Architektonisches Lehrbuch

Geometrische Zeichnungslehre, Licht- Und Schattenlehre - Mit Kupfern

Weinbrenner, Friedrich

Tübingen, 1810

ARCHITEKTONISCHES
LEHRBUCH.

VON

FRIEDRICH WEINBRENNER,

GROSHERZOGL. BADISCHEM OBERBAUDIREKTOR.

ERSTER THEIL.

GEOMETRISCHE ZEICHNUNGSLEHRE,
LICHT- UND SCHATTENLEHRE.

MIT KUPFERN.

TÜBINGEN
IN DER JOH. GEORG COTTAISCHEN BUCHHANDLUNG
1810.

ERSTES HEFT.

GEOMETRISCHE

ZEICHNUNGSLEHRE.

TAB. I — VI.

Ich folge der oft erhaltenen Aufforderung, und liefere dem Publikum eine Reihe zweckmäsig geordneter Arbeiten, die ich für den theoretisch-praktischen Unterricht in der Baukunst vorlängst entworfen hatte. Bisher dienten sie, von mündlicher Erläuterung begleitet, als Grundlage des Unterrichtes in meinem architektonischen PrivatInstitut. Sie hatten das Glück, Beifall zu finden; eine nicht seltene Erfahrung überredete mich, sie für nützlich zu halten; ich konnte endlich der Hoffnung mich überlassen, dass sie, in Verbindung mit einer kurzen schriftlichen Erläuterung, ein architektonisches Lehrbuch, nach ganz neuem Plan, bilden würden.

Das Ganze erscheint in vier Theilen, deren jeder aus etlichen Heften besteht. Jeder Theil, meist auch jedes Heft, soll für sich ein Ganzes ausmachen. Die beiden ersten Theile sind bestimmt, für zeichnende Künstler jeder Art, die übrigen für den Baukünstler insbesondere. Darum erhalten die beiden ersten Theile noch einen zweiten Titel, der ihre umfassendere Bestimmung anzeigt; den Titel: Zeichnungslehre, für den Unterricht in jeder Art plastischer Kunst.

Der erste Theil enthält, in dem ersten Heft, die geometrische Zeichnungslehre, so gedrängt als möglich, um den studirenden Künstler in den Stand zu setzen, ohne viel mathematische Formeln und Lehrsätze, durch blosse Zeichnungen, wie es der plastische Künstler bedarf, jede Art von Linien, Flächen und Körpern, in geometrischen Grund- und Aufriss zu bringen. Das zweite Heft stellt die Lehre der Optik von Licht und Schatten dar, nebst der Katoptrik, so weit solche der Baumeister, der Maler u. s. w. für die Reflexion des Lichtes gebraucht. Nur dem Künstler sollen diese Lehren, welche einen Theil der angewandten Mathematik ausmachen, ohne ausführliche gelehrte Darstellung, ohne Erörterung der Hypothesen von dem Wesen des Lichtes, Anweisung geben, wie er bei seinen Zeichnungen Licht und Schatten zu behandeln, und nach unumstösslichen Gründen und Gesetzen zu betrachten hat.

Der zweite Theil umfasst, in zwei Heften, für jede Klasse bildender Künstler, die Lehre der Perspektiv, in Verbindung mit Licht und Schatten, von den ersten Anfangsgründen bis auf die Verzeichnung ausgedehnter Bilder.

In dem dritten Theil findet man, in dem ersten Heft, die Lehre der Holz- und SteinConstruction, in dem zweiten Heft die Details und Verzierungen der Gebäude.

Der vierte Theil liefert, in verschiedenen Heften, ganze Gebäude, auch Entwürfe, und mehrere Restaurationen antiker Gebäude, mit den nöthigen Grund- und Umrissen, auch Durchschnitten.

In den vielen Werken über die Baukunst, sind zwar schon einzelne Gegenstände dieses Lehrbuchs mehr oder weniger bearbeitet, doch ist mir keines bekannt, welches die ganze architektonische Schule eines architektonischen Zöglings, in ihrem Zusammenhang, von einem Architekten bearbeitet, enthielte.

Vitruvs Werk, das älteste architektonische, welches bis heute erhalten ward, ist vielfältig die Grundlage unsers Wissens. Es dient, nebst den architektonischen Denkmälern der Griechen und Römer, als Erkenntnissquelle, um die richtige Ansicht der Architektur der Alten daraus zu schöpfen, und die wahren Grundsätze zu entwickeln.

Ohne seinen hohen Werth zu verkennen, kann man sich doch nicht verhehlen, dass ihm noch vieles fehlt, um einem angehenden Baukünstler als vollständiges, systematisches Lehrbuch zu dienen.

Gleiche Bewandniss hat es mit den frühern Werken der italiänischen Baumeister. Preis und Dank dem hohen Verdienst eines Serlio, Scamozzi, Vignola, Palladio, und einiger andern! Als praktische, ausgezeichnete Künstler, haben sie, mit tiefer Einsicht und Kenntniss, ihre Werke über die Baukunst abgefasst. Allein auf die höchstwichtigen, allgemeinen Studien eines jungen Baumeisters sind diese nicht ausgedehnt, sondern meist beschränkt auf die Verrichtung und Werke eines vollendeten Künstlers.

Auch die meisten neuern, italiänischen, teutschen und französischen Werke handeln nur von einzelnen Gegenständen; es fehlt die vollständige, stufenweise, theoretische und praktische Schule eines Baumeisters.

Wer als Künstler die Baukunst gründlich studirt, muss geleitet werden, von den Anfangsgründen des geometrischen Zeichnens, der Optik und der Perspektiv, zu der Lehre von der Holz- und SteinConstruction, von dieser zu der Theorie der Säulen und Verzierungen, endlich zu den übrigen Details der Gebäude und zu ihrer Ausführung.

Wenn ich bei überhäuften Berufs- und andern praktischen Arbeiten, neben dem täglichen Unterricht in meinem architektonischen Institut, eine so ausgedehnte und schwierige Arbeit unternehme, so geschieht es zwar nicht ohne mühsame, langjährige, oft wiederholte Vorbereitung, nicht ohne mannichfaltige Erfahrung, aber auch nicht ohne Besorgniss, dass manche eine ausführliche, eine gelehrte Darstellung aller Kenntnisse erwarten werden, die einem Baumeister nicht bloss nothwendig, sondern auch nützlich sind, oder zur Zierde gereichen. Eine solche hatte und konnte ich nicht zur Absicht haben.

Den Leser bitte ich, hauptsächlich die Figuren zu studiren, und den Text als kurze Erläuterung derselben zu betrachten. Wo dieser etwa Manchem nicht hinlängliche

Erläuterung giebt, da wird eine aufmerksame Betrachtung der Figuren die gewünschte Befriedigung gewähren. Für die Welt, nicht für gelehrte Schule gebildet, gebe ich mit dem besten Willen, was der ältere Künstler dem jüngern, durch Zeichnung und kurze Erklärung, ohne gelehrte Ausstattung, zu seiner unentbehrlichen Belehrung und Bildung geben kann und soll. Nicht speculativ, nicht in philosophischer und gelehrter Rüstung, das heisst, abschreckend für Zöglinge und ausübende Künstler, kann und will ich einherschreiten. Gelehrsamkeit dient uns wenig, und die Idee einer architektonischen Vernunft, hat für uns nur dann einigen Werth, wenn Erfahrung hinzutritt. Hiebei leitete mich zugleich ein lebhaftes Gefühl der Mängel des schriftlichen und mündlichen architektonischen Unterrichtes, das ich, hauptsächlich während eines sechsjährigen Aufenthaltes in Rom, an mir und andern oft zu beobachten Gelegenheit hatte.

Ein junger Baukünstler, der seiner Bildung wegen sich nach Rom begiebt, will dort dem ästhetischen Studium der Baukunst sich hingeben. Er will durch das Gefühl der Lust oder Unlust, bei angestrengter Betrachtung architektonischer Gegenstände des Alterthums, seinen Geist auf Abstractionen leiten, die, bei eigenen Productionen, in der Wahl und Erfindung sein Urtheil kunstmäsig bestimmen sollen. Wird, ohne hinlängliche Vorkenntnisse, die Entzifferung der hohen Vorzüge altrömischer Ueberreste der Baukunst ihm gelingen? Vermag er, ohne gehörige Vorschule, von den ungeschriebenen Buchstaben des Meisters zu seinen Grundsätzen, zu der Erhabenheit seiner Ideen sich emporzuschwingen? Kann er, so lang nicht die ächten Regeln seiner Kunst ihm so zur Natur geworden sind, dass er sich ihrer kaum noch bewusst ist, den Geist der Meister des edlen Alterthums lebendig in sich aufnehmen? Kann er bei eigenem Versuch in Aufgaben, welche die Ausführung antiker Gebäude, wo nicht übertreffen, doch erreichen sollen, mit kühner, kunstgeübter Hand, erhaben über das Alltägliche, fern von sclavischer Nachahmung und ängstlichem Formenspiel, durch die That beweisen, dass Formen sind, was der Geist aus ihnen schafft?

Der Stufengang, auf dem ein BaukunstBeflissener zu der Höhe seiner Bestimmung sich zu erheben hat, ist dieser. Ausser den nöthigen Sprachen, der Erdbeschreibung, der Geschichte, vorzüglich der ältern, der römischen und griechischen Alterthümer, nebst der Mythologie, studire er zuvörderst die Hülfswissenschaften der Baukunst: Arithmetik, Geometrie, Mechanik, auch die übrigen Theile der angewandten Mathematik, die Naturlehre. In allen diesen Wissenschaften muss, unter Anleitung eines geschickten Lehrers, ein solcher Grund gelegt werden, dass der künftige Baukünstler nicht nur während seiner architektonischen Lehrjahre sich einem gründlichen SelbstStudium dieser Wissenschaften fortwährend überlassen, sondern auch in seinem praktischen Wirkungskreis überall, wo es nöthig ist, von denselben gehörige Anwendung machen kann.

Aus diesem Vorhof der Baukunst, trete der Jüngling in die Schule eines theoretisch-praktischen Baumeisters. Theorie der Baukunst, geometrische, perspektivische und architektonische Zeichnungslehre, Optik und Katoptrik, müssen ihn da anhaltend beschäftigen. Fleissige Uebung in dem Handzeichnen ist damit zu verbinden. Ein ächter Baukünstler muss Kopf und Hände gleich gut gebrauchen können. Daher ist sehr nützlich, dass der Lehrling, in Nebenstunden, selbst mit mechanischen Arbeiten, besonders mit dem Modelliren, sich beschäftige. Zugleich widme er sich den mit der Baukunst verwandten Wissenschaften, dem encyklopädischen Studium der schönen Künste, besonders der mit der Baukunst verschwisterten plastischen Künste, der Bildner- und Malerkunst, der schönen Gartenkunst, der schönen Schrift- und Münzkunst, dem Studium der Aesthetik und der Geschichte der Baukunst.

Nach solcher theoretischen Vorbereitung von mehrern Jahren, bedarf der angehende Baukünstler praktischer Exempel von verschiedener Art. Er vergleiche seine Studien mit wirklichen Werken der Baukunst, er versuche sich in schriftlicher und bildlicher Darstellung eigener Ideen, er beschäftige sich praktisch, theils mit der in seinem Vaterland, oder auf dem muthmasslichen Schauplatz seiner künftigen praktischen Thätigkeit, üblichen Bauart, theils mit anderweitiger Anwendung seiner theoretischen Kenntnisse; immer, wo möglich, unter den Augen eines geschickten praktischen Künstlers seines Fachs. Er strebe, sich als Künstler gut auszumünzen, seiner Wissenschaft nicht nur gewachsen, sondern auch überlegen zu seyn.

So gereift zu höherer Vervollkommnung, trete er, nicht vor dem zwei- bis vier und zwanzigsten Jahre, seine architektonische Reise in das In- und Ausland an. Den ächten Jünger architektonischer Plastik, empfange zuerst Italien, die heilige Mutter, die treue Pflegerin der Kunst unter heiterem Himmel. Hier erhalte er die höchste Weihe der Kunst, durch Beschauen, durch rastloses, ernstes Studium der herrlichen Ueberreste des Alterthums. An diesen köstlichen Reliquien nähre sich seine Einbildungskraft, ergötze sich seine Geschmacklust, bestimme seine artistische Urtheilskraft sich zur Festigkeit, auf dass er nie einem blossen Modegeschmack fröhne, wie gross auch die Versuchung sey, welche Ansehen des Ortes, der Nation, der Machthaber, ihm bereiten. An Italien schliesse sich, zu Vergleichung der schönen Baukunst, Griechenland.

Auf beide folge, in Absicht auf Bequemlichkeit, Frankreich; dann, hauptsächlich wegen der landwirthschaftlichen Bauart und der HolzConstruction, Teutschland und England. Hat der denkende Architekt Zeit und Gelegenheit, auch noch andere Länder zu bereisen, so wird er nie ohne Nutzen für sein Fach aus ihnen zurückkehren. Aus jedem Lande wird er bald seine Kenntnisse vermehren, bald sein Urtheil berichtigen, oder befestigen, auch manches Nützliche in seine Heimath verpflanzen können. Sitten und Gewohnheiten des Volkes, in häuslicher, bürgerlicher und religiöser Hinsicht, Clima des Landes, zufällige Umstände, modificiren sehr oft die Kunst, bei Aufführung der Gebäude. Bequemlichkeit, Dauerhaftigkeit, und andere Eigenschaften der Gebäude, werden auf vielfache Art bestimmt, durch Natur, Ort, Bedürfniss, Reichthum, Armuth, Geschmack, Laune, Mode. Alle diese Eigenheiten muss der Baukünstler, neben der wahren Schönheit und Zweckmäsigkeit, in möglichst grosser Ausdehnung vergleichen und studiren.

Kaum wird man Beweise hier fordern, wie wichtig, für den Staat und die Individuen, die ächte Bildung des Baumeisters sey. Bei Aufführung des einfachsten Bauerhauses, wie des grössten Prachtgebäudes, ist Er die Seele des Baues, der Geist, der das Ganze, bis in die kleinsten Theile, forschend und ordnend durchdringen muss. Er ist das belebende Princip, sogar Bildner, der bei dem Bauwesen augestellten Arbeiter. Er wirkt, durch seine Werke, kräftiger und dauernder, als Wort und Schrift, auf Sitte und Geschmack, auf Wohlstand und physisches Wohl des Volkes. Er arbeitet, wie irgend einer, für Bedürfniss, Bequemlichkeit, Lebensgenuss und Veredlung, auch für Achtung der Nation in dem Auslande. Enkel und Urenkel ernten, wo er säete. Aber auch sie büssen nicht selten, eben so unschuldig als schmerzhaft, oft unwissend der Ursache, für die Sünden ungeschickter Baumeister. Der Staat und der Privatmann sind genöthigt, einen ansehnlichen Theil ihres Vermögens der Verfügung des Baumeisters zu untergeben, um Werke der Kunst darzustellen, die, dem Strom der Jahrhunderte trotzend, der spätesten Fortzeugung Schutz, Bequemlichkeit und Freude gewähren, die ihr dankbare Achtung für den Urheber einflössen sollen.

Carlsruhe, in dem Monat April 1810.

EINLEITUNG.

Die Zeichenkunst, in dem weitern Sinn, lehrt, bildliche Gegenstände, eingebildete, oder wirkliche, entweder in ihrer natürlichen Grösse, oder vergrössert, oder verkleinert, in Maas und Verhältniss auf der Oberfläche eines Körpers so zu beschreiben, dass die Form, ohne selbst Körper zu seyn, dem darzustellenden Gegenstand vollkommen ähnlich ist.

Die Zeichnungslehre, welche nicht nur der Zeichner und Maler, sondern auch jeder andere plastische Künstler, nach mathematischen Grundsätzen ganz inne haben sollte, theilt sich in die geometrische (*Géométrie déscriptive*) und perspektivische. Der ersten Art bedient sich der Baumeister, der Ingenieur, und jeder andere, der etwas von der Zeichnung in die Natur übertragen will. Die zweite Art wird vorzüglich für Abrisse der von der Natur genommenen Bilder gebraucht. Beide Zeichnungsarten sind verschwistert, und als GrundWissenschaft jedem Künstler so unentbehrlich, wie dem Gelehrten die Schreibkunst.

Für Zeichnungen bedient man sich gewöhnlich ebener Flächen. Auf diesen kann, bei geometrischen Zeichnungen, in dem Uebertragen für die Ausführung, die Grösse ohne weitere künstliche Verrichtung bestimmt abgemessen werden, und bei perspektivischen Zeichnungen werden die Schwierigkeiten nicht ohne Noth vermehrt.

Die geometrische Zeichnungslehre zeigt, wie die Objekte auf einer ebenen, wagrechten oder lothrechten, Fläche vorgestellt werden, wenn die Lichtstrahlen des Auges auf jeden Punkt der Zeichnungsfläche senkrecht, mithin immer parallel, gerichtet sind.

Die perspektivische Zeichnungslehre zeigt, wie die vor, neben und hinter einander liegenden Objekte, auf einer Fläche vorgestellt werden, wenn diese aus einem bestimmten Gesichtspunkt gesehen werden. Bei der ersten Art zu zeichnen, muss man den Distanzpunkt des Auges unendlich, bei der zweiten endlich annehmen.

Die CavalierPerspektiv und die VogelPerspektiv sind nur Anwendungen der erwähnten beiden Zeichnungsarten, aus verschiedener Ansicht. Wer diese beiden versteht, kann von jenen leicht Gebrauch machen.

Die CavalierPerspektiv gebraucht vorzüglich der Mathematiker, zu bildlicher Darstellung bei analytischer Berechnung der Körper. Sie ist die Methode, einen Körper so aufzuzeichnen, dass drei Seiten, die gewöhnlich an einem Körper zu sehen sind, in dem Bilde, seinen Umfassungslinien nach, genau messbar werden. Es wird die eine Seite des Körpers mit der Zeichnungsfläche parallel laufend angenommen, und geometrisch verzeichnet; die übrigen zwei an einander grenzenden Seiten werden in beliebiger schiefer Richtung, nach dem wahren Maas der Umfassungslinie, angehängt.

Die VogelPerspektiv ist von der gewöhnlichen nur durch die Annehmung eines ungewöhnlich hohen Horizontes und Augpunktes unterschieden. Sie macht keine besondere wissenschaftliche Zeichnungskunst aus. Den Namen führt sie davon, dass bei ihr der Augpunkt, wie bei einem fliegenden Vogel, in der höhern Luft, mithin höher angenommen wird, als wir zu sehen gewohnt sind.

Zu der Bildfläche der Zeichnung jeder Art, wird zwar gewöhnlich eine ebene, loth - oder wagrechte, Fläche gewählt. Allein in der Perspektiv, durch welche man oft eine Sache anders will erscheinen machen, als sie ist, werden zuweilen, wegen besonderer Gründe, Ausnahmen gemacht.

GEOMETRISCHE ZEICHNUNGSLEHRE.

ALLGEMEINE LEHRSÄTZE*).

§. 1. Da die geometrischen Zeichnungen hauptsächlich zu dem Uebertragen in die Natur gebraucht werden; so nimmt man die dazu nöthigen Bildflächen, in der bequemsten Lage und Verbindung, also horizontal und perpendikular. Die horizontale Zeichnung heisst Grundriss, die perpendikulare Aufriss.

§. 2. Der Grundriss ist eine geometrische Zeichnung einer HorizontalFläche; welche bei den Architekten gewöhnlich die Grund- oder Bodenfläche des Gegenstandes ist. Der Aufriss ist eine geometrische Zeichnung einer PerpendikularFläche. In der neuern Terminologie heisst der Aufriss VertikalProjektion.

§. 3. Da bei den Architekten beide Flächen in Verbindung gedacht werden, so nennt man ihre Berührungs- oder DurchschnittsLinie, um sie von andern zu unterscheiden, Basis. Diese ist also die ScheidungsLinie der horizontalen und perpendikularen Zeichnungsfläche.

§. 4. Zu gehöriger Beurtheilung und Uebertragung eines Objektes muss man immer den Grund- und Aufriss haben. Des Grundrisses bedarf man gewöhnlich zu Bestimmung der Länge und Breite, des Aufrisses zu Bestimmung der Höhe.

