

Das Tangententachymeter von Sanguet

Von Norbert Rösch und Ursula Heckmann, Karlsruhe

1 Einleitung

Im Jahr 1866 entwickelte der französische Ingenieur *Sanguet* das erste Tangententachymeter mit vertikaler Skala. Besagtes Instrument wurde damals von der *Papeterie Cabasson* in Paris vertrieben, wie *Petzold* in [7] schreibt. Geräte dieser Bauart wurden in den folgenden Jahren vor allem in Frankreich, der Schweiz und Italien eingesetzt. In Deutschland ist dieses Instrument dagegen kaum bekannt, was die Autoren letztlich dazu veranlasste, einige Zeilen über dieses Tachymeter zu schreiben.

Tangenten- oder Kontakttachymeter, wie Instrumente dieser Bauart auch genannt werden, wurden natürlich kontinuierlich weiter entwickelt. Im Jahr 1925 baute beispielsweise die Firma Kern & Co. ein Gerät, das auf dem gleichen Prinzip beruhte. Drei Jahre später, also im Jahr 1928, entwickelte die Firma Süß (Budapest) ebenfalls ein Instrument, dem das Tangentenprinzip zu Grunde lag. Dieses Gerät fand vor allem in Ungarn und England Verbreitung.

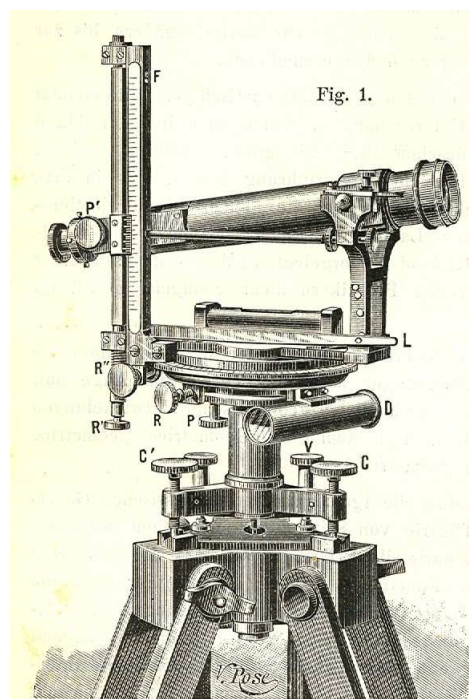


Abb. 1: Das von Sanguet entwickelte Tachymeter (aus [7])

Erstaunlich ist, wie lange sich die Tangententachymeter am Markt behaupten konnten. Trotz aller ihrer Nachteile, auf die in den nachstehenden Abschnitten noch eingegangen wird, wurden Geräte dieses Typs noch in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von den französischen Vermessungsbehörden eingesetzt. Diese Instrumente waren ebenfalls Weiterentwicklungen des *Sanguet*-Typs und wurden von der Firma *Secretan* in Paris hergestellt. *Otto von Gruber* führt für die besagten Geräte in [2] die Bezeichnung *Sanguet-Secretan* ein.

In der gängigen deutschsprachigen Fachliteratur wird das *Sanguet*-Tachymeter erstmals 1896 erwähnt. In diesem Jahr veröffentlichte *M. Petzold* zwei Artikel in der *Zeitschrift für Vermessungswesen* ([7, 8]), die beide das *Sanguet*-Tachymeter zum Gegenstand haben. Der erste Beitrag befasst sich mit dem Messprinzip, während der zweite die Ergebnisse eines Feldversuchs wiedergibt. Der zuletzt genannte Artikel kann aber nicht als systematische Geräteuntersuchung gelten, da der Fehlerhaushalt des Tachymeters nur sehr unzureichend diskutiert wird.

Ein Jahr später findet man das *Sanguet*-Tachymeter auch in der fünften Auflage des *Handbuch der Vermessungskunde* von *Wilhelm Jordan* ([3]). In diesem Lehrbuch wird im genannten Zusammenhang ausschließlich auf die Publikationen von *Petzold* Bezug genommen. Bis zur achten Auflage, die im Jahr 1914 erschien, bleiben die Abbildung und der zugehörige Text, die sich auf das *Sanguet*-Tachymeter beziehen, nahezu unverändert ([4]).

