Über die Absteckung des Lötschbergtunnels

Autor(en): **Baeschlin, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **57/58 (1911)**

Heft 13

PDF erstellt am: **14.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-82669

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Ueber die Absteckung des Lötschbergtunnels. — Ideen-Wettbewerb für die Bebauung des „Spiegel"-Areals bei Bern als „Gartenstadt am Gurten". — Die Schweizerische Abteilung an der Weltausstellung Turin 1911. — Miscellanea: Fortbildungskurse für Ingenieure. Ausnutzung der Niagara-Fälle. Ein unterirdisches Telephonkabel. Schweizerische Binnenschiffahrt. — Nekrologie: H. Schleich. P. Manuel. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Feuilleton: Von der XLIV. Generalversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins in St. Gallen.

Tafel 36: Schweiz. Maschinenausstellung an der Weltausstellung Turin 1911.

Band 58. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 13.**

Über die Absteckung des Lötschbergtunnels

von Professor *F. Baeschlin*, Zürich.

(Fortsetzung.)

Zur *Absteckung der Kurven* wurde folgendes Verfahren angewendet:

Die Ingenieure der Unternehmung setzten alle 20 *m* einen Pflock mit Bolzen ungefähr in die Axe. Bei einer Hauptabsteckung wurde dann ein Sehnenpolygon von ungefähr 100 *m* Seitenlänge, durch die Hektometerpflöcke definiert, aufs genaueste aufgenommen, indem sowohl die Brechungswinkel, wie auch die Polygonseiten gemessen wurden. Dieses Polygon wurde in der Folge berechnet in Bezug auf ein lokales Koordinatensystem, das sich auf die ursprüngliche Tunnelaxe als Abszissenaxe stützte. Aus diesen Koordinaten konnte die Entfernung vom Kurvenmittelpunkt für alle Polygonpunkte berechnet und damit die seitliche Verschiebung derselben bis in die Bogenaxe angegeben werden.

Es ist selbsverständlich, dass alle diese Berechnungen zweimal unabhängig durchgeführt worden sind. Zuerst wurden sie durch den Verfasser, ein zweites Mal durch Sektionsingenieur *O. Casparis* von der Nordseite ausgeführt.

Als Umstellpunkte für den Theodoliten und die Visierlampen wurden die weiter oben beschriebenen eisernen Stative benützt, die solange stehen blieben, bis die Messung darüber hinweggeschritten war. Dabei musste besondere Sorgfalt auf die Zentrierung verwendet werden. Um die Genauigkeit der Winkelmessung nicht durch die Zentrierung zu stören, musste auf $^1/_{10}$ *mm* genau zentriert werden. Dass dies mit dem Schnurlot nur unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln erreicht werden konnte, ist klar; es hätte sich hier eine optische Ablotung empfohlen.

Als Signale kamen die oben beschriebenen Azethylenlampen zur Verwendung; entsprechend der kleinen Zielweite von 100 *m* wurde der Schlitz auf 10 *mm* Breite eingestellt und stets mit eingeschobenem Milchglas beobachtet.

Als *Theodolit* war ein einachsiger Schraubenmikroskop-Theodolit mit einem Horizontalkreis-Durchmesser von 21 *cm* von Max Hildebrand in Freiberg i. S. bezogen worden. Der Horizontalkreis ist, von Hand frei beweglich, auf die Dreifussbüchse aufgesetzt. Er ist in fünf Minuten (a. T.) geteilt. Alle Grade sind voll beziffert. Die beiden Schraubenmikroskope besitzen 60fache Vergrösserung. Eine Schraubenumdrehung verschiebt die beiden beweglichen Fäden um zwei Minuten. Die Trommel ist in 60 Teile geteilt, sodass zwei Sekunden direkt abgelesen werden können. Durch Zehntelschätzung erhält man 0,2 Sekunden. Die Bestimmung der Minuten geschieht an einem Rechen im Gesichtsfeld der Mikroskope.