§. 5. Eine geometrische Zeichnung nimmt alle Gegenstände auf, welche durch rechtwinkliche Lichtstrahlen auf die Zeichnungsfläche gedacht und abgebildet werden können. Die Gegenstände können daher

*) Alle diese Sätze sind mathematisch erweisbar. Die Beweise werden hier, in einem architektonischen Lehrbuch, theils vorausgesetzt, theils dem mündlichen Unterricht vorbehalten.

in der Zeichnung oft ganz anders erscheinen, als sie in der Natur sind, und dennoch in dem strengsten Sinn geometrisch verzeichnet seyn. So kann eine Fläche in dem Grund- oder Aufriss als Linie, ein Cylinder als Viereck, ein Kegel als eine Cirkelfläche oder als ein Dreieck erscheinen; denn die geometrischen Lichtstrahlen zeigen bloss die Umrisse der Körper an, die rechtwinklich auf die Zeichnungsfläche fallen.

§. 6. Ein Objekt in geometrisches Maas verzeichnen, heisst, dasselbe in seiner Lage und Form entweder gleich gross, oder in einem bestimmten Verhältniss (1, 10, 20, 50 u. s. w. mal) grösser, oder kleiner, auf eine Fläche tragen, so dass es der geometrischen Erscheinung des Objektes ganz ähnlich ist (§. 5).

§. 7. Die Winkel, sie mögen in einer noch so sehr vergrösserten oder verkleinerten Zeichnung vorkommen, müssen denen in der Natur gleich seyn, wenn die Schenkel mit der Zeichnungsfläche parallel gehen. Ein solcher Winkel kann daher durch Grade, oder auch durch die UmfassungsLinien eines Dreiecks, bestimmt abgetragen und verzeichnet werden.

§. 8. Die geometrische Zeichnung eines Winkels, dessen Schenkel die in dem vorigen §. angeführte Eigenschaft haben, nennt man den wahren Winkel; zum Unterschied der Zeichnung solcher Winkel, deren Schenkel in der Natur keine mit der Bildfläche parallele Lage haben, welche man auch die scheinbaren Winkel nennt *).

§. 9. Wo bei Winkeln die Schenkel in ihrer wahren Grösse erscheinen, da erscheint auch der Winkel in seiner wahren Gestalt, und umgekehrt.

§. 10. Wo die beiden Schenkel bei spitzen, rechten, oder stumpfen Winkeln verkürzt erscheinen, da kann der wahre Winkel bald grösser, bald kleiner seyn, je nachdem der Winkel eine Richtung mit der Zeichnungsfläche hat.

§. 11. Wo nur ein Schenkel in dem Grund- oder Aufriss in seiner wahren Länge sich zeigt, und der andere verkürzt erscheint, da erscheint der rechte Winkel in Gestalt und Lage immer unter 90°, bis endlich die bewegte Seite, und mit ihr der Winkel, verschwindet und Null wird.

§. 12. Berühren sich die Schenkel in einem spitzen, oder in einem stumpfen Winkel, und erscheint nur Ein Schenkel in seiner wahren Gestalt, so ist in dem ersten Fall der wahre Winkel grösser

*) Der Ausdruck scheinbarer Winkel oder Scheinwinkel sollte zwar umfassender ausgedrückt seyn, weil hier von einem wirklichen Winkel die Rede ist, der nur seiner geometrischen Verzeichnung nach, anders erscheint, als er in der Natur ist. Allein weil ich keinen andern Ausdruck kenne, so habe ich mich desselben, wie auch bei solchen Linien und Flächen, welche anders erscheinen, als sie sind, durchgängig bedient.

als sein Bild, in dem zweiten kleiner. Denn bei spitzen Winkeln, wenn sie in horizontale oder perpendikulare Ansicht gebracht werden, decken die Schenkel einander, bei stumpfen Winkeln, in dieser Ansicht, bilden sie eine gerade Linie, und erscheinen in 180°.

§. 13. Wo der Winkel anders erscheint, als er ist, da erscheinen auch die Linien und Flächen anders, und immer kleiner als sie sind, weil die wahre Grösse ihr Maximum ist.

§. 14. In jedem spitzen Winkel lässt sich, von einem Schenkel auf den andern, eine PerpendikularLinie ziehen. Die von einem solchen Schenkel auf den andern gezogene PerpendikularLinie, ist aber immer kleiner, als jene Schenkel, wenn der Winkel unter 45° ist: ist er darüber, so ist solche grösser.

§. 15. Bei rechten und stumpfen Winkeln, kann nie eine Linie unter einem rechten Winkel von einem Schenkel auf den andern gezogen werden. Denn ein Dreieck ist nur eingeschlossen von drei Winkeln, die zusammen 180° ausmachen, und der rechte Winkel muss allein schon 90, der stumpfe noch mehrere Grade haben.

§. 16. Wenn Linien oder Flächen, nicht parallel mit der horizontalen oder perpendikularen Zeichnungsfläche gehen, so scheinen sie immer kleiner, je mehr sie sich einem Winkel von 90° mit der Zeichnungsfläche nähern, weil unter diesem Winkel die Linien als Punkte, die Flächen als blosse Linien erscheinen.

§. 17. Alle in der Natur parallel laufende Linien und Flächen, ändern diese Eigenschaft in geometrischer Zeichnung nicht.

§. 18. Convergirende, oder divergirende Linien oder Flächen können, in derselben Lage gezeichnet, nie parallel neben einander erscheinen, sondern sie zeigen immer ihre ursprüngliche Richtung an.

§. 19. Linien mit Linien in Berührung aller ihrer Endpunkte, begrenzen Flächen; und Flächen mit Flächen, in Berührung aller ihrer Grenzlinien, bilden Körper.

§. 20. Die Verzeichnung der Linien, Winkel, Flächen und Körper, lässt sich nur auf dreifache Art denken:

1) in paralleler,
2) in rechtwinklicher,
3) in irgend einer schiefen Richtung mit der Zeichnungsfläche.

In dem ersten Fall erscheinen die Winkel und Linien auf den Zeichnungsflächen in ihren wahren, in dem zweiten und dritten Fall in scheinbaren Gestalten.

ERSTES KAPITEL.

VERZEICHNUNG DER LINIEN.

1. Eine Linie geometrisch aufzeichnen, heisst: dieselbe, in ihrer wahren Form und Länge, entweder eben so gross, oder in gewissem Verhältniss grösser oder kleiner, als die ist, welche man verzeichnen will, in Grund- oder Aufriss bringen. Man muss sich daher die Zeichnungsflächen als parallel mit der Linie gehend denken. In dem entgegengesetzten Fall, würden sie nach §. 20 verkürzt werden, wenn sie nach §. 5 aufgezeichnet werden.

2. Da, ausser den geraden und einfach gekrümmten Linien, es auch solche krumme Linien giebt, welche in keiner Richtung parallel mit einer der Zeichnungsflächen gehen, so ist zu deutlicher Darstellung dieser letzten Art Linien, welche man auch doppelt gekrümmte Linien nennt, erforderlich, dass solche nach §. 5 in mehreren Ansichten verzeichnet werden.

Erste Aufgabe. *Fig. I. Tab. I.*

Eine gerade, horizontale, mit der Basis parallele Linie $a\,b$ in Grund- und Aufriss zu bringen.

Anmerkung. In dieser, wie in allen folgenden Figuren, sind die mehrmal vorkommenden gleichen Linien und Winkel zwar mit denselben Buchstaben bezeichnet, aber, um ihre verschiedenen Lagen anzudeuten, durch die beigefügten Zahlen 1, 2, 3, 4 u. s. w. unterschieden.

Auflösung. Eine, nach §. 17, parallel mit der Basis gelegte Linie ab erscheint, wenn ihre Endpunkte durch senkrechte Linien auf die Basis übertragen werden, als die Linie a^2b^2, und nach einer beliebigen horizontalen Höhe, wie hier die angegebene Höhe von a^2 bis a^3, als die Linie $a^3\,b^3$.

Zweite Aufgabe. *Fig. II. Tab. I.*

Eine mit der Zeichnungsfläche parallel in Grund gelegte Linie $a\,b$, unter jedem beliebigen Winkel in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Diese mit der Basis oder ZeichnungsFläche parallel in Grund gelegte Linie $a\,b$, erscheint auf der Basis als die Linie $a\,b$. Hingegen wenn solche bei b aufgehoben, und um den Punkt a gedreht wird, dass solche sich in einer auf ab lothrechten Ebene bewegt; so erscheint sie in dem Aufriss unter jedem beliebigen Winkel in ihrer wahren Länge: in dem Grundriss wird dieselbe aber immer kleiner (wie hier die Linien a^2b^2, a^3b^3 anzeigen), bis sie endlich, wenn die Linie in dem Aufriss perpendikular, wie hier die Linie $a\,b^4$ steht, als blosser Punkt b^4 in dem Grundriss erscheint.

Dritte Aufgabe. *Fig. III. Tab. I.*

Eine, zu der vertikalen Zeichnungsfläche senkrecht gelegte Linie $a\,b$, unter jedem beliebigen Neigungswinkel in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Diese, rechtwinklich mit der Basis in Grund gelegte Linie ab, erscheint in dem Aufriss als der Punkt a. Hingegen wenn dieselbe bei b aufgehoben, und um den Punkt a rechtwinklich mit der Basis, wie hier der Bogen $bb^2 b^3 b^4$ zeigt, gedreht wird; so erscheint dieselbe in dem Aufriss immer grösser (und nach §. 11 immer rechtwinklich), bis sie endlich in perpendikularer Richtung ihre wahre Länge $a^4 b^4$ erhält, und so in dem Grundriss umgekehrt immer kleiner wird, und endlich als der Punkt a^4 erscheint.

Vierte Aufgabe. *Fig. IV. Tab. I.*

Eine, mit der perpendikularen Zeichnungsfläche schief gerichtete Linie ab, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Die hier in Grundriss gelegte Linie ab, erscheint in dem Aufriss, oder auf der Basis, als die verkürzte Linie ab.

Wenn dieselbe nun in b aufgehoben, und um den Punkt a nach angegebener Richtung gedreht werden soll, so dass dieselbe den im Grundriss gezeichneten Bogen $bb^2 b^3 b^4$ beschreibt; so erscheint dieselbe in dem Aufriss immer grösser, bis sie endlich in perpendikularer Richtung, wie hier in der Linie ab^4, in ihrer ganzen Länge, hingegen in dem Grundriss nur als ein blosser Punkt a erscheint.

Erste Anmerkung. Nach der Voraussetzung dieser Aufgabe, und nach §. 10, konnte nie der wahre Winkel von den Neigungslinien ab^2 und ab^3 zum Vorschein kommen. Eben so konnte sich die Linie, nach §. 20, nur in dem Grundriss in ihrer horizontalen, und in dem Aufriss in ihrer perpendikularen Lage, in ihrer wahren Grösse zeigen.

Zweite Anmerkung. Das in dem Grundriss bezeichnete ViertelsCirkelstück $bb^2 b^3 b^4$, welches die Linie ab bei ihrer Bewegung einbildungsweise beschreibt, erscheint in dem Aufriss als der Bogen b, b^2, b^3, b^4, auch nicht in der wahren Gestalt, sondern als ein elliptisches Bogenstück, dessen Verzeichnung weiter unten vorkommen wird *).

Fünfte Aufgabe. *Fig. V. Tab. I.*

Nach den vorhergehenden Aufgaben lassen sich alle Linien und Winkel in geometrischen Grund- und Aufriss bringen. Auch kann man durch dieselben umgekehrt aus den Scheinwinkeln und verkürzten Linien die wahren Linien finden, wenn der Winkel, den die Linie in dem Grundriss mit der Basis macht, bekannt ist. So sey z. B. *Fig. V*, der Scheinwinkel a mit der erscheinenden Linie ab, und die RichtungsLinie cd in welcher der Winkel und die Linie ab in dem geometrischen Aufriss erscheint, in dem Grundriss gegeben.

Auflösung. Man ziehe von den Endpunkten der verkürzt erscheinenden Linie ab, die Punkte a und b perpendikular auf die Richtungslinie cd, so ist ef in dem Grundriss die wahre Länge der perpendikularen Ansicht von der Linie ab. Wird nun die Weite ef, zu Aufzeichnung der wahren Länge von ab,

*) Hier könnten noch Aufgaben folgen, wo Linien, welche einen Winkel bilden, schief gegen die Zeichnungsfläche gerichtet sind. Allein da diese Verzeichnung weiter unten bei den Flächen vorkommt, so ist solche hier weggelassen.

auf die Basis getragen, wie hier $e^2 f^2$, und bei f^2 die Höhe bg perpendikular aufgerichtet, so ist die gezogene Linie $e^2 f^3$ die wahre Länge von ab, und e^2 der wahre Winkel von a.

Anmerkung. Will man, ohne Rücksicht darauf, dass die Aufgabe gerade in Aufriss verzeichnet werden soll, nur den wahren Winkel von a, und die wahre Linie von ab haben, so kann dieses schon dadurch geschehen, wenn man auf die in dem Grundriss verzeichnete RichtungsLinie cd, bei f, eine Perpendikulare ff^4 gleich bg errichtet, so ist dann ebenfalls e der wahre Winkel von a, und ef^4 die wahre Linie von ab.

Sechste Aufgabe. *Fig. VI. Tab. I.*

Eine, in einer horizontalen Ebene liegende krumme Linie ab, in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Wenn die Linie ab, wie hier angenommen, nur der horizontalen Richtung nach gekrümmt ist, so ist die Verzeichnung ganz wie bei *Fig. I*, weil, nach §. 5, die perpendikulare Zeichnungsfläche nicht die Krümmung anzeigen kann.

Siebente Aufgabe. *Fig. VII. Tab. I.*

Eine, in der horizontalen und perpendikularen Richtung doppelt gekrümmte Linie ab in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Die Länge der Linie ab wird verzeichnet, wie bei *Fig. VI.* Hingegen die zweite vertikale Krümmung, welche durch die Linie a^2b^2 bemerkt ist, mufs vermöge mehrerer perpendikularer Höhen-Abtragung, wie durch die Theile 1, 2, 3, 4, das heisst, durch Abscissen und Ordinaten geschehen.

Achte Aufgabe. *Fig. VIII. Tab. I.*

Eine, wie *Fig. VII*, parallel mit der Basis einseitig gekrümmte Linie ab, in mehreren Richtungen in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Diese Linie erscheint, in dem Aufriss, in horizontaler Lage auf der Basis, als die gerade Linie ab. Wird sie bei b aufgehoben, und um den Punkt a also gedreht, dass in dem Grundriss die Linie ab^3 die Achse ist; so erscheint sie zwar in dem Aufriss als die Linie ab^2 und ab^3 immer als gerade Linie, in dem Grundriss aber erscheint die Krümmung, wie die Linie ab^2 anzeigt, verkürzt, und verschwindet endlich ganz, bis auf die kleine Linie ab^3, wenn sie perpendikular zu stehen kommt.

Anmerkung. Die Zeichnung der krummen Linie muss durch Hülfe der Punkte oder Theile 1, 2, 3, welche sich mit der UmdrehungsAchse ab^3 bewegen, geschehen.

Neunte Aufgabe. *Fig. IX. Tab. I.*

Eine mit der Basis, wie *Fig. III*, in Grundriss gelegte krumme Linie ab, unter verschiedener, mit der vertikalen Zeichnungsfläche rechtwinklichen Richtung, in Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Die in Grundriss gelegte Linie ab bildet, vermöge §. 5, in dem Aufriss in horizontaler Richtung die kleine Linie ab. Wird solche aber bei b aufgehoben, und um den Punkt a, wie der punktirte

Bogen bb^2b^3 in dem Aufriss anzeigt, so gedreht, dass die Linie ab^3 in dem Grundriss die Achse der Drehung ist, so erscheint sie, wie hier in der Richtung von ab^2, in dem Grund- und Aufriss verkürzt, und bloss in vertikaler Richtung erhält sie in dem Aufriss wieder ihre wahre Form, wo sie aber nachher in dem Grundriss nur die kurze Linie ab^3 bildet.

Anmerkung. Die Krümmung muss wieder, wie in vorhergehender Figur, durch die Theile und Punkte 1 und 2, die sich ebenfalls mit um die Achse ab^3 drehen, verzeichnet werden.

Zehnte Aufgabe. *Fig. X. Tab. I.*

Eine, wie *Fig. IV*, mit der Basis schief in Grund gelegte krumme Linie ab, in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. In dem Aufriss erscheint die Linie in horizontaler Richtung auf der Basis, wie die Linie ab. Wird sie aber unter verschiedenen Winkeln bei b aufgehoben, und in dem Grundriss um den Punkt a, in der Richtung von der Achse ab^3 gedreht; so wird sie, wie z. B. hier unter einem Winkel von 37 Graden, in Rücksicht ihrer Krümmung, durch die Theile 1, 2, nach vorhergehender Aufgabe, in Ansehung ihrer Richtung aber wie *Fig. IV* verzeichnet, die in Grund- und Aufriss gezeichnete Linie ab^2, in einer ganz perpendikularen Richtung aber die Linie ab^3 auf den Zeichnungsflächen bilden.

ZWEITES KAPITEL.

VERZEICHNUNG DER FLÄCHEN.

Eine Fläche verzeichnen, heisst (wenn nicht besonders bemerkt wird, dass sie unter einem gewissen Winkel erscheinen soll) dieselbe in ähnlicher Gestalt, in einem bestimmten Verhältniss der Grösse, in Grund- und Aufriss darstellen. Erscheint sie solchergestalt, so wird sie auch eine rein geometrische Verzeichnung genannt, weil sie parallel mit ihrer Zeichnungsfläche geht, und desswegen keine Scheinwinkel und Scheinlinien hat.

Erste Aufgabe. *Fig. XI. Tab. I.*

Ein horizontales Viereck, von dem die Winkel und UmfassungsLinien bekannt sind, in geometrischen Grund- und Aufriss zu verzeichnen *).

*) Die Verzeichnung ebener Flächen gehört zwar in die gewöhnliche Geometrie, doch möchte hier eine kurze Erinnerung an dieselbe, für manchen angehenden Zeichner nicht an dem unrechten Orte stehen.

Auflösung. Da ein ebenes Viereck 4 Seiten, 4 Winkel und 2 Diagonale hat, vermöge welcher solches entweder durch zwei Dreiecke (als durch zwei Seitenlinien und die Diagonale), oder durch die Einfassungs-Linien nebst einem Winkel (§. 19) construirt werden kann; so darf man, zu Auflösung dieser Aufgabe, nur die Linien *ab* und *ad* unter dem bekannten Winkel *a* (hier 50°) zusammensetzen, oder sie auch durch die Diagonale *bd* verbinden, und mit *bc* aus *b*, und mit *dc* aus *d*, als den weitern UmfassungsLinien der Figur, einen Bogen beschreiben, wodurch man den DurchschnittsPunkt *c* der beiden Bogen erhält, nach welchem die fehlenden Seiten gezogen werden können.

1. Anmerkung. Soll diese Fläche *abcd* in Aufriss gebracht werden, so müssen (§. 5) von den äussersten Eckpunkten *a*, *b*, *c*, *d*, Perpendikularen auf die Basis gezogen werden, wo sie sodann, vermöge §. 5, als die gerade Linie *efgh* erscheint.

2. Anmerkung. Auf ähnliche Weise lassen sich, vermöge der Geometrie, Vielecke und alle Arten von Flächen zeichnen, wenn, wie zuerst geschehen, die Lage der Linien durch Winkel, oder, wie bei Findung der zwei letzten Seiten geschehen, die Seiten durch entgegengesetzte UmfassungsLinien, oder durch Diagonale bestimmt werden.

3. Anmerkung. Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln zu zeichnen, wird in der Folge noch vorkommen.

4. Anmerkung. Flächen, die durch krumme Linien begrenzt sind, deren Krümmungen nicht nach einfachen bestimmten Gesetzen fortgehen, müssen durch Abscissen und Ordinaten verzeichnet werden.

5. Anmerkung. Da Flächen ohne körperlichen Inhalt nur Ausdehnung nach zwei Richtungen haben; so müssen solche, unter der Voraussetzung, dass sie horizontal im Grundriss liegen, oder keine doppelte, sondern nur eine einfache Krümmung haben, in dem Aufriss nur als gerade Linien erscheinen.

