

## **Bestimmung unterirdischer Punkte mit dem Tachymeter-Aufsatzsystem ArgusTAT**

**Matthias Fuhrland**

Argus GeoTech GmbH

### **ZUSAMMENFASSUNG :**

*Die polare Bestimmung unterirdischer Punkte von oberirdischen Standpunkten aus ist mit Tachymetern bislang nicht möglich. Wenn in Bergbau- oder Tunnelschächten die Schachtwetter eine optische Messung zulassen, erfolgt die vertikale oder schräge Punktübertragung höchstens mit Tachymeter-Standpunkten auf der Schachtsohle, zumeist aber eher mit einer Kombination aus Theodolitmessung bzw. Laserlotung und Teufenmessband. Die optische Messung von unten ist wegen des in Schächten oft auftretenden Tropfwassers nicht ganz problemfrei. [RYF et al., 2000] berichten über die Probleme der tachymetrischen Punktübertragung im Schacht Sedrun, wo in 366m Tiefe wegen der meteorologischen Bedingungen weder manuelle, noch automatische Anzielung des abzulotenden Punktes möglich war. Ein etwas anders gelagertes, wenn auch nicht weniger schwieriges Problem ist die Ersterfassung von Abwasserkanälen und Pipelines mit geodätischen Genauigkeiten. Die im Kanalkataster üblichen Messsysteme, wie Kanalmessstab, Kanal-TV, Ortungssysteme oder 3D-Laserscanner, sind nicht in der Lage, dreidimensional Lage und Verlauf eines Kanals zu erfassen.*

*Das von Argus GeoTech GmbH entwickelte modulare Tachymeter-Aufsatzsystem ArgusTAT (Tachymeter-Aufsatz mit Teleskop) ist ein Zusatzinstrument zum herkömmlichen Tachymeter und bietet für beide Problemstellungen eine Lösung. Das Modul ArgusTA ermöglicht die tachymetrische Punkt- und Richtungsübertragung in vertikalen und leicht geneigten Schächten. Der durch das mechanische Teleskop komplettierte ArgusTAT stellt eine Ergänzung zu bzw. ein Bindeglied zwischen den bestehenden Technologien im Kanalkataster dar.*

### **ABSTRACT:**

*Polar measurement of subsurface points using a standpoint above the surface was not possible with a total station until now. If in spite of the haze in mine shafts and tunnel shafts an optical measurement is possible then the vertical or oblique plumbing is done at most with a total station standpoint at the bottom of the shaft, but mostly it is done combining theodolite measurements or laser plumbing with depth measurement using a measuring tape. Optical measurement from the bottom up the shaft is often problematic because of the down dropping water. [RYF et al., 2000] reported about the problems in plumbing up with a total station in the Sedrun shaft, where it was impossible to target manually and automatically in a depth of 366m because of the meteorologic conditions. Another complex problem is the initial surveying of sewers and pipelines with geodetic accuracies. The measuring systems normally used for utility network plans, like hidden point poles, sewer-TV, locating radio systems or 3D-Laserscanner, are not able to determine position and course of a sewer in 3 dimensions.*

*The modular total station attachment system ArgusTAT (Total station Attachment with Telescope) is an additional instrument to the usual total station and it offers a solution for both measurement tasks. The module ArgusTA enables plumbing down and orientation transfer in vertical and slightly inclined shafts. The ArgusTAT completed by the mechanical telescope is a completion or a link between the existing sewer surveying technologies.*