In der neunten Auflage (erschienen 1933) des oben genannten Lehrbuchs wird der betreffende Text zwar geändert, es werden allerdings keine neuen Untersuchungsergebnisse genannt ([5]). Auch andere Lehrbücher, wie z. B. das Buch *Optische Streckenmessung* von *Otto v. Gruber*, bringen keine grundsätzlich anderen Aspekte zum *Sanguet*-Tachymeter ([2]). Die in den letzten drei Absätzen genannten Gesichtspunkte können als deutliches Indiz dafür gewertet werden, dass seit der Veröffentlichung von *Petzold* in der in Deutschland üblichen Fachliteratur keine weiteren Geräteuntersuchungen publiziert wurden. Diese Tatsache unterstützt die im ersten Absatz dieses Abschnitts postulierte Behauptung, die die geringe Verbreitung dieses Tachymeters in Deutschland feststellt.

2 Das Messprinzip

Obwohl im Rahmen dieses Beitrags das Prinzip der Entfernungsmessung im Vordergrund steht, soll zunächst kurz auf die Horizontalwinkelmessung beim Tachymeter von *Sanguet-Secretan* eingegangen werden, da hier das von der Firma *Secretan* entwickelte Instrument eine Besonderheit aufweist. Es handelt sich dabei um die Ableseeinrichtung des Horizontalkreises. Die Ablesestellen liegen wie üblich an zwei gegenüberliegenden Teilkreisstellen. Während die aus der Sicht des Beobachters links liegende Ableseeinrichtung die Ablesung von Centigon am Nonius erlaubt, ist die zweite Ablesestelle mit zwei Nonien ausgestattet.

Der erste Nonius ist dabei in $1/9$ Einheiten im Intervall von 0 bis 50 eingeteilt, während der zweite in $1/11$ Einheiten im Intervall von 0 bis 55 unterteilt ist. Die endgültige Ablesung ergibt sich somit aus der Summe der Ablesungen an den beiden Nonien. Die Differenz der beiden Ablesungen muss dabei ein Zehntel der Summe der Ablesungen sein. Dies trifft in der Praxis aufgrund der Schätzfehler nur näherungsweise zu. Darüber hinaus ist bemerkenswert, dass das Gerät über ein Doppelachsensystem verfügt; damit ist es für die Repetitionswinkelmessung geeignet.

Nach der Horizontalwinkelmessung soll als nächstes auf die Entfernungsmessung eingegangen werden. Die mathematische Grundlage bildet dabei der Strahlensatz. Der Vergleich eines Verhältnisses von zwei Seiten, nämlich einer festen Basis d und eines veränderlichen Abschnitts an der Tangente T , wird in Beziehung zur Entfernung s sowie einem beobachteten Lattenabschnitt l gesetzt (siehe Abb. 2). D. h. an der senkrecht stehenden Latte L wird ein Lattenabschnitt l gemessen, wobei am Instrument im Abstand d vom Drehpunkt O das Fernrohr um den Betrag a entlang von T in seiner Neigung verändert wird.

Es gilt dann

$$\frac{d}{a} = \frac{s}{l} \quad \text{oder} \quad s = \frac{d}{a} \cdot l \quad . \quad (1)$$

