

Vermessen leicht gemacht



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Vorwort

Liebe Studierende und Lehrende,
liebe Interessierte,

in den letzten Jahren hat die Entwicklung moderner und leicht zu bedienender Vermessungsinstrumente dazu beigetragen, dass sie zunehmend auch von Anwendern angrenzender Fachgebiete eingesetzt werden.

Die vorliegende Broschüre informiert über die Grundlagen der Vermessung, die Einsatzmöglichkeiten der gängigsten Instrumente sowie über die wichtigsten alltäglichen Aufgaben der Vermessungsingenieure und anderer Anwender.

Auszubildende, Studierende und Berufstätige der Fachrichtungen Geodäsie, Bauwesen, Architektur und viele andere Interessierte finden Antworten auf ihre Fragen:

- Was sind die Charakteristika dieser Instrumente?
- Was muss ich beim Messen mit einem Nivellier oder einer Totalstation beachten?
- Wie wirken sich Instrumentenfehler aus und wie erkenne, bestimme und eliminiere ich sie?
- Wie löse ich einfache Vermessungsaufgaben?

Viele der Aufgaben – seien es das Berechnen von Flächen oder Volumina, das Erfassen, Kontrollieren und Abstecken von Punkten oder das Übertragen von Höhen – lassen sich heute einfach mit den in den Instrumenten integrierten

Programmen lösen. Auch auf das Messen mit GNSS-Systemen wird kurz eingegangen.

Mit nahezu 200 Jahren Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Vermessungsinstrumenten bietet Leica Geosystems das umfassendste Spektrum an innovativen Produkten und Lösungen für die Vermessung. Eine Auswahl des gesamten Produktportfolios von Leica Geosystems finden Sie unter www.leica-geosystems.com.

Ich wünsche Ihnen in der Ausbildung, Studium und Beruf viel Erfolg und dass Ihnen dieses praxisnahe Nachschlagewerk dabei nützlich ist.

Mit den besten Grüßen,



Johannes Schwarz,
Präsident Division Geomatics
Leica Geosystems AG

Inhalt

Das Nivellier	4	Instrumentenfehler	18
		Instrumentenfehler einer Totalstation	18
		Überprüfen des EDM der Totalstation	20
Messvorbereitungen	5	Instrument positionieren	21
Aufstellen des Nivelliers	5	Aufstellen über einen bekannten Punkt	
Horizontieren des Instruments	5	(Standpunktkoordinaten und Richtung eingeben)	21
Vorbereitung des Instruments		Freie Stationierung	
für parallaxenfreie Messungen	6	(Stationskoordinaten und Orientierung berechnen)	22
Überprüfung der Ziellinie (Nivellierprobe)	7		
Messen mit dem Nivellier	8	Einfache Messaufgaben	23
Höhenunterschied zwischen zwei Punkten	8	Verlängern einer Geraden	23
Optische Distanzmessung		Polares Abstecken eines Punktes	23
mit dem Nivellier	9	Messen von Neigungen	24
Liniennivellement	10	Herab- und Hochloten eines Punktes	25
Höhen abstecken	11		
Längs- und Querprofile	12		
Digitalnivellier und Rotationslaser	13	Anwendungsprogramme	26
Das Digitalnivellier	13	Geländeaufnahme (Polarverfahren)	26
Der Rotationslaser	13	Absteckung	27
		Bezugslinie	28
		Volumenberechnung	28
		Flächenberechnung	29
		Höhenbestimmung unzugänglicher Punkte	30
		Spannmaß	31
		Absteckung eines Schnurgerüsts	32
Die Totalstation	14	Messen mit GNSS (GPS & Glonass)	33
		GNSS-Referenzstationen	34
Überblick	15		
Reflektorlose Distanzmessung	15		
Automatische Zielerfassung	15		
Koordinaten	16		
Winkelmessung	17		

Das Nivellier

Ein Nivellier besteht im Wesentlichen aus einem um eine Vertikalachse drehbaren Fernrohr, bei dem eine horizontale Ziellinie erzeugt werden kann. Mit deren Hilfe können Höhenunterschiede bestimmt oder abgesteckt werden. Leica Geosystems Nivelliere sind zusätzlich mit einem Hori-

zontalkreis ausgestattet, der sich sehr gut zum Abstecken rechter Winkel, z.B. bei Querprofilaufnahmen, eignet.

Außerdem können mit dem Nivellier optisch Distanzen mit einer Genauigkeit von 0,1 – 0,3 m gemessen werden.



Aufstellen des Nivelliers

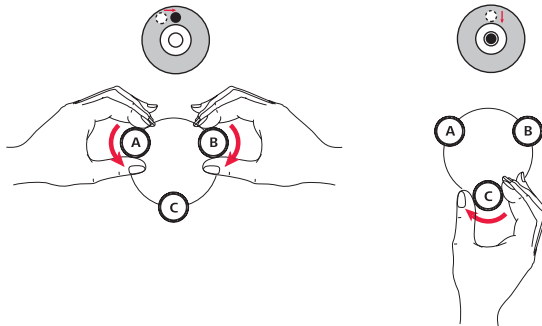
1. Stativbeine auf die gewünschte Länge ausziehen und Schrauben fest anziehen.
2. Stativ so aufstellen, dass der Stativteller möglichst horizontal ist. Die Stativbeine fest in den Boden eintreten.

3. Erst dann das Instrument aufsetzen und festschrauben. Das Instrument benötigt ca. fünf Minuten, um sich an die Umgebungstemperatur anzupassen. Bei längeren Standzeiten unter Sonneneinstrahlung sollte ein Sonnenschirm aufgestellt werden.

Horizontieren des Instruments

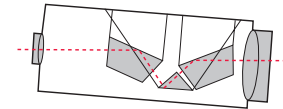
Nach dem Aufstellen wird das Instrument durch Einspielen der Dosenlibelle grob horizontalisiert.

Zunächst werden zwei Fußschrauben gleichzeitig gegenläufig gedreht. Dabei gibt der Zeigefinger der rechten Hand die Richtung an, in die die Blase der Dosenlibelle laufen soll. Mit der dritten Fußschraube wird dann die Libelle zum Einspielen gebracht.



Zur Kontrolle wird das Instrument um 180° gedreht. Die Libellenblase sollte danach immer noch innerhalb des Einstellkreises stehen. Ragt sie darüber hinaus, muss sie justiert werden (siehe Gebrauchsanweisung).

Bei einem Nivellier erfolgt die Feinhorizontierung automatisch durch den Kompensator. Dieser besteht im Prinzip aus einem an Fäden aufgehängten Spiegel, der den horizontalen Lichtstrahl trotz einer Restneigung des Fernrohrs auf die Fadenkreuzmitte lenkt.



Tippt man leicht an ein Stativbein, so sieht man (bei eingespielter Dosenlibelle) wie die Ziellinie um die Lattenablesung schwingt und sich immer auf denselben Wert einstellt. So kann man prüfen, ob der Kompensator frei schwingt.

Vorbereitung für parallaxenfreie Messungen

Eine Fadenkreuzparallaxe ist ein Fehler, der bei optischen und elektro-optischen Instrumenten wie Nivellieren und Totalstationen auftritt.

Dieser Fehler tritt dann auf, wenn die Fadenkreuzebene nicht mit der Bildebene des anvisierten Objekts zusammenfällt, z.B. der Nivellierlatte oder dem Prisma bei Messungen mit einer Totalstation.

Man erkennt diesen Fehler einfach, indem man das Auge vor dem Okular leicht hin und her bewegt. Das Fadenkreuz scheint sich zu bewegen, als würde es nicht in der opti-

schen Achse liegen. Korrigiert man diesen Fehler nicht, ist die Lattenablesung oder das Anvisieren des Prismas nicht korrekt, was zu fehlerhaften Ergebnissen führt.

Deshalb muss die Parallaxe vor Beginn der Messung geprüft und gegebenenfalls beseitigt werden:

- Man zielt auf einen hellen Hintergrund (z.B. ein Blatt Papier)
- Das Fadenkreuz mit dem Okular scharf stellen
- Dann das Ziel anvisieren

Die beiden Bildebenen fallen jetzt zusammen.



Überprüfung der Ziellinie (Nivellierprobe)

Bei einem neuen Nivellier wird der Kompensator bei Raumtemperatur justiert, sodass die Ziellinie – auch bei leicht geneigtem Instrument – horizontal ist. Das ändert sich jedoch bei größeren Temperaturunterschieden ($> 10^\circ - 15^\circ$), nach längeren Transporten und starken Vibrationen. Deshalb ist in solchen Fällen und vor allem dann, wenn nicht immer mit gleichen Zielweiten gearbeitet werden kann, die Ziellinie zu überprüfen.

1. In flachem Gelände zwei Nivellierlatten im Abstand von max. 30m aufstellen.
2. Das Instrument so aufstellen, dass die Abstände zu den beiden Latten gleich sind (abschreiten genügt).

