

Universitätsbibliothek Wuppertal

Katechismus der Nivellierkunst

Pietsch, Carl

Leipzig, 1895

Nutzungsrichtlinien Das dem PDF-Dokument zugrunde liegende Digitalisat kann unter Beachtung des Lizenz-/Rechtehinweises genutzt werden. Informationen zum Lizenz-/Rechtehinweis finden Sie in der Titelaufnahme unter dem untenstehenden URN.

Bei Nutzung des Digitalisats bitten wir um eine vollständige Quellenangabe, inklusive Nennung der Universitätsbibliothek Wuppertal als Quelle sowie einer Angabe des URN.

[urn:nbn:de:hbz:468-1-4282](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:468-1-4282)

WEBERS ILLUSTRIRTE KATECHISMEN.

27259



Dietsch.
Nivellierkunst.

4. Auflage.

2 Mark

LEIPZIG, VERLAG VON J. J. WEBER.







Der

Katech

und

und

geb

Einleit

— Inire

deren Ge

Abstrakten

Gebrauch.

Katech

Mit

geb

Das B

Geographi

ihre Verh

beim Mess

der Verme

Allgemein

Reisen u

Katechi

Größ

von I

Auflo

Preis

Einleit

nung. —

nung des

— I. Die

grenzter F

der von fr

begrenzten

der Oberfl

Körpern. —

Katechie

von F

in dem

Die e

Die trig

Die Aufösu

schenklicher T

Auflösung d

— Aufgaben

Trigonomet

Katechismus der Feldmefskunft mit Kette, Winkelfpiegel und Meßtisch von Dr. C. Pietsch. Fünfte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 75 Abbildungen. Preis gebunden 1 Mark 50 Pf.

Einleitung: Allgemeine Erklärungen. — Instrumente zum Längenmessen und deren Gebrauch. — Instrumente zum Abstecken rechter Winkel und deren Gebrauch. — Aufnahme Ketterer

Flächenstücke mit Hilfe der beschriebenen Instrumente. — Das Auftragen oder Kartieren aufgenommener Grundstücke. — Das Berechnen aufgen. Grundstücke. — Das Theilen der Flächen.

Katechismus der Markscheidekunft von D. Brathuhn. Mit 174 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis gebunden 3 Mark.

Das Wichtigste aus der mathematisch-Geographie. Die Magnetrichtung und ihre Veränderung. Allgemeine Regeln beim Messen und bei den Darstellungen der Vermessungen. Koordinatensysteme. Allgemeine Vermessungsmethoden. — Messen und Abstecken von Linien. —

Die den Meßinstrumenten gemeinsamen Theile. — Der Theodolit. — Die Magnetnadelinstrumente. — Der Meßtisch. — Das Höhenmessen. — Die Ausführung der Vermessungsarbeiten des Markscheiders. — Die Tachymetrie.

Katechismus der Raumberechnung oder Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art von Dr. C. Pietsch. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 55 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis gebunden 1 Mark 80 Pf.

Einleitung: Aufgabe der Raumberechnung. — Hilfslehren. — Die Berechnung des Inhalts von ebenen Flächen. — I. Die Berechnung geradlinig begrenzter Flächen. — II. Die Berechnung der von krummen oder gemischten Linien begrenzten Flächen. — Die Berechnung der Oberfläche und des Inhalts von Körpern. — I. Die Berechnung eben-

flächiger Körper. — II. Die Berechnung der von krummen Flächen begrenzten Körper. — Die mechanische Bestimmung des Inhalts von Flächen und Körpern. — Anwendungen der Raumberechnung. — I. Die Erdmassenberechnung. — II. Die Berechnung der Baumstämme. — III. Die Berechnung von Gefäßen.

Katechismus der Ebenen und Sphärischen Trigonometrie von Franz Bendt. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 42 in den Text gedr. Figuren. Preis gebunden 1 Mark 80 Pf.

Die ebene Trigonometrie.

Die trigonometrischen Funktionen. — Die Auflösung rechtwinkliger und gleichschenkliger Dreiecke. — Die allgemeine Auflösung der Dreiecke. — Goniometrie. — Aufgaben aus allen Theilen der ebenen Trigonometrie.

Die sphärische Trigonometrie.

Die Fundamentalsformen der sphärischen Trigonometrie. — Das rechtwinklige sphärische Dreieck. — Zusammenstellung der wichtigsten trigonometrischen und goniometrischen Formeln.

Katechismus der Analytischen Geometrie von Dr. Max Friedrich. Mit 56 in den Text gedruckten Figuren. Preis gebunden 2 Mark 40 Pf.

Die Methoden der analytischen Geometrie.

Die Bestimmung d. Lage eines Punktes. — Die Parallellkoordinaten in d. Ebene. — Aufgaben für das rechtwinklige Koordinatensystem in der Ebene. — Das rechtwinklige Koordinatensystem im Raume. — Aufgaben für das rechtwinklige Koordinatensystem im Raume. — Die Polarkoordinaten in der Ebene. — Aufgaben für Polarkoordinaten in der Ebene. — Die Polarkoordinaten im Raume. — Die Transformation der

Koordinaten. Transformationen in der Ebene. — Die Transformation der Koordinaten im Raume. — Die Transformation der Koordinaten im Raume auf ein Problem der Mechanik angewendet. — Darstellung von Punkten, Linien und Flächen durch Gleichungen.

Anwendung der Methoden der analytischen Geometrie.

Die Linien in d. Ebene. — Die Flächen im Raume. (Analytische Geometrie des Raumes.) — Die Linien im Raume.

Katechismus der Ebenen und Räumlichen Geometrie von Prof. Dr. R. Ed. Zepfche. Dritte, vermehrte, verbesserte Auflage. Mit 223 in den Text gedruckten Figuren und 2 Tabellen zur Maßverwandlung. Preis geb. 3 Mark.

Die Geometrie der Ebene.

Eine, zwei, drei und mehr Gerade in derselben Ebene. — Das Dreieck. — Der Kreis und die Gerade. Zwei Kreise. — Vier Gerade in derselben Ebene. Das Viereck. Die Projektion einer Strecke. Die regelmässigen Vielecke. — Einige Aufgaben und Übungssätze. — Die Ähnlichkeit ebener Figuren. — Gleichheit, Proportionalität und Ausmessung des Flächeninhalts ebener Figuren.

Die Geometrie des Raumes.

Gerade u. Ebenen im Raume. — Das Dreieck. — Das Prisma. — Der Cylinder. — Die Pyramide. — Der Kegel. — Die Kugel.

Anhang: Maßtabellen.

Einteilung verschiedener Landesmaße. — Vergleichungs- und Verwandlungstabellen.

Katechismus der Logarithmen von Max Meyer. Mit drei Tafeln: der natürlichen, Briggs'schen Logarithmen und solcher der trigonometrischen Zahlen, und sieben in den Text gedruckten Abbildungen. Preis gebunden 2 Mark.

Logarithmenlehre.

Theorie d. Logarithmen. — Die Briggs'schen Logarithmen. — Anmerkung. betr. Gauß'sche Logarithmen und die trigonometrischen Tafeln.

Fünfstellige logarithmische und trigonometrische Tafeln nebst Erläuterungen.

I: Die natürlichen Logarithmen der Zahlen von 1—500. — II: Die gemeinen oder Briggs'schen Logarithmen der natürlichen Zahlen von 1—10000. — Die Rudolphi'sche Zahl. — III: Die Logarithmen der trigonometrischen Zahlen,

für die Winkel des ersten Quadranten von Minute zu Minute.

Beispiele der Anwendung der Logarithmen.

Produkte, Quotienten, Potenzen und Wurzeln. — Exponentialgleichungen; geometrische Progressionen. — Zinseszins- und Rentenrechnung. — Trigonometrische Rechnungen.

Anhang. Der Rechenstab und Rechenstieber.

Katechismus der Nivellierkunst.

GHW: 05ZZV35451(4)

<11+>1415TECS93

<14+>2554551214240



Katechismus

1715
Va, 11¹

der

Hiwellerkunst



von

Prof. Dr. C. Pietsch.

Vierte, umgearbeitete Auflage.

Mit 61 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig

Verlagsbuchhandlung von J. F. Weber

1895

Alle Rechte vorbehalten.

Standort: W 05
Signatur: ZZV 35451(4)
Akz.-Nr.: 82/3169
Id.-Nr.: W4119788

Vorwort zur vierten Auflage.

Die vierte Auflage weist nur geringe Änderungen gegen die dritte auf. Wir wünschen ihr eine ebenso freundliche Aufnahme, wie solche ihre Vorgängerin gefunden hat.

Prof. Dr. C. Pietsch.



Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

	Nr. der Fragen
Höhe eines Punktes der Erdoberfläche	1—10
Verschiedene Ausgangspunkte für Höhenbestimmungen und Vergleichung ihrer Höhen	11—20
Wahrer und scheinbarer Horizont	21—25
Erhebung des scheinbaren Horizontes über den wahren	26—28
Höhenunterschied zweier Punkte der Erdoberfläche	29—30
Die Methoden zur Messung von Höhen Differenzen	31—33

Erster Abschnitt.

Das geometrische Höhenmessen oder Nivellieren.

I. Die Nivellierinstrumente.

Einteilung der Nivellierinstrumente	34—35
---	-------

a) Die Instrumente zur Herstellung eines scheinbaren Horizontes.

Die Mittel, welche die Natur zur Herstellung des schein- baren Horizontes bietet	36
---	----

1. Die Pendelinstrumente.

	Nr. der Fragen
Die Sezwage mit der Sezlatte; Beschreibung, Prüfung und Berichtigung derselben	37—42
Die Bergwage	43
Die Markscheiderwage oder der Grabbogen	44—45

2. Die Nöhrennivellierinstrumente.

Die Kanalwage	46—48
Die Keitische Quecksilberwage; Beschreibung, Prüfung und Gebrauch	49—52

3. Die Libelleninstrumente oder Libellenniveaus.

Die Libelle als wesentlichster Bestandteil eines Libellen- niveaus	53—55
Die Dosenlibelle; Beschreibung und Prüfung	56—57
Beschreibung der Nöhrenlibelle	58—60
Die Nöhrenlibelle als selbständiges Instrument	61—63
Prinzip, nach welchem die Libellenniveaus gebaut sind	64—65
Die Stative; Zapfenstativ und Scheibenstativ	66—69
Die Rußvorrichtung	70—71
Der Dreifuß	72—73
Vertikalstellen einer Achse mittelst Nöhrenlibelle und Rußvorrichtung oder Dreifußes	74—77
Das astronomische Fernrohr als Visirvorrichtung bei den Libellenniveaus	78—94
Libellenniveaus mit festem Fernrohr	95—96
Prüfung solcher Niveaus	97—99
Libellenniveaus mit umlegbarem Fernrohr	100
Prüfung des Umlegeniveaus	101—103
Vorzüge der Umlegeniveaus vor Niveaus mit festem Fernrohr	104

	Nr. der Fragen
Das kleine Meißnersche Niveau mit Elevations- schraube	105—107
Das Sechniveau	108—110

b) Die Vorrichtungen zum Messen des Abstandes eines Punktes der Erdoberfläche von der Visierebene des Nivellierinstrumentes.

Nivellierlatten; Beschreibung und Gebrauch der Schiebe- und Skalenlatten	111—118
---	---------

II. Die Nivelliermethoden und Nivellierarbeiten.

Die Methoden des Nivellierens bei nahe gelegenen Punkten; das Nivellieren aus der Mitte und das Nivellieren aus den Endpunkten	119—127
Die Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier ent- fernter Punkte durch Einschalten von Zwischen- punkten	128—130
Einteilung der Nivellements in Linien- und Flächen- nivellements	131—132
Nivellieren von Linien; Längen- und Quersprofile . .	134—149
Nivellieren von Flächen	150—157

Zweiter Abschnitt.

Das trigonometrische Höhenmessen.

Die zu trigonometrischen Höhenmessungen benutzten Instrumente	158—160
Beschreibung des Theodolits und der Messung von Horizontal- und Höhenwinkeln mit demselben . .	161—172
Das trigonometrische Höhenmessen bei geringen Ent- fernungen an einigen Beispielen erläutert . . .	173—177

Dritter Abschnitt.

* Das barometrische Höhenmessen.

	Nr. der Fragen
Die Instrumente zur Messung des Luftdrucks	178—183
Das Haubetsche Aneroid	184—190
Das Goldschmidtsche Aneroid	191—192
Die Berechnung der Höhendifferenz nach der von Jordan aufgestellten für das mittlere Deutschland geltenden Formel	193—200

Katechismus der Nivellierkunst.

Einleitung.

1. Was versteht man unter Nivellieren?

Unter Nivellieren im engeren Sinne versteht man eine bestimmte Methode des Höhenmessens, die man auch die Methode des geometrischen Höhenmessens nennt. Im weitern Sinne versteht man unter Nivellieren das Höhenmessen überhaupt.

2. Was versteht man unter der Höhe eines Punktes der Erdoberfläche?

Unter der Höhe eines Punktes der Erdoberfläche versteht man den senkrechten Abstand des Punktes von der Meeresoberfläche.

3. Wie kann man aber einen inmitten des Festlandes gelegenen Punkt auf die Meeresoberfläche beziehen?

Man denkt sich zu dem Zwecke die Meere unter den Kontinenten fortgesetzt, den ganzen Erdkörper umspannend.

4. Welche Gestalt hat diese gedachte Meeresoberfläche?

Sehr nahezu die Gestalt einer Kugel. (Für alle im Folgenden in Betracht gezogenen Fälle kann die Meeresoberfläche als eine Kugelfläche angenommen werden.) Kleine Teile dieser Kugelfläche können wegen des großen Durchmessers derselben auch als eben betrachtet werden.

5. Was für Linien sind die Senkrechten zur Meeresoberfläche?

Die Senkrechten zur Meeresoberfläche sind Radien der erwähnten Kugel; sie sind also nach dem Mittelpunkte der Kugel oder nach dem Mittelpunkte der Erde hin gerichtet.

6. Läßt sich die Richtung der Senkrechten in jedem beliebigen Punkte der Erdoberfläche einfach bestimmen?

Ja; sie fällt nämlich zusammen mit der Richtung eines in dem Punkte aufgehängten Lotes oder Senkfels (d. i. eines Fadens, an dessen einem Endpunkte ein Gewicht befestigt ist); daher auch die Bezeichnung „Lotrechte“ und „Senkrechte“.

7. Sind die Senkrechten an verschiedenen Punkten der Erde unter einander parallel?

Nein, denn sie laufen ja sämtlich im Erdmittelpunkt zusammen; nur für nahe gelegene Punkte können die Senkrechten auch Vertikalen genannt, als parallel angesehen werden.

8. Was bedeutet es nun, wenn man sagt, die Höhe eines Punktes beträgt 361 m?

Das bedeutet, daß die in der Richtung eines in diesem Punkte aufgehängten Lotes gemessene Entfernung desselben (oder wie man kurz sagt, sein senkrechter Abstand) von der Meeresoberfläche 361 m beträgt.

9. Gibt es auch Punkte der Erde, die unter dem Meeresniveau liegen?

Ja, z. B. das Tote Meer, welches 394 m unter dem Meerespiegel liegt.

10. Wie deutet man in der Höhenangabe solcher Punkte an, daß sie unter dem Meeresniveau liegen?

Dadurch, daß man derselben ein Minuszeichen vorsetzt. Man würde z. B. sagen, die Höhe des Toten Meeres ist gleich -394 m.

11. Ist denn das Meeresniveau als Ausgangsfläche für Höhenbestimmungen geeignet, da es doch beständig in Bewegung und zudem nicht ganz unveränderlich ist?

Das wechselnde Meeresniveau als solches wäre allerdings nicht geeignet als Ausgangsfläche für Höhenbestimmungen.

Durch langjährige Beobachtung des Meeresniveaus hat man aber die Höhe des Mittelwassers der Meere an verschiedenen Stellen bestimmt. Eine genaue Vergleichung dieser Höhen unter einander hat eine Verschiedenheit derselben ergeben, so daß die Höhe eines und desselben Punktes verschieden ausfallen müßte, jenachdem als Ausgangspunkt das Mittelwasser an dieser oder jener Stelle gewählt wird. Man kann jedoch Höhenangaben, die auf verschiedene Mittelwasser bezogen sind, unter einander vergleichen, sobald man die Höhenunterschiede dieser Mittelwasser selbst kennt.

12. Nimmt man immer das Mittelwasser des Meeres als Ausgangspunkt für die Höhenbestimmungen?

Nein, viel häufiger macht man die Höhenangaben in Bezug auf den Nullpunkt eines bestimmten Pegels.

13. Was muß man dann aber noch kennen, um solche Höhenangaben auf das Mittelwasser beziehen zu können?

Die Höhe des Nullpunktes des Pegels über dem Mittelwasser.

14. Welches ist der Ausgangs- oder Nullpunkt für alle Höhenangaben in Deutschland?

Der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels.

15. Welches ist die amtliche Bezeichnung desselben?

Normalnullpunkt, abgekürzt geschrieben N. N.; man sagt z. B. ein Punkt liegt 25.³² m über N. N.

16. Auf welchen Nullpunkt bezog man früher die Höhenangaben in Deutschland?

Auf verschiedene, z. B. auf den Nullpunkt des Pegels von Neufahrwasser und den Nullpunkt des Pegels von Swinemünde.

17. Wie hoch liegt der Nullpunkt des Pegels von Amsterdam gegen die Nullpunkte dieser Pegel?

Der Nullpunkt des Pegels von Amsterdam liegt 3.⁵¹³ m über dem des Pegels von Neufahrwasser und 1.⁰⁷⁷ m über dem des Pegels von Swinemünde.

18. Stimmt der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels mit dem Mittelwasser der Zuidersee überein?

Nein, er liegt 0.144 m darüber.

19. Welches ist der Höhenunterschied der Mittelwasser zu Amsterdam, Neufahrwasser und Swinemünde?

Das Amsterdamer Mittelwasser liegt 0.155 m unter dem Mittelwasser von Neufahrwasser und 0.120 m unter dem Mittelwasser von Swinemünde.

20. Was versteht man unter dem Normalhöhenpunkt für den preussischen Staat?

Der Normalhöhenpunkt (abgekürzt geschrieben N. H. P.) ist der Nullpunkt einer Doppelskala von 2 dm Länge, welche in der Höhe von 37 m über N. N. an der Berliner Sternwarte angebracht ist.

21. Was versteht man unter dem wahren Horizont eines Punktes der Erdoberfläche?

Unter dem wahren Horizont eines Punktes P der Erdoberfläche versteht man eine durch den Punkt P hindurchgehende Fläche, die auf allen Lotlinien senkrecht steht; es ist

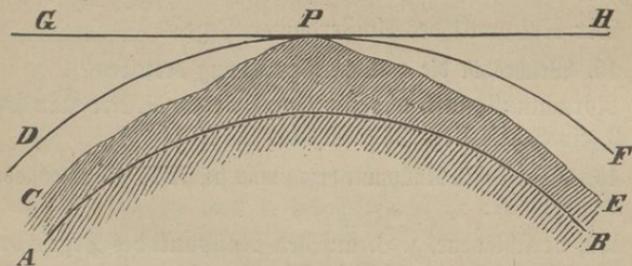


Fig. 1.

dies eine zur Meeresoberfläche konzentrische Kugelfläche. Stellt in Fig. 1 der Kreisbogen AB im Schnitt einen Teil der Meeresoberfläche dar und die krumme Linie CPE einen Teil der Erdoberfläche, so giebt der durch P gehende

zu AB konzentrische Kreisbogen DPF einen Teil des wahren Horizonts des Punktes P an.

22. Was versteht man unter dem scheinbaren Horizont eines Punktes der Erdoberfläche?

Unter dem scheinbaren Horizont eines Punktes P der Erdoberfläche versteht man die Ebene, welche in diesem Punkte auf der Lotlinie desselben senkrecht steht; der scheinbare Horizont berührt im Punkte P den wahren Horizont und ist in Fig. 1 durch die Gerade GH dargestellt.

23. Können zwei Punkte denselben wahren Horizont haben?

Ja, alle Punkte von gleicher Höhe haben denselben wahren Horizont, weil diese Punkte sämtlich auf einer zur Meeresoberfläche konzentrischen Kugelfläche liegen; diese ist der ihnen gemeinschaftliche wahre Horizont.

24. Können die scheinbaren Horizonte zweier Punkte zusammenfallen?

Streng genommen nicht, jedoch können die scheinbaren Horizonte nahe gelegener Punkte von gleicher Höhe als zusammenfallend angesehen werden, weil nach Frage 7 die Lotlinien solcher Punkte als parallel angesehen werden können.

25. Können die scheinbaren Horizonte zweier Punkte parallel sein?

Ja, die scheinbaren Horizonte aller Punkte einer und derselben Vertikalen sind unter einander parallel; näherungsweise können auch die Horizontebenen aller einander nahe gelegenen Punkte als parallel angesehen werden.

26. Was versteht man unter der Abweichung des scheinbaren Horizontes eines Punktes P von dem wahren?

Unter der Abweichung des scheinbaren Horizontes von dem wahren versteht man den in der Richtung der Lotlinie gemessenen Abstand beider von einander; derselbe wächst mit der Entfernung vom Punkte P.

27. Wie groß ist die Erhebung des scheinbaren Horizontes über den wahren in einer bestimmten Entfernung von P?

Die Erhebung des scheinbaren Horizontes des Punktes P über seinen wahren im Punkte J, also in der Entfernung PJ von P, ist, wie Fig. 2 zeigt, gleich JK. Bezeichnet man die Entfernung PJ mit a , so ist, wenn a nicht sehr groß ist, auch PK sehr nahezu gleich a ; setzt man ferner die Entfernung MP des Punktes P vom Erdmittelpunkt gleich r ,

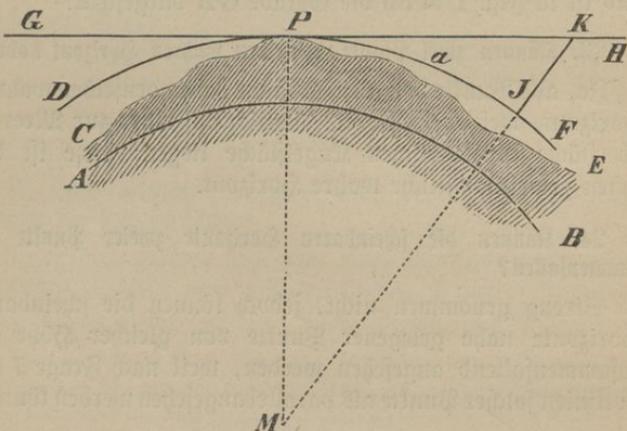


Fig. 2.

wo r sehr wenig vom Radius der Meeresoberfläche verschieden sein wird, so ist nach dem Satze: „Das Quadrat der Tangente von einem Punkte an einen Kreis ist gleich dem Produkt der Abschnitte jeder von dem Punkte an den Kreis gelegten Sekante“:

$$PK^2 = JK (JK + 2r)$$

oder, da JK verschwindend klein gegen $2r$ ist, genügend genau

$$PK^2 = JK \cdot 2r$$

also

$$JK = \frac{PK^2}{2r} = \frac{a^2}{2r}$$

Die numerische Berechnung ergibt
 für $a = 0 \ 100 \ 200 \ 300 \ 400 \ 500 \ 600 \ 700 \ 800 \ 900 \ 1000 \text{ m}$
 $JK = 0 \ 1 \ 3 \ 7 \ 13 \ 19 \ 28 \ 38 \ 50 \ 64 \ 78 \text{ mm}$

28. Bis zu welcher Entfernung kann man den scheinbaren Horizont als mit dem wahren zusammenfallend ansehen?

Das hängt von der Genauigkeit der Instrumente ab, mit welchen man Höhenunterschiede mißt. Ist man z. B. nur imstande, die Höhen bis auf 5 mm genau zu bestimmen, so kann man den scheinbaren und den wahren Horizont bis zu 200 m Entfernung als zusammenfallend betrachten, weil dort die Erhebung des erstern über den letztern erst 3 mm beträgt.

29. Wenn der Höhenunterschied zweier Punkte gleich h ist, welchen Abstand haben dann die wahren Horizonte dieser Punkte?

Den Abstand h ; denn bezeichnet man in Fig. 3 mit H_1 die Höhe des Punktes P_1 , mit H_2 die Höhe des Punktes P_2

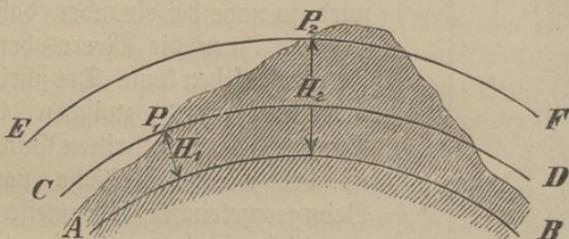


Fig. 3.

über dem Meeresniveau AB , so ist der Abstand der wahren Horizonte CD und EF von P_1 und P_2 gleich $H_2 - H_1 = h$.

30. Wie kann man daher auch den Höhenunterschied zweier Punkte der Erdoberfläche definieren?

Der Höhenunterschied zweier Punkte ist gleich dem Abstände ihrer wahren Horizonte.

31. Läßt sich die Höhe eines Punktes über dem Meeresniveau direkt bestimmen?

Nur in seltenen Fällen; in den meisten Fällen bestimmt man die Höhe eines Punktes dadurch, daß man seinen Höhen-

unterschied gegen einen andern Punkt bekannter Höhe ermittelt und diesen Höhenunterschied zur Höhe des letztern Punktes addiert resp. von dieser subtrahiert.

32. Welche Methoden giebt es zur Bestimmung der Höhendifferenz zweier Punkte?

1) Die Methode der geometrischen Höhenmessung oder des Nivellierens im engeren Sinne, 2) die Methode der trigonometrischen Höhenmessung, 3) die Methode der barometrischen Höhenmessung.

33. Wie läßt sich das Wesen dieser drei Methoden kurz charakterisieren?

Bei der geometrischen Höhenmessung liegen die Punkte P_1 und P_2 , deren Höhenunterschied direkt bestimmt wird, so nahe bei einander, daß man zwischen ihnen die Meeresoberfläche als eben ansehen kann. Der scheinbare Horizont eines zwischen beiden Punkten gelegenen dritten Punktes C ist der Meeresoberfläche parallel. Beim geometrischen Höhenmessen wird nun dieser scheinbare Horizont, also eine horizontale Ebene, künstlich hergestellt und die senkrechten Abstände der Punkte P_1 und P_2 von diesem Horizont gemessen. Die Differenz dieser Abstände ist gleich der gesuchten Höhendifferenz von P_1 und P_2 . Es soll das an der Hand der Fig. 4 noch näher erläutert werden.

Es bedeute in Fig. 4 AB die als eben angenommene Meeresoberfläche, die krumme Linie DP_1P_2E die Erdoberfläche; die Parallele durch C zu AB

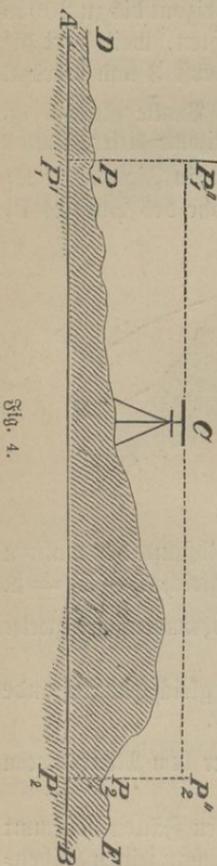


Fig. 4.

den scheinbaren Horizont von C, ferner $P_1'P_1P_1''$ die Lotlinie des Punktes P_1 und $P_2'P_2P_2''$ die Lotlinie des Punktes P_2 , so ist $P_1'P_1$ die Höhe des Punktes P_1 und $P_2'P_2$ die Höhe des Punktes P_2 über dem Meeresniveau; die gesuchte Höhendifferenz der Punkte P_1 und P_2 ist also

$$h = P_2'P_2 - P_1'P_1.$$

Nun folgt aber aus der Figur, daß

$$P_2'P_2 = P_2'P_2'' - P_2P_2''$$

$$\text{und } P_1'P_1 = P_1'P_1'' - P_1P_1''$$

folglich $h = P_2'P_2 - P_1'P_1 = P_2'P_2'' - P_2P_2'' - (P_1'P_1'' - P_1P_1'')$

oder da $P_2P_2'' = P_1P_1''$ ist,

$$h = P_1P_1'' - P_2P_2'',$$

d. h. der gesuchte Höhenunterschied h der Punkte P_1 und P_2 ist gleich der Differenz der Abstände P_1P_1'' und P_2P_2'' dieser Punkte von dem Horizont des Punktes C.

Beim geometrischen Höhenmessen oder Nivellieren findet man also den Höhenunterschied direkt in Längenmaß.

Beim trigonometrischen Höhenmessen bestimmt man den Höhenunterschied zweier Punkte aus einem in einer vertikalen Ebene gelegenen Dreieck, von welchem man drei Stücke mißt.

Die barometrische Höhenmessung gründet sich auf die Thatfache, daß der gleichzeitige Luftdruck in verschiedenen Punkten um so geringer ist, je höher diese Punkte liegen; der durch das Barometer gemessene Luftdruck wird hier als ein Maß für die Höhe benutzt.

Erster Abschnitt.

Das geometrische Höhenmessen oder
Nivellieren.

I. Die Nivellierinstrumente.

34. Was ist nach Frage 33 notwendig, um den Höhenunterschied zweier Punkte P_1 und P_2 durch Nivellieren zu bestimmen?

Es ist erstens notwendig, den scheinbaren Horizont eines beliebigen zwischenliegenden Punktes C oder, was dasselbe ist, eine beliebige horizontale Ebene herzustellen und zweitens die Abstände der Punkte P_1 und P_2 von dieser horizontalen Ebene zu messen.

35. In welche zwei Gruppen lassen sich danach die Nivellierwerkzeuge einteilen?

1) In solche zur Herstellung des scheinbaren Horizontes und 2) solche zur Messung des Abstandes eines Punktes von dem scheinbaren Horizont.

a) Die Instrumente zur Herstellung eines scheinbaren Horizontes.

36. Welche Mittel bietet uns die Natur zur künstlichen Herstellung des scheinbaren Horizontes eines beliebigen Punktes (d. i. einer beliebigen horizontalen Ebene)?

1) Die Eigenschaft des Lotes, stets die Richtung des Vertikalen anzugeben; jede auf dem Lote senkrechte Ebene ist eine horizontale.

T. ↙
Kinn
92.59.

2) Die Eigenschaft aller ruhenden Flüssigkeiten, in kommunizierenden Röhren gleich hoch zu stehen; die Oberflächen einer Flüssigkeit in zwei solchen Röhren bestimmen also eine horizontale Ebene.

3) Die Eigenschaft ruhender Flüssigkeiten, daß ihre Oberfläche eine horizontale ist. Ist etwa (vergl. Fig. 5) ein kugelförmiges Gefäß zumteil mit einer beliebigen Flüssigkeit

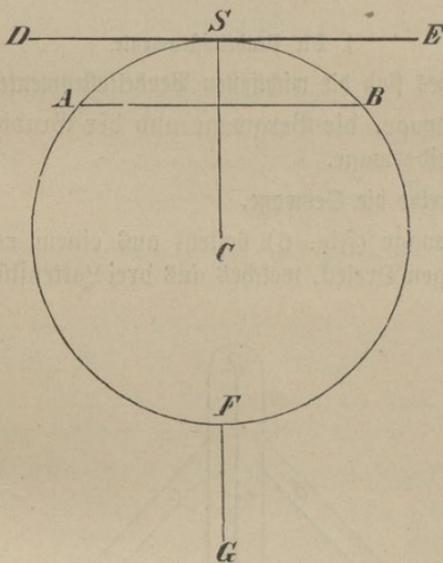


Fig. 5.

gefüllt, so ist die Flüssigkeitsoberfläche AB eine horizontale Ebene. Die Berührungsebene DE der Kugel im Scheitel S der darüber befindlichen Kugelskalotte ist dann gleichfalls horizontal. Die Verbindungslinie SC des Scheitels S mit dem Mittelpunkte C der Kugel ist vertikal. Denkt man sich nun mit dem kugelförmigen Gefäß eine Gerade FG in der Verlängerung von SC fest verbunden, so braucht man, um FG vertikal zu stellen, das kugelförmige Gefäß nur so lange zu bewegen, bis S der Scheitel der über der Flüssigkeits-

oberfläche befindlichen Kugelfalotte geworden ist. Jede auf F G senkrechte Ebene ist dann horizontal.

