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

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 33 (1935)

Heft: 10

Artikel: Topographische Aufnahmen von Basel

Autor: Bachmann, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-195328

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: 17.07.2025

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

gefallen, was jedoch nicht von Belang ist bei dieser kleinen Abstützungshöhe.

Wenn die Prüfung des Betons PC 250 der Widerlager nach 28tägiger Erhärtungsdauer mittlere Druckfestigkeiten von 405 und 355 kg/cm² ergab, so ist es bestätigt, daß er den ihm gestellten Anforderungen trotz Zubereitung im Winter weitaus genügt, verlangt doch die „Verordnung über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der der Aufsicht des Bundes unterstellten Bauten aus Stahl, Beton und Eisenbeton" vom 14. Mai 1935 nur mittlere Würfeldruckfestigkeiten nach 28tägiger Erhärtung für normalen Beton PC 250 von 160 kg/cm², also nicht einmal die Hälfte der erreichten Werte; nach den alten Verordnungen vom 26. November 1915 für normalen Beton PC 250 200 kg/cm² und für solchen PC 300 220 kg/cm².

Von den Baukosten der Kanalbrücke ohne Widerlager von Franken 60,000.— entfallen nach grober Schätzung mehr wie die Hälfte auf die Stahlkonstruktion, deren Einheitspreis sich auf Fr. 510.— pro Tonne stellte. Bei Eisenbetonkonstruktion ohne Druckeisen wäre die gesamte Eiseneinlage wohl auf die Hälfte reduziert worden und zudem hätten sich die Kosten noch stark reduziert wegen des weit kleineren Einheitspreises des Rundeisens, so daß die Gesamtkosten ganz bedeutend herabgesetzt worden wären. — Gerade darum und weil keine Gründe überzeugend dagegen sprechen, scheint mir hier eine Eisenbetonkonstruktion, wo der Beton der ihm zukommenden Aufgabe der Druckaufnahme zu genügen hat und das Eisen nur in Zugzonen eingelegt wird, als die einzig richtige Lösung.

E. Schibli, Ing.

Topographische Aufnahmen von Basel.

Ableitung einer Höhentoleranzformel aus den Verifikationsmessungen für den Planmaßstab 1 : 1000.

E. Bachmann, dipl. ing.

Die Fehlertoleranzformel, die für die neue Kurvenaufnahme 1 : 1000 der Landgemeinden und Außenquartiere des Kantons Basel-Stadt festgelegt wurde, hat Herr Kantonsgeometer Keller auf theoretischem Wege hergeleitet; sie wurde etwas strenger gefaßt, als die eigentliche Ableitung ergeben hat, um die bei den praktischen Messungen häufig vorkommenden Grenzfehler zu reduzieren und so noch annehmbare mittlere Fehler zu erzielen.

Die Formel baut sich auf 2 Fehlerkomponenten auf, die die Unsicherheit der Anschluß- und Terrainpunkte und die Aufnahmegenauigkeit als Funktion der Geländeneigung enthalten.

Die Toleranzformel lautet:

$$\Delta h = (0{,}13 + 0{,}02)\ a + 0{,}35 \cdot a \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Hier bedeutet: Δh = max. zul. Abweichung,
a = Aequidistanz,
$\operatorname{tg} \alpha$ = Terrainneigung.

Da der Kurvenabstand überall 1.0 m beträgt und daher $a = 1$ wird, kann obige Formel noch vereinfacht werden.

Die endgültige Toleranzformel lautet:

$$\underline{\Delta h = 0{,}15 + 0{,}35 \operatorname{tg} \alpha}$$

Wie bereits erwähnt, wurde die Toleranzformel auf theoretischem Wege hergeleitet, da über diese Maßstabseinheit noch keine praktischen Erfahrungen und Untersuchungen vorlagen. Es lag somit nahe, die praktischen Aufnahmeergebnisse sorgfältig und vielseitig nachzuprüfen, um dann rückwärts aus den Meßergebnissen auf die vorhandene Fehlergrenze zu schließen und ganz allgemein eine Toleranzformel für diese Maßstabseinheit abzuleiten.

Diese Untersuchungen versprachen einen interessanten Einblick in die wirkliche Kurvengenauigkeit und liefern einen wertvollen Beitrag zur Fehlerbestimmung von topographischen Aufnahmen im Maßstab 1 : 1000.

Die Höhenaufnahme, die auf Aluminiumblätter 50 × 70 erfolgte, wurde mit äußerster Sorgfalt ausgeführt, es bedingte dies eine große Dichte der Aufnahmepunkte, die nivellistische Bestimmung mancher Höhenkurve und nicht zuletzt eine große Hingabe und Freude für solche Arbeiten. Für diese Untersuchungen habe ich ca. 12 Meßtischblätter herausgegriffen und von der normalen Verifikation getrennt. Diese Blätter, die den nachfolgenden Fehleruntersuchungen zugrunde gelegt wurden, kamen je zur Hälfte aus den Verifikationsgebieten I und III der Herren Grundbuchgeometer Naef und Brunner.

