

Zeitschrift:	Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres
Herausgeber:	Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
Band:	13 (1915)
Heft:	12
 Artikel:	Die Fehlertoleranzen der Vermessungsinstruktion im Lichte der Praxis
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-183630

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: 21.01.2026

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

mensuration excentrique des angles, constituaient des points excellents à intercaler dans un réseau subséquent de la ville, ils furent de suite, même avant la lecture des angles, repérés au moyen de boulons en bronze et il ne restait plus, comme tâche finale, que le calcul de leurs coordonnées en se basant sur les coordonnées compensées du centre de station.

Ce calcul fut effectué selon la méthode utilisée pour les points de rabattement, en considérant que l'angle de parallaxe nécessaire α pouvait être utilisé avec une exactitude suffisante comme correction de la réduction au centre, et pouvait ainsi être introduit dans les calculs au même titre que l'excentricité d .

Suivant la même méthode employée et décrite pour le point A, on calcula les coordonnées de tous les points du polygone de la tour. Comme dernière preuve, on calcula leurs distances respectives qui devaient correspondre avec les mêmes distances mesurées précédemment et introduites dans le calcul de la réduction au centre. Les différences ne comportèrent que quelques millimètres.

Rorschach, octobre 1915.

*E. Helmerking,
Géomètre du Registre foncier.*

Die Fehlertoleranzen der Vermessungsinstruktion im Lichte der Praxis.

Wir haben im Jahrgang 1914, Seite 74, unserer Zeitschrift Auszüge aus einem Verifikationsbericht gebracht, der die Ergebnisse der Nachmessungen aus einer durch Herrn P. Müller, Grundbuchgeometer in Amriswil, ausgeführten, in Zone II liegenden Vermessung der Gemeinden Oberaach und Biessenhofen würdigte. Durch die Freundlichkeit von Herrn Kantonsgeometer W. Leemann, der uns den ausführlichen Bericht über die Verifikation der Gemeinde *Riesbach-Zürich* zur Verfügung stellte, sind wir nun im Falle, auch Resultate aus Zone I mitzuteilen. Wir folgen dabei dem Verifikationsberichte, dem wir indessen nur das Wesentliche entnehmen.

Allgemeines. Durch Beschluss der Grundeigentümerver-

sammlung vom 2. April 1905 wurde die Vermarkung und Vermessung des Quartiers Riesbach dem *Vermessungsamt der Stadt Zürich* übertragen. Unter der Leitung von Stadtgeometer *D. Fehr* wurde die Vermessung durchgeführt durch die patentierten Geometer: *H. Etter*, Adjunkt, *R. Fæs*, *J. J. Binder*, *J. E. Lattmann*, *E. Fischli*, *W. Fisler*, *A. Fricker* und *A. W. Ullmann*, auf Grundlage der bei Beginn der Vermessung in Kraft stehenden kantonalen und städtischen Verordnungen und Reglemente und der später hinzugekommenen eidgenössischen Vorschriften.

Vermarkung. Die Feststellung der Grenzen hat unter *Beizug der Grundeigentümer* und mit Benutzung des bestehenden alten Vermessungswerkes stattgefunden. *Unmittelbar nach* der provisorischen Grenzbezeichnung wurde die definitive Vermarkung, und zwar wieder unter Beizug der Grundeigentümer, vorgenommen. Es wurde natürlich nur erstklassiges Material verwendet; Granitsteine von 70/15/15 cm; an Mauern, Haus- und Gartensockeln eingemeisselte, rot bemalte Kreuze oder Metallbolzen angebracht.

Die Vermarkung wird von der Verifikation als nach jeder Beziehung *sehr gut* bezeichnet.

Triangulation. Die Triangulation bildet einen *Bestandteil* der in den Jahren 1887 und 1888 durch das städtische Vermessungsamt an die eidgenössischen Grundlagen angeschlossenen Triangulation I. bis III. Ordnung der Stadt Zürich, über welche Professor Rebstein in seinen *Mitteilungen über die Neuvermessung der Stadt Zürich im Jahre 1890* einlässlich berichtet hat. Das Netz IV. Ordnung wurde für die Altstadt schon mit der Haupttriangulation erledigt, für die übrigen Stadtteile zusammenhängend in den Jahren 1893 bis 1896 eingefügt.