Auf der unter 1) genannten Eigenschaft des Lotes beruhen die sogen. Pendelinstrumente, auf der unter 2) genannten Eigenschaft der Flüssigkeiten die Röhrennivellierinstrumente und auf der unter 3) genannten Eigenschaft der Flüssigkeiten die sogen. Libelleninstrumente oder Libelleniveaus. — Die letzteren sind die wichtigsten Nivellierinstrumente.

1. Die Pendelinstrumente.

37. Welches sind die wichtigsten Pendelinstrumente?

Die Sezwage, die Bergwage und der Gradbogen oder die Markscheiderwage. *Zinnbogen*

38. Beschreibe die Sezwage.

Die Sezwage (Fig. 6) besteht aus einem rechtwinklig gleichschenkligen Dreieck, welches aus drei Lattenstücken a, b, c

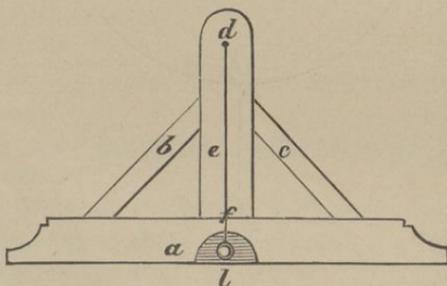


Fig. 6.

gebildet ist. In einem Punkte d der von dem Scheitel des Dreiecks ausgehenden Mittellinie ist ein Lot l aufgehängt; auf dem Lattenstück e ist ferner die vom Punkte d auf die untere sorgfältig gerade gehobelte Kante von a gefällte Senkrechte d f verzeichnet. Steht die Ebene des Dreiecks senkrecht und deckt der Faden des Lotes die Linie d f, so ist d f vertikal und damit die Unterkante von a horizontal. Gewöhnlich

wird die Sezwage in Verbindung mit der sogen. Sezlatte oder dem Richtscheit angewandt. Das Richtscheit ist eine Latte von etwa 3 m Länge, mit genau parallelen Kanten. Wird die Sezwage auf die Sezlatte gestellt und die letztere an einem Ende so lange gehoben oder gesenkt, bis das Lot der Sezwage einspielt, d. h. bis es die Linie *df* deckt, so ist dann die Unterkante von *a* und damit auch die dazu parallele Unterkante der Sezlatte horizontal.

39. Wodurch kann der Einwirkung des Windes auf das Lot vorgebeugt werden?

Wenn die Sezwage bei Wind und im Freien gebraucht wird, so kommt das Lot nur schwer und oft auch nicht genau in senkrechte Stellung. Diesem Übelstande ist leicht dadurch abzuhelpfen, daß man die Latte *a* mit einem Falz versehen, in welchen man einen schmalen Glasstreifen einschiebt, durch welchen dann das Lot gegen die Wirkung des Windes geschützt ist.

40. Von wem und zu welchem Zwecke wird die Sezwage in der beschriebenen Form am meisten verwandt?

Von den Maurern und Zimmerleuten zum horizontalen Verlegen von Steinen, Balken und Trägern.

41. Wie prüft man die Richtigkeit der Sezwage?

Man setzt die Wage auf eine völlig eben gehobelte Latte, z. B. auf die Sezlatte, auf und hebt oder senkt dieselbe so lange, bis das Lot einspielt. Läßt man nun die Latte unverrückt, kehrt aber die Wage um, d. h. dreht man sie um 180° um die Lotrichtung, so daß die Endpunkte der Latte *a* ihre Lage wechseln, so wird, wenn die Wage richtig ist, das Lot wieder einspielen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Linie *df* unrichtig und muß in die Halbierungslinie des Winkels verlegt werden, um welchen das Lot von *df* abweicht.

42. Wie prüft man, ob die Ober- und Unterkante der Sezlatte parallel sind?

Man dreht, nachdem das Lot der berichtigten Sezwage zum Einspielen gebracht ist, die Sezlatte nebst Wage um 180° .

Spielt das Lot wieder ein, so sind die beiden Kanten parallel, spielt es nicht ein, so giebt die Abweichung den doppelten Winkel der obern und untern Kante der Sezlatte.

43. Welches ist die Einrichtung der Bergwage?

Die Bergwage ist eine Sezlage mit einem Gradbogen; sie wird immer in Verbindung mit einem Nivellscheit oder einer Sezlatte von etwa 3 m Länge angewandt; sie gestattet nicht nur, die Sezlatte und damit auch deren Unterlage horizontal zu machen, sondern auch, vermittelst des Gradbogens, dessen Mittelpunkt der Aufhängepunkt des Lotes ist, der Sezlatte eine bestimmte Neigung zu erteilen oder auch Neigungen zu messen, und wird namentlich zu letzterm Zweck z. B. zur Messung von Böschungswinkeln benutzt. Die Bezifferung der Teilung des Gradbogens beginnt unten mit 0° und schreitet nach beiden Seiten etwa bis 40° fort. An dem Faden des Lotes liest man auf der Teilung des Gradbogens direkt den Neigungswinkel der Sezlatte ab.

Mozyl
Lebwin
17. 58

44. Beschreibe die Markscheiderwage. *oder Zingebogen*

Die Markscheiderwage oder der Gradbogen wird namentlich bei bergmännischen Vermessungen gebraucht, läßt sich aber auch anderwärts anwenden. Der Gradbogen (Fig. 7) besteht aus einem sehr dünnen messingenen Halbkreis abc , an welchem in den Endpunkten des Durchmessers ac Haken angeschraubt sind, deren Öffnungen nach entgegengesetzten Richtungen liegen. Vermittelst dieser Haken läßt sich der Gradbogen an eine Schnur hängen. Im Mittelpunkte m des Gradbogens ist ein Lot l aufgehängt, bestehend aus einem Menschenhaar, welches an seinem untern Ende ein leichtes Gewicht trägt. Der Gradbogen ist meist in Viertelgrade geteilt; die Bezifferung der Teilung beginnt in der Mitte b des Halbkreises mit 0° und endet bei a und c mit 90° . Ist der Durchmesser ac des Gradbogens parallel zur Aufhänge-
linie, d. h. zu der Kante, mit welcher die Haken d und e auf der Schnur aufrufen, so geht die Lotrichtung bei horizontaler Lage der Schnur gerade durch den Teilstrich 0° ; bei jeder

andern Lage der Schnur liest man an der durch das Haar gegebenen Lotlinie die Neigung der Schnur gegen die Horizontale ab.

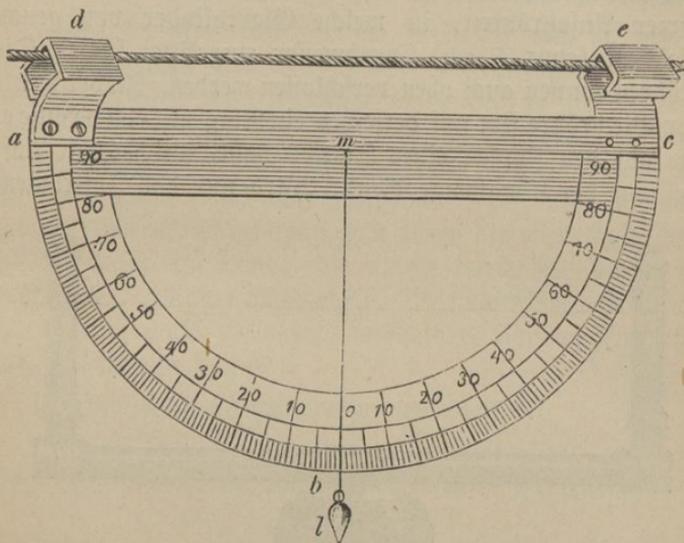


Fig. 7.

45. Wie prüft man den Gradbogen?

Die Prüfung des Gradbogens erfolgt ähnlich wie die der Sezwage durch Umhängen, d. h. durch Vertauschen der Lage der Haken *d* und *e* mit einander. Erhält man in beiden Lagen dieselbe Ablesung, so ist die Aufhängekante der Haken parallel zu *a c*, der Gradbogen also richtig. Zeigt sich dagegen eine Abweichung, so ist die Hälfte derselben durch Veränderung eines der beiden Haken zu korrigieren.

2. Die Röhrennivellierinstrumente.

46. Welches sind die wichtigsten Röhrennivellierinstrumente?

Die Kanaltwage und die Quecksilberwage.

Pietsch, Nivellierkunst. 4. Aufl.

47. Wie ist die Kanalwage eingerichtet?

Die Kanalwage (Fig. 8), auch Wasserwage genannt, besteht aus einer etwa 1 m langen Blechröhre mit zwei an den Enden derselben angebrachten, rechtwinklig dazu stehenden kurzen Ansaßröhren, in welche Glaszylinder von genau gleichem (etwa 5 cm) Durchmesser eingefittet sind. Die Röhren können auch oben verschlossen werden. In der Mitte der Blechröhre sitzt auf derselben ein Ring mit einer Hülse *c*, die auf den Zapfen eines Stativs paßt, welches zur Aufstellung der Kanalwage dient. Wird nun das Instrument

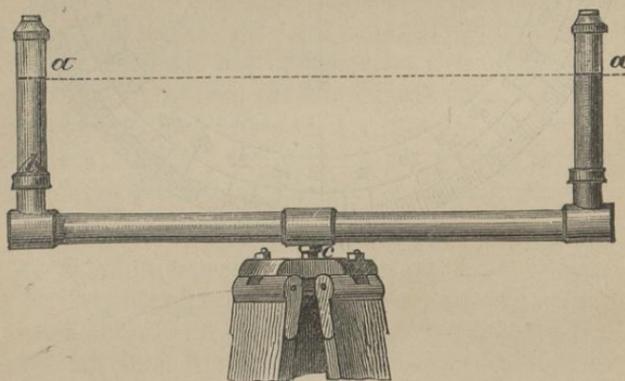


Fig. 8.

mit gefärbtem Wasser etwa bis zur Hälfte der Glasröhren gefüllt, so bilden die Oberflächen des Wassers in den beiden Röhren, sobald es zur Ruhe gekommen, eine horizontale Ebene *a a*. Bringt man nun das Auge in einer Entfernung von ungefähr einem Meter in solche Lage, daß ihm die beiden Oberflächen als eine erscheinen, so ist die Sehlinie horizontal. Da man nun die Kanalwage um den Zapfen des Stativs drehen kann, so kann man mit der Sehlinie die ganze horizontale Ebene durchstreichen.

Nach jeder neuen Aufstellung öffne man vor dem Gebrauch den obern Verschluß der Glasröhren, um eine Ausgleichung

des Luftdrucks in beiden Röhren zu bewirken, weil die Flüssigkeitsoberflächen nur dann in einer Höhe liegen, wenn der auf ihnen lastende Luftdruck derselbe ist.

48. Was ist noch beim Gebrauch der Kanalwage zu beachten?

Selbst bei Röhren von 5 cm Weite ist noch die sogen. *Kapillaraszension* bemerkbar, d. h. es zieht sich das Wasser infolge der Anziehung der Rohrwandungen an diesen etwas in die Höhe, so daß die Oberfläche des Wassers nicht eine genaue Ebene bildet und das Auge in der vorhin angegebenen Stellung deshalb auch nicht eine, sondern zwei über einander gelegene Ebenen wahrnimmt, von denen die obere durch das Wasserniveau am Rande, die untere durch das Niveau in der Mitte der Röhre gebildet ist. Die untere Ebene markiert sich deutlicher als die obere, weshalb es sich empfiehlt, sie zum Visieren zu benutzen.

49. Wie ist die Quecksilberwage eingerichtet?

Die nach ihrem Erfinder so genannte Reithsche Quecksilberwage (Fig. 9) beruht genau auf demselben Prinzip wie die

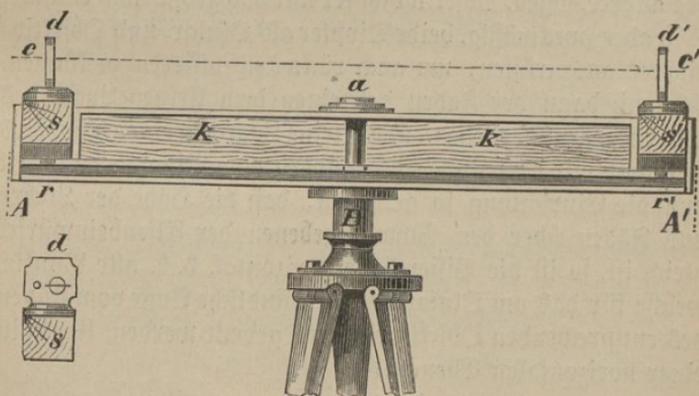


Fig. 9.

Kanalwage. Die Glasröhren der Kanalwage sind ersetzt durch prismatische Holzgefäße von 2—3 cm Weite und 3—4 cm

Höhe; sie sind mit einander verbunden durch eine Röhre von etwa 1 cm Weite. Das Instrument läßt sich in ähnlicher Weise wie die Kanalwage auf einem Stativ aufstellen. Wird nun eine genügende Quantität Quecksilber hineingegossen, so bilden die Oberflächen in den beiden Holzgefäßen A und A' eine horizontale Ebene. Diese läßt sich aber wegen der Undurchsichtigkeit der Gefäße A und A' nicht unmittelbar, wie bei der Kanalwage, zum Nivellieren benutzen; dazu wird vielmehr eine dazu parallele Ebene verwandt, die mit Hilfe sogen. Diopter erhalten wird, welche auf den Elfenbeinwürfeln s und s' befestigt sind, die in dem Quecksilber schwimmen.

50. Wie sind die Diopter einer Quecksilberwage eingerichtet?

(1) Es sind dünne Metallplatten d d' von rechteckiger Gestalt, welche auf den Elfenbeinwürfeln ss' senkrecht stehen und etwa in der Mitte ihrer Höhe ein kleines und daneben ein größeres kreisrundes Loch enthalten. Längs des horizontalen Durchmessers des letztern ist ein Haar oder ein Faden straff ausgespannt. Es genügt eigentlich schon, daß das eine Diopter, das sogen. Okulardiopter, nur das kleine Loch und das andere, sogen. Objektivdiopter nur das große Loch enthält; es ist aber zweckmäßig, beide Diopter als Okular- und Objektivdiopter auszurüsten, um auch rückwärts visieren zu können. Es muß dann der Faden des einen dem kleinen Loche des andern gegenüberstehen. Das kleine Loch des einen Diopters bestimmt mit dem Faden des andern eine Visierebene. Ist nun die Einrichtung so getroffen, daß die Höhe der Löcher und Fäden über den Schwimmebenen der Elfenbeinwürfel gleich ist, so ist die Visierebene horizontal, d. h. alle Punkte, welche für das am Okulardiopter befindliche Auge vom Faden des entsprechenden Objektivdiopters gedeckt werden, liegen in einer horizontalen Ebene cc' .

51. Wie prüft man eine Quecksilberwage?

(1) Die Prüfung hat sich darauf zu erstrecken, ob die Höhe der Diopterfäden über den Schwimmebenen der zugehörigen Würfel die gleiche ist. Die Prüfung erfolgt dadurch, daß

man sich für eine bestimmte Lage der Würfel einen von dem Faden des Objektivdiopters gedeckten Punkt merkt, und dann die beiden Würfel bei sonst unveränderter Lage der Quecksilberwage mit einander vertauscht. Die Quecksilberwage ist richtig, wenn derselbe Punkt nach der Vertauschung gleichfalls in der Visierebene liegt. Zeigt sich ein Fehler, so ist er durch Veränderung der Höhe eines der beiden Diopter zu corrigieren.

52. Was ist ein Mangel der Quecksilberwage?

grifflig

Der Umstand, daß nur langsam damit gearbeitet werden kann, weil der Transport, um das Verschütten des Quecksilbers zu verhüten, sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Es muß beim Aufstellen stets darauf geachtet werden, daß sie möglichst horizontal steht, weil sich sonst leicht die Elfenbeinwürfel an den Wänden der prismatischen Gefäße reiben und dadurch in ihrer freien Beweglichkeit gehindert werden könnten. Der unvermeidliche Verlust an Quecksilber durch das Ein- und Ausfüllen macht das Instrument auch kostspielig.

3. Die Libelleninstrumente oder Libellenniveaus.

53. Welches ist der wesentlichste Bestandteil eines Libellenniveaus?

Der wesentlichste Bestandteil eines Libellenniveaus ist die Libelle.

54. Was versteht man unter einer Libelle?

Ein Instrument, bei welchem die unter 3) in Frage 36 genannte Eigenschaft der Flüssigkeiten zur Bestimmung einer horizontalen Ebene benutzt wird.

55. Gibt es verschiedene Arten von Libellen?

über. über.

Ja; man kann die Libellen einteilen in Dosen- und Röhrenlibellen.

56. Beschreibe eine Dosenlibelle.

Die Dosenlibelle, welche Fig. 10 S. 22 in der Ansicht und Fig. 11 im Schnitt darstellt, besteht aus einem flachen

dosenförmigen Gefäß aus Messing, dessen Deckel aus Glas an seiner Innenseite kugelförmig ausgeschliffen ist. Der Boden des Gefäßes besitzt am Rande in der Regel einen vorspringenden Ring, der vollkommen eben abgeschliffen sein muß. Die Libelle wird bis auf einen kleinen Raum mit einer Flüssigkeit, meistens Weingeist, gefüllt; der übrig bleibende kleine Raum enthält entweder Luft oder besser Dampf der angewandten Flüssigkeit, und erscheint als auf der Flüssigkeit schwimmende Blase. Die Füllung der Libelle erfolgt durch eine Öffnung im Boden, welche nachher durch eine Schraube (s) verschlossen wird.

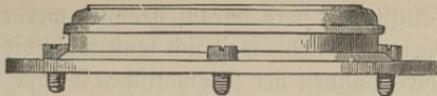


Fig. 10.

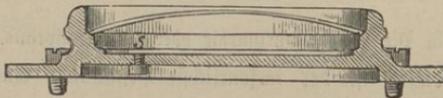


Fig. 11.

Die parallel zu der Ebene des vorspringenden Ringes der Bodenfläche an die kugelförmige Innenfläche des Deckels der Libelle gelegte Berührungsebene nennt man die Achsenebene der Libelle. Ihr Berührungspunkt wird bezeichnet durch einen oder zwei Kreise, die um ihn als Mittelpunkt auf dem Deckel gezeichnet sind. Setzt man nun eine solche Dosenlibelle auf eine horizontale Ebene, so ist die Flüssigkeitsoberfläche, da sie stets horizontal ist, parallel zur Ebene des Ringes, mit welchem die Libelle aufruht, folglich auch parallel zur Achsenebene; sie schneidet mithin die Kugeloberfläche des Glasdeckels in einem Kreise, der konzentrisch ist zu den auf dem Deckel gezeichneten Kreisen; man sagt: die Libelle spielt ein.

Man kann folglich mit der Dosenlibelle sehr einfach prüfen, ob eine Ebene horizontal ist oder nicht; man braucht nur die Libelle darauf zu setzen; spielt sie ein, so ist die Ebene horizontal, spielt sie nicht ein, so ist die Ebene geneigt.

57. Wie prüft man die Richtigkeit einer Dosenlibelle?

Hat man eine horizontale Ebene zur Verfügung, so prüft man die Dosenlibelle einfach dadurch, daß man sie darauf setzt. Spielt sie, wie man sie auch darauf setzen möge, ein, so ist sie richtig.

Hat man eine solche horizontale Ebene nicht, so setzt man sie auf eine andere Ebene und verändert deren Neigung so lange, bis die Libelle einspielt. Dreht man alsdann die Libelle und spielt sie dabei beständig ein, so ist sie richtig und die Ebene horizontal.

Zeigt sich bei der Prüfung einer Dosenlibelle, daß sie nicht richtig ist, so muß der vorspringende Rand der Bodenfläche nachgeschliffen werden. Bequemer läßt sich die Berichtigung einer Dosenlibelle vornehmen, wenn sie, statt mit einem ebenen Ringe, mit drei Schraubchen auf ihre Unterlage gesetzt wird. Durch Verstellen dieser Schraubchen, welche in der Bodenplatte der Libelle ihr Muttergewinde haben, läßt sich dann sehr bald erreichen, daß die Libelle, auf eine horizontale Ebene ganz beliebig aufgesetzt, stets einspielt.

58. Beschreibe eine Röhrenlibelle.

Eine Röhrenlibelle besteht aus einer Glasröhre, die innen tonnenförmig ausgeschliffen ist. Die Röhre wird bis auf einen kleinen Raum mit einer Flüssigkeit, meistens mit Schwefeläther, gefüllt und an ihren Enden entweder zugeschmolzen oder durch genau passende eingekittete Glasdeckel luftdicht abgeschlossen. Der kleine, nicht von der Flüssigkeit erfüllte Raum der Röhre enthält nicht Luft, sondern Dampf der Flüssigkeit; dieser Raum, die Blase der Libelle, nimmt stets die höchste Stelle der Röhre ein. Die beschriebene Röhre ist noch mit einer Metallfassung versehen, die von sehr verschiedener Konstruktion sein kann, je nach dem Zweck, dem

die Libelle dienen soll. Die Metallfassung läßt in der Regel nur ein Stück der Röhre sichtbar werden, welches mit einer Teilung (meistens in Pariser Linien) versehen ist. Fig. 12 zeigt einen Längsschnitt durch die Röhre der Libelle; die Fassung derselben ist nicht dargestellt. Der Bogen $a b c$, nach

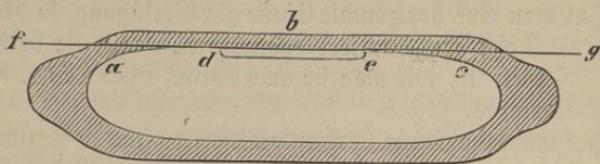


Fig. 12.

welchem die innere Fläche der Röhre geschliffen wird, ist ein Kreisbogen, dessen Radius 20 m und mehr beträgt. Die Tangente fg an diesen Kreisbogen im Fundamental- oder Nullpunkt der Teilung, welcher sich in ihrem Mittelpunkt befindet, heißt die Achse der Libelle.

59. Auf welche Weise kann man mit der Röhrenlibelle eine horizontale Gerade herstellen?

Da die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit horizontal ist, so liegen die Endpunkte d und e der Blase der Libelle in einer Horizontalen. Denkt man sich nun mit der Röhre irgend eine Gerade in Verbindung gebracht, welche der Achse der Libelle parallel ist, so braucht man, um diese horizontal zu machen, nur die Lage der Röhre so lange zu verändern, bis der Nullpunkt b gerade in der Mitte zwischen den Rändern d und e der Blase sich befindet, oder bis, wie man sagt, die Libelle einspielt. Dann ist nämlich $d e$ horizontal, folglich auch die dazu parallele Achse der Libelle und die mit dieser verbunden gedachte Gerade.

60. Findet die Röhrenlibelle als solche für sich allein Verwendung?

Ja, meist aber kommt sie in Verbindung mit anderen Instrumenten vor, wobei sie dann dazu dient, bestimmte Achsen derselben horizontal und vertikal zu stellen.

61. Wie ist die Röhrenlibelle als selbständiges Instrument eingerichtet?

Die Röhre befindet sich in einer cylindrischen Metallfassung, welche mit einem Ausschnitt versehen ist, der die Teilung der Röhre sichtbar werden läßt. Der Metallcylinder ist mit einem unten ebenen Lineal verbunden, so zwar, daß noch eine kleine Änderung der Neigung der Libellenachse gegen die Ebene des Lineals sich ausführen läßt. Bei der durch Fig. 13 veranschaulichten Einrichtung ist z. B. das eine Ende d der Röhre in einem mit dem Lineal fest verbundenen Scharnier gelagert, während das andere Ende mit

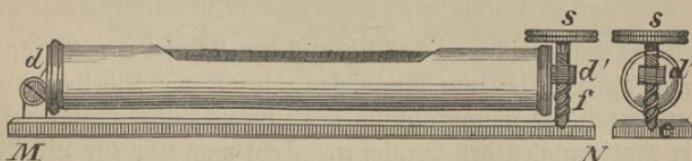


Fig. 13.

einer in das Lineal eingreifenden Schraube s versehen ist, der eine Feder f entgegenwirkt, die das Bestreben hat, das Libellenende d' vom Lineal MN zu entfernen. Die Achse der Libelle muß dem Lineal parallel sein.

62. Wie prüft man mit Hilfe einer solchen Röhrenlibelle, ob eine Ebene horizontal ist oder nicht?

Man setzt die Libelle in zwei verschiedenen, nicht unter einander parallelen Lagen auf die Ebene auf; spielt die Libelle beide Male ein, so ist die Ebene horizontal, sonst nicht.

63. Wie prüft man die Libelle auf ihre Richtigkeit?

Man setze die Libelle mit dem Lineal, auf welchem sie ruht, auf eine Ebene und verändere deren Neigung so lange, bis die Libelle einspielt. Alsdann setze man die Libelle um, d. h. man drehe sie um 180° , so daß das Lineal denselben Teil der Ebene deckt wie vorher; daß sich aber die Lage des rechten und linken Endes mit einander vertauschen. Spielt die

Libelle wieder ein, so ist sie richtig, wenn nicht, so ist der halbe Ausschlag, der sich zeigt, durch Anziehen der Schraube *s* zu corrigieren. Es soll dies noch etwas näher erläutert werden.

In Fig. 14 stellen *A* und *B* zwei Punkte der Libellenachse dar, *C* und *D* zwei Punkte des Lineals. Die Libellenachse bilde

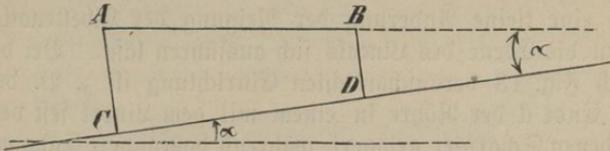


Fig. 14.

mit der Längsrichtung des Lineals den Winkel α . Bringt man die Libelle zum Einspielen, so ist die Libellenachse horizontal, die Längsrichtung des Lineals bildet mithin mit der Horizontalen den Winkel α . Setzt man nun die Libelle um (Fig. 15), so bildet die Libellenachse wieder den Winkel α

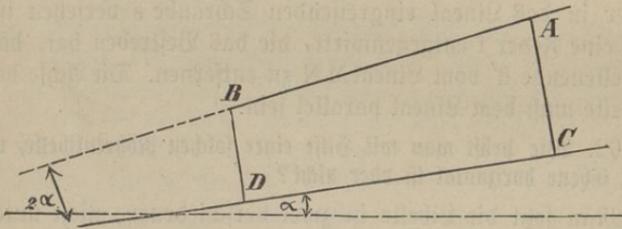


Fig. 15.

mit der Linealrichtung, diese selbst mit der Horizontalen denselben Winkel, folglich ist, da beide Winkel nach derselben Seite liegen, jetzt die Libellenachse unter dem Winkel 2α gegen den Horizont geneigt. Der Ausschlag der Libelle, d. h. die Abweichung der Blasenmitte von der Nullstellung entspricht also dem doppelten Fehler der Libelle und es ist somit nur die Hälfte des Ausschlags durch die Schraube *s* zu corrigieren.

64. Welches ist die häufigste Verwendung der Röhrenlibelle?

Die Verwendung zu den sogen. Libellenniveaus oder Nivellierinstrumenten.

65. Wie läßt sich das Prinzip, nach welchem die Libellenniveaus konstruirt sind, kurz angeben?

Eine Röhrenlibelle ist mit einer in einer Hülse drehbaren Achse A so verbunden, daß ihre Achse senkrecht steht auf dieser. Mit der Achse A ist eine Visiervorrichtung verbunden, deren Absiehlinie der Libellenachse parallel oder wenigstens senkrecht auf der Achse A ist. Mit Hilfe der Röhrenlibelle wird die erwähnte Achse vertikal gestellt. Dreht man dann die Achse in ihrer Hülse, so beschreibt die Absiehlinie eine horizontale Ebene. Auf diese Weise läßt sich also mit einem Nivellierinstrument eine horizontale Ebene herstellen.

66. Womit sind die Nivellierinstrumente versehen, um das Senkrechtstellen der Achse des Nivellierinstrumentes mit Hilfe der Röhrenlibelle in bequemer Weise zu ermöglichen?

Mit einer sog. Nußvorrichtung oder einem Dreifuß. Beide stellen die Verbindung des Nivellierinstrumentes mit dem sogen. Stativ her, welches demselben die notwendige feste Unterstüßung bietet.

67. Was für Stativ unterscheidet man?

Zapfenstative und Scheiben- oder Teller-

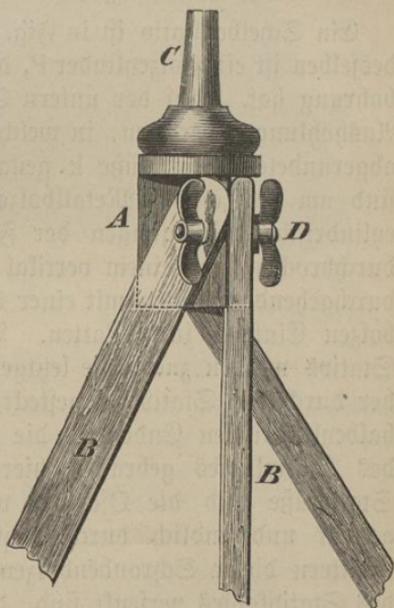


Fig. 16.

stative. Die Zapfenstative dienen zur Unterstützung von Instrumenten mit Rußvorrichtung, die Scheibenstative zur Unterstützung von solchen mit Dreifuß.

68. Welche Einrichtung hat das Zapfenstativ?

Die drei Füße B des Stativs (vgl. Fig. 16) werden durch die Flügelschrauben D an die drei Flächen eines dreiseitigen Prismas A angepreßt. Der Zapfen C dient zur Aufnahme der Hülse der Rußvorrichtung des Nivellierinstrumentes. Die Flügelschrauben müssen jedesmal vor der Aufstellung des Stativs gelöst und nach erfolgter Aufstellung desselben festgezogen werden. Die Stativfüße sind unten mit Spitzen versehen, mit welchen sie in den Boden eingetreten werden.

