

Paper-ID: VGI_191607



212 Tachymeterpunkte in einer Stunde

Ernst Hammer ¹

¹ *Stuttgart*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **14** (5), S. 71–76

1916

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Hammer_VGI_191607,  
Title = {212 Tachymeterpunkte in einer Stunde},  
Author = {Hammer, Ernst},  
Journal = {{\u00a0}sterreichische Zeitschrift f{\u00a0}r Vermessungswesen},  
Pages = {71--76},  
Number = {5},  
Year = {1916},  
Volume = {14}  
}
```



Ist das Dreieck ABC bei A rechtwinkelig, so setze man k in der Form

$$k = k' \cot A$$

voraus. Damit wird

$$A' = A - \frac{1}{3} E + \frac{1}{3} k' E$$

$$B' = B - \frac{1}{3} E$$

$$C' = C - \frac{1}{3} E,$$

das Dreieck mit den Seiten a, b, c und den Winkeln A', B', C' ist ein ebenes, sphärisches oder pseudosphärisches; je nachdem $k' = 0$, positiv oder negativ ist.

(Schluß folgt)

212 Tachymeterpunkte in einer Stunde.

Von E. Hammer, Stuttgart.

Der Inhalt einiger Mitteilungen im vorigen Jahrgang (1914) der amerikanischen Zeitschrift »Engineering Record« (Nummern vom 6. Juni, 18. Juli, 10. Oktober) verdient auch bei uns allgemein bekannt und mit Erfahrungen in Deutschland oder Österreich-Ungarn verglichen zu werden.

Es handelt sich um erreichte oder erreichbare Höchstleistungen bei technisch-topographischen Messungen, besonders um Höchstzahlen von in einer Stunde oder in einem Arbeitstag tachymetrisch aufgenommenen Punkten; es könnten deshalb wohl Gründe dafür sprechen, die wünschenswerte Erörterung über die folgenden Zeilen lieber in bauwissenschaftlichen als in vermessungstechnischen Zeitschriften geführt zu sehen, doch ist auch vielleicht für diese genügendes Interesse an der Sache vorhanden.

Natürlich kommt nur die Arbeit mit dem gröbern Tachymeter-Theodolit und der Arbeitsvorgang nach $T II$ meiner seit 25 Jahren aufgestellten Einteilung in Betracht ($T I =$ Präzisions- oder Fein-Tachymetrie, $T II =$ »gewöhnliche« Tachymetrie mit Lattenabschnittsablesung an der dm - oder Halb- dm -Latte auf 1 cm , bei Vorarbeiten für Bahnbau u. dgl. die wichtigste Art der »Schnellmessung«). Denn in der Fein-Tachymetrie darf nicht die geleistete Arbeitsmenge fast allein den Ausschlag geben wie es bei $T II$ der Fall ist, wo 1000 Punkte mit einem mittlern Höhenfehler von $\pm 0.1\text{ m}$ und einem Lagefehler von $\pm \frac{1}{2}\text{ m}$ in der Regel viel mehr wert sind als auf etwa derselben Fläche 500 Punkte mit dem mittlern Höhenfehler von $\pm 0.05\text{ m}$ und einem mittlern Lagefehler von vielleicht 2 dm .

Ich gebe nun zunächst die wichtigsten Teile des Inhalts der einzelnen Veröffentlichungen a. a. O., wobei in Fällen, in denen es angeht und angezeigt ist, die englischen Maße durch metrische ersetzt sind. Die erste Mitteilung stellt als »Rekord«-Schnelligkeit in topographisch-technischer Arbeit die Aufnahme von 600 Tachymeterpunkten in 8 Stunden auf; die Leistung, die die übliche Durchschnittsleistung verdopple, sei einem Beobachter der »Morgan Engineering Co.«, Memphis, Tenn., gelungen (bei Wasserbauvorarbeiten im Mississippital) durch besondere feste Stellung zum Instrument, möglichst wenige und einfache Bewegungen und den abwechslungsweisen Gebrauch beider Hände und beider Augen bei den Einstellungen. Es sind dabei zwei Lattenträger verwendet worden, zu

beiden Seiten des Beobachters, nicht vor und hinter ihm. Mehrere Abbildungen zeigen Stellung und Handgriffe des Beobachters, der rasch, genau, mit weniger Gefahr einer Störung des Instruments und mit weniger Ermüdung gearbeitet habe als andere.

