II. Theil:

Das geometrische Zeichnen

in der VII. und VIII., resp. II. und III. Classe der Bürgerschule.

Bearbeitet von **A. Tschiedel.**

Lehrziel.

VII. Classe:

Constructionsaufgaben im Anschlusse an den geometrischen Unterricht. Einiges über Situationspläne. Nach Thunlichkeit Feldmessübungen mit Ketten und Stäben.

VIII. Classe.

Zeichnen einfacher Objecte des Bau- und Maschinenfaches mit den zum Verständnisse der Darstellung nothwendigen Erläuterungen.

Praktische Winke über den Unterricht im geometrischen Zeichnen.

Zum geometrischen Zeichnen braucht jeder Schüler ein Reißzeug, ein Reißbrett, eine Reißschiene, Zeichnungspapier, ein 45 oder 60 gradiges Dreieck, einen härteren Bleistift (Hardtmuth Nr. 3), ein Stück Gummi elasticum, einen guten Tusch, ein Federmesser, Reißnägel und eine Feder. Weiter noch Pinsel, Farben und die dazu gehörigen Farbenschalen.

In dem Reißzeuge müssen enthalten sein: mindestens ein Zirkel, ein Bleiknie und zwei Reißfedern.

Zur Ausführung von gleich großen Zeichnungen, was sehr zu empfehlen ist, muss entweder auf dem Dreiecke oder auf der Reißschiene ein Maßstab angebracht sein.

Es ist angezeigt, gleich bei Beginn des Unterrichtes in diesem Gegenstande, also in den ersten Stunden, die Schüler mit den Zeichnungsrequisiten und deren Gebrauch bekannt zu machen.

Vor allem muss darauf gesehen werden, dass die Schüler mit sauberen Händen in die Schule kommen und dieselben auch während

des ganzen Unterrichtes sauber halten. Ebenso sollen die Kleidungsstücke rein sein und darf der Zeichnungstisch nicht beschmutzt werden. Nur auf diese Weise kann man auch reine Zeichnungen erhalten.

Der Bleistift soll fein gespitzt sein; — zum Ausziehen von Linien keilförmig, und zum Beschreiben kegelförmig. Hat der Schüler den Stift schon zuhause gespitzt, wird viel Zeit erspart.

Das Reißzeug muss sorgfältig gehalten werden. Die Schüler mögen darauf sehen, dass der Zirkel nicht herabfällt, weil dadurch die Spitzen verbogen werden oder abbrechen.

Die Spitzen der Zirkelfüße müssen scharf, gleich lang sein und geschlossen eine Spitze bilden. Der Zirkel muss mit der rechten Hand am Kopfe geführt werden. Die linke Hand fesselt den Fuß, in dem kein Bleiknie oder keine Feder ist. Dadurch verhütet man das Ausspringen des Zirkels. Die Reißfedern mögen nach jedem Gebrauche mit einem kleinen Lederlappen gereinigt werden. Gefüllt werden dieselben durch einen mit Tusch oder Farbe benetzten Papierstreifen. Der Tusch muss die richtige Dicke und Schwärze haben. Dicker Tusch gibt unterbrochene, dünner graue Linien.

Damit ein solcher Fehler verhütet werde, lasse man die Schüler auf dem Probierpapiere einen Strich machen und auswischen. Ist der Fleck dunkel, so ist der Tusch schwarz.

Das Reißbrett muss stets sauber sein. Am besten lässt es sich mit einem feuchten Badeschwamm reinigen. Die Oberfläche muss glatt sein. Das Beschneiden von Papier oder Heften auf dem Reißbrette ist zu untersagen.

Das Reißbrett soll aus trockenem Holze verfertigt sein, da es sich sonst leicht wirft.

Man verwende nur gutes Papier, d. i. solches, das glatt und gut geleimt ist. Gummi elasticum darf seine Oberfläche nicht rauh machen. Lineale und Dreiecke müssen gerade Linien geben. Das Beschneiden des Papieres mit Benützung derselben soll äußerst vorsichtig geschehen. Der Gummi elasticum soll weich und nicht schmutzig sein. Man wird gut thun, ihn vor der Verwendung auf besonderem Papiere zu probieren.

Die Reißnägel mögen mit dem Messer eingedrückt werden, weil man sich leicht die Finger beschädigen kann. Einklopfen macht Lärm.

Bei der Besprechung über das Aufspannen mit Reißnägeln muss mitgetheilt werden, dass die längere Seite des aufgespannten Papieres mit der Kante der angelegten Reißschiene zusammenfällt.

Will man mit Gummi arabicum aufspannen, so breche man die vier Seiten des Papieres auf einen *cm* breit ein, befeuchte auf der rückwärtigen Seite mit einem reinen, nassen Schwamm das Papier und lasse dann langsam das Wasser ablaufen. Sodann lege man das Papier, wie es früher gesagt wurde, auf das Brett und spanne es nach allen Seiten.

Die eingebrochenen Ränder werden sodann mit Gummi arabicum bestrichen und an das Brett angedrückt. Zur besseren Befestigung streicht man sie noch mit dem Fingernagel. Trocknen darf das Papier nur an einem mäßig warmen Orte.

Für den Lehrer sei noch bemerkt, dass er, wenn Zeichnungen angelegt werden sollen, zuerst selbst den Farbenton mischt, mehrere Probierpapiere damit anlegt und diese unter die Schüler vertheilt. Ebenso kann es beim Ausziehen von Linien geschehen.

Um der Zeichnung ein schöneres Ansehen zu geben, rahmt man sie mit einem Rechtecke von vielleicht 4 *cm* Abstande vom Rande ein. Die Schüler mögen alle wo möglich gleich großes Papier verwenden und gleich große Zeichnungen nach Maßangabe machen. Die Zeichnungen müssen auf die Zeichenfläche symmetrisch vertheilt werden, deswegen theilt man dieselbe in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile.

Die ersten Stunden müssen ausschließlich dem Ausziehen voller, starker und schwacher, gestrichelter, punktierter oder gestrichelt-punktierter Linien verwendet werden. Darauf folgt die Theilung der Geraden. Die vier Rechnungsoperationen mit Geraden, die Errichtung von Senkrechten, die Construction paralleler Geraden, die Übertragung von Winkeln, die Theilung derselben. Die vier Rechnungsoperationen mit Winkeln. Die Construction von Winkeln von bestimmter Größe. Der Transporteur. (Es wird aber zu rathen sein, die Eintheilung bloß bis auf fünf Grad zu machen.)

Sollte das Zeichnen rascher vorschreiten, als der Unterricht in der Geometrie, was leicht eintreten kann, so wird der Lehrer gezwungen sein, diese Zwischenzeit mit der Behandlung anderer lehrreicher Stoffe auszufüllen. Zu diesem Behufe nehme er die Construction des Quadrates vor und führe in demselben einfache Band-

verschlingungen aus. Auch geradlinige Gitter sind angezeigt. (Der weitere Lehrstoff im geometrischen Zeichnen ist bereits früher angegeben worden.)

Am Beginne des Schuljahres ist in der VII. Classe der Lehrstoff der VI. Classe nach Bedarf zu wiederholen und zu erweitern durch Constructionen, die auf den Congruenz- oder Ähnlichkeitssätzen, auf der Flächenverwandlung und Berechnung beruhen. Die Ähnlichkeitssätze selbst sind auf constructivem Wege zu zeichnen. Die auf den Ähnlichkeitssätzen beruhende Theilung der Geraden, die Anfertigung von Transversalmaßstäben, die Methoden zur Vergrößerung oder Verkleinerung von Geraden mit dem Proportionswinkel, die Flächenverwandlungen sind aus den beigegebenen Zeichnungen und Aufgaben zu ersehen. Zur besseren Handhabung des Zirkels sind auch Kreisconstructionen beigefügt. Die Schüler mögen zur Ausführung kleiner Situationspläne die zugehörigen einleitenden Zeichnungen arbeiten. Der Lehrer wird diese Figuren auf der Tafel groß vorzeichnen und angeben, in welchem Maße sie auf dem Papiere auszuführen sind. Zum Entwurfe einfacher Situationspläne sind mehrere Methoden angeführt. Weiter ist mit den Schülern das Messen von Geraden auf dem Felde mit Hilfe von Kette und Stab und die Aufnahme von Flächen in der Natur zu üben.

Als Übergang zum Zeichnen einfacher Objecte des Bau- und Maschinenfaches, (was Aufgabe der VIII. Classe ist,) empfiehlt es sich, am Schlusse des siebten und am Anfange des achten Jahres das Wichtigste aus der Projectionslehre zu nehmen. Es wird dies zwar nicht direct im Lehrplane gefordert, kann aber aus demselben herausgelesen werden; denn wie wäre es möglich, den Grund und Aufriss eines Objectes anfertigen zu können, ohne Kenntnis der Art und Weise, wie Punkte, Linien und Körper auf der horizontalen und vertikalen Projectionsebene projiciert werden. Auch das Wichtigste aus der Schattenlehre ist zu behandeln. Von technischen Objecten können in der VIII. Classe behandelt werden: Mauerwerke, Holzverbindungen, als Anwendung Blockwände, Fußböden, Thüren und Fenster-, Dach- und Gewölbeformen, Fenster und Thüren im Aufrisse, im horizontalen und vertikalen Durchschnitte, die Schraube, Häng- und Sprengwerke, Schließen, ein einfacher Dachstuhl im Aufrisse, monumentale Fenster, Monumente u. s. w.

Zur Geschichte des geometrischen Zeichnens.

Das geometrische Zeichnen ist so alt, als die Geometrie.

In früherer Zeit stand dasselbe als constructiver Theil der Geometrie dieser zur Seite, während es heute die Grundlage alles technischen Zeichnens geworden ist.

Archimedes, welcher sich unter anderm damit beschäftigte, beim Kreise das Verhältnis des Umfanges zum Durchmesser festzustellen, die Schnecken- und Spirallinien seiner wissenschaftlichen Betrachtung zu unterziehen, konnte diese seine verwickelten Probleme ganz gewiss nur mit Hilfe des Zirkels lösen.*)

Es ist ferner undenkbar, dass die Kegelschnittslinien einer wissenschaftlichen Untersuchung hätten unterzogen werden können, wenn sie nicht vorher auf constructivem Wege genau dargestellt worden wären. Gewiss haben die Ägypter den Zirkel schon gekannt und wahrscheinlich ist derselbe von den Römern und Griechen in seiner ursprünglich primitiven Form verbessert worden. Das Reißzeug tritt erst in der Bauhütte der gothischen Monumentalbauten, der Dome auf. Die reine vollendete Bogenornamentik, die in diesen Bauwerken uns entgegen tritt, bedurfte wegen ihrer complicierten Zirkelgesetze oder Constructionsmethoden genauerer Zeichnungsapparate. (Der romanische Stil, der mit Beginn des 12. Jahrhunderts abschließt, hat nur den Rundbogen zur Grundlage.)

Die Griechen lösten wohl die Aufgaben an und im Kreise, die Constructionen der weiteren Kegelschnittslinien, die Verwandlungen von Figuren in solche von gleich großem Inhalte; leider aber wandten sie ihre geometrischen Kenntnisse in der Baukunst wenig an.

Bei ihnen findet man kein Kreis- und kein elliptisches Gewölbe.

---

*) In seinem Forscherdrange rief er bekannterweise jenem eindringenden plünderungssüchtigen Soldaten des Marcellus kaltblütig die Worte zu: „Noli turbare circulos meos!“ („Verdirb mir meine Kreise nicht!“). Der rohe römische Soldat tödtete den Greis.

Sein berühmter Zeitgenosse Apollonius, welcher sich eingehend mit der Theorie der Kegelschnittslinien beschäftigte, löste viele verwickelte Aufgaben, die nach ihm den Namen apollonische Aufgaben führen.

Die hervorragendsten sind: An drei Kreise oder drei nicht parallele Gerade einen tangierenden Kreis zu legen. Einfache Aufgaben dieser Art sind in dem Lehrstoffe der VII. Classe Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39, Fig. 40, Fig. 41, Fig. 42 angeführt.

Erst den Römern war es vorbehalten, den Nachkommen zu lehren, Räume auch bogenförmig zu überbrücken.

Die darstellende Geometrie, die praktische Geometrie oder Feldmesskunst, die Mechanik — lauter Wissenschaften, die ihre Vervollkommnung der neueren Zeit verdanken — können das Reißzeug nicht entbehren.

Alle Schulen, die eine praktische Richtung vertreten, sollten daher dem Zirkelzeichnen große Aufmerksamkeit zuwenden.

Besonders sollte auf Kenntnis der Projectionslehre hingearbeitet werden, da auf ihr das Verständnis eines Grund- und Aufrisses beruht, ohne die man technische Objecte im Bau- und Maschinenfache nicht verständlich darstellen kann.

Die Erfindung des Zirkels, so nahe sie gelegen sein mag, ist eine große, welthistorische That von eminent cultureller Bedeutung. Dem Zirkel verdanken wir unsere großen monumentalen Gebäude, unsere Eisenbahnen und Tunnel, unsere Kunststraßen über die Gebirge, unsere Maschinen, kurz einen großen Theil unserer modernen Cultur, und mit Recht gibt man der Statue eines Technikers den Zirkel in die steinerne oder erzene Hand.

Der Lehrstoff.

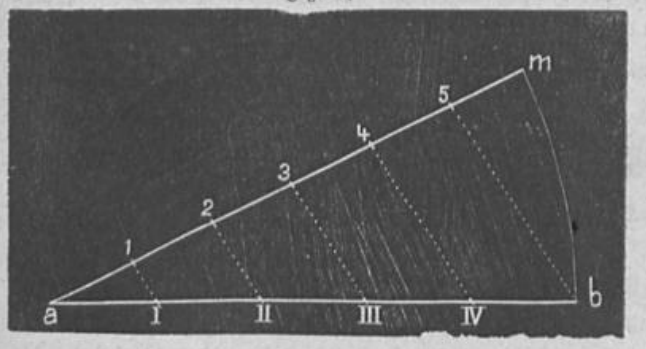
Die Theilung der Geraden auf Grundlage der Ähnlichkeit der Dreiecke.

Aufgabe: Es ist eine Gerade ab in fünf gleiche Theile zu theilen.

1. Lösung.

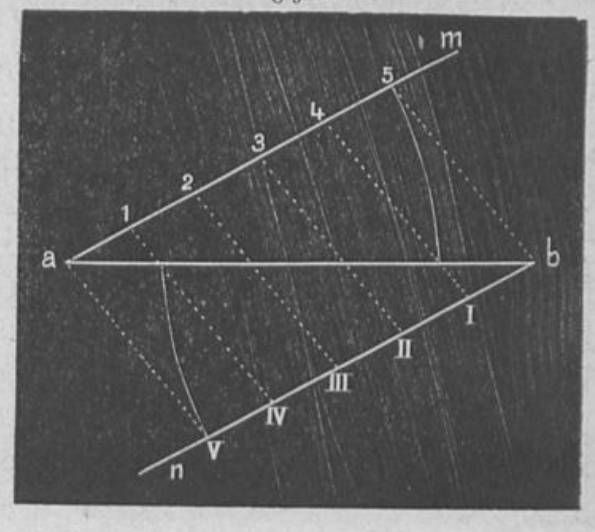
Fig. 1. Vom Punkte a die Schiefe am gezogen, darauf die gleichen Stücke a 1, 12, 23, 34, 45 aufgetragen. Hierauf den Punkt 5 mit Punkt b durch die Gerade 5b verbunden. Zu dieser Geraden die Parallelen 4 IV, 3 III, 2 II, 1 I gezogen, so bezeichnen die Punkte I II III IV die Theilungspunkte. Jeder dieser Theile ist $^1/_5$ ab. Warum?

Fig. 1.



Es dürfte sich empfehlen, auch die Theilung in sieben oder neun Theile durchzuführen.

Fig. 2.



2. Lösung.

Fig. 2. Man zieht von den Endpunkten a und b die Parallelen. am und bn und trägt abermals die fünf gleichen Theile von a und b aus auf. Verbindet Punkt 5 mit Punkt b; ebenso 4 mit I, 3 mit II u. s. w., die Linien 5 b und a V können auch wegfallen.

Aufgabe.

Fig. 3. Es sollen mehrere Gerade z. B. a b, c d, e f in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile z. B. sieben Theile getheilt werden.

Fig. 3.

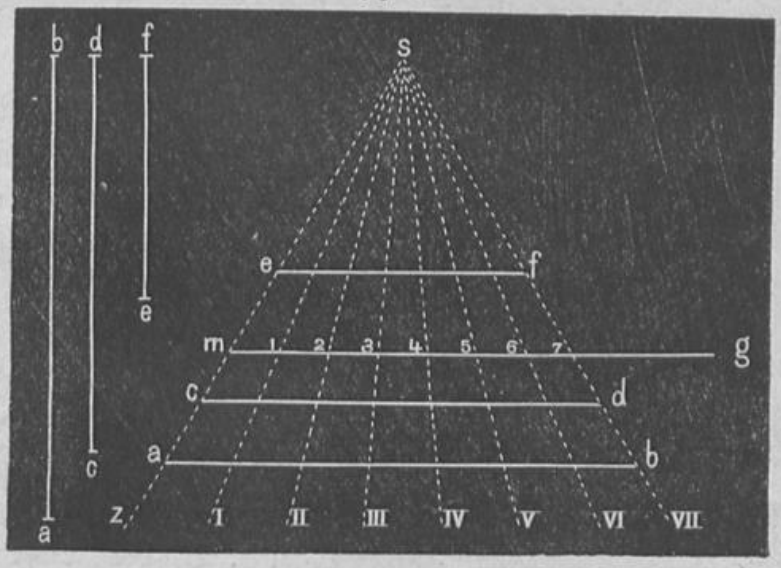


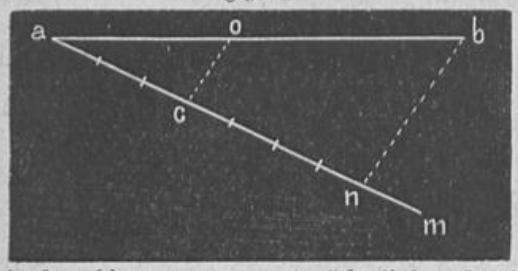
Fig. 3. Man zeichnet sich eine Gerade gm, trägt darauf sieben gleiche Theile auf, zeichnet sich das gleichseitige Dreieck m s 7 und zieht von s aus die Strahlen sz, sI, sII, sIII u. s. w. bis sVII. Hierauf trägt man die Gerade ab von s aus auf sz und sVII bis a und b auf, verbindet diese Punkte, so erhält man die in sieben gleiche Theile getheilte Gerade ab. Ebenso geschieht es mit dc und ef.

Aufgabe. Es ist eine Gerade ab nach einem bestimmten Verhältnisse z. B. wie 3 : 4 zu theilen.

1. Lösung.

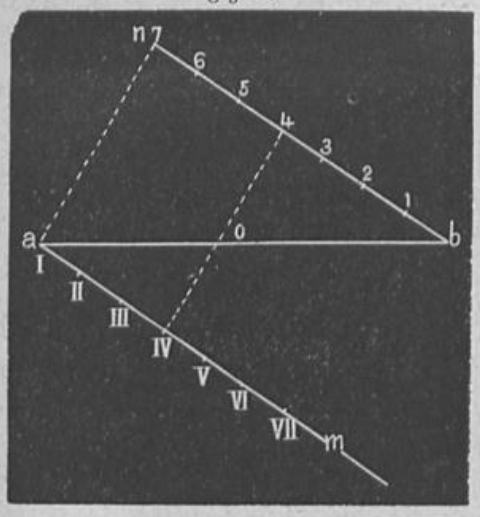
Fig. 4. Man ziehe von einem Endpunkte z. B. a wie in Fig. 1 eine Schiefe am, trage auf ihr 3 + 4 = 7 Theile auf, verbinde den letzten Theilungspunkt n mit dem Endpunkte b und ziehe aus dem dritten Theilungspunkte c zu bn die Parallele co, so verhält sich ao : ob = 3 : 4. Weshalb?

Fig. 4.



Es muss bemerkt werden, dass hier ganz gut ähnliche Aufgaben, wo die Theilungs- oder Verhältniszahlen ganze Zahlen sind angeschlossen werden können.

Fig. 5.



2. Lösung.

Fig. 5. Man wird sich wie in Fig. 2 an den Enden der Geraden ab die schiefen parallelen Linien am und bn zeichnen, sieben gleiche Theile von a und b aus auftragen und die Punkte III und IV verbinden, so besteht die Proportion: ao : ob = 3 : 4.

Aufgabe. Fig. 6. Es ist eine Linie in mehr als zwei Theile, die in gegebenen Verhältnissen zu einander stehen zu theilen. Es sei z. B. die Linie ab in Fig. 6 nach dem Verhältnisse 2 : 3 : 4 zu theilen. Es wird die Lösung nach Fig. 1 gewählt.

Fig. 6.

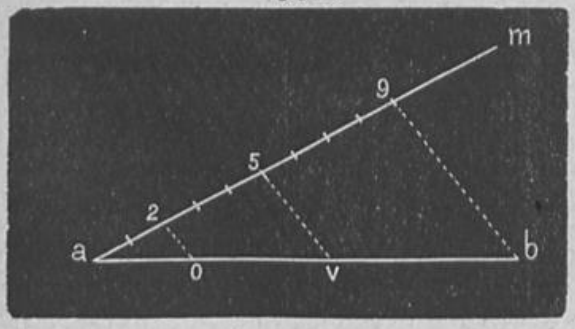


Fig. 6. Ich trage auf der Schiefen 2 + 3 + 4 = 9 Theile auf und benütze die Punkte 2 und 5.

ao : ov : vb = 2 : 3 : 4.

