

ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Organ des Deutschen Geometervereins.

Herausgegeben von

Dr. C. Reinhertz,
Professor in Hannover.

und

C. Steppes,
Obersteuerrath in München.



1901.

Heft 20.

Band XXX.

—→ 15. Oktober. ←—

Der Abdruck von Original-Artikeln ohne vorher eingeholte Erlaubniss der Schriftleitung ist untersagt.

Coordinationen und Projectionen.

Von J. H. Franke.

Coordinationen und Projectionen in der Landesvermessung finden zumeist ein grösseres Interesse bei dem Geodäten als bei dem Geometer. Dies erklärt sich leicht, sobald dem Landmesser die gegebenen Coordinationen in einer Form vorliegen, die seinen berechtigten Forderungen entspricht. Diese Ansprüche sind: Rechtwinklige Linearcoordinationen von so mässiger Ausdehnung, dass bei ihrem Gebrauche jede erschwerende Beziehung sphärischer oder gar ellipsoidischer Art entfällt. Also rechtwinklig-lineare Kleincoordinationen. Das ist gegenwärtig in Deutschland auch überwiegend der Fall. Zuerst in Preussen mit seinen 40 Kleincoordinationssystemen. In Bayern und Württemberg haben zwar z. Z. noch die sphärischen, einheitlich die gesammte Landesfläche umfassenden Grosscoordinationen officielle Geltung; immerhin sind jedoch in Bayern die Kleincoordinationen in, wenn auch noch nicht definitiver, so doch einstweilen thatsächlicher Anwendung. In Württemberg hat der Gegenstand wegen der geringeren Querausdehnung des Landes — Ordinationen ± 100 km — überhaupt geringere Bedeutung. Hinsichtlich der Neutriangulirung in Sachsen ist mir Näheres noch nicht bekannt geworden. Dieses Land würde sich aber — bei entsprechender Lage des Nullpunktes und der Achsen — sicher mit einem Systeme querachsiger-conformer Coordinationen (gleich Mecklenburg) begnügen können und dadurch wesentliche Vortheile gewinnen. Ausserhalb Deutschlands erwähne ich nur die neue Landesvermessung Frankreichs, für welche 7 Kleinsysteme in Aussicht genommen sind, die das ganze Land in meridionalen (also gewissermaassen geradlinigen) Abschlussgrenzen durchziehen.

Hiernach lässt sich sagen, dass das Princip der Kleincoordinationen heute fast durchweg zur thatsächlichen Geltung gelangt ist, wie denn auch der Grundsatz der Kleincoordinationen als eine unbedingte Voraussetzung für den

einfachsten und zweckmässigsten Vollzug der Kleinvermessung nach der Zahlenaufnahmemethode sich hinstellt. Die räumliche Ausdehnung, welche man solchen Coordinaten giebt oder gegeben hat, kann ebenso wie die gewählte Projection (ob congruent oder conform) von besonderen technischen Erwägungen, wie auch von historisch Gewordenem abhängen. So sind die preussischen Kleinsysteme z. Th. aus bereits gegebenen Coordinirungen erst allmählich entstanden, und in Bayern wirkte die nothwendige Rücksichtnahme auf das Gegebene und theilweise Beibehaltende nicht bloss auf die nord-südliche Abgrenzung der Kleinsysteme, sondern sogar auf die Definirung der neuen Coordinatenachsen bestimmend ein.

Das Wichtigste ist die Querausdehnung der Kleinsysteme. Dieselbe soll sich innerhalb solcher Grenzen halten, welche die rein ebene Behandlung der Kleintriangulirung und aller nachfolgenden Vermessungsarbeiten derart gestatten, dass die hierbei eintretenden Projectionsverzerrungen gegenüber den zulässigen Messungsfehlern als verschwindend anzusehen sind. Auf die Projectionsart komme ich nachher zu sprechen. Die zulässigen Messungsfehler sind in den einzelnen Ländern verschieden bestimmt und ebenso ist der Begriff „als verschwindend anzusehen“ vieldeutig, daher es auch in technischer Hinsicht kein feststehendes Maass für die zweckmässigste Grösse der Querausdehnung geben kann. Nur vorläufig sei hier zweierlei bemerkt: erstens, dass die Projectionsfehler systematische, d. h. vorher nach Maass und Richtung berechenbare sind und daher nicht unmittelbar den zufälligen Messungsfehlern gleichgestellt werden können; dann zweitens, dass die möglichste Ausdehnung der Kleinsysteme und die hieraus folgende Verringerung ihrer Anzahl insofern zum Zwecke der Arbeitsminderung anzustreben ist, als an den Grenzen der Systeme Doppelcoordinirungen der in einem schmalen Grenzstreifen links und rechts liegenden Punkte unvermeidbar erscheinen, d. h. diese Grenzpunkte in beiden der zusammenstossenden Kleinsysteme zu coordiniren sind.

Jene gewisse Freiheit in der Bemessung der Querausdehnung wird in der Praxis dadurch ersichtlich, dass in Preussen die Ordinaten etwa ± 60 km betragen, in Frankreich zu ca. ± 70 km geplant sind, während man in Bayern geglaubt hat, sie auf ± 40 km verengern zu sollen, was von den höheren Anforderungen an die Neutriangulirungen herkommt.

Die Art der äusseren Abgrenzung der Kleinsysteme hängt von der Gesamtanlage der Landesvermessung ab. Wenn, wie in Preussen bei der Katastervermessung, kein topographischer Blattzusammenhang besteht, sondern nach Gemarkungen gemessen wird und die einzelnen Blatt-darstellungen mit natürlichen Grenzen abschliessen, so ist es selbstverständlich, dass die Grenzen der Kleinsysteme mit Verwaltungsbezirksgrenzen zusammenfallen müssen. Anders in der bayerischen Landes-

vermessung, die ein (topographisch) zusammenhängendes Katasterblattsystem besitzt (quadrat- oder vielmehr wegen der Erdkrümmung schwach trapez- oder rechteckförmige Blätter). Eine Systemabgrenzung nach Verwaltungsbezirken würde hier der ganzen Messungsanlage widerstreiten, da es doch z. B. widersinnig wäre, in sämtlichen Systemgrenzblättern zweierlei Coordinaten zu haben. Hier ist deshalb, zwar nicht als einzig mögliche, so doch als durchaus einfachste und zweckmässigste, die geradlinige Abgrenzung der Systeme nach Messblättern geboten. Dieselbe hat noch den Vortheil, das Minimum der Systemanschlusslängen zu liefern, was in Hinsicht der bereits oben erwähnten unvermeidlichen Doppelcoordinirungen längs der Anschlussgrenzen werthvoll ist. Auch Frankreich hat für seine Kleinsysteme den geradlinigen Abschluss gewählt; während derselbe aber in Bayern als Parallelen bezw. Perpendikel zum früheren Hauptmeridian der Landesvermessung sich darstellt, scheint derselbe in Frankreich als Meridianabschnitt bezw. Parallelkreisabschnitt gedacht zu werden. Der Entwicklung der geodätischen Wissenschaft und Technik entsprechend, sind die in Deutschland vorliegenden Coordinaten der Katastervermessung fast durchweg rechtwinklig-sphärische Linearcoordinaten, sogenannte Soldner'sche oder congruente Coordinaten. Abgesehen von der conformen Doppelprojection der preussischen Landesaufnahme wurde bisher nur in Anhalt? und Mecklenburg zur Anlegung neuer Systeme rechtwinklig-conformer Coordinaten übergegangen. Welcher bedeutender Fortschritt s. Z. in der Erfindung und Einführung rechtwinklig-sphärischer Coordinaten nach Soldner (bayerischer Astronom und Geodät, 1773—1833) lag, braucht heute dem Geometer nicht mehr gesagt zu werden. Seinen vollendetsten Ausdruck hat die Soldner'sche Projection bekanntlich in der bayerischen Landesvermessung gefunden, wo Coordinaten- und Messblattanlage sich in ein einheitliches System verschmolzen. Mehrfache Umstände begünstigten dasselbe: Die geringe Querausdehnung des Landes, welche gerade noch — wenn auch als äusserste Grenze — die einfach sphärische, anstatt verwickelt ellipsoidischer Grundlegung gestattete; und weiter die graphische Aufnahmemethode (Messtisch mit distanzmessender Kippregel), der in dem Gebrauche sphärischer Grosscoordinaten (± 180 km) kein besonderes Hinderniss erwuchs. Diese damaligen Verhältnisse in der bayerischen Kleinmessung sind auswärts wenig bekannt, sodass ich sie mit wenigen Worten hier aufklärend berühre. Bezeichnet l die gleichbleibende Grundlinie eines bayerischen 5000 theiligen Messblattes, o dessen Mittelordinate, a wie üblich die Abscissen und r den sphärischen Krümmungshalbmesser, so sind wegen der Erdkrümmung die Höhen h der Messblätter durch

$$h = l \left(1 - \frac{o^2}{2r^2} \right)$$

gegeben. Dementsprechend dürfen bei der ebenen Abbildung die mit den Blattseiten-Abscissen a_n gebildeten Abscissenreste ($a - a_n$) der

Dreieckspunkte nicht unmittelbar mit diesen, sondern müssen mit dem verkürzten Werthe

$$a_r = (a - a_n) \left(1 - \frac{o^2}{2r^2} \right)$$

in den Blättern eingetragen werden. Mit der Beachtung dieser beiden Correctionen (2 bis 3 für ein Blatt von über 500 ha Fläche) waren die Eck- und die Coordinatenpunkte auf die Ebene zurückgeführt, so dass sich die ganze nachfolgende Einzelaufnahme unmittelbar in der Ebene vollzog. Jene Correctionen steigen bei etwa 48° Breite und $o = \pm 180$ km auf ca. 1 m im 5000theiligen Maassstabe oder im wirklichen Maasse auf 0,2 mm, sind also keinesfalls zu vernachlässigen; andererseits können sie erst von etwa $o = 90$ km an geometrisch dargestellt werden, wirken also unterhalb dieser Grenze von 90 km als unvermeidbare, indess doch dabei systematische Kartirungsfehler.

Das Vorstehende lässt erkennen, dass eine graphische Aufnahme durch sphärische Grosseordinaten bloss in verschwindendem Maasse beeinträchtigt wird, weil nur ganz wenige Coordinatenpunkte auf der Kugel liegen und ihre sphärische Reduction auf die Ebene sich leicht vollzieht, alle übrige Messung aber unmittelbar in dieser erfolgt. Dagegen werden die sphärischen Grosseordinaten in der Zahlenmethode zu einem schweren Hinderniss und zwar von der Triangulirung III. Ordnung an bis herab zur Polygonisirung und Kartirung. (Nebenbei bemerkt: Hier die geometrische Berücksichtigung der sphärischen Correctionen $> 0,1$ mm als verwerfliche theoretische Spielereien zu bezeichnen, wie es geschehen ist, wäre doch nur auf eine verwerfliche technische Oberflächlichkeit zurückzuführen.) Denn da alle rechtwinklig-sphärischen Coordinaten auf der Kugel gedacht sind, können bei grosser Querausdehnung der einheitlichen Coordinirung sogar die letzten Polygon- und Liniennetzpunkte von sphärischen Beziehungen getroffen werden, und da bei der Kartirung nur die ebenen Projectionen zu brauchen sind, so wird in letzter Linie doch wieder ein Zurückgehen von der Kugel auf die Ebene nothwendig. Dies wirkt nun in der Zahlenmethode um so erschwerender, als hier gegenüber der Messtischaufnahme die Zahl der Coordinatenpunkte auf gleicher Fläche sich mehrhundertfach vergrössert hat. Darnach steht fest: So zulässig und vom einheitlich-systematischen Standpunkte aus betrachtet so zweckmässig die Einführung einer sphärischen Grosseordinirung und deren Beibehaltung bis einschliesslich aller Kleinvermessung auch erscheint, so gilt dies doch nur für eine graphische Aufnahme und nicht für die Zahlenaufnahmemethode. Für diese ist die einheitliche Coordinirung auf weit ausgedehnter Kugelfläche und die nothwendige Zurückführung von dieser auf die Ebene sowohl überflüssig wie unzweckmässig. Dieses Urtheil verstärkt sich noch in Hinsicht auf den Katasterfortführungs- oder Ummessungsdienst. Es ist bekannt und auch erklärlich, dass dieser in technischer Beziehung überall

auf schwächerem Boden steht als die vollständige Neuaufnahme. Das gilt besonders für die Coordinatenbehandlung, obwohl oder vielmehr weil diese in dem genannten Dienste seltener vorkommt. Muss diese Behandlung noch mit sphärischen Beziehungen rechnen, so kann das ungewohnte und technisch Hemmende derselben leicht zu einer theilweisen oder gänzlichen Nichtbeachtung umsomehr führen, als die Praxis derartigen Dingen aus verschiedenartigen Gründen leicht mit ungerechtfertigter theoretischer Geringschätzung gegenüber steht.