Im zweiten Abschnitte bestätigt die »Morgan Engg. Co.« selbst die Angaben des ohne ihr Vorwissen erschienenen ersten Abschnitts, nämlich 585 Tachymeterpunkte im 8-Stunden-Arbeitstag, wobei der Beobachter selbst die Ablesungen aufschrieb. Eine andere noch viel bedeutendere aus den Feldbüchern nachweisbare Leistung sei aber bei jener Mitteilung übersehen worden, nämlich 1023 Tachymeterpunkte ebenfalls in einem 8-Stunden-Arbeitstag durch einen Beobachter, neben dem allerdings am Instrument ein Schreiber stand, und der drei Lattenträger beschäftigte. Dabei ist der Tachymetertheodolit längs einem 6,0 *km* langen Grundlinienpolygon auf 17 Standpunkten aufgestellt worden (und es sind ferner einige Skizzen gezeichnet und Geländeeinzelheiten aufgeschrieben worden). Diese rascheste Tachymeteraufnahme wurde, bei einer durchschnittlichen Entfernung der Punkte von 60 *m*, auf hügeligem freiem Land erreicht, ohne daß sie ausdrücklich als Geschwindigkeitsaufnahme angeordnet worden wäre; sie findet sich vielmehr mitten zwischen anderem weniger ausgiebigem Werk, bei dem übrigens über 900 Tachymeterpunkte, bei drei Lattenträgern und einem Schreiber am Instrument, und 750 Punkte bei zwei Lattenträgern und einem Schreiber am Instrument sich mehrfach erreicht zeigen.

Im dritten Abschnitte spottet der beratende Ingenieur Charles W. Comstock über die Angaben des soeben angeführten zweiten Abschnitts, indem er rechnerisch ihre Unmöglichkeit nachzuweisen sucht; von den 8 Stunden Arbeitszeit bei dem 1000-Punkt-Rekord müssen $1\frac{3}{4}$ Stunden abgezogen werden, während deren keine Schnellmessungsablesungen gemacht werden konnten, da zur einfachen Zurücklegung der 6 *km*-Grundlinie durch den Beobachter doch eine Stunde Gehzeit notwendig gewesen und für die 17 Aufstellungen des Instruments mit jedesmaligem Rückblick nach dem vorhergehenden Standpunkte $\frac{3}{4}$ Stunden zu rechnen sei. In den restlichen $6\frac{1}{4}$ Stunden Zeit für die einzelnen Tachymeterpunkte hätte also eine vollständige Beobachtung mit Ablesung der Latte, Ablesung am Grund- und am Höhenkreis in 22 Sekunden gemacht werden müssen den ganzen Tag lang; dabei hätte keinerlei Störung am Instrument eintreten dürfen, überhaupt keinerlei Fehler bei irgend einem von fünf Leuten, jeder kleinste Aufenthalt durch einen der Lattenträger oder durch den Schreiber hätte durch Verringerung der Zeit für eine Anzahl von, vielleicht in je 15 Sek. zu erledigenden Punkten eingebracht werden müssen. Niemand könne diese Geschwindigkeit der Arbeit auch nur durch 20 Min. aushalten, ohne an der Richtigkeit einzelner Messungen mit Grund irre zu werden. Comstock meint, die Vermutung werde verzeihlich erscheinen, der Beobachter oder Schreiber habe innerhalb der 44 Seiten des Feldbuches, auf denen jene gewaltige angebliche Tagesleistung stehe, das Datum zu wechseln vergessen, so daß die Arbeit zweier Tage unter demselben Datum erscheine.