6. Anmerkung. Wenn die Fläche *abcd* zuerst in den Aufriss gezeichnet ist, so kann dieselbe umgekehrt, durch perpendikular, von der Ebene auf die Basis herunter gezogene Linien, in Grundriss gebracht werden. Dann erscheint die ganze Fläche in dem Grundriss, wie zuvor in dem Aufriss, als eine gerade, mit der Basis parallel gehende Linie. Sollte jedoch die Zeichnungsfläche nicht, wie hier angenommen worden ist, mit der perpendikularen Bildfläche parallel gehen, so muss der Winkel, unter welchem sie von derselben abweicht, bekannt seyn, und dann die Figur nach der Aufgabe 5, Kap. I, in Grundriss verzeichnet werden.

Zweite Aufgabe. *Fig. XII. Tab. I.*

Ein, in den Grundriss parallel mit der Basis gezeichnetes rechtwinkliches Viereck *abcd*, unter verschiedenen Winkeln, in Grund- und Aufriss zu bringen, wenn es um die Linie *ab*, als um seine Achse, gedreht wird.

Auflösung. Die Fläche *abcd*, erscheint in dem Aufriss auf der Basis nur als eine Linie *abcd*. Wird sie bei *cd* aufgehoben, und um die Linie *ab*, wie um eine Achse gedreht; so zeigt sich diese Fläche in dem Aufriss unter jedem Winkel, wie die blosse Linie abc^2d^2 und abc^3d^3; in dem Grundriss aber wird sie immer kleiner, bis sie endlich in der vertikalen Richtung daselbst nur als die Linie *ab* erscheint.

Anmerkung. Da die Linie *cd* parallel mit der Linie *ab* geht, so müssen auch, wie es in der Zeichnung bemerkt ist, die hintern Endpunkte *ac* durch die vordern *bd* in dem Aufriss gedeckt werden.

Dritte Aufgabe. *Fig. XIII. Tab. I.*

Ein in Grundriss gelegtes Rechteck *abcd*, dessen UmdrehungsAchse *ab* parallel mit der Basis geht, unter verschiedenen Winkeln aufgerichtet, in dem Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Die Fläche *abcd* erscheint in dem Aufriss als die Linie *ab*; hingegen wenn sie sich bei der Linie *cd* aufhebt, und um die Linie *ab*, als um ihre Achse dreht, so beschreibt sie den danebenstehenden Bogen $cc^2c^3c^4$, und erscheint dann, je nachdem sie in eine Lage gebracht wird, als die Fläche abc^2d^2, abc^3d^3 u. s. w., bis sie endlich ganz vertikal in ihrer wahren Grösse als die Fläche abc^4d^4, und in dem Grundriss nur als die Linie *ab* erscheint.

Vierte Aufgabe. *Fig. XIV. Tab. I.*

Ein Rechteck *abcd*, dessen UmdrehungsAchse (*ab*) schief mit der Basis geht, in jeder Neigung in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Die in Grund gelegte Fläche *abcd*, erscheint in dem Aufriss auf der Basis nur als die Linie *abcd*. Wird sie aber bei *cd* aufgehoben, und um die Linie *ab*, wie um ihre Achse gedreht, so, dass *cd* den im Grundriss bemerkten Viertelsbogen $dd^2d^3d^4$, und die Seiten *bd* und *ac* in dem Aufriss, wie *Fig. IV*, die elliptischen Bogen $dd^2d^3d^4$ und $cc^2c^3c^4$ beschreiben; so erscheint die Fläche, in dem Grund- und Aufriss, wie abc^2d^2 und abc^3d^3, bis sie endlich vertikal, wie abc^4d^4, zu stehen kommt, und dann in dem Grundriss nur als die Linie *ab* sich zeigt.

Anmerkung. Die Fläche *abcd* erschien, in ihrer horizontalen Lage, nur in dem Grundriss in ihrer wahren Gestalt. In allen andern Lagen, erscheinen die Flächen mit den Winkeln in dem Grund- und Aufriss anders als sie sind.

Fünfte Aufgabe. *Fig. XV. Tab. II.*

Ein mit der perpendikularen Zeichnungsfläche schief gelegtes Quadrat *abcd*, unter einer mit der Basis parallel angenommenen UmdrehungsAchse $b^4ac^4d^4$, in verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Wenn das Quadrat *abcd* horizontal liegt, so bildet solches in dem Aufriss auf der Basis die Linie *bacd*. Wird nun das Quadrat *abcd* rechtwinklich mit der Basis aufgehoben, so dass es sich um den Endpunkt *a* so dreht, dass die Linie $b^4ac^4d^4$ gleichfalls die Achse der Bewegung bildet; so beschreibt der entfernteste Punkt dieser Achse, *c*, bei der Bewegung die punktirten Bogen cc^2, c^3, c^4, die andern Endpunkte *b* und *d* hingegen nur Bogen, deren Strahlen ihre Entfernungen von der Achse bb^4, dd^4 sind.

Wird nun unter einem beliebigen Winkel, wie hier, der längste Radius cc^4 in den Winkel gebracht, unter welchem man das Quadrat vorgestellt haben will, und die andern Punkte *b* und *d* von der Achse an, um welche sich dieselben scheinbar herumdrehen, ebenfalls auf den Winkel gezogen; so kann das Quadrat

$ab^2c^2d^2$ unter dem bei dieser Figur angenommenen Winkel (nach *Fig. III* und *Fig. XIII. Tab. I*) in Grund- und Aufriss vollkommen verzeichnet werden.

Anmerkung. Wenn das Quadrat ganz perpendikular zu stehen kommt, so dass solches in dem Grundriss nur die blosse Linie $b^4ac^4d^4$ bildet; so erhält es in dem Aufriss seine wahre Gestalt, wie es zuerst in dem Grundriss mit der scheinbaren Achse horizontal aufgezeichnet ward.

Sechste Aufgabe. *Fig. XVI. Tab. II.*

Ein mit der Basis in Grundriss schief gelegtes Quadrat $abcd$ nach einer beliebigen Richtung (wie hier nach der Linie xy, und der hiemit rechtwinklich gezogenen UmdrehungsAchse b^3d^3) unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Da hier das Quadrat $abcd$ nach der Linie xy, welche schief zur Basis ist, unter verschiedenen Winkeln gezeichnet werden soll; so muss man sich mit dieser Linie, von dem Punkt a an, eine rechtwinkliche Linie $b^3c^3ad^3$, gleichfalls als Achse denken, um welche sich alle die Eckpunkte b, c, d, rechtwinklich nach den Bogen c, c^2, c^3, dd^2d^3 und bb^2b^3 bewegen, wo dann das Quadrat, in verschiedener Richtung, nach *Fig. IV* und *XIV, Tab. I*, zu verzeichnen ist.

Anmerkung. Wenn die perpendikulare Fläche $ab^3c^3d^3$, welche hier scheinbar, und nicht in ihrer wahren Gestalt erscheint, vertikal steht; so muss die Linie xy, welche in dem Aufriss das elliptische Bogenstück yyy beschreibt, ganz vertikal stehen.

Siebente Aufgabe. *Fig. XVII. Tab. II.*

Eine in Grundriss gelegte Cirkelfläche $abcd$, unter verschiedenen Winkeln, so in Grund- und Aufriss zu verzeichnen, dass die UmdrehungsAchse senkrecht zu der Basis ist.

Auflösung. In dem horizontalen Aufriss erscheint diese Fläche auf der Basis nur als die Linie ab. Wird dieselbe nun in b um den Punkt a aufgehoben, so beschreibt sie den Viertelsbogen bb^2b^3, so dass die Linie c^3d^3 im Grund als Achse anzusehen ist, und erscheint in dem Aufriss zwar unter jedem Winkel (so auch, wenn sie perpendikular, wie ab^3, steht, in dem Grundriss) als eine blosse Linie c^3ad^3, hingegen unter allen andern Winkeln als Ellipse, und wie hier, unter dem angenommenen Winkel bab^2, in dem Grundriss in elliptischer Form $ac^2b^2d^2$.

1. Anmerkung. Die elliptischen Linien können auf zweierlei Art, entweder durch blosse Theile, oder, wie hier geschehen, durch das um den Cirkel beschriebene Quadrat $abcd$, und das um die Cirkelfläche beschriebene, mit den Ecken an die Peripherie stossende Quadrat $efgh$, wodurch man acht Punkte (wie hier die Punkte $abcdefgh$) für die Beschreibung des Cirkels erhält, verzeichnet werden.

2. Anmerkung. Die Seiten der angenommenen Quadrate, welche parallel mit der Linie $d^3f^3ag^3c^3$, um die sich die Cirkelfläche dreht, laufen, erscheinen sodann in jeder Richtung unverkürzt, hingegen die rechtwinklich, oder mit der Linie ab parallel laufenden Linien verkürzen sich, wie in *Fig. XII*, bis endlich die Seiten dieser Quadrate in perpendikularer Richtung, sammt der Fläche verschwinden, und alsdann die Cirkelfläche nur die Linie $c^3g^3af^3d^3$ bildet.

Achte Aufgabe. *Fig. XVIII. Tab. II.*

Eine in Aufriss verzeichnete Cirkelfläche $abcd$, wenn solche um den Durchmesser ac, wie um eine Achse gedreht wird, in verschiedener Richtung in Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Wenn diese Fläche horizontal um den vertikalen Durchmesser ac gedreht wird, so erscheint solche in dem Grundriss immer nur als eine Linie, in dem Aufriss hingegen unter jedem Winkel in einer elliptischen Gestalt, bis sich endlich solche unter einem Winkel von 90° mit der perpendikularen Zeichnungsfläche verliert, und in dem Aufriss auch nur als die Linie ac erscheint.

Anmerkung. Die in dieser Figur unter der angenommenen Richtung d^2b^2 erscheinende Fläche acd^2b^2, ist durch willkührlich angenommene Theile 1, 2, 3, 4, 5, welche in ihrer perpendikularen Höhe unverändert, hingegen bei ihrer Drehung verkürzt erscheinen, verzeichnet worden *).

Neunte Aufgabe. *Fig. XIX. Tab. II.*

Eine in Grundriss gelegte Cirkelfläche $abcd$, unter verschiedenen mit der Basis rechtwinklich geneigten Winkeln, in Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Diese Fläche erscheint in horizontaler Lage in dem Aufriss als die Linie acb, aber in der geneigten Lage, wie hier in bd^2, in dem Grund- und Aufriss als die elliptische Fläche $a^2b^2cd^2$. Wird die Fläche ganz in perpendikularen Aufriss gebracht, so erscheint solche in dem Aufriss wieder als die reine Cirkelfläche $a^3b^3cd^3$; und in dem Grundriss wird sie dann zur geraden Linie a^3cb^3.

Anmerkung. Die elliptischen Formen in dem Grund- und Aufriss, sind hier, wie in der vorigen Figur, durch die angenommenen Theile 1, 2, 3, 4, 5, verzeichnet. In der vorigen Figur blieben die perpendikularen Linien unverändert, und die horizontalen wurden verkürzt; in dieser aber werden die perpendikularen Linien verkürzt, und die horizontalen bleiben unverändert.

Zehnte Aufgabe. *Fig. XX. Tab. II.*

Eine in Grundriss gelegte Cirkelfläche $abcd$, deren Durchmesser ab unter einem spitzen Winkel zu der Basis geneigt ist, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Diese Fläche, welche in horizontaler Lage in dem Aufriss auf der Basis als die Linie ef, und wenn die Fläche in vertikaler Richtung steht, in dem Grundriss als die blosse Linie d^3ac^3 erscheint, lässt sich, nach *Fig. XIV, Tab I*, in jeder Richtung vollkommen verzeichnen, wenn die Theile 1, 2, 3, u. s. w. in ihrer perpendikularen und horizontalen Richtung, nach ihrer Verkürzung, oder Erscheinung, wie bei *Fig. XIV*, herausgetragen, und die elliptische Form sodann nach voriger Figur in Grund- und Aufriss verzeichnet wird.

*) So wie, nach obiger Erinnerung, die Buchstaben mit den Zahlen 1, 2, 3, . . . bezeichnet sind, um die verschiedenen Lagen einer und derselben Linie anzudeuten: so werden hier die Zahlen, womit die Theile der Linien bezeichnet sind, um dieselben wieder in einer andern Gestalt anzugeben, mit Strichen versehen.

Eilfte Aufgabe. *Fig. XXI. Tab. II.*

Eine in Grund gelegte irreguläre Fläche *abcde* u. s. w., in schiefer Richtung mit der Basis, unter verschiedenen Winkeln, in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Diese Figur, welche unter der vorausgesetzten Bewegung, nach §. 20, in keiner andern Lage wieder in ihrer wahren Gestalt erscheint, und hier in dem horizontalen Aufriss auf der Basis als die Linie *gf*, und wenn sie perpendikular aufgerichtet ist, in dem Grundriss als die blosse Linie e^3ihb^3 erscheint, kann sehr leicht, nach *Fig. X* und *XIV*, durch die angenommenen Theilungslinien *bb*, *cc*, *dd*, *ee*, und die Quertheile *ii*, *aa*, *hh*, welche von den grössten Ausbiegungen der Fläche gezogen werden, in die beliebige Lage in Grund- und Aufriss verzeichnet werden.

Zwölfte Aufgabe. *Fig. XXII. Tab. II.*

Ein in Grund gelegtes rechtwinkliches Viereck *abcd*, so in Grund- und Aufriss zu verzeichnen, dass nach der Lage von der Seite *ab*, die zwei zunächst an den Boden grenzenden Seiten *ab* und *ad*, unter einem bestimmten Winkel geneigt sind.

Auflösung. Wenn die Fläche *abcd* um die Linie *ad* als UmdrehungsAchse, unter den Winkel gebracht wird, welchen die Seite der Fläche erhalten soll; so erscheint sie, wie hier in dem Grund- und Aufriss bemerkt, unter der Gestalt von adb^2c^2. Wird nun die ganze Fläche, wie hier auf der Seitenzeichnung *A*, $ab^2c^4d^3$ zeigt, ganz perpendikular unter dem verlangten wahren Winkel bab^2 aufgerichtet, wo sie sodann in dem Grundriss die gerade Linie b^2ad^3 bildet; so hat die Seite ad^2d^3 den ViertelsCirkel dzx, mithin auch den zweiten Winkel, welchen die Seite *ad* bekommen soll, durchlaufen. Wenn nun die zweite Seite auch unter den verlangten Winkel, wie hier in der weiter nebenstehenden Figur *B*, dad^2, gebracht, und die perpendikulare Höhe von dem Eckpunkt d^2, durch eine horizontale Linie auf die Seite ad^3 (*Fig. A.*) von der perpendikular stehenden Fläche bei d^2 (*B*) gebracht wird; so zeigt sich durch die Weite *ay*, *Fig. A*, um wie viel sich die Ecken *d* und c^2, wenn solche unter den zweiten Winkel gebracht, und um die Linie, oder jetzt um die zweite Achse ab^2, gedreht werden, von ihrer Stelle der geometrischen Erscheinung nach bewegen. Zieht man nun in dem Grundriss eine Parallele *rs*, mit *ad*, in der Entfernung *ay*, *Fig. A*, und durchschneidet diese Parallele von dem Punkte aus, mit der scheinbaren Länge der Seite ad^2, hier *at*, (*B*); so erhält man die Ecke d^2, mittelst welcher sodann der ganze Grundriss, und durch diesen auch der Aufriss $ab^2c^3d^2$ (§. 17) verzeichnet werden kann.

Anmerkung. Da die unter dem ersten Winkel erscheinende Fläche adb^2c^2, wenn sie um die zweite oder schiefe Achsenlinie ab^2, bis in die perpendikulare Richtung gedreht wird, wo sie in dem Grundriss die Linie b^2ad^3 bildet, den Viertelsbogen dzx durchlauft, welcher in seiner geometrischen Erscheinung hier in dem Grundriss durch die Theile 1, 2, nach *Fig. XX*, verzeichnet werden kann; so braucht man nur diesen elliptischen Bogen *d*, d^2, d^3 in Grund zu zeichnen, und dann den Punkt d^2 durch die von *ad* erscheinende Länge (hier *at*) von *a* an auf demselben abzuschneiden, wo sodann von diesem gefundenen Punkt d^2 der übrige Grund- und Aufriss wie oben gezeichnet werden kann.

DRITTES KAPITEL.

ZUSAMMENSETZUNG UND VERZEICHNUNG DER FLÄCHEN MIT LINIEN.

Erklärung. Eine Fläche mit einer auf derselben stehenden Linie, sie mag lothrecht, oder schief darauf stehen, in geometrischen Grund- oder Aufriss verzeichnen, heisst: die Fläche so mit der Linie in Verbindung bringen, dass entweder die Fläche, oder die Linie, in ihrem wahren Maas oder Gestalt unverändert erscheint.

Anmerkung. Da, nach vorhergehender Voraussetzung, die Flächen und Linien so zusammengesetzt werden sollen, dass, wenn die Fläche oder Linie horizontal oder perpendikular gehen soll, in dem ersten Fall die Linie, in dem zweiten die Fläche in entgegengesetzter Richtung sich begegnen, so müssen, zu deutlicher Verzeichnung, solche Aufgaben immer in zwei Lagen gedacht, und jedesmal in Grund- und Aufriss, in ihrem wahren Maas einzeln geometrisch verzeichnet werden.

Erste Aufgabe. *Fig. XXIII. Tab. III.*

Ein in Grund gelegtes rechtwinkliches Viereck *abcd*, auf welchem bei dem Punkt *e* eine perpendikulare Linie *ef* steht, unter verschiedenen Winkeln in geometrischen Grund- und Aufriss zu verzeichnen, wenn solches nach der mit der Basis rechtwinklich gelegten Linie *ab*, wie um eine Achse, bewegt wird.

Auflösung. Diese Fläche erscheint, nach *Fig. XII, Tab. I,* in dem Aufriss als die gerade Linie *bec*, und die angenommene Perpendikulare, welche auf der Fläche in dem Punkt *e* steht, hier in dem Aufriss als die Linie *ef.* Wird nun die Fläche *abcd* bei der Linie *cd* rechtwinklich mit der Basis bewegt, so, dass sie sich um die Linie *ab* dreht, so erscheint die Linie *ef* in dem Aufriss in jeder Richtung ebenfalls wieder unter einem rechten Winkel mit der Fläche, wie hier unter der angenommenen Richtung be^2c^2 und be^3c^3. Hingegen in dem Grundriss erscheint die perpendikulare Linie *ef*, so wie die Fläche abnimmt, immer grösser, bis endlich die Fläche in ihrer perpendikularen Stellung be^3c^3, wie auch in dem Grundriss, als die gerade Linie *ab* erscheint, wo sie sich in ihrer wahren Länge, wie die Linie e^3f^3, darstellt.

Zweite Aufgabe. *Fig. XXIV. Tab. III.*

Eine in Grundriss gelegte Fläche *abcd*, auf welcher bei dem Punkt *e* eine PerpendikularLinie *ef* steht, unter verschiedenen, mit der Basis rechtwinklichen Neigungswinkeln, in geometrischen Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Die Fläche *abcd*, welche in dem Aufriss auf der Basis als die gerade Linie *acb* mit der senkrechten Linie *ef* erscheint, wird, wenn sie bei *cd* aufgehoben, und um die Linie *ab* bewegt wird, in dem Aufriss immer grösser, bis sie endlich ganz perpendikular zu ihrer völligen Grösse sich erhebt. Dann erscheint die Linie *ef* bei f^3 nur als ein Punkt, in dem Grundriss aber, wo die Fläche die gerade Linie *ab* vorstellt, in ihrer wahren Grösse, wie hier e^3f^3.

