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

Band: 42 (1944)

Heft: 3

Artikel: Die Abweichungen zwischen den gemessenen und aus Koordinaten berechneten Kontrolldistanzen der Instruktionsgebiete I

Autor: Bachmann, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-201820

Die Abweichungen zwischen den gemessenen und aus Koordinaten berechneten Kontrolldistanzen der Instruktionsgebiete I

E. Bachmann, dipl. ing.

Der Geometer kann sich über mangelnde Vorsicht der kantonalen und eidgenössischen Behörden sicherlich nicht beklagen. Sein ganzes Handeln und Tun wird durch Instruktionen und Fehlervorschriften geregelt. Die Tabellen der Fehlergrenzen begleiten ihn von der Triangulation 4. Ordnung via Polygonzug zur Kartierung und Flächenberechnung mit angemessenen Zwischenhalten bei den Höhen- und Detailaufnahmen. Eine neue Aufnahmemethode ist kaum fertig ersonnen, so gibt man ihr schon, gleich dem Baumpfahl bei jungen Pflanzen, den hiefür notwendig erscheinenden eidgenössischen Rückhalt in Form einer Fehlervorschrift. Diese Vorschriften sehen alle sehr wissenschaftlich aus, ohne Wurzeln geht es selten ab, und machen erfahrungsgemäß wenn nicht dem Geometer, so doch allen Laien einen nachhaltigen Eindruck.

Ich weiß, daß es an Verwegenheit grenzt, wenn heute einer behauptet, es sei bei der Aufstellung der Fehlervorschriften eine Arbeitskategorie übergangen worden. Es ist aber doch so; es gibt nämlich, nicht zu aller Leute Freude, auch in unserem Lande Stadtvermessungen. Die Stadtvermessungen, welche mindestens nach den Bestimmungen der Fehlerinstruktion I ausgeführt werden, oder jedenfalls werden sollten, ziehen aus vielen, hier nicht näher auszuführenden Gründen, die analytischen Meßmethoden den graphischen vor. Die Zeichnung wird durch die Zahl ergänzt, das Grenzzeichen mit Koordinaten festgehalten.

Aus den Koordinatendifferenzen läßt sich die kürzeste Entfernung zweier Punkte mit Hilfe des pythagoräischen Lehrsatzes, oder zweckmäßiger mit der bekannten Näherungsformel berechnen und direkt mit der Kontrollmessung vergleichen. Die zulässigen maximalen Abweichungen zwischen Rechnung und Messung sind heute noch in keiner Fehlervorschrift enthalten. Wenn es sich nur darum handeln würde, eine neue Fehlervorschrift aufzustellen, so wäre dies einer Veröffentlichung nicht wert. Allein die Untersuchung der Fehlerdifferenzen zwischen Rechnung und Messung ermöglicht einen interessanten Einblick in die eigentliche Genauigkeit eines Vermessungswerkes, sie ist das Kriterium der Detailaufnahme.

Die nachfolgende Ableitung soll hierüber näheren Aufschluß erteilen. Zur Untersuchung der Detailaufnahme konnte das in langjähriger Verifikationsarbeit zusammengetragene Zahlenmaterial des kürzlich zurückgetretenen Adjunkten des Vermessungsamtes der Stadt Basel, Herr E. Reich, benützt werden. Aus verschiedenen Neuvermessungsgebieten standen insgesamt 15 350 Kontrollmessungen zur Verfügung. Die Längen der Kontrollmaße variieren zwischen 0–30 Meter. In diesem Längenbereich wurden 28 verschiedene Längengruppen gebildet.

