

Paper-ID: VGI_197813



Vermessung im Zusammenhang mit dem Bau von Rohrleitungen

Franz Wagner ¹

¹ *Projektbüro WAG, Mollardgasse 33, A-1060 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **66** (4), S. 175–190

1978

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Wagner_VGI_197813,  
Title = {Vermessung im Zusammenhang mit dem Bau von Rohrleitungen},  
Author = {Wagner, Franz},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {175--190},  
Number = {4},  
Year = {1978},  
Volume = {66}  
}
```



Otepka G. und Loitsch J. (1976): Ein Programm zur digital gesteuerten Orthophotoproduktion. Presented paper, XIII. ISP. Kongreß, 1976.

Otepka G. und Duschaneck E. (1978): Empirische Genauigkeitsuntersuchung von Orthophotos. Geowissenschaftliche Mitteilungen, TU Wien, Heft 13, 1978.

Pape E. (1978): Orthophototechnik als Alternative. Bericht Nr. 14, ETH-Zürich, 1978.

Peters K. (1976): Kostendenken im Vermessungswesen. Geowissenschaftliche Mitteilungen, TU Wien, Heft 11, 1976.

Schweissthal R. (1967): Grundlagen, Bearbeitung und Herstellung großmaßstäblicher Luftbildkarten. Diss. an der TH Hannover, 1967.

Vermessung im Zusammenhang mit dem Bau von Rohrleitungen

Von *Franz Wagner, Wien*

1. Problemstellung

Der Bau einer Rohrfernleitung setzt sich im wesentlichen zusammen aus:

- Schweißen der Rohre zu Hauptsträngen mit einer Maximallänge von 900 m
- Ausheben der Rohrkünette
- dem Absenken der Hauptstränge
- den Verbindungen zu einem Endlosstrang (Tie-in)
- der Verlegung eines Nachrichten- und Steuerkabels
- der Verfüllung und Rekultivierung.

Bei einigermaßen guter Vorbereitung während der Projektphase – auf die hier nicht näher eingegangen werden soll – treten normalerweise in vermessungstechnischer Hinsicht nur selten Schwierigkeiten auf.

Hauptproblem ist das Vorliegen von instationären Bauphasen, die parallelverschoben gleichzeitig ablaufen und sorgfältige Überlegungen in bezug auf Anzahl der einzusetzenden Vermessungsgruppen und deren Koordination erfordern.

Die hohen Baugeschwindigkeiten erfordern zur Vermeidung von kostspieligen Stillständen der Bautrupps rasche Vermessung und Auswertung. So manches Vermessungsbüro hat spätestens nach Vorliegen der ersten Rechnung für Stillstandzeiten des Bauunternehmers die zu gering bemessene Kapazität an Personal aufstocken und mit Verlusten weiterarbeiten lassen müssen.

Ein abgesenkter Rohrstrang wird durch die verantwortliche Bauaufsicht erst nach Rücksprache mit dem Vermessungsingenieur für die Verfüllung freigegeben. Der wartenden Maschinen wegen muß daher die Auswertung für eine Aussage über die projektgemäße Verlegung sofort in situ erfolgen.

2. Aufgabengliederung

2.1 Bestandsaufnahme des Hauptstranges

Die Absenkgeschwindigkeiten der sogenannten Hauptkolonne können je nach topografischen und witterungsbedingten Verhältnissen bis zu 2000 lfm pro Tag betragen.

Da ein Großteil der Tageszeit für Vorbereitungsarbeiten, wie Nachisolieren, Testen, Grabenbettung usw., „verlorengeht“, stehen der Vermessungsgruppe nur einige Stunden für die eigentliche Aufnahme zur Verfügung.

Die Frage, was eigentlich wie einzumessen ist, hat bei fast jeder Fernleitung Anlaß zu Diskussionen und Unstimmigkeiten zwischen Auftraggeber und Ingenieurbüro gegeben. Des öfteren war die Verfüllung von Leitungen über längere Strecken abgeschlossen, bevor Kommunikation und Vermessung funktionstüchtig ablaufen konnten.

Aufgabe der Vermessung ist es nun, die Rohrleitung so aufzunehmen, daß folgende Voraussetzungen erfüllt werden können:

- Eine Rekonstruktion sämtlicher Schweißnähte und Einbauten (z.B. Armaturen, Isolierkupplungen) der mechanischen Schutzmaßnahmen (Druckverteilungsplatten, Betonummantelungen), der querenden Fremdleitungen, der Kathodenmeßstellen und verlegten Kabel muß jederzeit in Natur möglich sein.
- Die Vermessung muß genaue Auskunft über sämtliche Positionen des Leistungsverzeichnisses geben können, in denen Aufwände des Bauunternehmers nach Länge und Tiefe abgerechnet werden. Dazu gehören u. a. die tatsächliche Länge der verlegten Rohrleitung und Kabel unter Berücksichtigung aller vertikalen und horizontalen Krümmungen, die Mehrtiefen sowie die Längen von Überschubrohren, Auftriebssicherungen, Betonummantelungen, Begleitdränagen und Betonplatten.
- Die Erstellung von Bestandsplänen als Arbeitsunterlagen für den späteren Betrieb der Rohrleitung muß gewährleistet sein, wobei die planliche Darstellung üblicherweise in folgenden Maßstäben erfolgt:

1 : 50.000 (25.000)	Übersichtspläne
1 : 2880 (2000)	Lagepläne (Kataster, Zahlenplan)
1 : 2000/100	Längsprofile
1 : 250/250	Detailpläne von Querungen mit Straßen, Bahnen, Gerinnen
1 : 100/100	Stationspläne

2.1.1 Genauigkeitsanforderungen

Für die Abgrenzung der zulässigen Fehler sind vier Kriterien maßgebend:

a) Rekonstruktion

Wird eine Rohrleitung für Reparaturzwecke, Überprüfungen oder nachträgliche Einbauten freigelegt, so geschieht das mit maschinellen Grabgeräten oder von Hand in Form eines Schlitzes quer zur Leitung.

Das heißt, eine Genauigkeit von einer „Schaufelbreite“ für die Wiederabsteckung würde genügen.