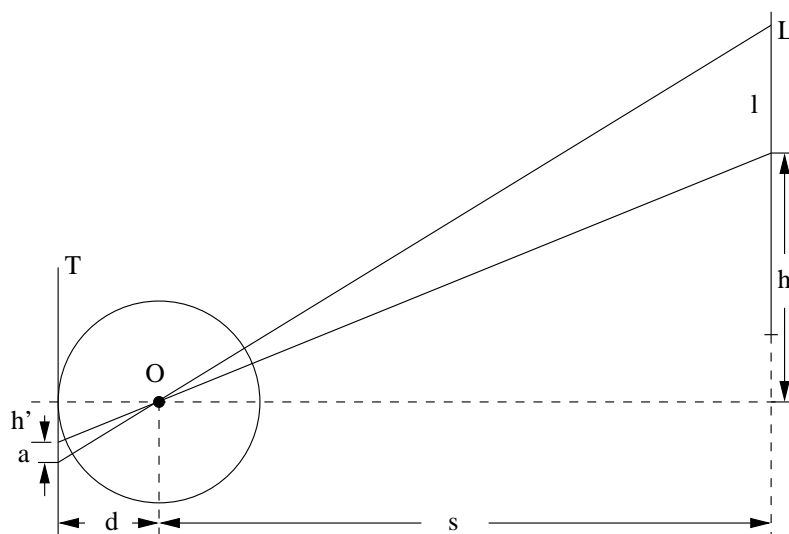


Abb. 2: Das Messprinzip des Tangententachymeters

Der Quotient d/a wird nun so gewählt, dass er sich für die Rechnung im Feld gut eignet. Es bietet sich daher der Wert 100 an. Damit vereinfacht sich die Berechnung der Entfernung zu

$$s = 100 \cdot l \quad . \quad (2)$$

Diese Entfernung bezieht sich auf den Drehpunkt O . Fallen O und der Bezugs- bzw. Bodenpunkt nicht zusammen, muss noch eine Additionskonstante k berücksichtigt werden. O bezeichnet dabei den sogenannten anallaktischen Punkt, also den vorderen Brennpunkt des Objektivs. Beim Instrument von *Sanguet-Secretan* fällt dieser Punkt nur in erster Näherung mit der Kippachse zusammen.

Wie der Abbildung 2 ferner zu entnehmen ist, ergibt sich der Höhenunterschied h zu

$$h = \frac{s}{d} \cdot h' \quad .$$

Auch der Höhenunterschied bezieht sich auf O . Zur Ermittlung der Höhe sind keine weiteren Daten notwendig, insbesondere ist keine Ablesung am Vertikalkreis (z. B. Zenitwinkel) erforderlich.

Die schematische Darstellung in Abbildung 2 macht deutlich, dass man aufgrund des Messprinzips sofort horizontale Entfernungen erhält. Es sind folglich keine weiteren Reduktionen zu berücksichtigen. Diese Eigenschaft wird von manchen Autoren als Grundlage für die Einordnung der Tachymeter herangezogen. Daher wird das Tachymeter nach *Sanguet* auch den selbstreduzierenden oder selbstrechnenden Tachymetern zugeordnet ([1]). Folgt man dieser Einteilung, dann ist das genannte Tachymeter in einem Atemzug mit dem bei uns geläufigeren Schiebetachymeter nach *Wagner-Fennel* zu nennen.

In der Praxis wurde nun so verfahren, dass nicht nur ein Lattenabschnitt bestimmt wurde, sondern es wurden zur Steigerung der Genauigkeit, zumindest bei der Bestimmung von Tachymeterstandpunkten, insgesamt vier Ablesungen durchgeführt. Abbildung 3 stellt diesen Sachverhalt anschaulich dar, wobei der Einfachheit halber nur der Teil rechts der Drehachse O dargestellt wird.

An einem kleinen Rechenbeispiel soll kurz erläutert werden, wie das Gerät im Feldeinsatz verwendet wurde. Dabei wird die nachstehende abkürzende Schreibweise verwendet, die sich direkt

