

Stollenabsteckung mit Geodimeter-Polygonzügen und Vergleich mit der Methode der Triangulation [Schluss]

Autor(en): **Elmiger, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **63 (1965)**

Heft 10

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-220012>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Stollenabsteckung mit Geodimeter-Polygonzügen und Vergleich mit der Methode der Triangulation

von A. Elmiger, Zürich

(Schluß)

6. Praktische Erfahrungen mit dem Geodimeter

Allgemeines

Das Geodimeter Modell 4 B hat sich bei unsern Distanzmessungen durchaus bewährt. Die Messungen im Mittelland und in den Alpen bei verschiedensten Witterungsverhältnissen und die Messungen im Stollen ließen sich ohne Schwierigkeiten durchführen. Daß dagegen Messungen bei starkem Wind, Regen oder Nebel schwierig oder unmöglich werden, ist eine zu erwartende Tatsache.

Instrumentelles

Vereinzelte Pannen, die bei den Messungen aufgetreten sind, hätten sich bei sachgemäßer Behandlung vermeiden lassen. Allerdings sind beim verwendeten Geodimeter Modell 4 B einzelne instrumentelle Schwächen zu beachten (die beim Modell 6 ausgemerzt sein dürften), z. B. die etwas empfindlichen Schraubenkupplungen der Kabel und die Tatsache, daß die Beibehaltung der Zentrierung der Kerrzelle nicht gewährleistet ist, besonders nach Erschütterungen oder Schlägen.

Reichweite

Die bei uns aufgetretenen Distanzen bis 2700 m ließen sich auch bei liegendem Schnee und teilweise Sonnenschein gut bei Tag beziehungsweise gegen Abend messen. Nur zwei Distanzen von 1300 m und 1800 m beim Bernhardin, wo der Reflektor gegen den Himmel als Hintergrund aufgestellt war, und wo auch Schnee lag, mußten zur Nachtzeit gemessen werden.

Genauigkeit

Wenn bei den hier beschriebenen Messungen auch nicht viele überschüssige Beobachtungen vorhanden sind, so kann doch die auch bei anderen Messungen bestätigte Feststellung gemacht werden, daß der von der Instrumentenfirma angegebene mittlere Distanzfehler von $\pm 1 \text{ cm} + 2 \cdot 10^{-6} D$ immer eingehalten, im allgemeinen aber unterschritten wurde.

Messungen im Stollen

Um einen Anhaltspunkt über die Meßgenauigkeit im Stollen zu erhalten und gleichzeitig die Additionskonstante des Geodimeters zu überprüfen, wurden im Bernhardtintunnel durch Unterteilung von Strecken über-

schüssige Distanzen gemessen. Bei 8 überschüssigen Beobachtungen und Meßlängen von 100 m bis 2100 m ergab sich:

- Korrektur an der Additionskonstanten des Geodimeters: $-6 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$. Da diese Korrektur nicht verbürgt ist, wurde sie bei den Messungen nicht berücksichtigt.
- Mittlerer Fehler einer Distanzmessung
bei Einführung der Additionskonstanten $\pm 7 \text{ mm}$,
ohne Einführung der Additionskonstanten $\pm 8 \text{ mm}$,
unabhängig von der Länge der Strecke.

Im übrigen boten die Distanzmessungen im Stollen keine Schwierigkeiten. Nur in einem Falle ist bei einer Nachmessung eine unerklärliche Differenz von etwa 10 cm aufgetreten. Dies bei einem Instrumentenstandort bei einer Einmündung eines Nebentollens in den Hauptstollen, wo durch die Ventilation kalte und warme Luft aufeinandertraf und wo auch die Richtungsmessung Schwierigkeiten bot (Streuung der gemessenen Richtung in einer Breite von 100°).

