

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 107 (2009)

**Heft:** 8

**Artikel:** Neueste Entwicklungen und Technologien für modernste Totalstationen  
mit höchster Messgenauigkeit

**Autor:** Nindl, Daniel / Lienhart, Werner / Zogg, Hans-Martin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236626>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Neueste Entwicklungen und Technologien für modernste Totalstationen mit höchster Messgenauigkeit

Höchste Genauigkeiten und maximale Messeffizienz werden immer mehr von modernen Totalstationen gefordert. Anhand der Entwicklung der TS30 Totalstation von Leica Geosystems wird gezeigt, dass eine Winkelmessgenauigkeit von 0.5" und gleichzeitig hohe Geschwindigkeit durch innovative Lösungen in der Konstruktion, der Motorisierung, der Winkelmessung und der elektro-optischen Distanzmessung möglich sind. Entscheidende Faktoren sind dabei der neu entwickelte Direktantrieb basierend auf der Piezo-Technologie und der hochfrequente Teilkreisabgriff. Des Weiteren tragen auch die Stützenform, das Gussverfahren und konstruktive Details wie beispielsweise die Lage der Auslösetaste zur höchsten Messgenauigkeit bei.

*La plus grande précision et une efficacité de mesure maximale sont de plus en plus souvent exigées des stations totales modernes. Le développement de la station totale TS30 de Leica Geosystems est là pour montrer qu'il est possible de combiner une précision angulaire de 0.5" avec une grande vitesse grâce à des solutions novatrices dans les domaines de la construction, des moteurs et de la mesure électro-optique de distances. Les éléments déterminants, dans le cas de la TS30, sont les nouveaux moteurs piézo-électrique et une lecture d'angle haute fréquence. La forme de l'alidade et divers détails de constructions, tel la position du bouton déclencheur, ont leur importance et apportent leur contribution à l'obtention d'une précision de mesure élevée.*

Progetti complessi richiedono misure di estrema precisione e massima efficienza. Nell'articolo è stato discusso lo sviluppo della stazione totale Leica TS30. Grazie alle soluzioni innovative della stazione totale, è stato dimostrato che sono possibili massima velocità e precisioni angolari di 0.5". Elementi fondamentali per le misurazioni di alta precisione, sono lo sviluppo della guida diretta, basata su tecnologia Piezo, e la misurazione di angoli ad alta frequenza; inoltre nell'articolo vengono descritte la tecnica di fondere metalli, la definizione della forma dello strumento e la speciale posizione del tasto SmartKey.

D. Nindl, W. Lienhart, H.-M. Zogg

## 1. Einleitung

Totalstationen sind heutzutage Universalinstrumente, welche weit mehr als nur Richtungen und Distanzen messen können. Softwarepakete erlauben geodätische Berechnungen und Analysen der gemessenen Objekte auf der Totalstation direkt im Feld. Auf der Seite der Hardware haben sich in den letzten Jahren Eigenschaften wie die Motorisierung, automatische Zielfindung und automatische Feinanziehung, Zielverfolgung und reflektorlose Distanzmessung als Standard für

Totalstationen der höchsten Klasse etabliert. Diese Eigenschaften erlauben einen hohen Grad an automatisierten Messprozessen. Trotz hoher Funktionalität erfüllen die Totalstationen nicht immer alle Anforderungen, insbesondere hinsichtlich Messgenauigkeit, da die Instrumente üblicherweise nur bis zu einer Winkelmessgenauigkeit von 1" (0.3 mgon) erhältlich sind (siehe Tabelle 1).

Nach der Klassifizierung von Deumlich und Staiger (2002) gehören diese Instrumente der Klasse der Totalstationen mit «hoher Genauigkeit» an. Für Anwendungen «höchster Genauigkeit», wie z.B. in der Ingenieurgeodäsie und bei Über-

Hersteller	Modell	$\sigma$
Leica Geosystems	TCRP1201+	1"
Trimble	S8	1"
Topcon	GPT9000A	1"
Sokkia	SRX1	1"

Tab. 1: Winkelmessgenauigkeit von High-End-Totalstationen (Spezifikation laut Produktbroschüren, Stand: Mai 2009).

wachungsmessungen oft erforderlich, ist eine Winkelmessgenauigkeit von 1" vielfach nicht ausreichend.