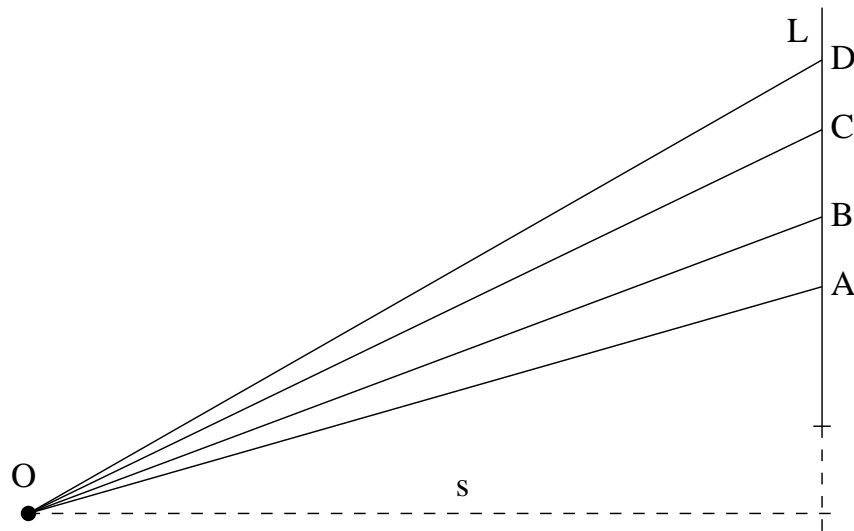


Abb. 3: Die Messung im Feld

auf Abbildung 3 bezieht bzw. sich daraus ableiten lässt: $\overline{AB} = l_1$, $\overline{AC} = l_2$ und $\overline{AD} = l_3$. Die genannten Größen leiten sich aus den Beobachtungen ab und brauchen daher nicht näher erläutert zu werden.

Es gilt:

$$l_1 = s \cdot b_1 \quad \text{sowie} \quad l_2 = s \cdot b_2 \quad \text{und} \quad l_3 = s \cdot b_3,$$

wobei b_i der Quotient aus $b_i = d/a_i$ ist und somit das Verhältnis aus der Basis d und dem Verschiebungsbetrag a_i an T darstellt. Addiert man die obigen drei Gleichungen und löst sie nach der Strecke s auf, dann ergibt sich

$$l_1 + l_2 + l_3 = s \cdot (b_1 + b_2 + b_3) \quad \text{oder} \quad s = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{b_1 + b_2 + b_3} .$$

Wählt man jetzt die einzelnen b_i wie folgt: $b_1 = 0.010$, $b_2 = 0.018$ und $b_3 = 0.022$, dann ergibt sich

$$s = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{0.05} \quad \text{bzw.} \quad s = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{5} \cdot 100 . \quad (3)$$

Wie man an obiger Gleichung erkennen kann, lässt sich durch die geeignete Wahl der Parameter b_i der Aufwand zur Ermittlung der Strecke s erheblich verringern. Durch das Anbringen geeigneter Stifte/Markierungen an der Skala T kann dies gerätetechnisch realisiert werden. Das Fernrohr rastet dann an der jeweiligen Sollposition ein und der Beobachter braucht nur noch die Ablesung durchzuführen.

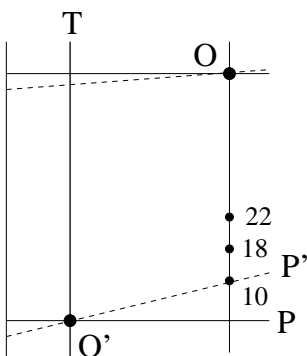


Abb. 4: Die Fernrohrneigung

Aus ergonomischen Gründen wurden diese Stifte allerdings nicht an T , sondern an einer Skala unterhalb der Kippachse angebracht (siehe Abbildung 4). Die Verschiebung des Hebels P aus der Nullstellung zum Stift 10 hat eine Kippung des Fernrohrs entlang der Tangente T zur Folge. Die Kippung entspricht dem Verhältnis $b_1 = d/a_1 = 100$.

Diese technische Realisierung hat den Vorteil, dass der Beobachter seine Position nicht verändern muss. D.h. er kann durch das Fernrohr die erste Ablesung vornehmen, daraufhin den Hebel zum Stift 10 verschieben (der Hebel rastet ein) und

danach, ohne sein Auge vom Fernrohr weg zu bewegen, die zweite Ablesung vornehmen. Der Beobachter braucht dabei nicht neu zu fokussieren, da sich die Entfernung zum Ziel nur unwesentlich ändert. Aus der Differenz der beiden Ablesungen wird l_1 berechnet.

