

ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Organ des Deutschen Geometervereins.

Herausgegeben von

Dr. W. Jordan,
Professor in Hannover

und

C. Steppes,
Steuer-Rath in München.

—*—

1895.

Heft 13.

Band XXIV.

—> 1. Juli. <—

Die deutschen Coordinaten-Systeme.

Vortrag auf der 19. Hauptversammlung des Deutschen Geometer-Vereins in Bonn, am 8. Juni 1895.

Die Coordinaten-Systeme unserer Landesvermessungen sind von grundlegender Bedeutung für die Vermessungen selbst, für die mathematische Festhaltung und für die zeichnerische Darstellung der Vermessungsergebnisse, und aus diesem Grunde ist der Werth und die Dauer einer Landesvermessung zum grössten Theil durch die mehr oder weniger gute Wahl eines Coordinaten-Systems bedingt.

Z. B. die unbestrittene Ueberlegenheit der süddeutschen Landesvermessungen über die meisten norddeutschen analogen Unternehmungen von Anfang bis weit über die Mitte dieses Jahrhunderts beruht zum grössten Theil auf der planmässigen Anlage der rechtwinkligen Coordinaten-Systeme in Bayern, Württemberg, Baden, Hessen zu einer Zeit als in weiten norddeutschen Gebieten von allgemeinen Coordinaten für Feld- und Landmessung keine Rede war, sondern eine Flur an die andere durch Probiren angehängt, so zu sagen angeflickt wurde, woraus viele Uebelstände, bis heute erwachsen sind.

Allerdings eine für die ganze Erde zu Land und zu Wasser gültige Art der Punktbestimmung durch geographische Coordinaten (geogr. Breiten und Längen) ist auch bei den Landesvermessungen immer angewendet worden, und in manchen norddeutschen Vermessungen wurden bis vor Kurzem die geographischen Netzlينien für Längen und Breiten als einziger mathematischer Zusammenhalt genommen.

Allein diese geographischen Netzlينien liegen dem Feld- und Landmesser, der im Kleinen misst, zu fern, sie passen nicht in sein tägliches Geschäft mit rechten Winkeln, denn die Meridiane eines Landes sind zwar für das Feldmessen als Gerade zu betrachten, aber sie sind unter sich nicht parallel, und die Parallelkreise sind nicht gerade.

Der Feldmesser muss unbedingt rechtwinklige Coordinaten haben, und zwar solche, die auf die Erdkrümmung Rücksicht nehmen und den Uebergang zwischen der Kleinvermessung und den höheren geodätischen Rechnungen mit geographischen Coordinaten vermitteln.

Soldner'sche Coordinaten.

Dieses führt in geschichtlicher Beziehung auf den bayerischen Geodäten Soldner, dessen Name heute noch in Deutschland überall genannt wird, wo von Landesvermessungssystemen die Rede ist, obgleich Soldner das nach ihm benannte System nicht ursprünglich selbst erfunden hat; derselbe hat aber dessen einfach sphärische Form aufgestellt, und mit richtig praktischem Blicke verwerthet. Die rechtwinkligen geodätischen Coordinaten auf der krummen Erdoberfläche sind ohne Zweifel französischen Ursprungs, sie wurden schon 1734 von Cassini angewendet, zuerst wohl lediglich als zusammengesetzte rechtwinklige ebene Coordinaten und schrittweise auf kurze Entfernungen geradezu in der Form von ebenen Coordinaten behandelt, und Clairaut erkannte darin den unwillkürlich betretenen Weg zur geodätischen Linie (Helmert, höhere Geodäsie I, S. 240).

So rechnete z. B. auch noch am Anfang dieses Jahrhunderts Bohnenberger in Württemberg rechtwinklige geodätische Coordinaten schrittweise wie eben. Bohnenberger hat auch alsbald die wichtigste Aufgabe, welche sich hieran anschliesst, meisterhaft gelöst, nämlich die Umformung zwischen rechtwinkligen und geographischen Coordinaten und umgekehrt.

In dieser Sache scheint uns Bohnenberger's Verdienst höher zu stehen als Soldner's; die wenigen sin- und cos-Entwicklungen Soldner's waren viel leichter als die Formeln zwischen x , y und φ , λ , welche Bohnenberger vor 100 Jahren entwickelt und angewendet hat, mindestens eben so gut und theilweise besser als heute geschieht; und das System im Ganzen, mit rechtwinkligen und geographischen Coordinaten hat Bohnenberger schon vor Soldner gehabt, er berichtet 1826 in seiner Schrift *de computandis dimensionibus etc.* § 16 über seine Formeln für rechtwinklige Coordinaten: „conveniunt cum iis, quibus usus est cel. Soldner in computandis dimensionibus bavaricis“.

Im Uebrigen vorgreifend wollen wir gleich hier bemerken, dass auch Soldner's sphärische Coordinaten-Theorie nur eine Näherung ist, deren schwierige sphäroidische Weiterentwicklung erst später von Gauss gefunden wurde in der classischen Abhandlung „Disquisitiones generales circa superficies curvas“ 1828.

Conforme Coordinaten.

Damit sind wir auch an den Wendepunkt in der Entwicklung der rechtwinkligen Coordinaten selbst gekommen, nämlich an die Einführung der „Conformität“ durch Gauss, enthalten in der klassischen Abhandlung „Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie“ 1843 und in der praktischen Behandlung der Hannoverschen Landesvermessung 1820—1840.

Es handelt sich dabei um die unvermeidlichen Verzerrungen bei der Abbildung der Erdoberfläche. Die Darstellung der krummen Erdoberfläche in einem ebenen Kartenbilde kann unmöglich ohne Verzerrungen bewirkt werden, und alle Kunst der Karten-Projectionslehre dreht sich

immer nur darum, die unvermeidlichen Verzerrungen so zu behandeln, dass sie für gewisse Zwecke möglichst wenig schädlich sind.

Ich will nun versuchen, die Bedeutung der Conformität bei diesen Verzerrungen durch das populäre Beispiel der Steuervertheilung in einem Staate zu veranschaulichen: Das natürliche Soldner'sche System hat im ganzen weniger Verzerrung als das conforme Gauss'sche System, aber die Verzerrung ist bei dem ersten in einem Punkte nach verschiedenen Richtungen verschieden, im letzteren nach allen Richtungen gleich, d. h. das erste System (Soldner) hat schroffe ins Auge fallende Ungleichheiten, während im zweiten System (Gauss) alles so vertheilt ist, dass keine Ungleichheit am einzelnen Orte merkbar wird.

Ebenso wie nun eine Steuer viel widerwilliger getragen wird, welche schroffe Ungerechtigkeiten zwischen Nachbar und Nachbar enthält, als eine in ihrer Gesamtsumme schwerere aber zwischen allen Nachbarn gerecht vertheilte Steuer, — ebenso ist die ungerecht vertheilte Soldner'sche Verzerrung geodätisch viel misslicher und schädlicher, als die im Ganzen stärkere aber in jedem Punkte gleich vertheilte conforme Verzerrung des Gauss'schen Systems.

Z. B. in den 40 preussischen Systemen nach Soldner'scher Art sind die Ordinaten nicht über 60 Kilometer, um die lineare Verzerrung innerhalb etwa 1:20 000 zu halten; man dürfte aber beruhigt noch ziemlich weiter gehen, wenn die Verzerrungen conform wären, denn gerade die schlimmste Wirkung dieser Verzerrungen, bei den polygonalen Zügen, würde dann, bezirksweise den Netzfehlern zugeschlagen, viel weniger misslich sein (sei es in Rechnung gebracht oder vernachlässigt) als jene 1:20 000, oder 5 cm auf 1 km, welche hauptsächlich süd-nördlich, aber west-östlich gar nicht wirksam sind.

Wenn wir dann ausserdem finden, dass auch die Berechnungen mit conformen Coordinaten viel einfacher sind, als mit natürlichen Coordinaten, dass das ganze Formular- und Tabellenwesen in den Triangulirungen I. — II. Ordnung mit Coordinaten durch die Conformität ganz wesentlich vereinfacht und entlastet wird — so muss man billig fragen, warum dieses Princip der Conformität, welches doch schon über $\frac{1}{2}$ Jahrhundert bekannt ist, nicht allenthalben zu Landesvermessungen angewendet wird? —

Aber auf diese Frage ist keine andere Antwort möglich, als die Verweisung auf den langen Weg des geschichtlich Gewordenen.

Soldner's System hat schon 1810—1820 sich Bayern und Württemberg, dann Baden und Hessen erobert, und wurde später auch in Preussen mit 40 Nullpunkten angenommen. Was die Theile von Preussen betrifft, so hatte man in Rheinland und Westfalen am Anfange des Jahrhunderts rechtwinklige Coordinaten, wie es scheint, ähnlich wie die Soldner'schen (vergl. Jordan-Steppes, Deutsches Vermessungswesen I, S. 165—167). In allen übrigen alten preussischen Provinzen war das Civilvermessungswesen wenig entwickelt, und allgemeine Coordinaten-

Systeme waren nicht vorhanden. Die 40 Coordinaten-Systeme, welche in der preussischen Anweisung IX v. 25. October 1881 zum erstenmal amtlich veröffentlicht wurden, sind eine Zusammenfassung dessen, was in den vorhergehenden Jahren allmählich entstanden war in Anlehnung an die süddeutschen Systeme nach Soldner'scher Art. Das bessere conforme Gauss'sche System war 1820—1840 in Hannover durch Gauss eingeführt worden, hat aber nach 1866 und namentlich nach 1881 seine amtliche Geltung wieder verloren.

