

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

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 39 (1941)

Heft: 12

Artikel: Ein Beitrag zur Herablegung und Kontrolle von Turmpunkten

Autor: Reich, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-199139>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 09.03.2025

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

Zugsabschlußfehler ist dagegen ungefähr proportional der Zuglänge selbst. Für einen Polygonzug von 1000 Meter Länge beträgt der mittlere Zugsabschlußfehler 48 Millimeter. Der Fehleranteil der Triangulation ist hier 33 Millimeter, und der Einfluß der Polygonzugsfehler 34 Millimeter.

Der größte Teil aller Polygonzüge hat eine Länge von 300–700 Meter. In diesem Bereich verhalten sich die Fehlereinflüsse aus der Triangulation oder Knotenpunkten einerseits und kombinierter Winkel- und Seitenmessung andererseits wie 2 : 1. Eine Erhöhung der Genauigkeit der Zugselemente durch Verbesserung der Seiten- oder Winkelmessung von beispielsweise 10 % kann das Zugsabschlußresultat nur um ca. 3 % verbessern. Eine Verschärfung der Meßoperation hat somit keinen Sinn, besonders, wenn in Erwägung gezogen wird, daß eine 10 prozentige Erhöhung der Meßgenauigkeit eine mindestens 20–30 prozentige Erhöhung der Vermessungskosten zur Folge hat. Die Triangulationsgenauigkeit der Stadt Basel kann als gut bezeichnet werden. Sie entspricht jedoch nur knapp den strengen Anforderungen, die von der präzisen Stadtvermessung an sie gestellt werden.

Der mittlere Fehler der Zugsabschlüsse beträgt auf 100 Meter Länge 12 Millimeter, hievon entfallen allein auf die Triangulation 10 Millimeter. Eine mittlere Ungenauigkeit der Stadtvermessung von 12 Millimeter auf 100 Meter ist sehr gut und genügt allen Anforderungen, die von seiten des Grundbuches an sie gestellt werden. Größere Genauigkeitsanforderung, als die Bedürfnisse des Grundbuches es notwendig machen, werden vom Baugewerbe verlangt. Für Ingenieurkonstruktionen (Stahl- und Eisenbeton) müssen sehr oft die Koordinaten der Grenzpunkte von Grundstücken mit einer Schärfe von mindestens 10–15 Millimeter pro 100 Meter angegeben werden. Will man nicht wegen jedem einzelnen Bauvorhaben eine Sondervermessung der entsprechenden Grundstücke vornehmen, was in Städten meines Erachtens aus verschiedenen Gründen unerwünscht ist, so müssen die vom Bauwesen geforderten Vermessungsgenauigkeiten angestrebt und erreicht werden. Diesen strengen Anforderungen kann die Basler Stadtvermessung dank der Aufstellung verschärfter Fehlervorschriften genügen.