Wollte man Brüche oder gemischte Zahlen als Verhältniszahlen verwenden, so müssten diese in ganze Zahlen umgeformt werden. z. B.

Verhältnis	$\frac{1}{2} : 2$	Theilung	$1 : 4$
" "	$3 : \frac{2}{3}$	"	$9 : 2$
" "	$1\frac{1}{3} : 2$	"	$4 : 6$
" "	$3 : 2\frac{1}{2}$	"	$6 : 5$

Maßstäbe.

Aufgabe. Fig. 7. Es ist ein Maßstab zu zeichnen, auf dem *cm* und *mm* abgenommen werden können.

Aufgabe. Fig. 8. Eine Wiesenfläche hat die Form eines Rechteckes von 80 *m* Länge und 60 *m* Breite. Die Zeichnung derselben kann oder darf nur 8 *cm* lang sein. Es ist die Breite im verjüngten Maße darzustellen. 80 *m* in der Natur = 8 *cm* in der Zeichnung

80 *m* = 8000 *cm*

800 : 8 = 1000

1 *cm* am Papier = 1000 *cm* in der Natur.

Verjüngung 1 : 1000.

1 *cm* = 10 *m*, somit die Breite 6 *cm*.

Fig. 8.

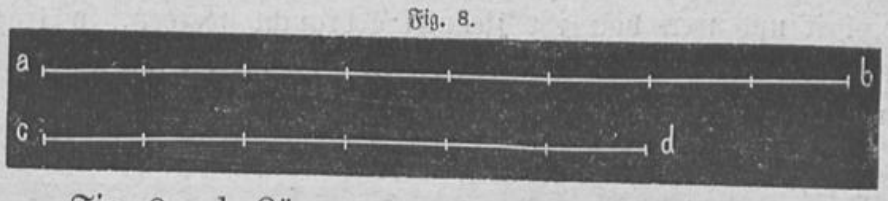


Fig. 8. a b Länge.
c d Breite.

Das Rechteck ist zu zeichnen.

Aufgabe. Fig. 9. Eine Fläche in der Natur hat die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes. Die Basis = 45 *m*, die Höhe 35 *m*.

Die Basis der Zeichnung mit 9 *cm* angenommen.

45 *m* in der Natur = 9 *cm* am Papier.

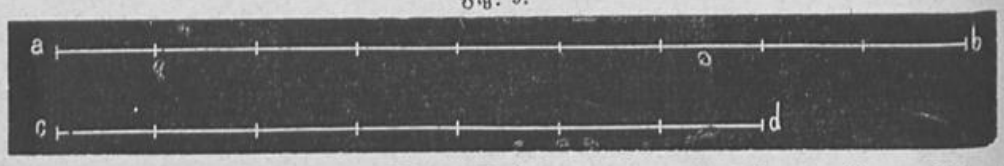
5 *m* " " " 1 *cm*

Verjüngung 1 : 500.

Somit beträgt die Höhe 7 *cm*.

Fig. 9. a b Basis. c d Höhe.
Es ist die Zeichnung dazu zu geben.

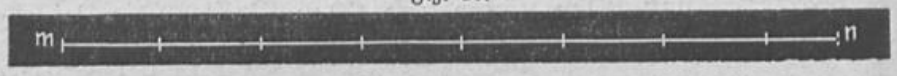
Fig. 9.



Aufgabe. Fig. 10. Eine Linie von 154 *m* Länge ist verjüngt zu zeichnen.

1 *cm* auf dem Papier gleich 20 *m* in der Natur.
120 *m* i. d. N = 6 *cm* a. P.
14 *m* „ „ „ = 7 *mm*

Fig. 10.



Somit ist die Linie 7·7 *cm* lang. Am Maßstabe abgemessen m n ist die verjüngte Gerade.

2. Lösung. Fig. 11. Da das Abmessen auf dem Fig. 7 gezeichneten Maßstabe nicht mit der nöthigen Genauigkeit vorgenommen werden kann, so verfertigt man sich zur Darstellung von Zeichnungen im verjüngten Maße ganz besondere Maßstäbe.

Der *cm* war in den angeführten Aufgaben die verjüngte Maßeinheit und weil von ihr Zehntel gebraucht werden, so trägt man auf der in 0 errichteten Senkrechten zehn gleiche Theile auf. Alles andere zeigt die Zeichnung.

Fig. 11.

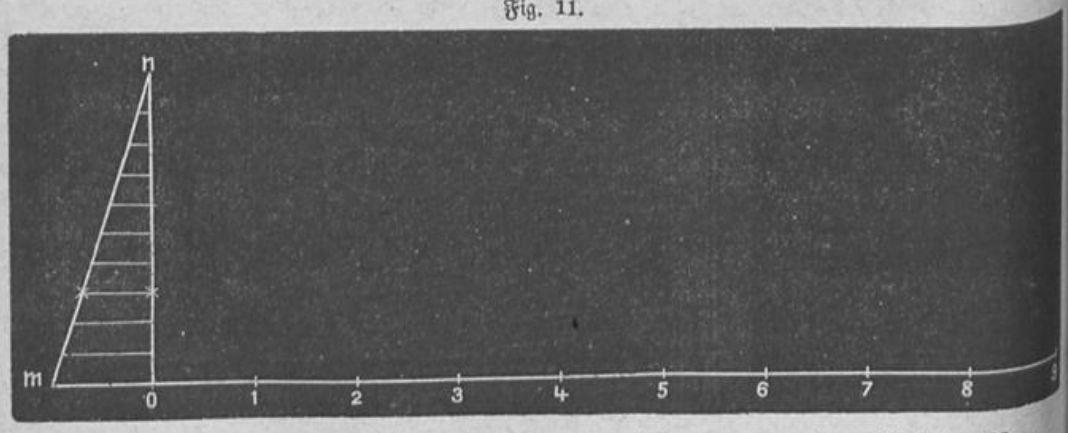


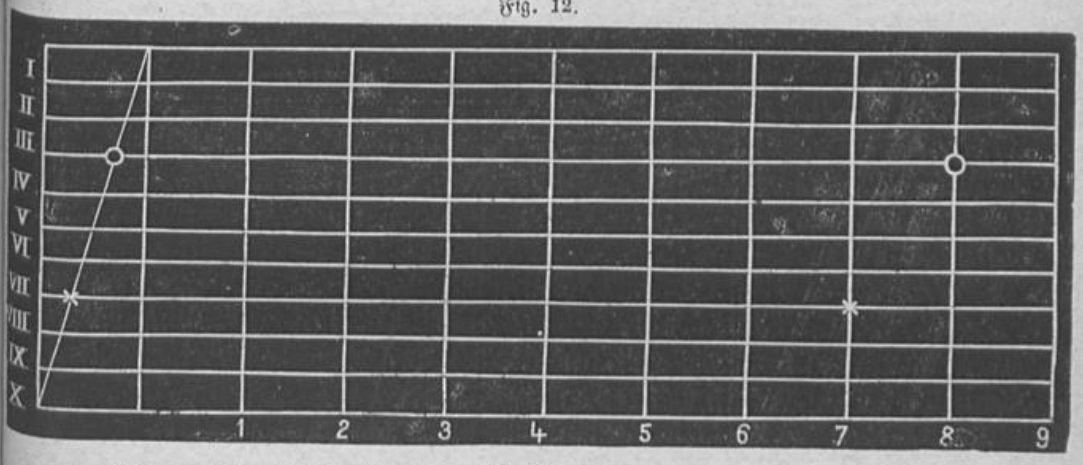
Fig. 11. Die mit Sternchen bezeichnete Gerade ist die Verjüngung von 14 *m*.

Die Gerade m n heißt eine Transversale, und Maßstäbe, an denen das Ablesen an so einer Hypothenuse geschieht, heißen Transversal-Maßstäbe.

Fig. 12 zeigt den vervollkommneten Transversalmaßstab für Zehntel der Einheit, für Aufgaben wie in Fig. 10.

Fig. 12. Um die in Rede stehende Linie von 7 *cm* + 7 *mm* abzustechen, muss ich auf der Lothrechten 7 so weit hinauf gehen bis sie die Horizontale VII schneidet. Die mit Ringen bezeichnete Strecke würde 8 *cm* + 3 *mm* lang sein.

Fig. 12.



Wäre die Aufgabe so gestellt, dass 1 *dm* auf dem Papier = 100 *m* in der Natur seien oder das Verhältnis 1 : 1000 besteht, und ich will in der Natur noch *dm* abmessen, so muss der *dm* am verjüngten Maßstabe in 1000 Theile getheilt erscheinen.

Die Zeichnung in Fig. 13 ist der Deutlichkeit wegen im doppelten Maßstabe gezeichnet.

Fig. 13.

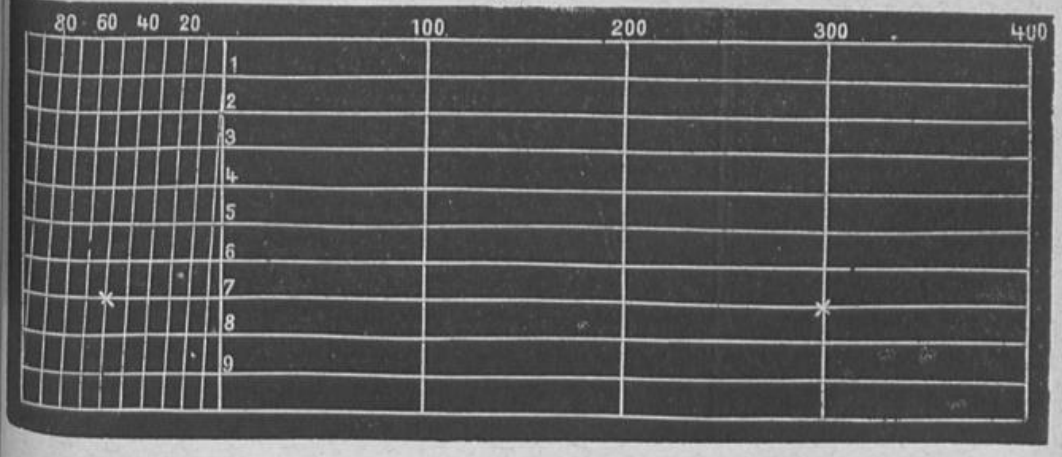


Fig. 13. Der Decimeter erscheint von rechts nach links in zehn gleiche Theile getheilt.

Bei dem Punkte 1 erscheint $^1/_{1000}\ dm = 1\,dm$ i. d. N.

" " " 2 " $^2/_{1000}\ dm = 2\,dm$ i. d. N u. s. w.

Am oberen Rande erscheint die Eintheilung nach 10 und 100 verjüngten Einheiten.

Die mit Kreuzchen bezeichnete Linie enthält 357 verjüngte Einheiten, stellt somit $357\,dm = 35\,m + 7\,dm$ in der Natur vor.

Methoden zur Vergrößerung und Verkleinerung von Geraden.

1. Methode.

Mit dem Proportional- und Reductionswinkel.

In Fig. 14 wurden die Linien a b und a c wie 3:4 vergrößert, in Fig. 15 wie 4:3 verkleinert.

Fig. 14. Mit 3 Theilen den Bogen v w gezeichnet und mit vier Theilen von v in w durchschnitten. Auf die Gerade a m die Geraden a b und a c von a bis m und b und n und c aufgetragen, so erhält man die gewünschten Geraden m b und n c durch Verbindung der Punkte m und b sowie n und c.

Fig. 14.

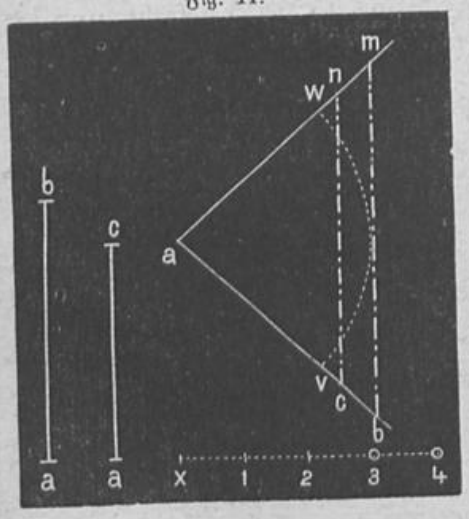


Fig. 15.

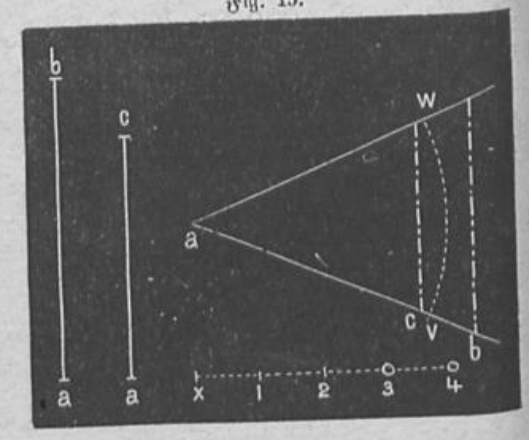
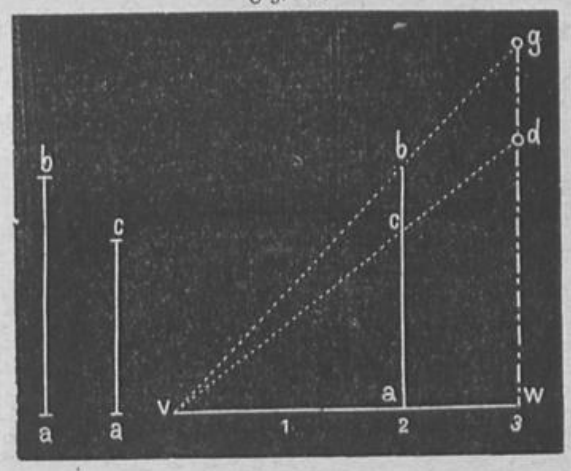


Fig. 15. Die Zeichnung ist ähnlich wie in Fig. 14, nur wird Bogen v w mit vier Theilen beschrieben und mit drei Theilen durchschnitten.

Fig. 16.



2. Methode.

Fig. 16. Die Vergrößerung sei 2:3. Von v bis w drei gleiche Theile aufgetragen. Auf die Senkrechte in 2 a b und a c aufgetragen gibt durch gehörige Verbindung und Verlängerung auf der Senkrechten in w die gesuchten Linien w d und w g.

Fig. 17.

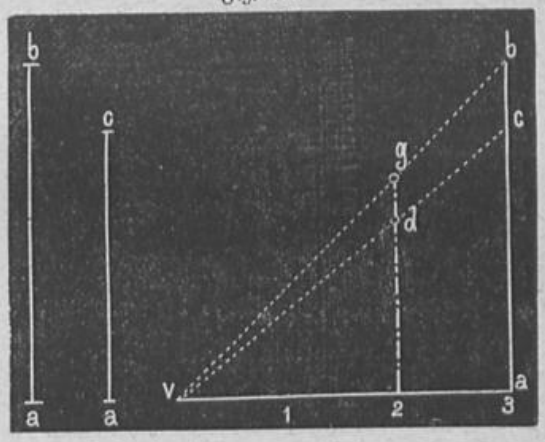


Fig. 17. Die Verkleinerung sei wie 3:2. In diesem Falle werden die gegebenen Geraden auf die Senkrechte in 3 aufgetragen und die Verkürzten erscheinen auf der Senkrechten in 2.

Es empfiehlt sich eine kleine einfache Zeichnung zu vergrößern.

Verwandlung der Figuren.

Aufgaben.

Fig. 18.

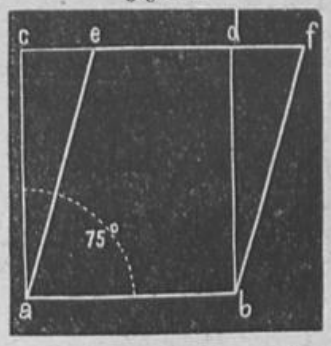


Fig. 18. Verwandelt das rechtwinkelige Parallelogramm a b c d in ein gleich großes vom ∢ von 75°.

Fig. 18. Die verwandelte Figur ist stark auszuziehen, anzulegen oder zu schraffieren. Die Aufgabe kann auch umgekehrt gestellt werden.

Fig. 19. Es ist ein Parallelogramm m n o p in ein gleich großes Dreieck von gleicher Grundlinie zu verwandeln.

Fig. 19

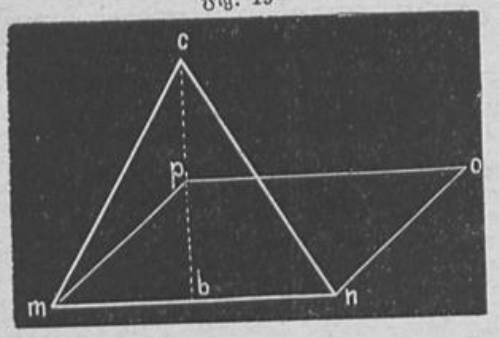


Fig. 19. c b = 2 b p.

Fig. 20. Dieselbe Aufgabe wie in Fig. 19, nur soll die Höhe gleich bleiben.

Fig. 20. Die Basis m s = = 2 m n.

Fig. 20.

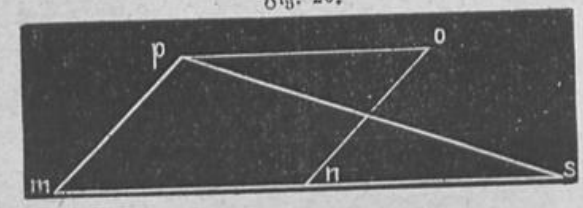


Fig. 21. Es ist ein Dreieck a b c in ein gleich großes Parallelogramm zu verwandeln. Die Höhen sind dieselben.

Fig. 21. Die Basis m b = = $^1/_2$ a b.

Fig. 21.

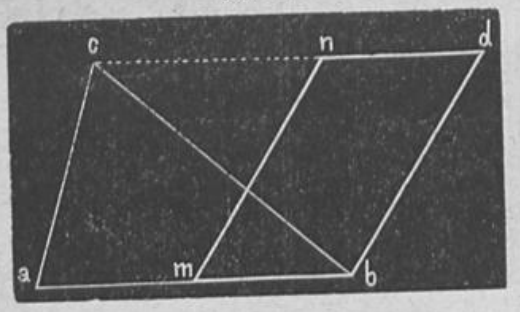


Fig. 22.

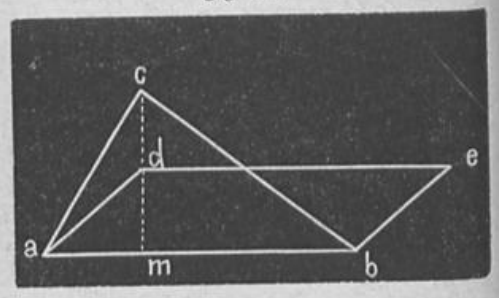


Fig. 23.

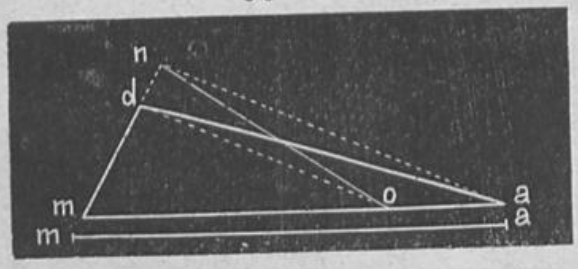


Fig. 22. Die Aufgabe wie in Fig. 21, aber die Grundlinien gleich.

Fig. 22. Höhe d m = = $^1/_2$ c m.

Fig. 23. Es ist das □ m o n in ein gleich großes von der Basis m a zu verwandeln.

Fig. 23. Man verbindet den Endpunkt a mit der Spitze n zieht aus dem Punkte o die Parallele o d, so ist △ m a d = △ m o n. Ähnlich löst man die Aufgabe, wenn m a kleiner als m o ist; und ebenso, wenn die Höhe des umgeformten Dreieckes gegeben ist.

Fig. 24. Es ist das Trapez a b c d in ein gleich großes Dreieck zu verwandeln.

Fig. 24. a b verlängert, zur Diagonale a c aus d die Parallele d f gezogen, erhält man den Punkt f.

Beim Trapezoide ist es dasselbe.

Fig. 25. Es ist das Trapez a b c d in ein gleich großes Parallelogramm zu verwandeln.

Fig. 25. b o = o c; m n || a d. Ähnlich konnte ich ein Rechteck bilden, wenn ich durch o und z Senkrechte gezogen hätte.

Fig. 24.

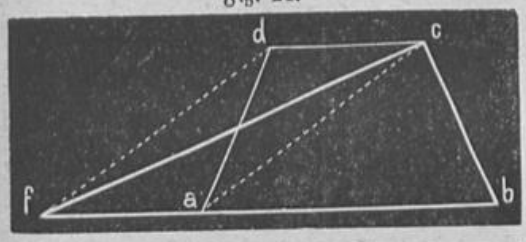


Fig. 25.