Der geniale hannoversche Mathematiker und Geodät Wittstein hat über die ihm schmerzliche Verkennung der Gauss'schen Methoden in Preussen sich geäußert in einer Gedächtnissrede zum 100. Geburtstage von Gauss (Hannover, Hahn'sche Buchhandlung 1877, S. 13) mit diesen Worten:

„So bleibt denn nur übrig, von der künftigen Generation zu hoffen, dass dieselbe eines Tages erkennen wird, welche Schätze hier noch zu heben sind, und dass sie dasjenige, was jetzt im Gebrauch ist, dahin verweisen werde, wohin es längst gehört.“

Aus eigener Erfahrung kann ich berichten, dass, in den geodätischen Anschauungen der süddeutschen nicht conformen Coordinaten-Systeme aufgewachsen, ich jene Systeme mehrfach mathematisch behandelt, mit den früher coordinatenlosen norddeutschen Vermessungen und auch mit der stärkeren Gesamtverzerrung der Gauss'schen Coordinaten verglichen habe.

Aber seit ich als Hannoveraner die conformen Berechnungen genauer kennen gelernt, namentlich abwechselnd in beiden Systemen praktisch (mit amtlichen Formularen u. s. w.) gerechnet habe, ist es meine Ueberzeugung geworden, dass alle Vortheile auf Seiten des conformen und alle Nachtheile auf Seiten des Soldner'schen Systems sind, und dass die überwiegende Bevorzugung des letzteren nur auf dem Gesetz der Trägheit, welches ja im Staatsorganismus eine so wichtige Rolle spielt, beruht.

In Preussen hat die trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme ein conformes rechtwinkliges System über ganz Preussen, das zwar seiner Grösse wegen zur unmittelbaren praktischen Anwendung nicht geeignet ist, seinen Hauptzweck in dem Zusammenhalt der Triangulirungen I.—II. Ordnung findet, das aber jedem, der damit rechnet, die Eleganz und Uebersichtlichkeit der conformen Methode deutlich zeigt. Unabhängig davon hat die preussische Katasterverwaltung die schwerfälligen Soldner'schen Coordinaten; und in ganz Deutschland ist nur ein Staat, der die Vortheile der Conformität bis zu den Katasterkarten sich nutzbar gemacht hat, nämlich Mecklenburg. Dort ist das conforme Prinzip praktisch geodätisch in I.—III. Ordnung der Triangulirung erhalten geblieben durch den mecklenburgischen Geodäten Paschen, welcher als unmittelbarer Schüler von Gauss auf der Universität Göttingen in die feinen geodätischen Ideen des Meisters eingeweiht wurde und in sein Heimathland Mecklenburg zurückgekehrt, das Gelernte zur Anwendung gebracht hat, allerdings in einer von der hannoverschen ab-

weichenden, der geographischen Erstreckung von West nach Ost angepassten Form, bei welcher aber die Vortheile der Conformität vollständig erhalten geblieben sind.

Vergl. Grossherzoglich Mecklenburgische Landes-Vermessung. V. Theil. Die conforme Kegelpjection und ihre Anwendung auf das trigonometrische Netz I. Ordnung. Herausgegeben im Auftrage der Grossherzoglichen Ministerien des Innern und der Finanzen, Abtheilung für Domainen und Forsten, von Dr. W. Jordan Professor an der technischen Hochschule in Hannover, Karl Mauck, Kammeringenieur in Schwerin, R. Vogeler, Kammeringenieur in Schwerin. Mit einer lithographischen Netzkarte. Schwerin 1895. Zu beziehen durch die Stiller'sche Hofbuchhandlung (J. Ritter).

Vertheilung und Anordnung der Hauptachsen.

In den süddeutschen Systemen nahm man in jedem Lande, etwa in dem Mittelmeridian, einen Punkt als Nullpunkt und den Meridian dieses Punktes als Hauptachse z. B. München, Tübingen, Mannheim, Darmstadt, und das war für jene Verhältnisse, da kaum andere geographische Ortsbestimmungen als für jene Nullpunkte, und noch keine trigonometrischen Verbindungen vorhanden waren, das Einfachste und Natürlichste. Wir wollen hiezu gleich bemerken, dass erstens ein bestimmter Nullpunkt auf einer solchen Meridianachse gar nicht materiell bezeichnet zu sein braucht, auch in der Rechnung ganz beliebig ist, weil es sich nur um Differenzen der Abscissen handelt, ferner ist zu bemerken, dass die Hauptachse (Abscissenachse), welche im Meridian liegt, beliebig ausgedehnt, vom Aequator bis zum Pol sein kann, während die darauf rechtwinkligen Ordinaten eine gewisse durch die Verzerrung begrenzte Grösse nicht überschreiten dürfen.

Auf unserer VI. Hauptversammlung in Frankfurt 1877 (Zeitschr. f. Verm. 1877, S. 612—614) hat ein inzwischen zu höchster geodätischer Stellung aufgestiegenes Mitglied unseres Vereins „im Einverständniss“ mit einem anderen Vereinsmitgliede vorgeschlagen, die Meridiane von 1° zu 1° als durchlaufende x -Achsen von rechtwinkligen Soldner'schen oder conformen Coordinaten-Systemen zu machen.

In Italien hat man in der That seither etwas Aehnliches mit durchlaufenden x -Meridianen in $\frac{1}{3}$ Grad Abstand eingerichtet.

Für die Uebungen der technischen Hochschule Hannover in der Gegend von Hildesheim habe ich ein conformes Coordinaten-System angenommen, dessen x -Achse der Meridian von 28° Länge ist, mit Zählung der Abscissen x vom Aequator der Erde, vermindert um 5700 000 m, und mit $-y$ nach Westen, $+y$ nach Osten.

Als man in Preussen die schon mehrfach erwähnten 40 neuen Soldner'schen Coordinaten-Systeme einführte, blieb man den süddeutschen Vorbildern auch bezüglich der Nullpunktswahl getreu, indem man dieselben nicht nach mathematisch-geodätischen Rücksichten sondern als Mitten von 40 Kataster-Verwaltungsbezirken auswählte.

Die Eisenbahn-, Strassen- und Wasserbau-Behörden, welche neuerdings in Preussen auch anfangen, sich für den Anschluss ihrer Messungen an die Landesaufnahme zu interessiren, sind bei der Auswahl von Coordinaten-Bezirken mit zu berücksichtigen.

Würde jener Frankfurter Gedanke verwirklicht werden, so würde das ganze Tabellen- und Formularwesen, welches zu den Coordinaten gehört, einfacher und übersichtlicher.

Querachsige Coordinaten.

Alle süddeutschen und auch die 40 preussischen Systeme haben als Hauptachse je den Meridian eines Punktes, und man hat sich daran gewöhnt, das als zu einem ordentlichen Coordinaten-System gehörig anzusehen, allein der Meridian ist dabei nicht wesentlich. Bayern, Württemberg, Baden haben ihre Haupterstreckung von Süden nach Norden, und da war es natürlich, die Hauptachse in den Meridian zu legen, zumal der Meridian eine jedem Laien geläufige geodätische Linie ist. Wenn aber ein Land wesentlich west-östlich erstreckt ist, wie z. B. Sachsen, Mecklenburg, Anhalt, so liegt kein Grund mehr vor, die Hauptachse in den Meridian zu legen, im Gegentheil, ohne Rechnung kann Jeder einsehen, dass dann eine Querachse von West nach Ost eine Menge Verzerrungen ersparen muss.

Diesen naheliegenden Gedanken hatte ich ganz gelegentlich vor 19 Jahren (Zeitschr. f. Verm. 1876, S. 266) ausgesprochen, und vor Kurzem habe ich vom Herzogthum Anhalt Veranlassung bekommen, dem entsprechende Formeln zu entwickeln.

Vergl. Querachsige rechtwinklige conforme Coordinaten, Zeitschr. f. Verm. 1894 S. 65—74 mit Mittelbreite $\varphi_0 = 51^\circ 50'$ S. 72.

In Hinsicht auf die rechtwinkligen Coordinaten selbst ändert sich dabei gar nichts, als dass die Bedeutung der x und y vertauscht wird, und auch die Beziehungen zwischen rechtwinkligen und geographischen Coordinaten werden den früheren ganz entsprechend, d. h. sie werden nicht schwieriger als für die Meridianachse. Der Unterschied liegt eben nur in der Anpassung der Hauptachse an die Haupterstreckung des Landes, und ich möchte nochmals betonen, dass dabei der Meridian an sich keinen Vorzug hat als nur etwa die Macht der Gewohnheit.

Wie wichtig aber die Anpassung der Achse an die Landesform ist, mag an dem Beispiel von Mecklenburg gezeigt werden. Dieses Land hat von Süd nach Nord nur etwa $\frac{2}{3}$ der Ausdehnung, welche von West nach Ost stattfindet, und durch die conforme Kegelprojection, welche im Wesentlichen querachsigt ist, ist daher die Maximalverzerrung nur $\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$ oder kaum die Hälfte von der Verzerrung, welche eine Meridianachse bringen müsste.