## 1 Modul 1: Der Tachymeter-Aufsatz ArgusTA

Der horizontale Zielstrahl des Tachymeters wird über ein Spiegelsystem, bestehend aus drei Orthogonalspiegeln, in einen lotrechten Strahl coaxial zur Stehachse umgelenkt (siehe Abb.1a). Ein Orthogonalspiegel, wie er auch im Argus-Auge eingesetzt wird, besteht aus zwei oberflächenverspiegelten Planspiegeln und ermöglicht rechtwinklige Auslenkung mit einer Genauigkeit von  $<1\text{mgon}$  [FUHRLAND, 2005]. Die drei Orthogonalspiegel befinden sich in einer Umlenkeinheit, die den Griff des Tachymeters mit dem drehbaren Mittelteil einer Präzisionskonsole verbindet. Dreht man den Horizontalkreis des Tachymeters, drehen sich die Umlenkeinheit und der Mittelteil der Konsole mit. Ober- und Unterteil der Konsole sind durch eine Klemmvorrichtung verbunden, so dass die Drei-Klauen-Aufnahme des Tachymeters bei Drehung des Horizontalkreises stehen bleibt. Diese Klemmvorrichtung begrenzt den horizontalen Schwenkbereich des ArgusTA auf  $330\text{gon}$ . Zur Befestigung des ArgusTA am Tachymeter ist der Griff des Tachymeters durch einen artgleichen Griff auszutauschen (siehe Abb.1b), der allerdings einen vertikal schwenkbaren Bügel trägt. Der Bügel lässt sich leicht am Aufsatz befestigen. Die Feinjustage der Befestigung ist über eine Mikrometerschraube möglich. Ein Stehachsfehler des Tachymeters bewirkt natürlich auch eine Schrägstellung des Tachymeteraufsatzes. Daraus resultiert allerdings lediglich eine Parallelverschiebung des lotrechten Strahls, da der Zielstrahl des Tachymeters bei eingeschaltetem Kompensator trotzdem exakt horizontal gestellt werden kann. Bei einem Arbeitsbereich des Kompensators von  $50\text{mgon}$  (typisch bei Leica-Tachymetern) beträgt die Parallelverschiebung des Lotstrahls maximal  $0,4\text{ mm}$ .

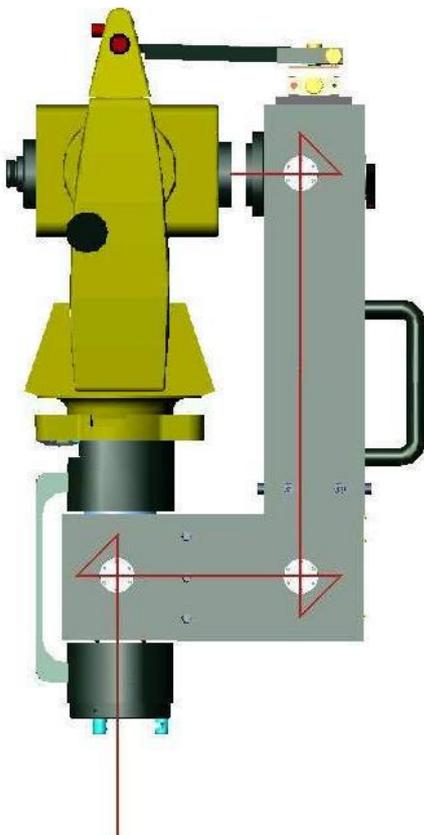


Abb. 1a : Strahlverlauf im ArgusTA



Abb. 1b : ArgusTA im Einsatz

In Kombination mit dem ArgusTA ist praktisch jeder Tachymeter zur Nadirlotung oder auch zur Schräglotung von oben einsetzbar. Schwenkt man den Vertikalkreis des Tachymeters aus der Horizontalen, dann schwenkt der nach unten aus dem Tachymeteraufsatz austretende Zielstrahl um

denselben Betrag aus der Vertikalen. Da die Streckenmessung durch den Tachymeteraufsatz hindurch problemlos funktioniert, ist bei Anvisieren eines am unteren Schachtende gelegenen Punktes die polare Punktbestimmung möglich. Dabei ist die vom Vertikalwinkel abhängige Additionsvariable des Tachymeteraufsatzes zu berücksichtigen. Hilfreich ist über kurze Distanzen das Signalisieren des Zielpunktes durch ein beleuchtetes Tripelprisma und dessen korrekte Ausrichtung zum Tachymeter. Über große Distanzen oder bei Dunst im Schacht ist eine Hinterleuchtung des Prismas mit einem Halogenstrahler (siehe Abb.2a) besser zu erkennen. Die Orientierung des Tachymeters über Tage erfolgt vor der Befestigung des ArgusTA am Tachymetergriff. Für die Messung in zwei Fernrohrlagen muss der Bügel umgedreht werden. Durch Messung eines Punktes in zwei Fernrohrlagen und zwei diametralen Richtungen werden Fehler der Totalstation und des ArgusTA minimiert.

Bei 90cm Signalweg ist die Apertur durch die Größe des dritten Orthogonalspiegels auf 3,7 cm begrenzt. Das ergibt einen möglichen Schwenkbereich des Vertikalwinkels von +/- 1 gon, was bei 200m Tiefe 6m Basisbreite entspricht. Der Einsatz lohnt sich also besonders bei größerer Tiefe, was wiederum durch die Fernrohrvergrößerung des Tachymeters begünstigt wird. Der Prototyp wurde für den Einsatz mit einem TCR 1100 oder baugleichen Instrumenten von Leica konstruiert. Hinsichtlich Kippachshöhe und Griffadaption ist für andere Instrumententypen die Umlenkeinheit konstruktiv anzupassen.