3. Beide Latten ablesen und Höhenunterschied berechnen (Bild unten links).

$$\text{Lattenablesung } A = 1,549$$

$$\text{Lattenablesung } B = 1,404$$

$$\Delta H = A - B = 0,145$$

4. Instrument ca. 1 m vor Latte A aufstellen und Latte ablesen. (Bild unten rechts).

$$\text{Lattenablesung } A = 1,496$$

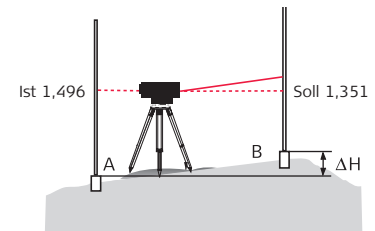
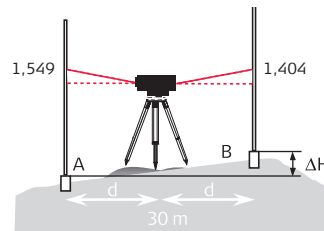
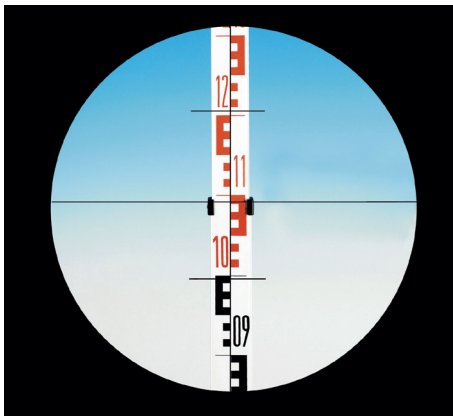
5. Sollablesung B berechnen:

$$\text{Lattenablesung } A = 1,496$$

$$- \Delta H = 0,145$$

$$\text{Sollablesung } B = 1,351$$

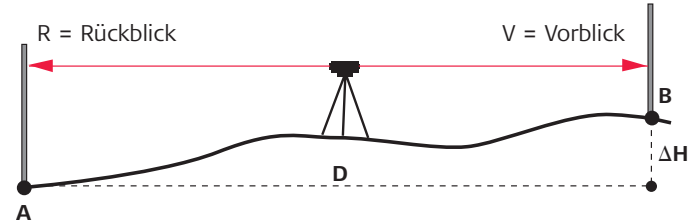
6. Latte B ablesen. Ist die Differenz zur Sollablesung größer als 3 mm, sollte die Ziellinie justiert werden (siehe Gebrauchsanweisung).



Höhenunterschied zwischen zwei Punkten

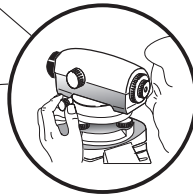
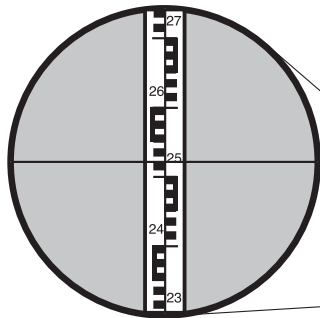
Das Grundprinzip des Nivellierens ist die Bestimmung des Höhenunterschieds zwischen zwei Punkten. Die Abstände vom Instrumentenstandpunkt zu den beiden Punkten sollten etwa gleich sein, um systematische Einflüsse durch die Atmosphäre und eine restlichen Ziellinienschiefe auszuschalten.

Der Höhenunterschied berechnet sich aus der Differenz der Lattenablesungen auf den Punkten A und B.

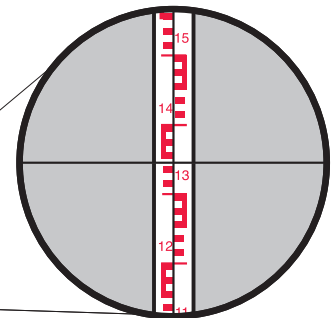


$$\Delta H = R - V = 2,521 - 1,345 = 1,176$$
$$\text{Neigung in \%} = 100 \times \Delta H / D$$

Ablesung: 2,521



Ablesung: 1,345



Optische Distanzmessung mit dem Nivellier

Auf der Strichplatte sind zwei Distanzstriche symmetrisch zum Fadenkreuz angeordnet. Deren Abstand ist so gewählt, dass der entsprechende Lattenabschnitt mit 100 multipliziert die Distanz ergibt.

Genauigkeit der Distanzmessung: 10 – 30 cm.

Beispiel:

Ableseung oberer Distanzstrich

$$B = 1,205$$

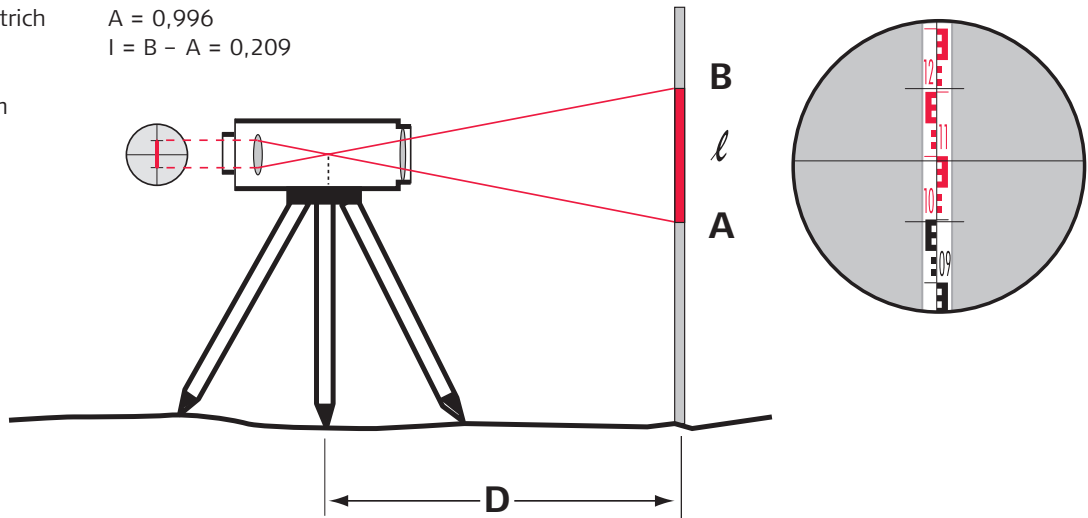
Ableseung unterer Distanzstrich

$$A = 0,996$$

Lattenabschnitt

$$l = B - A = 0,209$$

$$\text{Distanz} = 100 \times l = 20,9 \text{ m}$$



Liniennivellement

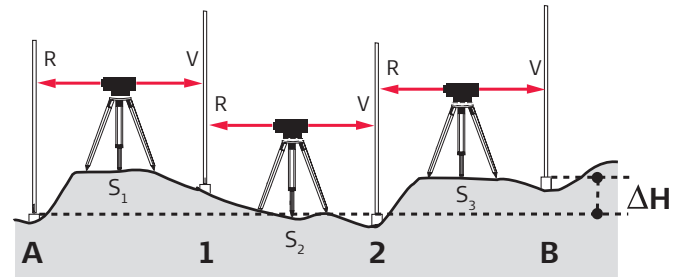
Liegen die Punkte A und B weit auseinander, so wird deren Höhenunterschied mit einem Liniennivellement bestimmt, wobei die Zielweiten in der Regel zwischen 30m und 50m liegen sollten.

Instrumenten- und Lattenstandpunkte sind durch Abschreiten so zu wählen, dass die Abstände vom Instrument zu den beiden Latten etwa gleich sind.

1. Instrument bei S_1 aufstellen.
2. Nivellierlatte auf Punkt A mit einem Lattenrichter lotrecht aufstellen, Höhe ablesen und notieren (Rückblick R).
3. Latte auf Wechsellpunkt 1 (Lattenuntersatz oder markanter Bodenpunkt) aufstellen, Höhe ablesen und notieren (Vorblick V).
4. Instrument bei S_2 aufstellen (Latte bleibt auf Wechsellpunkt 1 stehen)
5. Latte auf Wechsellpunkt 1 vorsichtig zum Instrument drehen.
6. Rückblick ablesen ... usw.

Der Höhenunterschied zwischen A und B ist gleich Summe der Rückblicke – Summe der Vorblicke.

Im Feldbuchbeispiel rechts wurden zusätzlich die Höhen der Wechsellpunkte berechnet.

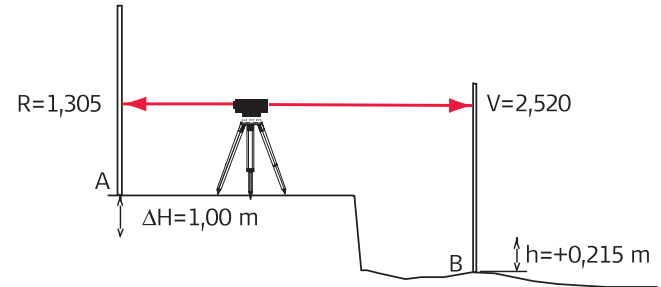


Standpunkt	Pkt. Nr.	Rückblick R	Vorblick V	Höhe	Bemerkungen
	A			420,300	
S_1	A	+2,806			
	1		-1,328	421,778	= Höhe A + R - V
S_2	1	+0,919			
	2		-3,376	419,321	
S_3	2	+3,415			
	B		-1,623	421,113	
Summe		+7,140	-6,327		
				+0,813	= Höhe B - Höhe A
ΔH		+0,813			= Höhenunterschied AB

Höhen abstecken

In einer Baugrube soll ein Punkt B um $\Delta H = 1,00$ m unter Straßenniveau (Punkt A) abgesteckt werden.