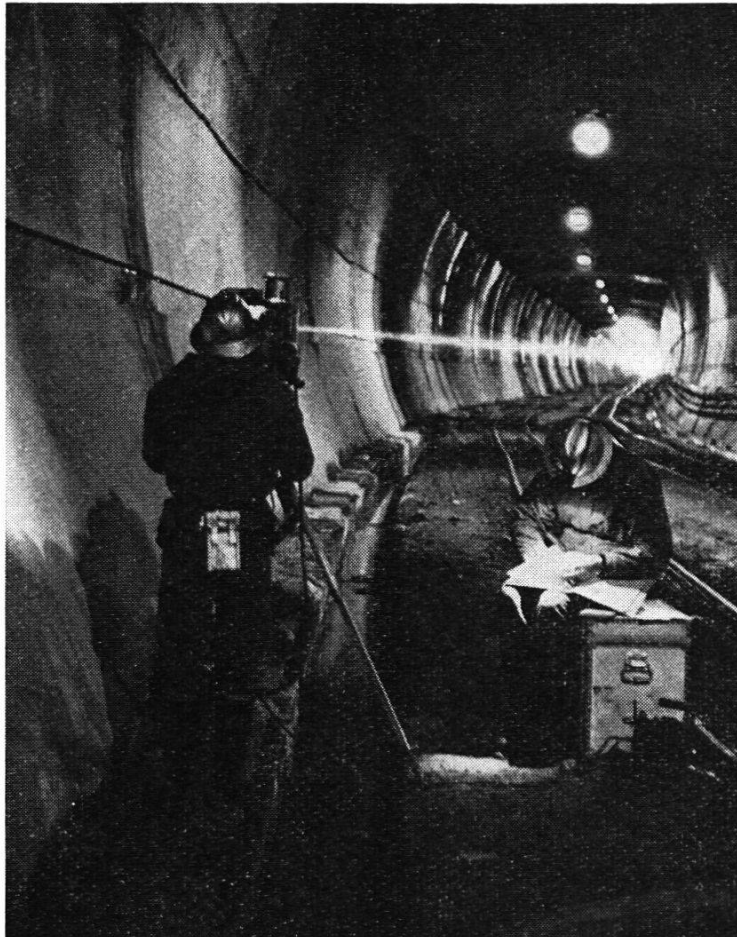


Bild 6

Geodimetermessung im Bernhardintunnel: Geodimeter auf Wild-Stativ, Umformereinheit, Transportkiste und Anschlußkabel an Benzinmotorgenerator. Das Lichtbündel tritt aus dem Sucherfernrohr.

Das Bild zeigt die Kurve beim Eingang des Tunnels, wo das Gewölbe bereits betoniert ist. Die Fahrbahndecke wird in Kopfhöhe des Beobachters zu liegen kommen.

7. Genauigkeit der Stollenabsteckung auf Grund der Triangulation

Im folgenden soll die Berechnung des auf Grund der Triangulation beim Bernhardintunnel zu erwartenden mittleren Durchschlagsfehlers erläutert werden. Damit ergibt sich an einem Beispiel ein Vergleich der Methode der Triangulation mit jener der oberirdischen Polygonzüge in bezug auf zu erwartende Durchschlagsgenauigkeit.

Wie schon in Abschnitt 3 angedeutet, erhält man eine einwandfreie Berechnung des mittleren zu erwartenden Durchschlagsfehlers, wenn man die Ausgleichung aller ober- und unterirdischen Messungen in einem Guß ansetzt. Nur nebenbei sei darauf hingewiesen, daß grundsätzlich auch dann die Fehlerfortpflanzung richtig erfaßt werden könnte, wenn die Ausgleichung in mehreren Schritten erfolgt ist, sofern die Abhängigkeit jeder folgenden von der vorausgehenden Stufe berücksichtigt wird.

In einer einwandfreien Ausgleichung aller Messungen in einem Guß müßte auch die Tatsache, daß auf gewissen Stationen, z. B. den Portalpunkten, die Messung der horizontalen Richtungen in verschiedenen Teilsätzen erfolgte, berücksichtigt werden. Darauf soll jedoch hier verzichtet werden; die Teilsätze werden hier, entsprechend dem üblichen Gebrauch, in einem der Gesamtausgleichung vorausgehenden Schritt vereinigt.