Bei der Anordnung der Kontrollaufnahmen und der entsprechenden Fehlerzusammenstellung wurde eine verhältnismäßig einfache Fehlerausgleichung angestrebt. Es wurden daher aus der Vielheit der Höhenpunkte ganz bestimmte Gruppen herausgegriffen. Jede Gruppe entsprach einer ganz bestimmten Geländeneigung. Für jede dieser Gruppen, die sich aus je 40—80 Einzelfehlern zusammensetzen, wurde der mittlere Fehler gebildet.

Die Zusammenstellung der Einzelfehler jeder Gruppe ist aus nebenstehender Tabelle ersichtlich.

Wir erhalten folgenden Fehleraufbau für die verschiedenen Neigungsverhältnisse:

Gruppe	Geländeneigung °	mittlerer Fehler
1	40	0,228
2	24	0,212
3	8,50	0,113
4	4,30	0,077
5	2,50	0,086
6	1,80	0,087
7	1,30	0,085

Die zu bestimmende Fehlerkurve lautet:

$$\Delta h = x + y \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Abweichungen der verschiedenen Beobachtungsreihen.

1				2				3				4				5				6				7			
△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²	△	△²
0,1	0,01	0,3	0,09	0,1	1	0,4	16	0,2	4	0,3	9	0,0	0	0,1	1	0,1	1	0,0	0	0,1	1	0,0	0	0,1	1		
2	4	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	4	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	4	4	16	1	1	3	9	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	0	0		
3	9	1	1	3	9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4		
1	1	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		
3	9	2	4	2	4	4	16	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4	1	1	0	0	0	0		
3	9	2	4	2	4	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2	4	1	1	0	0		
1	1	4	16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	4	0	0	2	4	1	1	0	0		
4	16	3	9	0	0	0	0	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		
0	0	3	9	5	25	2	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		
1	1	1	1	1	1	2	4	0	0	2	4	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	2	4	1	1		
4	16	1	1	0	0	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		
3	9	2	4	0	0	1	1	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4	1	1	1	1	1	1		
1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
1	1	2	4	2	4	1	1	0	0	1	1	3	9	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
0	0	3	9	1	1	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	16	1	1	1	1	4	16	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			0	0		
4	16	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	2	4	0	0	54	41	0	0		
1	1	1	1	2	4	3	9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1			0	0		
1	1	1	1	0	0	3	9	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1			1	1		
3	9	4	16	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1			1	1		
2	4	1	1	2	4	0	0	1	1	2	4	0	0	1	1	0	0	2	4	1	1			1	1		
2	4	2	4	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0		
2	4	2	4	5	25	4	16	4	16	1	1	2	4	2	4	0	0			1	1			1	1		
0	0			4	16	3	9	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	61	45	0	0			1	1		
2	4	64	333	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0			0	0			0	0		
4	16			2	4	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1			0	0			2	4		
3	9			1	1	3	9	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1			0	0			1	1		
1	1			4	16			1	1	1	1	0	0	0	0	0	0			0	0			1	1		
2	4			0	0	68	306	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1			0	0						
1	1			4	16			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1			30	22		
1	1			3	9			1	1	2	4	0	0	0	0	1	1			1	1						
4	16			0	0			0	0	0	0	1	1	0	0	0	0			0	0						
1	1			0	0			1	1	0	0	1	1	1	1	0	0			1	1						
3	9			2	4			0	0	1	1	1	1	0	0	0	0			0	0						
3	9			2	4			2	4			0	0			0	0			1	1						
1	1			2	4			1	1	75	97	0	0	75	44	0	0			1	1						
0	0			1	1			0	0			0	0			0	0			1	1						

Die Werte x und y seien die vorläufig noch unbekannten Koeffizienten der Fehlergleichung.

Für die Bestimmung der beiden Unbekannten brauchen wir zwei Gleichungen. Wir haben hierfür 7 Gleichungen. Das Problem muß daher (wegen der 5-fachen Ueberbestimmung) mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate gelöst werden.

Für die Lösung nach obgenannter Methode müssen wir zuerst Näherungswerte für x und y festlegen. Wir greifen aus den 7 Gleichungen 2 beliebige heraus, z. B. Gleichung 2 und 7, und lösen nach x und y auf.