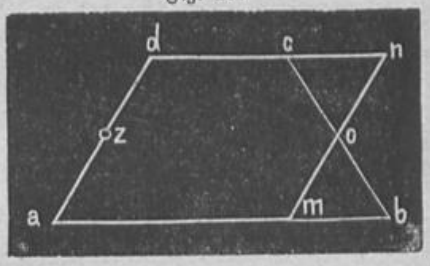


Fig. 26. Es ist ein Trapezoid m o n s in ein gleich großes Rechteck zu verwandeln.

Fig. 26. Die Höhen n u und d s in v und w halbiert.

Fig. 27. Es ist das unregelmäßige Fünfeck 1, 2, 3, 4, 5 in ein gleich großes Dreieck zu verwandeln.

Fig. 27. Die Basis 1, 5 beiderseits verlängert und aus 4 und 2 Parallele zu 3, 5 und 3, 1 gezogen, so erhält man die Punkte 7 und 6.

Fig. 26.

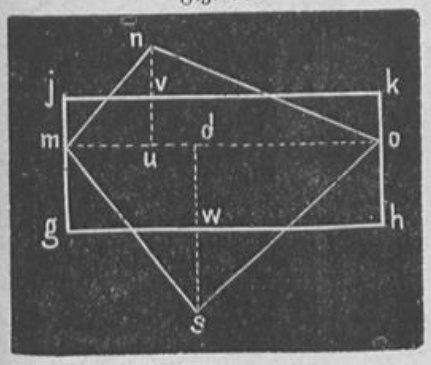


Fig. 27.

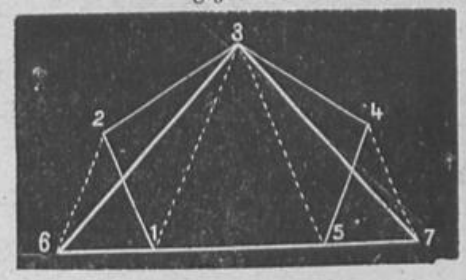


Fig. 28. Es ist ein regelmäßiges Sechseck in ein Dreieck und Fig. 29 in ein Rechteck von gleicher Größe zu verwandeln.

Fig. 28. a m = 6 . a b.

Fig. 28.

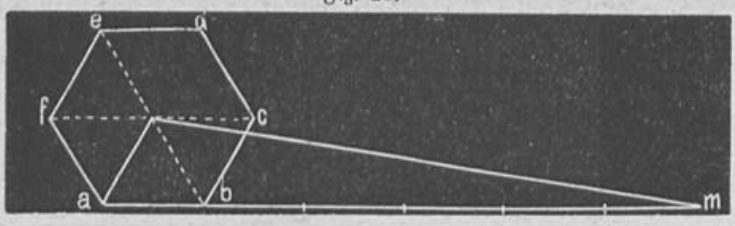


Fig. 29. o s = 3 . a b.

Fig. 30. Der Kreis in ein gleich großes Dreieck verwandeln.

Fig. 29.

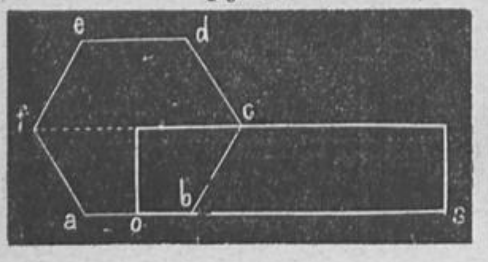


Fig. 30.

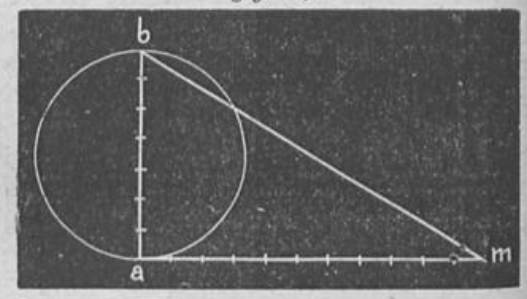


Fig. 30. a b in sieben gleiche Theile getheilt und von a bis m eilf Theile aufgetragen.

Kreisconstructionen.

Fig. 31.

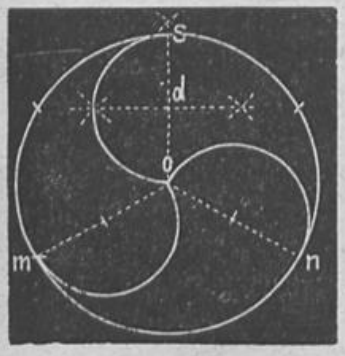


Fig. 31. Der Halbmesser von s aus auf der Peripherie aufgetragen. Von den Punkten s, m und n die Radien gezogen und aus ihren Mitten die Halbkreise beschrieben.

Fig. 32.

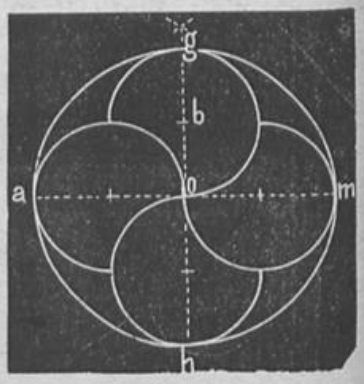


Fig. 32. Die senkrechten Durchmesser a m, g h gezogen und aus den Mitten der Radien die Kreisbögen gezeichnet.

Fig. 33. Vom Punkte b den Halbmesser auf dem Umfange auftragen, sodann die zugehörigen Durchmesser b s, m d u. s. w. gezeichnet.

Alsdann construiert man über dem Halbmesser b o das zugehörige Quadrat und wiederholt dieses bei allen folgenden Halbmessern. Zur Erleichterung sei bemerkt, dass die Sehne m s auf o n senkrecht steht.

Fig. 34. In einen Kreis sind drei sich berührende Kreise einzuschreiben.

Fig. 34. Die Peripherie in sechs gleiche Theile getheilt, 6, 3 verlängert, m 6 = 6 o gemacht, 5, 2 verlängert m 1 s gezeichnet, ∢ m s 5 halbiert, gibt den Mittelpunkt d.

Fig. 33.

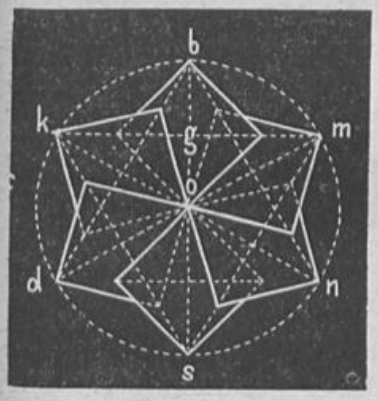


Fig. 34.

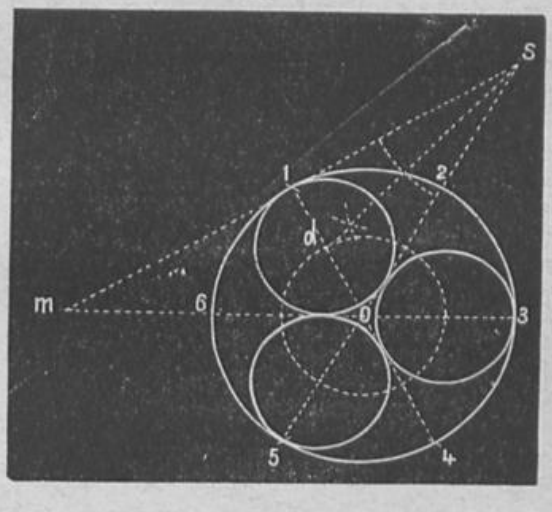


Fig. 35. Es sind in einen Kreis vier sich berührende Kreise einzuschreiben.

Fig. 35. Den Kreis in acht Theile getheilt, m 2 = o 2 gemacht, m 5 gezogen, gibt den Mittelpunkt n.

Fig. 36. Es sind einem Kreise fünf sich berührende Kreise einzuschreiben.

Fig. 36. 6 m ⊥ 6 o; o 5 verlängert, ∢ o m 6 halbiert, erhält man den Mittelpunkt v.

Fig. 37. Es sind zwei Kreise gegeben, es soll ein dritter von gegebenem Halbmesser r gezeichnet werden, der beide von außen berührt.

Fig. 35.

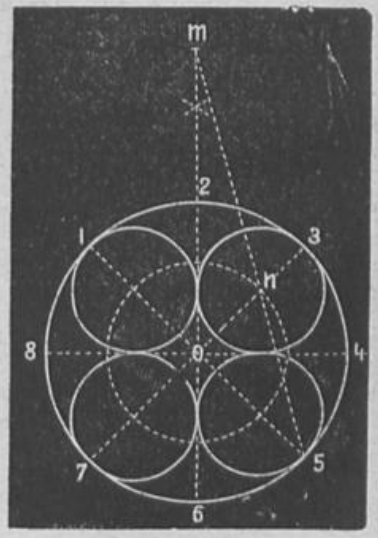


Fig. 37. Mit m b + r aus m und mit n d + r aus n die Bögen beschrieben, gibt den Mittelpunkt s.

Fig. 36.

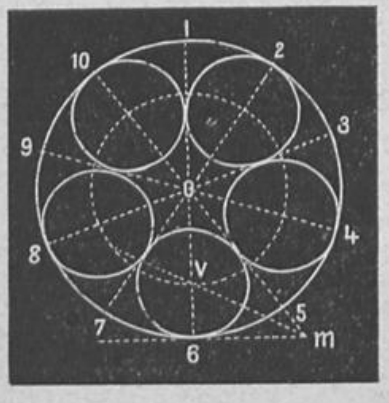


Fig. 37.

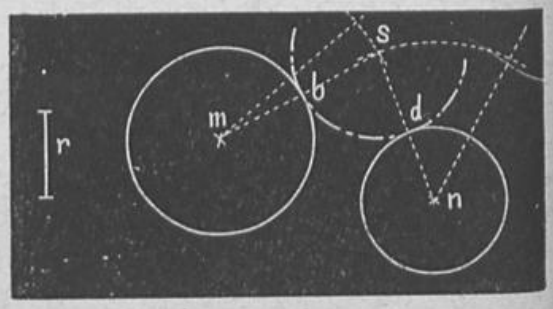


Fig. 38.

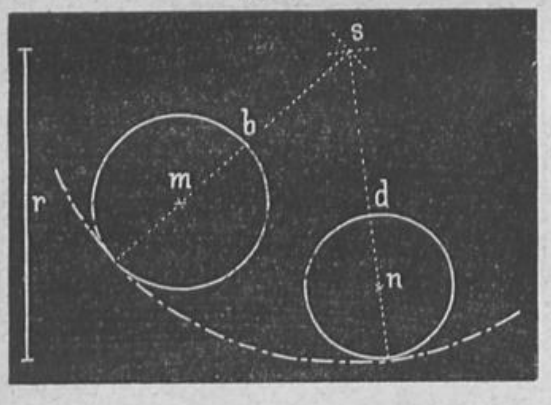


Fig. 38. Die Aufgabe, wie Fig. 37, nur soll der dritte Kreis die Kreise von innen berühren.

Fig. 38. Aus m mit r — m b den Bogen beschrieben, eben so aus n mit r — d n, gibt den Mittelpunkt s.

Fig. 39.

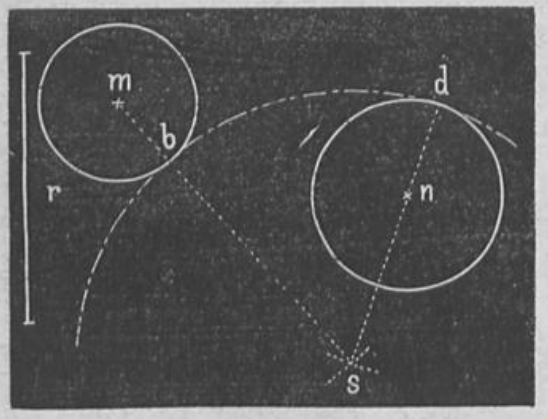


Fig. 39. Der dritte Kreis soll den einen Kreis von außen, den andern von innen berühren.

Fig. 39. Aus m mit r + m b den Bogen gemacht und aus n mit r — n d durchschnitten, gibt den Punkt s.

Fig. 40. Ein Kreis mit gegebenem Halbmesser soll einen gegebenen Kreis und eine Gerade berühren.

Fig. 40. Die Gerade v w mit dem Abstande r || a b und aus m mit r + d m den Bogen beschrieben, gibt den Punkt s.

Fig. 41. Es sind zwei Kreise, in dem einen ein Punkt f gegeben; es soll ein Kreis gelegt werden, der den einen in dem gegebenen Punkt und zugleich von außen den zweiten tangiert.

Fig. 41. Zu m f wird n w || gezogen, m f verlängert, w mit f verbunden und n v verlängert, so ist s das Centrum.

Fig. 40.

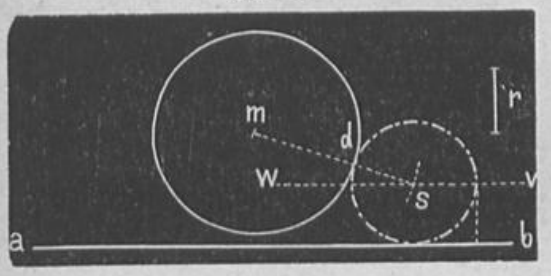


Fig. 41.

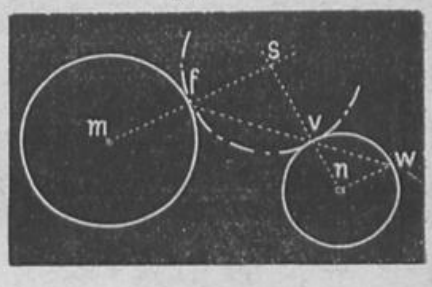


Fig. 42. Der dritte Kreis soll die gegebenen ungleichartig berühren.

Fig. 42.

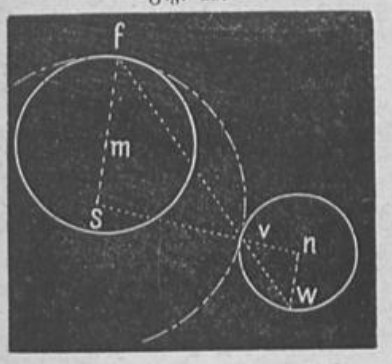


Fig. 43.

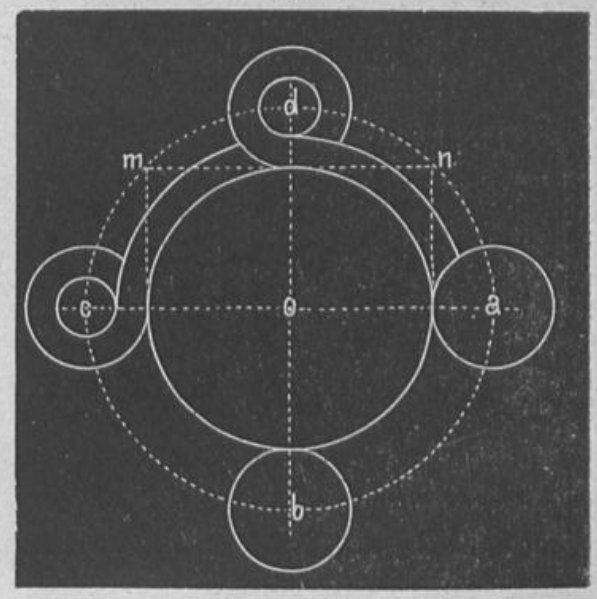


Fig. 42. Wie in Fig. 41, nur n w abwärts gezogen.

Fig. 43. Die Eckpunkte m und n sind die Mittelpunkte der äußeren Kreise.

Fig. 44. Der Quadrant wird in vier gleiche Theile getheilt. Ebenso die Sehne a b. Damit erhält man die Halbmesser.

Fig. 45. Der Quadrant wird in zwei gleiche Theile getheilt und die Sehne b m in vier Theile.

Fig. 44.

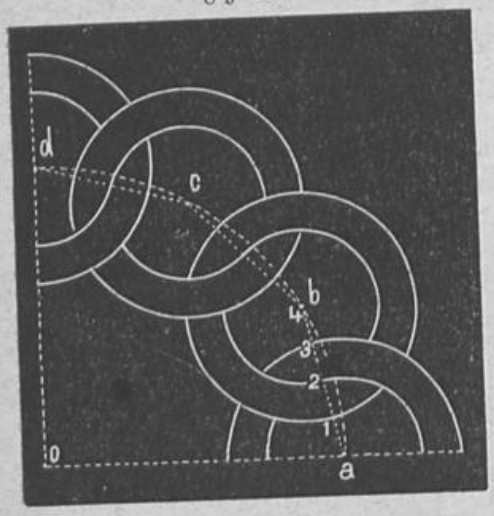


Fig. 45.

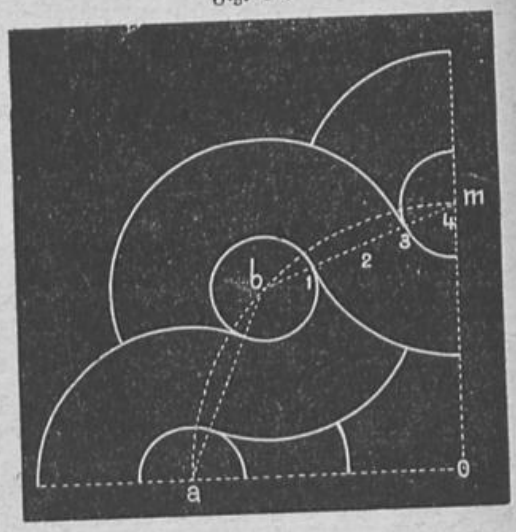


Fig. 46.

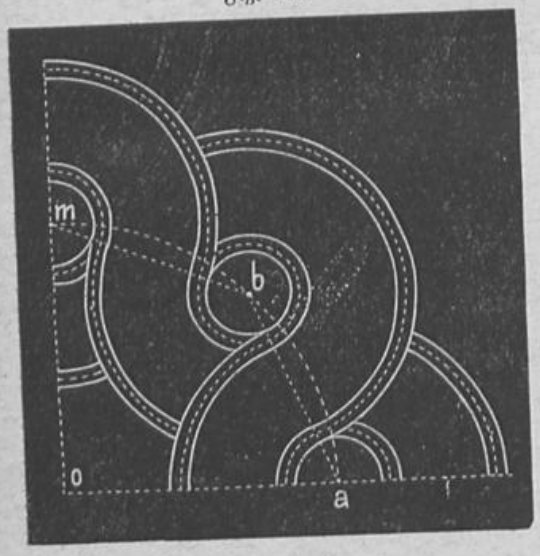


Fig. 46. Der äußere Saum wird schmäler als $^1/_{16}$ b m genommen.

Fig. 47. 1, 3, 5 Mittelpunkte.

Fig. 48. Die Bandbreite $= {}^1/_8$ 4, 3.

Fig. 47.

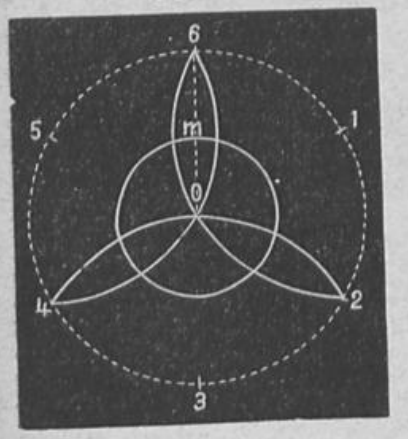
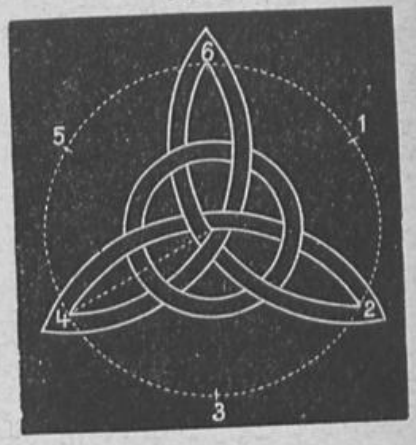


Fig. 48.



Situationszeichnen.

Fig. 49. Hutweide.

Fig. 50. Wiese.

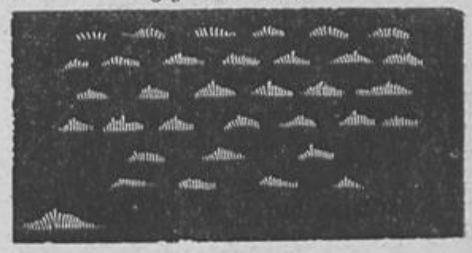


Fig. 51. Obstbäume.

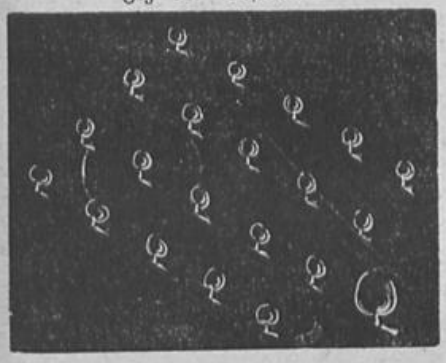


Fig. 52. Pappeln.

Fig. 53. Laubwald.

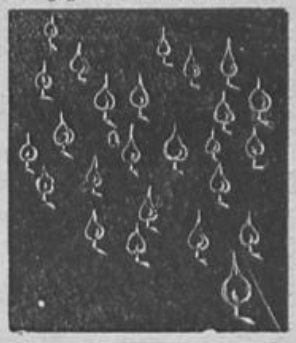


Fig. 54. Weingarten.