Die Mittelwerte zwischen Rechnung und Messung für die verschiedenen Längenkategorien sind aus der Tabelle 1 ersichtlich. Neben den

Tabelle 1

Kontroll-Distanzen	Anzahl der Vergleichs-distanzen	Abweichungen	Quadrate der Abweichungen	Durchschnittliche Abweichung	Mittlere Abweichung	Verhältnis zwischen mittlerer und durchschnittl. Abweichung
Meter		$\Sigma\Delta$	$\Sigma\Delta^2$	$\frac{\Sigma\Delta}{\text{Anzahl}}$	$\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{\text{Anzahl}}}$	
0– 0,25	100	212	1 137	2,1	3,4	1,59
0,25– 0,50	100	298	1 795	3,0	4,2	1,40
0,50– 0,75	100	279	1 790	2,8	4,2	1,49
0,75– 1,00	100	332	1 906	3,3	4,4	1,31
1,00– 1,50	500	1768	10 937	3,5	4,7	1,31
1,50– 2,00	500	1812	10 381	3,6	4,6	1,26
2,00– 3,00	1000	3794	24 359	3,8	4,9	1,30
3,00– 4,00	1000	3706	24 837	3,7	5,0	1,34
4,00– 5,00	1000	3967	26 966	4,0	5,2	1,31
5,00– 6,00	1000	4408	30 825	4,4	5,6	1,26
6,00– 7,00	1000	4236	30 265	4,2	5,5	1,30
7,00– 8,00	1000	4240	27 567	4,2	5,3	1,24
8,00– 9,00	1000	4127	30 952	4,1	5,6	1,34
9,00–10,00	1000	4582	35 382	4,6	5,9	1,29
10,00–11,00	1000	4363	33 201	4,4	5,8	1,32
11,00–12,00	1000	4525	35 421	4,5	6,0	1,31
12,00–13,00	600	2935	24 211	5,0	6,4	1,27
13,00–14,00	600	2810	22 071	4,7	6,1	1,29
14,00–15,00	600	3017	24 161	5,0	6,3	1,27
15,00–16,00	600	3167	28 237	5,3	6,9	1,29
16,00–17,00	400	2158	19 701	5,4	7,0	1,30
17,00–18,00	200	1010	8 266	5,1	6,4	1,27
18,00–19,00	200	1088	9 600	5,6	6,9	1,27
19,00–20,00	100	537	4 844	5,4	7,0	1,29
20,00–21,00	100	569	5 218	5,7	7,2	1,27
21,00–23,00	200	1030	8 854	5,2	6,7	1,29
23,00–25,00	150	827	7 992	5,5	7,3	1,32
25,00–30,00	200	1083	10 439	5,4	7,2	1,33

mittleren Abweichungen sind auch die durchschnittlichen Abweichungen aufgeführt und schließlich das Verhältnis zwischen den mittleren und den durchschnittlichen Abweichungen berechnet. Die Verhältniszahlen zwischen den mittleren und den durchschnittlichen Abweichungen sollten rein theoretisch 1,25 betragen. Mit Ausnahme der drei ersten Zahlenwerte stimmen alle Verhältniszahlen ausgezeichnet mit der Theorie überein. Die festgestellte Übereinstimmung besagt, daß sich die Fehlerverteilung sehr gut an das Gaußsche Fehlerverteilungsgesetz anlehnt. Bei den drei ersten Verhältniszahlen kann ohne weiteres auf einen abnormal großen Einfluß der systematischen Fehler geschlossen werden. Es ist dies für diese kurzen Distanzen auch weiter nicht verwunderlich. Die Feststellung der Verhältniszahlen zwischen mittleren und durchschnittlichen Fehlern ist ein bekannter Kunstkniff gewiegter Verifikatoren. Resultatverschönerungen oder stark einseitig wirkende Fehler drücken sich unmittelbar in den Verhältniszahlen aus. Die Zahlen weisen dem geschickten Verifikator den kürzesten Weg zur Fehlerquelle. Auch das Verifizieren muß gelernt sein!