b) Planliche Darstellung

Hier richtet sich die Meßgenauigkeit nach der Zeichengenauigkeit in den betreffenden Maßstäben. Für die Darstellung in Katasterplänen und die Eintragung des Servitutrechts im Grundbuch ist eine Einmessung der Leitung auf bestehende Grenzen in Natur wertvoller als eine koordinative Aufnahme.

Um nachzuweisen, welche Grundstücke tatsächlich von der Leitung berührt werden, ist es manchmal nötig, lange gerade Strecken in Natur im Katasterplan mit Unstetigkeitsstellen (Knick, Sprung) zu zeichnen.

c) Koordinaten

Im Sinne eines Leitungskatasters für zukünftige Projekte von Straßen, Bahnen, Gewässerregulierungen, für die Darstellung in Zahlenplänen und für zukünftige Rekonstruktionen ist eine koordinative Einmessung der Leitung nötig.

Die Genauigkeit der Lageaufnahme wird dabei wesentlich vom Durchmesser der Leitung bestimmt.

Bei großem Durchmesser ist die Fixierung des Rohrscheitels mehr oder weniger dem Gefühl des Figuranten überlassen, und eine rechnerische Überprüfung einer Geraden in Natur wird daher in den seltensten Fällen wieder eine Gerade ergeben.

Ein endlos verschweißter Rohrstrang ist kein starrer Stab, sondern verhält sich wie ein biegeelastischer Balken.

Dem Bauunternehmer sind für die elastische Krümmung folgende Grenzen gesetzt:

– Aus festigkeitstheoretischen Überlegungen folgt ein minimal zulässiger elastischer Biegeradius

$$\text{von } R_{\min} \text{ (m)} = \frac{210}{k} \frac{s}{D_a}$$

für horizontale und vertikale Richtungsänderungen.

(s = Sicherheitsfaktor

k = Mindeststreckgrenze des Werkstoffes

D_a = Außendurchmesser des Rohres)

– Die maximal zulässige Abweichung von einer Sollgeraden in situ darf

$\frac{D_a}{2}$ betragen.

Für die Fixierung des Rohrscheitels in Verbindung mit der Aufnahme würde nun eine Genauigkeit genügen, die ein Erkennen der oben angeführten zulässigen Abweichungen beim Verlegen der Leitung erkennen läßt.

Auf Grund der Vermessungsergebnisse muß also jederzeit eine Kontrolle auf Unterschreitung des geforderten elastischen Biegeradius möglich sein.

d) Abrechnung

Für die Abrechnung mit der Baufirma wird stets auf die Vermessungsergebnisse zurückgegriffen.

Dabei gilt es, die Kosten abzuschätzen, die sich auf Grund falscher Längenangaben in Summe ergeben können. Als Beispiel sei ein Fall erwähnt, bei dem auf einer Bauloslänge von 80 km eine Längendifferenz zwischen Angaben der Baufirma und der Vermessung von 130 lfm bestand.

Bei einem lfm-Preis von ca. öS 6.000,- ergab dies einen Betrag von ca. 0,8 Mio öS, um den zu streiten für den Bauunternehmer durchaus lohnend war.

Es zeigt sich also, daß dieser Punkt für Fehlerabschätzungen letztlich ausschlaggebend ist. Hier gilt es, genaue Überlegungen über Meßmethoden und Kontrollen anzustellen.

2.1.2 Lage und Höhenaufnahme der Hauptleitung

Aufgrund der vorher angestellten Überlegungen folgt z. B. für einen Rohrdurchmesser von $D_a = 800$ mm und Rohrlängen von ca. 14 m die koordinative Einmessung folgender Punkte:

- jede dritte Schweißnaht (SN)
- Horizontal-(Vertikal-)Bogenanfang (HBA, VBA)
- Horizontal-(Vertikal-)Bogenmitte (HBM, VBM)
- Horizontal-(Vertikal-)Bogenende (HBE, VBE)

Vertikal- und Horizontalbögen werden in situ mittels Biegemaschinen kaltgebogen. Der Biegevorgang geht schrittweise vor sich, wobei je nach endgültigem Biegewinkel (= Tangentenschnittwinkel) der entstehende Bogen gleichmäßig über das ganze Rohr verteilt sein kann, oder, was häufiger vorkommt, sich bei Rohranfang bzw. Rohrende befindet. BA und BE müssen einen vom Rohrdurchmesser abhängigen minimalen Abstand vom Rohrende aufweisen (Abb. 1).

Der maximal zulässige Kaltbiegeradius beträgt $40 \times D_a$,

der pro Biegeschritt zulässige Biegewinkel $\alpha \approx \frac{1,5''}{D_a}$

und die Biegeschritte dürfen einen Abstand von 0,3 m nicht unterschreiten. Diese Grenzen für den Biegevorgang verlangen bei größerem Tangenten-

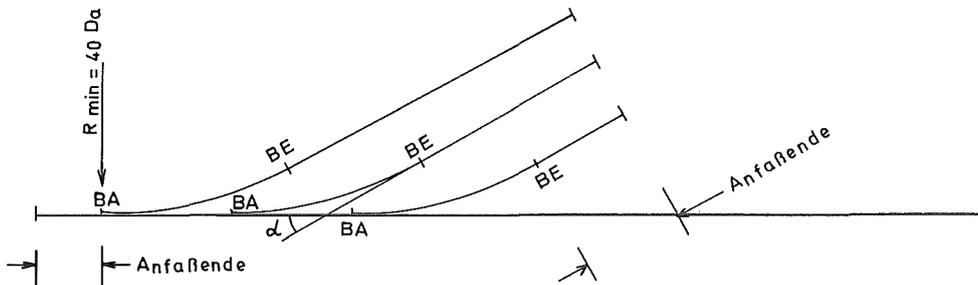


Abb. 1 Drei Möglichkeiten, den Tangentschnittwinkel auf ein Rohr zu biegen.

schnittwinkel eine Zusammensetzung des endgültigen Bogens aus mehreren gebogenen Rohren.

Das fertige Produkt ergibt dann eine unregelmäßige Kurve, die weit von einer Kreisbogenform abweicht. In diesem Fall ist es für eine spätere Rekonstruktion der Rohrleitung unerlässlich, von jedem einzelnen Rohr BA, BM, BE koordinativ einzumessen.