Die Abstände a_i – also die Verschiebungsbeträge entlang der Tangente T (siehe Abb. 2) – können dabei nicht beliebig gewählt werden. Sind sie zu groß, so wird dadurch automatisch der Messbereich eingeschränkt, d. h. die zu messende Strecke s darf dann einen bestimmten Wert nicht übersteigen. Um allerdings den Rechenaufwand möglichst gering zu halten, sollten die Zahlenwerte wiederum so beschaffen sein, dass das Ergebnis der Messung (zumindest näherungsweise) auch durch Kopfrechnung ermittelt werden kann. Die in obiger Formel (siehe Gleichungen 3) verwendeten Zahlen erfüllen diese Bedingungen. Es sind im Übrigen genau diejenigen Zahlenverhältnisse d/a_i , die bei den *Sanguet*-Tachymetern verwendet wurden.

3 Das Gerät im praktischen Einsatz

Wie in der Einleitung schon angedeutet, hat *Petzold* bereits 1896 (siehe [8]) einen Feldversuch mit dem *Sanguet'schen* Tachymeter durchgeführt. Er hat dabei eine Teststrecke von 200 m in 50 m Abstände unterteilt und jeweils die Entfernungen 50, 100, 150 und 200 m mit dem Tachymeter gemessen. Dabei hat er die beiden kürzesten Abstände, also die Entfernungen 50 sowie 100 m, auf zwei verschiedene Arten bestimmt. Einmal durch die Messung von nur einem Lattenabschnitt l_1 und zum Zweiten auf der Basis von insgesamt vier Ablesungen. D. h. es wurden pro Standpunkt drei Lattenabschnitte $l_1 - l_3$ ermittelt.

In Tabelle 1 sind die von *Petzold* ermittelten Strecken aufgelistet. Es sind dabei nur diejenigen Beobachtungen aufgeführt, die mit lediglich einem Lattenabschnitt berechnet wurden. Bei dieser Untersuchung fällt auf, dass der Fehler bzw. die Differenz von *Soll* und *Ist* zum einen immer das gleiche Vorzeichen hat und zum anderen mit zunehmendem Abstand nahezu proportional mit der Entfernung anwächst.

50 m	100 m	150 m	200 m	<i>Soll</i>
49,80	99,69	149,48	199,38	<i>Ist</i>
+0,20	+0,31	+0,52	+0,62	<i>Soll - Ist</i>
± 7,9	± 16,4	± 27,1	± 31,8	mittl. Fehler [cm]

Tab. 1: Die von *Petzold* ermittelten Ergebnisse

Sieht man sich die obige Messreihe an, dann stellt man fest, dass die Sollstrecke konsequent länger ist, als die durch die Beobachtungen berechnete. Es liegt also nahe, eine Systematik zu vermuten. Zu diesem Ergebnis kommt auch *Petzold*, der allerdings seinen Messgehilfen für die unbefriedigenden Ergebnisse verantwortlich macht. Wörtlich schreibt er über seinen Messgehilfen:

... zu besonders genauer Arbeit nicht geeignet.

Petzold vermutet, dass die Latte während der Beobachtung nicht genau genug lotrecht gehalten wurde.

In dem oben zitierten Beitrag sind noch zwei weitere Ursachen für das Auftreten des sogenannten *constanten Fehlers* aufgezählt. Dies ist zum einen der Teilungsfehler der Latte und zum

anderen die Temperatur. Beides wird allerdings eher allgemein erwähnt und nicht in direkten Zusammenhang mit der Systematik gebracht.

Obwohl die Erklärungen von *Petzold* an der einen oder anderen Stelle unbefriedigend sind, soll sein Beitrag an dieser Stelle nicht überinterpretiert werden, zumal es sich nicht um eine Geräteuntersuchung im eigentlichen Sinne handelt. Aber gerade die Tatsache, dass es sich bei diesem Artikel um die einzige praktische Auseinandersetzung mit dem *Sanguet*-Tachymeter handelt macht deutlich, wie gering das Interesse in Deutschland an dieser Geräteentwicklung war.



