

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 74 (1976)

Heft: 9

Artikel: Eine Hilfe für die Projektierung von Eichstrecken elektronischer Distanzmesser

Autor: Rüeger, J.M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-228359>

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: 19.01.2026

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

Eine Hilfe für die Projektierung von Eichstrecken elektronischer Distanzmesser

J. M. Rüeger

Résumé

Une formule est développée pour fixer les éléments géométriques d'une base d'étalonnage pour instruments de mesure de distances et la détermination de la constante d'addition. L'unité de la base (choisie selon l'unité de mesure de l'instrument), la distance la plus courte et aussi la plus longue sont prédéterminées. Toutes les distances de la mesure de distances dans toutes les combinaisons deviennent multiples de l'unité de la base. Les erreurs cycliques n'auront donc qu'un effet constant sur les mesures de distances de la base.

1. Einleitung

Mit dem vermehrten Einsatz von elektro-optischen Distanzmessern im Vermessungswesen ist manches Büro vor die Aufgabe gestellt, neben der früheren Eichstrecke für Reduktionstachymeter auch eine solche für elektronische Distanzmesser zu etablieren. Es soll im folgenden nicht auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Bestimmung von Instrumentenkonstanten solcher elektronischer Distanzmesser eingegangen werden. Es sei lediglich ein Verfahren gezeigt, das rasch eine vernünftige Eichstreckenordnung liefert, sofern man sich für eine getrennte Bestimmung der zyklischen Fehler einerseits und der Additionskonstante und der nichtperiodischen Fehler andererseits (siehe [1], [2]) entschlossen hat.

Die Zwischenstrecken der Punktreihe der Eichstrecke werden so gewählt, dass sie ganzzahlige Vielfache des Massstabes der Feinmessfrequenz (halbe Modulationswellenlänge) des zu prüfenden Distanzmessers werden. Sämtliche auf der Eichstrecke in allen Kombinationen gemessenen Distanzen werden dann ebenfalls zu ganzzahligen Vielfachen des Massstabes der Feinmessfrequenz. Der Einfluss eines allfälligen zyklischen Fehlers auf alle auf der Eichstrecke gemessenen Distanzen und damit auf die zu bestimmende Additionskonstante ist konstant, wenn die Phasenlage und Amplitude des zyklischen Fehlers im Eichstreckenbereich unverändert bleibt, und ist sogar null, wenn zudem die Phasenverschiebung des zyklischen Fehlers null ist. Die nichtperiodischen Fehler lassen sich aus den Verbesserungen der Ausgleichung der Additionskonstante (siehe [3], [4]) abschätzen.

2. Parameter

Bevor man den geometrischen Entwurf einer Eichstrecke in die Hand nehmen kann, müssen drei Elemente festgelegt werden, nämlich:

- Einheit der Eichstrecke (= E)
- Kürzeste Distanz (= A)
- Längste Distanz (= C₀)

Die Einheit der Eichstrecke wird entsprechend dem Feinmassstab des zu prüfenden Instrumentes gewählt. Sollen mehrere Distanzmessertypen mit verschiedenen Feinmassstäben geprüft werden, so wird der grösste Feinmassstab als Einheit E gewählt, sofern dieser ganzzahlig durch die anderen Feinmassstäbe teilbar ist. Ist Letzteres nicht der Fall, so lässt sich vielleicht ein grösseres E finden, das durch alle Feinmassstäbe teilbar ist, oder man lässt den (die) ungünstigsten Feinmassstab (stäbe) bei dieser Betrachtung ausser acht. Der Einfluss der zyklischen Fehler muss dann allerdings aus allen Messungen mit den entsprechenden Instrumenten vor der Berechnung der Additionskonstanten eliminiert werden. Man vergleiche zu diesem Problem auch die Beispiele.

Kürzeste und längste Distanz sollen den Entfernungsbereich einschliessen, der im täglichen Gebrauch des Instrumentes vorkommt. Die längste Distanz C₀ soll zudem auch unter nicht idealen Wetterverhältnissen mit einer normalen Anzahl von Reflektoren gemessen werden können. Die kürzeste Distanz A wird weiter als ganzzahliges Vielfaches von E gewählt. Kommen in der täglichen Praxis häufig kürzere Distanzen als E vor, so dürfte, im Bereich null bis E (in Meterintervallen), ein zusätzlicher Vergleich gegenüber einem geeichten Messband mindestens einmal angezeigt sein.