Für Anwendungen von «höchster Genauigkeit» werden Totalstationen mit einer Winkelmessgenauigkeit von 0.5" benötigt. Leica Geosystems entwickelt und produziert seit mehr als 75 Jahren Instrumente dieser Genauigkeitsklasse. Abbildung 1 zeigt einen Überblick der unterschiedlichen Generationen von 0.5"-Instrumenten von Leica Geosystems. Es lässt sich sehr gut die generelle Entwicklung vom Theodolit zur Totalstation nachvollziehen.

Vor mehr als 75 Jahren wurde die erste Generation von 0.5"-Instrumenten mit dem optischen Theodolit Wild T3 eingeführt. Dieser Theodolit erweckte bei Vermessungsingenieuren wegen seiner hochpräzisen Messungen weltweit grosses Interesse. In den 1970er Jahren wurden die Instrumente zunehmend durch die Integration von Elektronikkomponenten «intelligenter». Dadurch erhöhte sich deren Bedienkomfort und erstmalig wurde die Möglichkeit elektronischer Distanzmessung geschaffen. Zu Beginn der 1980er Jahre wurde der TC2000 auf den Markt gebracht. Der TC2000 vereinte zum ersten Mal höchste Genauigkeit und beste Qualität zusammen mit hochpräziser elektronischer Richtungsmessung und einem im Teleskop integrierten elektro-optischen Distanzmesssystem (EDM). Die nächste Generation von 0.5"-Instrumenten wurde Mitte der 1990er Jahre mit der TCA2003 Totalstation vorgestellt. Zusätzlich zur elektro-optischen Distanzmessung wurde die Messeffizienz mit der Automatisierung des Messprozesses durch





Abb. 1: Entwicklung des 0.5"-Theodoliten zur 0.5"-Totalstation von Leica Geosystems.

die automatische Zielerfassung (ATR) deutlich verbessert. Anfang 2009 wurde mit der TS30 Totalstation die neueste Generation präsentiert. Die TS30 erreicht eine bislang unübertroffene Genauigkeit in Kombination mit hoher Messeffizienz. Die TS30 Totalstation erreicht eine Winkelmessgenauigkeit von 0.5" und eine Distanzmessgenauigkeit von 0.6 mm + 1 ppm. Abhängig von den atmosphärischen Bedingungen und den Zielreflexionseigenschaften können Distanzen bis zu 12 000 m gemessen werden (siehe auch Zogg et al., 2009). Die Motorisierung der TS30 erfolgt mittels Direktantrieben basierend auf der Piezo-Technologie. Eine maximale Drehgeschwindigkeit von 200 gon/s ist möglich. In diesem Beitrag wird gezeigt, dass höchste Messgenauigkeit von Totalstationen in Kombination mit hoher Messeffizienz nur durch innovative Lösungen in der Konstruktion, Motorisierung, Winkelmessung und elektro-optischer Distanzmessung möglich sind. Im Folgenden werden entscheidende Komponenten und Lösungen mit Bezug auf die TS30 Totalstation beschrieben.

## 2. Mechanische Konstruktion und Gussverfahren der Stützen

Die Anforderungen an die Konstruktion von Totalstationen mit einer Winkelmessgenauigkeit von 0.5" sind wesentlich höher als für 1"-Totalstationen. Äussere Einflüsse wie beispielsweise Temperaturänderungen dürfen nur minimale Verformungen der Konstruktion zur Folge haben. Zusätzlich muss die Konstruktion der Totalstation auch höchste Winkelmessge-

nauigkeiten bei Rotation des Instrumentes bzw. Positionierung der Alhidade sowie beim Auslösen einer Messung gewährleisten. Neben der mechanischen Konstruktion ist auch die Homogenität der verwendeten Materialien von hoher Wichtigkeit, um einen konstanten Temperaturverlauf in den Wandstärken des Gehäuses zu gewährleisten. Insbesondere die Stützen der TS30 Totalstation werden mit einem speziellen Gussverfahren hergestellt, da die Homogenität des Materials stark durch das Gussverfahren beeinflusst wird.