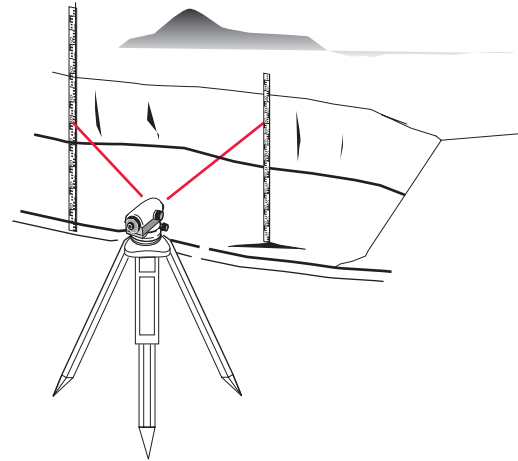
1. Nivellier so aufstellen, dass die Zielweiten zu A und B etwa gleich sind.
2. Nivellierlatte auf A aufstellen und Rückblick R = 1,305 ablesen.
3. Latte auf B aufstellen und Vorblick V = 2,520 ablesen.
Die Differenz h zur Sollhöhe bei B errechnet sich zu:
 $h = V - R - \Delta H = 2,520 - 1,305 - 1,00 = +0,215$ m
4. Bei B einen Pflock einschlagen und die Sollhöhe (0,215 m über dem Boden) markieren.



Bei einer anderen häufig angewendeten Methode wird die Soll-Lattenablesung vorberechnet:

$$V = R - \Delta H = 1,305 - (-1,000) = 2,305$$

Die Nivellierlatte wird dann so lange nach oben oder unten verschoben, bis am Nivellier der berechnete Wert abgelesen wird.



Längs- und Querprofile

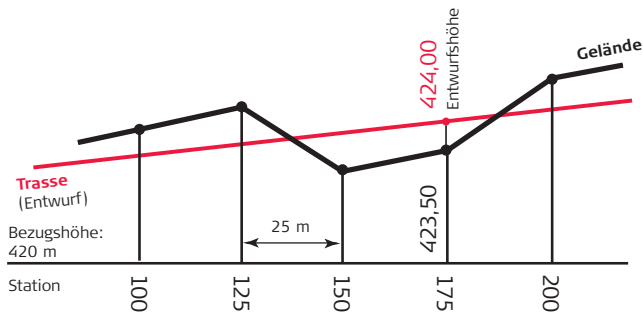
Längs- und Querprofile bilden die Grundlagen für die Feinplanung und Detailabsteckung von Verkehrswegen (z.B. einer Straße), für die Erdmassenberechnung und die optimale Anpassung des Verkehrsweges an das Gelände. Bei der Planung wird zunächst die Längsachse (Trasse) abgesteckt und stationiert, d.h. in regelmäßigen Abständen werden Punkte festgelegt und vermarktet.

Längs der Trasse wird dann ein Längsprofil aufgenommen, wobei die Höhen der Stationspunkte durch ein Liniennivellement bestimmt werden. Bei den Stationspunkten und markanten Geländepunkten werden dann Querprofile senkrecht zur Trasse aufgenommen. Die Berechnung der Geländehöhen der Querprofilpunkte geschieht mit Hilfe

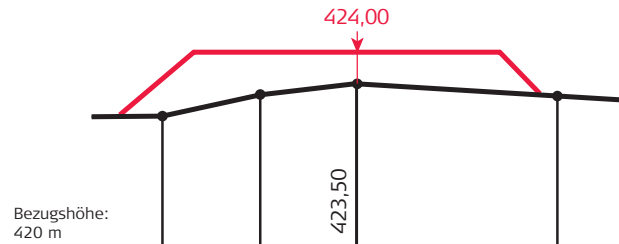
des Instrumentenhorizonts. Die Latte wird zuerst auf einen bekannten Stationspunkt aufgehalten. Der Instrumentenhorizont ist gleich Lattenablesung plus Stationspunkthöhe. Subtrahiert man nun die Lattenablesungen auf den Querprofilpunkten vom Instrumentenhorizont, so erhält man die Höhen der betreffenden Punkte.

Die Distanzen vom Stationspunkt zu den Querprofilpunkten werden mit dem Messband oder optisch mit dem Nivellier gemessen. Bei der Kartierung eines Längsprofils werden die Höhen der Stationspunkte in einem z.B. 10-fach größeren Maßstab als die Stationierung der Längsrichtung von einer runden Bezugshöhe aus abgetragen (Bild unten links).

Längsprofil



Querprofil Station 175



Das Digitalnivellier

Die Digitalnivelliere von Leica Geosystems waren weltweit die ersten Nivelliere mit digitaler elektronischer Bildverarbeitung zur Höhen- und Distanzbestimmung. Hierbei wird eine codierte Latte vollautomatisch und elektronisch abgelesen (Bild). Lattenablesung und Distanz werden digital angezeigt und können registriert werden. Die Höhen der Lattenstandpunkte werden fortlaufend berechnet.

Damit entfallen Ablese-, Schreib- und Rechenfehler. Für die Weiterverarbeitung der registrierten Daten werden von Leica Geosystems Softwarepakete angeboten.

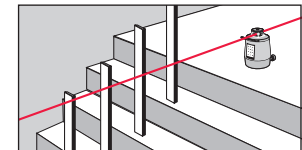
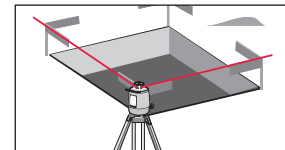
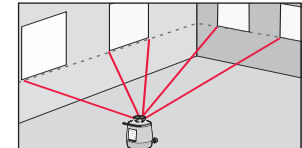
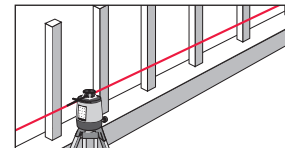
Ein Digitalnivellier ist zu empfehlen, wenn viel nivelliert werden muss. Damit kann bis zu 50% Zeit gespart werden.



Der Rotationslaser

Sind z.B. auf einer großen Baustelle viele Punkthöhen abzustecken oder zu überwachen, ist es oft sinnvoll, einen Rotationslaser einzusetzen. Bei diesem beschreibt ein rotierender Laserstrahl eine Horizontalebene, die als Referenzebene zur Höhenabsteckung (z.B. von Meterrissen) oder zur Höhenüberprüfung dient.

Ein Detektor wird dann an einer Nivellierlatte verschoben, bis ihn der Laserstrahl trifft. Die Höhe kann dann direkt an der Latte abgelesen werden. Ein Beobachter am Instrument ist hierbei nicht erforderlich.



Die Totalstation

Überall, wo die Lage, oder Lage und Höhe von Punkten bestimmt oder abgesteckt werden müssen, wird eine Totalstation eingesetzt. Die Totalstation (auch Tachymeter) ist ein Theodolit mit integriertem Distanzmesser, mit dem Winkel und Distanzen gleichzeitig gemessen werden können. Alle Totalstationen verfügen über einen elektro-optischen Distanzmesser (EDM) und einen elektronischen Winkelabgriff. Dabei werden die codierten Teilungen des Horizontal- und Vertikalkreises elektronisch abgetastet. Winkel und Distanzen werden digital angezeigt, Horizontaldistanz,

Höhenunterschied, Koordinaten und andere Werte werden automatisch berechnet, und alle Messwerte und Zusatzinformationen können auf den internen Speicher und dann auf mobile Datenträger übertragen werden.

Leica Geosystems Totalstationen sind mit einem Softwarepaket ausgestattet, mit dessen Hilfe die meisten Vermessungsaufgaben leicht, schnell und elegant gelöst werden können. Die wichtigsten Programme werden später in diesem Dokument vorgestellt.

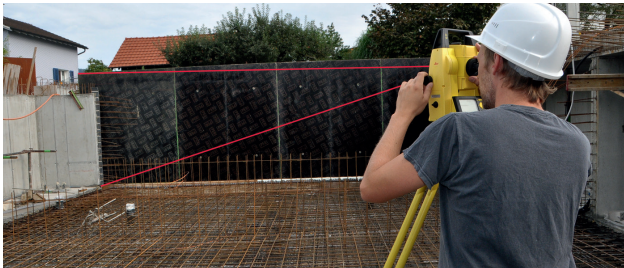


Reflektorlose Distanzmessung

In den meisten Totalstationen von Leica Geosystems ist neben dem konventionellen Infrarotdistanzmesser, mit dem auf Prismen gemessen wird, ein reflektorlos messender Laserdistanzmesser integriert. Zwischen beiden Messmethoden kann auf Knopfdruck umgeschaltet werden.

Die reflektorlose Distanzmessung bietet dort große Vorteile, wenn die zu messenden Punkte nicht oder nur schwer zugänglich sind, wie z.B. bei Fassadenaufnahmen, beim Einmessen von Rohrleitungen und bei Messungen über Schluchten oder Zäune.

Der koaxiale, sichtbare rote Laser eignet sich auch zur Zielpunktmarkierung für Profilaufnahmen im Tunnel oder bei Messung in Innenräumen.



Automatische Zielerfassung

Viele Totalstationen von Leica Geosystems sind mit einer automatischen Zielerfassung (ATR) ausgestattet, die das Anzielen erleichtert und beschleunigt. Dabei genügt es, das Fernrohr grob auf den Reflektor auszurichten. Auf Knopfdruck erfolgt dann automatisch die Feinzielung, die Winkel und Distanzmessung sowie das Speichern aller Messwerte. Diese Technik ermöglicht es auch, Messungen durch einen Computer gesteuert, vollautomatisch auszuführen. Die ATR kann auch in einen Modus geschaltet werden, bei dem bewegte Ziele verfolgt und gemessen werden können, d.h. das Instrument verfolgt den Reflektor nach der ersten Messung automatisch.