Das zentrische Fernrohr ist objektivseitig durchschlagbar. Es besitzt einen einfachen, sehr feinen Horizontal- und Vertikalfaden. Vermittelst dreier Okulare können die Vergrösserungen 28, 34 und 42fach erreicht werden. Das zweiteilige Objektiv hat eine Oeffnung von 41 *mm* und eine Brennweite von 380 *mm*. Die Fadenkreuzbeleuchtung geschieht mit Hilfe eines kleinen vergoldeten Spiegels analog wie beim Absteckungstheodoliten, nur ist hier der Spiegel drehbar, sodass die Helligkeit des Gesichtsfeldes beliebig variiert werden kann.

Der Vollständigkeit halber und um den Theodoliten später universal verwenden zu können, ist auch ein Höhenkreis, mit Skalenmikroskopen auf 6″ ablesbar, vorhanden. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes des Fernrohres und der vier Mikroskope, sowie der beiden Mikroskoptrommeln geschieht durch kleine elektrische Glühlampen. Die Einschaltung erfolgt mittels einer an der Alhidade angebrachten Schalttrommel. Als Stromquelle wurde ein Akkumulator verwendet, wie sie für die elektrischen Tunnellampen der Aufseher Verwendung fanden. Die Spannung betrug 4 Volt.

Das Instrument, das in Abbildung 9 zu erkennen ist, ist mechanisch vorzüglich durchgebildet und gereicht der Firma M. Hildebrand in Freiberg i. S. zur hohen Ehre.

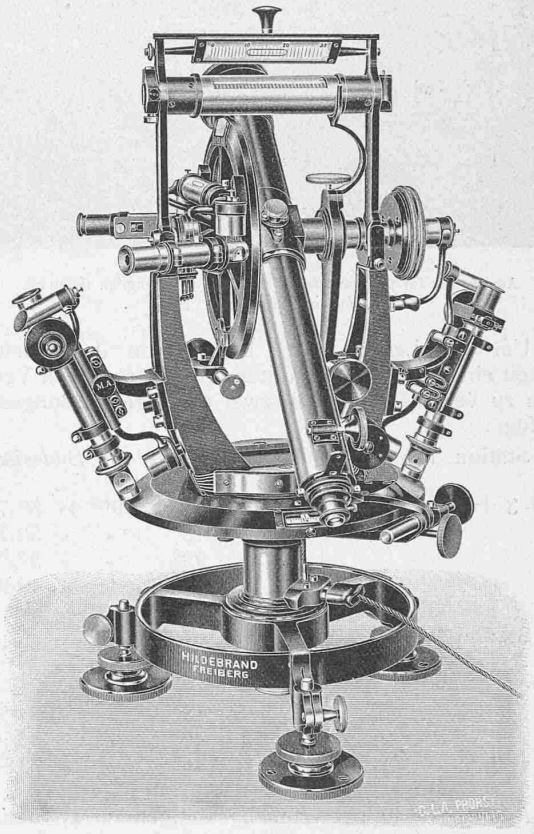


Abb. 9. 21 *cm*-Schrauben-Mikroskop-Theodolit mit elektr. Beleuchtung.

Nachdem der Theodolit auf einem Polygonpunkt genau zentrisch aufgestellt und die Lampen auf den beiden benachbarten Punkten genau revidiert worden waren, begann man mit der Winkelmessung, die wie folgt durchgeführt wurde:

1. Einstellen auf die Lampe rückwärts in I. Fernrohrlage. Kreis nahe auf 0° gestellt. Ablesen an beiden Mikroskopen durch Einstellen des Doppelfadens, je auf Strich links und rechts.

2. Einstellen auf die Lampe vorwärts in I. Fernrohrlage. Ablesen.

3. Durchschlagen des Fernrohres. Einstellen auf Lampe vorwärts in II. Fernrohrlage. Ablesen.

4. Einstellen auf Lampe rückwärts in II. Fernrohrlage. Ablesen.

Damit war der Winkel einmal in beiden Fernrohrlagen gemessen.