69. Welche Einrichtung hat das Scheibenstativ?

Ein Scheibenstativ ist in Fig. 17 dargestellt. Der Kopf desselben ist ein Holzcylinder P, der in der Mitte eine Durchbohrung hat. Auf der untern Seite ist der Kopf mit drei Aushöhlungen versehen, in welche die oben halb cylindrisch abgerundeten Stativfüße k genau passen. Diese letzteren sind um horizontale Metallbolzen x drehbar. Die halbcylindrischen Endigungen der Füße sind an einer Stelle durchbrochen, um einem vertikal durch den Stativkopf hindurchgehenden, unten mit einer Nöse versehenen Schraubenbolzen Eintritt zu gestatten. Beim Zusammensetzen des Stativs werden zuerst die letztgenannten Bolzen von unten her durch den Stativkopf gesteckt, dann die Füße mit ihren halbcylindrischen Enden in die entsprechenden Höhlungen des Stativkopfes gebracht, hierauf die Bolzen durch die Stativfüße und die Nöse der vertikalen Schraubenbolzen gesteckt und endlich durch Anziehen der plattenförmigen Muttern dieser Schraubenbolzen, die an der obern Fläche des Stativkopfes versenkt sind, die Füße so stark nach oben gezogen, daß sie durch die Reibung, welche sie bei der Bewegung insolgedessen an dem Stativkopf erfahren, genügend

festgehalten werden. Durch stärkeres oder schwächeres Anziehen läßt sich die gewünschte Festigkeit des Stativs erreichen. Ein Vortheil dieses Stativs gegen andere Konstruktionen von Scheibenstativen liegt darin, daß man die Schrauben, die zur Verbindung des Stativkopfes und der Stativbeine dienen, nicht bei jeder Aufstellung aufs neue lösen und anziehen muß.

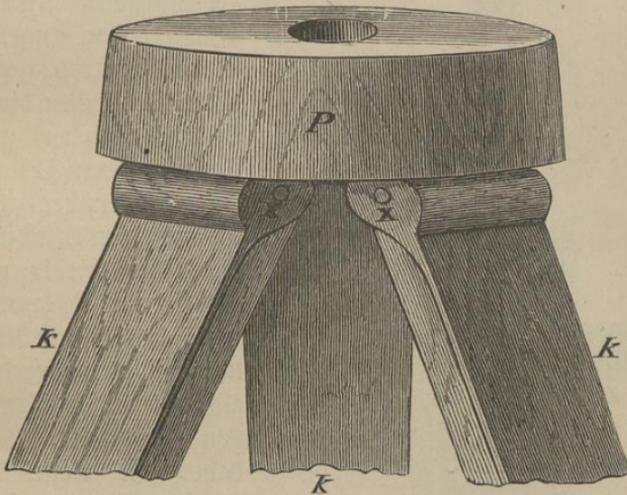


Fig. 17.

70. Worauf beruht die sogen. Nußvorrichtung?

Sie beruht darauf, daß man eine Kugel, welche in einer Kugelschale gelagert ist, nach allen Richtungen hin bewegen kann, so daß man einer damit verbundenen Achse, also z. B. der Achse eines Nivellierinstrumentes, jede beliebige Lage zu geben imstande ist.

71. Beschreibe die Konstruktion der Nußvorrichtung.

Wegen der geringen Wichtigkeit der Nußvorrichtung bei den heutzutage gebräuchlichen Instrumenten soll nur eine

einzigste Konstruktion beschrieben werden. Eine Kugel A (Fig. 18) ist in den oben kugelförmig ausgedrehten Cylinder C gelagert und wird gegen diesen noch durch das Kugel-

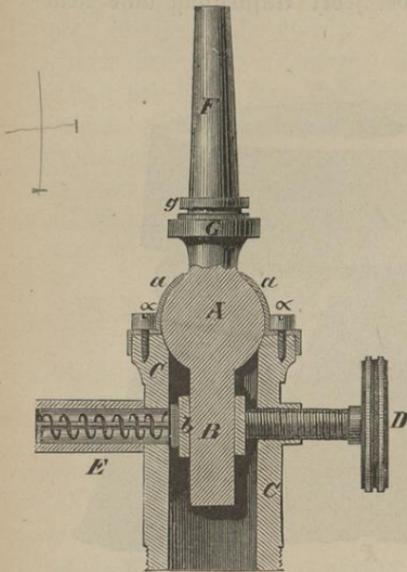


Fig. 18.

segment a etwas angedrückt. Der mit der Kugel A fest verbundene Zapfen F dient zur Aufnahme der Hülse des Nivellierinstrumentes. Auf der untern cylindrischen Fortsetzung B der Kugel A sitzt ein Würfel b; gegen die Seitenflächen dieses Würfels wirken zwei Stellschrauben D und ihnen gegenüber zwei Spiralfedern E. Durch die Schrauben D und die Federn F kann B so viel nach allen Richtungen bewegt werden, als es der Hohlraum von C gestattet. War daher die Achse des Zapfens F von Anfang an schon nahezu vertikal, so wird man mit der

72. Worauf beruht die Konstruktion des Dreifußes?

Sie beruht darauf, daß man eine mit drei Füßen verbundene Hülse, welche zur Aufnahme der Achse des Nivellierinstrumentes dient, durch Änderung der Länge der Füße nach jeder beliebigen Richtung hin neigen kann.

73. Beschreibe die Dreifußkonstruktion.

Der Dreifuß, welchen Fig. 28 S. 41 bereits als Teil eines Nivellierinstrumentes von Meißner in Berlin darstellt, besteht aus einer Hülse h , in welcher sich die Achse des Nivellierinstrumentes drehen kann. Die Hülse ist mit drei horizontalen oder schwach nach unten geneigten Armen b versehen, welche unter einander Winkel von 120° einschließen und in cylindrische Erweiterungen endigen, die das Muttergewinde für die vertikalen Stellschrauben s enthalten. Diese endigen in Spitzen, mit denen der Dreifuß auf dem Stativ, meistens in drei radialen Rillen, aufsteht. Am untern Ende ist die Hülse h noch mit einer Nase o versehen, die zur Aufnahme des sogen. Stengelhakens dient, mit welchem das Instrument an das Stativ befestigt wird. Die Hülse h heißt die Zentralbüchse des Dreifußes, die darin drehbare Achse des Nivellierinstrumentes der Zentralzapfen desselben.

74. Wie stellt man mit Hilfe der Rußvorrichtung die Achse a einer auf dem Zapfen der Rußvorrichtung sitzenden Hülse vertikal, wenn sie mit einer zu ihr senkrechten Röhrenlibelle versehen ist?

Bei der in Fig. 18 dargestellten Konstruktion der Rußvorrichtung stellt man zuerst durch Drehen der Hülse die Libelle parallel zur Richtung einer der Schrauben D und bringt durch diese Schraube die Libelle zum Einspielen. Dadurch wird die Libellenachse horizontal gemacht, die dazu senkrechte Achse a muß folglich in der Vertikalebene der andern Schraube D liegen, sie wird aber im allgemeinen noch nicht vertikal sein. Nun dreht man die Hülse um 90° , sodaß die Libelle der zweiten Schraube D parallel wird, und bringt die Libelle nochmals zum Einspielen; dann ist die Achse a vertikal. Man überzeugt sich davon nachträglich dadurch, daß man die Hülse langsam dreht; die Libelle muß dabei beständig einspielen.

75. Auf welche Weise stellt man eine in der Zentralbüchse eines Dreifußes drehbare Achse a vertikal, wenn sie mit einer zu ihr senkrechten Nöhrenlibelle versehen ist?

Man stellt durch Drehung der Achse a die Libelle parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und bringt durch entgegengesetzte Drehung dieser beiden Schrauben die Libelle zum Einspielen. Alsdann dreht man die Achse um 90° und bringt die Libelle durch Heben oder Senken der dritten Fußschraube zum Einspielen. Die Achse a ist dann vertikal gestellt, was man jedoch noch nachträglich durch langsames Drehen der Achse a prüft. Spielt dabei die Libelle beständig ein, so steht die Achse vertikal. In den meisten Fällen wird das einmalige Einstellen mittels der drei Fußschrauben in der angegebenen Weise noch nicht genügen, die Achse a vertikal zu stellen, es muß dann das Verfahren mehrmals wiederholt werden.

76. Wie prüft man bei der Aufvorrichtung, ob die Achse einer Libelle, welche mit der auf dem Zapfen der Aufvorrichtung sitzenden Hülse fest verbunden ist, auf der Achse dieser Hülse senkrecht steht oder nicht?

Man stellt die Libelle parallel zur Richtung einer der Schrauben D (Fig. 18) und bringt durch diese die Libelle zum Einspielen. Alsdann dreht man die Hülse um 180° ; spielt die Libelle wieder ein, so steht ihre Achse senkrecht zur Achse der Hülse, zeigt sich ein Ausschlag, so entspricht er der doppelten Abweichung der Libellenachse von der Senkrechten zur Hülßenachse. Um die Libellenachse nunmehr senkrecht zur Hülßenachse zu stellen, müßte man also die Hälfte des Ausschlags berichtigen. Es soll dies noch genauer erläutert werden.

In Fig. 19 stelle a die Hülßenachse und l_1 die Libellenachse in der ersten Lage dar, s die Senkrechte zur Achse a ; dann ist der Winkel α , welchen l_1 und s mit einander bilden, der Fehler der Libellenachse. Spielt die Libelle ein, so ist l_1 horizontal, also s unter dem Winkel α gegen den Horizont

geneigt. Dreht man die Hülse nun um 180° , so bleiben a und s in ihrer Lage, die Libellenachse hingegen kommt in die neue Lage l_2 . Der Winkel der Libellenachse gegen s ist unverändert geblieben, l_2 und s schließen also auch den Winkel α ein; l_2 bildet mithin mit der Horizontalen den Winkel 2α , derselbe zeigt sich durch den Ausschlag der Libelle. Der Ausschlag der Libelle entspricht also dem doppelten Fehler der Libelle.

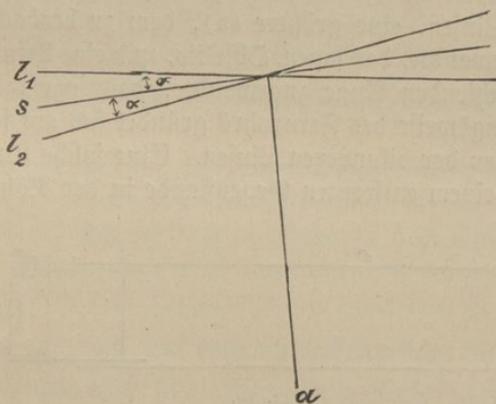


Fig. 19.

77. Wie prüft man beim Dreifuß, ob der Zentralzapfen senkrecht steht auf der Achse der mit ihm verbundenen Röhrenlibelle?

Man stellt durch Drehung des Zentralzapfens die Libelle parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und bringt mit diesen die Libelle zum Einspielen; dann dreht man den Zentralzapfen um 180° ; spielt die Libelle wieder ein, so steht ihre Achse senkrecht auf der Achse des Zentralzapfens, wenn nicht, so entspricht der Ausschlag der doppelten Abweichung der Libellenachse von der Senkrechten zum Zentralzapfen. Die Hälfte des Ausschlags ist also zu beseitigen, um die Libellenachse senkrecht zur Achse des Zentralzapfens zu machen.

78. Worin besteht gewöhnlich bei den Nivellicierinstrumenten die in Frage 65 erwähnte Visiervorrichtung?

Die Visiervorrichtung ist gewöhnlich ein astronomisches Fernrohr.

79. Welches ist die einfachste Konstruktion eines astronomischen Fernrohrs?

Das Keplersche Fernrohr.

80. Wie ist das Keplersche Fernrohr eingerichtet?

Das Keplersche Fernrohr (Fig. 20) enthält nur zwei bikonvexe Linsen, eine größere (a), dem zu beobachtenden Objekt zugewandte, das sogen. Objektiv, und eine kleinere (b), dem beobachtenden Auge zugewandte, das sogen. Okular. Die Wirkungsweise des Fernrohrs gründet sich auf folgende Eigenschaften der bikonvexen Linsen. Eine solche Linse entwirft von einem entfernten Gegenstande in der Nähe seines

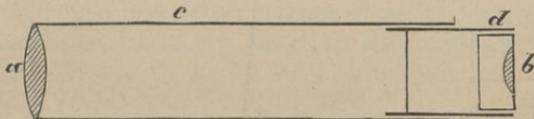


Fig. 20.

Brennpunktes ein umgekehrtes verkleinertes Bild — so wirkt das Objektiv; eine bikonvexe Linse, deren Brennweite etwas größer ist als die Entfernung des beobachteten Gegenstandes, wirkt als Lupe, d. h. vergrößernd — so wirkt das Okular des Keplerschen Fernrohrs. Das Objektiv entwirft in seiner Brennebene oder in einer nur wenig weiter von ihm entfernten Ebene ein umgekehrtes verkleinertes Bild des beobachteten Objektes und dieses Bild wird durch das als Lupe wirkende Okular vergrößert beobachtet.

81. Was versteht man unter dem optischen Mittelpunkte einer Linse?

Der optische Mittelpunkt einer Linse ist ein Punkt derselben, der die Eigenschaft besitzt, daß jeder durch ihn hindurchgehende Strahl ungebrochen die Linse passiert.

82. Was läßt sich danach über die Lage des durch das Objektiv entworfenen Bildes eines beliebigen Punktes des beobachteten Objektes aussagen?

Das Bild liegt mit dem Objektpunkte selbst und mit dem optischen Mittelpunkte des Objektivs auf einer Geraden.

83. Ist das Keplersche Fernrohr in der beschriebenen Gestalt als Meßfernrohr zu gebrauchen?

Nein, denn in dem Gesichtsfelde desselben erscheinen eine große Anzahl von Punkten; man kann daher nicht behaupten, man habe einen bestimmten Punkt anvisiert; es ist in dieser Gestalt nur als Beobachtungsfernrohr geeignet.

84. Wodurch wird das Keplersche Fernrohr erst zum Meßfernrohr?

Durch Einführung des sogen. Fadenzuges, welches aus zwei auf einander senkrechten Spinnfäden besteht, die in einer zur Fernrohrachse senkrechten Ebene in dem Okularauszuge befestigt sind, d. h. in dem Rohrstück *d*, welches das Okular enthält und in dem Hauptrohr *e* verschiebbar ist.

85. Was versteht man unter der optischen Achse des Fernrohres?

Die optische Achse ist die Verbindungslinie des Fadenzugpunktes mit dem optischen Mittelpunkte des Objektivs.

86. Wenn sagt man von einem Punkte, daß er mit dem Fernrohr anvisiert sei?

Denkt man sich durch Verschieben des Okularauszuges *d* die Ebene des darin befindlichen Fadenzuges mit der Bildebene des Objektes zum Zusammenfallen gebracht, so deckt der Fadenzugpunkt einen bestimmten Punkt des Bildes. Von dem Objektpunkte, dessen Bild mit dem Fadenzugpunkt zusammenfällt, sagt man, er sei anvisiert. Dieser Punkt liegt mit seinem Bilde (also dem Fadenzugpunkt) und mit dem optischen Mittelpunkt nach Frage 82 auf einer Geraden; durch den optischen Mittelpunkt des Objektivs und den Fadenzugpunkt ist aber die optische Achse bestimmt, der anvisierte Punkt liegt also auf der optischen Achse des Fernrohres.

87. Welche Operationen hat man der Reihe nach auszuführen, um einen Punkt P anzufokussieren?

Man zieht zuerst das Okular b (Fig. 20) so weit aus dem Okularauszuge heraus, bis man das Fadenzug deutlich sieht, wobei man zweckmäßig das Fernrohr auf einen hellen Hintergrund, z. B. auf den Himmel richtet. Alsdann bewegt man den Okularauszug d , ohne die Entfernung des Okulars gegen das Fadenzug zu ändern, so lange, bis auch das vom Objektiv entworfene Bild deutlich gesehen wird. Da man mit einer Lupe nur in einer bestimmten Entfernung deutlich sieht, so folgt, daß, wenn man Fadenzug und Bild gleichzeitig scharf erblickt, beide sich in derselben Ebene befinden. Nun hat man endlich das Fernrohr noch so lange zu bewegen, bis das Bild des Punktes P mit dem Fadenzugpunkt zusammenfällt.

88. Woran erkennt man sehr scharf, ob die Fadenzugenebene mit der Bildebene des Objektivs zusammenfällt oder nicht?

Man bewege das Auge vor dem Okular hin und her. Fällt die Fadenzugenebene nicht mit der Bildebene zusammen,

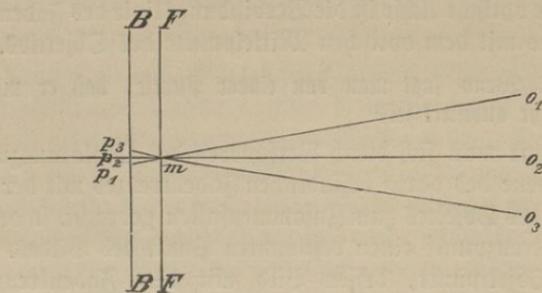


Fig. 21.

so gewahrt man eine scheinbare Bewegung des Fadenzuges. In Fig. 21 stelle BB die Bildebene des Objektivs, FF die Fadenzugenebene, m den Fadenzugpunkt und o_1, o_2, o_3 drei auf einander folgende Lagen des Auges dar. Für das Auge

o_1 deckt in den Bildpunkt p_1 , für das Auge o_2 den Bildpunkt p_2 und für das Auge o_3 den Bildpunkt p_3 . Bei einer Bewegung des Auges von o_1 nach o_2 und o_3 findet also für dasselbe die scheinbare Bewegung des Fadenzkreuzpunktes von p_1 nach p_2 und p_3 statt. Fällt die Fadenzkreuzebene mit der Bildebene zusammen, so deckt der Fadenzkreuzpunkt stets, wie man auch das Auge halte, einen und denselben Punkt des Bildes.

89. Wird das einfache Keplersche Fernrohr zu Nivellierinstrumenten angewandt?

Nein, bei den für Nivellierinstrumente benutzten Fernrohren wird stets ein sog. achromatisches Objektiv und ein zusammengesetztes Okular angewandt.

90. Wie ist ein achromatisches Objektiv eingerichtet und was soll durch dasselbe erreicht werden?

Ein achromatisches Objektiv (Fig. 22) besteht aus zwei Linsen, einer bikonvexen Kronglaslinse C und einer plankonkaven oder bikonkaven Flintglaslinse F . Die beiden Linsen berühren sich mit den einander zugewandten Flächen. Wegen der verschiedenen Brechbarkeit verschiedenfarbiger Strahlen giebt eine einfache Linse immer ein an den Rändern gefärbtes Bild; durch die Kombination einer Kronglas- und einer Flintglaslinse läßt sich aber bei passender Wahl der Krümmungsverhältnisse ein farbenfreies Bild erhalten.

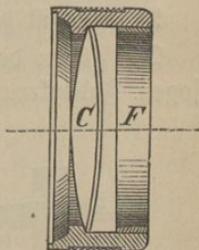


Fig. 22.

91. Welches zusammengesetzte Okular findet bei Nivellierfernrohren die meiste Verwendung?

Das Ramsdensche Okular.

92. Wie ist das Ramsdensche Okular eingerichtet?

Es besteht (Fig. 23 S. 38) aus zwei plankonvexen Linsen, die einander ihre konvexen Seiten zuwenden; die dem Auge zunächst liegende L_1 heißt die Okular-, die andere L_2 die

Kollektivlinse. Die Brennweiten derselben verhalten sich wie 5 : 9 und ihre vorderen Brennpunkte fallen zusammen. In Fig. 23 ist F der gemeinschaftliche vordere Brennpunkt der beiden Linsen.

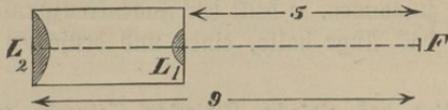


Fig. 23.

93. Was soll diese Kombination zweier Linsen als Okular des Fernrohrs bewirken?

Durch ein einfaches Okular wird das durch ein achromatisches Objektiv erhaltene farblose Bild wieder farbig gerändert erscheinen und dadurch, wie auch durch die sogen. sphärische Abweichung, etwas unscharf werden. Beide Fehler lassen sich durch die angegebene Kombination zweier Linsen nahezu aufheben.

94. Wie ist das Fadentkrenz in dem Okularrohr angebracht?

Die Fäden des Fadentkrenztes sind auf einem Ring, dem sogen. Fadentkrenzring i (vgl. Fig. 24, die einen Längsschnitt

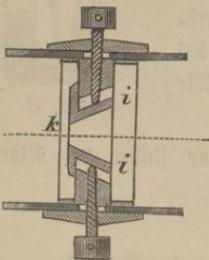


Fig. 24.

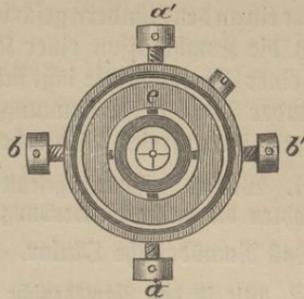


Fig. 25.

durch das Okularrohr darstellt), an die nach links gelegene, auf der Fernrohrachse senkrechte Ebene k aufgeklebt. Der

Ring i wird in seiner Lage gehalten durch die am besten in Fig. 25 (welche einen Querschnitt durch das Okularrohr darstellt) erkennbaren Schraubchen a, a', b, b', die ihr Muttergewinde in dem Ringe o haben, welcher am Okularrohr anliegt. Bisweilen sind auch nur die beiden Schraubchen a und a' vorhanden. Durch Lösen eines und Anziehen des gegenüberliegenden Schraubchens läßt sich eine kleine Bewegung des Fadencreuzes in Richtung der beiden Schraubchen bewirken. Bei vier Schraubchen läßt sich also das Fadencreuz in horizontaler und vertikaler Richtung bewegen; wenn nur die Schraubchen a und a' vorhanden sind, so ist auch nur eine Bewegung des Fadencreuzes in vertikaler Richtung möglich.

95. Wie teilt man die Libellenniveaus ein?

In Niveaus mit festem Fernrohr und solche mit umlegbarem Fernrohr, sogen. Umlegeniveaus.

96. Beschreibe einige Konstruktionen von Libellenniveaus mit festem Fernrohr.

Fig. 26 S. 40 stellt eine von der Firma Breithaupt in Kassel ausgeführte Konstruktion eines Nivellierinstrumentes mit Fußvorrichtung dar. Die Fuß ist ein wenig verschieden von der in Frage 71 beschriebenen Konstruktion, beruht jedoch auf demselben Prinzip. Statt des Würfels, auf dessen Seitenflächen die Preßschrauben und ihnen entgegen zwei Spiralfedern wirkten, ist hier ein fünfseitiges Prisma angewandt, dessen Querschnitt (□) ein Quadrat mit einer abgestumpften Ecke ist. Die Preßschrauben S wirken gegen die erhalten gebliebenen Würfelflächen und ihnen entgegen eine einzige Spiralfeder gegen die schräge Fläche. Ferner endigt die Fußvorrichtung nach oben nicht in einen Zapfen, sondern in eine konische Hülse, welche den gleichfalls konischen Zapfen A, der die vertikale Umdrehungsachse des Nivellierinstrumentes bildet, in sich aufnimmt, wie Fig. 27 im Schnitt deutlich erkennen läßt. Mit dem Zapfen A ist in fester Verbindung senkrecht zu A die sogen. Trägerplatte T, welche sich bei allen Nivellierinstrumenten wiederfindet. Sie trägt die beiden

Ringe T' , welche dem astronomischen Fernrohr F als festes Lager dienen. Parallel zum Fernrohr F ist auf der Träger-

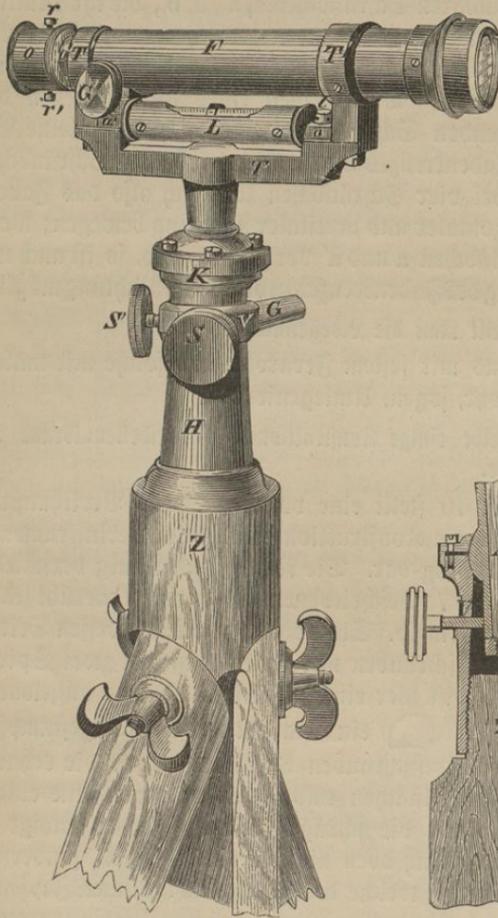


Fig. 26.

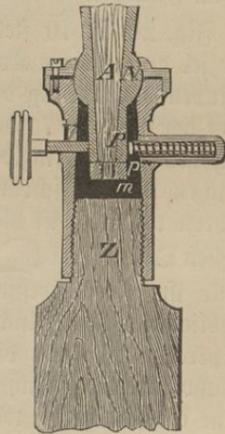


Fig. 27.

platte T noch eine Röhrenlibelle L angebracht. Dieselbe liegt mit den Lappen a und a' , welche an ihrer Fassung feststehen, auf der Trägerplatte auf und ist mit dieser durch

die
ist a
dem
ein
gela
Korre
Faden
vorha
greift

Di
daß di
sentre
Fig
in Be
dar.

die Schrauben l und l' verbunden. Der eine der Lappen a' ist auf seiner untern Seite etwas konvex gestaltet und unter dem andern befindet sich der Schraube l entgegenwirkend eine Spiralfeder, welche in der Trägerplatte etwas eingelassen ist. Diese Spiralfeder bildet mit der Schraube l die Korrekturvorrichtung der Libelle. Zur Verschiebung des Fadekreuzes des Fernrohres sind zwei Schraubchen r und r' vorhanden; die Schraube G' , welche in eine Zahnstange eingreift, dient zur Verschiebung des Okularauszuges.

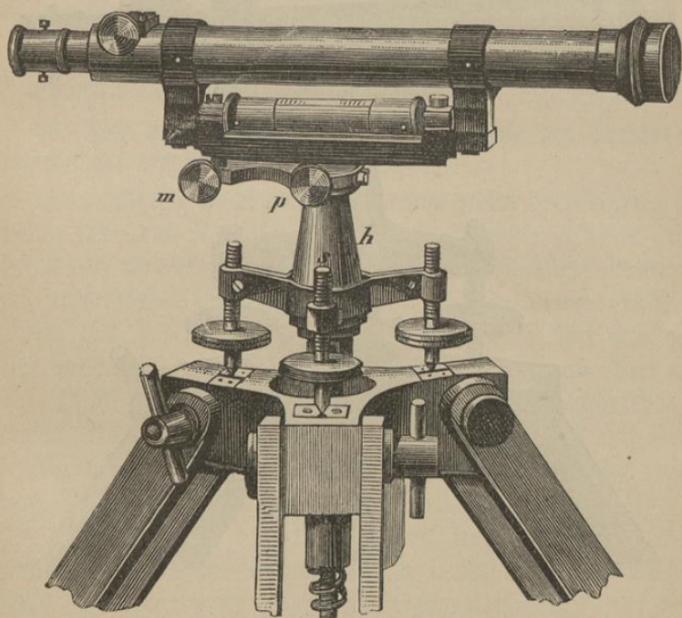


Fig. 28.

Die Bedingungen, welche das Instrument erfüllen muß, sind, daß die Achse der Libelle und die optische Achse des Fernrohres senkrecht auf der vertikalen Achse A des Instrumentes stehen.

Fig. 28 stellt ein Nivellierinstrument der Firma Meißner in Berlin mit Dreifuß auf dem zugehörigen Stativ stehend dar. In der Hülse h des in Frage 73 beschriebenen Drei-

fußes dreht sich der Zentralzapfen des Nivellierinstrumentes, welches im übrigen dem eben beschriebenen Breithaupt'schen entsprechend konstruirt ist. Die sogen. Klemmschraube *p* dient zur Hemmung der Drehung des Zentralzapfens in der Zentralbüchse des Dreifußes. Nach erfolgtem Anziehen derselben ist nur mehr eine feine Bewegung mittels der sogen. Mikrometerschraube *m* möglich.

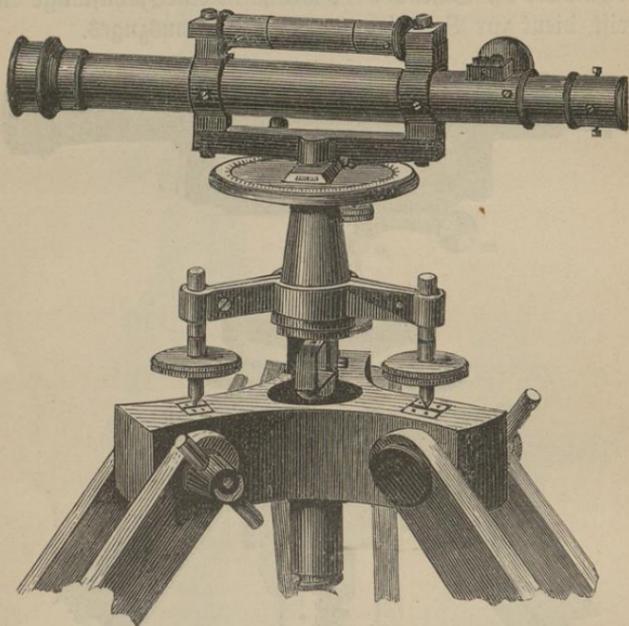


Fig. 29.

Fig. 29 stellt ein Nivellierinstrument derselben Firma, versehen mit einem horizontalen Teilkreis, dar, welcher gestattet, mit dem Nivellierinstrument auch Horizontalwinkel zu messen. Die Libelle ist abweichend von den beiden vorher beschriebenen Konstruktionen auf das Fernrohr aufgesetzt und auf den Trägerringen in ähnlicher Weise mit zwei Schrauben befestigt, wie bei den vorher beschriebenen auf den Trägerplatten.

Eine der beiden Schrauben bildet wieder mit einer gegenwirkenden Spiralfeder die Korrektionsvorrichtung der Libelle.

97. Worauf hat sich die Prüfung eines Niveaus mit festem Fernrohr zu erstrecken?

Man hat erstens zu prüfen, ob die Libellenachse senkrecht zur vertikalen Umdrehungsachse des Instrumentes steht, und zweitens, ob die optische Achse des Fernrohres gleichfalls senkrecht auf der Umdrehungsachse steht.

98. In welcher Weise prüft man, ob die Libellenachse senkrecht steht zur vertikalen Achse des Niveaus?

Diese Prüfung erfolgt nach Frage 76 für ein Niveau mit Nußvorrichtung und nach Frage 77 für ein Niveau mit Dreifuß.