Dritte Aufgabe. *Fig. XXV. Tab. III.*

Eine mit der Basis schief gelegte dreiseitige Fläche *abc*, auf welcher bei dem Punkt *d* eine Perpendikular-Linie *de* stehet, in eben dieser Richtung unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Diese Fläche erscheint, wie *Fig. XXIV*, in dem Aufriss, mit ihrer PerpendikularLinie *de*, als die geraden Linien *abc* und *de*. Wenn nun die Figur bei *c*, und auch die mit ihr verbundene Linie *de*, aufgehoben, und um die Seite *ab* bewegt wird, (wo dann die Ecke *c* den nebenbei gezeichneten Viertels-Cirkel cc^2c^3, und der Punkt *d* den ViertelsCirkel dd^2d^3 durchlauft, welche Bogen hingegen in der erscheinenden Aufzeichnung, nach *Fig. XIV*, *Tab. I*, die elliptische Viertelsbogen cc^2c^3 und dd^2d^3 bilden; so kann diese Zusammensetzung der Flächen und Linien leicht nach *Fig. IV*, und nach den zwei nächstvorhergehenden Figuren, in jeder Lage in Grund- und Aufriss gebracht werden.

Vierte Aufgabe. *Fig. XXVI. Tab. III.*

Eine, wie *Fig. XXIII*, in Grundriss gelegte Fläche *abcd*, auf welcher in dem Punkt *e*, eine, gegen die Seite *ab* schief gerichtete Linie *ef* steht, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Auf der Fläche *abcd* erscheint die darauf zu verzeichnende Linie, als die verkürzte Linie *ef* (§. 14), und in dem Aufriss die Fläche und Linie, als die geraden Linien *bec* und *ef*. Wird nun die Fläche, welche hier in dem Aufriss immer nur als gerade Linie erscheint, mit der Seite *cd* aufgehoben, und um *ab* gedreht; so beschreibt der Punkt *e*, mit der auf der Fläche erscheinenden Linie *ef*, ebenfalls die Cirkelbogen ee^2e^3 und xx^2x^3. Werden nun bei x^2, x^3 die senkrechten Linien x^2f^2, x^3f^3 errichtet, welche der Linie *xf* gleich sind; so kann die Linie in jeder Lage mit der Fläche in Grund- und Aufriss gebracht werden.

Anmerkung. Da bei Bewegung der Fläche um die Linie *ab*, nicht nur der Anfangspunkt *e* von der Linie *ef*, sondern auch das Ende *f*, einen Cirkelbogen ff^2f^3 beschreibt; so kann auch, durch Hülfe dieses Bogens, die schief gerichtete Linie *ef* leicht gezogen werden; wenn man nämlich von ihrem BerührungsPunkt *e* aus, die wahre Länge *ef* auf dem Bogen abschneidet: denn die Linie erscheint (§. 7) hier in dem Aufriss ganz unverändert, und nur in dem Grundriss verkürzt.

Fünfte Aufgabe. *Fig. XXVII. Tab. III.*

Eine mit der Basis schief liegende Fläche *abcd*, auf welcher bei *e* eine, gegen die Linie *ab* geneigte Linie *ef* steht, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Diese Fläche erscheint in horizontaler Lage, in dem Aufriss als die Linie *abcd*, und die darauf ruhende Linie *ef*, welche auf der Seite des Aufrisses *A* in ihrer wahren Richtung mit der ganzen Fläche verzeichnet ist, in dem Grund- und Aufriss als die Linie *ef*. Soll nun die Fläche nebst der Linie, unter einem beliebigen Winkel bei *cd* aufgehoben, und um die Linie *ab* bewegt, verzeichnet werden; so muss man sich, wie bei vorhergehender Figur *XXVI*, die schräg gerichtete Linie mit ihren beiden Endpunkten, wo der obere über dem Punkt *x* lothrecht über der Fläche steht, ebenfalls unter den beliebigen Neigungswinkeln denken; und so kann man diese Aufgabe leicht, nach *Fig. XXV* und *XXVI*, verzeichnen.

Anmerkung. Wenn die Fläche perpendikular aufgehoben ist, wo sie in dem Aufriss wie abc^3d^3, in dem Grundriss hingegen als die gerade Linie *ab* erscheint, so zeigt sich die Linie *ef* in dem Grund- und Aufriss wie die Linie e^3f^3.

Sechste Aufgabe. *Fig. XXVIII. Tab. III.*

Eine, mit der Basis schräg gerichtete Fläche *abcd*, auf welcher bei dem Punkt *e* eine von *e* nach *y* schief gerichtete Linie *ef* steht, von welcher die PerpendikularHöhe bekannt ist, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Da diese Aufgabe der vorigen gleicht, und der Unterschied nur darin besteht, dass die Linie *ef* nicht allein nach *ab*, sondern auch nach *cd* geneigt ist, und von *e* nach *y* geht; so kann auch diese Figur ganz nach voriger Aufgabe verzeichnet werden, wenn die beiden Endpunkte der schiefen Linie, die hier auf der Grundfläche als die verkürzte Linie *ef* erscheint, rechtwinklich um die Drehungslinie oder Achse *ab* beweglich gedacht, und ihre Höhe durch die Perpendikulare *xf*, wie in voriger Figur, mit Hülfe des hier ebenfalls auf der Seite verzeichneten wahren Aufrisses B, verzeichnet werden.

Siebente Aufgabe. *Fig. XXIX. Tab. III.*

Eine, schief mit der Basis in Grund gelegte Fläche *abcd*, auf welcher, an dem Punkt *e*, eine nach der Richtung *y* schief gerichtete Linie *ef* steht, nach der Richtung der Linie *rs*, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Wenn man annimmt, dass diese Figur bei der Ecke *c* um den Eckpunkt *a* aufgehoben wird, und die Fläche den beliebigen Winkel nach der Linie *rs* erhalten soll, so, dass die Linie $b^3c^3ae^3d^3$ gleichsam die Achse formirt; so müssen sich die Eckpunkte von der Fläche *b*, *c*, *d*, und die Endpunkte der Linie *ef*, wie schon bei *Fig. XVI, Tab. II*, alle rechtwinklich um die angegebene Achse, und parallel mit der Richtungslinie *rs* drehen, wonach dann die Figur sammt der Linie, wie die vorige Figur durch Hülfe der nebenbeigesetzten Fig. (*C*) verzeichnet werden kann.

1. Anmerkung. Wenn man sich bei dieser Aufgabe ein, mit der Linie *rs* (nach deren Richtung der beliebige Winkel der Fläche bestimmt werden soll) paralleles Rechteck b^3d^3tu denkt, welches durch die vier Eckpunkte der Fläche *abcd* geht, und die Eckpunkte von der angenommenen Fläche auf diesem fingirten Rechteck andeutet, so kann diese Aufgabe ganz nach voriger Figur, in Grund- und Aufriss, in jeder beliebigen Richtung, vollkommen verzeichnet werden.

2. Anmerkung. Wollte man dieses Kapitel erweitern, so könnten noch umgekehrte Aufgaben folgen, z. B. wie man aus einem gegebenen entfernten Punkt, auf eine geneigte Ebene eine PerpendikularLinie, oder eine andere, unter einem andern Winkel gerichtete Linie zieht, und wie man aus dem Grund- und Aufriss, von einer geneigten Fläche mit einer darauf stehenden Linie den wahren Winkel findet, mit welchem beide unter einander verbunden sind, u. s. w. Allein da jeder, welcher die hier angegebenen Aufgaben gehörig versteht, die übrigen leicht selbst auflösen kann, so übergehe ich dieselben der Kürze wegen. Sie gehören auch nicht unmittelbar hieher.

VIERTES KAPITEL.

VERZEICHNUNG UND ZUSAMMENSETZUNG DER FLÄCHEN MIT FLÄCHEN.

Erklärung. Zwei, unter irgend einem Winkel zusammenstossende Flächen geometrisch verzeichnen, heisst, (ohne andere Bedingung, als dass eine oder die andere Fläche unter einer gewissen Lage in Ansicht gebracht werden soll,) eine von diesen beiden Flächen so in geometrischen Grund- und Aufriss verzeichnen, dass sie nach dem wahren Maas in allen Theilen, in Verbindung mit der daran stossenden zweiten Fläche zu stehen kommt. Man muss daher jede Fläche, ihrer wahren Form nach, und so auch den Winkel, in welchem dieselben an einander stossen, einzeln nach den vorhergehenden Aufgaben zu verzeichnen wissen.

Erste Aufgabe. *Fig. XXX. Tab. IV.*

Eine, mit dem Quadrat *abcd*, nach der Richtung *ef*, zu verbindende zweite Fläche *efgh* (*Fig. A*), unter einem beliebigen Winkel, in Grund- und Aufriss mit einander in Verbindung zu zeichnen.

Auflösung. Wenn die kleine Fläche *efgh* perpendikular auf die grössere stehen soll, so erscheint dieselbe, in Verbindung mit der Fläche *abcd*, in dem Grundriss als die gerade Linie *ef*, und in dem Aufriss, wo die grosse Fläche als die gerade Linie *afbec* erscheint, als die Fläche efg^1h^1. Hingegen, wenn die kleinere Fläche unter einem andern Winkel von 53 Grad, wie hier in der Lage eh^2 (*Fig. B*), verzeichnet worden ist, so erscheint solche in dem Grund- und Aufriss, in Verbindung mit der ersten, in der Form, wie hier die Rechtecke efg^2h^2.

Anmerkung. Diese Aufgabe lässt sich auch ganz nach *Fig. XIV* auflösen; besonders weil die untere Fläche *abcd* hier in dem Aufriss nur als die Linie *afbec* erscheint, und dann nur die zweite Fläche *efgh* in Aufriss zu bringen ist.

Zweite Aufgabe. *Fig. XXXI. Tab. IV.*

Eine, mit dem Quadrat *abcd* auf der Linie *ef* rechtwinklich zu verbindende zweite Fläche *efgh* (*Fig. C*), unter verschiedenen, parallel mit der Basis laufenden Winkeln, in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Die kleine Fläche erscheint auf der grossen, in dem horizontalen Grundriss, als die gerade Linie *ef*, und beide Flächen zusammen in Verbindung, in dem Aufriss, als die Linie *bec* und *eh*. Werden nun die beiden zusammengesetzten Flächen bei *dc* aufgehoben, und um die Linie *ab* bewegt, unter welcher Bewegung man sich alle möglichen Neigungswinkel der beiden Flächen in dieser Lage vorstellen kann, so erscheinen in dem Aufriss beide Flächen immer als gerade Linien. Hingegen in dem Grundriss wird die kleine Fläche bei dieser Bewegung, wie hier $e^2f^2g^2h^2$ andeutet, immer grösser, bis endlich, wenn die grosse Fläche ganz perpendikular steht, und dann als die gerade Linie ab in dem Grundriss sich zeigt, die kleine in ihrer wahren Grösse, wie hier $e^3f^3g^3h^3$, erscheint.

Dritte Aufgabe. *Fig. XXXII. Tab. IV.*

Auf einem rechtwinklichen Viereck $abcd$, dessen eine Seite mit der Basis parallel geht, steht ein mit der VertikalEbene parallel gerichtetes Dreieck efg (*Fig. D*). Man soll den Grund- und Aufriss beider Flächen zeichnen, wenn sich das Viereck um die Seite ab, in einem bestimmten Winkel dreht.

Auflösung. In dem Aufriss erscheint, auf der horizontalen Basis, die Fläche des Vierecks als die gerade Linie $aefb$, und die darauf stehende, als das Dreieck efg. Werden hingegen beide zusammengesetzte Flächen bei cd aufgehoben, und um die Seite ab bewegt; so bewegen sich die in dem horizontalen Grundriss gelegten Endpunkte des Dreiecks efg, in einer rechtwinklichen Richtung mit der Linie ab. Wenn nun die beiden mit einander verbundenen Flächen in der beliebigen Richtung, wie hier in der nebenstehenden Figur (*M*), durch die unter diesem Winkel von 57° erscheinenden Höhen, mit den horizontalen Ansichten für den Grundriss abgetragen werden; so können, nach *Fig. XIII*, und den zwei vorhergehenden Aufgaben, die beiden Flächen, die hier als die Figuren abc^2d^2 und $e^2f^2g^2$ erscheinen, in Grund- und Aufriss gebracht werden.

Anmerkung. Wenn die Fläche $abcd$ ganz perpendikular steht, so erscheint dieselbe in dem Grundriss als die blosse Linie ab, und das Dreieck in seiner wahren Gestalt, wie hier unter $e^3f^3g^3$. Hingegen in dem Aufriss, wo die erste Fläche in ihrer wahren Gestalt, wie hier unter abc^3d^3, wieder erscheint, bildet sich das Dreieck als die gerade Linie e^3f^3.

Vierte Aufgabe. *Fig. XXXIII. Tab. IV.*

Ein in horizontaler Lage mit der Basis schief gelegtes rechtwinkliches Viereck $abcd$, auf welchem nach einer andern schiefen Linie ef in perpendikularer Richtung ein zweites Rechteck $efgh$ (*E*) steht, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu verzeichnen, wenn das Viereck $abcd$ um die Seite ab wie um eine Achse gedreht wird.

Auflösung. In dem horizontalen Grundriss erscheint auf der grossen Fläche die zweite, $efgh$, als die gerade Linie ef, und in dieser Lage der Aufriss von beiden Figuren als die Figur $abehgfc$. Wenn nun diese beiden zusammengesetzten Flächen in dem Grundriss bei cd aufgehoben, und um die Linie ab gedreht werden; so drehen sich auch e, f und g, h, als die Endpunkte der zweiten Fläche, rechtwinklich um die Linie ab. Wenn man nun die beiden Flächen unter den beliebigen Neigungswinkeln, wie auf der nebenstehenden Figur *F*, unter der Vorstellung $bc^2e^2f^2g^2h^2$ geschehen ist, verzeichnet; so kann der Grund- und Aufriss nach vorhergehender Figur abgetragen, und so verzeichnet werden, wie hier die Figur $abc^2d^2e^2f^2g^2h^2$ zeigt.

1. Anmerkung. In der perpendikularen Richtung, wo die Fläche in dem Grundriss als die gerade Linie ab erscheint, erscheint die zweite Fläche, wie hier die Form $e^3f^3g^3h^3$, und in dem Aufriss die beiden Flächen zusammen, wie hier die Figuren $abc^3d^3e^3f^3g^3h^3$.

2. Anmerkung. Wo sich in dem Grundriss die verlängerte Linie ef, von der ersten Fläche mit der verlängerten Linie ab kreuzt, wie hier in y, da muss sich auch in dem Grund- und Aufriss, unter jeder Neigung der ersten Fläche, die Linie ef wieder concentriren; denn die verlängerte Linie ab ist die Achse, welche alle Punkte, die auf sie stossen, unverändert lässt.

Fünfte Aufgabe. *Fig. XXXIV. Tab. IV.*

Eine in Grund schief gelegte dreiseitige Fläche abc, auf welcher nach der Linie de, eine zweite Fläche $defg$ (*Fig. G*) unter dem Winkel xyz (*Fig. H*) von 70 Grad steht, unter verschiedenen, mit der Basis schräg gerichteten Winkeln, wie hier z. B. von 40 Grad, in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Wenn die zweite Fläche $defg$ unter dem schiefen Winkel xyz, nach *Fig. XIV*, oder *XXX*, in horizontalen geometrischen Grundriss verzeichnet wird, so erscheint dieselbe wie die Figur $defg$ daselbst, und die beiden Flächen, in dieser Lage mit einander verbunden, erscheinen in dem Aufriss als eine gerade horizontale $adcb$, auf welcher die Fläche $defg$ steht. Wird nun die Fläche abc bei c aufgehoben, und um die Linie ab bewegt; so drehen sich die Endpunkte der zweiten Fläche $defg$ immer rechtwinklich um die Linie ab.

Wenn nun die Fläche abc mit der darauf verbundenen zweiten Fläche $d^2e^2f^2g^2$, wie hier unter dem auf der Seite bemerkten angenommenen Winkel hc^2 (*Fig. J*) von 40 Grad geschehen, verzeichnet wird; so können durch die Abtragung der horizontal und perpendikular erscheinenden Endpunkte, die beiden Flächen, wie hier die Figuren abc^2 und $d^2e^2f^2g^2$ in dem Grund- und Aufriss anzeigen, in diese beiden Lagen verzeichnet werden.

1. Anmerkung. In der perpendikularen Stellung $hd^3f^3g^3e^3c^3$ der SeitenAnsicht J, wo die erste Fläche als die gerade Linie ab in Grundriss erscheint, erscheint die zweite in der Gestalt von $d^3e^3f^3g^3$; und in dem Aufriss erscheinen die beiden Flächen, wie die Zeichnung von abc^3 und $d^3e^3f^3g^3$.

2. Anmerkung. Wenn die Linie de, bis auf die verlängerte Linie ab, als die Achse, um welche sich die beiden mit einander verbundenen Flächen drehen, gezogen wird; so muss sich auch hier, wie in voriger Figur, wieder die Linie de, in jeder Lage, bei dem Punkt y vereinigen.

Sechste Aufgabe. *Fig. XXXV. Tab. IV.*

Eine in Grundriss mit der Basis schief gelegte Fläche $abcd$, auf welcher, in der Richtung von der Linie ef, eine zweite Fläche efg (*Fig. K*) perpendikular steht, nach der Direktionslinie xy, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriss zu bringen.

Auflösung. Wenn die Fläche $abcd$ bei y aufgehoben wird, so dreht sie sich in einem rechten Winkel um den Punkt a, nach der in dem Grundriss mit der Richtungslinie xy rechtwinklich gezogenen Linie $b^3e^3f^3ac^3$, und mit ihr drehen sich die Endpunkte von der zweiten Fläche efg, ebenfalls mit der Linie xy parallel, und rechtwinklich auf die Linie b^3c^3, wie *Fig. XVI* und *XXIX*. Wenn die Fläche $abcd$ in horizontalem Grundriss liegt, so erscheint dieselbe mit der zweiten Fläche in dem Aufriss in Gestalt von $begfc$. Hingegen, wenn solche, wie hier auf der Seitenzeichnung (*Fig. L*) bemerkt ist, unter der Lage ad^2 verzeichnet werden soll; so müssen die Endpunkte von der ersten und zweiten Fläche in horizontaler und perpendikularer Lage für die Verzeichnung des Grund- und Aufrisses, welche Flächen hier in der Gestalt von $a c^2 d^2 b^2$ und $e^2 f^2 g^2$ erscheinen, von der eben bemerkten Figur *L* abgetragen werden.

1. Anmerkung. Wenn die erste Fläche perpendikular steht, so erscheinen beide zusammen in dem Aufriss als die Flächen $a b^3 c^3 d^3$ und $f^3 e^3 g^3$. Hingegen in dem Grundriss bildet die erste Fläche nur die Linie $b^3 c^3$, und die zweite, in Verbindung mit der ersten, die Fläche $e^3 f^3 g^3$.

2. Anmerkung. Wenn die auf der ersten Fläche bezeichnete Linie ef, auf welcher die Fläche efg steht, in dem Grundriss bis an die verlängerte fingirte Achsenlinie $b^3 c^3$, um welche sich das Ganze bewegen soll, verlängert wird; so muss sich solche ebenfalls wieder unter jedem Winkel der beiden Flächen, wie in den zwei vorhergehenden Figuren in dem Punkt z concentriren.

3. Anmerkung. Ausser den hier angegebenen zusammengesetzten Flächen, liessen sich noch viele Aufgaben angeben, z. B. wie man umgekehrt von zwei zusammengesetzten, in Grund- oder Aufriss verzeichneten Flächen, die wahre Grösse von der scheinbaren, durch ihre Neigungswinkel, wie bei *Fig V*, die wahre Linie oder den wirklichen Winkel findet, u. s. w. Allein alle nur denkbaren zusammengesetzten Flächen, lassen sich nach den vorhergehenden Aufgaben der Linien- und Flächen-Verzeichnung auflösen. Es mag also Vorstehendes genügen.

FÜNFTES KAPITEL.

GEOMETRISCHE VERZEICHNUNG DER KÖRPER.

Erklärung. Die Masse oder Materie der Körper muss immer durch Flächen eingeschlossen seyn. Daher geben Flächen mit Flächen, unter gleichen oder verschiedenen Winkeln so zusammengesetzt, dass sie sich alle begrenzen, Körper (§. 19). Denkt man sich den Zwischenraum innerhalb der Flächen ausgefüllt; so darf man nur die Verzeichnung der Flächen zu Hülfe nehmen, um jede Art der Körper durch Flächen zu verzeichnen.