Das auszugleichende *Netz* (siehe Bild 2) enthält 13 oberirdische Punkte, von denen 2 als fest angenommen werden (P. Uccello und P. Rotondo). Dazu treten die 2×5 Punkte der Polygonzüge im Stollen, die bezüglich Form und Seitenlängen als gleich angenommen werden, wie bei der Ausgleichung der oberirdischen Geodimeter-Polygonzüge, damit der Vergleich der beiden oberirdischen Meßanlagen richtig wird.

An *Beobachtungen* liegen vor:

- 77 oberirdische Richtungen (1 Richtung wurde weggelassen, da grob verfälscht)
- 18 Richtungen im Stollen
- 10 Distanzen im Stollen
- Total somit $n = 105$ Beobachtungen.

Die *Unbekannten* sind:

- Koordinaten oberirdisch 22, im Stollen 20
- Orientierungen oberirdisch 13, im Stollen 8
- Total somit $u = 63$ Unbekannte, womit sich eine 42fache Überbestimmung ergibt.

Die *Gewichte* der Richtungen wurden hier alle als gleich eingeführt und die Distanzgewichte im Stollen als gleich angenommen wie bei der Ausgleichung des Geodimeter-Netzes, um für beide Methoden gleiche Annahmen zu verwenden.

Aus der Ausgleichung folgt ein mittlerer Fehler einer beobachteten Richtung von $\pm 5,5''$; bei der Ausgleichung des Geodimeter-Netzes hatte sich zufällig gleichviel ergeben. Hier interessieren uns nicht die Unbe-

kannten, sondern nur ihre Gewichtskoeffizienten Q_{xx} , Q_{yy} , Q_{xy} , aus denen man die Fehlerellipsen bezüglich der zwei gewählten Ausgangspunkte bestimmen könnte. Für uns sind jedoch nur die Fehlerellipsen der Lagedifferenzen gewisser Punkte von Bedeutung, nämlich eines Portals relativ zum andern, und die Fehlerellipse des Durchschlagsfehlers, d. h. eines Stollenmittelpunktes relativ zum andern Stollenmittelpunkt, den man sich von beiden Seiten her bestimmt denkt.

Die für die Bestimmung der Fehlerellipse der Lagedifferenz des Punktes 2 zum Punkt 1 nötigen Gewichtskoeffizienten $Q_{\Delta x \Delta x}$, $Q_{\Delta y \Delta y}$, $Q_{\Delta x \Delta y}$ erhält man aus den ursprünglichen Gewichtskoeffizienten durch die folgenden Beziehungen, die sich mit symbolischen Gewichtskoeffizienten nach Tienstra leicht herleiten lassen:

$$Q_{\Delta x \Delta x} = Q_{x_1 x_1} - 2 Q_{x_1 x_2} + Q_{x_2 x_2}$$

$$Q_{\Delta y \Delta y} = Q_{y_1 y_1} - 2 Q_{y_1 y_2} + Q_{y_2 y_2}$$

$$Q_{\Delta x \Delta y} = Q_{x_2 y_2} - Q_{x_2 y_1} - Q_{x_1 y_2} + Q_{x_1 y_1}$$

Daraus ergeben sich folgende zu erwartende mittlere Fehler der relativen Lagebestimmung auf Grund der *Triangulation*:

<i>Mittlere Fehlerellipse</i>	<i>Halbachsen in</i>	
	<i>Längsrichtung</i>	<i>Querrichtung</i>
Portal S zu Portal N	$\pm 5,0$ cm	$\pm 4,0$ cm
Durchschlag in Stollenmitte	$\pm 7,3$ cm	$\pm 8,5$ cm

Diesen Zahlen seien gleich die entsprechenden Werte gegenübergestellt, die sich für die Methode der oberirdischen *Geodimeter-Polygonzüge* ergeben:

<i>Mittlere Fehlerellipse</i>	<i>Halbachsen in</i>	
	<i>Längsrichtung</i>	<i>Querrichtung</i>
Portal S zu Portal N	$\pm 3,4$ cm	$\pm 10,8$ cm
Durchschlag in Stollenmitte	$\pm 6,4$ cm	$\pm 10,0$ cm