Wenn somit Alles für die Zweckmässigkeit der Kleinsysteme spricht, so ist damit zunächst, wenn auch nicht einzig, die Einrichtung einer neuen Landesaufnahme in's Auge gefasst. Ich glaube früher in einem concreten Falle, nämlich dem der bayerischen Landesvermessung, gezeigt zu haben, dass selbst in einer unter ganz anderen Voraussetzungen geschaffenen älteren Messblatt- und Coordinatenanlage sich nachträgliche Kleinsysteme mit Zweckmässigkeit einfügen lassen. Wenn allerdings dabei die Hauptgrundlage und manches Einzelne in dem Bestehenden erhalten bleiben soll oder muss, so müssen dann Anlage und Definirungen des neu Einzuführenden vielfach von den üblichen Wegen abgehen und sich in mancher Hinsicht dem Zwange des Bisherigen anpassen, was in jedem Falle erreichbar ist. (Franke: Die geodätische Punktecoordinirung in sphärischen Kleinsystemen. München, bei Ackermann, 1898.)

Es besteht vielfach die Meinung, dass die Projectionsart einer Landesvermessung nur eine wissenschaftliche Bedeutung habe und daher bloss dem Geodäten angehe, dem Geometer aber hinsichtlich der Kleinvermessung mehr oder minder gleichgültig sein könne. Ich glaube, dass dies nur zum Theil zutrifft, meine vielmehr, dem Geometer als solchen die Berechtigung zuerkennen zu sollen, bei der Neuanlage einer Landesaufnahme in der Coordinaten- und Projectionsfrage gleichfalls gehört zu werden. Denn er ist es schliesslich, der unter Umständen Jahrhunderte lang genöthigt ist, in einer bestimmten Projection und mit einmal eingeführten Coordinaten zu arbeiten.

Die Frage der Kleincoordinirung ist summarisch bereits oben behandelt und im Allgemeinen durchaus bejahend entschieden worden. Es bleibt noch die zulässige Ausdehnung der Systeme zu erörtern, die theilweise mit der Projectionsart zusammenhängt und daher mit dieser zu behandeln ist. Es wird indess an diesem Orte von ellipsoidischer Geodäsie umsomehr abgesehen, als einmal dieser, für die Grundlagen und auch noch für die geographische Coordinirung unentbehrliche Wissenschaftstheil in gründlichster Weise bereits erledigt ist und andererseits für die Kleinvermessungen, etwa vom Dreiecknetze III. Ordnung an, die nöthigsten mathematischen Ableitungen auch mittelst bloss sphärischer Geodäsie hinreichend sicher gewonnen werden können. Diese „Geodäsie mit constantem r “, wie man sie geringschätzig genannt

hat, besitzt noch nebenbei einen didactischen Vorzug: sie gewährt der Allgemeinheit in gewisse Grundlagen einen klareren Einblick und für bestimmte Ableitungen eine grössere Ueberzeugungskraft als die naturgemäss verwickeltere ellipsoidische Geodäsie mit ihren mathematischen Kunstgriffen und unvermeidbaren Reihentwickelungen. Dies sollte bei einer Einleitung in die höhere Geodäsie mehr als bisher geschieht beachtet, anderentheils aber auch nicht übersehen werden, dass eine bloss sphärische Geodäsie für viele Betrachtungen und insbesondere für lineare Coordinaten wohl ausreichen mag, dass indess eine umfassende und allseitige Grundlegung unbedingt der ellipsoidischen Beziehungen bedarf. —

Das Grundprincip der Soldner'schen Coordinaten ist bekanntlich das einfachste und naturgemässeste, das man sich denken kann: Die Ordinaten der Punkte sind Verticalschnitte, die auf der Vermessungs-(Abscissen-) Achse senkrecht stehen, und die auf dieser von den Perpendikel-Fusspunkten mit einem auf dieser Vermessungsachse liegenden Nullpunkte gebildeten Abschnitte sind die Abscissen. Diese Definition gewährt ein anschauliches Bild, worin ein grosser Vorzug liegt. Die Kleinvermessung braucht nun aber Coordinaten, welche sie innerhalb zulässiger Grenzen als ebene betrachten kann, oder mit anderen Worten, sie braucht nur die Projectionen der sphärischen Coordinaten auf die Ebene. Bei dieser Projicirung werden nun die unmittelbaren Messungselemente auf der angenommenen Vermessungskugel, die Längen und Winkel, verzerrt, wobei diese Verzerrungen allgemein Functionen der Ordinaten, also der Querabstände, sind.

Bezeichnet s die Streckenlänge 1–2 auf der Kugel, s' diejenige in der Ebene, sind o_1 und o_2 die Ordinaten der beiden Endpunkte und φ die Richtung (orientirt), so hat man das Vergrößerungsverhältniss

$$\frac{s'}{s} = 1 + v = 1 + \frac{\cos^2 \varphi}{6 r^2} (o_1^2 + o_1 o_2 + o_2^2), \quad (1)$$

wobei v für eine Mittelordinate $o = \frac{o_1 + o_2}{2}$ in den einfacheren Ausdruck

$$v = \frac{\cos^2 \varphi}{2 r^2} o^2 \quad (2)$$

übergeht. Für mässige Entfernungen s und für blosse Vergleichszwecke genügt das umsomehr, als der übrig bleibende Fehler hierbei nur $\frac{\cos^2 \varphi}{24 r^2} (o_1^2 - 2 o_1 o_2 + o_2^2)$ ist.

Die Gleichungen (1) und (2) zeigen, dass die Längenverzerrungen bei Soldner (wegen des Factors $\cos^2 \varphi$) ungleichmässig sind, und dass die Ordinate sich unverändert in der Ebene abbildet, während die Abscisse eine im quadratischen Verhältniss der Ordinaten zunehmende Vergrößerung erfährt. Jene Ungleichmässigkeit lässt schon von vornherein darauf schliessen, dass in der Soldner'schen Projection sich auch

die Winkel ungleichmässig verzerren. In der That hat man denn auch für den Unterschied v' zwischen der sphärischen Richtung φ und ihrer ebenen Projection φ'

$$\varphi' - \varphi = v' = -\frac{a_2 - a_1}{6 r^2} (2 o_1 + o_2) - \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{6 r^2} (o_1^2 + o_1 o_2 + o_2^2) \quad (3)$$

Das erste Glied dieser Formel lässt seinen Meistwerth in der Abscissen- und den Nullwerth in der Ordinatenrichtung, das zweite Glied sein Maximum im Octanten, seinen Nullwerth in beiden Achsenrichtungen erkennen und ebenso, dass das zweite Glied im Allgemeinen numerisch stets überwiegen wird. Dabei wächst die Verzerrung annähernd wieder im quadratischen Verhältniss des Querabstandes von der Vermessungsachse. In dieser natürlichen oder Soldner'schen Projection liegen die wirklichen Längen und Richtungen s und φ der Kugel nunmehr mit s' und φ' in der Ebene. Der Geometer als solcher könnte nach drei Richtungen eine andere Projection für zweckdienlicher halten, z. B. eine solche, nach welcher Abscisse wie Ordinate mit gleichem Vergrößerungsverhältniss sich in der Ebene abbildeten, oder in der die Längenverzerrung (1) und (2) eine differentiell gleichmässige, bezw. von der Richtung unabhängige wäre, und schliesslich eine solche, welche den Betrag der Richtungsverzerrung verminderte. Das Letztere ist für den Geometer die Hauptforderung, da sie eine vereinfachte und dabei genauere Triangulirungsberechnung ermöglicht, die Triangulirung aber bei den heutigen Arbeiten die Hauptgrundlage aller Vermessungen darstellt.

Es soll hier die Verwirklichung dieser drei Forderungen nur angedeutet werden. Nachdem die Ordinate o sich unverändert in der Ebene abbildet, die Abscisse a dagegen eine Vergrößerung $\frac{a f(o)}{r^2}$

erfährt, so könnte jener ersten Forderung einfach dadurch entsprochen werden, dass man wie bei der Abscisse auch jedem Linienelemente

der Ordinate eine Vergrößerung $\frac{f(o)}{r^2} d o$ zukommen lässt. Für die An-

nahme der Kugel an Stelle des Ellipsoids und für Abstände $o < 200$ km von der Vermessungsachse kann die Function (o) hinreichend genau

gleich $\frac{o^2}{2}$ gesetzt werden. Hieraus folgt

$$\int \frac{o^2}{2 r^2} d o = \frac{o^3}{6 r^2},$$

wonach die Coordinaten ξ, η dieser ebenen Projection mit denen der Soldner'schen a, o in der Verbindung

$$\left. \begin{aligned} \xi &= a \\ \eta &= o \left(1 + \frac{o^2}{6 r^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

stehen würden.

Die zweite Forderung lässt sich erfüllen, wenn dem zweiten Gliede in Gl. (1) der Werth $\frac{\sin^2 \varphi}{6 r^2} (o_1^2 + o_1 o_2 + o_2^2)$ zuaddirt wird, wodurch man die neue Linearverzerrung

$$\frac{S'}{S} = 1 + V = 1 + \frac{1}{6 r^2} (o_1^2 + o_1 o_2 + o_2^2) \quad (5)$$

oder für kleine S und blossе Annäherungszwecke

$$V = \frac{o^2}{2 r^2}$$

erhält.

Schliesslich kann die dritte Forderung durch Hinzufügung von $\frac{\sin \varphi \cos \varphi}{6 r^2} (o_1^2 + o_1 o_2 + o_2^2)$ zum zweiten Gliede von Gl. (3) erfüllt werden, wodurch die neue, stark geminderte Richtungsverzerrung

$$\varphi'' - \varphi = V' = -\frac{a_2 - a_1}{6 r^2} (2 o_1 + o_2) \quad (6)$$

erhalten wird.

Von welcher der oben erwähnten drei Bedingungen man nun auch ausgehen mag, stets wird die darauf gegründete weitere mathematische Entwicklung je die zwei anderen Annahmen in sich schliessen bzw. als Folgerung ergeben, sodass alle drei ein und demselben Projectionssystem entsprechen. Hier sind nun besonders die Gl. (5) und (6) von Interesse. Zuerst giebt die (5) für eine Differentialfigur ds bei der Abbildung in der Ebene zufolge $o_1 = o_2$ das regelmässige Vergrößerungsverhältniss

$$\frac{ds'}{ds} = 1 + \frac{o^2}{2 r^2} \quad (7)$$

und ähnlich die (6), da für ds der Unterschied $(a_2 - a_1)$ gegen die Null convergirt,

$$\varphi'' - \varphi = \text{conv. Null.} \quad (8)$$

Folglich bilden sich in dieser Projection die Elemente einer Figur in ihren kleinsten Theilen in der Ebene ähnlich (conform) ab, d. h. unter Sichgleichbleiben der Winkel und constantem Vergrößerungsverhältniss der Seiten.

R. F. Gauss hat bekanntlich das allgemeine mathematische Princip einer conformen Abbildung zuerst aufgestellt und entwickelt in der classischen Abhandlung: „Allgemeine Auflösung der Aufgabe: Die Theile einer gegebenen Fläche auf einer anderen gegebenen Fläche so abzubilden, dass die Abbildung dem Abgebildeten in den kleinsten Theilen ähnlich wird. Astronomische Abhandlungen, Altona 1825.“ Diese Aufgabe ist dort rein mathematisch gestellt und in umfassendster Weise gelöst worden. Die erste geodätische Anwendung des neuen Principis hat Gauss sodann selbst bei der Berechnung der hannoverschen Triangulation gemacht, die unter seiner Leitung stand.

