

Paper-ID: VGI_190704



Skizze zur Geschichte der Tachymetrie

Hans Löschner

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 5 (1–2, 3–4, 5–6), S. 12–16,
46–49, 61–66

1907

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Loeschner_VGI_190704,  
Title = {Skizze zur Geschichte der Tachymetrie},  
Author = {L{"o}schner, Hans},  
Journal = {"Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen"},  
Pages = {12--16, 46--49, 61--66},  
Number = {1--2, 3--4, 5--6},  
Year = {1907},  
Volume = {5}  
}
```



Est is dann

$$OP = \sqrt{x^2 + y^2},$$

$$\sin \varphi = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

$$\cos \varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

also:

$$\frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi = \sin 2\varphi = \frac{xy}{\sqrt{x^2 + y^2}};$$

da aber in Skala S_1 :

$$OP = m \sqrt{CL} \text{ ist,}$$

so ergibt sich:

$$CL = \frac{OP^2}{m^2} = \frac{x^2 + y^2}{m^2}.$$

Setzt man diese Werte in $H = \frac{Cl}{2} \sin 2\varphi$ ein,

so erhält man

$$H = \frac{xy}{m^2} \dots \dots \dots 4)$$

d. h. für konstantes H liegen die Punkte P auf der gleichseitigen Hyperbel:

$$xy = m^2 H. \dots \dots \dots 5)$$

Setzt man in diese Gleichung für H aufeinanderfolgende, passende Werte, konstruiert die entsprechenden Hyperbeln und schreibt den entsprechenden Wert von H zu jeder dieser Kurven hinzu, so erhält man ein Graphikon, welches recht vorteilhaft zur Bestimmung von H und auch D benützt werden kann:

Man hat nur die Skala S_1 auf den richtigen Winkel φ einzustellen (was auch vom Instrumente selbst geleistet werden kann) und die Zahl CL auf S_1 aufzusuchen; die vertikal darunter stehende Zahl von S_2 gibt schon das gesuchte D, die Zahl des durch CL gehenden Hyperbel die gesuchte Höhe H.

Schlußwort. Auf Grund des Angegebenen lassen sich graphische Tafeln zur Bestimmung von D und H konstruieren; man kann aber auch, fußend auf denselben Gedanken, Instrumente bauen, welche dasselbe leisten. Diese Graphikons, namentlich aber derartige neue Instrumente dürften den bisherigen gegenüber größere Einfachheit besitzen.

Die Ausführung der dazu verwendbaren Quadratwurzelskalen bietet, wie eine nähere Untersuchung lehrt, keine Schwierigkeiten; wie aus Nr. 2 b folgt, kann die Interpolation einer derartigen Skala mit gewünschter Genauigkeit bewerkstelligt werden.

Skizze zur Geschichte der Tachymetrie.

Zu einem Vortrage zusammengestellt von Statthalterei-Ingenieur Dr. Hans Löschner.

Tachymetrie oder (nach dem Französischen und Englischen) Tacheometrie heißt Schnellmeßkunst.¹⁾ Dieser Name deutet auf eine Aufnahmemethode, welche

¹⁾ ταχύς schnell; μέτρον Maß.

schneller zum Ziele führt, als die vor ihrer Erfindung gebräuchlich gewesenen Aufnahmeverfahren. Während bei den letzteren die Grundriß- und Höhenaufnahme (planimetrische und altimetrische Aufnahme) getrennt vorgenommen werden mußten, wird bei der Tachymetrie jeder aufzunehmende Punkt in horizontaler und vertikaler Richtung von einem einzigen Standpunkte aus mit ein und demselben Instrumente festgelegt.

Die verwendeten Instrumente heißen im allgemeinen Tachymeter. Dieselben sind sehr verschiedener Art und von einander unterschieden einerseits nach der Methode der Distanz- und Höhenmessung, andererseits nach der Bestimmung der Horizontalrichtungen mit Theodolit, Bussole oder Meßtisch. Dementsprechend gibt es auch Spezialbenennungen.

Die älteste Form des Tachymeters kennzeichnet sich als ein Theodolit mit Höhenkreis und festen Distanzläden im Fernrohr. Es erscheint hiernach die Geschichte der Tachymetrie mit der Geschichte des distanzmessenden Fernrohres enge verknüpft.

Nachdem William Gascoigne schon etwa 1640 vollständige Fadenmikrometer in seine Fernrohre eingezogen und zur Messung kleiner Winkel am Himmel verwendet hatte, dürfte der Italiener Geminiano Montanari zum erstenmale (um 1674) jene Methode zur Messung von Entfernungen angewendet haben, bei welcher der bei einem konstanten Latteabschnitt entstehende mikrometrische Winkel (mittels des Fadenmikrometers) bestimmt wird.¹⁾

Die Fernrohre des Montanari hatten in der Bildebene eine Reihe parallel ausgespannter Haare in genau gleichen Abständen, d. i. eine Meßvorrichtung, sogenannte Meßleiter oder Mikrometer. Die verwendete Distanzlatte hatte zwei Zieltafeln von bekanntem Abstand d . Zählte man im Fernrohr die Anzahl n der Mikrometerteile p ab, welche dem bekannten Abstand d der beiden Zieltafeln entsprachen, so war die Entfernung D der Ziellatte vom Fernrohrobjektiv:

$$D = d \cdot \frac{e}{n \cdot p}$$

worin e den jedesmal genau zu messenden Abstand des optischen Mittelpunktes des Objektes von den in der Bildebene des Fernrohres ausgespannten Parallelfäden bedeutet. — Die Montanari'sche Einrichtung des Fernrohres wurde im Jahre 1748 von Tobias Mayer verbessert, indem die «Meßleiter» auf Glas mit feinen Tuschnlinien verzeichnet wurde. (Montanari, *La livella diottrica*, Venezia 1680). Später (etwa 1780) hat Kästner Versuche mit einem Schraubenmikrometer angestellt.²⁾ Dagegen erscheint als Erfinder des Fernrohrdistanzmessers mit festen Fäden, soweit bisher bekannt ist, der berühmte Dampfmaschinenbauer James Watt. Derselbe hat ein solches Instrument nach seinem eigenen Berichte im Jahre 1770 oder 1771 herstellen lassen und für einige Aufnahmen in den Jahren 1772 und 1773 verwendet. Die Latte besaß nahe dem Boden eine feste, weiße Scheibe, mit rotem Horizontal-

¹⁾ E. Hammer in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892, S. 159; M. Schmidt in Zeitschr. f. Vermessungsw. 1893, S. 271, vergl. auch A. Tichy in Zeitschr. des österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1896, S. 415 und F. Croy, Lehrbuch der niederen Geodäsie, Leipzig, 1902, S. 677.

²⁾ K. Reinbertz in Luogers Lexikon, Bd. III., S. 336 u. 342.

strich und darüber eine verschiebbare, sonst gleichartige Scheibe. Die zu bestimmende Entfernung wurde an der Lattenteilung abgelesen. Watt fand, daß die Entfernung auf weniger als $\frac{1}{100}$ ihres Betrages genau erhalten werden konnte. Für größere Distanzen verwendete er bereits das, neuerdings in Vorschlag gekommene Prinzip der Horizontallatte, indem er ein Meßband horizontal ausspannen ließ und sein Teleskop um dessen Axe derart drehte, daß die vorher vertikalen Fäden horizontal zu liegen kamen.