Aehnlich verhält es sich mit Sachsen, wo aber umgekehrt das etwa um 1885 angelegte Soldner'sche System mit Meridianachse von Grossenhain

etwa doppelte Verzerrung gebracht hat, im Vergleich mit einem querachsigen System, welches im Uebrigen genau dieselben Dienste thun würde, wie das meridionale System.

Dabei hat man in Sachsen (nach Mittheilung von Fuhrmann in der Zeitschr. f. Verm. 1894, S. 266—270) noch eine Art Local-Systeme angenommen, in welchen bezirkweise wie eben gerechnet werden kann, aber mit dem Opfer des Zusammenschlusses im Ganzen. Alles dieses könnte (nach unserer für Sachsen unmaassgeblichen Ansicht) ersetzt werden durch Wahl eines querachsigen conformen Systems für das Königreich Sachsen.

Schiefachsige Coordinaten.

In theoretischer Beziehung könnte man noch weiter gehen und z. B. einem Lande, dessen Hauptstreckung von Südwest nach Nordost ginge, eine Hauptachse im Azimut 45° anlegen u. s. w. Allein solche Abnormitäten sind höchstens für rein kartographische Zwecke versucht worden, für praktisch geodätische Zwecke dürfen wir die zwei Hauptrichtungen nicht verlassen, weil sonst die Beziehungen zu den von der Drehung der Erde vorgeschriebenen geographischen Coordinaten zu verwickelt würden.

Dagegen sind schiefachsige Coordinaten in anderem Sinne neuerdings in Bayern eingeführt worden, als sogenannte Local-Systeme, deren jedes in dem Localnullpunkt eine x -Achse hat, welche um die Meridianconvergenz verdreht ist gegen den Meridian des Localnullpunktes. Als Vortheil davon wird angegeben, dass bei den Coordinaten-Transformationen dadurch einige Rechenglieder erspart werden — das mag sein, aber schiefachsige Coordinaten bringen in Bezug auf die niemals abzuschaffenden geographischen Coordinaten so viel Unzutraglichkeiten mit sich, dass dagegen jene kleinen Vortheile verschwindend sind.

Vergl. hierzu: Technische Anleitung zu den trigonometrischen Netz- und Coordinaten-Rechnungen von Dr. J. H. Franke, München 1889, S. 14 und S. 99 Ferner Transformation rechth.-sphär. Coordinaten, Astr. Nachr. 126. Band, 1890 S. 355 System I, und Korrespondenz-Blatt des bayerischen Geometer-Vereins, Band IX, München Februar 1894, Nr. 1. Betrachtungen über das Coordinaten- und Blatt-System der bayerischen Landesvermessung von Dr. J. H. Franke, S. 1—21.

Da Bayern durch den Uebergang von der Messtischzeichnung zu der trigonometrischen Rechnung allerdings jetzt gezwungen ist, mindestens zwei neue Achsen westlich und östlich von München anzulegen, so wäre das die beste, vielleicht in 100 Jahren nicht so schön wiederkehrende Gelegenheit, unbeschadet der alten Messtischeintheilung, die neuen Achsen meridional und mit conformen Coordinaten anzulegen.

Coordinaten-Umwandlung.

Die in der Ebene längst geläufige gegenseitige Verwandlung der rechtwinkligen Coordinaten zweier benachbarter Systeme ist sphäroidisch erst in jüngster Zeit behandelt worden. Die deutschen Südstaaten haben

dazu nie ein Bedürfniss gehabt, sie triangulirten sich gegenseitig über die Grenzen und schoben auch ihre Coordinaten so weit hinaus, dass sie im fremden Lande für Anschlusszwecke stets eigene Coordinaten hatten und z. B. die badische, württembergische oder württembergisch-bayerische Grenze ist schlechthin von beiden Seiten her aufgenommen worden, und etwa polygonometrisch-rechnerische Vergleichung hat niemals stattgefunden.

Vor einigen Jahren ist jedoch von bayerischen Geodäten die Transformation geodätischer rechtwinkliger Coordinaten aus zwei Gründen versucht worden: erstens wegen der schon vorher von uns betrachteten Anlage neuer Coordinaten in Bayern selbst und zweitens zur Zusammenfassung aller Bodenseeufer-Coordinaten zu einer Bodenseekarte.

Vergl. Transformation rechtwinklig-sphärischer Coordinaten auf neue Normalpunkte, von Dr. J. H. Franke in München, Astr. Nachr. 126. Band, December 1890, S. 355, Systeme II, und Bauernfeind, Zeitschr. f. Verm. 1891, S. 161—165.

Ich habe die Formeln zur Coordinaten-Umformung in sphäroidischen Systemen vor Kurzem entwickelt in der Zeitschr. f. Verm. 1891, S. 213—216; ihr wichtigstes Element ist die Meridianconvergenz, und setzt man dieselbe in den Formeln gleich Null, so gehen die Formeln in jene bayerischen schiefachsigen Localformeln über, welche also als besonderer Fall der allgemeinen Coordinaten-Umformung erscheinen.

In Preussen werden zwischen den 40 Katastersystemen mit der Zeit mannigfache Uebergreifungen und Aehnliches vorkommen, doch ist dazu noch wenig Anordnung getroffen.

Umänderung von Coordinaten-Systemen.

Keine Einrichtung greift tiefer in das ganze Vermessungswesen ein als die Wahl eines Coordinaten-Systems, und wenn hier ein Fehler gemacht ist, so gilt in vollem Maasse das Goethe'sche Wort: Es erben sich Gesetz und Rechte wie eine ewige Krankheit fort. —

Dass man aber auch in Coordinaten-Systemen Aenderungen machen kann, darüber können am besten wir Hannoveraner berichten, denn seit 30 Jahren haben wir nun bereits das dritte Coordinaten-System.

Etwa bis 1868 bestand das alte classische conforme System von Gauss mit dem Nullpunkte Göttingen, dann ein conformes Partialsystem mit dem Ursprung Osterwald, und seit 1881 das Soldner'sche System mit dem Nullpunkt Celle.

Alle diese 3 Systeme habe ich für Schule und Stadtvermessung durch Umwandlungsformeln verbunden, was allerdings manche Arbeit verursacht hat, aber es geht. —

Deswegen möchte ich auch nicht mit Wittstein für das Ideal eines Coordinaten-Systems auf die nachfolgende Generation von Feldmessern vertrösten. Ich halte die Hoffnung nicht ausgeschlossen, dass auch in Hinsicht auf die Coordinaten-Systeme in absehbarer Zeit sich noch Aenderungen zum Besseren vollziehen werden.

Schlussbetrachtung.

Jede Uebersichtskarte der deutschen Coordinaten-Systeme und der Rückblick auf ihre allmähliche Entstehung zeigen beide ein treues Abbild der ungleichen politischen Entwicklung der einzelnen Staaten unseres Vaterlandes.

In geodätischer Beziehung haben wir diese Ungleichheit in der Vergangenheit nicht zu beklagen. Aus der 100jährigen Arbeit der Bohnenberger, Soldner, Rheiner, Schleiermacher, Gauss, Paschen, Schreiber und wie sie alle heissen, ist eine solche Fülle von Erfahrungen verfügbar geworden, dass wir heute, um das richtige zu treffen, fast keine eigene Arbeit mehr aufzuwenden, sondern nur noch richtig auszuwählen brauchen. Viele Mittel- und Kleinstaaten haben hier, wie auch in anderen Theilen des Feld- und Landmessens, verhältnissmässig mehr zur Entwicklung beigetragen als der Grosstaat, aber eine bessere Vereinigung thut allmählich noth. Nicht nur in dem krausen Gewirr der circa 50 deutschen Coordinaten-Systeme, sondern auch in manchen anderen damit verwandten Dingen ist ein Mangel an System und eine Trennung zwischen den Staaten und Behörden, noch so schroff wie zu Zeiten des Frankfurter Bundestages vor 1866.

Es fehlt eine geodätische Central-Behörde des Deutschen Reiches!

Wir wollen hoffen, dass dieser Zustand nicht ewig dauern wird, und zur Beseitigung desselben kann vielleicht auch die Auseinandersetzung über Coordinaten-Systeme beitragen, welche ich hier vorgetragen habe.

Jordan.

Zur Geschichte der Steinlinien in Württemberg.

Bei der Besprechung der in Württemberg erschienenen neuen technischen Anweisung von 1895 in Heft 10 der Zeitschrift für Vermessungswesen S. 280 ff. l. J. ist u. a. angeführt, dass nunmehr auch in Württemberg die „Steinlinien“ angeordnet seien. Hierzu erlauben wir uns ergänzend zu bemerken, dass schon im Jahre 1871 die Einführung der Steinlinien in Württemberg amtlich vorgeschrieben wurde. (Vergl. § 12 der techn. Anweisung v. 30. December 1871.) Des weiteren ist in dieser Besprechung angeführt, dass der Leiter der Badischen Katastervermessung „Hofmann der Vater der sogenannten Steinlinien“ sei, indem dieselben in Baden zuerst eingeführt worden seien. Dem gegenüber möchten wir constatiren, dass in Württemberg schon gegen das Ende der Landesvermessung in den Jahren 1838—1840 ausgiebig von Steinlinien Gebrauch gemacht worden ist, indem ganze Markungen in den Oberämtern Spaichingen und Tuttlingen systematisch nach Steinlinien vermarktet wurden, wie dies die Landesvermessungsbrouillons S. W. XLIII. 13—30 u. s. w. aufweisen.

