

Die Absteckungsarbeiten für die Dreirosenbrücke in Basel [Schluss]

Autor(en): **Albrecht, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **31 (1933)**

Heft 12

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-194039>

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.

Die Absteckungsarbeiten für die Dreirosenbrücke in Basel.

(Schluß.)

Ende Juli 1932 wurde mit der Fundierung des linken Pfeilers begonnen. Die Absteckung erfolgte analog wie beim Pfeiler rechts auf dem Dienststeg, der auf der Abbildung 2 ersichtlich ist. Als neuer Wert von D wurde, als Summe der direkt gemessenen und der trigonometrisch bestimmten Teilstrecke, erhalten:

$$D_7 = 250.820 \text{ m.}$$

Diese Absteckungen für die beiden Pfeiler mußten mehrmals wiederholt werden, weil die Gerüste aus verschiedenen Ursachen (Gewicht des zuerst aufgehängten und später abgesenkten Caissons, Wasserdruck bei Hochwasser etc.) nicht stabil blieben.

Damit war jeder Pfeiler für sich vom zugehörigen Ufer her in bezug auf den betreffenden EN festgelegt. Leider ließ sich aber das Wichtigste: der wirkliche Abstand der Pfeiler voneinander, in diesem Baustadium nicht feststellen. Es war nicht möglich, den Axenschnitt des im Bau befindlichen Pfeilers zu signalisieren; erstens wegen den Bauinstallationen (Personen- und Materialschleusen für den Caisson) und zweitens weil im Caisson ununterbrochen gearbeitet wurde. Der Caisson war