99. Wie prüft man, ob die optische Achse des Fernrohres senkrecht auf der Umdrehungsachse steht?

Man schlage in einer Entfernung gleich derjenigen, für welche man das Nivellierinstrument zu benutzen gedenkt, zwei Pfähle P_1 und P_2 ein, stelle über P_1 das Nivellierinstrument auf und mache, nachdem mit Hilfe der Libelle der Zentralzapfen des Instrumentes vertikal gestellt oder, wie man sich kurz ausdrückt, das Instrument horizontiert ist, an einer auf den Pfahl P_2 aufgesetzten, später genauer beschriebenen Nivellierlatte eine Ablesung. Die Nivellierlatte ist mit einer an ihrem Fußpunkt beginnenden Teilung versehen, sodaß man, falls die optische Achse der Libellenachse parallel, d. i. also horizontal ist, an der Nivellierlatte mit dem Fernrohr gerade die Höhe der Visierebene, d. i. der durch die optische Achse des Fernrohres gelegten horizontalen Ebene über dem Fußpunkt der Latte, also über P_2 , abliest. In Fig. 30 S. 44 ist L die Libellenachse und F die optische Achse des Fernrohres für die erwähnte Aufstellung. Es ist in der Figur 30 zunächst angenommen, daß die Fernrohrachse nicht parallel der Libellenachse ist; statt der Höhe BP_2 liest der Beobachter die Höhe $CP_2 = h_1$ ab. Der von der Unrichtigkeit herrührende Fehler f in der Ablesung ist folglich gleich $CP_2 - BP_2$. Man stelle sich nun weiter mit dem Nivellierinstrument in P_2 auf

und richte nach erfolgtem Horizontieren des Instruments das Fernrohr auf die in P_1 aufgesetzte Latte; die erhaltene Ablesung $KP_1 = h_2$ ist mit demselben Fehler behaftet, wie die Ablesung h_1 , weil die Neigung der optischen Achse gegen die Libellenachse dieselbe geblieben. Wäre die optische Achse der Libellenachse parallel gewesen, so würde man EP_1 abgelesen haben, $KP_1 - EP_1 = EK$ ist also der Fehler der Ablesung,

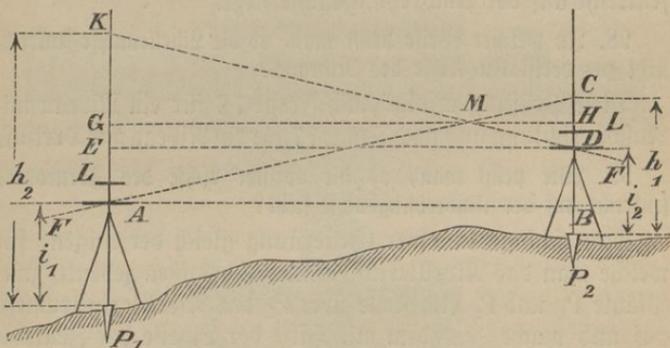


Fig. 30.

mithin gleich f . Die direkt zu messenden Instrumentenhöhen, d. h. die Höhen der optischen Achse über den Pfählen, seien

$$AP_1 = i_1, DP_2 = i_2.$$

Der Fehler f einer Ablesung läßt sich aus den gemachten Ablesungen h_1, h_2, i_1 und i_2 berechnen. Zieht man zu dem Zweck noch die Mittellinie GH der beiden gleichschenkligen Dreiecke AMK und DMC , so ist

$$\begin{aligned} f &= BC = BH + HC \\ &= AG + CH \\ &= \frac{AK}{2} + \frac{CD}{2} \\ &= \frac{h_2 - i_1}{2} + \frac{h_1 - i_2}{2} \\ &= \frac{h_1 + h_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}, \end{aligned}$$

d. h. der Fehler f ist gleich der halben Summe der Lattenablosungen minus der halben Summe der Instrumentenhöhen. Steht die optische Achse des Fernrohres senkrecht auf der Umdrehungsachse des Instrumentes, so ist $f = 0$. Findet man also bei der Prüfung des Niveaus in der angegebenen Weise, daß die Summe der Lattenablesungen gleich ist der Summe der Instrumentenhöhen, so ist die optische Achse senkrecht zur Umdrehungsachse des Instrumentes, das Instrument also richtig; zeigt sich hingegen ein Unterschied in diesen beiden Summen, so ist die Hälfte desselben der Fehler einer Ablejung und dieser ist zu korrigieren. Die Korrektion erfolgt durch Verschieben des Fadekreuzes in vertikaler Richtung, indem von den beiden Schraubchen, welche den Fadekreuzring halten, das eine gelöst und dann das andere angezogen wird. Dadurch wird die optische Achse so lange geändert, bis sich die Ablejung um f geändert hat.

100. Beschreibe einige Konstruktionen von Niveaus mit umlegbarem Fernrohr.

Bei diesen sogen. Umlegeniveaus steht das Fernrohr nicht in fester Verbindung mit der Trägerplatte, sondern ruht mit zwei sehr genau abgedrehten Ringen von gleichem Durchmesser in entweder cylindrischen oder sogen. Y-förmigen (Y) Lagern. Die Justierung des Instrumentes erfordert, daß entweder das eine Lager verstellbar ist oder, wenn die Fernrohrlager fest mit der Trägerplatte verbunden sind, daß dann die Trägerplatte selbst ein wenig gegen die Vertikalachse des Instrumentes geneigt werden kann. Das Fernrohr kann in seinen Lagern um seine Achse gedreht, außerdem auch in den Lagern umgeseht werden, wodurch eine Umkehrung der Visierichtung bewirkt wird. Die optische Achse des Fernrohres muß mit seiner geometrischen Achse zusammenfallen; es muß also sowohl der optische Mittelpunkt des Objektivs, als auch der Fadekreuzpunkt in der geometrischen Achse des Fernrohres liegen. Ist das erstere der Fall, so sagt man, das Objektiv sei zentriert; in der Regel sind die Objektive genügend

genau zentriert. Der Fadenzentrumspunkt läßt sich mit Hilfe der vier Schraubchen, welche den Fadenzentrumring halten, in die geometrische Achse des Fernrohrs bringen. Die Libelle des Instrumentes ist entweder eine sogen. Aufseß- oder Reiterlibelle, welche auf die Lagerringe des Fernrohrs aufgesetzt

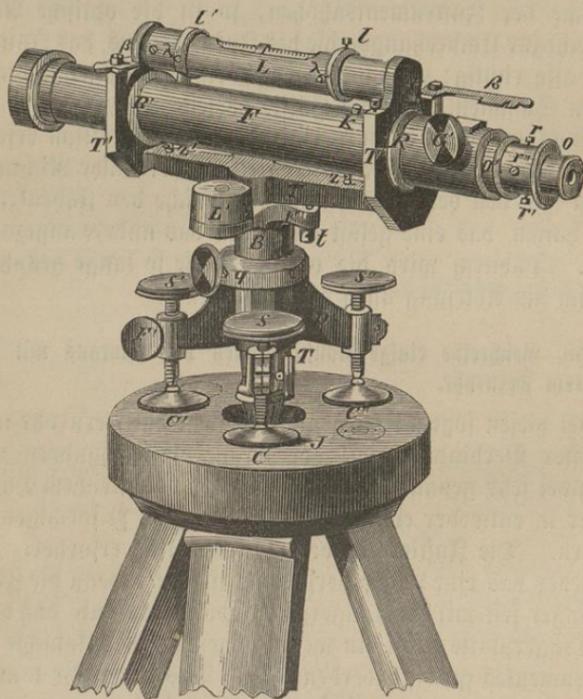


Fig. 31.

wird, oder aber sie ist mit dem Fernrohr oder endlich mit der Trägerplatte verbunden. Ihre Achse muß der geometrischen Achse des Fernrohrs parallel sein und auf der vertikalen Umdrehungsachse des Instrumentes senkrecht stehen. Sind alle diese Bedingungen erfüllt, so ist, sobald man mittels der Dreifußschrauben die Umdrehungsachse des Instrumentes

vertikal gestellt hat, die optische Achse des Fernrohrs horizontal und sie beschreibt bei der Drehung des Instrumentes um seine Achse eine horizontale Ebene.

Fig. 31 zeigt eine ältere Konstruktion eines Umlegeniveaus von Breithaupt in Kassel. Mit dem Zentralzapfen des Instrumentes ist der Flansch F'' fest verbunden; auf ihm sitzt eine Dosenlibelle L' , die zur vorläufigen rohern Vertikalstellung der Achse des Zentralzapfens dient. Auf dem Flansch

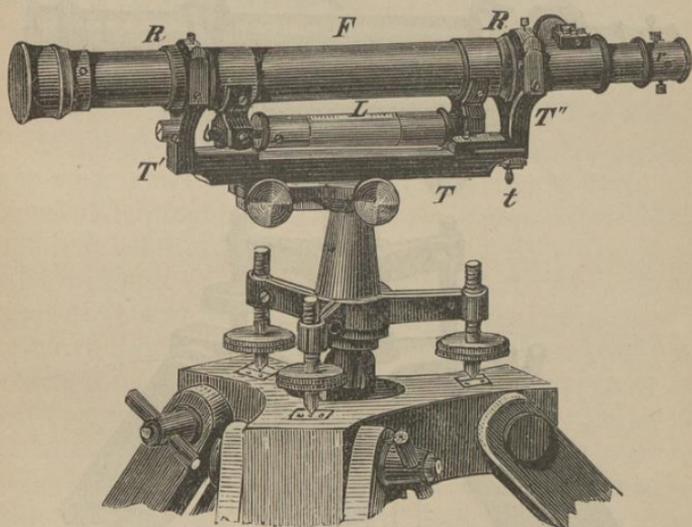


Fig. 32.

F'' ist die Trägerplatte T so befestigt, daß sie noch durch die Zugschraube t etwas verstellt werden kann. Die Trägerplatte endigt an beiden Seiten in Gabeln T' , welche unten cylindrisch ausgearbeitet sind und den Lagerringen RR' des Fernrohrs zum Lager dienen. In diesen gabelförmigen Lagern läßt sich das Fernrohr um seine geometrische Achse drehen; auch läßt es sich in ihnen umlegen. Auf die Lagerringe RR' des Fernrohrs wird die mit cylindrisch ausgedrehten Füßen versehene Röhrenlibelle L aufgesetzt; sie läßt sich auf dem Fern-

rohr umsetzen. Die Bügel β , von denen der eine in der Figur geöffnet dargestellt ist, drücken die Libelle L gegen das Fernrohr und dieses gegen seine Lager an. Die Libelle ist mit vier Justierschraubchen l, l' und λ, λ' versehen, das Fadencross gleichfalls mit vier Justierschraubchen r, r', r'', r''' .

Fig. 32 stellt ein Umlegeniveau der Firma Meißner dar, bei welchem sich die Libelle in fester Verbindung mit dem

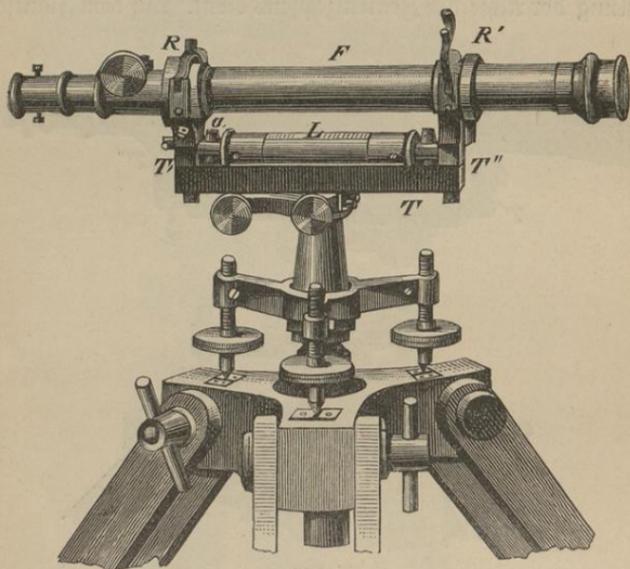


Fig. 33.

Fernrohr befindet. Auf dem Zentralzapfen des Dreifußes sitzt die Trägerplatte, die an einer Seite bei s mit einem Sägenschnitt versehen ist. Mit der Trägerplatte stehen in fester Verbindung die Lager T', T'' für die Lagerringe R des Fernrohrs F , welches unten die Libelle L trägt, die in vertikaler und seitlicher Richtung justierbar ist. Mit Hilfe der Schraube t , welche ihr Muttergewinde in dem untern Teile der Trägerplatte hat und gegen den obern Teil derselben drückt, läßt sich der obere Teil der Trägerplatte etwas verstellen.

Fig. 33 stellt ein Umlegeniveau derselben Firma dar, bei welchem die Libelle mit der Trägerplatte fest verbunden ist. Die der Figur beigefügten Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie bei der vorhergehenden Figur.

101. Worauf hat sich die Prüfung eines Umlegeniveaus zu erstrecken?

Man hat zu prüfen: 1) ob das Fernrohr zentriert ist, d. h. ob die optische Achse desselben mit der geometrischen Achse desselben zusammenfällt, 2) ob die Libellenachse der optischen Achse des Fernrohres parallel ist, 3) ob die Libellenachse senkrecht steht zur vertikalen Achse des Instrumentes.

102. Wie zentriert man das Fernrohr eines Umlegeniveaus?

Man legt das Fernrohr mit seinen Lagerringen in seine Lager und visiert einen recht weit entfernten Punkt an; dreht man dann das Fernrohr in seinen Lagern um seine geometrische Achse und deckt dabei der Fadenkreuzpunkt beständig den zuerst anvisierten Punkt, so ist das Fernrohr zentriert. Beschreibt dagegen der Fadenkreuzpunkt einen Kreis, so ist das Fernrohr nicht zentriert. Um es nun zu zentrieren, stellt man es so, daß ein Faden desselben horizontal ist, und visiert einen beliebigen Punkt an; dreht man nun das Fernrohr um 180° , so wird der jetzt wieder horizontale Faden einen gewissen Abstand von dem zuvor anvisierten Punkte haben. Man verstellt nun mittels der beiden jetzt oben und unten befindlichen Justierschraubchen r des Fadenkreuzes dieses so, daß der erwähnte Abstand durch den horizontalen Faden halbiert wird. Nunmehr macht man dasselbe mit dem andern Faden, wobei man zur Korrektion sich der beiden andern Schraubchen r bedient. Dieses Verfahren wiederholt man so lange, bis bei der Drehung des Fernrohres der Fadenkreuzpunkt beständig denselben Punkt deckt.

103. Wie prüft man, ob die Libellenachse parallel ist zur optischen Achse des Fernrohres und senkrecht steht zur vertikalen Achse des Nivellierinstrumentes?

Die Reihenfolge dieser beiden Prüfungen ist verschieden, je nach der Anordnung der Libellen. Ist die Libelle eine

Auffeslibelle (Fig. 31) oder ist sie mit dem Fernrohr fest verbunden (Fig. 32), so prüft man zuerst die Parallelität der optischen Achse des Fernrohres und der Libellenachse; ist dagegen die Libelle fest mit der Trägerplatte verbunden (Fig. 33), so prüft man zuerst, ob die Libellenachse senkrecht steht zur vertikalen Achse des Instrumentes.

Um für ein mit Reiterlibelle versehenes Niveau festzustellen, ob die Libellenachse der optischen resp. der damit zusammenfallenden geometrischen Achse des Fernrohres parallel ist, stelle man durch Drehung um die vertikale Achse das Fernrohr parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und bringe die Libelle durch diese zum Einspielen; alsdann setze man die Libelle auf dem unverändert gebliebenen Fernrohr um. Zeigt sich beim Umsetzen ein Ausschlag, so ist die Hälfte desselben durch die Justierschraube der Libelle, welche eine Veränderung derselben in vertikaler Richtung bewirkt, zu corrigieren, die andere Hälfte mit Hilfe der Fußschrauben des Dreifußes. Dies ist so lange zu wiederholen, bis sich beim Umsetzen kein Ausschlag mehr zeigt. Dies ist jedoch noch kein Beweis dafür, daß die Libellenachse der geometrischen Achse des Fernrohres parallel ist; beide Achsen können sich noch kreuzen. Um dies zu prüfen, dreht man die Libelle auf den Lagerringen des Fernrohres etwas zur Seite; spielt dabei die Libelle auch immer ein, so ist eine Kreuzung nicht vorhanden, weicht die Blase dagegen nach entgegengesetzten Seiten aus, jenachdem man die Libelle nach der einen oder andern Seite hin dreht, so kreuzt sich ihre Achse mit der Fernrohrachse. Diese Kreuzung ist zu beseitigen durch die Justierschrauben λ und λ' in Fig. 31, welche zur seitlichen Verstellung der Libelle dienen.

Ist die Libelle des Niveaus mit dem Fernrohr fest verbunden, wie bei dem in Fig. 32 dargestellten Instrumente, so stellt man auch, um die Parallelität der optischen Achse des Fernrohres und der Libellenachse zu prüfen, das Fernrohr parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und bringt die Libelle mit Hilfe dieser beiden Schrauben zum

Einspielen. Alsdann legt man das Fernrohr mit der Libelle um. Zeigt sich ein Ausschlag, so corrigiert man die Hälfte desselben an der Justierschraube *a* der Libelle, die andere Hälfte bringt man mit den Fußschrauben fort. Die Untersuchung auf Kreuzung der Libellenachse und Fernrohrachse erfolgt durch Drehen des Fernrohres um seine Achse, wobei das Kriterium dasselbe ist, wie bei der entsprechenden Untersuchung des andern Instrumentes. Eine etwa vorhandene Kreuzung wird mit Hilfe der Schrauben *b*, durch welche die Libellenachse seitlich verschoben wird, beseitigt.

Die Untersuchung, ob die Libelle senkrecht steht zur vertikalen Umdrehungsachse des Instruments, erfolgt bei den in Fig. 31 und 32 dargestellten Instrumenten in gleicher Weise. Man stellt das Fernrohr parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben, bringt die Libelle mit diesen zum Einspielen und dreht dann das Fernrohr um die vertikale Achse um 180° . Zeigt sich hierbei ein Ausschlag, so ist die Hälfte desselben mit Hilfe der die Trägerplatte verstellenden Schraube zu corrigieren, die andere Hälfte mit den Fußschrauben und das Verfahren ist so lange zu wiederholen, bis bei der Drehung um 180° die Libelle keinen Ausschlag mehr zeigt. Dreht man dann das Fernrohr noch um 90° und bringt den dadurch wieder entstehenden Ausschlag mit der dritten Fußschraube fort, so spielt nun die Libelle bei jeder beliebigen Drehung des Fernrohres ein. Man sagt, das Instrument sei allgemein horizontiert.

Wenn, wie bei dem in Fig. 33 dargestellten Niveau, die Libelle mit der Trägerplatte fest verbunden ist, so muß zuerst die Libellenachse senkrecht zur vertikalen Umdrehungsachse des Instrumentes und nachher erst die optische Achse des Fernrohres der Libellenachse parallel gemacht werden.

Um nun zu prüfen, ob die Libellenachse senkrecht steht zur vertikalen Umdrehungsachse, verfährt man genau so, wie bei den eben besprochenen Instrumenten. Man stellt das Fernrohr parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben, bringt mit ihnen die Libelle zum Einspielen und dreht dann

das Fernrohr um 180° um die vertikale Achse. Der Ausschlag der Libelle, der sich dabei ergiebt, wird zur Hälfte durch die Justierschraube a, zur andern Hälfte durch die Fußschrauben beseitigt.

Um weiter zu prüfen, ob die optische Achse des Fernrohres der Libellenachse parallel ist, stelle man mit Hilfe der Libelle den Zentralzapfen des Instrumentes vertikal, richte dann das Fernrohr auf eine Nivellierlatte und mache an dieser eine Ableseung. Hierauf lege man das Fernrohr in seinen Lagern um und richte aufs neue das Fernrohr nach der Latte. Erhält man dieselbe Ableseung wie zuvor, so steht die optische Achse des Fernrohres, welches zentriert vorausgesetzt wird, senkrecht zur Achse des Zentralzapfens.

104. Welche Vorzüge haben die Umlegeniveaus vor den Niveaus mit festem Fernrohr?

Sie lassen sich bequemer justieren als jene; man kann die Justierung ohne jede Hilfe im Zimmer ausführen; durch geeignete Nivellierungsmethoden lassen sich gewisse noch im Instrument enthaltene Fehler eliminieren.

105. Giebt es auch Libellenniveaus, die sich in keine der beiden besprochenen Hauptgruppen einrangieren lassen?

Ja; z. B. ist als solches erwähnenswert das von der Firma Meißner zu Berlin konstruierte kleine Nivellierinstrument mit Elevationschraube.

106. Beschreibe dieses Instrument.

Fig. 34 zeigt dasselbe auf dem zugehörigen Stativ. Das sehr leichte Stativ läßt sich zusammenlegen, so wie es Fig. 35 veranschaulicht. Die Stativfüße sind an ihrem obern Ende aufgeschlitzt und nehmen die drei Flügel des in Fig. 36 dargestellten Stativkopfes in sich auf. Durch Anziehen der Flügelsschrauben f läßt sich die Beweglichkeit der Stativfüße nach Belieben verändern. Die Kopfplatte des Stativs ist ein Dreieck d mit geschweiften Seiten und drei Rinnen zur Aufnahme der Spitzen der Fußschrauben des Dreifußes. Dicht über dieser Platte befindet sich eine andere gegen sie etwas

federnde von ähnlicher Gestalt mit drei Einschnitten *i*. Das Nivellierinstrument kommt mit seinen drei Fußschrauben, welche in geringer Entfernung von der Spitze einen eingedrehten Hals besitzen, in die drei Rinnen der Scheibe *d* zu stehen; wird alsdann die Platte *h* so gedreht, daß sie in

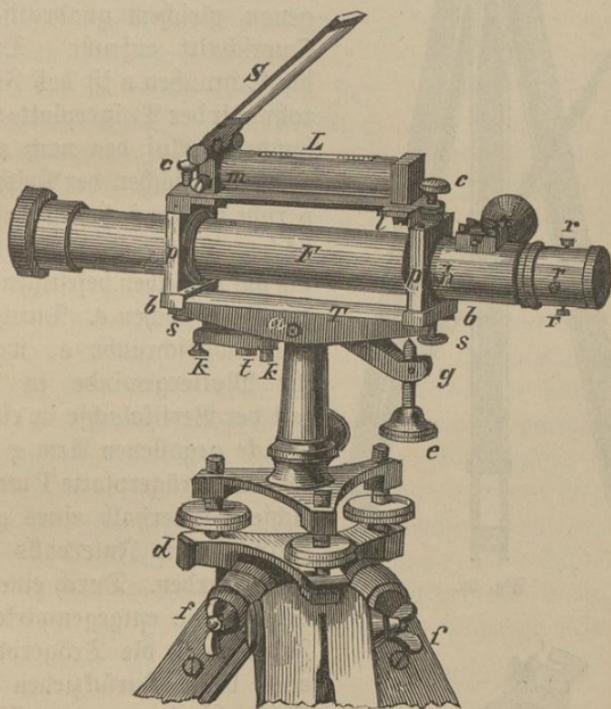


Fig. 34.

ihren Ausschnitten die Fußschrauben in den eingedrehten Halsen faßt, so drückt sie, weil sie etwas federt, diese Schrauben fest gegen die Scheibe *d* und stellt so in sehr einfacher Weise die Verbindung des Instrumentes mit dem Stativ her.

Die Einrichtung des Instrumentes selbst ist folgende: Mit der vertikalen Achse des Dreifußes ist die Trägerplatte

T so verbunden, daß sie sich noch um eine horizontale Achse a drehen kann. Die Trägerplatte ist an ihren Enden mit

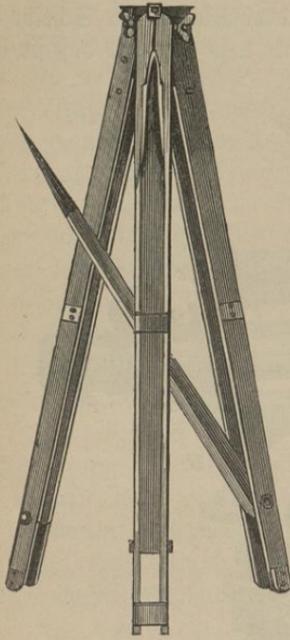


Fig. 35.

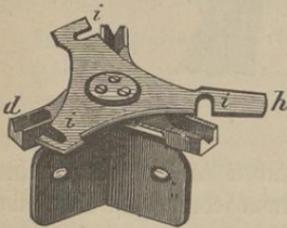


Fig. 36.

zwei genau ebenen Ansätzflächen b versehen, auf welchen das Fernrohr F mit zwei damit verbundenen Prismen p von genau gleichem quadratischen Querschnitt aufruhet. Durch die Schrauben s ist das Fernrohr mit der Trägerplatte verbunden. Auf den nach oben gefehrten Flächen der Prismen p ruht mit zwei ebenen Ansätzflächen die Libelle L und läßt sich auf denselben befestigen mit den Schraubchen c. Durch die Elevationschraube e, welche ihr Muttergewinde in dem mit der Vertikalachse in einem Stücke gegossenen Arm g hat, kann die Trägerplatte T um die Achse a innerhalb eines ganz beträchtlichen Intervalls gedreht werden. Durch eine der Schraube e entgegenwirkende Feder wird die Trägerplatte auch beim Zurückziehen der Schraube e immer gegen sie angegedrückt. Auf der untern Seite der Trägerplatte T befindet sich der Schraube e gegenüber ein schmaler, an beiden Seiten mit Schrauben befestigter Bügel k k, welcher in der Mitte das Muttergewinde für die Schraube t enthält, die an eine Fortsetzung des Armes g anschlägt, sobald die Libelle zur

vertikalen Umdrehungsachse senkrecht steht. Die Libelle ist mit einer Justierschraube *l* zur Verstellung derselben in vertikaler Richtung und mit zwei Schraubchen zu ihrer seitlichen Verstellung versehen.

Durch die Elevationschraube ist man imstande, auch wenn die Umdrehungsachse des Instrumentes nicht genau vertikal ist, ohne merkliche Änderung der Höhe die optische Achse des Fernrohres für jede beliebige Visierichtung horizontal zu machen. Man sagt in diesem Falle, man arbeite mit spezieller Horizontierung. Der Dreifuß ist dann ganz unnötig. Es ist deshalb auch die Einrichtung getroffen, daß man die Stativplatte *d* abschrauben und statt ihrer sofort das Instrument ohne den Dreifuß aufschrauben kann. Ohne den Dreifuß läßt sich die Umdrehungsachse des Instrumentes nicht genau vertikal stellen, weshalb auch niemals die Libelle bei der Drehung einspielen wird; man muß dann eben mit Hilfe der Elevationschraube für jede Visierichtung besonders horizontieren. Soll dann auch die Visierlinie horizontal sein, so muß die optische Achse des Fernrohres parallel sein der Libellenachse. Dies ist die einzige Bedingung, welche das Instrument erfüllen muß, wenn man nur mit spezieller Horizontierung arbeiten will. Will man es auch mit allgemeiner Horizontierung benutzen, so muß noch die Schraube *t* so eingestellt werden, daß, sobald sie gegen die Fortsetzung des Armes *g* stößt, die Libellenachse senkrecht steht zur Umdrehungsachse.

107. Wie prüft und justiert man das kleine Meißnerische Niveau mit Elevationschraube?

Die Bedingung, daß die Libellenachse parallel sein soll der optischen Achse des Fernrohres, sucht man dadurch zu erfüllen, daß man die letztere zum Zusammenfallen bringt mit der Verbindungslinie der Diagonalschnittpunkte der beiden quadratischen Prismen *p* und die Libellenachse dieser dann parallel macht.

Um zunächst die optische Achse des Fernrohres zum Zusammenfallen zu bringen, mit der Verbindungslinie der Diagonalschnittpunkte der beiden Prismen p , nimmt man die Libelle L , die Schraubchen e , die zu deren Befestigung dienen, sowie auch die Schraubchen s , die das Fernrohr mit der Trägerplatte verbinden, heraus, so daß nunmehr das Fernrohr ganz lose auf den beiden Ansatzflächen der Trägerplatte aufruhet. Nun macht man eine Ableseung an einer Nivellierlatte; dreht man das Fernrohr um seine Achse um 180° und erhält man danach dieselbe Ableseung an der Latte, so liegt die optische Achse in der durch die Diagonalschnittpunkte der Prismen p gehenden und ihren Auflagerflächen parallelen Ebene. Erhält man dagegen jetzt eine andere Ableseung, so ist die Hälfte der Abweichung zu corrigieren durch die beiden Justierschrauben des Fadekreuzes, welche sich gerade oben und unten befinden. Hierauf legt man das Fernrohr um 90° um, visirt wieder eine Latte an und dreht das Fernrohr um 180° ; corrigiert man die Hälfte der etwa sich zeigenden Abweichung der beiden Ableseungen mit den beiden nun vertikalen, vorher horizontalen Justierschraubchen r des Fadekreuzes, so liegt die optische Achse auch in der durch die Diagonalschnittpunkte der Prismen p gehenden, zu den vorher vertikalen Prismenflächen parallelen Ebene; sie fällt folglich jetzt zusammen mit der Verbindungslinie der Diagonalschnittpunkte der Prismen p .

Um die Libellenachse jetzt parallel zu machen der Verbindungslinie der Diagonalschnittpunkte der Prismen p , genügt es, sie einer Kante der Prismen parallel zu machen, weil diese wieder mit der erwähnten Verbindungslinie parallel ist. Man verfährt zu dem Zwecke in folgender Weise: Nachdem man das Fernrohr wieder auf die Trägerplatte aufgeschraubt und auf das Fernrohr die Libelle aufgesetzt hat, bringt man vermittelst der Elevationschraube e die Libelle zum Einspielen. Alsdann setzt man sie um 180° um, so daß ihre Auflagerflächen ihren Ort mit einander vertauschen. Zeigt sich dabei ein Ausschlag der Libelle, so ist die Hälfte

desselben zu corrigieren mittels der Schraube *l*, welche das eine Libellenende in vertikaler Richtung zu verstellen gestattet. Dies wiederholt man, bis sich beim Umsetzen kein Ausschlag mehr zeigt. Die Libellenachse ist dann den oberen Prismenflächen, auf welchen sie aufruht, parallel. Sie braucht darum aber noch nicht einer Prismenkante parallel zu sein, sondern sie kann sich mit ihr kreuzen. Um zu untersuchen, ob eine solche Kreuzung stattfindet oder nicht, dreht man das zu dem Zwecke wieder von der Trägerplatte losgeschraubte Fernrohr mit darauf sitzender Libelle um eine seiner Kanten. Weicht die Blase der Libelle nach entgegengesetzten Seiten aus, jenachdem man das Fernrohr nach der einen oder andern Seite hin dreht, so ist thatsächlich noch eine Kreuzung vorhanden; sie muß beseitigt werden durch die Justierschraubchen *m*, welche zur seitlichen Verschiebung der Libelle dienen.

Soll das Niveau mit allgemeiner Horizontierung benutzt werden, d. h. soll man mit Hilfe der Libelle die Umdrehungsachse des Instrumentes vertikal stellen können, so muß das Instrument mit dem Dreifuß versehen sein und die Justierschraube *t* so eingestellt werden, daß die Libellenachse senkrecht steht zur Umdrehungsachse des Instrumentes, sobald die Schraube *t* gegen die Verlängerung des Armes *g* stößt. Zum Zwecke der Justierung der Schraube *t* stellt man das Fernrohr parallel der Verbindungslinie zweier Fußschrauben, und bringt mit ihnen die Libelle zum Einspielen, nachdem man vorher die Elevationschraube *e* soweit zurückgezogen hat, bis die Schraube *t* an der Verlängerung des Armes *g* anliegt. Dreht man jetzt das Fernrohr um 180° um die vertikale Achse des Instrumentes, und zeigt sich dabei ein Ausschlag der Libelle, so ist dieser zur Hälfte zu corrigieren durch die Schraube *t*.