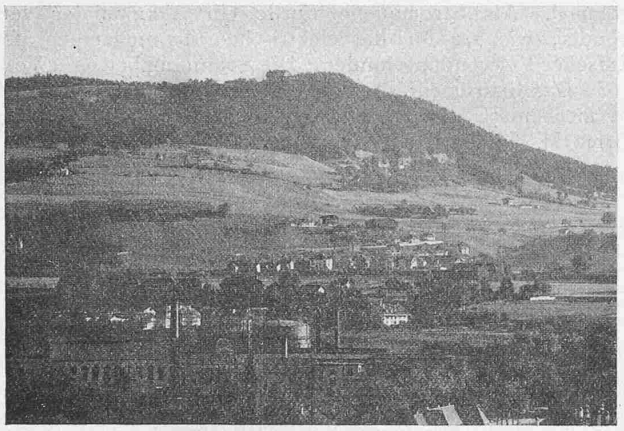
Diese Messung wurde dann gewöhnlich noch dreimal wiederholt und zwar so, dass der Kreis bei der Einstellung auf die rückwärts gelegene Lampe auf 45°, 90° und 135° gestellt wurde. Dies geschah zu möglichster Elimination der Teilungsfehler.

Die innere Uebereinstimmung dieser Messungen war eine sehr gute. Es ist das zuzuschreiben:

1. Den gut anvisierbaren Signalen (leuchtender, schmaler Schlitz).

2. Der im Allgemeinen grossen Ruhe der Bilder.

3. Dem vorzüglichen Theodoliten, speziell seinen geringen Teilungsfehlern. (Vom Mechaniker war ein mittlerer Teilungsfehler von $< 0{,}4$ Sekunden garantiert worden).



Ansicht des für die Gartenstadt am Gurten bestimmten Geländes.
Vom Hotel „Bernerhof" aus.

Um den Lesern einen Begriff von der Leistungsfähigkeit eines guten Theodoliten unter günstigsten Verhältnissen zu verschaffen, seien zwei günstige Messungsserien beigefügt:

Station Tangentenpunkt Km. 4 + 168 *Südseite.*

	Kreisstellung	
Km. 3 + 400 bis Km. 4 + 500	0°	196° 41′ 50,76″
	45°	„ „ 50,75″
	90°	„ „ 50,81″
	135°	„ „ 49,96″
Mittel =	196° 41′ 50,57″ ± 0,20″	

Station Km. 1 + 430 *Nordseite.*

	Kreislage	
Km. 1 + 260 — Km. 1 + 600	0°	171° 05′ 35,17″
	45°	„ „ 34,99″
	90°	„ „ 35,00″
	135°	„ „ 34,61″
Mittel =	171° 05′ 34,94″ ± 0,12″	

Aus insgesamt 161 Winkelmessungen auf 47 Stationen berechnet sich der mittlere Fehler eines in beiden Fernrohrlagen gemessenen Winkels zu **± 0,84″**, der mittlere Fehler eines Stationsmittels vom mittleren Gewicht 3,4 ist somit **± 0,46″**.

Da die Kurve auf der Südseite des Tunnels nur eine Länge von 320 *m* hat, zog die Unternehmung es vor, hier Richtstollen in der Richtung der Tangenten zu erstellen, sodass die Absteckung sich dort auf die Messung des Winkels zwischen diesen Tangenten beschränkte. Es war dies für den Absteckenden sehr bequem, wäre aber, vom Standpunkt der Absteckung aus, absolut nicht nötig gewesen.

Die beiden Kurven der Nordseite von rund 798 *m* und 1118 *m* wurden dagegen mit Hilfe der Polygonaufnahme abgesteckt.

Die erste, kürzere dieser Kurven (Km. 1 + 203 bis Km. 2 + 001) wurde, nachdem der Tunnel an jener Stelle fertig ausgemauert war, neuerdings aufgenommen, und zwar diesmal mit 172 *m* langen Polygonseiten. Diese 2. Aufnahme geschah, um eine möglichst genaue Azimuthübertragung zu erreichen. Um die Mitte der Visur möglichst von der dem Bogenmittelpunkt zugewandten Tunnelwand fernzuhalten, wurden die Punkte dieses Polygons um etwa 1,5 *m* ausserhalb der Tunnelaxe gewählt. Die Visur war so um 2,64 *m* von der innern Tunnelwand entfernt, sodass man von Lateralrefraktionen verschont zu bleiben hoffte.