Die *Versicherung der trigonometrischen Punkte* wurde mit grösster Sorgfalt durchgeführt, die in Strassengebiet fallenden Versicherungen durch Rückversicherungen an geschützten Stellen durch Winkel- und Seitenmessungen festgelegt. Durch das städtische Vermessungsamt wurden ausserdem die nötigen Schritte bei den Tiefbauorganen unternommen, um den im Strassengebiet liegenden Punkten bei Umbauten hinreichenden Schutz zu gewähren. Die Versicherung im Strassengebiet besteht aus gusseisernen Röhren, welche in Zementblöcke eingekittet in ent-

sprechender Tiefe unter dem Strassenniveau angebracht und durch gusseiserne Schächte geschützt und kenntlich gemacht sind. Die Versicherung von auf Gebäuden liegenden Punkten wurde den jeweiligen Verhältnissen angepasst und meistens durch eingelassene Gasröhren, die auch zur Aufnahme der Signalisierung dienten, ausgeführt.

Die *Messung der Dreieckswinkel* erfolgte mit einem Repetitionstheodoliten von Kern & Cie. in Aarau, Durchmesser des Teilkreises 21 cm, Angabe der Nonien $20''$ (n. Tlg.), durch fünfmaliges Repetieren in jeder Fernrohrlage. Die Resultate der Winkelmessung ergaben als Mittel des Widerspruches der Dreiecksschlüsse $\pm 10,54''$, entsprechend einem mittleren Winkelfehler von $\pm 6,08''$ n. Tlg. und im Maximum $20''$.

Die Toleranz des städtischen Reglements, sowie der eidgenössischen Instruktion würde das Doppelte gestatten. Da über das ganze Vermessungsgebiet ein Präzisionshöhennetz gelegt wurde, konnte die Messung der Höhenwinkel unterbleiben.

Berechnung. Um von allen Verzerrungen unabhängig sein zu können, wurde für die Zürcher Stadtvermessung ein eigener Koordinatennullpunkt angenommen, nämlich das Zentrum des Meridianinstrumentes der Zürcher Sternwarte; als Abszissenaxe der durch diesen Punkt gehende Meridian. Dadurch ergibt sich allerdings der empfindliche Uebelstand, dass das Messgebiet in allen vier Quadranten liegt.

Die Berechnung der Koordinaten der Netzpunkte geschah nach der Methode der kleinsten Quadrate. Sie ergab als mittleren Winkelfehler im Durchschnitt $\pm 12,5''$. Der mittlere Punktfehler beträgt im Durchschnitt:

in den Ordinaten $\pm 4,57$ mm; Maximum ± 18 mm;
in den Abszissen $\pm 4,41$ mm; Maximum ± 20 mm.

Diese Resultate genügen den strengsten Anforderungen der heutigen Vermessungstechnik.

Polygonierung. Der Polygonierung gingen voraus Erhebungen über die im öffentlichen Grund liegenden Leitungen, um dieselbe und die Versicherungen von letzteren möglichst unabhängig zu machen. Der Absteckung der *Polygonzüge* folgte unmittelbar deren Versicherung in ähnlicher Weise wie für die trigonometrischen Punkte. Im freien Felde wurden Granitsteine von 1 m Länge mit behauenem Kopfe von 20/20 cm verwendet.

Ein eingelassenes Rohr zum Aufstecken der Jalons bezeichnet das Zentrum. Die Gesamtzahl der Polygon- und Schnittpunkte beträgt 2032 auf 251 Hektaren, per Hektar also 8,1 Punkte. Die eidgenössische Instruktion verlangt je nach der Dichte der Ueberbauung 4 bis 8 Punkte pro ha.

Die *Seitenmessung* wurde von *zwei* Gehilfengruppen und von jeder doppelt, also viermal ausgeführt mit auf einem Komparator Kern von Zeit zu Zeit abgeglichenen, nach der Mitte verstärkten, durch Setzlibellen horizontierten Stangen von ovalem Querschnitt.

Die Differenzen zwischen den Mittelwerten der von beiden Gruppen erhaltenen, auf die Solllängen der Latten reduzierten Resultate ergaben sich auf festen, wenig ansteigenden Strassen im Durchschnitt zu nur 26,6 % des eidgenössischen Toleranzwertes von

$$0,001 \sqrt{D} + \frac{1}{10000} D;$$

(Maximum 90 %) in stark ansteigendem Terrain des Aussen- geländes sogar nur zu 15 % des entsprechenden Toleranzwertes von

$$0,003 \sqrt{D} + \frac{1}{10000} D$$

(Maximum 45 %). Diese Resultate entsprechen einem mittleren Fehler des Mittels aus den vier Messungen für eine Seitenlänge von 50 m von $\pm 2,0$ mm im günstigen und von $\pm 2,5$ mm im ungünstigen Terrain. Letztere Zahlen deuten darauf hin, dass die Abhängigkeit der Genauigkeit der Längenmessung vom Terrain leicht überschätzt werden kann.

