

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural
<b>Band:</b>	57 (1959)
<b>Heft:</b>	9
<b>Artikel:</b>	Einige Erfahrungen bei der Absteckung des Druckstollens Soazza der Misoxer Kraftwerke
<b>Autor:</b>	Schmid, B.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-215251">https://doi.org/10.5169/seals-215251</a>

### 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:** 19.01.2026

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

- 9 h. 30 Départ d'Andermatt en train spécial pour Nætschen.  
 9 h. 40 Arrivée à Nætschen (Oberalppaß).  
     Visite des ouvrages de protection contre les avalanches et de reforestations de la région du Kilchberg.  
     De gros souliers de montagne ne sont pas nécessaires, par contre de bons souliers de marche. Bons sentiers partout.  
 vers 13 h. Retour à Andermatt.  
 13 h. 15 Dîner à Andermatt, Hôtel «Schlüssel».  
 14 h. 45 ou 16 h. 15 Départ pour Gœschenen.  
 15 h. 09 ou 17 h. 42 Départ pour Lucerne.  
 15 h. 09 ou 17 h. 01 Départ pour Zurich.  
 15 h. 30 ou 17 h. 38 Départ pour le Tessin.  
**Attention:** L'horaire change les 3/4 octobre. Prière de vérifier les heures indiquées avec le nouvel horaire.  
**Inscriptions:** Il n'y aura pas de carte de participants. Chacun est prié de s'inscrire directement et au plus tard pour le 30 septembre à l'adresse suivante: *Gemeinde-Verkehrs-bureau, à Fluelen.*  
**Billets C.F.F.:** Les participants prennent directement un billet aller et retour Andermatt.  
**Hôtel:** Un prix unique sera fixé pour chaque participant et devra être réglé directement à l'hôtel.  
**Bagages:** doivent être pris à Andermatt et mieux encore jusqu'à Gœschenen.

## Einige Erfahrungen bei der Absteckung des Druckstollens Soazza der Misoxer Kraftwerke

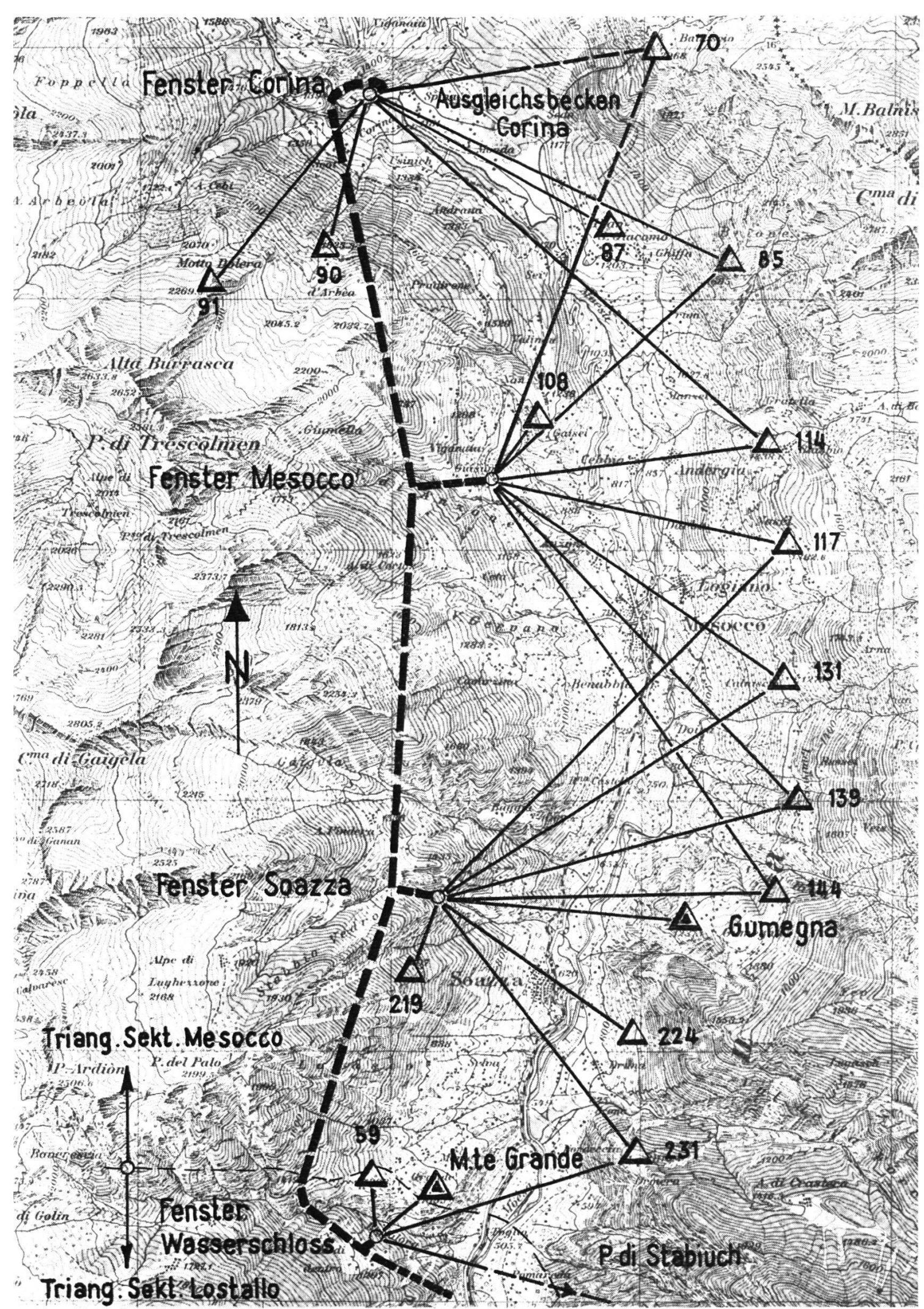
*Von dipl. Ing. B. Schmid, Bauleitung  
Elektro-Watt, Mesocco*

### I. Beschreibung des Objektes (vergleiche Fig. 1)

Der Druckstollen Soazza beginnt beim Ausgleichsbecken Corina und endet beim Druckschacht der Zentrale Soazza. Er verläuft ziemlich genau Nord-Süd und hat eine totale Länge von 10,261 Kilometer. Der Zugang erfolgt durch vier Fenster:

Fenster Corina	bei km	0,000
Fenster Mesocco	bei km	3,666
Fenster Soazza	bei km	6,929
Fenster Wasserschloß	bei km	10,181

Das Bauwerk liegt ganz im rechten Talhang des Misox. Für die Absteckung ergaben sich daraus die folgenden Konsequenzen:



(Mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie, Bern, vom 10. 7. 59.)