Für die Aufnahme steht normalerweise ein in der Projektphase erstellter trassennaher Polygonzug zur Verfügung. Wichtig ist es, nach jeder Umstellung idente Aufnahmepunkte mitzunehmen, ein Vorgang, der wegen Sichtschwierigkeiten durch Baugeräte, Humus- und Aushubdeponien oft schwierig ist.

Hier den Weg des geringsten Widerstandes zu wählen, kann gefährlich werden. Es gilt stets zu bedenken, daß die Rohrleitung sofort nach Vermessung verfüllt wird und event. nötige Korrekturmessungen mit kostspieligen Grabarbeiten verbunden sind.

Können idente Punkte nicht aufgenommen werden, so müssen unbedingt die Sperrmaße zwischen den Aufnahmestandpunkten gemessen werden, wobei das Maßband in Vertikal- und Horizontalbögen auf dem Rohrscheitel aufliegen soll. (Nicht die Sehne messen!)

Die maximale Länge eines in einem Arbeitsgang abgesenkten Rohrstranges beträgt ca. 900 m. Die Verbindung zweier Stränge erfolgt durch später nachfolgende „Tie-in“-Gruppen in der Rohrkünette.

Für die Vermessung wichtig ist nun die Markierung eines Punktes gegen Anfang und Ende eines Stranges, von dem zu erwarten ist, daß er sich bei der späteren Grabenverbindung lage- und höhenmäßig nicht mehr ändern wird. Die Entfernung dieses Punktes vom Strangende ist unter Berücksichtigung des zulässigen elastischen Biegeradius zu wählen.

Durch deutliche Markierung auf dem Rohr wird der Verfüllkolonne angezeigt, wie weit der Strang vermessen ist und eingedeckt werden darf (Abb. 2).

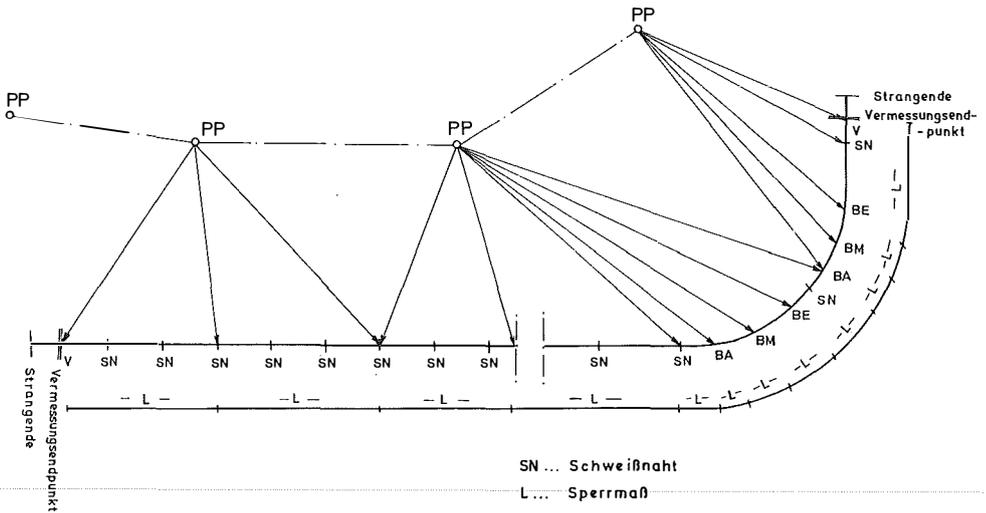


Abb. 2

Die Höhenbestimmung des Rohrscheitels erfolgt trigonometrisch, wobei wieder auf die Mitnahme eines identen Punktes nach jeder Umstellung zu achten ist.

Die Überdeckungshöhen werden an jedem Aufnahmepunkt direkt vom Figuranten gemessen und per Funk an den Protokollführer durchgegeben.

Bereiche, in denen durch Massenausgleich während der Trassenvorbereitung das Urgelände nicht klar zu erkennen ist, sind hinsichtlich der Überdeckungsangabe mit Vorsicht zu behandeln (Abb. 3).

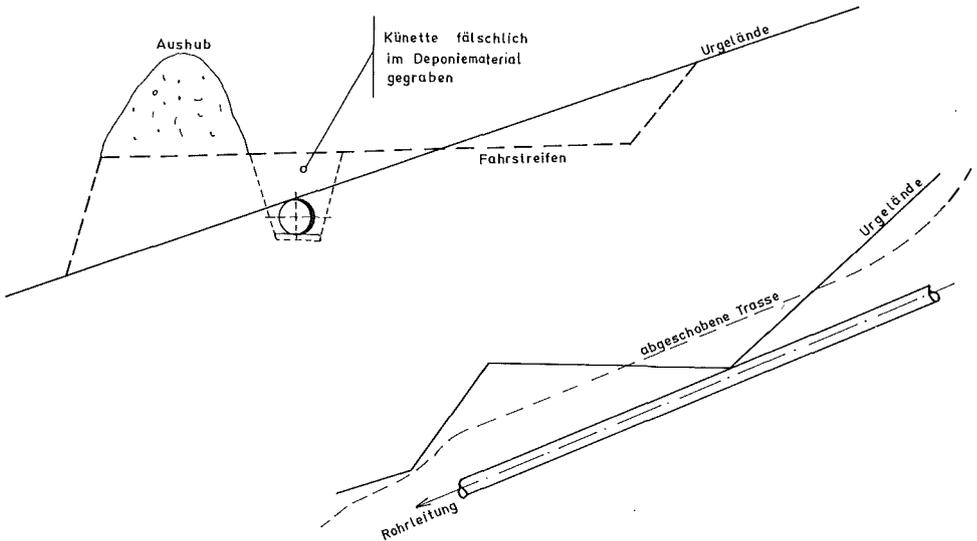


Abb. 3

Präzedenzfälle, in denen beim Wiederherstellen des Urgeländes die Leitung plötzlich freilag oder später beim Pflügen beschädigt wurde, sind zur Genüge vorhanden.

Da die Verfüllung der Rohrleitung erst nach „Freigabe“ der Vermessung und deren Bestätigung über die projektgemäße Verlegung erfolgt, liegt die Verantwortung für derart entstehende Kosten und Schäden in erster Linie beim jeweiligen Vermessungsbüro.