In dem Vorausgegangenen hat es sich nun nicht sowohl um dieses wissenschaftliche Problem, als um etwas dem Geometer und seinen unmittelbaren technischen Interessen weit Näherliegendes gehandelt. Nämlich um die Folgerungen, die für ihn bestehen, wenn die Punkte eines auf der Kugelfläche liegenden und durch sphärische Gross-coordinaten definirten Dreiecknetzes einmal in natürlicher Projection (Gl. (1)—(3)), oder aber in conformer Projection (Gl. (4)—(6)) auf die Ebene gebracht sind und unmittelbar in dieser weitergerechnet werden soll.

Eine allgemeine Vergleichung der Formeln würde bei deren verschiedenem Aufbau verwickelt und daher unübersichtlich sein; es genügen für die beabsichtigten Vergleichungszwecke einige numerische Ableitungen, wobei später von der Mittelordinate $o = \frac{o_1 + o_2}{2}$ und stets von einem

Krümmungshalbmesser $\log \frac{1}{r^2} = 6,38\ 925$ Gebrauch gemacht wird. Es sei als Wichtigste zuerst die Richtungsverzerrung Gl. (3) und (6) behandelt; I die natürliche, II die conforme Projection, für beide erst die Octantenrichtung; II dann noch im max. abs. (für $o_1 > \Delta o$), dabei s annähernd 7 km.

	I oct.	II oct.	II max. abs.
$o = 40$ km	2,8''	0,5''	0,7''
60 "	5,7	0,8	1,1
90 "	12,0	1,2	1,6

Zur Vermeidung von Missverständnissen, denen ich in dieser Sache schon begegnet bin, sei kurz noch Folgendes hervorgehoben. Bei Soldner'schen Coordinaten wird auf der Kugel gemessen und gerechnet; es sind also sphärische Coordinaten, die man durch die nachstehenden Formeln erhält:

$$\left. \begin{aligned} a_2 - a_1 &= s \cos \varphi_1 + \text{sphär. Correct. } \chi \\ o_2 - o_1 &= s \sin \varphi_1 + \text{sphär. Correct. } y \\ \varphi_2 - 180 &= \varphi_1 + \text{sphär. Correct. } \varphi \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Sollen diese Coordinaten als ebene weiter behandelt werden, so begeht man dabei die in den Gl. (1)—(3) (ausgedrückten Verzerrungsfehler.

In einem conform projecirten Netze sind zunächst die auf der Kugel gemessenen Richtungen oder Winkel — directe Längenmessungen kommen ja in der Triangulirung nach erfolgter Basisreduction nicht mehr in Betracht — vermittelt (6) auf die Ebene zurückzuführen, in welcher dann nach den Regeln der ebenen Trigonometrie die Weiterrechnung erfolgt. Man hat in jener vorherigen Winkelzurückführung nach (6) eine Erschwerung umsomehr erblickt, als hierzu die Kenntniss wenigstens annähernder vorläufiger Coordinatenwerthe erforderlich sei; aber jene Näherungen sind leicht zu erhalten und die eigentliche Winkelreduction ist — besonders mit graphischer Hülfe — sehr einfach, während be-

kanntlich die sphärischen Correctionen χ , y , φ bei den Soldner'schen Formeln (9) rechnerisch ziemlich umständlich sind. (Diagramme erleichtern hier.) Indess liegt das Entscheidende ganz wo anders. Sobald man die Querabstände der Ordinaten angemessen beschränkt, also zu Kleinsystemen übergeht, können beiderseits die Projectionsverzerrungen ohne merkbaren Fehler für die Kleinvermessung, vom Netze III. Ordnung abwärts an, vernachlässigt werden, sodass mit den aus den Coordinaten abgeleiteten Längen und den auf der Kugel gemessenen Winkeln ohne Reduction unmittelbar in der Ebene gerechnet wird.

Hier nun aber bestehen zwischen den zwei Projectionen wesentliche Unterschiede. Zunächst für die Triangulirung.

Während in I (congruent) bei 60 km (Preussen) mit 5'' Richtungsverzerrung im Maximum wohl schon die äusserst zulässige Richtungsverzerrung für Triangulirung IV. Ordnung erreicht ist — Bayern hat deshalb 40 km mit 2,5'' —, beträgt dieselbe für II (conform) bei 60 und 40 km nur 1,1'' bezw. 0,8''. Selbst bei 90 km Querabstand ist dieselbe conform erst auf 1,6'' gewachsen, wo sie in I bereits 12'' ist. Dies spricht entschieden für II, und ein conformes Kleinsystem könnte man in dieser Hinsicht selbst für Triangulirung III. Ordnung auf Ordinaten ± 80 bis 90 km ausdehnen, weil dann die Richtungsverzerrung 1,5'' noch nicht überschritte. Es wurde aber schon weiter vorn nachgewiesen, dass die möglichste Breite der Kleinsysteme auch noch den erheblichen Vortheil hat, die Zahl der Systeme und damit die Doppelcoordinirung an deren Anschlussgrenzen zu vermindern.

Die Polygonisirung wird bei Grosseordinaten ebenfalls von den sphärischen Beziehungen noch getroffen. In I muss sie mindestens von $o > 90$ km ab die Orientirungen sphärisch ableiten (dritte Gl. (9)) — was für II entfällt —, sie muss auch von jener Grenze an die sphärische Abscissencorrection (erste Gl. (9)) summarisch für den ganzen Polygonzug anbringen und proportional auf die einzelnen Coordinatenunterschiede vertheilen. Unterliesse sie dies, so fehlte jede Beurtheilung der Genauigkeit des Zuganschlusses.

Die Gl. (2) giebt nun in I für 1 km Zuglänge und $o = 90$ bezw. 180 km im Maximum (Abscissenrichtung)

$$v_1 = 0,10 \text{ m} \quad \text{und} \quad v_2 = 0,40 \text{ m},$$

und dieselben Werthe giebt Gl. (5) für II, nur dass diese hier von der Richtung unabhängig, im ganzen Felde gleich sind, während die Verzerrung bei I in der Ordinatenrichtung bekanntlich Null wird. Diese Längenverzerrungen mögen gering erscheinen gegenüber den

Höhenverzerrungen $\frac{h}{r}$, die aus der Höhenlage h des Messungsgeländes über den allgemeinen Vermessungshorizont entspringen und die bisher ausnahmslos unberücksichtigt blieben; immerhin dürfen schon die ersteren von einer guten Messung und noch weniger von einer technisch scharfen

Betrachtung nicht ausser Acht gelassen werden. Jedenfalls geht aber aus ihnen hervor, dass selbst für die Polygonisirung die Querabstände o höchstens bis 90 km gehen dürfen.

Ein Aehnliches gilt für die Kartirung, wofür wieder die Gleichungen (2) und (5) maassgebend sind. Allerdings müssen hier die Blattabmessungen noch berücksichtigt werden — bei congruenten Coordinaten nur die Höhe, bei conformen auch noch die Breite des Planes. Bei der Abbildung in der Ebene erfährt für Soldner die Abscisse eine Vergrösserung $\frac{s \cdot o^2}{2 r^2}$, weshalb die aufzutragenden Abscissenunterschiede Δa um die

Beträge $\frac{\Delta a \cdot o^2}{2 r^2}$ zu verkürzen sind; in der Conformität müssen dagegen beide Coordinatenreste um die Beträge $\frac{\Delta o \cdot o^2}{2 r^2}$ bzw. $\frac{\Delta a \cdot o^2}{2 r^2}$ gekürzt

werden. Drückt man nun die Planabmessungen $a_2 - a_1$ und $o_2 - o_1$ in natürlichem Maasse aus und nennt sie l , bezeichnet ferner 0,05 mm die Grenze der geometrischen Wahrnehmung für das normale unbewaffnete Auge in der deutlichen Sehweite, so besteht die einfache Beziehung

$$0,0001 \cdot r^2 = l \cdot o^2. \quad (10)$$

Sollen somit die störenden Coordinatenverkürzungen beim Auftrage der Coordinatenreste von einer Grenze an, wo jene geometrisch darstellbar sind, vermieden werden, so regelt vorstehende Gleichung die Beziehungen zwischen Maximalordinate und Planabmessung — für die Höhe des Planes bei Soldner, für Breite und Höhe in der Conformität. Ist z. B. $l = 0,5$ m, so wird $o = 90$ km, ist aber $l = 0,8$, so dürfte max. o nur bis 71 km steigen. Diese Gl. (10) ist bisher merkwürdiger Weise noch nie aufgestellt oder beachtet worden, man hat vielmehr die zulässige Querausdehnung der Systeme lediglich nach den Richtungsverzerrungen bemessen. Eine möglichst scharfe und dabei einfache Kartirung sollte indess auch die durch Gl. (10) ausgedrückte Beziehung beachten.

Die Verzerrung der Flächen folgt leicht aus derjenigen der Längen; demnach für I mit

$$\frac{f'}{f} = (1 + v_1)(1 + v_2) = 1 + \frac{o^2}{2 r^2}$$

und für II mit

$$\frac{F'}{F} = (1 + V_1)(1 + V_2) = 1 + \frac{o^2}{r^2}$$

Hiernach ist allerdings die Flächenverzerrung in der Conformität doppelt so gross als in der Congruenz; dies hat jedoch insofern eine geringere Bedeutung, als die Beträge bei mässigen Ordinaten o gegenüber den sonstigen Fehlern der Flächenberechnung und vollends denen der Höhenverzerrung mit $\frac{2fh}{r}$ praktisch verschwinden. So hat

man z. B. bei $o = 90$ km und bei $h = 500$ m die beiderseitigen Genauigkeitsverhältnisse (der Projections- und Höhenverzerrung)

$$\left. \begin{array}{l} \text{für I } \frac{1}{10000} \text{ und } \frac{1}{6400} \\ \text{für II } \frac{1}{5000} \text{ und } \frac{1}{6400} \end{array} \right\} \text{ der Fläche.}$$

Das sind aber Verhältnisse, die für keine einzelne Flächenberechnung irgendwie in Betracht kommen, wobei glücklicherweise noch das Vorzeichen der Höhenverzerrung dem der Projectionsverzerrung entgegengesetzt ist, dieser also entgegenwirkt. Immerhin wird hierdurch wieder die Zweckmässigkeit der Kleincoordinaten bewiesen, indem sonst bei Grosscoordinaten eine Beachtung der Flächenminderung — die z. B. in Bayern bis auf $\frac{1}{2500}$ der Fläche, also auf 4 qm für 1 ha steigen kann — eintreten hätte.

Hiermit sind die wesentlichsten Beziehungen, welche die Kleinvermessung zu der Coordinaten- und Projectionsart in der Landesvermessung hat, erschöpft. Es seien kurz noch einige besondere Beziehungen betrachtet.

Man kann die Projectionsverzerrungen nicht ohne Weiteres mit den Messungs- oder Beobachtungsfehlern in Vergleich setzen. Letztere sind zufälliger Natur, vorher weder nach Maass noch Richtung bekannt, während für die Verzerrungen das gerade Gegentheil gilt. Immerhin wird man diese, sofern sie bei mässigen Beträgen nicht vorher systematisch in Berechnung gezogen, sondern unmittelbar belassen werden, vorkommenden Falles wie zufällige Messungsfehler vertheilen müssen. Ist beispielsweise ein Dreieckspunkt durch vier in den vier Octantenrichtungen liegende Vorwärtsstrahlen festgelegt, deren keiner einen Messungsfehler aufweisen soll, so bildet sich am Schnittpunkte in der Congruenz (I) dennoch ein fehlerzeigendes Quadrat, das von den Projectionsverzerrungen herrührt. Dieses Quadrat hat bei $o = 38$ km und $s = 3,8$ km — also bei sehr mässigen Grössen — bereits 5 cm Seitenlänge oder 25 qcm Verzerrungsfläche. Selbstverständlich wird die nachfolgende Ausgleichung den gesuchten Punkt nahezu in den Mittelpunkt des Fehlerquadrats verlegen und die vier Richtungsverzerrungen mit $\pm 2''$ als Messungsfehler auftreten lassen. Das ist daher ohne praktischen Nachtheil, so lange der Punkt in vollständiger Symmetrie nach Richtung und Länge festzulegen war. Eine unsymmetrische Festlegung dagegen, sei es nach den Richtungen oder nach den Längen oder gar nach beiden zugleich, wird die Sachlage erheblich und ungünstig beeinflussen, den Punkt geometrisch verschieben, jedenfalls aber die sonst vorhandenen Messungsfehler irrig vertheilen können. Mit Bezug auf das obige Beispiel wird die Sachlage ganz anders, wenn unter Belassung des Sonstigen die vier Ausgangspunkte sich aus den Octantenrichtungen in die Achsenrichtungen

verlegen; dann werden die zweiten Glieder der Soldner'schen Verzerrungsformel (3) durchaus und ebenso die ersten für die zwei in der Ordinatenrichtung liegenden Strahlen zu Null, es bleiben bloss die ersten Glieder für die in der Abscissenrichtung liegenden Strahlen, die in entgegengesetzter Richtung liegen, weshalb dann die vier Strahlen in einem um die ebene Projectionsverzerrung verschobenen Punkt zusammentreffen. Dieser Punkt ist ganz identisch mit demjenigen, welcher bei einer Rechnung mit conformen Coordinaten erhalten würde. Hingegen gäbe das erste Beispiel mit den Octantenstrahlen nun in der Conformität anstatt der 25 qcm hier nur eine minimale Verzerrungsfläche, weil die entgegengesetzten Strahlen nahezu zusammenfallen und beide Strahlenpaare sich unter einem rechten Winkel in einem Punkte schneiden, der bloss um einen Betrag weniger als 1 cm verzerrt ist.