Dieser Brief von Comstock wurde der »Morgan Engg. Co.« übergeben und diese hat den Urheber jenes Schnelligkeits-»Rekords« einer Tachymeterauf-

nahme, W. J. Smith, veranlaßt zu prüfen, welche Geschwindigkeit er überhaupt, für kurze Zeit, zu erreichen imstande sei. Die Versuchsabteilung setzte sich aus Smith als Beobachter, einem Schreiber am Instrument und drei Lattenträgern zusammen. Die Stoppuhren zur Feststellung der genauen Zeiten bei diesen Probenmessungen wurden meist durch zwei besondere an der Messung weiter nicht beteiligte Beobachter gehandhabt. Drei verschiedene Versuchsmessungen, am 18. September 1914 über Mittag (10 Uhr vorm. bis 12¹/₄ Uhr mittags) bei warmem Wetter (durchschnittlich $83^{\circ} F = 28^{\circ} C$; deutliche »Hitzewellen«) angestellt, hatten folgende Zwecke: Durch den ersten Versuch sollte festgestellt werden, welche Zeit tatsächlich zur Aufstellung des Instruments gebraucht wird; der zweite sollte die Zeit für die Aufnahme eines einzelnen tachymetrisch gemessenen Punktes liefern; der dritte endlich die Anzahl solcher Punkte, die in bestimmtem kürzerem Feldarbeitszeitabschnitt (1 Stunde) überhaupt zu messen möglich ist. Den Versuchsergebnissen, über die C. A. Bock von der mehrfach genannten Ingenieurfirma berichtet, ist folgendes entnommen:

Beim ersten Versuche ist als Zeit für die Aufstellung verstanden der Zeitraum zwischen dem Herabnehmen des Instruments von der Schulter bei Ankunft auf dem neuen Standpunkt bis zum Ausrufen des abgelesenen Höhenwinkels (1') nach der im vorhergehenden Standpunkt befindlichen Latte, also die Zeit für folgende Verrichtungen: rohe Zentrierung, Horizontrierung, Ablesung der Instrumentenhöhe, vollständige Ablesung für den Rückblick nach dem vorhergehenden Standpunkt (Lattenabschnitt, Ablesung am Grundkreis und am Höhenkreis). Diese Zeit ist bei 5 Versuchen, je zweifach unabhängig an Stoppuhren beobachtet, im Durchschnitt gefunden worden zu 1,6 Min.; von diesem Durchschnitt sind der größte und der kleinste Wert 2, 1 und 1, 3 Min. nicht sehr wesentlich verschieden.

Durch den zweiten Versuch ist aus etwa 70 Messungen von demselben Standpunkt aus als Zeit für die Ablesung eines einzelnen Punktes im Mittel gefunden worden 11 bis 12 Sekunden; dabei scheiden sich diese Messungen allerdings deutlich in zwei Gruppen, die erste mit etwa 9 Sek. Durchschnitt, die zweite mit etwa 16 Sek.: bei der ersten bewegten sich die verwendeten drei Lattenträger abwärts und der Beobachter am Instrument hatte die Sonne im Rücken, bei der zweiten Punktgruppe gingen die Lattenträger bergan (bei allerdings kleiner Steigung, s. u.) und die Zielungen nach der Latte gingen zum großen Teil gegen die Sonne. Die Lattenträger waren so eingeübt, daß immerfort an einer der Latten abgelesen werden konnte, nur einmal mußte auf die Aufstellung einer Latte einige Sekunden gewartet werden, wodurch sich die Zeit für diesen Punkt auf 31 Sek. erhob. Als Zeit für einen Punkt galt die Zeit von dem Augenblick der Lösung der Alidade nach Erledigung des vorhergehenden Punktes bis zum Ausrufen des zuletzt abgelesenen Höhenwinkels. Die zwei Stoppuhren wurden hier in der Art verwendet, daß gleichzeitig mit dem Stillstellen der einen die andere in Gang gesetzt wurde. Es ist also in der Zeit für die Punkte auch eingerechnet die Zeit für das Libelleneinspielen nach etwa jedem 12. Punkt. Das Gelände war günstig, wenig geneigt, leicht begehbar (s. u.). Die Ablesung der Richtungswinkel geschah auf 5', der Höhenwinkel auf 1'; die Lattenablesungen wurden auf $\frac{1}{100}$ Fuß, bei Zielungen gegen die Sonne oder bei stark

wallendem Lattenbild nur auf $\frac{5}{100}$ Fuß gemacht, so daß die Entfernungen im ersten Fall bis auf 1 Fuß (0,3 *m*), im zweiten auf 5 Fuß ($1\frac{1}{2}$ *m*) gerechnet wurden. Das Gelände für diesen zweiten Versuch mit rund 70 Punkten ist etwa 13 *ha* groß.