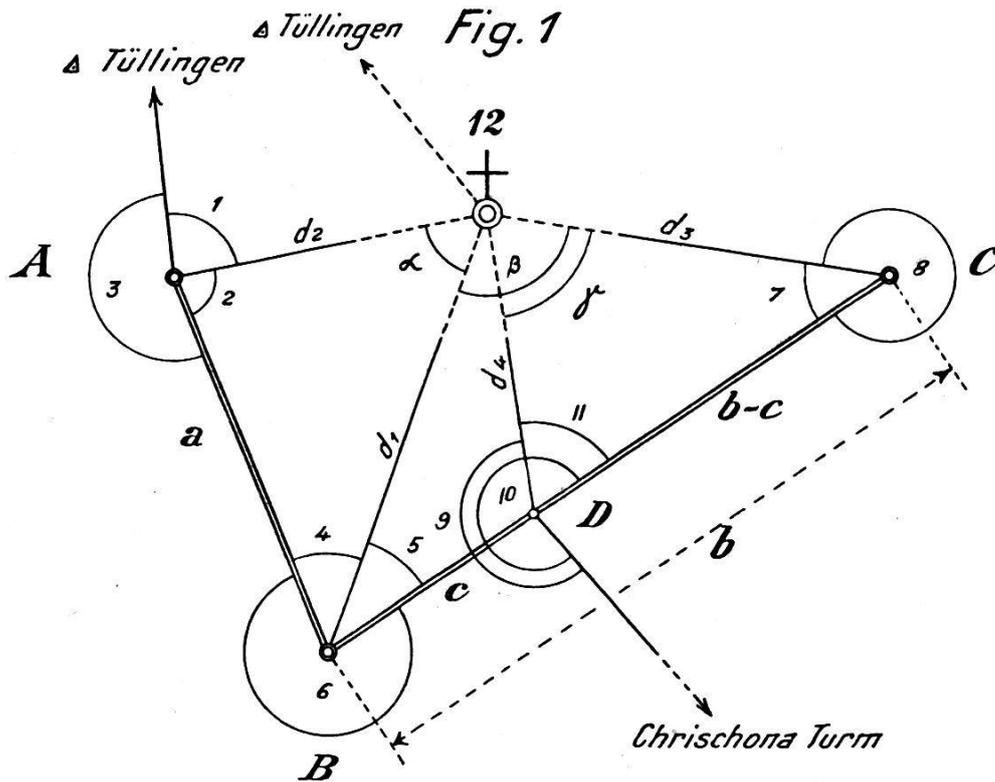
Ein Beitrag zur Herablegung und Kontrolle von Turmpunkten

Die Herablegung der Turm- und Zinnenpunkte bedingt bei einer Stadttriangulation eine um so größere Arbeit, je umfangreicher und gedrängter das überbaute Weichbild der Stadt ist. Das Bestreben, diese Punkte der Anzahl nach einzuschränken, ist deshalb zu verstehen, aber nicht so einfach durchzuführen, denn der Aufbau eines richtig verstreuten Stadttriangulationsnetzes ist nicht nur eine Geduldsarbeit, sondern erfordert von den Ausführenden Einsatzbereitschaft ohne Rücksicht auf

Wetter und Zeit. Vom Abriß der Rekognoszierung bis zur erledigten Winkelmessung muß man stets gewärtig sein, Änderungen, hervorgerufen durch Sichtverbauungen, erleiden zu müssen. Solche Störungen können sich just während der Triangulationswinkelmessung einstellen und deshalb sind möglichst viele Sichten, sozusagen als Vorrat, schon in den Projektaufbau des Netzes aufzunehmen. Mit Rücksicht auf alle möglichen Änderungen der Turmpunkte (z. B. Reparaturen) namentlich der Blitzableiter in städtischen Verhältnissen ist die Herablegung der Turmpunkte gleichzeitig mit der Berechnung der Koordinaten der Triangulationspunkte in die Wege zu leiten. Je nach der Lage der trigonometrischen Turmpunkte, wenn sie nicht zu umgehen sind, wird man dieselben herablegen und mit 1–3 Bodenpunkten dauernd versichern. Diese Punkte dienen in Ermangelung von gegenseitig normal bestimmten Punkten doch als guter Notbehelf. Es ist klar, ja selbstverständlich, daß die koordinatorische Bestimmung des herabgelegten Turmpunktes einwandfrei genau sein muß und zwar so, daß er ohne Bedenken als Folgepunkt angesprochen werden kann. Um einen herabgelegten Turmpunkt trigonometrisch bestimmen zu können, ist es bekanntlich nötig, den Bodenpunkt so zu wählen, daß von diesem aus eine Sicht nach irgend einem trigonometrisch festgelegten Punkt möglich ist. Ist diese Voraussetzung direkt oder indirekt erfüllt, so ist die Lösung der Aufgabe nach bekannter Art möglich. Nur eine Sicht für Festlegung von Bodenpunkten vorzusehen ist nicht ratsam, da in einem solchen Falle überschüssige Messungen für eine Kontrolle der grundlegenden Arbeit fehlen. Daß das Instrument, namentlich die Horizontalachse, wegen den meistens außerordentlichen Steilvisuren einwandfrei funktionieren muß, sei hier nur nebenbei bemerkt. Ist die Anschlußlinie von einem Bodenpunkt bis zum Turmpunkt mit gut zu messenden Hilfsbasen genau bestimmt und das Abschlußazimut aus den Messungen richtig abgeleitet, so werden folgerichtig auch die Koordinaten des Bodenpunktes mit denen des Turmpunktes entsprechende Übereinstimmung bezüglich Genauigkeit aufweisen. Da aber solche Herablegungen und die darauf folgenden Berechnungen bei größter Aufmerksamkeit ein Schnippchen schlagen können und solche Fehler erst nach Jahren Unannehmlichkeiten und Nachmessungen hervorrufen, sei hier nachfolgend auf ein Verfahren hingewiesen, das Orientierungsfehler bezüglich der errechneten Azimute absolut unabhängig feststellen läßt.