Kurz sei noch die Art der Abbildungen in ihren kleinsten Theilen an zwei Beispielen gezeigt.

I. Hier hat man für die ebene Abbildung ds' einer auf der Kugel liegenden Differentialfigur ds nach den Gl. (2) und (3) wegen $a_2 - a_1 = 0$ und $o_1 = o_2$ zunächst

$$\frac{ds'}{ds} = 1 + \frac{\cos^2 \varphi}{2 r^2} o^2,$$

$$d\varphi = \varphi' - \varphi = -\frac{\sin \varphi \cos \varphi}{2 r^2} o^2,$$

sodann für die einzelnen Eckwinkel der Figur

$$d\varphi_1 - d\varphi_2 = \frac{o^2}{2 r^2} (\sin \varphi_1 \cos \varphi_1 - \sin \varphi_2 \cos \varphi_2).$$

Lässt man die Figur zum Differentialquadrate werden, so wird wegen $\varphi_2 - \varphi_1 = 90^\circ$ für die inneren Winkel erhalten

$$dw = \frac{o^2}{r^2} \sin \varphi_1 \cos \varphi_1.$$

Hiernach bildet sich ein Differentialquadrat, dessen Seiten die Achsenrichtungen haben, als Rechteck ab, d. h. die Winkel und die Ordinatenseiten übertragen sich unverändert, wogegen die Abscissenseiten um $\frac{o^2}{2 r^2} ds$ vergrößert sind. Anders, wenn die Seiten des Quadrats die Octantenrichtung haben; dann giebt die Abbildung einen Rhombus, dessen Seiten sämmtlich um $\frac{o^2}{4 r^2} ds$ vergrößert erscheinen. Zugleich werden die Winkel der in die Abscissenrichtung fallenden Ecken um je $\frac{o^2}{2 r^2}$ verkleinert, diejenigen der in die Ordinatenrichtung fallenden zwei Ecken um je $\frac{o^2}{2 r^2}$ vergrößert. Die Abbildung ist also, wie voraussehen, von der Richtung abhängig.

II. Die conforme Abbildung dagegen wird, wie schon aus den Gl. (7) und (8) hervorgeht, das Differentialquadrat in beiden Fällen wieder als Quadrat mit den vergrösserten Seitenlängen

$$ds' = ds \left(1 + \frac{o^2}{2r^2} \right) \text{ darstellen.}$$

Das Ergebniss der vorstehenden Darlegungen glaube ich in folgende Hauptsätze zusammenfassen zu können:

- 1) Die heutige Zahlen- oder Coordinaten-Aufnahmemethode der Kleinvermessung bedarf zum Zwecke vereinfachter und gesicherter Durchführung ihrer sämtlichen Arbeiten der Klein-Coordinatensysteme, sei es in congruenter (Soldner'scher) oder in conformer Projection.
- 2) Für die Triangulirung ist bei Soldner'schen Coordinaten ein Querabstand von ± 40 km als hinreichende, von ± 60 km als noch zulässige, allerdings äusserste Grenze anzusehen; bei conformen Coordinaten kann diese Grenze auf ± 80 bis 90 km steigen.
- 3) Für Polygonisirung und Flächenberechnung sind ± 90 km noch zulässig.
- 4) Für die Kartirung wird diese Grenze ± 90 km gleichfalls genügen:
 - a. bei Soldner'schen Coordinaten, wenn die Planhöhe $\leq 0,5$ mm,
 - b. bei conformen Coordinaten, wenn Planlänge und Planhöhe $\leq 0,5$ m.

Sonst muss bei Soldner für die Höhen, bei der Conformität für die Längen und Höhen der Pläne die maassgebende Beziehung der Gl. (10)

$$0,0001 \cdot r^2 = l \cdot o^2$$

noch beachtet werden.

Die Kleinvermessung braucht den Unterschied zwischen congruenter und conformer Projection nicht zu einem wissenschaftlichen Principienstreit aufzubauschen. Der Geometer kann, wenn auch unter verschiedenen Bedingungen, in beiden gleich bequem arbeiten, vorausgesetzt nur, dass dies in Kleincoordinatensystemen geschieht. Denn das ist wohl die hauptsächlichste Bedingung.

Die vergleichende Beurtheilung beider Coordinatenarten kann, je nach dem eingenommenen Standpunkt, zu verschiedenen Ergebnissen führen.

Ein mehr principieller Standpunkt wird der conformen Abbildung den Vorzug geben und deren rechtwinkligen Coordinaten als die der Zukunft betrachten, indem er zugleich die damit verbundene doppelt grössere Flächenverzerrung wegen ihres geringen Betrages als ohne praktische Bedeutung erklärt.

Zu dem gleichen Ergebniss gelangt der Trigonometer, der mit Recht die Winkelmessung als das Wichtigste der heutigen Aufnahmemethode betrachtet, demgemäss die geringere Richtungsverzerrung und die hieraus folgende genauere Triangulirungsrechnung in rechtwinklig-conformen Coordinaten, sowie die Verringerung der Zahl der Klein-systeme an die Spitze stellt. Der Polygonometer hat gleichfalls in letzteren

einen kleinen Vortheil in der schärferen Orientirung und der gleichmässigen Längenverzerrung, während der Kartirungs-Geometer der Sache gleichgültiger gegenüberstehen kann, wenn nur die Planabmessungen den Bedingungen der Gl. (10) entsprechen. Schliesslich könnte einzig noch die Flächenberechnung ihr Urtheil für Soldner's Coordinaten abgeben, weil diese in der That eine geringere Flächenverzerrung aufweisen und eine etwaige Anbringung der Höhenreduction $\frac{2fh}{r}$ für beide Coordinatenarten gleich möglich wäre. Hiernach treffen in dem Gebiete der Kleinvermessung die verschiedenen Anforderungen nur in einzelnen Punkten zusammen, während sie in anderen auseinandergehen können. Für die planmässige Einrichtung einer neuen Landesaufnahme zu technischen und staatswirthschaftlichen Zwecken lassen sich nun überhaupt drei Interessengruppen unterscheiden: 1) eine mathematisch-wissenschaftliche, die Hauptgrundlagen umfassend; 2) eine real-technische, die Durchführung in dem hier behandelten Gebiete der Kleinvermessung einschliessend, und 3) eine administrativ-technische, die sogenannte Fortführung des Messungswerkes betreffend. Das Zweckmässigste kann hier nur erreicht werden bei einheitlichem Zusammenwirken der drei Gruppen unter vorsichtiger Abwägung und Abgleichung der gegenseitigen Forderungen, soweit sie im Einzelnen sich etwa widersprechen sollten. Das Ueberwiegen der einen Richtung über die beiden anderen könnte unter Umständen auf diese für sehr lange Zeiten schädigend wirken; dies ganz besonders, wenn z. B. die administrativ-technische Richtung der real-technischen als überlegen betrachtet würde, wofür Beispiele gegeben sind. Wenn hier überhaupt eine Unterscheidung getroffen werden wollte — nicht sollte —, so könnte es aus naheliegenden Gründen doch nur die sein, den rein technischen Interessen, demnach der real-technischen Richtung den Vorrang zu geben, der sich die administrativ-technischen Forderungen dann einfach anzupassen hätten, was ohne Erschwerung immer möglich sein wird. Und eine klare und sachgemäss prüfende Ueberlegung wird wohl zweifellos ergeben, dass die beiderseitigen Interessen dieser zwei Gruppen — recht verstanden — in rein technischer Hinsicht wesentlich identische sind.

München.

Frankfurt.

Schnellmesser, ein Schiebetachymeter für lothrechte Lattenstellung. D. R. P. 125 355.

Von Ingenieur Puller in St. Johann.

Die in letzterer Zeit hervorgetretenen neuen Tachymeterconstructions lassen erkennen, dass ein nicht geringes Bedürfniss nach einem brauchbaren Instrument dieser Art vorhanden ist; dieses kann nicht Wunder nehmen, wenn man die zahlreichen Geländeaufnahmen, für welche

bekanntlich Tachymeter mit Vortheil Verwendung finden, in Betracht zieht, die sowohl für technische Zwecke, als auch für die neuere Landestopographie zur Zeit ausgeführt bezw. in Zukunft noch zur Ausführung kommen werden.

Wenn wir nun ebenfalls mit einem neuen Tachymeter an die Oeffentlichkeit treten, so leitet uns hierbei die Erkenntniss, dass die vorhandenen Constructionen nicht in jeder Hinsicht als zweckmässig angesehen werden können; da bei der Beurtheilung solcher Instrumente wesentlich praktische Verhältnisse ausschlaggebend sind, so erscheint es angebracht, auf letztere etwas näher einzugehen.

Die Tachymeter zeigen hinsichtlich der Einrichtungen für die Entfernungsbestimmung Verschiedenheiten und zwar unterscheidet man solche mit Fadendistanzmesser, Schraubentachymeter und Contacttachymeter. Für die Feld- und Landmessung sind nun besonders die ersteren Instrumente von Bedeutung, was durch die einfache, sowie mit Rücksicht auf die Lattenschwankungen verhältnissmässig sichere Ermittlung der Entfernungen begründet ist; es sollen daher die nachstehenden Betrachtungen auf die Tachymeter ersterer Art beschränkt werden.

Die älteren Tachymeter mit Distanzfäden im Fernrohre sind bekanntlich mit Höhenkreis ausgerüstet; man bezeichnet sie als Kreistachymeter, im Gegensatz zu den neueren Schiebetachymetern, bei welchen an Stelle des Höhenkreises eine Vorrichtung für die Bestimmung der wagerechten Entfernungen und Meereshöhen tritt. Bei den Kreistachymetern sind die Endwerthe: die wagerechte Entfernung und die Meereshöhen nachträglich zu berechnen, während diese Arbeit bei den Schiebetachymetern entfällt. Man hat nun zahlreiche Hilfsmittel zur Anwendung gebracht, um die Berechnungen möglichst einfach zu gestalten und haben diese Hilfsmittel sehr zur Verbreitung der Tachymetrie beigetragen. Nach erfolgter Berechnung sind die aufgenommenen Punkte aufzutragen, d. h. zu dem Lage- und Höhenplan, dem Endzweck der Aufnahme, zusammenzutragen, sofern die Aufnahme derart erfolgt ist, dass für jeden Punkt der wagerechte Winkel an einer Kreistheilung abgelesen wird. Eine andere Lösung besteht darin, dass man die Punkte unmittelbar im Felde aufträgt, wozu bisher der bekannte Messisch verwandt wurde; diese Construction ist namentlich bei den Schiebetachymetern zur Ausführung gekommen.

Wir ersehen aus dem Vorstehenden, dass man bei der Tachymetrie mit zwei wesentlich verschiedenen Thätigkeiten zu rechnen hat, nämlich mit der Feldarbeit, welche verhältnissmässig theuer und von der Witterung abhängig ist, und mit der Zimmerarbeit, die verschiedenen Umfang besitzt, je nach dem für die Feldarbeit benutzten Instrument.

Wir stellen nunmehr den Satz auf, dass derjenige Tachymeter als der zweckmässigste anzusehen ist, welcher den Endzweck der Gelände-

aufnahmen: die Herstellung der Lage- und Höhenpläne (meist im Maassstab 1 : 2500 bis 1 : 1000) mit dem geringsten Zeit- und Kosten- aufwand ermöglicht.