Die graphische Darstellung 2 zeigt die mittleren Abweichungen der einzelnen Kontrolldistanzenlängen und enthält die nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelte Ausgleichsgerade. Die Ausgleichsgerade entspricht also der mittleren Abweichung zwischen der Distanzberechnung aus Koordinaten und der direkten Messung auf dem Felde. Das

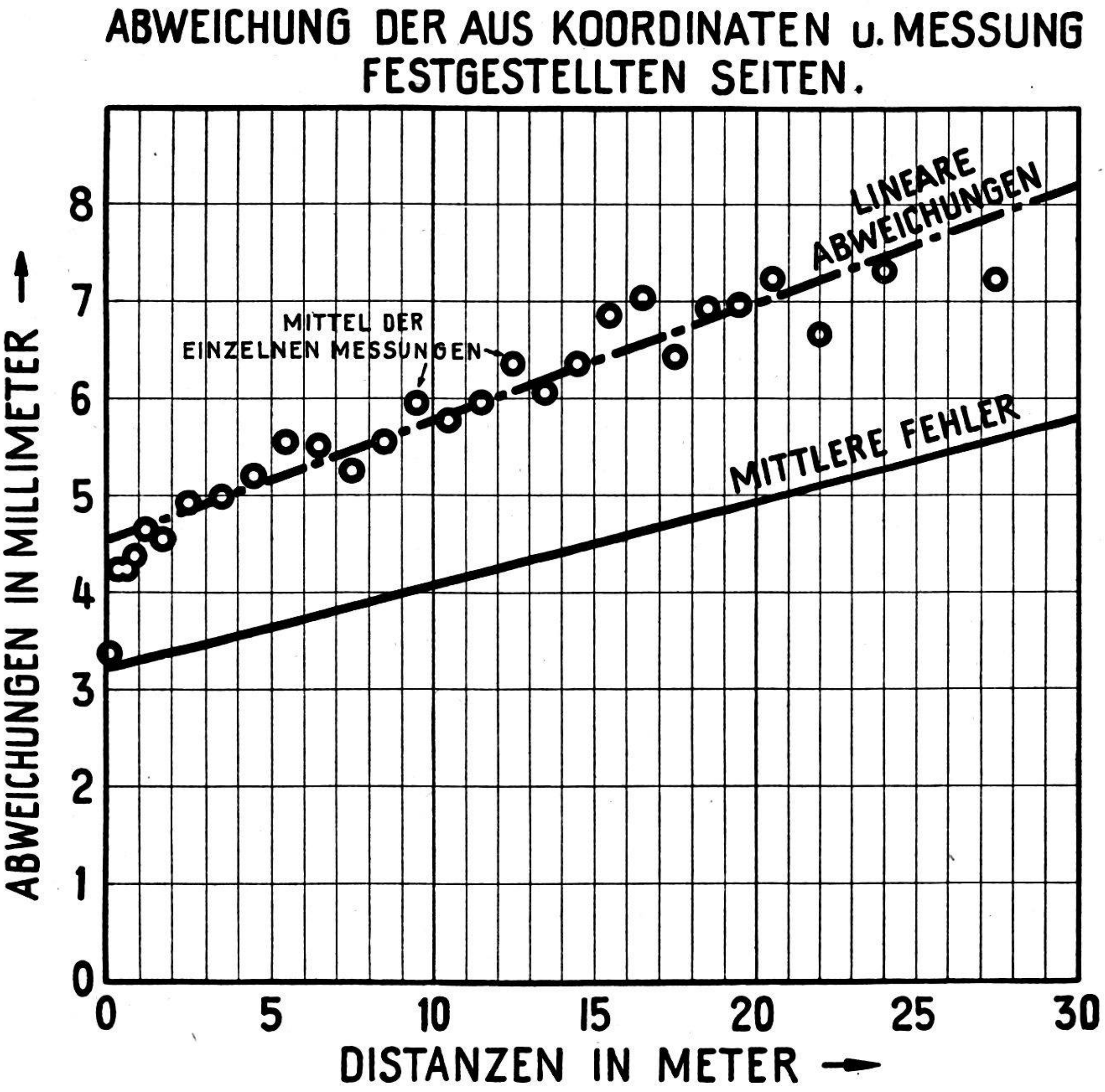

Fig. 2

Genauigkeitsmaß, der mittlere Fehler, ist um $\sqrt{2}$ kleiner als die mittlere Abweichung und ist ebenfalls in der Figur eingetragen.