Betrachtet man die Differenzen der Doppelmessungen je einer Gruppe für sich allein, so ergeben sich (wie es zu erwarten steht) noch kleinere Zahlen.

Eine Zusammenstellung von 604 Beobachtungsdifferenzen ergab für den mittleren Fehler einer Messung pro *Längeneinheit* $m = \pm 0,164$ mm.

Daraus ergibt sich der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels zweier Messungen pro *Längeneinheit* zu

$$M = \pm \frac{0,164}{\sqrt{2}} = \pm 0,116 \text{ mm.}$$

Bei der Stadtvermessung von Strassburg (S. Z. f. V. W.,

Jahrgang 1912) ergaben sich die respektiven Werte für das Stadtinnere

$$m = \pm 0,22 \text{ mm}$$

$$M = \pm 0,16 \text{ mm}$$

und in den Vororten

$$m = \pm 1,00 \text{ mm}$$

$$M = \pm 0,7 \text{ mm}.$$

Die Genauigkeit der Seitenmessung in Riesbach übertrifft demnach noch die in Strassburg erreichte, welche als eine *sehr grosse* bezeichnet werden muss. Die Mittel der Seitenlängen wurden vor der Einführung in die Zugsberechnungen noch einer Korrektion unterzogen, welche sich aus der Reduktion auf den Meereshorizont, zum andern Teile aus einem konstanten Messungsfehler zusammensetzt, die schon bei den früheren Zugsberechnungen zu $-10 \text{ mm pro } 100 \text{ m}$ bestimmt worden waren*.

Winkelmessung. Bei der Winkelmessung der Polygone wurde derselbe Theodolit verwendet, wie für die Triangulation (15 cm Teilkreisdurchmesser von Kern); die genaue Zentrierung des Instrumentes geschah mit einem Zentrierapparat von Nagel. Die Winkel wurden viermal, zweimal in jeder Lage, repetiert. Der mittlere Fehler eines viermal repetierten Winkels, aus Horizontabschlüssen abgeleitet, ergab sich zu $\pm 19''$, auf einer Station ein Maximum von $56,5''$.

Die Nachmessungen der Verifikation ergaben Abweichungen von den Ergebnissen des städtischen Vermessungsamtes von *durchschnittlich* $25'' = 12\%$ der Toleranz von $2'$, die grösste Abweichung ergab nur 59% des erlaubten Betrages. Es hat sich indessen gezeigt, dass in dem zum Teil aufgefüllten Boden in der Gegend längs des Sees durch Schiebungen und Senkungen Veränderungen der Erdkruste eingetreten sind, so dass in dieser Gegend eine *Beurteilung* der Winkelgenauigkeit durch Nachmessen der Winkel unterbleiben musste.

Die Azimutabschlüsse aus 156 Hauptzügen ergaben den *mittleren* Winkelfehler zu $\pm 21'' = 21\%$ der Toleranz. (In Strassburg für die innere Stadt $20,9''$, für die Vororte $46,3''$.)

Berechnungen. Die Berechnung der Polygonzüge geschah mit der Rechenmaschine und den sechsstelligen natürlichen

* Man vergleiche Präzisionspolygonzüge; Jahrgang 1914, S. 278.

Werten der Sinus- und Cosinusfunktion mit einer Abrundung der Koordinatendifferenzen auf Millimeter; Verteilung des Azimutwiderspruches gleichmässig auf die Polygonwinkel, der Koordinatenwidersprüche proportional den Seitenlängen.

Bei der Berechnung der längs des Sees verlaufenden und an die dort liegenden trigonometrischen Punkte anzuschliessenden Züge ergab sich die Tatsache, dass sich die in aufgefülltem Terrain nahe des Sees liegenden Dreieckspunkte *wesentlich verändert* haben mussten. Sie wurden deshalb als *Knotenpunkte* neu berechnet.

Der *lineare Abschlussfehler* $V f_y^2 + f_x^2$ der Polygone beträgt nach den Zusammenstellungen des städtischen Vermessungsamtes für die Hauptzüge im Durchschnitt nur ± 9 mm pro 100 m Zugslänge = 18 % des zu $0,005 \sqrt{S}$ festgestellten eidgenössischen Toleranzwertes, Maximalabweichung 22 mm pro 100 m Zugslänge = 44 % der Toleranz. Der gestattete Toleranzzuschlag von 50 mm für die Unsicherheit der Anschlusspunkte fällt dabei ausser Betracht.