Fig. 1

1. Die Portalpunkte und die Fenster können durch nahezu horizontale Visuren an die bestehenden Triangulationspunkte 70 bis P. di Stabiuch am Gegenhang angeschlossen werden.

2. Fast der ganze Stollen liegt innerhalb der Sektion Mesocco, nur der unterste Teil befindet sich im Gebiet der Sektion Lostallo. Da erfahrungsgemäß beim Zusammenschluß zweier Sektionen Zwänge entstehen können, wurde der Punkt 59 Lostallo in das System Mesocco einbezogen. Dazu wurde die Station 59 mit Anschlußvisuren nur an Signale der Sektion Mesocco neu gemessen und als kombinierter Vorwärts-Rückwärtseinschnitt ausgeglichen. Gegenüber den alten Koordinatenwerten ergaben sich die folgenden Unterschiede

$$\begin{aligned}\Delta y &= -2 \text{ cm} \\ \Delta x &= +11 \text{ cm}\end{aligned}$$

mit den mittleren Fehlern

$$\begin{aligned}m_y &= \pm 2.7 \text{ cm} \\ m_x &= \pm 2.2 \text{ cm}\end{aligned}$$

Durch dieses Vorgehen erreichte man, daß der Stollen ganz in einem *einheitlichen Netz* liegt. Da seinerzeit alle Punkte 4. Ordnung als Einzelpunkte gerechnet wurden, ist der innere Zusammenhang nicht sehr homogen. Die ganze Sektion dehnt sich jedoch über ein bedeutend größeres Gebiet aus, als es für die Stollentriangulation allein benötigt würde; es darf angenommen werden, daß in dem großen Raum mit den vielen Gipfelpunkten die Lotabweichungen sicherer auskompeniert sind.

3. Über die Stabilität der zirka dreißig Jahre alten trigonometrischen Punkte wußte man nichts Genaues. Obschon das Gebiet im großen gesehen geologisch ruhig ist, mußte mit lokalen Bewegungen gerechnet werden.

Mit Ausnahme von zwei Hochpunkten wurde auf jedem Festpunkt neu gemessen. Daraus ergaben sich die beiden folgenden Kontrollmöglichkeiten: a) Abriß; b) Azimutkontrolle zwischen den Fensterpunkten. Auf Grund dieser Kontrollen zeigte sich die Notwendigkeit, verschiedene Stationen zum Teil als Einzel- und zum Teil als Doppelpunkte neu zu rechnen. In einem Fall mußte ein Punkt 4. Ordnung mangels günstiger Anschlußmöglichkeiten ausgeschaltet werden.

4. Da sowohl die Fensterpunkte als auch die verwendeten trigonometrischen Signale zum größten Teil in den sehr steilen Talhängen liegen, ist mit bedeutenden Lotabweichungen zu rechnen.

## II. Triangulation

### a) Allgemeines

Die Lagebestimmung der Portalpunkte erfolgte durch kombinierte Vorwärts-Rückwärtseinschnitte gemäß Netzplan Fig. 1. Gemessen wurden vollständige Sätze. Über die erreichte Genauigkeit orientiert Tabelle 1.

Tabelle 1

Fenster	Anzahl Stationen	Anzahl Anschlußrichtungen	Davon doppelt gemessen	Mittl. Fehler am Mittel einer Richtung cc
Corina	6	35	5	2.50
Mesocco	8	59	7	2.18
Soazza	9	67	8	2.69
Wasserschloß	4	27	3	2.51

### Mittlere Fehlerellipsen

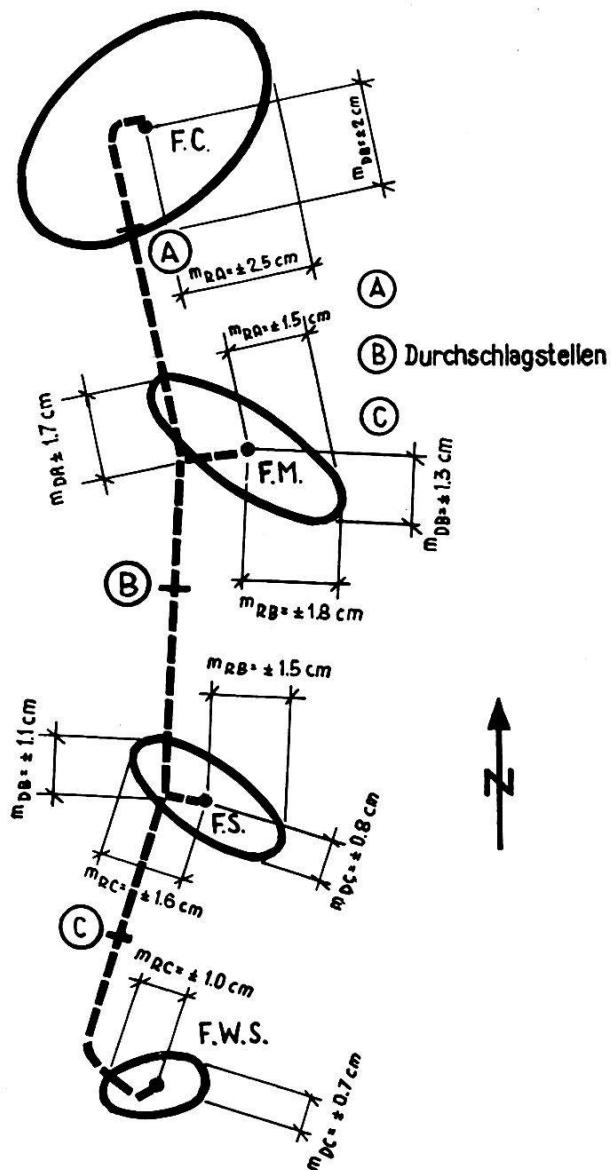


Fig. 2

Im Mittel wurden pro Station 3,7 Sätze mit einem mittleren Fehler am Mittel einer Richtung von  $\pm 2,5 \text{ cm}$  gemessen. Die hohe Zahl der Anschlußrichtungen (im Mittel 6,9 pro Station) wählte man, um eventuelle lokale Unstimmigkeiten im vorhandenen Netz auszuschließen.