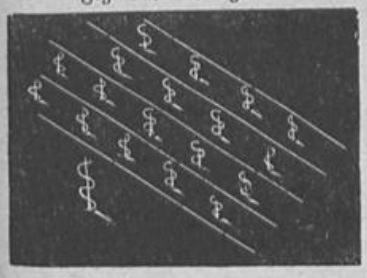


Fig. 55. Hopfengarten.

Fig. 56. Straße.

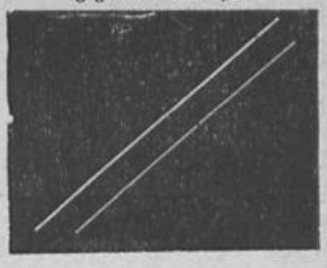


Fig. 57. Weg.

Fig. 58. Feld.

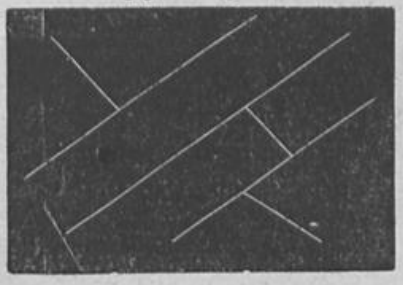


Fig. 59. Fluss.

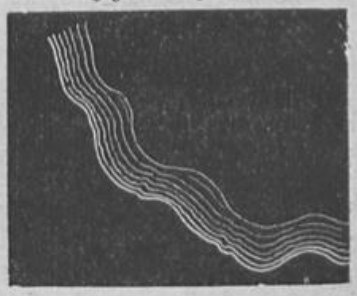


Fig. 60. Sumpf.

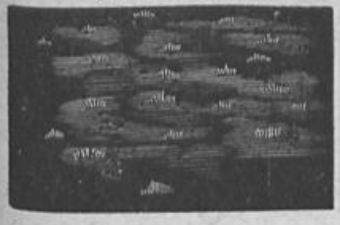


Fig. 61. Teich.

ig. 62. Häuser.

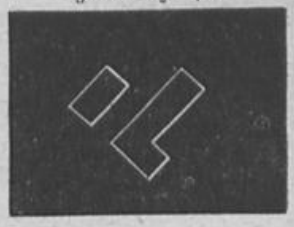
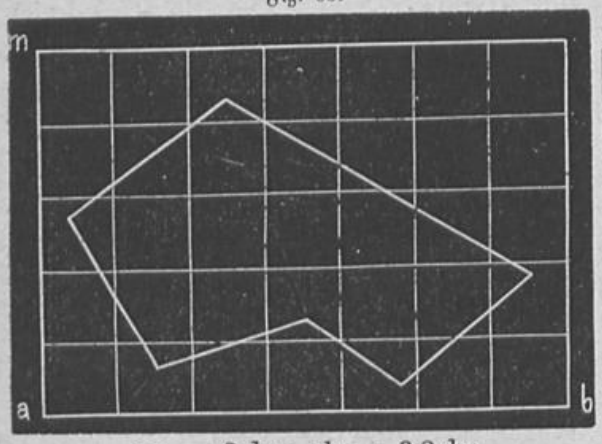


Fig. 63.



am = 2 dm; ab = 3·2 dm.

Fig. 66.

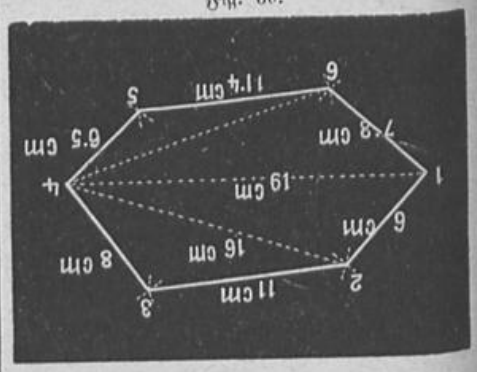
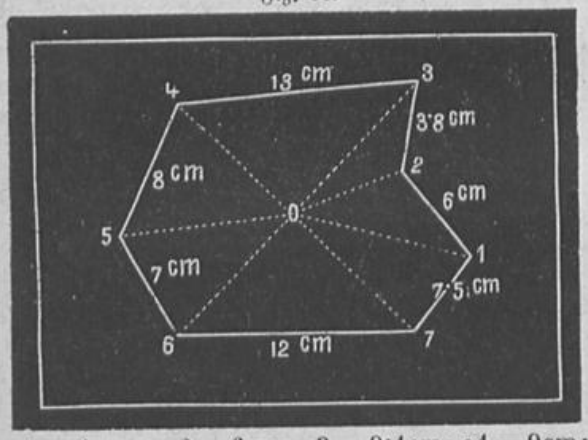


Fig. 64.



o1 = 10 cm; o2 = 6cm; o3 = 9·4cm; o4 = 9cm;
o5 = 9·7cm; o6 = 8·5cm; o7 = 92cm.

Fig. 67.

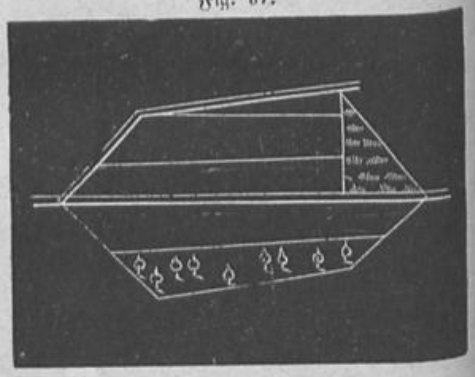
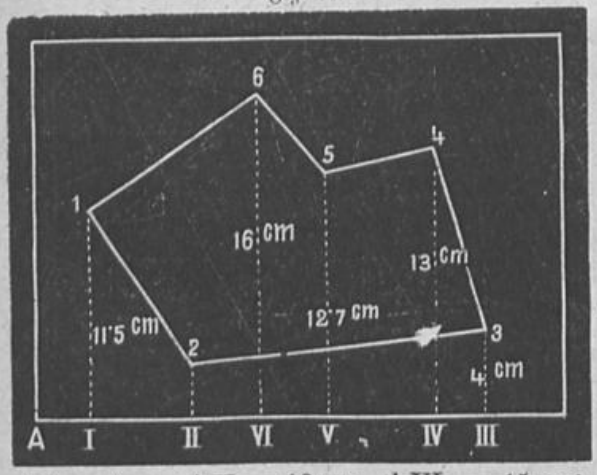
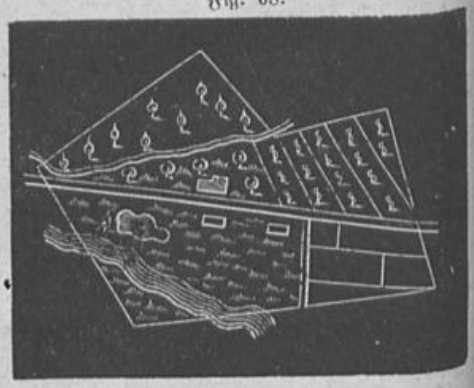


Fig. 65.



AI = 5 cm; AII = 10 cm; AVI = 15 cm;
AV = 18 cm; AIV = 23 cm; AIII = 25 cm;
II 2 = 2 cm.

Fig. 68.



Die Figuren 63, 64, 65, 66 zeigen, auf welche Weise vorzugehen ist, damit die Schüler im verjüngten Maße die Tafelzeichnung genau abzeichnen können. Der Lehrer zeichnet das Polygon entweder in ein Netz, oder zerlegt es von einem Punkte innerhalb. Weiter kann er es mit Abscissen und Ordinaten abzeichnen lassen, oder er zerlegt es von einem Eckpunkte. Die Maße sind hier für ein Rechteck von bestimmter Größe angegeben. Empfehlenswert ist es, wenn der Lehrer seine Linien an der Tafel die Schüler im verjüngten Maße umrechnen läßt. Wäre z. B. die Linie an der Tafel, mit der begonnen wird, 1 *m* lang und soll diese auf dem Brette 2 *dm* lang sein, so sind alle Linien auf dem Brette der fünfte Theil von denen an der Tafel.

Was die weitere Ausführung mit Farben anbelangt, so ist Folgendes zu bemerken: Wiesen und Hutweiden werden grün angelegt und zwar Grünspan mit Gummigutti. Wiesen bekommen aber ein etwas lebhafteres Grün. Acker wird mit lichtem Tabaksaft angelegt; Weingarten mit einem Gemisch von Karmin und Gummigutti. Die Reben bekommen einen grünen Streifen; Wälder mit Tusch und blaugrüner Deckung. Wege mit Sepia, Bäume mit Grün; Flüsse und Teiche mit Pariser Blau. Der Sumpf bekommt blaue Flammen; das Gras wird grün angelegt. Holzhäuser werden Chromgelb, Steinhäuser Karminroth angelegt. Die Hopfenstangen werden grün überstrichen.

Feldmessübungen mit Ketten und Stäben.

1. Aufgabe: Eine Gerade auf dem Felde ist abzustecken. (Bekannt.) 2. Aufgabe: Eine Gerade zu verlängern. (Bekannt.) Bei diesen Aufgaben muss bemerkt werden, dass man sich beim Einvisieren mindestens drei Schritte hinter dem Stabe aufstellen muss, sonst begeht man bedeutende Fehler.

Fig. 69.

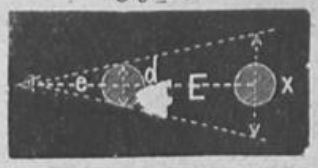


Fig. 69. x Fehlerraum. $x : d = E : e$

$$x = E \cdot \frac{d}{e}$$

e mindestens 3 Schritte.

3. Aufgabe: Eine Gerade ist über ein Hindernis zu verlängern.

Fig. 70. Mit Schnur oder Kette und Nagel die gleichen Bogenstücke m b und n b gemacht und aus n die Durchschnittspunkte v und w bestimmt.

4. Aufgabe: Eine Gerade abzustecken, wenn man von einem Endpunkte zum anderen nicht sehen kann.

Fig. 71. n_1 stellt sich in die Visierlinie $m_1 b$, sodann verläßt m_1 den Platz und stellt sich in die Visierlinie $n_1 a$; dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis man von m_3 über n_3 den Punkt b und von n_3 über m_3 den Punkt a sieht.

Fig. 70.

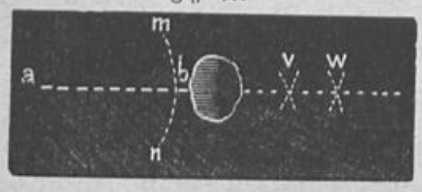
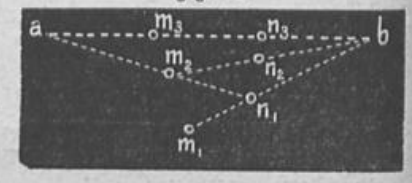


Fig. 71.



5. Aufgabe. Eine abgesteckte Gerade ist zu messen. Der Vordermann hat an einem Ringe oder an einer Schnur eiserne Nägel oder Holzpflöcke. Nachdem die Kette oder das Messband genau gelegt ist, schlägt er einen Nagel in den Boden und geht weiter. So geht es fort, wobei der Hintermann den zurückgelassenen Nagel immer mitnimmt. Seine Anzahl Nägel bezeichnet die Anzahl Kettenlängen. Ein Rest wird besonders gemessen.

6. Aufgabe. Einen Winkel zu halbiren.

Fig. 72. Entweder auf die bekannte Art oder man halbiert das schlaffe Kettenstück in m v n in v.

7. Aufgabe: Es ist ein Winkel zu übertragen.

Fig. 72.

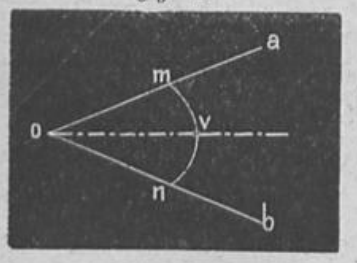


Fig. 73.

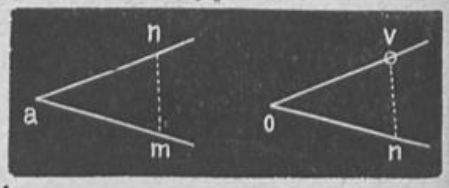


Fig. 73. am = an gemacht; ebenso am = on. Die Kette von a über n bis m gespannt, die Enden an o und n angelegt und den Punkt n nach v übertragen. Die gewöhnliche Construction kann auch verwendet werden.

8. Aufgabe: Auf eine Gerade ist eine Senkrechte zu errichten.

Fig. 74. a o = o b gemacht. Die Kette a m b im Punkte m halbiert. Auch kann die gewöhnliche Construction verwendet werden.

9. Aufgabe: Es ist auf eine Gerade von einem Punkte außerhalb eine Senkrechte zu errichten.

Fig. 75. Von o die Bogen in m und n eingeschnitten und die Kette in v halbiert.

10. Aufgabe: Zu einer Geraden ist eine Parallele zu zeichnen.

Fig. 74.

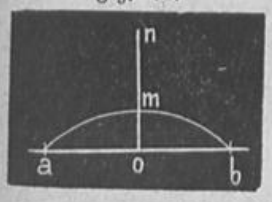


Fig. 75.

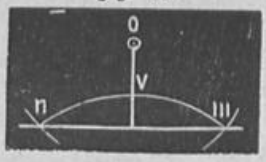


Fig. 76.

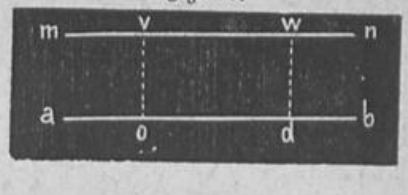


Fig. 76. Die Senkrechten o v und d w nach Aufgabe 8 errichtet und gleich lang gemacht.

11. Aufgabe: Die Parallele ist durch ein Hindernis geschieden.

Fig. 77.

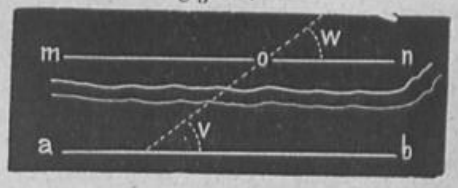


Fig. 77. Winkel v nach o übertragen.

12. Aufgabe: Es ist eine Gerade zu messen, wenn zwischen ihren Enden ein Hindernis das directe Messen unmöglich macht.

Fig. 78. 1. Art.

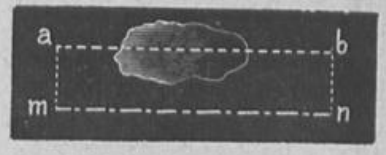


Fig. 78. m n = a b.

Fig. 79. 2. Art.

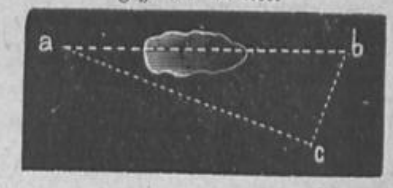


Fig. 79. $a b = \sqrt{a c^2 + b c^2}$.

Fig. 80. $a b = \sqrt{a c^2 - b c^2}$.

Fig. 80. 3. Art.

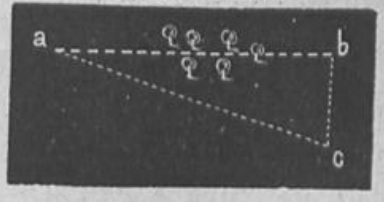


Fig. 81. $\triangle$ m o n $\cong$ $\triangle$ a o b m n = a b.

Fig. 82. $m o = {}^1/_n a o$; $m n = {}^1/_n a b$.

Fig. 81. 4. Art.

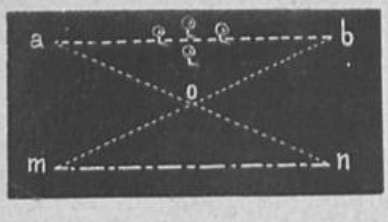
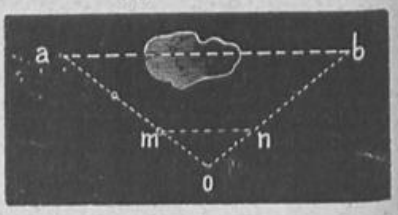


Fig. 82. 5. Art.



13. Aufgabe. Es ist die Entfernung der Punkte zu messen, von denen einer unzugänglich ist.

Fig. 83. $cn = \frac{1}{n} cb$; $mn = \frac{1}{n} ab$.

Fig. 84. $mn = ab$.

Fig. 83. 1. Art.

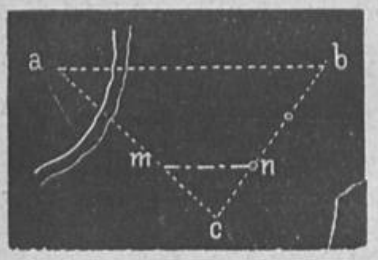


Fig. 84. 2. Art.

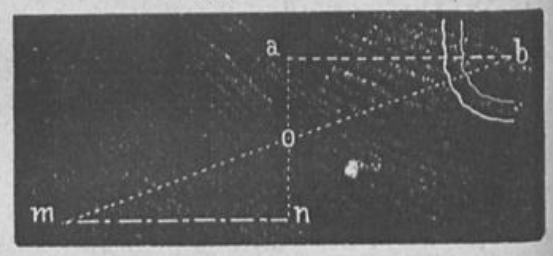


Fig. 85. $no = \frac{1}{n} an$; $mn = \frac{1}{n} ab$.

Fig. 86. $mb : bc = bc : ab$; $ab = \frac{bc^2}{mb}$.

Fig. 85. 3. Art.

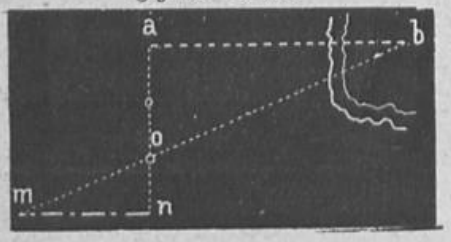


Fig. 86. 4. Art.

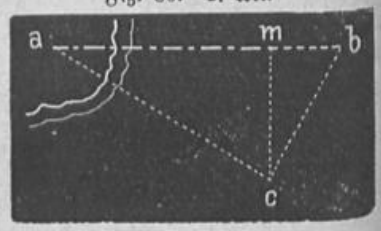


Fig. 87. 5. Art.

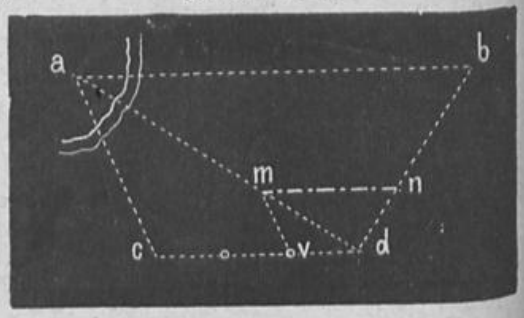


Fig. 87. $cd \parallel ab$; $dv = \frac{1}{n} cd$; $vm \parallel ca$; $mn \parallel cd$; $mn = \frac{1}{n} ab$.

14. Aufgabe. Es soll die Entfernung zweier Punkte gemessen werden, die unzugänglich sind.

Fig. 88. $vo = \frac{1}{n} wo$; $mn = \frac{1}{n} ab$.

Fig. 89. vd möglichst || ab; on || bd, mn || vd. $mn = \frac{1}{n} ab$, sobald $vo = \frac{1}{n} vd$ ist.

Fig. 88. 1. Art.

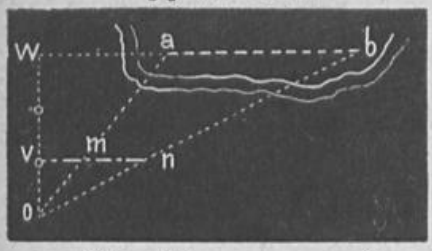


Fig. 89. 2. Art.

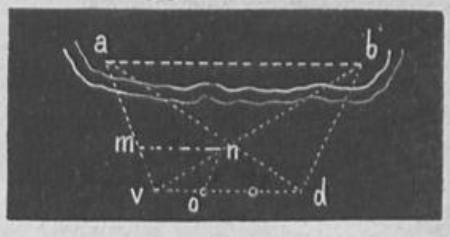


Fig. 90. mn gemessen, die Figur verjüngt gezeichnet und aus dem Verhältnisse mn : ab am Papiere die Linie ab in der Natur berechnet.

15. Aufgabe: Es ist eine Fläche in der Natur zu messen.

Das geschieht am zweckmäßigsten mit den Schülern mit der bekannten Abscissen- und Ordinatenmethode. Fig. 91.

Fig. 90. 3. Art.

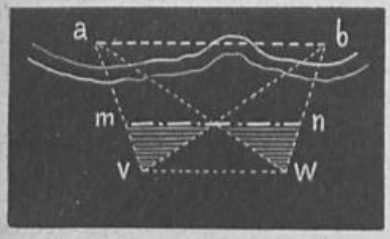


Fig. 91.

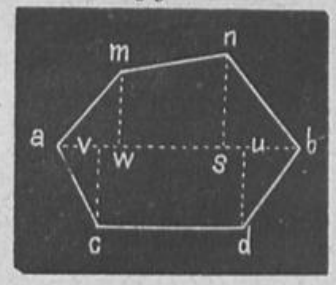
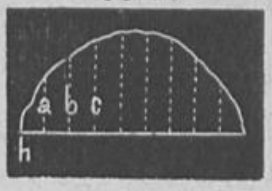


Fig. 92.



