Anleitung

zum

Naturzeichnen nach architektonischen Körpern

mit besonderer Rücksicht auf Schulen und zum Selbstunterricht

von

P. E. Bacharach.

Nebst 20 Tafeln Abbildungen.

Essen,
bei G. D. Bädeker. 1837.

Vorwort.

Obgleich es bisher an Lehrbüchern der Zeichenkunst nicht fehlt, deren Brauchbarkeit für ihre Zeit und in ihrer Weise nicht zu bestreiten sein möchte, so hat doch Peter Schmid durch sein Werk „das Naturzeichnen" die Zahl derselben, und zwar mit etwas so Tüchtigem, vermehrt, daß bei mir ein längst gefaßter Entschluß, etwas Aehnliches herauszugeben, zur Reife gedieh. Ich habe es nämlich versucht, ganz in seiner Weise ein architektonisches Lehrbuch zu bearbeiten, das ich jetzt, in der Hoffnung eine Lücke in diesem Fache wo nicht auszufüllen, doch minder fühlbar zu machen, und in der Ueberzeugung, daß es bei zweckmäßigem Gebrauche Nutzen stiften werde, dem Publikum vorlege.

Bei meiner Stellung als Zeichenlehrer habe ich die Erfahrung gemacht, daß es besondere Schwierigkeiten hat, Einen oder Mehrere zugleich etwas zu lehren, und fast noch größere, ein Lehrbuch zu schreiben, wonach es leicht würde, den Gegenstand Anderen ganz klar und deutlich zu machen, oder welches Jemand, der sich selbst unterrichten will, mit Nutzen gebrauchen könnte. Das angeführte Werk von Schmid vereinigt diese Vorzüge in sich; und da dasselbe hauptsächlich für Gymnasien bestimmt ist, so möge man es nicht unbescheiden nennen, wenn ich für Gewerbe- und ähnliche Schulen das zu geben mich bemühe, was, meines Wissens, in dieser Art noch nicht vorhanden ist. Uebrigens erkläre ich hier, daß ich weit von der Anmaßung entfernt bin, mich neben ꝛc. Schmid oder Andere, die gelehrt über diesen Gegenstand geschrieben haben, stellen zu wollen, und ich werde mich reichlich belohnt fühlen, wenn Lehrern sowohl als Schülern die Sache in etwa erleichtert wird.

Allgemeine Lehrsätze als Einleitung.

§. 1.

Alle architektonischen Körper lassen sich auf 2 Arten durch die Zeichnung darstellen; einmal durch Projektion und einmal durch Perspektive.

§. 2.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Zeichnungsarten ist folgender: die Projektion giebt die Zeichnung nach einem bestimmten größern oder kleinern Maaßstabe in allen einzelnen Theilen so wieder, daß eben so genau ein Körper in allen einzelnen Verhältnissen untereinander nach der Zeichnung gemacht werden kann, als die Zeichnung nach dem Körper. Die Perspektive giebt die Zeichnung so, wie sich der abzuzeichnende Gegenstand dem Auge des Beschauers (oder Zeichners) von irgend einem Standpunkt aus zeigt. Bei der ersten Zeichnungsart kann daher mehr für die genaueren Maaßverhältnisse, bei der andern mehr für täuschende Darstellung geschehen.

§. 3.

Da die Perspektive zu dem von mir in diesem Cursus der Zeichnungslehre zu Grunde gelegten Plane noch nicht gehört, so beschränke ich mich darauf, folgende Lehrsätze für das Zeichnen nach architektonischen Körpern, oder die Projektion aufzustellen.

§. 4.

Um einen architektonischen Gegenstand durch Zeichnung darzustellen, müssen in der Regel mehrere Seiten dieses Gegenstandes aufgenommen werden, und sind 2 Abbildungen eines Körpers als die nothwendigsten anzusehen, nämlich: eine Grundzeichnung oder der Grundriß, und die Zeichnung einer aufrecht stehenden Seite, der Aufriß.

§. 5.

Obgleich zu einer richtigen Abbildung mancher architektonischen Körper, außer Grund= und Aufriß, auch noch andere Zeichnungen erfordert werden, z. B. mehrere Seitenansichten und Durchschnitte, so bedarf es doch nur für diesen Zeichencursus, daß man weiß, was Grundriß und was Aufriß ist.

§. 6.

Der Grundriß eines Körpers ist, wie schon der Name sagt, die Grundzeichnung, und im Wesentlichsten die Bestimmung der Länge und Breite, sowohl des ganzen Körpers als der einzelnen Theile. Um sich eine bessere Vorstellung davon machen zu können, denke man, man hätte eine weiche Masse, worin man den Fuß oder Grund eines Körpers eindrückte, wo alsdann diese Form das Verhältniß der Länge und Breite des Originals wiedergäbe. Würde man z. B. eine Seite eines Würfels in eine weiche Masse eindrücken, so zeigte diese viereckige Form das Maaß der Länge und Breite, und wäre demnach der Grundriß.

§. 7.

Der Aufriß ist die Abzeichnung einer aufrecht stehenden Seite eines Körpers, und muß dem Grundriß in der Art entsprechen, daß man daran die Höhe der einzelnen Theile wie des Ganzen eben so messen kann, wie am Grundriß die Länge und Breite. In eine weiche Masse ließe sich also auch die Abbildung für den Aufriß formen, und ein Abdruck einer aufrecht stehenden Seite eines Würfels würde das Maaß für die Höhe enthalten, also der Aufriß sein.

§. 8.

Ein Grundriß muß immer so gezeichnet werden, als stände der abzuzeichnende Gegenstand auf einer wagerechten Ebene. (Wagerecht ist eine solche Ebene oder Tafel, deren Ecken oder Kanten gleich hoch liegen, wie z. B. ein Tisch, eine Bank, ein nach der Wasserwage gelegter Fußboden.)

§. 9.

Ein Aufriß muß immer so gezeichnet werden, als stände der abzuzeichnende Gegenstand an einer senkrecht stehenden Ebene oder Tafel. (Senkrecht ist eine solche Ebene, die nach dem Senkblei ihrer Fläche nach gerade herunter steht, also eine Ebene oder Tafel, die mit allen Ecken oder Seiten gleichweit vorsteht, wie z. B. die Wand uns gegenüber.) *)

*) Auf Tafel I. ist das im §. 8. und 9. Erklärte durch Abbildung versinnlicht.

§. 10.

Bei der Anwendung der im §. 8. angedeuteten wagerechten Tafel erhält man einen Grundriß, wenn man um die untere Seite eines Körpers, den man auf diese Tafel stellt, herumzieht, oder die Punkte, die höher stehen, lothrecht oder senkrecht herunter läßt und dann die am Original höher stehenden, auf die wagerechte Tafel herabgelassenen oder gezeichneten Punkte durch Linien verbindet, die dem abzuzeichnenden Körper entsprechen.

§. 11.

Bei der Anwendung der im §. 9. beschriebenen senkrechten Tafel erhält man einen Aufriß, wenn man um eine aufrechtstehende Seite eines Körpers, den man dicht an die senkrechte Tafel hält, herumzieht, oder die Grenzpunkte des Körpers, die nicht die senkrechte Tafel berühren, mit wagerechten oder horizontalen Linien auf der Tafel bemerkt (andeutet oder anzeichnet) und nun diese Punkte durch Linien verbindet, die dem Original entsprechen, eben so wie bei dem Grundrisse.

§. 12.

Die beiden Figuren auf Tafel I. werden das im §. 8., 9., 10. und 11. Gesagte anschaulich machen.

§. 13.

Die Figuren auf Tafel II. und die Beschreibung dazu soll nur so viel über Grund- und Aufriß lehren, als für diesen Cursus zu unserem Zwecke nothwendig ist.

§. 14.

Da der Zeichenunterricht, wenn auch oft nicht von langer Dauer, immer noch einigen Nutzen haben soll, so geht mein Streben dahin, durch die diesen Cursus füllenden Figuren und Erklärungen, vom Anfang gleich jede Figur als eine aufzulösende Aufgabe, und nicht etwa als ein Muster zum Nachzeichnen behandeln zu lassen.

Tafel I.

Fig. 1 und 2. Aus dem Gesagten geht nun hervor, daß wir, um einen Grundriß zu bekommen, die Zeichnung so machen müssen, als stände der abzuzeichnende Gegenstand auf einer liegenden Fläche oder Ebene (wagerechten Ebene oder Tafel), und um einen Aufriß so zu bekommen, als stände der abzuzeichnende Gegenstand an einer hängenden oder stehenden Fläche oder Ebene (senkrechten Ebene oder Tafel). Wir nehmen also zu unserem Gebrauche zwei solche Tafeln, die rechtwinklig aufeinander stehen, als stellten wir ein Brett gerade vor uns auf den Tisch. Diese Tafeln sind zur Erleichterung beim Zeichnen erforderlich, indem sie viel zur Verständlichkeit beitragen, und es kann Jemand zum Selbstunterricht sich zwei solche Bretter zusammen fügen lassen, deren jedes ein und einen halben □Fuß groß sein kann. Dagegen thut der Lehrer an einer Gewerbe- oder andern Schule besser, sich an das untere Ende der Wandtafel ein etwas größeres Brett machen zu lassen, was sich vermittelst eines Klappfußes, wie man bei den Bauern Tische und Bänke sieht, daran anbringen, oder auch durch vier Schnüre, gleich einer Wagschaale, daran befestigen läßt.

Fig. 1 und 2 sind zwei solche Tafeln. A die Senkrechte und B die Wagerechte, C D die Durchschnittslinie beider Ebenen, auch Basis genannt. *) Da sich diese beiden Tafeln nicht anders als perspektivisch anschaulich machen lassen, es wäre denn, man ließe auch die Wagerechte flach herunter hangen, was mich aber bei dem, was ich zu erklären beabsichtige, zu weit führen würde, so habe ich sie hier perspektivisch gezeichnet und will versuchen, ob ich mich über den Zweck, den diese Tafeln für uns haben sollen, deutlich genug erklären kann.

Fig. 1. Ein Würfel (Kubus), wovon wir einen Grundriß und einen Aufriß machen wollen. Da ein Würfel 6 gleich große Seiten hat, so darf es kein Mißverständniß verursachen, daß hier mehrere Seiten kleiner erscheinen, als die Seite 5, was in den Gesetzen der Perspektive liegt, die wir erst später kennen lernen werden. Die Seite 4 des Würfels steht auf der wagerechten Tafel und beschreibt das Viereck c h g d.

So würde es sich auch abdrücken, wenn wir die Tafel mit einer weichen Masse bestrichen hätten, und dieses Viereck wäre auch der richtige Grundriß des Würfels, weil die Seite 2 und deren Gränzpunkte a b e f auch alle Punkte, die wir in den senkrechten Linien von 4 zu 2 annehmen, gerade über den Gränzpunkten c h g d liegen. Die Seite 3 steht parallel mit der senkrechten Tafel; und würden wir sie dicht daran rücken, oder in

---

*) Die feinen Linien auf diesen Tafeln sind so, wie ich sie auf den meinigen und wie ich solche zur größeren Erleichterung beim Zeichnen angerathen habe. Siehe nähere Anweisung auf Seite 10.

eine weiche Masse eindrücken, so würden die Punkte c a e h das eben so bezeichnete Viereck auf der senkrechten Tafel beschreiben, und das würde dann auch der richtige Aufriß sein, weil die Punkte d b f g der Seite 1 den Gränzpunkten c a e h der Seite 3 wagerecht gegenüber liegen. (Die feinen Linien, die auf der wagerechten Tafel zwei Seiten des Grundrisses bezeichnen, zeigen in ihrer Fortsetzung auf die senkrechte Tafel wieder diese beiden Gränzen für den Aufriß.) Die Figur II. ist ebenso. Die verdeckte Unterseite 4 gibt den Grundriß a, und die verdeckte linke Seite 3 gibt den Aufriß b. Ich hätte nicht nöthig gehabt, diese zweite Figur zu zeichnen, wenn sie mir nicht zu folgender Erklärung dienen müßte.

Jedem wird es einleuchten, daß der Würfel II. z. B., man mag ihn so hoch heben, als man will, immer als Viereck im Grundriß und eben so im Aufriß erscheinen wird, ein Umstand, dessen ich eben so wenig erwähnt, als ich die zweite Figur nicht gezeichnet haben würde, wenn es nicht nöthig wäre, sich folgenden Grundbegriff fest einzuprägen. Man ziehe nur immer senkrecht auf die wagerechte Tafel, um alle Punkte für den Grundriß zu bekommen, und wagerecht auf die senkrechte Tafel, um alle Punkte für den Aufriß zu erhalten. Wie lang alsdann die Linien werden, ist gleichgültig.

Tafel II.

Da wir nun zur zweiten Tafel kommen, so bemerke ich vorher, daß wir in der Folge nur über die Mitte unseres Papiers eine Linie ziehen, und diese ist die Basis oder die Durchschnittslinie beider Ebenen; unter dem Striche wäre sonach die wagerechte Ebene, und dahin kommt der Grundriß; über dem Striche die senkrechte Ebene, und dahin fällt der Aufriß.

Fig. 1. Ein Würfel. I. ist der Grundriß, II. der Aufriß. Aus dem Grundriß ersieht man die Länge und Breite, aus dem Aufriß die Höhe.

Fig. 2. Ein Kästchen. Aus dem Grundriß ersehen wir, wie lang und breit dasselbe wird, aus dem Aufriß, wie hoch. Da nun eine Handhabe an der Seite sitzen soll, so macht das die Seitenansicht 3 nothwendig.

Fig. 4. Eine Urne. Der Grundriß a b c d zeigt die viereckige Form des Fußes oder der Fußplatte, 1 im Aufriß die Höhe. Der Kreis e f g h zeigt die Grundform des Rundstabes, 2 im Aufriß seine Ausbiegung und Höhe; i k l m zeigt die Kreisform der Platte unter dem Deckel, 3 seine Höhe; n o p q das Zurückweichen unter der Platte und die Kreisform; r s t u die Kreisform des Rundstabes; 4 die Höhe und Biegung an den Seiten; v w x z die Kreisform des Fußendes.

Fig. 5. Da die punktirten Linien aus dem Grundriß zum Aufriß hin die betreffenden Theile anzeigen, so werde ich hierüber nicht viel sagen und zu sagen haben, außer daß hier das Viereck a im Grundriß zeigt, daß das Kreuz in der Mitte des Postamentes steht, wo es jedoch im Aufriß ebenso aussehen würde, wenn es auch im Grundriß mehr vor= oder mehr zurück stände.

Ich komme jetzt erst zu dem Vortrage, den ich eigentlich zu halten beabsichtige, oder zu dem, was ich in gegenwärtigem Werke lehren will. Das, was ich über die zwei Tafeln und über Grund- und Aufriß schon gesagt habe, ist in sofern zu meinem Zwecke nöthig, als alles, was wir jetzt zeichnen werden, zwei solche Ansichten bekommt. Da nun aber dieser Unterricht nicht der sein soll, von allen möglichen Gegenständen zwei solche Ansichten zu liefern, da die Risse überhaupt für jedes Gewerbe von anderer Art sein müßten, so will ich Folgendes noch bemerken. Ich gehe von der Ansicht aus, daß Jeder, der zeichnen lernt, sich so viel als möglich in dieser Kunst eine Selbstständigkeit zu erwerben suchen muß. Da diese durch Copiren nicht erlangt werden kann, es sei denn, daß Jemand bei einer Art von Zeichnungen sich lange aufhielte, was aber namentlich an den Sonntagsschulen selten der Fall ist, so strebe ich dahin, den Zeichnenschüler in den Stand zu setzen, daß er später auch Sachen zeichnen kann, die ihm erklärt werden, oder die er sich selbst erdacht, oder vielleicht in Natura gesehen hat; dazu gehört die Kenntniß der Perspektive, wenn solche Sachen so gezeichnet werden sollen, wie sie dem Auge des Beschauers von irgend einem Standpunkte aus sich zeigen. Dazu gehört die Lehre von Licht und Schatten, wenn sie durch größere Ausführung täuschen sollen, und dazu gehört die Lehre von der Projektion, wenn sich der Zeichner eine richtige Vorstellung von der Sache will machen können. Projektion ist also das, was ich lehren will, und diese Lehre besteht darin, geometrisch zu zeichnen, wie sich alle Punkte, die Gegenstände mögen stehen oder irgend wie aufgehoben sein, im Grundriß wie im Aufriß unter einander verhalten.

Da sich an Körpern meine zu gebenden Erklärungen besser verdeutlichen, so lasse man sich ein viereckiges Brett zurichten, das für den Lehrer $1/6$ Zoll dick und 1 □Fuß groß, indeß es für den Schüler weit weniger groß sein kann; ebenso einen Drath für den Unterricht, etwa 1 Fuß lang. Ein Schüler kann sich mit einem Bleistifte helfen. Ich habe auf meinen Tafeln feine Linien, in Zwischenräumen von $1/4$ Zoll, in einer Fortsetzung von der wagerechten zur senkrechten Tafel und rechtwinklig mit der Durchschnittslinie beider Ebenen (man sehe Tafel I. Fig. 1 und 2). Diese Linien können auf den zu brauchenden Tafeln mit rother Oelfarbe gezogen werden, was zur größern Verständlichkeit viel beitragen wird.

Tafel III.

Fig. 1. Legen wir die Bleifeder oder den Drath auf die wagerechte Tafel zwischen zwei feine Linien so nahe an die Basis oder so weit davon, als wir wollen, so zeigen uns diese, wohin der Grundriß kommt; und drücken wir die Bleifeder oder den Drath fest an die senkrechte Tafel, so gibt das den Aufriß, viereckig oder rund, je nachdem der Gegenstand ist. Ich habe hier den Aufriß a′ b′ c′ d′ höher als die Basis gezeichnet, damit man sich daran gewöhne, daß es an der Zeichnung nichts ändern könne, ob der Aufriß höher oder auf der Basis liegt, wenn er nur zwischen seinen angehörigen Linien bleibt. Die beiden Aufrisse wären einmal für eine runde und einmal für eine viereckige Bleifeder; für den Grundriß würde für beide Fälle die Zeichnung dieselbe bleiben.

Fig. 2. Obgleich zur Erklärung der Aufgaben wie gesagt ein Drath, ein Bleistift oder nach diesem ein viereckiges Brett gebraucht wird, so zeichnen wir doch zur Darstellung dieser Gegenstände immer nur eine Linie, weil das zu unserm Zwecke verständlicher und förderlicher ist.

Stellen wir den Drath perpendikular auf die wagerechte Tafel, so erscheint er im Aufriß als eine Linie, und im Grundriß als ein Punkt (wenn der Gegenstand im Aufriß durch eine Linie dargestellt ist, so kann sein Grundriß auch nur ein Punkt sein). Die Linie a b wäre also der Aufriß, der Punkt c der Grundriß. Man kann für den Aufriß die Linie so hoch über die Basis zeichnen als man will. Wenn der Drath an der senkrechten Tafel anliegt, so wird der Punkt, sein Grundriß, immer in der Basis oder Durchschnittslinie beider Ebenen bleiben, jedoch gerade unter der Linie. Man kann den Drath so weit von der senkrechten Tafel entfernen als man will, der Grundriß wird immer ein Punkt bleiben, nur in dem Verhältniß, mehr nach vorne gezeichnet.

Fig. 3. Legen wir den Drath auf die wagerechte Tafel parallel mit der Durchschnittslinie. Die Linie a b auf der wagerechten Tafel (der Grundriß) gibt, wenn sie liegt, den Aufriß a b in der Basis, und auch höher auf der senkrechten Tafel a b, wenn nemlich der Drath so hoch, wagerecht mit der liegenden Tafel und parallel mit der stehenden Tafel aufgehoben wäre. Der Aufriß ist immer da, wo wir von den Endpunkten des Grundrisses wagerecht auf die senkrechte Tafel, hintråfen, und der Grundriß ist da, wo wir von den Endpunkten des Aufrisses senkrecht auf die wagerechte Tafel hintråfen. Die feinen Linien zeigen die Gränzen beider Risse.

Fig. 4. Legen wir den Drath nicht rechtwinklig und nicht parallel mit der Durchschnittslinie beider Ebenen auf die wagerechte Tafel, wie hier a b, so werden die feinen Linien uns zeigen, daß nun der Aufriß a b 1 in der Basis nicht mehr so lang ist, wie der Grundriß. Der zweite Aufriß a b 2 wäre für den Fall, daß die Linie a b von der wagerechten Tafel so hoch aufgehoben würde. Beim parallelen Aufheben des Drathes oder der Bleifeder mit der wagerechten Tafel bliebe der Grundriß immer auf derselben Stelle, nur der Aufriß käme in demselben Verhältnisse höher zu stehen und muß Letzterer immer eine gerade Linie bleiben, wenn die Bleifeder oder der Drath parallel mit der wagerechten Tafel gehoben würde. Wir haben nun bei Fig. 1 und 2 gesehen, daß die Linie als ein Punkt erscheinen kann, bei Fig. 3, daß sie für Grund- und Aufriß dieselbe Länge behält, und diese Fig. 4 ist ein Fall, der zwischen beiden liegt, woraus sich Folgendes erklärt. Je mehr parallel der Drath mit der Basis liegt, desto länger, und je größer der Winkel ist, den der Drath mit der Basis bildet, desto kürzer erscheint der Aufriß.

Fig. 5. Dieselbe Aufgabe, nur umgekehrt. Halten wir den Drath gegen die senkrechte Tafel nicht parallel mit der Basis, so zeigen die feinen Linien wieder, daß der Grundriß eine kürzere Linie bildet. Einmal a b 1, als läge der Drath nahe an der senkrechten Tafel, und einmal a b 2, als wäre der Drath mehr nach vorne gehalten.

Fig. 6. Halten wir den Drath oder den Stift an die senkrechte Tafel nicht parallel mit der Basis und nicht mit der Tafel, so erscheinen beide Risse kürzer als das Original. Die parallele Abweichung von der senkrechten Tafel bestimmt das Kürzerwerden des Aufrisses, und das parallele Abweichen von der wagerechten Tafel bestimmt das Kürzerwerden des Grundrisses.

Tafel IV.

Fig. 7. Jetzt nehmen wir zur Erklärung der Aufgaben das viereckige Brett; jedoch zeichnen wir wieder statt der Dicke desselben nur eine Linie. Legen wir das Brett parallel mit der Basis, so zeigen uns die rothen Linien zwei Gränzen des Vierecks und auch wohin der Grundriß kommt. Liegt das Brett fest auf der wagerechten Tafel, so erscheint der Aufriß in der Durchschnittslinie beider Ebenen a b c d 1. Heben wir das Viereck wagerecht auf, so erscheint der Aufriß höher, z. B. a b c d 2. Hier muß der Schüler sich die Ueberzeugung zu verschaffen suchen, daß diese Figur einmal als ein Viereck und einmal als eine Linie erscheinen muß. Wollte man die wirkliche Dicke des Brettes angeben, so müßte das durch eine Parallele mit der Linie im Aufriß geschehen.

Fig. 8. Halten wir das Brett an die senkrechte Tafel, so zeigen uns wieder die rothen Linien, wohin der Grundriß kommen muß. Wird das Brett fest an die Tafel gehalten, so ist der Grundriß in der Basis a b c d 1, oder, wenn das Viereck mehr vorgehalten wird, a b c d 2.

Fig. 9. Das Viereck a b c d auf der wagerechten Tafel liegt hier nicht parallel mit der Basis. Die feinen Linien zeigen uns, daß der Aufriß jetzt eine größere Ausdehnung der Länge bekommt, nemlich die von a bis c; jedoch lassen sich auch die beiden andern Punkte b und d für den Aufriß angeben. Daß der Aufriß wieder nur eine Linie ist und sein muß, wird Jeder leicht einsehen, indem die vier Punkte des Vierecks a b c d auf der wagerechten Tafel in einer Höhe, folglich auch im Aufriß in einer Linie liegen müssen. Der Aufriß a′ b′ c′ d′ 2 gilt für den Fall, daß das Brett so hoch aufgehoben wäre.

Fig. 10. Nehmen wir nun zu unsern Aufgaben einige andere Gegenstände, wie ich z. B. hier ein Buch und Fig. 11 einen Bilderrahmen gewählt habe.

Bei Fig. 10 ist a b c d der Grundriß des Buches, und a″ b′ c″ d′ der Aufriß. *)

Für den Aufriß habe ich absichtlich nur ein länglichtes Viereck gezeichnet und nicht den Einband daran bemerkt, um nicht durch mehrere Linien die Aufgabe zu erschweren. Der Lehrer wird wohlthun, das Buch in mehreren Stellungen zeichnen zu lassen, wodurch das bis jetzt Vorgekommene sich besser einprägen wird.

Fig. 11. Ein Bilderrahmen. Wir hängen den Rahmen an die senkrechte Ebene. Die feinen Linien zeigen seine äußere und seine Holzbreite. (Die Höhe kann man nach dem Augenmaße bestimmen.) Wohin der Grundriß fällt, zeigen ebenfalls die Linien, nemlich die Ausdehnung von a nach b, oder von c nach d. Daß hier für den Grundriß nicht eine, sondern zwei Linien gezeichnet sind, soll die Dicke des Holzes anzeigen. Der Grundriß 2 ist für den Fall, daß der Rahmen nicht dicht an der senkrechten Tafel hinge. Aus den Gegenständen, die uns umgeben, lassen sich nun schon eine Menge herausnehmen und zeichnen; auch würde ich mehrere Beispiele angeführt haben, wenn ich nicht fürchtete, dem Ganzen eine zu

*) Ich habe die angehörigen Punkte immer mit gleichen Buchstaben bezeichnet, und bei diesen Buchstaben, wenn sie mehrere Mal vorkommen, noch ein oder mehrere Striche gemacht.

große Ausdehnung zu geben, da es auch besser ist, wenn der Lehrer die Sachen in Natura an die Tafel hält, oder auf die wagerechte stellt, und nun durch einige Erklärungen dem Schüler das Zeichnen derselben erleichtert.

Ich habe oft, ehe ich weiter ging, die Schüler Mehreres nach dem verjüngten Maaßstabe zeichnen lassen, und bin dabei auf folgende Art verfahren. Jeder mußte sich auf seinem Papier unten am Rande eine Linie ziehen, und nun ein Maaß für einen Fuß annehmen, z. B. $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$ oder einen ganzen Zoll. Dieses Maaß wird zwölfmal auf dieser Linie angegeben und von diesen Punkten senkrecht hinauf gezogen. Ist das geschehen, so wird mit der angenommenen Fußlänge eine Linie mit der ersten parallel gezogen, wodurch zwölf Vierecke entstehen. Wird nun von dem ersten Punkte links unten nach dem letzten Punkte rechts oben durch alle diese Vierecke eine Linie gezogen, so hat man beim ersten Fußmaaß senkrecht hinauf 1 Zoll, beim zweiten 2 Zoll, beim dritten 3 Zoll u. s. w. Im ersten Viereck sind auch die Theile, als $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ eines Zolles zu bestimmen. (Man sehe die Fig. unten auf Tafel IV.) Nun habe ich den abzuzeichnenden Körper auf der wagerechten Tafel, und indem ich denselben mit einem Zollstocke ausmesse, diktire ich die Maaßverhältnisse, die alsdann Jeder nach seinem verjüngten Maaßstabe ausmißt und darnach zeichnet. Dieser Bilderrahmen wäre nun z. B. nach unten gezeichnetem Maaße 2 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll breit, 3 Fuß $4\frac{3}{4}$ Zoll hoch. Das Holz ist 3 Zoll breit, und, was man im Grundriß sieht, $1\frac{1}{4}$ Zoll dick.