Würde es sich lediglich um die Feldarbeiten selbst handeln, so hätte man ohne Zweifel den Kreistachymeter als das beste Instrument zu betrachten. Da aber die Feldarbeiten nur als Mittel zum Zweck ausgeführt werden und mannigfache häusliche Arbeiten mit diesem Instrument verknüpft sind, so ist nicht ohne Weiteres dieses als das zweckmässigste zu bezeichnen. Die Thatsache, dass die Schiebetachymeter sich Eingang in die Praxis verschafft haben, lässt erkennen, dass das Bestreben, die Zimmerarbeiten zu verringern, ein richtiges genannt werden muss. Denn nur in Folge des Fortfalles der Berechnungen haben die Schiebetachymeter sich einbürgern können, obgleich die Benutzung dieser Instrumente an die schiefe Lattenstellung gebunden war. So heisst es in einem Gutachten der Königl. Eisenbahn-Direction Erfurt: „Die Wagner-Fennel'schen Tachymeter sind den Tachymetern älteren Systemes erheblich dadurch überlegen, dass bei denselben Richtungswinkel, Entfernung und Meereshöhe eines Punktes unmittelbar abgelesen wird, ohne dass spätere zeitraubende Berechnungen nothwendig sind.“

Erweist es sich hiernach als zweckmässig, die nachträglichen Berechnungen der aufgenommenen Punkte entbehrlich zu machen, so ist es nicht minder vortheilhaft, auch die häuslichen Auftragungen dieser Punkte in Wegfall zu bringen; dadurch gelangen wir zu der sogen. Messtischtachymetrie im Gegensatz zu der Zahlentachymetrie, deren Vergleich sich folgendermaassen gestaltet.

Letztere liefert die Messungsergebnisse in Zahlen, sodass die Auftragungen in jedem Maassstabe vorgenommen werden können, während bei ersterer die Aufnahme auf dem Papier haften und daher nicht für grössere Maassstäbe verwendet werden können. Diesem Vortheil der Zahlentachymetrie steht aber der in's Gewicht fallende Nachtheil gegenüber, dass hierbei eine Reihe von Fehlerquellen vorhanden sind, welche erfahrungsgemäss die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Aufnahmen in grösserem oder geringerem Maasse beeinträchtigen, je nach der Einübung und Brauchbarkeit des zur Verwendung gelangenden Personales. Bei Benutzung von Kreistachymetern sind bekanntlich für jeden aufzunehmenden Punkt die drei Fäden und die beiden Winkel abzulesen und von einer andern Person in ein Feldbuch aufzuschreiben, sodass für jeden Punkt 16—20 Zahlen notirt werden müssen; das liefert bei einer täglichen Leistung von nur 400 Punkten bereits 6400—8000 Zahlen. Es ist daher erklärlich, dass sehr leicht Fehler, sowohl beim Ablesen als auch beim Aufschreiben unterlaufen können; zu diesen Fehlern treten noch diejenigen bei der Berechnung und Auftragung der Punkte; ähnlich liegen die Verhältnisse bei Verwendung der Schieber-

tachymeter. Wenn nun auch, wie wir bereits früher des Näheren erörtert haben (Z. f. V., Jahrgang 1893, S. 71 und 1894, S. 13) bei Benutzung von Kreistachymetern diese Fehler in manchen Fällen ausgeschlossen werden können, so ist klar, dass ein häufiges Auftreten von fehlerhaften Punkten, welche nicht immer, namentlich von weniger Geübten, als solche erkannt werden, die Richtigkeit der Aufnahme zu beeinträchtigen im Stande ist.

Es mag hier bemerkt werden, dass die Lehrbücher der Geodäsie u. W. im Allgemeinen nichts über vorstehende Verhältnisse bringen, während die Zeitschriften nur dürftige Angaben enthalten; so findet man in Z. f. V. Jahrgang 1897, S. 41 die Anzahl zweifelhafter Punkte bis zu 10 % angegeben, was uns reichlich hoch bemessen erscheint; ein Vergleich zwischen Zahlen- und Messtischtachymetrie ist ebendasselbst S. 360—362 angestellt, auf welchen wir noch zurückkommen werden.

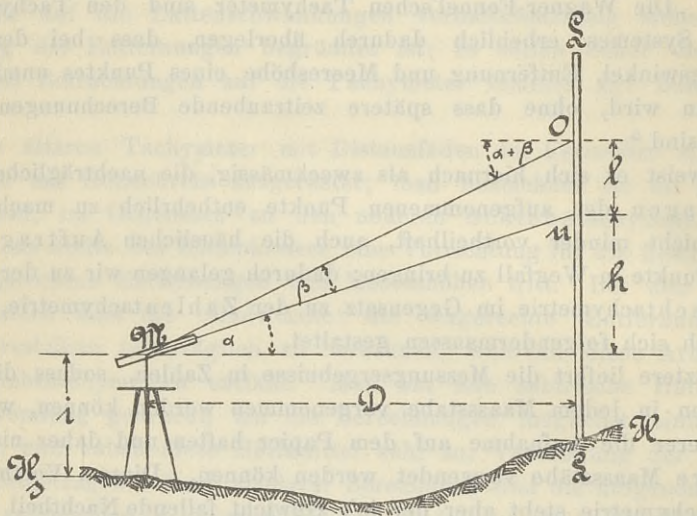


Abb. 1

Wesentlich günstiger hinsichtlich obiger Fehlerquellen stellt sich die Messtischtachymetrie, da man — bei Benutzung des nachstehend beschriebenen Tachymeters — lediglich den Oberfaden zu ermitteln (vergl. die Formeln (1) bis (3)) und an der Projectionsvorrichtung einzustellen, sowie die Meereshöhe abzulesen hat, während die Bestimmung der wagerechten Winkel, der Entfernungen wie auch die Ablesung der Höhenwinkel entbehrlich wird, sodass insgesamt nur drei Fehlerquellen vorhanden sind und namentlich diejenigen, welche beim Berechnen und Auftragen der Punkte unterlaufen können, entfallen.

Als weiterer Vortheil der Messtischtachymetrie ist zu nennen, dass die Anfertigung eines Handrisses entbehrlich wird, da letzterer im Felde

auf dem Pauspapier entsteht; es ist daher bei der Aufnahme nur eine Person erforderlich, während bei der Zahlentachymetrie stets zwei Personen nothwendig sind, von welchen die eine das Instrument handhabt, die andere den Handriss anfertigt und die Lattenräger führt.

Auf Grund der vorstehenden Erörterungen gelangen wir zu folgendem Programm für unseren Tachymeter: der Tachymeter, mit festen Fäden im Fernrohr ausgerüstet, soll bei Benutzung der lothrechten Lattenstellung eine zuverlässige Bestimmung der wagerechten Entfernungen und Meereshöhen zulassen, welche mit Rücksicht auf die verhältnissmässig theure und durch die Witterung beeinflusste Feldarbeit möglichst einfach und bequem vorgenommen werden muss, er soll ferner das Auftragen der aufgenommenen Punkte in einem bestimmten Maassstabe ermöglichen, ohne sich des schwerfälligen Messtisches bekannter Construction bedienen zu müssen und endlich sollen bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Messungsergebnisse auch zahlenmässig bestimmt werden können, in welchem besonderen Falle ausser den oben genannten Entfernungen und Höhen noch die wagerechten Winkel in ein Feldbuch einzutragen sind.

Bevor wir nun zur Beschreibung unseres diesen Anforderungen entsprechenden Tachymeters übergehen, haben wir die für lothrechte Lattenstellung zur Anwendung gelangten, bisher noch nicht benutzten Formeln zu entwickeln.

An der Hand der Abb. 1, welche ohne Weiteres verständlich ist, erhalten wir aus dem Dreieck $M u o$ die Gleichung

$$l : \frac{D}{\cos \alpha} = \sin \beta : \cos (\alpha + \beta); \text{ also}$$

$$D = \frac{l}{\sin \beta} \cos (\alpha + \beta) \cos \alpha \text{ und, da } h = D \operatorname{tg} \alpha \text{ ist,}$$

$$h = \frac{l}{\sin \beta} \cos (\alpha + \beta) \sin \alpha.$$

Bezeichnet man nun den Bruch $\frac{1}{\sin \beta}$ mit k , so ergeben sich, wenn noch eine Add.-Constante c zu berücksichtigen ist, die Formeln:

$$(1) D = \{ k l \cos (\alpha + \beta) + c \} \cos \alpha; h = \{ k l \cos (\alpha + \beta) + c \} \sin \alpha, (2)$$

und die Meereshöhe $H = (H_s + i - u) + h$.

Aus diesen Formeln folgt, dass die Ablesung des Mittelfadens entbehrlich wird (welche bekanntlich bei den bisher benutzten Formeln für lothrechte Lattenstellung nothwendig ist) und dass die Gleichungen (1) bis (3) genaue Werthe, also keine Näherungen darstellen; im Uebrigen entsprechen dieselben denjenigen für schiefe Lattenstellungen, nur mit dem Vortheil, dass man einer bestimmten Einstellung des Unterfadens u nicht gebunden ist, da diese Einstellung ohne Factor in Gleichung (3) erscheint.

Dem nachstehend beschriebenen Instrument bezw. der Projectionsvorrichtung sind nun die Formeln (1) bis (3) zu Grunde gelegt worden.

Zunächst geben wir in Abb. 2 eine schematische Darstellung dieser Vorrichtung. Es bezeichnet MF die Zielrichtung durch den

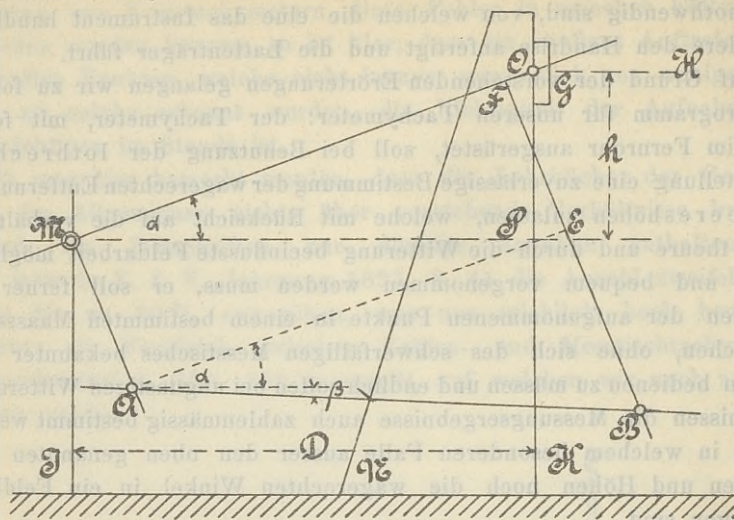


Abb. 2

Unterfaden u , MA einen mit dem Fernrohr fest verbundenen Arm, welcher mit der gegen die Wagerechte um den Winkel β nach unten gerichteten Schiene AB gelenkartig in Verbindung gebracht ist; ferner bedeutet BF einen auf MF senkrecht stehenden beweglichen Arm, der mit MA stets dieselbe Richtung besitzt, KG einen Winkel mit lothrechter Kante KG und endlich G einen drehbaren Nonius, dessen Drehpunkt O von F um das Maass c entfernt ist.

Macht man nun $AB = kl$, so wird

$$AE = MF = kl \cos(\alpha + \beta), \text{ also } MO = kl \cos(\alpha + \beta) + c;$$

folglich

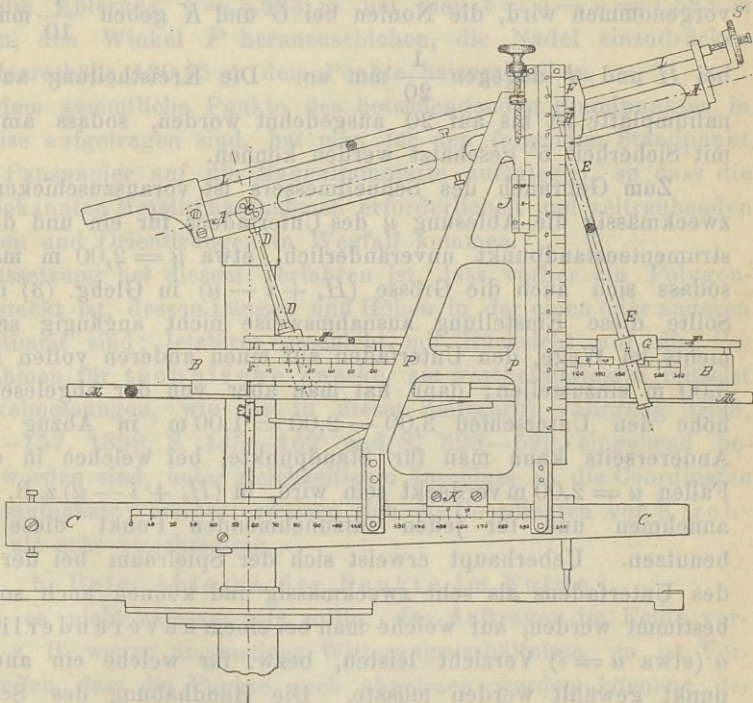
$$MP = MO \cos \alpha = D \text{ und } OP = MO \sin \alpha = h,$$

d. h. man erhält die (1) und (2) entwickelten Ausdrücke für D und h . Wird nun noch der Wagerechten MP der Werth $(H_s + i - u)$ beigelegt, so ergibt sich für den Punkt O die verlangte Höhe H gemäss Gleichung (3).