Anläßlich der trigonometrischen Vermessung des Kantons Basel-Stadt in den Jahren 1912–1915, unter der Leitung des Kantonsgeometers E. Keller, wurden 21 Kirchtürme, 5 Dachreiter, 3 Blitzableiter auf Hochkaminen und 11 zugängliche Zinnenpunkte in die 157 Bodenpunkte umfassende Kantonstriangulation einbezogen. Im ganzen mußten 29 Turmpunkte herabgelegt werden. Zwei Tortürme mit Durchfahrt konnten mit Hilfe von Parallelverschiebungen direkt mit dem Instrument heruntergelotet und versichert werden. Beim Münster und der St. Pauluskirche konnten die Turmspitzen von günstig gelegenen Hochpunkten aus mit Hilfe des Instrumentes und optischer Signale auf die Höhe der

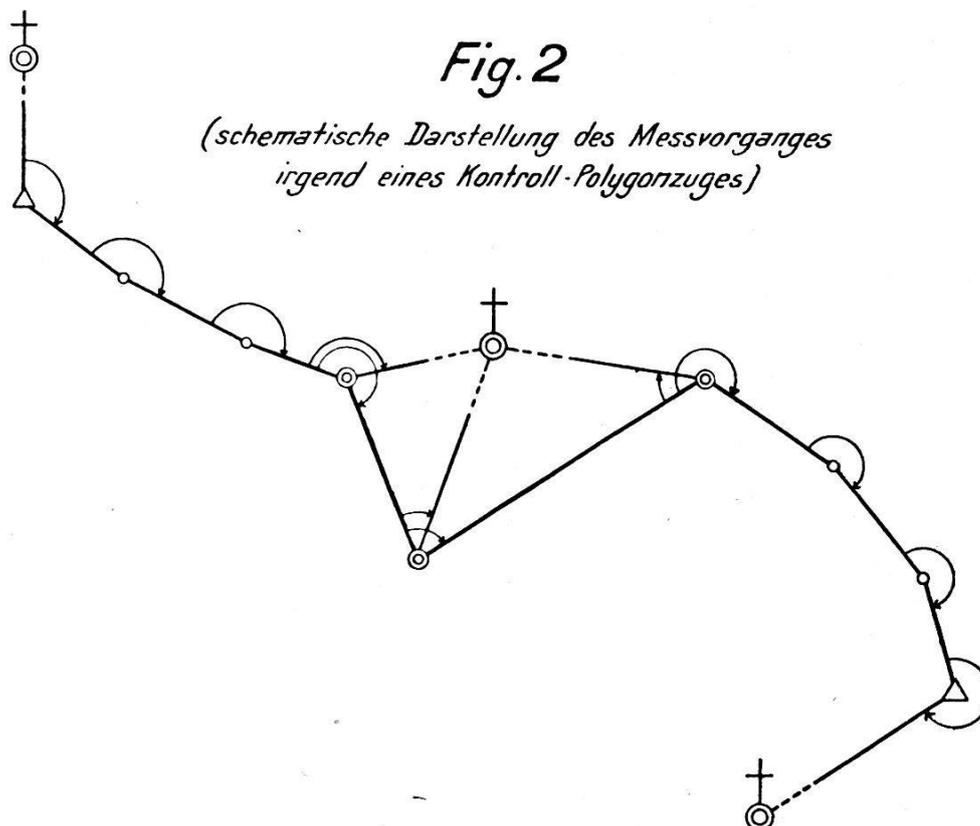
Helmzinnen heruntergelotet und mit den trigonometrisch bestimmten Zinnenpunkten in Verbindung gebracht werden. Das waren allein schon an sich äußerst interessante Meßvorgänge und die Genauigkeit der Übereinstimmung zwischen Messung und abgeleiteten Berechnungen war über Erwarten gut. Fast ohne Ausnahme sind die Turmpunkte mit je drei Bodenpunkten äußerst solid, nach der üblichen städtischen Polygonversicherungsart — galvanisierte Röhren in Betonklotz mit Gußschutzkappe — versichert. Aus zwei Basisseiten a und b (siehe Fig. 1) wurde



