

Elemente

der

Vermessungskunde

von

Carl Max Bauernfeind.

Vierte vermehrte und verbesserte Auflage

in zwei Bänden.

Erster Band.



Stuttgart.

Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1873.

Aus früheren Vorreden.

Zur ersten Auflage des ersten Bands, 1856.

Der Leipziger Ostermesskatalog kündigte dieses Werk bereits vor neun Jahren an; es erschien aber nicht, weil mir bald nach jener Ankündigung neben meinem Lehrberufe noch ein practischer Wirkungskreis als Ingenieur angewiesen wurde, der mich an der Vollendung des Manuscripts hinderte.

Das Bedürfniss, dem ich damals nach lange fortgesetzten Studien und Arbeiten entgegen kommen wollte, besteht heute noch. Ob es durch das vorliegende Buch, welches wenigstens das "nonum prematur in annum" für sich hat, befriedigt wird, müssen entweder diejenigen entscheiden, welche dieses Werk als Leitfaden für ihre Vorträge, oder als Compendium beim Studiren, oder als Rathgeber bei ihren Vermessungsarbeiten benützen, oder jene, welche eben so gut mit der Literatur als mit der Praxis der Messkunde vertraut sind und sich die Mühe geben, es mit anderen Werken seiner Art zu vergleichen.

Um die Beurtheilung meiner Arbeit zu erleichtern, will ich die Gesichtspunkte bezeichnen, welche ich bei ihrer Durchführung festgehalten habe.

Ich gab diesem Buche, das von der Land-, Berg- und Wassermessung handelt, den Titel "Vermessungskunde," weil er nach meiner Meinung dem Inhalte am besten entspricht. Ich fügte ferner der allgemeinen Bezeichnung den beschränkenden Beisatz "Elemente" bei, um damit anzudeuten, dass hier alle wesentlichen Grundlagen der gesammten Vermessungskunde vertreten sind. Bei gehöriger Benützung sollen diese Elemente die Fähigkeit verleihen, alle Vermessungen für technische und staatswirthschaftliche Zwecke mit Sicherheit auszuführen und das Studium der grösseren Werke über Landes- und Gradmessungen mit gutem Erfolg zu betreiben.

XII Vorrede.

Werken zu überlassen ist; doch wurde diese Abneigung einerseits durch das Verlangen jüngerer Ingenieure nach einer Anleitung zur Methode der kleinsten Quadrate, andererseits durch die so oft zu beobachtende Uebertreibung in dem Gebrauche dieser Methode und dem daraus entspringenden Wunsche, vor falschem Eifer zu warnen, überwunden. Indessen habe ich von der Ausgleichungsrechnung nur so viel vorgetragen, als zum Verständniss ihrer Anwendung auf gute Messungen nothwendig ist, und ich bin hiebei dem Werke von Gerling "Die Ausgleichungsrechnungen der practischen Geometrie" gefolgt, weil mir unter allen vorzüglichen Schriften über den vorliegenden Gegenstand keine zur Einführung in denselben und für das Selbststudium geeigneter erscheint als diese, welche den Entwickelungen von Gauss möglichst genau sich anschliesst und den besten Uebergang zum Studium der Quellenwerke dieses Mathematikers, dann jener von Bessel, Hansen u. s. w. bildet.

Endlich habe ich auch die Lehre von den Wassermessungen einer wiederholten Durchsicht unterzogen und in Folge davon durch Beschreibung und Erklärung der Darcy'schen Röhre vermehrt. Ich konnte mich jedoch nicht entschliessen, die von einigen Hydrotekten so hoch gepriesenen Aufstellungen der amerikanischen Ingenieurofficiere Humphreys und Abbot über die Bewegung des Wassers in Flussbetten als bewiesene Thatsachen anzusehen und behielt desshalb die auf zahlreichen Beobachtungen deutscher und französischer Wasserbau-Ingenieure beruhenden Formeln von Eytelwein, Prony u. A. auch in dieser neuen Auflage meines Buchs bei, überzeugt, dass dieselben der Wahrheit so nahe kommen als es zur Zeit möglich und für die practische Anwendung nothwendig ist.