Der mittlere Fehler an der Orientierungsunbekannten einer Station beträgt im Mittel  $\sim \pm 5 \text{ cm}$ . Für alle Messungen verwendete man den Triangulationstheodolit T2. Die erreichte Lagegenauigkeit zeigen die Fehlerellipsen in Figur 2. Dabei fällt besonders die kleine Fehlerellipse des Fensters Wasserschloß auf. Sie gibt die relative Lagegenauigkeit des Punktes F.W.S. gegenüber den nahegelegenen Signalen 59 und Monte Grande.

Für die Berechnung der Durchschlagsfehler zwischen den einzelnen Fenstern muß die Lagegenauigkeit der Portalpunkte bezüglich den gleichen Ausgangspunkten bekannt sein. Der Zusammenhang der Fehlerellipsen auf den Fensterpunkten F.C. und F.M. ist durch drei gemeinsame Anschlußsignale, derjenige zwischen F.M. und F.S. durch deren

vier gegeben. Der Zusammenhang zwischen den beiden Fenstern Soazza und Wasserschloß ist durch den gemeinsamen Anschlußpunkt 231 sowie indirekt über die Signale 3. Ordnung Gumegea, Stabiuch und Monte Grande gegeben.

### b) Bestimmung der Fensterazimute

Auf den Fensterstationen wurden die Einzelwinkel zwischen den sichtbaren Signalen und dem provisorischen Fensterendpunkt gemessen. Die Korrektur  $\omega$  am provisorischen Fensterazimut  $\Phi_0$  erhält man als allgemeines arithmetisches Mittel

$$\omega = -\frac{[p_i f_i]}{[p_i]}$$

worin bedeuten

$p_i$  = Gewicht des gemessenen Winkels  $w_i$  nach dem i-ten Festpunkt

$f_i = \Phi_0 - (\varphi_i + w_i)$

$\varphi_i$  = Festazimut nach dem i-ten Festpunkt

Das wahrscheinlichste Fensterazimut  $\Phi$  wird dann

$$\underline{\Phi = \Phi_0 + \omega}$$

$$m_\Phi = \frac{m_e}{\sqrt{[p_i]}} \quad m_e = \sqrt{\frac{[p_{vv}]}{n-1}}$$

Die Richtungskorrektur am Fensterendpunkt berechnet sich zu:

$$k = \frac{\omega^{cc} \cdot D}{\rho^{cc}} \quad D = \text{Fensterlänge}$$

Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die erreichte Genauigkeit an den Fensterazimuten (Berechnung ohne Gewichte).

Tabelle 2

Fenster	Anzahl der gemessenen Anschlußwinkel	Mittlerer Fehler am Fensterazimut cc	Mittl. Querfehler am Fensterende mm
Corina	6	$\pm 3,9$	1
Mesocco	7	$\pm 2,6$	5
Soazza	7	$\pm 5,6$	4
Wasserschloß	4	$\pm 3,1$	1
Mittel	6	$\pm 3,8$	2,7

Durch den kleinen mittleren Fehler am definitiven Fensterazimut von im Mittel  $\pm 3,8^{\circ}$  ist die Richtungsübertragung im Stollen gut gewährleistet.

### c) Einfluß der Berücksichtigung von Richtungsgewichten

Für die ganze Anschlußtriangulation wurden sämtliche Richtungen wie üblich mit dem gleichen Gewicht 1 versehen. Nachstehend soll durch Einführung von Gewichten der Einfluß der Stabilität der benützten trigonometrischen Punkte untersucht werden. Man geht dabei von der folgenden Überlegung aus:

Nimmt man an, die Festpunkte hätten sich quer zur Visurrichtung um den Betrag  $\delta = 1 \text{ cm}$  verschoben, so ergibt sich daraus an der gemessenen Richtung eine Änderung von  $\omega^{cc} = \frac{1 \cdot \rho^{cc}}{D [\text{cm}]}$ . Der Einfluß einer

Punktverschiebung auf die gemessene Richtung ist um so größer, je kleiner die Distanz  $D$  vom Neupunkt zum Festpunkt ist. Diesem Umstand wird Rechnung getragen, wenn man Gewichte proportional zur Länge der Visurlinie einführt.

Der Einfluß der eingeführten Gewichte soll im Folgenden in drei Stufen untersucht werden.

1. Berechnung der Portalpunkte mit und ohne Gewichte (Tabelle 3);
2. Berechnung der Fensterazimute mit und ohne Gewichte (Tabelle 4);
3. Einfluß auf die Durchschlagfehler in Richtung und Länge.

*Tabelle 3: Koordinaten*

	Fenster Corina				Fenster Mesocco			
	$y$	$m_y$ mm	$x$	$m_x$ mm	$y$	$m_y$ mm	$x$	$m_x$ mm
ohne Gew.	735 881.257	22.1	143 610.491	23.9	736 843.156	14.1	140 509.464	18.0
mit Gew.	251	21.6	488	23.4	144	13.3	461	14.8
Diff. mm		- 6	- 0.5	- 3	- 0.5	- 12	- 0.8	- 3
								- 3.2

	Fenster Soazza				Fenster Wasserschloß			
	$y$	$m_y$ mm	$x$	$m_x$ mm	$y$	$m_y$ mm	$x$	$m_x$ mm
ohne Gew.	736 434.352	11.4	137 124.062	14.4	735 864.392	5.6	134 346.853	10.2
mit Gew.	359	11.4	070	14.6	397	6.3	856	12.0
Diff. mm		+ 7	± 0	+ 8	+ 0.2	+ 5	+ 0.7	+ 3
								+ 1.8

Zu 1). Die Gegenüberstellung der Portalkoordinaten berechnet mit oder ohne Gewichte zeigt Tabelle 3. Die mittlere Lageänderung beträgt 8 mm, die maximale 12 mm. Die mittleren Fehler an den Fensterkoordinaten werden bei der Berücksichtigung der Gewichte nicht eindeutig kleiner.