Bald nach den Probemessungen Watts, der seinen Distanzmesser auch vielen Bekannten zeigte, veröffentlichte der Optiker William Green in London eine ganz gleichartige Distanzmeß-Methode in der Schrift: «Description and Use of an Improved Reflecting and Refracting Telescope and Scales for Surveying, London, 1778». Die ersten Green'schen Instrumente hatten (wie das spätere Romerscheid'sche Diastimeter, 1818) nur eine Visier-Röhre mit zwei Horizontalfäden.¹⁾ Die etwas über 4 m lange Latte, welche senkrecht zur Ziellinie des Fernrohres aufgestellt wurde, hatte zwei verschiebbare Zielmarken, welche auf die Fäden einzuweisen waren. Die Ablesung des Lattenabschnittes besorgte der Lattenträger.

Green, welcher übrigens andeutet, daß er auf den Rat von Fachleuten hin zu seiner Konstruktion gekommen sei, erhielt für die Erfindung des Distanzmessers mit konstantem Fadenabstand und veränderlichem Lattenabschnitt trotz Einsprache Watts von der Society of Arts, 1778, einen Preis.²⁾

Erwähnenswert ist noch die Bemerkung Green's, daß seine Methode der Distanzmessung auch bei Höhenmessungen verwendet werden könne, indem man Entfernung des Zielpunktes und Neigungswinkel der Visur unter einem mißt.³⁾

Um das Jahr 1810, zurzeit der Katastral-Vermessung in Bayern, trat dann Georg von Reichenbach in München mit seinem Fadendistanzmesser mit Latte zum Selbstablesen hervor. Die Latte, deren Teilungsnullmarke am oberen Ende war, hesaß ein kleines Diopter, um sie genügend genau senkrecht zur Achse des Fernrohres neigen zu können.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß Reichenbach der Distanzmesser Green's bekannt war, da er sich im letzten Jahrzehnte des achtzehnten Jahrhunderts einige Jahre in England aufgehalten hatte.⁴⁾

Übrigens finden sich Kippregeln mit Distanzfäden auf Glas schon in dem in Baldinger's «Neuem Magazin für Ärzte» 1795, S. 9, abgedruckten Preisverzeichnisse der Firma Breithaupt angezeigt.⁵⁾

¹⁾ Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1889, S. 426.

²⁾ Hammer in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1897, S. 278, 279; Reinhertz, Handb. der Vermessungskunde, II., 1904, S. 673.

³⁾ Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 297 und in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892, S. 157.

⁴⁾ Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1889, S. 426 und in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892, S. 155, 158; Tichy in Zeitschr. des österr. Ingen.- u. Arch.-Vereines 1896, S. 415; vergl. auch Steppes in Zeitschr. des hannov. Ingen.- u. Arch.-Vereines 1884, S. 456.

⁵⁾ Zur Herstellung des Fadenkreuzes im Fernrohr wurden zuerst (um 1640 von William Gascolgne in England) Haare oder Faserstoff-(Cocon-)Fäden verwendet, später (seit Malvasia 1662) na-

Mit dem zweiten Jahrzehnte des neunzehnten Jahrhunderts kamen Kippregeln mit Reichenbach'schem Distanzmesser bei Meßtischarbeiten in Deutschland ziemlich allgemein in Verwendung, zunächst in Bayern und Württemberg. Eine Bekanntmachung des königlich-württembergischen Ministeriums des Innern vom 18. Jänner 1827 schreibt die Kenntnis des Distanzmessers für einen Teil der Geometer vor; es wird vermutet, daß ihn insbesondere die Revisionsgeometer verwendet haben.¹⁾

Hiernach war in Deutschland schon eine Verbindung von Fernrohrdistanzmessung mit Horizontalwinkelmessung auf dem Meßtische geübt worden, als es in den zwanziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts zur Erfindung einiger Instrumente seitens des piemontesischen Genie-Majors, des nachmaligen Mailänder Professors, Porro kam, welche später die Namen: «Tacheometer», «Theodolit domestrique», «Clepsycel» oder «Cleps» erhielten. Prof. Schmidt erwähnt, daß Porro seinen mit Distanzmeß-Einrichtung versehenen Theodolit seit 1839 als «Tacheometer» bezeichnet habe und daß somit die Einführung des Namens «Tachymetrie» in diesem Jahre erfolgt sei.²⁾

Wie Prof. Tinter hervorhebt, handelte es sich keineswegs um eine neue Aufnahmemethode, indem die als Tachymetrie bezeichnete Aufnahmemethode im Prinzip mit der lange vorher bekannt gewesenen Polarmethode identisch ist.³⁾ Man strebte vielmehr nur die Schaffung eines geeigneten Instrumentes und die zweckmäßigste Durchführung dieser Polarmethode an.

Die erste Nachricht von einem Porro'schen Instrumente (mit Bussole, exzentrischem Distanzmesser und Höhenkreisquadranten) scheint durch «C. v. K.» in Förster's Allg. Bauzeitung im Jahre 1838 (S. 30) nach Österreich gelangt zu sein.

Wir entnehmen dort folgendes:

«Beschreibung eines neu erfundenen Instrumentes zu geometrischen Aufnahmen.

Nach beinahe vollständiger Beendigung der großartigen Befestigungen Genuas und der ausgedehnten . . . Umgegend, haben Seine Majestät der König von Sardunien genehmiget, die detaillierte Aufnahme dieses ganzen Flächenraumes mit einem newartigen, von dem Ingenieur-Major Porro ersonnenen Instrumente zu bewirken, mittelst welchem man im Stande ist, durch einmalige Visierung irgend eines Punktes, sowohl seine Entfernung von dem Instrumente, als auch den Winkel mit irgend einem anderen Punkte, sowie die Höhe über oder unter dem Instrumente zu erhalten.

Da es einleuchtend ist, daß, im Vergleiche mit dem üblichen Verfahren der Aufnahme und des Nivellierens, wo jeder Punkt gewöhnlich dreimal zu visieren ist, die geometrische Feldarbeit sehr verkürzt werden müsse, . . . so erachtet man es dem all-

mentlich Silberblenden. Tobias Mayer in Göttingen hat um 1748 Mikrometer mit Feder und Tasche auf Glas gezeichnet; er sprach bereits die Idee aus, die Mikrometereihen mittelst eines Diamanten oder Feuersteines auf Glas einzuschneiden. Um 1760 begegnet man diesen Glas- (und Gläser-) Plättchen mit eingeschrittenen «Fäden» und erst 1775 schlug Fontana die Verwendung von Spinnblenden vor. Siehe Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1896, S. 513—517 und Schmidt in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1880, S. 53 und 1898, S. 271.

¹⁾ Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 194.

²⁾ M. Schmidt in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1893, S. 276

³⁾ Vergl. W. Tinter in der Zeitschr. des österr. Ingen.- u. Arch.-Vereines 1873, V., S. 43 u. 1876, S. 88; dann F. Croy's Lehrbuch der nied. Geodäsie 1903, S. 676 und Ch. A. Vogler in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1886, S. 483.

gemeinen Interesse nicht unwert, eine beiläufige Beschreibung dieses Instrumentes folgen zu lassen, in der Hoffnung, daß sie wohl nächstens von dem Herrn Erfinder selbst und mit allem Detail bewirkt werden möge.»