Sodann sind bei der an die Landesvermessung sich unmittelbar (v. J. 1840 ab) anschliessenden Ergänzungsvermessung, bei welcher Neuvermessungen ganzer Markungen vorkamen, die Vermarkungen der Feldlagen systematisch nach Steinlinien erfolgt. (Z. Vergl. u. a. die Ergänzungsbrouillons von den Markungen: Dettingen, Hülben, Wittlingen, Würtingen, Oberamts Urach.)

Wir glauben nun nicht zu weit zu gehen, wenn wir die Behauptung aufstellen, dass wohl die Entstehung dieser Steinlinien ein Ergebniss unserer eigenartigen Parallelmethode ist, indem sich gezeigt hat, dass bei Anwendung von Steinlinien diese Vermessungsmethode in jeder Beziehung wesentlich vereinfacht wird, und möchten wir bezgl. der Parallelmethode auf die Abhandlung über den Gang und Entwicklung dieser Vermessungsmethode in Band XIX, J. 1890, S. 129 ff. der Zeitschrift für Vermessungswesen hinweisen.

Als weiteren Beleg der aufgestellten Behauptung führen wir noch an, dass sich in Württemberg alte Karten vorfinden, welche bei Beginn der Landesvermessung (1818—1892) aufgenommen worden sind und welche bei der Ergänzungsvermessung neu vermessen wurden, auf denen seitens der Ergänzungsgeometer vor der Neumessung die Projecte zur Neuvermarkung der Feldlagen nach Steinlinien eingezeichnet wurden, auf Grund deren sodann die Vermarkung stattfand (Markg. Würtingen); hierbei wurde darauf Bedacht genommen, die Steinlinien womöglich rechtwinklig zu den Hauptaufnahmlinien zu legen, wodurch ermöglicht wurde, dieselben zugleich als Messungslinien benutzen zu können (vergl. die Markungen Dettingen, Hülben und Wittlingen).

Angesichts dieser Thatsachen dürfte festgestellt sein, dass unsere württembergischen Landesvermessungs- und Ergänzungsgeometer bahnbrechend für diese nunmehr überall eingeführte Vermarkungsmethode nach Steinlinien gewirkt haben, und es wird die Annahme wohl nicht ungerechtfertigt sein, dass man in Baden dem Vorgange in Württemberg gefolgt ist, wie auch sonst in mannigfacher Beziehung den Beispielen Württembergs bezgl. des Vermessungswesens gefolgt wurde.

Stuttgart, im Juni 1895.

Klemm.

*Ausgleichung nach der Coordinatenmethode.

In den mir bekannten veröffentlichten Beispielen zur Coordinatenausgleichung ist mit Ausnahme einer Pothenot'schen Punktbestimmung von Petzold (Zeitschrift f. Vermessungswesen 1883, S. 227) angenommen worden, dass bei Richtungsmessungen in unvollständigen Sätzen die Richtungen nach der Stationsausgleichung gleich gewichtig sind.

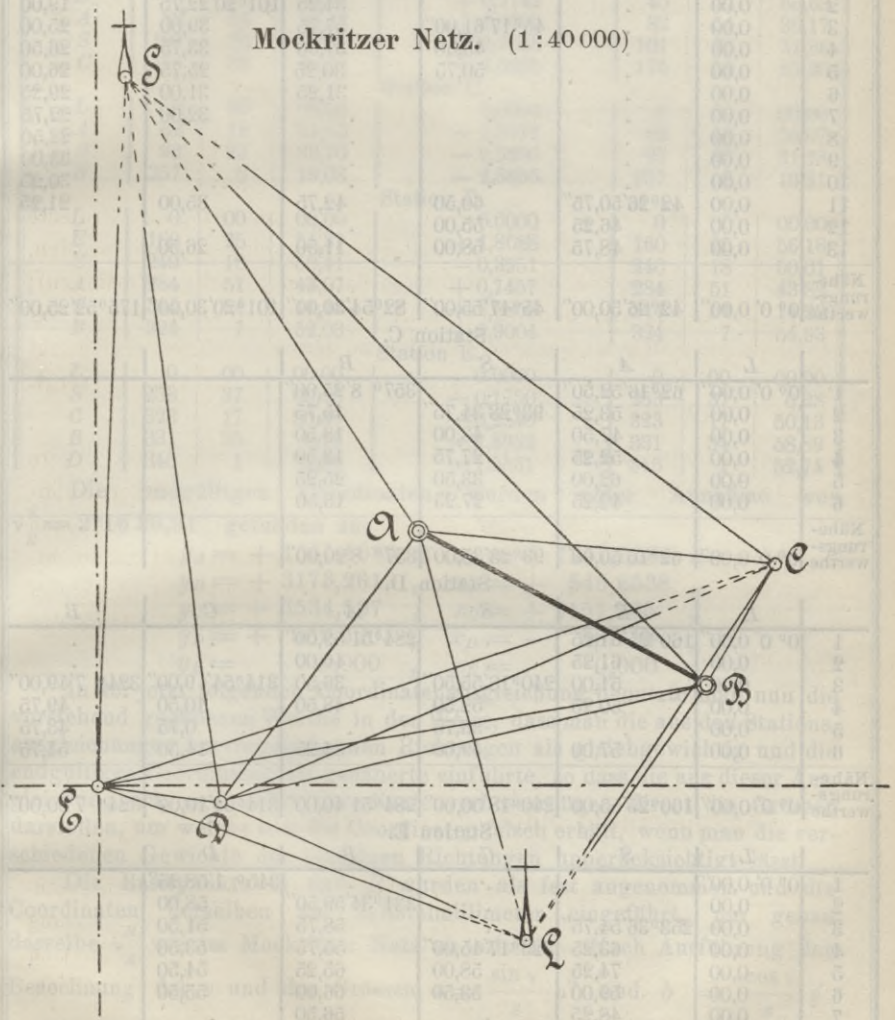
Um nun zu untersuchen, wie gross wohl die Fehler, welche man durch diese nicht gerechtfertigte Annahme hervorruft, werden können, habe ich in dieser Weise das sogenannte „Mockritzer Netz“ (s. unten) ausgeglichen.

Zu diesem bei Dresden gelegenen Netz wurde im Jahre 1870 zu Übungszwecken unter Leitung des Herrn Geh. Regierungsrath Prof. A. Nagel von Studirenden der Technischen Hochschule Dresden die Messung der Richtungen auf den Stationen *A, B, C, D* und *E* ausgeführt und die Länge der Basis *AB* zu 1716,2409 m ermittelt.

Die Ergebnisse der Richtungsbeobachtungen sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Fig. 1.

Mockritzer Netz. (1:40 000)



Zusammenstellung der gemessenen Richtungen.

Station A.

Nr. der Reihe	L	D	S	C	B	
1	0° 0' 0,00"	54° 4' 4,75"	.	.	.	.
2	0,00	6,50	163° 23' 43,75"	.	.	.
3	0,00	14,50	43,50	291° 54' 35,50"	.	.
4	0,00	15,50	47,50	31,50	313° 48' 19,25"	.
5	0,00	3,25	43,25	27,75	8,50	.
6	0,00	.	.	28,25	6,75	.
7	0,00	.	42,25	37,25	6,25	.
Näherungswerte	0° 0' 0,00"	54° 4' 10,00"	163° 23' 45,00"	291° 54' 30,00"	313° 48' 10,00"	.

Station B.

	L	D	E	A	S	C
1	0° 0' 0,00"	.	.	82° 54' 22,50"	.	175° 52' 16,25"
2	0,00	.	.	34,25	101° 20' 22,75"	19,00
3	0,00	.	45° 17' 61,00"	57,75	39,00	25,00
4	0,00	.	45,50	37,00	33,75	26,50
5	0,00	.	50,75	30,25	25,75	26,00
6	0,00	.	.	31,25	31,00	29,25
7	0,00	.	.	.	32,00	22,75
8	0,00	.	.	.	.	22,50
9	0,00	.	.	.	.	33,00
10	0,00	.	.	.	.	30,25
11	0,00	42° 26' 50,75"	60,50	42,75	35,00	21,25
12	0,00	46,25	55,00	.	.	.
13	0,00	48,75	58,00	11,50	26,50	.
Näherungswerte	0° 0' 0,00"	42° 26' 50,00"	45° 17' 55,00"	82° 54' 30,00"	101° 20' 30,00"	175° 52' 25,00"

Station C.

	L	A	S	B		
1	0° 0' 0,00"	62° 16' 52,50"	.	357° 8' 25,00"	.	.
2	0,00	53,25	93° 23' 34,75"	15,75	.	.
3	0,00	47,50	43,00	18,50	.	.
4	0,00	52,25	27,75	13,50	.	.
5	0,00	62,00	33,50	25,25	.	.
6	0,00	42,25	27,25	16,50	.	.
Näherungswerte	0° 0' 0,00"	62° 16' 50,00"	93° 23' 35,00"	357° 8' 20,00"	.	.

Station D.

	L	E	S	A	C	B
1	0° 0' 0,00"	160° 25' 61,25"	.	284° 51' 59,00"	.	.
2	0,00	61,25	.	46,00	.	.
3	0,00	51,00	240° 18' 55,50"	36,50	314° 54' 9,00"	324° 7' 49,00"
4	0,00	50,25	52,50	48,50	10,50	49,75
5	0,00	.	33,75	.	0,75	43,75
6	0,00	57,00	49,00	34,25	14,50	54,75
Näherungswerte	0° 0' 0,00"	160° 25' 55,00"	240° 18' 50,00"	284° 51' 40,00"	314° 54' 10,00"	324° 7' 50,00"

Station E.