*Tabelle 4: Azimute*

	$\Phi$	$m_\Phi$ cc	$\Phi$	$m_\Phi$ cc
ohne Gew. mit Gew.	47 78 99.7	3.9	293 78 93.0	2.6
	97.4	3.6	94.8	2.7
Diff. cc	-2.3	-0.3	+1.8	+0.1

	$\Phi$	$m_\Phi$ cc	$\Phi$	$m_\Phi$ cc
ohne Gew. mit Gew.	312 65 07.3	5.6	271 47 50.7	3.1
	05.4	5.6	49.3	3.9
Diff. cc	-0.9	$\pm 0$	-1.4	+0.8

Zu 2). Tabelle 4 gibt den Vergleich der Fensterazimute, berechnet mit oder ohne Gewichte. Der maximale Unterschied ergibt sich zu  $2,3^{\circ}$ , im Mittel erhält man  $1,6^{\circ}$ . Ebenso wie bei den Koordinaten ist bei den mittleren Fehlern keine eindeutige Abnahme zu erkennen.

Zu 3).

*Tabelle 5*

Durchschlag- stelle	Durchschlagfehler in der Richtung		Korrekt.	Durchschlagfehler in der Distanz		Korrekt.
	ohne Gew.	mit Gew.	%	ohne Gew.	mit Gew.	%
A	2,3	2,6	+13	10,7	11,0	+ 3
B	5,4	3,4	-37	9,7	10,5	+ 8
C	6,2	5,5	-11	2,9	2,4	-17

In Tabelle 5 ist der Einfluß der Einführung von Gewichten auf die Durchschlagfehler dargestellt. Für die Richtung ergibt sich in zwei Fällen eine Verbesserung, in einem Fall eine Verschlechterung um 13 %. Für die Distanz ist der Einfluß erwartungsgemäß kleiner. An zwei Durchschlagstellen vergrößert sich der Durchschlagfehler um 3 beziehungsweise 8 %, in einem Fall verbessert sich der Durchschlagfehler um 17 %. Da sowohl die Qualität als auch die Stabilität der verwendeten Triangulationspunkte im allgemeinen gut war, lohnt sich in diesem Fall die Berechnung mit Gewichten nicht.

#### d) Einfluß der Lotabweichungen auf den Durchschlagfehler

Die Fensterhöhen im mittleren und unteren Teil des Druckstollens wurden aus doppelt gemessenen Höhenwinkeln berechnet. Trägt man die Differenz  $\delta$  der Höhenunterschiede

$\Delta H_i$  = Höhendifferenz vom Portalpunkt zum Festpunkt

$\Delta H_A$  = Höhendifferenz vom Festpunkt zum Portalpunkt

als Funktion der Visurdistanz auf, so ergibt sich eine Punktschar gemäß Fig. 3. Für die Berechnung der Höhenunterschiede  $\Delta H$  wurden berücksichtigt: Zielhöhe  $S$ , Instrumentenhöhe  $i$ , Erdkrümmung und Normalrefraktion. Die Differenz der Höhenunterschiede nimmt ungefähr linear mit der Länge der Visurdistanz zu.

Um Größe und Richtung der Lotabweichungsdifferenzen  $\vartheta$  benachbarter Punkte abzuschätzen, wird die Annahme gemacht (vgl. Fig. 4), die Lotabweichungskomponenten seien auf den beiden Punkten  $P_1$  und  $P_2$  entgegengesetzt gleich groß.  $|\vartheta_1| = |\vartheta_2| = \vartheta$ .

Aus Fig. 4 ergibt sich folgende Beziehung

$$\begin{aligned}\vartheta_1 &= a - a_1 \\ \vartheta_2 &= -a + a_2 \\ \hline \vartheta_1 + \vartheta_2 &= a_2 - a_1\end{aligned}$$