Betreffend die Genauigkeit der Distanzmessung wird gesagt, daß bei Entfernungen von etwa 1400 Meter ein Fehler von höchstens 5 Zentimeter erhalten werde.

Porros Instrumente fanden aber wegen ihrer nichts weniger als einfachen Konstruktionen und wegen des Umstandes, daß die Rektifikation nicht vollends in die Hand des Ingenieurs gegeben war, keine Verbreitung.

Nur ein Bestandteil dieser Instrumente, das anallaktische Fernrohr¹⁾, welches die Formel der Distanzmessung zu vereinfachen gestattet, ging auf spätere Instrumente über.²⁾ Die Bussole, welche den Porroschen Instrumenten beigegeben war, findet sich auch bei vielen späteren Tachymetern vor, ohne aber etwa eine Bedingung für die Kennzeichnung eines Instrumentes als Tachymeter zu bilden.³⁾

Bemerkt sei, daß Porro bei seinem Olometer den Abstand der Linsen des anallaktischen Objektivs sich mechanisch mit dem Höhenwinkel der Visur in bestimmter Art verändern ließ, sodaß die auf den Horizont reduzierte Distanz bei beliebigem Neigungswinkel der Visur unmittelbar auf der Latte abgelesen werden konnte. Man kann hierin den Grundgedanken jener späteren Instrumente erblicken, bei welchen die Berechnung der tachymetrischen Elemente durch das Instrument selbst geschieht.⁴⁾

(Fortsetzung folgt.)

Zur Geschichte des Theodolits.

Zur Ergänzung der diesbezüglichen Angaben bei Wolf, Jordan u. a. möge nachstehende Bemerkung dienen: In der englischen Übersetzung des Werkes von Gregory («*Exercitatio geometrica de dimensione figurarum*»?)^{4°}, 1684 Edinburg), welche von Mac Laurin besorgt wurde, und zwar in der II. (im Jahre 1751 erschienenen) Auflage, findet sich ein den heutigen vollkommen gleiches Instrument auf der Tafel IV abgebildet.

In den von Mac Laurin hinzugefügten Zusätzen, S. 56, wird gesagt:

«Because in the place of the Graphometer described by our Autor (Gregory) Surveyors now make use of the Theodolite, we schall subjoin a description of Mr. Sisson's latest improved Theodolite from Mr. Gardner's practical Surveying improved . . .» hier folgt die Beschreibung des Instrumentes.

¹⁾ ἀνάλακτος . . . unveränderlich. Siehe Schmidt's griechisch-deutsches Wörterbuch, Leipzig 1847, S. 52; vergl. auch Prof. Usener in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1893, S. 400. — Anallaktisches Fernrohr: ein Fernrohr, bei welchem durch entsprechende Linsenkombination der anallaktische Punkt (d. h. jener Punkt, von welchem aus die zu bestimmenden Distanzen den Lattenabschnitten proportional sind) in die Kippachse des Fernrohres verlegt ist.

²⁾ Erfindung des anallaktischen Fernrohres: 1823; vergl. Tinter in Zeitschr. des österr. Ing.-u. Arch.-Verelnes 1873, S. 46 und in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1882, S. 166; Zeitschr. f. Bauwesen, Berlin 1873, S. 154.

³⁾ Vergl. hiezu C. Werner's Tacheometrie, Wien 1873, S. IV und 25—31; A. Schell, Tachymetrie, Wien 1880, S. 4, 7 und 13; E. Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 194 u. 201; C. Reinhardt in Jordan's Handb. der Vermessungskunde, II., 1904, S. 695.

⁴⁾ Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 194.

Zur Aufklärung bezüglich der auffallenden Abweichung der Konstanten C von 100 möge bemerkt werden, daß infolge eines Fadenrisses ein provisorischer Faden aufgezogen wurde, der mit Hilfe der Justierschrauben in die richtige Stellung zur Herstellung der Konstanten 100 gebracht werden sollte, ferner daß die angegebenen Lattenabschnitte einen Teil jener Beobachtungen ausmachen, die zur Untersuchung der Unabhängigkeit der Konstanten von der Entfernung ange stellt wurden.

Fl. Lederer.

Skizze zur Geschichte der Tachymetrie.

Zu einem Vortrage zusammengestellt von Statthalterei-Ingenieur **Dr. Hans Löschner.**

(Fortsetzung.)

Porro hat seine Instrumente und Methoden in der Schrift «*Traité de tachéométrie*», Turin 1847, beschrieben.¹⁾

Hier sei eingeschaltet, daß in Österreich im Jahre 1842 ein Nivellierinstrument der Firma Ertel & Sohn bekannt gemacht wurde, welches zwar der Hauptsache nach zum Nivellieren bestimmt, aber auch vollständig zur Vornahme von Distanz- und Winkelmessungen eingerichtet war; es konnten also Flächennivelllements in Verbindung mit Distanz- und Winkelmessung vorgenommen werden, d. h. Aufnahmen nach der Methode der Nivelliertachymetrie. Die von Ertel für diese Instrumente eingeführte Latte war auf einer Seite zum Nivellieren, auf der anderen zum Distanzmessen eingerichtet.²⁾

Eine größere Aufmerksamkeit wurde der tachymetrischen Aufnahmemethode zugewendet, nachdem von den vierziger Jahren an Terrainaufnahmen als Vorarbeiten für Eisenbahnbauten möglichst rasch auszuführen waren und nachdem französische Ingenieure und Mechaniker den Instrumenten im Gegensatz zu Porro eine möglichst einfache, handliche und die Rektifikation seitens des Ingenieurs ermöglichende Form gegeben hatten. Der Mechaniker Richer in Paris war der erste, dessen Tachymeter allgemeine Verbreitung fand, während der Ingenieur J. Moinot in Paris, welcher das tachymetrische Meßverfahren gelegentlich der Trassestudien für die französischen Orleans-Bahnen um das Jahr 1855 in ausgedehntem Maße zur Anwendung gebracht hatte³⁾, in seiner Schrift «*Lever de plans à la stadia*», Perigueux 1865, für die Ausführung der tachymetrischen Aufnahmen rationelle Vorschriften aufstellte.⁴⁾ Richer's Tachymeter bestand aus einem Horizontal- und Höhenkreis, einem distanzmessenden Fernrohr und einer Bussole. Als Nachteile wurden insbesondere die geringe Lichtstärke der Bilder, die ungeschickte Lage der Nonien am Vertikalkreise, die unvorteilhaften Lupen und das übergroße Gewicht empfunden.

¹⁾ Vergl. Günther's Geophysik. 1., 1897, S. 304 und 325; Über Porro's Instrumente vergl. auch: Zivil-Ingenieur, Jahrg. 1867

²⁾ Förster's Allg. Bauzeitung, 1842, S. 181.

³⁾ Vergl. Allgemeine Bauzeitung 1876, S. 50 und Zeitschr. f. Vermessungsw., 1893, S. 276.

⁴⁾ Vergl. Werner, Tacheometrie, Wien 1873, S. 78.