Vorteile:

Hohe Messgeschwindigkeit bei konstanter Messgenauigkeit unabhängig vom Beobachter.



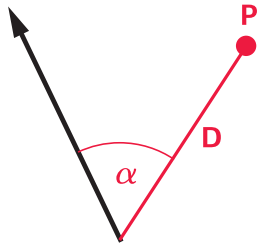
Koordinaten

Zur Beschreibung der Lage eines Punktes benötigt man zwei Koordinatentypen. Bei Polarkoordinaten sind Strecke (D) und Winkel (α) bekannt, bei rechtwinkligen Koordinaten die beiden Strecken (y, x) in einem rechtwinkligen System.

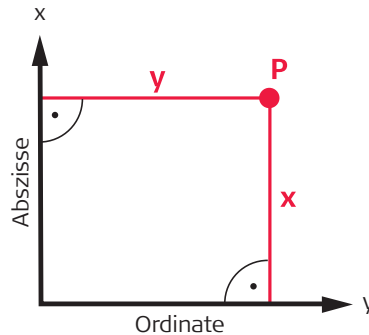
Die Totalstation misst Polarkoordinaten, die direkt oder nachträglich im Büro in rechtwinklige Koordinaten des entsprechenden Koordinatensystems umgerechnet werden.

Polarkoordinaten

Nullrichtung



Rechtwinklige Koordinaten



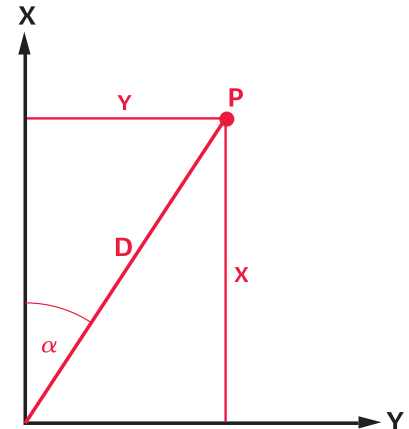
Umrechnung

gegeben: D, α
gesucht: x, y

$$y = D \cdot \sin \alpha$$
$$x = D \cdot \cos \alpha$$

gegeben: x, y
gesucht: D, α

$$D = \sqrt{y^2 + x^2}$$
$$\sin \alpha = y/D \text{ oder}$$
$$\cos \alpha = x/D$$



Winkelmessung

Ein Winkel ist die Differenz zweier Richtungen.

Der Horizontalwinkel α zwischen den beiden Richtungen zu P_1 und P_2 ist unabhängig von dem Höhenunterschied der beiden Punkte, vorausgesetzt, dass das Fernrohr beim Kippen in jeder Richtung eine Vertikalebene beschreibt, was nur im Idealfall so ist.

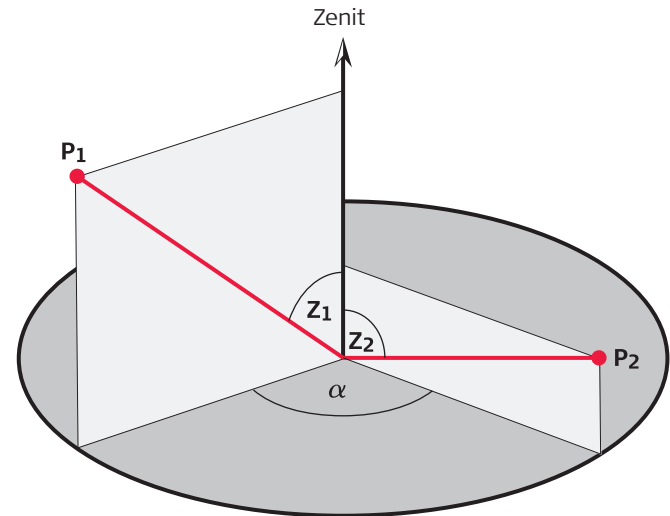
Der Vertikal- oder Zenitwinkel ist die Differenz zwischen einer vorgegebenen Richtung, nämlich der Richtung zum Zenit und der Richtung zu dem betreffenden Punkt.

Der Vertikalwinkel ist daher nur richtig, wenn die Nullab-lesung des Vertikalkreises tatsächlich exakt im Zenit liegt, was auch nur im Idealfall so ist.

Abweichungen vom Idealfall sind bedingt durch Achsfehler des Instruments und ungenügende Horizontierung (siehe Abschnitt «Instrumentenfehler»).

Z_1 = Zenitwinkel zu P_1
 Z_2 = Zenitwinkel zu P_2

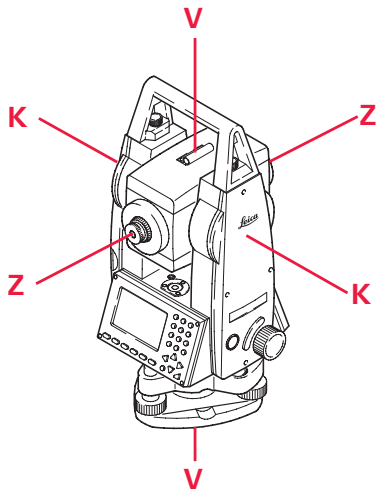
α = Horizontalwinkel zwischen den beiden Richtungen zu P_1 und P_2 , d.h. Winkel zwischen den beiden Vertikal-ebenen durch P_1 und P_2



Instrumentenfehler einer Totalstation

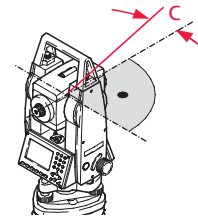
Im Idealfall erfüllt die Totalstation folgende Bedingungen:

- a) Die Zielachse ZZ ist senkrecht zur Kippachse KK
- b) Die Kippachse KK ist senkrecht zur Stehachse VV
- c) Die Stehachse VV steht streng lotrecht
- d) Die Vertikalkreisablesung ist im Zenit exakt «Null»



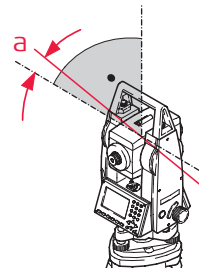
Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so spricht man von folgenden Fehlern:

- a) Ziellinien- oder Kollimationsfehler c (Abweichung vom rechten Winkel zwischen Ziel- und Kippachse)



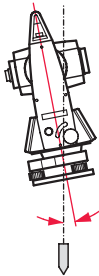
Ziellinienfehler (c)
(Hz-Kollimation)

- b) Kippachsfehler a (Abweichung vom rechten Winkel zwischen Kipp- und Stehachse)



Kippachsfehler (a)

c) Stehachsschiefe (Winkel zwischen Lotlinie und Stehachse)



Stehachsschiefe

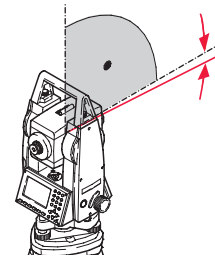
Die Einflüsse dieser drei Fehler auf die Horizontalwinkelmessung wachsen mit dem Höhenunterschied zwischen den Zielpunkten.

Ziellinien- und Kippachsfehler werden durch Messen in beiden Fernrohrlagen eliminiert. Der Ziellinienfehler (bei genauen Totalstationen auch der meistens sehr kleine Kippachsfehler) kann auch bestimmt und abgespeichert werden. Er wird dann bei jeder Winkelmessung automatisch berücksichtigt, wodurch auch in nur einer Fernrohrlage annähernd fehlerfreie Messungen möglich sind. Das Bestimmen und Abspeichern der Fehler sind ausführlich in der jeweiligen Gebrauchsanweisung beschrieben.

Die Stehachsschiefe ist kein Instrumentenfehler, er entsteht durch mangelhafte Horizontierung des Instruments und wird durch Messen in beiden Fernrohrlagen nicht eli-

miniert. Sein Einfluss auf die Winkelmessungen H_z und V wird durch den internen Kompensator automatisch zweifach bzw. vierfach kompensiert.

d) Höhenindexfehler i (Winkel zwischen der Zenitrichtung und der «Null»-Ablesung des Vertikalkreises), d.h. die Vertikalkreisablesung bei horizontaler Ziellinie ist nicht 100 gon (90°), sondern $100\text{ gon} + i$.



Höhenindexfehler (i)
(V-Index)

Durch Messen in beiden Fernrohrlagen und Mittelung wird der Indexfehler eliminiert. Er kann auch bestimmt und abgespeichert werden.

Hinweis:

Die Instrumentenfehler ändern sich mit der Temperatur, durch Vibrationen und auf längeren Transporten. Wenn nur in einer Fernrohrlage gemessen werden soll, sind unmittelbar vor den Messungen die Instrumentenfehler zu bestimmen und abzuspeichern.