Wird die vorgeschriebene Überdeckung oder eine vorgegebene Sollhöhe an einer Stelle nicht erreicht, so muß der verantwortliche Vermessungsingenieur den Vertreter des Auftraggebers sofort benachrichtigen und nach erfolgter Lagekorrektur eine Nachmessung durchführen.

2.1.3 Fremdleitungen

Querende Fremdleitungen (Wasserleitungen, Dränagen, Kabel etc.) werden mit dem Maßband auf koordinativ bestimmte Schweißnähte eingemessen.

Von jeder Fremdleitung sind folgende Daten festzuhalten:

- Material, Durchmesser
- Verwendungszweck
- lichte Weite zur Rohrleitung
- ungefährender Kreuzungswinkel

Bei Unterfahrung eines Dränagegebietes kann diese Arbeit äußerst zeitaufwendig werden. Treten noch dazu kohäsionsarme oder stark tonhaltige Böden mit geneigten Gleitflächen auf, so sind, bedingt durch einstürzende Grabenwände, die Enden der durchtrennten Dränagen oft nicht sichtbar. In derartigen Bereichen ist es erforderlich, die Dränagen unmittelbar nach Herstellung der Künette und vor der Rohrabsenkung durch geeignete Methoden einzumessen.

Wichtig ist die Kontrolle der in den Normplänen angegebenen vertikalen Mindestabstände zu den Fremdleitungen. Dränagen, die später bei der Wiederherstellung wegen der zu hoch liegenden Rohrleitung nicht mehr überbrückt werden können, erfordern kostspielige Sammler bis zum nächsten Tiefpunkt oder Tieferlegungen der Rohrleitung.

2.2 Vermessung der Verbindungsstellen

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Verbindung (Tie-in) der verlegten Hauptstränge durch Einsetzen von Rohrteilen, fertig vorbereiteten Etagen, Düker oder kurzen Rohrsträngen in der Künette. Diese Arbeiten werden von mehreren Tie-in-Gruppen an verschiedenen Stellen zur gleichen Zeit durchgeführt und zwar

- bei allen Straßen- und Bahnquerungen
- bei Dükerung eines Gewässers
- in extrem schwierigen Steilhängen
- in Mooregebieten
- an allen Hauptstrangenden

2.2.1 Straßen- und Bahnquerungen

Die Verlegung erfolgt hier normalerweise vor der Hauptabsenkkolonne und kann auf drei Arten erfolgen:

- a) offene Verlegung durch Schlitzen der Straße;
- b) durch Bohren oder Pressen des Hauptleitungsrohres;
- c) durch Pressen eines sogenannten Überschubrohres (Asbestzement oder Beton) mit nachfolgendem Einfädeln des Hauptleitungsrohres.

Im Fall a) muß die Vermessung bei noch offener Künette erfolgen, um eventuell im Straßenkörper befindliche Fremdleitungen zu erfassen und sofortige, allenfalls notwendige Lagekorrekturen der Rohrleitung zu ermöglichen.

Für die Einmessung ist folgender Ablauf zu beachten:

- Markierung zweier Vermessungsendpunkte auf dem verlegten Rohr, die auch nach Verbindung mit dem Hauptstrang erhalten bleiben. (Die Rohrenden können wegen zu erwartender Schnitte nicht verwendet werden.)
- Einbindung dieser Endpunkte auf die zugehörigen (in den Projektplänen angegebenen) Kreuzungspunkte.
- Sofortige Eintragung der Istlage der Rohre in die Projektdetailpläne.
- Nach später erfolgter Verbindung mit dem Hauptstrang sind die dem Straßen- bzw. Bahnkörper nächst gelegenen Schweißnähte koordinativ zu bestimmen und die Vermessungsendpunkte auf diese Schweißnähte einzumessen (siehe Abb. 4).

Im Falle b) wird bei Ansetzen der Bohrung eine Höhenkontrolle durchgeführt. Die eigentliche Einmessung erfolgt nach fertiger Verbindung mit dem Hauptstrang, wobei wieder auf die Einbindung der Kreuzungspunkte, auf die vor und nach der Objektquerung koordinativ einzumessenden Schweißnähte zu achten ist. Die Ermittlung der Länge der im Straßen- bzw. Bahnkörper befindlichen Rohre kann nur auf indirektem Weg (allerdings kontrolliert) erfolgen.

Fall c). Die Längen der für die Einfädung vorgesehenen Rohre sind vor dem Einschieben in das Schutzrohr mit Meßband zu messen (Achtung auf Vermessungsendpunkt!) und nach Verbindung mit dem Hauptstrang gemeinsam mit dem Überschubrohr auf die Kreuzungspunkte einzubinden.

2.2.2 Düker

Die Einmessung der Düker kann mit Schwierigkeiten verbunden sein.

Bei kleineren Gerinnen wird das Wasser über die Rohrkünette geleitet, so

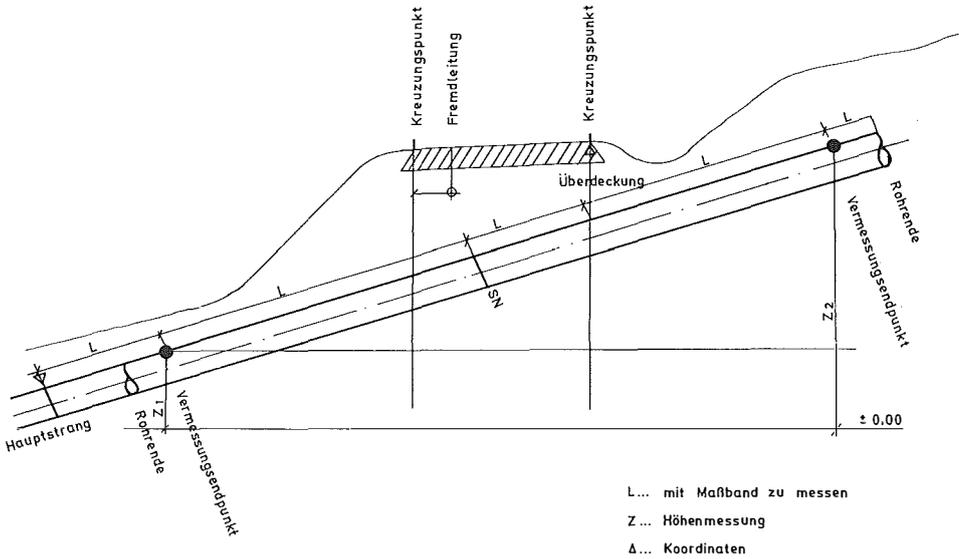


Abb. 4 Straßenquerung in offener Bauweise.