3. Formel

Die Zwischenstrecken der Eichlinie werden mit Hilfe zweier Variablen (A und B) berechnet. Die eine Variable, A, ist als kürzeste Distanz bereits bekannt. Die andere Variable, B, ist vorerst unbekannt, lässt sich aber aus der Bedingung für C₀ errechnen. Der Aufbau der Formeln sei am Beispiel einer 6-, 7- und einer 8-Punkte-Strecke in Tabelle 1 erklärt. Formeln für andere Punkt-Anzahlen können analog zusammengestellt werden.

Teilstrecke	Eichstrecke mit		
	6 Stationen	7 Stationen	8 Stationen
erste	A + B	A + B	A + B
zweite	A + 3 B	A + 3 B	A + 3 B
dritte	A + 4 B	A + 5 B	A + 5 B
vierte	A + 2 B	A + 4 B	A + 6 B
fünfte	A	A + 2 B	A + 4 B
sechste	–	A	A + 2 B
siebente	–	–	A
Längste Strecke	5 A + 10 B	6 A + 15 B	7 A + 21 B

Tabelle 1: Berechnung der Teilstrecken und der Gesamtlänge C (längste Distanz)

Unter Verwendung der Formeln für C können nun Gleichungen für die Berechnung einer ersten Näherung von B, B₀, abgeleitet werden. A und C₀ sind als Parameter der Eichstrecke vorgewählt.

$$\text{6-Punkte-Eichstrecke } B_0 = \frac{1}{10} (C_0 - 5 A)$$

$$\text{7-Punkte-Eichstrecke } B_0 = \frac{1}{15} (C_0 - 6 A)$$

$$\text{8-Punkte-Eichstrecke } B_0 = \frac{1}{21} (C_0 - 7 A)$$

Da B definitionsgemäss ein ganzzahliges Vielfaches von E sein muss, rundet man das berechnete B_0 entsprechend auf oder ab, je nachdem man eine eher längere oder eher kürzere Gesamtlänge C im Vergleich zum ursprünglich gewählten Wert C_0 vorzieht. Anschliessend werden die Teilstrecken, die definitive Totallänge C und sämtliche Kombinationen von Distanzen auf der Eichstrecke berechnet. Letztere werden endlich graphisch aufgetragen, um die gleichmässige Verteilung über den ganzen Entfernungsbereich zwischen A und C zu kontrollieren. Bei Bedarf kann die Rechnung mit leicht veränderten A oder B wiederholt werden.

Die Erfahrung zeigt, dass die Verteilung der Distanzen in allen Kombinationen dann sehr gleichmässig wird, wenn B etwa doppelt so gross ist als A. Zudem muss A ungleich B (oder einem Vielfachen davon) sein, wenn man Wiederholungen von Entfernungen vermeiden will. Anhand zweier Beispiele soll das besprochene Vorgehen verdeutlicht werden.

4. Erstes Beispiel

Ein Vermessungsbüro verfüge über elektro-optische Distanzmesser folgender Feinmassstäbe: 20 m, 10 m, 5 m. Es sei entschieden worden, eine 8-Punkte-Eichstrecke anzulegen und die zyklischen Fehler separat zu ermitteln. Die Einheit der Eichstrecke E wird zu 20 m gewählt, analog dem Feinmassstab des Gerätes mit der grössten Modulationswellenlänge. 20 m entspricht zudem genau zwei Feinmassstäben des 10-m-Gerätes und genau vier Feinmassstäben des 5-m-Gerätes, so dass der Einfluss der zyklischen Fehler bei allen drei Geräten (unter den bereits früher genannten Bedingungen) auf alle zu messenden Distanzen konstant sein wird. Als kürzeste Distanz wäre 10 m wünschbar. A muss aber auf 20 m festgelegt werden, da A auch ein ganzzahliges Vielfaches von E sein muss. Die längste Distanz C_0 wird zu 1000 m festgelegt, da mit allen drei Instrumenten diese Entfernung bequem gemessen werden kann, und zwar nicht nur bei idealen Bedingungen und ohne grosse Zahl von Reflektoren. Eine Örtlichkeit für eine Eichstrecke dieser Länge sei in der näheren Umgebung des Büros vorhanden. Somit:

$$E = 20 \text{ m, } A = 20 \text{ m und } C_0 = 1000 \text{ m.}$$

Daraus:

$$B_0 = \frac{1}{21} (C_0 - 7 A) \approx 41 \text{ m.}$$

B muss ganzzahlig teilbar durch E sein; somit:

$$B = 40 \text{ m und}$$

$$C = 7 A + 21 B = 980 \text{ m.}$$

Teilstrecken	Alle Kombinationen von Distanzen							
20 + 40 = 60	0							
20 + 120 = 140	60	0						
20 + 200 = 220	200	140	0					
20 + 240 = 260	420	360	220	0				
20 + 160 = 180	680	620	480	260	0			
20 + 80 = 100	860	800	660	440	180	0		
20 = 20	960	900	760	540	280	100	0	
	980	920	780	560	300	120	20	0



Abb. 1

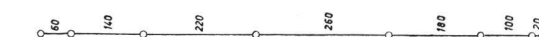


Abb. 2

Die Verteilung der verschiedenen Distanzen über die Totallänge C der Eichstrecke wird in Abbildung 1 überprüft. In Abbildung 2 ist die definitive Geometrie der Eichstrecke dargestellt.

5. Zweites Beispiel

Ein Büro verfüge über Instrumente mit 10 m und 5 m Feinmassstab, die im Bereich 20 bis 500 m (Grundbuchvermessung) geeicht werden sollen. Die Zahl der Stationspunkte wurde zu sieben festgelegt.

$$E = 10 \text{ m, } A = 20 \text{ m und } C_0 = 500 \text{ m.}$$

$$B_0 = \frac{1}{15} (C_0 - 6 A) \approx 25.3 \text{ m.}$$

$$B = 30 \text{ m (ungleich A und ganzzahliges Vielfaches von E)}$$

$$C = 6 A + 15 B = 570 \text{ m.}$$

Teilstrecken	Alle Kombinationen von Distanzen							
20 + 30 = 50	0							
20 + 90 = 110	50	0						
20 + 150 = 170	160	110	0					
20 + 120 = 140	330	280	170	0				
20 + 60 = 80	470	420	310	140	0			
20 = 20	550	500	390	220	80	0		
	570	520	410	240	100	20	0	

Die Verteilung wird wieder mit Abbildung 3 graphisch überprüft. Die definitive Geometrie kann Abbildung 4 entnommen werden.



Abb. 3



Abb. 4

Da in der Grundbuchvermessung häufig Entfernungen im Bereich 0 bis 20 m gemessen werden müssen, wird die Additionskonstante (und zugleich auch der zyklische Fehler) in diesem Intervall durch direkte Vergleichsmessungen gegenüber einem geeichten Messband (zum Beispiel alle Meter) mindestens einmal verifiziert.

6. Schluss

Die beschriebene Methode dient der Projektierung von Eichstrecken für die Bestimmung der Additionskonstante aus Distanzmessungen in allen Kombinationen. Sämtliche zu messenden Distanzen sind ganzzahlige Vielfache des Feinmassstabes eines oder verschiedener elektro-optischer Distanzmesser. Sie sind gleichmässig über den ganzen Entfernungsbereich der Eichstrecke verteilt, womit sich auch die nichtperiodischen Fehler über den ganzen Bereich beurteilen lassen. Die zyklischen Fehler müssen separat bestimmt werden [5]. Das beschriebene Verfahren wurde empirisch ermittelt. Verbesserungen durch «Probieren» sind daher wohl möglich.