Die Fehlergrenze selbst, das heißt die maximal noch zulässige Abweichung zwischen Rechnung und Messung, wird durch den dreifachen mittleren Fehler oder die dreifache mittlere Abweichung, je nach dem das eine oder andere gesucht ist, bestimmt. Figur 3 enthält die Kurve der mittleren Abweichungen und diejenige der maximal zulässigen Abweichungen. Die Fehlergrenze bewegt sich bei der Detailaufnahme zwischen 11 und 21 Millimeter für Kontrolldistanzen von 0–30 Meter Länge.

Zum richtigen Einschätzen der erhaltenen Resultate ist in Erwägung zu ziehen, daß die Koordinaten der Grenzpunkte oft von verschiedenen Polygonlinien aus gerechnet wurden, z. B. bei Baublöcken von zwei verschiedenen Straßen, und dadurch die mittleren Fehler aus Rechnung und Messung nicht nur Aufschluß geben über die Genauigkeit der jeweils kontrollierten Distanzen, sondern ganz allgemein den Genauigkeitsgrad der Detailvermessung erkennen lassen. Beim Vergleich ist immer zu berücksichtigen, daß der mittlere Fehler der Kontrolldistanzen um $\sqrt{2}$ unter der zulässigen Kurve der Abweichungen liegt.