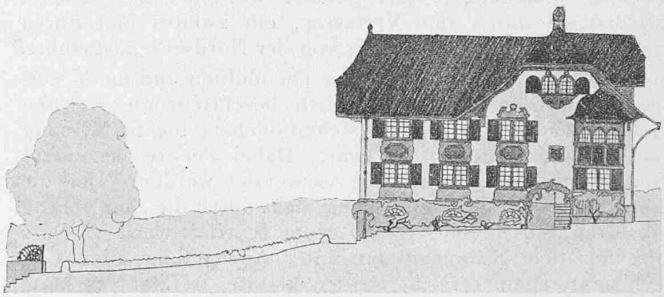
In dieser Beziehung hatte man sich aber getäuscht. Anlässlich einer zweiten Aufnahme derselben Polygonpunkte fand man das Azimuth der II. Geraden (Km. 2 + 001 bis Km. 3 + 659) um 18″ anders, als anlässlich der vorhergehenden Absteckung und zwar waren auch die Brechungswinkel (mit Ausnahme eines einzigen) alle in demselben Sinne verschieden. Man war daher gezwungen, anzunehmen, dass anlässlich der beiden Aufnahmen ganz verschiedene Lateralrefraktionen gewirkt hatten, und zwar ergab sich die Differenz der Lateralrefraktion für eine Richtung zu annähernd 2″, ein Betrag, wie er aus den mittleren Fehlern der Winkelmessungen unmöglich resultieren konnte.

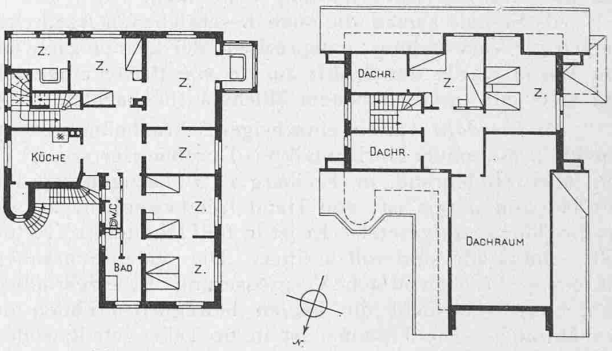
Tatsächlich war die I. Aufnahme bei vollem Betrieb erfolgt, sodass viel Luft durch den Tunnel strömte. Die II. Aufnahme wurde dagegen nur mit sehr schwacher Ventilation durchgeführt.

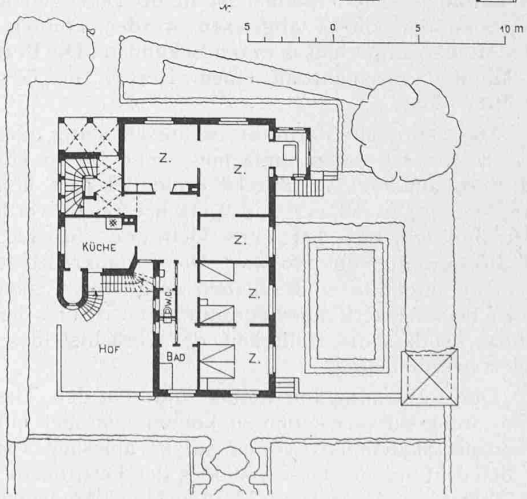
Die Frage war nun bloss, welches der beiden Resultate richtig war. Durch einige Ueberlegung kam der Verfasser zum Schlusse, das II. Resultat als das richtige zu betrachten, und so wurde denn auch auf Grund dieser Azimuthangabe weiter gegangen bis zum Durchschlag. Relativ günstig ist, dass die II. Kurve entgegengesetzte Krümmung besitzt, sodass eine eventuelle Verschwenkung infolge von Lateralrefraktionen zum Teil wieder aufgehoben wird. Speziell aus

Wettbewerb für die Gartenstadt am Gurten bei Bern.