	L	S	C	B	D	
1	0° 0' 0,00"	.	.	.	345° 1' 58,25"	.
2	0,00	.	.	331° 34' 59,50"	58,00	.
3	0,00	253° 36' 54,75"	.	58,75	51,50	.
4	0,00	63,25	323° 17' 45,00"	55,75	53,50	.
5	0,00	74,25	58,00	65,25	54,50	.
6	0,00	59,00	53,50	66,00	55,50	.
7	0,00	48,25	.	56,50	.	.
Näherungswerte	0° 0' 0,00"	253° 37' 0,00"	323° 17' 50,00"	331° 35' 0,00"	345° 1' 55,00"	.

Die Ausgleichung dieser Richtungen geschah unter Anwendung der Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen mit Nebenbedingungen (Bessel's Methode) nach der Methode der kleinsten Quadrate und ergab folgende Resultate.

Richtung nach	Auf der Station ausgeglichene Richtungen			Aus der Netzausgleichung erhaltene Richtungsverbesserungen	Definitive Richtungen		
	0	'	"		0	'	"
Station A.							
L	0	00	00,00	0,0000	0	00	00,00
D	54	4	8,48	- 0,0965	54	4	8,38
S	163	23	43,22	+ 0,6358	163	23	43,86
C	291	54	31,58	- 1,2359	291	54	30,34
B	313	48	10,24	- 2,7919	313	48	7,45
Station B.							
L	0	00	00,00	0,0000	0	00	00,00
D	42	26	49,59	- 1,3690	42	26	48,22
E	45	17	54,71	+ 0,9142	45	17	55,63
A	82	54	34,11	+ 2,0609	82	54	36,17
S	101	20	30,61	+ 0,7555	101	20	31,36
C	175	52	24,17	+ 1,0285	175	52	25,20
Station C.							
L	0	00	00,00	0,0000	0	00	00,00
A	62	16	51,63	- 1,5512	62	16	50,07
S	93	23	33,70	- 2,5280	93	23	31,18
B	357	8	19,08	- 2,8696	357	8	16,21
Station D.							
L	0	00	00,00	0,0000	0	00	00,00
E	160	25	54,37	+ 1,8088	160	25	56,18
S	240	18	50,41	- 0,3951	240	18	50,01
A	284	51	43,07	+ 0,7457	284	51	43,82
C	314	54	11,41	+ 2,8850	314	54	14,29
B	324	7	52,03	+ 2,9004	324	7	54,93
Station E.							
L	0	00	00,00	0,0000	0	00	00,00
S	253	37	00,46	- 0,1750	253	37	0,28
C	323	17	50,38	- 0,2540	323	17	50,13
B	331	35	0,79	- 1,8982	331	34	58,89
D	345	1	54,29	- 1,5531	345	1	52,74

Die endgültigen Coordinaten wurden unter Annahme von $v_E^S = 2^\circ 16' 36,91''$ gefunden zu:

$$\begin{aligned}
 y_A &= + 1655,8689 \text{ m} & x_A &= + 1347,5284 \text{ m} \\
 y_B &= + 3173,2613 \text{ " } & x_B &= + 545,6538 \text{ " } \\
 y_C &= + 3534,597 \text{ " } & x_C &= + 1151,365 \text{ " } \\
 y_D &= + 569,620 \text{ " } & x_D &= - 36,751 \text{ " } \\
 y_E &= 0,000 \text{ " } & x_E &= 0,000 \text{ " }
 \end{aligned}$$

In der jetzt folgenden Coordinatenausgleichung benutzte man nun die vorstehend gegebenen Werthe in der Weise, dass man die aus den Stationsausgleichungen hervorgegangenen Richtungen als gleichgewichtig und die endgültigen Coordinaten als genäherte einführt, so dass die aus dieser Ausgleichung sich ergebenden Coordinatenverbesserungen direct die Grössen darstellen, um welche man die Coordinaten falsch erhält, wenn man die verschiedenen Gewichte der einzelnen Richtungen unberücksichtigt lässt.

Die Basispunkte *A* und *B* wurden als fest angenommen und die Coordinaten derselben auf Zehntelmillimeter eingeführt, um genau dasselbe v_A^B wie im Mockritzer Netz zu erhalten. Nach Ausführung der Berechnung der v und der Grössen $a = \frac{\sin v}{s} \rho''$ und $b = \frac{\cos v}{s} \rho'$ aus den genäherten Coordinaten ergeben sich die nachstehenden Fehlergleichungen.

v_n	=	z	Absolutglied	Δy_C	Δx_C	Δy_D	Δx_D
Standpunkt: A.							
v_L	=	+1	+ 2,77	.	.	.	.
v_D	=	+1	+ 2,72	.	.	- 92,22	+ 72,37
v_S	=	+1	+ 3,46	.	.	.	.
v_C	=	+1	+ 1,53	- 11,34	- 108,61	.	.
v'	=	+1	.	.	.	.	.
$\sqrt{\frac{1}{5}} = 0,44721 i$		5	+ 10,48	- 11,34	- 108,61	- 92,22	+ 72,37
			+ 4,69 i	- 5,07 i	- 48,57 i	- 41,24 i	+ 32,36 i
Standpunkt: B.							
v_L	=	+1	- 2,14	.	.	.	.
v_D	=	+1	- 3,40	.	.	- 16,88	+ 75,45
v_E	=	+1	- 1,17	.	.	.	.
v'	=	+1	.	.	.	.	.
v_S	=	+1	- 1,27	.	.	.	.
v_C	=	+1	- 0,99	+ 251,16	- 149,83	.	.
$\sqrt{\frac{1}{6}} = 0,40825 i$		+ 6	- 8,97	+ 251,16	- 149,83	- 16,88	+ 75,45
			- 3,66 i	+ 102,54 i	- 61,17 i	- 6,89 i	+ 30,80 i
Standpunkt: C.							
v_L	=	+1	\pm 0,00	+ 74,62	- 49,73	.	.
v_A	=	+1	- 1,54	- 11,34	- 108,61	.	.
v_S	=	+1	- 2,47	- 29,29	- 38,77	.	.
v_B	=	+1	- 2,79	+ 251,16	- 149,83	.	.
$\sqrt{\frac{1}{4}} = 0,5 i$		+ 4	- 6,80	+ 285,15	- 346,94	.	.
			- 3,40 i	+ 142,58 i	- 173,47 i	.	.
Standpunkt: D.							
v_L	=	+1	0,00	.	.	+ 44,30	+ 103,06
v_E	=	+1	+ 1,83	.	.	- 23,27	- 360,61
v_S	=	+1	- 0,49	.	.	- 54,36	- 6,12
v_A	=	+1	+ 0,70	.	.	- 92,22	+ 72,37
v_C	=	+1	+ 2,83	+ 24,02	- 59,94	- 24,02	+ 59,94
v_B	=	+1	+ 2,86	.	.	- 16,88	+ 75,45
$\sqrt{\frac{1}{6}} = 0,40825 i$		+ 6	+ 7,73	+ 24,02	- 59,94	- 166,45	- 55,91
			+ 3,16 i	+ 9,81 i	- 24,47 i	- 67,95 i	- 22,83 i
Standpunkt: E.							
v_L	=	+1	0,00	.	.	.	.
v_S	=	+1	- 0,35	.	.	.	.
v_C	=	+1	- 0,46	+ 17,19	- 52,76	.	.
v_B	=	+1	- 2,08	.	.	.	.
v_D	=	+1	- 1,61	.	.	- 23,27	- 360,61
\sum	=	+ 5	- 4,50	+ 17,19	- 52,76	- 23,27	- 360,61
$\sqrt{\frac{1}{5}} = 0,44721 i$			- 2,01 i	+ 7,69 i	- 23,59 i	- 10,41 i	- 161,27 i

*) Ueber die Bedeutung der unterstrichenen Zahlen s. Zeitschrift für Vermessungswesen 1892, S. 654 f.

gleichungen.