Abb. 5: Das Tangententachymeter von *Secretan* (Paris)

Da das Geodätische Institut der Universität Karlsruhe im Besitz eines Tachymeters nach *Sanguet* ist (siehe Abbildung 5), wurde der oben erwähnte Test zum Vorbild genommen, um ebenfalls einige Messungen durchzuführen. Das angesprochene Tachymeter ist allerdings wesentlich neuerer Bauart. *Otto v. Gruber* bezeichnet es daher als Tachymeter nach *Sanguet-Secretan*, wobei *Secretan* der Hersteller des Geräts ist. Der Zusatz in der Bezeichnung ist sinnvoll, da an diesem Instrument einige gerätetechnische Änderungen durchgeführt wurden.

An dieser Stelle muss allerdings darauf aufmerksam gemacht werden, dass die nachstehenden Messungen unter Laborbedingungen durchgeführt wurden, d. h. die Temperatur war konstant und die Refraktionseinflüsse minimal. Es handelte sich somit nicht um einen Feldversuch wie bei *Petzold*.

Die Bedienung des Gerätes ist auffallend einfach. Nachdem man die sehr übersichtliche Bedienungsanleitung durchgelesen hat, kann man im Grunde sofort mit der Messung beginnen. Es sind keine weiteren Spezialkenntnisse notwendig.

Eine erste Versuchsmessung über eine sehr kurze Entfernung erbrachte das in Tabelle 2 wiedergegebene Ergebnis. Die Auswertung der Beobachtungen ergibt

$$s = \frac{0,079 + 0,142 + 0,175}{5} \cdot 100 = 7,92 \quad .$$

Hebelstellung	Index	Messwert c_i [m]	$l_i = c_i - c_0$ [m]
Null	0	4,640	0,000
10	1	4,719	0,079
18	2	4,782	0,142
22	3	4,815	0,175

Tab. 2: Eine Kurzstreckemessung

Zu diesem Wert muss laut Gerätebeschreibung noch die Additionskonstante $k = 0,1$ m hinzugefügt werden, da der Bodenpunkt und das Drehzentrum O nicht identisch sind. Man erhält folglich $s = 8,02$ m. Die Sollstrecke r betrug $r = 8,04$ m. Die beiden Werte stimmen somit hervorragend überein.

Der gleiche Versuch wurde noch mit zwei weiteren Strecken durchgeführt. Beide Streckenmessungen wurden unabhängig von zwei Beobachtern absolviert. Die Bedingungen waren aber ansonsten die gleichen wie bei der Kurzstreckenmessung.

Hebelstellung	Index	Messwert c_i [m]	$l_i = c_i - c_0$ [m]	Messwert c_i [m]	$l_i = c_i - c_0$ [m]
Null	0	0,800	0,000	0,700	0,000
10	1	1,079	0,279	0,980	0,280
18	2	1,303	0,503	1,203	0,503
22	3	1,415	0,615	1,315	0,615

$s = 28,04$ $s = 28,06$
Beobachter I Beobachter II

Tab. 3: Eine weitere Streckenmessung unter (Quasi-)Laborbedingungen

Die Sollstrecke r für die Beobachtungen aus Tabelle 3 betrug $r = 28,06$. Die Auswertung der Messungen von Beobachter I ergaben eine Strecke s_1 von $s_1 = 28,04$, die von Beobachter II eine Strecke s_2 von $s_2 = 28,06$. Wiederum stimmt das Messergebnis hervorragend mit dem Sollwert überein. Eine dritte unabhängige Streckenbeobachtung ergab die in Tabelle 4 wiedergegebenen Resultate.

Hebelstellung	Index	Messwert c_i [m]	$l_i = c_i - c_0$ [m]	c_i [m]	$l_i = c_i - c_0$ [m]
Null	0	0,300	0,000	0,400	0,000
10	1	0,859	0,559	0,961	0,561
18	2	1,311	1,011	1,413	1,013
22	3	1,535	1,235	1,637	1,237

