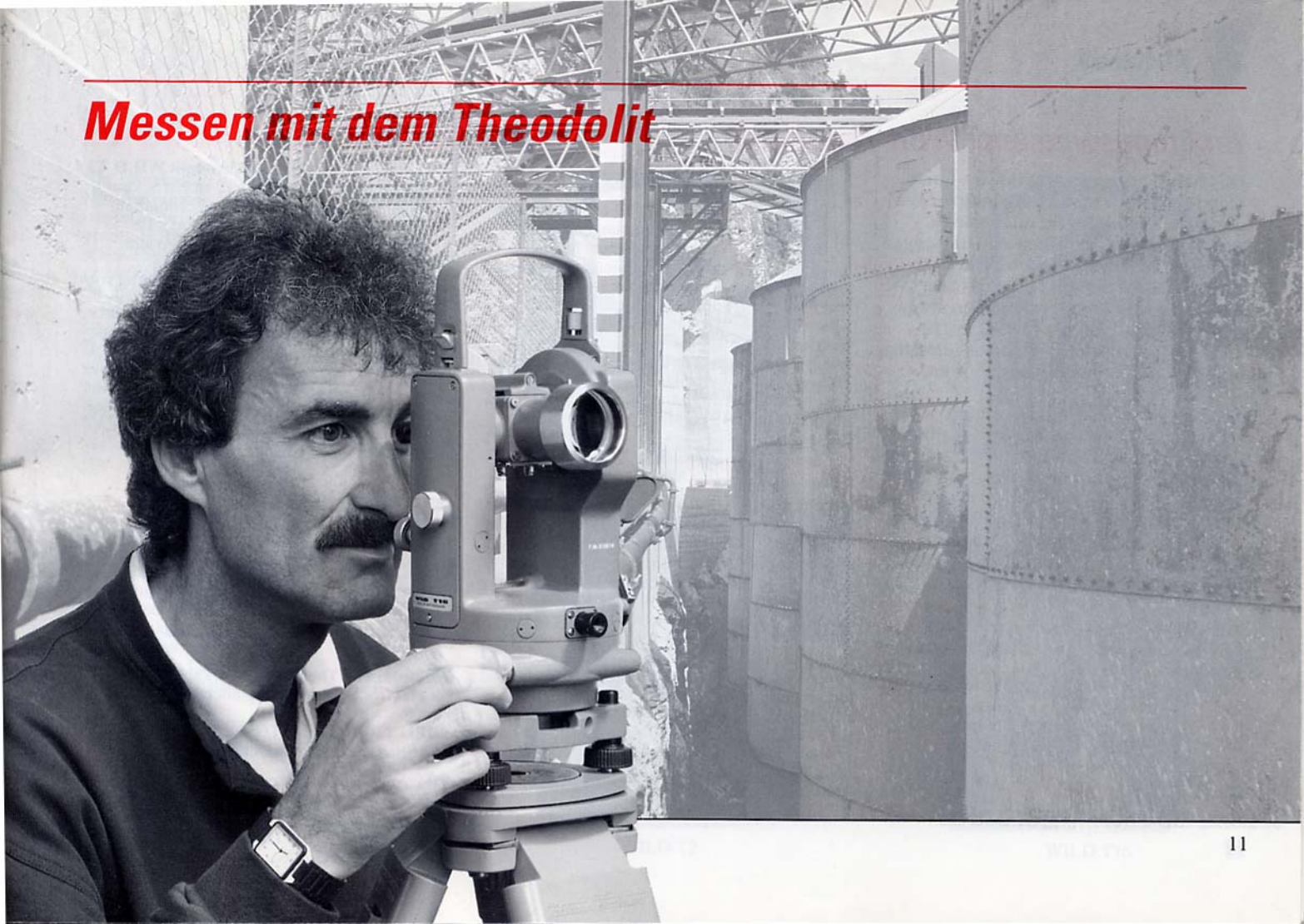


Bild 8: Flächennivellement

### Nivellierprobe

Von Zeit zu Zeit und vor jeder wichtigen Arbeit muß man sich vergewissern, ob das Nivellier richtig mißt, d.h. justiert ist. Das Instrument ist ebenfalls zu kontrollieren, wenn es einen Sturz oder einen starken Schlag erlitten hat.

# *Messen mit dem Theodolit*





## Richtungsweisend: Wild-Theodolite

Das Fabrikationsprogramm von Leica bietet für jede Vermessungsaufgabe ein geeignetes Modell. Die reichhaltige Auswahl von zusätzlichen Ausstattungen und Ausrüstungen machen Wild-Theodolite im Einsatz sehr vielseitig. Bewährte Herstellungsmethoden garantieren ein solides und präzises Instrument, das sich durch einfache Bedienung und gute Justierhaltung auszeichnet.

Die bekannte Wild-Optik erzeugt scharfe, helle Bilder höchster Qualität. Die Fernrohre haben Innenfokussierung und sind durchschlagbar. Anzielen und Kreisablesen erfolgen vom gleichen Standpunkt. Jeder Theodolit ist wahlweise mit 400 gon- oder 360°-Kreis ausgestattet, T1, T16 und T2 auf Wunsch auch mit 6400%.

Alle Wild-Theodolite sind in einem widerstandsfähigen Behälter bestens geschützt.



### Mikrometertheodolit WILD T1

Der WILD T1 eignet sich für Kontrollmessungen, Detailvermessung sowie für die meisten ingenieurtechnischen Aufgaben. Für rasche und einfache Ablesung sind die

Kreise und das Mikrometer voll beziffert. Das Instrument besitzt ein eingebautes optisches Lot in der Alhidade und einen automatischen Höhenindex. Zahlreiche Zusatzausstattungen erweitern den Anwendungsbereich des T1. Mit aufgesetztem DISTOMAT bildet der T1 ein kompaktes Messsystem.



### Skalentheodolit WILD T16

Der WILD T16 eignet sich für Kontrollmessungen, Detailvermessungen sowie für die meisten ingenieurtechnischen Aufgaben. Die klare Skalenablesung macht den T16 für jeden Beobachter besonders

empfehlenswert. Das Instrument hat ein eingebautes optisches Lot in der Alhidade, einen automatischen Höhenindex und Zwangszentrierung im abnehmbaren Dreifuß. Mit aufgesetztem DISTOMAT bildet der T16 ein kompaktes Messsystem. Umfangreiche Zusatzausstattungen ermöglichen einen universellen Einsatz.



### Universal-Theodolit WILD T2

Der WILD T2 ist ein Sekundentheodolit mit teildigitalisierter Kreisablesung. Er eignet sich für nahezu alle Vermessungsaufgaben. Weitgehende Verwendung von Stahl gewährt höchste

Stabilität und Justierhaltung, selbst unter extremen Verhältnissen.

Ausserdem bietet der T2 einen automatischen Höhenindex, ein optisches Lot und Zwangszentrierung im Dreifuß. Der T2 kann mit jedem WILD DISTOMAT kombiniert werden. Umfangreiche Zusatzausstattungen gestatten einen universellen Einsatz.



**Elektronische Theodolite und Tachymeter** für elektronische Messung höchster Genauigkeit:

WILD T1010, T1610, TC500, TC1010 und TC1610, Beschreibung siehe Seite 40.

### Elektronische Distanzmesser

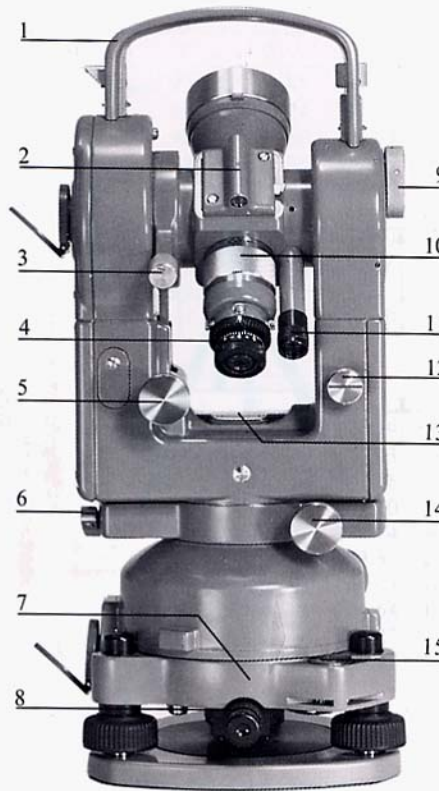
Ideale Ergänzung aller optischen und elektronischen Theodolite zu leistungsstarken Tachymetern: WILD D11001, D11600, D12002, D13000S, DIOR3002S.



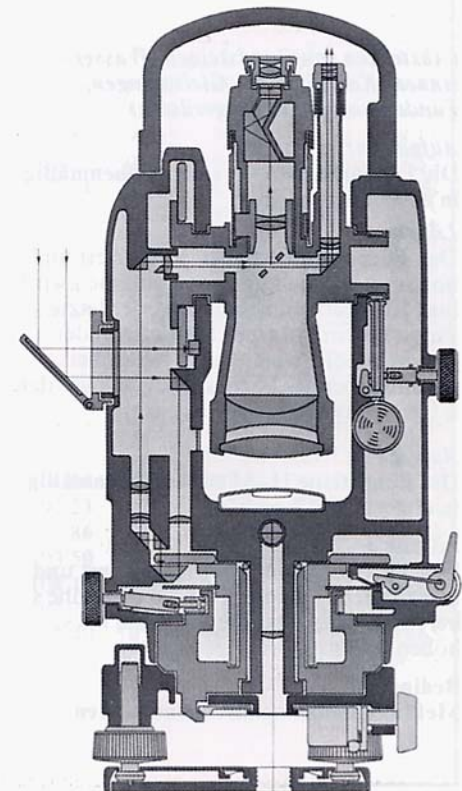
## Ein-Blick in Wild-Theodolite

Ein Theodolit ist ein vielseitig einsetzbares Messinstrument. Man kann damit Horizontalwinkel, Vertikalwinkel und Distanzen ermitteln. Der Urtyp des modernen optischen Theodolits wurde von Heinrich Wild entwickelt. Zahlreiche optische und mechanische Komponenten sind hochpräzise aufeinander abgestimmt. Für sicheres Arbeiten unter allen Bedingungen sind die Qualität der Komponenten und die Zuverlässigkeit der Montage und Justierung entscheidend. Auch die Ausbaumöglichkeiten sind wichtig, um Spezialaufgaben problemlos zu lösen. Deshalb verfügen Wild-Theodolite über die universellsten Ausbaumöglichkeiten.

- 1 Traggriff
- 2 Richtglas mit Zentrierspitze
- 3 Höhenklemme
- 4 Fernrohrkular
- 5 Höhentrieb
- 6 Seitenklemme
- 7 Abnehmbarer Dreifuss
- 8 Optisches Lot
- 9 Mikrometertrieb
- 10 Fokussierung
- 11 Ablesemikroskop
- 12 Umschaltknopf Vertikal- oder Horizontalkreis
- 13 Alhidadenlibelle
- 14 Seitentrieb
- 15 Dosenlibelle



WILD T2



WILD T16



## Einvisieren in das Längsgefälle

(Abstecken von Randsteinen, Wasser-  
rinnen, Kanalisation, Gleisanlagen,  
Fundamenten, Schnurgerüsten)

### Aufgabe a:

Die Fundamente A–G sollen höhenmäßig  
in einer Flucht liegen.

### Lösung a:

Der Theodolit wird über A zentriert und  
horizontiert, die Instrumentenhöhe  $i$  wird  
bis Mitte Fernrohr gemessen, der letzte  
Punkt G wird an einer Meßplatte in der  
gleichen Höhe wie  $i = s$  anvisiert, bei  
gleichbleibender Fernrohrneigung werden  
 $s_1$  bis  $s_5$  einvisiert ( $s = s_1 = s_2$ , etc).