Der letzte Versuch, auf anstoßendem Gelände von derselben Beschaffenheit und unmittelbar nach den zwei soeben beschriebenen angestellt, sollte zeigen, was überhaupt an Tachymeterarbeit in einer Stunde geleistet werden kann, wenn mit möglichster Geschwindigkeit, aber wesentlich unter den Bedingungen der gewöhnlichen Feldarbeit gemessen wird, also nicht nur von einem Standpunkt aus. In der einen Stunde Arbeitszeit ist neben der Ablesung der einzelnen Tachymeterpunkte (s. u.), die Auswahl und Verpflockung der drei Standpunkte A_2 , A_3 , A_4 , die Zurücklegung des Weges von A_1 über A_2 , A_3 nach A_4 inbegriffen (dieser Weg ist im ganzen gegen 2500 Fuß = rund 750 *m* lang), ebenso die Aufstellung des Theodolits in A_2 , A_3 , A_4 , endlich die Rück- und Vorblicke nach dem eben verlassenen und dem nächsten Standpunkt. Das Viereck der vier Standpunkte A_1 (beim zweiten Versuch), A_2 , A_3 , A_4 zeigte bei der Berechnung nach Koordinaten einen Lageanschlußfehler von 2 Fuß und einen Höhenanschlußfehler von 0,2 Fuß. Die Messungsabteilung war genau so zusammengesetzt wie beim Versuch II, drei Lattenträger, ein Schreiber neben dem Beobachter. Für alle einzelnen Verrichtungen werden die Zeiten im Original getrennt angegeben; es genüge hier anzuführen, daß von A_2 aus 61, von A_3 aus 31, von A_4 aus $104 + 13$ Punkte abgelesen sind (diese letzten nach einem Stoß, den das Instrument erlitten hatte und dessen Wirkung durch eine besondere Orientierungszielung nach einem mehrere 1000 Fuß entfernten Kirchturm festgestellt wurde). Die Anzahl der in der Beobachtungsstunde 11 Uhr 13 Min. bis 12 Uhr 13 Min. vollständig tachymetrisch abgelesenen Punkte, von drei Standpunkten aus gemessen, beträgt damit $61 + 31 + 117 + 3 = 212$ Punkte. Bei den gewöhnlichen («Seiten») Punkten wurde die Ablesung am Grundkreis auf 5', die der Entfernung auf 1 Fuß (oder gegen die Sonne auf 5 Fuß) gemacht, die Höhenwinkel sind stets mit Leseglas auf 1' abgelesen. Die Libelle wurde nach etwa jedem 10. Punkt nachgesehen. In dem dem Aufsatz beigegebenen Lageplan (Maßstab etwa 1:8700) ist die ganze mit Höhenlinien versehene Fläche etwa 0,55 *qkm* groß und enthält rund 280 gemessene Punkte (davon fallen 0,13 *qkm* mit rund 70 Punkten auf die Versuchsmessung II, s. oben). Die durchschnittliche Entfernung der Punkte von einander ist demnach zu etwa 45 *m* anzugeben (rund 500 auf 1 *qkm*). Der westliche Hauptteil des gemessenen Geländes (etwa $\frac{4}{5}$) ist sehr flach, Neigung etwa 1:60 (1°), im östlichen und nordöstlichen Teil kommen größere Neigungen, durchschnittlich etwa 1:12 (5°) vor und die Form der Bodenoberfläche wird bewegter als im Westen. Die Bodenbedeckung war zum Teil Weide, zum Teil Stoppelfeld, auf einem kleinen Stück stehendes Korn und Gemüsegarten (die zwei letzten Abschnitte schon während des zweiten Versuchs erledigt). Auf dem Plan sind 2 Fuß- (rund 0,6 *m*-) Höhenlinien gezeichnet.