Die Verifikation führt zum Schlusse, dass die Polygonierung einen *sehr hohen Genauigkeitsgrad* besitzt und eine *tadellose Grundlage für die Detailaufnahme* bildet.

Detailaufnahme. Die Detailaufnahmen wurden mit Winkelspiegel und Fünfmeterlatten durchgeführt, welche zur Ausgleichung einseitiger Einflüsse auf 5001 mm abgestimmt waren. Sämtliche Marchzeichen und wichtigen Gebäudeecken wurden mindestens *zweimal unabhängig* von einander eingemessen. Ausserdem wurde eine grosse Anzahl von Kontrollmassen aufgenommen. Die Nachmessung der Ordinaten und Abszissen von 506 Punkten ergab im *Durchschnitt* nur eine Abweichung vom Toleranzwerte: $0,007 \sqrt{S} + 0,040$ m von 12 %, die Maximalabweichung wurde für eine Ordinate von 11,27 mit 4 cm = 65 % der Toleranz erhalten.

Wie bekannt, werden auf dem Vermessungsamt Zürich die Koordinaten sämtlicher Grenzpunkte berechnet. Es lag deshalb nahe, die in den Handrissen eingeschriebenen Kontrollmasse mit den aus Koordinatendifferenzen erhaltenen zu vergleichen. Es geschah dies für rund 4000 Fälle: das Resultat ist sehr günstig, es ergab sich eine Differenz im Mittel von $\pm 1,5$ cm, bei einem

Maximum von 6 cm. Es wurden ferner vom Verifikator 100 Kontrollmasse mit den entsprechenden Handrisszahlen verglichen. Die hier erhaltenen Abweichungen der beiden Ergebnisse betragen im Durchschnitt *nur 13,6 % des zu $0,007 VS + 0,02$ angesetzten eidgenössischen Toleranzwertes.* Es ist noch in Betracht zu ziehen, dass zwischen Aufnahme und Verifikation ein Zeitraum von fünf Jahren liegt und somit ein Teil der Abweichungen kleinen Veränderungen der Marchzeichen während dieses Zeitraumes zugeschrieben werden darf. Schluss der Verifikation: *Die bei der Detailaufnahme erreichte Genauigkeit ist ausserordentlich gross zu nennen.*

Die Verifikation erwähnt noch die Riesenarbeit, welche in der Berechnung der Koordinaten der etwa 12,000 Grenz- und Hilfspunkte liegt; dieselbe füllt 8 Bände mit 1600 Seiten.

Planzeichnung. Zur Erstellung der *Originalpläne* wurden auf Aluminiumplatten aufgezogene Planbogen verwendet. *Dieselben haben sich vorzüglich bewährt.* Das Auftragen geschah der Hauptsache nach mit einem Koordinatographen von Coradi, das übrige Detail mit Handzirkel und Transversalmassstab. Die Kontrolle der Planzeichnung geschieht auf dem Vermessungsamt Zürich selbst in doppelter Weise, Vergleichen der Kontrollmasse vermittelst Anlegemassstab und der Grenzpunkt-Koordinaten mit Müller'schen Dreiecken.

Eine ausserordentliche Präzision ergab die Prüfung der Quadratnetze in 38 geprüften Blättern, indem die Differenz in den Diagonalen der Netzquadrate von 10 cm Seite durchschnittlich *nicht ganz $\frac{1}{50}$ mm* beträgt. Ein linearer Blattverzug war nicht nachweisbar. Die Prüfung der Detailzeichnung vermittelst des Detailkoordinatographen und Vergleichung der erhaltenen Längen mit den Handrisszahlen in über 1000 Fällen zeigte Abweichungen von der zu

$$\frac{0,020 + 0,007 VS}{V^2} + 0,1 \text{ m}$$

angenommenen Toleranz von im Durchschnitt nur 13,4, im Maximum 66 Prozent. Bei der Abmessung von 23 Häuserfronten, wo die Eckpunkte naturgemäss nicht die Schärfe der Markzeichen aufweisen, ergab sich die Abweichung zu 22,4 % des Toleranzwertes.

Die Ausführung des *Präzisionsnivelllements* der Stadt Zürich entspricht im wesentlichen der bei der schweizerischen Landestopographie üblichen, die wir als bekannt voraussetzen können. Es sei hier nur erwähnt, dass die drei Meter lange Nivellierlatte zwei um den Betrag von 236,6 cm gegen einander verschobene Teilungen trug, zum Zwecke sowohl, groben Ablesungsfehlern zu begegnen, als auch die Schätzung der Millimeter zu verschärfen.