In der Abbildung (3) ist der Schnellmesser in der Vorderansicht dargestellt, jedoch ohne Stativ, Dreifuss und Fernrohr. Auf einem Stativ ist ein Dreifuss in bekannter Weise befestigt; dieser Dreifuss trägt eine runde Magnesiumplatte von 42,5 cm Durchmesser, welche am Rande eine Kreistheilung besitzt und auf welcher ein passend geschnittenes Pauspapier zum Aufzeichnen der aufgenommenen Punkte mittelst eines Ringes mit Federn befestigt wird. In dem Dreifuss ist eine conische Durchbohrung angebracht, welche eine messingene Säule

aufnimmt, sodass man letzterer eine volle Umdrehung geben kann. Diese Säule trägt auf der linken Seite ein Fernrohr, auf der rechten Seite die Projectionsvorrichtung entsprechend der Abb. (2). Auf der wagerechten Drehachse des Fernrohrs ist eine Schiene AA befestigt; oberhalb derselben befindet sich eine runde Stahlstange LL , auf welcher ein Schieber F bewegt werden kann, der einen drehbaren Nonius H und eine zu AA stets senkrecht gerichtete Stahlstange EE trägt. Parallel zu dieser Stange ist beim Drehpunkt O eine zweite Stange DD vorgesehen und ferner mit obiger Säule durch entsprechend gestaltete Stützen eine Stahlstange MM verbunden, auf welcher mit Hilfe dreier durchbohrter Prismen die Schiene BB verschoben werden kann. Die jedesmalige Grösse dieser Verschiebung wird bedingt durch die Richtung des Armes DD , der zu diesem Zwecke mit der Schiene BB durch eine Achse und verschiebbares Prisma gelenkartig in Verbindung gebracht ist.

Abb. 3. (1:4)



Oberhalb der Schiene BB ist ferner eine Stahlstange NN befestigt, auf welcher der Schieber G mittelst einer drehbaren Hülse auf EE geführt wird. Gleichzeitig ist mit G ein Nonius verbunden, der zur genauen Einstellung des Werthes kl bei der auf BB angebrachten Theilung dient; dieses wird erreicht durch die Mikrometerschraube S , nachdem der Schieber F auf der Stange LL festgeklemmt worden ist.

Endlich ist mit der Säule die Schiene CC , welche ebenfalls eine Theilung trägt, befestigt; auf dieser Schiene kann der Projectionswinkel P verschoben werden, bis er an der Anschlagkante des drehbaren Nonius H anliegt.

Behufs Ablesung der Meereshöhen ist die Theilung auf dem Winkel P in lothrechter Richtung verschiebbar angeordnet und dient der Nonius J zur Einstellung der Höhe ($H_s + i - u$), während der Nonius K zum Ablesen der wagerechten Entfernungen benutzt wird.

Das Ablesen der wagerechten Winkel an der Theilung der Magnaliumplatte geschieht mittelst Indexstrich, der an einer Alhidade mit Klemmschraube und Feinstellung angebracht ist.

Zum Auftragen der aufgenommenen Punkte im Felde dient ein an dem Winkel P seitlich befestigter Arm mit Nadelvorrichtung.

Bei dem vorliegenden Instrument ist $k = 100$ und $c = 0,40$; die Theilungen auf BB und CC sowie auf dem Winkel P sind im Maassstab 1:1000 vorgesehen, in welchem auch das Auftragen der Punkte vorgenommen wird, die Nonien bei G und K geben $\frac{1}{10}$ mm, diejenigen

bei H und J dagegen $\frac{1}{20}$ mm an. Die Kreistheilung auf der Magnaliumplatte ist bis auf $20'$ ausgedehnt worden, sodass am Indexstrich mit Sicherheit $5'$ geschätzt werden können.

Zum Gebrauch des Schnellmessers ist vor auszuschicken, dass man zweckmässig die Ablesung u des Unterfadens für ein und denselben Instrumentenstandpunkt unveränderlich, etwa $u = 2,00$ m machen wird, sodass sich auch die Grösse ($H_s + i - u$) in Gleichg. (3) nicht ändert. Sollte diese Einstellung ausnahmsweise nicht angängig sein, so steht nichts im Wege, den Unterfaden auf einen anderen vollen Meter, z. B. $3,00$ m einzustellen; dann hat man aber von der abgelesenen Meereshöhe den Unterschied $3,00 - 2,00 = 1,00$ m in Abzug zu bringen. Andererseits kann man für Standpunkte, bei welchen in den meisten Fällen $u = 2,00$ m verdeckt sein wird, in ($H_s + i - u$) z. B. $u = 3,00$ m annehmen und für jeden anzunehmenden Punkt diese Einstellung benutzen. Ueberhaupt erweist sich der Spielraum bei der Einstellung des Unterfadens als sehr zweckmässig und können auch solche Punkte bestimmt werden, auf welche man bei einem unveränderlichen Maass u (etwa $u = i$) Verzicht leisten, bzw. für welche ein anderer Standpunkt gewählt werden müsste. Die Handhabung des Schnellmessers ergibt sich nun folgendermaassen.

a. beim Auftragen der Punkte im Felde.

Man stellt sich zunächst auf dem betreffenden Standpunkt centrisch und lothrecht auf; ersteres geschieht in derselben Weise wie bei einem Theodolit oder Kreistachymeter, letzteres erreicht man unter Benutzung einer Dosenlibelle, welche auf die Magnaliumplatte aufgesetzt wird, und

der Fernrohrlibelle in bekannter Weise. Unter der Voraussetzung, dass der Schnellmesser vollständig berichtigt ist, liest man die Instrumentenhöhe i ab und bringt den Nonius J (Abb. 3) mit Hilfe der verschiebbaren Theilung des Winkels P auf die Höhe ($H_s + i - 2,0$ m); H_s bedeutet hier die Meereshöhe des Instrumentenstandpunktes. Dann richtet man für jeden aufzunehmenden Punkt das Fernrohr auf die lothrecht stehende Latte, stellt den Unterfaden u auf 2,00 m, liest den Oberfaden o ab und verschiebt den Schieber F , bis der Nonius G die Zahl $l = o - u = o - 2,00$ m anzeigt, wobei die genaue Einstellung mittelst der Mikrometerschraube S erfolgt; dann wird der Winkel P bis an den drehbaren Nonius herangeschoben, die Nadel eingedrückt und diesem Punkte die am obigem Nonius abgelesene Meereshöhe beigeschrieben. Diese Ablesungen und Einstellungen sind, wie schon erwähnt, für jeden Punkt vorzunehmen.

Ist z. B. $H_s = 187,47$ m und $i = 1,35$ m, so wird für $u = 2,0$ m $H_s + i - u = 187,47 + 1,35 - 2,00 = 186,82$ m.

Für die Ablesung $o = 3,583$ m hat man $l = o - u = 1,583$ m einzustellen, den Winkel P heranzuschieben, die Nadel einzudrücken und die Meereshöhe 190,65 m dem Punkte beizuschreiben.

Nachdem sämtliche Punkte des betreffenden Standpunktes in dieser Weise aufgetragen sind, hat man für den folgenden Standpunkt ein neues Pauspapier auf die Magnaliumplatte aufzulegen, so dass die bei dem bekannten Messtischaufnahmen erforderlichen und zeitraubenden Centrirungen und Orientirungen in Wegfall kommen.

Voraussetzung bei diesem Verfahren ist, dass vorher ein Polygonzug ausgesteckt ist, dessen Längen und Höhen in der einen oder anderen Weise bestimmt sind; letzteres geschieht mit Rücksicht auf die Geländeaufnahmen für technische Zwecke am vortheilhaftesten mittelst Höhenwinkelmessungen, wie sie in dieser Zeitschrift Jahrgang 1898, Seite 153—157, 1899, S. 145—162 und S. 525—529 eingehend beschrieben worden sind, unter gleichzeitigem Anschluss an die Coordinaten der Landesaufnahme; hierbei erweisen sich die Coordinaten von Kirchtürmen als sehr zweckmässig.

b. Beim Ablesen der Punkte im Felde.

Wenn es nicht rathsam sein sollte, das Auftragen im Felde vorzunehmen, z. B. wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse, so ist Vorsorge getroffen, dass die Punkte auch abgelesen werden können; der Vorgang ist dann im Allgemeinen der oben beschriebene, nur hat man, anstatt die Nadel einzudrücken, die am Nonius K abgelesene Entfernung und den wagerechten Winkel, welcher mittelst Indexstrich an der Kreistheilung bestimmt wird, sowie auch die Meereshöhe aufzuschreiben; selbstverständlich müssen in diesem Falle die aufgenommenen Punkte nachträglich im Zimmer aufgetragen werden; für diese Verrichtung ist der in dieser Zeitschrift 1901, S. 339 beschriebene Transporteur

mit Vortheil zu benutzen. Es ist noch zu bemerken, dass für das vorliegende Aufnahmeverfahren der Schnellmesser, ohne irgend eine Abänderung vornehmen zu müssen, jeder Zeit geeignet ist und daher in jedem Augenblick von der Messtisch- zur Zahlentachymetrie und umkehrt übergegangen werden kann.

In Abb. 4 geben wir eine vierfach verkleinerte Aufnahme, wie dieselbe beim Auftragen der Punkte im Felde entsteht. Das Ablesen und Einstechen der benachbarten Polygonpunkte ist nothwendig, da einerseits diese Bestimmungen eine werthvolle Probe für ein richtiges Arbeiten mit dem Instrument liefern, anderseits mit Hilfe dieser Polygonpunkte die Aufnahme mittelst Durchstechen der Geländepunkte auf den Reiplan übertragen wird, in welchem vorher der Polygonzug, am besten durch Coordinaten, eingezeichnet worden ist.

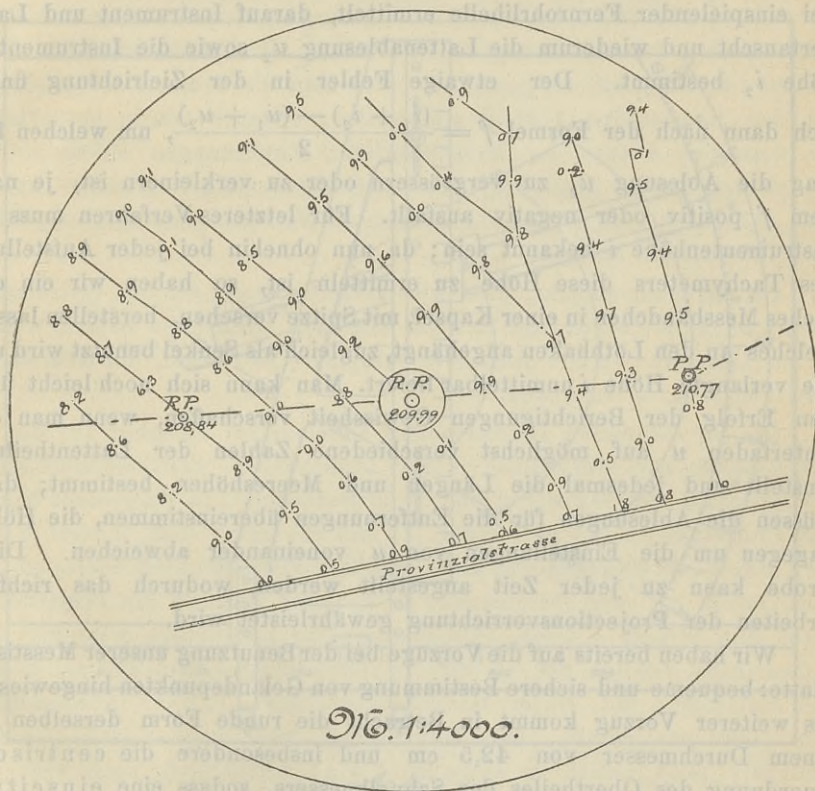
Zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit und der erreichbaren Genauigkeit haben wir von der Firma F. W. Breithaupt & Sohn in Cassel ein Instrument nach Abb. 3 herstellen lassen, mit welchem verschiedene Versuchsmessungen und Aufnahmen (siehe Abb. 4) vorgenommen worden sind. Diese Messungen lassen erkennen, dass der Schnellmesser hinsichtlich der Leistungsfähigkeit alle berechtigten Ansprüche erfüllt, es konnten bei mittlerem Gelände in der Stunde 50—60 Punkte vollständig aufgetragen werden, wobei 2 Latten zur Verwendung kamen. Dieses ist erklärlich, da ausser zwei Ablesungen (für o und H) nur eine einzige Einstellung (von kl) für jeden Punkt erforderlich wird. Ein ähnliches Ergebniss zeigte sich auch bei dem Ablesen der Punkte, wobei namentlich die sehr bequeme Bestimmung der wagerechten Winkel mittelst Index an der grossen Theilung zu erwähnen ist.