Aus Erfahrung sprechend, darf ich hier dem Lehrer anrathen, sich eine Zeitlang beim Zeichnen nach Modellen, mit Nutzen für den Schüler, aufzuhalten.

Tafel V.

Fig. 12. Durch die Aufgaben, die wir bis jetzt auflösten, haben wir Körper zeichnen lernen, die mit allen ihren Gränzpunkten gleich hoch über der wagerechten Tafel oder parallel mit der senkrechten Tafel lagen. Hier kommen wir nun aber zu andern, und zwar zu solchen, an denen ein Gränzpunkt höher als der andere liegt, und beginnen wieder mit einer Linie.

Wir legen den Bleistift, oder der Lehrer den Drath, fest an die senkrechte Tafel, also in die Basis, und die feinen Linien zeigen, wie lang der Grundriß und der Aufriß erscheinen; hier a′ b′. Heben wir nun bei b′ den Drath auf, und zwar so hoch, daß er mit der Basis (oder mit der wagerechten Tafel, was dasselbe ist,) einen rechten Winkel bildet, so erscheint der Grundriß als ein Punkt. Man vergleiche Fig. 2 und 3.

Es erscheint also diese Linie a′ b′ im Grundriß einmal in ihrer größten Länge und einmal so kurz, daß der Grundriß nur ein Punkt bleibt. Nun ist doch natürlich, daß sich auch alle die Fälle zeichnen lassen, die dazwischen liegen, nemlich, wie die Linie von ihrer größten Ausdehnung allmählig kürzer wird, bis sie endlich in einen Punkt fällt. Um dieses allmählige Kürzerwerden richtig zeichnen zu können, müssen wir folgendes Verfahren anwenden und für immer merken: indem ich den Drath a′ b′ in der Basis bei b′ anfasse und so hoch aufhebe, daß er mit der wagerechten Tafel einen rechten Winkel bildet, a′ b′ 5, so beschreibt der Drath auf der senkrechten Tafel den Viertelkreis b′ bis b′ 5. Hebe ich aber den Drath nur bis c' 2, so zeigen mir die feinen Linien, wie lang er alsdann im Grundriß erscheint; so auch wenn ich ihn bis d' 3 und bis e' 4, und endlich bis b' 5 hebe, so daß er zuletzt für den Grundriß ein Punkt wird. Je mehr ich also den Drath aufhebe, desto kürzer muß der Grundriß werden. Wir wissen auch aus dem Frühern, daß es ganz gleich ist, wohin wir den Grundriß auf die wagerechte Tafel zeichnen (wie bekannt, immer gerade unter den Aufriß). Man vergleiche Tafel III. Fig. 5. Der Grundriß von der Linie a' b' ist also hier auf der wagerechten Tafel mehr nach vorne gezeichnet, a b 1. Der Grundriß der Linie a' c' 2 ist a c 2; der Grundriß von a' d' 3 ist a d 3; der Grundriß von a' e' 4 ist a e 4, und endlich ist der Grundriß von a' b' 5 der Punkt a b.

Fig. 13. Dieselbe Aufgabe, nur umgedreht. Ich lege den Drath auf die wagerechte Tafel parallel mit der Basis a b 1, und beschreibe mit dem Ende b 1 nach mir zu den Viertelkreis bis in b 2. Es gilt hierbei dasselbe, was so eben gesagt ist. Die Linie erscheint nun einmal für den Aufriß in ihrer wahren Länge, und einmal als ein Punkt, gleichviel, wohin gezeichnet. So lange also der Drath parallel mit der Basis ist, ist der Grundriß a'' b'' oder a' b'; lege ich ihn aber mit dem einen Ende bis in c 2, so ist der Aufriß a' c', bis in d 3, so ist der Aufriß a' d', bis in e 4, ist der Aufriß a' e' und zuletzt in b 2, wo alsdann der Aufriß der Punkt a ist. Bei Fig. 12 könnte auch der Grundriß immer in die Basis fallen, wie die Buchstaben c'' d'' e'' zeigen.

Fig. 14. Die Linie a' b' 1, parallel mit der senkrechten Tafel, soll von b' 1 aus zu uns her geneigt werden, bis sie auf die wagerechte Tafel zu liegen kommt und in der Basis als ein Punkt erscheint. Die Linie beschreibt dann wieder einen Viertelkreis, den wir indeß deshalb nicht zeichnen können, weil dieser Viertelkreis immer eine kürzer werdende gerade Linie bildete. In diesem Falle zeichnen wir jetzt und immer den Kreis, den die Linie beschreibt, daneben a' ist der Punkt, welcher liegen bleibt, und b' 1 dreht sich um denselben herum, a' ist also das Centrum oder der Mittelpunkt des Kreises und b' 1 der Radius. Wir ziehen also von a' aus mit der Länge a' b' 1 den Viertelkreis b' 1 b 5. Sollte also b' 1 bis in f vorgeneigt sein, dann wäre die Länge der Linie im Aufriß a' f oder a' c', und wie lang sie dann im Grundriß erscheinet, zeigt auf der wagerechten Tafel die Linie a c, was wir im Aufriß an f c 2 messen können. Wäre sie vorgeneigt bis in g, so wäre ihre Länge im Aufriß a' g oder a' d' und im Grundriß gleich g d 3, a d. Wäre sie vorgeneigt bis in h, so wäre ihre Lage a' h oder a' e' und im Grundriß a e gleich der Länge der Linie h e 4, bis sie endlich ganz auf der wagerechten Tafel läge, und auf der senkrechten Tafel in a als ein Punkt erschiene. Auf der wagerechten Tafel hätte sie dann ihre geometrische Länge a b gleich a' b 5.

Fig. 15. Wir legen den Drath im Grundriß nicht parallel mit der Durchschnittslinie beider Ebenen a b. Nun wissen wir aus dem Frühern, auch zeigen es die feinen Linien, daß die Linie im Aufriß a' b', folglich kürzer als im Grundriß erscheint, vergleiche Fig. 13. Die Linie soll nun auf der wagerechten Tafel bei b aufgehoben werden und bei a liegen bleiben; a ist dann wieder der Mittelpunkt und b der Radius des Kreises, den diese Linie beschreibt. Wir wissen, daß wir den Viertelkreis, den diese Linie beschreiben würde, daneben zeichnen müssen, und dieser erschiene dann in a b f. Heben wir die Linie um so viel Grade auf, daß der Punkt b in g senkrecht herunter fiele, es wäre zum Beispiel gegeben, wir sollen die Linie bei b um 25 Grad aufheben, so messen wir bei a mit einem Transporteur 25 Grad, ziehen die Linie a c bis an den Viertelkreis, und rechtwinklig auf a

b die Linie c g, so haben wir in g den Punkt gefunden, wohin b fällt, wenn wir die Linie a b so aufheben, daß die Linie a b mit der wagerechten Tafel einen Winkel von 25 Grad bildete, und wir dann b senkrecht herablassen würden. Um den Aufriß zu bekommen, ziehen wir a und g auf die senkrechte Tafel; a ist auf der wagerechten Tafel liegen geblieben, der Punkt erscheint also in der Basis und wie hoch c darüber zu liegen kommt, zeigt uns die Linie c g. Auch könnten wir an der Basis einen Winkel von 25 Grad ansetzen und die Linie a' c' ziehen, was dasselbe Maaß gibt. Wollen wir b um 45 Grad aufheben, so messen wir wieder an a die Grade, ziehen die Linie a d bis an den Viertelkreis. Ziehen wir nun die Linie d h, so haben wir in h den Punkt gefunden, wohin b zu liegen käme, wenn a b mit der wagerechten Tafel einen Winkel von 45° bildete, da nun a noch auf derselben Stelle liegt, wie früher, so ziehen wir nur h hinauf und die Linie d h zeigt, wie hoch im Aufriß d' über a' liegt. Wollen wir die Linie um 75 Grad aufheben, so ist a e die Gradlinie und a i die Länge der Linie a b für den Grundriß, a' e' der Aufriß, weil e' so hoch über a' liegt, als die Linie e i lang ist. Heben wir nun die Linie gar um 90 Grad, also unter einem rechten Winkel mit der wagerechten Tafel auf, so fällt die ganze Linie a b im Grundriß in einen Punkt in a, und im Aufriß erscheint sie in ihrer geometrischen Länge a' f'.

Tafel VI.

Fig. 16. Die Linie a b auf der wagerechten Tafel werde bei b um 31 Grad aufgehoben. Wir setzen in a die 31 Grad an, ziehen die Linie a c alsdann von a als Ruhepunkt, mit der Weite des Zirkels a b den Bogen b c, und von c die Linie c d rechtwinklig auf a b. a und der gefundene Punkt d werden dann auf der senkrechten Tafel angegeben, und d'' auf der senkrechten Tafel liegt dann so hoch über a, als die Linie c d lang ist, oder auch, sie bildet mit der Basis einen Winkel von 31 Grad.

Damit sich ein Schüler jetzt selbst prüfe, was er von diesen 4 Aufgaben begriffen hat, wird er wohl thun, auch diese Linie unter verschiedenen Winkeln bis zu 90 Grad aufzuheben, was ich mit Vorbedacht nicht gezeigt habe. Hier bemerke ich, daß man diese Aufgaben so lange üben muß, bis man sie ganz inne hat, was alle spätere Aufgaben erleichtern wird.

Fig. 17. Zu diesen Aufgaben gebrauchen wir das viereckige Brett, und legen es parallel mit der Basis. a b c d ist die vorgezeichnete Figur; bei a c söll das Brett liegen bleiben und bei b d aufgehoben werden. Wir wissen, daß das Viereck, wenn es auf der wagerechten Tafel ruht, als eine Linie in der Basis erscheint. (Daß wir nur eine Linie zum Aufriß auf die senkrechte Tafel ziehen und nicht die wirkliche Dicke des Brettchens, was eigentlich, wenn es recht werden soll, sein müßte, thun wir, wie früher schon gesagt, weil es verständlicher und leichter ist. Auch will ich noch einmal bemerken, daß der Aufriß a' c' b' d' eben so gut höher gezeichnet werden kann, als in die Basis selbst, wenn er nur zwischen seinen angehörigen Linien bleibt.) Das Viereck soll also bei b d aufgehoben werden. Eben so wie die Linie, wenn sie unter einem rechten Winkel aufgehoben wird, auf der wagerechten Tafel in einen Punkt fällt, und auf der senkrechten Tafel rechtwinklig mit der Basis erscheint, so ist es auch

hier mit dem Viereck. Heben wir es unter 90 Grad auf, so erscheint es im Grundriß wie im Aufriß als eine Linie. Da das Viereck, wenn wir es bei einer Seite anfassen und bis zu 90 Grad aufheben, einen Viertelkreis beschreibt, den wir wieder daneben zeichnen müssen, so setzen wir den Zirkel in c und ziehen mit der Weite c d den Bogen d e. Sollte nun das Viereck um 32 Grad aufgehoben werden, so messen wir an c 32 Grad, ziehen die Linie c e bis an den Bogen und von da, wo die Linie den Bogen trifft, durch das Viereck nemlich wie früher bei der Linie rechtwinklig auf c d und auch auf a b, weil diese Linie mit aufgehoben ist. Wir bekämen also mit b d die Parallele b 1 d 1, und um so viel wäre durch das Aufheben das Viereck kleiner geworden. Zum Aufriß werden a c und b 1 d 1 als die gefundenen Punkte hinaufgezogen, und b′ d 1 liegt im Aufriß über a so hoch, als die Linie d 1 e lang ist, oder auch mit der Basis im Winkel von 32 Grad.

Fig. 18. Dieselbe Aufgabe. Das Viereck ist hier unter 54 Grad aufgehoben. Bei a c bleibt das Brett liegen und bei b d wird es aufgehoben. Wir setzen wieder an c die Gradlinie c e an, ziehen den Bogen d e und von da, wo dieser Bogen die Gradlinie in e trifft, durch die Figur, wodurch wir bei d 1 b 1 die Bestimmung bekommen, wie viel durch das Aufheben das Viereck kleiner geworden ist. Ziehen wir a und c hinauf, so erscheinen diese Punkte, weil sie liegen geblieben sind, in der Basis in a′ c′, und b d 1 auf der senkrechten Tafel liegt so hoch über a′ c′, als die Linie e d 1 lang ist, oder auch der Aufriß bildet mit der Basis einen Winkel von 54 Grad.

Fig. 19. Dieselbe Aufgabe unter 90 Grad aufgehoben. Zum Beweise, daß alsdann der Aufriß a′ c′ b″ d″ mit der Basis einen rechten Winkel bildet. Das Viereck im Grundriß würde nun in die Linie a c fallen. Die Linien a′ b′ c′ d′, die ich bei diesen drei Aufgaben in die Basis gezeichnet habe, gelten für den Fall, daß das Viereck fest auf der wagerechten Tafel läge, wie bei Fig. 7. Tafel IV.

Fig. 20. Dasselbe Viereck parallel mit der Basis soll bei c d aufgehoben werden und bei a b liegen bleiben. So lange das Viereck auf der wagerechten Tafel liegt, erscheint es als eine Linie c′ a′ d′ b′ im Aufriß; sobald wir es aber unter dem rechten Winkel aufheben, muß es auf der wagerechten Tafel als eine Linie und auf der senkrechten Tafel als ein Viereck erscheinen. Es beschreibt also bei dieser Aufhebung wieder einen Bogen d f, den wir daneben zeichnen müssen. Nun wollen wir das Viereck um 32 Grad aufheben. Wir wissen, wo wir den Transporteur oder Gradmesser ansetzen müssen, nemlich an b, und bekommen also die Linie b e. Von da, wo e den Kreis berührt, durch das Viereck parallel mit c d gezogen, gibt die Verkürzung für den Grundriß; und ziehen wir die Linien a c und b d auf die senkrechte Tafel, so liegt 1 c und d 1 so hoch über c′ a′ d′ b′, als im Grundriß die Linie e d 1 lang ist, oder auch, wenn wir auf der senkrechten Tafel und mit der Basis einen Winkel von 32 Grad messen. Soll das Viereck um 61 Grad bei c d aufgehoben werden, so ist b f die Gradlinie und 2 c d 2 gibt die Verkürzung für den Grundriß. Die Linie f d 2 auf der wagerechten Tafel gibt die Höhe für das Viereck im Aufriß und erschiene es also auf der senkrechten Tafel als c′ a′ c 2 d′ b′ d′ 2, bis das Viereck ganz aufgehoben würde und auf der wagerechten Tafel als eine Linie a b, und auf der senkrechten Tafel als ein Viereck erschiene.

Tafel VII.

Fig. 21. Das Viereck nicht parallel mit der Basis gelegt und bei c d aufgehoben. Bei Fig. 9 haben wir gesehen, daß das Viereck in der Basis als eine Linie erscheint, nehmlich in der Ausdehnung von dem äußersten Gränzpunkte c bis zum äußersten Gränzpunkte b; und nun wissen wir auch, daß man es so hoch aufheben kann, daß der Grundriß nur eine Linie bleibt. Das Viereck beschriebe bei dieser Aufhebung dann doch wieder einen Viertelkreis d g, und nun wollen wir annehmen, c d wäre um 28 Grad aufgehoben. b e giebt diese Grundlinie, und von e durch das Viereck gezogen, parallel mit c d, giebt in c′ 1 die Verkürzung für den Grundriß. Um den Aufriß zu bekommen, ziehen wir a b bis in die Basis; denn da die beiden Punkte liegen geblieben sind, so ist ihr Aufriß in der Basis. (Die Punkte könnten auch über der Basis liegen; alsdann müßten aber die andern Punkte, die zum Aufriß gehören, auch so viel höher stehen, als diese beiden Punkte a und b über der Basis angenommen sind.) Nun ziehen wir die gefundenen Punkte c′ 1 hinauf, und geben beiden Punkten die Höhe von 1 bis e (denn c und d sind gleich hoch aufgehoben), bekommen also im Aufriß auch eine Höhe. Werden nun im Aufriß die Punkte verbunden, die im Grundriß verbunden sind, a′ mit c′, c′ mit d′, d′ mit b′, so ist der Aufriß gezeichnet.

Jetzt wollen wir c d um 60 Grad aufheben. b f ist die Gradlinie, c′ 2 der verkürzte Grundriß. a und b im Aufriß bleiben dieselben Punkte, und für die hinaufgetragenen, gefundenen Punkte c′ 2 erhalten wir das Maaß bei 2 f. Die Verbindung der Punkte a′ mit c′, c″ mit d″, d″ mit b″ giebt die verlangte Figur im Aufriß.

Soll das Viereck nun unter 90 Grad aufgehoben werden, so erscheint es als eine Linie auf der wagerechten Tafel, und demnach fällt der Punkt d in b und der Punkt c in a. Wir brauchen also nur a und b hinauf zu ziehen, und an diese beiden Linien die Länge b g oder b d zu setzen, was die verlangte Figur für den Aufriß giebt.

Fig. 22. Das Viereck soll über Ecks aufgehoben werden und nur auf einem Punkte liegen bleiben, z. B. bei a. Wir wissen, daß das Viereck, so lange es liegt, im Aufriß als eine Linie erscheint, und zwar in der Ausdehnung von b — d; und wenn wir es rechtwinklig mit der wagerechten Tafel, oder parallel mit der senkrechten Tafel aufheben wollten, es im Aufriß als ein, auf die Spitze a gestelltes Viereck erscheinen würde, a 3 b″, d″ 4, c″ und dann im Grundriß als eine Linie in der Ausdehnung von b 3 bis d 4. Die Spitze c beschriebe dann den Viertelkreis, und zwar den größten; denn da sich b und d mit um a bewegen, so beschreiben diese auch Kreise, die aber so viel kleiner sind, als diese beiden Punkte näher zu a liegen. Nun soll diese Figur bei c um 30 Grad aufgehoben werden. Wir ziehen eine Linie durch die Figur, von dem Ruhepunkte nach dem Punkte hin, der am höchsten zu stehen kömmt, also von a nach c, und setzen an a die Gradlinie a e, ziehen von a aus den Bogen c e bis an die Gradlinie, und dann von dem Punkt, wo sich beide Linien treffen, rechtwinklig (wie immer) auf die Linie a c bis c′, dann haben wir gefunden, wohin der Punkt c kommt. Nun ziehen wir, um den kleinern Bogen ziehen zu können, die Punkte b und d auf die Mittellinie a c, und von da, wo sich diese Linien durchschneiden, in f den Bogen bis zur Gradlinie in g, von g wieder rechtwinklig auf die Linie a c, und von da, wo diese Linie

die Erste in h trifft, eine Parallele mit b d, und von b d parallel mit der Mittellinie a c, bis an die zuletzt gezogene Linie in 1 b d 2. Verbinden wir nun a 1 b c' d 2, so erhalten wir im Grundriß das kleiner gewordene Viereck. Hier will ich nur noch bemerken, daß alle Punkte, die dem Ruhepunkte durch Aufhebung näher rücken, immer in einer Parallellinie gefunden werden, die mit derjenigen gezeichnet wird, die vom Ruhepunkt zum höchsten Punkte gezogen ist. So ist bei dieser Figur von b bis 1 b und von d bis d 2 parallel mit der Mittellinie a c gezogen. Beweisen kann man die Richtigkeit dieses Verfahrens dadurch, daß, würde das Viereck unter 90 Grad aufgehoben und in einer Linie 3 b d 4 herunter fallen, diese Punkte doch nur dadurch gefunden würden, daß man die Punkte b d parallel mit der Mittellinie a c herunter setzte, was hier durch die punktirte Linie gezeigt ist. Im Aufriß liegt a in der Basis, c' gerade drüber in der Höhe von c' e, und b' d' über a' in der Höhe von g h.

Fig. 23. Damit sich diese Aufgabe besser einpräge, habe ich sie hier noch einmal gezeichnet, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt das Viereck gar keine Parallellinie mit der Basis hat. Weil es Jedem leicht werden wird, diese Aufgabe aufzulösen (sie ist genau wie die vorhergehende, nur in einer andern Richtung), so habe ich sie auch weiter nicht erklärt und nur mit denselben Buchstaben bezeichnet. Die Linie 3 b a d 4 auf der wagerechten Tafel ist der Grundriß für den Fall, daß das Viereck ganz auf der Spitze a stände, und dafür ist auch der Aufriß a 3 b'' c'' d'' 4. Dieser Aufriß ist nun schmaler als die ähnliche Fig. 22, die vorhergehende, und ihre Richtigkeit läßt sich durch das viereckige Brett am besten erklären; denn der Aufriß muß am Ende auch nur eine Linie werden, wenn die Mittellinie des Vierecks a c im Grundriß parallel mit der Basis liegt und die Figur aufgehoben würde.

Tafel VIII.

Fig. 24. Eine gebogene Linie a b im Grundriß erscheint im Aufriß entweder in der Basis oder darüber in der geraden Linie a b.

Fig. 25. Eine schraubenförmig gewundene Linie erscheint wellenförmig im Grundriß und im Aufriß.

Fig. 26. Eine gebogene Linie an einem Ende aufzuheben. Nachdem man die Linien gezeichnet hat, erleichtert man sich die Auflösung, wenn man ein Viereck um dieselbe zieht: a b c d, daß diese Figur immer im Aufriß als eine Linie erscheinen muß, wissen wir aus Fig. 17, 18, 19. Nun soll sie bei c d um 35 Grad aufgehoben werden. Daß an den Ruhepunkten a oder b die Gradlinie angesetzt werden muß, brauche ich wohl nicht mehr zu sagen; b e ist dieselbe, der Bogen d e und die rechtwinklige Linie auf b d zeigt, wohin c bei dieser Aufhebung rückt. Nun können wir aber die Biegungen in ihren gehörigen Verkürzungen noch nicht zeichnen. Wir tragen also auch den Punkt f, wo der Bogen die Einfassungslinie berührt, an die Gradlinie in g, und bekommen nun durch die gerade Linie in h einen zweiten Punkt.

Um nun einen dritten Punkt zu bekommen, müssen wir erst den Punkt i rechtwinklig auf b d übertragen, weil an dieser Linie die Gradlinie steht, (wir haben es bei Fig. 22 und 23 mit den Punkten b und d auch so machen müssen) zeichnen von da, wo diese Linie die Linie b d trifft, den

Bogen bis in k und von k wieder bis in l, wodurch wir den dritten Punkt gefunden haben, so daß wir nun die Linie leicht ziehen können. Da das Einfassungsviereck auch kürzer wird, so erscheint es jetzt in a b c' 1 d' 2. Für den Aufriß liegt a b in der Basis und c' 1 d' 2 so hoch darüber, als die Linie d' 2 e lang ist. Wollten wir uns überzeugen, daß der Aufriß eine gerade Linie wird, so brauchen wir nur alle gefundenen Punkte hinauf zu tragen und die betreffenden Maaße daran zu setzen, wie g h und k m.

Wird die Figur so hoch aufgehoben, daß sie als die Linie a b auf der wagerechten Tafel erscheint, so ist der Aufriß die Linie a b c d.

Fig. 27. Dieselbe Figur soll von der Hinter- nach der Vorderseite aufgehoben werden. Der Aufriß a' b' c' d' gilt für den Fall, daß der Grundriß um 90 Grad aufgehoben wäre. Ueber das Zeichnen des Grundrisses verweise ich auf die vorhergehende Figur, und für den Aufriß will ich nur wiederholen, daß die Höhe d'' gleich g d', die Höhe e'' gleich h i, und die Höhe f'' gleich k f' ist.

Fig. 28. Erst wird auf der wagerechten Tafel die gebogene Linie b g f e d, und dann das Viereck a b c d darum gezeichnet. Wie die Gradlinie angesetzt und die Punkte d f gefunden werden, wird nun wohl Jeder wissen; ebenso, daß die Punkte e und g erst mit einer geraden Linie auf die Linie b d transportirt werden müssen. Zum Aufriß giebt h d' die Höhe für d'' und c, i k die Höhe für e'', die Linie l f' die Höhe für f'', und m n die Höhe für g''; a und b bleiben liegen. Wird die Figur um 90 Grad aufgehoben, so erscheint sie im Aufriß als 2 und die Punkte e f g sind so hoch, als im Grundriß e f g von a oder b entfernt sind.

Tafel IX.

Fig. 29. Ein Achteck aufgehoben zu zeichnen. a b c d e f g h sei das Achteck, welches bei a b liegen bleiben soll. Da die Seite e f beim Aufheben am höchsten zu liegen kommt, so ziehen wir die Linie von 1 bis 7 durch die Figur, setzen an 7 die Gradlinie an, und ziehen den ersten Bogen von 1 bis 2 und die rechtwinklige Linie 2 — 3 auf 1 — 7, wodurch, wenn wir, wie früher, parallel mit der Mittellinie, von e und f herunter ziehen, diese beiden Punkte in ihrer Verkürzung gefunden sind. Da die Punkte d und g erst auf die Mittellinie (die wir Richtungslinie nennen wollen, weil sie die Richtung bestimmt, in der die Figur aufgehoben wird), also erst auf die Richtungslinie gezogen werden müssen, ehe wir den Bogen nach der Gradlinie ziehen können, so brauchen wir bei dieser Aufgabe die beiden Punkte nur mit einer geraden Linie zu verbinden, und von dem Punkte, wo diese die Linie 1 — 7 in 4 schneidet, den Bogen zu ziehen; von 5 ziehen wir parallel mit g d durch das Achteck, und dann von den Punkten d und g eine parallele mit der Mittellinie, bis sie die aus 5 schneidet, wodurch dann wieder d' g' gefunden ist. Für die Punkte c und h machen wir es eben so; und haben wir dann c' h' gefunden, so werden die Punkte unter sich verbunden; a und b bleiben liegen. Für den Aufriß ist die Höhe für e und f die von 2 bis 3, die Höhe von g und d bei 5 — 6, und endlich die Höhe für h und c bei 9 — 0; in der Basis liegen a und b. Würden wir die Figur bis zu 90 Grad aufheben, so würde sie für den Grundriß in die Linie k a 7 b i fallen. Ziehen wir nun diese

Punkte hinauf, so bleibt doch wieder a und b in der Basis liegen; die Höhe für c″ giebt i c, die Höhe für d″ giebt i d, die Höhe für e″ giebt b e, die Höhe für f″ giebt a f, die Höhe für g″ giebt k g und zuletzt die Höhe für h″ giebt k h.

Fig. 30. Ein unregelmäßiges Achteck. a sei die Spitze, die liegen bleibt, a e die Richtungslinie und a i die Gradlinie. a b c d e k f g h sei die gegebene Figur. Zuerst werden alle Punkte rechtwinklig an die Richtungslinie gezogen, k nach 2, d nach 8, f nach 5, g nach 11, c nach 14, h nach 17 und b nach 20, und von diesen Punkten aus die Bogen an die Gradlinie e nach i, 2 nach 3, 5 nach 6, 8 nach 9, 11 nach 12, 14 nach 15, 17 nach 18 und 20 nach 21; von da aus wieder parallel mit den ersten zurück, bis sie von Einer aus dem zu findenden Punkte parallel mit der Richtungslinie gelassen wird, wodurch nun das zweite Achteck a b′ c′ d′ e′ k′ f′ g′ h′ gefunden ist. Um mich nicht durch viele Linien zu verwirren, beobachte ich beim Zeichnen solcher Figuren folgendes Verfahren. Sobald ich einen Punkt gefunden habe, z. B. e′, so ziehe ich gleich von da in den Aufriß, schreibe den angehörigen *) Buchstaben auf die Linie an der Basis, und setze gleich das Maaß daran. So fahre ich von Punkt zu Punkt fort, bis ich sie alle habe und die Figur für den Aufriß durch Linien verbinde.