Die Genauigkeit der Winkelmessung wird besonders durch ungleichmässige Verformungen der Stützen des Instrumentes beeinflusst. Um Biegungen zu vermeiden ist es generelle Praxis, die beiden Stützen gleich zu gestalten. Durch das gleiche mechanische Design können Biegungen aber nur dann vermieden werden, wenn das Material homogen ist. Üblicherweise werden Stützen von Totalstationen mit einem Druckgussverfahren hergestellt. Beim Druckgussverfahren wird eine flüssige Metallschmelze unter hohem Druck und mit sehr hoher Geschwindigkeit in eine Druckgussform gedrückt. Unter Aufrechterhaltung des Drucks erkaltet das Metall. Mit dem Druckgussverfahren können grosse Stückzahlen in sehr kurzer Zeit erstellt werden. Dieses Gussverfahren hat aber den Nachteil, dass möglicherweise Spannungen und Luftblasen im Metall entstehen können. Um den Anteil von Spannungen und Luftblasen zu minimieren, wird bei der TS30 ein Niederdruckgussverfahren verwendet. Bei diesem Druckgussverfahren wandert die Metallschmelze nach dem Prinzip kommunizierender Gefässe mittels eines Steigrohrs

von unten her langsam in eine aufgesetzte Giessform. Durch das langsame Einfließen des Materials entstehen weniger Luftblasen als beim Druckgussverfahren, wodurch ein homogenerer Metallkörper entsteht.

Ein weiterer kritischer Punkt für die Winkelmessgenauigkeit ist die Verformung des Instrumentes aufgrund von möglichen Temperaturunterschieden zwischen dem Instrumenteninneren und der Umgebung. Wegen der elektronischen Komponenten ist die Innentemperatur generell höher als die Aussentemperatur. Durch diesen Temperaturunterschied kann es zu Verformungen, insbesondere Biegungen, der Stützen kommen. Die Grösse der Biegungen ist dabei abhängig vom Temperaturgradienten. Um den Temperaturgradienten und somit auch die Verformungen möglichst gering zu halten wird für die TS30 eine dickere Wandstärke als für 1"-Totalstationen verwendet (siehe Abbildung 2).

Zusätzlich zu einer Verteilung der Komponenten nach Wärmegegensichtspunkten sind die Komponenten in der TS30 so angeordnet, dass der Schwerpunkt des Instrumentes innerhalb von 0.6 mm der Stehachse liegt. Dadurch wird das Tauseln des Instrumentes bei Drehung der Alhidade minimiert.

Weiters wurde das Design des Stützenabschlusses so gewählt, dass Interoperabilität mit dem Zubehör von Leica Geosystems System 1200 gewährleistet ist. Wie in Abbildung 3 gezeigt, können sowohl der Funkgriff für den Ein-Mann Betrieb, als auch der «SmartAntenna»-Griff

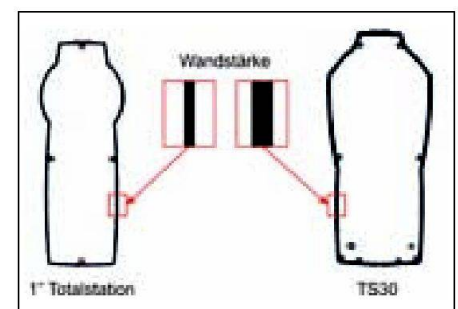


Abb. 2: Schematische Gegenüberstellung von Querschnitten durch die Stützen einer 1"-Totalstation und der 0.5"-Totalstation TS30.