die gemeinsame Distanz Turmspitze bis Punkt B zur Kontrolle zweimal bestimmt und da die Doppelbestimmung jeweils nur um wenige Millimeter differierte, das einfache Mittel als gut angenommen. Die gemessenen und abgeleiteten Distanzen und Winkel wurden dann zu einem Polygonzug über Turmpunkt und Bodenpunkte zusammengestellt und nach dem errechneten Azimut die Bodenpunktbasislينien orientiert. Ein derartiger in sich geschlossener Polygonzug muß, was leicht einzusehen ist, ohne Differenzen zu zeigen, zum Ausgangspunkt zurückkehren. Ist in den grundlegenden Messungen und Berechnungen kein Fehler eingeschlichen, so kann die Herablotung des Turmpunktes und die gerechneten Koordinaten der Bodenpunkte A , B , C , D , um auf ein konkretes Beispiel Fig. 1 hinzuweisen, als absolut richtig angesehen werden. Die Richtigkeit der Koordinaten der Bodenpunkte hängt also außer von den Polygonseitenmessungen a und b in der Hauptsache von der Winkelmessung auf den Bodenpunkten und der nach den Fernpunkten Sig. Tüllingen und Kirche St. Chrischona ab. Wie aus Fig. 1 hervorgeht,

konnte die Azimutkontrolle vom Punkt *D* aus nach Kirche St. Chrischona nur auf indirektem Wege gewonnen werden. Besteht die Möglichkeit, von irgendeinem Boden- oder Hilfspunkt aus einen zweiten trigonometrischen Punkt anzuvisieren, so soll, wie bereits angedeutet, eine solche Azimutkontrolle unter keinen Umständen unterlassen werden, denn erst dadurch wird die Richtigkeit der Koordinaten der Bodenpunkte verbürgt.

Es entsteht nun die Frage, auf welche Weise man sich vor Fehlern schützen kann, wenn die Orientierung der Bodenpunkte nur von einer



Fernrichtung abhängig ist oder wie man eine ganze Anzahl — in unserem Falle ca. 112 Bodenpunkte — auf ihre Richtigkeit unabhängig von der vorangegangenen Arbeit prüfen kann. Nach reiflicher Überlegung fand man, eine Nachrechnung schütze nicht ganz vor Irrtümern und es wurde deshalb folgendes Kontrollverfahren durchgeführt.