München, im Mai 1873.

Carl Bauernfeind.

Inhaltsverzeichniss des ersten Bands.

Einleitung.

1. Allgemeine Betrachtungen und Begriffe.	Seite
Begriff der Vermessungskunde. Gestalt und Grösse der Erde. Geo- graphische Begriffe. Lothrechte Linien und Ebenen. Wagrechte Linien und Flächen. Karte und Plan. Eintheilung der Vermessungskunde.	1—10
2. Von den bei Vermessungen gebräuchlichen Massen	
Ueber Masse im Allgemeinen. Französische, deutsche, schweizerische, englische Masse. Winkelmasse	10—18
3. Vom Sehen mit dem freien Auge.	
Bau des Auges. Hergang beim Sehen. Deutliches Sehen. Sehweite. Scheinbare Grösse eines Gegenstandes	19—24
Erste Abtheilung.	
Die Lehre von den Messinstrumenten.	
I. Bestandtheile der Messinstrumente.	
A. Mittel zur Herstellung von Absehlinien.	
Diopter: ihre Einrichtung, Prüfung, Genauigkeit, Nachtheile. Spiegel. Theorie der parallelen und prismatischen Spiegel. Glasprismen. (Fern-	
rohre s. weiter unten)	28—46
B. Mittel zum Lothen und Wagrechtstellen.	
Senkel. Libellen: Ausschlag, Empfindlichkeit, Einrichtung, Prü- fung, Berichtigung, Gebrauch der Röhren- und Dosenlibellen	46—66
C. Mittel zur Vergrösserung sehr kleiner Gegenstände.	
Lupen. Convexe Linsen, ihr optischer Mittelpunkt, Lage und Grösse der Bilder. Vergrösserung. Kugelgestalt. Verbindung der Lupen mit Messinstrumenten	67—74
D. Mittel zur Vergrösserung entfernter Gegenstände. Fernrohre. Einfachster Bau des astronomischen Fernrohrs, dessen	
Wirkungsweise, Vergrösserung, Augenpunkt. Objective und Oculare.	
Helligkeit, Gesichtsfeld, Fadenkreuz, Einrichtung, Prüfung, Berichti-	75 105

E. Mittel zur Messung sehr kleiner Linien und Wink	el.
Nonien, nachtragende und vortragende. Ablesung. Uebertheilung. Theorie der Mikrometerschrauben. Construction und Gebrauch des	Seite
Schraubenmikroskopes. Beschaffenheit, Prüfung und Gebrauch des Messkeils	106—126
II. Mittel zur Bezeichnung der Operationspunkte.	
A. Pfähle und Pflöcke.	
Geodätische Begriffe von Punkten und Linien. Grundpfähle, Beipfähle, Curvenpfähle, Fixpfähle. Markpflöcke	83
B. Nägel und Schrauben.	
Bedürfniss derselben beim Markscheiden. Markscheideschrauben, Punkteisen, Senkeleisen, Sohlnägel	129
C. Stäbe und Fahnen.	
Fluchtstäbe (Absteckstäbe, Baken) und Messfahnen. Beschaffenheit und Gebrauch derselben	130—132
D. Signale und Heliotrope.	
Natürliche Signale. Künstliche Signale: Stangen, Pfeiler, Pyramiden, Lampen. Heliotrope von Gauss, Steinheil und Baeyer. Hilfsheliotrop von Stierlin. Das Heliotropenlicht	132—155
III. Instrumente zum Winkelmessen.	
A. Instrumente für constante Winkel.	
Winkelkreuz. Winkeltrommel. Einrichtung, Theorie und Gebrauch des Winkelspiegels. Beschaffenheit und Gebrauch der Winkelprismen. Einrichtung, Theorie, Prüfung, Berichtigung und Anwendung des Prismenkreuzes und dessen neuere Construction.	156—172
B. Instrumente zur graphischen Aufnahme der Wink	
Messtischapparat. Messtisch nach Reichenbach: Beschreibung, Aufstellung, Prüfung. Neuere Messtische von Breithaupt, Junge, Bauernfeind, Jähns etc. Einrichtung, Gebrauch, Prüfung und Berichtigung der älteren Kippregeln. Neuere Kippregeln. Genauigkeit der Messtisch-	
aufnahmen	172-195
C. Instrumente zur Messung der Winkel im Gradmas	s e.
1. Bussolen-Instrumente.	
Erdmagnetismus. Einrichtung, Prüfung, Berichtigung und Gebrauch der Feldbussole. Excentricität der Visirlinie. Orientirbussole. Beschreibung und Gebrauch des Hängecompasses und des Zulegezeugs	196—223
2. Theodolithe.	
Eintheilung der Theodolithe. Einrichtung, Gebrauch, Prüfung und Berichtigung des einfachen und des repetirenden Theodolithen, erläutert an Instrumenten von Ertel in München und Breithaupt in Kassel. Excentricität und Theilungsfehler der Theodolithe. Grubentheodolithe von Breithaupt und Junge, nebst dazu gehörigen Signalen	224—264
The state of the s	ルルエー んしょ