Das erste Nivellement wurde im Jahre 1894 begonnen und im Laufe der Jahre und der Vergrösserung des Baurayons entsprechend erweitert. Der Genauigkeitsgrad ist für die älteren Arbeiten in der mehr ebenen Geländepartie zu $\pm 2,30$ mm, im gebirgigen Teil zu 3,64 mm mittlerem Fehler pro Kilometer angegeben. In den neueren Partien des Höhennetzes berechnet sich der mittlere Kilometerfehler zu $\pm 1,63$ mm. Wir dürfen annehmen, dass die Steigerung der Genauigkeit mit den Erfahrungen im Zusammenhang steht, die am eidgenössischen Präzisionsnivelllement gemacht wurden und zu einem Genauigkeitsgrade geführt haben, der bei Beginn derselben als unerreichbar gegolten hätte. „Das ganze städtische Nivellement ist in sachgemässer, zweckentsprechender Weise und mit schätzenswerter Genauigkeit ausgeführt worden,“ äussert sich der Verifikationsbericht.

Die *Höhenkurven* wurden nach dem in Jahrgang 1914 u. Z. von Kollege Fischli erläuterten Verfahren aufgenommen. Die Verifikation geschah durch Profile, welche tunlich senkrecht zum Verlaufe der Kurven gelegt, durch direktes Nivellement aufgenommen wurden. Die beobachteten Abweichungen betragen im Durchschnitt 27 % der Toleranz, das Maximum derselben 91 %. Dabei ist noch zu bemerken, dass zwischen Kurvenaufnahme und Verifikation ein Zeitraum von 10 Jahren liegt und es daher nicht ausgeschlossen ist, dass durch inzwischen eingetretene Terrainverschiebungen die Verifikationsergebnisse ungünstig beeinflusst worden sind. „Die konstatierte Genauigkeit der Kurven verdient daher um so mehr als eine gute bezeichnet zu werden.“ Die Darstellung der Terraingestaltung ist tadellos.

Flächenrechnung. Die Berechnung der Flächen geschah der Hauptsache nach aus den Grenzpunktkoordinaten mittelst der Rechenmaschine „Millionär“; zur Kontrolle wurden noch alle

Grundstücke im Anfang vermittelst des gewöhnlichen Polarplanimeters, später mit dem *Scheibenplanimeter Coradi* bestimmt.

Die Prüfung durch den Verifikator geschah durch direkte Aufnahme von 45 Grundstücken. Die zwischen den Verifikationsergebnissen und denjenigen des Vermessungsamtes festgestellten Abweichungen betragen im Durchschnitt nur 9 %, im Maximum 25 % des eidgenössischen Toleranzwertes von 0,14 V F. *Es ist das ein vorzügliches Ergebnis, das namentlich der sehr genauen Detailaufnahme zu verdanken ist.*

Durch die Angaben dieses Verifikationsberichtes werden wohl die Bedenken der zahlreichen Fachgenossen beseitigt, welche die Toleranzen der Vermessungsinstruktion für das Instruktionsgebiet I als zu strenge, ja als unmöglich betrachtet haben. Das Einhalten derselben ist indessen von einer Reihe von Bedingungen abhängig, welche alle in gleichem Masse zu einem befriedigenden, im vorliegenden Falle sogar glänzend zu nennenden Ergebnisse beitragen: Eine das Ganze beherrschende, das Einzelne durchdringende, von Sachkenntnis getragene *Organisation*, das Vertrauen der Behörden zu dem verantwortlichen Leiter, der über die nötigen Kompetenzen und Mittel verfügt; der organische Aufbau und das sachgemäße, lückenlose Fortschreiten der Arbeit, die Hingebung, Pflichttreue und das Verantwortlichkeitsgefühl eines tüchtig geschulten Personals, das von der Höhe und Bedeutung seiner Aufgabe durchdrungen ist, und endlich von der hohen Präzision und Qualität der Apparate und Zutaten, welche zu den Messungen und zur Auswertung und Darstellung derselben zur Verwendung kommen. St.

Der Koordinatenermittler.

(Ein neues Instrument zum genauen Abgreifen der Koordinaten der Detailpunkte.)

Von Rud. Säuberli, Grundbuchgeometer in Reinach.

Der Verfasser dieser Zeilen möchte hiermit seinen Fachkollegen ein Instrument vorführen, das ihnen ohne Zweifel zum unentbehrlichen Hilfsmittel beim Flächenrechnen werden wird.

Die neue eidgenössische Vermessungsinstruktion stellt gegenüber den früher gültigen Vorschriften des Geometerkonkordats erheblich höhere Anforderungen an die Flächenberechnungen.