$s = 56,20$ $s = 56,32$
Beobachter I Beobachter II

Tab. 4: Die Ergebnisse der dritten Streckenbeobachtung

Die Messung selbst geht relativ zügig vonstatten. Die einzelnen Schritte gestalten sich dabei wie folgt: Zunächst wird der Hebel zur Veränderung der Fernrohrneigung, der sich unterhalb der Kippachse befindet und daher sehr einfach bedient werden kann, in die Ausgangsstellung gebracht. Danach wird durch Drehung einer Schraube, die sich an der Tangente T befindet,

die Neigung des Fernrohrs so verändert, dass am Ziel ein möglichst runder Wert c_0 abgelesen werden kann. Im Beispiel in Tabelle 3 ist dies 0,800 (in der zweiten Zeile die zweite Spalte). Danach wird das Fernrohr gekippt, indem der Hebel um eine Einheit verschoben wird. Er rastet dann am zweiten Stift ein. Die Stifte sind in Abbildung 5 unterhalb der Kippachse deutlich zu erkennen. Der Hebel befindet sich auf diesem Bild noch in der Nullstellung.

Die Veränderung der Hebelstellung hat eine Veränderung der Neigung des Fernrohrs im Verhältnis $a_1/d = 0.01$ zur Folge. Am Ziel wird der entsprechende Wert c_1 an der Latte abgelesen. Aus der Differenz von $c_1 - c_0 = l_1$ ergibt sich der erste Lattenabschnitt l_1 . Die Strecke kann jetzt nach Formel (1) bzw. (2) zu $s_1 = 100 \cdot l_1$ berechnet werden. Am Ergebnis ist noch die Additionskonstante k anzubringen, die bei dem Tachymeter *Sanguet-Secretan*, wie oben schon erwähnt, werksseitig zu $k = 0.1$ m angegeben wird. Angewendet auf das zuvor schon dargestellte Beispiel aus Tabelle 3 wäre s dann $s_1 = 100 \cdot 0,279 + 0.1 = 28,00$ m.

Im Rahmen einer Geländeaufnahme wird man für reine Aufnahmepunkte lediglich eine Messung durchführen und ist damit nach den bislang getätigten Beobachtungen mit der Messung am betrachteten Punkt fertig. Aus der Multiplikationskonstante von $d/a_1 = 100$ ergibt sich bei einer Lattenlänge von 4 m eine maximale Reichweite von etwa 400 m. Größere Strecken müssen durch die manuelle Veränderung der Fernrohrneigung und anschließender Ablesung des Tangentenabschnitts an T gemessen werden. Dazu ist an T eine Skala angebracht, die mit Hilfe eines Nonius abgelesen werden kann. Nach Angaben der Firma *Secretan* können mit dem Gerät Entfernungen bis zu 800 m gemessen werden.

Um die Entfernungen zwischen Tachymeterstandpunkten zu messen, wird man etwas mehr Aufwand betreiben, d. h. man wird eine Genauigkeitssteigerung anstreben. Durch eine weitere Veränderung der Hebelstellung in Richtung des dritten Stifts um den Betrag $a_2/d = 0,018$ kann man eine weitere Beobachtung zur Ermittlung von s durchführen. Durch Ablesung des nun veränderten Wertes c_2 an der Latte erhält man mit

$$s_2 = \frac{d}{a_2} \cdot (c_2 - c_0) + k = \frac{l_2}{0,018} + 0,1$$

einen neuen Wert für die gesuchte Strecke s . Wiederum angewendet auf das Beispiel aus Tabelle 3 ergibt sich damit $s_2 = 0,503/0,018 + 0,1 = 28,04$ m. Diese Vorgehensweise kann auf Entfernungen bis maximal 220 m angewendet werden, sofern man eine Latte von 4 m Länge einsetzt.

Für noch kürzere Streckenmessungen kann das Fernrohr nochmals um das Verhältnis $a_3/d = 0,022$ gekippt werden. Durch erneute Ablesung an der Latte erhält man somit die vierte Beobachtung und durch die Differenzbildung den dritten Wert l_3 für die gesuchte Strecke s . Wegen der größeren Fernrohrneigung kann diese Messung nur bis zu Entfernungen von ungefähr 170 m durchgeführt werden.