Ich habe die Höhen für die Punkte im Aufriß nicht alle angegeben, weil Jeder, der nur etwas Acht gegeben hat, sie wohl wird finden können, vorzüglich, wenn er so von Punkt zu Punkt weiter geht, wie ich gesagt habe. Von i nach 1 ist die Höhe für e″, 3 — 4 die Höhe für k″, 6 — 7 die Höhe für f″, 9 — 10 die Höhe für d″, u. s. w.

Fig. 31. Da es bei Figuren, die viele Biegungen haben, schwierig ist, diese sowohl für den Grundriß als für den Aufriß genau und richtig zu bekommen, so thut man wohl, in der Mitte solcher Ein- oder Ausbiegungen noch einen Hülfspunkt anzunehmen, der dann eben so für die Verkürzung und für den Aufriß gefunden wird, wie die andern. Dies ist eine solche Figur. a c d f g i k l n o q sind die Ecken und b e h m p die Hülfspunkte.

Um sich die Auflösung zu erleichtern, beobachte man nur wieder das so eben vorgeschlagene Verfahren. Nachdem die Figur gezeichnet, die Hülfspunkte bestimmt, die Richtungs- und Gradlinie angesetzt sind, suche ich erst den höchsten Punkt i, und ziehe diesen gleich in den Aufriß. Dann ziehe ich den nächsten Punkt, z. B. k, auf die Richtungslinie, dann den Bogen an die Gradlinie, von da zurück bis unter k und parallel mit der Richtungslinie von k aus, bis ich diese Linie treffe. Den gefundenen Punkt, also k″, ziehe ich gleich in den Aufriß, und setze das angehörige Maaß daran. So mache ich es auch mit den Hülfslinien und gehe so von Punkt zu Punkt weiter.

---

*) Siehe die Erklärung bei Fig. 58.

Tafel X.

Fig. 32. Wir kommen jetzt zu den Kreisen. Wir nehmen zur bessern Erklärung erst das schon mehr gebrauchte viereckige Brett, und ziehen, recht sichtbar, mit Tusche oder Dinte, wenn das Brett mit weißem Papier bezogen ist, die Diagonallinien von 1 bis 2 und von 3 bis 4, dann die Mittellinien von a bis c und von b bis d, aus dem gefundenen Mittelpunkte 5 den Kreis so groß als das Brett ist, und endlich von dem Punkte, wo der Kreis die Diagonallinie berührt, ein zweites Viereck e f g h. Wir legen nun das Brett parallel mit der Basis, wie Fig. 17. Im Aufriß erscheint es, wenn wir es, wie bei Fig. 17, bei d b, oder hier bei 2 4 aufheben, immer als eine Linie, und in ihrer geometrischen Länge, sie mag in der Basis liegen, aufgehoben sein oder stehen, und im Grundriß wird das Viereck nach 1 und 3 hin immer schmaler, bis es in eine Linie fällt. So wie nun beim Aufheben des Brettes das Viereck verkürzt erscheint, in demselben Verhältnisse verengt sich auch der Kreis, und was für eine Form dieser dadurch annimmt, werden wir gleich sehen.

Wir setzen in 1, als einen Ruhepunkt, die Gradlinie 1 k an und ziehen den Bogen 4 k; alsdann finden wir durch rechtwinkliges Zurückziehen auf die Linie 1 — 4, welches hier eine Richtungslinie ist, die Punkte 7 — 8 für das kleiner gewordene Viereck, und an der äußersten Kante den Punkt c′. Um die ersten Durchgangspunkte des Kreises durch die Diagonallinie zu finden, ziehen wir die Linie f h an die Linie 1 — 4, die hier Richtungslinie ist, in q, von q dann an die Gradlinie von i, von da zurück durch die Figur und h f parallel mit der Richtungslinie, bis sie die zuletzt gezogene treffen, wodurch die Punkte h′ f′ gefunden sind. Die Punkte b d, wo in der Mittellinie der Kreis das Viereck berührt, werden ebenso gefunden: zuerst aus d der Bogen, dann zurück bis in d′ b′. Bei o verfahren wir, wie bei q, für f und h, und a bleibt liegen. Alle gefundenen Punkte hinauf gezogen und die betreffenden Maaße daran gesetzt, geben die gerade Linie.

Im Aufriß liegt a in der Basis, die Höhe 7 c ist gleich der ähnlichen im Grundriß, und ebenso die Bogen, die ich deshalb gezogen habe, weil der Winkel auf der senkrechten Tafel a 4 c eben so groß ist, als 1 4 k auf der wagerechten Tafel, also auch dieselben Bogen darin passen müssen. Daß der Kreis seine runde Form verliert, sobald er nicht parallel mit einer von den beiden Tafeln liegt, kann an dieser Figur leicht begreiflich werden. Angenommen, wir nehmen das Brett, worauf der Kreis, die Diagonallinien und Mittellinien gezeichnet sind, und heben das Brett unter irgend einem Winkel auf, wie wir es schon damit bei Fig. 17, 18, 19 u. s. w. gemacht haben. Haben wir nun die kleiner gewordene Figur für den Grundriß fertig, so ziehen wir darin auch die Diagonalen, und wo diese sich in der Mitte durchschneiden, die Mittellinie wieder in's Kreuz. Wo nun die zuletzt gezogenen Linien die Gränzen des kleiner gewordenen Vierecks berühren, da sind auch die Gränzpunkte des so veränderten Kreises, der ohne viele Schwierigkeit gezeichnet werden kann. Auf diese Art wäre die ovale Form, jedoch nur zum Theil ganz richtig zu zeichnen, indem wir nur vier Punkte haben, die uns den Weg zeigten. Nun können wir aber in diesem aufgehobenen Viereck durch noch einige Hülfslinien mehr außerdem noch 4 Punkte finden, die für den weniger geübten Zeichner das Darstellen der Ellipse erleichtern. Auf unserem Brette haben wir nemlich den Kreis so groß als die ganze Fläche, die Diagonalen, die Mittellinien und noch ein zweites Viereck; das letzte Viereck ziehen wir über das ganze Brett, wie ich es bei Fig. 32 auch gemacht habe. Beim Aufheben des Brettes zeigen sich dann an der Seite, wo dasselbe liegen bleibt, die Linien für das mittlere Viereck. Ziehen wir diese nun auch in ihrer gehörigen Richtung, ebenso wie die Diagonalen und Mittellinien, durch das aufgehobene Viereck, so müssen die Diagonalen von diesen Linien durchschnitten werden, und wo diese Durchschnittspunkte sind, da ziehen wir wieder quer durch und bekommen das kleinere Viereck in dem größern, und hierdurch 8 Punkte, um die Ellipse zeichnen zu können. *)

Fig. 34. Das Viereck oder den Kreis von der Rückseite nach der Vorderseite aufzuheben. Nach dem, was ich so eben über den in eine Ellipse veränderten Kreis gesagt habe, wird es nicht mehr schwierig sein, diese und noch die folgende Figur aufzulösen, namentlich für den Grundriß. 1 2 3 4 ist das Brett, von 1 bis 4 und von 2 bis 3 sind die Diagonalen, a c und b d die Mittellinien, e f g h das innere Viereck. Würde das Viereck nun unter den hier gezeichneten Winkel aufgehoben, so würden von 1 bis q′ und von 3 bis q die Diagonalen sein, u. s. w.

Um nun aber alle angehörigen Punkte für den Aufriß messen zu können, ist es nöthig, daß man das bekannte Verfahren mit den Bogen anwendet; und so wollen wir denn auf diese Weise die Aufgabe lösen. Nachdem die Figur für den Grundriß, der Kreis, das Viereck um denselben und alle andere erforderliche Linien gezeichnet sind, setzen wir die Gradlinie 1 c an. Der Bogen 2 c und zurück durch die Figur giebt c; diesen Punkt gleich auf die senkrechte Tafel getragen, und die Weite von 9 bis c daran bestimmt, giebt c″. Der Bogen 8 — 5 und zurück giebt e′ f′; diese Punkte auf die senkrechte Tafel gezeichnet, erhalten ihre Höhe durch die Weite 5 — 7. d 6 ist der Bogen für die Mittellinie, und von 6 durch die Figur zurück gezogen, giebt unter b d die verlangten Punkte b′ d′, wo der Kreis die äußere Seite des Vierecks berührt. Sind diese beiden Punkte hinauf gezogen, so ist 6 d′ das Maaß für die Höhe des Aufrisses, also für b″ d″. x ist der Bogen für g h; von x wieder gerade durch die Figur und herunter parallel mit der Richtungslinie gezogen (was, wie wir wissen, immer geschehen muß), giebt die verlangten Punkte g′ h′. Werden diese hinaufgezogen, so ist x o die Höhe für g″ h″, und zuletzt a bleibt liegen, fällt also in die Basis oder Durchschnittslinien beider Ebenen. Ist die Figur auf der wagerechten Tafel unter einem rechten Winkel so aufgehoben, daß sie mit der senkrechten Tafel parallel steht, so ist der Grundriß die Linie 3 a 1, und der Aufriß der Kreis a b‴ c‴ d‴.

Fig. 35. Das Viereck mit dem Kreise nicht rechtwinklig mit der Basis aufzuheben. Bei a soll wieder der Ruhepunkt sein. Das Verfahren für den Grundriß ist ganz wie bei den beiden vorhergegangenen Aufgaben. Für den Aufriß werden die gefundenen Punkte hinaufgetragen, und die angehörigen Maaße daran bestimmt. Für c″ = c q, für e″ und f″ = 5 7, für d″ und b″ = d′ b, für h″ und g″ = x o, und a bleibt liegen. Wird der Kreis bis zu 90 Grad aufgehoben, so fallen alle Punkte für den Grundriß in 3 i a k 1, und diese Punkte werden hinaufgetragen; die Länge 3 — b giebt die Höhe für b‴, die Länge i e für e‴, die Länge i g für g‴, a′ bleibt liegen; k h ist die Länge für h‴, 1 d die Höhe für d‴, k f die Höhe für f‴ und endlich a c die Höhe für c‴. Will man im Aufriß auch das Viereck zeichnen, so zieht man durch f und g und durch e und h die Diagonallinien, und das Viereck nahe an die Ellipse.

---

*) Die Erklärung der Fig. 33 folgt nach 35.

Ich würde noch einmal diese Aufgaben aufgelöst haben, und zwar als Kreis, ohne das große Viereck darum zu ziehen, wenn ich nicht fürchtete, die Zahl der Figuren unnöthiger Weise zu vermehren. Nachstehende Anleitung wird genügen. Man schneide sich aus Pappe eine Scheibe und verdeutliche sich davon Folgendes. Jeder Kreis, der nicht parallel mit einer der beiden Tafeln liegt, muß auf der Tafel, mit welcher er keine parallele Richtung hat, als eine Ellipse erscheinen, die immer schmaler wird, je größer der Winkel ist, den der Kreis mit der Tafel bildet.

Um das Gesagte zu beweisen, zeichne man auf der wagerechten Tafel, also für den Grundriß, einen Kreis, und bestimme daran einen Punkt, der liegen bleiben soll. Ziehet man von diesem Punkte durch den Mittelpunkt, so ist dieses die Richtungslinie; und wo diese aus dem Kreise tritt, da ist der Punkt, der am höchsten zu stehen kommt. Nach den Figuren 32, 34, 35 wäre das die Linie a c. Nun ziehen wir rechtwinklig mit der Richtungslinie abermals durch den Mittelpunkt eine Linie durch den Kreis, gleich der Linie b d in den genannten drei Figuren, und zuletzt, um mehr Punkte für den Aufriß zu bekommen, in den Kreis ein Viereck, gleich e f g h, in den angeführten Aufgaben 32, 34, 35.

Nun wird in a die Gradlinie angesetzt und von der Mittel- als Richtungslinie die Bogen nach dieser Gradlinie gezogen, dann wieder gerade zurück, wodurch sich die veränderte Form des Kreises für den Grundriß ergiebt. Werden dann die gefundenen Punkte in den Aufriß gezogen, so sind die angehörigen Maaße, wie immer, von der Grundlinie zur Richtungslinie zu messen.

Wer die Aufgabe Tafel VII. Fig. 22 verstanden hat, wird auch diese leicht auflösen können.

Fig. 33. Beim Zeichnen der vorhergegangenen Vierecke haben wir gesehen, daß ein solches Viereck eine länglichte Gestalt bekommt, wenn es unter irgend einem Winkel aufgehoben wird. Beim Zeichnen der Kreise, die auf dem Brette standen, wie Fig. 32, 34, 35, ergab sich, daß der Kreis durch das Aufheben seine runde Form verlor und eine ovale annahm. Wer eine Aufgabe mit einer Scheibe aufgelöst hat, wie ich sie so eben erklärt habe, hat sich vom Letzteren deutlich überzeugen können. Nun wollen wir aber das sichtbare Verändern aus einer runden in eine ovale Form noch auf eine andere Art anschaulich machen. Ein Kreis, etwa von Pappe ausgeschnitten, ist zur Erklärung desselben unentbehrlich.

Wenn wir die Scheibe auf die wagerechte Tafel legen, so ist der Grundriß der Kreis b f d e, den ich hier gezeichnet habe, und der Aufriß der Strich in der Basis. Stellen wir nun aber die Scheibe auf der wagerechten Tafel auf die Spitze, so ist der Grundriß eine Linie, und der Aufriß auf der senkrechten Tafel ein Kreis a b c d. Stellen wir die Scheibe auf der wagerechten Tafel auf die Spitze in der Richtung der Linie e f, so ist der Grundriß eine Linie wie der Aufriß. Nun nehmen wir einen Fall an, der zwischen beiden liegt, und stellen den Kreis auch auf der wagerechten Tafel auf die Spitze, jedoch in der schrägen Richtung von b′ — d′, und sehen nun, was für eine Ellipse dadurch auf der senkrechten Tafel gebildet wird. Wir theilen den ersten Durchmesser des Kreises b d auf der wagerechten Tafel in beliebige Theile, z. B. in 6, und ziehen von diesen Theilungspunkten hinauf in den Aufriß. Wo diese Linien den Kreis im Aufriß berühren, da ziehen wir durch denselben. b giebt den Durchschnitt b — d, 1 den Durchschnitt 1 — 4 unten und oben, 2 den Durchschnitt 2 — 3 unten und oben, und endlich giebt der Mittelpunkt den Durchmesser a c. Soll nun die angenommene Linie b′ d′ die Richtungslinie für die Ellipse im Aufriß sein, so transportiren wir mit einem Zirkel vom Mittelpunkt des Kreises aus die Theile 1 2 3 4 an diese Linie: von b nach b′, von 1 nach 1′, von 2 nach 2′, von 3 nach 3′, von 4 nach 4′ und von d nach d′. Wird nun von den zuletzt gefundenen Punkten hinauf an die angehörigen Linien gezogen, so geben die Berührungspunkte die Anweisung, die Ellipse richtig zeichnen zu können. b′ giebt b″, 1′ giebt 1″ unten und oben, 2′ giebt 2″ unten und oben, der Mittelpunkt gilt für a und c, 3′ giebt 3″ unten und oben, 4′ giebt 4″ unten und oben, und zuletzt d′ giebt d″. Nach dieser Anweisung läßt sich eine Ellipse in jeder beliebigen Breite zeichnen.

Tafel XI.

Fig. 36. Wir kommen jetzt zu Figuren, bei denen zwei vereinigt sind, und fangen damit an, daß wir auf dem viereckigen Brette einen Drath von etwa 4 Zoll Länge mit etwas Wachs befestigen, oder statt des Drathes einen Bleistift nehmen.

Auf das Viereck a c d b wird in e die Bleifeder lothrecht hingestellt, in der Mitte zwischen c d und in der Richtung a c etwas mehr nach c hin. So lange das Brett liegt, erscheint es als Viereck, und der Stift als Punkt darauf im Grundriß, im Aufriß hingegen das Brett als eine Linie, und der Stift als eine lothrecht darauf gestellte Linie in ihrer gehörigen Länge; das Viereck soll nun bei c d unter einem beliebigen Winkel aufgehoben werden. Wie man beim Zeichnen des Brettes verfahren müsse, werde ich wohl nicht mehr nöthig haben zu beschreiben; man sehe Fig. 17; wir wollen also mit dem Stifte, der erst als Punkt erscheint, anfangen. Sobald das Viereck aufgehoben wird und die Linie c d mehr nach a b sich hinneigt, rückt auch der Punkt e mehr nach unten und hört zugleich auf, als Punkt im Grundriß zu erscheinen. Er bildet nun eine Linie, die immer länger wird, bis das Viereck unter 90 Grad gehoben ist; dann erscheint das Viereck im Grundriß als eine Linie, und der Stift in seiner geometrischen Länge. Um dieses nun richtig zu zeichnen, verfahren wir auf folgende Weise:

Der Grundpunkt e wird an die Richtungslinie b d transportirt, von da mit einem Bogen an die Grundlinie in e. An diesen Punkt wird dann die Linie in ihrer gehörigen Länge wieder rechtwinklig mit der Gradlinie angesetzt; bis in f ziehen wir nun die Punkte e und f in die Figur und vom Grundpunkt e aus parallel mit der Richtungslinie b d zwischen diesen beiden Linien, so ist der Grundriß fertig. Zwischen diesen beiden Linien ist alsdann der Grundriß der Bleifeder oder des Drathes. Daß das Brett im Aufriß als eine Linie erscheint, und in welcher Richtung, wissen wir von Fig. 17. Werden nun die Linien e e′ und f f″ bis an den Aufriß gezogen, die letztere noch darüber hinaus, und an diesen Aufriß des Brettes a c d die Linie e″ f‴ rechtwinklig angesetzt, so haben wir den Aufriß fertig. Heben wir das Viereck bis zu 90 Grad, so erscheint es als eine Linie a b und der Stift als e‴ f″ im Grundriß; im Aufriß das Brett als die Linie a d′ und der Drath als e″ f⁗. Die Höhe von a bis e″ ist gleich der Länge von e″ bis zum Grundpunkt e im Grundrisse.

Fig. 37. Das Viereck mit dem Stift darauf von der Rück- nach der Vorderseite zu heben. Im Grundriß erscheint erst das geometrische Viereck, und der Drath als der Punkt e, im Aufriß das Viereck als die Linie a b und der Drath als die Linie e f. Beim Aufheben verfahren wir ganz wie bei Fig. 35. Der Grundpunkt e wird an die Richtungslinie gebracht, von da an die Grundlinie; hier wird die Linie e rechtwinklig ihrer

Länge nach angesetzt und die Punkte e' f zurück in die Figur bis unter e gezeichnet; zwischen diesen beiden Linien erscheint dann im Grundriß e'' f'. Nun tragen wir das Viereck in den Aufriß. Daß c' d' so hoch über a b kommt, als die Länge der Linie d' g, wissen wir aus dem früheren Unterricht. Wird nun e in den Aufriß gebracht, so liegt e'' im Aufriß über a b, gleich der Linie e' i und f'', gleich der Länge f h auf der wagerechten Tafel. Wird die Fläche unter 90 Grad aufgehoben, so erscheint der Grundriß als a b e'' f' und der Aufriß würde ein Viereck mit einem Grundpunkt e sein. Ich habe Letzteres, der Deutlichkeit unbeschadet und um die Figuren unnöthiger Weise nicht zu vermehren, nicht gezeichnet.

Fig. 38. Ein Dreieck mit einem Stift darauf in e; der Aufriß ist in der Basis die Linie a c b, und die rechtwinklige Linie darauf e f; für den Grundriß g b die Richtungs- und g h die Gradlinie. An die erste wird e wieder rechtwinklig und dann mit einem Bogen an die zweite, an die Gradlinie, gezogen; dann in e rechtwinklig der Stift e f gezeichnet. Von e zurück unter e und von f zurück unter e in f ist der Grundriß des Stiftes. Für den Aufriß bleibt a c in der Basis liegen und der gefundene Punkt b' hinauf getragen mit der Höhe b' b. Werden nun die gefundenen Punkte e und f hinauf gezogen, so ist e i die Höhe für e' und k f die Höhe für f'. Ist dieses Dreieck unter einem rechten Winkel aufgehoben, so sind die Linien a c und e f der Grundriß auf der wagerechten Tafel. Für den Aufriß bleibt a c in der Basis liegen, und g, wohin b gefallen ist, hinauf gezogen, bekommt die Länge für b'' auf der senkrechten Tafel von g bis b auf der wagerechten Tafel. Werden, um den Stift im Aufriß zu bekommen, die Punkte e f hinauf gezogen, so erhält e'' die Höhe von e bis an den Grundpunkt e, und von da eine gerade Linie in f'' vollendet die ganze Aufgabe.

Fig. 39. Auf dem Viereck a b c d steht die Linie e f nicht lothrecht, sondern in einer solchen nach a b hin geneigten Richtung, wie es im Aufriß die Linie e f zeigt. Sobald nun das Viereck bei c d aufgehoben wird, was wir hier thun wollen, rücken die Punkte für die Linie e und f auch nach vorne hin, ein Umstand, den wir bei den vorhergegangenen Figuren schon kennen gelernt haben. Das Auflösen dieser Aufgabe würde ganz so sein, wie die früheren Figuren 36, 37, 38, wenn hier nicht der einzige Unterschied wäre, daß der Stift nicht perpendikular stehet, und das veranlaßt folgende Abweichung. Nachdem die Figur gezeichnet, die Gradlinie angesetzt und der Punkt e daran transportirt ist, wird die Linie e f in derjenigen Richtung daran gestellt, die sie wirklich hat, und das ist auf folgende Art leicht zu bekommen. Man transportirt an die Gradlinie die beiden Punkte, e sowohl als f, setzt in f einen rechten Winkel an, macht diesen so lang wie i f im Aufriß und zieht dann die Linie f e.

Daß dieses Verfahren durchaus richtig ist, können wir an unserm viereckigen Brette gleich beweisen. Nehmen wir unser Brett und befestigen in einer schrägen Richtung mit etwas Wachs eine Bleifeder darauf, wovon wir den Fußpunkt e und die Spitze f nennen wollen, so können wir mit einer andern Bleifeder, die wir von f senkrecht herunter auf das Brett halten, den Punkt f auf die Fläche zeichnen. Nehmen wir nun die Entfernung des Grundpunktes e vom herunter gelassenen Punkt f und das Maaß der senkrecht daran gehaltenen Bleifeder, so giebt dieses genau das Verhältniß der schrägen Richtung der ersten Linie. Nachdem wir dieses an der Gradlinie nun so gemacht haben, und die Punkte c' und d' gefunden sind, werden auch e und f in die Figur und mit der Richtungslinie b d parallel unter e herunter gezogen, wodurch der Grundriß fertig wird. Im Aufriß erscheint das Viereck als eine Linie und e g giebt die Höhe für e', f h die Höhe für f'. Wird die Figur unter 90 Grad aufgehoben, so giebt die eben erklärte Zeichnung e f 1 die Länge der Linie e f 2 für den Grundriß, und b k die Höhe für a e"; ebenso b e die Höhe für f" im Aufrisse.

Ehe ich hier weiter gehe, will ich noch bemerken, daß man sich das Ganze recht anschaulich machen kann, wenn man das Brett mit dem befestigten Drath oder Stift darauf so in die Kante stellt, daß die Gradlinie und die Linie e f den Grundriß bilden.

Tafel XII.

Fig. 40. Dieselbe Aufgabe, nur mit dem Unterschiede, daß das Viereck nicht parallel mit der Durchschnittslinie beider Ebenen liegt. e f ist die Linie im Grundriß. In e' f' zeigt sie sich unter diesem Winkel aufgehoben, und e" f" wäre das Ganze unter einem rechten Winkel gehoben. Ueber das Zeichnen des Vierecks brauche ich wohl nichts mehr zu sagen, indem die Fig. 21 ganz dieselbe ist. Die Höhe für den Punkt e' im Aufriß giebt g h, und die Höhe für f' giebt f i. Ohne meine Erklärung wird man den Aufriß zeichnen können, als wäre die Figur ganz aufgehoben, besonders wenn man die vorhergehende Figur verstanden hat.

Fig. 41. Ein Viereck, worauf der Stift eine willkührliche Neigung hat. Nachdem das Viereck im Grundriß und die Linie e f darauf gezeichnet sind, zeichnet man das Ganze auch in den Aufriß, und giebt darin e' f eine bestimmte Länge. Soll nun die Figur unter einem gewissen Winkel aufgehoben werden und die Gradlinie ist angesetzt, so werden wieder die Punkte e f daran bestimmt. Da nun aber f, weil dieser Punkt höher als e steht, auch einen größern Kreis beschreibt, so wird der Bogen aus b so lange fortgesetzt, bis die Linie e f aus e daran tangentirt. Im Grundriß giebt e g die Höhe für e" auf der senkrechten Tafel, und f h die Höhe für f". Daß im Grundriß e und f parallel mit der Richtungslinie bleiben, brauche ich wohl nicht zu erwähnen.

Fig. 42. Auf ein Quadrat ein längliches Viereck gestellt. Das Quadrat erscheint im Aufriß in der Basis als die Linie a — d, und das andere Viereck, wenn es darauf liegt, auch als eine Linie. Würde Letzteres aber ganz aufgehoben und im Grundriß in e h fallen, so wäre e f g h 1 der Aufriß davon. Soll es aber nicht bis zu 90 Grad gehoben werden, und man will sich die Mühe ersparen, in h oder e die Gradlinie anzusetzen, so setzt man auf die Durchschnittslinie beider Ebenen eine senkrechte Linie, so lang wie e f oder h g, und daran einen Viertelkreis. Fig. A. Setzt man nun darin den Winkel, hier z. B. h — g, den man für das Aufheben bestimmt hat, und zieht in den andern Aufriß eine Linie bis sie die aus f und g trifft, so ist auch der Aufriß fertig. e und h sind an diesem kleinern Viereck liegen geblieben.

Tafel XIII.

Fig. 43. Auf unser bis jetzt gebrauchtes Brett stellen wir ein kleineres Viereck so in die Kante, daß die Linie e f sein Grundriß ist. Im Aufriß erscheint alsdann das kleinere Viereck auch als eine Linie e f. Wird die Figur nun aufgehoben und die Linie e f an die Gradlinie transportirt, und da rechtwinklig angestellt (weil sie auch so auf dem Viereck steht) und die Punkte e f werden wieder zurück in die Figur gezeichnet, so giebt e' f' g' h' der Grundriß für das kleine Viereck, die Linie a c mit e' f' darauf den Aufriß. Die Höhe für e' und f' ist von e und f bis an die Richtungslinie zu messen; e f g h zeigt die Figur ganz aufgehoben.