3. Spiegelinstrumente.	Colta
Wesen und Zweck derselben. Der Spiegelsextant: Geschichtliches,	Soite
Theorie, Einrichtung, Gebrauch, Prüfung, Berichtigung, Genauigkeit.	
Der Spiegel- oder Reflexionskreis von Pistor und Martins, in gleicher	265-294
Weise betrachtet und mit dem Sextanten verglichen	200-204
IV. Instrumente zum Längenmessen.	*
A. Massstäbe.	
Verschiedenheit derselben. Urmassstäbe: das preussische Urmass,	
der Glasmeter von Steinheil. Messstangen: Apparat von Schwerd nach	
Reichenbach. Der Bessel'sche Basisapparat. Messlatten: Einrichtung und Abgleichung. Messstäbe: der Ruthen- und Lachterstab, die Drehlatte	295-311
B. Messketten und Bänder.	
Zweck und Arten der Messketten. Beschreibung, Gebrauch und	
Genauigkeit der Feldkette und der Lachterkette der Markscheider. Mess-	
schnüre und Bänder	311-'318
C. Messräder.	
Das Messrad von Steinheil für Basismessungen, noch unvollendet.	
Das Messrad von Wittmann in Wien zur Bestimmung von Weglängen auf Strassen und Eisenbahnen	319_321
D. Distanzmesser.	010-021
Begriff und Eintheilung. Der Reichenbach'sche Distanzmesser: Ein-	
richtung, Wirkungsweise, Prüfung, Berichtigung, Gebrauch, Reduction	
der schiefen Längen auf den Horizont. Das Ertel'sche Universalinstru-	
ment als Distanzmesser: Wirkung des Collectivglases, Reductionen,	
Prüfung und Berichtigung, Genauigkeit. Der Stampfer'sche Distanz- messer	
V. Instrumente zum Höhenmessen.	
A. Nivellirinstrumente.	
1. Nivellirlatten.	
Erforderniss der Latten. Nivellirlatten mit Zielscheiben: gewöhn-	
liche Einrichtung, Beschaffenheit der Stampfer'schen, welche auch zum Distanzmessen dienen. Die Reichenbach'schen Nivellirlatten ohne Ziel-	
scheiben	
2. Pendelinstrumente.	
Das Pendel ein wesentlicher Bestandtheil. Ihre Genauigkeit. Setz-	
wage, Pendelwage, Bergwage, Hängwage, Wallwage	
3. Röhreninstrumente.	
Diese Instrumente beruhen auf dem Princip der communicirenden	
Röhren. Einrichtung und Gebrauch der Canalwage. Einfluss ungleich	
weiter Glascylinder auf das Messungsresultat	367-371