1. Anmerkung. Bei Verzeichnung der Körper kann nur die Oberfläche sichtbar werden. Daher müssen die Formen der Oberfläche, oder die etwaigen Winkel, welche die Flächen unter einander machen, für die geometrische Verzeichnung genau bekannt seyn.

2. Anmerkung. Einen Körper geometrisch in Grund- und Aufriss verzeichnen, heisst, denselben so in seiner geometrischen Erscheinung auf eine ebene Fläche bringen, dass sich auf derselben alle Seiten und Winkel (§. 5), welche durch rechtwinkliche und parallele Lichtstrahlen auf solche gezogen werden können, abbilden.

Erste Aufgabe. *Fig. XXXVI. Tab. V.*

Eine senkrechte Pyramide *abcde*, in geometrischen Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Wenn die Grundfläche einer regulären Pyramide *abcd*, in geometrischen Grund gelegt ist, so muss der Endpunkt *e* von der Spitze der Pyramide ebenfalls bekannt seyn, und seiner perpendikularen Richtung nach in geometrischem Grundriss bei *e* bemerkt werden, welcher Punkt hier in dem Mittelpunkt der Fläche liegt. Wenn nun die Eckpunkte von der Pyramide in Aufriss gebracht, und die Perpendikular-Höhe der Pyramide *f*, *e* aufgetragen ist; so kann solche, ihrer geometrischen Erscheinung nach, verzeichnet werden, wenn von den äussersten Eckpunkten der Pyramide bis in die Spitze, die in dem Aufriss erscheinenden Kanten der Pyramide gezogen werden.

Anmerkung. Bei dieser Pyramide erscheinen in dem Grundriss nur die Seiten der Grundfläche, als *ab*, *bc*, *cd*, und *da*, und in dem Aufriss die PerpendikularHöhe *ef*, in ihrer wahren Grösse, alle übrigen Linien und Flächen aber anders, und zwar kleiner als sie sind.

Zweite Aufgabe. *Fig. XXXVII. Tab. V.*

Einen, in Grundriss mit der Basis schief gelegten Würfel *abcd*, unter verschiedenen Winkeln, nach dieser Richtung in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Liegt der Würfel in *abcd* horizontal in dem Grundriss, so deckt die obere Seite *efgh* die untere, und der Aufriss desselben erscheint in der Gestalt *abcd*, und *efgh*. Wird nun dieser Würfel bei *cd* aufgehoben, und um die Kantenlinie *ab* herumgedreht; so erscheint solcher, in der nebenstehenden Zeichnung *A*, unter dem Winkel $c^2 b c$ (von 41 Grad) in dem Grund- und Aufriss als die Figur $a b c^2 d^2 e^2 f^2 g^2 h^2$, indem von dieser Seitenfigur (*A*) die perpendikularen und horizontalen Erscheinungen von den Ecken des Würfels, nach *Fig. XXII, Tab. II*, abgetragen werden.

Anmerkung. In der Verzeichnung dieses Würfels erscheinen, in dem Aufriss, alle Linien, Flächen und Winkel anders als sie sind. Hingegen in dem Grundriss verändern sich nur diejenigen Linien, welche nicht zu *ab* parallel sind.

Dritte Aufgabe. *Fig. XXXVIII. Tab. V.*

Einen in Grundriss gelegten Würfel *abcd*, der, wie Figur B, unter den zwei Winkeln von 50° und 40° auf der Kante *a* steht, und in dieser Lage in dem Grundriss die Gestalt von *ab*, c^2d^2, ef^2, g^2h^2 bildet, nach der Richtung von der Kantenlinie *ab*, unter einen andern beliebigen Winkel in Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Wenn der angenommene Würfel *abcd*, nach der vorhergehenden Figur gezeichnet, in dem Grundriss die Gestalt von $a b c^2 d^2 e^2 f^2 g^2 h^2$ bildet, so würde derselbe in dem Aufriss, in paralleler Richtung mit der Basis stehend, die Gestalt von der bei *C* gezeichneten Figur *ab*, c^2d^2, g^2h^2, e^2f^2, haben. Will man nun der Kante *ab*, oder, welches einerlei ist, der mit ihr an der Ecke *a* in einem rechten Winkel angrenzenden Fläche des Würfels, $ac^2e^2h^2$ den andern beliebigen Winkel (hier 68°) geben; so hebe man die gezeichnete Figur *C* bei der Ecke *b* so hoch auf, bis die Fläche $ac^2e^2h^2$, oder auch die Kante ab, (22°) den verlangten Winkel erhält. Durch Hülfe der Zeichnung *C* lässt sich der Würfel $ab^3c^3d^3e^3f^3g^3h^3$ sehr leicht, nach *Fig. XXXVII*, in Grund- und Aufriss zeichnen. Denn um die Ecke *a* bewegen sich alle übrigen Eckpunkte cirkelförmig, wo dieselbe unter dem beliebigen Winkel für die Verzeichnung der Figur in horizontaler und perpendikularer Ansicht abgetragen werden können.

1. Anmerkung. Diese Aufgabe ist zwar beinahe ganz die vorhergehende, wenn man sich den Würfel zuerst um die Seitenlinie ab, und dann um den Punkt *a*, wo die Linie h^2ac in dem Grundriss als Achse anzusehen ist, denkt. Hingegen erhält der Würfel durch die zweite Bewegung eine andere Gestalt, bis dass die Kantenlinie ab perpendikular zu stehen kommt, wo sodann dieselbe in dem Grundriss wieder wie die reine Seitenfläche $ac^4e^4h^4$ erscheint.

2. Anmerkung. Betrachtet man diese Aufgabe (nach §. 19) so, dass die Figur von 6 QuadratFlächen umschlossen sey; so könnte sie ebenfalls aufgelöset werden, wenn die Seitenflächen $ac^3e^3h^3$ und $b^2d^3f^3g^3$ u. s. w., nach Figur *XV, XVI, XXII*, verzeichnet werden.

Vierte Aufgabe. *Fig. XXXIX. Tab. V.*

Eine in Grundriss, mit der Basis schief gelegte, abgekürzte dreiseitige Pyramide, deren untere Seite die Form von abc hat, so in Grund- und Aufriss zu verzeichnen, dass dieselbe nach der Linie ab, in perpendikularer Richtung mit derselben bewegt, unter einem beliebigen Winkel erscheint.

Note. In dem horizontalen Grundriss, und in dem Aufriss, soll diese Pyramide die auf der Seite stehende Figur *D* seyn.

Auflösung. Wenn die obere Fläche des Abschnittes der Pyramide def von *D* in dem Grundriss der Figur *XXXIX* verzeichnet ist, und die Pyramide bei der Ecke *b* aufgehoben, und unter den beliebigen Winkel, hier von 54° gebracht wird; so drehen sich alle Eckpunkte von der Pyramide parallel mit der Seite ab, und rechtwinklich mit der Achsenlinie xy, um den Punkt *a*. Bringt man nun die untere Fläche der Pyramide unter den beliebigen Winkel, wie hier in *Fig. E* geschehen, und trägt durch Perpendikularen $dd^2ee^2ff^2$ die obern Eckpunkte def rechtwinklich in ihrer wahren Höhe auf dieselbe, so kann die Figur $ab^2c^2d^2e^2f^2$, wie sie unter dem verlangten Winkel von 54° erscheint, nach *Fig. XXXV* und der vorhergehenden Figur, in Grund- und Aufriss verzeichnet werden.

Anmerkung. Da die Kanten der Pyramide in der Spitze z zusammengehen, so müssen sich solche wieder in jeder Richtung, in dem Grund- und Aufriss, bei z^2 concentriren, wenn die Seiten der abgekürzten Pyramide verlängert werden.

Fünfte Aufgabe. *Fig. XL. Tab. V.*

Einen perpendikular stehenden Cylinder in Grund- und Aufriss zu zeichnen.

Auflösung. Da in einem geometrischen Grund- und Aufriss nur die Umrisse eines Objektes aufgenommen werden, von denen die Lichtstrahlen perpendikular auf die Zeichnungsfläche fallen, so erscheint, in dieser Lage, der Cylinder (nach §. 5) in dem Grundriss als eine blosse Cirkelscheibe $abcd$, und der

Aufriss als das Parallelogramm oder die rechteckige Fläche *abef*, bei welcher der Durchmesser des Cylinders die eine, die Höhe desselben die andere Seite ist.

Sechste Aufgabe. *Fig. XLI. Tab. V.*

Einen in Grund- und Aufriss horizontalen, gegen die Basis aber schief gelegten Cylinder *abcd* zu zeichnen.

Auflösung. Wie in vorhergehender Figur jener Cylinder, in dem Aufriss, als ein rechtwinkliches Viereck erschien, so erscheint hier der Cylinder, in dem Grundriss, als ein solches *abcd*. Hingegen in dem Aufriss erscheint er verkürzt, und die beiden Enden desselben als elliptische Scheiben *abef* und *cdgh*, welche hier durch die Theile 1, 2, 3, 4, 5, 6, nach *Fig. XVIII, Tab. II*, verzeichnet sind.

Siebente Aufgabe. *Fig. XLII. Tab. V.*

Einen in Grund- und Aufriss schief mit der Basis gelegten Cylinder, unter einem beliebigen Neigungswinkel, in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Um diesen Cylinder unter dem beliebigen Neigungswinkel in Grund- und Aufriss zu verzeichnen, darf man nur denselben nach dem beliebigen Neigungswinkel, wie hier die nebenstehende Figur *F*, unter einem Winkel von 30° anzeigt, nach *Fig. XXXVII*, als Viereck nach dem grösstmöglichen Quadrat, welches um die Cirkelscheibe gezogen werden kann, nach *Fig. XIV* in Grund- und Aufriss verzeichnen, und sodann die Cirkellinie durch Hülfe des weitern, in den Cirkel gezeichneten kleinern, an die Peripherie stossenden Quadrats (*Fig. G*) *iklm*, nach *Fig. XVII* beschreiben.

1. Anmerkung. Bei dieser Verzeichnung des Cylinders kann man sich auch zwei Parallelepipeda um und in dem Cylinder denken, wovon die eine Seite die Länge des Cylinders, die andere die Grösse der Seiten des kleinen und grossen Quadrats von der Cirkelscheibe sind.

2. Anmerkung. Will man diesen Cylinder nicht durch Verzeichnung des, um und in den Cirkel beschriebenen grossen und kleinen Quadrats zeichnen, so kann er auch durch Theile, wie in *Fig. XLI*, verzeichnet werden.

Achte Aufgabe. *Fig. XLIII. Tab. VI.*

Einen schief abgeschnittenen Cylinder *abcd* in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. In dem Aufriss erscheint die, an dem Cylinder schief gerichtete Fläche *ad*, als eine gerade Linie. Hingegen in dem Grundriss erscheint solche als die Ellipse *adgh*, welche durch die Theile 1, 2, 3, 4, 5, 6, von der auf die Seite gezeichneten Cirkelscheibe *A*, und in dem Aufriss auf den schiefen Durchschnitt gebracht, und nach diesen auf der schiefen Fläche erscheinenden Theilen, nach *Fig. XVIII* oder *XIX*, *Tab. II*, in Grundriss verzeichnet ist.

1. Anmerkung. Die nach der Linie *cd* schief abgeschnittene Fläche des Cylinders, ist die wahre gesuchte elliptische Form, wovon der Durchmesser des Cylinders der kleine Durchmesser der Ellipse *ef*, und der grosse Durchmesser der Ellipse die durch den Cylinder schief gezogene Linie *ad* ist.

2. Anmerkung. Eine jede nach dem grossen und kleinen Durchmesser bestimmte Ellipse, kann nach dieser Figur *adef*, als die wirkliche Form des schrägen Durchschnittes des Cylinders verzeichnet werden, wenn man sich von der Grösse des kleinen Durchmessers einen Cylinder bildet, und denselben nach der Länge des grössern Durchmessers schief durchschnitten denkt, und dann die Ellipse durch Theile des Cylinders, wie gegenwärtige Figur, aufzeichnet. Zu der genauen Verzeichnung derselben muss man jedoch die Theile klein annehmen, oder die zunächst der Peripherie liegende, welche das grösste Bogenstück abschneiden, wieder in die Hälfte theilen.

3. Anmerkung. Da jede Ellipse durch Hülfe eines Cylinders construirt werden kann, dessen Durchmesser dem kleinen Durchmesser der Ellipse gleicht, so folgt hieraus, dass eine jede wahre Ellipse unter einem gewissen schiefen Winkel, wo beide Durchmesser der Ellipse gleich gross erscheinen, wieder eine vollkommene Cirkelscheibe darstellen muss.

Neunte Aufgabe. *Fig. XLIV. Tab. VI.*

Einen in Grund- und Aufriss abgekürzten Kegel *abcdefgh*, von mehrern Seiten, in Grund- und Aufriss zu verzeichnen.

Auflösung. Wenn der schiefe Abschnitt rechtwinklich auf die perpendikulare Zeichnungsfläche gerichtet ist, so erscheint derselbe in dem Aufriss als die gerade Linie *cd*. Hingegen in jeder andern Richtung bildet er in dem Grund- und Aufriss, wie hier in der nebenstehenden Figur *B*, eine Ellipse *cdgh*, deren wirkliche Form aber die Ellipse $c^2 d^2 g^2 h^2$ (*Fig. C*) vorstellt, und wie in voriger Figur durch die Theile 1, 2, 3, 4, 5, 6, verzeichnet ist.

Anmerkung. In dem Grundriss erscheint der Durchschnitt des Kegels in jeder Richtung als eine gleiche elliptische Scheibe, wie daselbst die Flächen *cdgh* anzeigen. Hingegen ist dieselbe immer von jener in dem Aufriss verschieden, und ihr nur dann gleich, wenn der Durchschnitt des Kegels unter 45° zur Grundfläche geneigt ist.

Zehnte Aufgabe. *Fig. XLV. Tab. VI.*

Verzeichnung eines in Grund- und Aufriss, in verschiedener Richtung gezeichneten abgeschnittenen Kugelstücks *abcde*.

Auflösung. Wenn der Abschnitt des Kugelstücks parallel mit einer der Zeichnungsflächen gerichtet ist, so bildet der Schnitt immer eine volle Cirkelscheibe, sey es in dem Grund- oder Aufriss, wie hier die Scheibe *begh* (*Fig. D*), und wenn der Schnitt rechtwinklich auf die Zeichnungsfläche geht, nur eine gerade Linie, wie hier der Schnitt $b^2 g e^2$ in dem Aufriss anzeigt. In jeder andern Lage erscheint aber der Abschnitt einer Kugel elliptisch, welche Form durch Theile von der abgeschnittenen Cirkelscheibe, nach *Fig. XVIII, Tab. II*, in Grund- und Aufriss, wie hier die weiter beigefügten Figuren *E* anzeigen, verzeichnet werden kann.

Eilfte Aufgabe. *Fig. XLVI. Tab. VI.*

Ein, perpendikular und mit der Achse parallel abgeschnittener Kegel, oder die Verzeichnung einer hyperbolischen Linie.

Auflösung. In perpendikularer Ansicht erscheint dieser Kegelschnitt, in dem Grund- und Aufriss, als eine gerade Linie, wie die Figur *F.* Hingegen wenn der Schnitt parallel mit der Basis gerichtet ist, so bildet derselbe in dem Aufriss die reine hyperbolische Linie *dec*, welche sich, nach den Figuren *XLIII* und *XLIV*, mittelst der in Grund- und Aufriss gemachten horizontalen Durchschnitte (Abscissen oder Ordinaten) 1, 2, 3, verzeichnen lässt.

Anmerkung. Wenn dieser Schnitt des Kegels mit einer der Zeichnungsflächen schief gerichtet ist, so erscheint die hyperbolische Linie anders, und sie kann dann nach ihrer Richtung, nach *Fig. XXI*, verzeichnet werden.

Zwölfte Aufgabe. *Fig. XLVII. Tab. VI.*

Die Verzeichnung einer parabolischen Linie.

Auflösung. Eine parabolische Linie, wie hier die Zeichnung $b^2 c^2 e^2$ anzeigt, entsteht, wenn der Kegel parallel mit einer Seitenlinie des Kegels, oder durch eine ebene Fläche geschnitten wird, deren Neigungswinkel dem Neigungswinkel einer auf der Oberfläche gezogenen geraden Linie gleich ist.

1. Anmerkung. Wenn der Schnitt der parabolischen Linie rechtwinklich auf die perpendikulare Zeichnungsfläche gerichtet ist, so erscheint derselbe, in dem Aufriss, als die gerade Linie *b c* (*Fig. G*). Hingegen in dem Grundriss erscheint solche als die gebogene Linie *b c e*. Ist der Schnitt parallel mit der Basis gerichtet, so erscheint die Linie wie in der nebenstehenden Figur $b^2 c^2 e^2$, und in dem Grundriss der ganze durchschnittene Kegel wie $a^2 b^2 c^2 e^2$.

2. Anmerkung. Die Verzeichnung dieser Parabel ist, vermittelst der in Grund- und Aufriss in den Kegel gezeichneten horizontalen Durchschnitte 1, 2, 3, 4, durch den Kegel gemacht, und verzeichnet wie die vorige Figur.

Dreizehnte Aufgabe. *Fig. XLVIII. Tab. VI.*

Die Verzeichnung einer mit der Basis schief liegenden eyförmigen Figur *a b c d* in Aufriss zu bringen.

Auflösung. Da man ein Ey, wenn es rechtwinklich mit der grossen Achse durchschnitten ist, aus Cirkelscheiben construiren kann, so kann solches sehr leicht verzeichnet werden, wenn man diese Scheiben oder Durchschnitte (*Fig. H*), wie hier die Theile 1, 2, 3, 4, nach *Fig. XVIII, Tab. II*, in Aufriss bringt, und dann um diese Scheiben die Grenzlinie der Figur zieht.

1. Anmerkung. Auf ähnliche Art lassen sich alle irregulären Körper in Grund- und Aufriss verzeichnen, wenn solche durch Querdurchschnitte zerlegt, und dann um die Grenzen dieser Durchschnitte die erscheinende Figur verzeichnet wird.

Auch ist diese Verzeichnungsart durch Hülfe der Querdurchschnitte bei Körpern für die übrigen Zeichnungslehren der Optik, Perspektiv u. s. w. sehr wichtig. Denn durch sie kann jeder beliebige Punkt an einem Körper gefunden, auch können durch mehrere solcher Punkte die Umrisslinien bestimmt werden.

* * *

Der Reihe nach könnten nun, für die Vollständigkeit der geometrischen Zeichnungslehre, **zusammengesetzte** Körper, als eckige mit eckigen, runde mit runden, dann beide mit einander vermischt folgen. Allein eines Theils sind die in dieser Abhandlung, auch zugleich für die Erleichterung der folgenden Wissenschaften, gewählten Figuren schon hinreichend, den studirenden Künstler von selbst weiter zu führen, da sie die vorzüglichsten Arten der Verzeichnung einzelner Linien, Flächen und Körper enthalten; andern Theils kommt der junge Architekt, so wie jeder andere plastische Künstler, ohnehin bei seinem weitern Studium in den Fall, alle Arten von zusammengesetzten Körpern verzeichnen zu müssen. Es mögen also diese Fälle für die Anfangsgründe des geometrischen Zeichnungsstudiums hinreichend seyn.

Herr Monge zu Paris, welcher vor wenigen Jahren zuerst eine *Géométrie déscriptive* geordnet und herausgegeben hat, Hr. Lacroix und einige andere, ziehen in die geometrische Zeichnungslehre die schwersten, durch Zeichnung zu suchenden mathematischen Aufgaben. In diesem Sinn ward gegenwärtige Abhandlung nicht abgefasst; denn das weitere geometrische Zeichnen schreitet fort mit andern, dem Künstler unentbehrlichen Wissenschaften, welche besonders vorgetragen werden müssen. Nur dem Bedürfniss des plastischen Künstlers sollte hier abgeholfen werden. Ihm fehlte bisher eine geometrische Zeichnungslehre, durch deren Hülfe er leicht alle, in sein Fach einschlagende Gegenstände in geometrischem Bilde nicht nur sich vorstellen, sondern auch verzeichnen kann.