Fig. 44. Ein Viereck, worauf in e f ein Dreieck gestellt ist. Der Aufriß des Dreiecks ist e g f. Hier und bei der vorhergehenden Figur kann man das Brett wieder auf die Kante stellen, wie ich es bei Fig. 39 angerathen habe, um sich zu überzeugen, daß eine Linie die kleine Figur darstellt. Die Linie e f im Grundriß läßt sich erst dann an die Gradlinie setzen, wenn das Dreieck im Aufriß gezeichnet ist, weil man an demselben die Länge messen muß. Das Uebrige ist wie bei Fig. 43. Die Höhen sind wieder bis an die Richtungslinien zu messen. Im Grundriß habe ich an a d ein Dreieck gezeichnet, als wäre die Figur ganz aufgehoben; im Grundriß habe ich das nicht fortgesetzt, um nicht zu viel Striche zu bekommen.

Fig. 45. Ein Viereck, worauf in e f ein längliches Viereck steht. Der Aufriß ist die Linie a d in der Basis, und e g h f das kleine Viereck. Die Punkte f und e an die Gradlinie getragen, und die Höhe von f h oder e g rechtwinklig daran gesetzt, geben das Fähnchen e f g h. Alle Punkte wieder in das aufgehobene Viereck gebracht, geben die Figur a c' d' b und das längliche Viereck darin e' f' h' g'. Für den Aufriß werden wieder alle angehörigen Punkte bis an die Richtungslinie gemessen. Wenn die Figur ganz aufgehoben wird, so bekommt das kleine Viereck im Grundriß ziemlich seine geometrische Gestalt; ganz kann es sie nicht bekommen, weil es dann nicht parallel mit der wagerechten Tafel liegt, und für den Aufriß werden die Höhen wieder bis an die Richtungslinie gemessen. Es muß alsdann die Gradlinie in einer Richtung mit a b sein, wie hier die punktirte Linie b f' zeigt.

Das aufrecht stehende Viereck a c' d' b ist der Aufriß für das große Viereck a b c d auf der wagerechten Tafel, und für das kleinere Viereck giebt b f auf der wagerechten Tafel die Höhe für h''' und f''', und die Länge von b bis k' giebt die Höhe für g''' und e'''.

Tafel XIV.

Fig. 46. Hier haben wir endlich noch einmal ein Dreieck, worauf ein unregelmäßiges Viereck gestellt ist, welches sich etwas nach vorne neigt. Nachdem das Dreieck a b c und die Figur darauf e f h g gezeichnet sind, wird beides erst in den Aufriß gebracht, damit man am Aufriß sieht, was für eine lothrechte Höhe die Punkte h und g (vergl. Fig. 39) und die Linien f h und e g für eine Länge haben. Jetzt wird die Gradlinie

angesetzt, die Punkte e f h g auf die Richtungslinie gezogen und von da mit einem Bogen auf die Gradlinie. Für g und h werden alsdann die rechten Winkel angesetzt und f und e in ihrer gehörigen Länge daran gelehnt. Werden nun alle Punkte bis unter ihre angehörigen wieder zurück gezogen, so bekommen wir das kleiner gewordene Dreieck und das Viereck e' f' h' g' für den Grundriß. Um den Aufriß zu bekommen, zieht man alle gefundene Punkte hinauf und setzt die Maaße bis an die Richtungslinie daran.

Bis jetzt haben wir es nur immer mit Flächen zu thun gehabt; und wenn unsre Brettchen und Stifte, die wir brauchten, auch irgend eine Dicke hatten, so haben wir uns doch darum nicht bekümmert, sondern haben bloß Linien gezeichnet. Nun kommen wir aber zu solchen Körpern, die nicht allein eine Ausdehnung in die Länge und Breite, sondern auch eine solche in die Höhe haben, und fangen mit einer Kugel an.

Fig. 47. Eine Kugel erscheint für den Grundriß und für den Aufriß als die Kreise a b c d.

Fig. 48. Ein Kubus oder Würfel *) erscheint im Grundriß und im Aufriß als ein Viereck a b c d.

Fig. 49. Der Würfel nicht parallel mit der senkrechten Tafel gelegt, erscheint im Grundriß als ein gleichseitiges und im Aufriß als ein längliches Viereck in der Ausdehnung von a bis c.

Tafel XV.

Fig. 50. Den Würfel unter irgend einem Winkel aufzuheben. Stellen wir den Würfel auf die horizontale Tafel, daß sein Grundriß so wird, wie Fig. 48, so beschreibt seine unterste Fläche das Viereck für den Grundriß und seine oberste Fläche liegt senkrecht darüber, wodurch also alle vier Eckpunkte oben auch in denselben Grund für unten fallen. Stellen wir aber den Kubus parallel mit der senkrechten Tafel, wie hier a b c d, und drücken auf die hohe Kante a b, so daß sich c d um etwas aufhebt, so fällt die hohe Kante a b in den Grundriß näher zu uns her, ebenso die hohe Kante c' d' und die untere Kante c d; nur die eine Kante a b unten bleibt liegen. Diese Aufgabe recht inne zu bekommen und richtig auflösen zu können, verfahren wir auf folgende Art. Wir zeichnen den Grundriß a b c d und ziehen die Seiten a c und b d gleich etwas länger zu uns her, und setzen an b oder a, was dasselbe ist, die Gradlinie, so wie wir wollen, daß der Körper aufgehoben werden soll. An diese Gradlinie legen wir nun den Würfel, alsdann zeigt c, durch den Grundriß gezogen, das Kleinerwerden des Vierecks, wie wir es früher oft gemacht haben; d zeigt, wohin die Höheseite c d fällt, nehmlich in d' d'; e zeigt, wohin die hohe Seite a b fällt, nehmlich in e' e', und die Punkte b und a

---

*) Der Würfel, dessen sich ein Lehrer beim Vortrage bedienen will, kann etwa 5 Zoll hoch sein; zum Selbstunterricht ist einer von 2 Zoll hoch genug.

bleiben liegen. Ziehen wir die Punkte in den Aufriß, so müssen e' a d' c' und e' b d' d', weil die 8 gefundenen Punkte in zwei, mit der Basis rechtwinkligen Linien liegen, auch für den Aufriß wieder in rechtwinkligen Linien mit der Basis auf der senkrechten Tafel erscheinen. Die Punkte a b sind liegen geblieben; diese fallen also in die Basis; c' d' liegen so hoch darüber, als die Linie c d' an der Gradlinie lang ist, gerade so, wie wir es früher kennen gelernt haben. Da diese Figur nun aber nicht allein die Grundfläche a b c d hat, die für Grund- und Aufriß, wie Fig. 20, behandelt wird, sondern auch die obere Seite e' e' d' d' für den Aufriß gefunden werden muß, so giebt die Linie von e' bis zu e an dem auf die Seite gelegten Würfel die Höhe für e'' e'', und zuletzt d d' giebt die Höhe für d'' d''. Wir sehen hierbei, daß immer wieder bis an die Richtungslinie gemessen werden muß. (Beim Aufheben der Würfel wird die untere Seite immer so für Grund- und Aufriß behandelt, wie wir es früher kennen gelernt haben.)

Fig. 51. Wir stellen den Würfel so, daß die Seite c b mit der Durchschnittslinie beider Ebenen einen Winkel von 45 Grad bildet. Nun soll der Würfel nur auf dem Punkt a liegen bleiben. Wenn wir den Würfel so hingestellt haben und auf die hohe Kante a drücken, daß sich c in die Höhe hebt, so sehen wir, daß alle Eckpunkte, außer dem Grundpunkt a, näher zu uns her fallen, ebenso wie bei der vorigen Aufgabe; und nun wollen wir zur Auflösung übergehen.

Wie die Grundfläche a b c d aufgehoben und in den Aufriß gebracht wird, wissen wir aus Fig. 22. An die Gradlinie a e wird nun wieder der Würfel gelegt (daß er hier länger erscheint, als er breit ist, kommt daher, weil er wieder auf der Kante steht). Werden nun die Punkte f g und h bis an die Richtungslinie gezogen, so ist f' der hohe Punkt über c, g' und g' sind die hohen Punkte über b und d, h' ist der hohe Punkt über a, und a bleibt liegen. Für den Aufriß giebt f f' die Höhe für f, g i die Höhe für g g und h h' die Höhe für h. Von den andern Punkten a b c d im Aufriß habe ich deshalb weiter nichts gesagt, weil Jeder diese wohl wird finden können, zumal da bei Fig. 22 dasselbe schon da gewesen ist.

Fig. 52. Diese Figur ist gerade wie die vorhergehende, nur daß sie eine andere Richtung hat; auch ist die Buchstabenbezeichnung ganz dieselbe, weshalb es wohl nicht nöthig sein wird, viel darüber zu sagen. Man zeichnet erst die Grundfläche für Grund- und Aufriß fertig (siehe Fig. 23), setzt dann an die Gradlinie den Kubus an, der wieder auf einer Kante steht, und zieht von den Punkten f g h nach der Richtungslinie, wodurch sich die Figur für den Grundriß und die Maaße für den Aufriß ergeben.

Den Kubus noch in andere Richtungen aufzuheben, die ich nicht gezeichnet habe, möchte ich hier wohl Jedem anrathen.

Tafel XVI.

Fig. 53. Ein Cylinder erscheint im Grundriß, wenn er auf der Kreisfläche steht, als Kreis, und im Aufriß als ein längliches Viereck oder überhaupt wie hoch derselbe ist. Liegt der Cylinder lang vor der senkrechten Tafel, so erscheint er im Grund- sowohl wie im Aufriß als ein längliches Viereck.

Fig. 54. Ein Cylinder in einem spitzen Winkel zu der Basis. *) Legt man den Cylinder, wie hier a b c d, und stellt ihn alsdann auf eine Scheibe, so beschreibt die Scheibe den Kreis e f g h. Nun zieht man in diesen Kreis ein Viereck 3 4 5 6. (Um das Viereck besser zeichnen zu können, lege man um den Kreis das große Viereck 1 a c o und ziehe die Diagonalen 1 — c, a — o.) Die Mittellinie dieses innern Vierecks und die zwei Seiten 3 — 4 und 5 — 6 werden hierauf durch den Grundriß des Cylinders a b c d gezogen. Die Punkte, wo diese Linien in den Cylinder hinein- und heraus treten, a h g i c und b k l m d, werden in den Aufriß gezogen; alsdann ist h 4 die Höhe für 4, a f die Höhe für f, h 3 die Höhe für 3, g e die Höhe für e, i 5 die Höhe für 5, c h die Höhe für h, i 6 die Höhe für 6, und zuletzt g bleibt liegen.

Nach dieser Anweisung läßt sich der Cylinder in jeder Richtung zeichnen, das heißt, so lange er liegt, und nur einen größern oder kleinern Winkel mit der senkrechten Tafel bildet. Wird derselbe aber aufgehoben, so werden die Risse anders gefunden, und zwar gerade so, wie bei den Kuben. Für denjenigen also, der diese Aufgaben gut aufgelöst und begriffen hat, wird Fig. 55 keine besondere Schwierigkeiten darbieten.

Fig. 55. Der Cylinder steht wie Fig. 53 und soll nun durch eine schräge Neigung aus seiner senkrechten Richtung gebracht werden. Nachdem der Grund a b c d e f g h gezeichnet und durch eine Richtungs- oder Mittellinie bestimmt ist, wie der Kreis aufgehoben werden soll, wird die Gradlinie angesetzt, und der erste Kreis für Grund- und Aufriß fertig gemacht (vergleiche Fig. 33, 34, 35 und die Anweisung bei Fig. 35, Kreise aufzuheben, wo kein großes Viereck darum gezogen ist). Weiter gehend, setzen wir alsdann an die Gradlinie ein Viereck, das so gestaltet ist, wie der Cylinder, den wir aufheben, nehmlich so lang, wie wir den Cylinder haben wollen. Durch dieses Viereck ziehen wir die Quadratlinie im Innern des Kreises e f, den Durchmesser b d und die untere Quadratlinie g h; c und a sind die Seitengränzen des Kreises oder des Cylinders. Ziehen wir nun von den Punkten, wo diese Linien aus der Figur wieder hinaustreten, auf die Richtungslinie, oder nach Erforderniß darüber hinaus, je nachdem der zu findende Punkt weiter liegt, und von den angehörigen Punkten e f d h a g b, bis wir diese Linien treffen, so bekommen wir in i k l m n m l k die zweite Ellipse, die wir an den Seiten l b und b d mit der ersten verbinden, um die Figur für den Grundriß fertig zu bekommen.

Für den Aufriß finden wir die Höhe für k k bei k o, die Höhe für i bei i i, die Höhe für l l bei l p, die Höhe für m m bei m q und die Höhe für n bei n n; die Verbindungsstriche m g und k f vollenden den Aufriß. Ich habe diese Figur hier nur einmal gezeichnet; jeder Schüler muß sie mehre Mal und in verschiedenen Richtungen auflösen.

Fig. 56. Eine vierseitige Pyramide im Grund- und Aufriß. Der Mittelpunkt c im Grundriß ist der Grundpunkt für die Spitze e im Aufriß.

---

*) Der Cylinder, den sich ein Lehrer anschaffen muß, kann 6 Zoll hoch und 3 Zoll im Durchmesser sein, worauf man an beiden Scheiben ein Viereck mit Diagonalen und Durchmesser zieht.

Tafel XVII.

Fig. 57. Eine dreiseitige Pyramide, wovon die Spitze abgeschnitten ist. Der Strich d f e ist der Abschnitt im Aufriß, das Dreieck d e f der Abschnitt im Grundriß.

Fig. 58. Eine Pyramide mit einem nicht geraden Abschnitt. Nachdem der Grundriß a b c und der Aufriß bis zur Spitze g vollendet ist, zeichnet man im Letzteren den Abschnitt, wie man ihn haben will, und zieht nach den angehörigen Linien in den Grundriß hinunter, um darin auch den Abschnitt zu bekommen. Der Beweis, daß dieses Verfahren richtig ist, ist folgender: a liegt unter a und g unter g; die Linie a g ist also der richtige Grundriß der Linie a g der Pyramide. Jeden Punkt, den ich also oben in dieser Linie a g annehme, muß auch unten in der Linie a g durch eine senkrechte Linie von oben herab zu finden sein; d im Grundriß ist also der rechte Grundpunkt für d im Aufriß. Mit den Linien g b und g c ist es ebenso.

Hier ist es Zeit, über die Ausdrücke »der angehörige Punkt« oder »die angehörige Linie« etwas mehr zu sagen. Der Ausdruck »der angehörige Punkt« bedeutet, daß derselbe Punkt auf der senkrechten Tafel schon einen Grundpunkt auf der wagerechten Tafel hat, und umgekehrt. Mit den angehörigen Linien ist es ebenso. Da bei diesem Zeichnen alle Punkte durch senkrechte Linien gefunden werden, so gilt dieses auch von den sogenannten »angehörigen«.

Fig. 59. Dieselbe Aufgabe, nur mit einem andern Abschnitt.

Fig. 60. Einen Cylinder zu zeichnen, wovon ein Stück abgeschnitten ist. Wir zeichnen den Cylinder im Grund- und Aufriß, und ziehen alsdann im Aufriß die schräge Linie, die den Abschnitt bezeichnet: a′ b′. Wir wissen aus Fig. 53 und 54, daß der Cylinder, wenn wir ihn auf die Scheibe stellen, einen Kreis beschreibt a b c d. Ziehen wir nun die Mittellinie des Kreises und die andern beliebigen Durchschnitte 1 2, 3 4, 5 6, 7 8 nach dem Abschnitte des Cylinders, und wo diese Linien ihn treffen, hinunter durch den Grundriß, so geben die ähnlichen Buchstaben und Ziffern des Kreises die Maaße für die Ellipse im Grundriß, von der Mittellinie a — b hinauf- und hinunter gemessen. Wir sehen nun aber noch eine andere Ellipse im Grundriß, und diese entsteht auf folgende Art. Steht unser Auge in A und wir sehen auf den Abschnitt des Cylinders, so erscheint die Ellipse, so wie wir sie im Grundriß gezeichnet haben. Steht unser Auge aber in B, so erscheint die Ellipse in der Länge des Strichs a′ b′. Zeichnen wir nun diesen Strich in seiner geometrischen Länge, eben so die Querschnitte e f g h i darauf, und setzen an diese letztern die gleichbenannten Maaße aus dem Kreise, so ist die ganze Aufgabe fertig. Da für die zweite Ellipse die Linie a′ b′ die geometrische Länge *) bekommt, so ist es selbstredend,

*) Geometrische Länge einer Linie heißt die wahre Länge zur Unterscheidung von scheinbarer oder perspectivischer Länge. Die scheinbare Länge des Abschnittes a′ b′ ist im Grundriß im Cylinder die Linie a b und im Kreis die senkrechte Linie a b.

daß von a' nach b' auch jeder andere Punkt, der an diesen Abschnitt stößt, in seiner wahren Entfernung für die größere Ellipse angesetzt werden muß. Das Verhältniß der Breite dieser Ellipse zeigen die nämlichen Zahlen und Buchstaben. Indem ich noch bemerken will, daß es gut ist, wenn diese Figur einige Mal mit verschiedenen Durchschnitten gezeichnet wird, wollen wir jetzt weiter gehen, und kommen nun zu Kegelschnitten.

Tafel XVIII.

Fig. 61. Ein Kegel. a b c d der Grundriß, bei einem Kegel, die Basis genannt. a e b der Aufriß, genannt der Mantel des Kegels. Wollten wir im Aufriß die Spitze e f g vom Kegel abschneiden, so würde dieser Abschnitt die kleine Scheibe e f g im Grundriß bilden, und zwar rund, weil der Kegel rund ist. Schnitten wir durch den Kegel bei h i, so müßte dieses im Grundriß den Kreis h i geben, und so bei k l und m n u. s. w. Wir mögen so viel Schnitte durch den Kegel machen, als wir wollen, so lange sie parallel mit der Basis sind, oder mit der Durchschnittslinie beider Ebenen, müssen sie für den Grundriß immer Kreise werden. Man sagt daher: der Kegel wird in Kreise geschnitten.

Fig. 62. Wieder ein Kegel im Grund- und Aufriß. Hier wollen wir die Schnitte durch den Mantel des Kegels machen. Schnitten wir den Kegel von der Spitze aus senkrecht herunter durch den Mittelpunkt, so würde er in zwei Hälften zerfallen, die eine Hälfte h' a' n im Aufriß und die Hälfte h a g im Grundriß, die andere Hälfte h' n b' im Aufriß und h b g im Grundriß. So oft wir nun den Kegel durch den Mittelpunkt schneiden, zerfällt der Kreis im Grundriß in zwei Hälften, wie die Linien a b, c d, e f, g h, i k zeigen, und ebenso die Mantelschnitte m n, k n, h' n, f n, d n.

Fig. 63. Von einem Kegel soll ein senkrechtes Stück d e b abgeschnitten werden. Wir brauchen, um diesen Abschnitt für den Grundriß zu bekommen, nur gerade herunter durch den Kreis zu ziehen. Ich will jedoch noch einige Bemerkungen daran knüpfen. Nachdem der Abschnitt im Aufriß für den Kegel gezeichnet ist, hat diese Linie d e den Kegel wohl nicht im Kreise, sondern durch Kreise geschnitten, denn wo ich durch diesen Abschnitt durch den Kegel eine wagerechte Linie ziehe, ist ein Kreis, der durch diesen Abschnitt ein Stück verloren hat. Ziehe ich nun, wie bei Fig. 61, alle diese Kegelschnitte als Kreise in den Grundriß, so zeigt mir der Abschnitt auf der wagerechten Tafel, was für Stücke alle diese Kreise verlieren. So wie nun aber der Abschnitt des Cylinders bei Fig. 60 auch in einer andern Absicht gezeichnet werden konnte, so ist es auch hier der Fall. Stände bei dieser Aufgabe 63 unser Auge in A, so würde der Abschnitt des Kegels für Auf- und Grundriß so aussehen, wie wir es hier gezeichnet haben; stände unser Auge aber in B, oder drehen wir den Kegel so, daß wir gerade vor den Abschnitt wie vor eine Fläche sähen, so würde das eine Ansicht wie Fig. B 63 geben. Um diese Ansicht zu bekommen, zeichnen wir eine senkrechte Linie in der Länge von d bis e, und bemerken die Punkte f g h darauf; ziehen wir alsdann bei diesen Punkten die wagerechten Linien f g h d, und setzen die Maaße aus dem Grundrisse des

Kegels darauf, so haben wir auch die richtige Ansicht dieser Fläche fertig. e ist die Spitze; hier berührt auch im Grundriß der Abschnitt nur den Kreis e. Für f finden wir die Breite im Grundriß von e bis f. Für g finden wir die Breite von e bis g. Für h ist die Breite von e bis h, und zuletzt für d bei e e oder e d.

Fig. 64. Hier soll von einem Kegel ein schräges Stück abgeschnitten werden. Wir zeichnen erst wieder den Aufriß a b c und den Grundriß fertig, und setzen im erstern die schräge Linie d e an, die den Abschnitt vorstellt. Durch diese Linie ist nun wieder der Kegel durch Kreise geschnitten. Wir zeichnen durch diese Linie d e beliebige wagerechte Durchschnitte, als 1 2 3 4, und für e und diese Durchschnitte, wie bei Figur 61 und 63, im Grundriß Kreise. Ziehen wir alsdann von den Punkten, wo diese Durchschnitte im Aufriß durch den Abschnitt e d gehen, nach den betreffenden Kreisen hinunter, so erhalten wir unten die Curve d 4 3 2 1 e 1 2 3 4 d, wie die punktirten Linien zeigen. Ebenso wie der Kegel, Fig. 63, von der Seite gesehen, eine andere Ansicht hatte, so ist es auch bei diesen der Fall. Steht unser Auge in c oben, so sehen wir für den Grundriß die Curve, wie wir sie hier gezeichnet haben; steht unser Auge jedoch in C, so würde der Abschnitt in seiner geometrischen Gestalt erscheinen, und zwar wie hier Fig. A 64. Die Linie d' und e' hat die wahre Länge von der schrägen Linie d e und ebenso die Punkte 1' 2' 3' 4'. Um die Breite für diese Ansicht A 64 zu bekommen, messen wir wieder, wie bei der vorhergegangenen Figur 63, im Grundriß. Die Breite von der senkrechten Mittellinie nach 1 ist im Grundriß vom wagerechten Durchmesser nach 1, die Breite für 2 von der Mittellinie aus ist im Grundriß von der Mittellinie nach 2 u. s. w.

Tafel XIX.

Fig. 65. Von einem Kegel durch den schrägen Schnitt a b die Spitze abgeschnitten. Der Abschnitt a b im Aufriß schneidet den Kegel wieder durch Kreise. Man ziehe durch diesen Abschnitt beliebige wagerechte Linien, wie hier c d e f, und für diese Linien im Grundriß Kreise; ebenso für die Schnitte a und b. Wird nun von da, wo im Aufriß die wagerechten Linien die schrägen treffen, hinunter an die angehörigen Kreise gezogen, so ergiebt sich die Curve a c d e f b f e d c. Ebenso wie bei Fig. 63 und 64 die Abschnitte, von einem andern Standpunkt aus gesehen, auch eine andere Zeichnung bekommen, so verhält es sich auch hier. Stände unser Auge bei Fig. 65 in A, so erschiene der Abschnitt als Fig. A; und auf folgende Art läßt sich diese Ellipse zeichnen. Man zieht die Abschnittslinie a b in ihrer geometrischen Länge, und durchschneidet diese Linie rechtwinklig für die Punkte c d e f. Um die Breite der Ellipse zu bekommen, wird ebenso wie bei Fig. 63 und 64 in der Curve im Grundriß gemessen, z B. für c messe man von der Mittellinie im Grundriß nach c unten und oben, für die Breite der Ellipse bei c u. s. w.

Fig. 66. Würde der Kegel Fig. 65 mit seinem Abschnitt so umgedreht, daß wir gerade auf diesen Abschnitt sehen könnten, so würde seine richtige Zeichnung diese Fig. 66 sein. Man zeichne zuerst Grund- und Aufriß so groß wie bei Fig. 65, ziehe die Durchschnitte a c d e f b in den Aufriß 66, und setze, um die Zeichnung des Abschnittes für den Aufriß zu bekommen, an diese Linien wieder das Maaß aus der Curve des Grundrisses 65. Für den Grundriß wird die Mittellinie des Grundrisses d d zuerst gezeichnet und zwar parallel mit der Durchschnittslinie beider Ebenen, weil der Kegel gegen den vorhergegangenen um so viel gedehnt ist. c a werden sodann nach oben, e f b nach unten angesetzt. Das Breitenverhältniß wird wieder in der Curve 65 gemessen.

Fig. 67. Hier wollen wir von einer Kugel ein Stück abschneiden. a b sei der Abschnitt. Wir nehmen zuerst wieder in dieser Linie beliebige Punkte an, als c d e f g, und ziehen von diesen Punkten und von a und b hinunter durch den Grundriß.

Da nun ein Abschnitt von einer Kugel, wenn man gerade auf die Scheibe sieht, immer rund erscheint, so zeichnen wir zuerst den Kreis oder Abschnitt der Kugel Figur A, und von den angenommenen Punkten c d e f g Linien durch denselben. Um die Curve im Grundriß zu bekommen, wird das Maaß aus Figur A an den angehörigen Linien bestimmt, was die gleichen Ziffern und Buchstaben im Kreise A und in der Curve im Grundriß zeigen.

Fig. 68. Zwei in einander gestellte Cylinder. Wir zeichnen zuerst den Grundriß, und daran vom Mittelpunkt 4 den Halbkreis. Letzterer wird in 8 gleiche Theile getheilt und von diesen Theilungspunkten durch den Cylinder gezogen. (Daß ein solches Verfahren angewendet wird, um auf einen runden Körper gleiche Zwischenräume perspectivisch zu zeichnen, wird bei Fig. 69 und 70 ausführlicher gelehrt.) Für den Aufriß des Cylinders liegen die Punkte 0 und 8 in der Mitte und der Punkt 4 unten und oben.

Da zwei in einander gestellte Cylinder für den Aufriß so aussehen, wie ich hier gezeichnet habe, und für den Grundriß der Cylinder A im erstern als ein Kreis erscheint, so ziehe man, um den Kreuzdurchschnitt für den Aufriß zu bekommen, von den Punkten, wo die Linien 0 1 2 3 4 5 6 7 8 diesen Kreis treffen, nach den angehörigen Linien in den Aufriß.

Tafel XX.

Fig. 69. Bevor ich diese Figur erkläre, soll eine für das praktische Zeichnen, namentlich bei der Säulenordnung, unentbehrliche Lehre vorausgehen. Wenn wir an einer Ebene, die unserm Auge rechtwinklig gegenüber steht, senkrechte oder wagerechte Linien sehen, und diese abzeichnen wollten, so behalten diese Linien für unsere Nachzeichnung ihr angehöriges Verhältniß der Entfernung. Wären z. B. nebst unseren senkrechten feinen Linien (auf der senkrechten Tafel), auch auf derselben noch wagerechte, und die Tafel mit ihren Linien sollte abgezeichnet werden, so bliebe das Ver-

hältniß der Zwischenräume sich immer gleich, ob sich die Linien oben, unten, rechts oder links befinden. Anders verhält es sich aber mit dem Copiren von Linien runder Körper. Hier ändert sich das Verhältniß der Zwischenräume der Linien für die Zeichnung, und diese Zwischenräume (oder auch Intervalle genannt) werden immer schmaler, je weiter sich die Linien von unserm Auge entfernen. Oder deutlicher: das geometrische Maaß eines Zwischenraumes zweier Linien gilt nur für die Stelle, wohin unser Auge rechtwinklig siehet. *) Die Linien, welche mehr rechts oder links stehen, erscheinen, je weiter nach einer dieser Seiten, desto näher beisammen. (Wer sich von dem zuletzt Gesagten überzeugen will, der halte ein Lineal flach an einen runden Körper, z. B. an einen Ofen. Wird das Lineal dem Auge gerade gegenüber gehalten, so erscheint es in seiner geometrischen Breite; sobald es aber mehr nach einer Seite gerückt wird, erscheint es schmaler, bis man zuletzt vor die Kante des Lineals sieht.)