daß der fertig verlegte Düker meist zugänglich und daher leicht einzumessen ist.

Bei größeren Flüssen hingegen erfolgt die Verlegung unter Wasser und der Vorbereitungsarbeiten wegen fast immer gegen Abend. Die Tie-in-Gruppe steht mit laufenden Maschinen bereit, mit dem Ausklinken der Haltegurte auf das Vermessungsergebnis wartend, um bei zu geringer Überdeckung ein nochmaliges Herausheben des Dükers zu ermöglichen.

Die Vermessungsgruppe muß nun in der Lage sein, trotz schlechter Sicht, starker Strömung und für Vermessungslatten unerreichbare Tiefen, rasch eine Aussage über die Lagerichtigkeit und spezifikationsgemäße Verlegung des Dükers zu treffen.

Folgende Vorgangsweise hat sich hierfür als zweckmäßig erwiesen:

- Aufspiegeln des fertig geschweißten, mit Betonummantelung versehenen Dükers auf die Verbindungsgerade der günstig zu wählenden Vermessungsendpunkte vor der Verlegung (Abb. 5).

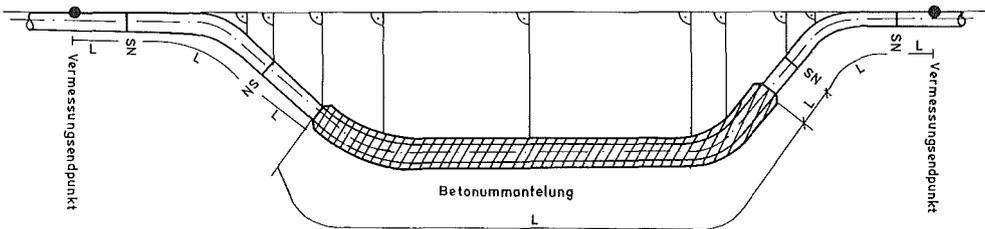


Abb. 5 Düker

- Kartierung auf Transparentpapier im Maßstab des zugehörigen Projektplanes.
- Nach Verlegung – koordinative Einmessung der Vermessungsendpunkte und Einbindung auf die zugehörigen Kreuzungspunkte. Damit ist eine sofortige Einpassung der Transparentpause in den Projektplan und Aussage über die Lagerichtigkeit möglich.

Diese Methode ist aber nur bedingt anwendbar. Bei langen Dükern kann in Abhängigkeit vom Durchmesser eine unzulässige elastische Verformung des Rohres und Betonmantels auf der Grabensohle auftreten. In solchen Fällen wird man mit Hilfe der Baufirma von einem Hydraulikbagger oder Floß aus ergänzende Peilungen und Lotungen vornehmen.

2.3 Einmessungen der mechanischen Schutzmaßnahmen und Kathodenmeßstellen

Zum Schutz der Leitung gegen Beschädigung durch spätere Grabarbeiten, unzulässige Druckbeanspruchung, zur Vermeidung von Grabenerosionen und Sicherung gegen Auftrieb werden in kritischen Bereichen entsprechende Maßnahmen getroffen. Diese mechanischen Schutzmaßnahmen können z.B. bestehen aus

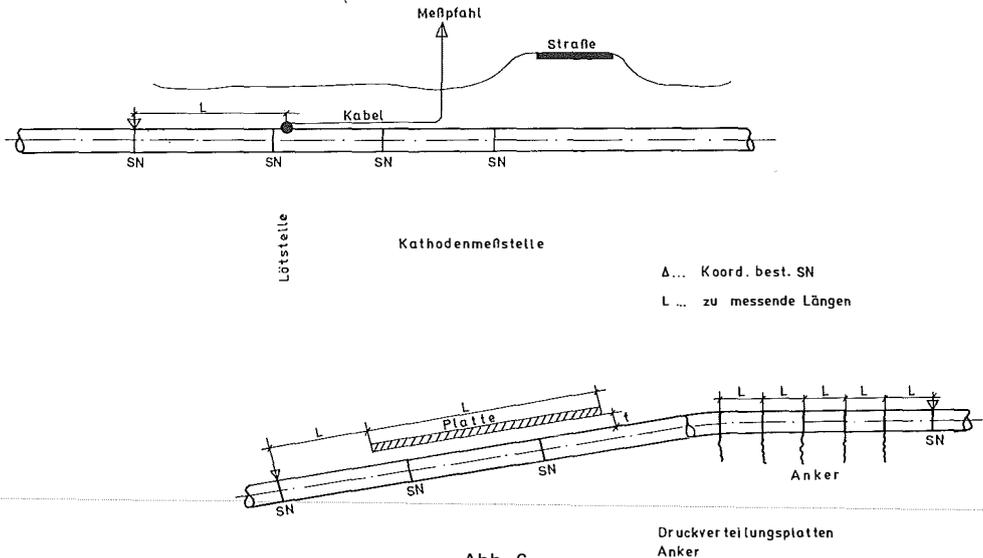
- einer Abdeckung der Rohrleitung mit Druckverteilungsplatten oder Sandzementsäcken
- dem Einbau von Stützkörpern in Steilhängen
- einer Verlegung von Begleitdrainagen
- Verankerungen der Leitung mit Schraubankern oder Beschwerungen mit Betongewichten.

Zur Sicherung der Rohre gegen Korrosion wird eine nach dem Fremdstromprinzip arbeitende Kathodenschutzanlage installiert, die im wesentlichen aus Stromeinspeis- und Meßstellen besteht. Die hierfür nötigen Kabel werden in festgelegten Abständen auf dem Hauptleitungsrohr angelötet und von dort zu oberirdischen Meßpfählen geführt (Abb. 6).

Aufgabe der Vermessung ist es, sämtliche Schutzmaßnahmen und Lötstellen für eine event. später nötige Wiederabsteckung und für die Darstellung in den Bestandsplänen zu erfassen.

Ist wegen bereits erfolgter Verfüllung eine Einmessung auf die den Maßnahmen zunächst gelegene koordinativ bestimmte Schweißnaht nicht möglich, so ist eine koordinative Aufnahme erforderlich.