Literatur

- [1] Kern & Co.: Prüfstrecken für elektro-optische Entfernungsmessgeräte. In: Kern-Bulletin Nr. 20, 1974.
- [2] H. Aeschlimann/R. Stocker: Gerätefehler von elektro-optischen Distanzmessern. In: Vermessung – Mensuration Nr. 2, 1975.
- [3] H. R. Schwendener: Elektronische Distanzmesser für kurze Strecken. Genauigkeitsfragen und Prüfverfahren. In: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen, Photogrammetrie und Kulturtechnik, Nr. 3, 1971.
- [4] J. M. Rüeger/Chr. Siegerist/W. Stähli: Untersuchungen an elektro-optischen Kurzdistanzmessern. In: Vermessung – Photogrammetrie – Kulturtechnik, Mitteilungsblätter Nr. 4, 5, 6, 12, 1975.
- [5] Hewlett-Packard: Instrument Non-Linearity. In: Insight, Vol. 2, Nr. 4, August 1975.

Adresse des Verfassers:

J. M. Rüeger, School of Surveying,
University of New South Wales, Sydney, Australien

**Schweizerischer Verein für Vermessungswesen
und Kulturtechnik (SVVK)**

**Société suisse des mensurations et améliorations foncières
(SSMAF)**

Grundsätze zur Standesordnung des SVVK

(Aufgestellt von der Schweizerischen Standeskommission zu Artikel 2 der Standesordnung)

IV. 1976 Tätigkeit juristischer Personen

1. Nur Inhaber des eidgenössischen Patentes als Ingenieurgeometer dürfen amtliche Parzellarvermessungen und Nachführungen vertraglich übernehmen und leiten.
2. Bei Vertragsabschluss hat er sich als Zeichnungsberechtigter seiner Firma auszuweisen – ist er Mitarbeiter oder beteiligt an einer Aktiengesellschaft, zum Beispiel durch Nachweis mit dem Handelsregistereintrag.
3. Ist der Ingenieurgeometer an einer Aktiengesellschaft beteiligt oder durch sie angestellt, oder ist er Mitarbeiter einer Amtsstelle, so haftet er persönlich gegenüber dem Auftraggeber für die instruktionsgemässe Ausführung der Arbeiten.
4. Er ist aber auch mitverantwortlich für das standesgemässe Verhalten seines Arbeitgebers. Insbesondere hat er betriebsintern die weitem Grundsätze zur Standesordnung des SVVK: 1. 1974 Immobilien, 2. 1974 Unterschriften, 3. 1974 Filialbetriebe zu beachten bzw. durchzusetzen. Ferner sind die mit den Vermessungsaufsichtsbehörden vereinbarten Honorarordnungen einzuhalten. Seine Firma hat die entsprechenden Taxationsbeiträge zu leisten.

Der Präsident der Schweizerischen
Standeskommission:
E. Albrecht

Principe de base de la Commission professionnelle de la SSMAF

(Proposé par la Commission professionnelle en application de l'article 2 du Code d'honneur)

IV. 1976 Activité des personnes juridiques

1. Seul le détenteur de la patente fédérale d'Ingénieur géomètre est autorisé à entreprendre contractuellement et à diriger des mensurations parcellaires officielles et à en assurer la conservation.
2. Lors de la conclusion du contrat, l'adjudicataire doit prouver qu'il possède la signature de la firme. S'il est collaborateur ou partenaire d'une SA, il sera inscrit comme détenteur de signature au Registre du commerce.
3. Lorsque l'Ingénieur géomètre est membre d'une SA, s'il est son employé ou s'il est collaborateur d'un organe officiel, il répond personnellement vis-à-vis du mandant d'une exécution du travail conforme aux instructions de mensuration.
4. L'adjudicataire est aussi responsable du respect par son employeur des principes du Code d'honneur. En particulier, il donnera connaissance et fera respecter à l'intérieur de son bureau les principes de base de la Commission d'honneur de la SSMAF: 1. 1974 Affaires immobilières, 2. 1974 Signatures, 3. 1974 Successales. Les tarifs d'honoraires conclus avec les instances de surveillance de la mensuration seront respectés. La firme s'acquittera des cotisations de taxation.

Le Président de la Commission
professionnelle suisse:
E. Albrecht