108. Beschreibe das Seksniveau.

Das Seksniveau (Fig. 37 S. 58) wird weniger zur Messung von Höhenunterschieden, sondern vorzugsweise vom Bergmann zur Bestimmung von Gefällen verwandt.

ab ist ein Metalllineal, cd ein metallener Viertelkreis, dessen Ebene auf der Ebene des Lineals senkrecht steht. Um den Mittelpunkt e des Viertelkreises ist ein radialer Arm ef, die sogen. Alhidade, drehbar, welche in jeder beliebigen Stellung durch die Schraube r festgeklemmt werden kann. Die Mikrometerschraube s dient zur genaueren Einstellung. Auf der Alhidade ist eine Röhrenlibelle befestigt, welche durch Korrekturenschrauben in solche Lage gebracht werden kann, daß, wenn ihre Achse zur Ebene des Lineals parallel ist, die

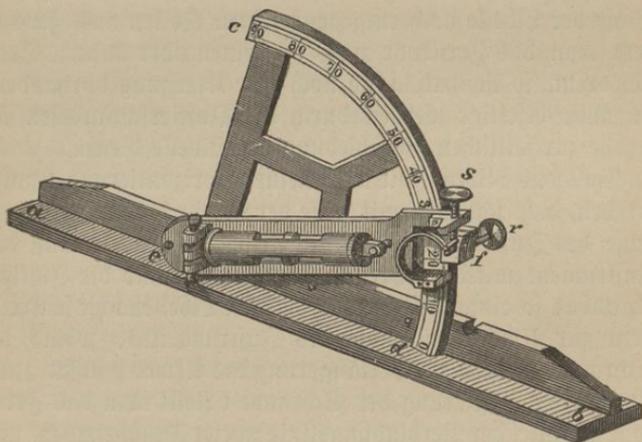


Fig. 37.

Ablefung an der auf dem erwähnten Viertelkreise befindlichen Teilung 0° , resp. 0% ist. Auf dem Viertelkreise befinden sich nämlich zwei Teilungen, eine Gradteilung, an welcher man die Neigung der Linealebene ablesen kann, und eine zweite, welche sogleich Gefällprozente angiebt.

109. Welches ist der Gebrauch des Sehniveaus?

Der Gebrauch ist folgender: Das Instrument wird mit dem Lineal auf eine Sehlatte gestellt, welche letzterer man, um ihre Durchbiegung möglichst zu verhindern, sogen. **T**Querschnitt zu geben pflegt. Die Sehlatte wird auf die Linie

aufgesetzt, deren Neigung gemessen werden soll. Man dreht man die Alhidade so lange, bis die Libelle einspielt, und liest an der an der Alhidade befindlichen Marke die gesuchte Neigung, resp. die Gefällprozente ab.

110. Wie prüft man das Sezniveau?

Um das Sezniveau zu prüfen, stelle man die Alhidade so, daß die Ablesung 0° sich ergibt, und bringe die Libelle durch Neigen der Seplatte zum Einspielen. Dann setze man das Sezniveau um; spielt die Libelle wieder ein, so ist das Instrument richtig; zeigt die Libelle dagegen einen Ausschlag, so muß die Hälfte desselben durch die Justierschrauben der Libelle berichtigt werden.

b) Die Vorrichtungen zum Messen des Abstandes eines Punktes der Erdoberfläche von der Nivellierebene des Nivellierinstrumentes. II

111. Womit mißt man den Abstand eines Punktes der Erdoberfläche von der Nivellierebene eines der unter a) beschriebenen Nivellierinstrumente?

Die Messung erfolgt mit den sogen. Nivellierlatten.

112. Wie teilt man die Nivellierlatten ein? I

In Schiebelatten und Skalenlatten.

113. Wann wendet man Schiebe- und wann Skalenlatten an? III

Ist die Nivellier Vorrichtung ein astronomisches Fernrohr, so wendet man Skalenlatten an, sonst Schiebelatten.

114. Beschreibe die Schiebelatte.

Die Schiebelatte (Fig. 38 S. 60) ist eine kräftige parallel-epipedische Latte L aus trockenem Tannen- oder Fichtenholz, die auf einer ihrer Seitenflächen mit einer Teilung meistens in Centimeter versehen ist, deren Nullpunkt am Fuße der Latte liegt. Dieser Fuß ist in der Regel, um schneller Abnutzung vorzubeugen, durch eine dünne Eisenplatte gebildet. Auf der Latte läßt sich eine Hülse verschieben. Um eine möglichst sichere Führung derselben zu erzielen, ist zwischen der Hülse

und der Latte noch eine Feder *f* eingeschaltet. Die Schraube *B* dient zum Festklemmen der Hülse gegen die Latte. Die Hülse trägt eine rechteckige Scheibe *Z*, die sogen. Zielscheibe,

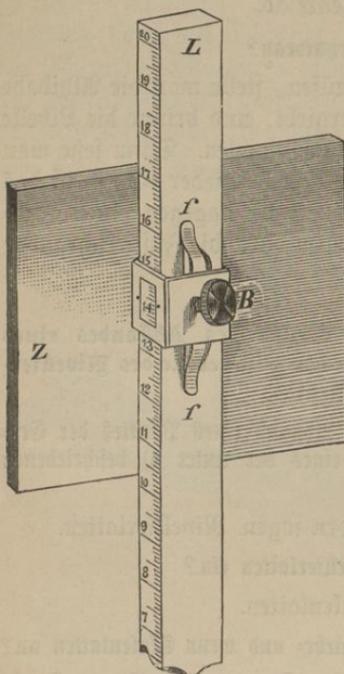


Fig. 38.



Fig. 39.



Fig. 40.

die in der Figur von der Rückseite gesehen wird. Auf der vordern Seite ist sie entweder in vier Felder geteilt, wie Fig. 39 zeigt, oder besser wie Fig. 40. Die Felder sind abwechselnd weiß und rot oder weiß und schwarz gestrichen.

Der Mittelpunkt der Scheibe, in welchem die vier Felder zusammenstoßen, ist der Zielpunkt derselben. Die Hülse besitzt auf der Seite, wo sich auf der Latte die Teilung befindet, einen Ausschnitt, über welchen in der Höhe des Zielpunktes der Scheibe *Z* ein dünner Faden oder ein Haar gespannt ist, an welchem man die Höhe des Zielpunktes über dem Fußpunkt der Latte an der Teilung dieser ablesen kann.

115. Wie ist der Gebrauch der Schielatte?

Man denke sich (Fig. 41) in einem Punkte *A* ein Nivellierinstrument ohne Fernrohr, z. B. eine Quecksilberwaage, aufgestellt. Soll ermittelt werden, wie tief der durch einen Pfahl bezeichnete Punkt *B* unter der Visirebene der

Quecksilberwage liegt, so läßt man durch einen Gehilfen die Schiebelatte L auf den Pfahl B vertikal aufsetzen und, nachdem die Klemmschraube der Hülse gelöst, diese mit der Hand so lange verschieben, bis der Zielpunkt in die Visierebene der Quecksilberwage fällt, d. h. bis der Faden des Objektivdiopters derselben gerade durch den Zielpunkt geht. Dann giebt man dem Gehilfen ein Zeichen zum Anziehen der Klemmschraube der Hülse. Hat man sich dann nochmals von der Richtigkeit der Stellung der Zielscheibe überzeugt, so läßt man entweder

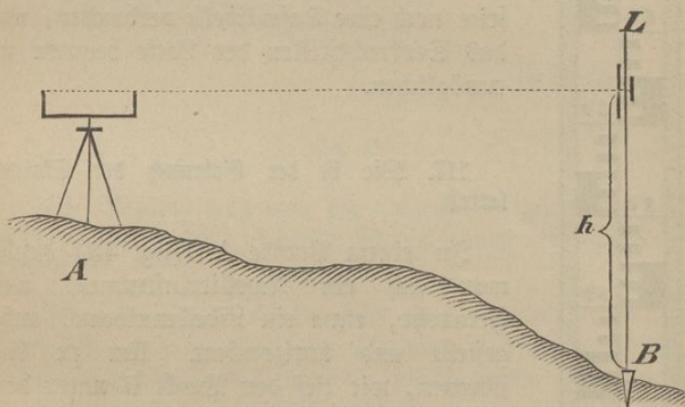


Fig. 41.

den Gehilfen die Höhe der Scheibe und damit den Abstand des Punktes B von der Visierebene der Quecksilberwage an der Latte ablesen oder man liest dieselbe selbst ab, wenn der Gehilfe nicht zuverlässig ist.

116. Beschreibe eine Skalenlatte.

Die Skalenlatten sind wie die Schiebelatten prismatisch und von rechteckigem Querschnitt von etwa 3 m Länge aus recht trockenem Holz und zum Schutz gegen die Witterungseinflüsse mit Ölanstrich versehen. Die Höhe der Visierebene über dem Fußpunkt der Latte soll direkt mit dem Fernrohr abgelesen werden, weshalb die Teilung recht kräftig und

übersichtlich gehalten sein muß. Es empfiehlt sich nicht, die Teilung weiter als höchstens auf halbe Centimeter zu treiben; eine Einteilung in Centimeter genügt in den meisten Fällen. Fig. 42 zeigt eine recht zweckmäßige Einteilung. Da das astronomische Fernrohr ein umgekehrtes Bild giebt, so ist die Bezifferung auf den Kopf gestellt; im Fernrohr erscheint sie dann aufrecht und von oben nach unten gehend, während sie thatsächlich von unten nach oben geht. Bisweilen ist mit der Latte auf der Rückseite noch eine Dosenlibelle verbunden, um das Senkrechtstellen der Latte bequem zu ermöglichen.



Fig. 42.

117. Wie ist der Gebrauch der Skalenlatte?

In einem Punkte A (Fig. 43) denke man sich ein Nivellierinstrument mit Fernrohr, etwa ein Libellenniveau, aufgestellt und horizontiert. Um zu bestimmen, wie tief der Punkt B unter der Visierebene des Instruments liegt, visiere man die durch einen Gehilfen in B vertikal aufgestellte Skalenlatte, deren Teilung dem Nivellierenden zugewandt ist, an und bringe durch Drehung des Fernrohres den Vertikalfaden des Fadekreuzes möglichst in die Mitte der Latte. Alsdann lese man den Teilstrich der Latte ab, welchen der Horizontalfaden des Nivellierfernrohres deckt. Deckt, was gewöhnlich der Fall sein wird, wenn die Latte nur in Centimeter geteilt ist, der Horizontalfaden nicht gerade einen Teilstrich der Latte, sondern liegt er im Intervall zwischen zwei Teilstrichen, so liest man die Centimeter ab

und schätzt noch die Millimeter, was bei einiger Übung mit großer Sicherheit geschieht.

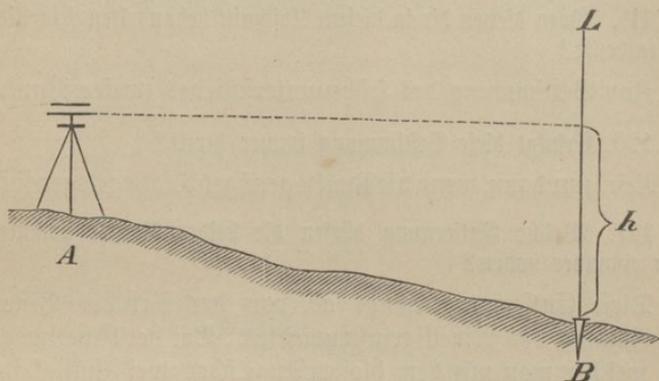


Fig. 43.

118. Wodurch kann man sich einigermaßen gegen den Fehler schützen, welcher durch ungenaue Vertikalstellung der Nivellierlatte entsteht?

Steht die Nivellierlatte nicht genau senkrecht, so wird man eine zu große Ableseung erhalten. Man weist deshalb zweckmäßig den Lattenträger an, die Latte ein wenig in der Richtung nach dem Instrument hin und von demselben fort zu bewegen, dabei aber immer die vertikale Lage zu überschreiten. Es wird sich dann der Horizontalfaden scheinbar auf der Lattenteilung etwas auf und ab bewegen. Die kleinste Ableseung, die man erhält, entspricht der genauen Vertikalstellung der Latte.

Besser ist es noch, an der Nivellierlatte eine Dosenlibelle so anzubringen, daß ihre Achsenebene auf der Ebene der Teilung senkrecht steht; dann hat der Lattenträger die Latte nur so zu halten, daß die Libelle einspielt.

II. Die Nivelliermethoden und Nivellierarbeiten.

119. Wozu dienen die in diesem Abschnitt behandelten Nivellierinstrumente?

Zur Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Punkte.

120. Erfolgt diese Bestimmung immer direkt?

Nein, nur dann, wenn die Punkte genügend nahe gelegen sind.

121. Welche Entfernung dürfen die beiden Punkte höchstens von einander haben?

Diese Entfernung hängt ab von der Art der Visier-
vorrichtung des Nivellierinstrumentes. Bei der Kanalwage,
bei welcher man mit dem bloßen Auge über zwei Flüssigkeits-
oberflächen zu visieren hat, oder auch bei der Quecksilberwage,
wo die Visiervorrichtung durch zwei Diopter gebildet ist,
beträgt die größte Entfernung der beiden Punkte etwa 40 m,
bei den Libellenniveaus dagegen, welche mit Fernrohren
versehen sind, kann sie bis zu 100 m und mehr betragen.

122. Wie bestimmt man den Höhenunterschied entfernter
gelegener Punkte?

Durch Einschalten von Zwischenpunkten, die man so nahe
an einander wählt, daß man ihren Höhenunterschied direkt
bestimmen kann.

123. Welche Methoden des Nivellierens giebt es?

Es giebt zwei Methoden, die des Nivellierens aus der
Mitte und die des Nivellierens aus den Endpunkten.

124. Wie erfolgt das Nivellieren aus der Mitte?

In Fig. 44 seien P_1 und P_2 die beiden Punkte, deren
Höhenunterschied durch Nivellieren zu bestimmen ist. Man
stellt in gleicher Entfernung von beiden Punkten (nicht not-
wendig in der Verbindungslinie $P_1 P_2$) das Nivellier-
instrument auf, läßt nach einander in P_1 und P_2 die
Nivellierlatte aufsetzen und liest an dieser die Höhe der

Visierebene über den Punkten P_1 und P_2 ab. Ist die Höhe der Visierebene über P_1 gleich h_1 , die Höhe der Visierebene über P_2 gleich h_2 , so liegt offenbar, wenn, wie in der

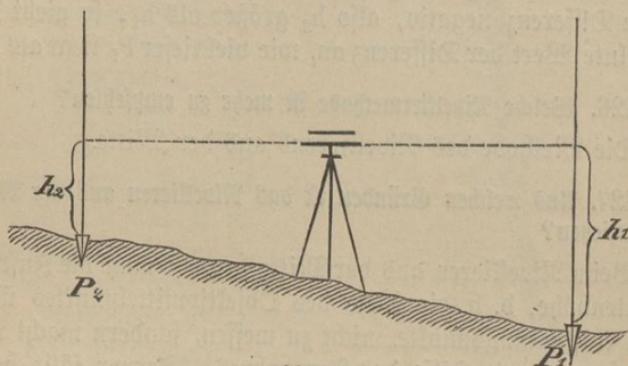


Fig. 44.

Fig. 44, h_2 kleiner als h_1 ist, der Punkt P_2 höher als P_1 und zwar um $h_1 - h_2$.

125. Wie erfolgt das Nivellieren aus dem Endpunkte?

Es seien wieder P_1 und P_2 in Fig. 45 die Punkte, deren Höhenunterschied bestimmt werden soll. Man stellt bei P_1 das Nivellierinstrument auf, mißt die Höhe seiner Visier-

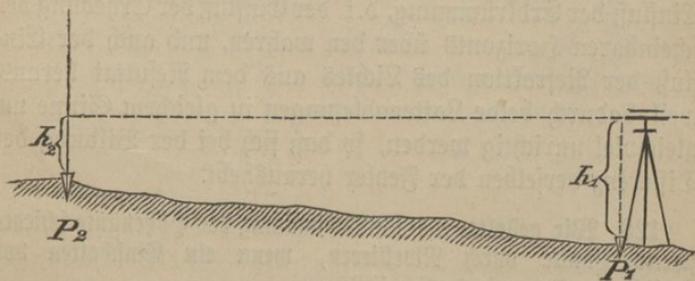


Fig. 45.

ebene über P_1 direkt, indem man die Nivellierlatte in P_1 aufsetzt und abliest, in welcher Höhe sich der Mittelpunkt

des Objektivs befindet. Alsdann läßt man die Nivellierlatte in P_2 aufsetzen und liest mit dem Nivellierinstrument die Höhe der Visierebene desselben über P_2 ab. Wie vorher ist auch hier $h_1 - h_2$ die Höhe des Punktes P_2 über P_1 . Ist diese Differenz negativ, also h_2 größer als h_1 , so giebt der absolute Wert der Differenz an, wie viel tiefer P_2 liegt als P_1 .

126. Welche Nivelliermethode ist mehr zu empfehlen?

Die Methode des Nivellierens aus der Mitte.

127. Aus welchen Gründen ist das Nivellieren aus der Mitte vorzuziehen?

Beim Nivellieren aus der Mitte braucht man die Instrumentenhöhe, d. h. die Höhe des Objektivmittelpunktes über dem Aufstellungspunkte, nicht zu messen, sondern macht nur Ableesungen mit Hilfe des Fernrohres. Ferner fällt beim Nivellieren aus der Mitte bei nicht vollständig genauer Justierung des Nivellierinstrumentes der Fehler desselben nicht so stark ins Gewicht, wie beim Nivellieren aus dem Endpunkte. Ist z. B. die optische Achse des Fernrohres nicht genau parallel der Libellenachse, so sind beide Lattenablesungen um gleichviel zu groß oder zu klein, die Differenz der Ableesungen also dieselbe, wie bei genau justiertem Instrument. Endlich fällt beim Nivellieren aus der Mitte der Einfluß der Erdkrümmung, d. i. der Einfluß der Erhebung des scheinbaren Horizonts über den wahren, und auch der Einfluß der Refraktion des Lichtes aus dem Resultat heraus, weil dadurch beide Lattenablesungen in gleichem Sinne um gleichviel unrichtig werden, so daß sich bei der Bildung der Differenz derselben der Fehler heraushebt.

128. Wie gestaltet sich die Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Punkte durch Nivellieren, wenn ein Einschalten von Zwischenpunkten erforderlich ist?

Fig. 46 veranschaulicht die Bestimmung des Höhenunterschiedes der Punkte A und B mit Einschaltung der Zwischenpunkte I, II, III, IV. Diese Punkte brauchen nicht mit

A und B in einer Linie zu liegen; auch die Entfernungen der Punkte von einander brauchen nicht notwendig gleichgroß zu sein. Die Standpunkte für das Nivellierinstrument sind so gewählt, daß sie von den benachbarten Punkten A und I, I und II zc. gleiche Entfernung haben. Zuerst stellt man das Instrument in 1 auf, die Nivellierlatte in A und I und macht mit dem Nivellierinstrument an der Latte nach einander die Ableesungen h' und h_1 ; alsdann setzt man das Nivellierinstrument in 2 auf, die Nivellierlatte in I und II und macht die Ableesungen h_1' und h_2 zc.; zuletzt steht das Nivellierinstrument in 5, die Latte in IV und B und die Ableesungen sind h_4' und h . Auf diese Weise ist durch Nivellieren aus der Mitte zuerst die Höhe des Punktes I über dem Punkte A,

dann die Höhe des Punktes II über dem Punkte I zc., zuletzt die Höhe des Punktes B über dem Punkte IV bestimmt

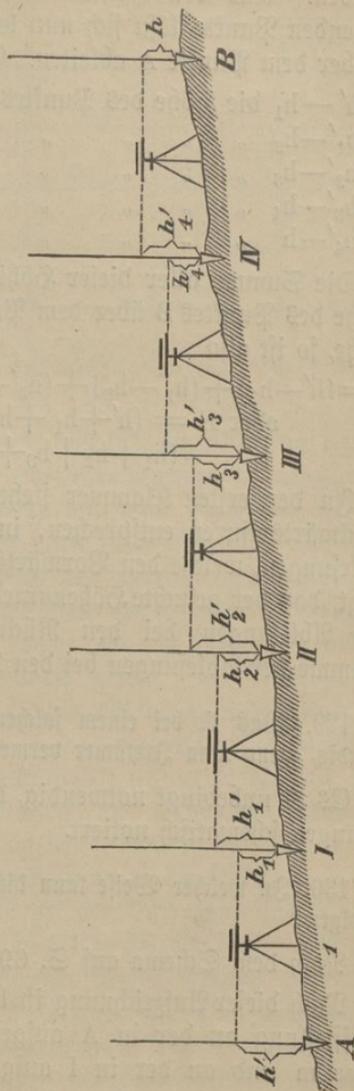


Fig. 46.

worden. Aus den Höhenunterschieden der auf einander folgenden Punkte läßt sich nun leicht die Höhe des Punktes B über dem Punkte A ableiten. Es ist

$h' - h_1$	die Höhe des Punktes	I	über dem Punkte	A			
$h_1' - h_2$	"	"	"	"	II	"	"
$h_2' - h_3$	"	"	"	"	III	"	"
$h_3' - h_4$	"	"	"	"	IV	"	"
$h_4' - h$	"	"	"	"	B	"	"

Die Summe aller dieser Höhenunterschiede ist gleich der Höhe des Punktes B über dem Punkte A. Bezeichnet H diese Höhe, so ist also

$$H = (h' - h_1) + (h_1' - h_2) + (h_2' - h_3) + (h_3' - h_4) + (h_4' - h)$$

$$\text{oder } H = (h' + h_1' + h_2' + h_3' + h_4') - (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h).$$

In der ersten Klammer stehen die Ableesungen, die den Rückwärtsvisuren entsprechen, in der zweiten Klammer die Ableesungen, welche den Vorwärtsvisuren entsprechen. Also folgt, daß der gesuchte Höhenunterschied gleich ist der Summe der Ableesungen bei den Rückwärtsvisuren weniger der Summe der Ableesungen bei den Vorwärtsvisuren.

129. Was ist bei einem solchen Nivellement unbedingt notwendig, wenn man Irrthümer vermeiden will?

Es ist unbedingt notwendig, daß man die gemachten Ableesungen schematisch notiert.

130. In welcher Weise kann dieses Notieren z. B. zweckmäßig erfolgen?

Nach dem Schema auf S. 69.

Nach dieser Aufzeichnung ist bei der ersten Instrumentenaufstellung an der in A aufgestellten Latte die Ableesung 1.253 m und an der in I aufgestellten Latte die Ableesung 1.011 m gemacht worden; die erstere Zahl ist in die mit „rückwärts“ bezeichnete Rubrik geschrieben, da bei der ersten Ableesung das Fernrohr des Nivellierinstrumentes nach dem

Punkt	Ableitungen		Steigen m	Fallen m	Bemerkungen
	vorwärts m	rückwärts m			
A		1.253			
I	1.011		0.242		
I		1.652			
II	1.041		0.611		
II		1.234			
III	1.998			0.764	
III		1.011			
IV	1.876			0.865	
IV		1.541			
B	1.012		0.529		
Summe	6.938	6.691	1.382	1.629	

Ausgangspunkt A zurück gerichtet ist; die Ableitung 1.011 m ist in die mit „vorwärts“ überschriebene Rubrik gesetzt, weil bei dieser Ableitung das Fernrohr nach vorwärts gewandt war. Die Ableitung an der Latte in A ist größer als die an der Latte in I, folglich steigt das Terrain von A zu I, die Differenz beider Ableitungen 0.242 m giebt den Betrag der Steigung von A zu I. Diese Zahl ist deshalb in die mit Steigen überschriebene Rubrik gesetzt. Bei der zweiten Instrumenten-Aufstellung ist die Ableitung an der Latte in I 1.652 m, an der Latte in II 1.041 m; erstere Zahl befindet sich wieder in der mit „rückwärts“, letztere in der mit „vorwärts“ überschriebenen Rubrik; die Differenz beider Ableitungen 0.611 ist der Betrag der Steigung von I zu II. Bei der dritten und vierten Aufstellung ist die Ableitung bei der Rückwärtsvisur kleiner als bei der Vorwärtsvisur, folglich findet von II zu III und von III zu IV ein Fallen statt; die Differenz der beiden Ableitungen bei der dritten Aufstellung 0.764 m ist der Betrag des Fallens von II bis III, welcher in der mit „Fallen“ überschriebenen Rubrik verzeichnet ist. Die Summe aller Ableitungen bei den Vorwärtsvisuren ist 6.938 m, die Summe aller Ableitungen bei den Rückwärtsvisuren ist 6.691 m.

Nach Frage 115 ist daher die Höhe des Punktes B über dem Punkte A

$$H = 6.691 \text{ m} - 6.938 \text{ m} \\ = - 0.247 \text{ m.}$$

Die Höhe H ist negativ; der Punkt B liegt daher um 0.247 m tiefer als A.

Man kann auch den Höhenunterschied der beiden Punkte aus den mit „Steigen“ und „Fallen“ überschriebenen Rubriken ermitteln; die Höhe des Punktes B über A ist offenbar gleich der Summe der einzelnen Beträge des Steigens weniger der Summe der einzelnen Beträge des Fallens, also

$$H = 1.382 \text{ m} - 1.629 \text{ m} \\ = - 0.247 \text{ m.}$$

Ein einfacheres Schema, als das oben angegebene, ist dieses:

Punkt	Ablesungen		Bemerkungen.
	vorwärts	rückwärts	
A		1.253	
I	1.011	1.652	
II	1.041	1.234	
III	1.698	1.011	
IV	1.876	1.541	
B	1.012		
Summe	6.938	6.691	

Die Berechnung der Höhe des Punktes B über dem Punkte A erfolgt so, wie bei Benutzung des vorigen Schemas. An jedem der Zwischenpunkte I—IV ist die Nivellierlatte zweimal aufgesetzt und abgelesen worden; die beiden Ablesungen sind in diesem Schema nebeneinandergesetzt.

131. Bei welchen technischen Anlagen kommt das Nivellieren vorzugsweise zur Anwendung?

Beim Straßen- und Eisenbahnbau, bei Be- und Entwässerungen, beim Anlegen von Gräben und Schleusen, bei Drainanlagen zc.

132. Wie lassen sich die vorkommenden Nivellementsarbeiten einteilen?

In Liniennivellements und Flächennivellements.

133. Was versteht man unter einem Liniennivellement?

Die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage der Punkte einer Linie auf der Erdoberfläche, gleichviel ob einer geraden, gebrochenen oder krummen Linie.

134. Wo kommen solche Liniennivellements z. B. vor?

Beim Eisenbahn- und Wegebau, wo die Achse des Baues nivelliert werden muß.

135. In welcher Weise wird ein solches Nivellement vorbereitet?

Die zu nivellierende Linie wird abgesteckt und verpflocht, d. h. es werden in bestimmten Entfernungen von einander, etwa in Entfernungen von 50 m oder 100 m, kleine Pfähle geschlagen. Die Pfähle werden mit Nummern versehen, z. B. der den Anfangspunkt bezeichnende mit 0.0, der am Ende der ersten 100 m befindliche mit 1.0, der am Ende der ersten 200 m mit 2.0 z., die Pfähle an den Zwischenpunkten bei 50 m, 150 m z. mit 0.5, 1.5 z. Die Strecken von 0.0 bis 1.0, von 1.0 bis 2.0 z. heißen Stationen, die mit 0.5, 1.5 z. bezeichneten Pfähle markieren die halben Stationen. Jede Station umfaßt also 100 m.

136. Wie erfolgt nach diesen Vorbereitungen das Nivellement der ausgesteckten Achse?

Man stellt das Instrument zunächst so auf, daß es gleich weit von 0.0 und 1.0 absteht, und ermittelt, indem man die Nivellierlatte zuerst in 0.0 und dann in allen den Punkten zwischen 0.0 und 1.0, welche für den Verlauf der Kurve von Wichtigkeit sind, sowie in 1.0 selbst aufstellt, die Höhen dieser Punkte. Hat die Linie zwischen 0.0 und 1.0 gleichmäßige Steigung, so ist es nicht notwendig, solche Zwischenpunkte anzunehmen. Ändert sich aber die Steigung irgendwo merklich, so wird man den Punkt, wo dies stattfindet, als Zwischen-

punkt annehmen. Führt z. B. die Linie, welche nivelliert werden soll, über einen Graben, so wird man beispielsweise die Schnittpunkte der Linie mit den Böschungskanten des Grabens als Zwischenpunkte wählen. Die Lage dieser Zwischenpunkte wird durch ihre Entfernung vom vorhergehenden Stationspunkte angegeben. So würde z. B. $0.0 + 25.4$ m einen vom Stationspunkte 0.0 um 25.4 m entfernten Punkt bezeichnen. Ist die Höhe des Punktes 0.0 über Normal Null bekannt, so kann man nun die Höhen aller Zwischenpunkte und des Punktes 1.0 bestimmen. Nun stellt man das Nivellierinstrument in gleicher Entfernung von 1.0 und 2.0 auf und verfährt in gleicher Weise wie vorher zc.

137. Wie berechnet man die Höhen der Stations- und Zwischenpunkte aus der bekannten Höhe des Punktes 0.0 und den Lattenablesungen?

Es sei Fig. 47 h_0 die Höhe des Punktes 0.0 , l_0 die Lattenablesung, wenn die Latte in 0.0 aufgesetzt ist; der Punkt 0.0 liegt dann um l_0 unter der Visierebene des Nivellierinstrumentes.

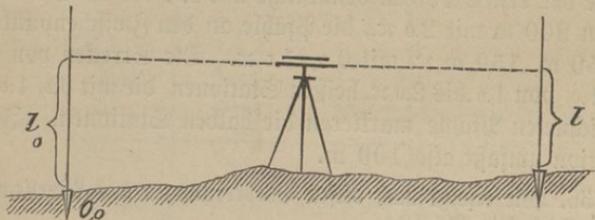


Fig. 47.

Man findet daher die Höhe der Visierebene, indem man zur Stationshöhe h_0 noch l_0 hinzufügt. Kennt man also v die Höhe der Visierebene des Nivellierinstrumentes, so ist

$$v = h_0 + l_0.$$

Ist nun l die Lattenablesung in irgend einem andern Punkte, so liegt dieser Punkt um l unter der Visierebene; er hat also die Höhe

$$v - l.$$

Auf diese Weise kann man sehr einfach die Höhen aller beliebigen Punkte bestimmen, indem man aus der bekannten Höhe eines Punktes die Höhe der Visierebene und dann aus dieser und den Lattenablesungen an den anderen Punkten deren Höhen ermittelt.

138. Nach welchem Schema findet zweckmäßig das Notieren der Lattenablesungen und das Berechnen der Höhen statt?

— Nach dem folgenden:

Punkt	Ablesung	Höhe der		Bemerkungen
		Visierebene	Station	
0.0	2.351	63.886	61.535	Grabensohle
0.0 + 28.5 m	2.500		61.386	
0.5	1.730	62.156		
0.0 + 66.1 m	2.916	60.970		
1.0	1.211	62.675		
1.0	2.312	64.987	62.976	Grenzstein
1.0 + 29.9	2.011		63.236	
1.5	1.751		63.577	
2.0	1.410			
2.0	2.411	65.988		

u. s. w.