In Österreich kam zuerst Mechaniker Kraft in Wien nach einigen kleinen Änderungen an seinem Bussolen-Instrumente mit diesem den verklangten Eigenschaften eines Tachymeters sehr nahe. Ein vollkommen zufriedenstellendes Tachymeter schuf aber erst Mechaniker G. Starke in Wien (um 1870), indem er die am französischen Tachymeter erkannten Übelstände behob. Sein Tachymeter unterschied sich von seinem früheren Universal-Nivellier-Instrumente¹⁾ nur durch die Anwendung eines Radendistanzmessers, welcher die Distanzen bezogen auf die Hauptaxe des Instrumentes gab, und durch die hinzugefügte Orientierungsbussole. Das Horizontalstellen des Instrumentes wurde durch Anbringung von Kreuzlibellen erleichtert.²⁾

Moinot stellte bereits den Satz auf, daß das wichtigste Geschäft beim Tachymetrieren die richtige Auswahl der aufzunehmenden Punkte, nicht aber die Durchführung der Ablesungen am Instrumente ist, und daß deshalb die Führung der Lattenträger und die Herstellung von Skizzen dem Leiter der Aufnahmsabteilung (*«géomètre extérieur»*) obliegt.

Die Forderung möglichst rascher Arbeit begründet wohl auch die mit der Tachymetrie sich einbürgernde Gepflogenheit der Ermittlung der Entfernungen bei lotrecht (also nicht mehr senkrecht zu jeder Visur) aufgestellter Latte, welche letztere zum Selbstablesen eingerichtet wurde (*stadia³⁾, mire parlant*). Porro's vertikal gehaltene Latte hatte dreieckigen Querschnitt und trug drei verschiedene, den wechselnden Entfernungen angepaßte Teilungen: für die geringsten Zielweiten war die Unterteilung bis auf Zentimeter durchgeführt, für die größten Zielweiten dagegen waren nur ganze Meter verzeichnet. Eine größere Verbreitung fanden die Latten Moinot's mit einer einzigen Teilung, wengleich die Unterteilung der Dezimeter in 5 Teile (also nach Doppelzentimetern) einen kleinen Übelstand bedeuten mußte.⁴⁾

¹⁾ Tinter in Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1869, S. 35 u. 151.

²⁾ Werner, Tacheometrie, Wien 1873, S. 15–19 u. S. 31; Tinter in Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1873, S. 43; Bauernfeind, Vermessungskunde, I., 1890, S. 495–500. Über Versuchsmessungen mit dem Tachymeter von G. Starke: auch Helmert in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1874, S. 325; vergl. ferner J. Stambach (Aarau) und Helmert in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1875, S. 163 bezw. 359.

³⁾ Bezüglich dieses Ausdruckes vergl. u. a. Werner's Tacheometrie S. 59. — Nach Prof. Hammer bezeichnen die Amerikaner (und einige romanische Nationen) jetzt als *Stadia* meist den ganzen tachymetrischen Meßapparat, Instrument mit distanzmessendem Fernrohr nebst Latte, und als *Stadia Measurement* unsere Tachymeter-Messung, während früher auch bei ihnen, wie noch jetzt in England, *Stadia* die Latte allein bedeutete (jetzt *rod* wie beim Nivellieren); in England heißt der Tachymetertheodolit meist *Tacheometer* (nur vereinzelt: *Tachymeter*); auch die Franzosen blieben meist bei *Tachéomètre*. Für das Instrument oder das distanzmessende Fernrohr allein wird nach Hammer meist einer der vielen griechischen oder lateinischen Namen gebraucht, z. B. *Telemeter* u. s. l. (Zeitschr. f. Instr. 1897, S. 88). — Ich bemerke hierzu, daß im großen *«Manual»* der Firma W. & L. E. Gurley in Troy (New-York) vom Jahre 1891 mit dem Namen *«the stadia, or micrometer»* (p. 37) die distanzmessende Vorrichtung im Fernrohre bezeichnet erscheint, während für ganze tachymetrische Instrumente, welche — wie die Abbildungen zeigen — auch bei Vorhandensein eines Horizontalkreises stets mit großer Bussole versehen sind, die Bezeichnung *«Surveyor's Transit»* und *«Reconnaissance Transit»* gewählt ist (p. 81–95).

⁴⁾ Förster's Allg. Bauzeitung, 1838, S. 31; Werner's Tacheometrie, Wien 1873, S. 35. und M. Schmidt in Zeitschr. f. Vermessungsw. 1893, S. 276.

(Die Vertikalstellung der Latte hat bei gewöhnlichen tachymetrischen Aufnahmen gegenüber der Stellung der Latte senkrecht zur Visur des Fernrohres wohl unbestreitbare Vorteile. So kommt es z. B. in coupiertem Terrain oft vor, daß der Figurant das Instrument nicht sieht und daher die Latte trotz Vorhandensein des in Augenhöhe angebrachten Diopters nicht senkrecht zur Visur stellen kann, wogegen vom Instrumente aus ein genügender Teil der vertikalen Latte noch sichtbar ist. Auch wird bei stark geneigten Visuren, wo gerade die senkrecht zur Visur gestellte Latte größere Genauigkeit bringt, dann an steilen Bergabhängen das richtige »schiefe« Halten der Latte erschwert, wenn nicht unmöglich, wie überhaupt das Einvisieren der Lattenstellung einen besonders geschickten Figuranten erfordert.¹⁾)

Daß die Latte mit Hilfe eines Senkels oder einer Libelle möglichst genau vertikal gestellt werden muß, um eine verlässliche Arbeit zu erhalten, wurde frühzeitig erkannt.²⁾

Später hat man auch Vorrichtungen hergestellt, welche den Beobachter am Instrumente in den Stand setzen, die richtige Stellung der (vertikal oder normal zur Visur gestellten) Latte zu kontrollieren: Das Bewußtsein dieser Kontrolle veranlaßt weniger verlässliche Gehilfen zur sorgfältigen Lattenstellung.³⁾

Zur Ermöglichung einer entsprechend festen Aufstellung der Latte muß bei

¹⁾ Vergl.: A. Schell's Tachymetrie 1880, S. 13 u. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Vereines 1880, S. 66; dann Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 195 und 1893, S. 276; Engineering 1904, p. 528; Engineering 1905, p. 81; Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1905, S. 50 u. 249; Jordan-Reinhertz, Handb. d. Verm.-Kunde, Bd. II, 1904, S. 726. Ing. K. Wagner gibt der normal zur Visur gehaltenen Latte den Vorzug: Zeitschr. f. Vermessungswesen 1886, S. 337 u. 1890, S. 659; vergl. auch Fennel in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1878, S. 76. Hierzu eine Entgegnung von Puller und Jordan in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1894, S. 10. — Bei der Wagner'schen Distanzlatte liegt der Nullpunkt der Skala 1-50 m über dem Lattenfußpunkt. Der untere Faden des Distanzmessers ist, der Regel nach, auf diesen Nullpunkt einzustellen, worauf die Distanz mittelst des oberen Fadens abzulesen kommt (Die vom Nullpunkt nach abwärts gehende Skala wird nur benützt, wenn die obere Teilung nicht ausreicht). Beiderseits des Nullpunktes ist dann je ein rechteckiges Zielbrettchen von zirka 15 cm Länge, 8 cm Höhe, 2 cm Dicke befestigt, dessen vordere Fläche schwarz angestrichen ist, während alle übrigen Flächen weiße Farbe zeigen. Die regelrechte Stellung der Latte senkrecht zur Ziellinie wird bewirkt, indem der Lattenträger eine der zur Latte senkrechten Kanten des Zielbrettchens auf das Instrument richtet. Die auf der Rückseite der Latte befindliche Röhrenlibelle gestattet die Einstellung der Latte in die Vertikalebene der Ziellinie. Bei richtig aufgestellter Latte bemerkt der Beobachter am Instrument nur die zwei weißen Flächen des Zielbrettchens. (Ueber Lattenstellung senkrecht zur Visur vergl. auch Helferich in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1880, S. 252).