Hauptproblem ist stets die mangelnde Kommunikation zwischen Vermessung und den weit hinter den Tie-in-Gruppen befindlichen Bautrupps, die mit der Ausführung oben erwähnter Arbeiten beschäftigt sind.



2.4 Vermessung des Nachrichtenkabels

Die Verlegung des Steuer- und Nachrichtenkabels kann entweder in der Künette der Rohrleitung oder in einer eigenen, zur Leitung parallel verlaufenden Künette erfolgen.

Die Verbindung zum durchgehenden Kabel erfolgt in Abständen von ca. 400 m durch Verbindungsmuffen. Bei Querung von Gerinnen, Straßen, Bahnen und beim Unterfahren von Fremdleitungen im Bereich von Steilhängen und Mooregebieten wird das Kabel in Kabelschutzrohre eingefädelt.

An blitzgefährdeten Stellen erfolgt eine lösbare Verbindung von Rohrleitung und Kabel unter Einschaltung einer sogenannten Blindmuffe.

Bei Überlängen wird das Kabel in Schleifen verlegt.

Die Kabelverlegung und unmittelbare Verfüllung erfolgt bei Verlegung in der Rohrkünette unmittelbar nach der letzten Tie-in-Gruppe, oder bei Verlegung in eigener Künette erst nach endgültiger Verfüllung der Rohrleitung. In beiden Fällen ist die vorher eingemessene Rohrleitung nicht mehr sichtbar. Die Montage der Muffen kann aus technischen Gründen bis zu 20 km der Kabelverlegung nachhinken.

Für die Einmessung des Kabels hat sich nun folgender Weg als rationell erwiesen:

Sind keine markanten Geländepunkte, wie Straßenrand, Freileitung etc., vorhanden, so werden bei Vermessen der Rohrleitung in regelmäßigen Abständen koordinativ bestimmte Schweißnähte mittels Sichtlatten in sicherer Entfernung vom linken und rechten Trassenrand markiert.

Vor Verfüllung des Kabels können Kabelschutzrohre, Schleifen, Aus- und

Einschwenkungen aus bzw. in die Rohrkünette mit Maßband oder elektrooptisch von den markierten Punkten eingemessen werden.

Parallel dazu erfolgt die Angabe der Überdeckungshöhe.

Die Verbindungsmuffen werden dann zu einem späteren, mit den Montagegruppen abzustimmenden Zeitpunkt koordinativ erfaßt.

2.5 Aufnahme der Markierungsstellen und Bestandsaufnahme nach Rekultivierung

Nach Fertigstellung der Bauarbeiten wird die Rohrfernleitung durch Markierungspfähle in Abständen von ca. 200 m für spätere Befestigungen und Trassenbegehungen dauerhaft markiert.

Da die für die Bestandsaufnahme verwendeten Polygonpunkte mit der Zeit verschwinden, stellt die koordinative, kontrollierte Aufnahme der Markierungen die für den späteren Betrieb wichtige Verbindung von verdeckter Leitung zu den sichtbaren Punkten her.

Im Zuge dieser Aufnahme werden alle für die Darstellung in den Bestandsplänen wichtigen Änderungen gegenüber dem Urgelände mit erfaßt. Dazu gehören z.B. Hangverbauungen (Krainerwände, Stützmauern), Uferverbauungen sowie nachträgliche Geländekorrekturen, die eine Abweichung der gemessenen Überdeckungen ergeben könnten.

2.6 Erstellung der Bestandspläne

Der reibungslose Ablauf der Bestandsplanerstellung hängt wesentlich von den Vorbereitungsarbeiten im Baustellenbüro ab. Mit der Auswertung der Messungen erst nach vollendeter Baustelle zu starten, hat sich als nicht zweckmäßig erwiesen. Es tauchen dann immer wieder Unklarheiten und Probleme auf, die man an der Baustelle durch Rücksprache mit der bauausführenden Firma sofort hätte klären können. Da dem mit der Aufnahme beschäftigten Vermessungsingenieur für die Auswertung keine Zeit bleibt, ist der Einsatz eines Koordinators im Baustellenbüro unbedingt erforderlich.

Seine Aufgabe ist es, den Einsatz der Vermessungsgruppen zu koordinieren, deren eintreffende Protokolle auszuwerten und miteinander zu verknüpfen, die gemessenen Rohrlängen *täglich* mit dem Rohrbuch der Baufirma zu vergleichen und auftretende Differenzen und Fehler sofort zu klären.

In Zusammenarbeit mit dem Vertreter des Auftraggebers wird ständig überprüft, ob die Baudurchführung projektgemäß vor sich geht und sämtliche Einbauten, Schutzmaßnahmen etc. von der Vermessung erfaßt wurden.

Das Endprodukt ist eine in übersichtlicher Form dargestellte grafische Beschreibung der Rohrleitung (Abb. 7), die zusammen mit den angewendeten Detailplänen in regelmäßigen Abständen zur Erstellung der Bestandspläne in das Zeichenbüro geschickt werden.