Δy_E	Δx_E	Δy_L	Δx_L	Δy_S	Δx_S	Quersumme
.	.	- 90,36	- 25,82	.	.	-- 116,18
.	.	.	.	.	.	- 19,85
.	.	.	.	+ 62,02	+ 39,59	+ 101,61
.	.	.	.	.	.	- 119,95
.
		- 90,36	- 25,82	+ 62,02	+ 39,59	- 154,37
		- 40,41 <i>i</i>	- 11,55 <i>i</i>	+ 27,74 <i>i</i>	+ 17,71 <i>i</i>	- 69,03 <i>i</i> ⁽⁴⁾
.	.	- 105,92	+ 74,01	.	.	- 31,91
.	.	.	.	.	.	+ 58,57
- 10,86	+ 63,13	.	.	.	.	+ 52,27
.
.	.	.	.	+ 34,05	+ 32,55	+ 66,60
.	.	.	.	.	.	+ 101,33
- 10,86	+ 63,13	- 105,92	+ 74,01	+ 34,05	+ 32,55	+ 246,86
- 4,43 <i>i</i>	+ 25,77 <i>i</i>	- 43,24 <i>i</i>	+ 30,21 <i>i</i>	+ 13,90 <i>i</i>	+ 13,29 <i>i</i>	+ 100,78 <i>i</i> ⁽⁶⁾
.	.	- 74,62	+ 49,73	.	.	0
.	.	.	.	.	.	- 119,95
.	.	.	.	+ 29,29	+ 38,77	0
.	.	.	.	.	.	+ 101,33
		- 74,62	+ 49,73	+ 29,29	+ 38,77	- 18,62
		- 37,31 <i>i</i>	+ 24,87 <i>i</i>	+ 14,65 <i>i</i>	+ 19,39 <i>i</i>	- 9,29 <i>i</i> ⁽³¹⁾
.	.	- 44,30	- 103,06	.	.	0
+ 23,27	+ 360,61	.	.	.	.	0
.	.	.	.	+ 54,36	+ 6,12	0
.	.	.	.	.	.	- 19,85
.	.	.	.	.	.	0
.	.	.	.	.	.	+ 58,57
+ 23,27	+ 360,61	- 44,30	- 103,06	+ 54,36	+ 6,12	+ 38,72
+ 9,50 <i>i</i>	+ 147,22 <i>i</i>	- 18,09 <i>i</i>	- 42,07 <i>i</i>	+ 22,19 <i>i</i>	+ 2,50 <i>i</i>	+ 15,81 <i>i</i> ⁽¹⁾
+ 27,68	+ 81,96	- 27,68	- 81,96	.	.	0
- 55,50	+ 2,21	.	.	+ 55,50	- 2,21	0
- 17,19	+ 52,76	.	.	.	.	0
- 10,86	+ 63,13	.	.	.	.	+ 52,27
+ 23,27	+ 360,61	.	.	.	.	0
- 32,60	+ 560,67	- 27,68	- 81,96	+ 55,50	- 2,21	+ 52,27
- 14,58 <i>i</i>	+ 250,74 <i>i</i>	- 12,38 <i>i</i>	- 36,65 <i>i</i>	+ 24,82 <i>i</i>	- 0,99 <i>i</i>	+ 23,38 <i>i</i> ⁽⁸⁾

Auf Grund dieser Fehlergleichungen wurden gebildet die

Normal-

	Absolutglied	Δy_C	Δx_C	Δy_D	Δx_D
0 =	+ 51,4481	+ 102693,8023			
0 =	- 38,1328	- 46540,3810	+ 41495,0053		
0 =	+ 9,2593	+ 667,0958	+ 2893,0377	+ 17682,5911	
0 =	+ 9,0069	- 90,2794	- 4530,0518	+ 2662,7762	+ 267665,9732
0 =	- 7,7928	+ 177,6813	+ 524,4841	- 619,7613	- 18780,7770
0 =	- 17,7910	- 5107,9302	+ 8310,1633	- 3991,4317	- 217074,9878
0 =	- 86,9373	+ 4253,1314	- 8103,7241	- 5285,0133	- 4335,6157
0 =	+ 78,6680	- 2296,8587	+ 1234,0618	- 8073,9161	- 18049,0772
0 =	+ 3,2892	- 4639,9150	+ 4731,8501	+ 50,9457	+ 2850,8495
0 =	+ 19,2733	- 5190,0783	+ 3571,4153	+ 648,8144	- 1122,4643
0 =	+ 20,2909 ⁽⁹⁾	+ 43926,2682 ⁽²⁾	- 2170,2147 ⁽⁷⁾	+ 849,0631 ⁽¹⁾	+ 9226,3457 ⁽⁷⁾

Durch Auflösung dieser Gleichungen erhält man die im Folgenden aufgeführten Koordinatenverbesserungen und die nach Anbringung derselben an den genäherten Coordinaten berechneten endgültigen Richtungswinkel und die Richtungsverbesserungen.

Punkt	Genäherte Coordinaten = endgültige Coordinaten der nach der bedingten Methode unter Berücksichtigung der Strahlengewichte aus- geführten Ausgleichung	Aus der Ausgleichung nach der Coor- dinatenmethode ohne Berück- sichtigung der Strahlengewichte erhaltene		
		Coordinaten- verbesserungen Δy Δx	endgültige Coordinaten	
	m	m	m	
A Basispunkt	y	+ 1655,8689	0,000000	+ 1655,8689
	x	+ 1347,5284	0,000000	+ 1374,5284
B Basispunkt	y	+ 3173,2613	0,000000	+ 3173,2613
	x	+ 545,6538	0,000000	+ 545,6538
C	y	+ 3534,597	- 0,000097	+ 3534,597
	x	+ 1151,365	+ 0,004795	+ 1151,370
D	y	+ 569,620	+ 0,001291	+ 569,621
	x	- 36,751	- 0,004038	- 36,755
E	y	0,000	+ 0,008582	+ 0,009
	x	0,000	- 0,005409	- 0,005
L	y	+ 2258,924	+ 0,008054	+ 2258,932
	x	- 762,856	- 0,004216	- 762,860
S	y	+ 147,528	+ 0,003260	+ 147,531
	x	+ 3710,407	- 0,023602	+ 3710,383

gleichungen.

Δy_E	Δx_E	Δy_L	Δx_L	Δy_S	Δx_S
+ 5138,3422					
+ 19022,0195	+ 192347,5124				
- 966,3810	+ 4613,0130	+ 22305,5785			
- 2269,5145	+ 7887,2131	- 1830,0145	+ 21178,3597		
- 2867,5024	+ 9725,7266	+ 2977,2896	+ 1379,3188	+ 9613,2780	
+ 143,3455	- 467,1848	+ 2046,7304	- 610,2782	+ 3918,3277	+ 3298,8516
- 498,1636 ⁽⁶⁾	- 4187,3398 ⁽⁸⁾	+ 15674,9943 ⁽³⁾	- 1450,7058 ⁽⁸⁾	8288,6154 ⁽⁴⁾	+ 6237,4793 ⁽³⁾

Richtung nach	Durch die Coordinatenausgleichung ohne Berücksichtigung der Strahlengewichte erhaltene endgültige Richtungs- winkel			
	0	"	"	Richtungs- verbesserungen
Station A.				
L	164	3	7,99	+ 0,1016
D	218	7	16,63	+ 0,2593
S	327	26	51,79	+ 0,6783
C	95	57	38,43	- 1,0391
B	117	51	16,08	0,0000
Station B.				
L	214	56	38,66	- 0,8459
D	257	23	27,83	- 1,2672
E	260	14	35,08	+ 0,8546
A	297	51	16,08	0,0000
S	316	17	10,65	+ 0,5320
C	30	49	4,41	+ 0,7264
Station C.				
L	213	40	47,80	+ 1,4740
A	275	57	38,43	+ 0,4707
S	307	4	19,09	- 0,9423
B	210	49	4,41	- 1,0025
Station D.				
L	113	15	32,99	- 1,2747
E	273	41	29,29	+ 0,6618
S	353	34	23,18	- 1,4962
A	38	7	16,63	- 0,7048
C	68	9	46,95	+ 1,2738
B	77	23	27,38	+ 1,5401
Station E.				
L	108	39	36,71	+ 1,1439
S	2	16	36,60	+ 0,6219
C	71	57	26,02	+ 0,0795
B	80	14	35,08	- 1,2876
D	93	41	29,29	- 0,5577

Abgesehen von den als festliegend angenommenen Punkten *A* und *B* erhalten sämtliche Coordinaten Verbesserungen und zwar mit Ausnahme von Δy_c durchweg grösser als 0,001 m. Die Maximalcoordinatenverbesserung beträgt 0,024 m. Denkt man sich nun einmal die sämtlichen Seiten dieses Netzes vielleicht dreimal grösser, also ungefähr die Grösse eines Netzes III. Ordnung, so würden auch die Coordinatenverbesserungen sämtlich dreimal grösser sein, demnach Werthe erlangen, welche die angewendete Rechnungsmethode als unzulässig erscheinen liessen.

Es ergibt sich also auch aus dem vorliegenden Beispiel, dass bei einigermaassen ausgedehnten Netzen entweder die Winkelmessung so einzurichten ist, dass die Richtungen nicht wie hier sehr verschiedenes, sondern möglichst gleiches Gewicht erhalten oder dass, wenn bereits Winkelmessungen mit sehr ungleichem Gewicht vorliegen und eine weitere Winkelmessung unthunlich ist, die Gewichte für die einzelnen Richtungen ermittelt und in Rechnung gezogen werden müssen.

Dresden, den 19. November 1894.

Franz Fuhrmann,

geprüfter Vermessungsingenieur.

Es wäre aber auch zu vergleichen, welche Unsicherheiten den Coordinaten im günstigsten Falle anhaften?

D. Red. J.

Die Additionsconstante der Tachymetrie;

von J. Heil in Darmstadt.