Von einem Bodentriangulationspunkt aus, Fig. 2, wurden Polygonzüge mit möglichst günstigen Seiten gelegt — ohne diese zu messen noch bleibend zu versichern — und die herabgelegten und versicherten Turmbodenpunkte in diese frei gewählten Polygonzüge einbezogen. Diese Polygonzüge wurden aneinanderhängend durch das ganze Stadt- und Kantonsgebiet geführt und die Polygonwinkel mit einem 7"-Theodoliten zweimal in beiden Fernrohrlagen gemessen. Bei den herabgelegten Turmpunkten wurden jeweils die Winkel nach dem Turmpunkt als Schnitt gemessen und so fortschreitend der Polygonzug auf irgend einem passenden Bodentriangulationspunkt zum Abschluß gebracht. Durch die

Zusammenstellung der Polygonwinkel erreichten wir eine vollständig unabhängige Azimutkontrolle für die herabgelegten Turmbodenpunkte. Wir erreichten mit dieser Kontrolle überdies eine Prognose für zukünftige Hauptpolygonabschlüsse.

Die folgenden Tabellen sollen dazu dienen, eine Übersicht über die erhaltenen Einzelmessungen zu geben, sowie die durchschnittliche Genauigkeit derselben festzustellen.

Tabelle I.

Nr. der Polygonzüge	Anzahl der Polygonwinkel	Länge der Polygonzüge in Meter	Azimutabschluß in Sek. n. Tg.
1	7	1300	37
2	2	212	29
3	4	650	25
4	10	2600	57
5	4	530	26
6	8	1950	15
7	5	950	1
8	4	1000	6
9	15	2750	95
10	7	1400	30
Total	10	13342	321

Die durchschnittliche Azimutabschlußdifferenz beträgt pro Polygonzug $321 : 10 = 32$ Sek. n. Tg. bei einer durchschnittlichen Zuglänge von 1334 Meter.

Tabelle II.

Länge der Anschlußseite in Meter	Differenz zwischen ber. Azimut und Verifikationsmessung in Sek. neuer Tg.	Lineare Abweichung in mm bei Turmpkt.	Benennung der Turmpunkte
101	5	0,8	146
59	24	2,2	129
107	3	0,5	129
24	104	4,0	130
24	167	6,5	126
74	25	3,0	126
70	20	2,2	124
67	46	4,8	107
188	49	14,5*	115 Blitzabl.
60	112	10,5	94
123	102	19,8*	103 Blitzabl.
41	4	0,3	93
67	46	4,8	91
Übertrag	526	74,0	

	Länge der Anschluß- seite in Meter	Differenz zwischen ber. Azimut und Verifikationsmessung in Sek. neuer Tg.	Lineare Abweichung in mm bei Turmpkt.	Benennung der Turm- punkte
Übertrag	526	394	74,0	
	90	111	15,7*	88 Dachreit.
	67	25	2,6	72
	67	114	11,9	71
	113	44	7,1	70
	120	1	0,2	56
	130	5	1,0	56
	57	4	0,3	55**
	61	30	2,9	68
	122	9	1,7	64 B
	155	17	4,1	64 A
	127	8	1,6	81 C
	117	5	0,9	81 A
	167 nicht berücks.	180 veränderte Punkte	47,3	81 Blitzabl.
	114 „ „	2001 „ „	359,0	64 „
	<u>2231</u>	<u>1080</u>	<u>124,0</u>	

Aus obiger Tabelle II geht hervor, daß die durchschnittliche Anschlußseite 89 Meter, die durchschnittliche Differenz zwischen berechnetem Azimut und Verifikationsmessung $\frac{1080}{25} = 43$ Sek. n. Tg. und die durchschnittliche lineare Abweichung der beiden unabhängigen Messungen beim Turmpunkt 5 Millimeter beträgt. Dieser Durchschnittswert befriedigt aber nicht, denn es sind zu ungleich lange Seiten zur Ermittlung des Durchschnittswertes herangezogen worden und es empfiehlt sich ohne weiteres, die linearen Abweichungen auf eine einheitliche Distanz von 100 Meter Länge zu reduzieren und die Fehlerbetrachtung auf den zutreffenden mittleren Fehler zu stützen. Der mittlere Fehler beträgt nach dieser Reduktion $m = 9.98$ Millimeter und der durchschnittliche Fehler 6,80 Millimeter. Das Verhältnis vom mittleren zum durchschnittlichen Fehler beträgt mithin $\frac{9.98}{6.80} = 1,46$. Dieser bei allen Genauigkeitsbetrachtungen stets interessante Koeffizient darf nach unseren Erfahrungen als dem Fehlerfortpflanzungsgesetz noch folgend angesehen werden, trotzdem der theoretische Betrag 1,25 überschritten wird. Der maximale Fehler $Mx = 3 m$, in unserem Falle $3 \times 9.98 =$ rund 30 Millimeter wird also nirgends erreicht und damit ist wohl der Nachweis einer Genauigkeit festgestellt, die allen Anforderungen einer Stadtvermessung vollauf genügt.