Da für beide Berechnungen gleiche Annahmen für die Polygonzüge im Stollen getroffen und gleiche Werte für die mittleren Einheitsfehler ($m_r = \pm 5,5^{\text{cc}}$, $m_D = \pm 1,65$ cm im Stollen) verwendet wurden, ist ein direkter *Vergleich* der beiden oberirdischen Meßverfahren möglich, welcher zeigt:

1. Wie zu erwarten, ist die Genauigkeit der Längenbestimmung mit dem Geodimeter jener aus der Triangulation überlegen. Zudem wird bei der Triangulation der mittlere Längsfehler noch durch die Unsicherheit des Maßstabes etwas vergrößert.
2. Der mittlere Querfehler von Portal zu Portal ist bei der Methode der Geodimeter-Polygonzüge bedeutend größer als bei der Triangula-

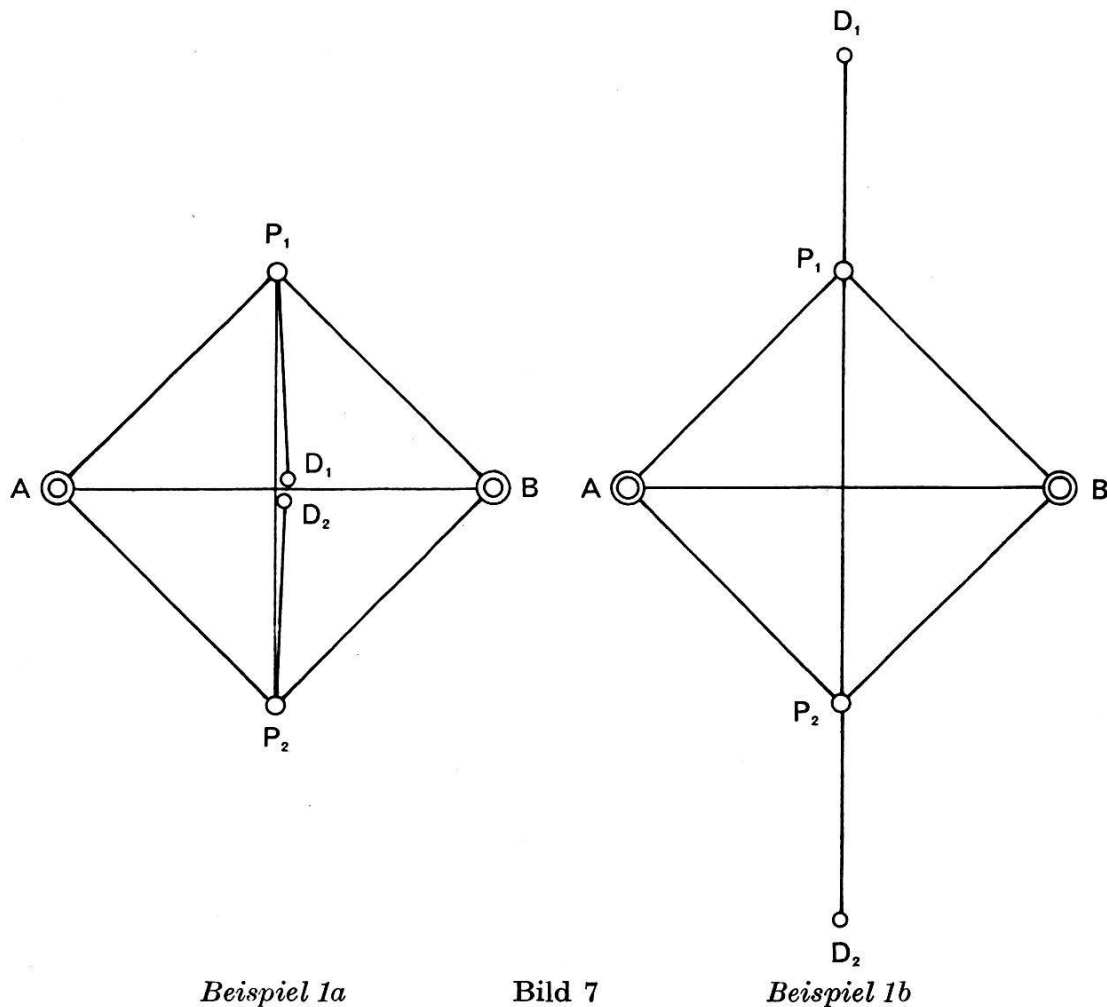
tion. Maßgebend ist jedoch der mittlere Querfehler beim Durchschlag. Dieser ist bei der Methode der Geodimeter-Polygonzüge nur unwesentlich größer als bei der Triangulation. Zudem ist der Wert, der sich aus der Triangulation ergibt, in bezug auf die Berechnungsweise in einem Guß ein Optimum. Tatsächlich sind ja die für die Absteckung verwendeten Koordinaten nicht aus einer Ausgleichung in einem Guß hervorgegangen, sondern aus der in Abschnitt 3 beschriebenen Ausgleichung in zwei Stufen. Der wirklich zu erwartende Querfehler wäre leicht größer. Auch die strenge Einführung der Orientierungsunbekannten aller Teilsätze auf den Stationen würde wohl einen kleineren mittleren Einheitsfehler ergeben, bei Verwendung des gleichen Wertes aber den mittleren Querfehler beim Durchschlag noch etwas erhöhen, da der Grad der Überbestimmung des Systems durch die zusätzlich eingeführten Unbekannten kleiner wird. Gesamthaft betrachtet, dürften beide Methoden in bezug auf zu erwartende Querfehler beim Durchschlag als etwa gleichwertig angenommen werden.