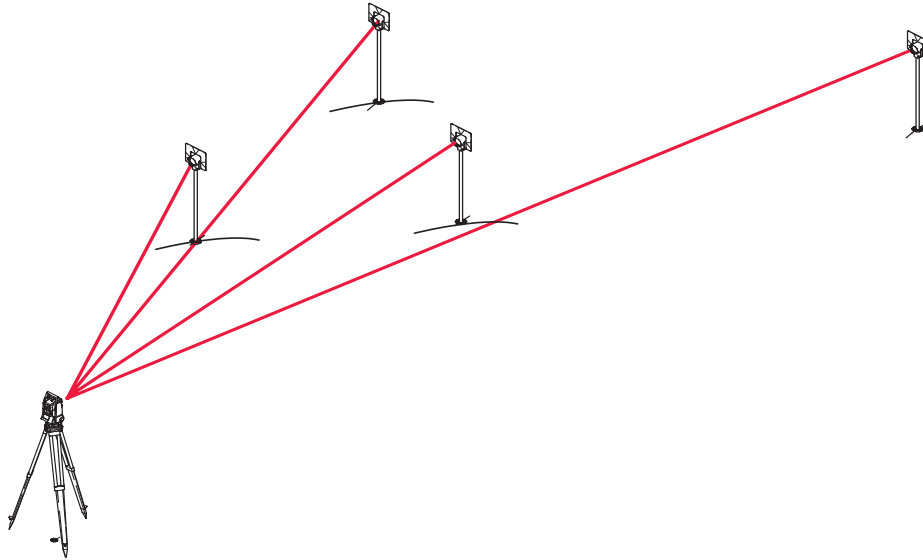
Überprüfen des EDM der Totalstation

Drei bis vier Strecken innerhalb des für den Benutzer typischen Distanzbereichs (z.B. zwischen 20 m und 200 m) fest vermarknen.

Mit einem neuen oder auf einer Prüfstrecke kalibrierten EDM (Elektronischer Distanzmesser) diese Strecken dreimal messen. Die Mittelwerte – atmosphärisch korrigiert (siehe

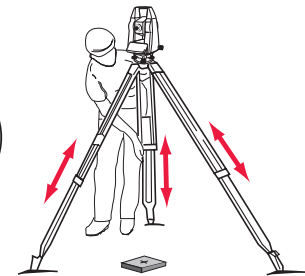
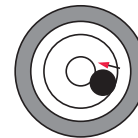
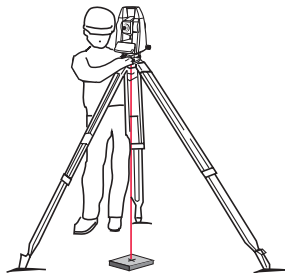
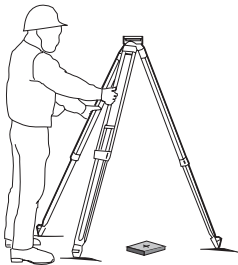
Gebrauchsanweisung) – können als Sollwerte betrachtet werden.

Mindestens zweimal im Jahr sind mit jedem EDM diese Strecken zu messen. Solange keine systematischen Abweichungen auftreten, die größer sind als die erwartete Messunsicherheit, ist der EDM in Ordnung.



Aufstellen der Totalstation über einen bekannten Punkt (Standpunktkoordinaten und Richtung eingeben)

1. Stativ grob über den Bodenpunkt stellen.
2. Durch Betrachten von verschiedenen Seiten die Position des Stativs korrigieren, bis der Stativteller einigermaßen senkrecht über dem Bodenpunkt liegt und horizontal ist (Bild unten links).
3. Stativbeine fest in den Boden eindrücken und Instrument auf das Stativ schrauben. Warten Sie ca. fünf Minuten bis das Instrument die Umgebungstemperatur erreicht hat. Stellen Sie bei starker Sonneneinstrahlung einen Sonnenschirm auf.
4. Laserlot einschalten oder bei älteren Instrumenten durch das optische Lot schauen und durch Drehen der Fußschrauben den Laserpunkt oder das optische Lot auf den Bodenpunkt zentrieren (Bild unten mitte).
5. Durch Verändern der Länge der Stativbeine die Dosenlibelle einspielen (Bild unten rechts).
6. Nach der Feinhorizontierung die Zentralanzugsschraube leicht lösen und das Instrument verschieben, bis der Laserpunkt exakt auf dem Bodenpunkt zentriert ist.
7. Zentralanzugsschraube wieder anziehen!
8. Geben Sie die Stationskoordinaten und die Instrumentenhöhe ein (siehe Gebrauchsanweisung).
9. Zielen Sie einen zweiten bekannten Punkt an, und geben sie dessen Koordinaten oder die Richtung zu diesem Punkt ein. Bestätigen Sie die Eingaben.
10. Jetzt ist ihr Instrument in einem Koordinatensystem positioniert und orientiert. Sie können nun Punkte und Winkel messen oder abstecken.



Freie Stationierung (Stationskoordinaten und Orientierung berechnen)

Die Freie Stationierung berechnet die Lage und Höhe des Instrumentenstandpunktes sowie die Horizontalkreisorientierung aus Messungen zu mindestens zwei Punkten mit bekannten Koordinaten.

Die Koordinaten der Anschlusspunkte können manuell eingegeben oder vorher im Instrument abgespeichert werden.

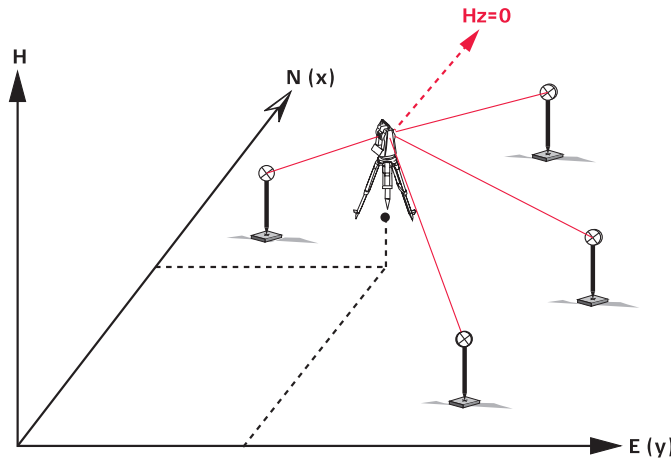
Diese Methode hat den großen Vorteil, dass vor allem bei größeren Aufnahme- oder Absteckungsarbeiten, z.B. auf Großbaustellen, der günstigste Instrumentenstandpunkt gewählt werden kann und man nicht auf einen vielleicht

ungünstig gelegenen bekannten Punkt als Instrumentenstandpunkt angewiesen ist. Vermeiden Sie jedoch schleifende Schritte!

Messmöglichkeiten und Messablauf sind in den Gebrauchsanweisungen detailliert beschrieben.

Hinweis:

Bei allen Messaufgaben, bei denen Höhen bestimmt oder abgesteckt werden, müssen die Instrumentenhöhe und Reflektorhöhe berücksichtigt werden.

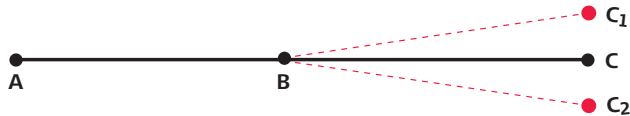


Verlängern einer Geraden

1. Instrument auf Punkt B aufstellen.
2. Punkt A anzielen, Fernrohr durchschlagen und Punkt C_1 markieren.
3. Instrument um 200 gon (180°) drehen und Punkt A wieder anzielen.
4. Fernrohr wieder durchschlagen und Punkt C_2 markieren. Punkt C, die Mitte zwischen C_1 und C_2 ist exakt die Verlängerung von A B.

Der Grund dafür, dass C_1 und C_2 nicht zusammenfallen, ist ein Ziellinienfehler.

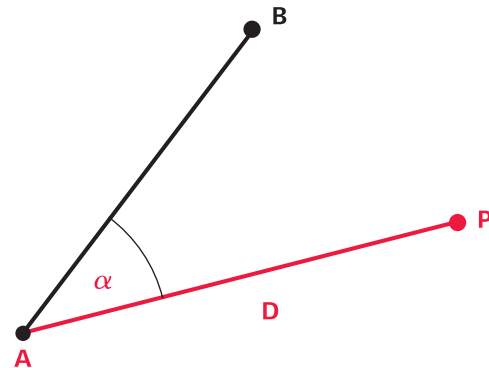
Bei geeigneten Visuren ist der Fehlereinfluss eine Kombination von Ziel-, Kippachs- und Stehachsfehler.



Polares Abstecken eines Punktes

Die Absteckelemente Winkel und Distanz beziehen sich hier auf einen bekannten Punkt A und auf eine bekannte Ausgangsrichtung von A nach B.

1. Instrument auf Punkt A aufstellen und Punkt B anzielen.
2. Horizontalkreis auf «Null» stellen (siehe Gebrauchsanweisung).
3. Instrument drehen bis α in der Anzeige erscheint.
4. Reflektorträger in die Fernrohrrichtung einweisen, dann messen und die Horizontalabstand ablesen. So lange messen bis Punkt P erreicht ist.