### Aufgabe b:

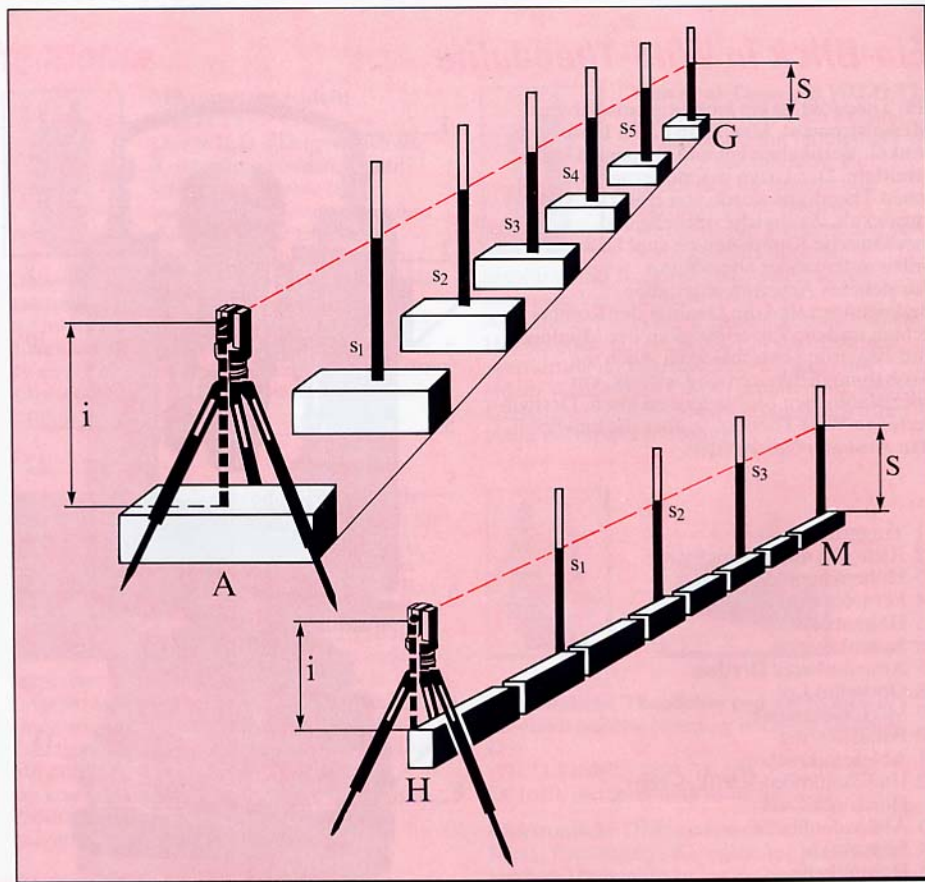
Die Randsteine H–M sollen höhenmäßig  
in einer Flucht liegen.

### Lösung b:

Der Theodolit wird über H zentriert und  
analog zu a wird die Höhe  $s$   
bei M anvisiert und die Punkte  $s_1$  bis  $s_3$   
höhenmäßig einvisiert.

### Bedingung:

Meßplatte immer senkrecht aufstellen.





## Einvisieren in das Längsgefälle

(Abstecken von Randsteinen, Wasser-  
rinnen, Kanalisation, Gleisanlagen,  
Fundamenten, Schnurgerüsten)

### Aufgabe a:

Die Fundamente A–G sollen höhenmäßig  
in einer Flucht liegen.

### Lösung a:

Der Theodolit wird über A zentriert und  
horizontiert, die Instrumentenhöhe  $i$  wird  
bis Mitte Fernrohr gemessen, der letzte  
Punkt G wird an einer Meßlatte in der  
gleichen Höhe wie  $i = s$  anvisiert, bei  
gleichbleibender Fernrohrneigung werden  
 $s_1$  bis  $s_5$  einvisiert ( $s = s_1 = s_2$ , etc).

### Aufgabe b:

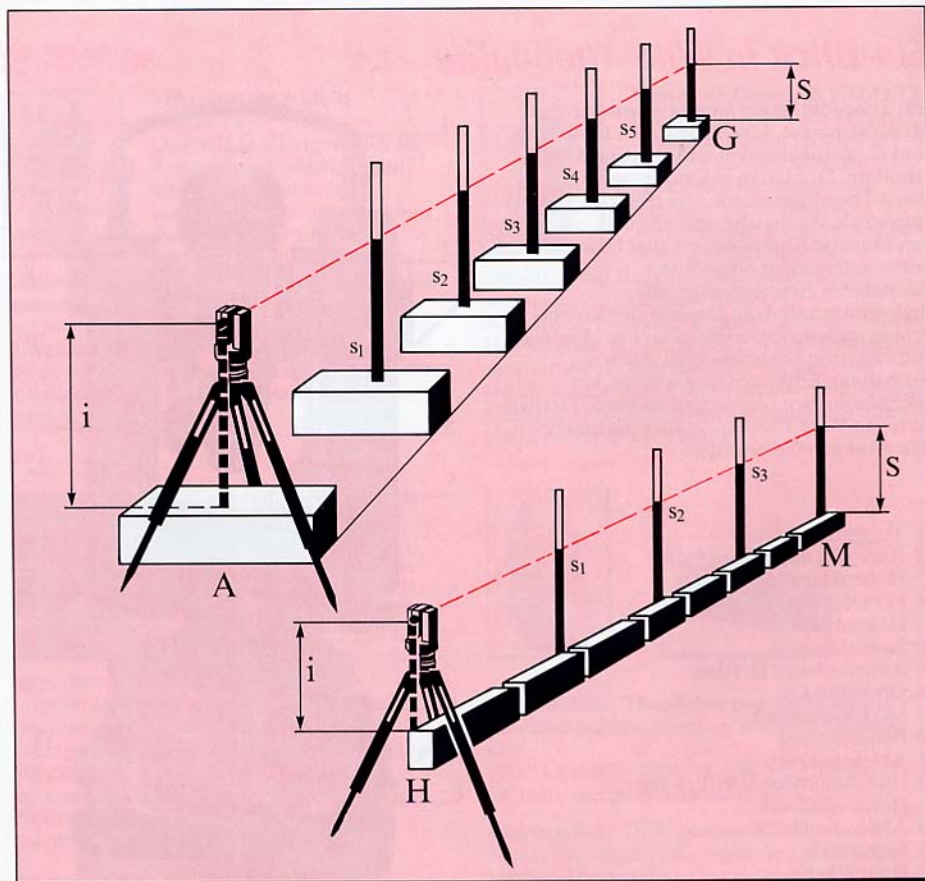
Die Randsteine H–M sollen höhenmäßig  
in einer Flucht liegen.

### Lösung b:

Der Theodolit wird über H zentriert und  
analog zu a wird die Höhe  $s$  bei M  
anvisiert und die Punkte  $s_1$  bis  $s_3$   
höhenmäßig einvisiert.

### Bedingung:

Meßlatte immer senkrecht aufstellen.



## Umrechnungstabelle

Neigungswerte in Prozent (%) =  
Vertikalwinkel in Grad (400 gon)  
(Zeitmessung)

**Anwendung:**  
Neigungsangaben in % am Vertikalkreis  
in gon einstellen

**Beispiel:**  
Für die Absteckung einer Steigung von  
7.4% benötigt man den Winkelwert für  
die Vertikalkreiseinstellung  
+7.4% entsprechen **95.30 gon**

**Beispiel:**  
Für die Absteckung eines Gefälles von  
2.8% benötigt man den Winkelwert für  
die Vertikalkreiseinstellung  
-2.8% entsprechen **101.78 gon**

%	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0.	100.00 <sup>gon</sup>	99.94	99.87	99.81	99.75	99.68	99.62	99.55	99.49	99.43
1.	99.36	99.30	99.24	99.17	99.11	99.05	98.98	98.92	98.85	98.79
2.	98.73	98.66	98.60	98.54	98.47	98.41	98.35	98.28	98.22	98.15
3.	98.09	98.03	97.96	97.90	97.84	97.77	97.71	97.65	97.58	97.52
4.	97.45	97.39	97.33	97.26	97.20	97.14	97.07	97.01	96.95	96.88
5.	96.82	96.76	96.69	96.63	96.57	96.50	96.44	96.38	96.31	96.25
6.	96.18	96.12	96.06	95.99	95.93	95.87	95.80	95.74	95.68	95.61
7.	95.55	95.49	95.42	95.36	95.30	95.23	95.17	95.11	95.04	95.98
8.	94.92	94.85	94.79	94.73	94.66	94.60	94.54	94.48	94.41	94.35
9.	94.29	94.22	94.16	94.10	94.03	93.97	93.91	93.84	93.78	93.72

%	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0.	100.00 <sup>gon</sup>	100.06	100.13	100.19	100.25	100.32	100.38	100.45	100.51	100.57
1.	100.64	100.70	100.76	100.83	100.89	100.95	101.02	101.08	101.15	101.21
2.	101.27	101.34	101.40	101.46	101.53	101.59	101.65	101.72	101.78	101.85
3.	101.91	101.97	102.04	102.10	102.16	102.23	102.29	102.35	102.42	102.48
4.	102.55	102.61	102.67	102.74	102.80	102.86	102.93	102.99	103.05	103.12
5.	103.18	103.24	103.31	103.37	103.43	103.50	103.56	103.62	103.69	103.75
6.	103.82	103.88	103.94	104.01	104.07	104.13	104.20	104.26	104.32	104.39
7.	104.45	104.51	104.58	104.64	104.70	104.77	104.83	104.89	104.96	105.02
8.	105.08	105.15	105.21	105.27	105.34	105.40	105.46	105.52	105.59	105.65
9.	105.71	105.78	105.84	105.90	105.97	106.03	106.09	106.16	106.22	106.28





## Die Horizontal-Winkelmessung

(Beliebige Winkel)

**Aufgabe:** Der Horizontalwinkel  $\alpha$  zwischen A–B–C soll gemessen werden.

**Lösung:** Der Theodolit wird über B zentriert und horizontalisiert.

- Bei einfacher Winkelmessung wird der Punkt A angezielt, der Horizontalkreis abgelesen und C angezielt und der Horizontalkreis abgelesen.

**Beispiel:**

Ableitung A	26.27 gon
Ableitung C	<u>105.21 gon</u>
$\alpha$ = Differenz zwischen A und C =	<u>78.94 gon</u>

oder

Man visiert den Punkt A an und stellt den Teilkreis auf 0 gon, richtet das Fernrohr auf den Punkt C und liest den Winkel  $\alpha$  direkt ab. Für normalen Gebrauch genügt die einfache Winkelmessung.

- Um einen eventuellen Instrumentenfehler auszuschalten, macht man die Ableitungen in zwei Fernrohrlagen.

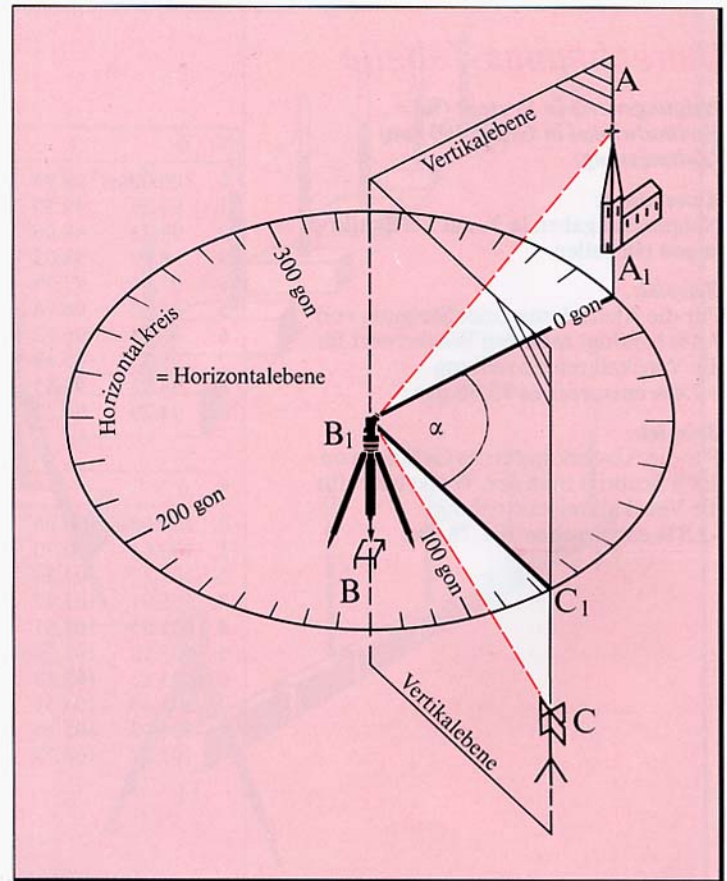
**Beispiel:** I. Lage

Ableitung A =	26.27 gon
Ableitung C =	<u>105.21 gon</u>
$\alpha$ =	78.94 gon

II. Lage

Ableitung A =	226.26 gon
Ableitung C =	<u>305.22 gon</u>
$\alpha$ =	78.96 gon

$$\alpha \text{ genau} = \frac{78.94 \text{ gon} + 78.96 \text{ gon}}{2} = \underline{\underline{78.95 \text{ gon}}}$$





## Die Horizontal-Winkelmessung

(Abstecken rechter Winkel, 100 gon)

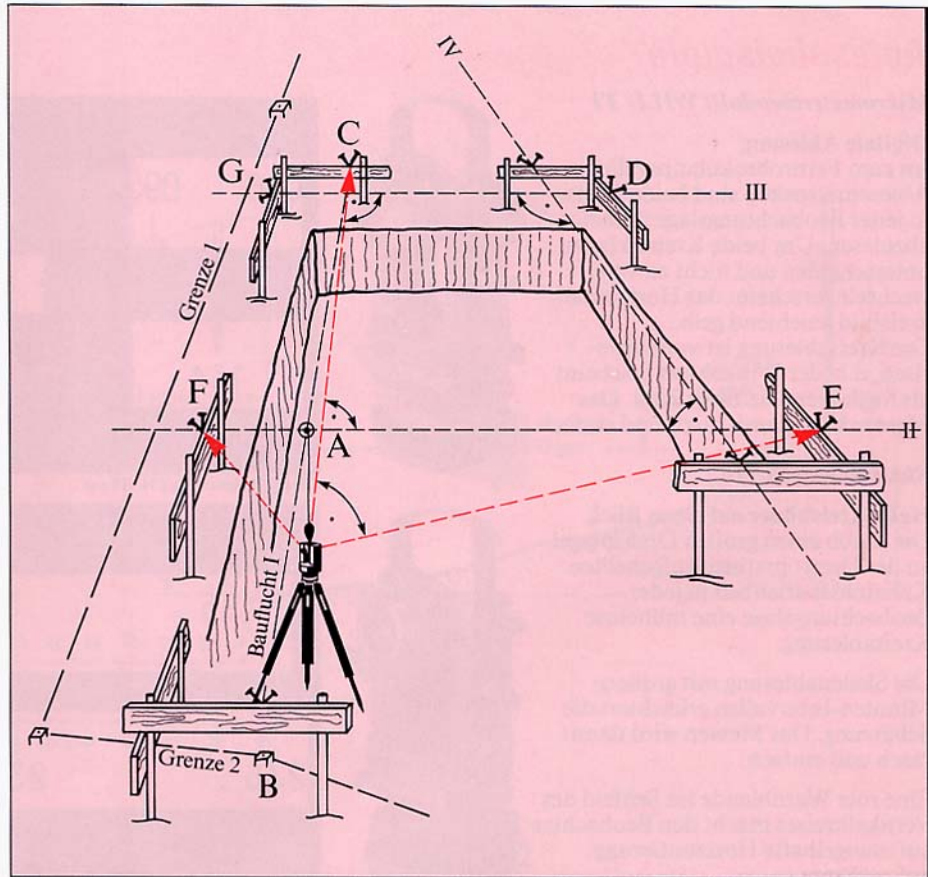
### Aufgabe:

Das Schnurgerüst (rechtwinklig) soll abgesteckt und mit Nägeln fixiert werden.