Abb. 2a : Hinterleuchtung des Prismas

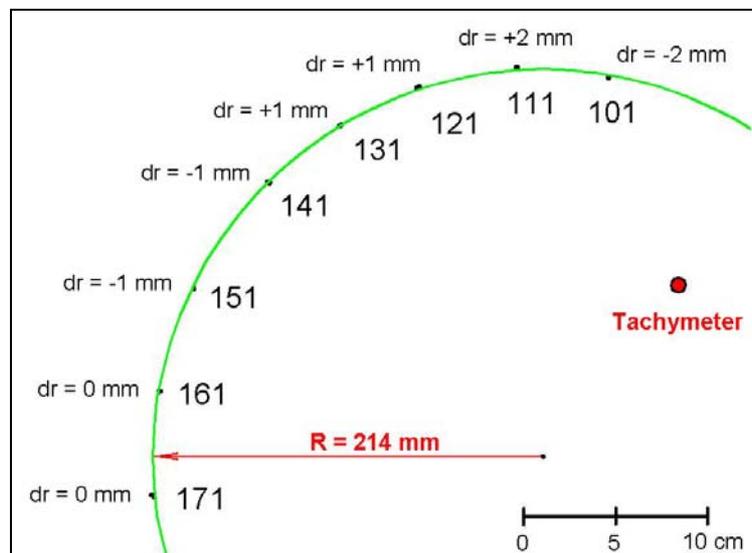


Abb. 2b : Messergebnis und Sollgeometrie

Die Genauigkeit der polaren Punktbestimmung mit dem ArgusTA soll anhand Abb. 2b demonstriert werden. Im Treppenhausschacht eines 6-geschossigen Gebäudes wurde der ArgusTA zusammen mit einem TCR 303 aufgebaut. Ein 20m tiefer exzentrisch gelagertes Tripelprisma wurde in verschiedenen azimutalen Stellungen vom oberen Schachtende aus jeweils vier mal angemessen. Dargestellt sind die gemessenen Punktkoordinaten, die kreisförmige Sollgeometrie, die sich aus der horizontalen Drehung des Prismas ergibt und die maximalen Abweichungen pro Punkt. Die maximalen Abweichungen von der Sollgeometrie betragen 2mm in der Lage und 2mm in der Höhe und entstanden dort, wo der Abstand zur Schachtwand nur 5cm betrug. Der mittlere Punktfehler für den Mittelpunkt des Kreises beträgt 0,1 mm.

## 2 Einsatzmöglichkeiten des ArgusTA

Mit dem ArgusTA kann der Tachymeter zur Nadirlotung, schrägen Punktübertragung, Teufenmessung und vertikalen Richtungsübertragung in Bergbau-, Brunnen- und Tunnelschächten

eingesetzt werden aber auch in hohen Gebäuden, Fahrstuhlschächten und Staubauwerken. Ein weiterer Einsatzfall ist die Definition nicht lotrechter 3D-Koordinatensysteme z.B. auf dem Trockendeck von Schiffswerften. Je nach Aufgabe ergeben sich prinzipiell folgende Möglichkeiten:

- 1.) Vertikale Punktübertragung (Nadirlotung) kann durch optische Visur und Einweisung bzw. Ablesung einer Zieltafel von oben erfolgen. Bei schlechten Sichtverhältnissen ist die Visur auch mit Hilfe des sichtbaren Lasers der Totalstation möglich
- 2.) Schräge Punkt- und Richtungsübertragung (in der Literatur auch als Schräglotung bezeichnet) ist z.B. in leicht geneigten Schächten möglich. Wird ein vertikaler Schacht nach unten hin breiter, dann ist die Länge der übertragbaren Basis nicht wie bei der Doppellotung bzw. der Schräglotung von unten auf die Breite der oberen Öffnung begrenzt. In einem solchen Fall sind größere Punktabstände messbar, zum einen bestimmt durch den Öffnungswinkel des Fernrohres und zusätzlich erweiterbar durch Variation des Vertikalwinkels.
- 3.) Elektrooptische Streckenmessung zur Höhenbestimmung ist sowohl bei vertikaler als auch bei schräger Punktübertragung durchführbar. Bei exakter Kalibrierung des ArgusTA sollte die Genauigkeit der tachymetrischen Streckenmessung nicht beeinträchtigt werden.
- 4.) Durch Dauermessung mit automatischer Zielerfassung können Szintillationseffekte bei der polaren Punktübertragung minimiert werden. Vergleichende Messungen mit IR und rotem Laser sind möglich.
- 5.) Die Richtungsübertragung in vertikalen und leicht geneigten Schächten kann durch optische Ebenen erfolgen, d.h. gleichzeitiges Anvisieren zweier Punkte mit dem Horizontalfaden bzw. Parallelstellung des Fadenkreuzes zu einem fadenkreuzartigen Zielzeichen. Letzteres kann z.B. durch handelsübliche Leuchtschnüre realisiert werden, die eine Dicke von minimal 1,2 mm haben und problemlos über mehrere hundert Meter zu sehen sind.
- 6.) Die Richtungsübertragung ist auch durch polare Messung mehrerer über den Schachtquerschnitt verteilter Punkte möglich, z.B. unter Verwendung eines beleuchteten Reflexprismas als Ziel. Bei Bewetterung mit Fallwinden sind mit geringem Aufwand hohe Reichweiten und Genauigkeiten erzielbar.
- 7.) Der ArgusTA ermöglicht die Richtungsübertragung durch Nadirdistanzmessung, also dem umgekehrten Verfahren der Zenitdistanzmessung nach Morlot [WUNDERLICH, 1995]. Der Tachymeter mit dem ArgusTA wird am oberen Schachtende aufgestellt. Zu zwei oder mehr untertägigen Punkten werden in definierten Azimutschritten die Vertikalwinkel gemessen. Wenn man vom gemessenen Vertikalwinkel 100gon subtrahiert, erhält man die Nadirdistanz des Lotstrahls. Addiert man 100gon, erhält man die Zenitdistanz. Vorteil gegenüber der Zenitdistanzmessung ist, dass mit einer Instrumentenaufstellung zwei oder mehr Neupunkte am Schachtboden messbar sind und die Genauigkeit bei vergleichbarem Aufwand auch über größere Teufen weniger unter Zentrierfehlern der Anschlusspunkte und den meteorologischen Bedingungen leidet.

Wenn die Richtung näherungsweise übertragen ist, kann das vom Stromübergangsnivellement her bekannte Verfahren der gleichzeitigen gegenseitigen Anzielung verwendet werden, die Genauigkeit der Punkt- und Richtungsübertragung weiter zu erhöhen. Dazu ist das unter 7.) beschriebene Verfahren simultan von oben und mit einem zweiten Theodolit von unten durchzuführen, wobei die Visur jeweils durch gegenseitige Anzielung der Horizontalfäden erfolgt. Das Azimut der Theodolite ist nach der gegenseitigen Anzielung jeweils gleichsinnig um identische Beträge zu ändern. An der TU Dresden laufen zur Zeit Untersuchungen, inwieweit der Einfluss der Seitenrefraktion durch diese Art der optischen Lotung zu eliminieren ist. Getestet wird auch die gegenseitige Kollimation der Visurlaser, die allerdings nur dann funktioniert, wenn der Visurlaser

des gegenüberliegenden Tachymeters nicht vor dem Okular mittels Bandpassfilter herausgefiltert wird.

Am Beispiel einer Talsperrenmessung kann der Vorteil der optischen Punktübertragung mit dem ArgusTA noch einmal aufgezeigt werden. Nicht alle in einem Staubauwerk vorgesehenen Lotschächte werden auch tatsächlich mit permanenten Loteinrichtungen versehen. Die ungenutzten Schächte können für regelmäßige Kontrollmessungen verwendet werden. Hierfür kann anstelle der Kombination aus mechanischer Lotung und Alinement eine optische Punktübertragung mit dem ArgusTA und Stationierung des Tachymeters im Festpunktfeld der Staumauer vorgenommen werden. Auf diese Weise können gleichzeitig Punkte auf der Mauerkrone und im Inneren des Staubauwerkes mit einer mobilen Messeinrichtung und hohem Genauigkeitspotential überwacht werden. Die Kosten dagegen sind im Vergleich zu stationären Einrichtungen deutlich geringer.