Abb. 3: Integration der TS30 Totalstation in Leica Geosystems X-Funktion vom System 1200.

für die Kombination von Totalstation und GNSS-Antenne verwendet werden. Als Besonderheit hat die TS30 eine seitliche Auslösetaste (siehe Abbildung 3). Diese befindet sich in einer Linie mit der Kippachse. Daher entstehen beim Drücken dieser Auslösetaste keine Tangentialkräfte und Messungen können ohne Bewegungen des Instrumentes ausgelöst werden. Weiters erfordert diese Taste nur minimalem Anpressdruck.

### 3. Motorisierung

Grundsätzlich kann man zwischen zwei unterschiedlichen Antriebskonzepten für Totalstationen unterscheiden: Direkter und indirekter Antrieb. Totalstationen verwenden traditionellerweise indirekte Antriebe, welche die Kraft des Motors über ein Getriebe übertragen. Bei direkten Antrieben wird die elektrische Energie direkt in Bewegung ohne Getriebe umgesetzt. Dies erlaubt eine schnellere und präzisere Positionierung.

Für die TS30 wurden weltweit einzigartig Direktantriebe basierend auf der Piezo-Technologie entwickelt. Die entwickelten direkten Antriebe zeichnen sich durch eine hohe Maximalgeschwindigkeit, schnelle Beschleunigung und nahezu infinitesimal kleine Schrittweite aus. Durch diese Eigenschaften sind effiziente Messungen mit höchster Genauigkeit möglich.

#### 3.1 Der Piezo-Effekt

Der Piezo-Effekt wurde im Jahr 1880 entdeckt. Elektrische Ladungen werden durch künstliche Verformungen (z.B. durch Ausübung von Druck) von bestimmten kristallinen Mineralien (z.B. Quarz) erzeugt. Bei der Umkehrung des Piezo-Effektes – dem inversen Piezo-Effekt – ziehen sich die kristallinen Mineralien zusammen oder dehnen sich aus beim Anlegen eines elektrischen Feldes. Die Grösse und Richtung der Deformationen sind von der Polarisation der Mineralien und der Stärke des elektrischen Felds abhängig. Ein wechselndes elektrisches Feld führt zu zyklischen Deformationen der kristallinen Mineralien. Anstelle kristalliner Mineralien können heutzutage auch künstlich hergestellte Keramiken als piezo-elektrische Materialien eingesetzt werden (siehe z.B. Uchino und Giniewicz, 2005).

#### 3.2 Direktantrieb der TS30 basierend auf der Piezo-Technologie

Der Direktantrieb in der TS30 Totalstation besteht aus einem Paar diametral angeordneter Keramiken mit piezoelektrischen Eigenschaften und einem zylindrischen Ring. Die montierten Keramiken

sind polarisiert und in eine aktive und eine passive Elektrode unterteilt. Eine keramische «Nase» zwischen beiden Elektroden überträgt die Bewegungen von den piezoelektrischen Keramiken auf einen zylindrischen Ring wie in Abbildung 4 dargestellt. Dieser keramische Ring, der so genannte Rotor, ist mit dem Oberbau der Totalstation fest verbunden. Durch das Anlegen eines Wechselfeldes kann eine kontinuierliche elliptische Bewegung der «Nase» erreicht werden, welche den Rotor in Drehung versetzt.

Die entwickelten Direktantriebe, basierend auf der Piezo-Technologie, ermöglichen sehr hohe Drehgeschwindigkeiten, hohe Beschleunigungen und nahezu infinitesimal kleine Schrittweiten. Die Positionierungszeiten der Alhidade und des Fernrohrs der TS30 können somit signifikant reduziert werden (siehe Abbildung 5). Der Wechsel in die zweite Fernrohrlage dauert dabei nur noch knapp über zwei Sekunden. Die Langlebigkeit und die langen Serviceintervalle der Direktantriebe werden durch die Eliminierung der beweglichen Teile bei der Kraftübertragung erreicht.