Diese Figur 69 kann uns nun erst dazu dienen, das allmählige Verengen oder Beisammenrücken der Linien deutlich zu machen. Wir zeichnen einen Cylinder im Grund- und Aufriß, wie hier a b c d der Aufriß und a b der Grundriß. Sollen auf diesem Cylinder auf der uns zugewendeten Seite 8 Linien sein, die auf einem wirklichen Cylinder gleich weit von einander ständen, so theilen wir die vordere Hälfte des Grundrisses in 8 Theile, und ziehen von diesen Theilungspunkten durch den Cylinder im Aufriß, was das Beisammenrücken der Linien nach beiden Seiten deutlich zeigt. Um diesen Cylinder soll nun noch ein Band gewunden sein. Wir setzen neben dem Cylinder in die Durchschnittslinie beider Ebenen, von a anfangend, die 8 Theilungspunkte aus dem Grundriß in ihrer geometrischen Weite neben einander an, also a 1 2 3 4 5 6 7 6, ziehen von diesen Punkten senkrechte Linien aufwärts und durch diese Linien in schräger Richtung das Band, so aufsteigend, wie wir es haben wollen, und in der Breite, die wir dafür bestimmen. Wird sodann von den Punkten a 1 2 u. s. w. unten am Bande, und ebenso oben, nach den angehörigen Linien in den Cylinder gezogen, so erhalten wir in letzterm die Punkte a 1 2 3 4 5 6 7 6 für die untere Seite und a′ 1′ 2′ 3′ 4′ 5′ 6′ 7′ 6′ für die obere Seite des Bandes. Nehmen wir an, daß das Band irgend eine Dicke hat, und wir wollen auch diese zeichnen, so wird in dem Verhältniß dieser Dicke um den ersten Kreis im Grundriß ein zweiter gezogen, und die Theile a 1 2 3 u. s. w. vom Mittelpunkt des Kreises aus an diesem zweiten Kreise bemerkt, wie die punktirten Linien nach 1 2 3 zeigen. Wird nun aus den zuletzt gefundenen Punkten nach den angehörigen wagerechten Linien aus Figur A in den Cylinder gezogen, so ergiebt sich, wie dick das Band an den Seiten des Cylinders vorsteht, und wie man von a bis 4 unter und von 4 bis 6 auf dasselbe sehen kann. Soll das Band sich noch einmal um den Cylinder winden, so wird zuerst ein geometrisches Band mit dem erstern, Figur A, parallel gezeichnet, und zwar so hoch über demselben, als die Linie von b bis b′ zweimal lang ist.

Fig. 70. Um einen Kegel eine Spirale zu winden. Nachdem der Grund- und Aufriß gezeichnet sind, theilen wir den Grundriß in 16 gleiche Theile und ziehen, wie bei Figur 69, die vorderen 8 bis an die Basis und alsdann in die Spitze des Kegels. Sodann werden für den Grundriß durch den Mittelpunkt des Kreises die gegeneinander über stehenden Punkte durch Linien verbunden. Der Halbmesser von 0 zum Mittelpunkt wird

*) Wagerechte Linien über einem runden Körper behalten ebenso, als ständen sie auf einer Ebene, in der Projektion ihre geometrischen Verhältnisse der Zwischenräume.

dann auch in 16 Theile getheilt, und das Maaß von 0 bis 1 auf dem Halbmesser 1, das Maaß von 0 bis 3 auf dem Halbmesser 3 u. s. w. angesetzt, bis durch diese 16 Punkte die Schneckenlinie im Grundriß gezeichnet werden kann. Für den Aufriß wird die Mittellinie des Kegels ebenfalls in 16 gleiche Theile getheilt, und von diesen Punkten werden wagerechte Linien gezogen. Wird nun zuletzt von den Punkten, wo die Halbmesser im Grundriß von der Schneckenlinie durchschnitten werden, an die angehörigen Linien in den Aufriß gezogen, so ergeben sich die Punkte, die Spirale um den Kegel zeichnen zu können.

Taf. I.

Fig. 1.

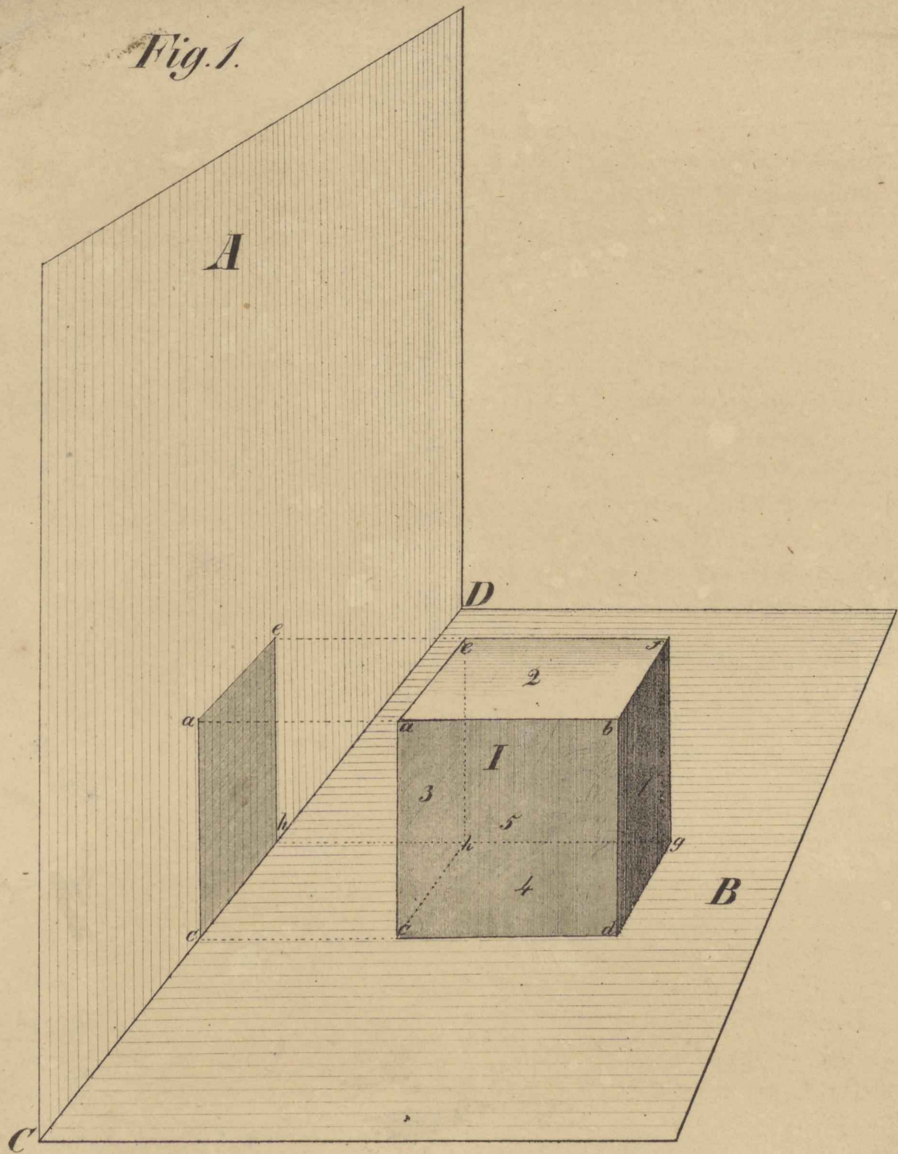
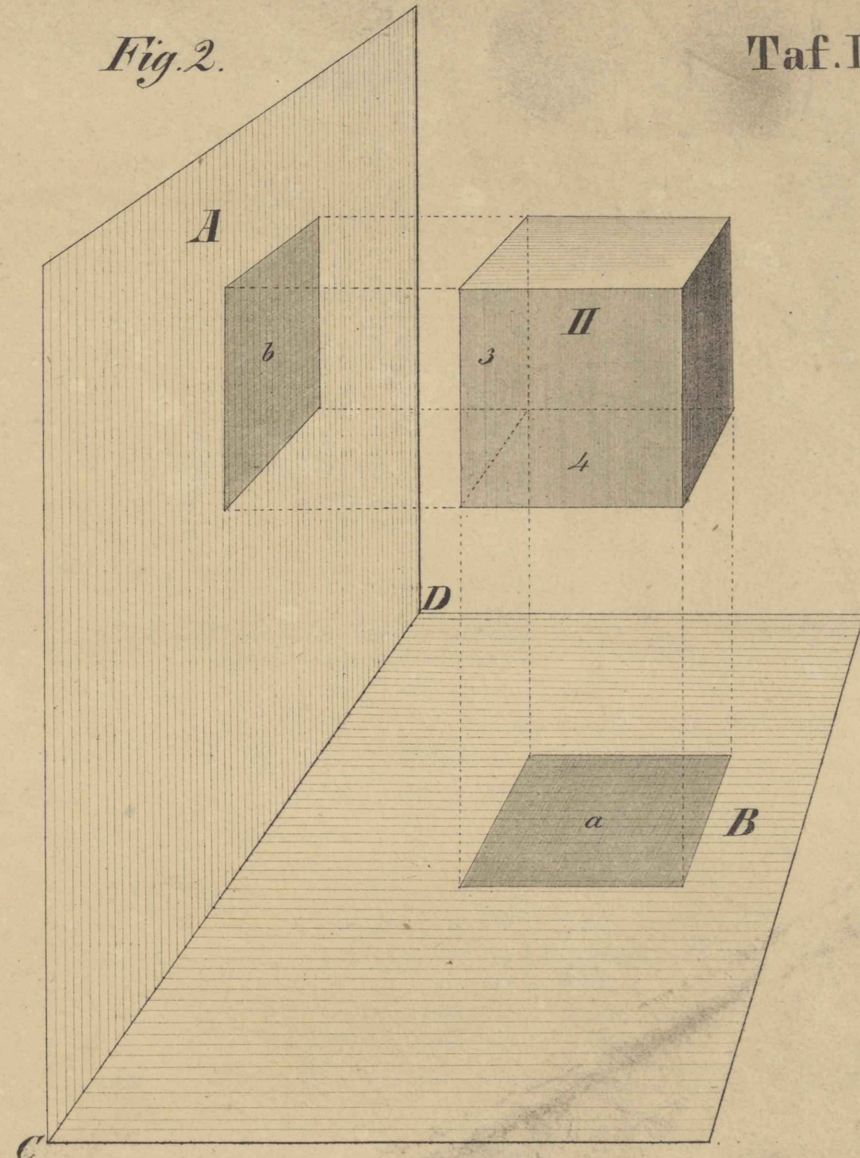


Fig. 2.



Lith. bei F. Wilh. Schoeler, Crefeld.

Fig. 1.

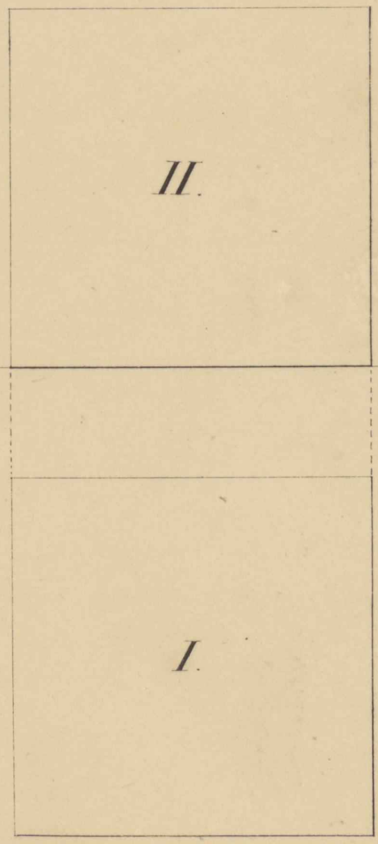


Fig. 2.

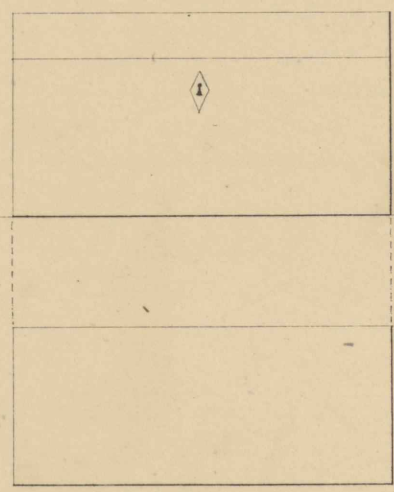


Fig. 3.

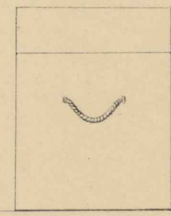


Fig. 4.

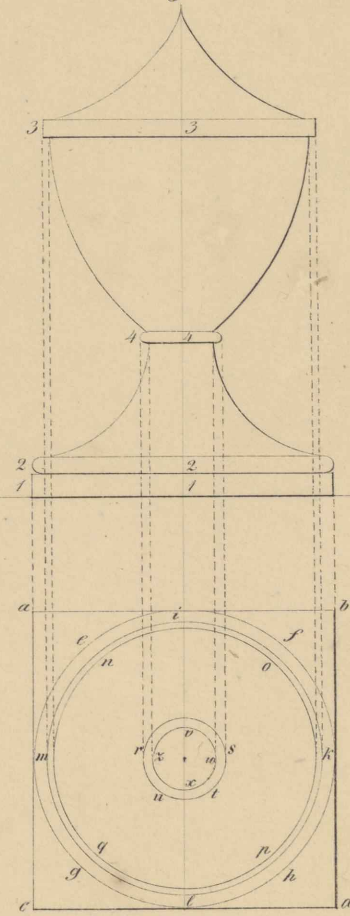


Fig. 5.

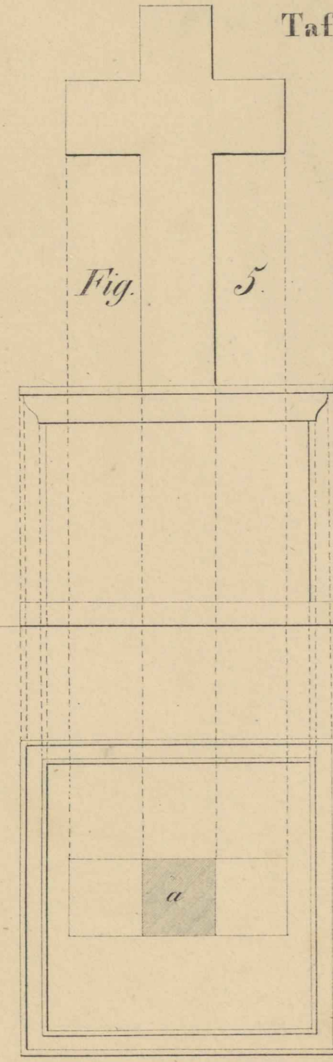


Fig. 1.

Fig. 2.

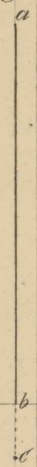


Fig. 3.

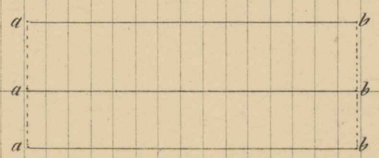


Fig. 4.

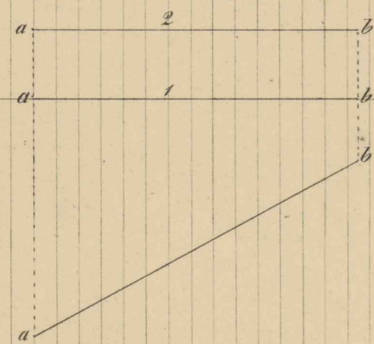


Fig. 5.

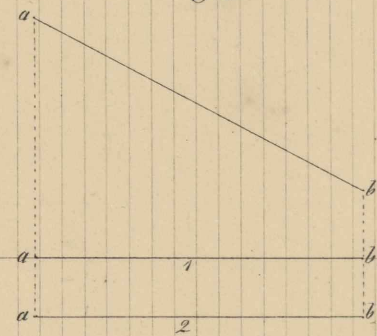
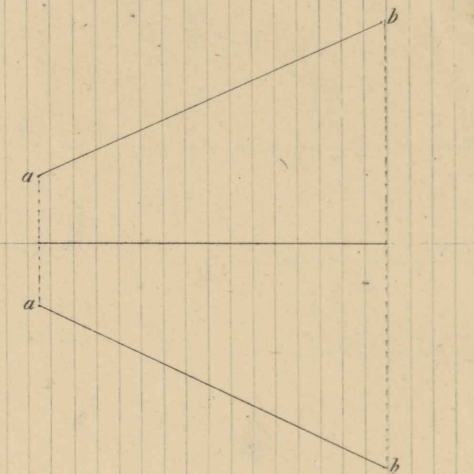


Fig. 6.



Taf. IV.

Fig. 7.

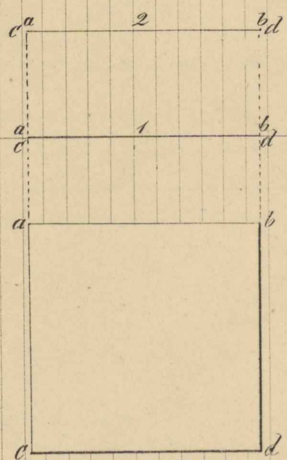


Fig. 8.

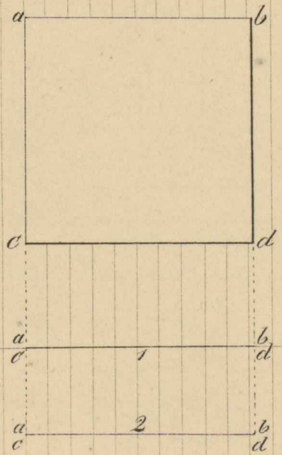


Fig. 9.

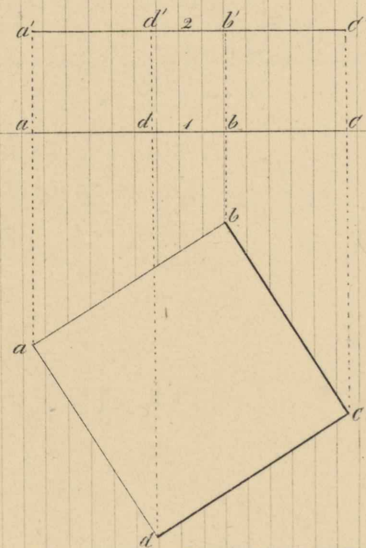


Fig. 10.

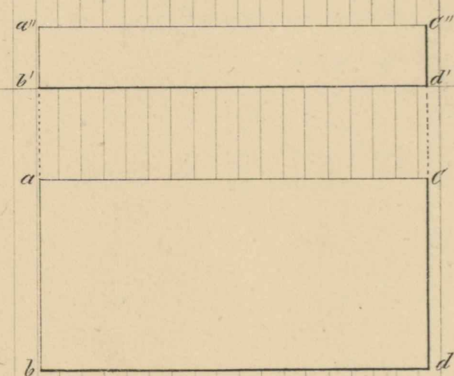
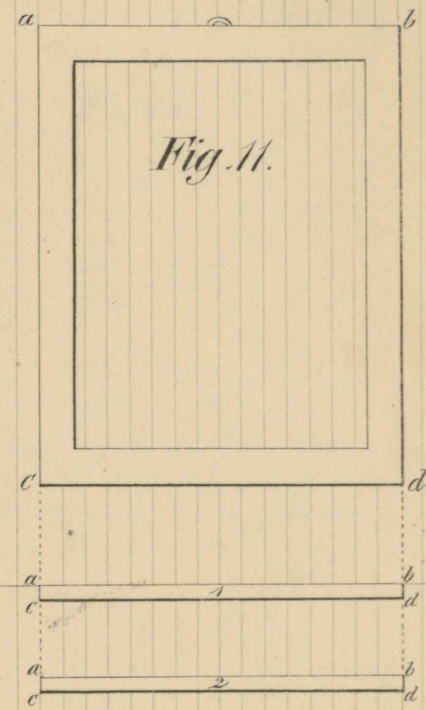


Fig. 11.



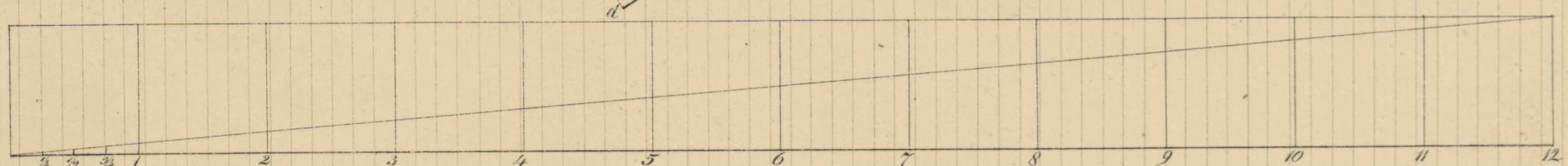


Fig. 12.

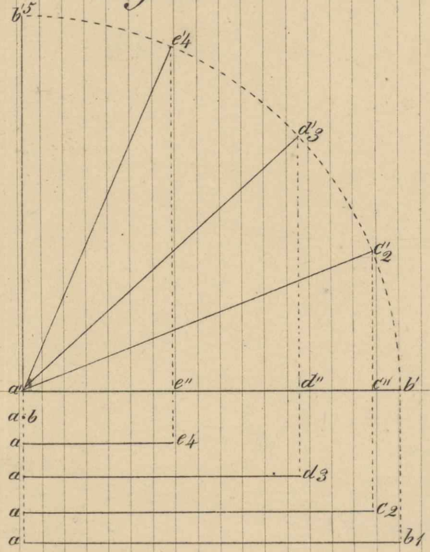


Fig. 13.

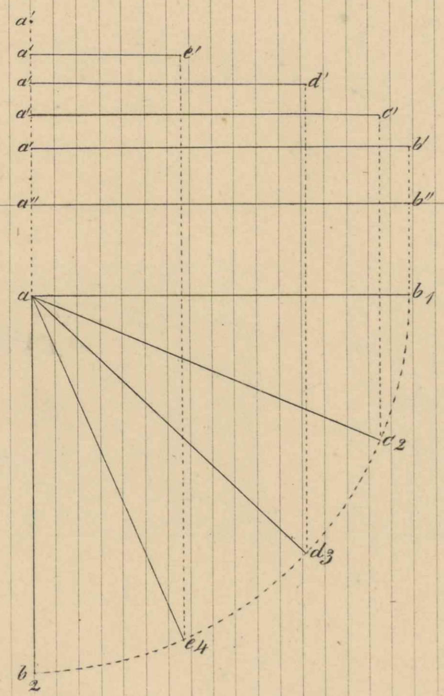


Fig. 14.

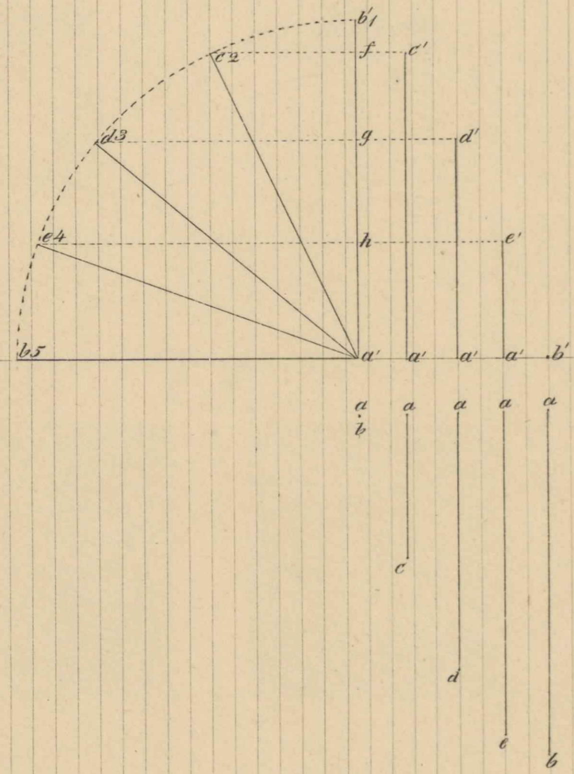


Fig. 15.

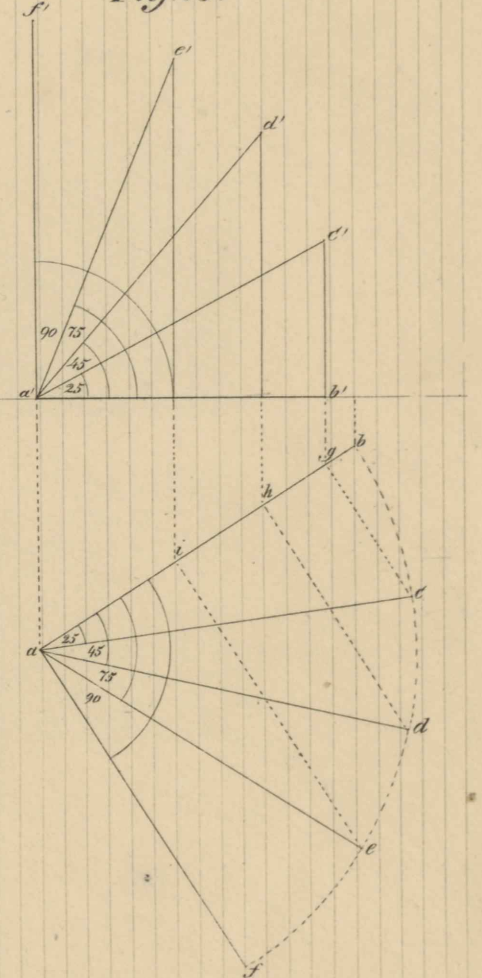


Fig. 16.

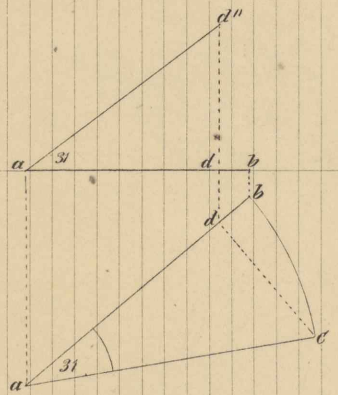


Fig. 17.

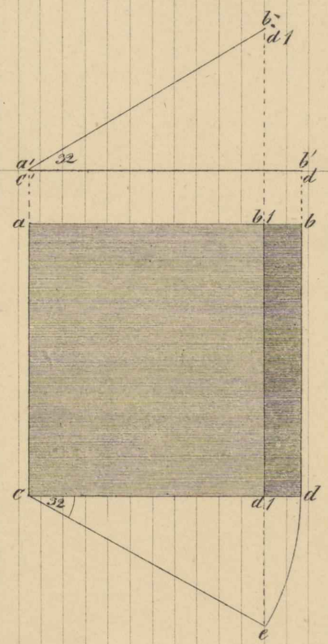


Fig. 18.