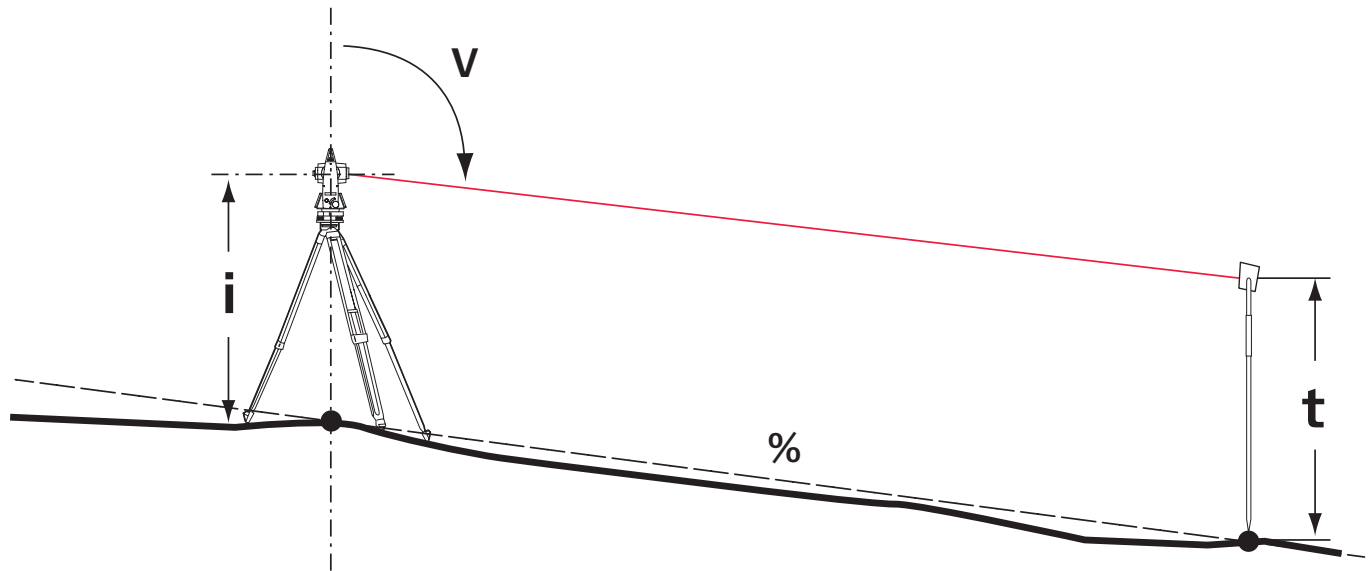
Messen von Neigungen

Man stellt das Instrument auf einen Punkt der Geraden, dessen Neigung man bestimmen will, und einen Prismenstab auf einen zweiten Punkt der Geraden.

Geben Sie die Instrumentenhöhe i und Zielpunkthöhe t (Reflektorhöhe) ein. Die Vertikalkreisablesung kann von

Zenitwinkel in Gon oder Grad auf % umgestellt werden (siehe Gebrauchsanweisung), sodass die Neigung in % direkt abgelesen werden kann.

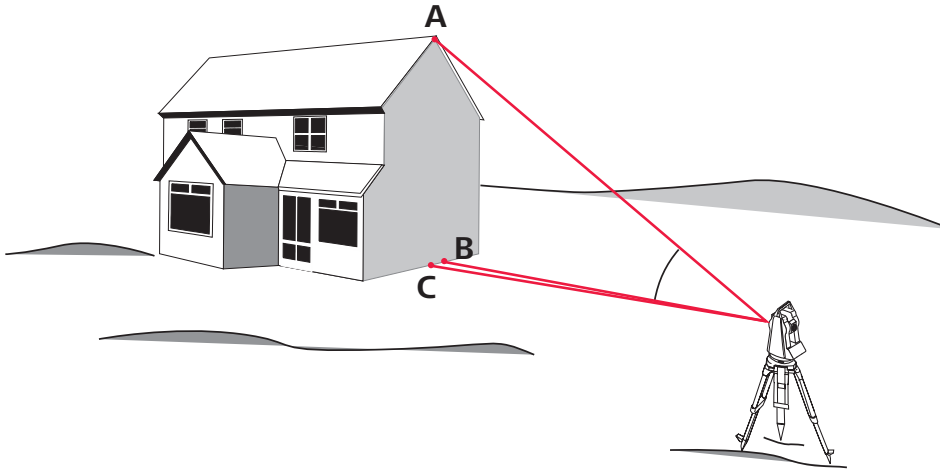
Zielen Sie auf die Prismenmitte und messen Sie die Entfernung. Die Neigung wird in % angezeigt.



Herab- und Hochloten eines Punktes

Das Herablotten eines Hochpunktes, das Hochloten eines Bodenpunktes oder das Überprüfen einer senkrechten Linie an einem Bauwerk ist in einer Fernrohrlage nur dann exakt möglich, wenn das Fernrohr beim Kippen eine Vertikalebene beschreibt. Um das zu überprüfen, geht man wie folgt vor:

1. Einen Hochpunkt A anzielen, Fernrohr nach unten kippen und Bodenpunkt B markieren.
2. Fernrohr durchschlagen und in der zweiten Lage wiederholen. Punkt C markieren.



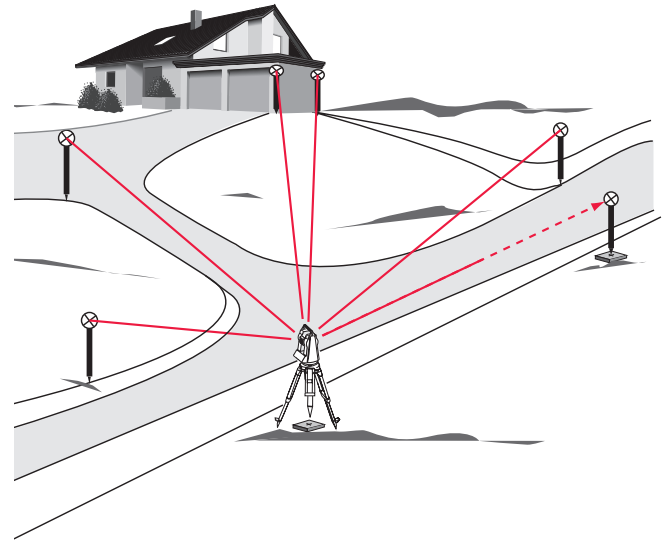
Die Mitte zwischen den beiden Punkten ist der exakte Lotpunkt. Der Grund dafür, dass beide Punkte nicht zusammenfallen, ist ein Kippachsfehler und/oder eine Stehachsschiefe.

Bei solchen Arbeiten ist darauf zu achten, dass die Totalstation genau horizontalisiert ist, damit der Einfluss der Stehachsschiefe bei steilen Visuren möglichst gering bleibt.

Geländeaufnahme (Polarverfahren)

Durch Winkel- und Distanzmessung wird die Lage und die Höhe von Objektpunkten erfasst, z.B. um einen Lageplan zu erstellen. Dazu wird in einem lokalen Koordinatensystem das Instrument auf einen beliebigen markanten Punkt aufgestellt. Geben Sie die Standpunktkoordinaten ein ($X=0$, $Y=0$, Instrumentenhöhe i messen). Zur Orientierung wird ein zweiter markanter Punkt gewählt, nach dessen Anzielung der Horizontalkreis auf «Null» gestellt wird (siehe Gebrauchsanweisung).

Liegt bereits ein Koordinatensystem vor, so ist das Instrument auf einen bekannten Punkt aufzustellen und der Horizontalkreis zu einem zweiten bekannten Punkt zu orientieren (s. Seite 21). Sie können auch die Methode der Freien Stationierung anwenden (s. Seite 22), wenn die Koordinaten von mindestens zwei Punkten bekannt sind.

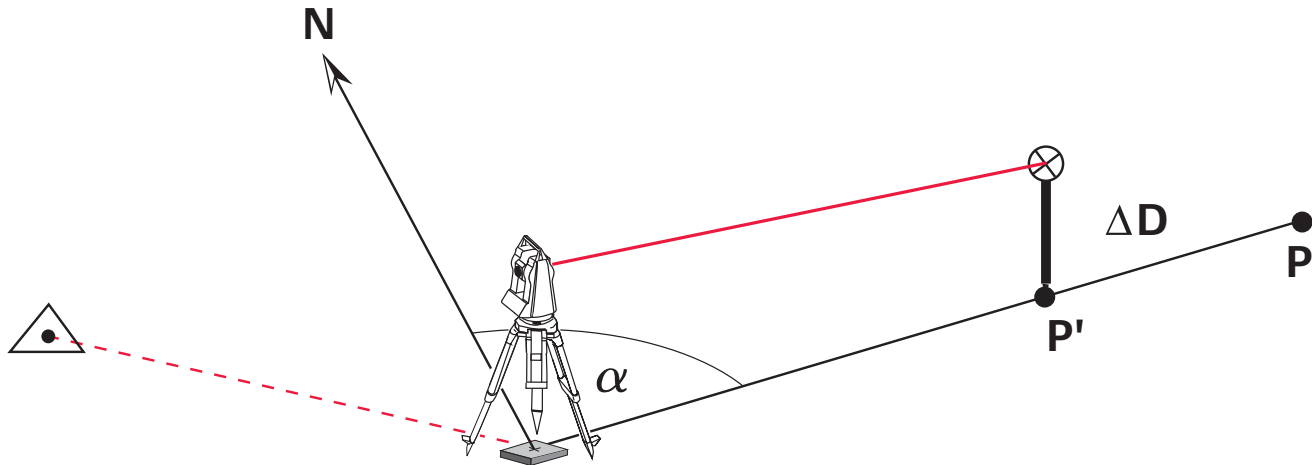


Absteckung

1. Instrument auf einen bekannten Punkt aufstellen und Horizontalkreis orientieren (siehe Seite 21).
2. Koordinaten des abzusteckenden Punktes manuell eingeben. Das Programm rechnet automatisch die Absteckelemente Richtung und Distanz.
3. Totalstation drehen, bis die Horizontalkreisablesung «Null» ist.
4. Reflektor in diese Richtung einweisen (Punkt P').
5. Distanz messen, die Distanzdifferenz ΔD zum Punkt P wird automatisch angezeigt.