In dem Werke „Das Terrain-Relief, seine Aufnahme mittelst distanzmessender Winkelinstrumente u. s. w. von Marcks und Balke, Berlin 1876“ finden sich auf Seite 5 folgende Sätze vor:

„Es fragt sich nun weiter, wo der Scheitel des Winkels φ liegt. Da jedes Fernrohr das Bild vergrössert, so müssen die Strahlen gegen einander gebrochen, folglich das Bild dem Objecte näher gerückt sein. Da sich nun das Bild im Auge befindet, so muss der Scheitel des Winkels φ weiter über das Subjectiv hinaus, also hinter dem Auge, in oder noch hinter dem Kopfe des Beobachters liegen.“ Ferner heisst es daselbst: „Will man statt der Distanz des Objects von dem Scheitel des Winkels φ vielmehr die Distanz desselben von der verticalen Instrumentachse erhalten, so muss der beobachteten Distanz deshalb noch der Abstand des Winkelscheitels von jener Theodolitachse als negative Grösse hinzutreten.“

Diese Sätze sowohl, wie auch die daran geknüpften theoretischen Entwicklungen und die zugehörigen Figuren 2 und 3 stehen mit den einfachsten Sätzen der Optik im Widerspruch.

Wenn von einem Punkte aus Lichtstrahlen durch eine Convexlinse gehen, so werden bekanntlich die Strahlen, die durch den dem

Objecte zugekehrten Brennpunkt gehen, parallel zur optischen Achse gebrochen. Denn setzt man in der Formel $\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f}$

$$D = f, \text{ so ist } \frac{1}{d} = 0, \text{ also } d = \infty.$$

Die Strahlen durch den optischen Mittelpunkt der Linse gehen ungebrochen hindurch. Das objective Bild eines Punktes entsteht da, wo sich zwei zugeordnete Strahlen nach der Brechung schneiden. In dem unbewaffneten normalen Auge findet dies auf der Netzhaut statt, in dem astronomischen Fernrohr jedoch zunächst in der Ebene des Fadenkreuzes, von wo aus die Vereinigung von Bild und Fadenkreuz für das Auge des Beobachters durch die als Lupe dienende Ocularlinse vergrößert wird.

Wendet man das Gesagte auf die Distanzmessung mit den gebräuchlichsten Instrumenten an, so ist klar, dass die Grösse des von dem Fadenkreuz abzumessenden Bildes eines Lattenabschnittes von denjenigen Strahlen abhängig ist, welche von den beiden Grenzpunkten des Lattenabschnittes aus durch den dem Objecte zugekehrten Brennpunkt gehen. Der letztere bildet also den Scheitelpunkt des parallactischen Winkels φ und sein Abstand von der Verticalachse des Instrumentes ist die positive Grösse der Additionsconstante c . Die strenge Formel für die horizontale Entfernung lautet daher

$$e = lk \cdot \cos^2 \alpha + c \cdot \cos \alpha$$

und nicht $e = lk \cdot \cos^2 \alpha - c$, wie in dem vorliegenden Werke angenommen wird.

Dass diese Ansicht in einem schon seit beinahe zwanzig Jahren verbreiteten Buche bisher noch nicht auf Widerspruch gestossen ist, mag wohl darin liegen, dass allerdings für viele tachymetrische und besonders für topographische Arbeiten die kleine Grösse c vernachlässigt werden kann. Ganz allgemein möchte das jedoch nicht zu empfehlen sein, da beispielsweise in Hessen die tachymetrischen Aufnahmen für Eisenbahnvorarbeiten im Maassstabe $\frac{1}{1000}$, für Feldbereinigungen in $\frac{1}{2500}$ und vorkommenden Falls für forstwirtschaftliche Zwecke im Maassstabe $\frac{1}{5000}$ kartirt werden. In solchen Fällen könnte man für den jeweiligen Werth von c nach meiner im 23. Heft dieser Zeitschrift von 1893 mitgetheilten Tabelle der Werthe $v = lk \cdot \sin^2 \alpha$ mit Leichtigkeit eine andere Tabelle aufstellen nach der Formel

$$v_1 = c \cdot \cos \alpha - v = c \cdot \cos \alpha - lk \sin^2 \alpha.$$

In diesem Falle wäre es auch für die Höhenberechnung theoretisch richtiger eine Tangententafel, statt eine Tachymetertafel von der Form

$$h = lk \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} lk \sin 2\alpha$$

anzuwenden.

Welchen Einfluss die Vernachlässigung der Additionsconstante unter Umständen haben kann, möge das folgende praktische Beispiel darlegen.

Ein Waldweg von ca. 2300 m Länge, der sich an einem langgestreckten Berghänge mit einer Steigung von beiläufig 300 m hinzieht und dessen Anfang und Ende durch zwei trigonometrisch bestimmte Grenzpunkte in Coordinaten gegeben war, wurde mit einem Tesdorpf'schen Tachymeter aufgenommen. Die Azimute wurden an dem Vollkreiscompass abgelesen, wobei sich die Kreistheilung desselben gegen die Fernrohrachse in einer solchen Lage befand, dass für jede Zielrichtung das trigonometrische Azimut am Nordende der Nadel unmittelbar abgelesen werden konnte. An allen abgelesenen Distanzen wurde die Verbesserung v_1 angebracht. Der ganze Zug bestand aus 27 Aufstellungen mit 54 Richtungsbeobachtungen. Die Vernachlässigung der Additionsconstante würde also für den ganzen Zug einen einseitig wirkenden Längenfehler von ungefähr $54 \times 0,4 \text{ m} = 21,6 \text{ m}$ ergeben haben.

Die Coordinatenberechnung hatte schliesslich folgendes Ergebniss:
 Sollbetrag $[\Delta y] = -1619,7 \text{ m}$; $[\Delta x] = -1208,9 \text{ m}$,
 nach der Messung $[\Delta y] = -1619,8 \text{ m}$; $[\Delta x] = -1198,0 \text{ m}$;
 mithin Fehler $\quad \quad \quad = \quad +0,1 \text{ m} \quad \quad \quad -10,9 \text{ m}$.

Zum Vergleiche sei noch die betreffende Fehlergrenze für die hessische Katastervermessung angegeben, nämlich

$$f_y = \pm 5,26 \text{ m} \text{ und } f_x = \pm 4,64 \text{ m}.$$

Ohne Berücksichtigung der Constante c würden die Fehler $-15,2$ bzw. $-22,2 \text{ m}$ betragen haben.

Die Art der Fehler lässt darauf schliessen, dass den Compassmessungen ein kleiner Fehler anhaftete, welcher eine kleine Drehung des ganzen Zuges erfordert, wenn die Auswerthung der Messung nur graphisch erfolgt.

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass die obige Wegaufnahme nur etwa 4 Stunden beanspruchte und dass dieselbe mit einem gewöhnlichen Theodolit und Lattenmessungen mindestens 2—3 Tage erfordert hätte. Es ist deshalb nicht recht begreiflich, warum die Tachymetrie bei rein forstwirthschaftlichen Vermessungen, für welche die Bestimmung von Eigenthumsgrenzen wegfällt, immer noch so wenig Eingang gefunden hat, besonders in denjenigen Fällen, wo die Aufnahmen doch nur mit dem Transporteur oder ähnlichen mehr oder weniger unvollkommenen Hilfsmitteln graphisch dargestellt werden.

Vergl. hierzu auch Zeitschr. f. Verm. 1877, S. 263.

D. Red. J.

Kleinere Mittheilungen.

Auszug aus dem Jahresberichte der Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Dem nunmehr vorliegenden 3. Jahresbericht der Hochschule über die Zeit vom 1. April 1894 bis 31. März 1895 entnehmen wir folgende Daten:

Personalia. Es schieden aus: Landmesser Friebe (Geodätisches Institut) am 14. August 1894; Regierungsbaumeister Toholte (Kulturtechnik) mit Ende des Winter-Semesters 1894/95. Es traten neu ein: Landmesser Hamann (Geodätisches Institut) am 1. Mai 1894; Landmesser Nippa (Geod. Inst.) am 1. Mai 1894; Landmesser Pankalla (Geod. Inst.) am 1. Mai 1894; Landmesser Peuckert (Geod. Inst.) am 15. Mai 1894; Landmesser Curtius Müller (Geod. Inst.) am 2. October 1894; städtischer Drainage-Ingenieur Esser und Regierungsbaumeister Toholte fungiren seit dem Sommer-Semester 1894 als Assistenten für die kulturtechnischen Uebungen.

Bureau der Königlichen Prüfungscommission für Landmesser. Zur Erledigung der Bureau- und Kanzleigeschäfte der Prüfungscommission für Landmesser wurde derselben vom 15. April 1894 ab der im Dienste der General-Commission zu Frankfurt a. O. stehende Hilfszeichner Kürpick überwiesen.

Auszeichnung. Dem Professor Hegemann wurde im März 1895 für die im Monat August 1894 im Ostseebade Müritz mit eigener Lebensgefahr ausgeführte Errettung einer jungen Dame von dem Tode des Ertrinkens von Seiner Königlichen Hoheit dem Grossherzoge von Mecklenburg-Schwerin die mecklenburgische Rettungsmedaille am Bande verliehen.
Zahl der Hörer: Sommer-Sem. 1894 Winter-Sem. 1894/95.

A. Landwirthe	79	175
B. Geodäten u. Kulturtechn.	398	388
C. Hörer aus anderen Berufskr.	61	34
zusammen	538	597.

Ereignisse im Leben der Hochschule:

Zu der feierlichen Beisetzung des am 18. November 1894 entschlafenen früheren Docenten an der Landwirthschaftlichen Hochschule, Professor Schlichting, am 22. November 1894, war das Lehrercollegium erschienen und die Studentenschaft durch den provisorischen Ausschuss und die Vorstände der Corporationen vertreten. — In der am 12. Januar 1895 statutemäss vorgenommenen Wahl des Rectors der Hochschule für die Amtsperiode vom 1. April 1895 bis dahin 1897 wurde Professor Dr. Frank zum Rector erwählt und von dem Herrn Minister für Landwirthschaft, Domainen und Forsten durch Erlass vom 28. Januar 1895 als solcher bestätigt. —

Die geodätische Preisaufgabe für das abgelaufene Schuljahr lautete: „Aus welchen Gründen und in welchem Maasse ist es der Aufnahme durch Coordinaten gelungen, die Messtischaufnahme zu verdrängen?“ (Hauptquellen: Jordan-Steppes, das deutsche Vermessungswesen und Zeitschrift für Vermessungswesen.)