4	Libelleninstrumente	

Seite

Ihre Bestandtheile. Libellensetzwagen von Dittmar, Falter, Weisbach. Nivellirdiopter: gewöhnliches und Stampfer'sches. Nivellirfernrohr von Stampfer. Einrichtung, Prüfung, Berichtigung und Gebrauch der Ertel'schen und Breithaupt'schen kleinen und grossen Nivellirinstrumente, sowie des Stampfer'schen Nivellirinstruments

372 - 394

B. Barometer.

1. Quecksilberbarometer.

Einwirkungen, von welchen der Barometerstand abhängt. Das Fortin'sche und das Gay-Lussac'sche Reisebarometer. Die Reisebarometer von Rath in München. Barometerstative, Gebrauch der Barometer zum Höhenmessen. Reductionen der Barometerstände mit Rücksicht auf die Depression des Quecksilbers und die Normaltemperatur des Massstabs . 395-409

2. Federbarometer (Aneroide.)

Das Naudet'sche Federbarometer: Beschreibung, Gebrauch, Correctionen, Constantenbestimmung. Das Goldschmid'sche Federbarometer: Beschreibung, Gebrauch, Genauigkeit im Vergleich zu dem von Naudet 410-422

VI. Instrumente zum Geschwindigkeitsmessen.

A. Instrumente für die Geschwindigkeit des Wassers an der Oberfläche der Flüsse.

Hydraulische und hydrotechnische Begriffe: Wasserfaden, Geschwindigkeit, Wassermenge, Stromstrich, Stromrinne, Profile, Gefäll etc. Beschaffenheit und Gebrauch der Schwimmkugel. Beschreibung, Theorie, Prüfung, Berichtigung und Gebrauch des Stromquadranten 422-434

B. Instrumente für die Geschwindigkeit des Flusswassers in jeder Tiefe.

Die Pitot'sche Röhre, Der Reichenbach'sche Strommesser: Theorie, ältere und neuere Einrichtung, Gebrauch, Genauigkeit. Die Darcy'sche Röhre. Der Woltman'sche Flügel: ältere und neuere Einrichtung, Theorie und Gebrauch, Bestimmung der dazu gehörigen Constanten 434-463

Einleitung.

1. Allgemeine Betrachtungen und Begriffe.

§. 1. Messen. Die Bestimmung des Verhältnisses zweier gleichartigen Grössen heisst messen. Bei der Verrichtung dieses Geschäftes kommen in Betracht: die zu messende Grösse, welche sich als Linie, Fläche, Körper, Zeit, Kraft darstellt; die Masseinheit oder die gegebene Grösse, womit eine andere noch unbekannte gleicher Art verglichen wird; und das Mass oder die Zahl, welche den Inhalt der gemessenen Grösse in Masseinheiten angibt.

Bestimmt man das Mass durch wirkliches Ausgleichen der zu messenden Grösse mit der Masseinheit, so verrichtet man eine unmittelbare Messung; wird aber dieses Mass aus bekannten Grössen, welche mit der zu messenden in einem bestimmten mathematischen Zusammenhange stehen, gefunden, so heisst dieser Vorgang eine mittelbare Messung. So misst man z. B. eine gerade Linie unmittelbar durch Anlegen eines die einfache oder zusammengesezte Längeneinheit darstellenden Massstabes, und mittelbar, indem man sie mit zwei anderen Geraden zu einem Dreiecke verbindet und ihre Länge aus drei entsprechenden vorher gemessenen Stücken des Dreiecks berechnet oder zeichnet.