Die TS30 Direktantriebe können die horizontalen und vertikalen Positionen der Alhidade und des Fernrohrs ohne Stromverbrauch stabil halten. Dies spart Energie, entwickelt keine Hitze und ermöglicht eine längere Betriebsdauer, verglichen mit anderen Instrumenten. Die Kontrolle der im Inneren entstehenden Hitze ist äusserst wichtig, denn sie hat Einfluss auf die hochgenauen Messungen, da der erwähnte Temperaturgradient wesentlich von der Wärmeentwicklung im Instrument abhängt. Zusätzlich ermöglichen die in der TS30 Totalstation eingesetzten Direktantriebe sehr stabile Fernrohrpositionen während des Anziels und des Auslösens der Messungen ohne jegliche Positionsschwankungen.

Die Direktantriebe der TS30 Totalstation bieten zusammengefasst folgende Vorteile:

- Hohe Drehgeschwindigkeit (bis zu 200 gon/s)
- Hohe Beschleunigung (bis zu 400 gon/s<sup>2</sup>)

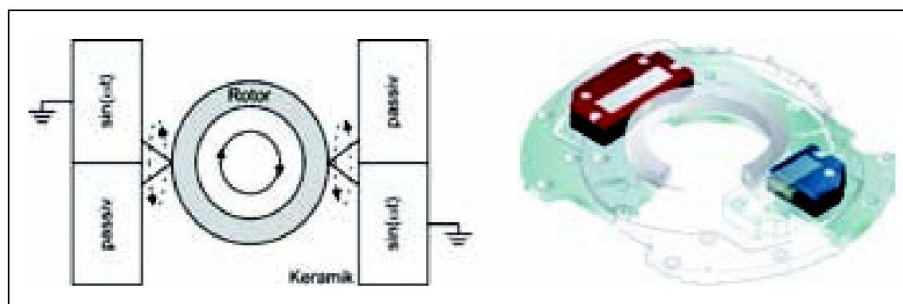


Abb. 4: Direktantrieb basierend auf der Piezo-Technologie: Funktionsprinzip (links) und Realisierung in der TS30 Totalstation (rechts).



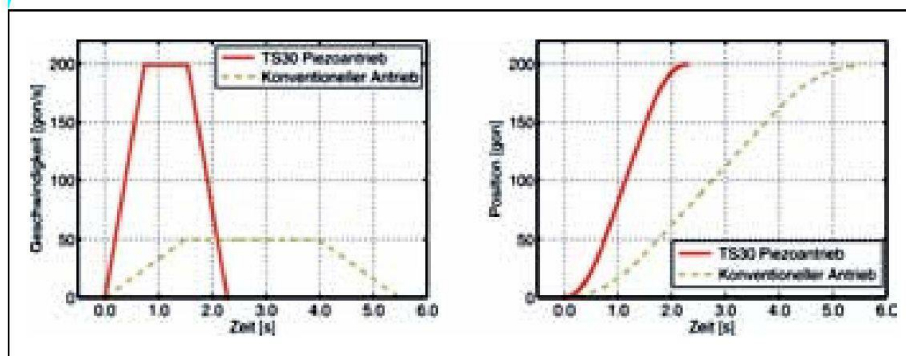


Abb. 5: Vergleich zwischen konventionellem Antrieb und Direktantrieb basierend auf der Piezo-Technologie.

- Lange Lebensdauer und Robustheit
- Keine Geräuschentwicklung
- Kompakte Konstruktion
- Kein Stromverbrauch in Ruhestellung

## 4. Winkelmesssystem

Zentrales Element jeder Totalstation ist das Winkelmesssystem für Horizontal- und Vertikalwinkel. Da die Ansteuerung des Direktantriebes der TS30 über die gemessenen Richtungen erfolgt, müssen diese mit sehr hoher Frequenz bestimmt werden. Wie beim Vorgänger, der TCA2003, werden bei der TS30 jeweils vier Encoder für die Horizontal- und Vertikalwinkelmessung verwendet. Jeder Encoder besteht aus einer Lichtquelle (Leuchtdiode, LED), einem Umlenkspiegel und einem Zeilensensor. Der Code auf dem Glaskreis besteht aus radial ausgerichteten Linien und ist sowohl absolut als auch kontinuierlich.