²⁾ Vergl. Werner's Tacheometrie 1873, S. 56; Bauernfeld's Vermessungskunde I, 1890, S. 497.

³⁾ Vergl. u. a. Zeitschr. f. Vermessungswesen 1883, S. 121 u. 1886, S. 353; Deutsche Bauzeitung 1897, S. 21, auch Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1897, S. 374. — Betreffend die Länge der Latten wird bemerkt, daß sich bei Vorkarbeiten im allgemeinen 4 Meter lange Latten am besten bewährt haben; Latten von 5 Meter Länge sind zu schwer und lassen sich bei stärkerem Winde nicht so sicher festhalten, bezw. richtig stellen; vergl. Schepp im Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 388. — Ueber Lattenstellungen vergl. u. a. Jordan in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1890, S. 403 und Hammer in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1891, S. 199. — Ueber Hilscher's tachymetrische Reduktionslatte zur Vereinfachung der Höhenberechnung siehe G. Hilscher in Zeitschr. für Vermessungswesen 1901, S. 210.

feineren Messungen im Falle herrschenden Windes aber selbst bei untergeordneten Messungen, die Latte verstrebt werden.¹⁾

Ueber den Einfluß der Lattenschiefe auf die Vermessungsergebnisse liegen mehrere Veröffentlichungen vor.²⁾

Nach Prof. Lorber lassen sich für den Fehler wegen der Lattenschiefe δ bei den Distanzmessungen folgende Näherungsformeln aufstellen:

1. Für feststehende Latte (Latte mit Stativ):

$$l_1 = \pm D \cdot \delta \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

2. Für schwankende Latte (Latte ohne Stativ):

$$l_2 = \pm D \cdot \delta \cdot \left(1 + \frac{2a}{L}\right) \operatorname{tg} \alpha$$

Hierin bedeutet D die Horizontaldistanz, α den Höhenwinkel der mittleren Visur, a den Abstand des unteren Zielpunktes von dem Lattenfußpunkt und L den Lattenabschnitt.

Man soll hiernach die Ablesungen — wenn möglich — bei feststehender Latte bewerkstelligen; falls aber die Latte Schwankungen unterliegt, ist die untere Visur möglichst nahe dem Fußpunkte der Latte einzustellen.

Der Einfluß der Lattenschiefe ist im übrigen am geringsten, wenn die Visierlinie senkrecht zur Latte steht.

Die mittlere Größe der Lattenschiefe δ beträgt nach eingehenden Untersuchungen von Prof. Lorber:

für vertikale Aufstellung der Latte mit freier Hand, ohne Hilfsmittel:	$\delta = 2^0 20'$
» » » » » » » » » mit Senkel	$\delta = 1^0 20'$
» » » » » » » » » mit Dosenlibelle:	$\delta = 0^0 25'$
» » » » » » » » » mit Lattenstativ und Dosenlibelle:	$\delta = 0^0 5'$

Nimmt man $\delta = 1^0 20'$, so ergibt sich (unter Annahme feststehender Latte), also nach Näherungsformel 1):

bei:	$\alpha = 5^0$	10^0	15^0	30^0
f in Prozenten:	0.20	0.41	0.62	1.33

woraus der bedeutende Einfluß der Lattenschiefe ersichtlich ist. Wird aber die Lattenschiefe unter Benützung eines Lattenstativs innerhalb der Grenzen von 5 bis 10 Bogenminuten gehalten, so verschwindet ihr Einfluß auf die tachymetrisch bestimmte Horizontaldistanz und Höhe selbst bei großer Neigung der mittleren Visur gegen den Horizont. —

(Fortsetzung folgt.)

¹⁾ Vergl. Reinherz in Lueger's Lexikon, Bd. III, S. 335; K. Wagner in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1886, S. 374; J. Friedrich, Das optische Distanzmessen, Wien 1881, S. 16 u. 19. — Eine neue Strebevorrchtung für Latte beschreibt Röthlisberger in der Zeitschr. f. Vermessungswesen 1906, S. 236. — Oft genügt die Benützung zweier Fluchtstütze beim Halten der Latte.

²⁾ Helmert in Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1875, S. 154; H. Christian in Allg. Bauzeitung, Wien 1875, S. 29; A. Schell u. F. Klein in Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1880, S. 65, bezw. 117; J. Friedrich, Das optische Distanzmessen, Wien 1881, S. 28; F. Lorber in Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1886, S. 365; K. Wagner in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1886, S. 346; vergl. auch Reinherz in Lueger's Lexikon, Bd. VII, S. 596 etc.

ÖSTERREICHISCHE
Zeitschrift für Vermessungswesen

ORGAN DES VEREINES

DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Herausgeber und Verleger:

VEREIN DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Redaktion und Administrator: m, III/2 Kegelgasse 29, Parterre, T. 2. k. österr. Postsparkassen-Scheck- und Clearing-Verkehr Nr. 624.175.	Erscheint am 1. jeden Monats. Jährlich 24 Nummern in 12 Doppelheften. Preis: 12 Kronen für Nichtmitglieder.	Expedition und Inseratenaufnahme durch die Buchdruckerei J. Wladarz (vorm. Haase) Baden bei Wien, Pfarrgasse 3.
--	---	---

Nr. 5-6.

Wien, am 1. März 1907.

V. Jahrgang.

Inhalt: Skizze zur Geschichte der Tachymetrie. Zu einem Vortrage zusammengestellt von Statthalterei-Ingenieur Dr. H. Löschner. — Über ein Meßischverfahren. Von Prof. W. Láška. — Zur Geschichte der Nivellierinstrumente mit Libelle. Von W. Láška. — Photogrammetrische Terrinaufnahmen der Forschungsreisen. Von Prof. K. Fuchs (Preßburg). — Richtigstellung. Von Prof. J. Adamczik. — Topographische Studien des Prof. Dr. Karl Ritter von Kofistka im nördlichen Böhmen. Von Ing. W. Wachsmann. — Winkelspiegel zur Prüfung von Abszissen und Ordinaten als Bestimmungsstücke eines Detailpunktes. Von Franz Winter, k. k. Obergeometer im Triangulierungs- und Kalkul-Bureau. — Der Schichteninterpolator «System Goethe». Von Fr. Goethe, k. k. Obergeometer. — Vereinsnachrichten. — Kleine Mitteilungen. — Literarischer Monatsbericht. — Bücher-schau. — Patentbericht. — Stellenausschreibungen. — Personalien.

Nachdruck des Original-Artikels nur mit Einverständnis der Redaktion gestattet.

Skizze zur Geschichte der Tachymetrie.

Zu einem Vortrage zusammengestellt von Statthalterei-Ingenieur Dr. Hans Löschner.

(Fortsetzung und Schluß.)