Zu den obigen linearen Abweichungen ist zur Orientierung noch beizufügen, daß bei Turmpunkt 103, wie Tabelle II zeigt, die Differenz auf 19,8 mm ansteigt, die aber zweifellos auf die nicht lotrecht stehende

kleine Blitzableiterspitze auf dem Kreuz der Marienkirche zurückgeführt werden muß. Bei Punkt 88 war das Anzielen der Mitte des Dachreiters, der die Form eines übergroßen Kegelspielkönigs hat, etwas erschwert. Das Resultat wäre vielleicht besser ausgefallen, wenn der Kugelkopf beidseitig tangential angeschnitten worden wäre. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß selbst Blechkugeln auch nicht in jedem Falle genau gearbeitete Rotationskörper sind. Bei Punkt 115 war der Zielpunkt wiederum eine Blitzableiterstange, deren lotrechte Stellung nicht ganz einwandfrei erschien.

Zu den Differenzen zwischen berechnetem Azimut und Verifikationsmessung ist noch zu sagen, daß die errechneten Azimute, außer der Messung nach dem Fernpunkt auch noch von der Genauigkeit der Anschlußbasen abhängig sind.

Bei Punkt 55, der mit ** versehen ist, wurde trotz Kontrolle eine Azimutdrehung von 100 Gr. n. Tg. konstatiert, ohne diese in der Tabelle II aufzuführen.

Die erhaltenen Abschlüsse nahmen noch aus anderen Gründen unser Interesse ganz in Anspruch, denn die Kantonstriangulation IV. Ordnung von Basel-Stadt stützte sich auf Umrechnungen der Triangulation III. Ordnung aus den Jahren 1893–95 und es zeigte sich bei fortschreitender Arbeit der Triangulation IV. Ordnung in unliebsamer Weise, daß Korrekturen, gestützt auf neue Messungen und Rechnungen der Punkte III. Ordnung, nicht zu umgehen waren.

Die Polygonwinkelmessung wurde nach dem Nagelschen Verfahren (siehe Jordan Bd. 2) vorgenommen, bei welchem die Zentrierplatten mit Hilfe eines kleinen um seine Achse drehbaren Zentrierfernrohrchens mit Fadenkreuz auf soliden Metalltellerstativen auf den Bodenpunkt zentriert wurden. Theodolit und Visiervorrichtungen nahmen abwechselnd genau den gleichen Standort ein. Die Stationen der Hilfszwischenpolygonpunkte wurden vorsichtshalber nur mit kleinen Eisennägeln vorübergehend markiert, um bei einem zufälligen Versagen oder sonstigen Störungen nicht die ganze Winkelmeßoperation wiederholen zu müssen. Der rückwärtsliegende Zielpunkt wurde mit dem gleichen Zentrierapparat stets nachgeprüft. Bleiben die Stative während dem Winkelmessen unverändert — bei geteerten Straßen oder Trottoirs ist wegen dem Einsinken der Stative große Vorsicht am Platze — so ist die beschriebene Winkelmeßoperation und Kontrolle von unübertroffener Präzision. Anschließend hieran erlaube ich mir noch eine Nebenbemerkung: Die vollständige Durchführung der Herablegung eines Turmpunktes wäre geeignet, einem Schüler oder Kandidaten so recht zum Bewußtsein zu bringen, welche Aufmerksamkeit den Meß- und Berechnungsoperationen gewidmet werden muß, um mit Erfolg eine solche Arbeit durchzuführen.