### 3 Modul 2: Das Teleskop

Modul 2 ist ein vertikal am Stativ anzuhängendes mechanisches Teleskop, welches am untersten Tubus einen vierten Orthogonalspiegel trägt. Es ist über einen Seilzug motorisiert ausfahrbar und variiert so die Tiefe des vierten Orthogonalspiegels, welcher den vertikal aus dem ArgusTA austretenden Strahl wieder horizontal auslenkt. Durch die kardanische Aufhängung des Teleskops und Klemmverbindung mit dem Mittelteil der Präzisionskonsole sollte die (vertikale) Teleskopachse genau mit der Stehachse des Tachymeters zusammenfallen. Ein Kreuzschlitten sorgt für einen Lageausgleich zwischen mechanischer und optischer Achse, falls der Stativteller nicht exakt horizontal steht. Die Verwendung eines Spezialstativs garantiert die notwendige Bewegungsfreiheit. Dreht man den Horizontalkreis des Tachymeters, drehen sich die Umlenkeinheit, der Mittelteil der Konsole und das Teleskop mit. Ober- und Unterteil der Konsole sind durch eine Klemmvorrichtung verbunden, so dass die Drei-Klauen-Aufnahme des Tachymeters bei Drehung des Horizontalkreises stehen bleibt. Für die Drehung sollte der Feintrieb des Tachymeters normalerweise ausreichen. In Ausnahmefällen ist die Rutschkupplung des Feintriebes fester einzustellen.

Wenn der Tachymeter mittig über einem offenen Schacht steht und das Tachymeter-Aufsatzsystem angehängt wird, kann das Teleskop auf die Tiefe (bis zu 8m) des zu erfassenden Kanals ausgefahren werden. Abb. 3 zeigt den ArgusTAT in komplett ausgefahrenem Zustand. Mit der Drehung des Horizontalkreises des Tachymeters ändert sich auch die Blickrichtung im Schacht. So kann der Kanal im Fernrohr des Tachymeters sichtbar gemacht werden und die Horizontalrichtung kann mit dem Tachymeter gemessen werden. Da die mechanische Führung des Teleskops nicht so exakt gearbeitet werden kann, dass die Parallelität zwischen ausgelenktem und originären Zielstrahl beim Ausfahren des Teleskops erhalten bleibt, ist am obersten Tubus ein Feintrieb eingefügt. Fokussiert man mit dem Tachymeter auf ein im untersten Tubus gespanntes Fadenkreuz, kann man dieses mit Hilfe des Feintriebes parallel zum Fadenkreuz des Tachymeters stellen. Dabei sind auch definierte Verschwenkungen um bis zu 100 gon einstellbar.

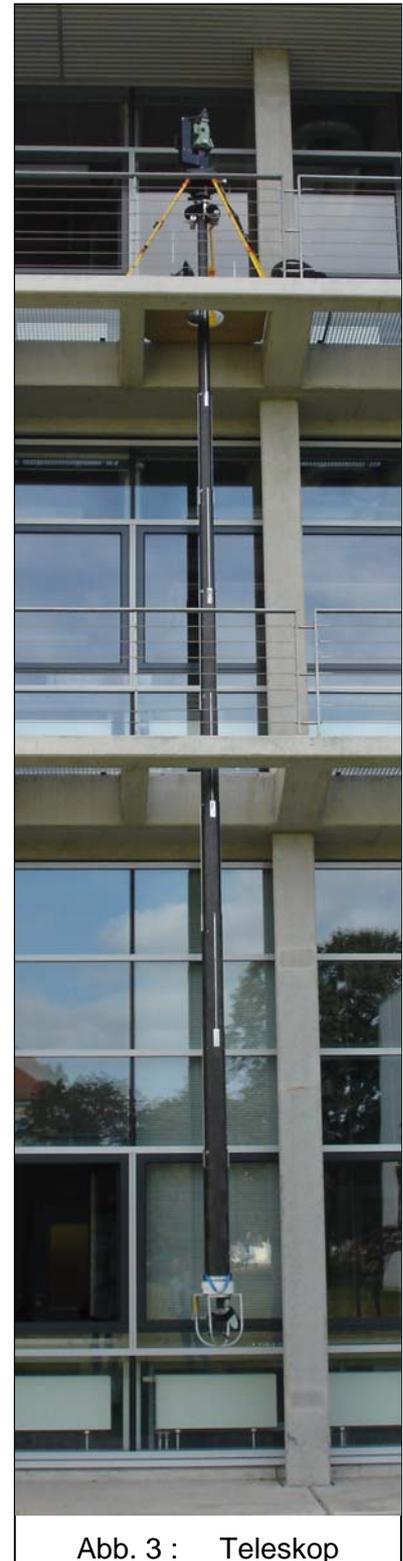


Abb. 3 : Teleskop

Die Streckenmessung des Tachymeters kann nun genutzt werden, um die Ausfahrtiefe des Teleskops zu bestimmen und unterirdisch gelegene Punkte aufzumessen. Zur Messung der Ausfahrtiefe wird per Fernbedienung eine Reflexionsplatte im untersten Tubus umgeklappt (siehe Abb. 3), welche mit dem Tachymeter anzumessen ist. Anschließend ist die Reflexionsplatte zurückzuklappen. Die nachfolgende Messung von Objektpunkten kann reflektorlos erfolgen, auch das Messen auf Reflexfolien oder Tripelprismen funktioniert problemlos. Für die reflektorlose Messung des TCR 1100 wurden Reichweiten von 30m auf nichtkooperative Ziele und >300m auf Reflexfolien und Tripelprismen ermittelt. Bei Verwendung der IR-Streckenmessung wurden auf Reflexfolien bis zu 80 m und auf Tripelprismen bis >500m erzielt.