Wenn die Geschwindigkeit von 212 Punkten in der Stunde für einen 8-Stunden-Tag festgehalten werden könnte, so würde dies etwa einer Tagesleistung von 1700 Punkten entsprechen, also die im Eingang angeführten Tageszahlen

noch weit übertreffen. Dies ist selbstverständlich nicht möglich; und selbst 1000 Punkte im Tag würden sich sicher nicht an mehreren Tagen nach einander leisten lassen.

Wichtig ist noch die Kennzeichnung des gebrauchten Instruments: zu den vorstehend näher beschriebenen Versuchen diente ein »Transit« (»Kreis-Tachymetertheodolit) aus der rühmlich bekannten Werkstatt von C. L. Berger und Söhne in Boston (der älteste Inhaber des Geschäfts ist ein geborener Stuttgarter) und zwar ein 5-zölliges Instrument mit den bekannten Amerikanismen (Unterbau mit vier Stellschrauben auf kleinem Stativteller; Kreuzlibelle auf der Alhidade; Objektivteil des Fernrohrs als Auszug; der Höhenkreis war nicht mit Stirnteilung versehen, sondern flach, also nicht »vom Okular aus«, sondern nur von der Seite ablesbar.) Wichtig ist ferner, daß die so ungewöhnlich rasche Aufnahme von Smith ausdrücklich als sehr genau bezeichnet wird; ohne daß freilich besondere Kontrollmessungen angestellt worden zu sein scheinen oder irgend eine Zahl mitgeteilt würde, die eine Vergleichung jener Arbeit mit andern in Beziehung auf die erreichte Genauigkeit gestatten würde.

Angaben über stündliche, tägliche oder wöchentliche Leistungen von der Art der vorstehenden sind in der Literatur nicht häufig anzutreffen, wären aber in mancher Beziehung nützlich, wenn sie durch Mitteilung aller maßgebenden Umstände vergleichbar gemacht würden. Als vor Jahren in einer technischen Zeitschrift zu lesen war, es seien mit einem Wagner-Fennel'schen Tachymeter 700 Punkte an einem Tag abgelesen, berechnet und aufgetragen worden, wurde von anderer Seite mit Recht bemerkt, daß diese Punkte sehr eng gesetzt gewesen sein müssen. Ich würde es begrüßen, wenn die vorstehenden Zeilen Veranlassung zur Mitteilung von vergleichbaren Erfahrungen geben würden; Angaben über Instrumente dürfen nicht fehlen (»Kreistachymeter«, wie eingerichtet, Wagner-Fennel, Hammer-Fennel, eines der Puller-Breithaupt'schen Instrumente, Koch-Scheurer, eines der neueren französischen selbst rechnenden Tachymeter u. s. f.), ebenso über Zahl der Lattenträger, Schreiber oder sonstiger Gehilfen am Instrument, Art der Bodenbedeckung, Neigungen der Bodenoberfläche, Gangbarkeit des Geländes. Was meine eigenen praktischen Erfahrungen mit kleinern Kreis-Tachymetern in der Arbeit *II* auf freiem Feld angeht, die jetzt auf 40 Jahre zurückreichen, so habe ich die Zahl von 550 bis 600 abgelesenen, gut gewählten Punkten im Tag als eine sehr gute, schon nicht an jedem Tage zu erreichende Leistung angesehen, wobei sogar der Arbeitstag 10, nicht nur 8 Stunden, wie bei Smith, lang war; es waren dabei allerdings immer nur zwei Lattenträger verwendet und kein besondrer Schreiber am Instrument vorhanden, die durchschnittliche Entfernung der Punkte etwa 60 m, Geländeneigungen durchschnittlich wesentlich größer als bei Smith, Begehbarkeit des übrigens durchaus offenen Geländes weniger bequem.