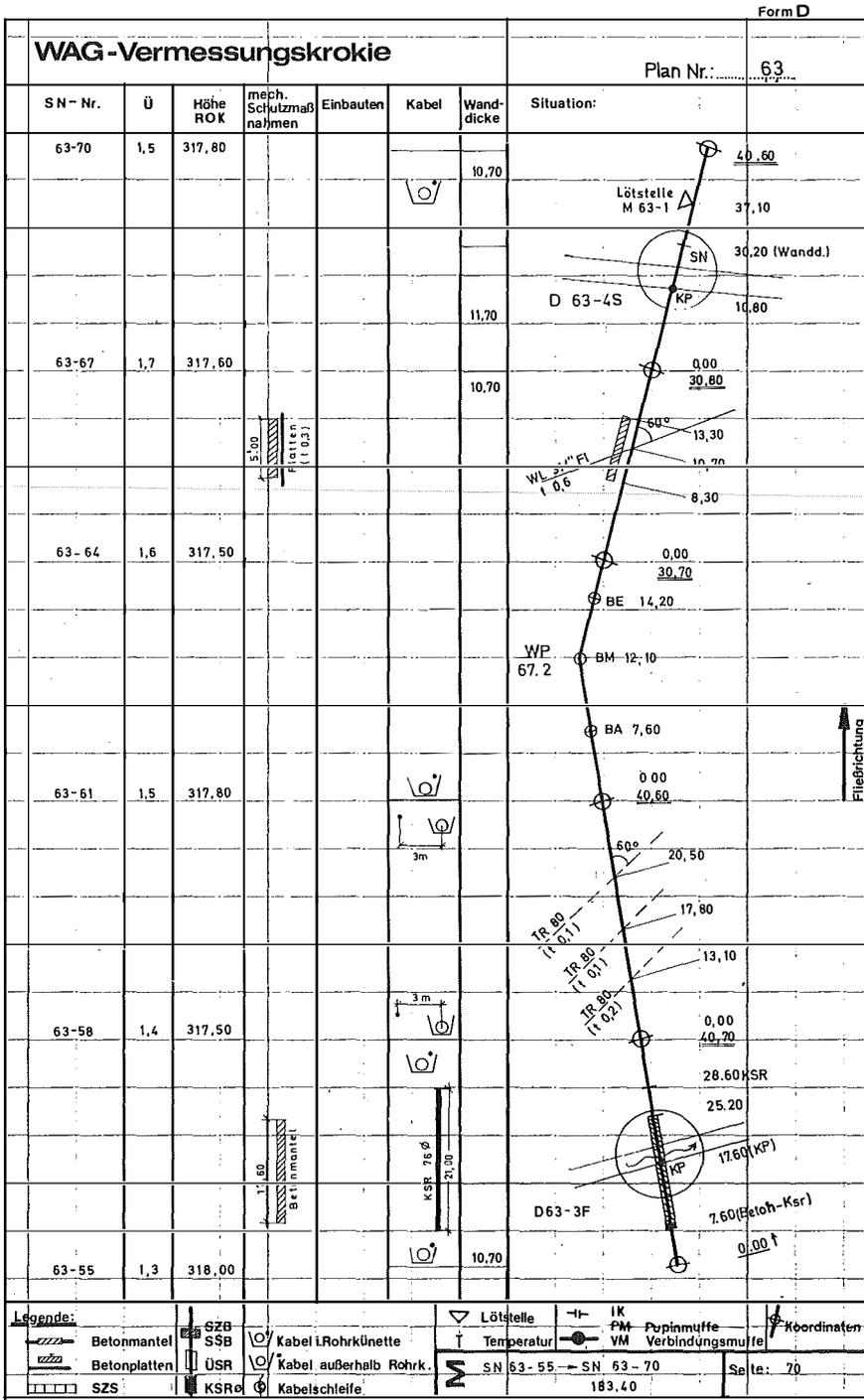


Abb. 7

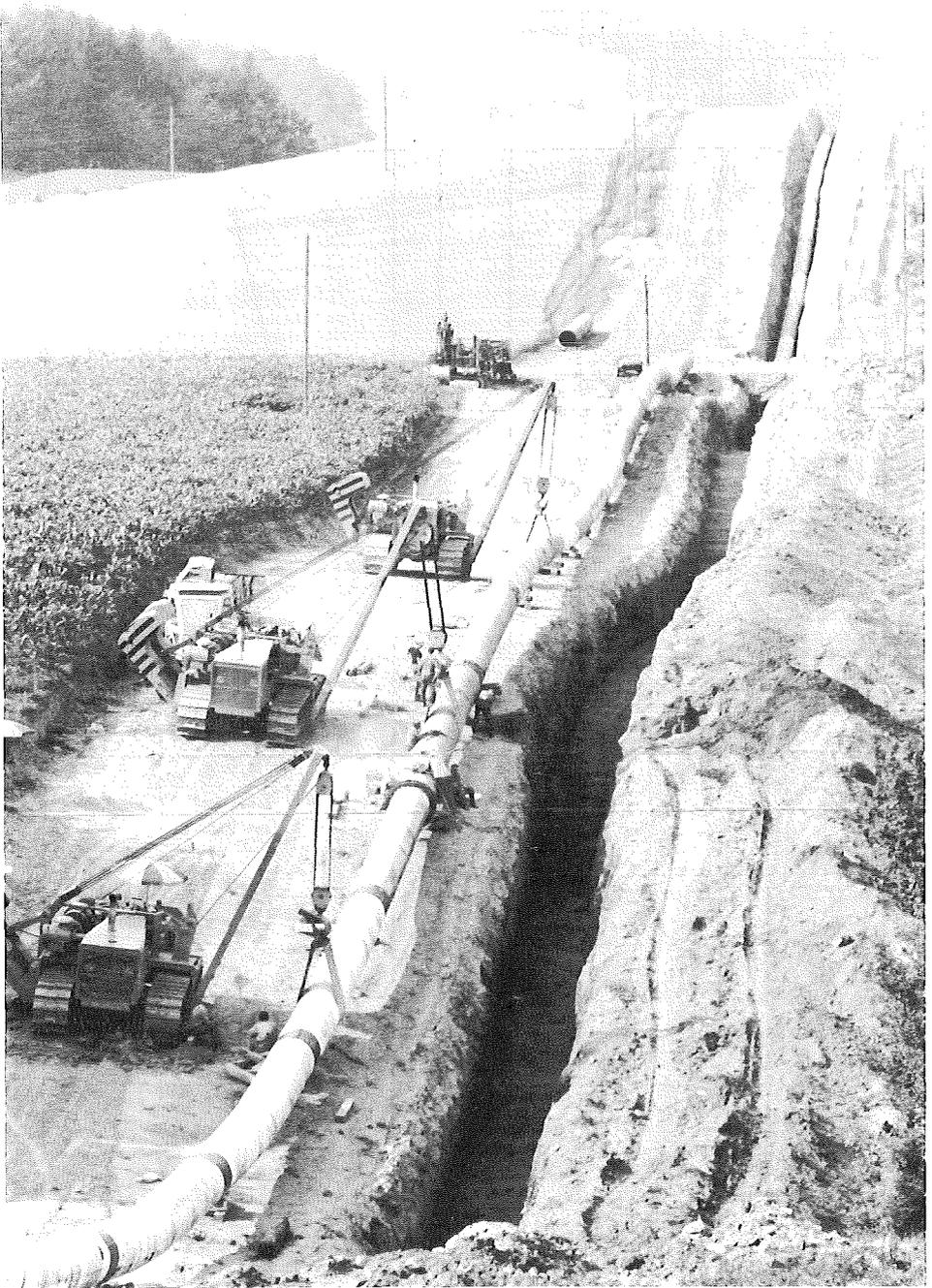


Abb. 8 Rohrstrang kurz vor Absenkung

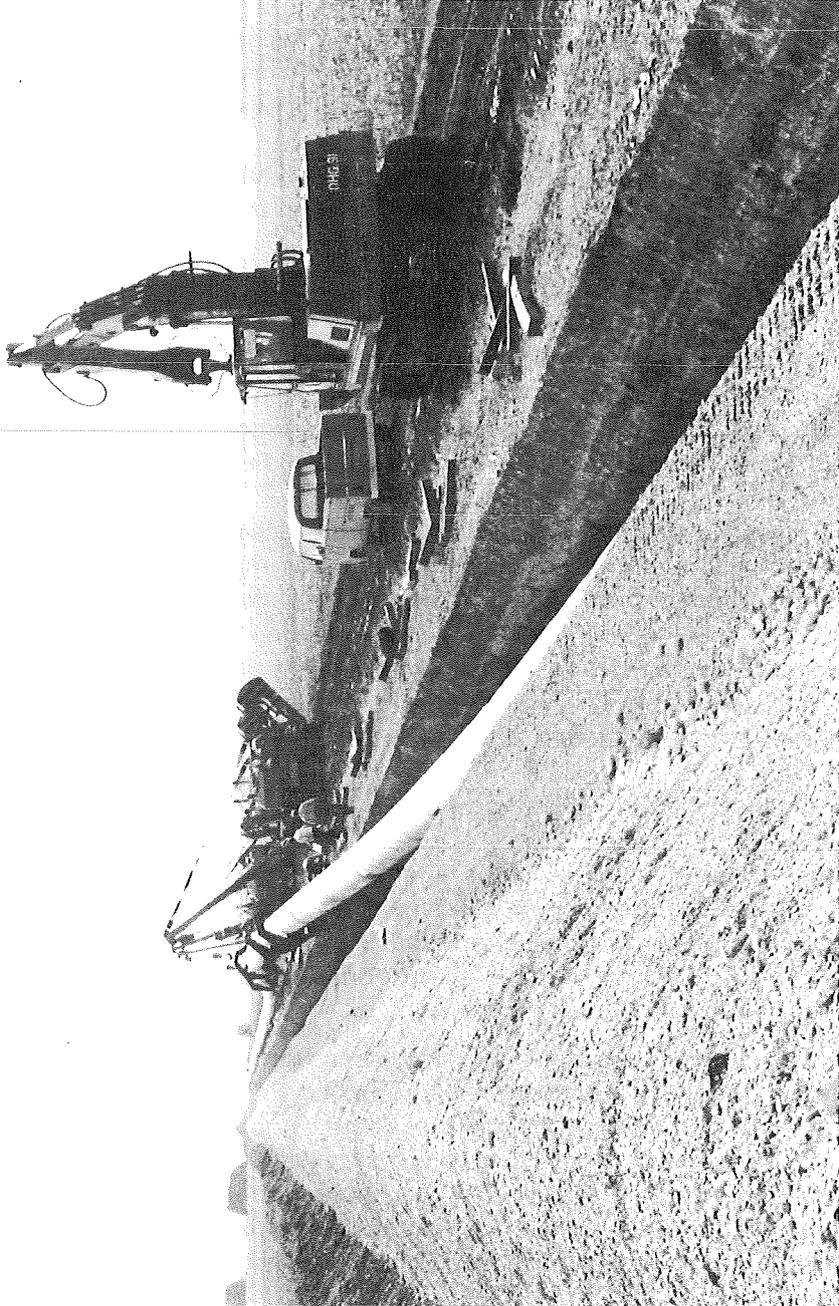


Abb. 9 Absenkvorgang

3. *Schlußbemerkungen*

Dieser Bericht umfaßt natürlich nur einen Teilbereich der Vermessungsarbeiten und Probleme, die beim Bau von Rohrfernleitungen anfallen können.

Für den Rohrleitungsbau gibt es keine unüberwindbaren, geländebedingten Schwierigkeiten.

Die Verlegung von Seeleitungen, der Rohrleitungsbau in Tiefmooren, in Stollen und Schächten, im Hochgebirge oder in Wüstengebieten bieten interessante Betätigungsfelder.

Stereotyp bei allen Leitungen wiederkehrende Probleme für die Vermessung sind:

- Mangelndes Verständnis der verantwortlichen Vertreter des Auftraggebers, die in der Vermessung nicht eine wertvolle Hilfe für die Verrechnung und Beurteilung über die projektgemäße Verlegung sehen, sondern diese als ein mehr oder weniger notwendiges Übel für die Bestandsplanerstellung akzeptieren.
- Baufirmen, denen naturgemäß an Kontrollmessungen wenig gelegen ist und daher ohne Anweisung des Vertreters des Auftraggebers zur Hilfestellung nicht bereit sind. Ohne entsprechende Unterstützung von seiten der