Die Oekonomie der Kupfertafeln, und die Rücksicht auf einen möglichst geringen Preis des Buches erforderten, dass die Figuren so klein als möglich gezeichnet werden mussten. Aber für den studirenden Künstler wird es von grossem Nutzen seyn, wenn er dieselben zwei- und mehrmal grösser, als sie hier angegeben sind, zeichnet, sie überhaupt nicht bloss copirt, sondern studirt, und dann seine Aufgaben mit etwas abgeänderten Formen und Lagen bearbeitet.

ZWEITES HEFT.

LICHT- UND SCHATTENLEHRE.

TAB. VII — XIV.

EINLEITUNG.

VON LICHT UND SCHATTEN ÜBERHAUPT.

Optik, in dem weitern Sinn, ist die Lehre von dem Licht. Die Lichtstrahlen gehen entweder bloss durch die Luft, oder durch einen andern durchsichtigen Körper, von dem sie bei dem schiefen Einfallen und Ausgang gebrochen werden; oder sie werden von einer glänzend polirten oder hellen undurchsichtigen Fläche zurückgeworfen.

Die Lehre von dem ersten Fall, heisst Optik, in dem engern Sinn; die von dem zweiten, Dioptrik; die von dem dritten, Katoptrik.

Was die Dinge sichtbar macht, heisst Licht, völlige Abwesenheit des Lichtes, ist Finsterniss. Wo diese vollständig ist, können wir keine Gegenstände wahrnehmen. Der partielle Mangel des Lichtes, die durch Licht begrenzte Finsterniss, ist Schatten.

Verschieden sind die Hypothesen über die Natur des Lichtes. Nach Newton, strahlt der leuchtende Körper eine zarte Masse, ein materielles Wesen (Lichtstoff) umher; man nennt daher diese Theorie das EmanationsSystem. Nach Huygens und Eulers VibrationsSystem, wäre die Lichtmasse, wie Aether oder elastisches Fluidum, durch das Universum verbreitet; sie werde durch leuchtende Körper nur in Bewegung gesetzt, oder wirksam gemacht, und unser Auge werde davon gerührt, etwa wie das Ohr durch den Schall. Nach der dynamischen Theorie, soll das Licht nur als besondere Wirkungsweise zweier Kräfte auf unser SehOrgan gedacht werden, ohne das Daseyn eines besondern materiellen (ausströmenden oder in Bewegung gesetzten) Wesens vorauszusetzen. Immer ist das Licht eine mächtig wirkende Kraft. Im Allgemeinen lässt sich davon mit Gewissheit nur dieses annehmen:

1) dass es von Licht- oder Feuerkörpern, nach geraden Linien, excentrisch, mit ausserordentlicher Geschwindigkeit ausströme;

2) dass es leuchte und zum Theil erwärme;

3) dass es äusserst fein sey.

Nur nach geraden Linien sehen wir, mit blossem Auge. Da die Lichtstrahlen von dem leuchtenden Körper in geradlinichter Richtung ausgehen, und eben so wieder von einem Object zu uns gebracht werden; so können wir Gegenstände, auch nur in solcher Richtung wahrnehmen. Gehen sie aber von einer durchsichtigen Masse in die andere über, so ändert sich ihre Richtung. Sie werden auf der Grenze beider Medien gebrochen, und die Fläche, auf welcher dieses geschieht, heisst desswegen die brechende.

Kein Werk der plastischen Kunst kann anders, als durch den Sinn des Gesichtes, unserer Seele sich darstellen. Dieser kann aber nur thätig seyn bei Licht und Schatten. Wichtig, unentbehrlich für jeden Künstler ist daher die Lehre von Licht und Schatten. Durch Anwendung derselben, können körperliche Gegenstände, mit Erhöhung und Vertiefung, selbst auf einer glatten Fläche, bis zur Täuschung ähnlich abgebildet werden. Optik und Katoptrik gehören indessen hieher nur, so weit sie dem ausübenden Künstler nothwendig sind, das heisst, so weit sie die Gesetze des Lichtes und des Schattens angeben.

In Absicht auf das Licht, sind zu unterscheiden:

1) der Lichtkörper, ein für sich oder ursprünglich leuchtender Körper, bei welchem uns scheint, dass das, was wir Licht nennen, aus allen seinen Puncten in geraden Linien nach allen Seiten, als Radien, ausfliesse. So die Sonne und die Fixsterne, so die Lichtflamme, der Phosphor, faules Holz, manche Insecten, todte Fische.

2) das Licht, die Beleuchtung, das, was von dem Lichtkörper auszugehen scheint, und andere ihm zugekehrte Gegenstände sichtbar macht.

3) das Reflexions- oder zurückgeworfene Licht, das von einem für sich leuchtenden Körper, auf einen nicht leuchtenden oder dunkeln geworfen ward, und von diesem zurückprallt. Nur mittelbar kommt es von dem leuchtenden Körper. Ohne die Reflexion des Lichtes, würden die dunkeln Körper, also die allermeisten körperlichen Gegenstände, unsichtbar, und nur die, welche das Licht reflectiren, sichtbar seyn. So wird unsere Erde bei Nacht durch die von dem Mond reflectirten Lichtstrahlen der Sonne; so wird bei Tage die Decke eines Zimmers bloss durch das reflectirte Licht beleuchtet. Auch erfüllen alle Arten von Spiegeln, ihre Bestimmung nur durch Reflexion.

Der Gegensatz von Licht, oder vielmehr von Erleuchtung oder Helle, sind:

1) Finsterniss, Dunkelheit, Nacht. Hier ist, wie schon bemerkt, gänzlicher Mangel des Lichtes; daher dem Sinn des Gesichtes jede Thätigkeit unmöglich ist. Keinen bildliches Eindruck vermag hier dieser Sinn der Seele zu geben.

2) Schatten, ein partieller Mangel des Lichtes, entsteht, wenn Gegenstände, wegen anderer, zwischen ihnen und dem Lichtkörper liegender dunkeln Objecte, nicht directe beleuchtet werden können. Der Schatten liegt jedesmal dem leuchtenden Körper, dessen Licht den dunkeln erhellt, gerade gegenüber, und die von dem leuchtenden Körper abgewendete Seite des beleuchteten, liegt selbst im Schatten. Grösse, Gestalt, Lage des Schattens sind bestimmbar, theils aus der Grösse und Gestalt des undurchsichtigen Körpers, theils aus der Richtung und Macht des auffallenden Lichtes.

Durch Licht und Finsterniss entstehen unsere Empfindungen des Sehens. Mittelst der Beleuchtung erkennen wir diejenigen Gegenstände, welche einem ursprünglich leuchtenden, oder einem erleuchtenden, Lichtstrahlen zurückwerfenden Körper zugekehrt sind. Nicht nur die ebenen Flächen und die Umgrenzungs-Linien jener Gegenstände bemerken wir dann, sondern auch ihre Erhabenheiten und Vertiefungen, also überhaupt ihre Form.

Die Lichtstrahlen kann man abbilden, als gerade Linien, die von jedem leuchtenden Punct, nach allen Seiten sich verbreiten. Am hellsten wird ein Körper beleuchtet, wenn er dem ihn erleuchtenden rechtwinklich zugekehrt ist. Hier fallen die Lichtstrahlen ganz gerade, folglich in grösster Menge auf ihn. Je schiefer sie auf ihn fallen, desto weniger wird er beleuchtet; denn desto geringer ist, im Verhältniss zu der Grösse der schiefen Fläche, die Menge der auffallenden Lichtstrahlen.

Das Licht nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernungen von dem leuchtenden Punct zunehmen. Demnach verhält sich der Grad seiner Beleuchtung, in jeder Entfernung von dem leuchtenden Körper, wie das Quadrat der Entfernung, sofern das Licht durch nichts aufgehalten, oder geschwächt wird. Ein Körper, welcher von dem leuchtenden Punct viermal weiter entfernt ist, als ein anderer, wird nicht viermal, sondern $4 + 4 = 16$mal schwächer beleuchtet als dieser.

Dieses Gesetz von dem Grad der Beleuchtung, wird in der plastischen Kunst nur angewandt bei der Beleuchtung durch leuchtende Körper, die auf der Erde sich befinden. Bei der Beleuchtung durch leuchtende HimmelsKörper, insonderheit die Sonne, kommt, wegen ihrer unverhältnissmäsig grossen Entfernung, die Weite einer Viertel- oder halben Meile, in welcher etwa das Auge Dinge auf der Erde noch zu unterscheiden vermag, nicht in Betrachtung. Daher kann man die Lichtstrahlen, welche von der Sonne, oder von dem Mond, auf bildliche Gegenstände unserer Erde fallen, als parallel gehend ansehen.

Der Grund davon, dass bei der Beleuchtung durch Sonnenlicht, die weiter von uns entfernten Gegenstände minder beleuchtet zu seyn scheinen, als die näher liegenden, wenn gleich beide in derselben Richtung gegen das Licht sich befinden, liegt in der grössern Menge der Luft, und der in dieser aufgelöseten Dünste, welche zwischen dem Auge und dem beleuchtenden Körper sich befindet.

Die Schwächung der Beleuchtung beruht hier auf Gesetzen, welche in der Menge und Dichtigkeit der schwächenden, durchsichtigen Zwischenkörper begründet sind. Die Gesetze der verhältnissmäsigen Ab- und Zunahme des Lichtes, nach der Beschaffenheit des Mediums, und der Entfernung, durch welche es zu dem Auge gelangt, nennt man die LuftPerspectiv, in dem Gegensatz der LinienPerspectiv. Meist ist es hinlänglich, sie bloss nach der Entfernung zu schätzen, aber zuweilen ist es nöthig, auch die jedesmalige Beschaffenheit der Atmosphäre mit in Anschlag zu bringen. So kann man mit Gewissheit behaupten, dass man am frühen Morgen oder Abend die entfernten Gegenstände nicht jedesmal so gut, als um Mittag, und bei Anfang des Winters, wo die Erde noch Wärme oder Dünste von sich giebt, nicht so weit sieht als im Sommer, weil wahrscheinlich die Kälte die Lufttheilchen zusammenzieht, und die Wärme sie ausdehnt. So sieht man in Italien, und überhaupt in allen warmen Ländern, wo die Luft mehr ausgedehnt, und minder zusammengezogen ist, weiter, oder in gleicher Entfernung bestimmter, als bei uns.

Das Reflexions Licht, in die Katoptrik gehörig, ist der Regel nach immer schwächer, als das wirkliche Licht. Es wird von der reflectirenden Fläche, nach der dem einfallenden Licht entgegengesetzten Richtung zurückgeworfen. Weil aber das stärkere Licht das schwächere verdunkelt, so kann es nur in SchattenPartieen wahrgenommen werden. Im übrigen hat es, in Hinsicht auf seinen Gang, alle Eigenschaften mit dem wirklichen Licht gemein. Die Stärke und Schwäche desselben hängt ab von der Intensität des leuchtenden Objectes, und von dem reflectirenden Vermögen der spiegelnden Fläche. An diese allgemeinen Bemerkungen über Licht und Reflex, schliesst sich an, als zur Optik gehörig, die Lehre von den Farben, für die plastische Kunst ein sehr wichtiger Gegenstand, weil die Farben unmittelbar von dem Licht abhängen.

Da Farben nur durch das Gesicht von uns können wahrgenommen werden, so ist es schwer einen bestimmten Sachbegriff für solche aufzustellen. Nur vergleichungsweise mit andern, kann man von dieser oder jenen Farbe sagen, sie sey roth, gelb, blau, u. s. w. Also nur mittelst Vergleichung durch das Gesicht, bestimmen wir den unterscheidenden Charakter der Farben.

Newton zeigte zwar schon, in seiner Farbentheorie, dass die durch ein gläsernes Prisma geleiteten Lichtstrahlen, die sieben FarbenErscheinungen von Roth, Orangegelb, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau und Violet geben. Allein dieses ist nur eine Erscheinung, die man, besonders der Künstler, welcher mit Farben umzugehen hat, noch sehr von den wirklichen körperlichen Farben unterscheiden muss.

Nach Eulers VibrationsSystem, können die Farben für das Auge das seyn, was die Töne für das Ohr sind, und jede Art von Licht kann in einer besondern Reihe von, schneller oder langsamer auf einander folgenden, Schlägen oder Schwingungen des Aethers bestehen.

Lambert sucht dadurch, dass er die verschiedenen Farben neben einander auf eine runde Scheibe setzt, und diese schnell herumdreht, zu beweisen, dass die weisse Farbe eine Mischung von allen Farben sey. Nach Eulers Vergleich der Farben mit Tönen, müsste daher die weisse Farbe das seyn, was dem Ohr ein unordentliches Geräusch oder Gemisch von Tönen ist. Andere nehmen bald diese, bald jene Farbe, als Grundfarbe an, nach den durch das Prisma entstehenden Farbenbildern.

Eine nähere Entwickelung dieser und anderer FarbenHypothesen, würde hier zu weit führen. Aber meine eigene Theorie der Farben glaube ich darstellen zu müssen, weil ich die Farben, ganz nach den Grundsätzen dieses Lehrbuchs, durch Licht und Schatten, als bloss optische Erscheinung erkläre, ohne sie als ein eigenes Wesen zu betrachten. Nach dieser Ansicht, gehört die Farbenlehre ganz zu der Optik, sie steht also hier an ihrem Ort. Ich gehe aus von der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit der Körper. Diese leitet auf die Grundzüge meiner FarbenTheorie.

Die Durchsichtigkeit des Glases wird gewöhnlich einer ausnehmend feinen Porosität zugeschrieben, welche indess, selbst bei einer 100,000mal vergrössernden, mikroskopischen Betrachtung, in demselben nicht wahrzunehmen ist. Man möchte wahrscheinlich machen, dass sich die vor dem Glase befindlichen Lichtstrahlen, bei ihrer unendlichen Feinheit, durch die Poren oder kleinen Oeffnungen durchdrängten und hinter demselben fortpflanzten.

Diese Erklärung der Durchsichtigkeit des Glases scheint mir nicht gegründet zu seyn. Die Erfahrung lehrt, dass dasselbe Stück Glas, also mit denselben Poren, in paralleler, prismatischer, concaver, convexer, oder anderer Form geschliffen, die auf dasselbe fallenden Lichtstrahlen ganz anders aufnimmt und wieder von sich wirft, je nachdem die Oberfläche des Glases diese oder jene Form erhalten hat. Diese Erscheinung beweiset, dass nicht die Porosität, sondern die Oberfläche des Glases, die Verschiedenheit der durchfallenden Lichtstrahlen bestimme. Auch verliert das feinste Glas, seiner unveränderten Porosität ungeachtet, sehr viel von seiner Durchsichtigkeit, wenn die einander gegenüberstehenden Oberflächen unpolirt und rauh sind, wo also offenbar die Oberflächen, und nicht die Porosität, diese Hemmung hervorbringen. Diese und viele andere Gründe, welche der gedachten Hypothese über die Ursache der Durchsichtigkeit des Glases im Wege stehen, findet man bei weiterer Betrachtung. Ich glaube daher im Allgemeinen bemerken zu dürfen, dass man zwar für die Durchsichtigkeit des Glases die Porosität desselben als wirkende Ursache verwerfen, solche aber in anderer Hinsicht, besonders bei der Theilbarkeit der Gerüche, indem diese durch das Glas durchzudringen scheinen, als Erklärungsgrund benutzen könne.

Das Glas, welches nach seinen Hauptbestandtheilen aus Kieselerde und Alcali gefertigt wird, indem diese bei heftigem Feuer zusammengeschmolzen werden, ist, seiner ursprünglichen Natur nach, undurchsichtig. Erst nach und nach erhält es die gehörige Feinheit und Durchsichtigkeit, nachdem es mehrmal durch besondere mechanische Operationen in kleinere Stücke zerlegt, dann aber durch das Feuer von neuem geschmolzen wird. Durch mehrmalige Schmelzung und durch Beimischung anderer Materien, z. B. Braunstein, Arsenik, u. s. w., welche die in dem Glassatze oder der Fritte enthaltene Farbe, oder vielmehr die heterogenen Theile, zerstören helfen, wird endlich das reinste KrystallGlas erhalten. Dieses hat, bei der grössten Schwere, zugleich die grösste Durchsichtigkeit. Es sollte daher, nach der vorhin gedachten Hypothese von der Durchsichtigkeit des Glases, auch die meiste Porosität haben.

Bei Erforschung der Ursache der Durchsichtigkeit der Körper, bedarf man nicht solcher muthmasslichen Eigenschaften, die mit der Natur des Glases in Widerspruch stehen. Nur die Entstehungsart des Glases nehme man zu Hülfe. Erhält man nicht Glas erst dann, wenn alle für dasselbe untauglichen Theile durch das Feuer in vielfachen Operationen zerstört, und endlich alle homogenen Theile, in dem strengsten Sinn, in eine Masse, welche in sich keine andern Körpertheilchen, als die des Ganzen enthält, geschmolzen worden sind? Wo anders, als hierin, mag also wohl die Hauptursache jener Erscheinung zu suchen seyn?

Einen ähnlichen Bestand haben oder erhalten auch die übrigen durchsichtigen Körper, wenn alle die Theile, aus welchen sie bestehen, durch eine andere Materie, wie z. B. Papier durch Wasser, Oel oder anderes Fett, dünnes Holz durch Harz u. s. w., vermöge der Cohäsion in unmittelbaren Zusammenhang mit einander kommen, und dadurch zu einem gleichartigen Körper werden. In demselben ungetheilten Zusammenhang scheinen auch alle natürlichen Krystalle und andere durchsichtige Steine zu seyn, sofern sie nicht unrein und mit fremdartigen Theilen vermischt sind, in welchem Fall sie getrübt und farbig erscheinen.

Wasser, überhaupt alle reine, homogene Flüssigkeiten, haben, auf einander liegend, ebenfalls keine Zwischenflächen; die Lichtstrahlen können daher durch die ganze Masse ungestört durchgehen. Dieses geschieht nicht bei isolirten Wassertropfen und Dünsten, wie z. B. bei Regen und Nebel, wo die Heterogeneität der Dunstbläschen den Durchgang der Lichtstrahlen nicht gestattet. Hierin liegt der Erklärungsgrund des Regenbogens, wie überhaupt aller Lufterscheinungen.

Dioptrische Erfahrungen lehren, dass dicke Krystalle oder Gläser, eben so wie dünne, das empfangene Licht durchgehen lassen, und wieder von sich geben, und es ist nur schwer, dicke Gläser oder Krystalle von allen fremdartigen Körpern gereinigt zu erhalten. Annehmen kann man daher, dass ein Lichtstrahl durch die allerfeinste Substanz, durch die feinsten Körpertheilchen leichter nicht durchgehe, als durch die dickste durchsichtige Masse; denn die Lichtstrahlen hängen immer nur von der Oberfläche des Körpers ab, und sie werden in dem einen wie in dem andern Fall, in der Zwischendicke, durch keinen andern Körper, oder vielmehr durch keine andere Fläche, in ihrer Richtung gestört werden. Ein Bret, eine Steinplatte, bestünden sie nicht, ihrer Dicke nach, aus unendlich vielen, an einander gränzenden Theilchen, würden eben so durchsichtig seyn, als eine Glas- oder Krystalltafel.

Was hier von der Fortpflanzung des Lichtes bey durchsichtigen Körpern, die dasselbe verschlucken, und daher, in gerader Richtung von dem Licht aus betrachtet, dunkel aussehen, gesagt ist, kann nicht auf die Fortpflanzung der Wärme bei Körpern angewandt werden. Diese setzt ihre Theilbarkeit durch Berührung fort; desswegen muss ein dünner Körper geschwinder, als ein dicker, durchwärmt seyn.

Demnach glaube ich, dass bei dem Feuer in dem Brennpunct eines ConvexGlases die FeuerMaterie sich nicht durch das Glas durchziehen könne, sondern dass sich vielmehr das Feuer bei dem Focus erzeuge, aus der, zwischen dem Glas und dem Focus in der Atmosphäre vorhandenen Feuermaterie, mittelst des durch das Glas scheinenden Lichtes, mithin aus zwei mit einander sehr verwandten Substanzen. Dasselbe scheint bei dem Brennpunct der Hohlspiegel statt zu finden; jedoch geschieht es hier durch ReflexionsLicht vor dem Spiegel, und daher mit weit grösserem Erfolg, als in dem vorhergehenden Fall.