Besondere Erwähnung verdient der nicht unbedingt erwartete Umstand, daß bei der Methode der Geodimeter-Polygonzüge der mittlere Querfehler beim Durchschlag in unserem Falle kleiner ist als der mittlere Querfehler von Portal zu Portal. Diese Tatsache ergibt sich aus der Behandlung der Fehlerfortpflanzung der ober- und unterirdischen Messungen in einem Guß. Würde man die Fehlerbetrachtung in zwei unabhängige Schritte zerlegen, wobei man im ersten den mittleren Querfehler von Portal zu Portal berechnet und diesen dann in einem zweiten Schritt um den Anteil der zwei freien Polygonzüge im Stollen vergrößert, so würde sich ein viel zu großer mittlerer Querfehler beim Durchschlag ergeben. Bei den verwendeten Polygonzügen wirkt sich nämlich die Abhängigkeit der Fehlerfortpflanzung der ober- und unterirdischen Messungen besonders günstig aus. Allgemein besteht diese Abhängigkeit natürlich für jede oberirdische Meßanlage, so auch für die Triangulation, wobei sie sich, je nach Geometrie des Netzes und Grad der Überbestimmung, mehr oder weniger und günstig oder ungünstig auswirken kann.

Dies soll durch zwei kleine Beispiele illustriert werden:

Denken wir uns zur Verbindung der beiden Stollenportale P_1 und P_2 im Abstand von 6,4 km die in Bild 7 dargestellte einfache Triangulation, wobei uns die Tatsache, daß wir uns ein entsprechendes Gelände nicht vorstellen können, nicht stören soll; hier geht es nur um die Frage der Fehlerfortpflanzung. Werden die Punkte A und B als fest angenommen, so stehen 16 Beobachtungen (14 Richtungen, 2 Distanzen) 12 Unbekannte (8 Koordinaten, 4 Orientierungen) gegenüber, so daß sich eine 4fache Überbestimmung ergibt. Von den beiden Punkten P_1 , P_2 verlaufen 2 Polygonzüge zu den Punkten D_1 und D_2 . Im Beispiel 1a verlaufen die Polygonzüge nach innen, im Beispiel 1b nach außen. Wir fragen uns nun nach der relativen Lagegenauigkeit von Portal P_1 zu Portal P_2 und nach dem Anteil der zufälligen Fehler der Triangulation auf die relative Lage-

genauigkeit des Punktes D_1 zu Punkt D_2 . Diesen Anteil erhält man, wenn man die Messungen, die die Punkte P mit den Punkten D verbinden, als fehlerlos annimmt, das heißt ihre Gewichte als unendlich einführt.