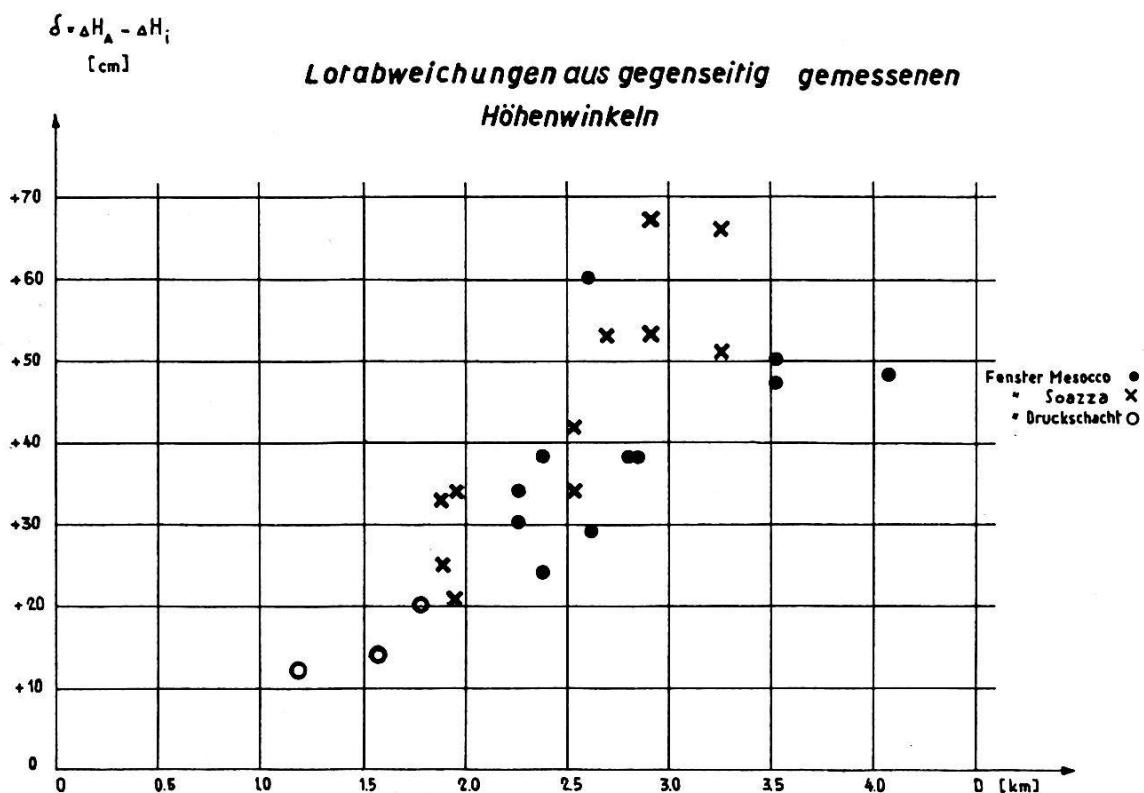


Fig. 3

Zur Berechnung der Lotabweichungskomponente  $\vartheta$  greift man auf die Höhenunterschiede  $\Delta H$  zurück, weil für deren Berechnung die verschiedenen großen Instrumenten- und Zielhöhen sowie Erdkrümmung und Refraktion bereits berücksichtigt sind. Die Differenz  $\delta$  der beiden Höhenunterschiede wird dann:

$$\begin{aligned}\delta &= \Delta H_A - \Delta H_i = D (\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1) \\ &= D [\tan (\alpha + \vartheta_2) - \tan (\alpha - \vartheta_1)]\end{aligned}$$

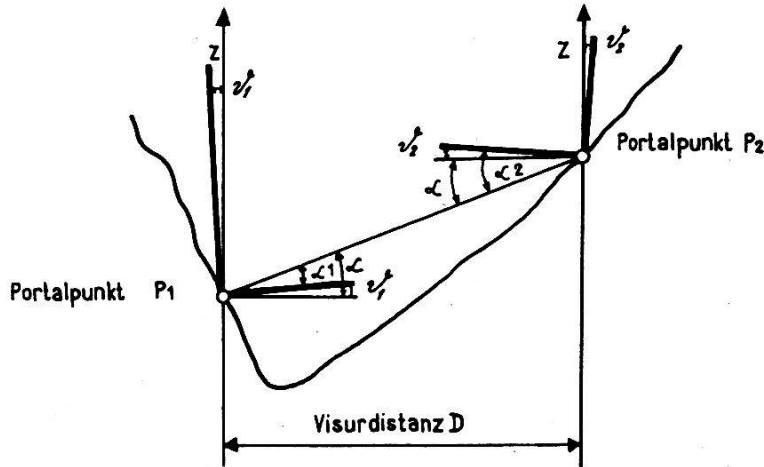


Fig. 4

Nach Anwendung der Additionstheoreme setzt man für die schwach geneigten Visuren als Näherung  $\tan \alpha \sim 0$ . Für kleine Winkel gilt dann:

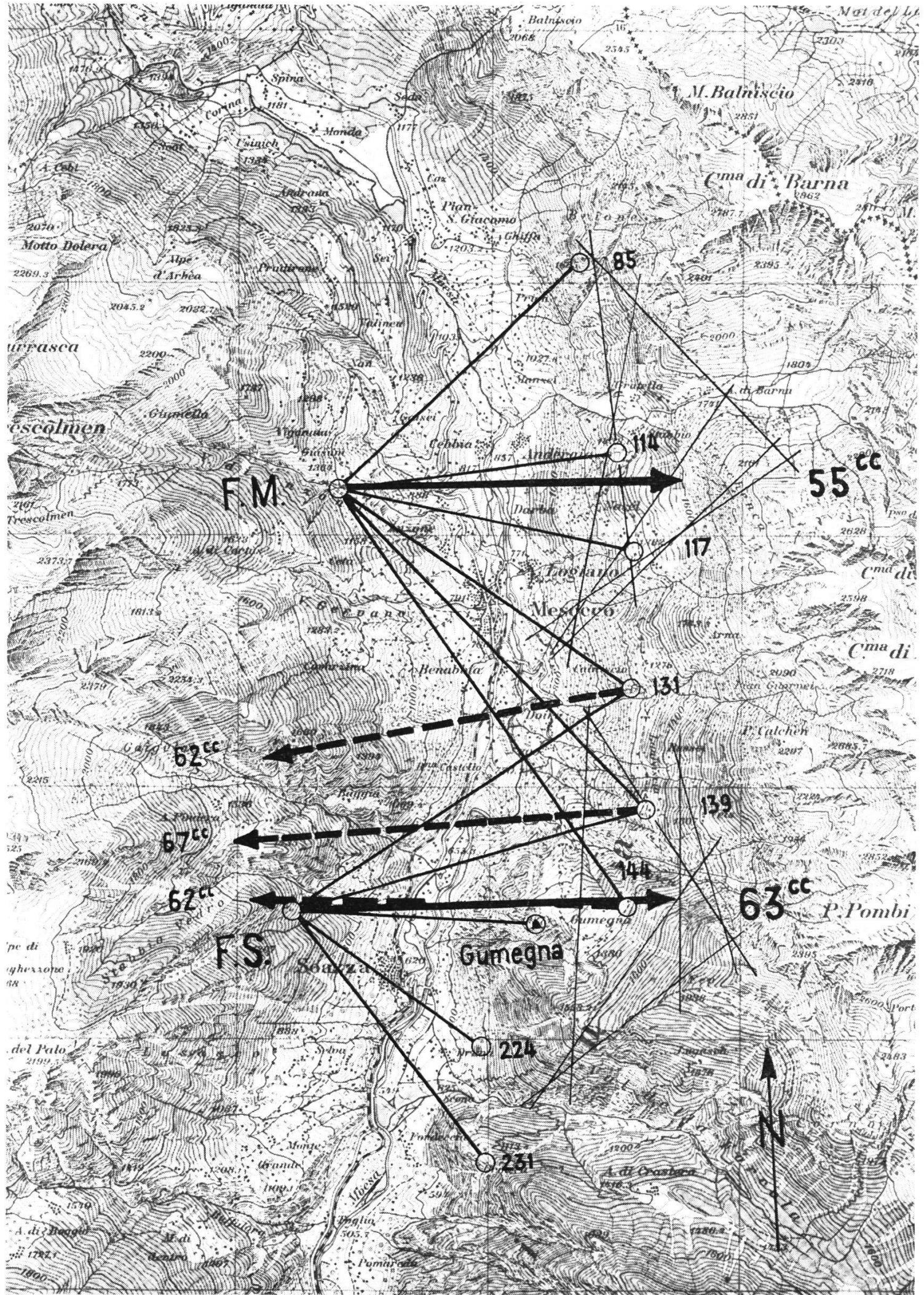
$$\vartheta_{cc} = \frac{\rho_{cc} \cdot \delta}{2 D}$$