Die Geometrie des Tachymeter-Aufsatzes erlaubt es auch, den Zielstrahl des Tachymeters in gewissen Grenzen aus der Horizontalen zu verschwenken. Der Schwenkbereich ist bei großer Ausfahrtiefe durch die Größe des untersten Orthogonalspiegels (16cm) limitiert, bei geringer Ausfahrtiefe durch die Größe des dritten Orthogonalspiegels. In Abhängigkeit von der Ausfahrtiefe ergibt sich also ein Schwenkbereich zwischen  $\pm 0,6$  gon und  $\pm 1$  gon. Das heißt, man kann sehr weit in Kanäle hineinsehen und -messen, die bis zu 2 % Gefälle oder Steigung haben. Größeres Gefälle verkürzt den sichtbaren Bereich. Die Richtung der vertikalen Auslenkung am Tachymeter (nach oben oder unten) entspricht auch der nach Durchlaufen des untersten Orthogonalspiegels. Die Genauigkeit wird durch exakte Justage der Orthogonalspiegel (1“ ab Werk) und die gependelte Aufhängung des untersten gewährleistet.

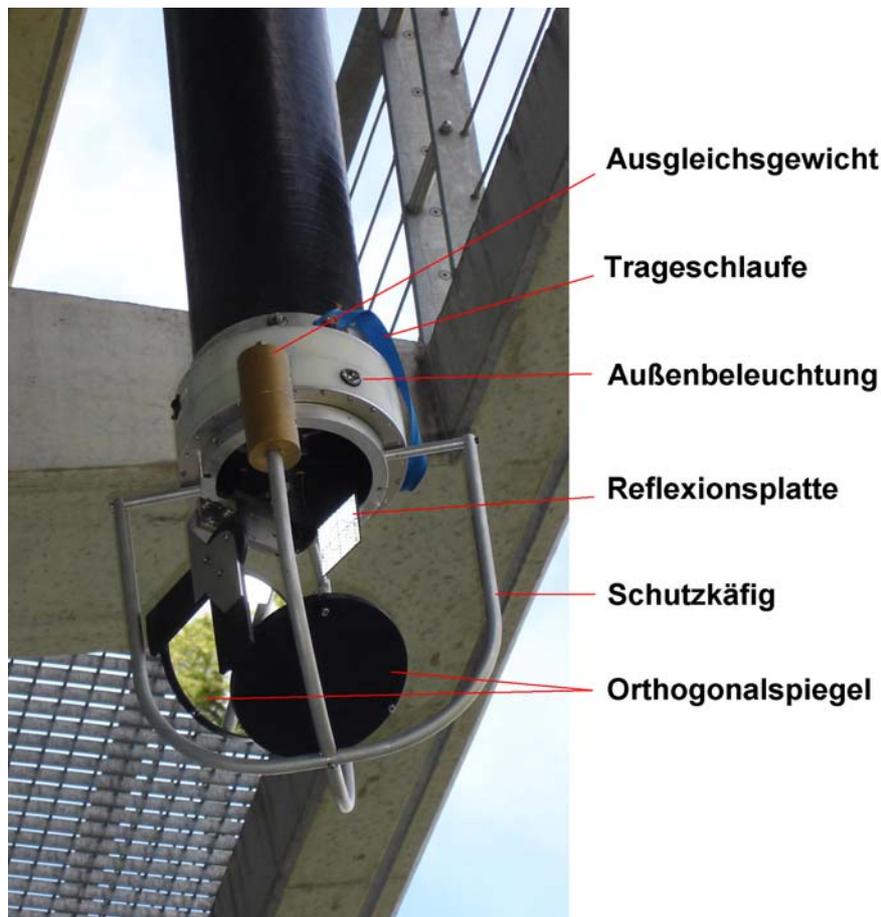


Abb. 4 : unteres Teleskopende

Für die freie Stationierung bzw. Orientierung muss die Arretierung des Bügels an der Umlenkeinheit gelöst werden. Man zielt dann an der Umlenkeinheit vorbei. Tests mit einem Halbspiegel im ersten Orthogonalspiegel und zwei wechselseitig ausklappbaren Blenden hinter

bzw. unter dem ersten Orthogonalspiegel zeigten, dass ansonsten die reflektorlose Streckenmessung wegen zu geringer Signal-Remission beeinträchtigt wird.