Die bekannte Höhe des Punktes 0.0 ist, wie aus der vierten Rubrik ersichtlich, 61.535 m. Die Lattenablesung am Punkte 0.0 ist 2.351 m, folglich die Höhe der Visierebene

$$(61.535 + 2.351) \text{ m} = 63.886 \text{ m.}$$

Diese so berechnete Höhe ist in die dritte Rubrik gesetzt und wird nun benutzt zur Berechnung der Höhen von 1.0 und der auf der ersten Station gelegenen Zwischenpunkte. Bei 0.0 + 28.5 m, d. i. in der Entfernung 28.5 m von 0.0 an ist ein Zwischenpunkt angenommen. Bis zu diesem Punkte fällt das Terrain, hinter demselben steigt es an. In diesem Punkte bricht sich also das Gefälle. Die Lattenablesung dajelbst ist 2.500; die Höhe dieses Zwischenpunktes findet man,

indem man die Lattenablesung 2.500 m von der Höhe der Visierebene, d. i. von 63.886 m subtrahiert; sie ist also

$$(63.886 - 2.500) \text{ m} = 61.386 \text{ m.}$$

Der Nivellementszug überschreitet bei 0.0 + 66.1 m einen Graben; daselbst ist an der auf die Grabensohle aufgesetzten Latte die Ablebung 2.916 gemacht worden; die Höhe der Grabensohle ist folglich

$$(63.886 - 2.916) \text{ m} = 60.970 \text{ m.}$$

Hierauf ist die Latte in 1.0 aufgesetzt worden; aus der Ablebung 1.211 folgt die Höhe des Punktes 1.0 gleich

$$(63.886 - 1.211) \text{ m} = 62.675 \text{ m.}$$

Für die zweite Instrumenten-Aufstellung, zwischen 1.0 und 2.0, bildet jetzt 1.0 den Punkt von bekannter Höhe. Die Latte, welche für die letzte Ablebung in der ersten Instrumenten-Aufstellung in 1.0 aufgesetzt war, wird nun so gedreht, daß man vom zweiten Aufstellungspunkte eine Ablebung machen kann. Diese ist 2.312 m. Addiert man diese Ablebung zur Höhe des Punktes 1.0, also zu 62.675 m, so erhält man die Höhe der Visierebene; diese ist also

$$(62.675 + 2.312) \text{ m} = 64.987 \text{ m}$$

und findet sich in der dritten Rubrik verzeichnet. Aus dieser Höhe und den Lattenablesungen an den Zwischenpunkten der zweiten Station und an 2.0 findet man in gleicher Weise wie vorher für die erste Station die Höhen dieser Punkte 2c.

139. Genügt es, eine Linie einmal zu nivellieren?

Nein, denn man hätte dann keine Garantie dafür, daß beim Nivellieren keine groben Fehler vorgekommen sind; man führt deshalb jedes Nivellement wenigstens zweimal aus und sieht zu, ob die sich ergebenden Abweichungen innerhalb gewisser Grenzen liegen, die durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler bedingt sind. Ist die zu nivellierende Linie eine in sich geschlossene, so ist ein zweimaliges Nivellement nicht notwendig, weil sich hier eine Kontrolle schon dadurch bietet daß der Anfangs- und Endpunkt des Nivellementszuges gleiche Höhe haben müssen.

140. Wonach richtet sich die Größe der zulässigen Abweichung eines Nivellements?

Nach der Länge desselben. Die preußische Vermessungs-Anweisung schreibt folgende Fehlergrenzen vor:

Bei einer Länge			bis	20 m	—	4 mm
"	"	von	20	"	45	" — 6 "
"	"	"	45	"	100	" — 9 "
"	"	"	100	"	250	" — 14 "
"	"	"	250	"	500	" — 20 "
"	"	"	500	"	1000	" — 28 "
"	"	"	1000	"	2000	" — 40 "
"	"	"	2000	"	3000	" — 49 "
"	"	"	3000	"	4000	" — 56 "
"	"	"	4000	"	5000	" — 63 "
"	"	"	5000	"	6000	" — 69 "
"	"	"	6000	"	7500	" — 77 "

141. Begnügt man sich bei einem solchen Nivellement mit der Berechnung der Höhen der einzelnen Punkte?

Nein, man trägt vielmehr das Nivellement graphisch auf.

142. Nach welchem Prinzip erfolgt das Auftragen?

Man zeichnet eine Horizontale und trägt auf dieser die Entfernungen der nivellierten Punkte in dem Maßstabe auf, in welchem der zugehörige Situationsplan gezeichnet ist; die Höhen trägt man senkrecht dazu in größerem, etwa zehnfachem Maßstabe auf. Dabei ist es zulässig, die sämtlichen Höhen um eine runde Anzahl von Metern zu verkürzen.

143. Wie nennt man ein solches, längs der Achse einer Bahn oder einer Straße ausgeführtes Nivellement noch?

Ein Längenprofil.

144. Was versteht man unter einem Querprofil?

Ein Querprofil ist ein meist kürzeres, im Grundriß zum Längenprofil senkrecht gelegtes Profil.

145. Bedient man sich zur Ermittlung der Quersprofile derselben Instrumente, wie bei der Ermittlung der Längenprofile?

Man kann sich derselben Instrumente bedienen; in den meisten Fällen genügen aber auch schon einfachere Instrumente, z. B. das Sezniveau, welches sogar häufig, z. B. bei stark abfallendem Terrain, ein viel rascheres Arbeiten gestattet.

146. Notiert man die Messungsergebnisse in gleicher Weise in Tabellen, wie bei der Aufnahme von Längenprofilen?

Nein, nur wenn die Profile sehr einfache sind; sonst thut man besser, einen Handriß des Quersprofils auszuführen und in diesem die notwendigen Eintragungen zu machen.

147. Wie werden die Quersprofile aufgetragen?

Ähnlich wie die Längenprofile, nur mit dem Unterschiede, daß man bei ihnen die Höhen nicht in größerem Maßstabe darstellt als die Längen. Für Höhen und Längen benutzt man vielmehr denselben Maßstab und zwar den Maßstab der Höhen des Längenprofils.

148. Schreibt man in dem Quersprofil die absoluten Höhen der einzelnen Punkte desselben ein?

Nein, man zeichnet vielmehr den Horizont des Punktes des Längenprofils ein, in welchem das Quersprofil genommen ist. Indem man mit dem Zirkel den Abstand eines beliebigen Punktes des Quersprofils von dieser, ihrer absoluten Höhe nach bekannten Horizontalen mißt, kann man nun auch leicht die absolute Höhe dieses Punktes berechnen.

149. Worauf muß man beim Auftragen der Quersprofile noch achten?

Man muß darauf achten, daß alle Quersprofile in derselben Richtung aufgetragen werden. Man zeichnet sie so, wie sie einem in der Richtung der Bezifferung der Pfähle des Längenprofils fortschreitenden Beobachter erscheinen.

150. Was versteht man unter einem Flächennivellement?

Unter dem Nivellieren einer Fläche versteht man die Ermittlung der Höhen aller für die Gestalt der Fläche wichtigen Punkte derselben.

151. Bieten die berechneten Werte der Höhen der Hauptpunkte der Fläche ein deutliches Bild derselben?

Nein, es ist nach den Zahlen allein nicht wohl möglich, sich eine Vorstellung von der Gestalt der Fläche zu machen.

152. Wodurch erreicht man in bequemer Weise eine solche Vorstellung?

Dadurch, daß man in den Plan derselben sogen. Horizontal- oder Niveaufurven einzeichnet.

153. Was versteht man unter Horizontalkurven?

Man denke sich die aufzunehmende Fläche durch eine Anzahl horizontaler Ebenen geschnitten, die gleichen Abstand von einander haben. Die Schnittkurven dieser, mit der Fläche im Horizontalplane dargestellt, sind die Horizontalkurven der Fläche.

154. Welche Eigenschaft haben die Horizontalkurven?

Jede derselben enthält nur Punkte gleicher absoluter Höhe. Das Gefälle an einer beliebigen Stelle der Fläche ist um so größer, je geringer an derselben die Entfernung der benachbarten Horizontalkurven ist, so daß der Abstand der Horizontalkurven von einander gestattet, einen Schluß auf die Steigungsverhältnisse zu ziehen.

155. Wie bestimmt man die Horizontalkurven eines Terrains?

Man ermittelt die Höhen von so vielen Punkten des Terrains, daß man die gerade Verbindungslinie zweier benachbarter Punkte als in das Terrain fallend annehmen kann. Punkte der Horizontalkurven lassen sich dann einfach in folgender Weise bestimmen: Gesezt, die Niveaufurven

sollten in Abständen von 10 zu 10 m angenommen werden und zwei der einnivellierten Punkte, die einander benachbart sind, hätten die Höhen 38.4 und 44.2 m, und ihr Horizontalabstand wäre 21.2 m, dann muß auf der Verbindungslinie ein

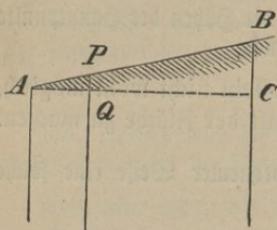


Fig. 48.

Punkt liegen, dessen Höhe 40.0 m beträgt und der folglich der Horizontalkurve angehört, deren sämtliche Punkte diese Höhe haben. Nimmt man an, daß das Terrain von dem einen zum andern geradlinig steigt, so sieht ein längs der Verbindungslinie der beiden Punkte genommenes Profil so aus, wie

es Fig. 48 zeigt. Da die Höhe des Punktes A gleich 38.4 m, die des Punktes B gleich 44.2 m beträgt, so ist die Höhe BC des Punktes B über A gleich $44.2 \text{ m} - 38.4 \text{ m} = 5.8 \text{ m}$. Ist ferner P der Punkt mit der Höhe 40.0 m, so ist $PQ = 40.0 \text{ m} - 38.4 \text{ m} = 1.6 \text{ m}$. Nun verhält sich

$$AQ : AC = PQ : BC$$

folglich

$$AQ = AC \frac{PQ}{BC}$$

oder

$$AQ = 21.2 \frac{1.6}{5.8} \text{ m} \\ = 5.8 \text{ m}.$$

Die Horizontalprojektion des gesuchten Punktes P hat also den Abstand 5.8 m von dem Punkte A und läßt sich daher im Plane des Terrains zwischen den Punkten A und B einzeichnen. Hat man also das Terrain mit einem genügend dichten Netz von einnivellierten Punkten überzogen, so lassen sich Punkte der Horizontalkurven durch Interpolation leicht finden.

156. Wie verschafft man sich das Netz der einnivellierten Punkte?

Das kann verschieden geschehen; z. B. bei einem Hügel (Fig. 49), indem man von der Spitze desselben nach ver-

157. Lassen sich rückwärts aus dem mit Horizontalkurven versehenen Plane eines Terrains auch Profile desselben ableiten?

Ja; denn wenn man ein solches Profil in den Horizontalplan einzeichnet, woselbst es als gerade oder krumme Linie erscheint, so liefern die Schnitte desselben mit den Horizontalkurven die Horizontalprojektionen der Punkte, deren Höhen z. B. 30 m, 40 m, 50 m u. betragen. Die horizontalen Entfernungen dieser Punkte von einander entnimmt man dem Horizontalplan, die Höhen ergeben die den Horizontalkurven beigezeichneten Zahlen. Man hat also alles, was man zur Verzeichnung des Profils braucht.

Zweiter Abschnitt.

Das trigonometrische Höhenmessen.

158. Welcher Art sind die Instrumente, deren man sich zum trigonometrischen Höhenmessen bedient?

Die Instrumente sind solche 1) zum Längenmessen und 2) zum Winkelmessen.

159. Welche Längeninstrumente benutzt man zweckmäßig?

Die Meßkette oder das Meßband (vergl. darüber den „Katechismus der Feldmeßkunst“).

160. Welches Winkelmessinstrument benutzt man zum trigonometrischen Höhenmessen?

Den Theodolit; derselbe muß zur Messung von Horizontal- und Vertikalwinkeln eingerichtet sein.

161. Beschreibe einen solchen Theodolit.

In Fig. 51 S. 82 ist eine Theodolitkonstruktion schematisch zur Darstellung gelangt. In der Hülse B eines Dreifußes sitzt drehbar ein Zapfen Z. Mit der Hülse ist fest verbunden der Horizontalkreis H_z des Instrumentes, der sogen. Limbus. Derselbe trägt in der Regel auf einem eingelegten Silberstreifen eine Teilung in Grade, halbe oder Drittelgrade. Mit dem Zapfen Z befindet sich in fester Verbindung die sogen. Alhidade, in der Regel ein mit dem Horizontalkreis konzentrischer mit Speichen versehener Kreis,

der an den Endpunkten eines Durchmessers zwei Marken mit daranstoßenden Nonien trägt. Der Alhidadenkreis trägt zwei Böcke J, welche die Lager für die horizontale Achse K_a des Fernrohrs F tragen. Auf der Achse K_a des Fernrohrs sitzt fest mit derselben verbunden der Höhenkreis oder Vertikal-
kreis H des Theodolits. An einem der beiden Böcke ist ein

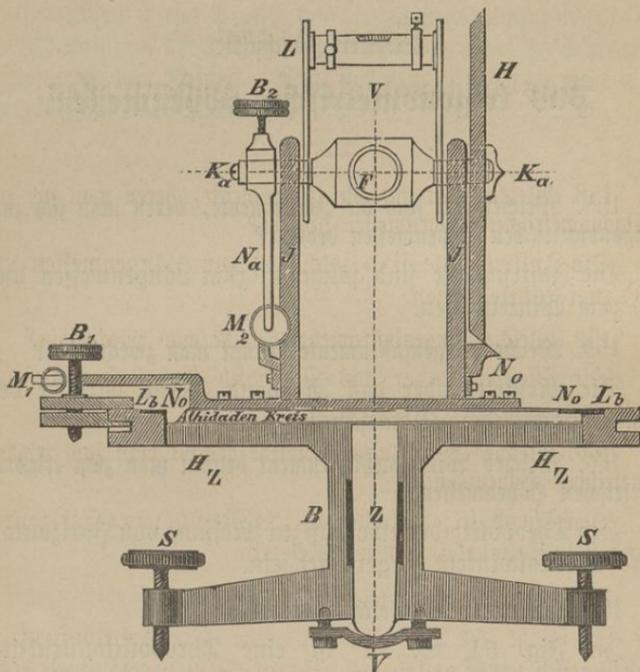


Fig. 51.

Nonius N_o von der Gestalt eines Ringsegmentes angebracht, konzentrisch mit dem Vertikalreise und diesen berührend. Jeder Theodolit ist noch mit wenigstens einer Libelle versehen. In der Regel sitzt eine Dosenlibelle auf dem Alhidadenkreise, so zwar, daß ihre Achsenebene senkrecht steht auf der Achse des Zapfens Z; sehr häufig findet sich außer dieser

Dosenlibelle noch eine Nöhrenlibelle (L) auf der horizontalen Achse des Fernrohrs als sogen. Reiterlibelle oder auch an

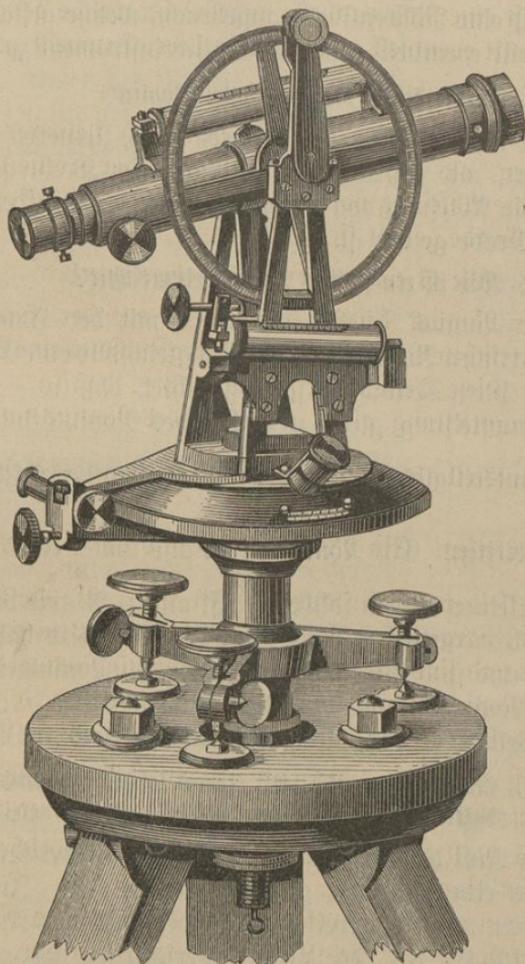


Fig. 52.

einem der beiden Böcke parallel zu der Ebene, welche das Fernrohr beim Tippen beschreibt. Fig. 52 zeigt einen

Theodolit der Firma Ertel in München, bei welchem sich außer der Dosenlibelle auf der Alhidade noch eine Röhrenlibelle am Bockgestell befindet. Auch auf dem Fernrohr selbst ist eine Röhrenlibelle angebracht, welche gestattet, den Theodolit eventuell auch als Nivellierinstrument zu benutzen.

162. Wozu dienen die erwähnten Nonien?

Sie dienen dazu, das Ablesen noch kleinerer Teile zu gestatten, als sich auf den Teilungen der Kreise vorfinden; z. B. die Ablesung von Minuten, wenn der Teilkreis nur in halbe Grade geteilt ist.

163. Wie ist ein solcher Nonius eingerichtet?

Der Nonius besteht aus einem mit der Hauptteilung konzentrischen Bogenstücke, welches gleichfalls eine Einteilung trägt. Diese Teilung ist so eingerichtet, daß $(n - 1)$ Teile der Hauptteilung gleich n Teilen des Nonius sind, so daß 1 Noniusteil gleich ist $\frac{n-1}{n}$ Limbusteilen oder gleich $(1 - \frac{1}{n})$

Nonius Limbusteilen. Ein Noniusteil ist also um $\frac{1}{n}$ eines Limbusteiles kleiner als ein solcher. Ist also z. B. wie bei dem in Fig. 53 dargestellten Nonius der Limbus LJ in halbe Grade geteilt und sind 29 Limbusteile gleich 30 Noniusteilen, so ist jeder Noniusteil um $\frac{1}{30}$ eines Limbusteiles, d. i. um $\frac{1}{30}$ eines halben Grades, also 1 Minute kleiner als ein Limbusteil.

164. Wie lassen sich mit einem solchen Nonius Minuten ablesen, obgleich der Limbus nur in halbe Grade geteilt ist?

Die Null des Nonius ist die Marke, an welcher auf dem Limbus eine Ablesung gemacht werden soll. In Fig. 53 sieht man nun ohne weiteres, daß die Null des Nonius den Teilstrich $42^{\circ} 30'$ des Limbus überschritten hat; es handelt sich nur noch darum, festzustellen, wie viel Minuten der Abstand der Null des Nonius von dem Teilstrich $42^{\circ} 30'$ des Limbus beträgt. Um dieses festzustellen sehe man zu, welcher Teilstrich des Nonius mit einem Teilstrich des Limbus koinzidiert.

Man bemerkt, daß der 13. Teilstrich des Nonius die Fortsetzung eines Limbusteilstriches, nämlich des mit a bezeichneten Teilstriches ist. Zwischen b und a des Limbus liegen 13 Teile; jeder Limbusteil ist um eine Minute größer als ein Noniusteil, das Intervall von b des Limbus bis zu a desselben ist folglich um 13 Minuten größer, als das Noniusintervall vom Teilstrich 0 bis zum Teilstrich 13; die Strecke von b des Limbus bis 0 des Nonius ist folglich gleich 13 Minuten. Diese 13 Minuten sind zu den am Limbus bereits abgelesenen $42^\circ 30'$ hinzuzuaddieren, um die vollständige Ableseung zu erhalten. Diese ist demnach $42^\circ 43' 0''$.

165. Welche Regel ergibt sich aus der vorstehenden Betrachtung für die Ableseung mit Hilfe des beschriebenen Nonius?

Man lese zunächst den Teilstrich des Limbus ab, welchen die Null des Nonius überschritten hat (im vorigen Beispiel $42^\circ 30'$); alsdann sehe man zu, welcher Teilstrich des Nonius mit einem Teilstrich des Limbus koinzidiert. Ist dies der n^{te} , so sind noch n Minuten zur ersten Ableseung hinzuzufügen, um die genaue Ableseung zu erhalten.

166. Warum sind meist zwei solcher Nonien bei einem Teilkreis vorhanden?

Weil man durch Ableseung an beiden Nonien einen Instrumentenfehler, den sogen. Exzentrizitätsfehler, hinaus schaffen kann.

167. Auf welche Weise geschieht das?

Die beiden Nonienableseungen werden wegen des Exzentrizitätsfehlers bisweilen um 180° und einige Minuten

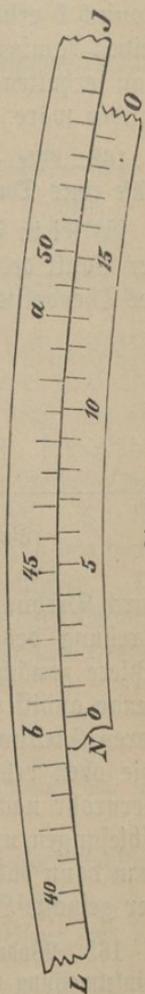


Fig. 53.

unterschieden sein, während sie bei fehlerfreiem Instrumente genau um 180° verschieden sein müssen. Man bildet dann aus den beiden Ableesungen eine, unter Beibehaltung der am Nonius I erhaltenen Gradzahl und dem Mittel der an den beiden Nonien abgelesenen Minuten. Diese Ableesung würde man erhalten haben, wenn kein Exzentrizitätsfehler vorhanden wäre.

168. Wie erfolgt das Messen eines Horizontalwinkels mit Hilfe eines Theodolits?

Es sei in Fig. 54 O der Standort des Theodolits, d. h. der Punkt des Terrains, welcher durch Herabloten der Achse des Theodolits erhalten wird. L und R seien die Horizontalprojektionen der beiden Punkte, zwischen welchen der Horizontalwinkel von O aus, also der Winkel LOR, gemessen werden soll. Man richtet, nachdem man mit Hilfe der Dreifußschrauben die Achse des Theodolits vertikal gestellt hat,

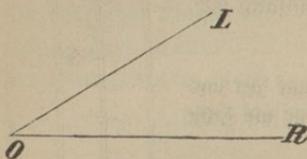


Fig. 54.

durch Drehung desselben um seine vertikale Achse und durch Drehung des Fernrohres um seine horizontale Achse das letztere zunächst auf den Punkt L, liest, nachdem man ihn genau anvisiert hat, an beiden Nonien des Horizontalkreises deren Stellung ab und bildet aus diesen beiden Ableesungen, wie oben erläutert, das Mittel. Darauf richtet man das Fernrohr nach dem Punkte R, macht wiederum die beiden Ableesungen, und berechnet das Mittel aus ihnen. Subtrahiert man dann das erstere Mittel vom letztern, so ist die Differenz der gesuchte Horizontalwinkel LOR.

169. Wodurch kann man die Genauigkeit der Horizontalwinkelmessung noch erhöhen?

Dadurch, daß man, nachdem man die Messung in beschriebener Weise ausgeführt, das Fernrohr durchschlägt, d. h. um seine Achse um 180° dreht, und in dieser zweiten

Lage des Fernrohres den Winkel LOR nochmals mißt. Erhält man dabei einen von dem ersten etwas abweichenden Wert für den Winkel LOR, so nimmt man das Mittel aus beiden Werten als definitiven Wert für den Winkel an.

170. Nach welchem Schema notiert man die Messungsergebnisse zweckmäßig?

Nach dem folgenden:

Standort	Beob. Objekt	Erste Lage des Fernrohres			Zweite Lage des Fernrohres			Beob. Winkel.	Mittel.
		Non. I	Non. II	Mittel	Non. I	Non. II	Mittel		
O	L	112° 13' 0"	14' 0"	112° 13' 30"	292° 12' 0"	12' 0"	292° 12' 0"	47° 12' 30"	} 47° 13' 0"
	R	159° 26' 0"	26' 0"	159° 26' 0"	339° 25' 0"	26' 0"	339° 25' 30"	47° 13' 30"	

Die unmittelbaren Beobachtungsergebnisse sind enthalten in den mit Non. I und Non. II überschriebenen Rubriken. In der Rubrik „Non. II“ sind die Grade nicht mit eingetragen; sie weichen um 180° von den in der Rubrik „Non. I“ stehenden ab. Die Mittel sind unter Beibehaltung der Gradzahl aus der Rubrik Non. I gebildet. Die Ablesungen in der zweiten Lage des Fernrohres sind von denen in der ersten Lage sehr nahezu um 180° verschieden. Die beiden Werte für den Winkel LOR in der vorletzten Rubrik sind durch Subtraktion der Mittel bei der ersten und zweiten Fernrohrlage erhalten, nämlich

$$159^{\circ} 26' 0'' - 112^{\circ} 13' 30'' = 47^{\circ} 12' 30''$$

$$\text{und } 339^{\circ} 25' 30'' - 292^{\circ} 12' 0'' = 47^{\circ} 13' 30''$$

Das Mittel aus diesen beiden Werten, nämlich 47° 13' 0", findet sich in der letzten Rubrik.

171. Was versteht man unter dem Höhenwinkel eines Punktes?

Unter dem Höhenwinkel eines Punktes versteht man den Winkel, welchen der Visierstrahl nach demselben mit der Horizontalen einschließt.

172. Wie erfolgt die Messung eines Höhenwinkels?

Der auf der Fernrohrachse befestigte Höhenkreis ist so eingerichtet, daß bei horizontaler Stellung des Fernrohres

die Ablefung 0° sich ergibt. Wird nun das Fernrohr auf irgend einen Punkt gerichtet, so liest man ohne weiteres auf dem Höhenkreise ab, um wieviel das Fernrohr aus der horizontalen Lage herausgedreht ist, wie groß also der Höhenwinkel des betreffenden Punktes ist; denn der Höhenkreis ist mit dem Fernrohr fest verbunden.

173. Wodurch wird die trigonometrische Höhenmessung erschwert, wenn der Punkt, dessen Höhe ermittelt werden soll, weit entfernt ist?

Durch den Einfluß der Erdkrümmung und der Refraktion des Lichtes; einfach gestaltet sie sich, so lange man wegen zu geringer Entfernung keine Rücksicht auf diese zu nehmen braucht.

174. Wie gestaltet sich in diesem Falle im allgemeinen die Messung?

Man nimmt eine Standlinie an, visiert von jedem Endpunkte derselben den betreffenden Punkt und den andern Endpunkt der Standlinie an und mißt dabei die von den Visierlinien gebildeten Horizontal- und Vertikalwinkel.

175. Beschreibe die Messung und Berechnung der Höhe genauer für den Fall, daß die Standlinie horizontal und die gesuchte Höhe mit der Standlinie in einer Vertikalebene liegt.

Es sei in Fig. 55 P der Punkt, dessen Höhe zu ermitteln, AB die Standlinie, die horizontal und mit PQ in derselben

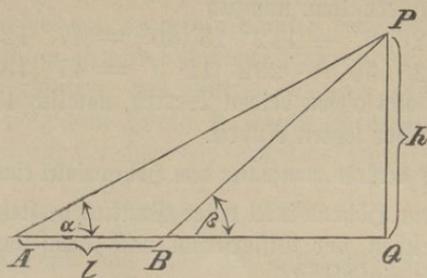


Fig. 55.

Vertikalebene vorausgesetzt ist; PQ ist die gesuchte Höhe des Punktes P über der Standlinie. Man hat hier nur nötig,

von den beiden Standorten A und B aus die Höhenwinkel α und β des Punktes P zu messen, denn die in der vorigen Antwort erwähnten Horizontalwinkel sind null. Ist l die Länge der mit dem Meßband gemessenen Standlinie AB, so ist

$$\begin{aligned} l &= AQ - BQ \\ &= h \cotg \alpha - h \cotg \beta \\ &= h (\cotg \alpha - \cotg \beta) \end{aligned}$$

folglich
$$h = \frac{l}{\cotg \alpha - \cotg \beta}.$$

Hat man also die Standlinie l und die beiden Höhenwinkel α und β gemessen, so kann man die Höhe h berechnen.

176. Wie gestaltet sich die Messung der Höhe, wenn die Standlinie mit derselben zwar in derselben Vertikalebene liegt, aber die Endpunkte A und B der Standlinie verschiedene Höhe haben?

Die Horizontalprojektion AC (Fig. 56) der Standlinie sei l , der Höhenunterschied der beiden Punkte A und B sei a .

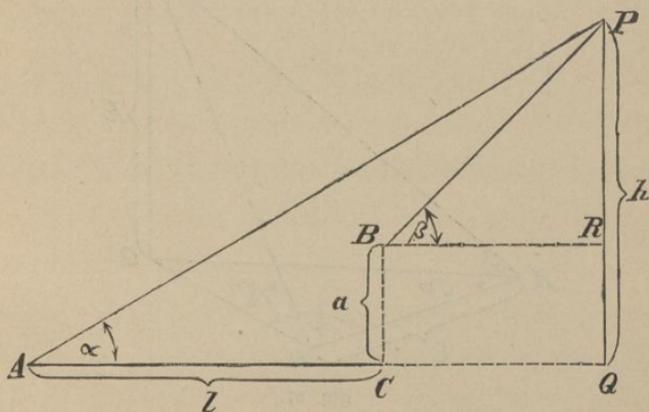


Fig. 56.

Man hat auch hier nur nötig, die Höhenwinkel α und β des Punktes P zu messen. Die Berechnung der Höhe $h = PQ$ des Punktes P über A gestaltet sich folgendermaßen:

Es ist $l = AQ - CQ$
 $= AQ - BR$
 $= h \cotg \alpha - (h-a) \cotg \beta$
 oder $l = h (\cotg \alpha - \cotg \beta) + a \cotg \beta$
 oder $h (\cotg \alpha - \cotg \beta) = l - a \cotg \beta$
 folglich $h = \frac{l - a \cotg \beta}{\cotg \alpha - \cotg \beta}$.

Man kann also h berechnen, wenn man l , a , α und β kennt.

177. Wie gestaltet sich die Messung und Berechnung der Höhe, wenn die Standlinie AB horizontal ist, aber nicht mit der Höhe in derselben Vertikalebene liegt?

In Fig. 57 sei AB die Standlinie, Q die Projektion des Punktes P auf die durch die Standlinie AB gelegte horizontale Ebene. Man mißt im Punkte A den Höhen-

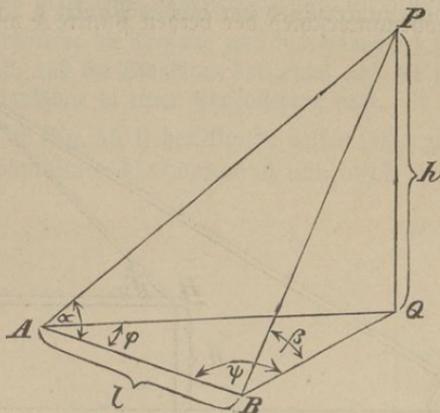


Fig. 57.

winkel α des Punktes P und den Horizontalwinkel φ , im Punkte B den Höhenwinkel β und den Horizontalwinkel ψ . Die Berechnung der Höhe $h = PQ$ ist dann die folgende:

Es ist

$$\begin{aligned} \frac{BQ}{l} &= \frac{\sin \varphi}{\sin A \bar{Q} B} \\ &= \frac{\sin \varphi}{\sin (180^\circ - [\varphi + \psi])} \\ &= \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \psi)} \end{aligned}$$

also

$$BQ = \frac{l \sin \varphi}{\sin (\varphi + \psi)}$$

und

$$\begin{aligned} h &= BQ \operatorname{tg} \beta \\ &= \frac{l \sin \varphi \operatorname{tg} \beta}{\sin (\varphi + \psi)}. \end{aligned}$$

Dritter Abschnitt.

Das barometrische Höhenmessen.

178. Worauf gründet sich die Methode des barometrischen Höhenmessens?

Sie gründet sich auf die gesetzmäßige Abnahme des Luftdrucks mit der Höhe.

179. Wodurch wird der Luftdruck gemessen?

Durch die Barometer.

180. Was für Barometer sind zu Höhenmessungen im Gebrauch?
Sowohl die Quecksilber- als auch die Aneroidbarometer.

181. Welche Barometer finden für technische Zwecke die meiste Verwendung?

Die Aneroidbarometer.

182. Gibt es verschiedene Systeme davon?

Ja, es giebt eine ganze Reihe verschiedener Konstruktionen.

183. Welche Konstruktionen haben die größte Verbreitung gefunden?

Das Aneroidbarometer von Raudet und das von Goldschmid.