Die Koordinaten der abzusteckenden Punkte können auch vorher im Büro vom PC auf einen Datenträger oder den internen Speicher der Totalstation geladen werden. Dann muss zum Abstecken nur noch die Punktnummer eingegeben werden.

Sie können auch die Methode der Freien Stationierung anwenden (s. Seite 22), wenn die Koordinaten von mindestens zwei Punkten bekannt sind.



Bezugslinie

Alle Leica Geosystems Totalstationen und GNSS-Systeme (ab S.33) sind mit modernen Anwendungsprogrammen ausgestattet. Das Programm Bezugslinie/Schnurgerüst ist eine der meist verwendeten und bietet zwei Optionen:

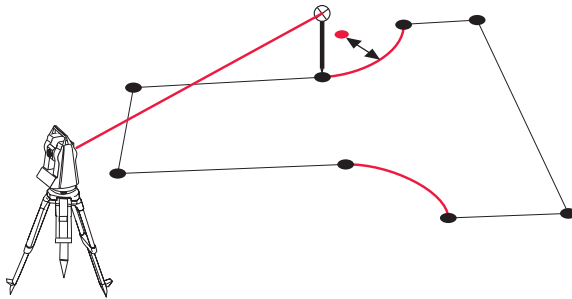
1. Messen zu einer Bezugslinie

Die Lage und Höhe sowie der Abstand eines gemessenen Punktes kann relativ zu einer zuvor definierten Bezugslinie berechnet werden.

2. Abstecken zu einer Bezugslinie

Die gewünschte Position eines Punktes kann relativ auf eine zuvor definierte Bezugslinie abgesteckt werden.

Eine ausführliche Beschreibung finden Sie im Technischen Referenzhandbuch der Totalstation oder des GNSS-Systems.

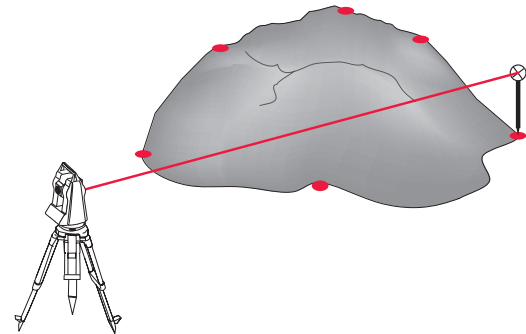


Volumenberechnung

Eine weitere Anwendung, die häufig auf dem Bau verwendet wird, ist die Volumenberechnung. Mit dem Programm können Punkte auf der Oberfläche gemessen und daraus Volumina berechnet werden.

Messen Sie die markanten Oberflächenpunkte und Randpunkte. Das Volumen wird direkt berechnet. Sie können auch aus den bereits gespeicherten Daten Volumina berechnen.

Eine genaue Beschreibung finden Sie im Technischen Referenzhandbuch der Totalstation oder des GNSS-Systems.

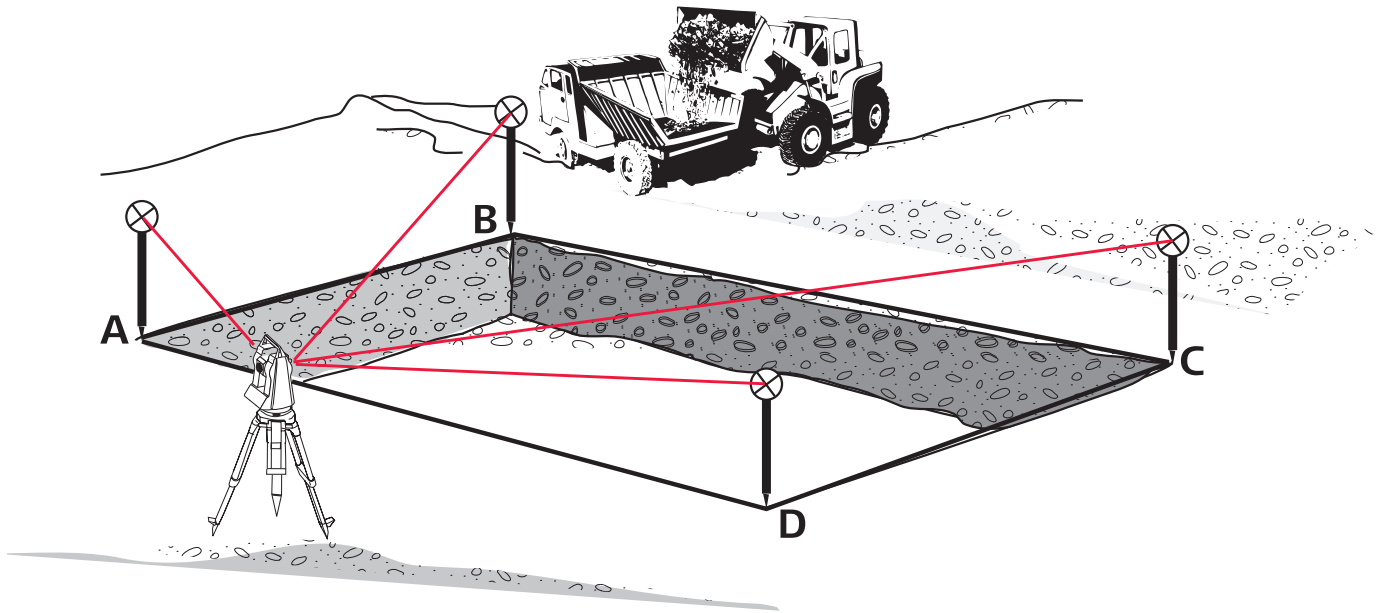


Flächenberechnung

1. Die Totalstation so im Gelände aufstellen, dass die gesamte zu messende Fläche überblickt werden kann. Eine Orientierung des Horizontalkreises ist nicht erforderlich.
2. Die Begrenzungspunkte der Fläche nacheinander im Uhrzeigersinn anmessen. Es muss immer eine Distanz gemessen werden.

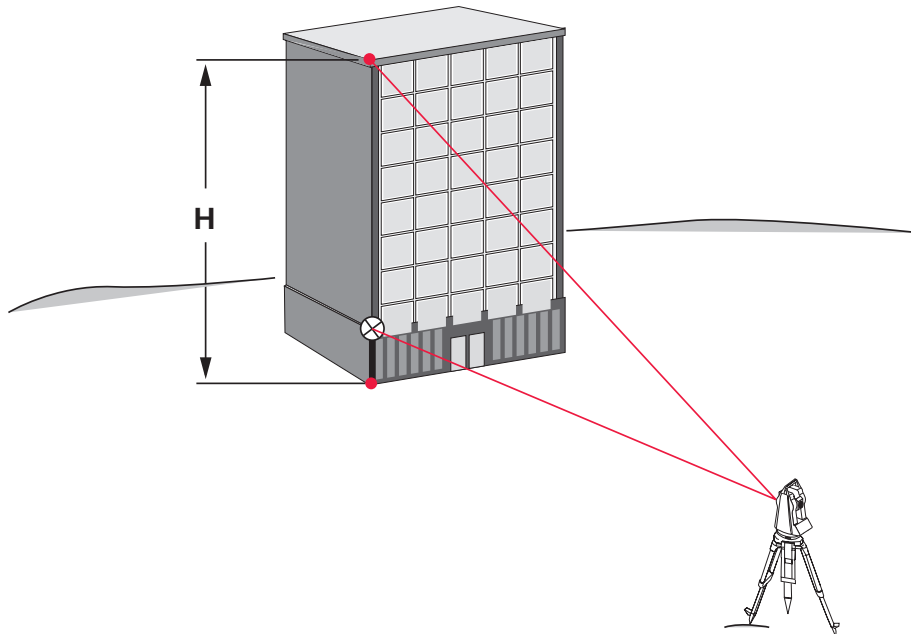
3. Danach wird auf Knopfdruck die Fläche automatisch berechnet und angezeigt.

Eine ausführliche Beschreibung finden Sie im Technischen Referenzhandbuch der Totalstation oder des GNSS-Systems.



Höhenbestimmung unzugänglicher Punkte

1. Senkrecht unter dem Punkt, dessen Höhe bestimmt werden soll, einen Reflektor aufstellen. Die Position der Totalstation ist beliebig.
2. Die Höhe des Reflektors ablesen und korrekt an der Totalstation eingeben. Die Distanz zum Reflektor messen.
3. Hochpunkt anzielen.
4. Auf Knopfdruck wird der Höhenunterschied H zwischen Bodenpunkt und Hochpunkt berechnet und angezeigt.