Sind die Abstände h gleich, so hätte man bei drei Ordinaten

Fig. 92. $F = a \cdot \frac{h}{2} + (a + b) \frac{h}{2} + (b + c) \frac{h}{2} + c \frac{h}{2}$

$$F = \frac{h}{2} \cdot 2 (a + b + c) = h \cdot (a + b + c).$$

Projectionslehre.

Die Projection des Punktes.

Fig. 93. MX horizontale Projectionsebene.

o horizontale Projection von a. ao projicierender Strahl.

(ao ⊥ Mx. o Fußpunkt.)

Fig. 94. XN verticale Projectionsebene.

Fig. 94. am ⊥ XN. m Fußpunkt. m verticale Projection von a. am projicierender Strahl.

Fig. 93.

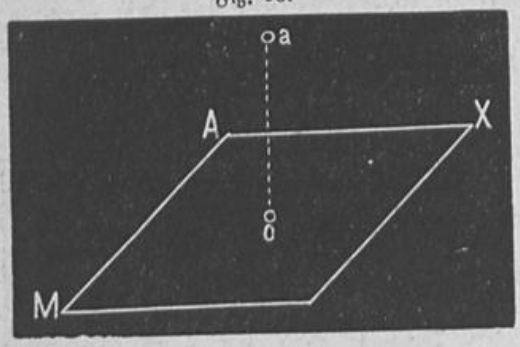


Fig. 94.

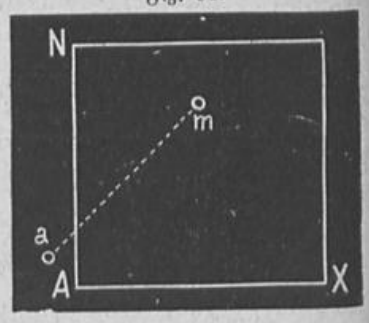


Fig. 95. v verticale, n horizontale Projection von a. In Fig. 96 ist die horizontale Projectionsebene in die verticale herabgedreht. In Fig. 97 sind die Begrenzungen ausgelassen. vz Abstand von der horizontalen hz von der verticalen Projectionsebene.

Fig. 95.

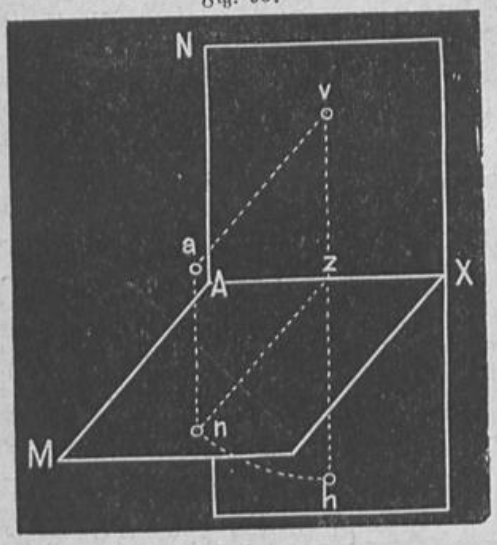


Fig. 98. Der Punkt a liegt in der verticalen Projectionsebene.

Fig. 99. Der Punkt a liegt in der horizontalen Projectionsebene.

Fig. 100. Der Punkt a liegt in der Achse.

Fig. 98.

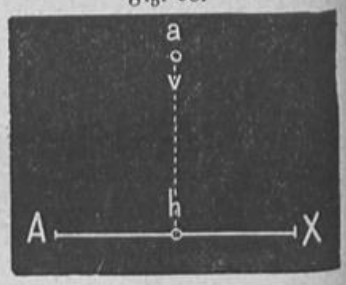


Fig. 96.

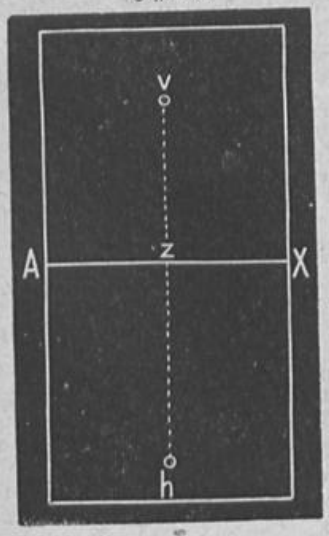


Fig. 97.

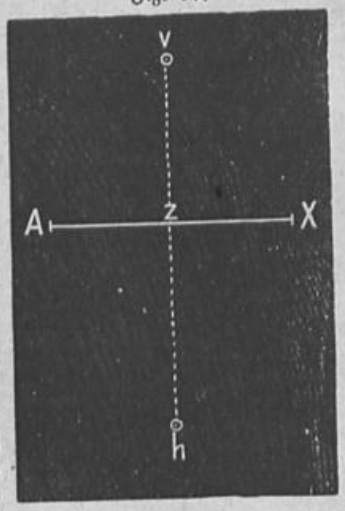


Fig. 99.

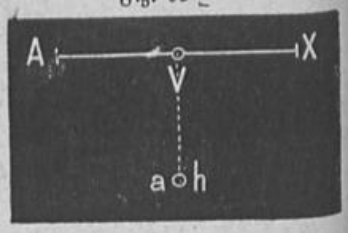
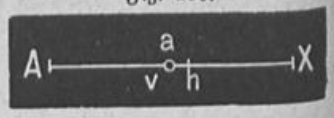


Fig. 100.



Es ist angezeigt eine oder zwei Aufgaben arbeiten zu lassen, wo die Projectionen eines Punktes zu bestimmen sind, wenn die Entfernungen desselben vom Achsenpunkte A in horizontaler Richtung und von der verticalen und horizontalen Projectionsebene gegeben sind. Auch ist zu versinnlichen, dass die projicierende Ebene a z auf den Projectionsebenen senkrecht steht und dass die Durchschnitte v z und h z auf der Achse senkrecht stehen. Die Figuren 98, 99, 100 können auch blos besprochen werden, nur muss voraus erläutert werden, dass beim Entfernen oder Nähern des Punktes von oder gegen die verticale oder horizontale Projectionsebene, die Abstände h z und v z sich entweder vergrößern, oder verkleinern. Die Projectionen h z und v z nennt man auch Grund- und Aufriss. (Diese Arbeit dürfte ein oder zwei Blätter ausfüllen.) Selbstverständlich kann auch der Kreuzriss besprochen werden.

Die Projection der Linie.

Fig. 101. h d horizontale Projection von a b.
a h ⊥ M X; b d ⊥ M X.

Fig. 102. v d verticale Projection von a b.
a v ⊥ N X; b d ⊥ N X.

Fig. 101.

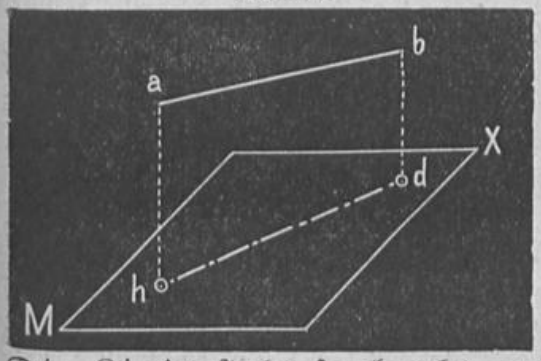
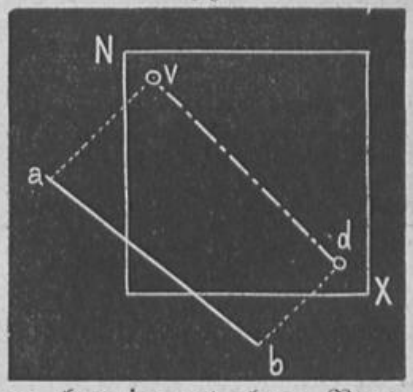


Fig. 102.



Die Linie steht senkrecht auf der horizontalen Projectionsebene.

Fig. 103. Punkt b ist die horizontale Projection von a b.
v d ist ihre verticale Projection und steht auf der Achse senkrecht.
a b = v d.

Die Linie steht senkrecht auf der verticalen Projectionsebene.

Fig. 105. Punkt a ist selbst verticale Projection von a b. Die horizontale Projection h d steht senkrecht auf der Achse und ist so groß wie a b.

Fig. 103.

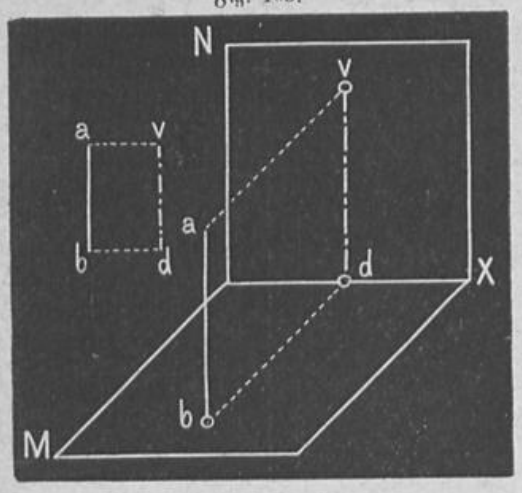


Fig. 104.

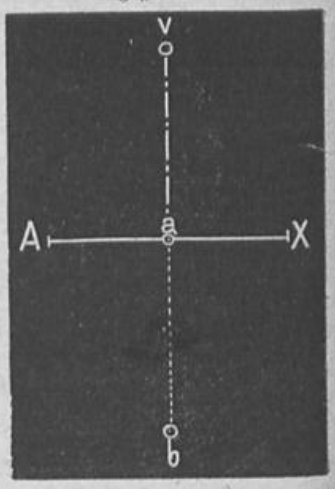


Fig. 105.

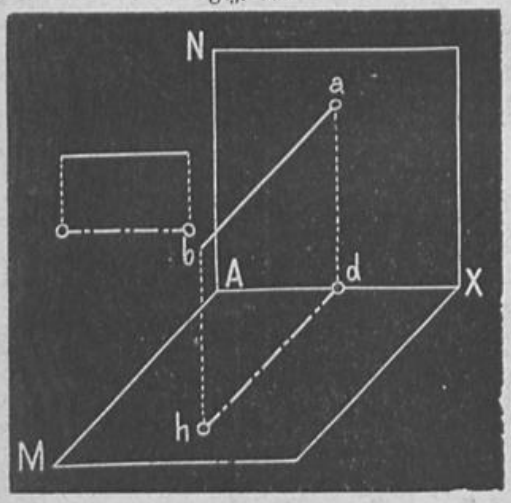
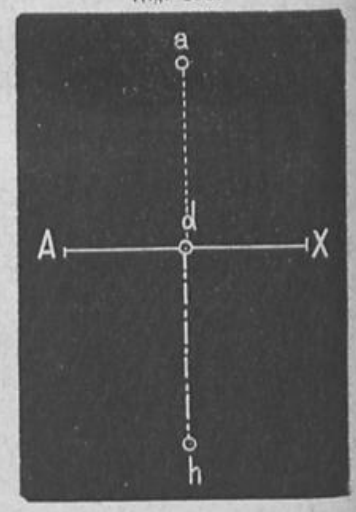


Fig. 106.



Die Linie ist parallel zur verticalen Projectionsebene, aber schief gegen die horizontale.

Fig. 107. Die horizontale Projection ah ist || zur Achse und kürzer als ab. Die verticale Projection dv ist gegen die Achse geneigt und mit ab gleich groß.

Die Linie ist parallel zur horizontalen Projectionsebene und schief gegen die verticale.

Fig. 109. Die verticale Projection bv || zur Achse; bv kürzer als ab. Die horizontale Projection dh gegen die Achse geneigt. dh = ab.

Die Linie ist gegen beide Projectionsebenen geneigt.

Fig. 111. Die verticale Projection vm und die horizontale ha sind gegen die Achse geneigt und kleiner als ab.

Fig. 107.

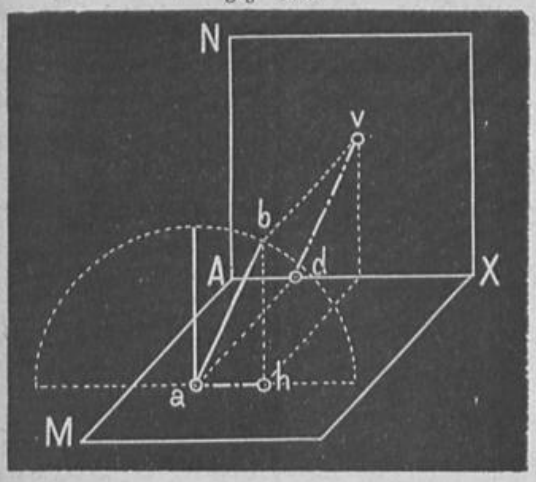


Fig. 108.

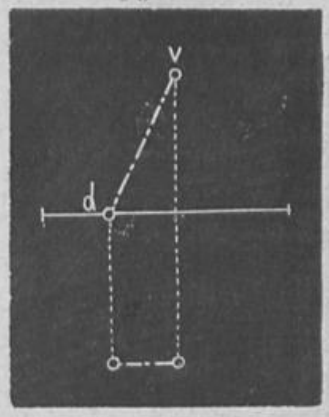


Fig. 109.

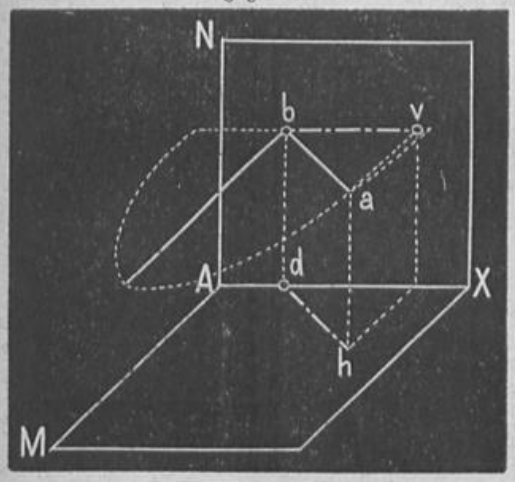


Fig. 110.

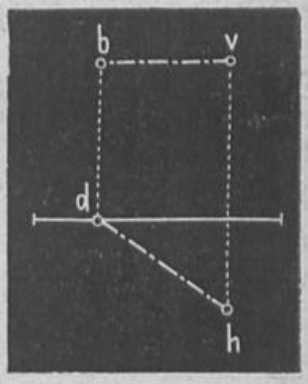


Fig. 111.

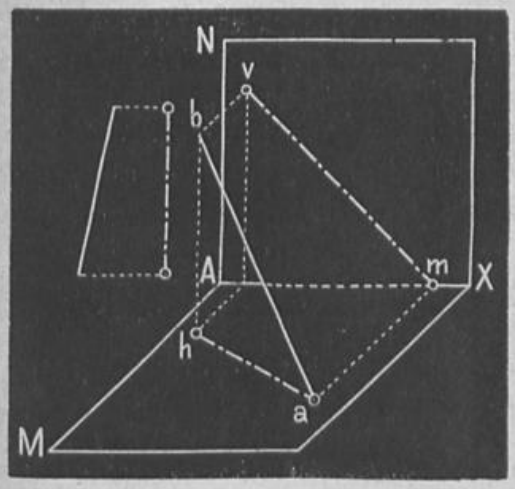
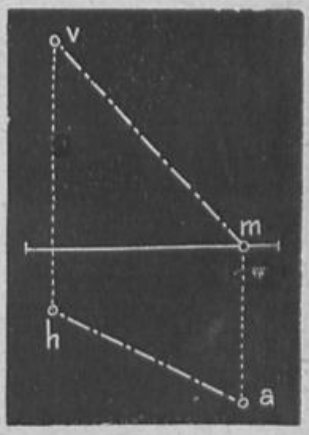


Fig. 112.



Praktisch ist es, sich zur Versinnlichung der gezeichneten Figuren zwei unter einem rechten Winkel geneigte Projectionstafeln anfertigen zu lassen. Anschaulich ist es im hohen Grade, wenn die Projectionstafeln aus weißem Pappendeckel sind, das Object im Raume aus farbigem Draht ist, die Projectionen farbige Linien sind und die projicierenden Strahlen durch Drahtfäden dargestellt sind. Es können auch hier ähnliche Aufgaben gegeben werden, wie beim Punkte.

Grund- und Aufriss von Flächen.

Fig. 113. Das gleichseitige Dreieck abc || zur verticalen Projectionsebene. Die horizontale Projection mon || zur Achse. Die verticale Projection dcf gleich groß mit abc.

Fig. 113.

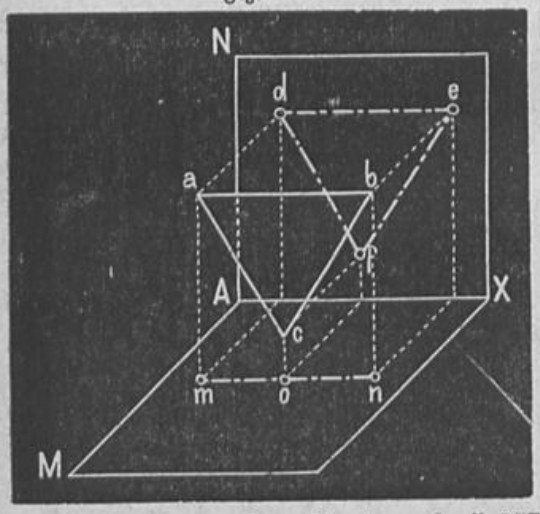


Fig. 114.

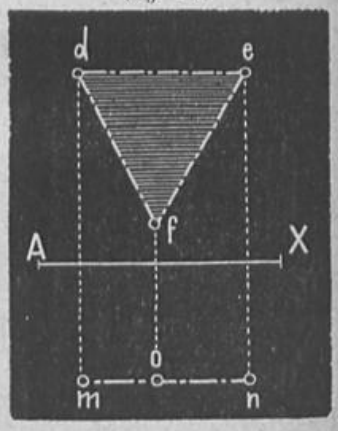


Fig. 115. Der Kreis azb || NX. Das übrige wie in der frühern Fig. 113.

Fig. 115.

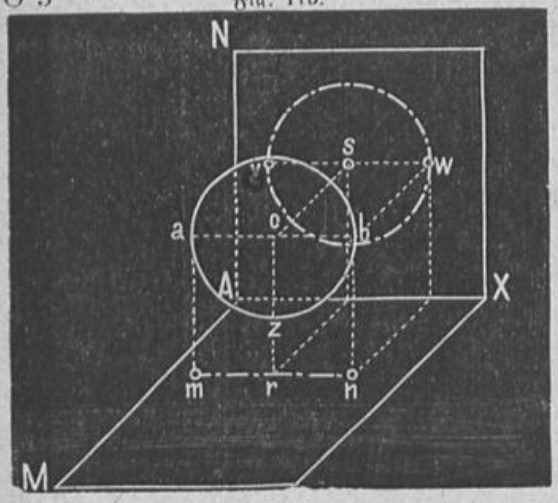


Fig. 116.

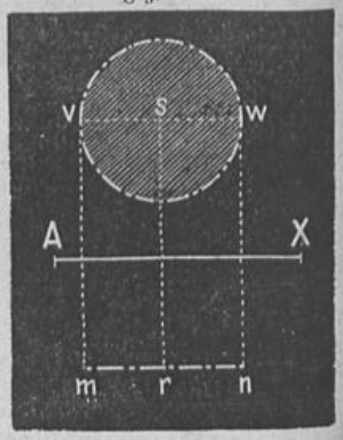


Fig. 117. Das Parallelogramm a b c d steht schief gegen die Projectionsebenen. Grund- und Aufriss erscheinen verkleinert.

Es wird gut sein, keine vielseitigen Polygone zu projicieren, da durch viele Linien die Deutlichkeit der Zeichnung verloren geht. Bei Fig. 113 möge aufmerksam gemacht werden, dass das projicierende gerade Prisma a b c d e f parallele Grundflächen hat und dass der Grundriss einer lothrechten Ebene eine Gerade ist. Warum ist m n || A X?

In Fig. 115 hat man es mit einem projicierenden Cylinder zu thun. In Fig. 117 sind zwei projicierende Prismen da. Die Projectionen sind die Grundflächen, die gegebene Figur a b c d ein schiefer Schnitt.

Nachträglich seien noch zwei Beispiele angeführt, in welchen der Grund- und Aufriss zweier Flächen dargestellt ist, welche parallel zur horizontalen Projectionsebene sind.

Fig. 117.

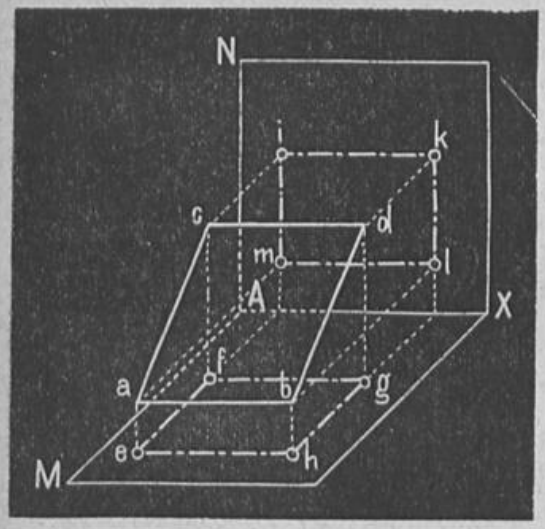


Fig. 118.