Zu den mittelbaren Messungen gehören auch jene, bei welchen die gemessene Grösse durch eine ihr zwar ungleichartige aber in bestimmter Beziehung zu ihr stehende Masseinheit ausgedrückt wird, wie z. B. die Geschwindigkeit v eines Körpers durch den Weg w, welchen er in der Zeiteinheit zurücklegt, oder die Temperatur t durch die Länge g der Quecksilbersäule im Thermometer. Bei diesen Messungen geht die Vergleichung zwar auch nur zwischen je zwei gleichartigen Grössen vor sich, aber man drückt von jedem Paare der verglichenen Grössen nur eine aus, da die andere stillschweigend als Einheit angenommen wird. In dem vorhin angeführten ersten Beispiele bilden die Geschwindigkeiten 1 und v das erste und die in der Zeiteinheit zurückgelegten Wege 1 und w das zweite Verhältniss einer geometrischen Proportion, aus welcher somit die Geschwindigkeit v gleich dem Wege w folgt. Nach dem zweiten Beispiele stehen zwei Temperaturen 1 und t in dem ersten und zwei Säulenlängen 1 und g in dem

Unvermeidliche Fehler, s. zufällige Fehler.

V.

Verbessern, eine Beobachtung 6. Verificationsbasis 217.

Verlorner Punkt 352.

Verticalmessungen, Messung der Verticalwinkel 254, Trigonometrische Höhenmessungen 274, Höhenmessen durch Nivelliren 286, Barometrisches Höhenmessen 329.

Vertheilung der Grundstücke, s. Theilung.

Verticalpläne 448.

Verziehen bei Grubenmessungen 351. Vieleck, s. Polygon,

Vorblick 294.

Vorwärtsabschneiden mit dem Messtische 111.

W.

Wälder, Bezeichnung derselben auf Karten 433, auf Plänen 439.

Wahrscheinlicher Fehler 12.

Wasser, Bezeichnung desselben auf Karten 432, auf Plänen 441.

Wasserbauten, Bezeichnung derselben auf Plänen 444.

Wasserführung 393.

Wasserkraft eines Flusses, s. Arbeit. Wassermenge eines Flusses, Bestimmung derselben 393.

Wassermessungen 385, Geschwindigkeitsmessungen 385, Messung der Wassermenge eines Flusses 393, Messung der Arbeit oder Wasserkraft eines Flusses 394.

Wege, Bezeichnung derselben auf Karten 434, auf Plänen 443.

Wiesen, Bezeichnung derselben auf Karten 433, auf Plänen 440.

Winkelmessungen 91. Mittelbare Winkelmessungen: Centriren Winkels 91, Reduction eines Winkels auf den Horizont 94. Einfluss der regelmässigen Beobachtungsfehler auf die Winkelmessungen: Excentrische Aufstellung des Theodolithen oder Messtisches 97, Excentricität der Alhidade 99, Excentricität des Fernrohrs 101, Schiefe Lage der Limbus- oder Messtischebene 104, Schiefe Lage der Visirebene 106, Unrichtige Lage der Zielpunkte 107. Messung und Ausgleichung der Winkel bei Triangulationen, s. Landesvermessung. Messung der Verticalwinkel 254: Einfluss der Strahlenbrechung, s. d., Reduction der Verticalwinkel auf den wahren Scheitelpunkt 266, Kimmtiefe des Meereshorizonts 267, Mittagslinie eines Orts und Azimuth einer Geraden 268, Polhöhe eines Orts 270. Tonnlagewinkel einer geneigten Linie 356, Streichwinkel einer söhligen oder tonnlägigen Linie 357, Neigungswinkel zweier Geraden in der Grube 358, Streich- und Fallwinkel von Lagerstätten 359.

Wohnorte, Bezeichnung derselben auf Karten 434.

Z.

Zufällige (unvermeidliche) Fehler 4, 96, Einfluss derselben auf Dreiecksberechnungen 122.

Zugbuch 364.

Zulegen bei Grubenmessungen 351.