In Fig. 5 sind die Visuren der gegenseitig beobachteten Höhenwinkel eingetragen. Die aus den Messungen resultierenden Lotabweichungsdifferenzen  $\vartheta$  sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Für die Bestimmung von Lage und Größe der Lotabweichungsdifferenz zwischen den beiden Talhängen stehen zwei Wege offen: (Vgl. Fig. 5).

a) Vom linken zum rechten Talhang. Auf den Punkten 131, 139 und 144 sind je zwei Komponenten in der Richtung der beiden Fenster F.M. und F.S. bekannt. Daraus läßt sich die jeweilige Lotabweichungsdifferenz als Summenvektor bestimmen. (In der Figur gestrichelt.)

b) Vom rechten zum linken Talhang. Ausgehend von den Fensternpunkten F.M. und F.S. sind die Komponenten der Lotabweichungsdifferenz von sechs verschiedenen Richtungen bekannt, die Fehlerfiguren bilden. Deren Größe ist teilweise auf Lotabweichungsdifferenzen zwischen den verwendeten Festpunkten zurückzuführen, teilweise aber auch auf Meßfehler. Man erkennt aus der Figur, daß die Bestimmungselemente derjenigen Punkte, die topographisch ähnlich liegen, in der Fehlerfigur nahe zusammenfallen. Größere Abweichungen stellt man bei den Punkten



(Mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie, Bern, vom 10.7.59.)

Fig. 5

Tabelle 6

Station Bez.	Visur	$D$ km	$\delta = \Delta H_A - \Delta H_i$		$\delta_{\text{Mittel}}$ cm	$\vartheta = \frac{\rho^{\text{cc}} \cdot \delta_M}{2 D}$ cc
			Beob. 1 cm	Beob. 2 cm		
F.M.	85	2.61	+29	+60	+45	+55
•	114	2.27	+34	+30	+32	+45
•	117	2.39	+38	+24	+31	+41
•	131	2.81	+38	+38	+38	+43
•	139	3.53	+47	+50	+48	+43
F.M.	144	4.08	+48	—	+48	+37
F.S.	131	3.26	+51	+66	+58	+57
×	139	2.91	+53	+67	+60	+66
×	144	2.69	+52	—	+52	+62
×	Gum.	1.96	+34	+21	+28	+46
×	224	1.89	+25	+33	+29	+49
F.S.	231	2.53	+34	+42	+38	+48
F.D.S.	51	1.79	+20	—	+20	+36
◦	52	1.20	+12	—	+12	+32
F.D.S.	21	1.58	+14	—	+14	+28

85 und Gumegna fest. Tatsächlich liegt Signal 85 nicht mehr im eigentlichen Talhang, sondern bereits auf einem exponierten Vorsprung, ebenso liegt Signal Gumegna auf einer stark vorgelagerten Hangschulter.

Beide Methoden ergeben übereinstimmend eine Lotabweichungsdifferenz zwischen den zwei Talhängen von zirka  $60^{\text{cc}}$  unter einem Azimut von  $\sim 300^{\text{g}}$ .

Die dargelegte Methode ist ein Versuch, die Lotabweichungsdifferenzen zwischen den beiden Talhängen grob abzuschätzen und erhebt nicht Anspruch auf Strenge.

Der Einfluß der Lotabweichungen auf die Horizontalwinkelmessung geht aus der Zusammenstellung der Fensterazimute für die beiden Fenster Soazza und Mesocco hervor (Tabelle 7).

Die Verbesserung  $v$  einer Richtung  $\alpha_i$  infolge Lotabweichung wird bekanntlich:

$$v = \vartheta \cdot \sin(\alpha_i - \xi) \cdot \operatorname{tg} z_i$$

Hierin bedeuten:

$\vartheta$  = Lotabweichungsdifferenz ( $\vartheta \sim 60^{\text{cc}}$ )

$\xi$  = Azimut der Lotabweichung ( $\xi \sim 300^{\text{g}}$ )

$z_i$  = Höhenwinkel nach dem Festpunkt  $i$ .

Für die Fenstervisur ist  $z \sim 0$  folglich  $v = 0$ .

*Tabelle 7*

Fenster	Fensterazimut				$\Delta = \Phi_0 - \Phi_m$	$z_{\text{Mittel}}$	$z_{\text{Max}}$
	ohne Lotabw. $\Phi_0$	m g	mit Lotabw. $\Phi_m$	m g			
Soazza	312.65073	5,6	312.65057	5,2	+1,6	4,3	-12,0
Mesocco	293.78968	4,6	293.78943	5,4	+2,5	7,3	+15,3

Wegen der schwach geneigten Visuren ist der Einfluß der Lotabweichung auf die Fensterazimute nur gering.