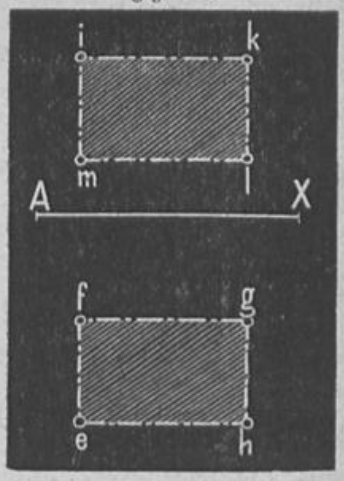


Fig. 119. Die verticale Projection v w ist horizontal und gleich den zu ihr parallelen Seiten b c, a d. Die Seiten a b und c d erscheinen als Punkte.

Die horizontale Projection ist gleich Figur a b c d.

Fig. 121. Im allgemeinen gilt hier das bei der vorigen Figur Gesagte, nur muss hingewiesen werden, dass die Seiten der Figur a b c d in der verticalen Projection verkürzt sind.

Fig. 119.

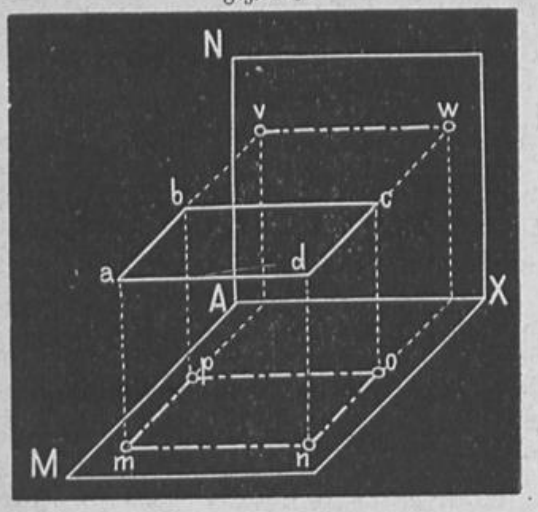


Fig. 120

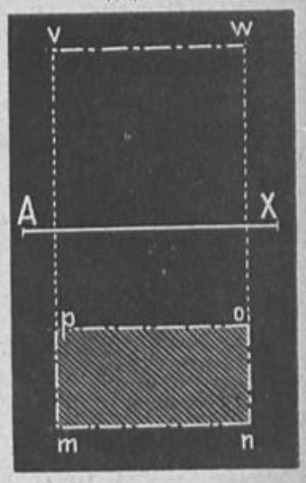


Fig. 121.

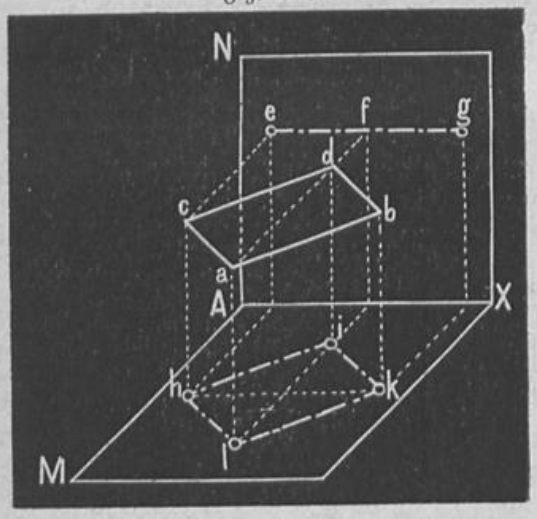
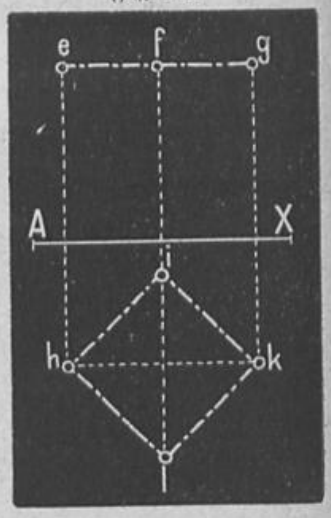


Fig. 122.



Die geometrischen Körper im Grund- und Aufrisse.

Fig. 123. Der Aufriss der drei Lothrechten ab, cd, ef sind die Geraden gh, ik, lm. Die Grundrisse die Punkte b, d, f. Es ist aufmerksam zu machen, dass ef = lm, cd = ik, ab = gh ist. Durch Verbindung der Endpunkte der Lothrechten entsteht das dreiseitige gerade Prisma Fig. 124. Die Basis bdf ist seine horizontale Projection oder Grundriss. Die Basis hat ihren Aufriss hm in der Achse, die Endfläche hat ihn in der Horizontalen gl. Es sind im Aufrisse alle lothrechten Kanten sichtbar.

Fig 123.

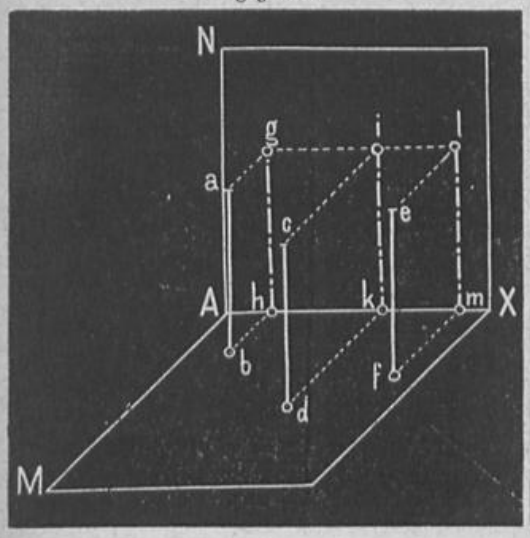


Fig. 124. Das Prisma.

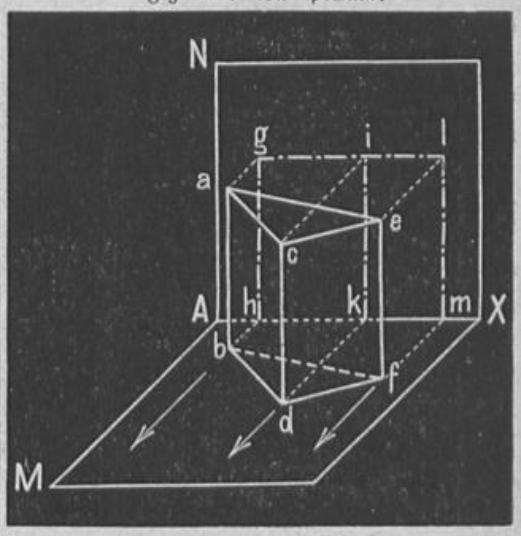


Fig. 125.

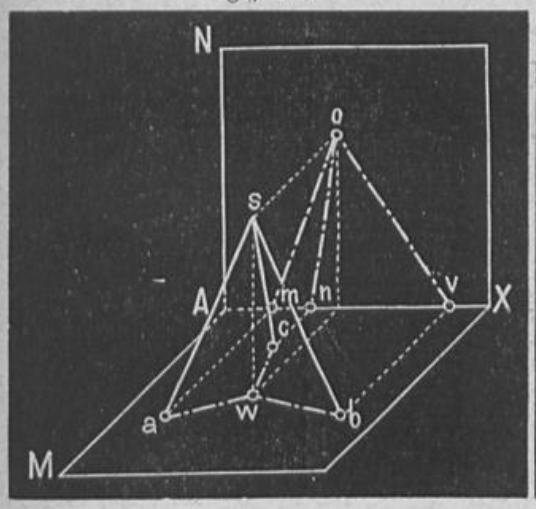


Fig. 126. Die Pyramide.

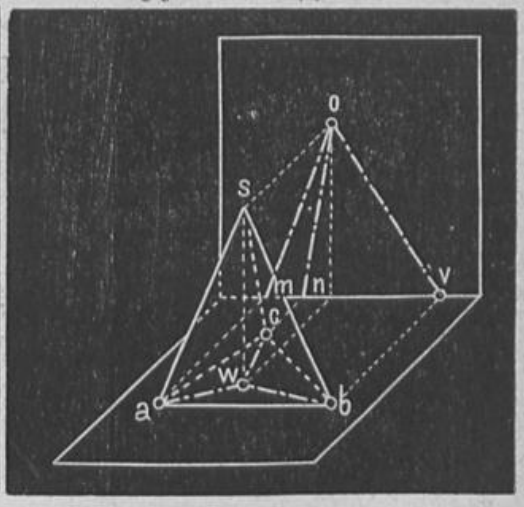


Fig. 127. Der Cylinder.

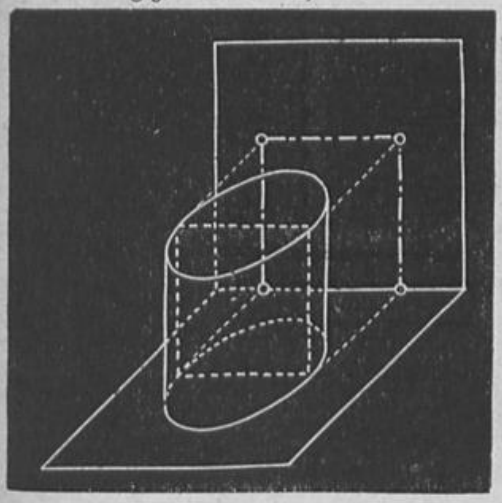
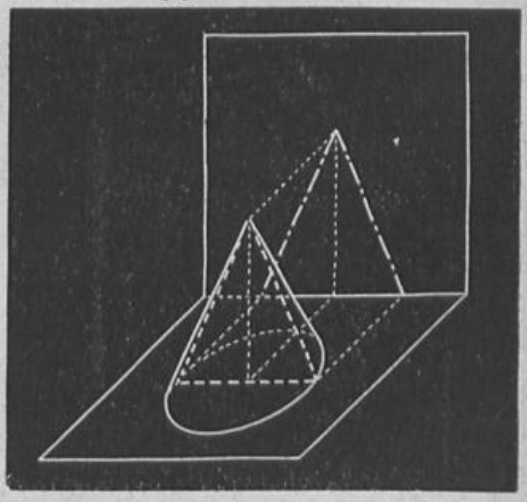


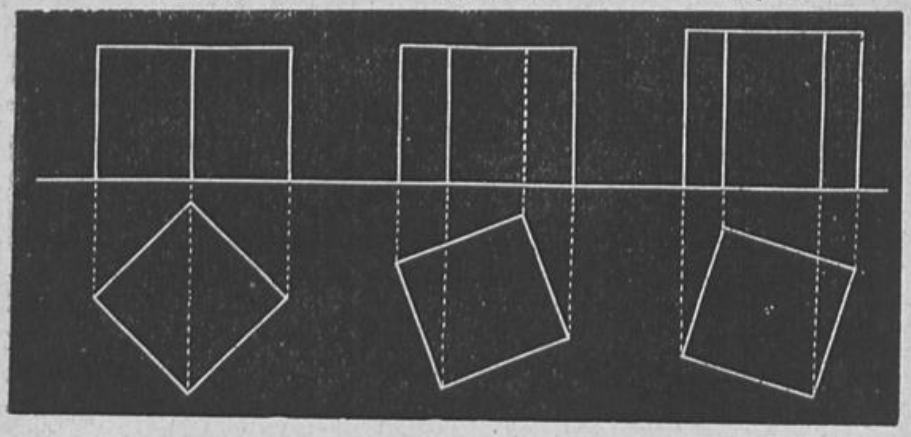
Fig. 128. Der Kegel.



Der Würfel.
Fig. 129.

Fig. 130.

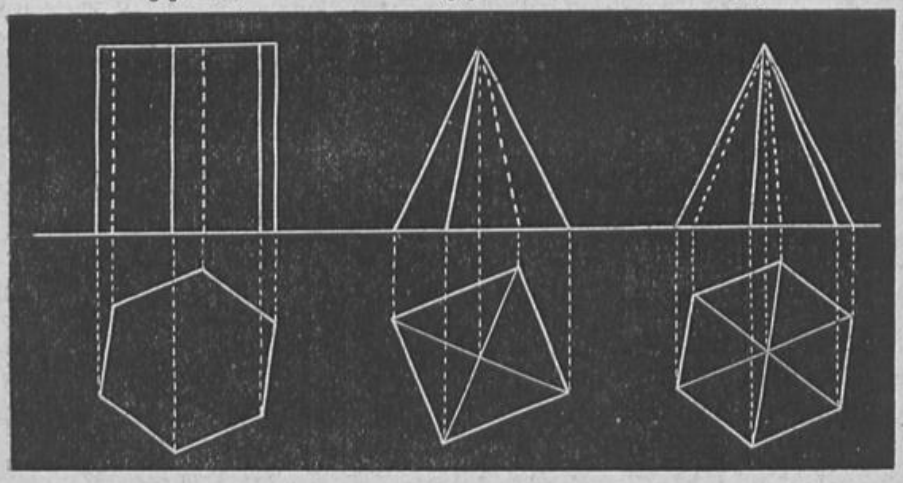
Das vierseitige Prisma.
Fig. 131.



Das sechsseitige Prisma.
Fig. 132.

Die vierseitige Pyramide.
Fig. 133.

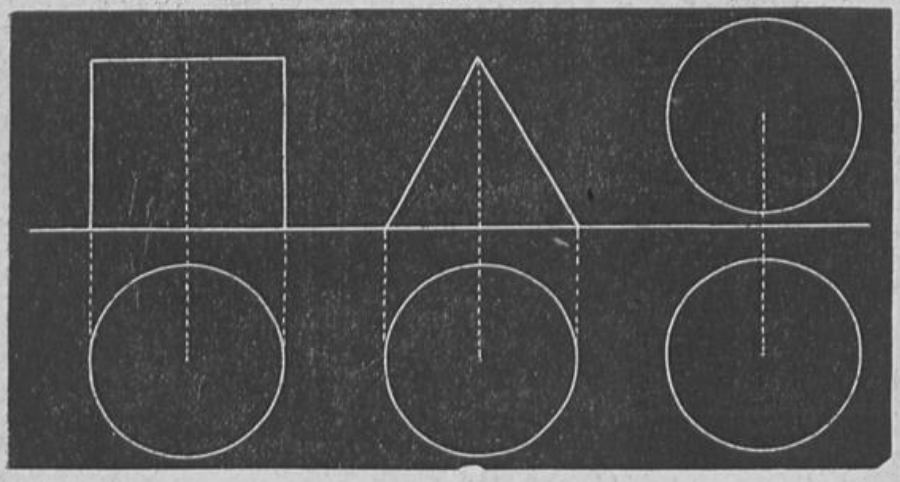
Die sechsseitige Pyramide.
Fig. 134.



Der Cylinder.
Fig. 135.

Der Kegel.
Fig. 136.

Die Kugel.
Fig. 137.



Es ist der Schatten der Geraden a b auf der horizontalen Projectionsebene zu bestimmen.

Fig. 138. m c verticale, a d horizontale Projection des Lichtstrahles. Verlängert man die verticale Projection des Lichtstrahles

Fig. 138.

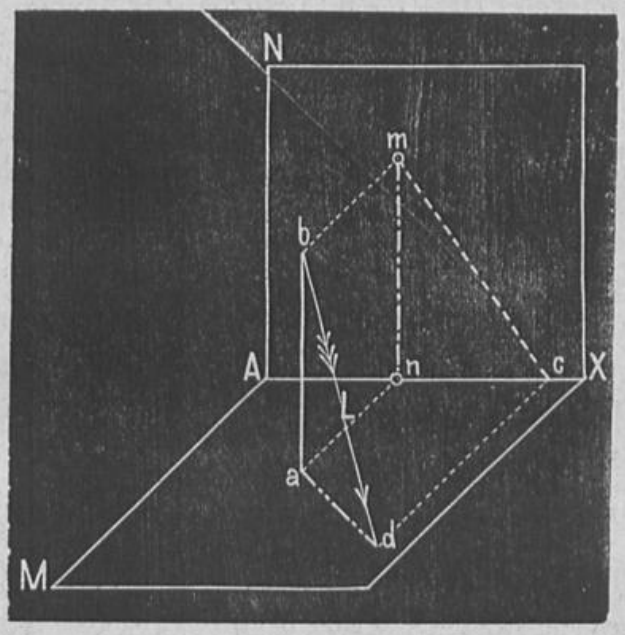
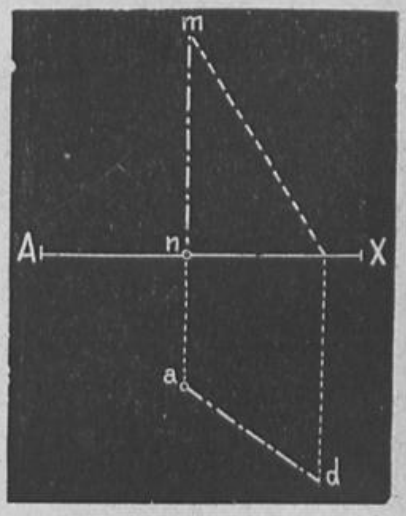


Fig. 139.



bis zur Achse, errichtet darauf eine Senkrechte, so ist ihr Schnittpunkt mit der horizontalen Projection d der Schatten von b, a d Schatten von a b.

Fig. 140. Schatten vom vierseitigen Prisma.

Fig. 141. Schatten vom Cylinder.

Fig. 140.

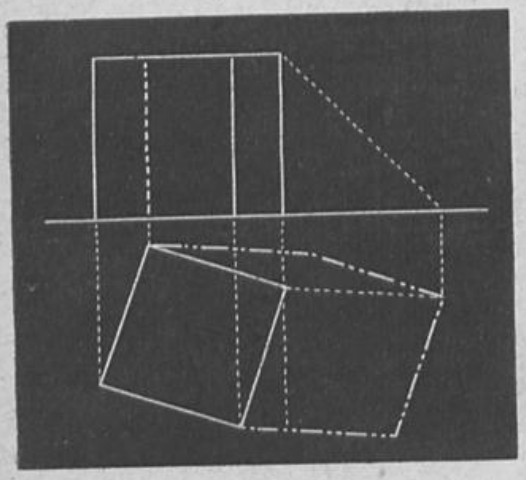


Fig. 141.

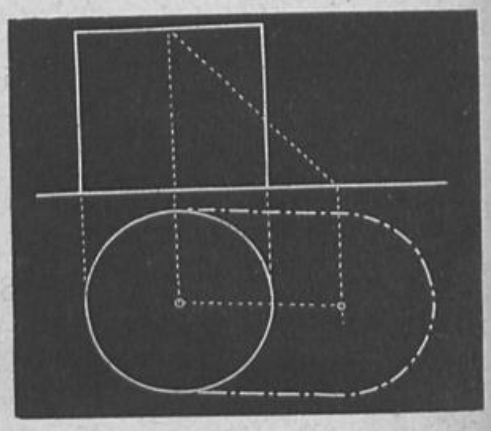


Fig. 142. Schatten von der vierseitigen Pyramide.

Fig. 143. Schatten vom Kegel.

Fig. 142.

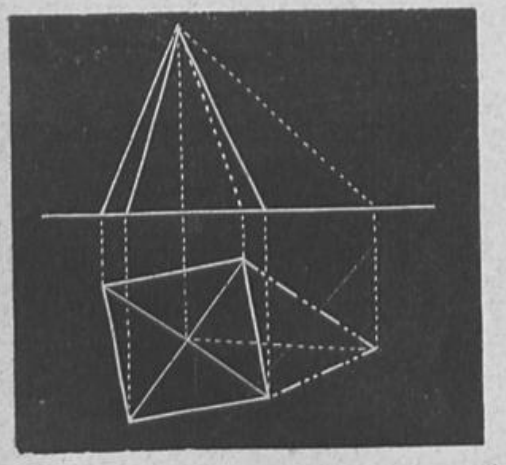
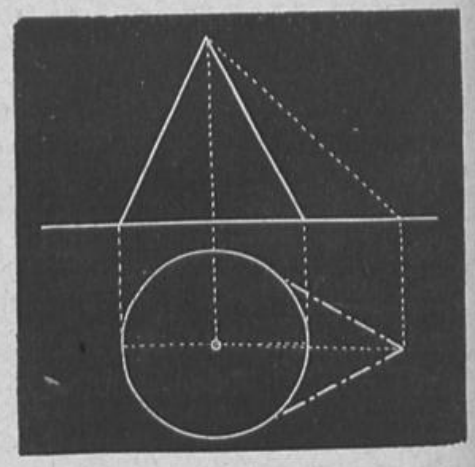


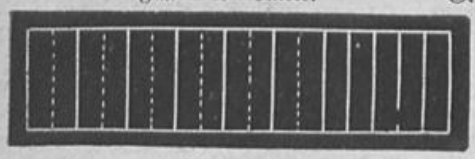
Fig. 143.



Alle Schatten fallen auf die horizontale Projectionsebene.

Mauerwerk.

Fig. 144. Binder. Grundriss. Fig. 146. Läufer.



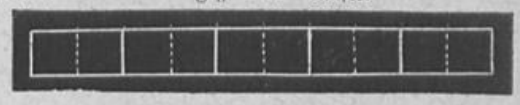
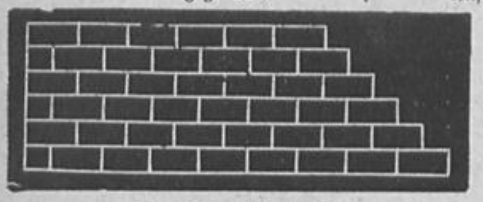


Fig. 145 Aufriss. Fig. 147.