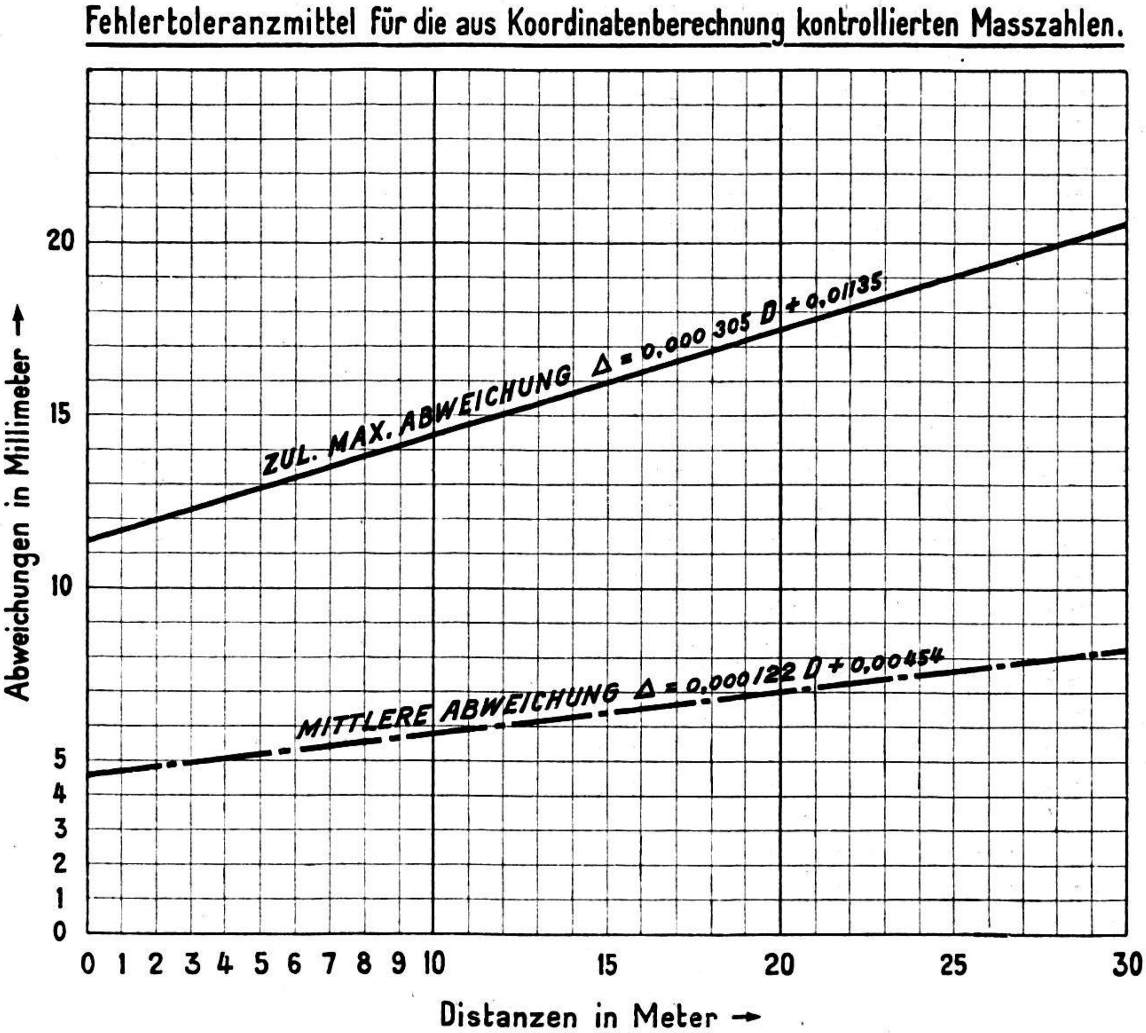

Fig. 3

Die abgeleitete Fehlertoleranzformel genügt allen Bedürfnissen der Stadtvermessung. Solange innerhalb der abgeleiteten Fehlergrenze gearbeitet wird, darf ein Vermessungswerk in Städten das Prädikat „sehr gut" mit Recht tragen. Die Ableitung von Fehlergrenzen mit Hilfe einer großen Zahl wirklicher Meßwerte zeigt immer die Tatsache, daß die Fehlergrenze größer wird, also die Genauigkeit kleiner, als dies der Praktiker gerne annimmt. Die Praxis erreicht eben nur ganz selten die von der Fehlervorschrift geforderte Genauigkeit, trotz selbstverständlicher Innehaltung der Toleranzen. Ich werde in einem späteren Aufsatz einmal auf diese Feststellungen näher eintreten.

Die Durchlässigkeit des Bodens in seiner natürlichen Lagerung

Von Dr. sc. techn. *A. Khafagi.*

(Fortsetzung)

Berechnungsvorgang:

Gleichung (14) entspricht einem Rohr, das unten offen ist, ohne Keilvorrichtung und Glasrohr. Diese Gleichung können wir für das Rohr mit Keilvorrichtung und verändertem ø des Glasrohres nicht ohne weiteres anwenden. Die Ableitung einer entsprechenden Gleichung ist deshalb notwendig. Wir müssen berücksichtigen, daß die Ausflußfläche des Rohres mit Keilvorrichtung keine Kugel, sondern eine Zylinderfläche ist. Bezeichnen wir nun mit r_k den Radius, einer der Zylinderfläche äquivalenten, kugelförmigen Ausflußfläche, so lautet Gleichung (13)

$$h = \frac{Q}{4\pi \cdot k} \times \frac{1}{r_k}.$$

Die Ausflußfläche $= 2\pi \,.\, r_{Zyl.} \times l_{Zyl.} = 4\pi r^2_{Kugel}$

$$\text{oder: } r_k = \sqrt{\frac{rz \times lz}{2}} \qquad (15)$$

In unserem Falle ist $rz = 2$ cm $=$ Außenradius des Eisenrohres, $lz = 4$ cm, oder $r_k = 2$ cm.

In Gleichung (13) wird $$h = \frac{Q}{8\pi k} \qquad (16)$$

Wir haben: $$Q = r^2_{Glas} \cdot \pi \frac{dh}{dt}$$

oder $$h = \frac{r^2\, gl}{8 \times k} \times \frac{dh}{dt}$$