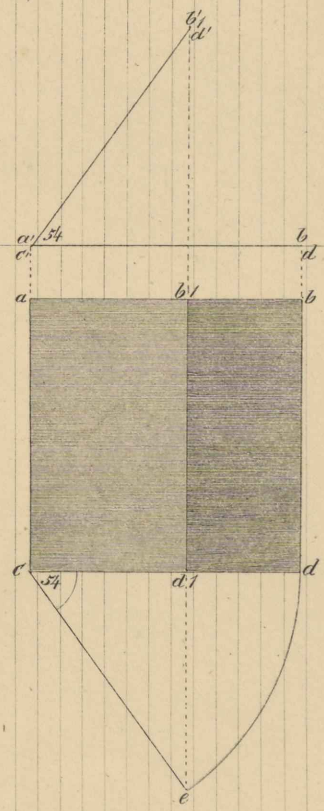


Fig. 19.

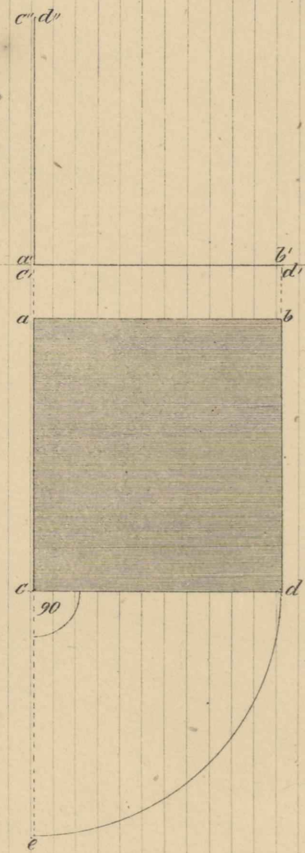
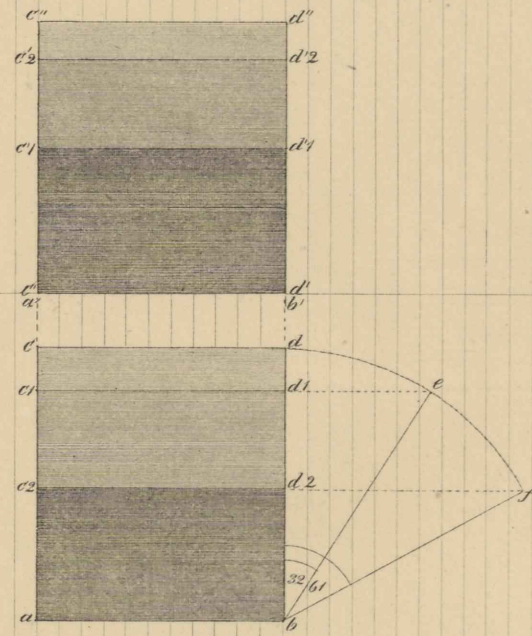


Fig. 20.



Taf. VII.

Fig. 21.

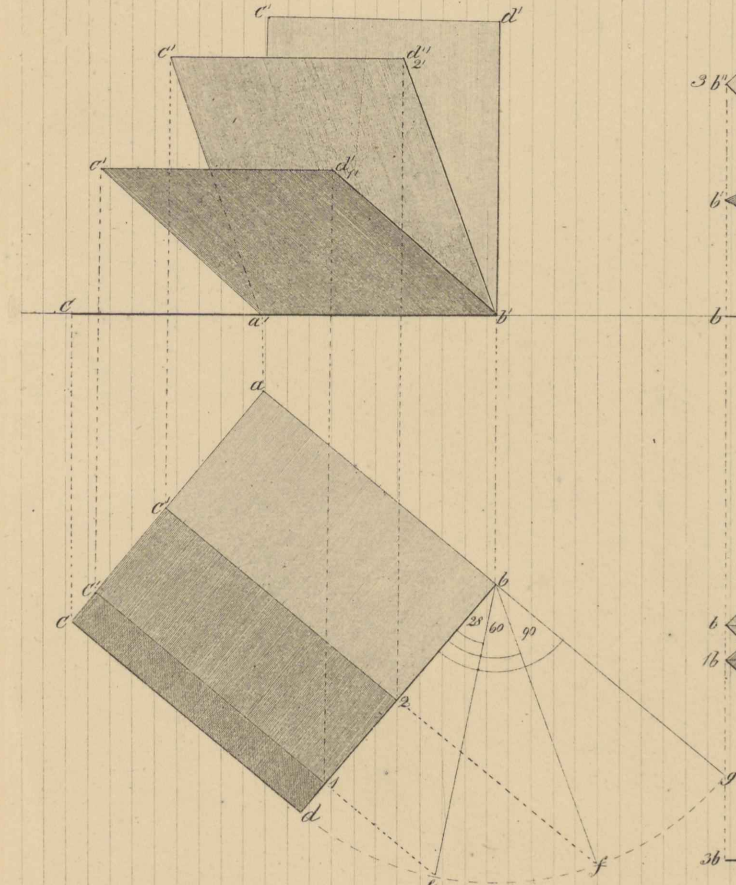


Fig. 22.

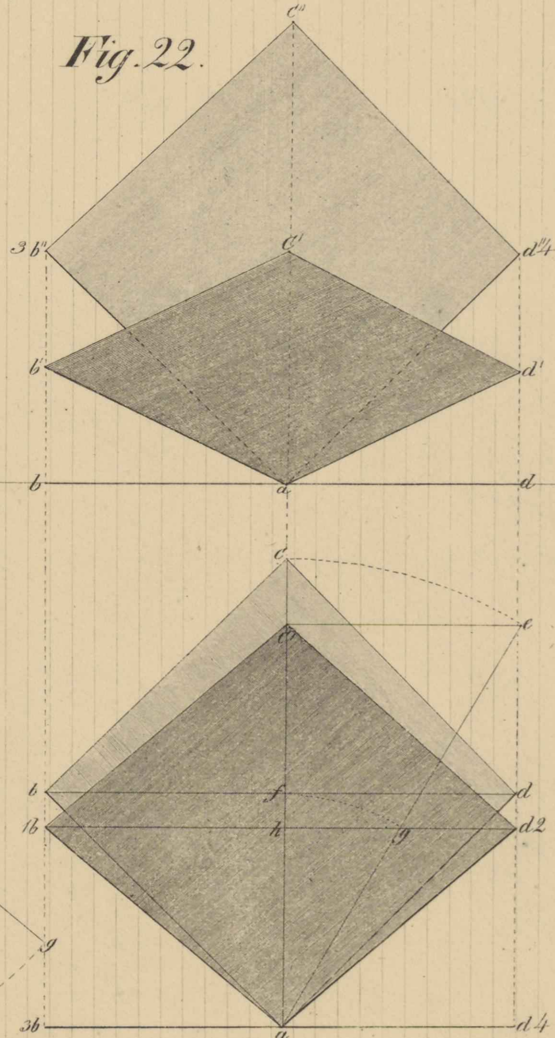


Fig. 23.

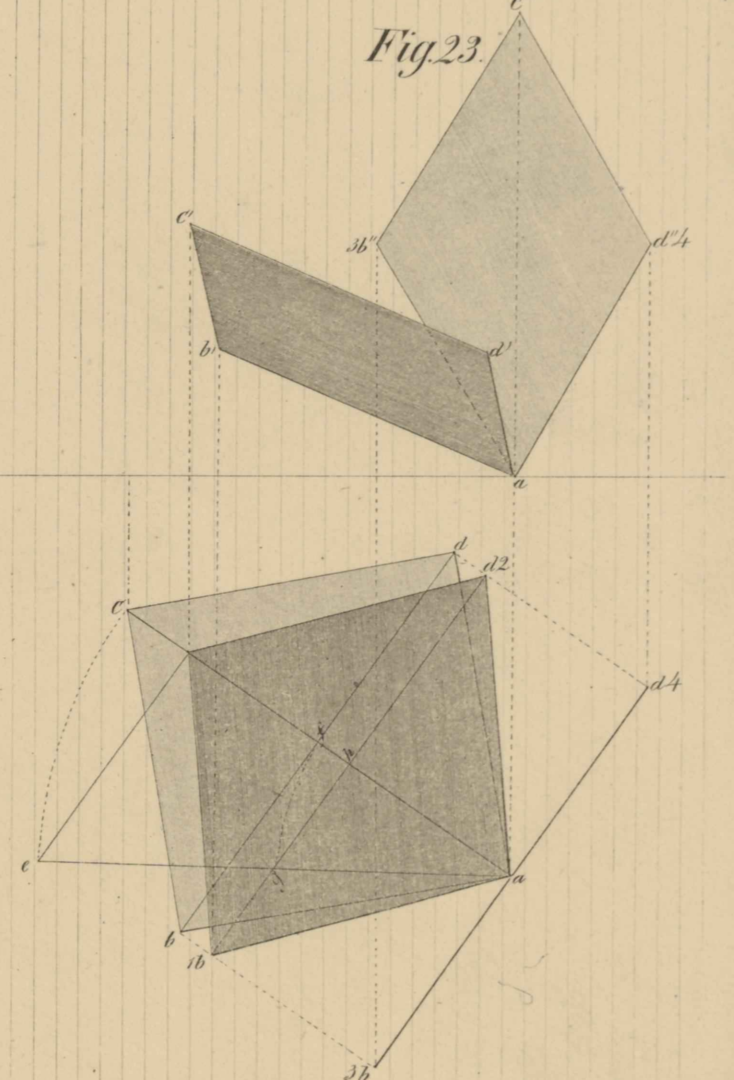


Fig. 24.

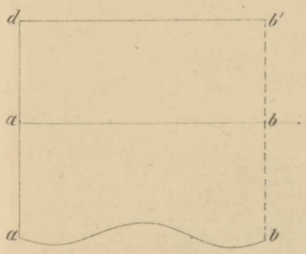


Fig. 25.

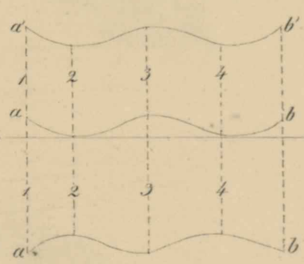


Fig. 26.

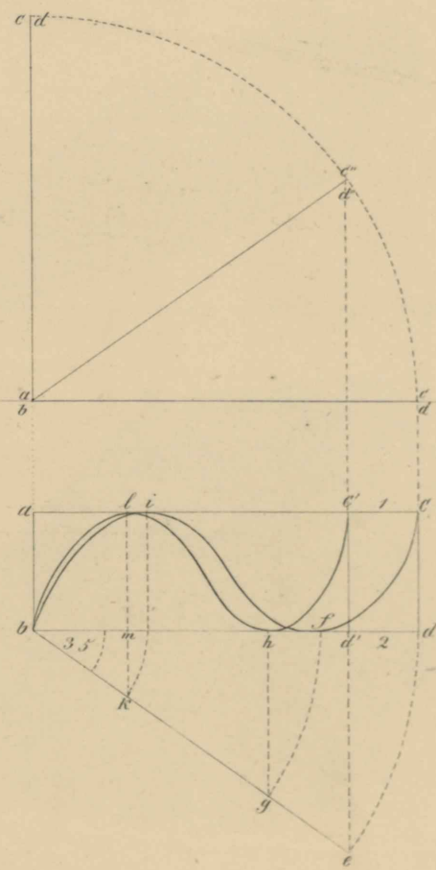


Fig. 27.

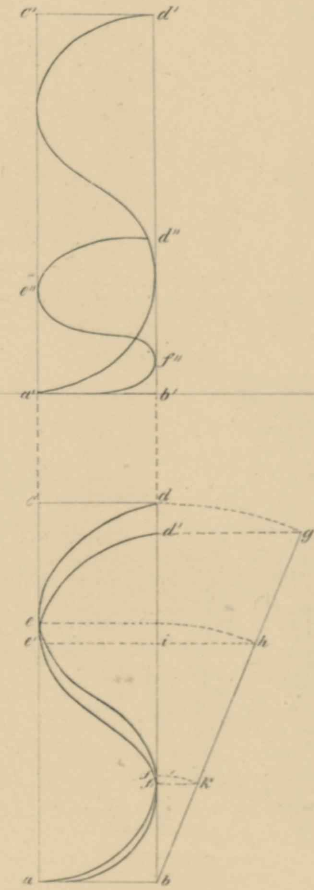


Fig. 28.

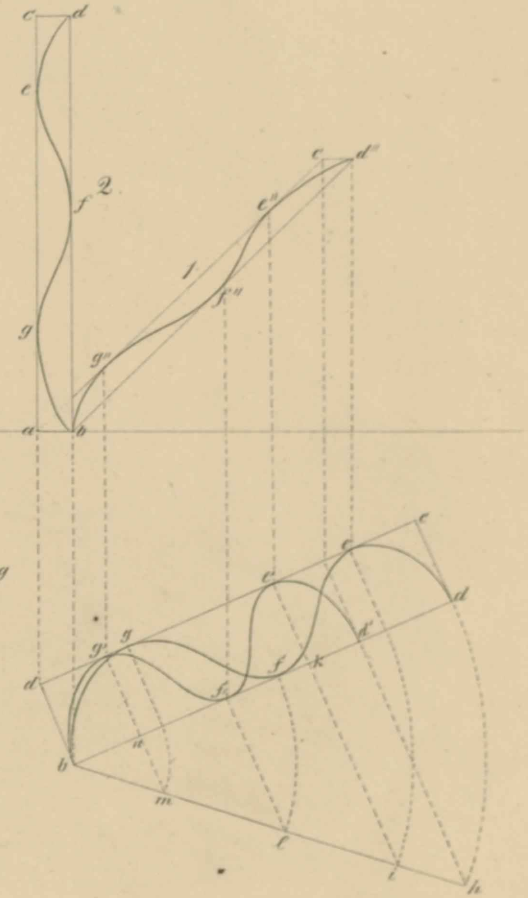


Fig. 29.

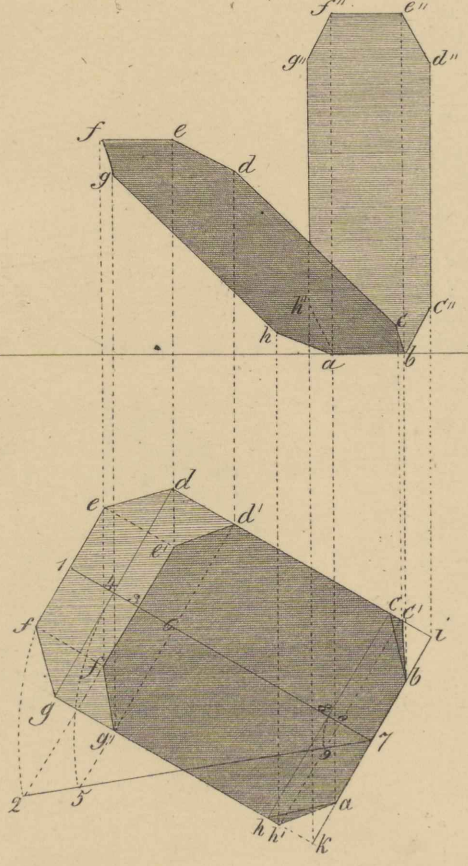


Fig. 30.

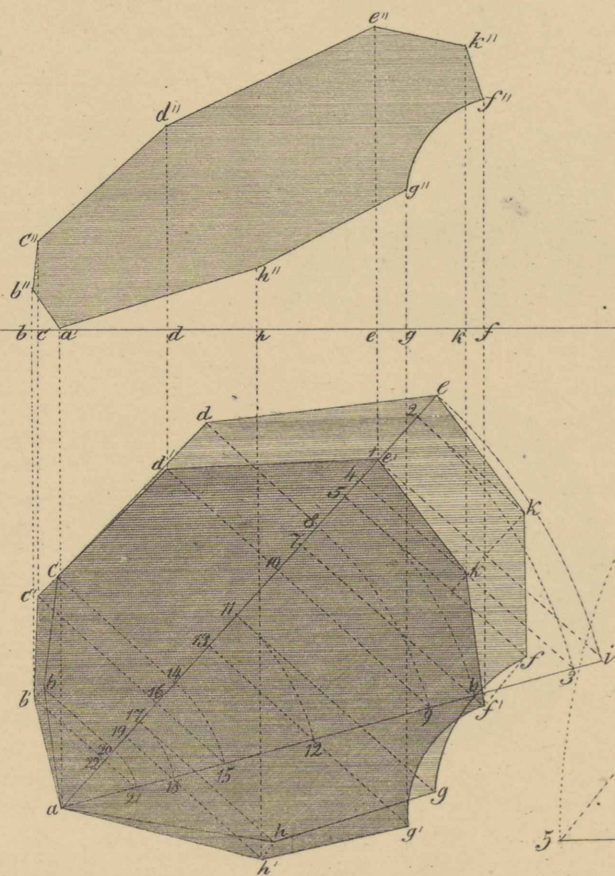


Fig. 31.

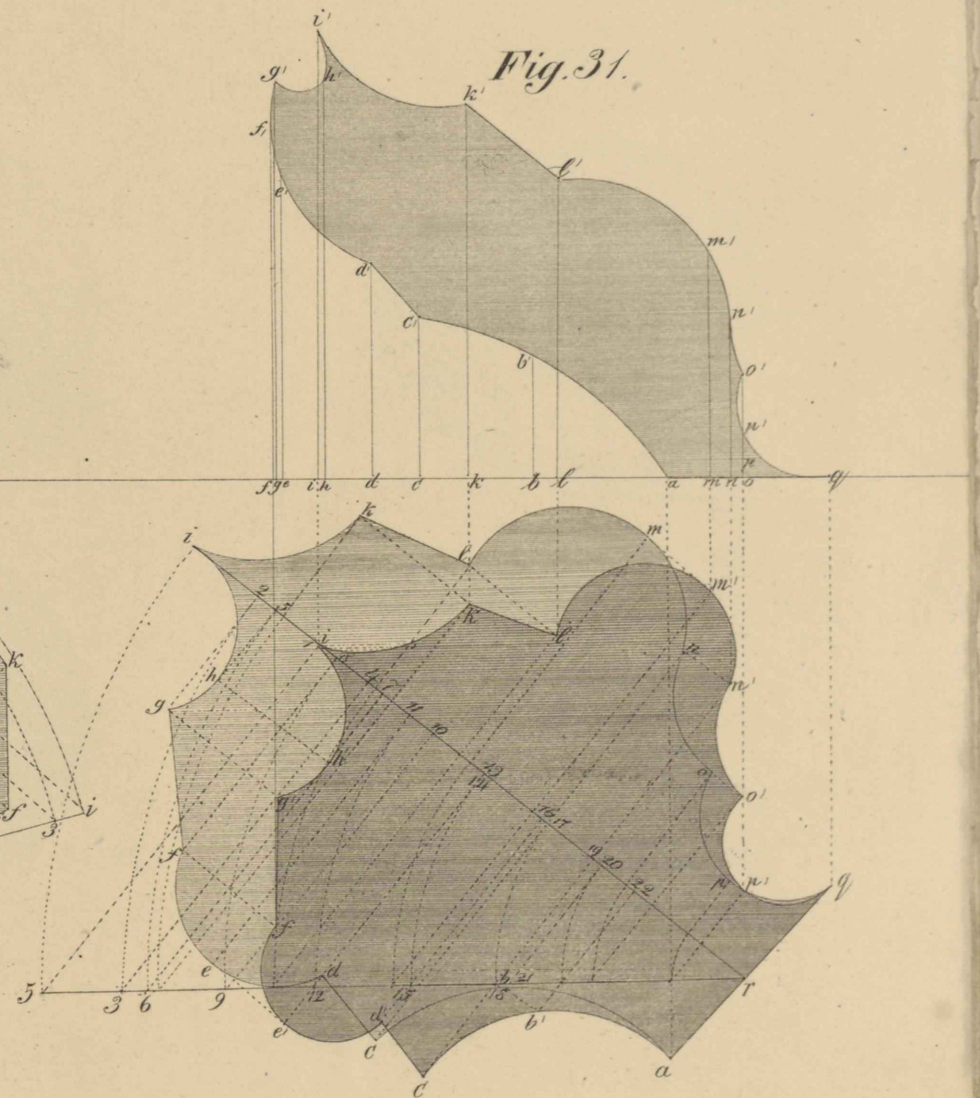


Fig. 32.

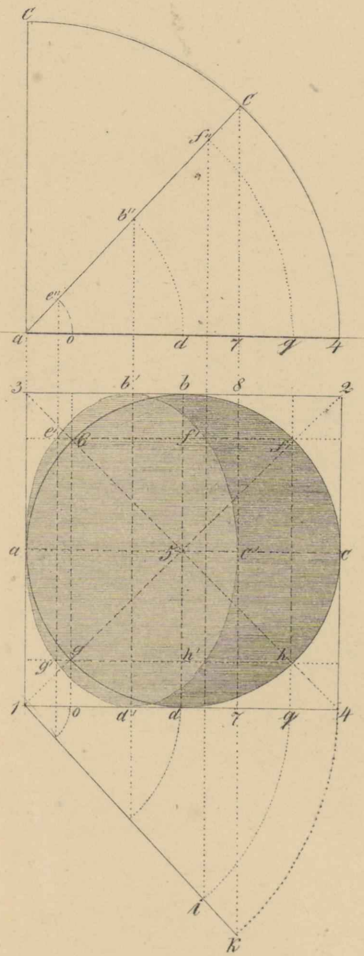


Fig. 33.

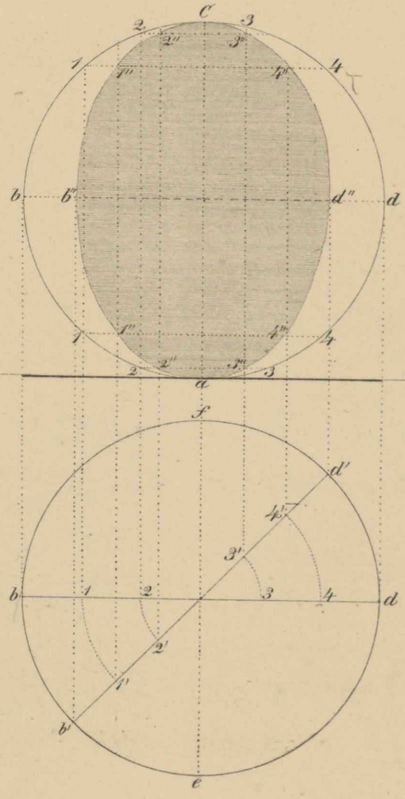


Fig. 34.

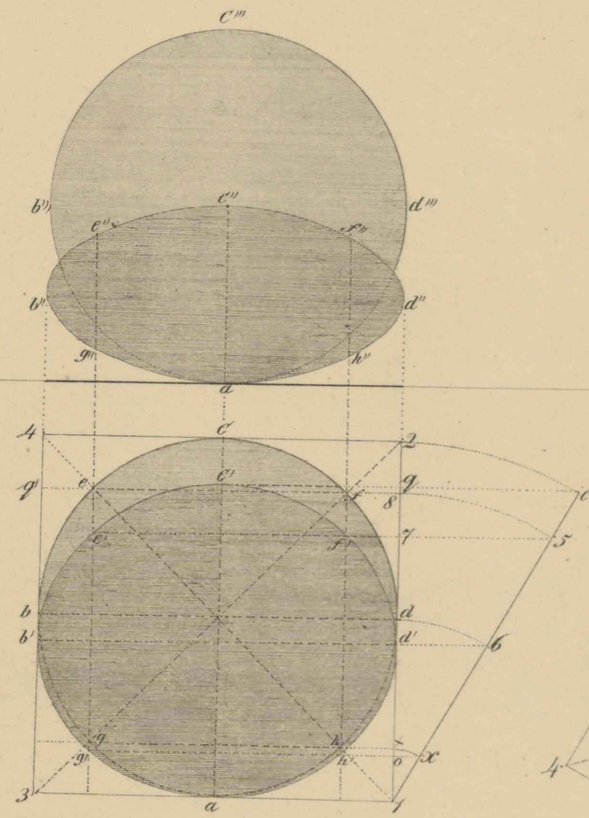


Fig. 35.

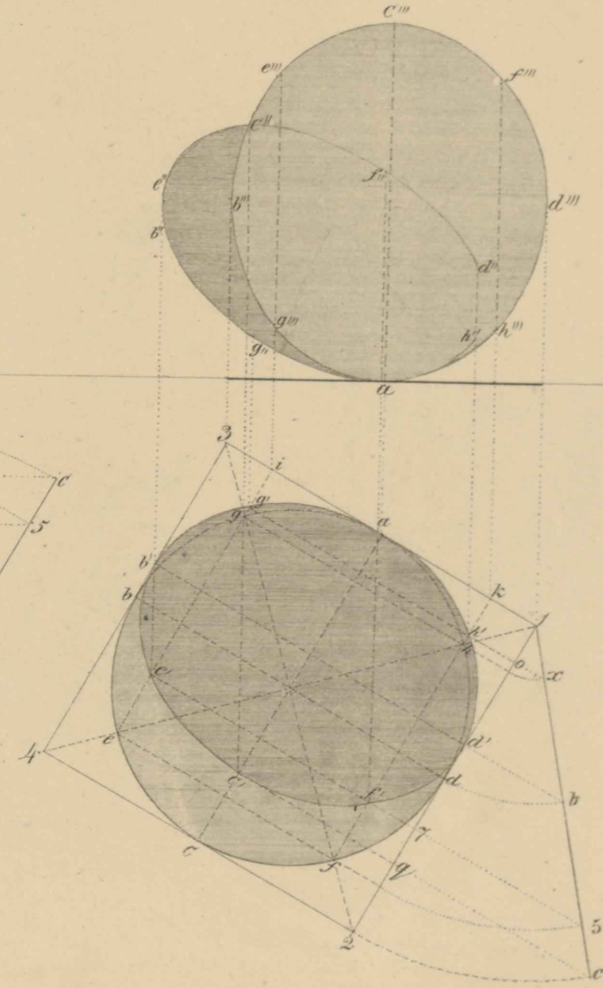


Fig. 36.

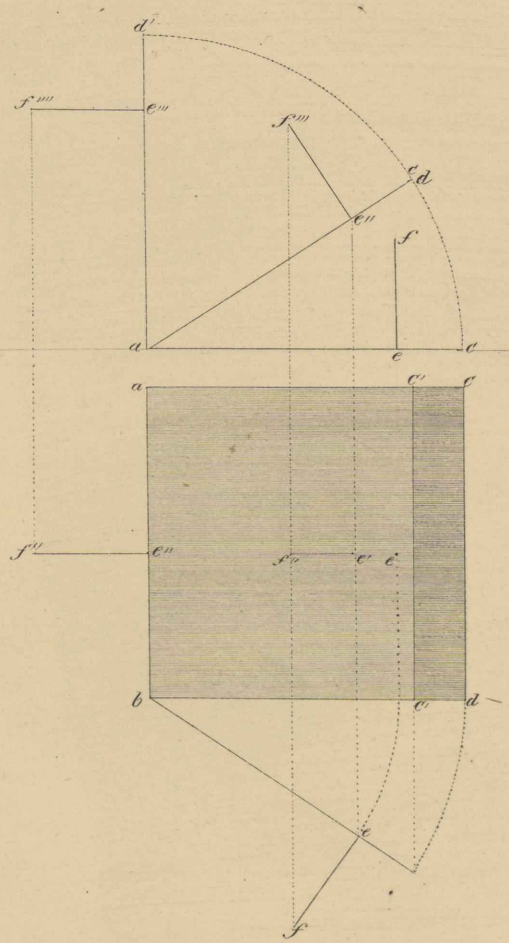


Fig. 37.