So erksärt sich auch, warum man durch künstliches Feuer, mittelst zweier Hohlspiegel, in geringer Entfernung einander gegenüber, dieselbe Wirkung hervorbringen kann, wie durch Sonnenlicht; desgleichen, warum das Licht des Mondes und der Planeten dieses nicht vermöge. Diese Weltkörper nehmen in sich auf und behalten die Wärme, welche mit dem Licht von der Sonne ausströmt, oder, nach Anderer Meinung, durch das Licht von ihnen erzeugt wird. Unserer Erde senden sie bloss das Reflexionslicht, ohne Wärme.

So wären denn Substanzen, die aus mehr oder minder auf einander befindlichen Körpertheilchen bestehen, wegen ihrer vielfachen Oberflächen, die den Gang der Lichtstrahlen dirigiren und auf mannichfaltige Art brechen, dunkle oder undurchsichtige, und diejenigen, welche, auch bei der stärksten Dicke, keine Zwischenkörperchen von besonderer Form und Fläche haben, durchsichtige Körper. Dem zufolge sollte man fast glauben, dass die ganze sublunarische Körperwelt, in ihrer völlig reinen und unvermischten Natur, und bei Vereinigung bloss homogener Theile, völlig dem reinen Glas oder Krystall, ohne die geringste Farbe, gleich sehe; dass hingegen alle Körper, welche Farbe haben, wieder mit andern kleinen Körpern von heterogener Materie unter sich verbunden, dunkel und undurchsichtig seyn müssen, die dann, im Gegensatze der durchsichtigen, mit Ausnahme des Schwarzen, das Licht nicht verschlucken, sondern in der Richtung, in welcher es einfällt, reflectiren.

Spricht man sonach allen Körpern eine wirkliche, ihnen eigene Farbe ab, und wird doch durch das Licht bei den meisten Körpern Farbe wahrgenommen, so wäre noch zu erklären, wie die undurchsichtigen Körper, als Holz, Metalle, und überhaupt die meisten Mineralien, welche mit mehrern Stoffen vermischt sind, ein verschiedenes Ansehen von Farbe haben können?

Die Beantwortung dieser Frage setzt eine besondere FarbenHypothese voraus. Diese war längst eine würdige Aufgabe für den bewährten Scharfsinn so mancher grossen Männer, eines Newton, Euler, Lambert u. a., erst neuerlich noch eines Goethe. In der That eine schwere Aufgabe! Nur schüchtern wage ich es, in dieser Hinsicht einige Ideen, in Folge meiner Meinung von der Durchsichtigkeit der Körper, hier niederzulegen. Vielleicht dass sie einem Andern eine neue Ansicht bieten, für die weitere Verfolgung der Farbenlehre.

Dass das Licht die Hauptanregung oder der Urstoff der Farben sey, kann man für erwiesen annehmen; es mag nun als wirkliche Materie, oder, nach der Meinung Vieler, als freie Dehnkraft betrachtet werden. Täglich kann man sich überzeugen, dass die mannichfaltige Wirkung der Lichtstrahlen, die Reflexe und die Durchsichtigkeit der Körper, alle Erscheinungen der Farben hervorbringen. So die Erscheinung eines Regenbogens und anderer Meteore, so die sieben Hauptfarben in dem Durchfallen der Lichtstrahlen durch das Prisma, so endlich die wirkliche Erscheinung der Farben der Körper selbst.

Die zwei ersten Phänomene glaube ich hier nur im Allgemeinen, doch als Hauptansicht der Farben, angeben zu dürfen, da solche durch die Brechung der Lichtstrahlen nach bestimmten Gesetzen entstehen, und sich beide nach mathematischer Lehre zuverlässig erklären lassen. Wenn aber, wie ich glaube, in der ganzen Natur keine besondern Dinge existiren, die wir Farbe nennen können, und man doch, vermittelst des Lichtes, an den meisten Körpern, wie bei den oben angegebenen Erscheinungen, Farbe wahrnimmt, so wäre nur die Möglichkeit darzuthun, wie an den Körperformen eine ähnliche Farbe, wie bei den Luft- und prismatischen Erscheinungen, durch das Licht hervorgebracht werden könne.

Zieht man die Wirkung des Lichtes, besonders desjenigen der Sonne, in Betracht, so findet man, dass solches in mannichfaltigen Modificationen, und zwar:

1) directe mit Licht und Schatten, (optisch),

2) indirecte durch Reflex, bei undurchsichtigen Körpern (catoptrisch),

3) bei durchsichtigen Körpern, nach der Oberfläche, (dioptrisch) wirkt, und dass von diesen drei verschiedenen Beleuchtungsarten bald die eine allein, bald zwei, oft alle drei zusammen, bei einem und demselben Gegenstande statt finden können, je nachdem derselbe von einer oder mehrern Materien zusammengesetzt, geformt, und überhaupt körperlich oder physisch beschaffen ist.

Will man alle Wirkungen, welche durch die drei Beleuchtungsarten des Lichtes, ganz nach dem Effect eines Regenbogens und anderer Erscheinungen, in Hinsicht auf Farbe hervorgebracht werden können, sich körperlich denken; so stelle man sich dieselben als unendlich kleine Körpertheilchen vor, die als Atome in der ganzen mineralischen, vegetabilischen und animalischen Körperwelt vorhanden sind, und welche uns in verschiedenen Formen, bald mit dieser, bald mit jener Materie in harter, weicher, oder flüssiger Gestalt vermischt, in allen möglichen Nüancen von Farben erscheinen können. Bei grossen Körpern, bei welchen die ganzen Formen durch Licht und Schatten erkennbar werden, existirt zwar auch immer, neben dieser Totalbeleuchtung, zugleich die Vernehmbarkeit der Farben, und bloss bei allzuweit entfernten Gegenständen, z. B. bei dem Mond und andern Weltkörpern, nimmt man Licht und Schatten allein wahr.

Wie hier im Grossen die Formen der Körper dem Auge durch blosses Licht und Schatten kennbar sind, so scheint hingegen bei den allerkleinsten Körpern, deren Form wir auch bei dem stärksten Licht nicht mehr bloss mit unsern Sehorganen wahrnehmen können, die Beleuchtung ein blosses Spiel für die Form hervorzubringen. Dadurch wird uns dann nur der Effect des Lichtes zur Hauptsache; eine Erscheinung, die wir bei gleichartigen Körperchen oder Atomen, Hauptfarben, bei vermengten, vermischte Farben nennen [a]).

Werden Farben als Atome oder unendlich kleine Körperchen angenommen, welches man theoretisch zum Theil durch die verschiedene Erscheinung des Lichtes und Reflexes, zum Theil aus der Erfahrung, durch die Veränderungen der Thonarten im Feuer, durch Saturirung des Quecksilbers mit mehr oder minder Sauerstoffgas, und selbst durch die Erkennung der Farben von Blinden mittelst blosser Berührung, beinahe erweisen könnte; nimmt man zu diesem Zweck Licht und Schatten, die Reflexion und Brechung des Lichtes bei durchsichtigen Körpern, als die Hauptquelle der Farben an; — so müssen nothwendig die Theilchen der weissen Farbe alle cubisch, die Theilchen der schwarzen alle in mehrfachen drei- oder vierseitigen pyramidalförmigen Sternchen zusammenhängen. Nur bei diesen Formen kann durch Cubos das Weisse, das reine und vollkommene Reflexionslicht erhalten; nur bei ihnen kann, durch die pyramidalischen Formen, die grösste Dunkelheit der Schatten gedacht werden; denn hier findet gar kein Reflexionslicht statt, und alles Licht muss in den PyramidalFörmchen, wo es nicht reflectirt werden kann, stecken bleiben.

Dass diese beiden FarbenAtomen, welche vermöge ihrer Erscheinung gar keines andern Effectes als desjenigen des Lichtes und Schattens bedürfen, und daher auch die Grundfarben von allen übrigen genannt werden können, so reflectiren und verschlucken, ist eine sehr alte und gemeine Erfahrung bei der Kleidung. Wir finden im Sommer die weissen Kleider kühler, hingegen die schwarzen, bei gleichem Grade der Wärme, weit wärmer als jene [b]).

Nimmt man bei der weissen Farbe die cubischen Körperchen an, welche sich genau aneinander schliessen, und daher eine geschlossene Oberfläche bilden, die alle Lichtstrahlen ganz rein von sich reflectirt,

a) Manche Menschen können Farben von einander nicht unterscheiden, sie bemerken jeden Unterschied nur durch mehr oder minder Dunkel. Sollte nicht diese Eigenschaft dem Besitz eines ausnehmend guten Sehorgans zuzuschreiben seyn, statt dass man sie als Folge eines geschwächten, oder fehlerhaften Auges zu betrachten pflegt? Solche Augen nehmen vielleicht noch die Form wahr, wo andern die Gestalt verschwindet, und die Beleuchtung der Theilchen als Farbe und Hauptsache erscheint.

b) Man vergl. Hrn. C. W. Böckmanns Versuche über das Erwärmen verschiedener Körper in den Sonnenstrahlen. Carlsr. 1811. 8. Man findet darin die Erwärmungsfähigkeit von 130 verschiedenen Materien, in dem natürlichen, geschwärzten, und weissen Zustande, nach etlichen hundert Versuchen.

so lässt sich Lamberts Erfahrung schön erklären, dass die verschiedenen, nach der Ordnung auf eine Scheibe gesetzten Farben, wenn diese schnell herumgedreht wird, alle zusammen weiss, wie die kubischen Farbentheilchen, erscheinen. Hier werden die Unebenheiten der neben einander gesetzten Farben durch das schnelle Herumdrehen, jeden Augenblick durch eine andere Erhöhung, durch andere Unebenheiten ersetzt. Dadurch entsteht eine ganz dicht zusammen geschlossene, ebene Fläche, von welcher Lichtstrahl an Lichtstrahl, gleich einer ebenen Fläche, in allen Richtungen auf uns reflectirt werden kann. Dagegen widerlegt dieser Versuch, nach meiner Theorie, Lamberts Hypothese, dass die weisse Farbe eine Mischung von allen Farben sey.

So schön und so wichtig es wäre, in der ganzen Natur alle Formen der Farben bestimmen zu können, um hie und da aus der Farbe auf Eigenschaften der Körper, auf Zusammenhang, Auflösbarkeit u. s. w, schliessen zu können, so scheint es mir doch schwierig, dieselben durch blosses Räsonnement ausfindig machen zu wollen. Ich habe meine Ideen vorgetragen, über weisse und schwarze FarbenAtome, so wie über gänzliche Zernichtung derselben bei Fabricirung des Krystallglases, wo alle Ursachen der Farben durch das Aneinanderschmelzen der Körperchen gehoben werden, und also immer die Oberfläche der ganzen Masse das ist, was vorher jedes einzelne Theilchen der so unendlich vielen Körperchen gewesen war. Noch will ich einen Versuch wagen, auch für die übrigen Hauptfarben wahrscheinliche Formen anzugeben.

Nach der weissen Farbe, ist die gelbe, die zunächst an sie grenzende. Gelb scheint mir bloss aus unendlich kleinen Oktaëdern oder Dodekaëdern zu bestehen, weil diese Formen das Licht von einer Fläche ganz, und von den andern wieder mannichfaltig gebrochen in der Art aufnehmen, und wieder reflectiren können, dass der Effect des Gelben hervorkommen muss. Roth, welche Farbe auch das Blut hat, könnte vielleicht aus lauter runden Kügelchen bestehen, weil diese nur einen Lichtstrahl reflectiren, und die andern in mannichfaltigen Richtungen wieder auf- und auseinander zurückgeworfen und reflectirt werden, auch zwischen dieser Form beinahe gar keine Schlagschättchen existiren können.

Blau, als die zunächst an die schwarze grenzende Farbe, sollte nach meinem Dafürhalten aus lauter kleinen, niederen, runden oder vieleckigen Sternchen oder Kegelchen (coni) bestehen, da diese einen kleinen Streifen von Licht nebst einer weitern schwachen Beleuchtung reflectiren. Endlich könnte Grün als die gewöhnliche Farbe der Pflanzen, aus lauter concaven oder auch, weil sie keine eigentliche Farbe ausmacht, sondern von Blau und Gelb zusammengesetzt werden kann, auch aus diesen beiden Farbentheilchen concavartig geformt seyn; denn die Farben der Pflanzen müssen, vermöge der Cohäsion, den Saft bei den Fibern, durch welche sich der Wachsthum derselben fortpflanzt, anziehen und erhöhen.

Dieses scheinen mir die Hauptbestandformen der Farben zu seyn. Aus ihnen lässt sich leicht entnehmen, dass die gemischten Farben, z. B. violet, orangegelb, u. s. w. aus zwei oder drei einzelnen Farbenkörperchen, das Graue aber aus dem Gemisch aller Farbentheilchen bestehen müssen, wie aus der Vermischung und Zerstörung der Körper, bei Asche, aus den Farben unserer Strassen, u. d. m. erhellet.

Die Wahrscheinlichkeit der angegebenen Farbenkörperchen noch mehr zu bestätigen, lassen sich durch sie manche Erfahrungen und Eigenschaften der Farben auf eine angenehme und befriedigende Art erklären.

Aus diesen Formen lässt sich z. B. begreifen, dass

a) die dunkeln oder starken Farben, als: gelb, roth, blau, u. s. w., jedoch mit Ausnahme der weissen Farbe, durch vieles Reiben oder Abschleifen gewöhnlich heller werden, weil die Formen derselben leicht beschädigt und abgeschliffen werden können;

b) dass die Mineral- oder CorpusFarben dauerhafter und weniger veränderlich seyn müssen, als die SaftFarben, wegen ihrer körperlichen Consistenz, da die Atomen der SaftFarben oft bloss durch Cohäsion diese oder jene Formen bilden, welche sich dann verändern, wenn die Säfte verfliegen;

c) dass die ReflexionsBilder der Farben, auf helle oder polirte Körper denselben Effect hervorbringen, wie die OriginalFarben, weil hier der Reflex der Farben als das wirkliche Bild der FarbenKörperchen eintritt;

d) dass sich die meisten Pflanzen, besonders die Blätter der Bäume, von dem schönsten Grün an, bei ihrem Absterben in gelb, roth, braun, und endlich schwärzlich verwandeln, wo die reine concave Form sehr leicht, bei Entfliehung der Säfte, oktaëdrisch, und dann, bei weiterer Auflösung, rund oder pyramidalförmig, als die Formen für die angegebene Farbe, gedacht werden kann;

e) dass die CorpusFarben, mit Wasser angerieben, zu dem Mahlen viel schöner und besser für die Erhaltung der Farben sind, als Oel und Firniss, weil das Wasser von denselben wieder rein abgeht, das Oel hingegen an den Farbentheilchen hängen bleibt, und desshalb die Gestalten der Farbentheilchen, besonders im Alter, verändert;

f) dass grüne Farbe, bei Fackel- oder anderem künstlichem Licht, bläulich erscheinen muss, weil solches nicht stark genug ist, um die concaven Farbentheilchen in aller Richtung gehörig zu erleuchten;

g) dass bei der grünen Farbe die blauen Farbentheilchen, vielleicht wegen ihrer unverbindbaren Formgestalten, leicht verschwinden, und die gelbe Farbe allein zurücklassen;

h) dass die dunkleren Farben, wegen ihrer erhöhteren Formen, weit leichter, als die helleren, die Wärme aufnehmen; dass endlich

i) die Luftsäure und überhaupt alle Stoffe, welche vermögen, die Atomen der Farben anzugreifen, oder sich mit ihnen zu verbinden, fähig sind die Farben zu verwandeln.

Die Theorie der Farben schien mir bis jetzt noch nicht befriedigend dargestellt zu seyn, und ich glaube hoffen zu dürfen, dass meine Vorstellungsart dem Künstler, bei weiterer Entwickelung und in der Anwendung, manchen Aufschluss und Vortheil gewähren werde. — Sollte die Optik vollständiger vorgetragen werden, so wäre noch zu handeln von der Geschwindigkeit, mit welcher das Licht sich fortpflanzt, von der Refraction und Brechung der Lichtstrahlen in flüssigen Körpern, u. s. w. Allein für den plastischen Künstler hat es kein practisches Moment, dass z. B. die Lichtstrahlen der Sonne etwas über 8 Minuten Zeit brauchen, um die Entfernung von der Sonne bis zu der Erde zu durchlaufen, dass die Morgen- und Abenddämmerung ihren Grund habe in der Refraction des Lichtes, oder in etwas Anderem, u. d. m. Nur an die Wirkungen des Lichtes hat der Künstler sich zu halten. Daher gehört die Dioptrik, die

Lehre von der Brechung der Lichtstrahlen, wenn sie durch durchsichtige Körper gehen, nicht hieher, die Katoptrik aber nur so weit, als sie das Reflexionslicht dem bildenden Künstler erklärt. So viel also von der Optik überhaupt, und von der FarbenTheorie insbesondere. Ausserdem dienen noch dem Künstler, in Beziehung auf Licht und Schatten, folgende optische

LEHRSÄTZE.

§. 1. Das Licht breitet sich von dem leuchtenden Körper excentrisch und geradlinig nach allen Richtungen aus. Doch können die Lichtstrahlen der Sonne und des Mondes, wegen der grossen Entfernung dieser Himmelskörper von der Erde, in Beziehung auf die bildlichen Gegenstände der Erde, unter sich als parallel angenommen werden.

§. 2. Das Licht nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen, das heisst, wenn ein Körper zwei oder dreimal weiter als ein anderer von einem Licht entfernt ist, so ist er $2 + 2 = 4$ und $3 + 3 = 9$mal schwächer als jener beleuchtet.

§. 3. Das stärkere Licht dämpft oder macht das schwächere nicht wahrnehmbar. Dieses sieht man sehr gut an der Beleuchtung des Mondes und der Sterne. Sie sind bei Tage eben so gut als bei Nacht beleuchtet, oder selbst leuchtend, und können dennoch bei Tage mit blossen Augen nicht gesehen werden.

§. 4. Je senkrechter das Licht auf einen Körper fällt, desto stärker beleuchtet es denselben; und umgekehrt.

§. 5. Zwei Lichter, in verschiedener Richtung, machen zwar einen Gegenstand heller, aber nicht bestimmter durch Licht und Schatten. Ein Licht stört das andere, und der Körper wird darum weniger kennbar.

§. 6. Zwei oder mehr Lichter, in verschiedener Richtung, vervielfältigen ihr Licht und ihren Schatten. In solchen Fällen wird daher die gänzliche Beraubung des Lichtes unterschieden von allen Lichtern, durch ganze oder KernSchatten. Hingegen da, wo ein Licht den Schatten des andern wieder erhellet, entstehen Halb-, Viertels- u. s. w. Schatten.

§. 7. Wo das Licht gänzlich fehlt, ist Nacht oder Finsterniss.

§. 8. Wo das Licht vorhanden ist, und Körper doch nicht von demselben beleuchtet werden können, ist Schatten.

§. 9. Da, nach §. 3, das stärkere Licht das schwächere nicht wahrnehmbar macht, so kann der Reflex, als das schwächere Licht, nur im Schatten statt finden, sofern er nicht rechtwinklicher, als das wirkliche Licht, von einem helleren oder polirten Körper zurückgehend, einfällt. Hingegen kann, unter gleichem Winkel, das ReflexionsLicht nie so hell beleuchten, als das wirkliche Licht.

§. 10. Wo das Licht am stärksten auffällt, ist auch der dadurch entstehende Schatten am stärksten. Denn ihm steht das Licht am geradesten entgegen, und desswegen kann kein Reflex in denselben fallen.

§. 11. Bei jeder Beleuchtung lässt sich die Grenze von Licht und Schatten ganz genau durch eine Linie bezeichnen. Diese Grenzlinie bildet sodann die Gestalt des Schlagschattens.

§. 12. Um die Grenze des Lichtes und Schattens, mit der Gestalt des Schlagschattens, gehörig bestimmen zu können, muss der Winkel für die Höhe, und eben so der Stand des Lichtes, in horizontaler Lage mit dem Object, genau bekannt seyn.