Für den Durchschlagfehler in der Richtung zwischen den beiden Fenstern ergibt sich *von beiden Seiten eine Reduktion*, nämlich:

gemessener Durchschlagfehler	54 mm
Einfluß der Lotabweichung von Fenster Soazza	— 5 mm
Einfluß der Lotabweichung von Fenster Mesocco	— 5 mm
Durchschlagfehler mit Lotabweichung	<u>44 mm</u>

Bei Berücksichtigung der Lotabweichung verkleinert sich der Durchschlagfehler somit um *rund 20 %*.

### III. Absteckung unter Tag

#### a) Allgemeines

Für die Absteckung der Geraden wählte man im allgemeinen Etappen von 300 bis 500 m. Die Versicherung der Punkte erfolgte auf Stahlplatten auf der Stollensohle. Besondere Sorgfalt wurde der Absteckung der beiden Kurven mit den Radien  $R = 150.00$  m gewidmet.

*Tabelle 8*

Kurve von km bis km	Anzahl der Seiten	Länge der Seiten m	Minim. Abstand der Polygonseiten vom Parament cm	Einfluß eines Zentrierfehlers von 1 mm auf den Winkel cc
0,261 bis 0,488	8	28,29	78	45
9.361 bis 9.541	6	29.97	70	42

Um die Zentrierfehler möglichst klein zu halten, wurden beide Züge mit Zwangszentrierung durchgemessen. Ein Einfluß von Lateralrefraction konnte bei einem Minimalabstand der Visuren vom Parament von 70 cm nie festgestellt werden.

### b) Längenmessung

Die Längenmessung erfolgte im allgemeinen mit einem Stahlband von 50 Metern unter den nachstehenden Bedingungen:

1. Jede Strecke wird doppelt gemessen.
2. Das Band wird auf der ganzen Länge frei auf die Sohle aufgelegt.
3. Es wird ein konstanter Zug von 10 kg mit Zugwaage angebracht.
4. Die Reduktion der Bandlänge auf die herrschende Temperatur erfolgt mit dem Temperaturkoeffizienten  $\omega = 0,011 \text{ mm/m } ^\circ\text{C}$ .

Das Band berührt beim Meßvorgang im Stollen drei Medien: Luft, lockeres Felsmaterial auf der Stollensohle, Wasser.

Eine gleichzeitige Messung der drei Temperaturen im Stolleninnern zeigte, daß nur Unterschiede von wenigen Zehntelgraden bestehen. Für sämtliche Reduktionen wurde deshalb die Lufttemperatur berücksichtigt.

*Tabelle 9*

Fenster	Art der Längenmessung	Gem. Länge $L$ m	Mittl. Fehler am parallakt. Winkel cc	Mittl. Fehler an $L$ mm
Corina	<i>Messung bei Tag</i> Ganze Fensterlänge von außen	65.192	1.35	4.5
	Ganze Fensterlänge von innen	.117	2.10	8.4
	Messung in zwei Teilen von 31.9 und 33.2 m Länge	.125	(0.90) (1.45)	1.4
	<i>Messung bei Nacht</i> Messung in zwei Teilen v. 31.9 und 33.2 m Länge	.138	(1.23) (1.60)	1.7
Spina	<i>Messung bei Tag</i> Ganze Fensterlänge von innen	135.261	2.40	34.5
	Messung in zwei Teilen v. 62.9 und 73.4 m Länge	.334	(1.36) (0.48)	4.6
	<i>Messung bei Nacht</i> Messung in zwei Teilen v. 64.6 und 70.6 m	.256	(0.70) (1.10)	4.9

Bei zwei Stollenfenstern war die Längenmessung mit dem Band nicht möglich, weil beim einen zwischen dem Fensterportal und dem Fensterende eine Baugrube lag, das zweite ist ein Schrägfenster mit 18 % Neigung. Man entschloß sich zur Längenmessung mit einer neu geeichten Invarbasislatte. Beim Meßvorgang war entweder das Instrument vor dem besonnten Portal und die Latte im Stolleninnern oder umgekehrt. Die Sichtstrahlen verlaufen also teilweise in der hellen Sonne, teilweise im Schatten. Dabei konnten Temperaturunterschiede bis zirka 20° C festgestellt werden. Tabelle 9 zeigt die erhaltenen Meßresultate.

Bei mittleren Fehlern an der Länge von einigen Millimetern bestehen zwischen den Messungen Abweichungen bis zu 8 cm. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß bei dem brüsken Übergang von Hell zu Dunkel im Stollenportal Refraktionserscheinungen auftreten. Man entschloß sich daher, die Distanzmessung bei Nacht auszuführen, weil dann längs der ganzen Visurlinie die gleichen Belichtungsverhältnisse herrschen. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Maßnahme ergibt die folgende Überlegung: Bei beiden Fensterportalen liegen zirka 20 % der totalen Visurlänge im besonnten Bereich. Die Messung bei Nacht muß folglich mit der gemessenen Fensterlänge von innen nach außen gut übereinstimmen, da dann die Visur zu zirka 80 % im Dunkeln des Stollens verläuft. Tatsächlich ergeben die Messungen bei beiden Fenstern eine gute Übereinstimmung (vgl. Tabelle 9).

#### **IV. Berechnung der mittleren Durchschlagfehler**

Für die Berechnung der mittleren Durchschlagfehler wurden in den Geraden Absteckungsetappen von 300 m Länge angenommen. Allgemein berücksichtigt man die folgenden Einflüsse:

1. Mittlerer Lagefehler an der bestehenden Triangulation 3. Ordnung  $\pm 3 \text{ cm}$ ;
2. Mittlerer Höhenfehler an der bestehenden Triangulation 3. Ordnung  $\pm 2 \text{ cm}$ ;
3. Mittlerer Lagefehler der Portalpunkte gemäß Fehlerellipsen in Fig. 2;
4. Mittlerer Höhenfehler am Portalpunkt aus Berechnung der Fensterpunktthöhe;
5. Mittlerer Richtungsfehler am Fensterazimut gemäß Tabelle 3;
6. Mittlerer Richtungsfehler einer Absteckungsetappe von 300 m  $\pm 5^{\text{cc}}$  (nämlich:  $\pm 3^{\text{cc}}$  aus Messung und  $\pm 2^{\text{cc}}$  aus Zentrierung);
7. Mittlerer Längenfehler einer doppelt gemessenen 100-m-Strecke:  
zufälliger Fehler  $\pm 5 \text{ mm}$ ;  
systematischer Fehler  $\pm 3 \text{ mm}$ ;
8. Mittlerer Fehler eines Doppelnivellements von 1 km Länge  $\pm 5 \text{ mm}$ .