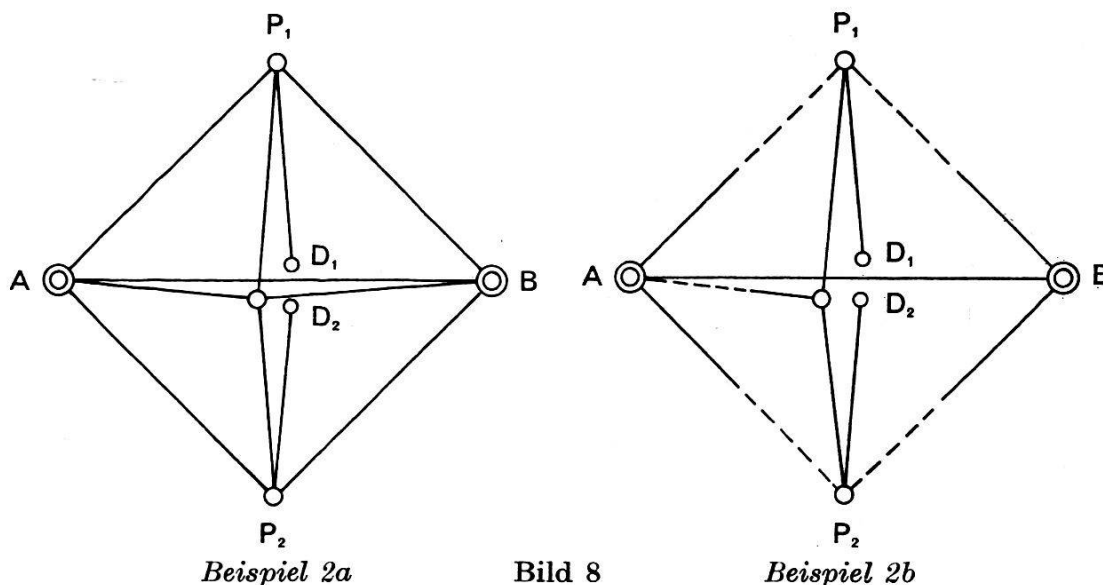


Für einen mittleren Richtungsfehler von $\pm 5,5^{\circ}$ ergeben sich die folgenden Fehlerellipsen der relativen Lagebestimmung (Halbachsen in Zentimetern):

	P_1-P_2 (Portal-Portal)		D_1-D_2 (Anteil Triangulation)	
	<i>längs</i>	<i>quer</i>	<i>längs</i>	<i>quer</i>
Beispiel 1a	$\pm 3,9$	$\pm 6,7$	$\pm 3,9$	$\pm 3,2$
Beispiel 1b	$\pm 3,9$	$\pm 6,7$	$\pm 3,9$	$\pm 11,4$

Bei 1a geht der mittlere Querfehler von Portal zu Portal nur zu 47% in den mittleren Querfehler beim Durchschlag ein, bei 1b dagegen zu 170%. (Hier handelt es sich nicht um einen Durchschlagpunkt, doch ist die fehlertheoretische Fragestellung dieselbe.)

Das Beispiel zeigt, wie sich je nach Geometrie des Netzes, besonders je nach Lage der Polygonzüge zum Netz, die Abhängigkeit der Fehlerfortpflanzung günstig oder ungünstig auswirken kann.