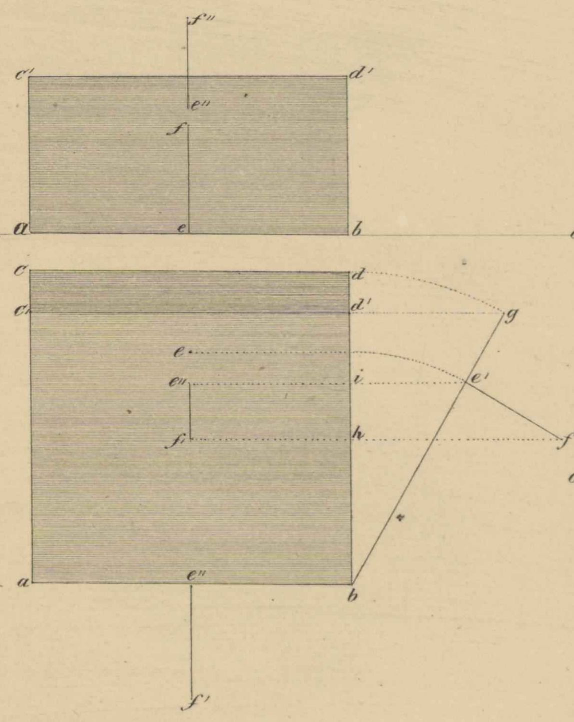


Fig. 38.

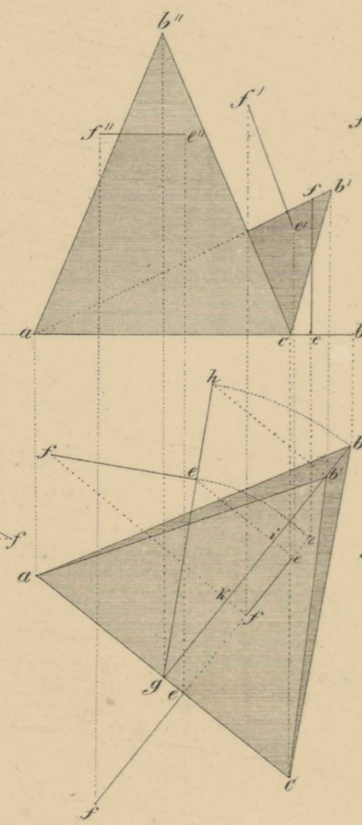


Fig. 39.

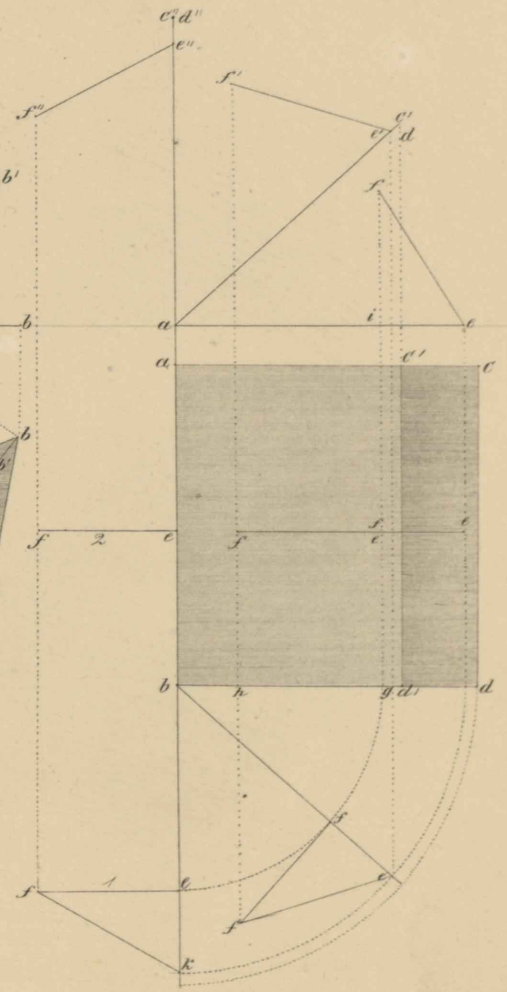


Fig. 40.

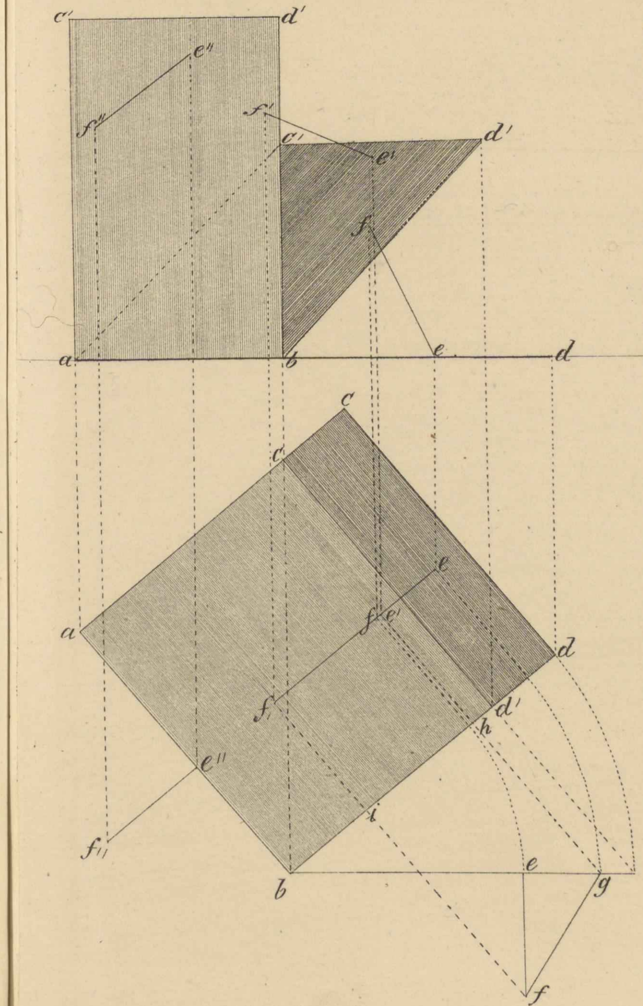


Fig. 41.

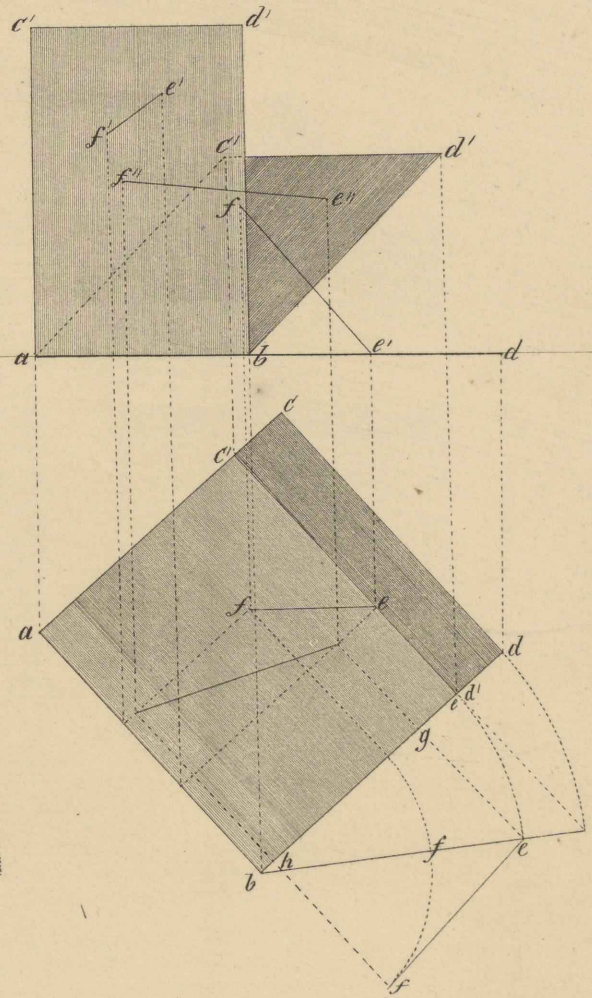


Fig. 42.

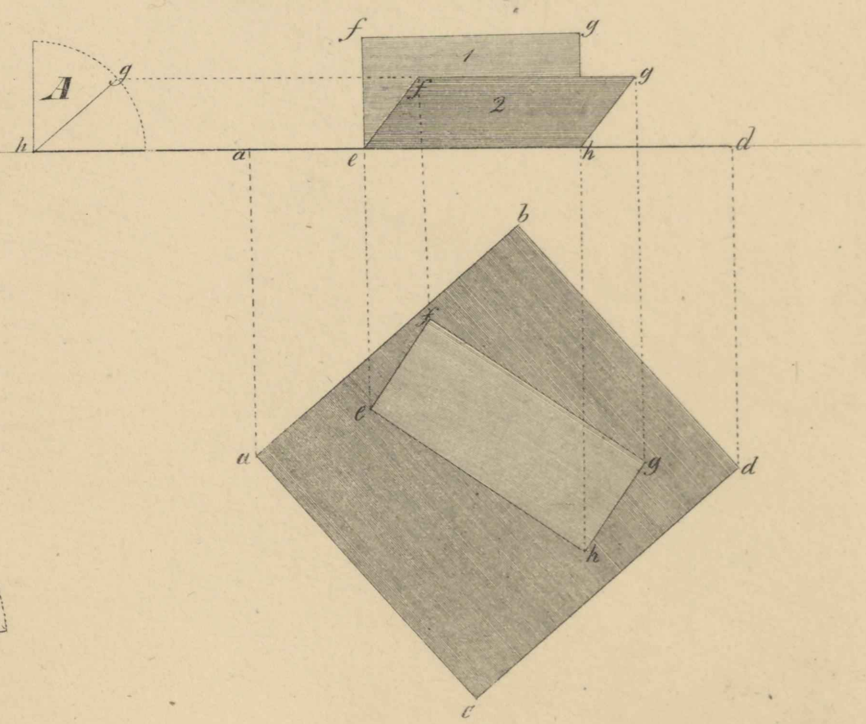


Fig. 43.

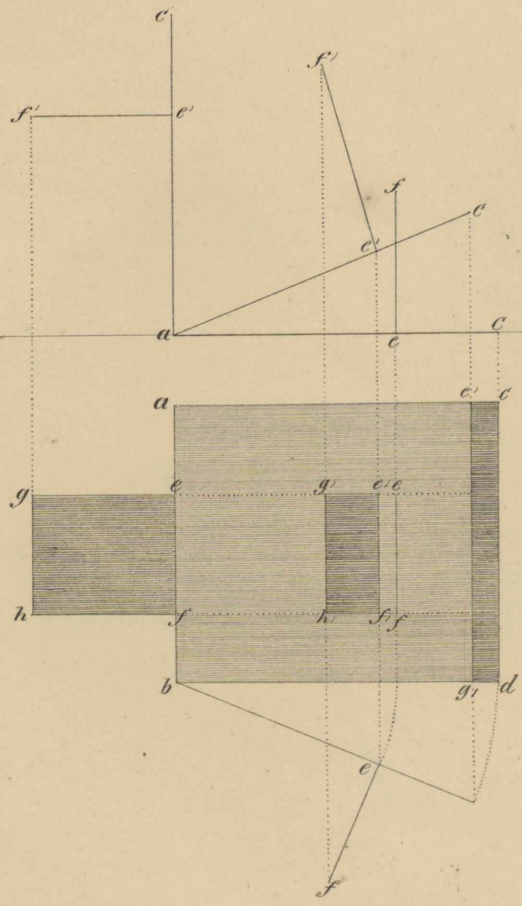


Fig. 44.

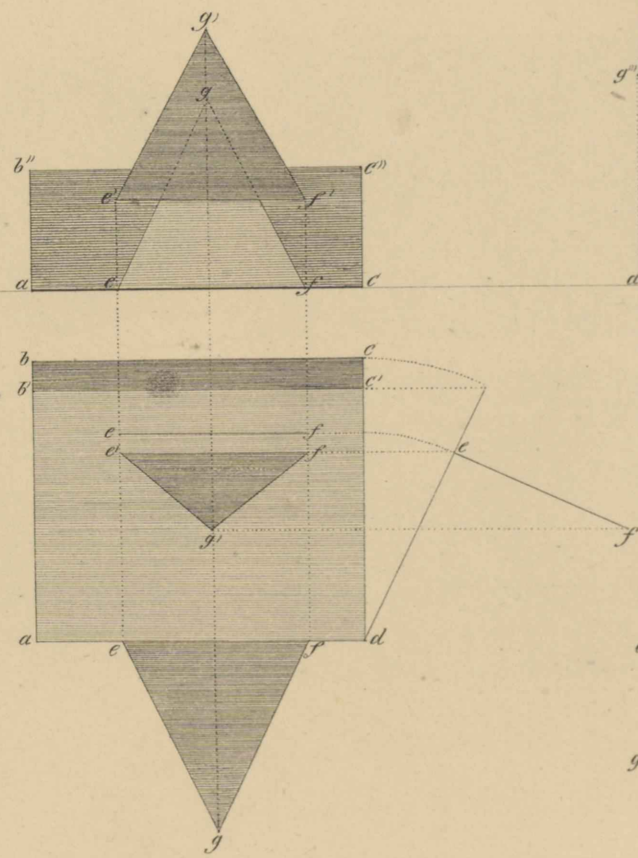
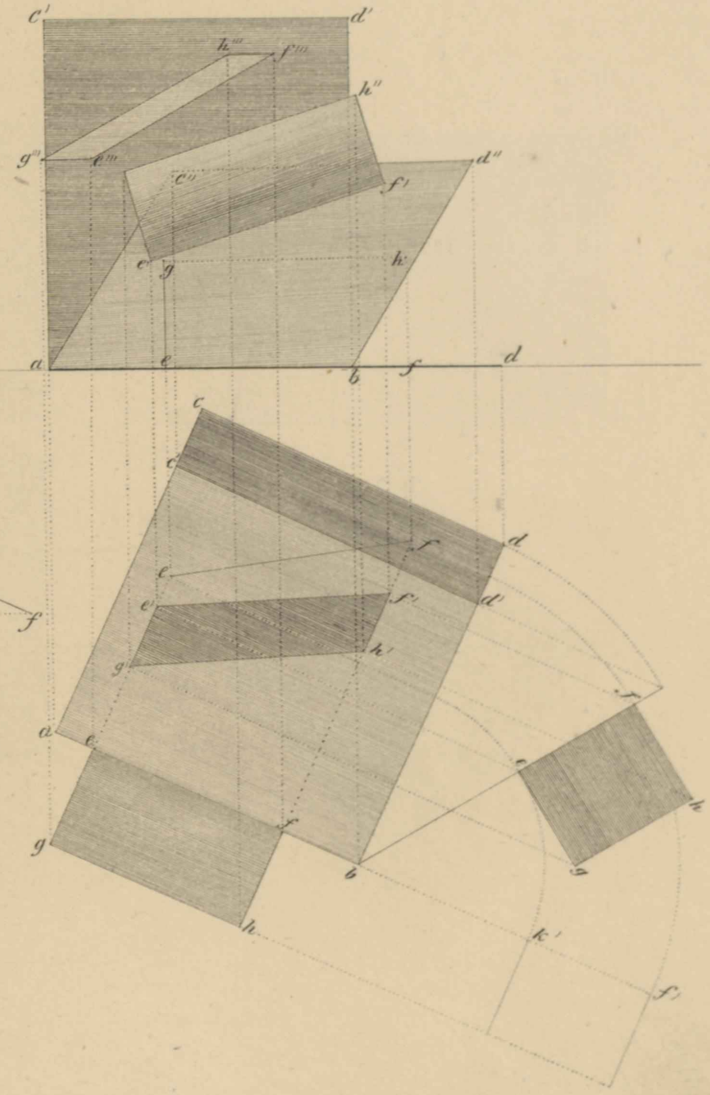


Fig. 45.



Taf: XIV

Fig. 46.

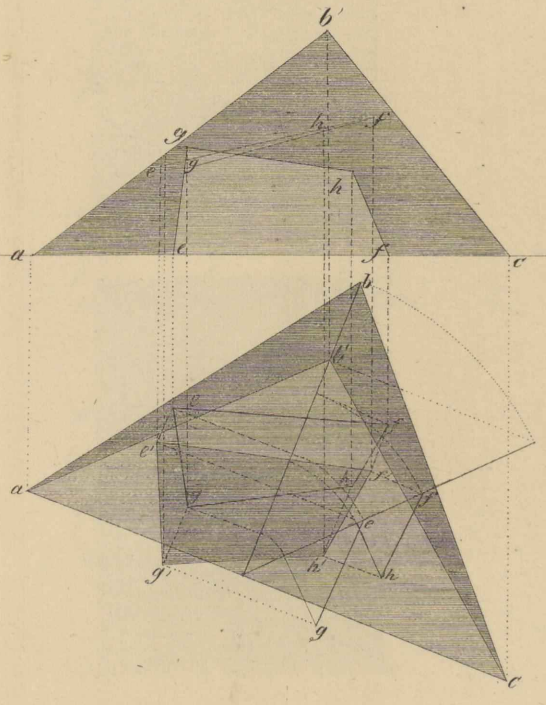


Fig. 47.

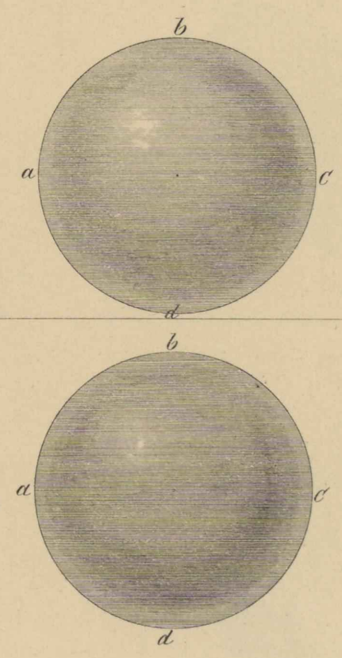


Fig. 48.

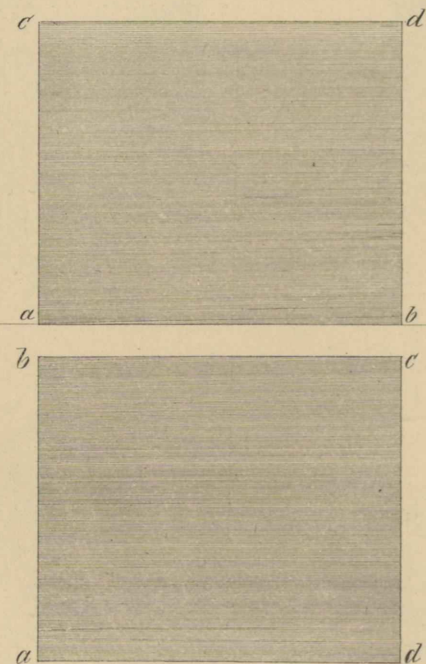


Fig. 49.

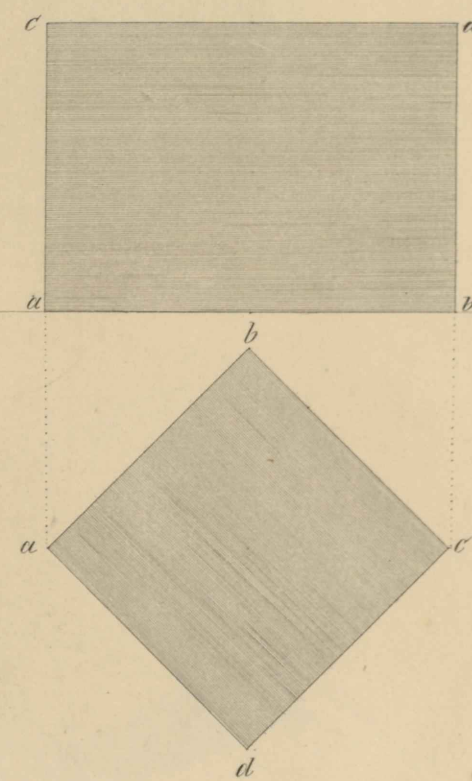


Fig. 50.

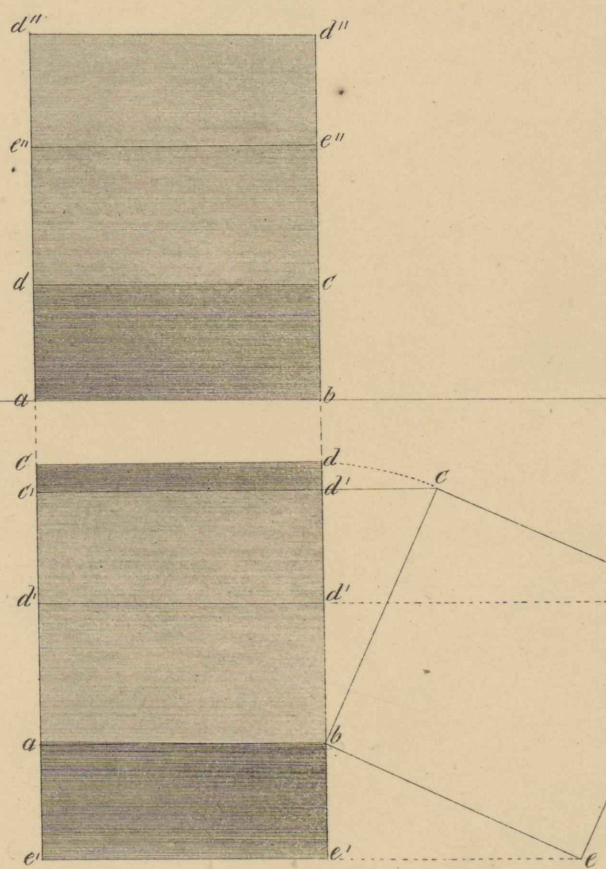


Fig. 51.

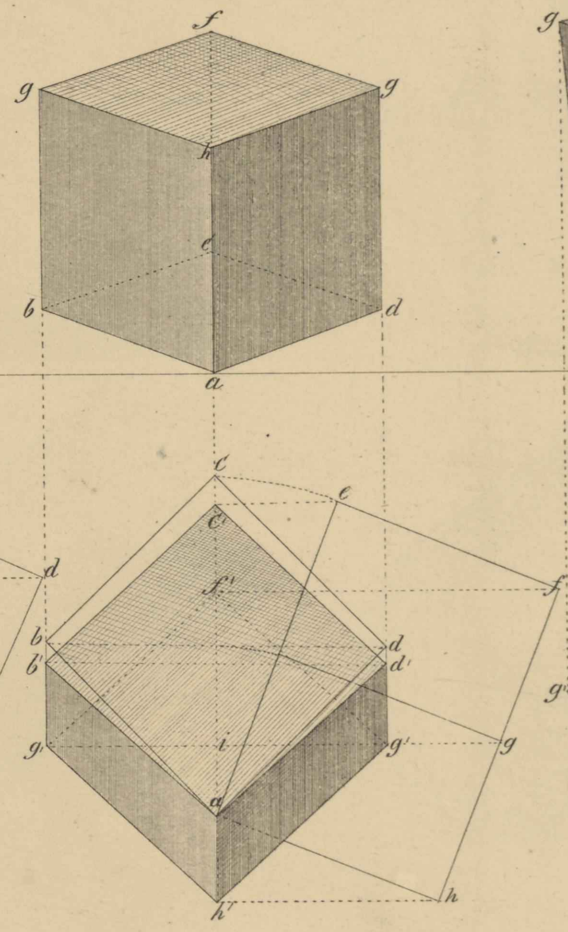
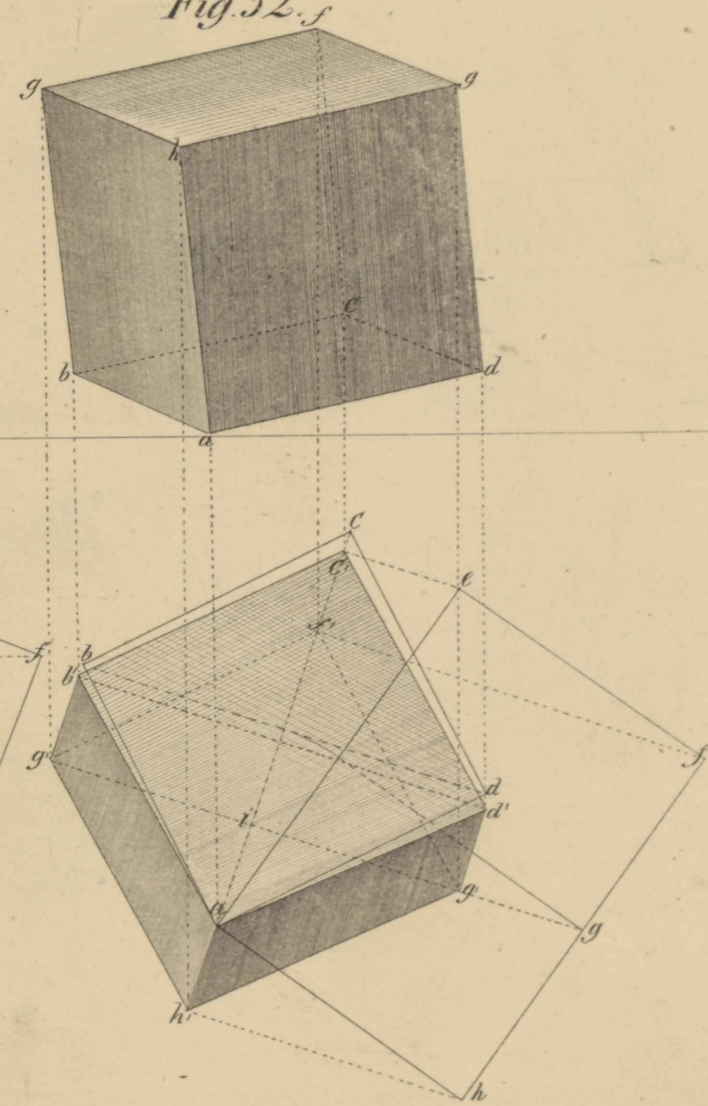


Fig. 52.



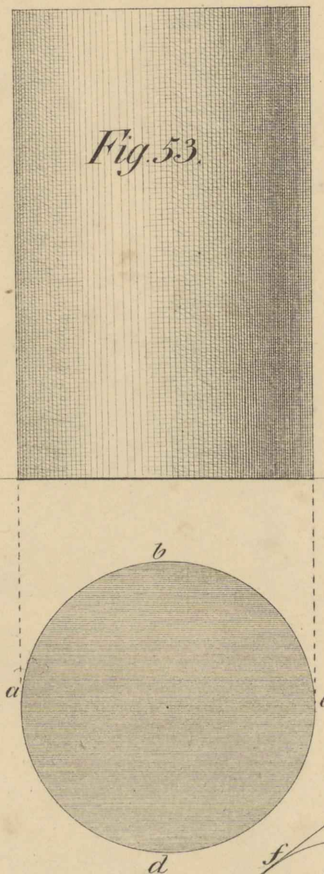


Fig. 53.