Durch Mittelbildung erhält man aus den drei Differenzen l_1 bis l_3 die gesuchte Strecke s . Im Beispiel aus Tabelle 3 ergibt sich damit $s = 28,04$ m für den Beobachter I.

Vergleicht man die beiden Ergebnisse der Tabellen 3 und 4 mit dem jeweiligen Sollwert $r_1 = 28,06$ und $r_2 = 56,33$, dann stellt man wie schon bei der Kurzstrecke aus Tabelle 1 eine erstaunliche Übereinstimmung fest. Dies beweist, dass auch der ungeübte Beobachter durchaus brauchbare Ergebnisse erzielen kann. Es unterstreicht ferner die einfache Bedienbarkeit des Instruments.

4 Zusammenfassung

Der Beitrag versucht einen kurzen Überblick über den Aufbau und die Funktionsweise des Tangententachymeters nach *Sanguet* zu geben, wie es bis Mitte des vorigen Jahrhunderts beispielsweise in Frankreich eingesetzt wurde. Durch eigene Messungen wurde die Handhabbarkeit und die Genauigkeit stichprobenartig überprüft. Es zeigte sich dabei, dass das Gerät erstaunlich einfach zu bedienen ist und dass die Genauigkeit doch beachtlich zu sein scheint, ohne dass hier der Anspruch erhoben wird, dies durch systematische Untersuchungen nachgewiesen zu haben.

Diese Form der Streckenmessung erfordert zwei Fernrohrstellungen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist das ein entscheidender Nachteil. Am Ende dieses Beitrags sei deshalb nochmals *Otto von Gruber* zitiert, der dies in [2] deutlich auf den Punkt bringt. Er schreibt:

... zahlreiche solche Tangententachymeter hauptsächlich in Frankreich im Gebrauch. Sie sind durch Instrumente, die nur eine Fernrohrstellung, sogar nur eine Zielung, erfordern, noch nicht ganz verdrängt worden.

Wenn auch im Wortlaut etwas anders, so kommt doch *Kneissl* in [6] unter expliziter Erwähnung der Diagrammtachymeter zum inhaltlich gleichen Ergebnis. Beide Zitate machen deutlich, warum dieses Messprinzip ab Mitte des vorigen Jahrhunderts nicht mehr konkurrenzfähig war.

Dank

Die beiden Autoren möchten es in diesem Zusammenhang nicht versäumen, sich bei Herrn Dr.-Ing. Udo Maier sowie Herrn Dr.-Ing. Wolfgang Zick für die direkte bzw. indirekte Unterstützung zu bedanken.

Literatur

- [1] DEUMLICH, F. und M. SEYFERT: *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*. Berlin – Verlag Technik, 2 Aufl., 1957.
- [2] GRUBER, O. v.: *Optische Streckenmessung und Polygonierung*. Herbert Wichmann Verlag, Berlin, 2 Aufl., 1955.
- [3] JORDAN, W.: *Handbuch der Vermessungskunde*, Bd. 2. Stuttgart : Metzler, 5 Aufl., 1897.
- [4] JORDAN, W.: *Handbuch der Vermessungskunde*, Bd. 2. Stuttgart : Metzler, 8 Aufl., 1914.
- [5] KNEISSL, M.: *Jordan – Eggert – Kneissl, Handbuch der Vermessungskunde*, Bd. 2. Stuttgart : Metzler, 9 Aufl., 1956.
- [6] KNEISSL, M.: *Jordan – Eggert – Kneissl, Handbuch der Vermessungskunde, Höhenmessung – Tachymetrie*, Bd. 3. Stuttgart : Metzler, 10 Aufl., 1956.
- [7] PETZOLD, M.: *Der Sanguet'sche Tachymeter*. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1896.
- [8] PETZOLD, M.: *Einige Versuche mit dem Sanguet'schen Tachymeter*. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1896.

Anschrift der Autoren:

Dr.-Ing. Norbert Rösch
Englerstraße 7
76128 Karlsruhe
E-Mail: roesch@gik.uka.de

Dipl.-Ing. Ursula Heckmann
Weinbrennerstraße 48
76135 Karlsruhe
E-Mail: ursulaheckmann@web.de