Die Tachymetrie als Aufnahmemethode im Sinne Porro's bedurfte vielerorts langer Zeit zu ihrer Etablierung. In Österreich bemühte sich zunächst der Ingenieur Amadeo Gentili, der Methode Eingang zu verschaffen¹⁾. Er verwies im Jahre 1867, gelegentlich der Bekanntmachung des Gentili-Starke'schen Kontakt-Distanzmessers²⁾, welcher mit Horizontalkreis, Höhenquadrant und Nivellierlibelle ausgestattet war, auf die lange Dauer der auf Kettenmessungen und langwierigen Nivellements basierten Trassenstudien, wie er dies beim Baue lombardischer Bahnen erfahren hatte und stellte dem gegenüber den viel günstigeren Arbeitsfortschritt bei Anwendung der Polarmethode mit Distanzmessern. Seine diesbezüglichen Erfahrungen hatte Gentili beim Studium der Linie Genua-Pavia-Messandria und beim Studium schwieriger Strecken des zweiten Gotthardprojektes gesammelt. Aber

¹⁾ Gentili in Zeitschr. des österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1867, S. 250 und 1868, S. 23; Tinter in derselben Zeitschr. 1869, S. 105.

²⁾ Latte senkrecht zur Visur gehalten.

erst im Jahre 1871 wurde die tachymetrische Aufnahmemethode von Zivilingenieur Combelles auf Veranlassung der k. k. General-Inspektion für österreichische Eisenbahnen bei der Trassierung von Eisenbahnen einer größeren Anwendung zugeführt.

In Deutschland dürfte die Tachymetrie im Sinne Porro's erstmals von Ingenieur Meyn gelegentlich der Vermessung eines Teiles der Staatsforste im Wohldorfer Walde im Jahre 1867 angewendet worden sein¹⁾.

Bald darnach, im Jahre 1873, erschien eine vom Obergeometer H. Stück verfaßte Schrift über die bei den Hamburger Vermessungen eingeührte »spezielle« Art der Distanz- und Höhenbestimmung. J. H. Franke sagt hievon in seiner Besprechung²⁾ u. a.: »Die Methode ist im allgemeinen die der Reichenbach'schen Distanzmessung und unterscheidet sich nur in der Art ihrer Ausführung mittels des Theodoliten und ihrer Verbindung mit Höhenmessen, sowie in der Ersetzung der Distanz- durch eine einfache Nivellierlatte«. Franke führt dann die bekannten Formeln für die Horizontal-distanz und den Höhenunterschied an:

$$D = CL \cos^2 \alpha + c \cos \alpha$$

$$h = \frac{1}{2} CL \sin 2 \alpha + c \sin \alpha$$

und betont, daß »die Hamburger Karten jedenfalls in hypsometrischer Beziehung viele anderen Katasteraufnahmen übertreffen werden« und daß »die hier erfolgte Ersetzung des Meßtisches und der Kippregel durch den distanzmessenden Theodolit zur Erhöhung der Genauigkeit nicht unwesentlich beigetragen haben dürfte.« —

Aus dem Jahre 1873 stammt auch ein Aufsatz des Th. Hättasch über die Ausführung genereller Vorarbeiten³⁾, in welchem die verschiedenen Arten der Ermittlung einer Eisenbahntrasse vorgeführt und dann auf Grund von Erfahrungen, die bei einigen Eisenbahn-Vorarbeiten im Königreiche Sachsen in den Jahren 1869 — 71 gemacht worden sind, die Vorteile der tachymetrischen Aufnahmemethode geschildert werden.

Hiebei findet sich die Bemerkung, daß die Methode der Schichtenpläne, soviel bekannt geworden, »nur in Österreich in umfänglicher Weise zur Anwendung gekommen« sei, während sie in Sachsen und Preußen »ausnahmsweise und allgemeiner erst in der letzten Zeit« Anwendung gefunden habe. Hättasch vergleicht schließlich die Konstruktion und die Leistungsfähigkeit eines Starke-Kammerer'schen Universal-Nivellierinstrumentes und eines Moinot-Richer'schen Tacheometers. In bezug auf die Genauigkeit der Distanzmessung erscheint das Starke-Kammerer'sche Instrument leistungsfähiger. Über das Aufnahmeverfahren wird gesagt, daß dasselbe im allgemeinen bei beiden Instrumenten dasselbe sei, nur weiche Moinot insofern ab, als er den Zielpunkt an der Latte nicht in Instrumenthöhe wähle, sondern konstant den Unterfaden auf eine ganze Zahl richte. —

Dr. Schoder macht im Jahre 1874 gelegentlich seiner Besprechung des Stambach'schen Werkchens über den topographischen Distanzmesser bereits auf die zunehmende Verbreitung aufmerksam, welche die Verbindung von Höhenkreis und Distanzmesser bei Höhenaufnahmen gefunden hat.⁴⁾

¹⁾ F. Croy, Nied. Geodäsie 1903, S. 677, vgl. auch Reinhertz in Lueger's Lexikon, Bd. VII, S. 600.

²⁾ Zeitachr. f. Vermessungswesen 1874, S. 150.

³⁾ Zeitachr. f. Bauwesen, Berlin 1873, S. 153.

⁴⁾ Zeitachr. f. Vermessungswesen 1874, S. 104. — — Über verschiebbare Distanzfäden (Justierung der Konstante C): Schleich in Zeitachr. f. Vermessungswesen 1874, S. 403.

Im Jahre 1876 bespricht Heint. Goldstein, Sektionsingenieur der schweizer. Gesellschaft für Lokalbahnen, die bedeutenden Kosten der ersten Eisenbahnen in England, Österreich, Frankreich, bei welchen ohne detaillierte Vorarbeiten der Bau begonnen wurde und weist auf den großen Wert entsprechender Vorarbeiten.¹⁾

In der Ebene begegne die Trassierung allerdings keinen Schwierigkeiten, hingegen sei in kuppierem Terrain und im Gebirge das rationelle Studium der Trasse nur auf einem kotierten Schichtenplane möglich. Die Schichtenlinien sollen nicht bloß ein Bild des Terrains, sondern ein technisches Hilfsmittel abgeben, sodaß z. B. das Längenprofil irgend einer Linie direkt mit Zuhilfenahme der Schichtenkurven ohne Berücksichtigung der Zwischenkoten zu entwickeln zulässig erscheint. Über die Methoden der Terrainkottierung sagt Goldstein u. a.:

»Das älteste Verfahren besteht in der Aufnahme von Querprofilen mit Meßlatte und Nivellierinstrument oder einfacher Wasserwaage, senkrecht auf eine geradlinige oder polygonale Axe, welche ungefähr an jener Stelle liegt, an welcher man sich . . . die zukünftige Bahnaxe denkt.«²⁾

»Eine andere Methode vollführt die Terrainkottierung durch das faktische Abstecken der Niveaukurven auf dem Terrain und die nachträgliche graphische Aufnahme derselben aus vorher bestimmten und festgelegten Punkten.«

»Ein letztes Verfahren bedient sich des Distanzmessers in einer seiner verschiedenen Formen, um aus einem Standpunkte Distanz und Höhe der besonders markanten, sonst aber beliebig zerstreuten Punkte zu bestimmen.«

»Für welche Methode man sich auch entscheidet, wird man die Anlage eines Polygonzuges oder eines Liniennetzes nicht ersparen können.«

Später wird bemerkt:

1. »Die älteste Methode, auf die Polygonseiten Querprofile zu nehmen und die Niveaukurven zwischen einzelnen Terrainpunkten zu interpolieren, verliert immer mehr Anhänger und wird von manchen total verworfen, obschon ihre Brauchbarkeit für gewisse Verhältnisse unzweifelhaft ist.«

2. »Scheinbar das natürlichste ist es, die Niveaukurven auf dem Terrain selbst zu suchen, auf demselben zu verpflöcken und die einzelnen Kurvenpunkte durch ein Meßtischverfahren aufzunehmen.« »Allein die praktische Ausführung dieser Operationen en masse läßt die ganze Sache in einem bedenklicheren Lichte erscheinen.« »Die Gotthardbahn, welche diese Methode bisher wohl am umfangreichsten zur Anwendung brachte, benützt für die Einschaltungspunkte den Meßtisch mit topographischem Distanzmesser (von Prof. Wild).«

Goldstein verweist insbesondere darauf, daß es nicht begründet ist, hauptsächlich nur die in den Schichtenlinien (von 10 zu 10 in Höhe) gelegenen Punkte mit aller Sorgfalt aufzunehmen, wogegen Punkte, welche die Terraingestaltung noch besser charakterisieren würden, nicht aufgenommen werden.