### Lösung

Die Bauflucht I wird parallel zur Grenze 1 mit dem Meßband eingemessen und mit der Schnur oder mit dem Draht fixiert. Der Eckpunkt bei A resp. bei C wird mit dem erforderlichen Abstand von der Grenze 2 aus mit dem Meßband bestimmt.

Der Theodolit wird unter dem Schnittpunkt A mit dem Senkel zentriert und darauf horizontalisiert. Mit dem Abtrag des rechten Winkels von C aus erhalten wir E; dann schlagen wir das Fernrohr durch (200 gon) und erhalten F. Hierauf zentrieren und horizontalisieren wir den Theodolit unter dem Schnittpunkt bei C und erhalten analog den Punkt D resp. G. Die Bauflucht IV wird mit dem Meßband von der Bauflucht I aus eingemessen. Zur Kontrolle messen wir die Diagonalen.



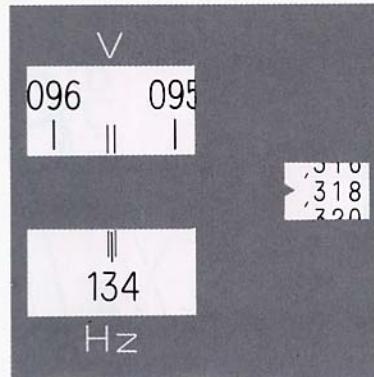


## Ablesebeispiele

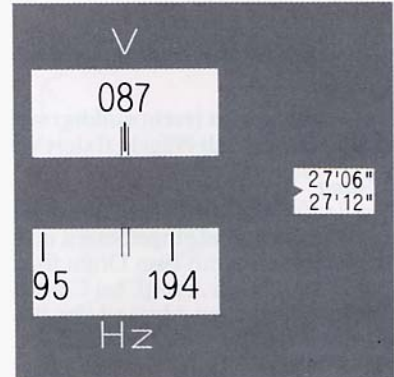
### Mikrometertheodolit WILD T1

#### Digitale Ablesung

Im zum Fernrohrkular parallelen Ablesemikroskop sind beide Kreise in jeder Beobachtungslage mühelos abzulesen. Um beide Kreise klar zu unterscheiden und nicht zu verwechseln, erscheint das Horizontalkreisbild leuchtend gelb. Die Kreisablesung ist vollnumerisch, d.h. der Winkelwert erscheint als fortlaufend 6ziffrige Zahl. Das Messen wird damit rasch und einfach.



400 gon-Ablesung Hz 134.318 gon



360°-Ablesung V = 87° 27' 09"

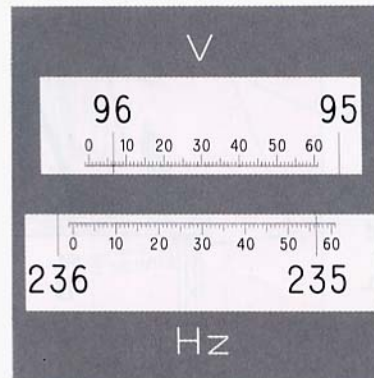
### Skalentheodolit T16

#### Helle Kreisbilder auf einen Blick

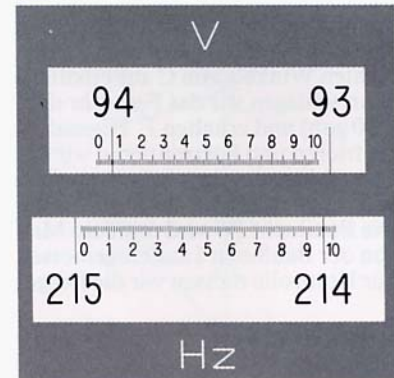
Die durch einen großen Drehspiegel an der Fernrohrstütze aufgehellten Kreisbilder erlauben in jeder Beobachtungslage eine mühelose Kreisablesung.

Die Skalenablesung mit großen Minuten-Intervallen erleichtert die Schätzung. Das Messen wird damit rasch und einfach.

Eine rote Warnblende im Sehfeld des Vertikalkreises macht den Beobachter auf mangelhafte Horizontierung aufmerksam.



360°-Ablesung: Hz 235° 56' 30", V 96° 06' 30"



400° gon-Ablesung: Hz 214.964 gon, V 94.064 gon



## Die Vertikal- Winkelmessung

**Aufgabe:** Der Vertikalwinkel  $\beta$  von A nach B soll gemessen werden.

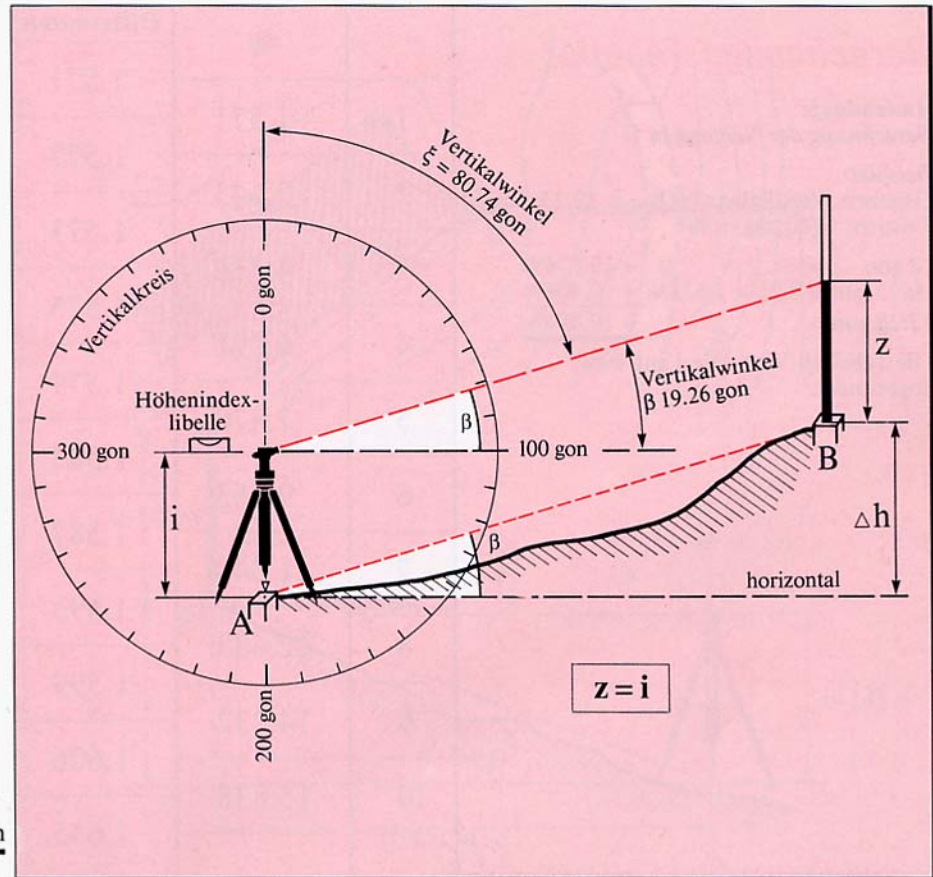
**Lösung:** Der Theodolit wird über dem Punkt A zentriert und horizontiert. Man mißt die Instrumentenhöhe  $i$ , visiert mit dem Fadenkreuz die Meßlatte über dem Punkt B in  $z$  an ( $z$  entspricht =  $i$ ).

1. Instrument mit automatischem Höhenindex oder mit festem Index liefert den Vertikalwinkel  $\beta$  bzw.  $\xi$ .
2. Bei Instrumenten mit Höhenindexlibelle muß vor jeder Ablesung des Vertikalwinkels die Höhenindexlibelle eingespielt werden. (horizontale Visur = 100 gon)

Für den normalen Gebrauch genügt die Messung in einer Fernrohrlage. Zum Eliminieren des restlichen Indexfehlers muß in beiden Fernrohrlagen gemessen und beide Werte gemittelt werden.

### Beispiel bei Zenitwinkelmessung:

- I. Lage  $\beta_1 = 100 \text{ gon} - 80.75 \text{ gon} = 19.25 \text{ gon}$
  - II. Lage  $\beta_2 = 319.27 \text{ gon} - 300 \text{ gon} = 19.27 \text{ gon}$
- $$\beta_{\text{genau}} = \frac{19.25 \text{ gon} + 19.27 \text{ gon}}{2} = \underline{\underline{19.26 \text{ gon}}}$$





## Berechnungs-Tabelle

### Anwendung:

Berechnung der Neigung in %

### Beispiel:

Gegeben: Vertikalwinkel  $\beta = + 12.25$  gon

Gesucht: Steigung in %

$$12 \text{ gon} = + 19.076\%$$

$$0.25 \text{ gon} = 0.25 \times 1.633 = + 0.408\%$$

$$12.25 \text{ gon} = \underline{\underline{+ 19.484\%}}$$

Die Tabellen-Werte sind auf- bzw. abgerundet.

	%	Differenzen
		1.571
1gon	1.571	1.572
2	3.143	1.573
3	4.716	1.575
4	6.291	1.579
5	7.870	1.583
6	9.453	1.587
7	11.040	1.593
8	12.633	1.599
9	14.232	1.606
10	15.838	1.615

	%	Differenzen
		1.615
11gon	17.453	1.623
12	19.076	1.633
13	20.709	1.644
14	22.353	1.655
15	24.008	1.668
16	25.676	1.681
17	27.357	1.696
18	29.053	1.711
19	30.764	1.728
20	32.492	



## Die trigonometrische Höhenmessung

### Aufgabe:

Der Höhenunterschied zwischen A und B =  $\Delta h$  soll ermittelt werden.

### Lösung:

- Die Horizontaldistanz D wird mit dem Meßband im Gelände gemessen, oder
- Die Horizontaldistanz D wird aus einem genauen, maßstabgetreuen Plan (Grundriß) durch Abgriff ermittelt.

Der Theodolit wird über dem Punkt A zentriert und horizontalisiert,  $z = i$  anvisiert und der Vertikalwinkel  $\beta$  od.  $\xi$  gemessen.