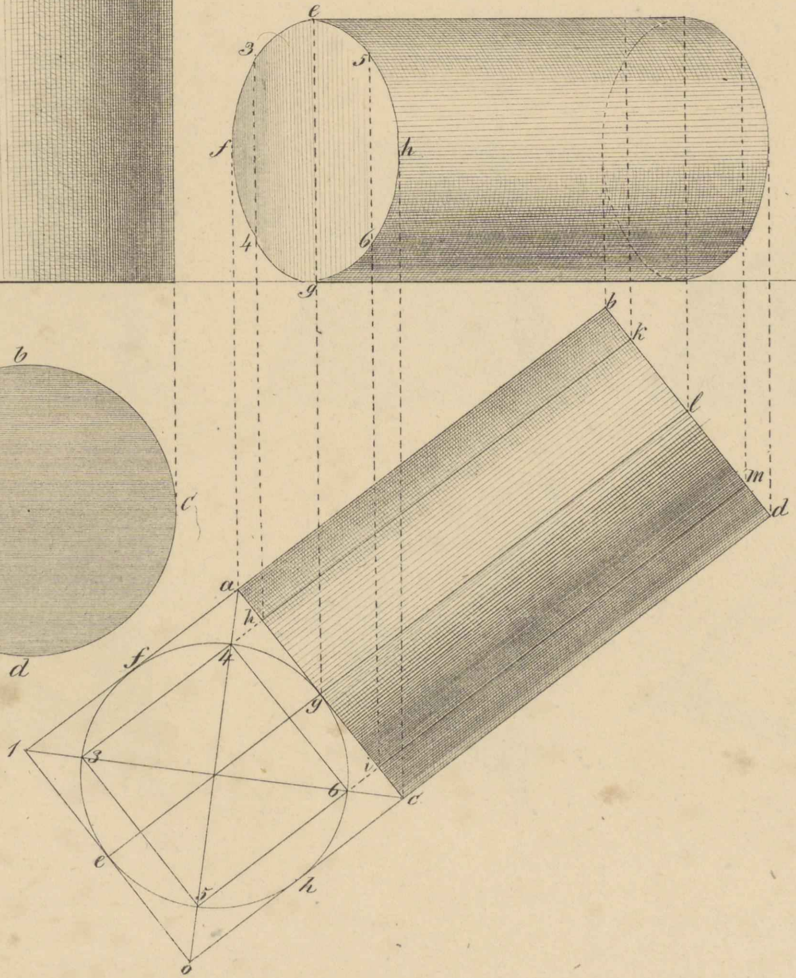


Fig. 54.

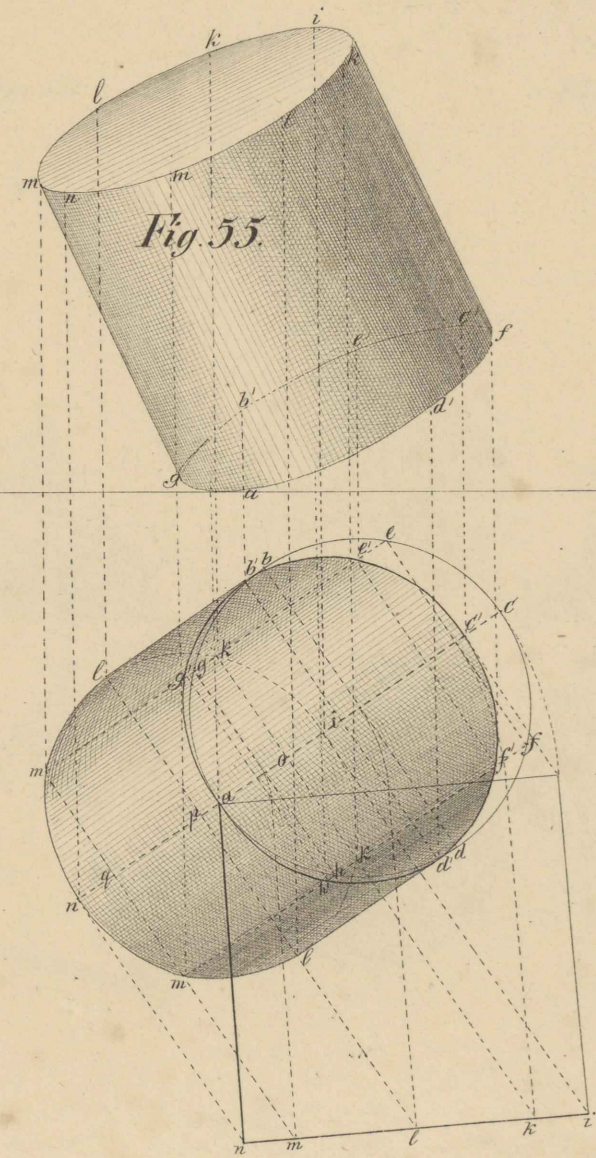


Fig. 55.

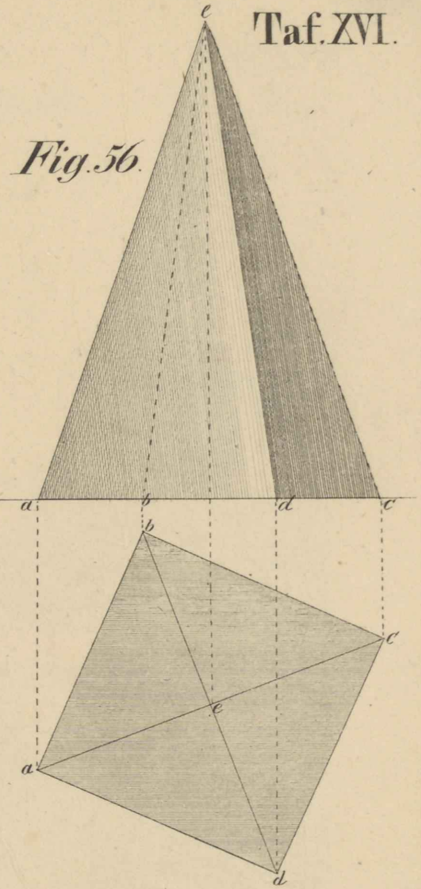


Fig. 56.

Taf: XVII.

Fig. 57.

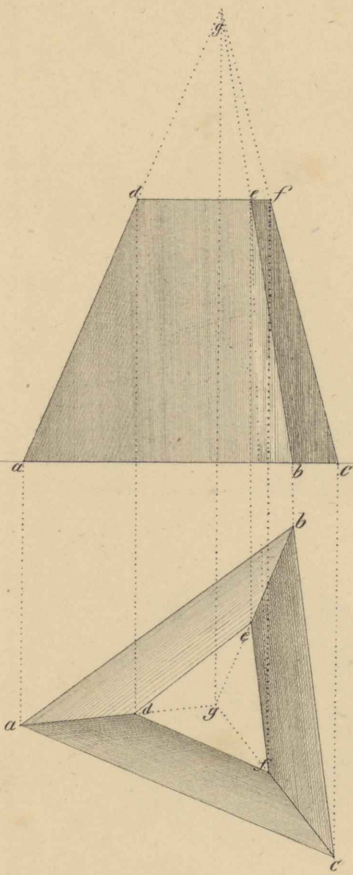


Fig. 58.

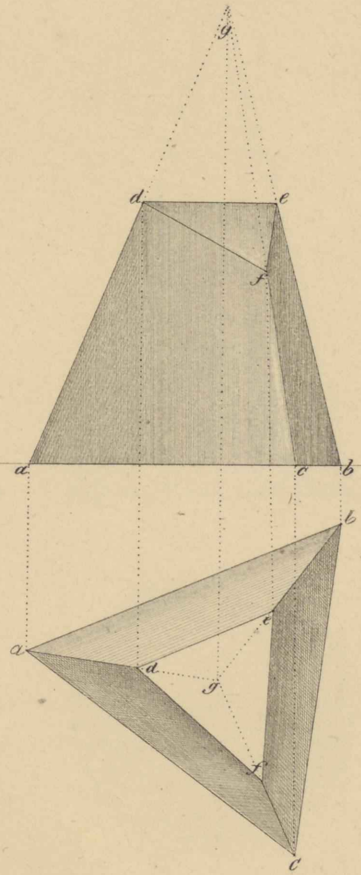


Fig. 59.

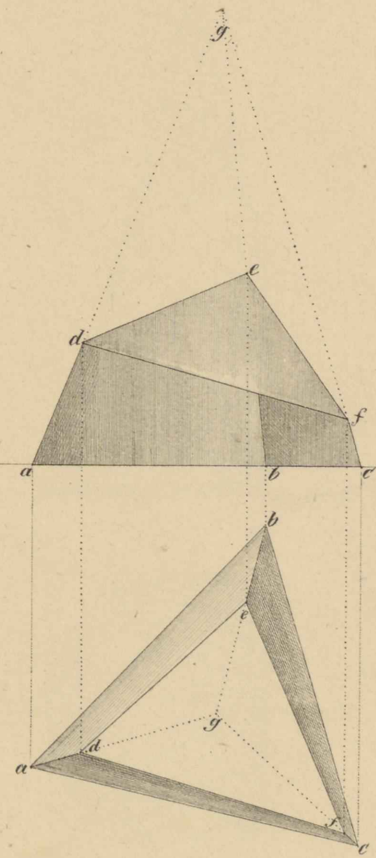


Fig. 60.

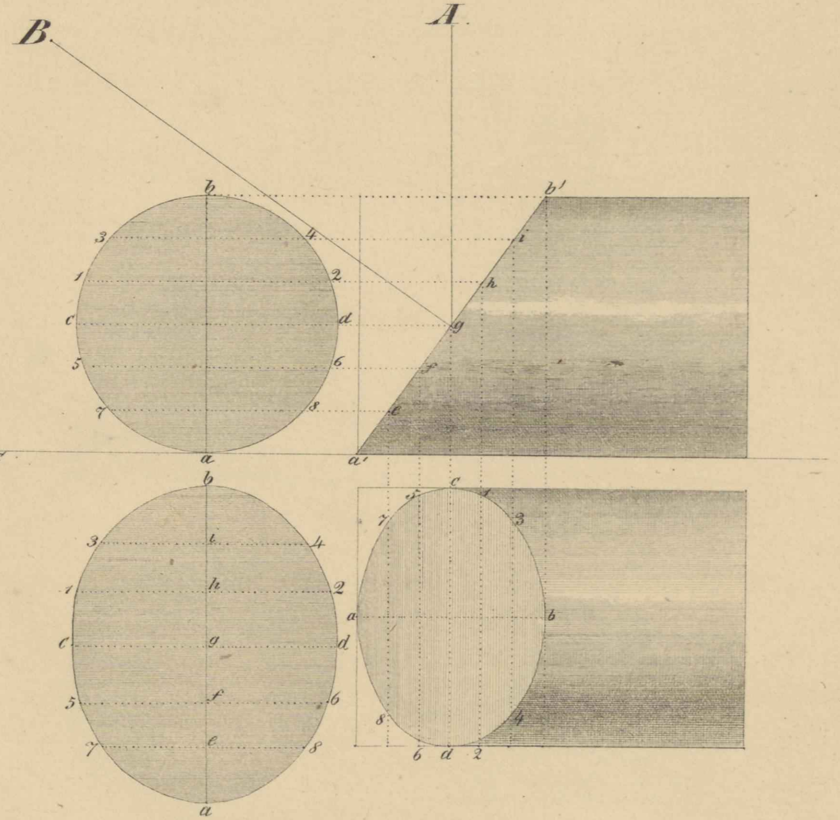


Fig. 61.

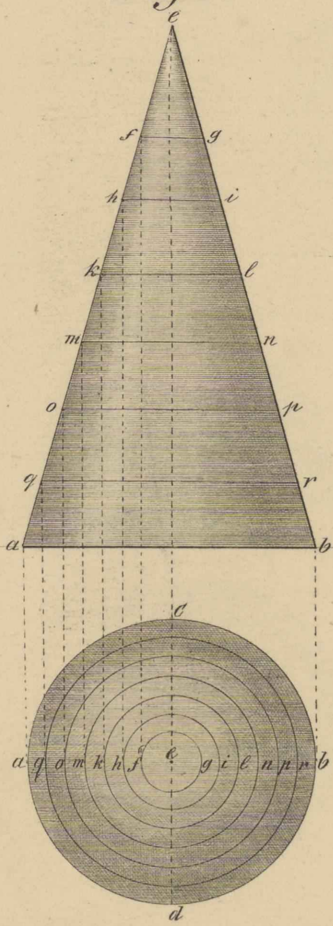


Fig. 62.

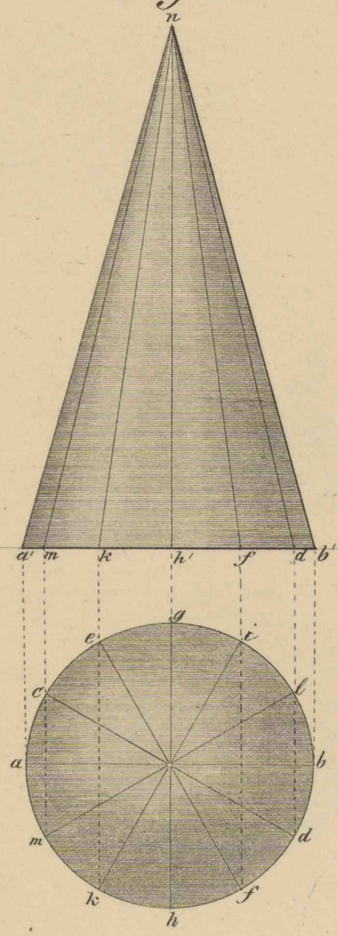


Fig. 63.

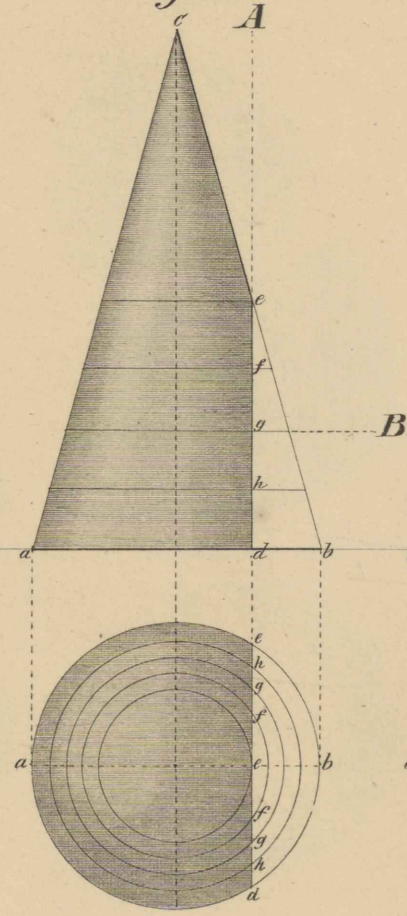
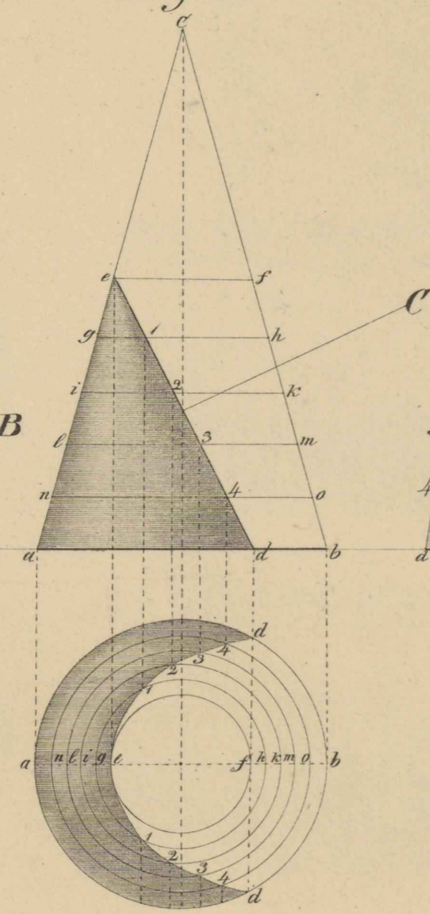
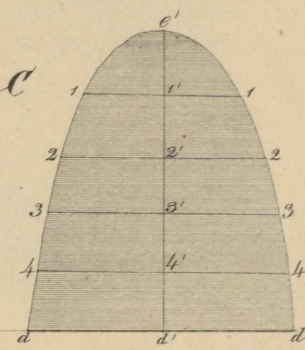


Fig. 64.



A. 64.



B. 63.

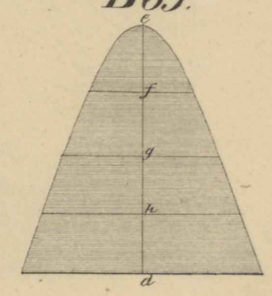


Fig. 65.

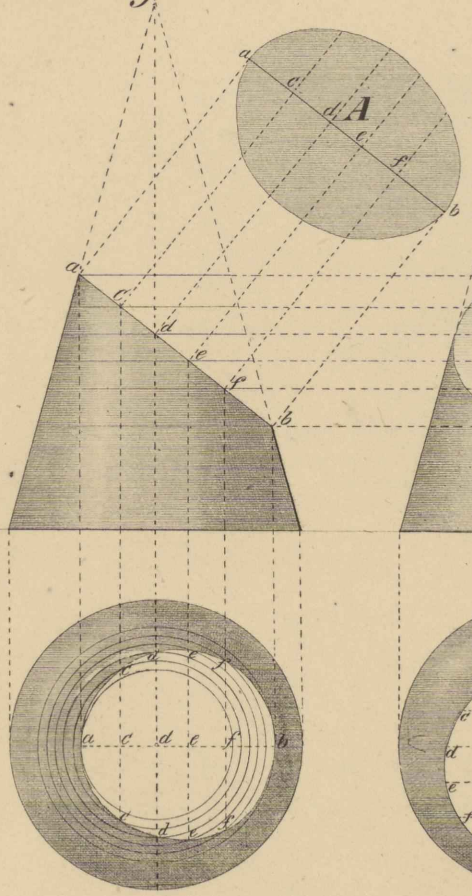


Fig. 66.

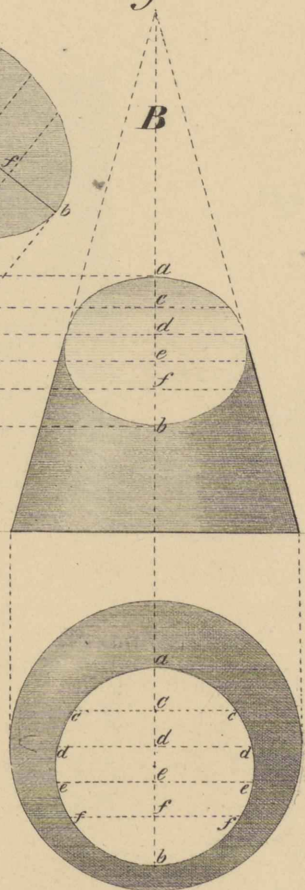


Fig. 67.

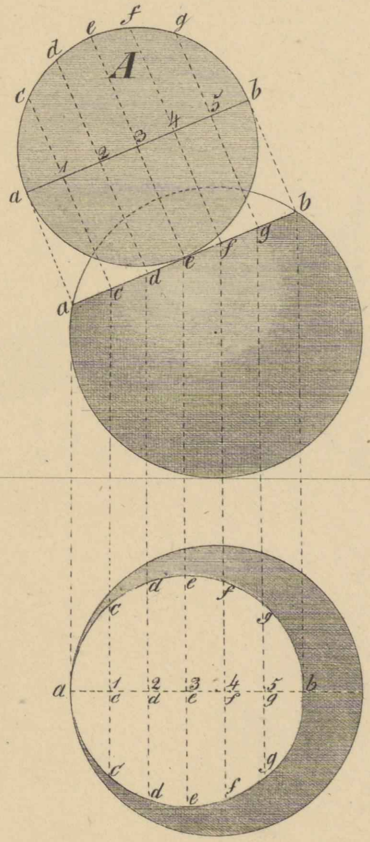
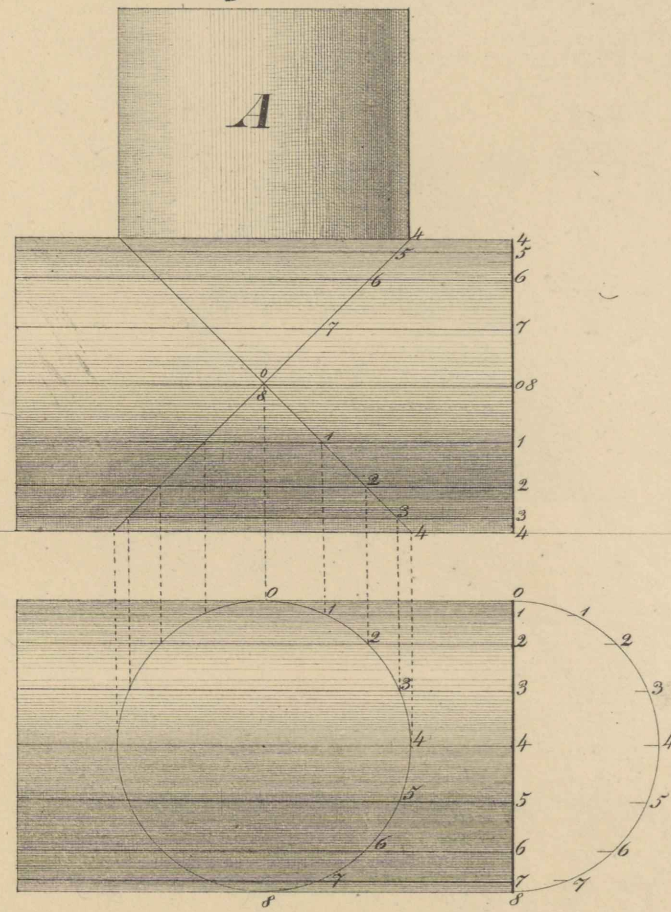


Fig. 68.



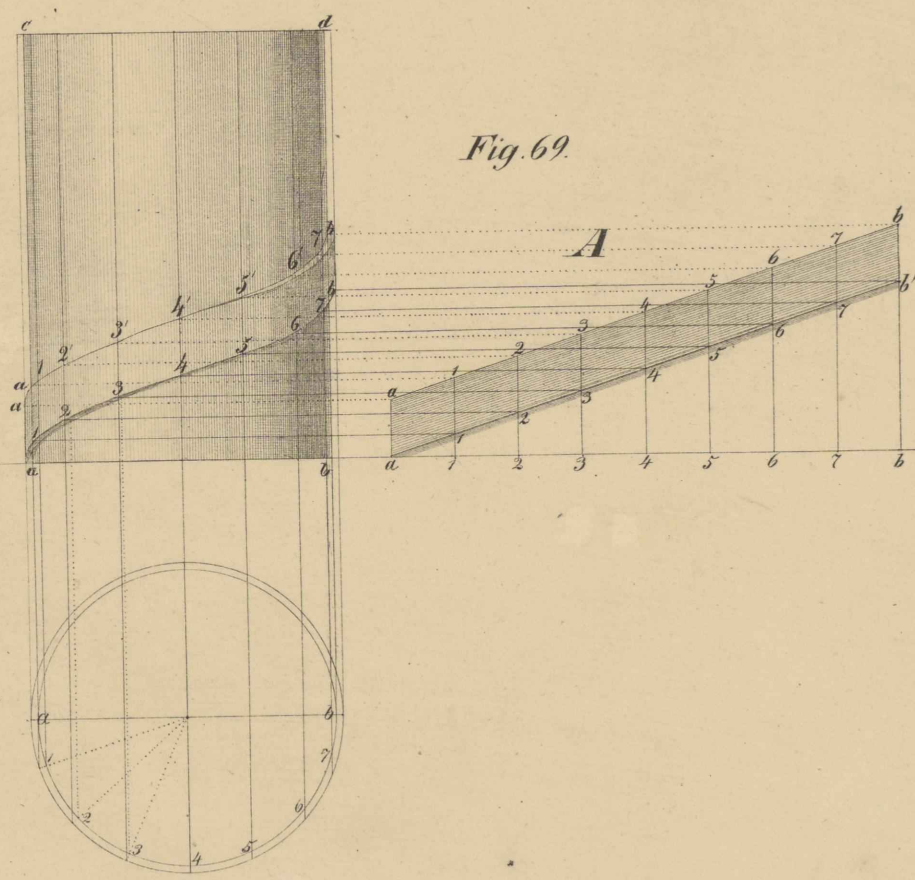


Fig. 69.

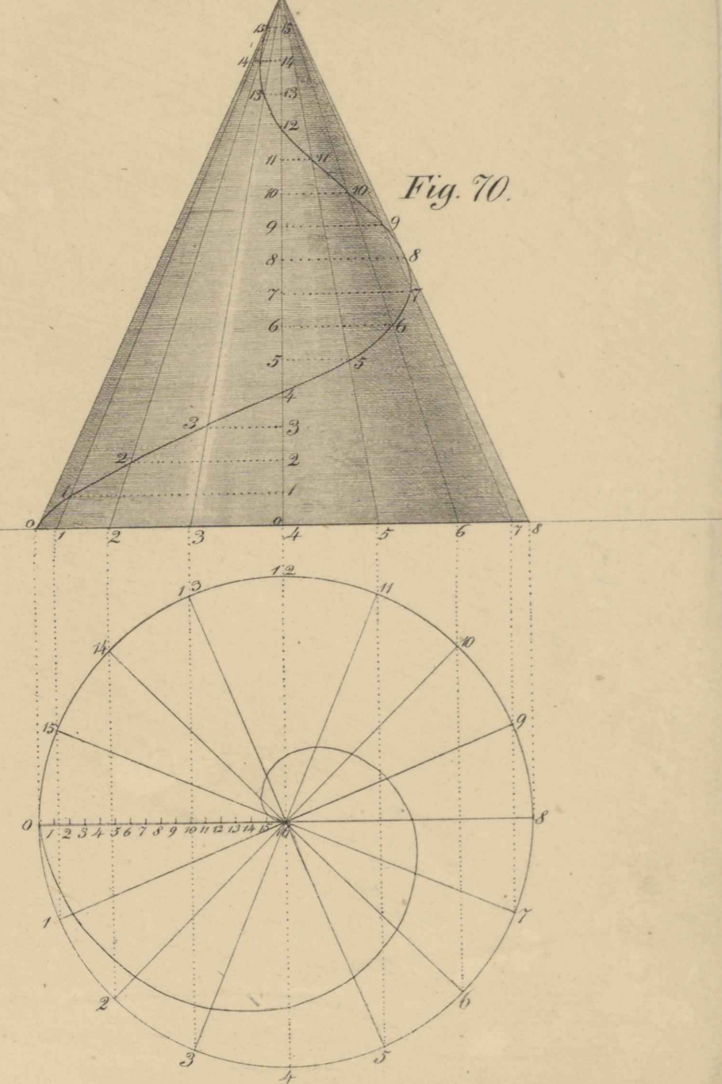


Fig. 70.