Der Prüfung für Landmesser unterzogen sich vor der an der Landwirthschaftlichen Hochschule bestehenden Prüfungscommission für Landmesser:

im Frühjahrstermine 1894: 91 Candidaten, wovon 82 bestanden,

im Herbsttermine 1894: 54 „ „ 39 „

Kulturtechnisches Seminar: Vorsteher: Regierungs- und Baurath von Münstermann wie im Vorjahre (siehe Zeitschrift für Vermessungswesen 1894, Seite 404).

Geodätisches Institut und geodätische Sammlung. Vorstand der Sammlung: Professor Dr. Vogler.

Die Messübungen der geodätischen Abtheilung, welche von den Professoren Vogler und Hegemann geleitet wurden, waren im Sommersemester 1894 und im Winter-Semester 1894/95 von etwa 380 Studirenden besucht. Es waren darum ähnliche Auskunftsmittel wie im Vorjahre nöthig, um die Aufgabe zu bewältigen, welche aus dieser Frequenz erwuchs. Auch wurde der geodätischen Sammlung wieder eine ausserordentliche Zuwendung von 3000 Mk. gewährt. Der Enge der Uebungsräume, insbesondere des Thurmsaales, konnte freilich noch nicht abgeholfen werden. Da auch im vergangenen Jahre der Herr Minister für die wissenschaftlichen Feinnivellements mit dem Schiebfernrohr eine beträchtliche Summe bewilligt hatte, so konnten diese Studienarbeiten, unter Betheligung der Herren Assistenten Kummer und Schweimer, fortgesetzt werden. Dr.

Gesetze und Verordnungen.

Ministerium für Landwirtschaft,

Berlin, den 28. März 1895.

Domänen und Forsten

I. 7380.

Die Vor- und Superrevision der von Privattechnikern aufgestellten Meliorations-Entwürfe hat in vielen Fällen die Nothwendigkeit ihrer Umarbeitung ergeben, weil bei der Aufstellung die bestehenden Vorschriften und technischen Grundsätze nicht immer die nothwendige Berücksichtigung gefunden hatten. [Die anderweite Bearbeitung derartiger unvollständiger, zum Theil unbrauchbarer Projecte erforderte aber erneuten Aufwand an Zeit und Kosten und führte daher für die meist in einem vorgeschrittenen Stadium der Entwicklung begriffenen ge-

nossenschaftlichen Unternehmungen häufig bedauerliche Verzögerungen für ihr Zustandekommen und bei zweckmässiger Ausführung der Vorarbeiten nicht erforderliche Ausgaben für Vorarbeitskosten herbei.

Um derartigen Missständen bei der Verwendung staatlicher Mittel möglichst vorzubeugen, ist in Zukunft nach folgenden Gesichtspunkten zu verfahren:

Dem zuständigen Meliorations-Baubeamten sind die eingetretenen Bewilligungen an Vorarbeitskosten aus dem unter Kapitel 106 Titel 10 des Staatshaushaltsetats ausgebrachten Fonds mit dem Auftrage mitzutheilen, sofort Verfügung wegen gehöriger Förderung der einzelnen Projecte unter Berücksichtigung der vorhandenen Kräfte zu treffen.

Wenn der Meliorations-Baubeamte die Ausführung der Vorarbeiten und Aufstellung des Projects nicht selbst übernimmt, hat er bei der Auswahl des Technikers für die Anfertigung der Vorarbeiten und die Ausarbeitung des Entwurfs die zu seiner Kenntniss gelangten Wünsche der Betheiligten hinsichtlich einer bestimmten Persönlichkeit möglichst zu berücksichtigen, vorausgesetzt, dass nach seiner Ueberzeugung der Betreffende geeignet ist, die in Betracht kommenden Arbeiten in vorschriftsmässiger Weise auszuführen.

Um diesen Erfolg sicher zu stellen, hat der Meliorations-Baubeamte selbst oder in geeigneten Fällen durch die staatlicherseits beigeordneten Hilfskräfte eine Vereinbarung herbeizuführen, nach welcher der Privattechniker verpflichtet wird, sich den Controlen und Anweisungen des Meliorations-Baubeamten zu unterwerfen. Ferner ist für die Ausführung der Vorarbeiten ein Programm aufzustellen und, soweit erforderlich einer Besprechung an Ort und Stelle zu unterziehen. Zum Zeichen der Anerkennung ist das Programm von dem Meliorations-Baubeamten und dem betreffenden Techniker zu vollziehen.

Sofern gemäss § 75 des Wassergenossenschaftsgesetzes vom 1. April 1879 das nothwendige Material zur Begründung der Genossenschaft zu beschaffen ist, hat der vom Regierungs-Präsidenten ernannte Commissar sich an den staatlichen Meliorations-Baubeamten zu wenden, der das Weitere nach Maassgabe des Vorstehenden zu veranlassen hat. Ebenso ist in Fällen, in denen nur ein Theil der Vorarbeitskosten aus Staatsfonds gedeckt wird, Sorge zu tragen, dass der Meliorations-Baubeamte mit den Anordnungen behufs Aufstellung des Projects in der erwähnten Weise befasst wird.

Bei der Auszahlung der Vorarbeitskosten an den Projectverfasser ist ein Restbetrag einzubehalten, der erst nach Revision des Projectes durch den zuständigen Meliorations-Baubeamten auszukehren ist.

Der Minister für Landwirthschaft, Domainen und Forsten
von Hammerstein.

An
sämtliche Herren Ober-Präsidenten
und Regierungs-Präsidenten.

Entscheidung des Oberverwaltungs-Gerichtes betreffend das Eigenthum an Wasserläufen vom 18. Februar 1895.

Bezüglich der Räumungspflicht bei künstlichen, unter die §§ 100, 101 *) Titel 8. Theil I des Allgemeinen Landrechtes fallenden Wasserläufen kommt es nicht auf die Adjacenz an, wie in § 7 des Gesetzes über die Benutzung von Privatflüssen vom 28. Februar 1843 bei Ermangelung von Provinzialgesetzen, Localstatuten, ununterbrochenen Gewohnheiten oder speciellen Rechtstiteln, sondern darauf an, ob der Kanal oder Graben über das Eigenthum der in Anspruch Genommenen geht, bezw. ob dieselben Nachbarn im Sinne des § 101 sind. Das aber deckt sich nicht mit der Adjacenz. Wie aus der Stellung der §§ 100, 101 unter den gesetzlichen Beschränkungen des Eigenthums von selbst folgt, liegt die hier vorgeschriebene Pflicht zur Unterhaltung nicht dem Adjacenten als solchem, sondern dem Eigenthümer des Grabens oder Kanals ob und ist auch bei den Scheidegräben des § 101 vorausgesetzt, dass sie nachweisbar oder wenigstens präsumtiv den Adjacenten bis zur Mitte gehören.

Im vorliegenden Falle hatte der Fiscus im vorigen Jahrhundert einen Kanal angelegt, die anstossenden, ihm ebenfalls gehörigen Ländereien aber später an Niederungsbewohner verliehen. Daraus folgere jedoch für den Fiscus durchaus keine Aufgabe des Eigenthums an dem Kanal. Denn es bedürfe bei der Vergleichung der Grundstücke keines ausdrücklichen Vorbehaltes, vielmehr genüge es zur Bewahrung des Eigenthums, wenn der Kanal nicht mit verliehen, die angrenzenden Ländereien also nur bis an den Kanal verliehen seien. *Drolshagen.*

Vereinsangelegenheiten.

Casseler Landmesser-Verein.

Der in der Hauptversammlung am 26. Mai d. J. gewählte Vorstand setzt sich wie folgt zusammen:

Oberlandmesser Werner I, Vorsitzender, Landmesser Tetzner I, Stellvertreter, Landmesser Prasse, Schriftführer, Landmesser Frankenberg, Bibliothekar, Landmesser Kramer, Kassirer.

*) Die betreffenden Paragraphen des Gesetzes lauten:

§ 100. Vielmehr ist der Regel nach ein Jeder die über sein Eigenthum gehenden Gräben und Kanäle, wodurch das Wasser seinen ordentlichen und gewöhnlichen Ablauf hat, zu unterhalten verbunden.

§ 101. Sind es Scheidegräben, so muss in der Regel die Unterhaltung von den beiderseitigen Nachbarn bis zur Mitte des Grabens geschehen.

Inhalt.

Grössere Mittheilungen: Die deutschen Coordinaten-Systeme, von Jordan. — Zur Geschichte der Steinlinien in Württemberg, von Klemm. — Ausgleichung nach der Coordinatenmethode, von Fuhrmann. — Die Additionskonstante der Tachymetrie, von Heil. — Kleinere Mittheilungen. — Gesetze und Verordnungen. — Vereinsangelegenheiten.