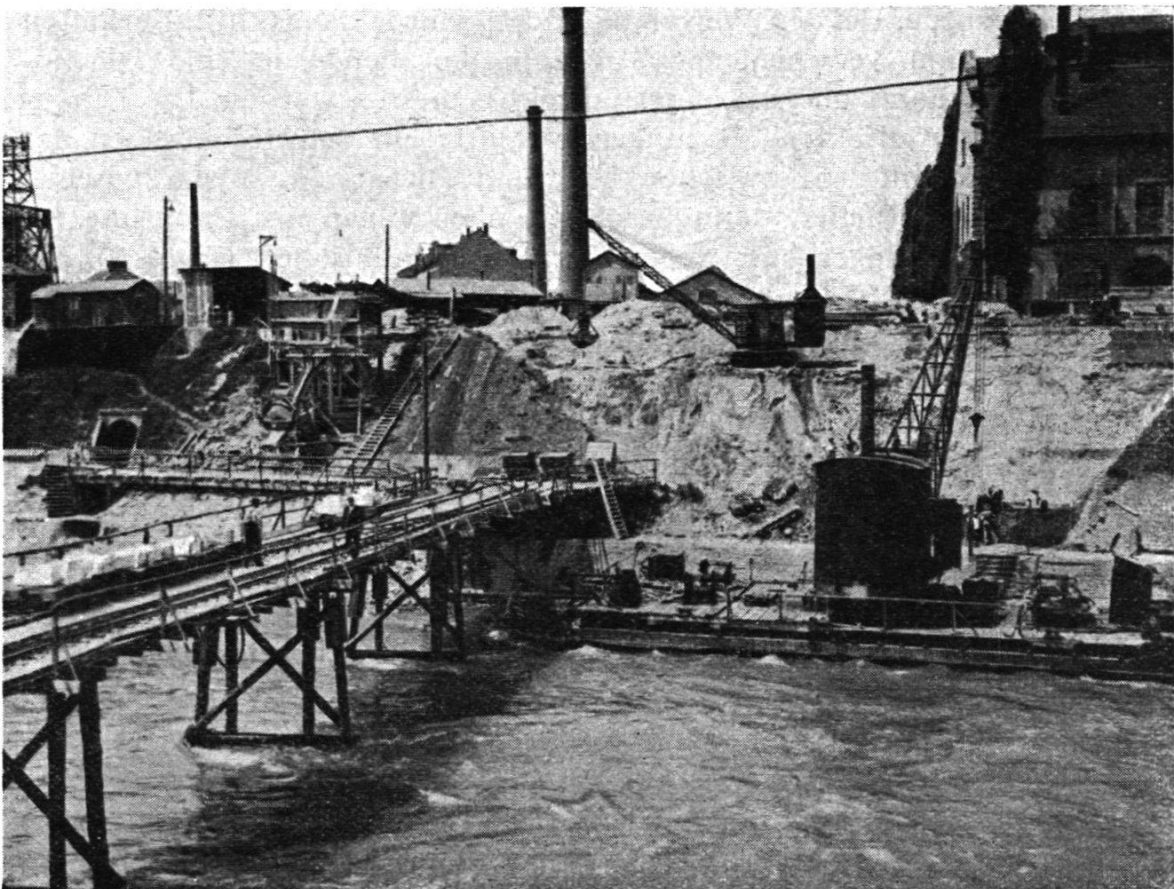


Abb. 2. Baugrube für das linke Widerlager und Dienststeg zum Strompfeiler.

deshalb ständig in unregelmäßigem Absenken begriffen, wodurch auch der über dem Caisson in Aufmauerung begriffene Pfeiler beständig seitliche Schwankungen ausführte.

Der Pfeilerabstand blieb also immer noch abhängig von der Genauigkeit der Distanz D zwischen den beiden EN . Da weitere Bestimmungen für D nicht mehr zu erwarten waren, konnte nun hierfür ein definitiver Mittelwert gebildet werden. Es lagen folgende Beobachtungen vor:

A. Aus den Koordinaten des Polygonnetzes abgeleitet:

$$D_3 = 250.798 \text{ m}$$

$$D_5 = 250.795 \text{ m}$$

Die gute Uebereinstimmung dieser beiden Resultate erklärt sich ohne weiteres dadurch, daß sowohl für D_3 (alte Axe) wie auch für D_5 (neue Axe) die Bestimmung von den gleichen Polygonpunkten aus erfolgte.

B. Durch Triangulation bestimmt:

$$D_1 = 250.811 \text{ m}$$

$$D_2 = 250.824 \text{ m}$$

$$D_6 = 250.833 \text{ m}$$

$$D_7 = 250.820 \text{ m}$$

Von diesen Bestimmungen verdienen die Werte D_1 und D_2 am meisten Zutrauen, weil hier die Totaldistanz direkt durch Triangulation bestimmt wurde. Bei den Werten D_6 und D_7 wurde das Resultat erhalten durch Addition verschiedener Strecken, von denen je eine trigonometrisch bestimmt und die andern direkt gemessen wurden. Die Durchführung dieser direkten Messungen war oft sehr schwierig wegen der großen Höhendifferenz zwischen Ufer und Dienststeg, sowie zwischen Dienststeg und Pfeiler, dann besonders aber wegen der Baugrube für das linke Widerlager und wegen der Bauinstallationen (Abb. 2). Da aber alle diese Messungen mit großer Genauigkeit gemacht wurden, so durften doch alle Bestimmungen der Serie B als ungefähr gleichwertig betrachtet werden.

Wenn man die Bestimmungen A mit den Bestimmungen B vergleicht, so sieht man ohne weiteres, daß zwischen diesen zwei Arten von Resultaten eine regelmäßige Differenz besteht. Die Ursache dieser Differenz läßt sich am ehesten im Ausgleichszwang des trig. und polyg. Netzes vermuten. Die früher angenommene größere Genauigkeit der Bestimmungen A erwies sich damit als unwahrscheinlich. Es wurden deshalb alle Bestimmungen (A und B) als gleichwertig betrachtet, womit man als definitiven Mittelwert erhielt:

$$D = 250.813 \pm 6 \text{ mm.}$$

Als Mittelwert von 6 Beobachtungen, von denen 5 voneinander unabhängig sind, durfte dieser Wert und sein Fehlermaß als recht wahrscheinlich betrachtet werden. Der auf Grund der drei ersten Bestimmungen angenommene Wert von $D = 250.81 \text{ m}$ konnte also für die weitem Absteckungen belassen werden.