I. Preis. Nr. 3, Motto „Beatus ille qui procul negotiis".
Verfasser: *Kündig & Oetiker*, Architekten, Zürich.





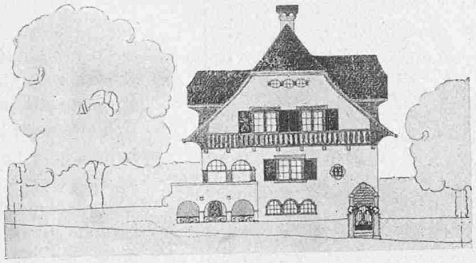


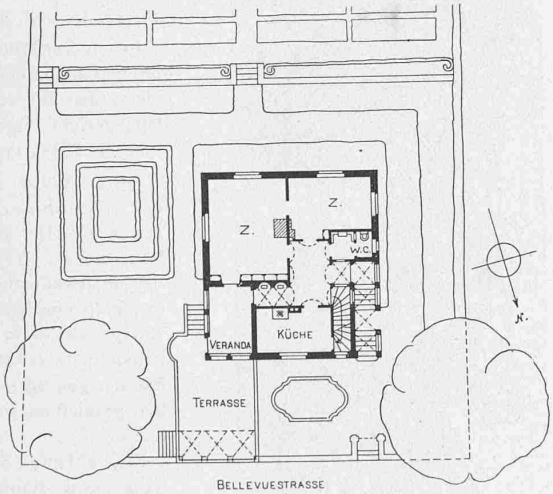
Grundrisse und Südwest-Fassade eines Zweifamilienhauses. — 1 : 400.

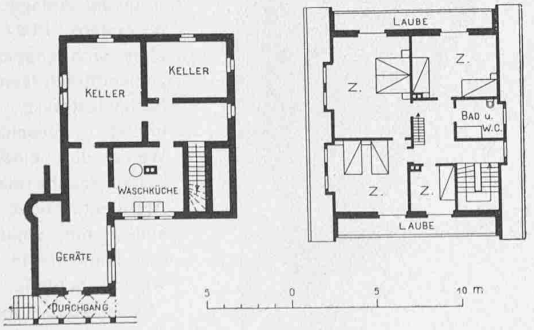
diesem Grunde sah der Verfasser dem Durchschlage trotz der konstatierten Lateralrefraktionen ruhig entgegen.

Speziell mit Rücksicht darauf, dass etwa $^1/_2$ Jahr lang wegen dieser Lateralrefraktionen die Tunnelaxe nicht ganz definitiv festlag, weil überhaupt naturgemäss jede neue Hauptabsteckung ein etwas abweichendes Resultat für die Axlage ergeben musste, entschloss man sich auf der Nordseite des Tunnels zur Einführung einer sog. *Bauaxe,* im Gegensatze zu der durch das Projekt vorgeschriebenen *definitiven Axe.*

Die Mauerung schritt immer weiter vor. Um nun die Mauern möglichst schlank in die vorgeschriebene Krümmung zu bringen, wurde das Polygon vorwärts gerechnet bis zum Ende der II. Kurve (Km. 4 + 777) basiert auf die Azimuthangabe für die II. Gerade (Km. 2 + 001 bis Km. 3 + 659), die im Moment des Beginns der Mauerung dieser Strecke die Massgebende war. Im übrigen wurden dazu natürlich nur Ergebnisse von Hauptabsteckungen beigezogen, und zwar immer dasjenige, das im Moment des Beginns der Mauerung für jene Strecke das definitive war. Nachdem dann das Ausgangsazimuth und zum Teil auch die zwischenliegenden Axpunkte definitiv festgelegt worden waren, ergab sich natürlich auf der ganzen Strecke eine kleine Differenz zwischen der Symmetrieaxe des Bauwerkes (Bauaxe) und der definitiven Axe, die bei Km. 4 + 777 auf 129,1 *mm* anwuchs. Um von da an die Axe möglichst auf die Axe