Gleichung 2 lautet:	$0{,}212 = x + y \cdot 0{,}396$	2
» 7 »	$0{,}085 = x + y \cdot 0{,}020$	7
daraus	$y = 0{,}338$ und $x = 0{,}078$	

Das genäherte Fehlergesetz lautet:

$$\underline{M = 0{,}078 + 0{,}338 \text{ tg } \alpha}$$

Mit Hilfe dieser Näherungsgleichung sind wir jetzt in der Lage die Fehlergleichungen aufzustellen:

1. $V1 = \Delta x + 0{,}727\ \Delta y + 0{,}096$
2. $V2 = \Delta x + 0{,}396\ \Delta y + 0{,}0$
3. $V3 = \Delta x + 0{,}135\ \Delta y + 0{,}011$
4. $V4 = \Delta x + 0{,}068\ \Delta y + 0{,}025$
5. $V5 = \Delta x + 0{,}039\ \Delta y + 0{,}005$
6. $V6 = \Delta x + 0{,}028\ \Delta y + 0{,}0$
7. $V7 = \Delta x + 0{,}020\ \Delta y + 0{,}0$

Aus diesen Fehlergleichungen können die Normalgleichungen abgeleitet werden:

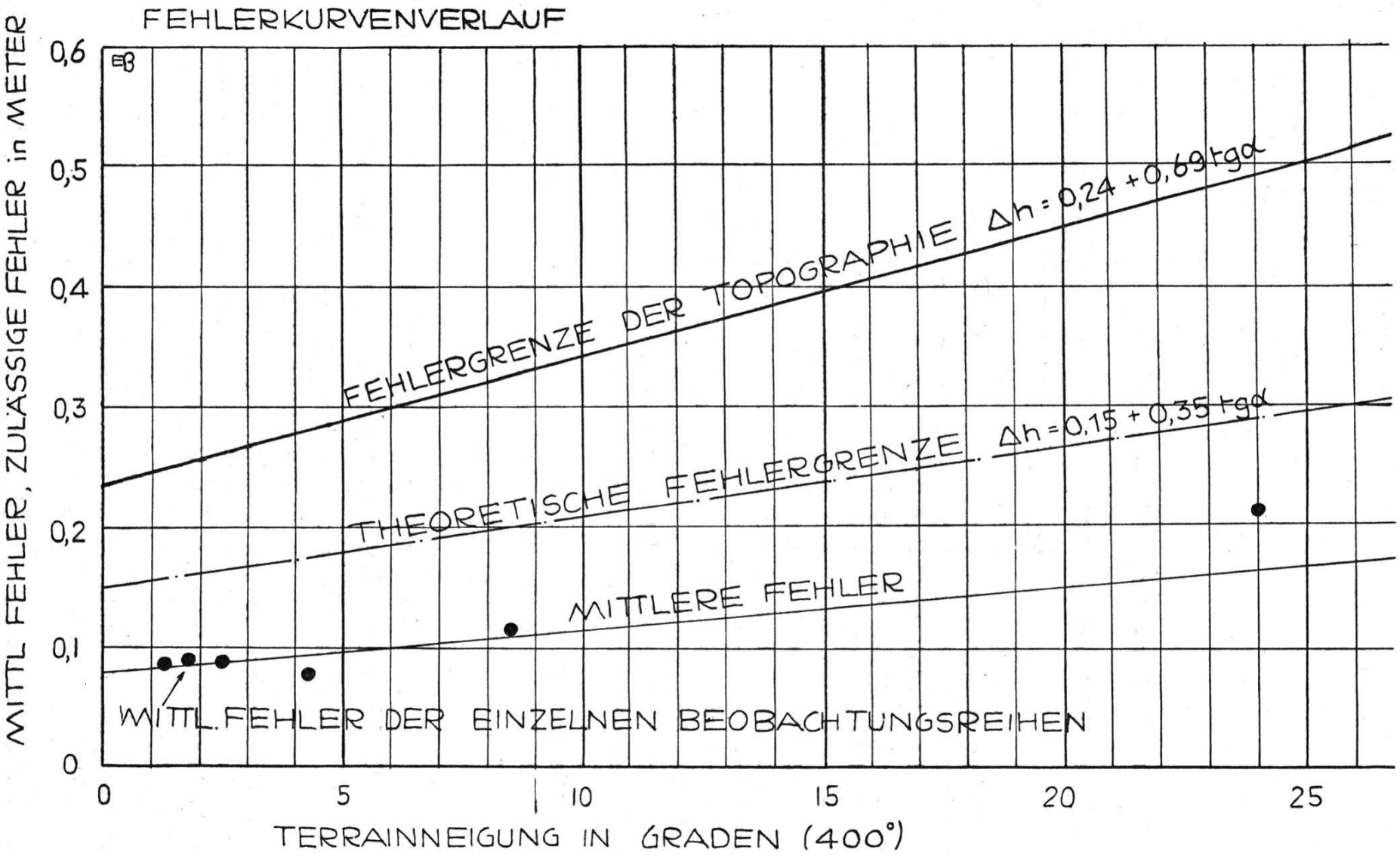
Gl.	aa	ab	al	as	bb	bl	bs	ll	ls
1	1	0,727	0,096	1,823	0,529	0,070	1,325	0,009	0,175
2	1	0,396	—	1,396	0,156	—	0,553	—	—
3	1	0,135	0,011	1,146	0,018	0,001	0,155	—	0,013
4	1	0,068	0,025	1,093	0,005	0,002	0,074	0,001	0,027
5	1	0,039	0,005	1,044	0,002	—	0,041	—	0,005
6	1	0,028	—	1,028	0,001	—	0,029	—	—
7	1	0,020	—	1,020	—	—	0,020	—	—
	7	1,413	0,137	8,550	0,711	0,073	2,197	0,010	0,220