Ende August 1932 wurde mit der Montage des eisernen Vollwandträgers begonnen. Die Trägerwand besteht aus einzelnen Stücken von 15 m Länge und ca. 2,20 m Höhe (gleich der halben Höhe des Trägers) und einem Gewicht von 16 bis 22 Tonnen. Für das Zusammensetzen dieser Trägerstücke war vom Pfeiler rechts bis zum Widerlager ein Montagegerüst erstellt worden. Auf diesem konnte nun auch die Distanz *EN* rechts bis Pfeiler rechts direkt gemessen werden. Das Auflager auf dem Pfeiler rechts ist fest, während die übrigen 3 Auflager (auf dem Pfeiler links und den beiden Widerlagern) beweglich sind, damit sich die Brücke frei ausdehnen kann. Für dieses feste Auflager mußte nunmehr die definitive Axlage angegeben werden, obwohl in diesem Zeitpunkt die Pfeilerdistanz immer noch nicht kontrolliert werden konnte; es war also nicht möglich, den Fehler in der Bestimmung des Pfeilerabstandes auf beide Pfeiler zu verteilen.

Mit Rücksicht auf die Schifffahrt war für den Bau der Dreirosenbrücke die Bedingung gestellt worden, daß die Durchfahrt durch die Mittelöffnung während des Brückenbaues nicht behindert werden dürfe. Die Trägermontage zwischen den Pfeilern erfolgte deshalb nicht auf einer Rüstung, sondern im Freivorbau. Auf dem fertig montierten Hauptträger der rechten Seitenöffnung wurde ein fahrbarer, 68 Tonnen schwerer Derrickkran aufgestellt. Vermittelt dieses Krans wurden die einzelnen Trägerteile an die bereits abgenietete Konstruktion vorgehalten und befestigt. Sobald auf diese Weise ein Stoß von 15 m Länge montiert war, wurde der Kran um die Stoßlänge vorgeschoben, worauf sich der gleiche Vorgang wiederholte. Der analoge Bauvorgang wiederholte sich dann für die linke Brückenhälfte. Für den Zusammenbau der beiden Trägerhälften war ein Paßstück von 10 cm Breite vorgesehen. Da der Pfeilerabstand 105 m beträgt, so hatte also jeder der beiden über den Pfeiler gegen die Strommitte frei vorgebauten Trägerteile eine Länge von 52.45 m.

Der Zusammenschluß der beiden Brückenhälften ist bei der in Frage stehenden Brückenbaumethode wohl eines der heikelsten Probleme. Obwohl die Stoßfugen der einzelnen Trägerstücke genau geschliffen sind, können doch durch das Zusammenfügen der einzelnen Stücke Differenzen gegenüber der Gesamt-Soll-Länge oder Ausschwenkungen aus der Brückenaxe entstehen.

Damit allfällig beim Zusammentreffen der beiden über die Pfeiler vorragenden Trägerhälften sich zeigende Differenzen nicht der Absteckung belastet werden konnten, wünschte der bauleitende Ingenieur des Baudepartements folgende Genauigkeiten: Maximale seitliche Abweichung der abgesteckten Brückenlängsaxe ± 2 mm; Genauigkeit der Angabe der Pfeilerdistanz ± 10 mm. Die Frage, ob ich diese Genauigkeiten ohne außerordentlichen Aufwand an Mitteln (Invardraht) und Zeit einhalten könne, wurde von mir bejaht, nachdem mir Herr Kantonsgeometer Keller in entgegenkommender Weise das Instrumentarium des Vermessungsamtes Basel für diese Absteckungen zur Verfügung stellte.

Da für die Brückenaxe freie Sicht vorhanden war, bot das Einvisieren der Längsaxe keine außerordentlichen Schwierigkeiten; es mußte lediglich wegen der z. T. sehr steilen Visuren auf peinlich genaue Justierung der Instrumente und auf Eliminierung der Kippfehler durch Beobachtung in den beiden Fernrohrlagen geachtet werden.

Die Messungen für die definitive Bestimmung der Pfeilerdistanz CD wurden folgendermaßen durchgeführt:

Um einen zuverlässigen mittleren Fehler von CD zu erhalten, wurde beschlossen, hierfür 6 möglichst unabhängige Bestimmungen vorzunehmen.