**Beispiel:**  $D = 31.30 \text{ m}$   
 $\beta = + 12.25 \text{ gon}$   
 $\xi = 87.75 \text{ gon}$

Formel: 1)  $\Delta h = \frac{D \times \%}{100}$   
 2)  $\Delta h = D \times \text{tg } \beta$   
 3)  $\Delta h = D \times \text{ctg } \xi = D \times \frac{1}{\text{tg } \xi}$

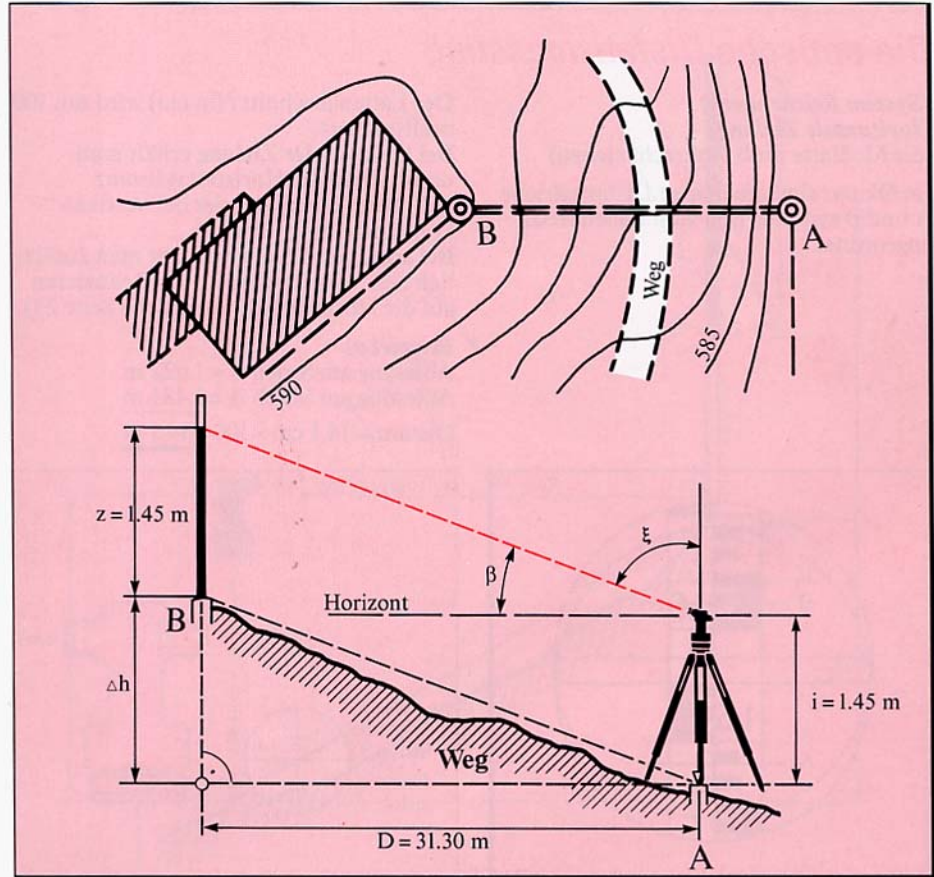
### Berechnung nach Formel 1):

$$\Delta h = \frac{31.30 \text{ m} \times (+ 19.484)}{100} = \underline{\underline{+ 6.10 \text{ m}}}$$

(siehe Tabelle Seite 20)

### Berechnung nach Formel 2) resp. 3):

$$\Delta h = 31.30 \text{ m} \times (+ 0.194833) = \underline{\underline{+ 6.10 \text{ m}}}$$





## Die optische Distanzmessung

(System Reichenbach)

**Horizontale Zielung**

(die Meßplatte muß senkrecht stehen)

Im Okular sind die beiden Distanzstriche A und B symmetrisch zum Fadenkreuz angeordnet.

Der Lattenabschnitt  $l$  (in cm) wird mit 100 multipliziert.

**Bei horizontaler Zielung** erhält man unmittelbar die Horizontalabstand (z.B. beim Nivellier oder bei Vertikal- kreiseinstellung 100 gon).

**Bei schräger Zielung** braucht man zusätzlich den Vertikalwinkel zum Reduzieren auf die Horizontalabstand (siehe Seite 23).

**Beispiel a)**

Ablesung am Strich B = 1.622 m

Ablesung am Strich A = 1.481 m

Distanz =  $14.1 \text{ cm} \times 100 = \underline{14.1 \text{ m}}$

**Beispiel b) (vereinfacht die Ablesung)**

Mit dem Höhentrieb stellt man den unteren Distanzstrich  $A_1$  auf den nächsten Dezimeterstrich = 150.0 cm und liest am Distanzstrich  $B_1 = 164.1 \text{ cm}$  ab.

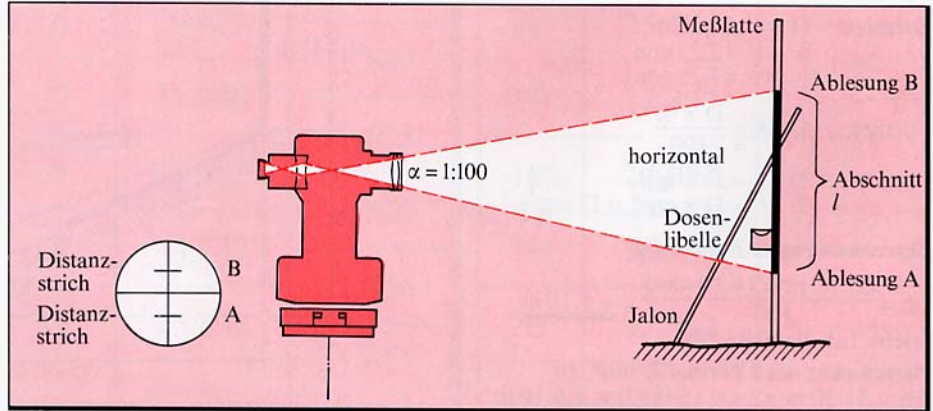
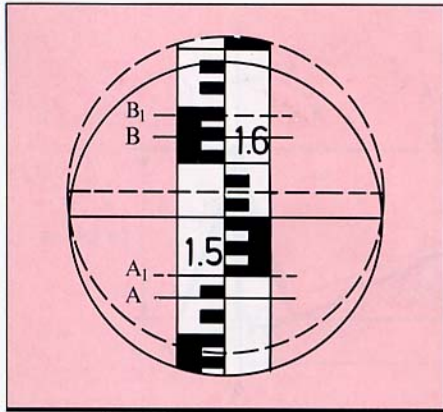
Ablesung  $A_1 = 150.0 \text{ cm}$

Ablesung  $B_1 = \underline{164.1 \text{ cm}}$

Distanz =  $14.1 \text{ cm} \times 100 = \underline{14.1 \text{ m}}$

**Genauigkeit der Distanzmessung:**

**0.25% der Gesamtdistanz, auf 100 m etwa 0.25 m**





## Die optische Distanzmessung

(System Reichenbach) Schräge Zielung  
(die Meßlatte muß senkrecht stehen)

**Aufgabe:** Bestimmen der Horizontal-  
distanz  $D$  bei schräger Zielung.

**Lösung:** Man mißt den Lattenabschnitt  $l$   
und mißt dazu den Vertikalwinkel  $\beta$  oder  $\xi$   
(Für die Ermittlung der Horizontal-  
distanz  $D$  muß  $z$  nicht unbedingt  $i$  entsprechen.)

**Beispiel:** Für die Ermittlung der  
Horizontal-  
distanz  $D$

Ablesung  $l = 45.0$  cm

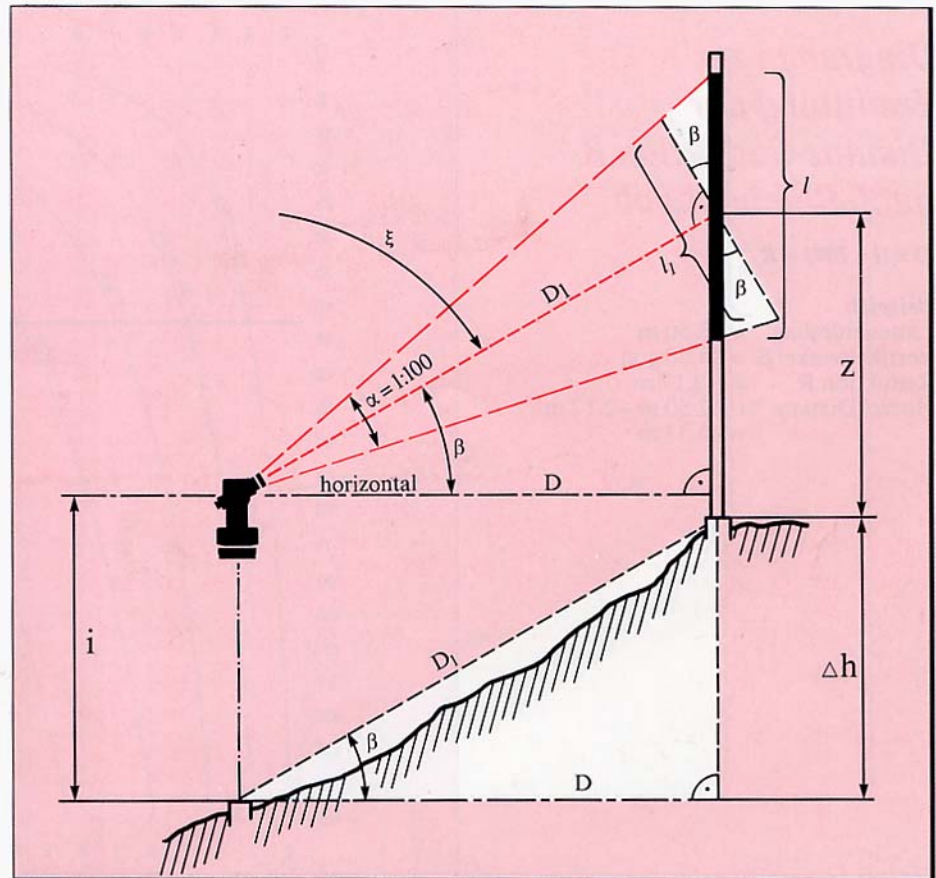
Vertikalwinkel  $\beta = +15.00$  gon resp.  $\xi$   
 $= 85.00$  gon

$l_1 = l \times \cos\beta$	$D = l \times \cos\beta \times 100 \times \cos\beta$
$D_1 = l_1 \times 100$	oder
$D = D_1 \times \cos\beta$	$D = l \times 100 \times \cos^2\beta$
	oder
	$D = l \times 100 \times \sin^2\xi$

$$D = 0.450 \text{ m} \times 100 \times 0.94550 = \underline{42.55 \text{ m}}$$

Den Wert  $\cos\beta$  kann man mit einem  
geeigneten Taschenrechner bestimmen.  
Die Reduktion kann man auch aus dem  
Diagramm (Seite 24) entnehmen.

$$D = 45.0 \text{ m} - 2.45 \text{ m} = \underline{42.55 \text{ m}}$$





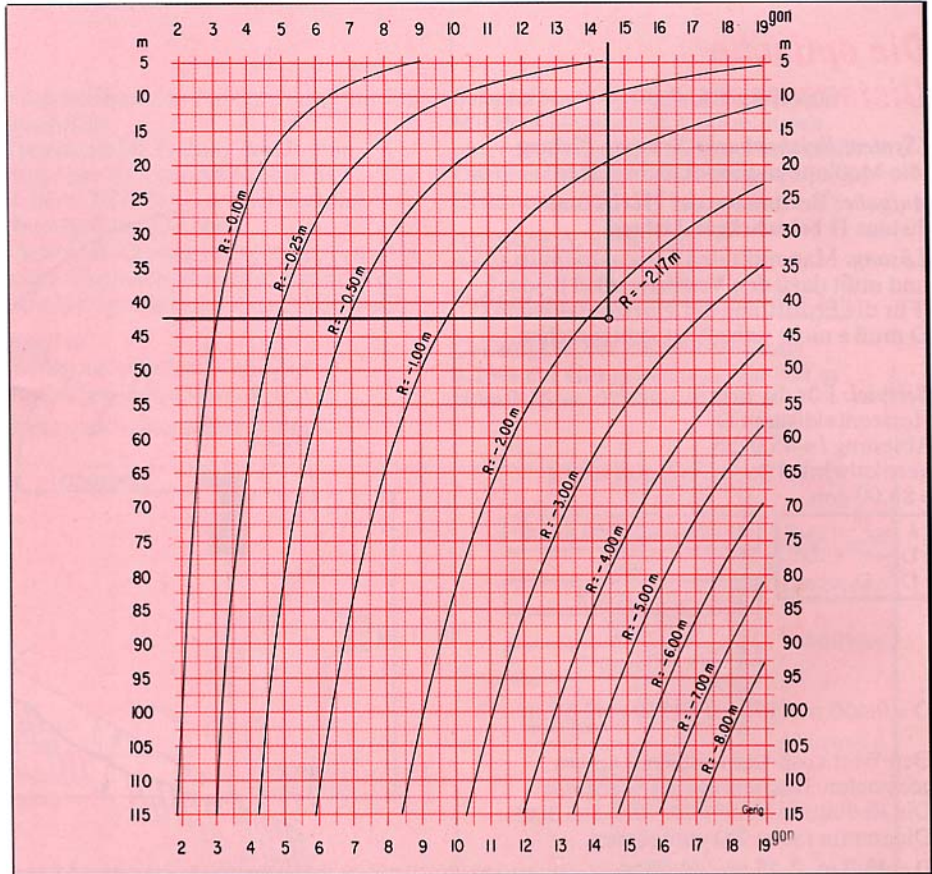


## Diagramm zur Ermittlung der Distanz-Reduktion $R$ nach Reichenbach

$$D = (l \times 100) - R$$

### Beispiel:

Lattenablesung = 42.50 m  
Vertikalwinkel  $\beta$  = 14,50 gon  
Reduktion  $R$  = -2.17 m  
Horiz.-Distanz = 42.50 m - 2.17 m  
= 40.33 m





## Die Höhenmessung

(System Reichenbach)

(die Meßplatte muß senkrecht stehen)

**Aufgabe:** Bestimmen des Höhenunterschiedes  $\Delta h$  zwischen zwei Punkten.

**Lösung:** Man mißt den Lattenabschnitt  $l$  auf der Höhe  $z = i$  und den Vertikalwinkel  $\beta$ , resp.  $\xi$  (Höhenindexlibelle einspielen).