¹⁾ Allgem. Bauzeitung, Wien 1876, S. 38. — Über die vorzügl. Verwendbarkeit der tachym. Methode im Gegensatz zur Schwerfälligkeit der Terrainaufnahme durch abgesteckte Längen- u. Querprofile, vgl. auch: Marcks und Balke (Berlin) in Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1877, S. 263; Putter in Zeitschr. f. Vermessungswesen 1898, S. 159 und 1899, S. 145.

²⁾ Vgl. F. Hoffmann, Oberinspektor der k. k. General-Inspektion für österr. Eisenbahnen, in Allgem. Bauzeitg., 1870, S. 59. (Erklärung des Wortes »Trassieren«); dann über die Trassierung mit Nivellierinstrument für die »Eisenschienen-Straße« zwischen Liverpool und Manchester: Dr. A. L. Crelle's Journal für die Baukunst, 1833, S. 180; für die Eisenbahn St. Petersburg—Zarskoe—Selo und Pawlowsk: Crelle's Journal 1836, S. 100; endlich über die »Ergebnisse einer vorläufigen, allgemeinen örtlichen Ausmittlung einer practicablen Eisenbahnlinie von Halle über Cassel bis Lippstadt, soweit die Ausmittlung durch das bloße Augenmaß, ohne Messungen möglich war«, in Crelle's Journal, 1838, S. 281.

»Das Unvorteilhafte dieser Methode wird noch deutlicher, wenn man den Kostenpunkt ins Auge faßt; ein gewöhnliches Meßtischblatt der Gotthardbahn, welche dieses Verfahren in schwierigem Terrain bis auf sehr bedeutende Höhen durchgeführt hat, kommt alles in allem auf etwa 4000 Francs zu stehen.«

3. Goldstein kommt schließlich zu zwei Kotierungsverfahren, die auf der Verwendung des Reichenbach'schen Distanzmessers beruhen: Er schildert dieselben als Verfahren, »welche scheinbar verschieden, im Grunde jedoch nur graphischer und analytischer Ausdruck eines gemeinsamen Prinzipes sind.« »Das erste dieser Verfahren, das graphische, bekannt unter dem Namen Wild'sches Verfahren, genießt in der Schweiz und in Süddeutschland fast ausschließliches Heimatsrecht; es ist gelegentlich der Aufnahmen der topographischen Karte des Kantons Zürich im Maßstabe 1 : 25000 von Prof. Wild in Zürich eingeführt und ausgebildet und später bei Eisenbahntrassierungen selbst auf Arbeiten im Maßstabe 1 : 2500 und 1 : 2000 noch angewendet worden.« Das zweite Verfahren ist nach Goldstein von Frankreich zunächst nach Spanien und Österreich importiert worden und ist insbesondere dann vorzuziehen, wenn die Dauer der Feldarbeiten tunlichst eingeschränkt werden soll.

Im Jahre 1877 dürfte die erste, in Deutschland erfolgte Mitteilung über amerikanische Trassierungen gegeben worden sein.¹⁾

Diese Mitteilung rührt von Oberstleutnant Golz her:

»Der größte Teil der amerikanischen Bahnen ist in sehr eiliger Weise, auf Grund mangelhafter Karten, oft sogar nur von Rekognoszierungsskizzen, ausgelegt worden.« Es wird erwähnt, daß die amerikanischen Ingenieure beim Ausstecken der Bahnlilien fast ausschließlich ein sogenanntes Transitinstrument²⁾ verwenden, eine Kombination von Bussole und einfachstem Theodolit, bei welchem das mit einem abwärts gerichteten Seitenarm verbundene Fernrohr vermittelt einer horizontalen Tangentenschraube, dem sogenannten Gradienten³⁾ hin und her bewegt werden kann. Im Aufsätze wird bemerkt: »Der Gradienten, dessen Einrichtung besonders hervorgehoben zu werden verdient, gestattet, vertikale Winkel von geringerer Größe, horizontale und vertikale Abstände zu messen und abzustecken.« . . . »Eine volle Rechtsumdrehung der Nuß⁴⁾ hebt den Visierschnitt des Fernrohres an einer in 100 Fuß Entfernung senkrecht⁵⁾ aufgestellten Meßplatte um einen Fuß.« — »Die magnetischen Winkelbestimmungen spielen nicht nur in den waldreichen und kuppeligen Gegenden, sondern auch in den öden Prärien eine viel größere Rolle als bei uns.«⁶⁾ Die Magneten sind daher groß, sehr sorgfältig gearbeitet und zentriert und werden neuerdings, um das unangenehme Zittern zu beseitigen, häufig hochkantig eingefügt.« »In sehr eisenerreichem Terrain mußten die amerikanischen Bahningenieure ihre Absteckungen zuweilen durch astronomische Aufsuchung des Meridians kontrollieren und berichtigen, welche Arbeit ein besonderes Instrument, der Solar-Kompaß⁷⁾, erleichtert.«

In den letzten Jahrzehnten hat sich das Verwendungsgebiet des tachymetrischen Aufnahmeverfahrens immer mehr verbreitet. Hierbei war zum Teil auch der Umstand von Einfluß, daß zu der ursprünglichen, die rascheste Aufnahme bezweckenden Aufnahmearbeit, bei welcher auf größere Genauigkeit von vorneherein verzichtet wird, also zur gewöhnlichen Tachymetrie, noch die Präzisionstachymetrie

¹⁾ Zeitschrift f. Bauwesen, Berlin, 1878 S. 113.

²⁾ Vergl. amerikan. Kataloge, z. B. der bekannten Firma F. C. Knight & Co. Philadelphia, U. S. A.

³⁾ W. & L. E. Gurley's Manual of the principal instruments; Troy, N. Y. — U. S. A., 1891, p. 78.

⁴⁾ Nämlich der geteilten Trommel auf der Mikrometerspindel.

⁵⁾ Soll heißen: vertikal.

⁶⁾ Vgl. hierzu Hammer in Zeltschr. f. Verm. 1891, S. 197.

⁷⁾ Dieses Instrument wurde von William A. Burt in Michigan erfunden und i. J. 1836 patentiert; vergl. W. & L. E. Gurley's Manual, 1891, p. 100—131.