Bei der TS30 wurde der Strahlengang innerhalb der Encoder optimiert. Der Lichtstrahl wird zweimal an Parabolspiegeln umgelenkt und durch den Glaskreis auf den Zeilensensor projiziert (siehe Abbildung 6). Das projizierte Bild wird decodiert und in eine relative Richtungsangabe umgewandelt. Die erste grobe Richtung wird mit einer Genauigkeit von ca. 0.3 gon anhand der codierten Striche bestimmt. Die genaue Richtungsmessung erfolgt durch die Codestriche, deren exakte Position mit speziellen Algorithmen ermittelt wird. Zur Positionsbestimmung müssen mindestens zehn Codestriche durch den Zeilensensor erfasst werden. Um die Interpolationsqualität der aktuellen Position zu steigern, werden für die

Signalauswertung mindestens 30 Codestriche verwendet.

Wichtige Merkmale und Vorteile des neuen Winkelmesssystems der TS30 sind die hochfrequente Richtungsmessung mit bis zu 5000 Messungen pro Sekunde und der vierfache Teilkreisabgriff. Die hohe Abtastrate wird durch die Parabolspiegel ermöglicht, welche das Licht fokussiert auf den Code und den Zeilensensor projizieren. Die hohe Messfrequenz ermöglicht ein direktes und präzises Steuern der Direktantriebe. Die Positionierung der Alhidade und des Teleskops durch die Direktantriebe erfolgt mit hoher Genauigkeit und ohne iterative Korrekturen. Bei konventionellen Totalstationen hingegen wird für die Antriebssteuerung ein zusätzlicher Encoder auf der Motorachse verwendet, da die Richtungsmessfrequenz lediglich wenige Hertz beträgt und somit eine direkte Steuerung der Motoren nicht möglich ist. Der Motor-Encoder selbst ist hochfrequent, jedoch zu ungenau, und erfordert deshalb immer wieder eine Synchronisation mit dem Winkelmesssystem. Eine iterative Positionierung ist bei diesem Vorgehen unausweichlich.

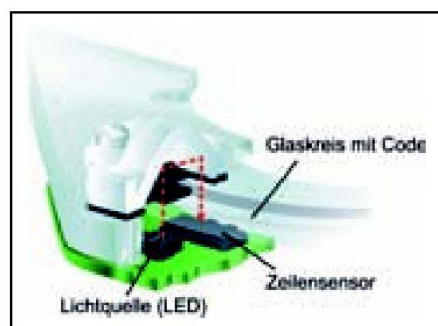


Abb. 6: Encoder des Winkelmesssystems der TS30 Totalstation.

Bei Totalstationen mit 1" Winkelmessgenauigkeit werden die Richtungswerte üblicherweise auf zwei diametralen Kreisteilen gemessen. Im Gegensatz dazu verwendet die TS30 vier Encoder für die hochpräzisen und hochgenauen Richtungsmessungen.

Auch bei sorgfältigster mechanischer Konstruktion und sorgfältigstem Zusammenbau einer Totalstation ist eine Exzentrizität des codierten Glaskreises in Bezug auf die Stehachse unvermeidbar. Diese Exzentrizität verursacht einen  $2\pi$  periodischen Fehler, welcher durch die Messprozedur (Zweilagennormierung, siehe z.B. Kahmen, 1997) oder durch die Verwendung von zwei diametralen Encodern eliminiert werden kann (siehe z.B. Deumlich und Steiger, 2002). Zusätzlich zu den  $2\pi$  periodischen Fehlern gibt es  $\pi$  periodische Fehler, welche durch die Verwendung von zwei Encodern nicht eliminiert werden. Diese Fehler sind typischerweise kleiner als  $2\pi$  periodische Fehler. Sie können aber kritisch sein, um eine 0.5" Winkelmessgenauigkeit zu erreichen. Durch die Verwendung von vier Encodern werden auch die  $\pi$  periodischen Fehler eliminiert. Zusätzlich verbessert sich die Präzision laut Varianzfortpflanzungsgesetz um 30% gegenüber der Richtungsmessung mit zwei Encodern.