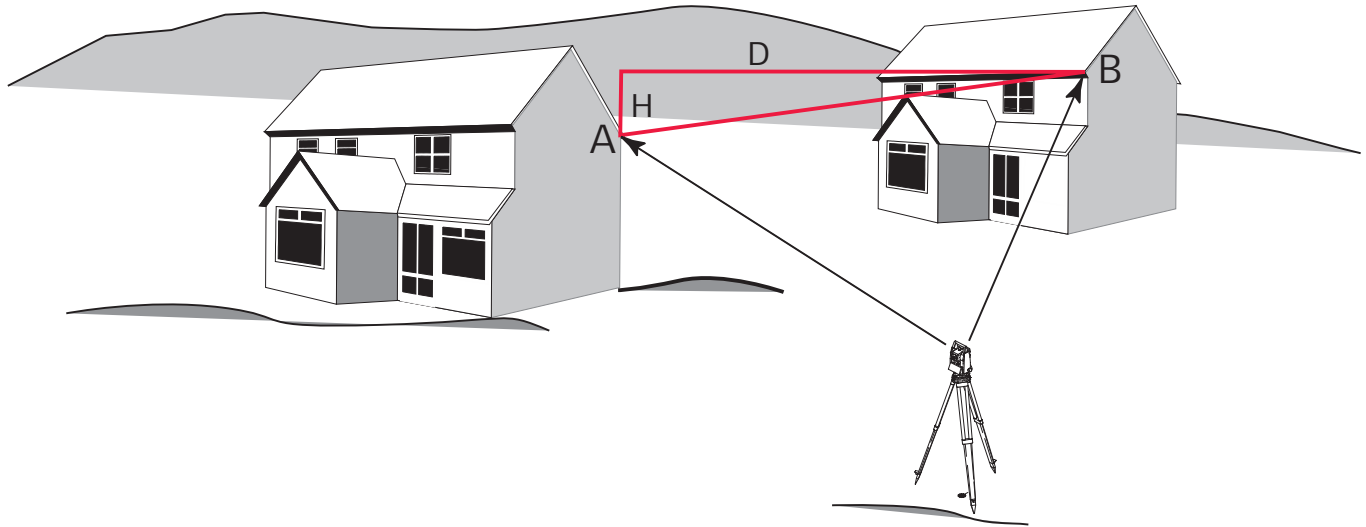


Spannmaß

Dieses Programm berechnet die Distanz und den Höhenunterschied zwischen zwei Punkten.

1. Die Totalstation beliebig aufstellen.
2. Zu den beiden Punkten A und B die Distanzen messen.
3. Auf Knopfdruck werden Abstand D und Höhenunterschied H angezeigt.

Wurden Punkte gespeichert, können auch diese für die Spannmaßberechnung verwendet werden.

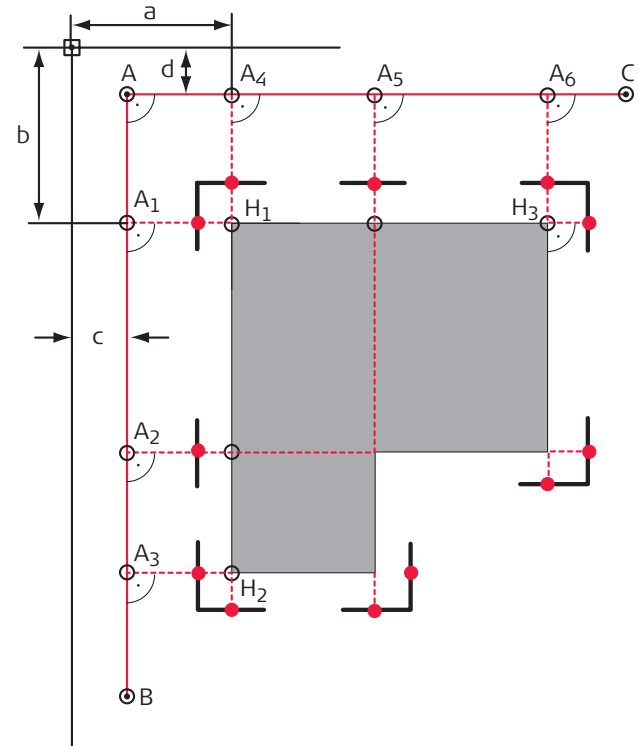


Absteckung eines Schnurgerüsts

Im folgenden Beispiel ist für ein großes Gebäude mit den parallelen Grenzabständen a und b ein Schnurgerüst abzustocken.

1. Legen Sie eine Basislinie AB parallel zur linken Grenze in frei wählbarem Abstand c .
2. Markieren Sie Punkt A im definierten Abstand d von der oberen Grenze als ersten Standpunkt der Totalstation.
3. Markieren Sie Punkt B am Ende der Basislinie mit einem Fluchtstab.
4. Stellen Sie die Totalstation auf Punkt A auf, zielen Sie Punkt B an und stecken Sie in dieser Flucht die Punkte A_1 , A_2 und A_3 entsprechend den geplanten Seitenlängen des Gebäudes ab.
5. Bei angezieltem Punkt B stellen Sie den Horizontalkreis auf «Null», und drehen die Totalstation um 100 gon (90°) und stecken die zweite Linie AC mit den Punkten A_4 , A_5 und A_6 ab.

Die einfachste Methode ein Schnurgerüst abzustocken ist das Onboard-Programm *Bezugslinie/Schnurgerüst* zu verwenden. Mit dieser Anwendung führen Sie die oben genannten Schritte effizienter und bequemer, und sogar meistens von nur einem Standpunkt aus.



Messen mit GNSS (GPS & GLONASS)

Die GNSS-Vermessung nutzt die Signale von Satelliten, deren Konstellation es erlaubt, jede Position auf der Erde 24 Stunden am Tag zu bestimmen und zwar unabhängig vom Wetter. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung ist abhängig vom Typ des GNSS-Empfängers und der angewandten Beobachtungs- und Auswertetechnik.

Gegenüber der Vermessung mit einer Totalstation hat die GNSS-Vermessung den Vorteil, dass zwischen den zu vermessenden Punkten keine Sichtverbindung notwendig ist. Bei sehr vielen Messungsaufgaben, die bisher mit Totalstationen gelöst wurden, können heute GNSS-Systeme eingesetzt werden. Die wichtigste Voraussetzung ist,

dass eine weitgehend freie Sicht zum Himmel gewährleistet ist, damit genügend Satellitensignale empfangen werden können.

Mit allen GNSS-Systemen von Leica Geosystems können die vielfältigsten Vermessungsaufgaben mit nutzergeführten Onboard-Anwendungsprogrammen zentimetergenau in Echtzeit (RTK = Real-Time Kinematic) oder durch Nachbearbeitung (Post-Processing) gelöst werden – ob auf dem Stativ, auf dem Lotstock, auf Schiffen, Fahrzeugen, Bau- und Landmaschinen, bei statischen oder kinematischen Anwendungen.



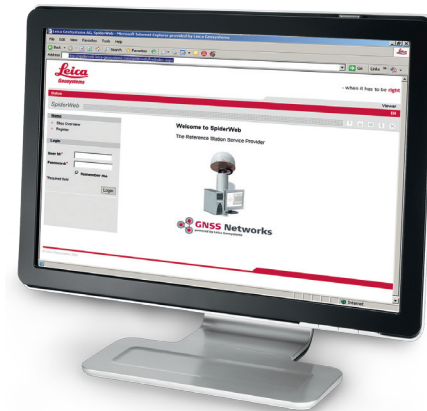
GNSS-Referenzstationen

Auch bekannt als Continuously Operating Reference Station (CORS), ist dies typischerweise ein Multi-Frequenz-GNSS-Sensor, der sich an bekannten Koordinaten befindet, ständig mit Strom versorgt wird und mit mehreren Kommunikationseinrichtungen verbunden ist.

Ein CORS zeichnet für gewöhnlich GNSS-Daten für die Nachbearbeitung (Post-Processing) auf oder liefert GNSS-Korrekturdaten in Echtzeit an DGPS- und/oder RTK-Anwendungen. In vielen Fällen erfüllt sie die Anforderungen für die Vermessung, das Bau- und Ingenieurwesen, GIS, Deformations- und Überwachungsmessungen, Plattentek-

tonik und Hydrografie. Mit zusätzlichen CORS können mittels einer GNSS-Netzwerk-Infrastruktur größere Gebiete und sogar ganze Länder abgedeckt werden.

CORS wird durch eine spezielle Software – wie Leica GNSS Spider – von der Ferne gesteuert. Diese Software ist durch Kommunikationsverbindungen (seriell, Funk, Modem oder Internet) mit der CORS verbunden. Einmal konfiguriert, läuft ein CORS-Netzwerk ununterbrochen und stellt somit einer unbegrenzten Anzahl an Netzwerkbenutzern die volle Palette an GNSS-Daten, DGPS, RTK und Netzwerk-RTK-Diensten bereit.



Möchten Sie mehr zu diesen Themen erfahren?
Weitere Broschüren finden Sie im Internet unter:

<http://www.leica-geosystems.com/booklets/>

- Leica Geosystems Construction Tools
- Schneller bauen mit dem Leica Builder
- Leica SmartPole und SmartStation
- Einführung in die GPS-Vermessung
- Guide to Reference Stations

Ob beim Bau eines Hauses oder einer Brücke, eines Flugzeugs oder bei der Erstellung einer Karte: Immer sind zuverlässige Messungen erforderlich. Wenn es wirklich stimmen muss, vertrauen Fachleute bei der Erfassung, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten auf Leica Geosystems.

Mit mehr als 200 Jahren Erfahrung ist Leica Geosystems Pionier und Marktführer bei der Entwicklung von innovativen Lösungen zur Vermessung der Welt. Das Unternehmen ist weltweit bestens bekannt für seine große Auswahl an Produkten und Lösungen zur genauen Erfassung, einfachen Analyse, schnellen Modellierung und Präsentation raumbezogener Daten. Fachleute, die Produkte von Leica Geosystems jeden Tag verwenden, vertrauen ihnen wegen ihrer Zuverlässigkeit, Produktivität und hervorragenden Kundenbetreuung.

Präzision, Mehrwert und Serviceleistungen von Leica Geosystems.

When it has to be right.

Abbildungen, Beschreibungen und technische Daten sind unverbindlich. Änderungen vorbehalten.
Gedruckt in der Schweiz. Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz, 2013.
722383de - I.13 - RVA