184. Beschreibe das Raudetsche Barometer.

Fig. 58 zeigt ein solches Barometer im Durchschnitt, Fig. 59 im Grundriß. Mit der Grundplatte des Instrumentes

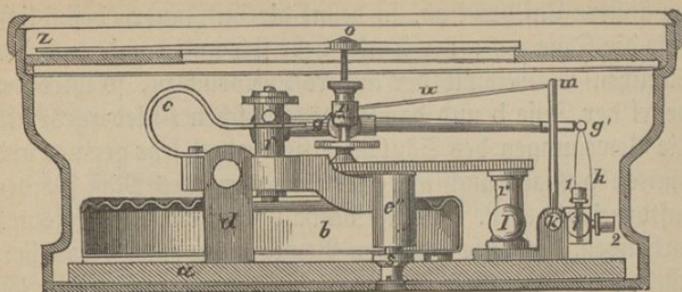


Fig. 58.

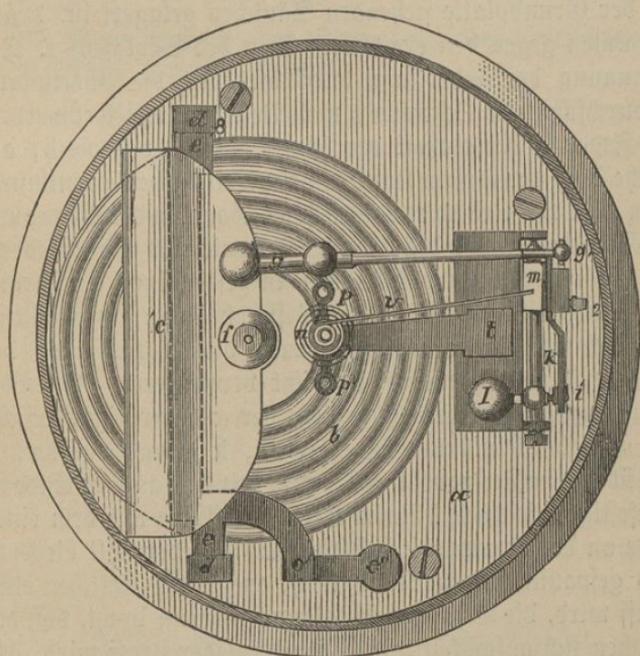


Fig. 59.

ist die flache Metalldose *b* mit ihrer Bodenfläche verbunden. Der Deckel dieser möglichst luftleer gemachten Dose ist gewellt und trägt in seiner Mitte ein Säulchen *f*. Nimmt

der äußere Luftdruck ab, so dehnt die im Innern befindliche Luft die Dose aus; der Deckel hebt sich und damit auch das Säulchen *f*. Nimmt der äußere Luftdruck zu, so wird der Deckel der Dose *b* und damit das Säulchen *f* niedergedrückt. Die Bewegungen des Säulchens sind jedoch sehr geringe und könnten deshalb auch nur ein sehr ungenaues Maß für den Luftdruck abgeben. Es ist deshalb noch ein Mechanismus vorhanden, der diese geringen Bewegungen stark vergrößert sichtbar macht. Das Säulchen *f* trägt einen horizontalen Stift von rhombischem Querschnitt. Eine kräftige Feder *c*, die um eine horizontale Achse drehbar ist, welche in zwei auf der Grundplatte stehenden Säulchen gelagert ist, drückt von unten gegen den erwähnten Stift des Säulchens *f*. Die Spannung der Feder kann durch die durch die Bodenplatte hindurchführende Schraube *s* nach Belieben reguliert werden. Die Feder *c* hat einmal den Zweck, die Metalldose *b*, auf welche doch der äußere Luftdruck einwirkt, etwas zu entlasten, dann aber auch, einen etwaigen toten Gang in der Bewegung des Säulchens *f* und des ganzen Mechanismus zu verhindern. Da die obere Seite der Feder *c* in beständiger Berührung mit dem Stift des Säulchens *f* sich befindet, so macht sie auch bei sich änderndem Luftdrucke die Bewegungen des Säulchens mit, jedoch noch nicht vergrößert. Zur Vergrößerung dieser Bewegung dient der aus der Figur ersichtliche Hebelmechanismus *fg*, *gt*, *tk*, *km* und ein von *m* aus über eine Trommel *n* geführtes, mit dem andern Ende an *n* befestigtes leichtes, dünnes Kettchen. Eine mit dem einen Ende an der Trommel *k* befestigte Spiralfeder hält die Kette stets gespannt, indem sie sogleich, wenn das Kettchen etwa schlaff wird, die Trommel in solcher Richtung dreht, daß das Kettchen sich aufwickelt und dadurch wieder straff wird. An der Achse der Trommel ist ein Zeiger befestigt, welcher über einer kreisförmigen Skala spielt. Bei einer kleinen Bewegung des Säulchens *f* infolge eingetretener Änderung des Luftdrucks wird der Punkt *m* bereits eine bedeutend größere Verschiebung erfahren, welche sich noch stark vergrößert auf den

Zeiger überträgt, so daß selbst geringe Veränderungen des Luftdruckes bereits bemerkt werden können. Zur Bestimmung der inneren Temperatur des Barometers dient ein mit dem Zifferblatt verbundenes Thermometer.

185. Stimmt die Angabe eines Raudetschen Aneroidbarometers mit derjenigen eines Quecksilberbarometers überein?

Im allgemeinen nicht; man muß vielmehr, um diese Übereinstimmung zu erhalten, an der Ablesung des Aneroidbarometers gewisse Korrekturen anbringen, die aber nicht für alle Aneroide übereinstimmen.

186. Wodurch findet man die anzubringenden Korrekturen für ein bestimmtes Aneroidbarometer?

Durch passend angeordnete Versuche, bei welchen das Aneroid bei verschiedenem Druck und verschiedener Temperatur mit einem Quecksilberbarometer verglichen wird. Diese Versuche erfordern aber einen geübten, mit den einschlägigen Verhältnissen genau vertrauten Beobachter, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen werden soll. Der Laie, der sich vielleicht gelegentlich bei Bergbesteigungen eines Aneroids zur Bestimmung von Höhendifferenzen bedient, ist meistens gar nicht in der Lage, die erforderlichen Vergleichen vorzunehmen, und stellt sich mit der Genauigkeit der Resultate zufrieden, welche er bei nicht korrigierten Aneroidablesungen erhält. Allenfalls kann er die sogen. Temperaturkorrektur anbringen, welche allerdings auch für verschiedene Aneroide verschieden ist, für welche man aber wenigstens einen mittlern Wert annehmen kann.

187. Weshalb muß die Aneroidangabe mit Rücksicht auf die innere Temperatur des Barometers korrigiert werden?

Weil sich infolge von Temperaturänderungen der ganze Mechanismus etwas verändert. Bei gleichbleibendem Luftdrucke wächst die Aneroidablesung mit steigender Temperatur.

188. Wie groß ist im Mittel die Temperaturkorrektur für Maudetsche Aneroide?

Die folgende Tabelle giebt mittlere Werte der Temperaturkorrektur in Millimetern Quecksilbersäule für Temperaturen von 0° bis 30.5 C. an:

t	mm	t	mm	t	mm	t	mm	t	mm	t	mm
0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—
0.5	0.1	5.5	0.8	10.5	1.5	15.5	2.2	20.5	2.9	25.5	3.6
1.0	0.1	6.0	0.8	11.0	1.5	16.0	2.2	21.0	2.9	26.0	3.6
1.5	0.2	6.5	0.9	11.5	1.6	16.5	2.3	21.5	3.0	26.5	3.7
2.0	0.3	7.0	1.0	12.0	1.7	17.0	2.4	22.0	3.1	27.0	3.8
2.5	0.3	7.5	1.0	12.5	1.7	17.5	2.4	22.5	3.1	27.5	3.8
3.0	0.4	8.0	1.1	13.0	1.8	18.0	2.5	23.0	3.2	28.0	3.9
3.5	0.5	8.5	1.2	13.5	1.9	18.5	2.6	23.5	3.3	28.5	4.0
4.0	0.6	9.0	1.3	14.0	2.0	19.0	2.7	24.0	3.4	29.0	4.1
4.5	0.6	9.5	1.3	14.5	2.0	19.5	2.7	24.5	3.4	29.5	4.1
5.0	0.7	10.0	1.4	15.0	2.1	20.0	2.8	25.0	3.5	30.0	4.2

189. Gib ein Beispiel zum Gebrauche der vorstehenden Tabelle.

Die Ableseung am Aneroide sei 752.9 mm. Das die innere Temperatur des Barometers anzeigende Thermometer zeige 15.1° C.; dann ist die Temperaturkorrektur nach der Tabelle — 2.1 mm. Die korrigierte Aneroidangabe ist also

$$(752.9 - 2.1) \text{ mm} = 750.8 \text{ mm.}$$

190. In welcher Lage soll man stets das Aneroid ablesen?

Das Aneroid soll zum Ablesen stets so gehalten werden, daß die Skala horizontal liegt.

191. Beschreibe das Goldschmidtsche Aneroidbarometer.

Die Figuren 60 u. 61 zeigen, die erstere im Schnitt, die letztere in der Ansicht, ein Goldschmidtsches Aneroid. Dasselbe hat mit dem Maudetschen gemein die möglichst luftleere Büchse und das auf dem Deckel derselben befestigte Säulchen. Da der Boden der Büchse auch mit der Grundplatte des

Instrumentes fest verbunden ist, so geben sich Änderungen des Luftdruckes durch Heben oder Senken des Säulchens *s* zu erkennen. Die Bewegungen von *s* macht das damit verbundene, in eine Schneide *e* endigende Stäbchen *i* mit. Auf der Schneide *e* liegt ein leichter, um *d* drehbarer Hebel *a* auf. Dieser Hebel reicht bis in den Schliß *ou* der

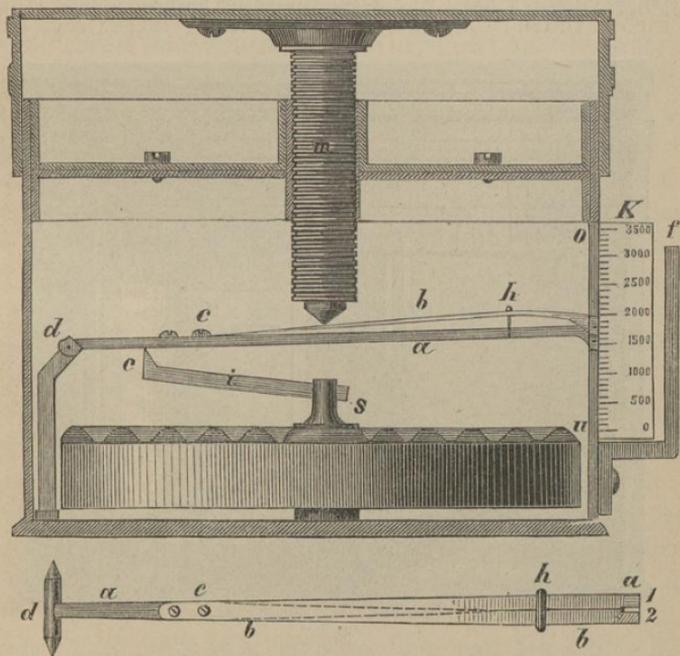


Fig. 60.

Gehäufewandung und endet bei 1 in ein feines Plättchen mit einer Horizontalen, von außen sichtbaren Strichmarke. Die Länge *de* ist $\frac{1}{5}$ der ganzen Hebellänge *d₁*, woraus folgt, daß durch die erwähnte Strichmarke bei 1 die Bewegungen des Säulchens *s* fünffach vergrößert wiedergegeben werden. Die Bewegung der Marke 1 erfolgt längs einer Skala *K*, die an der Gehäufewand befestigt ist. Die Ableseung der

Stellung der Strichmarke an der Skala wird durch die in Fig. 53 sichtbare Lupe l erleichtert. Um die Bewegung des Säulchens noch genauer zu messen, als es an der Skala K möglich ist, ist auf den schon erwähnten Hebel a bei c ein federnder Hebel b aufgenietet; derselbe ist, wie der Hebel a, an seinem Ende mit einem Plättchen mit Strichmarke versehen und läßt sich durch die Mikrometerschraube m so weit niederdrücken, daß die Strichmarken beider Hebel neben

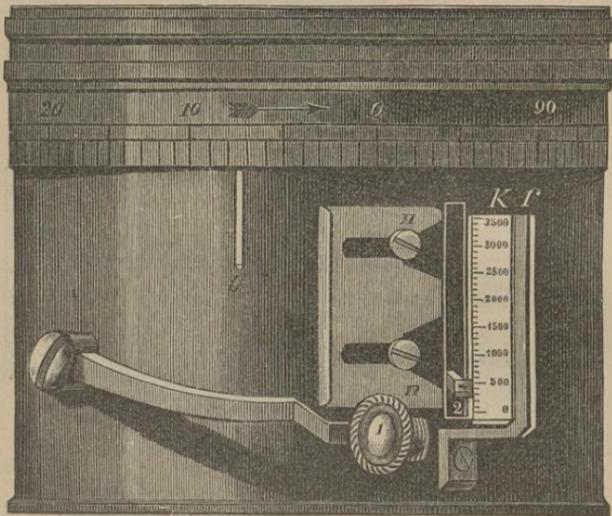


Fig. 61.

einander zu stehen kommen. Um das zu ermöglichen, ist der Hebel a etwas seitwärts ausgebogen, sodaß die die Strichmarken tragenden Metallplättchen neben einander liegen. Mit der Mikrometerschraube m ist der Deckel des Gehäuses fest verbunden, während das Muttergewinde der Schraube sich in einer Hülse befindet, die mit dem Gehäuse selbst in fester Verbindung steht. Der Deckel des Gehäuses bildet die sogen. Mikrometertrommel; dieselbe ist hier in 100 Teile geteilt. An einer (in Fig. 61) mit 0 bezeichneten Stelle des Gehäuses

befindet sich eine Marke zur Ableseung der Mikrometertrommel. Wenn durch Drehen des Deckels des Instrumentes die Strichmarken der beiden Hebel zur Coincidenz gebracht sind und zufällig auch die Null der Mikrometertrommel mit der Marke 0 des Gehäuses coincidirt, so befinden sich die beiden Strichmarken an einem Teilstrich der Skala K. Sinkt der Luftdruck, so steigt die Marke 1 und es muß daher, um 1 und 2 zur Coincidenz zu bringen, die Mikrometerschraube etwas gelöst, also der Gehäusedeckel im Sinne des Pfeiles in Fig. 61 gedreht werden. Ist der Luftdruck so weit gestiegen, daß zur Erhaltung der Coincidenz der Strichmarken 1 und 2 der Trommel gerade eine ganze Umdrehung erteilt werden mußte, so coincidieren die Strichmarken wieder mit einem Strich der Teilung K. Die Striche an der Skala K zählen also die vollen Umdrehungen der Trommel; bei der Gehäusemarke 0 liest man die Hundertstel der Trommelumdrehung ab, indem der Umfang der Trommel in 100 Teile geteilt ist. Zwischen den Teilstrichen der Trommel lassen sich noch Zehntel einschätzen, sodaß man also Tausendstel einer Trommelumdrehung messen kann.

Um mit dem Goldschmid'schen Aneroid eine Luftdruckbestimmung vorzunehmen hält man dasselbe aufrecht so, daß man mit Hilfe der Lupe die beiden Strichmarken 1 und 2 beobachten kann, und bringt dieselben durch Drehen des Gehäusedeckels zur Coincidenz. Ist dies geschehen, so liest man zunächst den Stand der Marken an der Skala K ab und findet z. B., daß diese sich befinden zwischen den Teilstrichen 300 und 400; alsdann liest man den Stand der Gehäusemarke 0 an der Mikrometertrommel ab, z. B. 6.5; die Gesamtableseung ist dann 306.5.

Diese Zahl giebt aber nicht etwa unmittelbar den Luftdruck in Millimetern Quecksilbersäule an; um diese zu erhalten, muß man sich einer jedem Goldschmid'schen Aneroid beigegebenen Tabelle bedienen, welche für jede Aneroidableseung den zugehörigen Luftdruck zu berechnen gestattet. Diese Tabelle giebt sofort den auf 0° reduzierten Stand des Quecksilberbarometers an.

192. Ist bei dem Goldschmidtschen Aneroid eine Temperaturkorrektion anzubringen?

Ja, auch für diese wird dem Aneroid vom Fabrikanten eine Tabelle beigegeben.

193. Ist die Höhendifferenz zweier Punkte einzig und allein von den gleichzeitigen auf 0° reduzierten Barometerständen in diesen Punkten abhängig?

Nein; außer diesen treten in der genauen Formel zur Berechnung der Höhendifferenz noch die Lufttemperaturen in den beiden Punkten, die Luftfeuchtigkeit, die geographische Breite, in welcher die Punkte liegen, u. a. m. auf.

194. Läßt sich nicht eine einfache und doch genügende Formel zur Berechnung der Höhendifferenz für ein gewisses Gebiet aufstellen?

Ja; eine solche ist z. B. die Formel

$$h = 19\,479 \log \frac{B}{b} \left\{ 1 + 0.003\,475 (t - 15) \right\},$$

welche Jordan als für das mittlere Deutschland geltend erhalten hat, indem er für die geographische Breite, für die Luftfeuchtigkeit *u.* mittlere dort geltende Werte angenommen hat. In dieser Formel bezeichnet *B* den Barometerstand in Millimetern Quecksilbersäule an der untern und *b* an der obern Station, beide Barometerstände auf 0° reduziert; *t* ist die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen den beiden Stationen, d. h. das arithmetische Mittel der an den beiden Stationen gefundenen Temperaturen, ausgedrückt in Celsiusgraden.

195. Wie findet man die Lufttemperatur?

Entweder dadurch, daß man ein Thermometer im Schatten aufhängt und abliest oder, wenn dies nicht möglich, durch Schwenken eines an einem Faden befestigten Thermometers.

196. Läßt sich die bei Frage 194 gegebene Formel umformen, so daß sie zur Berechnung von *h* geeigneter wird?

Jordan macht dies in folgender Weise: Er setzt

$$19\,479 (\log 762 - \log B) = H_1$$

$$19\,479 (\log 762 - \log b) = H_2.$$

Subtrahiert man die erste dieser Gleichungen von der zweiten, so erhält man

$$\begin{aligned} H_2 - H_1 &= 19\,479 (\log B - \log b) \\ &= 19\,479 \log \frac{B}{b}. \end{aligned}$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem bei Frage 194 für h angegebenen, welcher sich auch schreiben läßt

$$h = 19\,479 \log \frac{B}{b} + 0.003\,475 \cdot 19\,479 \log \frac{B}{b} \cdot (t - 15),$$

so sieht man, daß

$$h = H_2 - H_1 + 0.003\,475 (H_2 - H_1) (t - 15).$$

$H_2 - H_1$ giebt also eine rohe Annäherung für die Höhen-differenz h ; den genauen Wert von h erhält man durch An-bringen des Korrektionsgliedes

$$0.003\,475 (H_2 - H_1) (t - 15),$$

welches sowohl von $H_2 - H_1$, als auch von t abhängig ist. Zudem nun Jordan zur Berechnung der mit H_1 und H_2 bezeichneten Ausdrücke, die nur von B resp. b abhängig sind, und für das Korrektionsglied Tabellen aufgestellt hat, gestaltet sich die Berechnung von h nach der zuletzt aufgestellten Formel außerordentlich einfach.

197. Wie nennt man die Größen H_1 und H_2 ?

Die Größen H_1 und H_2 heißen die rohen Seehöhen der untern resp. obern Station, weil 762 mm ungefähr der mittlere Barometerstand an der Meeresoberfläche ist und daher H_1 und H_2 die nach der bei Frage 194 gegebenen Formel für h unter Voraussetzung von $t = 15^\circ$ berechneten Seehöhen sind.

198. Geib die Jordanschen Tabellen zur Berechnung der rohen Seehöhe.

Die folgende, dem Handbuch der Vermessungskunde von Jordan entnommene Tabelle giebt für die Barometerstände zwischen 675 mm bis 765 mm von Zehntel zu Zehntel Millimeter fortschreitend die zugehörigen rohen Seehöhen auf Zehntel Meter genau.

B	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9	A
mm	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
675	1025. ₆	1024. ₃	1023. ₁	1021. ₈	1020. ₆	1019. ₃	1018. ₁	1016. ₈	1015. ₆	1014. ₃	1. ₂
676	1013. ₁	1011. ₈	1010. ₆	1009. ₃	1008. ₁	1006. ₈	1005. ₆	1004. ₃	1003. ₁	1001. ₈	1. ₂
677	1000. ₆	999. ₃	998. ₁	996. ₈	995. ₆	994. ₃	993. ₁	991. ₈	990. ₆	989. ₃	1. ₂
678	988. ₁	986. ₈	985. ₆	984. ₃	983. ₁	981. ₈	980. ₆	979. ₃	978. ₁	976. ₈	1. ₂
679	975. ₆	974. ₄	973. ₁	971. ₉	970. ₆	969. ₄	968. ₂	966. ₉	965. ₇	964. ₄	1. ₂
680	963. ₂	961. ₉	960. ₇	959. ₄	958. ₂	956. ₉	955. ₇	954. ₄	953. ₂	951. ₉	1. ₂
681	950. ₇	949. ₅	948. ₂	947. ₀	945. ₇	944. ₅	943. ₄	942. ₀	940. ₈	939. ₅	1. ₂
682	938. ₃	937. ₁	935. ₈	934. ₆	933. ₃	932. ₁	930. ₉	929. ₆	928. ₄	927. ₁	1. ₂
683	925. ₉	924. ₇	923. ₄	922. ₂	920. ₉	919. ₇	918. ₅	917. ₂	916. ₀	914. ₇	1. ₂
684	913. ₅	912. ₃	911. ₀	909. ₈	908. ₅	907. ₃	906. ₁	904. ₈	903. ₆	902. ₃	1. ₂
685	901. ₁	899. ₉	898. ₆	897. ₄	896. ₂	894. ₉	893. ₇	892. ₅	891. ₃	890. ₀	1. ₂
686	888. ₈	887. ₆	886. ₃	885. ₁	883. ₉	882. ₆	881. ₄	880. ₂	879. ₀	877. ₇	1. ₂
687	876. ₅	875. ₃	874. ₀	872. ₈	871. ₆	870. ₃	869. ₁	867. ₉	866. ₇	865. ₄	1. ₂
688	864. ₂	863. ₀	861. ₈	860. ₅	859. ₃	858. ₁	856. ₉	855. ₇	854. ₄	853. ₂	1. ₂
689	852. ₀	850. ₈	849. ₅	848. ₃	847. ₁	845. ₈	844. ₆	843. ₄	842. ₂	840. ₉	1. ₂
690	839. ₇	838. ₅	837. ₃	836. ₀	834. ₈	833. ₆	832. ₄	831. ₂	829. ₉	828. ₇	1. ₂
691	827. ₅	826. ₃	825. ₁	823. ₈	822. ₆	821. ₄	820. ₂	819. ₀	817. ₇	816. ₅	1. ₂
692	815. ₃	814. ₁	812. ₈	811. ₆	810. ₄	809. ₁	807. ₉	806. ₇	805. ₅	804. ₂	1. ₂
693	803. ₀	801. ₈	800. ₆	799. ₃	798. ₁	796. ₉	795. ₇	794. ₅	793. ₂	792. ₀	1. ₂
694	790. ₈	789. ₆	788. ₄	787. ₁	785. ₉	784. ₇	783. ₆	782. ₃	781. ₀	779. ₈	1. ₂
695	778. ₆	777. ₄	776. ₂	775. ₀	773. ₈	772. ₅	771. ₃	770. ₁	768. ₉	767. ₇	1. ₂
696	766. ₅	765. ₃	764. ₁	762. ₈	761. ₆	760. ₄	759. ₂	758. ₀	756. ₇	755. ₅	1. ₂
697	754. ₃	753. ₁	751. ₉	750. ₇	749. ₅	748. ₂	747. ₀	745. ₇	744. ₅	743. ₃	1. ₂
698	742. ₂	741. ₀	739. ₈	738. ₅	737. ₃	736. ₁	734. ₉	733. ₇	732. ₄	731. ₂	1. ₂
699	730. ₀	728. ₈	727. ₆	726. ₄	725. ₂	723. ₉	722. ₇	721. ₅	720. ₃	719. ₁	1. ₂
700	717. ₉	716. ₆	715. ₅	714. ₃	713. ₁	711. ₉	710. ₆	709. ₅	708. ₃	707. ₁	1. ₂
701	705. ₉	704. ₇	703. ₅	702. ₃	701. ₁	699. ₉	698. ₇	697. ₅	696. ₃	695. ₁	1. ₂
702	693. ₉	692. ₇	691. ₅	690. ₃	689. ₁	687. ₉	686. ₆	685. ₄	684. ₂	683. ₀	1. ₂
703	681. ₈	680. ₆	679. ₄	678. ₂	677. ₀	675. ₈	674. ₆	673. ₄	672. ₂	671. ₀	1. ₂
704	669. ₈	668. ₆	667. ₄	666. ₂	665. ₀	663. ₈	662. ₆	661. ₄	660. ₂	659. ₀	1. ₂
705	657. ₈	656. ₆	655. ₄	654. ₂	653. ₀	651. ₈	650. ₆	649. ₄	648. ₂	647. ₀	1. ₂
706	645. ₈	644. ₆	643. ₄	642. ₂	641. ₀	639. ₈	638. ₇	637. ₅	636. ₃	635. ₁	1. ₂
707	633. ₉	632. ₇	631. ₅	630. ₃	629. ₁	627. ₉	626. ₇	625. ₅	624. ₃	623. ₁	1. ₂
708	621. ₉	620. ₇	619. ₅	618. ₃	617. ₁	615. ₉	614. ₈	613. ₆	612. ₄	611. ₂	1. ₂
709	610. ₀	608. ₈	607. ₆	606. ₄	605. ₂	604. ₀	602. ₈	601. ₆	600. ₄	599. ₂	1. ₂
710	598. ₀	596. ₈	595. ₆	594. ₄	593. ₂	592. ₀	590. ₉	589. ₇	588. ₅	587. ₃	1. ₂
711	586. ₁	584. ₉	583. ₇	582. ₅	581. ₄	580. ₂	579. ₀	577. ₈	576. ₇	575. ₅	1. ₂
712	574. ₃	573. ₁	571. ₉	570. ₇	569. ₅	568. ₃	567. ₂	566. ₀	564. ₈	563. ₆	1. ₂
713	562. ₄	561. ₂	560. ₀	558. ₉	557. ₇	556. ₅	555. ₃	554. ₁	553. ₀	551. ₈	1. ₂
714	550. ₆	549. ₄	548. ₂	547. ₀	545. ₈	544. ₆	543. ₃	542. ₃	541. ₁	539. ₉	1. ₂
715	538. ₇	537. ₅	536. ₃	535. ₁	533. ₉	532. ₇	531. ₆	530. ₄	529. ₂	528. ₀	1. ₂
716	526. ₈	525. ₆	524. ₄	523. ₃	522. ₁	520. ₉	519. ₇	518. ₅	517. ₄	516. ₂	1. ₂
717	515. ₀	513. ₈	512. ₆	511. ₅	510. ₃	509. ₁	507. ₉	506. ₇	505. ₆	504. ₄	1. ₂
718	503. ₂	502. ₀	500. ₈	499. ₇	498. ₅	497. ₃	496. ₂	495. ₀	493. ₈	492. ₆	1. ₂
719	491. ₄	490. ₂	489. ₀	487. ₉	486. ₇	485. ₅	484. ₃	483. ₁	482. ₀	480. ₈	1. ₂
720	479. ₆	478. ₄	477. ₂	476. ₁	474. ₉	473. ₇	472. ₅	471. ₃	470. ₂	469. ₀	1. ₂
721	467. ₈	466. ₇	465. ₅	464. ₄	463. ₂	462. ₀	460. ₈	459. ₆	458. ₅	457. ₃	1. ₂
722	456. ₁	454. ₉	453. ₈	452. ₆	451. ₄	450. ₂	449. ₁	447. ₉	446. ₇	445. ₆	1. ₂
723	444. ₄	443. ₃	442. ₂	441. ₀	439. ₈	438. ₆	437. ₅	436. ₃	435. ₁	434. ₀	1. ₂
724	432. ₈	431. ₆	430. ₅	429. ₃	428. ₁	426. ₉	425. ₈	424. ₆	423. ₄	422. ₃	1. ₂

B	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9	A
mm	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
725	421.1	419.9	418.8	417.6	416.4	415.2	414.1	412.9	411.7	410.6	1.1
726	409.5	408.3	407.2	406.0	404.8	403.6	402.5	401.3	400.1	399.0	1.2
727	397.8	396.6	395.5	394.3	393.1	391.9	390.8	389.6	388.4	387.3	1.2
728	386.1	384.9	383.8	382.6	381.5	380.3	379.1	378.0	376.8	375.7	1.1
729	374.6	373.4	372.3	371.1	369.9	368.7	367.6	366.4	365.2	364.1	1.2
730	362.9	361.7	360.6	359.4	358.3	357.1	355.9	354.8	353.6	352.5	1.2
731	351.3	350.1	349.0	347.8	346.7	345.5	344.3	343.2	342.0	340.9	1.2
732	339.7	338.6	337.5	336.3	335.2	334.1	332.9	331.7	330.6	329.4	1.1
733	328.3	327.1	326.0	324.8	323.7	322.5	321.3	320.2	319.0	317.9	1.2
734	316.7	315.5	314.4	313.2	312.1	310.9	309.8	308.6	307.5	306.3	1.1
735	305.2	304.1	302.9	301.7	300.6	299.4	298.3	297.1	296.0	294.9	1.2
736	293.7	292.6	291.5	290.3	289.2	288.0	286.8	285.7	284.5	283.4	1.2
737	282.2	281.0	279.9	278.7	277.6	276.4	275.3	274.2	273.0	271.8	1.1
738	270.7	269.5	268.4	267.2	266.0	264.9	263.8	262.2	261.5	260.3	1.1
739	259.2	258.1	257.0	255.8	254.7	253.5	252.4	251.3	250.1	248.9	1.1
740	247.8	246.7	245.5	244.4	243.2	242.1	241.0	239.8	238.7	237.5	1.1
741	236.4	235.3	234.1	232.9	231.8	230.6	229.5	228.3	227.2	226.0	1.1
742	224.9	223.8	222.7	221.6	220.4	219.3	218.2	217.0	215.9	214.7	1.1
743	213.6	212.5	211.3	210.2	209.0	207.9	206.8	205.6	204.5	203.3	1.1
744	202.2	201.1	199.9	198.8	197.6	196.5	195.4	194.2	193.1	191.9	1.1
745	190.8	189.7	188.6	187.5	186.3	185.2	184.1	182.9	181.8	180.6	1.1
746	179.5	178.4	177.2	176.1	175.0	173.9	172.7	171.6	170.5	169.3	1.1
747	168.2	167.1	165.9	164.8	163.6	162.5	161.4	160.2	159.1	157.9	1.1
748	156.8	155.7	154.6	153.5	152.4	151.2	150.1	149.0	147.9	146.7	1.1
749	145.6	144.5	143.3	142.2	141.1	139.9	138.8	137.7	136.6	135.4	1.1
750	134.3	133.2	132.0	130.9	129.8	128.6	127.5	126.4	125.3	124.1	1.1
751	123.0	121.9	120.8	119.7	118.6	117.4	116.3	115.2	114.1	112.9	1.1
752	111.8	110.7	109.5	108.4	107.3	106.1	105.0	103.9	102.8	101.6	1.1
753	100.5	99.4	98.2	97.1	96.0	94.8	93.7	92.6	91.5	90.3	1.1
754	89.2	88.1	87.0	85.9	84.8	83.7	82.6	81.5	80.3	79.2	1.1
755	78.1	77.0	75.9	74.7	73.6	72.5	71.4	70.3	69.1	68.0	1.1
756	66.9	65.8	64.7	63.6	62.5	61.4	60.3	59.2	58.0	56.9	1.1
757	55.8	54.7	53.6	52.4	51.3	50.2	49.1	48.0	46.8	45.7	1.1
758	44.6	43.5	42.4	41.2	40.1	39.0	37.9	36.8	35.6	34.5	1.1
759	33.4	32.3	31.2	30.0	28.9	27.8	26.7	25.6	24.4	23.3	1.1
760	22.2	21.1	20.0	18.9	17.8	16.7	15.6	14.5	13.3	12.2	1.1
761	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	1.1
762	0.0	-1.1	-2.2	-3.3	-4.4	-5.5	-6.7	-7.8	-8.9	-10.0	1.1
763	-11.1	-12.2	-13.3	-14.5	-15.6	-16.7	-17.8	-18.9	-20.0	-21.1	1.0
764	-22.1	-23.2	-24.3	-25.4	-26.5	-27.6	-28.8	-29.9	-31.0	-32.1	1.0

Ist z. B. die auf 0° reduzierte Ableseung eines Quecksilberbarometers oder die darauf reduzierte Ableseung eines Aneroids 720.s, so hat man in der ersten Spalte 720 mm aufzufuchen und findet dann an der Kreuzungsstelle der Horizontalreihe von 720 mm und der mit .s überschriebenen Vertikalspalte als zugehörige Seehöhe 470.2 m.