Die oben angegebenen mittleren Fehler beruhen auf zahlreichen Berechnungen an ausgeführten Meßreihen. In Höhe und Richtung

röhren rund  $\frac{2}{3}$  des totalen mittleren Durchschlagfehlers von der Triangulation her und nur zirka  $\frac{1}{3}$  von der Absteckung unter Tag. Die Durchschlagfehler sind also erst in zweiter Linie Funktion der Stollenlänge.

Tabelle 10 gibt einen Vergleich der berechneten mittleren Fehler mit den tatsächlich gemessenen Durchschlagfehlern.

*Tabelle 10*

Durchschlagstelle	Richtung gerechnet. mittlerer Fehler m cm	gemess. Durch- schlag- fehler cm	Höhe gerechnet. mittlerer Fehler m cm	gemess. Durch- schlag- fehler cm	Distanz gerechnet. mittlerer Fehler m cm	gemess. Durch- schlag- fehler cm
A	6.4	2.3	3.4	0.1	9.2	10.7
B	6.1	5.4	3.3	3.2	9.1	9.7
C	6.5	6.2	3.3	0.9	8.3	2.9

In der Richtung und Höhe liegen alle gemessenen Durchschlagfehler unter dem gerechneten einfachen mittleren Fehler. Für die Distanz wurde der berechnete mittlere Fehler in zwei Fällen leicht überschritten. Alle Längenmessungen sind zu lange ausgefallen. Dafür sind zwei Erklärungen möglich:

- die Annahme für die Größe des systematischen Fehlers ist zu klein,
- der Längenmaßstab der Triangulation ist nicht gut.

Abweichungen zwischen der zweimaligen Eichung des gleichen Meßbandes lassen vermuten, daß mit einem größeren systematischen Fehlerfluß gerechnet werden muß. Dieser läßt sich näherungsweise aus dem Mittel der gemessenen Differenzen berechnen und kann für künftige Messungen als Korrektur eingeführt werden.

Das sehr gute Durchschlagsergebnis für die Höhe an der Durchschlagstelle A ist deshalb interessant, weil beim Fenster Mesocco die Höhe trigonometrisch, beim Fenster Corina dagegen mit Nivellement bestimmt wurde.

## V. Schlußbemerkungen

Auf Grund der erhaltenen Durchschlagsergebnisse kann gesagt werden, daß die Art und der Umfang der ausgeführten Netzkontrolle genügend war.

Die fehlertheoretischen Überlegungen erwiesen sich auch in diesem Falle als unbedingt notwendig. Sie fanden in den gemessenen Abweichungen beim Zusammentreffen der beiden Stollenachsen ihre Bestätigung.

Die Anwendung von Richtungsgewichten ergibt nicht eindeutig bessere Durchschlagsergebnisse; immerhin scheint die Richtungsübertragung günstiger zu werden.

Die Einführung der Lotabweichungen aus gegenseitig gemessenen Höhenwinkeln ist zwar recht unsicher, doch hatte sie im vorliegenden Fall eine leichte Verbesserung der Richtungsübertragung zur Folge.

Eine Reihe von Anregungen in diesem Aufsatz stammen von Herrn Prof. Dr. F. Kobold, dem ich auch an dieser Stelle für seine wertvollen Ratschläge bestens danken möchte.

## Der Jahresbericht 1958 der deutschen Wasserwirtschaft und Kulturtechnik

Von Dr. Hans Lüthy, Bern

Der in der deutschen Zeitschrift «Wasser und Boden» vor kurzem erschienene «Jahresbericht der Wasserwirtschaft» bietet genaue Zahlen über den gewaltigen Umfang der wasserwirtschaftlichen und kulturtechnischen Arbeiten in unserem nördlichen Nachbarland. Es sollen deshalb im folgenden einige für unsere schweizerischen Meliorationsämter interessante Angaben mitgeteilt werden.

Aus der vom Bundesministerium erstatteten, notwendigerweise knapp gehaltenen Einleitung ist zu entnehmen, daß die Beziehungen zwischen Bund und Ländern heute in mancher Hinsicht den schweizerischen Verhältnissen gleichen. Die einzelnen Länder berichten über ihre stark verschieden gelagerten wasserwirtschaftlichen und kulturtechnischen Hauptaufgaben und -probleme. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten steuert die Übersicht über die Finanzierung der Arbeiten bei. Von den vierzehn Meliorationsarten interessiert uns hier nur ein Teil, wobei nicht mitgeteilt wird, wo für die Trinkwasserversorgungen oder bei der Gruppe Kanalisationen mit Kläranlagen die Grenze zwischen den landwirtschaftlichen und den städtischen Unternehmen gezogen wird.

Aus der Einleitung seien die folgenden Sätze wiedergegeben:

«Das Jahressheft dient zugleich aber auch dem Gedankenaustausch und gibt darüber hinaus Anregungen für die Lösung weiterer dringlicher Aufgaben. Dieser Anregungen und dieses Gedankenaustausches bedarf gerade der Ingenieur besonders dringend. Es wäre schlecht bestellt, wenn er seine Probleme im stillen Kämmerlein wälzte und darauf bedacht wäre, nichts an die Außenwelt gelangen zu lassen. Die Arbeit des Ingenieurs – und somit auch die des Wasserwirtschaftingenieurs – soll letztlich ja dem Menschen dienen. Diese hohe Aufgabe erfordert es daher gebieterisch, daß einer vom anderen lernt, eigenes Wissen und eigene Erkenntnisse mitteilt und gegebene Anregungen für seine eigene Arbeit verwendet.»