**Beispiel:** Für die Ermittlung des Höhenunterschiedes  $\Delta h$

$i = 1.45$  m    Ablesung  $l = 37.8$  cm

$z = 1.45$  m    Vertikalwinkel  $\beta = + 9.25$  gon

$\xi = 90.75$  gon

$$l_1 = l \times \cos\beta$$

$$D_1 = l_1 \times 100$$

$$\Delta h = D_1 \times \sin\beta$$

$$\Delta h = 0.378 \text{ m} \times 100 \times 0.14479 \times 0.98946 = \underline{\underline{+ 5.42 \text{ m}}}$$

$$\Delta h = l \times \cos\beta \times 100 \times \sin\beta$$

oder

$$\Delta h = l \times \sin\xi \times 100 \times \cos\xi$$

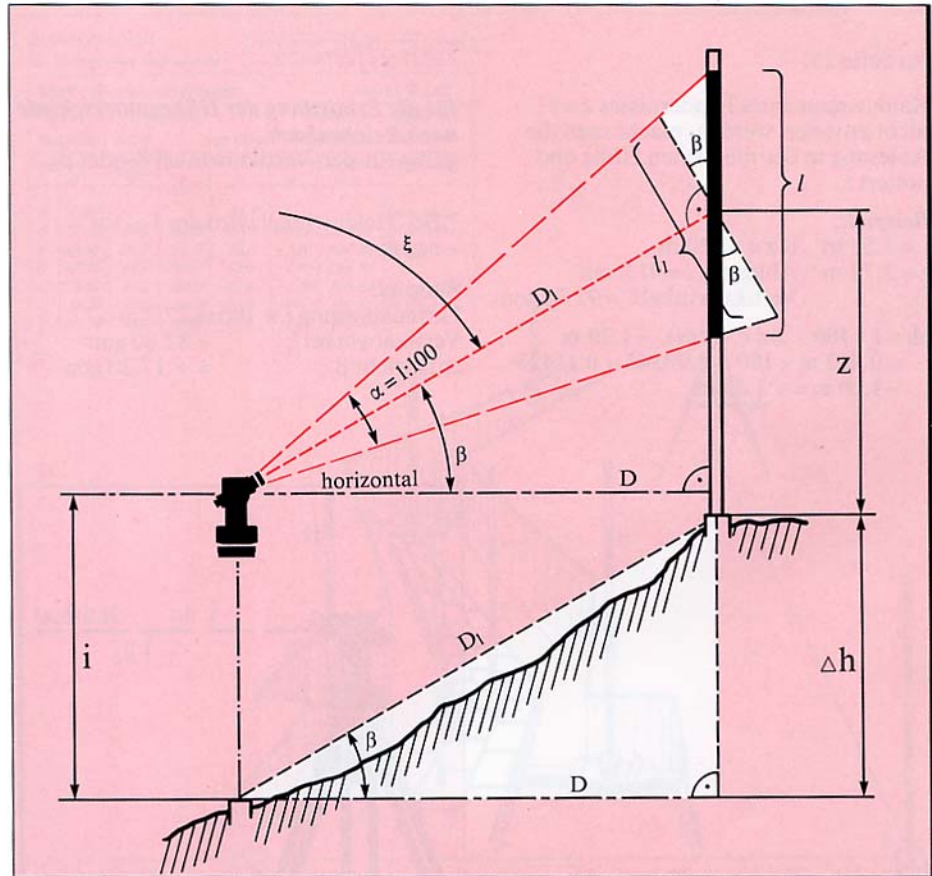
Der Höhenunterschied kann mit dem Taschenrechner oder auch aus der Tabelle (Seite 26) ermittelt werden.

$$9 \text{ gon} = 0.1395$$

$$0.25 \text{ gon} = 0.25 \times 0.0150 = 0.0038$$

$$0.1433 \times 37.8 \text{ m} =$$

$$\underline{\underline{+ 5.42 \text{ m}}}$$





(zu Seite 25)

Kann wegen eines Hindernisses  $z = i$  nicht anvisiert werden, macht man die Ablesung in der möglichen Höhe und notiert  $z$ .

**Beispiel:**

$i = 1.53 \text{ m}$     $i - z = -1.20 \text{ m}$   
 $z = 2.73 \text{ m}$    Ablesung  $l = 41.2 \text{ cm}$   
                   Vertikalwinkel  $\xi = 92.71 \text{ gon}$

$$\begin{aligned} \Delta h &= l \times 100 \times \sin \xi \times \cos \xi - 1.20 \text{ m} \\ &= 0.412 \text{ m} \times 100 \times 0.99345 \times 0.11426 \\ &- 1.20 \text{ m} = + \underline{\underline{3.48 \text{ m}}} \end{aligned}$$

## Tabelle

**für die Ermittlung der Höhenunterschiede nach Reichenbach**  
 gültig für den Vertikalwinkel  $\beta_1$  oder  $\beta_2$

\* Bei Tiefenwinkel wird der Faktor negativ

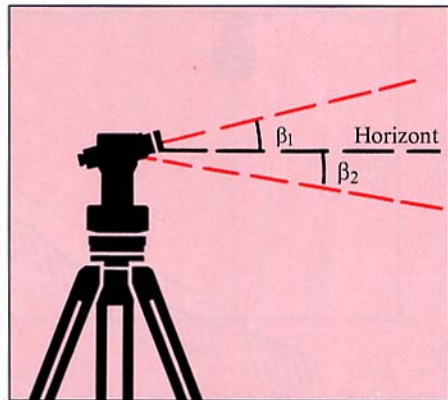
**Beispiel:**

Lattenablesung  $l \times 100 = 27.2 \text{ m}$   
 Vertikalwinkel  $\xi = 82.80 \text{ gon}$   
 entspricht  $\beta = + 17.20 \text{ gon}$

aus der Tabelle:

$$\begin{aligned} 17 \text{ gon} &= 0.2545 \\ 0.20 \text{ gon} &= 0.20 \times 0.0134 = 0.0027 \\ &+ 0.2572 \\ \Delta h &= 27.2 \text{ m} \times 0.2572 = + \underline{\underline{7.00 \text{ m}}} \end{aligned}$$

Die Tabellenwerte sind auf- bzw. abgerundet.



Vertikal gon	Für 1 m Lattenablesung		Vertikal gon	Für 1 m Lattenablesung	
	Faktor *	Faktor für 1 gon		Faktor *	Faktor für 1 gon
		0.0157			0.0149
1.00	0.0157	0.0157	11.00	0.1694	0.0147
2.00	0.0314	0.0157	12.00	0.1841	0.0145
3.00	0.0471	0.0156	13.00	0.1986	0.0143
4.00	0.0627	0.0155	14.00	0.2129	0.0141
5.00	0.0782	0.0155	15.00	0.2270	0.0139
6.00	0.0937	0.0154	16.00	0.2409	0.0136
7.00	0.1091	0.0152	17.00	0.2545	0.0134
8.00	0.1243	0.0152	18.00	0.2679	0.0131
9.00	0.1395	0.0150	19.00	0.2810	0.0129
10.00	0.1545	0.0149	20.00	0.2939	0.0126



(zu Seite 25)

Kann wegen eines Hindernisses  $z = i$  nicht anvisiert werden, macht man die Ablesung in der möglichen Höhe und notiert  $z$ .

**Beispiel:**

$i = 1.53 \text{ m}$     $i - z = -1.20 \text{ m}$   
 $z = 2.73 \text{ m}$    Ablesung  $l = 41.2 \text{ cm}$   
 Vertikalwinkel  $\xi = 92.71 \text{ gon}$

$$\begin{aligned} \Delta h &= l \times 100 \times \sin \xi \times \cos \xi - 1.20 \text{ m} \\ &= 0.412 \text{ m} \times 100 \times 0.99345 \times 0.11426 \\ &- 1.20 \text{ m} = + \underline{\underline{3.48 \text{ m}}} \end{aligned}$$

**Tabelle****für die Ermittlung der Höhenunterschiede nach Reichenbach**gültig für den Vertikalwinkel  $\beta_1$  oder  $\beta_2$ 

\* Bei Tiefenwinkel wird der Faktor negativ

**Beispiel:**

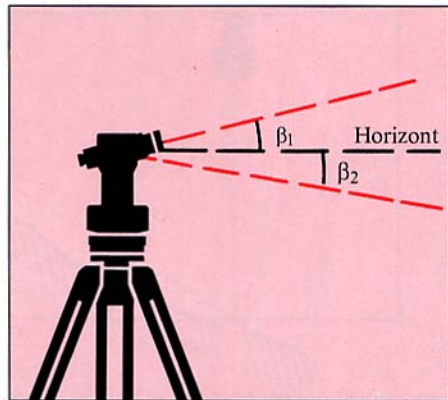
Lattenablesung  $l \times 100 = 27.2 \text{ m}$   
 Vertikalwinkel  $\xi = 82.80 \text{ gon}$   
 entspricht  $\beta = + 17.20 \text{ gon}$

aus der Tabelle:

$$\begin{aligned} 17 \text{ gon} &= 0.2545 \\ 0.20 \text{ gon} &= 0.20 \times 0.0134 = 0.0027 \\ &+ 0.2572 \end{aligned}$$

$$\Delta h = 27.2 \text{ m} \times 0.2572 = + \underline{\underline{7.00 \text{ m}}}$$

Die Tabellenwerte sind auf- bzw. abgerundet.



Vertikal gon	Für 1 m Lattenablesung		Vertikal gon	Für 1 m Lattenablesung	
	Faktor *	Faktor für 1 gon		Faktor *	Faktor für 1 gon
		0.0157			0.0149
1.00	0.0157	0.0157	11.00	0.1694	0.0147
2.00	0.0314	0.0157	12.00	0.1841	0.0145
3.00	0.0471	0.0156	13.00	0.1986	0.0143
4.00	0.0627	0.0155	14.00	0.2129	0.0141
5.00	0.0782	0.0155	15.00	0.2270	0.0139
6.00	0.0937	0.0154	16.00	0.2409	0.0136
7.00	0.1091	0.0152	17.00	0.2545	0.0134
8.00	0.1243	0.0152	18.00	0.2679	0.0131
9.00	0.1395	0.0150	19.00	0.2810	0.0129
10.00	0.1545	0.0149	20.00	0.2939	0.0126



## Leitungskataster

### Aufgabe:

Der neu verlegte Kabelkanal G–F–J–K (Elektrizität) und die bestehende Rohrleitung E–H (Frischwasser) sollen für die Ergänzung des Leitungskatasterplanes situations- und höhenmäßig eingemessen werden.

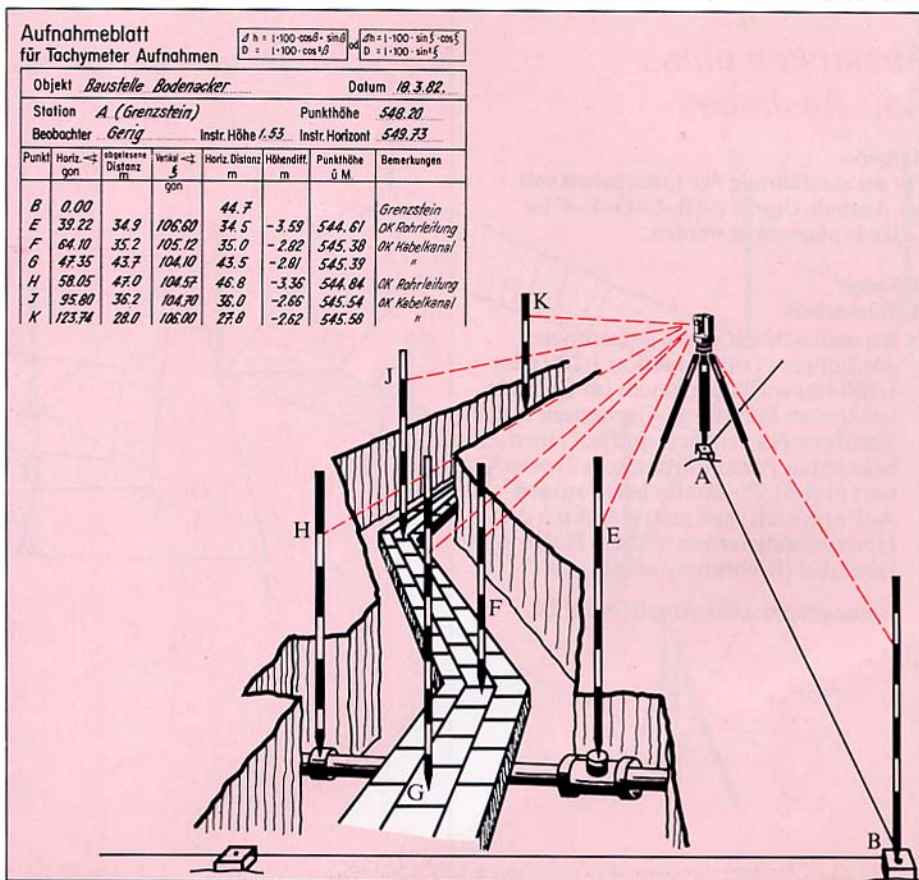
### Lösung:

#### Feldarbeit

- Der Theodolit wird über einem vorhandenen Punkt – z.B. Grenzpunkt A = Standpunkt – zentriert und horizontalisiert. Der Standpunkt kann aber auch frei gewählt werden, muß dann aber auf weitere vorhandene Punkte (Grenzstein, Hausecken etc.) eingemessen werden.
- Der Theodolit wird auf den Grenzpunkt B orientiert und wenn möglich der Horizontalkreis auf 0 gon eingestellt. Sämtliche Kanaleckpunkte G, F, J, K und die Rohrleitungspunkte E, H werden nach der Polarmethode (Messen von Horizontalwinkel und Distanzen) eingemessen. Zusätzlich kann, durch das Messen der Vertikalwinkel (siehe Seite 25) die Höhenlage der Leitungen festgehalten werden.