Auf der neuerstellten Berme des St. Johann-Rheinhafens wurde eine Basis von ca. 126 m Länge festgelegt und deren Endpunkte durch einbetonierte Bülzen versichert. Diese Basis, die annähernd horizontal ist, wurde mit aufgelegten Latten je 6 mal hin und her gemessen. Um möglichst unabhängige Resultate zu erhalten, wurden hierfür 3 verschiedene Lattenpaare verwendet, die jeweils vor und nach der Messung auf dem Komparator des Vermessungsamtes abgeglichen wurden. Um bei der zweiten Hin- und Hermessung des jeweiligen Lattenpaares die gleiche Lattenlage zu vermeiden, wurde bei Beginn der zweiten Messung 1 m vorgelegt. Damit auch der Einfluß der partiellen Unebenheiten der betonierten Berme auf die einzelnen Lattenlagen bestimmt werden konnte, wurde eine Doppelmessung mit dem Reduktionsmesser (System Werffeli) des Vermessungsamtes ausgeführt. Die Summe aller dieser Einflüsse ergab für die ganze Basis nur den Betrag von 0.7 mm, was dadurch berücksichtigt wurde, daß bei jeder Endablesung der Basis-

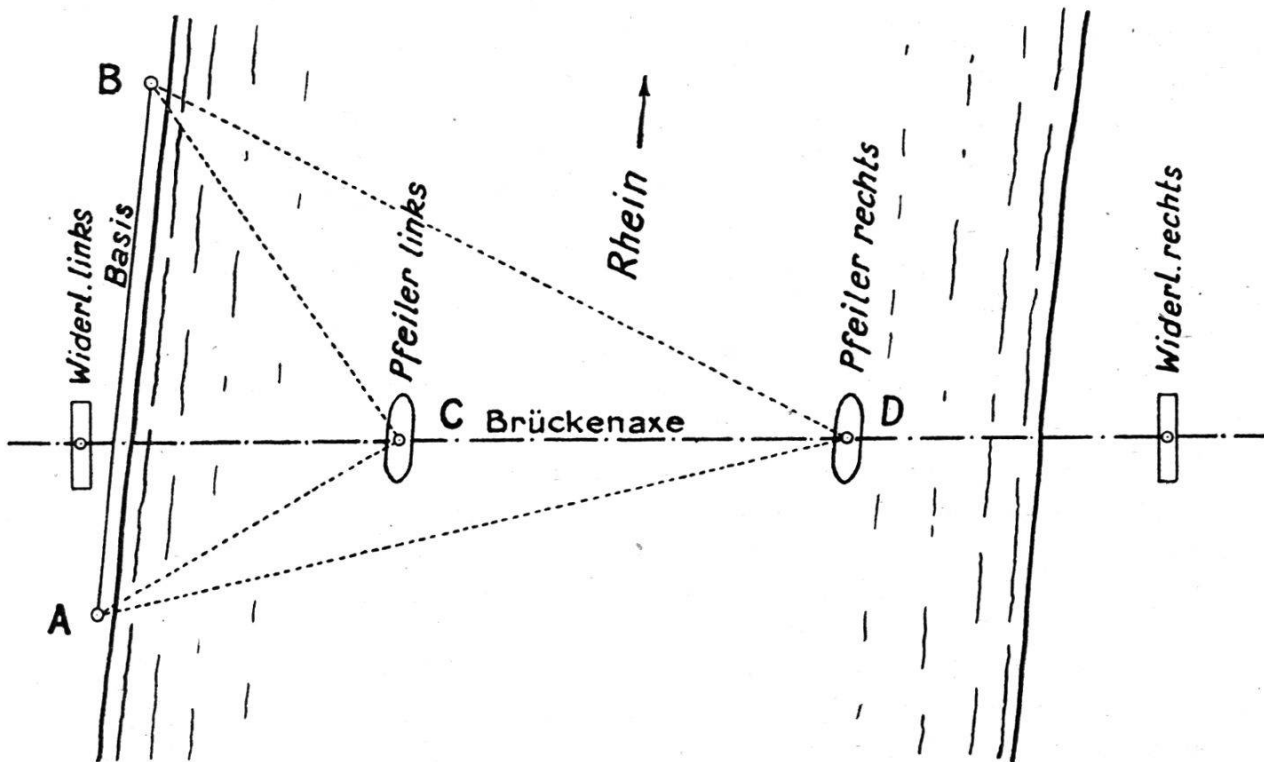


Fig. 3.

messung immer der kleinere mm als Resultat angenommen wurde. Die größte Abweichung zwischen den 6 Bestimmungen betrug 2 mm.