Im Beispiel 2 ist ein prinzipiell mögliches Stollentriangulationsnetz zwischen den beiden Portalpunkten P_1 und P_2 dargestellt, wobei wieder A und B als fest angenommen werden. Zur Bestimmung der 15 Unbekannten (10 Koordinaten, 5 Orientierungen) werden alle möglichen Visuren gemessen, wodurch sich 22 Beobachtungen, das heißt eine 7fache Überbestimmung, ergeben. Im Beispiel 2b dagegen ist keine überschüssige Messung vorhanden. Die gleiche Fragestellung wie in Beispiel 1 ergibt folgende Halbachsen der Fehlerellipsen in cm:

	P_1-P_2 (Portal-Portal)		D_1-D_2 (Anteil Triangulation am Durchschlagsfehler)	
	<i>längs</i>	<i>quer</i>	<i>längs</i>	<i>quer</i>
Beispiel 2a	$\pm 3,9$	$\pm 4,1$	$\pm 3,9$	$\pm 2,6$
Beispiel 2b	$\pm 5,5$	$\pm 9,5$	$\pm 5,5$	$\pm 3,9$

In beiden Fällen ist der mittlere Querfehler beim Durchschlag kleiner als der mittlere Querfehler bei den Portalen, und zwar beträgt er bei 2a 65 % des Querfehlers der Portale, bei 2b 41 %. Das heißt, daß bei höherem Grad der Überbestimmung der mittlere Querfehler beim Durchschlag wohl abnimmt, daß aber bei kleinerer Überbestimmung der kleinere prozentuale Anteil des mittleren Querfehlers der Portale in den mittleren Querfehler beim Durchschlag eingeht.

8. Tatsächliche Durchschlagsergebnisse und Vergleich der Resultate

8.1 Durchschlagsergebnisse

Führt man bei beiden Absteckungsmethoden die Messungen und Berechnungen von den beiden Portalen her unabhängig zum Durchschlagspunkt, so ergeben sich dort die in der folgenden Tabelle aufgeführten tatsächlichen Durchschlagsfehler:

Stollen	Methode oberirdisch	Distanzmessung im Stollen	Durchschlagsfehler (cm)		
			in Längs- richtung	in Quer- richtung	in Höhe
Belchen 3,2 km	Triangulation	Geodimeter	18,7	2,7	1,0
	Geod.-Züge	Geodimeter	11,5	4,5	—
Bernhardin 6,6 km	Triangulation	Meßband	13,2	11,3	2,1
	Geod.-Züge	Geodimeter	5,9	4,5	—

Bemerkungen

1. Beim Belchen wurde die Durchschlagskontrolle gemeinsam durchgeführt und dieselben Distanzen und Winkel für beide Methoden verwendet. Ein Vergleich der Resultate erfaßt somit nur die oberirdischen Messungen.
Beim Bernhardin dagegen sind die Messungen der beiden Methoden vollständig unabhängig.
2. Die gemessenen Geodimeter-Distanzen wurden ohne Verwendung der etwas unsicher bestimmten Korrektur der Additionskonstanten von -6 mm eingeführt. Würde man diese einführen, so ergäben sich beim Belchen bedeutend kleinere Durchschlagsfehler in der Länge, nämlich für die Methode Triangulation zirka 9 cm und für die Methode Geodimeter-Polygonzüge zirka 3,5 cm.
3. Bei der Beurteilung der tatsächlich erreichten Genauigkeiten ist zu bedenken, daß es sich um Zufallswerte handelt, wogegen die mittleren Durchschlagsfehler ein bedeutend sichereres Bild der Genauigkeit darstellen. Trotzdem kann etwa folgendes festgestellt werden:
 - a) Die Längenfehler sind bei der Methode der Geodimeter-Polygonzüge kleiner als bei der Triangulation. Die Querfehler können als etwa gleich betrachtet werden.
 - b) Die tatsächlichen Durchschlagsfehler sind in Querrichtung etwa in der Größe der mittleren Fehler oder kleiner, in Längsrichtung zwischen dem einfachen und doppelten mittleren Fehler, wenn die Korrektur der Additionskonstanten nicht berücksichtigt wird, bei Berücksichtigung derselben aber unter dem mittleren Fehler. Dies heißt, daß die zur Berechnung der mittleren Durchschlagsfehler getroffenen Annahmen etwa den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen.