## 5. Distanzmesssystem

Das Distanzmesssystem ist eine entscheidende Komponente in modernen Totalstationen. Die elektro-optische Distanzmessung (EDM) basiert auf der Aussendung und dem Empfang von Licht. Das ausgesendete Licht wird von Prismen, reflektierenden Folien oder im Falle der reflektorlosen Messung von natürlichen Zielen, wie z.B. Hausmauern reflektiert. Der reflektierte Lichtstrahl wird von einem lichtsensitiven Empfänger im Teleskop der Totalstation detektiert und in ein elektrisches Signal umgewandelt. Bei der TS30 Totalstation ist die Modulationsfrequenz von 100 MHz die Zeitbasis für die Distanzmessung. Bei reflektorlosen Distanzmessungen wird Leica Geosystems' System Analyzer verwendet. Durch den



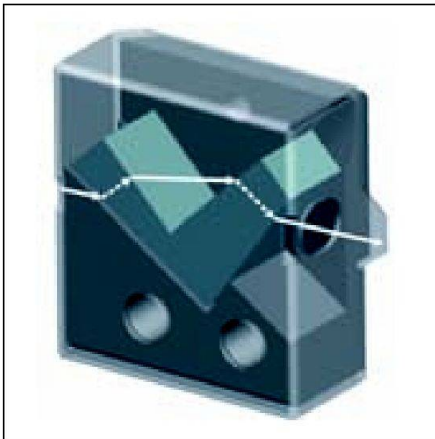


Abb. 7: Anamorphot mit schematisch eingezeichnetem Lichtpfad.

System Analyzer wird die Modulationsfrequenz für jede einzelne Distanzmessung auf die Reflexionseigenschaften des Zieles und den aktuellen Zustands des Übertragungsmediums «Luft» angepasst. Zusätzlich wertet der System Analyzer das gesamte empfangene Signal aus und kombiniert die Vorteile der Phasendifferenz- und Laufzeitmessung. Abschliessend werden die Distanzen mit modernen Signalauswertungsmethoden, basierend auf der Maximum-Likelihood Schätzung, berechnet (siehe Bayoud, 2006).

Neben Innovationen in der Elektronik und der Analysemethoden wurde die Form des Laserstrahls für die TS30 verbessert. Das Ergebnis ist ein optimiertes Profil des Laserstrahls und somit ein verbesserter Footprint. Inhomogenes peripheres Licht des Laserstrahls wird mit einer zusätzlichen Blende abgeschnitten. Weiters wird in der TS30 ein Anamorphot verwendet (siehe Abbildung 7). Dieser formt den Laserstrahl zu einem sehr kompakten Laserpunkt. Die resultierende Distanzmessgenauigkeit der TS30 Totalstation ist  $0.6 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ . Abbildung 8 zeigt Re-

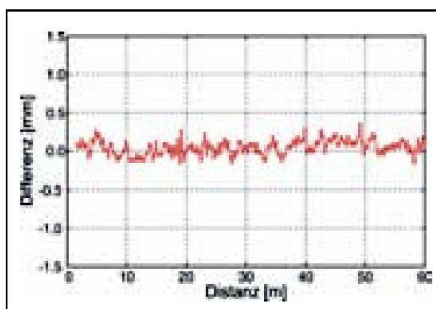


Abb. 8: Differenzen zwischen Distanzen, gemessen mittels Interferometer und TS30.

sultate einer Testmessung. Die Differenzen zwischen Distanzen gemessen mittels eines Interferometers und der TS30 wurden für unterschiedliche Entfernungen bestimmt.