Baufirma, sei es durch Wasserhaltung, Freilegen von Schweißnähten oder Transporthilfe, wird eine lückenlose Aufmessung nicht möglich sein. (In Extremfällen wurden Strecken ohne vorhergehende Vermessung verfüllt und die so entstandenen Lücken in der Aufnahme durch Schätzwerte geschlossen!)
- Witterungseinflüsse, Steilhänge, einstürzende Grabenwände, mit Wasser gefüllte Rohrkünetten.
- Vermessungsingenieure, die aus eigenem Verschulden nicht rechtzeitig auf der Baustelle eintreffen und vor einem fertig planierten Gelände stehen, oder in schwierigen Situationen den Weg des geringsten Widerstandes wählen. d. h. sich die Angaben über Rohrlängen und Überdeckung von der bauausführenden Firma einholen.

Hat der verantwortliche Bauleiter zu den Vermessungsergebnissen Vertrauen gewonnen und als echte Hilfe für seine Entscheidungen akzeptiert – was zu erreichen mit Aufgabe des erwähnten Koordinators ist –, so wird er stets im eigenen Interesse bei der Kommunikation zwischen Baufirma und Vermessung mitwirken. Klappt diese Zusammenarbeit, dann wird die Vermessung von Rohrfernleitungen – dies mag enthusiastisch klingen – zu einer der schönsten und abwechslungsreichsten Arbeiten auf dem Gebiet der niederen Geodäsie.