#### Büroarbeit

Die gemessenen Horizontalwinkel und die umgerechneten Horizontalabstände werden mit Hilfe eines Transporteurs oder eines Polarkoordinatographen auf den Plan übertragen.





### Abstecken eines Bau-Aushubes

#### Aufgabe:

Für die Ausführung der Erdarbeiten soll der Aushub-Umriß A-B-C-D-E-F im Gelände abgesteckt werden.

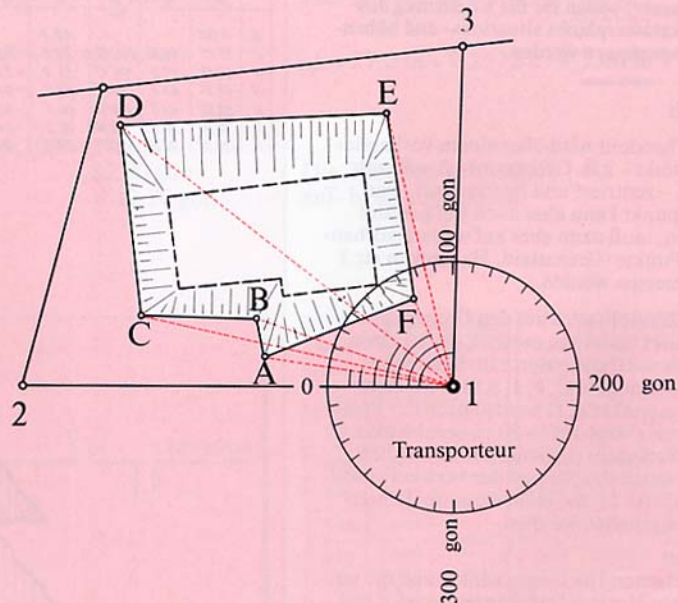
#### Lösung:

##### 1. Büroarbeit

Im maßstäblich genau gezeichneten Aushubplan (z.B. Situation 1:200 oder 1:100 etc) wird über einem im Gelände bekannten Punkt, z.B. Grenzstein 1, der Transporteur zentriert und auf einen bekannten Punkt (Grenzstein 2) orientiert (0 gon). Zu sämtlichen Punkten A-F ermittelt man jetzt graphisch die Horizontalabstände und die Horizontalwinkel (Richtungswinkel).

(siehe graphischer Abgriff Seite 29)

Situationsplan





## 2. Feldarbeit

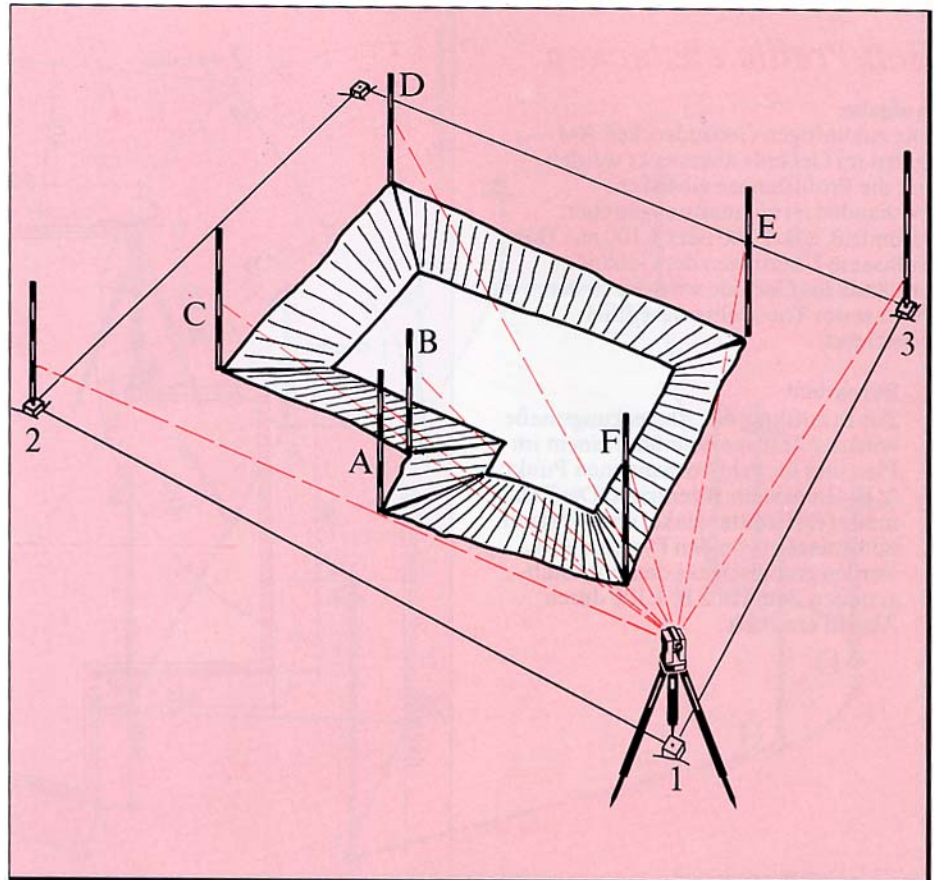
Der Theodolit wird über dem Punkt 1 (Grenzstein) zentriert und horizontaliert. Man orientiert auf den Punkt 2 (Grenzstein -0 gon) und steckt mit den Polarmaßen (Horizontalwinkel und Horizontalabstände) die Punkte A-F im Gelände ab.

Im steilen Gelände werden die Lattenablesungen für die Distanzen gerechnet (siehe Seite 31).

### Beispiel:

*Graphischer Abgriff aus dem maßstäblichen Aushubplan.*

Station 1		Kontrolle *
Punkt	Horiz. Winkel gon	Horiz. Distanz m
2	0.00	28.45
A	9.70	12.65
B	20.80	13.65
C	14.05	21.20
D	41.80	28.15
E	85.00	18.80
F	73.50	6.40
* 3	101.95	22.60





### Bau-Profile abstecken

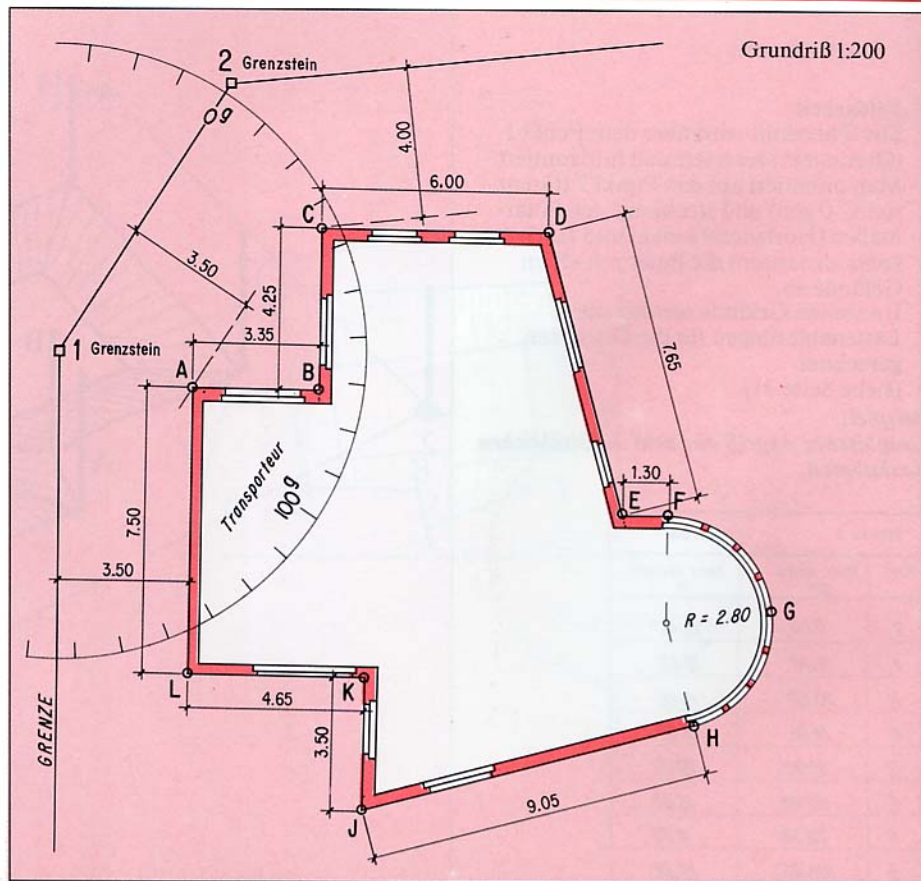
#### Aufgabe:

Die zukünftigen Gebäudeecken A–L sollen im Gelände abgesteckt werden, um die Profilstangen zu setzen.

Vorhanden ist ein maßstabgetreuer Grundriß, z.B. 1:200 oder 1:100 etc. Das mühsame Übertragen der Gebäudeabstände ins Gelände wird durch den Einsatz des Theodolits wesentlich erleichtert.

#### 1. Büroarbeit

Zur Ermittlung der Absteckungsmaße wird der Transporteur über einem im Plan und im Feld vorhandenen Punkt (z.B. Grenzstein 1) zentriert. Die Polarmaße (Horizontalwinkel und Horizontalabstände) von den Punkten A–L, werden graphisch aus dem maßstabgetreuen Bauplan z.B. 1:100 durch Abgriff ermittelt.







## 2. Feldarbeit

Der Theodolit wird analog dem Transporteur über dem Grenzstein 1 zentriert und horizontalisiert. Die abgegriffenen Polarmaße (Horizontalwinkel und Horizontalabstände) von den Punkten A–L werden im Gelände abgesteckt. Im steilen Gelände werden die abgegriffenen Horizontalabstände auf die abzulesenden Distanzen umgerechnet.

Lattenablesung  $l =$

$$\frac{\text{Horizontalabstand}}{\cos^2 \beta}$$

oder

$$\frac{\text{Horizontalabstand}}{\sin^2 \xi}$$

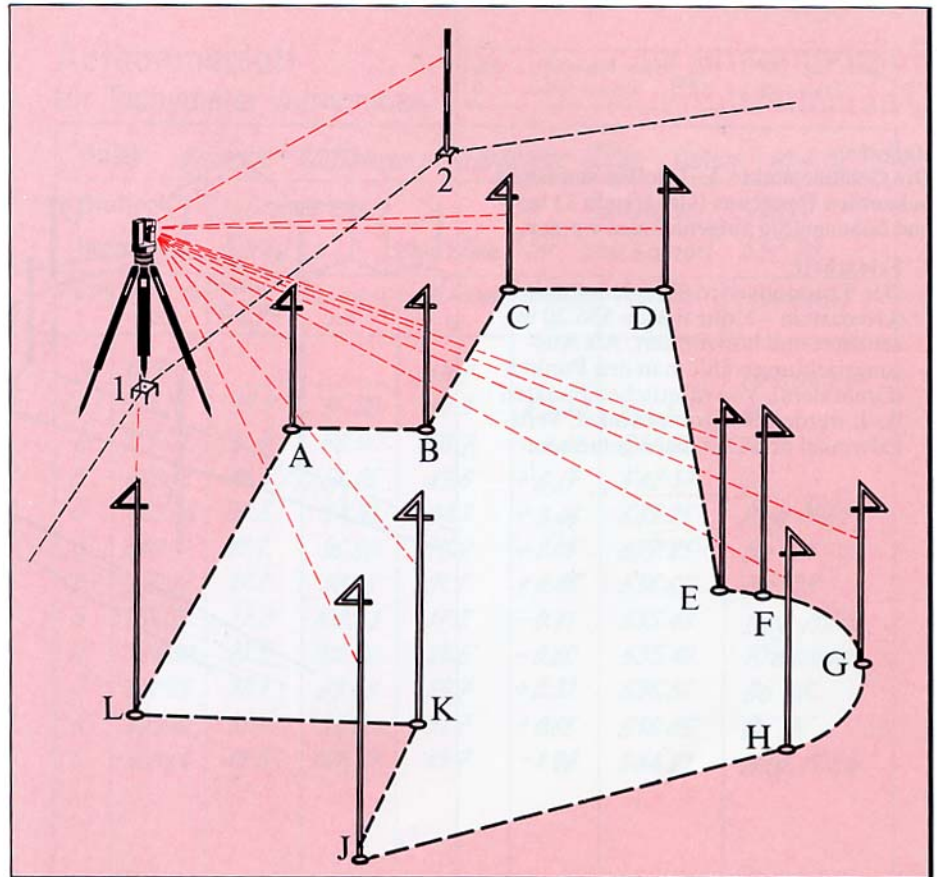
oder dem Diagramm Seite 24 entnommen.