8.2 Maßstabsvergleich

Beim Netz Belchen sind die mit dem Geodimeter gemessenen Längen um $+1,7$ cm pro km größer als die Längen aus der Triangulation, beim Bernhardin um $+0,7$ cm pro km im gleichen Sinne. Wird die Korrektur der Additionskonstanten des Geodimeters eingeführt, so wären die entsprechenden Zahlen:

beim Belchen	zirka $+0,2$ cm/k
beim Bernhardin	zirka $-2,5$ cm/k

8.3 Vergleich der Höhen

Bei den Geodimetermessungen wurden nur die oberirdischen Höhendifferenzen bestimmt, so daß sich hier kein Durchschlagsfehler in der Höhe ergibt. Dagegen ist ein Vergleich bei den Portalpunkten möglich. Die aus den Geodimeter-Polygonzügen bestimmte Höhendifferenz der beiden Portalpunkte beim Belchen ergab sich als um nur 0,9 cm verschieden von jener aus der Triangulation. Beim Bernhardin war sie sogar um nur 0,2 cm anders. Die Höhen von zwei Zwischenpunkten beim Bernhardin waren dagegen um 3,7 cm und 6,3 cm größer als jene aus der Triangulation.

9. Schlußbemerkungen

Es konnte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß sich die Aufgabe der Bestimmung von Fixpunkten für die Absteckung von Stollen neben der klassischen Methode mit Hilfe einer Stollentriangulation auch durch oberirdische Polygonzüge mit langen Seiten lösen läßt, wobei die Distanzen mit einem elektronischen Distanzmeßgerät genügender Genauigkeit gemessen werden. Von vornherein war zu vermuten, daß die Längen sich auf diese Weise genauer bestimmen lassen als durch eine Triangulation. Fraglich war dagegen, ob sich damit auch eine genügende Genauigkeit in Querrichtung des Stollens erreichen läßt. Die beiden Beispiele zeigen, daß dies durchaus der Fall ist. Diese Tatsache ist eine Folge der günstigen Fehlerfortpflanzung in den bei solchen Aufgaben auftretenden Polygonzugsformen. Betrachtet man nämlich ober- und unterirdische Polygonzüge als einen durchgehenden Zug von Durchschlagspunkt zu Durchschlagspunkt, so zeigt sich bei gleichen Seitenlängen über dem Berg und im Tunnel, daß der mittlere Querfehler beim Durchschlag kleiner ist als der mittlere Querfehler von Portal zu Portal. Dies ist damit zu erklären, daß der Durchschlagspunkt etwa im Schwerpunkt der ganzen Figur liegt.

Wägt man Vorteile und Nachteile beider Methoden gegeneinander ab, so spricht für die Methode mit Geodimeter-Polygonzügen neben der bessern Längenbestimmung die Tatsache, daß sie etwas weniger witterungs- und saisonabhängig ist. In bezug auf Arbeitsaufwand ist das Gelände ausschlaggebend, welche Methode wirtschaftlicher ist. In den Alpen, wo die Topographie für eine Triangulation meist günstig ist, kommen die Vorteile der Geodimeterzüge nicht so zum Ausdruck wie im unübersichtlichen, waldigen Gebiet des Mittellandes. Nachteilig ist beim Geodimeter dagegen, daß Zufahrten ins Gebiet oder in dessen Nähe erforderlich sind, wenigstens beim etwas schweren Modell 4. Das neue Modell 6 dürfte in dieser Hinsicht bedeutend angenehmer sein.

Die Längenmessung in den Stollen selber läßt sich mit dem Geodimeter genauer und angenehmer durchführen als mit der herkömmlichen Meßbandmethode. Wohl spielt bei gestreckten Stollen die Genauigkeit der Distanzmessung nicht eine ausschlaggebende Rolle, dagegen bei den Stollen nichtgestreckter Grundrißführung, bei Fensterstollen, Schrägschächten usw., wo ein genaues Distanzmeßgerät wie das Geodimeter wesentliche Vorteile bietet.