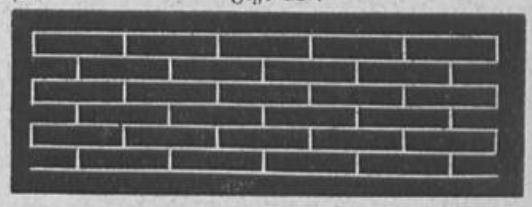
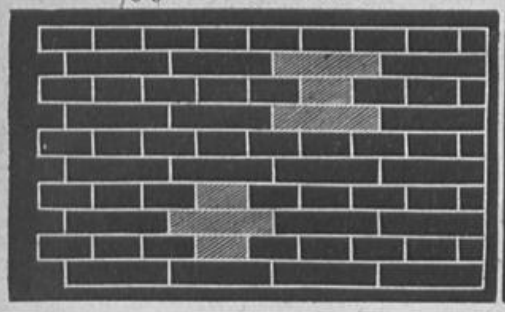


Fig. 148. Blockverband. Fig. 149. Kreuzverband.



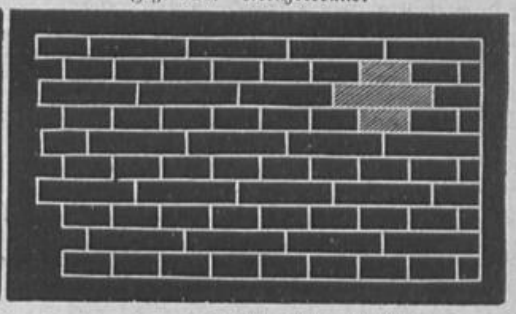
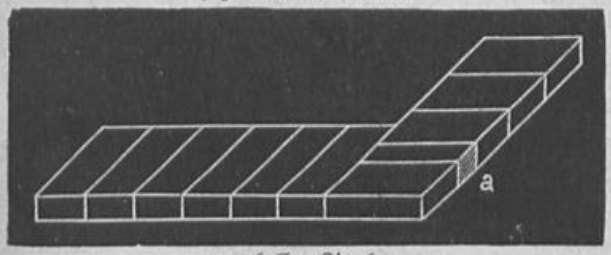


Fig. 150. Eckverband. Fig. 151. Pfeiler.



a halber Ziegel.

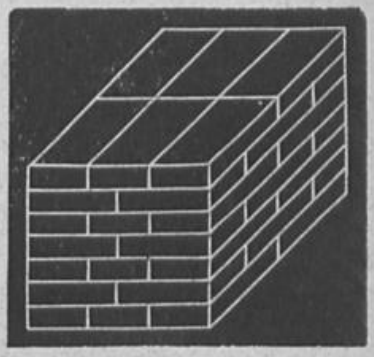
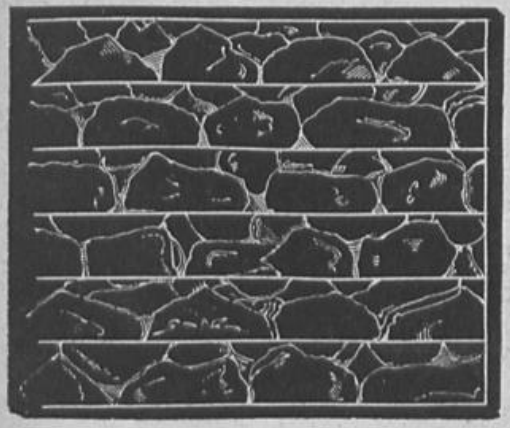
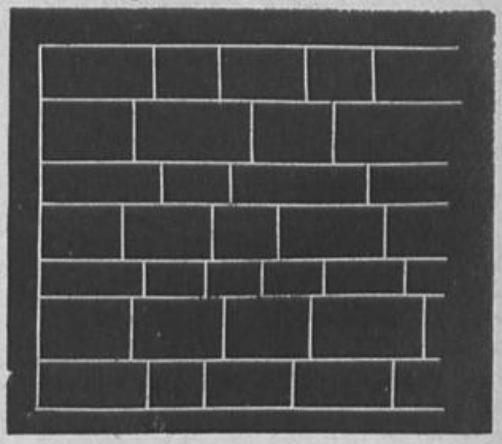


Fig. 152. Bruchsteinmauer. Fig. 153. Quadermauer.





Holzverbindungen.

Fig. 154.

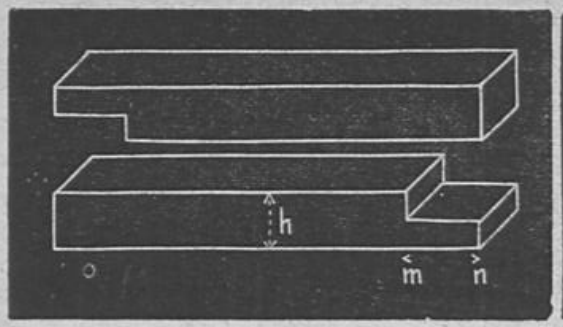


Fig. 155.

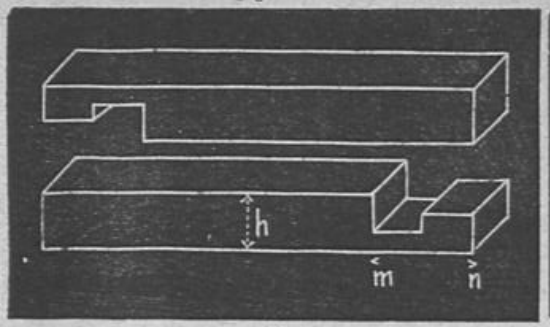
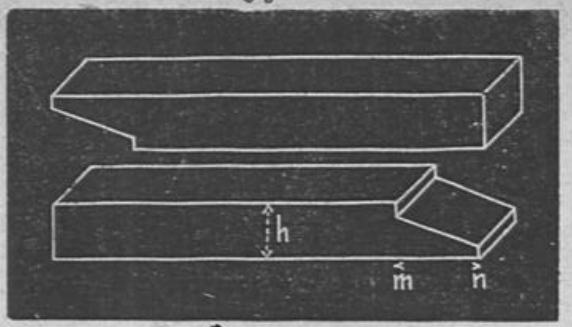


Fig. 156.



m n = 1 bis $1^1/_2$ h.

Fig. 154. Einfach gerade Überplattung, auch Überblattung genannt.

Fig. 155 Gerade verzahnte Überplattung.

Fig. 156. Einfach-schiefe Überplattung.

Fig. 157. Bündige Überplattung.

Fig. 158. Aufkämmung.

Fig. 159. Verzapfung.

Fig. 157.

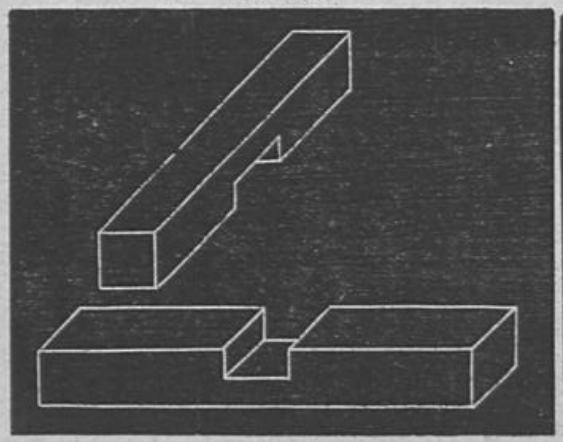


Fig. 158.

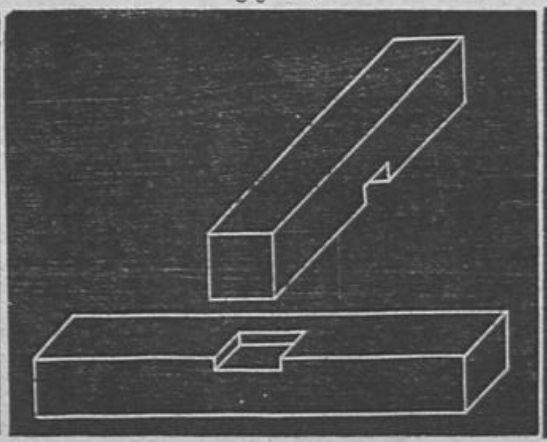
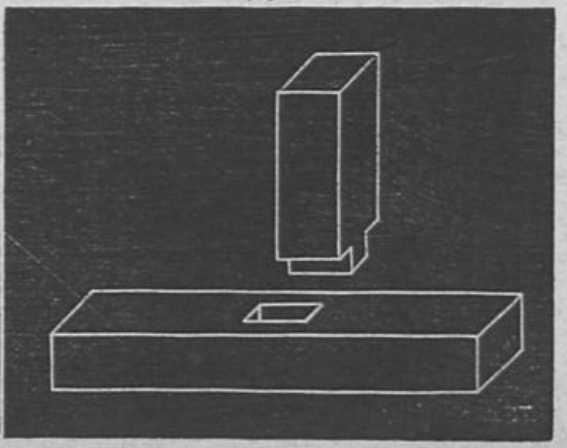


Fig. 159.



Fußböden.

Fig. 160.

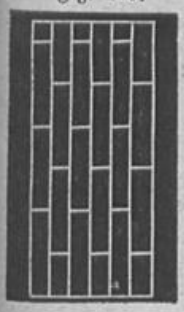


Fig. 161.

Fig. 162.

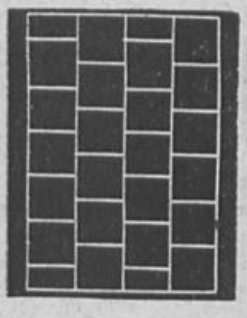


Fig. 163.

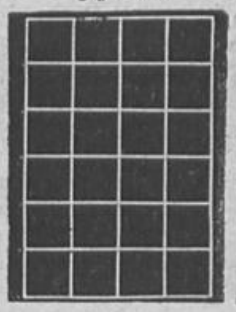


Fig. 164.

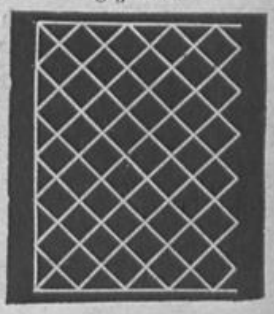


Fig. 165.

Fig. 166.

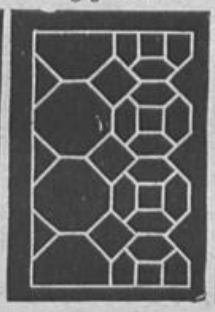


Fig. 167.

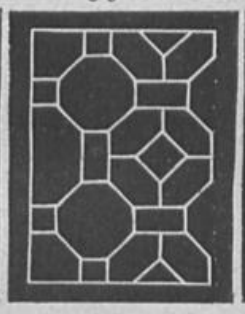
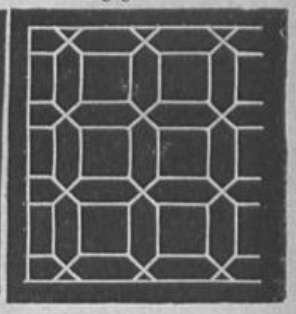


Fig. 168.

Fig. 169.



Thüren.

Fig. 170.

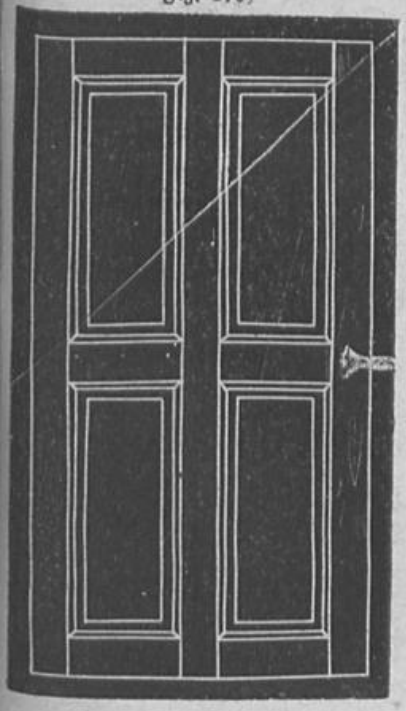
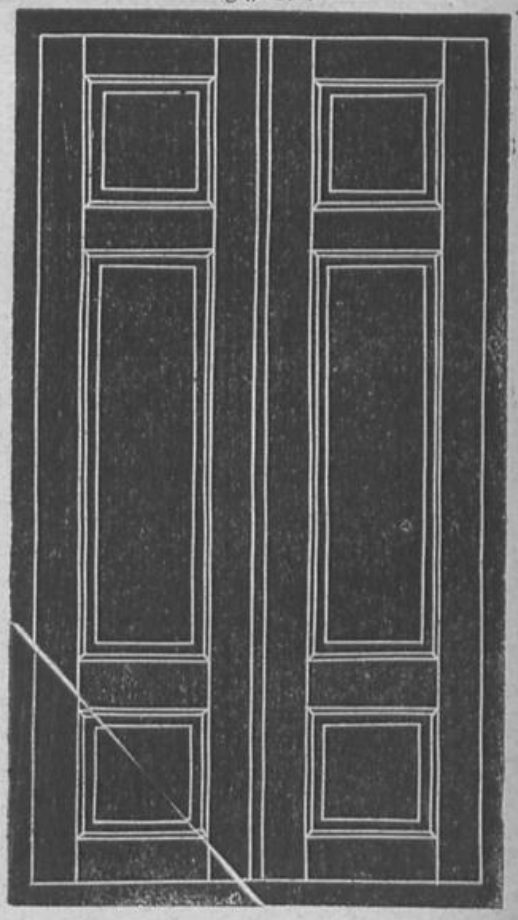


Fig. 171.



Dachformen.

1. Giebeldach.

Fig. 172.

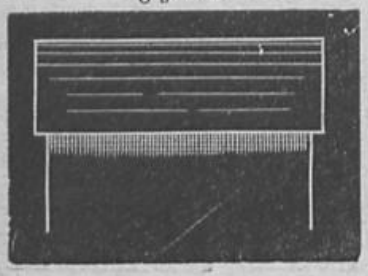
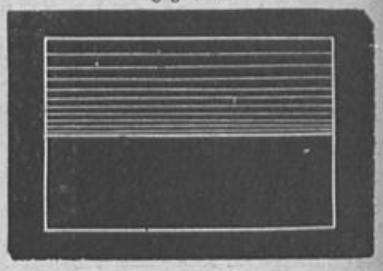


Fig. 173.

Fig. 174.



2. Walmdach.

Fig. 175.

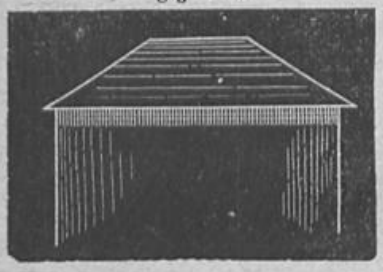
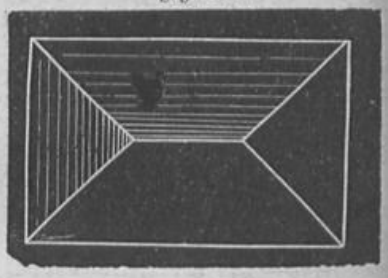


Fig. 176.

Fig. 177.

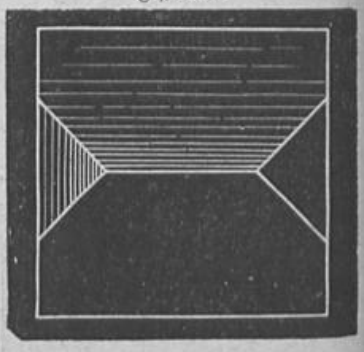


3. Halbes Walmdach.

Fig. 178.

Fig. 179.

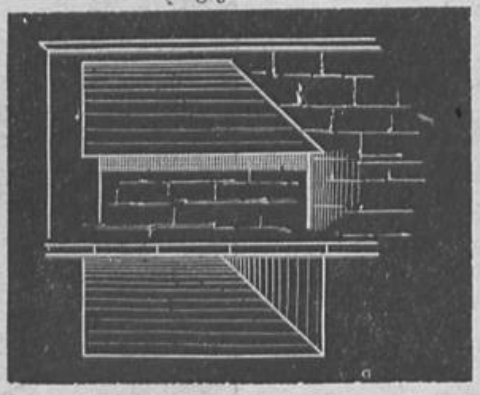
Fig. 180.



4. Pultdach.

Fig. 181.

Fig. 182.



5. Zeltdach.

Fig. 183.

Fenster.

Fig. 184.

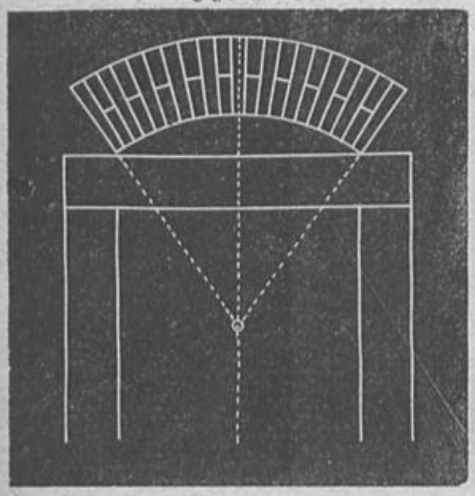


Fig. 185.

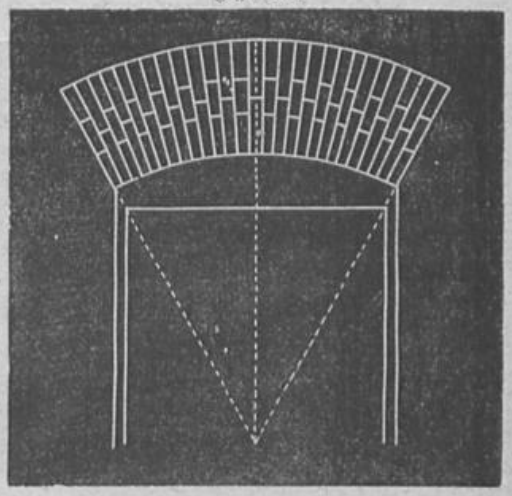


Fig. 186.

Fig. 187.

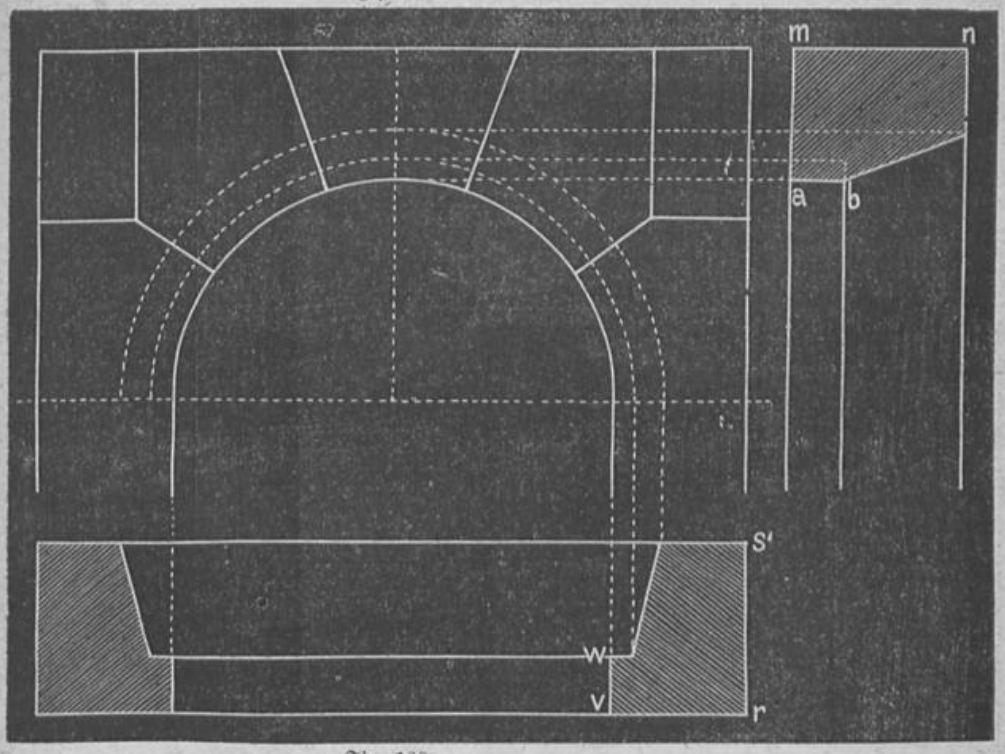


Fig. 188.

Fig. 184 und Fig. 185. Fenstersturz mit Entlastungsbogen von außen und von innen.

In Fig. 186, Fig. 187 und Fig. 188 ist die Überdeckung der Fensternische im Aufrisse, horizontalen und verticalen Durchschnitte dargestellt. m n = r s; w v = a b.

Die Schraube.

Fig. 189. Die Schraubenlinie.