hinzugekommen ist, welche eine größere Genauigkeit der von einem Punkt aus zu bewerkstellenden Punktbestimmung erzielen läßt.¹⁾

Für Arbeiten im Hochgebirge wurde die Tachymetrie zwar durch die Photogrammetrie einigermaßen verdrängt. So wurden z. B. die generellen Projekte für die Lawinenverbauung am Ahrberg auf Grund der vom Bauinspektor V. Pollack im Sommer 1889 durchgeführten photogrammetrischen Terrinaufnahmen (verlakt²⁾), ferner kamen für die Verfassung des Jungtraubahn-Projektes photogrammetrische Aufnahmen zur Anwendung . . .³⁾

Unter Umständen bietet aber die Tachymetrie auch bei sehr schwierigem Gelände die rationellste Aufnahmemethode.

Prof. F. Loewe verweist z. B. auf die zweckmäßige Anwendung der Tachymetrie bei der Aufnahme eines 45 *ha* umfassenden Bodenstreifens von schwierigstem, fast durchgängig bewaldetem Felsgelände anlässlich der Umlegung der Staatsstraße über den Kesselberg zwischen Kochel und Walchensee im südl. Bayern in den Jahren 1893—1897⁴⁾.

Naturgemäß findet die Tachymetrie wie im Straßen- und Eisenbahnbau auch im Wasserbau zweckmäßige Verwendung⁵⁾. Nach meinen, speziell bei Flußaufnahmen, reichlich gesammelten Erfahrungen ist diese Verwendung in der Regel aber viel weitgehender, als es im dritten Teil des neu erschienenen Handbuches der Ingenieurwissenschaften dargestellt erscheint. Dort wird nämlich bemerkt, daß sich bei selbstständigen Flußaufnahmen (Aufnahmen ohne Anlehnung an den Kataster) für die Aufnahme der Ufer »unter allen Umständen nur die Verwendung von Meßkette, Winkelspiegel und Meßblatten« (also die Einmessung der Uferpunkte in Bezug auf den längs des Ufers anzulegenden Polygonzug) empfiehlt, wogegen die Vorlandflächen mit Meßtisch oder Tachymeter aufgenommen werden können.⁶⁾

Zur Flußaufnahme nach der Koordinatenmethode kommt es im allgemeinen wohl nicht oft. Ich selbst habe diese allerdings in ausgedehnterem Maße gelegentlich der Aufnahme des Göstingbaches bei Graz im Jahre 1897 verwendet, aber nur in jenem Gebiete, in welchem sich der Bach fortgesetzt zwischen scharf begrenzten Wegen, Gebäuden und Hausgärten hinzieht, wo also das zur Verfügung gestandene einfache Tachymeter schon deshalb nicht zweckentsprechende Dienste leisten könnte, weil in Bezug auf die Genauigkeit der Aufnahme größere Anforderungen als gewöhnlich gestellt werden mußten. —

Die Polygonzüge werden bei Trassierungen seit längerer Zeit wohl ziemlich ausnahmslos auf optischem Wege festgelegt.⁷⁾

Bemerkenswert ist die erfolgte Verwendung des Tachymeters zur Aufnahme der umfangreichen Waldungen beim serbischen Kataster.⁸⁾

¹⁾ Vergl. hierzu Reinhertz in Lueger's Lexikon, Bd. VII, S. 660.

²⁾ V. Pollack, Über Erfahrungen im Lawinenverbau, Verlag Deuticke, 1906, S. 5.

³⁾ Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1897, S. 46.

⁴⁾ Ferd. Loewe (München): Straßenbaukunde, Wiesbaden, 1906, S. 24.

⁵⁾ Vergl. auch Jordan in Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1899, S. 61 u. 201.

⁶⁾ R. Jasmund in Handb. d. Ingenieurwissenschaften, Teil III, Bd. I, 1906, S. 362.

⁷⁾ Vergl. hierzu Doležal's Niedere Geodäsie, Bd. I, 1904, S. 850.

⁸⁾ Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1891, S. 323.

Wir finden ferner Tachymeterzüge bei den im Jahre 1889 begonnenen Stadtaufnahmen zwecks Anlage von Straßen und öffentlichen Plätzen in St. Louis am Mississippi, dann seit 1891 bei den Gebirgsaufnahmen für den Kataster des Kantons Bern vorteilhaft angewendet¹⁾. Unter Hinweis auf die dort erhaltenen günstigen Messungsergebnisse gab Jordan den Rat, bei den deutschen Kolonialvermessungen nicht Meßtisch- und Katasterzüge, sondern lange Tachymeterzüge anzuwenden.²⁾

In ausgedehntem Maße wurde die Tachymetrie auch bei der im Jahre 1892/93 vom Professor der Universität Wisconsin, L. S. Smith, vollführten Grenzvermessung zwischen der Union und Mexiko benutzt. Raschheit der Arbeit und dabei doch beträchtliche Genauigkeit wurden als Hauptvorzüge der Methode erkannt. In beiden Beziehungen zeigte sie sich aber als stark abhängig von dem Hüpfen und Zittern der Lattenbilder; und diese Erscheinungen der Luftbewegung hat Smith eingehend studiert.³⁾ Es ergab sich im allgemeinen, daß die Zeit der größten Störung dann eintritt, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur der Luft und der Temperatur des Bodens ein Maximum ist. Neben der durch die Luftwallungen verursachten Unsicherheit, welche wesentlich unregelmäßiger Natur ist, kommt noch eine regelmäßige Fehlerquelle zu berücksichtigen: d. i. die Verschiedenheit der Krümmung der Zielungen über den oberen und über den unteren Faden.

Smith stellte auf Grund seiner Untersuchungen einige zum Teil schon bekannte Regeln auf: 1. Nachmittags- und Abendbeobachtungen sind für die Tachymetermessung (auf große Entfernungen) besser als Morgenbeobachtungen. 2. Die Zeit der größten Vibrationen fällt etwa auf die Mitte des Vormittags, wo der größte Unterschied zwischen Luft- und Bodentemperatur vorhanden ist; lange Sichten sollten in den heißen Tagesstunden nicht genommen werden oder nur mit dem halben Fadenintervall in den oberen Lattenteilen. 3. Durch die abnorme Refraktion in den untersten Luftschichten, u. zw. bis 3 oder 4 Fuß über dem Boden, wird eine Beschränkung der Genauigkeit der optischen Distanzmessung, bei Anwendung vertikal gestellter Latte, auf etwa $\frac{1}{700}$ der Entfernung hervorgerufen. 4. Die Hauptkonstante des tachym. Instrumentes sollte stets nur unter äußeren Umständen ermittelt werden, welche den bei der Messung vorhandenen möglichst ähnlich sind.

Ich verweise schließlich noch auf die in letzter Zeit erfolgte Anwendung der Präzisionstachymetrie bei den Katastervermessungen in gebirgigeren Teilen der Schweiz.⁴⁾

Über ein Meßtischverfahren.

Von Prof. W. Láska.

Die vielfachen Neuzentrierungen, welche bei den Meßtischaufnahmen in der Regel erforderlich sind, gehören bekanntlich zu den zeitraubendsten Arbeiten und erfordern besondere Konstruktionen der Stative. Allem dem kann auf eine einfache Weise abgeholfen werden durch Anwendung eines Parallellineals, so

¹⁾ Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1899, S. 123 u. 1898, S. 55.

²⁾ Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1899, S. 126.

³⁾ Hammer in Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1896, S. 88.

⁴⁾ Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1906, S. 233 (Katastervermessungen im Berner Oberland); vergl. auch Reinhertz in Lueger's Lexikon, Band VII, S. 600.