Aufgrund der Konstruktion des Tachymeter-Aufsatzes ist es nicht möglich, den Tachymeter samt Umlenkeinheit um 400 gon zu drehen. Die Klemmverbindung zwischen Ober- und Unterteil der Konsole, die den drehbaren Mittelteil überbrückt, ist dabei im Weg. Es ergibt sich effektiv ein Schwenkbereich von 330 gon. Da aber das Teleskop mit Hilfe des zusätzlichen Feintriebes um  $\pm 100$  gon verstellbar ist, kann man auch Punkte anmessen, die außerhalb dieses Schwenkbereichs liegen. Allerdings muss der Vertikalwinkel dann bei 100 gon bleiben, da sich Änderungen desselben am untersten Orthogonalspiegel als Quer- und nicht als Längsabweichungen auswirken und somit die horizontale Blickrichtung verfälschen. Für geneigte Visuren ist es also sinnvoll, bei der Aufstellung bereits den „toten Winkel“ so zu berücksichtigen, dass möglichst kein Ziel darin liegt.

#### 4 Einsatzmöglichkeiten des ArgusTAT

Die Kombination beider Module ist für den Einsatz im Kanalkataster prädestiniert. Im Gegensatz zu handelsüblichen Messsystemen ist der ArgusTAT in die Lage, dreidimensional Lage und Verlauf eines unterirdischen Kanals zu erfassen. In Kombination mit einem Kanalmesswagen, welcher mit einem beleuchteten Reflexionsprisma ausgerüstet wird, ist die Erfassung von Lage und Höhe des Wagens innerhalb des Kanals möglich, solange dieser vom Schacht bzw. vom Gegenschacht aus sichtbar ist (siehe Abb. 5). Da die meisten Kanäle zwischen zwei Haltungen annähernd geradlinig verlaufen, besteht das Problem lediglich darin, den untersten Orthogonalspiegel vor dem Kanal zu platzieren. Die Ersterfassung von Abwasserkanälen und Schachtbauwerken ist damit ebenso möglich wie Deformationsmessung oder die exakte Ortung von Störstellen bei unbekannter Trajektorie. Ein wesentlicher Vorteil des Systems ist, dass die Messung übertägig erfolgt, so dass die Gesundheit des Messpersonals nicht gefährdet wird.