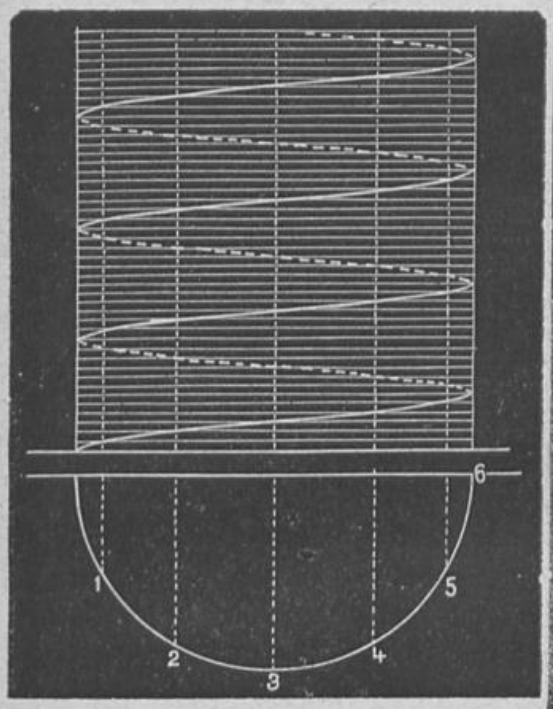


Fig. 191. Schraubenspindel und Mutter.

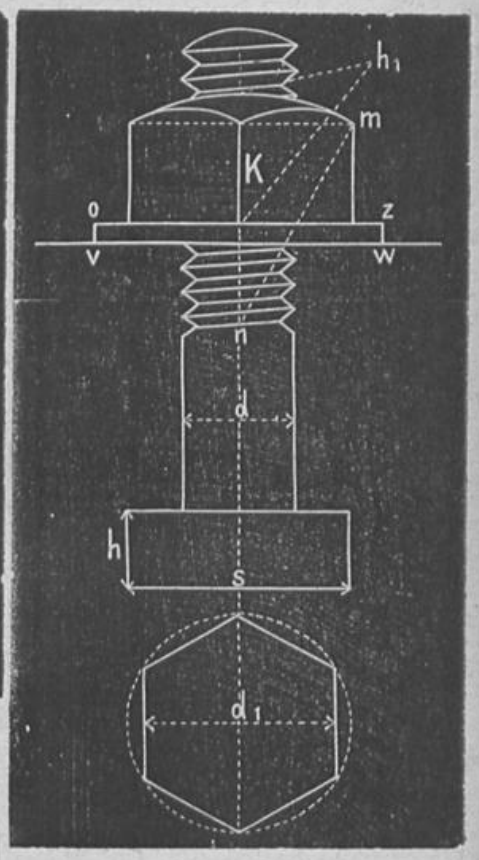


Fig. 190. Die flache Schraube.

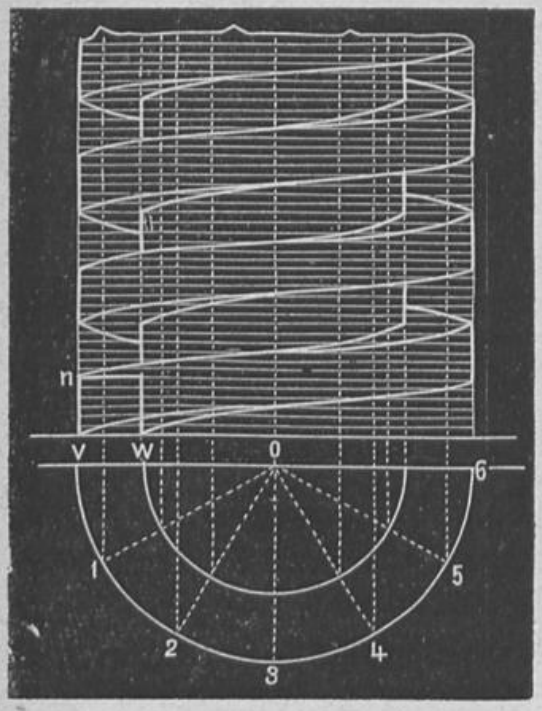


Fig. 190. $vw = \frac{1}{3} vo$; $vw = on$.

Fig. 191. $s = 1{\cdot}5\ d$ $h = 0{\cdot}7\ d$; d_1 Durchmesser der Schraubenmutter oder des Schraubenkopfes $= s$; $h_1 = d$; $mn = d_1$; $vw = \frac{4}{3} d_1$; $wz = \frac{1}{10} d_1$ vwozUnterlagsscheibe.

Es wird für die Schüler leichter sein, die scharfe Schraube bloß durch Striche anzudeuten.

Gothische Fenster.

Fig. 192.

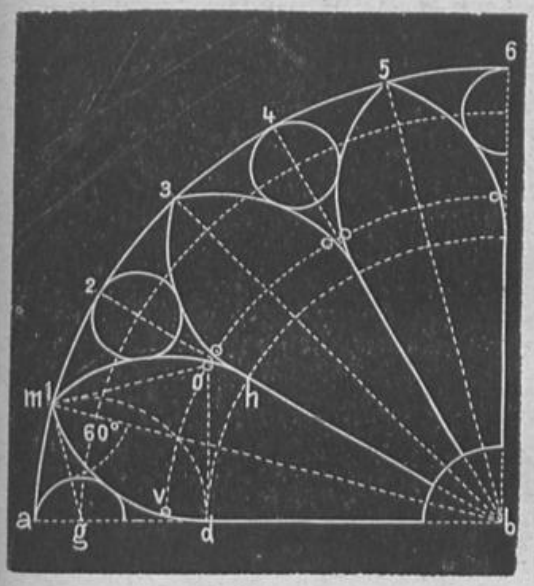


Fig. 193.

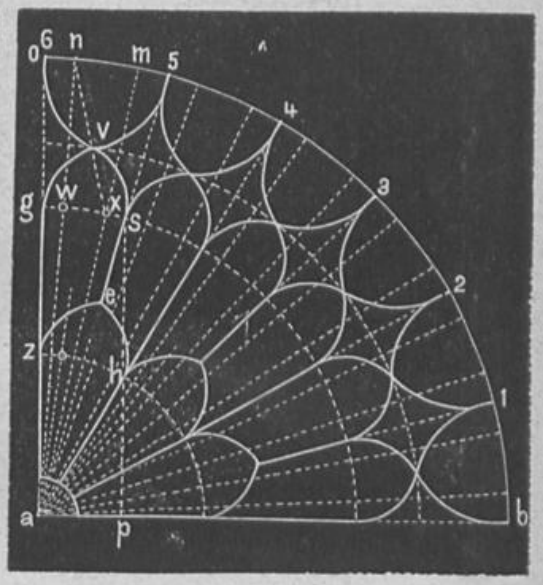


Fig. 192. Construction: Den Kreis in 24 gleiche Theile getheilt, die Rhadien gezogen. ∢ b m g = 60° gibt den Mittelpunkt g. Mit dem Halbmesser g b den Hilfskreis gezeichnet, erhält man die weiteren Mittelpunkte. g d = m g gemacht, in d auf a b eine Senkrechte errichtet; ebenso in m auf m g, so erhält man den Mittelpunkt o für den Bogen d m. Durch Übertragung bekommt man die Mittelpunkte für m h u. s. w.

Fig. 193. Construction: Den Kreis in 24 Theile getheilt, jeden Theil in vier Theile getheilt und aus n und m die Bogen 6 v und 5 v gezeichnet. Von diesen Mittelpunkten die zugehörigen Halbmesser gezeichnet. Die Gerade n v schneidet m a in x. x ist der Mittelpunkt des Bogens g v. Durch Übertragung die weiteren Mittelpunkte bestimmt und die Bögen gezeichnet. s p ∥ zu o a gemacht, gibt auf a 4 den Punkt h. Das Bogenstück h z in vier Theile getheilt, gibt die Mittelpunkte für z e und e h. Dieses Verfahren fortgesetzt.

Ein monumentales Kreuz.

Fig. 194.

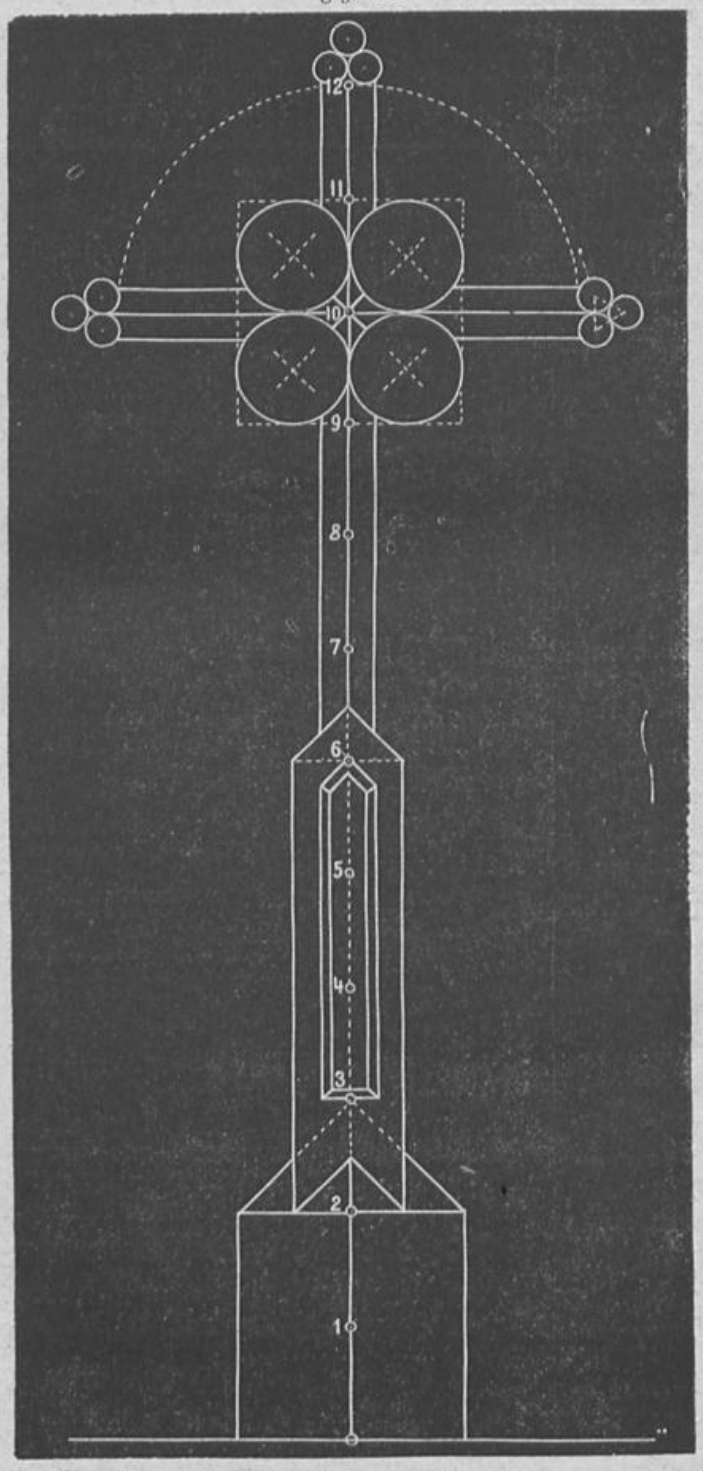


Fig. 194. Zur Construction: Die Höhe der Zeichnung in zwölf Theile getheilt. Den Fuß mit zwei Theilen angenommen. Alles weitere leicht ersichtlich. Die kleinen Kreise an den Enden ruhen im gleichseitigen Dreiecke.

Romanisches Fenster.

Fig. 195.

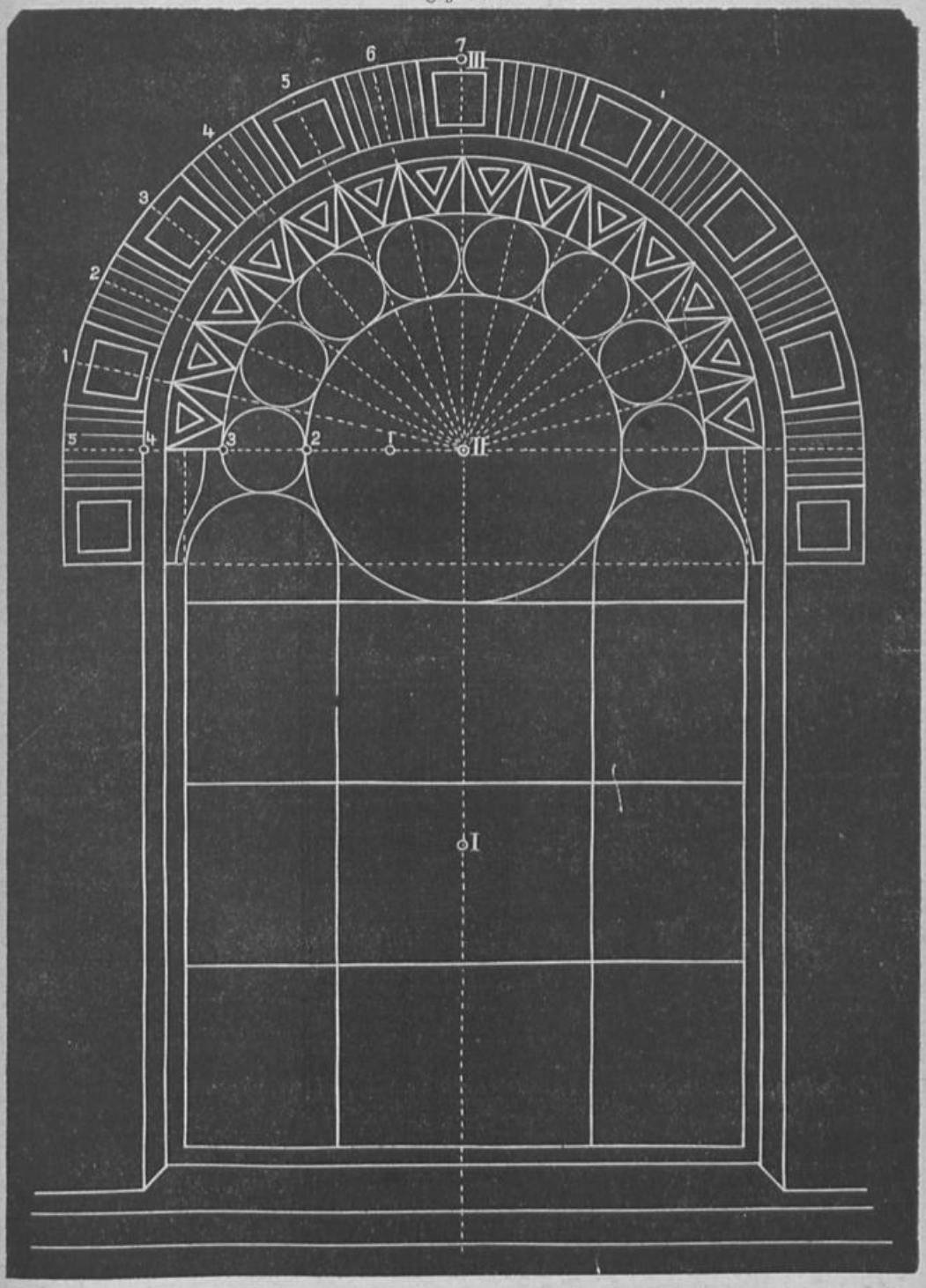


Fig. 195. Die ganze Höhe in drei gleiche Theile getheilt und mit II, III den Halbkreis gezeichnet und dessen Halbmesser II 5 in fünf gleiche Theile getheilt. Den inneren Bogen aus 2 beschreibe man erst, wenn die berührenden Kreise gezeichnet sind.

Literatur.

Battig G., Formenlehre und Zeichnen für ein- und zweiclassige Volksschulen. Breslau. E. Morgenstern, 1872.

Bär J., Colorierte Vorlagen für den Unterricht im Linearzeichnen. Nördlingen. C. H. Beck'sche Buchhandlung, 1876.

Behse W. H., Die darstellende Geometrie mit Rücksicht auf techn. Anwendung für Real-, Gewerbe-, Handwerker- und Baugewerkeschulen. Halle. G. Knapp, 1869.
Zu empfehlen.

Broischmann J., Sistematisch geordnete Vorlegeblätter. Köln a. R. J. Tanger, 1875.

Brude A., Das Zeichnen der Stereometrie als Vorschule zur darstellenden Geometrie und zum Fachzeichnen. Stuttgart. J. Maier.
(Wegen seiner Klarheit und wissenschaftlichen Darstellung empfehlenswert.)

Delabar G., Anleitung zum Linearzeichnen mit besonderer Berücksichtigung des gewöhnlichen und technischen Zeichnens. Freiburg in Br. Herder, 1867.

Delabar G., Die Lehre von der Beleuchtung und Schattierung als Lehrmittel für Lehrer und Schüler an Oberreal- und Gewerbeschulen. Freiburg i. Br. Herders Verlagshandlung, 1875.

Diefenbach L., Geometrische Ornamentik für Gewerbe und Industrieschulen. In Farben ausgeführt. K. Fleming in Glogau, 1875.
(Sehr empfehlenswert. Vollendete geom. Ornamentik.)

Dietzel C. F., Dr., Leitfaden für den Unterricht im techn. Zeichnen an Real-, Handwerker- und Baugewerkeschulen. Leipzig. E. A. Seemann, 1864. Vier Hefte.

Edelmann B., Leitfaden für den Linearzeichnungsunterricht. Drei Theile. München. R. Oldenburg, 1871.

Fialkowsky N., Die zeichnende Geometrie. Wien, Wallishauser, 1860.
(Ein besonders gründliches Werk mit genauer Ausführung.)

Fischer O., Mustersammlung für das Linearzeichnen. Stuttgart. J. F. Steinkopf, 1858.

Fischer O., Mustersammlung für das Linearzeichnen. Stuttgart. J. H. Steinkopf, 1870.

Flück J., Geometrischer Darstellungsunterricht. Meersburg. Selbstverlag, 1871.

Fürstenberg S., Stoff und Lehrgang für den ersten Unterricht im Linearzeichnen. Trier, Fr. Lintz.

Graberg F., Vorlagen zum geom. Zeichnen. Zürich, Orell, Füßli und Co. 1870.

Gutbier. Übungsblätter für Planzeichnen. Merseburg. Stollberg. 1881.

Heißig F., Anleitung zum Zirkel- und Linearzeichnen. Wien, K. Gerold und Sohn, 1855.

Enthält eine reichhaltige Sammlung von Übungsstoff.

Hesky K., Einfache Objecte des Bau- und Maschinenfaches. Wien. C. Gräser, 1882.

Himpel Th., Leitfaden für den Unterricht im geom. Zeichnen. Berlin, Decker, 1855.

Hutter Alex., Der Zeichenunterricht für Volksschulen. S. Gallen und Bern. Huber und Co. 2. Abtheilung Linearzeichnen.

Knapek F., Formensammlung für das geom. Zeichnen an allgemeinen Volksschulen. Znaym. Selbstverlag, 1872.

Leybold Ludwig, 20 Vorlagen für den Unterricht im Linearzeichnen an technischen Schulen. Stuttgart. W. Nitzschke 1860.

Lindner, Dr., Anschauungslehre als Vorschule des Zeichnens und der geom. Formenlehre. Graz. Leikam-Josefsthal, 1871.

Lindner, Dr., Übungshefte zum früheren Werke. Ebendaselbst.

Müller G., Zeichnende Geometrie. Eßlingen. Selbstverlag. 1879.

Müller G., Linearzeichnen. Iserlohn. Bädecker Jul., 1858.

Eine umfassende Sammlung Constructionen zu techn. Zwecken.

Müller G., Übungsstoff für das geom. Zeichnen. Esslingen. Selbstverlag, 1870.

(Dieses Werkchen empfiehlt sich durch seinen Reichthum an geschmackvollem und sauberem Übungsstoff.)

Paulus Christ., Zeichnende Geometrie zum Schulunterrichte und Privatstudium. Stuttgart, J. B. Metzler, 1866.

Rau C. G., Erster Unterricht im Zeichnen. Stuttgart, Chr. Belser 1851.

Schreiber G., Das Linearzeichnen. Drei Theile. Im dritten Theile das geom. Zeichnen. Leipzig. Spamer, 1871.

Schreiber G., Das technische Zeichnen. Für Architekten, Techniker, Mechaniker u. s. w. Leipzig. O. Spamer, 1865.

Enthält einen vorzüglichen Stoff.

Schulz Karl, der geometrische Zeichner. Dresden bei J. Naumann 1846.

Schwartze Th., Vorlagen zum geom. Musterzeichnen für Gewerbe- und Bürgerschulen, sowie für Gewerbetreibende. Leipzig A. H. Payne, 1878.

Stuhlmann, Dr., Zirkelzeichnen zum Gebrauche an Gewerbeschulen. Hamburg, Nestler und Melle, 1869.

Vogel, Dr., Die Elemente des geom. Zeichnens. Stuttgart. K. Grüninger.

Voltz Karl, Vorlagen für den ersten Linearzeichenunterricht. Nördlingen. C. H. Beck, 1867.

Weishaupt H., Elementar-Unterricht im Linearzeichnen. 2. Abtheilung. München. A. Fleischmann, 1860.

Weishaupt H., Elementar-Unterricht im Linearzeichnen. Zwei Abtheilungen. 1. Abth. München, Fleischmann 1856.
Empfehlenswert.

Wenk J., Die construierende Geometrie als Grundlage für das geom. Zeichnen. Leipzig, J. Klinkhardt, 1861.

Zähringer H., der Unterricht im geometrischen Zeichnen mit besonderer Berücksichtigung der aargauischen Bezirksschulen. Pädagogische Monatsschriften für die Schweiz 1856.