Die Feldarbeit samt der Zusammenstellung der Polygonwinkel nahm ca. zehn Arbeitstage in Anspruch und die Kontrolle auf dem Büro konnte auf einen Vergleich der Orientierung der Azimute beschränkt werden.

Bei zwei Hochkaminen stellte der Berichterstatter fest, daß die Blitzableiter in der Zeit zwischen erster Messung und Verifikationskontrolle heruntergenommen und dann nicht wieder auf den gleichen Standort gestellt wurden (Rohrschellenbefestigung). Die bezüglichen Bodenpunkte waren richtig bestimmt. Vor Verwendung von Blitzableitern zu trigonometrischen Zwecken ist daher zu warnen und solche sind nur im äußersten Falle in ein trigonometrisches Netz einzubeziehen. Von einer Neubestimmung der Blitzableiter wurde aus diesen Gründen abgesehen.

Über das Herablegen der Zinnenpunkte ist fast überflüssig zu sagen, daß die Orientierung der Bodenpunkte von den zugänglichen Zinnenpunkten aus geschah und die Winkelmessung und Koordinatenberechnung mit gleicher Sorgfalt wie bei den Turmpunkten vorgenommen wurde.

Die Feldarbeit wurde von Grundbuchgeometer Albert Müller und die umfangreichen Berechnungen von Grundbuchgeometer Karl Senft vorgenommen und es darf ohne Überhebung die ganze Arbeit der Vorzüglichkeit halber und nach Jahren der Bewährung als vorbildlich bezeichnet werden.

E. Reich.

Bücherbesprechungen

Naef, Robert, A. *Der Sternhimmel 1942*. Kleines astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde. 15 × 21 cm, 72 Seiten mit 18 Figuren. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau, 1941. Preis geheftet Fr. 3.20.

Wir verweisen auf die Besprechung der Ausgabe für 1941 im Jahrgang 1941 dieser Zeitschrift, Seite 136. An wertvollen Neuerungen nennen wir: eine Planetenkarte gibt die Orte der Wandelsterne an; mondlose Abende sind durch senkrechte Randbalken auffällig gekennzeichnet; die Kulminationszeiten der hellern Gestirne sind beigelegt worden; eine Zusammenstellung der schweizerischen Sternwarten mit Angabe der öffentlichen Besuchszeiten.

Wir empfehlen auch die Ausgabe für 1942 dieses Sternbüchleins allen Sternfreunden aufs angelegentlichste.

F. Baeschlin.

Höfer, Max, Reichsbahnrat, *Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbogen mit und ohne Übergangsbogen*. Begründet von O. Sarazzin und H. Oberbeck. Für Teilung des Kreises in 400 Grad. 2. Auflage. 11 × 16 cm, VII + 410 Seiten mit 40 Abbildungen. Verlag von Julius Springer, Berlin 1941. Preis in Leinen gebunden RM. 7.50.

Wir verweisen auf die Besprechung der 1. Auflage im Jahrgang 1938, S. 216 dieser Zeitschrift. Die 2. Auflage ist um Tabellen für das Abstecken von der Tangente aus für gleichmässige Bogenteilung bereichert. Es sind dies die Tabellen II b. Die aequidistante Bogenlänge beträgt 2,5 m für $r = 15$ m bis $r = 50$ m; 5 m für $r = 55$ m bis $r = 100$ m; 10 m für $r = 110$ m bis $r = 1000$ m (dabei sind hier immer auch 25 m, 75 m, 125 m usw. aufgeführt); 12,5 m für $r = 1100$ m bis $r = 2500$ m.

Die Tafeln sind nach wie vor auf gutes Papier gedruckt. Sie können warm empfohlen werden.

F. Baeschlin.