## 6. Fazit

Höchste Genauigkeit und Geschwindigkeit von Totalstationen waren in der Vergangenheit meist nicht gleichzeitig möglich. In diesem Beitrag wurde gezeigt, dass durch innovative Lösungen Totalstationen mit einer Winkelmessgenauigkeit von  $0.5''$  und mit schneller Motorisierung möglich sind. Bei der Entwicklung der TS30 Totalstation wurde jedes Element bis hin zu kleinen Details wie eine zusätzliche Auslösetaste neu überdacht. Schlüsselkomponenten für die Leistungsfähigkeit der neuen TS30 Totalstation sind:

- Optimierte Konstruktion insbesondere der Stützen und spezielles Gussverfahren
- Motorisierung basierend auf der Piezo-Technologie für sehr genaue und schnelle Positionierung
- Hochfrequentes Winkelmesssystem mit vier Encodern
- Genaue Distanzmessung durch Optimierung des Laserstrahls mittels eines Anamorphoten

Die Effizienz bei Feldmessungen mit Totalstationen kann signifikant durch die Implementierung der vorgestellten Innovationen erhöht werden. Die TS30 Totalstation ermöglicht eine Messweite auf Prismen und im reflektorlosen Modus, die zuvor noch nicht mit derart hoher Präzision und Genauigkeit erreicht werden konnte. Die Anwendungsgebiete der TS30 liegen neben den traditionellen Vermessungsarbeiten insbesondere auf grossen Baustellen und anderen ingenieur-geodätischen Aufgaben, bei welchen höchste Genauigkeiten gefordert werden. Für Monitoring-Aufgaben ist mit der TM30 eine spezielle Variante der TS30 mit grösserer Reichweite der automatischen Feinanziehung erhältlich. Damit ist eine automatisierte Überwachung von Objektpunkten bis zu einer Distanz von 3000 m möglich.

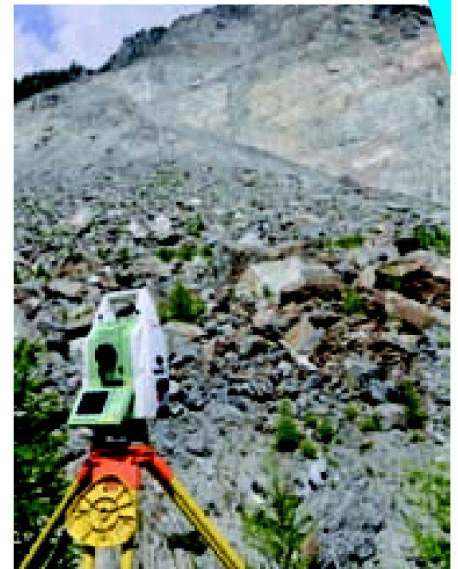


Abb. 9: TM30 zur Überwachung eines Rutschhanges (Foto: IGP ETH Zürich).

Die TS30 und die TM30 sind vollständig in die X-Funktion von Leica Geosystems integriert. Dies ermöglicht den uneingeschränkten Austausch von Zubehörteilen und anderen Produkten der System 1200 Familie. Leica Geosystems einzigartige Kombination von Totalstation und GNSS Antenne – die SmartStation – ist ebenfalls mit der TS30 und der TM30 möglich.

### Literatur:

- Bayoud, F. (2006): Leica's PinPoint EDM Technology with Modified Signal Processing and Novel Optomechanical Features, In Proc. XXIII FIG Kongress, München.
- Deumlich, F. und Staiger, R. (2002): Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, 9. Auflage, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Kahmen, H. (1997): Vermessungskunde, 19. Ausgabe, Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- Uchino, K. and Giniewicz, J. (2005): Micromechatronics, Verlag: Marcel Dekker Inc., New York, Basel.
- Zogg, H.M., Lienhart, W. und Nindl, D. (2009): Leica TS30: The Art of Achieving Highest Accuracy and Performance. Leica Geosystems AG, Heerbrugg.

Dipl.-Ing. Daniel Nindl  
Dr. techn. Werner Lienhart  
Dr. sc. ETH Hans-Martin Zogg  
Leica Geosystems AG  
Heinrich Wild-Strasse 1  
CH-9435 Heerbrugg  
[Daniel.Nindl, Werner.Lienhart, Hans-Martin.Zogg]@leica-geosystems.com