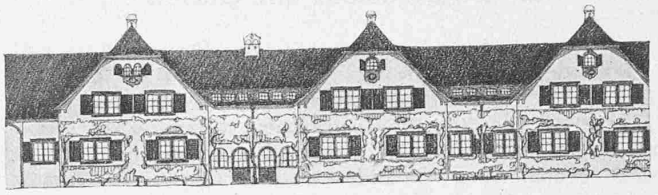


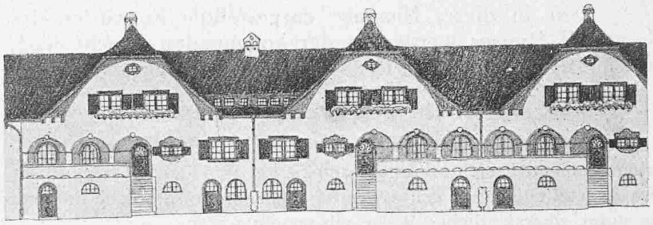


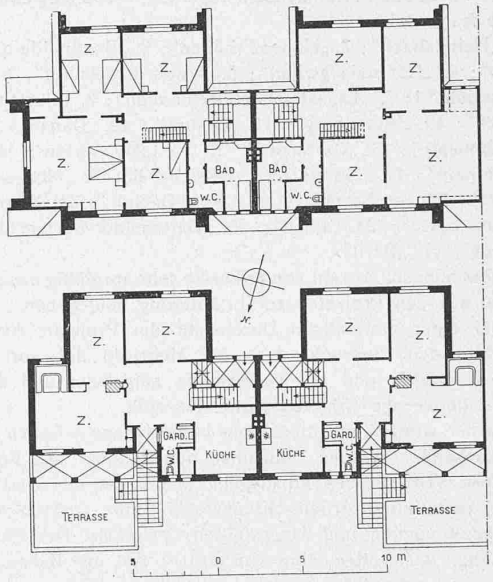
Grundrisse und Nordfassade eines Einfamilienhauses. — 1 : 400.

Wettbewerb für die Gartenstadt am Gurten bei Bern.

I. Preis. Nr. 3. Motto „Beatus ille qui procul negotiis".
Verfasser: *Kündig & Oetiker,* Architekten, Zürich.







Grundrisse, Süd- und Nordfassaden zu Ein'amilien-Reihenhäusern.
Masstab 1 : 400.

der Südseite zuzuführen, wurde von dem damals wahrscheinlichen Durchschlagspunkt (Tunnelmitte, Km. 7 + 268 ab Nordportal) eine Tangente an die II. Kurve gezogen und diese als Bauaxe definiert; danach wurde auch die Mauerung ausgeführt.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist der, dass die Bauaxe sozusagen genau die vorgeschriebene Krümmung hat, wenigstens so genau, dass eine Abweichung davon nur mit Messungen, die wesentlich genauer als die Hauptabsteckungen sind, zu konstatieren wäre. Infolge des Durchschlagsfehlers musste dann ohnehin noch eine Ausgleichung vorgenommen werden, die dadurch erfolgte, dass von Km. 5 + 300 ab der Punkt der Bauaxe geradlinig mit dem Axpunkt der Südseite verbunden wurde, wodurch die III. Tunnelgerade bei Km. 5 + 300 und an der Durchschlagsstelle eine kleine Knickung erlitt, die aber so gering ist, dass die Bogenlänge bei einem Radius von 1100 *m* nur 14 *cm* beträgt.

Die Einführung des Begriffes der Bauaxe erleichterte dem Verfasser die Uebersicht und stete Orientierung in dem umfangreichen Aktenmaterial und ermöglichte es vor allem, die Entscheidung der Frage, welche Bestimmung der I. Kurve als definitiv zu wählen sei, möglichst hinauszuschieben und sie daher in aller Ruhe zu erledigen. (Schluss folgt.)