Mit dieser Basis als Grundlinie und den beiden Axpunkten der Pfeiler als Spitzen wurden die beiden Dreiecke $A B C$ und $A B D$ gebildet (Fig. 3). Die Pfeileraxe D war bereits früher für die Montage der rechten Brückenhälfte definitiv festgelegt worden. Dagegen war die Pfeileraxe C erst provisorisch bestimmt und es handelte sich jetzt darum, diesen Punkt C noch um einen Korrekturbetrag zu verschieben, damit die Strecke $C D$ genau 105,00 m lang werde. Zur Berechnung der Distanz: Definitiver Punkt D bis provisorischer Punkt C wurde folgende Triangulation durchgeführt.

Jeder Dreieckswinkel der beiden Dreiecke wurde 6 mal bestimmt, wobei jede Bestimmung durch 4fache Winkelmessung erfolgte. Als Instrumentarium diente ein 21 cm Nonien-Repetitionstheodolit des Vermessungsamtes in Verbindung mit Zentrierapparaten und Zielscheiben. Im Dreieck $A B C$ wurden die Winkel 2 mal von links nach rechts in Lage I und hierauf 2 mal von rechts nach links in Lage II retour gemessen, was der Polygonwinkelmessung beim Vermessungsamt entspricht. Da die Messung bei einer scharfen Kälte von -8° erfolgte, so machte sich eine größere Mitschleppung bemerkbar, die auch durch ständige Ausregulierung der Axen nicht restlos behoben werden konnte. Um diese Fehlerquelle möglichst zu reduzieren, wurde die Winkelmessung im Dreieck $A B D$ folgendermaßen angeordnet: Messung des Winkels in Lage I und Lage II, hierauf Messung des Complementes in Lage II und I. Um jede einzelne der 6 Bestimmungen von den übrigen möglichst unabhängig zu machen, wurden nach jeder 4fachen Winkelmessung der Theodolit und die Zielscheiben weggenommen und neu aufgestellt; zugleich wurde jedesmal die Anfangsablesung um ca. 65 $^{\circ}$ verschoben. Der maximale Abschlußfehler der 6 Bestimmungen gegenüber der Winkelsumme von 200 $^{\circ}$ beträgt:

$$\begin{aligned} \text{im Dreieck } A B C &= 23'' \\ \text{» } A B D &= 10'' \end{aligned}$$

Mit den so erhaltenen Elementen: 6 verschiedene Bestimmungen der Basislänge und der Winkel der beiden Dreiecke, wurden die Koordinaten von C und D je 6 mal gesondert berechnet. Diese Koordinaten lieferten ihrerseits wieder die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte für die Pfeilerdistanz $C D$.

Nr. der Bestimmung	Distanz $C D$	Verbesserung v	v^2
I	104.999	+ 0,5	0,25
II	105.000	— 0,5	0,25
III	104.998	+ 1,5	2,25
IV	105.003	— 3,5	12,20
V	104.997	+ 2,5	6,25
VI	105.000	— 0,5	0,25
	<u>629.997</u>	<u>± 0</u>	<u>21,45</u>

$$CD = \frac{629.997}{6} = 104.9995 \approx 105.000 \text{ m}$$

$$M = \sqrt{\frac{22}{30}} = 0.86 \approx 1 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{CD = 105.000 \pm 1 \text{ mm}}}$$

Der provisorisch bestimmte Axpunkt *C* auf dem Pfeiler links war somit ganz genau am richtigen Ort und konnte direkt als definitiver Axpunkt belassen werden.

Diese Uebereinstimmung innerhalb 1 mm ist natürlich lediglich als Zufall zu bewerten.

Damit waren die Ausgangspunkte für die Montage der Brückenkonstruktion festgelegt und bis zum Zusammenschluß der beiden



Abb. 4. Trennungsfuge zwischen den beiden Trägerhälften.