Ich möchte hier vorläufig schließen mit einer Bemerkung über die Dauer der tatsächlichen täglichen Feldarbeit (Zu- und Abgang zur und von der Arbeitsstelle, Mittagspause also abgerechnet). Während für junge Männer mit nicht weitgehender Messungsübung 10 Stunden im Tag (und zwar für lange Dauer) keineswegs zu viel sind, kommt man bei größerer Übung und in reiferem Alter bald

(und jedenfalls lange bevor man sich nicht mehr jede körperliche Anstrengung zumuten kann) zur Erkenntnis des Nutzens, den kürzere Arbeitszeit und dafür möglichst gesteigerte Intensität der Arbeit derartigen Messungen bringen.

Notiz zur Genauigkeit der Zentrierung des Theodolits bei Winkelmessung in den Polygonzügen.

Von Dr. techn. Al. Tichý, Professor an der landwirtschaftl. Mittelschule in Prerau.

1. Die Polygonseiten sind verhältnismäÙi kurz, so daß die Zentrierung des Theodolits einen großen Einfluß auf die Genauigkeit der Winkelmessung ausübt. Demzufolge ist bei der Winkelmessung in den Polygonzügen der praktische Grundsatz wohl bekannt, den Theodolit so genau als möglich zu zentrieren. Damit ist auch alles praktisch erledigt.

Trotzdem bleibt nicht ohne Interesse die in der Zeitschrift »Zeměměřičský věstník« von Dr. Kladiovo gelöste Aufgabe*), wie genau wäre der Theodolit zu zentrieren, daß der zu befürchtende Winkelfehler sicher kleiner wäre, als der n -te Teil des noch möglichen Ablesungsfehlers.

Sei e der größte zulässige Zentrierungsfehler beim Messen des Brechungswinkels $B_1 B_2 B_3 = \beta_2$, ω'' die Nonien- oder Mikroskopangabe, n der angenommene Teil von ω'' , bezw. von $\omega'' : 2$, was eigentlich den noch möglichen Ablesungsfehler darstellt, s_{12} die Polygonseite $\overline{B_1 B_2}$, s_{23} die Seite $\overline{B_2 B_3}$ und s_{13} die Verbindungslinie der Punkte B_1 und B_3 . Unter dieser Annahme und der obigen Bedingung gelangte Dr. Kladiovo zur folgenden, einfachen Formel:

$$e = \frac{\omega''}{2 n \rho''} \cdot \frac{s_{12} \cdot s_{23}}{s_{13}} \dots \dots \dots 1)**)$$

[$\rho'' = 206265$].

Nach dieser Formel kann der Vermessungsingenieur noch vor der Winkelmessung bestimmen — jedoch mit Benützung gewisser und unbedingt notwendiger Hilfsmittel, weil s_{13} unbekannt — wie genau er zentrieren muß, um dem Zwecke der Arbeit Rechnung zu tragen. Außerdem kann dadurch auch die Dauer der Vermessungsarbeit beeinflußt werden.

*) III. Jahrgang, Nr. 9 und 10 ex 1915.

**) Zugleich hat er ganz neu auch die bekannte Jordan'sche Formel (Handbuch, II, 8. Aufl., S. 460, Gleichung 4) indirekt bewiesen, welche lautet:

$$\varepsilon' = \frac{s_{13}}{s_{12} s_{23}} \cdot e \rho''$$

wo ε' den Fehler im betreffenden Brechungswinkel infolge des Zentrierungsfehlers e bedeutet. (Die Jordan'sche Bezeichnung ist nach der Gleichung 1 umgeändert worden.) Denn soll der Fehler ε' den Maximalwert erreichen, muß er laut Bedingung $\omega'' : 2 n$ sein, das ist also

$$\frac{\omega''}{2 n} = \frac{s_{13}}{s_{12} s_{23}} \cdot e \rho''$$

und deshalb die Übereinstimmung mit der Gleichung 1

$$e = \frac{\omega''}{2 n \rho''} \cdot \frac{s_{12} s_{23}}{s_{13}}$$