Zur Feststellung der Genauigkeit genügt es, diese Untersuchung auf die Projectionsvorrichtung zu beschränken, da über diejenige des Fadendistanzmessers ausreichende Versuche und Ergebnisse vorliegen. Zu diesem Zwecke wurde eine Anzahl von Punkten nach Lage, Entfernung und Höhe durch Lattenmessung und Nivellement festgelegt; diese Punkte waren im Felde so ausgewählt worden, dass dieselben von einem Standpunkte aus mit dem Schnellmesser angezielt werden konnten. In Bezug auf die Lage derselben war eine Abweichung gegenüber den scharf aufgetragenen Punkten nicht zu bemerken, während die Höhen Differenzen von nur wenigen Centimetern zeigten; jedenfalls erreichten diese Unterschiede nicht den Betrag von 10 cm, was mit Rücksicht auf die Zwecke der Geländeaufnahmen für technische Zwecke als völlig ausreichend zu betrachten ist. Eine grössere Reihe von solchen Beobachtungen werden wir demnächst noch veröffentlichen und zugleich den Einfluss der Höhenwinkel α in den Bereich der Untersuchung ziehen.

Selbstverständlich können obige Ergebnisse nur dann erzielt werden, wenn eine sorgfältige Prüfung und Berichtigung des Instrumentes vorher

stattgefunden hat. Hierfür sind nun die erforderlichen Mittel, Libellen und Richteschrauben vorgesehen, mit Hilfe derselben die Berichtigungen unschwer vorgenommen werden können. Es sind drei Libellen vorhanden, eine Dosenlibelle für die Messtischplatte, eine Fernrohrlibelle und eine Röhrenlibelle zu Aufsetzen auf die Schiene *CC* (Abb. 3). Richteschrauben sind für das Fadenkreuz (in senkrechter Richtung), welches, wie hier bemerkt werde, auf Glas eingeritzt ist, für die Schienen *AA* und *CC* sowie für den Winkel *P* vorgesehen, während die Nonien *J* und *K* mittelst ovaler Schraubenlöcher in ihrer Längsrichtung verschoben werden können.

Abb. 4.



Das berichtigte Instrument soll nachstehenden Forderungen genügen:

- 1) Die Messtischplatte soll wagerecht bzw. die Drehachse des Obertheiles soll lothrecht,
- 2) die Oberkante der Schiene *CC* soll wagerecht sein,
- 3) bei wagerechter Zielung durch den Unterfaden *u* soll die Fernrohrlibelle einspielen sowie die Schiene *AA* wagerecht sein,

4) die Theilungskante des Winkels P soll beim Aufsetzen auf die Schiene CC lothrecht sein,

5) die Nonien H und J sollen dieselbe Höhe und

6) soll der Nonius K eine um C grössere Ablesung ergeben als der Nonius bei G .

Es dürfte im Allgemeinen bekannt sein, wie mit Hilfe der vorgesehenen Libellen und Richteschrauben diesen Bedingungen Genüge geleistet werden kann; wir sehen daher von einer näheren Beschreibung dieser Vorrichtungen ab, wollen aber noch kurz erwähnen, dass zur Prüfung der wagerechten Zielung durch den Unterfaden die bekannte Nivellirprobe auszuführen ist, während ein etwas bequemerer Verfahren darin besteht, dass man das Instrument und die Latte auf je einen festen Punkt aufgestellt, die Instrumenthöhe i_1 und die Lattenablesung u_1 bei einspielender Fernrohrlibelle ermittelt, darauf Instrument und Latte vertauscht und wiederum die Lattenablesung u_2 sowie die Instrumentenhöhe i_2 bestimmt. Der etwaige Fehler in der Zielrichtung findet

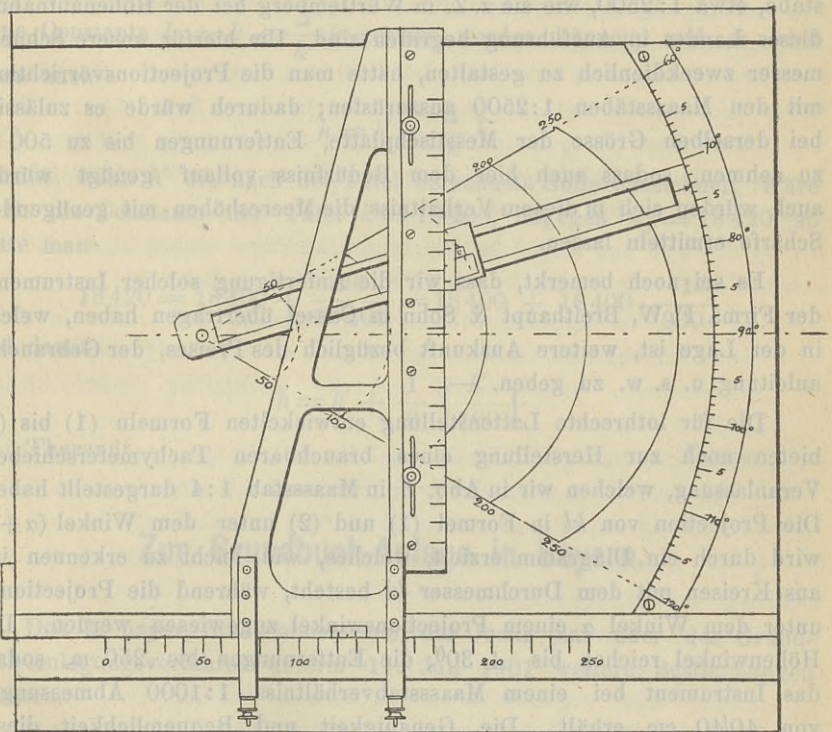
sich dann nach der Formel $f = \frac{(i_1 + i_2) - (u_1 + u_2)}{2}$, um welchen Betrag

die Ablesung u_2 zu vergrössern oder zu verkleinern ist, je nach dem f positiv oder negativ ausfällt. Für letzteres Verfahren muss die Instrumentenhöhe i bekannt sein; da nun ohnehin bei jeder Aufstellung des Tachymeters diese Höhe zu ermitteln ist, so haben wir ein einfaches Messbändchen in einer Kapsel, mit Spitze versehen, herstellen lassen, welches an den Lothhaken angehängt, zugleich als Senkel benutzt wird und die verlangte Höhe i unmittelbar liefert. Man kann sich noch leicht über den Erfolg der Berichtigungen Gewissheit verschaffen, wenn man den Unterfaden u auf möglichst verschiedene Zahlen der Lattentheilung einstellt und jedesmal die Längen und Meereshöhen bestimmt; dann müssen die Ablesungen für die Entfernungen übereinstimmen, die Höhen dagegen um die Einstellungen von u voneinander abweichen. Diese Probe kann zu jeder Zeit angestellt werden, wodurch das richtige Arbeiten der Projectionsvorrichtung gewährleistet wird.

Wir haben bereits auf die Vorzüge bei der Benutzung unserer Messtischplatte: bequeme und sichere Bestimmung von Geländepunkten hingewiesen; als weiterer Vorzug kommt in Betracht die runde Form derselben bei einem Durchmesser von 42,5 cm und insbesondere die centrische Anordnung des Obertheiles des Schnellmessers, sodass eine einseitige Belastung, welche bekanntlich bei der Kippregel die Genauigkeit der Aufnahme im wagerechten Sinne wesentlich beeinträchtigt, nicht vorhanden ist. Berücksichtigt man ferner, dass bei jedem Wechsel des Instrumentenstandpunktes die Verwendung eines neuen Pauspapierses die so schwerfälligen und zeitraubenden Centrirungen und Orientirungen entbehrlich macht und daher die Aufstellung des Instrumentes in genau derselben Weise erfolgt, wie bei jedem Kreistachymeter oder Theodolit, so wird

man der vorliegenden Construction einen hohen praktischen Werth nicht absprechen können. Ein sachlich gehaltener Vergleich zwischen der Messtisch- und Zahlentachymetrie findet in der schon citirten Abhandlung: „topographische Aufnahmen auf der Insel Santorin-Thera“ von Herrn Landmesser Wilski, Z. f. V. 1897, S. 360—362. Es werden hier die Vortheile der Messtischaufnahmen gebührend gewürdigt, in der Hauptsache wird aber die Zahlenmethode bevorzugt, da „der mit den vielen Aufstellungen, Centrirungen und Orientirungen verbundene Zeitverbrauch zu Ungunsten des Messtisches gegenüber der schnellfüssigen Tachymetrie entscheidet.“

Abb. 5.



1:4.

Wir sind nun nicht zweifelhaft, dass H. Wilski bei dem Vergleich unseres Schnellmessers mit dem Kreistachymeter zu einem solch ungünstigen Urtheil nicht gelangt wäre, da nunmehr die vorhin erwähnten Nachteile des Messtisches gänzlich vermieden sind.

Wir haben unser Instrument zum Auftragen im Maasstabe 1:1000 eingerichtet, da dieser Maasstab bei Ausführung von Geländeaufnahmen für die Zwecke der besonderen Eisenbahnvorarbeiten, welche dem Ver-

fasser am nächsten liegen, fast ausschliesslich zur Anwendung gelangt. Dieses Maassstabverhältniss hat sich in technischer Hinsicht und auch für die Geländedarstellung am besten bewährt; es ist genügend gross, sodass noch Einzelheiten in den Plänen Aufnahme finden können. Als grösste Entfernung ist 200 m festgesetzt worden, da die Fadenablesungen an der in Centimeter getheilten Latte bei grösserer Entfernung an Schärfe einbüssen und auch die Verständigung zwischen Instrument und Latte umständlich und zeitraubend wird. Ueberhaupt ist es nach unseren Erfahrungen vortheilhafter, mit kleineren Entfernungen selbst bei Benutzung einer grösseren Anzahl von Instrumentenstandpunkten zu arbeiten, als Werth auf eine möglichst geringe Anzahl solcher Standpunkte zu legen.

Anders liegen die Verhältnisse bei Aufnahmen in kleinerem Maassstabe, etwa 1:2500, wie sie z. Z. in Württemberg bei der Höhenaufnahme dieses Landes in Ausführung begriffen sind. Um hierfür unsere Schnellmesser zweckdienlich zu gestalten, hätte man die Projectionsvorrichtung mit den Maassstäben 1:2500 auszurüsten; dadurch würde es zulässig, bei derselben Grösse der Messtischplatte, Entfernungen bis zu 500 m zu nehmen, sodass auch hier dem Bedürfniss vollauf genügt würde, auch würden sich in diesem Verhältniss die Meereshöhen mit genügender Schärfe ermitteln lassen.