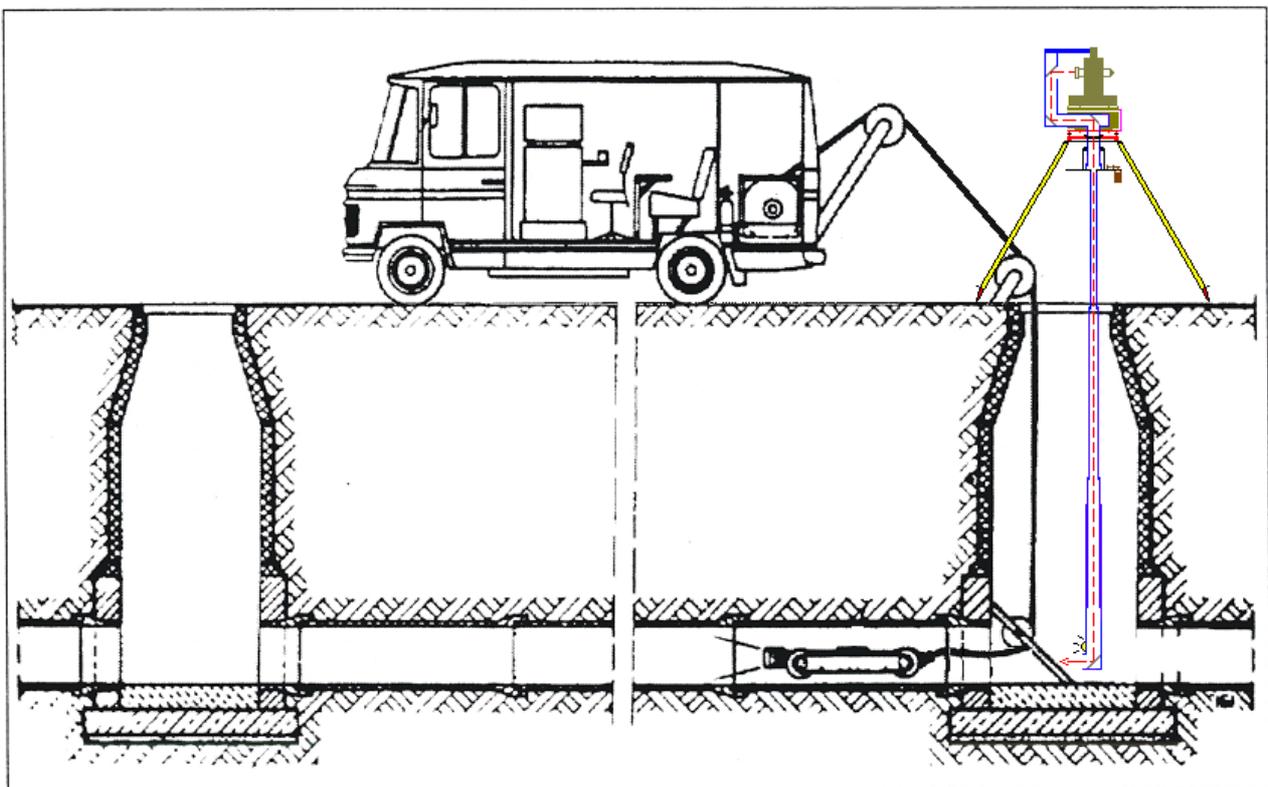


Abb. 5 : Kombination von Kanal-TV und ArgusTAT

Der ArgusTAT ist zwar primär für die Vermessung von Abwassersystemen konzipiert, mögliche Einsatzgebiete finden sich aber überall dort, wo schwer zugängliche Hohlräume zu vermessen sind. So ist zum Beispiel mit dem Instrument die Richtungs- oder Achsenübertragung zwischen verschiedenen Etagen eines Bauwerkes mit nur einem Standpunkt möglich. Neben dem Einsatz bei der Bauwerksabsteckung im Hochbau wären auch für Tunnel- oder Schachtbauwerke, die maximal 8m unter der Erdoberfläche liegen, Anwendungen denkbar. Bei Horizontaldistanzen von ca. 10 m beträgt die Querabweichung nur  $\sigma_{\text{quer}} = 8$  mm. Diese Genauigkeit ist für viele Aufgaben in der Bauwerksabsteckung bzw. -dokumentation ausreichend.

Auch im Bereich der Archäologie und im Bergbau kann das Prinzip angewandt werden, z.B. zur Vermessung unterirdischer, schwer zugänglicher Hohlräume oder Kavernen. Erfolgreich getestet wurde hier bereits das Abstecken von unterirdischen Orientierungspunkten für einen Laserscanner, welcher anschließend den unterirdischen Hohlraum scannen konnte [Argus GeoTech]. Denkbar ist weiterhin der Einsatz zur Deponievermessung, wahlweise in Kombination mit Inertialmesstechnik, für welche der ArgusTAT die Anfangsrichtung vorgibt.

Automatisierte Scanverfahren sind noch nicht realisiert, können aber mit motorisierten Totalstationen entwickelt werden. Interessant ist ebenfalls die Verwendung des ArgusTAT in Kombination mit einem Videotachymeter, da hier die Verdrehung des unteren Fadenkreuzes nicht nachgeführt werden muss, sondern im Bild gemessen werden kann. Entsprechende Algorithmen sollen an der TU Dresden erarbeitet werden. Erste Tests mit einer Imaging Totalstation von Topcon zeigten, dass durch die Fernrohrvergrößerung ein Prisma mit integrierter LED im dunklen Kanal sehr gut und auch sehr genau verfolgt werden kann.

#### Literatur:

RYF, A.; HAAG, R.; SCHÄTTI, I.: *AlpTransit Gotthard-Basistunnel: Aktueller Projektstand, ingenieurgeodätische Aspekte*, XIII. Kurs für Ingenieurvermessung, München. Herausgeber: Schnädelbach, Schilcher, Wittwer Verlag, Stuttgart 2000, S. 51-62

Fuhrland, M.: *Bauvermessung mit Argus-Augen*, AVN 11-12 / 2005, S. 383-387

Wunderlich, Th.: *Schräglotung mit dem Theodolit*, in: Neue Technologien in der Geodäsie, Tagungsband Türkisch-Österreichische Tage, TU Istanbul 1995

[www.Argus-GeoTech.de](http://www.Argus-GeoTech.de)

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Matthias Fuhrland

Argus GeoTech GmbH

Breiteweg 58

39218 Schönebeck

email : [info@argus-geotech.de](mailto:info@argus-geotech.de)