Lattenablesung  $l =$

$$\text{Horizontalabstand} + R$$

**Kontrolle:**

Messen der Distanzen zwischen den Profilstangen.





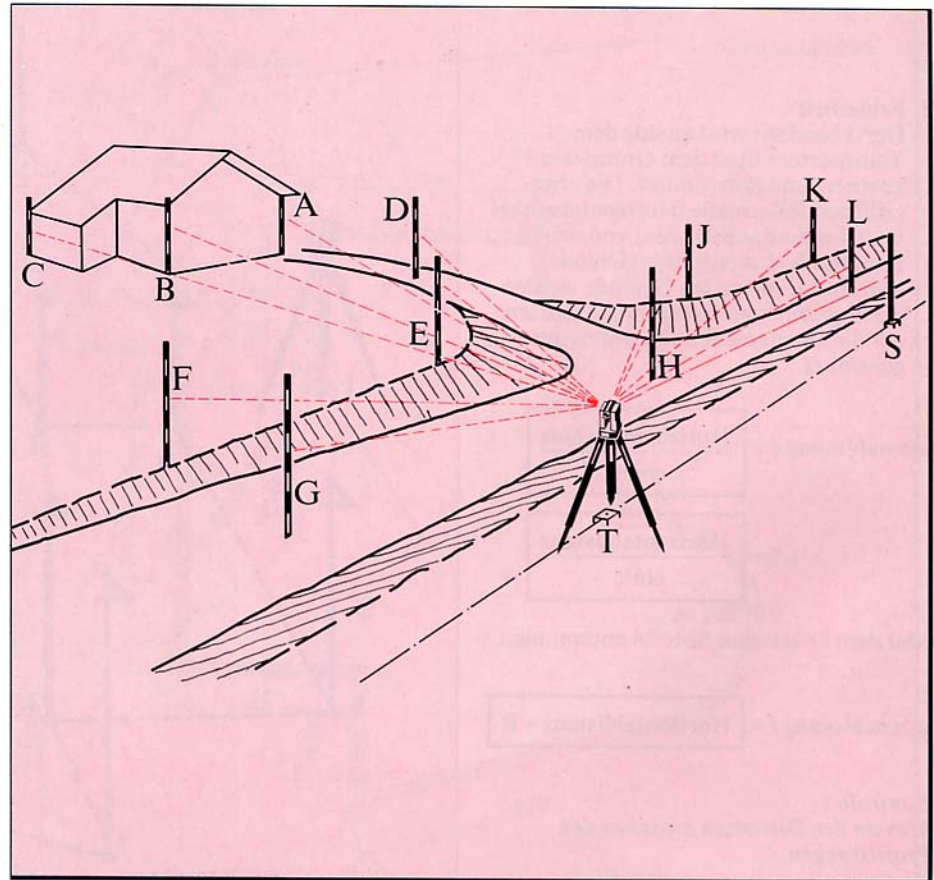
### Geländeaufnahme (Tachymetrieren)

#### Aufgabe:

Die Geländepunkte A–L sollen von einem bekannten Punkt aus (Grenzstein T) lage- und höhenmäßig aufgenommen werden.

#### 1. Feldarbeit:

Der Theodolit wird über dem Punkt T (Grenzstein – Höhe ü.M. = 536.20 m) zentriert und horizontiert. Als Ausgangsrichtung wählt man den Punkt S (Grenzstein). Von sämtlichen Punkten A–L werden Horizontalwinkel, Vertikalwinkel und Distanzen gemessen.





## 2. Büroarbeit:

Aus den gemessenen Aufnahme­daten werden ermittelt:

### Horizontal­distanz

$$D = l \times 100 \times \cos^2 \beta$$

für den  
Vertikalwinkel  $\beta$   
oder

$$D = l \times 100 \times \sin^2 \xi$$

für den  
Vertikalwinkel  $\xi$

(siehe Seite 23 oder Diagramm Seite 24)

### Höhen­unterschied

$$\Delta h = l \times 100 \times \cos \beta \times \sin \beta$$

für den  
Vertikalwinkel  $\beta$   
oder

$$\Delta h = l \times 100 \times \sin \xi \times \cos \xi$$

für den  
Vertikalwinkel  $\xi$

(siehe Seite 25 oder Tabelle Seite 26)

Mit dem Horizontalwinkel und der Horizontal­distanz werden die Punkte A–L mit Hilfe eines Transporteurs oder eines Polarkoordinatographen aufgetragen und den Plan mit den errechneten Punkthöhen beschriftet.

## Aufnahmeblatt für Tachymeter Aufnahmen

$$\Delta h = l \cdot 100 \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta$$

$$D = l \cdot 100 \cdot \cos^2 \beta$$

$$\Delta h = l \cdot 100 \cdot \sin \xi \cdot \cos \xi$$

$$D = l \cdot 100 \cdot \sin^2 \xi$$

Objekt *Gelände-Aufnahmen Tulpenweg Köniz* Datum *14.4.82*

Station *T. (Grenzstein)* Punkthöhe *536.20*

Beobachter *Gerig* Instr. Höhe *1.50* Instr. Horizont *537.70*

Punkt	Horiz. $\leftarrow$ gon	abgelesene Distanz m	Vertikal $\leftarrow$ gon	Horiz. Distanz m	Höhendiff. m	Punkthöhe ü M.	Bemerkungen
S	<i>0.00</i>			<i>48.7</i>			<i>Grenzstein</i>
A	<i>321.25</i>	<i>39.6</i>	<i>91.38</i>	<i>38.9</i>	<i>+ 5.30</i>	<i>541.50</i>	<i>HE</i>
B	<i>301.62</i>	<i>31.7</i>	<i>88.90</i>	<i>30.7</i>	<i>+ 5.42</i>	<i>541.62</i>	<i>HE</i>
C	<i>290.42</i>	<i>44.5</i>	<i>91.05</i>	<i>43.6</i>	<i>+ 6.17</i>	<i>542.37</i>	<i>HE</i>
D	<i>335.55</i>	<i>34.5</i>	<i>94.32</i>	<i>34.2</i>	<i>+ 3.06</i>	<i>539.26</i>	<i>Weg Mitte</i>
E	<i>340.10</i>	<i>22.2</i>	<i>96.98</i>	<i>22.2</i>	<i>+ 1.05</i>	<i>537.25</i>	<i>Bö OK</i>
F	<i>250.32</i>	<i>21.1</i>	<i>98.65</i>	<i>21.1</i>	<i>+ 0.45</i>	<i>536.65</i>	<i>Bö OK</i>
G	<i>234.13</i>	<i>17.2</i>	<i>102.62</i>	<i>17.2</i>	<i>- 0.71</i>	<i>535.49</i>	<i>Weg Mitte</i>
H	<i>376.90</i>	<i>25.5</i>	<i>102.00</i>	<i>25.5</i>	<i>- 0.80</i>	<i>535.40</i>	<i>Kreuzung</i>
J	<i>372.65</i>	<i>38.7</i>	<i>99.49</i>	<i>38.7</i>	<i>+ 0.31</i>	<i>536.51</i>	<i>Bö OK</i>
K	<i>379.72</i>	<i>51.7</i>	<i>99.20</i>	<i>51.7</i>	<i>+ 0.65</i>	<i>536.85</i>	<i>Bö OK</i>
L	<i>388.60</i>	<i>49.8</i>	<i>102.54</i>	<i>49.7</i>	<i>- 1.98</i>	<i>534.22</i>	<i>Weg Mitte</i>



## Aufnahme eines Gelände-Profiles (Terrainschnitt)

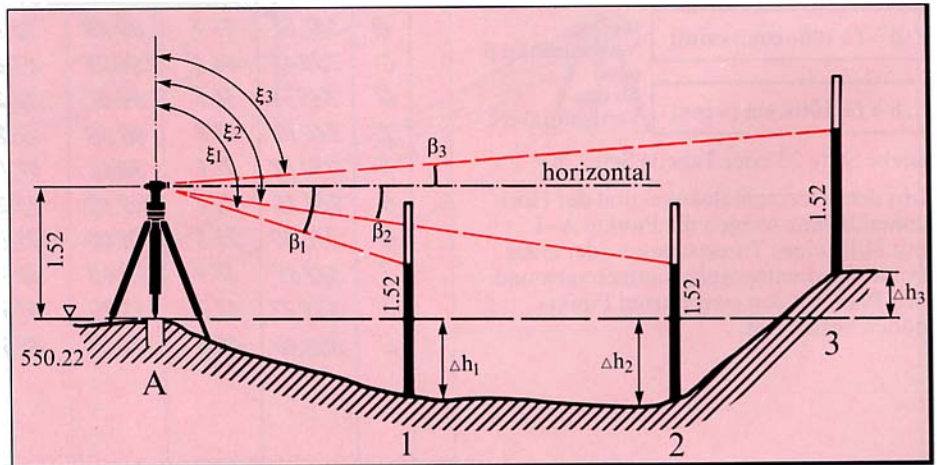
**Aufgabe:**  
Das Profil A-1-2-3 soll aufgenommen werden.

**Lösung:**  
Der Theodolit wird über dem Punkt A zentriert und horizontalisiert. Gemessen werden:

Zielung	Distanz	Vertikalwinkel $\xi$
A-1	27.2 m	117.20 gon
A-2	53.8 m	109.40 gon
A-3	68.1 m	94.10 gon

Die Horizontaldistanz bzw. der Höhenunterschied wird mit dem Vertikalwinkel  $\beta$  oder  $\xi$  berechnet.

STATION A		$i = 1.52$				550.22 ü.M.		
Punkt	$l \cdot 100$ m	Vertikalwinkel	$\beta$ gon	$\cos^2 \beta$ $\sin^2 \xi$	$\sin \beta \cdot \cos \beta$ $\sin \xi \cdot \cos \xi$	D m	$\Delta h$ m	Höhe ü.M.
1	27.2	117.20	-17.20	0.92876	0.25722	25.3	-7.00	543.22
2	53.8	109.40	-9.40	0.97836	0.14552	52.6	-7.83	542.39
3	68.1	94.10	+5.90	0.99144	0.09215	67.5	+6.28	556.50





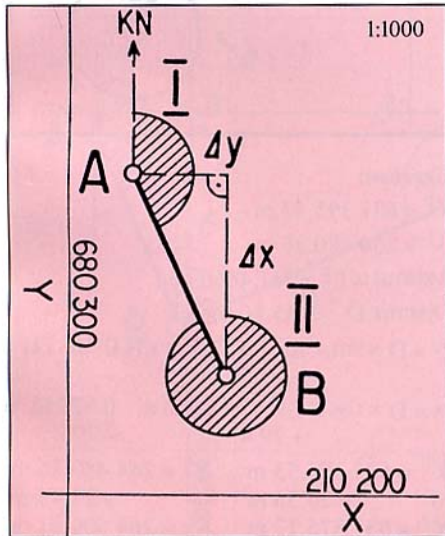
## Das Azimut

Das Azimut (Z) ist der Horizontalwinkel zwischen dem Karten-Nord (KN) und einer beliebigen Richtung (A-B) im Uhrzeigersinn gemessen.

$$Z_{AB} = I$$

$$Z_{BA} = II$$

Das Azimut wird aus den beiden Koordinatendifferenzen  $\Delta x$  und  $\Delta y$  der beiden Punkte A und B berechnet.