Die Normalgleichungen lauten:

1. $7\ \Delta x + 1{,}413\ \Delta y + 0{,}137 = 0$
2. $1{,}413\ \Delta x + 0{,}711\ \Delta y + 0{,}073 = 0$

Die Auflösung erfolgt am zweckmäßigsten nach dem Gaußschen Reduktionsverfahren.

1		7	+	1,413	+	0,137	+	8,550
2		—1,00	—	0,202	—	0,020	—	1,222
8	$\underline{\Delta x =}$	$\underline{+0{,}001}$	+	0,021	—	0,020		


FEHLERKURVENVERLAUF
MITTL. FEHLER, ZULÄSSIGE FEHLER in METER
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
FEHLERGRENZE DER TOPOGRAPHIE Δh = 0,24 + 0,69 tgα
THEORETISCHE FEHLERGRENZE Δh = 0,15 + 0,35 tgα
MITTLERE FEHLER
MITTL. FEHLER DER EINZELNEN BEOBACHTUNGSREIHEN
0
5
10
15
20
25
TERRAINNEIGUNG IN GRADEN (400°)

3	+ 0,711	+ 0,073	+ 2,197
4	— 0,286	— 0,028	— 1,726
5	+ 0,425	+ 0,045	+ 0,471
6	— 1,000	— 0,106	— 1,106
7	$\Delta y = -0{,}106$		

$$x = 0{,}078 + 0{,}001 = 0{,}079$$
$$y = 0{,}328 - 106 = 0{,}232$$

Die Gleichung der mittleren Fehler lautet:

$$M = 0{,}079 + 0{,}232 \text{ tg } \alpha$$

und die Gleichung der Fehlergrenze oder Toleranzformel $\Delta h = 3\ M$

$$\underline{\Delta h = 0{,}24 + 0{,}69 \text{ tg } \alpha}$$

In vorstehender Figur ist der Verlauf der abgeleiteten Toleranzformel gegenüber dem theoretischen Formelwert dargestellt. Die schwarzen Punkte sind die mittleren Fehler der einzelnen Beobachtungsreihen. Man erkennt, daß der wahre Fehlerverlauf ca. ⅓ über dem theoretisch errechneten liegt und zwar trifft dies für beide Fehlerkomponenten der Toleranzformel zu. Die Genauigkeit der Anschluß- und Terrainpunkte wie auch die Aufnahmeungenauigkeit als Funktion der Terrainneigung überschreiten den theoretischen Formelwert.

Die neue Toleranzformel mag auf den ersten Blick zu wenig streng erscheinen, variiert doch die Fehlergrenze von der Ebene zum Steilhang von 0,2—0,9 Meter, doch darf eben nicht übersehen werden, daß die Toleranzformel den äußersten noch zulässigen Fehler umschreibt, während die mittleren Fehler sich im Drittel der Grenzwerte zu bewegen haben. Die mittleren Fehler bewegen sich nur noch zwischen 0,1—0,3 Meter.

Die Formel, die aus ca. 420—430 Einzelfehlern abgeleitet wurde, dürfte die Lücke, die für diese Maßstabseinheit bestanden hat, ausfüllen.

Basel, den 23. September 1935.

Comité permanent de la Fédération Internationale des Géomètres.

Compte rendu de la séance tenue à Bruxelles, le 1er septembre 1935.

A l'occasion de son assemblée générale annuelle, l'Association des Géomètres Experts de Belgique avait invité le Comité permanent de la Fédération Internationale des Géomètres à se réunir à Bruxelles du 31 août au 3 septembre.

Les Confrères belges s'étaient faits une joie d'organiser toute une série de réceptions et de banquets officiels, ainsi que des excursions jusqu'aux villes et aux curiosités naturelles les plus réputées de leur pays.

Malheureusement le tragique événement qui a ravi à la Belgique