Es sei noch bemerkt, dass wir die Anfertigung solcher Instrumente der Firma F. W. Breithaupt & Sohn in Cassel übertragen haben, welche in der Lage ist, weitere Auskunft bezüglich des Preises, der Gebrauchsanleitung u. s. w. zu geben. —

Die für lothrechte Lattenstellung entwickelten Formeln (1) bis (3) bieten noch zur Herstellung eines brauchbaren Tachymeterschiebers Veranlassung, welchen wir in Abb. 5 in Maassstab 1:4 dargestellt haben. Die Projection von kl in Formel (1) und (2) unter dem Winkel $(\alpha + \beta)$ wird durch ein Diagramm erzielt, welches, wie leicht zu erkennen ist, aus Kreisen mit dem Durchmesser kl besteht, während die Projectionen unter dem Winkel α einem Projectionswinkel zugewiesen werden. Die Höhenwinkel reichen bis $\pm 30^\circ$, die Entfernungen bis 250 m, sodass das Instrument bei einem Maassstabverhältniss 1:1000 Abmessungen von 40/40 cm erhält. Die Genauigkeit und Bequemlichkeit dieses Schiebers lässt nichts zu wünschen übrig; vortheilhaft zeigt sich das unmittelbare Ablesen der Entfernungen, welches bei den älteren Constructionen nicht zugänglich vor. Um für diesen Schieber einen gewöhnlichen Kreistachymeter benutzen zu können, ist es nur erforderlich, den letzteren so zu justiren, dass bei wagerechter Zielung durch den Unterfaden der Höhenwinkel die Ablesung 0° bzw. 90° liefert.

Zur barometrischen Höhenmessung.

Bei der Berechnung zahlreicher, auf ein enges Gebiet beschränkter barometrischer Höhenmessungen, wird man immer in dem Factor $1 + 0,00265 \cos 2\varphi$ einen Mittelwerth für φ einführen und diesen Factor dann mit der barometrischen Constanten vereinigen. Häufig wird sich die Vereinfachung der Formel noch weiter treiben lassen, indem man auch mit den Factoren $1 + 0,377 \frac{e}{b}$ und $1 + \frac{2H}{r}$ in gleicher Weise verfährt. Die so erhaltene abgekürzte Formel mit der neuen Constanten lässt sich gleichwohl nach jeder gerade vorliegenden Tafel der sogenannten rohen Meereshöhen behandeln.

Wird die barometrische Constante mit k bezeichnet, so wird die neue Constante $k_1 = k \pm \frac{\Delta}{k} k$ gesetzt werden können, und es wird dann auch

$$h = h' \pm \frac{\Delta}{k} h'$$

werden, wenn h' die nach der Tafel berechnete Höhe bezeichnet. Wäre z. B. die Constante der Tafel $k = 18400$, dagegen $k_1 = 18420$, so hätte man

$$18420 = 18400 + \frac{20}{18400} = 18400 + 18400 \cdot \frac{1}{900}$$

und damit

$$h = h' + \frac{1}{9} \left(\frac{h'}{100} \right).$$

Tharandt.

Kunze.

Zur Grundbuch-Anlage in Bayern.

Das k. bayer. Staatsministerium der Justiz hat über das Grundbuch-Anlegungsverfahren unterm 11. Juli 1901 weitere Bestimmungen erlassen.

Bekanntlich sind im rechtsrheinischen Bayern die bestehenden Hypothekenbücher als Grundbücher benutzt worden. Der erste Theil des Anlegungsverfahrens hat sich (wenigstens dem Wortlaute der einschlägigen Bestimmungen gemäss) ausschliesslich damit befasst, die Hypothekenbücher durch den Eintrag der bisher (wegen mangelnder Belastung) nicht eingetragenen Grundstücke und ihrer Eigenthümer zu ergänzen. Diesem ersten, in einem erheblichen Theile des Königreiches bereits durchgeführten Theile hat nun ein zweiter zu folgen, welcher die Anmeldung und Behandlung einerseits von Verwahrungen gegen die

bereits bestandenen Buch-Einträge, wie von bisher nicht eingetragenen Rechten Dritter an eingetragenen Grundstücken zum Gegenstande hat.

Wir bringen nachstehend die neuen Bestimmungen, soweit sie für die Beurtheilung des künftigen bayerischen Grundbuches materiell von Bedeutung sind, wörtlich zum Abdrucke, wogegen wir uns bezüglich der formellen Bestimmungen über das Verfahren selbst mit einem möglichst kurzen Auszuge begnügen zu dürfen glauben:

Anweisung für den zweiten Abschnitt des Grundbuchanlegungsverfahrens (Anmeldungsverfahren).

A. Zweck und Gegenstand des Verfahrens.

§ 1. Der in den §§ 21 bis 23 der Königlichen Verordnung vom 23. Juli 1898 behandelte zweite Abschnitt des Anlegungsverfahrens soll den Beteiligten die Gelegenheit geben, neben der Berichtigung bestehender Eintragungen die Eintragung der Rechte, Verfügungsbeschränkungen und Verwahrungen zu erwirken, die nach den Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuchs und der sonstigen Gesetze zum Schutze gegenüber dem öffentlichen Glauben des Grundbuchs der Eintragung bedürfen. Für diesen zweiten Abschnitt des Anlegungsverfahrens (Anmeldungsverfahren) gelten die folgenden näheren Vorschriften.

§ 2. Für das Anmeldungsverfahren kommen nach § 21 der Königlichen Verordnung vom 23. Juli 1898 zunächst in Betracht:

- 1) die nicht im Hypothekenbuch eingetragenen und nicht in einer Grunddienstbarkeit bestehenden Rechte an den im Hypothekenbuch eingetragenen Grundstücken und die Rechte an einem solchen Rechte;
- 2) die zu Gunsten Dritter bestehenden Beschränkungen des Berechtigten in der Verfügung über ein im Hypothekenbuch eingetragenes Recht;
- 3) die Verwahrungen gegen den Inhalt des Hypothekenbuchs.

§ 3. Gemäss § 2 Nr. 1, 2 unterliegen der Behandlung im Anmeldungsverfahren namentlich

- a. die nicht eingetragenen Eigenthums- und Miteigenthumsrechte an eingetragenen Grundstücken, namentlich auch die aus den Güterständen sich ergebenden Miteigenthumsverhältnisse, die nicht eingetragenen Erbbaurechte (§ 29 Abs. 1 der Königl. Verordnung vom 23. Juli 1898, § 75 der Bekanntmachung vom 1. October 1898) sowie die Rechte der im § 18 und § 29 Abs. 2 der Königlichen Verordnung vom 23. Juli 1898 (§§ 74, 76 der Bekanntmachung vom 1. October 1898) bezeichneten Art, insbesondere auch die Fischereirechte und die realen, nicht radicirten Gewerbsrechte,
- b. die Niessbrauchsrechte an Grundstücken und eingetragenen Rechten, sowie die beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten, namentlich Wohnungsrechte, dingliche Leibgedings-(Auszugs-)rechte,

- e. die dinglichen Vor- und Wiederkaufsrechte (Rückkaufsrechte),
- d. die Reallasten,
- e. die nicht eingetragenen Rechte an eingetragenen Rechten und die Berichtigungen bestehender Eintragungen von Rechten; hierher gehört z. B. die Eintragung der Abtretung und Verpfändung von Hypothekenforderungen, von Vorrangseinräumungen u. dgl.,
- f. die Beschränkungen des Berechtigten in der Verfügung über ein eingetragenes Recht, namentlich Eigenthumsvorbehalte, Rangeinräumungsverzichte, fideicommissarische Substitutionen, Nacherbfolge-rechte, Veräußerungs- und Belastungsverbote, die besonderen Belastungen der Miteigenthumsantheile nach Maassgabe des § 1010 des Bürgerlichen Gesetzbuchs und des Artikel 40 des Gesetzes vom 9. Juni 1899, Uebergangsvorschriften zum Bürgerlichen Gesetzbuche betreffend, und sonstige nach dem geltenden Rechte der Eintragung in das Hypothekenbuch fähige Verfügungsbeschränkungen (vgl. EG. zum BGB. Art. 168).

§ 4. Das Anmelungsverfahren bezieht sich hiernach, wie nach dem Wortlaute des § 21 der Königlichen Verordnung vom 23. Juli 1898, allerdings zunächst auf die schon im Hypothekenbuch eingetragenen Grundstücke. Allein es ist die Anmeldung von Eigenthumsrechten und anderen Rechten, sowie die Anmeldung von Verfügungsbeschränkungen und Verwahrungen in Ansehung von Grundstücken, die nicht gebucht sind, nicht ausgeschlossen. Es kann also auch noch im Anmelungsverfahren die Anlegung eines Hypothekenbuchblattes für bisher nicht gebuchte Grundstücke beantragt werden.

Das Anmelungsverfahren bezieht sich ferner nur auf diejenigen Rechte, Verfügungsbeschränkungen und Verwahrungen, die zum Schutze gegenüber dem öffentlichen Glauben des Grundbuchs der Eintragung bedürfen, also nicht auf Rechte, die auch unter der Herrschaft des neuen Liegenschaftsrechts zur Erhaltung ihrer Wirksamkeit gegenüber dem öffentlichen Glauben des Grundbuchs nicht der Eintragung bedürfen. Wie hiernach für das Anmelungsverfahren z. B. die gesetzlichen Nutzniessungsrechte des Vaters, des Ehemanns, der Beisitz ausscheiden, so würden an sich auch die Grunddienstbarkeiten hier nicht in Betracht kommen. Denn die Eintragungen der Grunddienstbarkeiten in das Hypothekenbuch ist zwar nach Artikel 44 des Gesetzes vom 9. Juni 1899, Uebergangsvorschriften zum Bürgerlichen Gesetzbuche betreffend, nunmehr statthaft; allein sie ist mit Rücksicht auf die Bestimmungen im Artikel 187 des Einführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuche und im Artikel 10 des angeführten Gesetzes vom 9. Juni 1899 vorerst zur Erhaltung der Wirksamkeit gegenüber dem öffentlichen Glauben des Grundbuchs nicht nothwendig und deswegen die Unterlassung der Anmeldung für den Berechtigten ohne Nachtheil. Die Anmeldung und Eintragung von

Grunddienstbarkeiten würde demnach an sich dem ordentlichen Dienste des Hypothekenamts vorbehalten sein. Da aber auch das Anmeldeverfahren von dem Amtsgericht als Hypothekenamt durchzuführen ist (§ 5), für die Anmeldung von Grunddienstbarkeiten ausserhalb des Anmeldeverfahrens im Wesentlichen die gleichen Vorschriften gelten, wie für dieses (§ 23 der Königlichen Verordnung vom 23. Juli 1898, Bekanntmachung vom 2. Juli 1899, Just.-Min.-Bl. S. 168), und auch für die ausserhalb des Anmeldeverfahrens gestellten Eintragungsanträge Gebühren nicht erhoben werden (Art. 310 des Gebührengesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. November 1899), so sollen die im Anmeldeverfahren gestellten Anträge auf Eintragung von Grunddienstbarkeiten nicht zurück- und zum ordentlichen hypothekenamtlichen Verfahren verwiesen werden. (Fortsetzung folgt.)

Personal-Nachrichten.

Königreich Württemberg. 1) Seine Königliche Majestät haben allergnädigst geruht, am 26. Juli l. Js. die neuerrichtete Vorstandsstelle der topographischen Abtheilung des Statistischen Landesamts mit den Dienstrechten eines Oberraths dem tit. Oberfinanzrath von Schleich bei dem Steuercollegium, Abtheilung für directe Steuern, zu übertragen.

2) Seine Königliche Majestät haben vermöge allerhöchster Entschliessung vom 9. Sept. eine bei dem Katasterbureau erledigte Expeditorstelle dem tit. Vermessungscommissair Klemm bei dem Katasterbureau und eine bei demselben Bureau erledigte Stelle eines Katasterassistenten (Trigonometers des Katasterbureaus) dem Geodäten Hagenmeyer in Heilbronn allergnädigst übertragen.

Druckfehlerberichtigung.

Auf Seite 437 dieses Jahrganges muss es bei Hebe, P. Ueber Prüfung von Aneroiden u. s. w. S. 253—266 statt 353—366 heissen.

Inhalt.

Grössere Mittheilungen: Coordinaten und Projectionen, von Franke. — Schnellmesser, ein Schiebtachymeter für lothrechte Lattenstellung, von Puller. — Zur barometrischen Höhenmessung, von Kunze. — Zur Grundbuch-Anlage in Bayern. — **Personalmeldungen.** — **Druckfehlerberichtigung.**