- Man berechnet die Koordinatendifferenzen  $\Delta x$  und  $\Delta y$  der beiden gegebenen Punkte A und B folgendermaßen:

nach dem Grundsatz

Zielpunktkoordinaten minus  
Standpunktkoordinaten

für das Azimut  $Z_{AB}$  =  
Standpunkt = Punkt A  
Zielpunkt = Punkt B

für das Azimut  $Z_{BA}$  =  
Standpunkt = Punkt B  
Zielpunkt = Punkt A

und achtet dabei auf das Vorzeichen von  $\Delta x$  und  $\Delta y$

- a) Haben die Werte  $\Delta x$  und  $\Delta y$  gleiche Vorzeichen, dann rechnet man den Hilfswinkel aus:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{tg}$$

- b) Haben die Werte  $\Delta x$  und  $\Delta y$  ungleiche Vorzeichen, dann rechnet man den Hilfswinkel aus:

$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = \text{tg}$$

Das Azimut entspricht

dem gerechneten Hilfswinkel,  
wenn  $\Delta y = +$   $\Delta x = +$

dem gerechneten Hilfswinkel + 100 gon  
wenn  $\Delta y = +$   $\Delta x = -$

dem gerechneten Hilfswinkel + 200 gon  
wenn  $\Delta y = -$   $\Delta x = -$

dem gerechneten Hilfswinkel + 300 gon  
wenn  $\Delta y = -$   $\Delta x = +$

**Beispiel:** (siehe links)

Berechne Azimut  $Z_{AB} = I$

	y	x
Punkt A	680 308.59 m	210 242.34 m
Punkt B	680 320.60 m	210 216.16 m
	$\Delta y + 12.01 \text{ m}$	$\Delta x - 26.18 \text{ m}$

$$\text{tg} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{-26.18 \text{ m}}{+12.01 \text{ m}} = -2.17985$$

$$\text{Hilfswinkel} = 72.62 \text{ gon}$$

$$Z_{AB} = 72.62 \text{ gon} + 100 \text{ gon} = \underline{172.62 \text{ gon}}$$

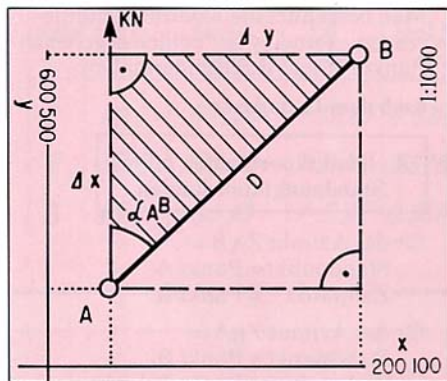


## Die Berechnung der Koordinaten (Polar)

**Gegeben:** Die Koordinaten von Punkt A  
Das Azimut  $Z_{AB} = \alpha_{AB}$   
Die Horizontaldistanz  $A_B = D$

**Gesucht:** Die Koordinaten von Punkt B

**Berechnungsvorgang:**



Man berechnet aus der Distanz  $D$  und dem Azimut  $\alpha_{AB}$  die beiden Koordinatendifferenzen  $\Delta y$  und  $\Delta x$

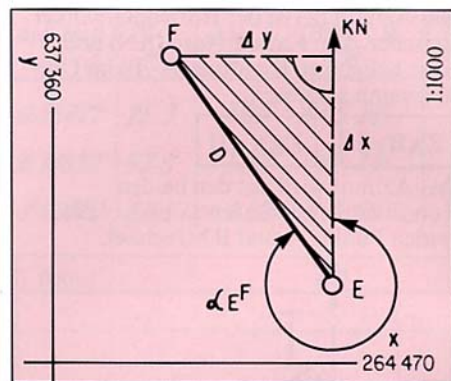
**Formeln 1**

$$\Delta y = D \times \sin \alpha_{AB}$$

$$\Delta x = D \times \cos \alpha_{AB}$$

Die berechneten Koordinatendifferenzen werden zu den Ausgangskordinaten des Punktes A addiert bzw. subtrahiert. Die Formeln 1 gelten für alle Azimute (0–400 gon), man muß nur das Vorzeichen von sin und cos genau beachten.

**Beispiel:**



**Gegeben:**

$$Y^E = 637\,395.53 \text{ m}$$

$$X^E = 264\,480.36 \text{ m}$$

$$\text{Azimut } \alpha_{EF} = 361.4860 \text{ gon}$$

$$\text{Distanz } D = 35.80 \text{ m}$$

$$\Delta y = D \times \sin \alpha_{EF} = 35.80 \text{ m} \times (-0.56874) = -20.36 \text{ m}$$

$$\Delta x = D \times \cos \alpha_{EF} = 35.80 \text{ m} \times 0.82252 = +29.45 \text{ m}$$

$$Y^E = 637\,395.53 \text{ m} \quad X^E = 264\,480.36 \text{ m}$$

$$\Delta y = -20.36 \text{ m} \quad \Delta x = +29.45 \text{ m}$$

$$Y^F = \underline{637\,375.17 \text{ m}} \quad X^F = \underline{264\,509.81 \text{ m}}$$



## Die Berechnung der Koordinaten im Polygonzug

Gegeben:

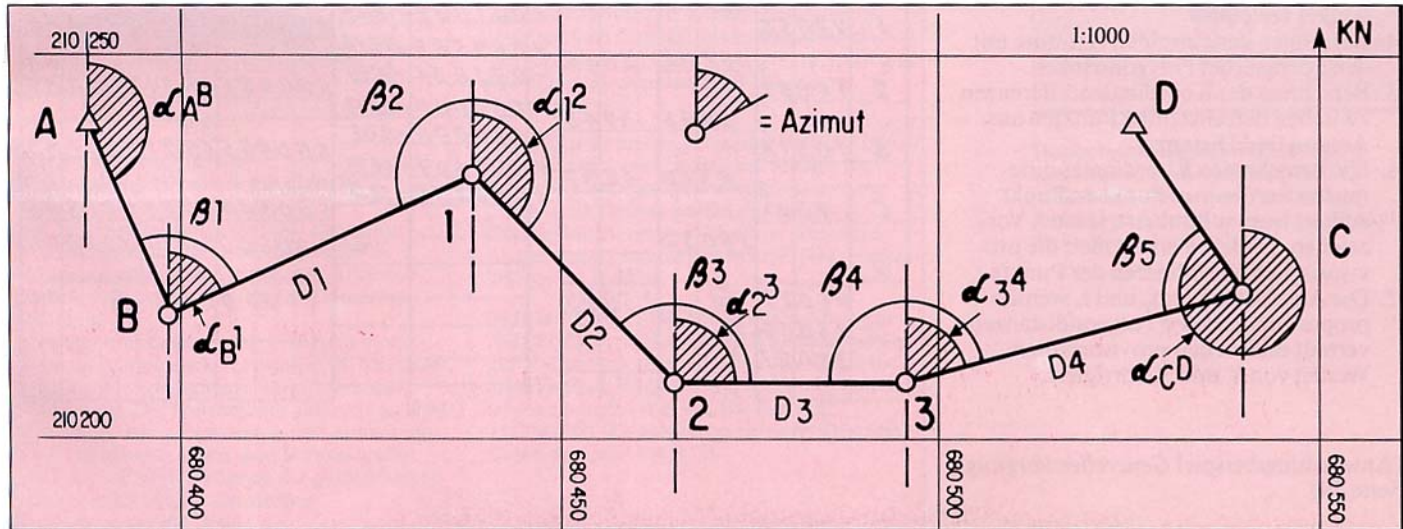
	Y	X
Koordinaten Punkt B =	680 398.60 m	210 216.16 m
Punkt C =	680 540.30 m	210 219.96 m
Anschlußazimut $\alpha_{AB}$ =	172.62 gon	
Abschlußazimut $\alpha_{CD}$ =	360.32 gon	

Gemessen:

Polygonlängen	Polygonwinkel
$D_1 = 44.43$ m	$\beta_1 = 99.82$ gon
$D_2 = 37.56$ m	$\beta_2 = 278.56$ gon
$D_3 = 30.43$ m	$\beta_3 = 148.92$ gon
$D_4 = 46.37$ m	$\beta_4 = 183.14$ gon
	$\beta_5 = 77.21$ gon

Gesucht:

Die Koordinaten der Punkte 1, 2, 3





## Berechnungsvorgang

1. Wenn notwendig, aus den Koordinaten das Anschluß- und das Abschlußazimut berechnen.
2. Kontrolle: Abschlußazimut = Anschlußazimut + sämtliche Polygonwinkel - 200 gon ev. - 400 gon ev. - 600 gon, ev. - 800 gon oder  $n \times (-200 \text{ gon})$
3. Bei einer kleinen Differenz aus ②, diese gleichmäßig auf die einzelnen Polygonwinkel verteilen.
4. Berechnen der einzelnen Azimute mit den korrigierten Polygonwinkel.
5. Berechnen der Koordinatendifferenzen zwischen den einzelnen Punkten aus Azimut und Distanz.
6. Die berechneten Koordinatendifferenzen werden von Punkt zu Punkt addiert resp. subtrahiert, je nach Vorzeichen. Dadurch erhält man die provisorischen Koordinaten der Punkte.
7. Die Abschlußfehler  $f_y$  und  $f_x$  werden proportional zu den Polygondistanzen verteilt und an den provisorischen Werten von Y und X korrigiert.

Punkt	Polygon	Azimute	Seiten	sin nat $d$	$\Delta y$	Ordinaten	Abszissen
	Winkel	$d$	D				
	gon	gon	Meter	±	prov.	Meter	Meter
A							
B	998 <del>2</del>	17262					
1	2785 <del>8</del>	7245	4443	+0.90781	+40.33	68039860	21021616
2	1489 <del>8</del>	15102	3756	+0.41937	+18.63	68043893	21023479
3	1831 <del>4</del>	9995	3043	+0.69569	+26.13	68046508	21020781
C	772 <del>8</del>	8310	4637	-0.71834	-28.98	68049542	21020783
D		36032		+1.00000	+30.43	68054030	21021996
-	96027		15879	+0.00079	+0.02	68054024	21022000
	6:0000			+0.96497	+44.75	$f_y$ 006	$f_x$ 004
	35027			+0.26236	+12.17		

(Anwendungsbeispiel *Genereller Vorgang*  
Seite 39)



## Weitere Vermessungsinstrumente für den Bau



### **WILD NA2002/NA3000**

#### **Elektronische Nivelliere mit digitaler Messwertanzeige**

NA2002/NA3000 sind weltweit die ersten Nivelliere mit digitaler elektronischer Bildverarbeitung zur Höhen- und Distanzbestimmung mit automatischer Datenregistrierung.

Messung und Berechnung erfolgen automatisch auf Knopfdruck. Verschiedene benutzergeführte Messprogramme erleichtern das Nivellieren. Die Instrumente garantieren hohe Sicherheit, kurze Messzeiten und ermüdungsfreies Beobachten. Mit dem Softwarepaket DELTA/LEVNET können die gespeicherten Daten weiterverarbeitet werden. Siehe Prospekt G1 209d.



**Lotgeräte:** Zum Auf- und Abloten von Punkten, zum Zentrieren von Instrument oder Zielmarke sowie zur Punktübertragung in verschiedene Gebäudeebenen sind Wild-Lotgeräte wegen ihrer lichtstarken Optik und der hohen Messgenauigkeit besonders geeignet.

**ZNL:** Das Zenit- und Nadirlot WILD ZNL ist ein einfaches, praktisches Instrument für optische Lotungen in der Vermessung, im Hoch- und Tiefbau und in der Industrie. Zwangszentrierung im Dreifuss. Standardabweichung 1 mm auf 30 m (1:30 000). Siehe Prospekt G1 439d.

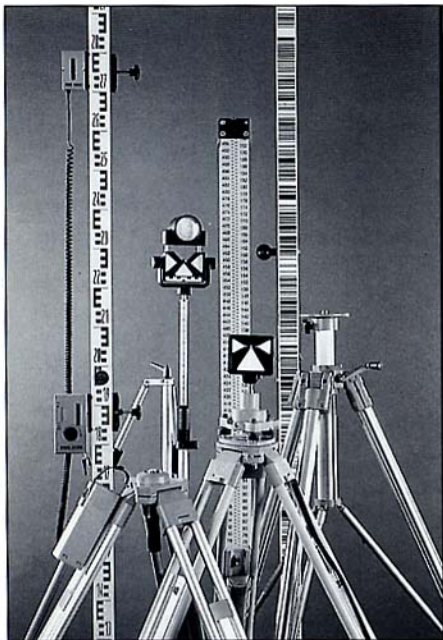
**WILD ZL/NL:** Das Automatische Zenitlot WILD ZL bzw. Nadirlot WILD NL eignet sich für Präzisionslotungen in Vermessung, Hoch- und Tiefbau, Bergbau und Industrie. Standardabweichung 0,5 mm auf 100 m Höhe (1:200 000). Zwangszentrierung-im Dreifuss. Siehe Prospekt G1 417d.



### **Doppelwinkelprisma WILD GDP3**

Das Doppelwinkelprisma GDP3 ist ein praktisches Instrument im Taschenformat zur Absteckung rechter Winkel. Siehe Prospekt G1 432d.

## Zubehör



### **Leica Sofortservice**

Leica Instrumente sind modular und servicefreundlich konzipiert. Das weltweite Leica Servicenetz gewährleistet Ihnen jederzeit die sofortige Wartung Ihrer Messausrüstung.

### **Modulares Zubehörprogramm**

Leica bietet für die Lösung jeder Messaufgabe ein umfangreiches Zubehör-Sortiment. Das modulare Ausbauprogramm garantiert Ihnen die optimale Anpassung Ihrer Ausrüstung an die jeweils gestellte Aufgabe. Dies erweitert den Anwendungsbereich und den Nutzen Ihres Instrumentes.

Verlangen Sie die detaillierten Zubehörsprospekte G1 184d, G1 279d und G1 440d.

## Weiterführende Literatur

(erhältlich bei jeder Leica-Vertretung)

Gebrauchsanweisungen der Wild-Instrumente

Sonderdrucke zu verschiedenen Anwendungen

Für Lehrer und Dozenten:

- Farbdiasatz «Wild-Vermessungsinstrumente»
- Hellraum-Overheadfolien von Instrumenten-Schnittbildern
- Gedruckte Instrumentenschnittbilder und Plakate

(erhältlich in jeder Buchhandlung)

- Markus Gerig  
«Vermessungskunde und Feldmessen für das Baugewerbe»