Sie giebt die Temperaturkorrektur für Werte der mittlern Temperatur, welche zwischen -5° und $+35^{\circ}$ C. liegen, von Grad zu Grad und für Werte von $H_2 - H_1$, von 10 bis 200 m, immer um 10 m springend, dann von 200 bis 1000 m, immer um 100 m springend. Die Korrektur ist positiv für Werte von t , die größer sind als 15° C., und negativ für Werte von t , die kleiner sind als 15° C.

200. Zeige an einem Beispiel den Gebrauch der vorstehenden Tabellen.

Es seien gefunden

an der untern Station Barometerstand 754.6 mm;
Lufttemperatur 14.1° C.

an der obern Station Barometerstand 745.0 mm;
Lufttemperatur 11.9° C.

Aus der Tabelle der rohen Seehöhen findet man für 754.6 mm

$$H_1 = 82.6 \text{ m}$$

und für 745.0 mm

$$H_2 = 190.8 \text{ m}$$

daraus folgt

$$\begin{aligned} H_2 - H_1 &= 190.8 \text{ m} - 82.6 \text{ m} \\ &= 108.2 \text{ m.} \end{aligned}$$

Diese angenäherte Höhendifferenz muß noch mit der aus der zweiten Tabelle zu entnehmenden Korrektur versehen werden.

Die mittlere Lufttemperatur ist

$$\frac{1}{2} (14.1 + 11.9)^{\circ} = 13^{\circ} \text{ C.}$$

Für $t=13^{\circ}$ und $H_2 - H_1 = 100$ m ist die Korrektur -0.7 m.

„ $t=13^{\circ}$ „ $H_2 - H_1 = 110$ „ „ „ „ -0.8 „

Da $H_2 - H_1 = 108.2$ m erhalten wurde, also näher an 110 m als an 100 m liegt, wird man die Korrektur -0.8 zu benutzen haben, so daß

$$\begin{aligned} h &= 108.2 \text{ m} - 0.8 \text{ m} \\ &= 107.4 \text{ m} \end{aligned}$$

sich ergibt.



Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Illustrierte Katechismen.

Belehrungen aus dem Gebiete

der

Wissenschaften, Künste und Gewerbe &c.

In Original-Leinenbänden.

- Ackerbau, praktischer. Von Wilhelm Hamn. Dritte Auflage, gänzlich umgearbeitet von A. G. Schmittler. Mit 138 Abbildungen. 1890. 3 Mark.
- Agrifulturchemie. Von Dr. E. Wildt. Sechste Auflage. Mit 41 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
- Algebra, oder die Grundlehren der allgemeinen Arithmetik. Vierte Auflage, vollständig neu bearbeitet von Richard Schurig. 1895. 3 Mark.
- Aufstandslehre. — Katechismus des guten Tons und der feinen Sitte von Eufemia von Adlersfeld geb. Gräfin Vallestrem. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1895. 2 Mark.
- Appretur s. Spinneret.
- Archäologie. Uebersicht über die Entwicklung der Kunst bei den Völkern des Altertums von Dr. Ernst Proker. Mit 3 Tafeln und 127 Abbildungen. 1888. 3 Mark.
- Archivkunde s. Registratur.
- Arithmetik. Kurzgefaßtes Lehrbuch der Rechenkunst für Lehrende und Lernende von E. Schick. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Max Meyer. 1889. 3 Mark.
- Asthetik. Belehrungen über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst von Robert Pröhl. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1889. 3 Mark.
- Astronomie. Belehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender von Dr. Hermann J. Klein. Achte, vielfach verbesserte Auflage. Mit einer Sternkarte und 163 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Aufsatz, schriftlicher, s. Stilistik.
- Auswanderung. Kompaß für Auswanderer nach europäischen Ländern, Asien, Afrika, den deutschen Kolonien, Australien, Süd- und Zentralamerika, Mexiko, den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada. Siebente Auflage. Vollständig neu bearbeitet von Gustav Meinecke. Mit 4 Karten und einer Abbildung. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Bankwesen. Von Dr. E. Glöckberg. Mit 4 Check-Formularen und einer Übersicht über die deutschen Notenbanken. 1890. 2 Mark.
- Baukonstruktionslehre. Mit besonderer Berücksichtigung von Reparaturen und Umbauten. Von W. Lange. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 343 und 1 Tafel Abbildungen. 1895. 3 Mark 50 Pf.

- Baufiste**, oder Lehre der architektonischen Stilarten von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart von Dr. Ed. Freiherrn von Sacken. Zwölfte Auflage. Mit 108 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Beleuchtung** s. Heizung.
- Bergbaukunde**. Von G. Köhler. Mit 217 Abbildungen. 1891. 4 Mark.
- Bergsteigen**. — Katechismus für Bergsteiger, Gebirgstouristen und Alpenreisende von Julius Reurer. Mit 22 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Bewegungsspiele für die deutsche Jugend**. Von J. C. Lion und J. H. Wortmann. Mit 29 Abbildungen. 1891. 2 Mark.
- Bibliothekskunde** mit bibliographischen und erläuternden Anmerkungen. Neubearbeitung von Dr. Julius Reholdts Katechismus der Bibliothekskunde von Dr. Armin Gräsel. Mit 33 Abbildungen und 11 Schrifttafeln. 1890. 4 Mark 50 Pf.
- Bienenkunde und Bienenzucht**. Von G. Kirsten. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von J. Kirsten. Mit 51 Abbildungen. 1887. 2 Mark.
- Bildhauerei für den kunstliebenden Laien**. Von Rudolf Maison. Mit 63 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Fleischerei** s. Wäscherei etc.
- Blumenzucht** s. Ziergärtneret.
- Börse- und Bankwesen**. Auf Grund der Bestimmungen des neuen Börse- und Depotgesetzes bearbeitet von Georg Schweizer. 1897. 2 Mark 50 Pf.
- Botanik, allgemeine**. Von Prof. Dr. Ernst Hallier. Mit 95 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.
- Botanik, landwirtschaftliche**. Von Karl Müller. Zweite Auflage, vollständig umgearbeitet von R. Herrmann. Mit 4 Tafeln und 48 Abbildungen. 1876. 2 Mark.
- Briefmarkenkunde und Briefmarkensammelnwesen**. Von B. Suppantzschisch. Mit 1 Porträt und 7 Textabbildungen. 1895. 3 Mark.
- Buchdruckerkunst**. Von A. Waldow. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 43 Abbildungen und Tafeln. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Buchführung, kaufmännische**. Von Oskar Klemich. Fünfte, durchgesehene Auflage. Mit 7 Abbildungen und 3 Wechselformularen. 1895. 2 Mark 50 Pf.
- Buchführung, landwirtschaftliche**. Von Prof. Dr. K. Birnbaum. 1879. 2 Mark.
- Chemie**. Von Prof. Dr. G. Hirzel. Siebente, vermehrte Auflage. Mit 35 Abbildungen. 1894. 4 Mark.
- Chemikalienkunde**. Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Von Dr. G. Seype. 1880. 2 Mark.
- Chronologie**. Mit Beschreibung von 33 Kalendern verschiedener Völker und Zeiten von Dr. Adolf Drechsler. Dritte, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. 1881. 1 Mark 50 Pf.
- Correspondance commerciale** par J. Forest. D'après l'ouvrage de même nom en langue allemande par C. F. Findeisen. 1895. 3 Mark 50 Pf.
- Dampfessel, Dampfmaschinen und andere Wärmemotoren**. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarke. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 268 Abbildungen und 13 Tafeln. 1897. 4 Mark 50 Pf.
- Darwinismus**. Von Dr. Otto Zacharias. Mit dem Porträt Darwins, 30 Abbildungen und 1 Tafel. 1892. 2 Mark 50 Pf.
- Differential- und Integralrechnung**. Von Franz Bendt. Mit 39 Figuren. 1896. 3 Mark.
- Drainierung und Entwässerung des Bodens**. Von Dr. William Löbe. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 92 Abbildungen. 1881. 2 Mark.
- Dramaturgie**. Von Robert Pröfke. 1877. 3 Mark.
- Drogenkunde**. Von Dr. G. Seype. Mit 30 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.
- Einjährig-Freiwillige**. — Der Weg zum Einjährig-Freiwilligen und zum Offizier des Beurlaubtenstandes in Armee und Marine. Von Oberstleutnant z. D. Exner. 1891. 2 Mark.

- Eissegeln und Eisspiele** s. Wintersport.
- Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarze. Sechste, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 256 Abbildungen. 1896. 4 Mark 50 Pf.
- Entwässerung** s. Drainirung.
- Ethik** s. Sittenlehre.
- Familienhäuser** s. Villen.
- Färberei und Zeugdruck.** Von Dr. Hermann Grothe. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 78 Abbildungen. 1885. 2 Mark 50 Pf.
- Farbwarenkunde.** Von Dr. G. Heppel. 1881. 2 Mark.
- Feldmehlkunst.** Von Dr. C. Pietsch. Fünfte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 75 Abbildungen. 1891. 1 Mark 50 Pf.
- Feuerwerkerei** s. Luftfeuerwerkerei.
- Finanzwissenschaft.** Von Alois Bischof. Fünfte, verbesserte Auflage. 1890. 1 Mark 50 Pf.
- Fischzucht, künstliche, und Teichwirtschaft.** Wirtschaftslehre der zahmen Fischerei von C. A. Schroeder. Mit 52 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.
- Flachsbau und Flachsbereitung.** Von R. Sontag. Mit 12 Abbildungen. 1872. 1 Mark 50 Pf.
- Fleischbeschau** s. Trichinenschau.
- Flöte und Flötenspiel.** Ein Lehrbuch für Flötenbläser von Maximilian Schwedler. Mit 22 Abbildungen und vielen Notenbeispielen. 1897. 2 Mark 50 Pf.
- Forstbotanik.** Von H. Fischbach. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 79 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Freimaurerei.** Von Dr. Willem Smitt. 1891. 2 Mark.
- Galvanoplastik und Galvanostegie.** Ein Handbuch für das Selbststudium und den Gebrauch in der Werkstatt von G. Seelhorst. Dritte, durchgesehene und vermehrte Auflage von Dr. G. Langbein. Mit 43 Abbildungen. 1888. 2 Mark.
- Gartenbau** s. Nutz-, Bier-, Zimmergärtnerlei, und Rosenzucht.
- Gebärdensprache** s. Mimik.
- Gedächtniskunst oder Mnemotechnik.** Von Hermann Kothe. Siebente, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Dr. G. Pleisch. 1893. 1 Mark 50 Pf.
- Geflügelzucht.** Ein Merkblättlein für Liebhaber, Züchter und Aussteller schönen Rassegeflügels von Bruno Dürigen. Mit 40 Abbildungen und 7 Tafeln. 1890. 4 Mark.
- Gemäldekunde.** Von Dr. Th. v. Frimmel. Mit 28 Abbildungen. 1894. 3 Mark 50 Pf.
- Gemüsebau** s. Nutzgärtnerlei.
- Geographie.** Vierte Auflage, gänzlich umgearbeitet von Karl Arenz. Mit 57 Karten und Ansichten. 1884. 2 Mark 40 Pf.
- Geographie, mathematische.** Zweite Auflage, umgearbeitet und verbessert von Dr. Hermann J. Klein. Mit 113 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Geologie.** Von Dr. Hippolyt Haas. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 149 Abbildungen, einer Tafel und einer Tabelle. 1893. 3 Mark.
- Geometrie, analytische.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 Abbildungen. 1884. 2 Mark 40 Pf.
- Geometrie, ebene und räumliche.** Von Prof. Dr. K. Ed. Beszige. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 223 Abbildungen und 2 Tabellen. 1892. 3 Mark.
- Gesangskunst.** Von F. Sieber. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit vielen Notenbeispielen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Geschichte, allgemeine, s. Weltgeschichte.**

- Geschichte, deutsche.** Von Wilhelm Kenzler. 1879. Kartontert 2 Mark 50 Pf.
Gesetzbuch, bürgerliches, nebst Einführungsgesetz und Sachregister. 1896.
 2 Mark 50 Pf.
- Gesetzgebung des Deutschen Reiches** s. Reich, das Deutsche.
- Gesundheitslehre,** naturgemäße, auf physiologischer Grundlage. Siebzehn Vor-
 träge von Dr. Fr. Scholz. Mit 7 Abbildungen. 1884. 3 Mark 50 Pf.
 (Unter gleichem Titel auch Band 20 von Webers Illustr. Gesundheitsbüchern.)
- Girwesen.** Von Karl Berger. Mit 21 Formularen. 1881. 2 Mark.
- Glasmalerei** s. Porzellanmalerei.
- Handelsmarine, deutsche.** Von H. Dittmer. Mit 66 Abbildungen. 1892.
 3 Mark 50 Pf.
- Handelsrecht, deutsches,** nach dem Allgemeinen Deutschen Handelsgesetzbuche von
 Robert Fischer. Dritte, umgearbeitete Auflage. 1885. 1 Mark 50 Pf.
- Handelwissenschaft.** Von R. Arenz. Sechste, verbesserte und vermehrte
 Auflage, bearbeitet von Gu n. Rothbaum und Ed. Deimel. 1890. 2 Mark.
- Heerwesen, deutsches.** Zweite Auflage, vollständig neu bearbeitet von Moritz
 Czner. Mit 7 Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Heizung, Belüftung und Ventilation.** Von Th. Schwarze. Mit 159
 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
- Herabtil.** Grundzüge der Wappenkunde von Dr. Ed. Freih. v. Saden.
 Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 215 Abbildungen. 1893. 2 Mark.
- Hufbeschlag.** Zum Selbstunterricht für Jedermann. Von E. Th. Walther.
 Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 67 Abbildungen. 1889.
 1 Mark 50 Pf.
- Hunderassen.** Von Franz Krichler. Mit 42 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Sittenkunde, allgemeine.** Von Dr. E. F. Dürre. Mit 209 Abbildungen.
 1877. 4 Mark 50 Pf.
- Jagdkunde.** — Katechismus für Jäger und Jagdfreunde von Franz Krichler.
 Mit 33 Abbildungen. 1891. 2 Mark 50 Pf.
- Kalenderkunde.** Belehrungen über Zeitrechnung, Kalenderwesen und Zeite von
 D. Freih. von Reinsberg-Düringsfeld. Mit 2 Tafeln. 1876.
 1 Mark 50 Pf.
- Kellerwirtschaft** s. Weinbau.
- Kündergärtnerei, praktische.** Von Fr. Seidel. Dritte, vermehrte und ver-
 besserte Auflage. Mit 35 Abbildungen. 1887. 1 Mark 50 Pf.
- Kirchengeschichte.** Von Friedr. Kirchner. 1880. 2 Mark 50 Pf.
- Klavierspiel.** Von Fr. Taylor. Deutsche Ausgabe von Mat h. Stegmayer.
 Zweite, verbesserte Auflage. Mit vielen Notenbeispielen. 1893. 2 Mark.
- Knabenhandarbeit.** Ein Handbuch des erziehlischen Arbeitsunterrichts von Dr.
 Waldemar Göpke. Mit 69 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Kompositionslehre.** Von F. C. Lobe. Sechste Auflage. Mit vielen Musik-
 beispielen. 1895. 2 Mark.
- Korrespondenz, kaufmännische,** in deutscher Sprache. Von C. F. Findeisen.
 Vierte, vermehrte Auflage, bearbeitet von Franz Gahn. 1896. 2 Mark 50 Pf.
 — in französischer Sprache s. Correspondance commerciale.
- Kostümkunde.** Von Wolfg. Dittke. Zweite, verbesserte und vermehrte
 Auflage. Mit 459 Kostümfiguren in 152 Abbildungen. 1896. 4 Mark 50 Pf.
- Kriegsmarine, deutsche.** Von H. Dittmer. Mit 126 Abbildungen. 1890.
 3 Mark.
- Kulturgeschichte.** Von J. S. Honegger. Zweite, vermehrte und verbesserte
 Auflage. 1889. 2 Mark.
- Kunstgeschichte.** Von Bruno Bucher. Vierte, verbesserte Auflage. Mit
 276 Abbildungen. 1895. 4 Mark.
- Liebhaverkünfte.** Von Wanda Friedrich. Mit 250 Abbildungen. 1896.
 2 Mark 50 Pf.
- Litteraturgeschichte, allgemeine.** Von Dr. Ad. Stern. Dritte, vermehrte
 und verbesserte Auflage. 1892. 3 Mark.

- Litteraturgeschichte, deutsche.** Von Dr. Paul Mübius. Siebente, verbesserte Auflage von Dr. Gotthold Alee. 1896. 2 Mark.
- Logarithmen.** Von Max Meyer. Mit 3 Tafeln und 7 Abbildungen. 1880. 2 Mark.
- Logik.** Von Friedr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 36 Abbildungen. 1890. 2 Mark 50 Pf.
- Lufffeuerwerkerei.** Kurzer Lehrgang für die gründliche Ausbildung in allen Theilen der Pyrotechnik von C. A. von Nida. Mit 124 Abbildungen. 1883. 2 Mark.
- Malerei.** Von Karl Raupp. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 50 Abbildungen und 4 Tafeln. 1894. 3 Mark.
- Marine** s. Handels- bez. Kriegsmarine.
- Marckscheidkunst.** Von D. Brathuhn. Mit 174 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Mechanik.** Von P. H. Huber. Fünfte, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 207 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Meteorologie.** Von Prof. Dr. W. J. van Beber. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 63 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Mikroskopie.** Von Prof. Carl Chun. Mit 97 Abbildungen. 1885. 2 Mark.
- Milchwirtschaft.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 23 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
- Mimik und Gebärden Sprache.** Von Karl Kraup. Mit 60 Abbildungen. 1892. 3 Mark 50 Pf.
- Mineralogie.** Von Dr. Eugen Hussak. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 154 Abbildungen. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Münzkunde.** Von H. Dannenberg. Mit 11 Tafeln Abbildungen. 1891. 4 Mark.
- Musik.** Von J. C. Lobe. Sechszwanzigste Auflage. 1896. 1 Mark 50 Pf.
- Musikgeschichte.** Von R. Musiol. Mit 15 Abbildungen und 34 Notenbeispielen. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1888. 2 Mark 50 Pf.
- Musikinstrumente.** Von Richard Hofmann. Fünfte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 189 Abbildungen. 1890. 4 Mark.
- Mythologie.** Von Dr. E. Kroker. Mit 73 Abbildungen. 1891. 4 Mark.
- Naturlehre.** Erklärung der wichtigsten physikalischen, meteorologischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens von Dr. C. E. Brewer. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 53 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Nivellierkunst.** Von Prof. Dr. C. Pietisch. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 61 Abbildungen. 1895. 2 Mark.
- Numismatik** s. Münzkunde.
- Nutzgärtnerei.** Grundzüge des Gemüße- und Obstbaues von Hermann Jäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, nach den neuesten Erfahrungen und Fortschritten umgearbeitet von J. Wesselhöft. Mit 63 Abbildungen. 1893. 2 Mark 50 Pf.
- Obstbau** s. Nutzgärtnerei.
- Orden** s. Ritter- und Verdienstorden.
- Orgel.** Erklärung ihrer Struktur, besonders in Beziehung auf technische Behandlung beim Spiel von E. F. Richter. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Hans Menzel. Mit 25 Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Ornamentik.** Leitfaden über die Geschichte, Entwicklung und die charakteristischen Formen der Verzierungsskille aller Zeiten von F. Kanitz. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 131 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Pädagogik.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. 1890. 2 Mark.

- Paläographie** s. Urkundenlehre.
- Paläontologie** s. Versteinerkunde.
- Perspektive, angewandte.** Nebst Erläuterungen über Schattenkonstruktion und Spiegelbilder. Von Max Kiefer. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 145 in den Text gedruckten und 7 Tafeln Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Petrefaktenkunde** s. Versteinerkunde.
- Petrographie.** Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine von Dr. J. Blaaß. Mit 40 Abbildungen. 1882. 2 Mark.
- Philosophie.** Von J. S. v. Kirchmann. Vierte, durchgesehene Auflage. 1897. 3 Mark.
- Philosophie, Geschichte der,** von Thales bis zur Gegenwart. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. 1896. 4 Mark.
- Photographie.** Anleitung zur Erzeugung photographischer Bilder von Dr. J. Schnauß. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 40 Abbildungen. 1895. 2 Mark 50 Pf.
- Phrenologie.** Von Dr. G. Schebe. Achte Auflage. Mit Titelbild und 18 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Physik.** Von Dr. J. Kollert. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 278 Abbildungen. 1895. 4 Mark 50 Pf.
- Poetik, deutsche.** Von Dr. J. Minckwitz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1877. 1 Mark 80 Pf.
- Porzellan- und Glasmalerei.** Von Robert Uffe. Mit 77 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Projektionslehre.** Mit einem Anhang, enthaltend die Elemente der Perspektive. Von Julius Hoch. Mit 100 Abbildungen. 1891. 2 Mark.
- Psychologie.** Von Fr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1896. 3 Mark.
- Pyrotechnik** s. Luftfeuerwerkerei.
- Raumberechnung.** Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art von Dr. G. Pietzsch. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen. 1888. 1 Mark 80 Pf.
- Rebenkultur** s. Weinbau.
- Rechenkunst** s. Arithmetik.
- Rechtsschreibung, neue deutsche.** Von Dr. G. A. Saalfeld. 1895. 3 Mark 50 Pf.
- Redekunst.** Anleitung zum mündlichen Vortrage von Roderich Benedict. Fünfte Auflage. 1896. 1 Mark 50 Pf.
- Registrator- und Archivkunde.** Handbuch für das Registrator- und Archivwesen bei den Reichs-, Staats-, Hof-, Kirchen-, Schul- und Gemeindebehörden, den Rechtsanwältinnen etc., sowie bei den Staatsarchiven von Georg Solzinger. Mit Beiträgen von Dr. Friedr. Leist. 1888. 3 Mark.
- Reich, das deutsche.** Ein Unterrichtsbuch in den Grundfakten des deutschen Staatsrechts, der Verfassung und Gesetzgebung des Deutschen Reiches von Dr. Wilh. Zeller. Zweite vielfach umgearbeitete und erweiterte Auflage. 1880. 3 Mark.
- Reinigung** s. Wäscherei.
- Ritter- und Verdienstorden** aller Kulturstaaten der Welt innerhalb des 19. Jahrhunderts. Auf Grund amtlicher und anderer zuverlässiger Quellen zusammengestellt von Maximilian Grigner. Mit 760 Abbildungen. 1893. 9 Mark, in Pergament-Einband 12 Mark.
- Rosenzucht.** Vollständige Anleitung über Zucht, Behandlung und Verwendung der Rosen im Lande und in Töpfen von Hermann Jäger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von P. Lambert. Mit 70 Abbildungen. 1898. 2 Mark 50 Pf.

- Schachspielkunst.** Von R. J. S. Portius. Erste Auflage. 1895. 2 Mark.
Schlitten- und Schlittschuhsport s. Wintersport.
Schneeschuhsport s. Wintersport.
Schreibunterricht. Dritte Auflage, neu bearbeitet von Georg Funk. Mit 82 Figuren. 1893. 1 Mark 50 Pf.
Schwimmkunst. Von Martin Schwägerl. Zweite Auflage. Mit 111 Abbildungen. 1897. 2 Mark.
Sittenlehre. Von Lic. Dr. Friedrich Kirchner. 1881. 2 Mark 50 Pf.
Sozialismus, moderner. Von Max Haushofer. 1896. 3 Mark.
Sphragistik s. Urkundenlehre.
Spinnerei, Weberei und Appretur. Lehre von der mechanischen Verarbeitung der Gespinnstfasern. Dritte, bedeutend vermehrte Auflage, bearbeitet von Dr. A. Ganzwindt. Mit 196 Abbildungen. 1890. 4 Mark.
Sprachlehre, deutsche. Von Dr. Konrad Michelsen. Dritte Auflage, herausgegeben von Eduard Michelsen. 1878. 2 Mark 50 Pf.
Staatsrecht s. Reich, das Deutsche.
Stenographie. Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende der Stenographie im allgemeinen und des Systems von Gabelsberger im besonderen von Prof. S. Krieg. Zweite, vermehrte Auflage. 1888. 2 Mark 50 Pf.
Stilarten s. Baustile.
Stilkunst. Eine Anweisung zur Ausarbeitung schriftlicher Aufsätze von Dr. Konrad Michelsen. Zweite, durchgesehene Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. 1889. 2 Mark.
Tanzkunst. Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende nebst einem Anhang über Choreographie von Bernhard Klemm. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 82 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
Technologie, mechanische. Von A. v. Thering. Mit 163 Abbildungen. 1888. 4 Mark.
Teichwirtschaft s. Fischzucht.
Telegraphie, elektrische. Von Prof. Dr. R. Ed. Fetsche. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 315 Abbildungen. 1883. 4 Mark.
Tierzucht, landwirtschaftliche. Von Dr. Eugen Werner. Mit 20 Abbildungen. 1880. 2 Mark 50 Pf.
Ton, der gute, s. Anstandslehre.
Trichinenschau. Von F. W. Kliffert. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 52 Abbildungen. 1895. 1 Mark 80 Pf.
Trigonometrie. Von Franz Bendt. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 42 Figuren. 1894. 1 Mark 80 Pf.
Turnkunst. Von Dr. M. Kloss. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 100 Abbildungen. 1887. 3 Mark.
Uhrmacherkunst. Von F. W. Kliffert. Dritte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 229 Abbildungen und 7 Tabellen. 1885. 4 Mark.
Uniformkunde. Von Richard Knötel. Mit über 1000 Einzelfiguren auf 100 Tafeln, gezeichnet vom Verfasser. 1896. 6 Mark.
Urkundenlehre. — Katechismus der Diplomatik, Paläographie, Chronologie und Sphragistik von Dr. Fr. Leist. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 6 Tafeln Abbildungen. 1893. 4 Mark.
Ventilation s. Heizung.
Verfassung des Deutschen Reiches s. Reich, das Deutsche.
Versicherungswesen. Von Oskar Lemcke. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1888. 2 Mark 40 Pf.
Verskunst, deutsche. Von Dr. Roberich Benedtz. Dritte, durchgesehene und verbesserte Auflage. 1894. 1 Mark 50 Pf.
Versteinerungskunde (Petrefaktenkunde, Paläontologie). Von Hippolyt Haas. Mit 178 Abbildungen. 1887. 3 Mark.

- Villen und kleine Familienhäuser.** Von Georg Meier. Mit 112 Abbildungen von Wohngebäuden nebst dazugehörigen Grundrissen und 28 in den Text gedruckten Figuren. Werte, vermehrte Auflage. 1896. 5 Mark.
- Völkerkunde.** Von Dr. Heinrich Schurz. Mit 67 Abbildungen. 1893. 4 Mark.
- Völkerrecht.** Mit Rücksicht auf die Zeit- und Streitfragen des internationalen Rechts. Von A. Bischof. 1877. 1 Mark 50 Pf.
- Volkswirtschaftslehre.** Von Hugo Schöber. Fünfte, durchgesehene und vermehrte Auflage von Dr. Ed. D. Schulze. 1896. 4 Mark.
- Vortrag, mündlicher, s. Redekunst.**
- Wappenkunde s. Heraldik.**
- Warenkunde.** Von E. Schmid. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, neu bearbeitet von Dr. G. Heppel. 1886. 3 Mark.
- Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Von Dr. Herm. Grothe. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 41 Abbildungen. 1884. 2 Mark.
- Weberei s. Spinnerei.**
- Wechselrecht, allgemeines deutsches.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abweichungen und Zusätze der Oesterreichischen und Ungarischen Wechselordnung und des Eidgenössischen Wechsel- und Chek-Gesetzes. Von Karl Arenz. Dritte, ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage. 1884. 2 Mark.
- Weinbau, Rebenkultur und Weinbereitung.** Von Fr. Jak. Dochnahl. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einem Anhang: Die Kellerwirtschaft. Von A. v. Babo. Mit 55 Abbildungen. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Weltgeschichte, allgemeine.** Von Dr. Theodor Flathe. Zweite Auflage. Mit 5 Stammtafeln und einer tabellarischen Übersicht. 1884. 3 Mark.
- Wintersport.** Von Max Schneider. Mit 140 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Zugdruck s. Färberei.**
- Ziergärtnerei.** Belehrung über Anlage, Ausschmückung und Unterhaltung der Gärten, so wie über Blumenzucht von Herm. Jäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 76 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.
- Zimmergärtnerei.** Nebst einem Anhang über Anlegung und Ausschmückung kleiner Gärten an den Wohngebäuden. Von M. Lebl. Mit 56 Abbildungen. 1890. 2 Mark.
- Zoologie.** Von Dr. C. G. Siebel. Mit 124 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.

Verzeichnisse mit ausführlicher Inhaltsangabe jedes einzelnen Bandes
stehen auf Wunsch kostenfrei zur Verfügung.

Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber in Leipzig

Reudnitzerstraße 1—7.

(Februar 1897.)

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Abhandlungen
den Zeit
3 Mart.

1890.
4 Mart.

ationalen
10 Pf.

ene und
4 Mart.

Kuffage,
3 Mart.

zweite,
Mart.

ng der
Beschiel-

Karl
Mart.

nahl.
Die

10 Pf.

lage.
Mart.

Mart.

istung
, ver-

50 Pf.

ildung
ungen.

Mart.

50 Pf.

Bandes

zig



Standort: W 05
Signatur: ZZV 35451(4)
Akz.-Nr.: 82/3169
Id.-Nr.: W4119788



Standort: W 05
Signatur: ZZV 35451(4)
Akz.-Nr.: 82/3169
Id.-Nr.: W4119788



für Familien und Lesezirkel, Bibliotheken,
Hotels, Cafés und Restaurationen.

Einladung zum Abonnement auf die

Illustrirte Zeitung

Wöchentliche Nachrichten

über alle

Zustände, Ereignisse und Persönlichkeiten der Gegenwart,

über

Tagesgeschichte, öffentliches und gesellschaftliches Leben, Wissenschaft und Kunst, Musik, Theater und Mode.

Jeden Sonnabend eine Nummer von mindestens 24 Holzschnitten.

Mit jährlich über 1500 Original-Abbildungen.
Probe-Nummern gratis und franco.

Abonnements-Preis vierteljährlich 7 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Leipzig,

Expedition der Illustrirten Zeitung
J. J. Weber.



W