Trägerhälften bestand meine Mitarbeit bei diesem Werk lediglich in häufigen Untersuchungen und Kontrollen der jeweiligen Trägerlagen. Auf Grund dieser Aufnahmen konnte dann das statische Verhalten der Träger während der verschiedenen Bauetappen und unter wechselnden Belastungsverhältnissen untersucht werden. Im Mai 1933 wurde vermitteltst des Derrickkrans das letzte Trägerstück eingesetzt und die Abbildung 4 zeigt den Moment, wo der erste Arbeiter von einer Brückenhälfte auf die andere übertritt und bei dieser Gelegenheit auch sofort kontrolliert, ob der Spalt zwischen den beiden Trägerhälften auch wirklich 10 cm breit ist. Es stimmte ziemlich genau; dieser Feststellung war aber keine große Bedeutung beizulegen, weil die Fuge von 10 cm nur für eine Eisentemperatur von $+10^{\circ}$ gilt und weil auch die Höhenlage der beiden Trägerhälften noch nicht genau justiert war. Dies erfolgte durch Heben oder Senken der Trägerenden über den Widerlagern, worauf sich die Trennungsfuge für die normale Eisentemperatur von $+10^{\circ}$ zu 11 cm ergab.

Im September 1933 konnte auf dem provisorischen Laufsteg zwischen dem Untergurt der Hauptträger die Pfeilerdistanz durch Lattenmessung kontrolliert werden. Es wurden wieder 3 verschiedene Lattenpaare verwendet und mit jedem eine Hin- und Hermessung ausgeführt. Die Messung erfolgte mit aufgelegten Latten. Da der Laufsteg in Uebereinstimmung mit dem Hauptträger parabelförmig gewölbt ist, wurde der Einfluß dieser Wölbung mit dem Neigungsmesser von Werffeli ermittelt. Das Heraufloten der Pfeiler-Axpunkte auf den Laufsteg erfolgte mit dem Zentrierapparat. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Direkte Messung der Pfeilerdistanz am 7. September 1933.

	Messungen	L-K.	Wölb.	Resultat	v	v^2
	m	mm	mm	m	mm	
Neue Latten BD.	104.998	+ 4	— 1	105.001	— 2.3	5.3
	.999	+ 4	— 1	.002	— 3.3	10.9
Alte Latten BD.	105.014	— 16	— 1	104.997	+ 1.7	2.9
	.014	— 16	— 1	.997	+ 1.7	2.9
Polygonlatten V.A.	105.040	— 41	— 1	104.998	+ 0.7	0.5
	.039	— 41	— 1	.997	+ 1.7	2.9
				629.992	— 5.6	25.4
					+ 5.8	

$$D = \frac{629.992}{6} = 104.9987 \text{ m} \cong 104.999 \text{ m}$$

$$M = \sqrt{\frac{25}{30}} = 0.92 \cong 1 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{D = 104.999 \pm 1 \text{ mm}}}$$

Durch diese direkte Lattenmessung wurde also der mittlere Fehler der Triangulation von ± 1 mm bestätigt.

Die genaue Uebereinstimmung der direkten Messung mit dem Resultat der Triangulation ist einmal der idealen Lage der Basis auf der betonierten Hafenerme zu verdanken, dann aber auch meinen beiden langjährigen Meßgehilfen, die mit Eifer und einem schönen Ehrgeiz bei diesen Arbeiten mitwirkten. Damit kamen mit normalen Mitteln und relativ geringem Zeitaufwand Resultate zustande, die punkto Genauigkeit ziemlich an der Grenze des praktisch Erreichbaren liegen dürften.

H. Albrecht.

Albert Weber †.



Die bernische Geometerschaft hat im zu Ende gehenden Jahr 1933 einen herben Verlust zu beklagen.

Am 28. Juli starb unser lieber Kollege Albert Weber, Kreisgeometer, in Langenthal.

Albert Weber, geboren 1861, entstammte einer Utzenstorfer Bauernfamilie. Nachdem er die Schulen seines Heimatortes durchlaufen, kam er im sechzehnten Altersjahr in die Praxis zu Vater Luder, der