§. 13. Wenn das Licht unter einem Winkel von 45° auf eine Fläche fällt, so ist der Schatten, welcher von einer geraden senkrecht auf ihr stehenden Linie geworfen wird, so lang, wie die Linie, die ihn wirft. Ist hingegen der Winkel des einfallenden Lichtes grösser, oder kleiner, so ändert sich auch der Schatten. Bei 90 Grad verschwindet er ganz, und bei 0 Grad ist er unendlich lang. Hieraus folgt, dass der Schatten einer parallelen Linie, oder Fläche, mit der Fläche, worauf der Schatten geworfen wird, der Linie oder Fläche, welche solchen wirft, gleich und parallel ist.

§. 14. Für die Bestimmung der zu beleuchtenden Gegenstände, kommt zwar vorzüglich die Lage des Lichtes in Betrachtung, da jedoch das Licht von jedem Körper, aus unserem Gesichtspunct wahrgenommen werden muss, so ist auch unser Standpunct zu berücksichtigen.

§. 15. Wenn das Licht oder der Leuchtkörper kleiner ist, als das Object, welches er bescheint, so fällt der Schatten von dem Object aus divergirend, und umgekehrt convergirend (wie bei Sonnen- und Mondfinsternissen), hingegen bei einer gleichen Grösse geht er parallel.

§. 16. Bei einem Licht fallen niemals Schatten sichtbar auf Schatten. Wohl wird dann das ReflexionsLicht sichtbar, und dieses wird dann, gerade umgekehrt, diejenigen Stellen scheinbar heller machen, welche von einer einfachen Schattenwerfung am dunkelsten geworden wären.

§. 17. Der Schlagschatten ist immer stärker, als die an das Object, von dem er fällt, angrenzende Schattenseite, weil diese dem Licht entgegensteht, und daher Reflex erhalten kann.

§. 18. Der Winkel des reflectirten Lichtstrahls, ist immer gleich dem Winkel des einfallenden Lichtstrahls.

§. 19. Ein im Schatten liegender Gegenstand, kann, bei einer gleichen Localfarbe, niemals so hell erscheinen, als ein Object im Licht.

§. 20. Das ReflexionsLicht kann betrachtet werden wie das Bild in einem Spiegel. Wenn die Fläche, von der es ausgeht, mehr oder minder polirt ist, oder ihr ein stärkeres oder schwächeres Licht entgegensteht, so beleuchtet dasselbe mehr oder minder.

§. 21. Licht und Schatten sind, in der Nähe, dem Auge kennbarer, als in der Ferne. Dort decken die Licht- oder Dunsttheilchen, als Zwischenkörper, die Gegenstände weniger als hier. Daher die LuftPerspectiv, wie in der Einleitung bemerkt worden ist.

§. 22. Dasselbe gilt von den Farben. Denn einzig von dem Licht hängt ihre Erkennbarkeit ab. Ja sie werden oft sogar verändert, durch die zwischen ihnen und dem Auge schwebenden Luft- und Dunsttheilchen. Ganz verschieden ist daher die Farbe entfernter Gebirge, am Morgen, Mittag und Abend.

§. 23. Das Fackel- oder Flammenlicht verhält sich wie das Sonnenlicht, aber es ist weniger fein. Daher vermag es auch die Farbentheilchen weniger zu beleuchten; und desshalb erscheinen Farben im FackelLicht oft ganz anders, als im Sonnenlicht.

§. 24. Die Lichtflamme einer Fackel erscheint in der Ferne grösser als sie ist, weil die sie zunächst umgebende Atmosphäre so stark von ihr beleuchtet wird, dass man sie scheinbar mit ihr vereinigt sieht.

ERSTES KAPITEL.

ÜBER DEN GANG DER SONNE,

IN HINSICHT AUF LICHT UND SCHATTEN, UND ÜBER BELEUCHTUNG ÜBERHAUPT.

Erklärung. Ohne das Universum, und mit diesem die beständige Umdrehung der Erde um ihre Achse, in Betrachtung zu ziehen, ist es hinlänglich, wenn der plastische Künstler für die Lehre von Licht und Schatten annimmt, dass die Sonne in Osten auf-, in Westen untergehe, und dass sie sich auf diese Weise alle 24 Stunden um die Erde bewege. Den scheinbaren Kreis, die Peripherie ihres Laufes, kann man daher eintheilen in 24 gleiche Theile. Ein solcher Theil bezeichnet den Sonnenlauf von einer Stunde, und zwölf derselben die Tages- oder Nachtlänge. Inzwischen bewegt sich bei uns die Sonne in dem Herbst jeden Tag scheinbar etwas weiter gegen Süden, in dem Frühjahr wieder von dort zurück, gegen uns. Daher hommt es, dass in dem Sommer, wenn die Sonne Mittags am nächsten bei unserm Zenith steht, die Tage länger, in dem Winter, wenn die Sonne am weitesten von unserm Zenith entfernt ist, kürzer als 12 Stunden sind. Zu der Zeit dieser beiden Extreme, verweilt die Sonne am längsten, oder kürzesten, über unserm Horizont, und nur in der Mitte zwischen beiden Extremen, in der Zeit des Aequinoctiums kann die Tages- und Nachtlänge gleich seyn.

Nur einer gehörigen Vorstellung von dem Gang der Sonne überhaupt, bedarf der Künstler, um alle Aufgaben von Licht und Schatten mathematisch richtig lösen zu können. Er nehme bloss an, dass sich die Sonne alle 24 Stunden einmal um die Erde bewege; dass sie, ihre uns sichtbare Laufbahn, im Durchschnitt in 12 Stunden über dem Horizont, in andern 12 Stunden aber, den unter demselben gelegenen Halbkreis durchlaufe. Für genauere Bestimmung dieser Laufbahn ist noch zu merken, dass die beiden Scheidepuncte der Sonne an unserm Horizont, SonnenAufgang und SonnenUntergang, hingegen der Punct, wo uns die Sonne bei Tage am höchsten ist, Mittag, der entgegengesetzte Punct Mitternacht sey, weil diese beiden letzten Puncte den Kreislauf der Sonne in zwei gleiche Theile theilen.

Zu gehöriger Uebersicht dieses Laufs der Sonne, betrachte man *Fig. I. Tab. VII.* Hier ist in *a* die Erde als ein Punct, der Umlauf der Sonne, als ein Kreis angenommen, dessen Mittelpunct *a*, und dessen Durchmesser *b c* ist. Der Durchmesser kann hier von willkührlicher Grösse gedacht werden; denn die Entfernung der Sonne kann man sich immer proportionirt denken mit dem Durchmesser der Erde, diesen hier als Punct angenommen. Wohnten wir auf der Erde *a*, so dass uns bei der Tages- und Nachtgleiche die Sonne in *N* auf-, und bei *S* untergienge, und dass uns dieselbe am Mittage am Zenith bei *b* stünde; so würde sie Morgens um 6 Uhr bei *N* aufgehen, in ihrem Kreislauf die gleichen Theile von 6 bis 7, von 7 bis 8

u. s. w. bis Mittag 12 Uhr durchlaufen, und Nachmittags bis Abends 6 Uhr wieder umgekehrt in gleich grossen Bogentheilen herabsteigen, und bei *S* untergehen.

Anmerkung. Bei dieser Erklärung wird angenommen, dass wir unter dem Aequator wohnen, dessen Puncte allesammt 90 Grade von den Polen abstehen. Man sieht, dass zwar die Sonne in ihrer Laufbahn jede Stunde, eine gleiche Distanz im Cirkel durchlauft, dass aber die Perpendikularhöhe, welche, nach §. 12, für die Bestimmung des wahren Lichtes und Schattens nöthig ist, bei dem Aufsteigen der Sonne von 6 bis 12 so steigt, dass solche von 7 bis 8 weniger, als von 6 bis 7, und von 8 bis 9 weniger, als von 7 bis 8, und so in jeder folgenden Stunde weniger, als in der vorhergehenden, steigt, wie aus den Höhen $a\ 7'$, $7'\ 8'$, $8'\ 9'$, u. s. w. anschaulich ist; dass sich aber umgekehrt, die Sonne von 11 bis 12 mehr unserm Zenith (um $a\ q$) als von 6 bis 7 Uhr (um $6\ p$) in horizontaler Richtung genähert hat.

Erste Aufgabe. *Fig. I. Tab. VII.*

Von jeder Stunde des Tages die wahre Höhe, und den horizontalen Abstand der Sonne von uns, bei jeder beliebigen Polhöhe, zur Zeit der Tages- und Nachtgleiche zu finden.

Auflösung. Wenn wir, statt (wie oben angenommen ward) unter dem Aequator, wo die Polhöhe null ist, und die Sonne am Mittag zuweilen bis in unser Zenith steigt [a]), und perpendikular über uns zu stehen kommt, in einer andern Weltgegend wohnen, wo *HZ* der Horizont, und der Winkel *H a N* die Polhöhe, hier = 45 Grade, wäre; so steigt die Sonne nicht mehr am Mittag in unser nunmehriges Zenith *r*, sondern sie würde, nach dem bemerkten geometrischen Grund- und Aufriss, von dem Horizont aus nur bis zur Höhe von *h* bis *b* steigen, und statt perpendikular über uns zu stehen, in einer horizontalen Weite von *a* bis *h* von uns seitwärts entfernt seyn. Um aber nach dieser Polhöhe jede Höhe von den halben Tagstunden auf den Kreislauf der Sonne zu bestimmen, muss die wirkliche Distanz der Sonne, von einer Stunde zu der andern, parallel mit der Linie *N S*, auf der Peripherie des Sonnenlaufs, die hier vermöge der geometrischen ZeichnungsLehre (Th. I, Heft 1, *Fig. XVII. Tab. II.*) in dem Aufriss als die gerade Linie *b c*, in dem Grundriss aber als die Ellipse $b^2\ f\ c^2\ g$ erscheint, gezogen werden. Will man nun noch weiter den horizontalen Abstand der Sonne, von unserm Standpunct aus, für jede Stunde wissen; so muss man, wie in dem Aufriss angezeigt ist, die Standpuncte $a\ 7'$, $8'$, $9'$, $10'$, $11'$, 12, welche in den Grundriss gebracht, auch zugleich die horizontale Lage der Sonne angeben, parallel mit *H Z*, bis auf die Peripherie $6'''$, $7'''$, $8'''$, $9'''$, $10'''$, $11'''$, 12 ziehen. Durch diese Puncte erhält man zugleich die wirkliche geometrische Höhe, von einer Stunde zu der andern, an der Peripherie des Sonnenlaufs, als von wo aus man sich die Lichtstrahlen zur Beleuchtung fortgepflanzt denken muss.

Erste Anmerkung. Will man noch ferner den Schatten wissen, welcher in verschiedenen Stunden fällt; so darf man sich an den Punct *a* nur einen eingebildeten Körper *A*, von beliebiger Grösse, denken, und von den Stundenpuncten $6'''$, $7'''$, $8'''$, $9'''$, $10'''$, $11'''$, 12 verlängerte Lichtstrahlen auf eine willkührlich mit *H Z* parallel gezogene Bodenlinie *B D* ziehen. In diesem Fall wäre die

a) Den Bewohnern des Aequators und der TropenLänder, kommt die Sonne zweimal in dem Jahr gerade in das Zenith.

Schattenlänge von dem Körper A, am frühen Morgen 6 Uhr, bei SonnenAufgang unendlich, hingegen um 7 Uhr erhielt er die bestimmte Länge von y 7, um 8 Uhr die Länge von y 8, u. s. w., bis er endlich um Mittag die kürzeste Länge von y 12 erhielt, und sich so Nachmittags wieder in gleichem Verhältniss verlängerte.

Zweite Anmerkung. In dem Grundriss kann dieselbe Länge von dem Schatten gefunden werden, wenn von der im Aufriss bemerkten Länge des Schattens von 12 Uhr eine PerpendikularLinie, auf die Linie $M\ T$ gezogen, und von den StundenPuncten 7'', 8'', 9'', 10'', 11'', 12'' die Lichtstrahlen auf die Grenzpuncte des Körpers, bis auf dieselben verlängert werden. Da, nach §. 1, die Lichtstrahlen der Sonne unter sich als parallel anzunehmen sind, so hätte z. B. in diesem Fall der Schatten des Körpers A auf dem Boden, Morgens um 7 Uhr die Gestalt von y, x, 7, z, z^2, um 12 Uhr die Form von y, w, 12, a^2.

Zusatz. Da in dem Grundriss auf der Ellipse b^2, c^2, f, g, die horizontalen Ansichten der Stundenweiten 6'' 7'', 7'' 8'' u. s. w., sehr schwer durch die blosse Abtragung der in dem Grundriss liegenden Linie $b\ c$, wegen der spitzen Winkel zu bestimmen sind; so können solche auch dadurch abgemessen werden, dass man, wie in dem Aufriss bezeichnet ist, die wirkliche Länge der Sehne, von dem Lauf der Sonne binnen einer Stunde 6 7, 7 8, 8 9, u. s. w., z. B. in die erscheinende Perpendikular-Höhe bei 8''' einsetzt, und mit dieser Länge auf die Horizontallinie vor 7, 7''' herumkreuzt. Dann ist $m\ n$ die wirklich erscheinende HorizontalLänge von dem Lauf der Sonne, von 7'' bis 8'', im Grundriss. Auf gleiche Weise lassen sich durch solche Dreiecke, bei welchen von allen Stunden der rechte Winkel, die perpendikular erscheinende Höhe der Sonne von einer Stunde, und die wirkliche Länge von dem Stundenlauf, u. s. w., bekannt ist, (vermöge welcher bekannten Linie, sich die dritte fehlende horizontal erscheinende Seite $m\ n$ des Dreiecks finden lässt), alle übrigen in Grundriss gelegten Stundenlängen finden, oder auch die Fehler, welche man etwa durch blosse Abtragung der Stunden von der Linie $b\ c$ begangen hat, berichtigen.

Dritte Anmerkung. Durch die hier in Grund- und Aufriss verzeichneten Lichtstrahlen der Sonne, und durch den fallenden Schatten, sieht man, dass zu gehöriger Beleuchtung eines Objectes, nach §. 12, die wirkliche Höhe und die horizontale Lage der Sonne bekannt seyn müsse, und dass sich zwar durch die erste Annahme, die Länge, durch die zweite aber, die Direction des Schattens bestimmen lasse.

Zweite Aufgabe. *Fig. II. Tab. VII.*

Die Länge und Form des Schattens von dem cubischen Körper B, bei verschiedener Sonnenhöhe und gleicher horizontaler Richtung des Lichtes, zu finden.

Auflösung. Wenn, wie der Aufriss anzeigt, der Körper B von a aus durch die Sonne beleuchtet wird, so ist der Schatten des Körpers unendlich. Hingegen wenn die Sonne von a nach b steigt, so ist von da aus auf dem Boden die Schattenlänge $f^2\ b^2$, und in c, $f^2\ c^2$, u. s. w., bis endlich, wenn die Sonne bis f steigt, und perpendikular über dem Körper steht, der Schatten verschwindet und null wird.

Erste Anmerkung. Da in dieser Aufgabe die Sonne in ihrer horizontalen Lage in gleicher Richtung mit dem Körper geblieben ist, so konnte sich der Schatten bloss seiner Länge, aber nicht seiner Richtung nach verändern.

Zweite Anmerkung. Nach diesen Aufgaben werden die Körper unter dem Aequator beleuchtet und schattirt, weil dort bei der Tages- und Nachtgleiche die Sonne rechtwinklich mit der Erdachse auf- und untergeht, und die Sonne daher, wie in dem Grundriss, durch die veränderte perpendikularen Sonnenpuncte a^3, b^3, c^3, d^3, e^3, (ZeichnungsLehre, *Fig. II. Tab. I.*) bemerkt ist, in immer gleicher horizontaler Richtung mit dem Körper bleibt.

Dritte Anmerkung. Wenn man sich bei dieser Aufgabe in jedem Punct a, b, c, d, e, f, ein Licht denkt; so werfen diese Lichter, nach §. 6, mehrere über einander fallende Schatten, wovon ein Licht den Schatten des andern wieder etwas erleuchtet, und am Ende einen Kernschatten, wo kein Licht einfallen kann, wie hier in f^2 e^2 c^2, zurücklässt.

Dritte Aufgabe. *Fig. III. Tab. VII.*

Den bei gleicher Sonnenhöhe, unter verschiedenen horizontalen Winkeln, fallenden Schatten von dem cubischen Körper C zu bestimmen.

Auflösung. Wenn, wie hier angenommen worden ist, die Sonne in horizontaler Lage in der Richtung mit dem Körper C bei a steht, und dieselbe ihrer perpendikularen Höhe nach, bei a^2 auf den Körper scheint; so wirft derselbe, wie in vorhergehender Figur, in dem Grundriss, den Schatten d^3 a^3 a^3 von sich. Bewegt sich hingegen die Sonne in gleicher Höhe, in horizontaler Richtung, von a nach b; so verändert sich der Schlagschatten, er erhält die Gestalt von $d^3 b^3 b^3 b^3$. Auf ähnliche Art kann der Schatten von dem Sonnenlicht bei c, u. s. w., gefunden werden.

Erste Anmerkung. Wenn die Sonne in d steht, so ist der Schlagschatten dem von der Sonne fallenden Schatten a ähnlich, weil in diesen beiden Lagen das Licht rechtwinklich auf eine Seite des Körpers geht. In jeder andern horizontalen Richtung des Lichtes, bleiben sich jedoch alle äussern Umfassungslinien des Schattens gleich; und diese gleichen dann wieder der, mit ihnen parallel gehenden horizontalen Umfassungslinie des Körpers. Die Länge der perpendikular fallenden Schattenlinie hingegen, hängt, nach *Fig. II*, von der Sonnenhöhe ab, und wird länger und kürzer, je nachdem die Sonne höher oder niedriger steht.

Zweite Anmerkung. Wenn man sich bei dieser Aufgabe das einfallende Licht unter der Hypothenuse des Triangels a^2 a^3 d^3 einfallend denkt; so darf man sich diesen Triangel nur (nach *Fig. XVIII.* der ZeichnungsLehre) bewegt vorstellen, um in jeder Richtung desselben den fallenden Lichtstrahl, oder die hier fingirten Hypothenusen a^2 d^3, b^2 d^3, c^2 d^3, zu bestimmen.

Diese Aufgaben und Bemerkungen enthalten die vorzüglichsten Begriffe von dem Sonnengang, und dem hievon abhängigen Licht und Schatten. Mit weniger Abänderung, lassen sie sich anwenden auf die künstliche Beleuchtung der Fackellichter. Es ist leicht darzuthun, dass bei mehreren, verschieden angebrachten Lichtern (die man sich in *Fig. III*, bei den Puncten a^2, b^2, c^2, d^2, wie bei vorhergehender Figur Anmerkung *III*, denken kann) jedes Licht, einzeln genommen, einen besondern Schatten werfe, und dass sodann ein Licht den Schatten des andern Lichtes wieder beleuchte, dass jedoch bei dem künstlichen Licht, die Lichtstrahlen nicht parallel, sondern excentrisch gehen.

Es folgt nun die Anwendung dieser Aufgaben, von der mannichfaltigen Wirkung des Lichtes und Schattens, auf die Körper selbst.

ZWEITES KAPITEL.

VON DER BELEUCHTUNG UND SCHATTIRUNG DER KÖRPER.

Erklärung. Einen, auf einer Fläche durch Umrisse gezeichneten Körper beleuchten und schattiren, heisst, in dem Sinn des Künstlers, demselben durch Farben ein solches Licht, und einen solchen Schatten geben, dass seine Theile, sie mögen aus noch so mancherlei Formen und Farben bestehen, durch den Contrast derselben kennbar werden, so dass das Bild ganz der natürlichen Erscheinung des vorzustellenden Objectes ähnlich scheint. Das Licht mag daher von der Sonne, von dem Mond, oder auch von einem künstlichen Licht, herrühren; so müssen alle in obigen §§. angegebenen Bedingungen des Lichtes dabei berücksichtigt werden. Da Licht und Schatten, nach der in der Einleitung entwickelten Farbentheorie, besonders bei hellfarbigen Körpern, durch hell und dunkel auszudrücken sind; so kann man die Form dieser Körper, schon durch diese beiden FarbenContraste kennbar machen. Sind hingegen die Körper von farbiger Substanz, so müssen die Abstufungen der durch das Licht und den Schatten auf diese Farbe weiter bewirkten Töne, mit in Anschlag gebracht werden.

Erste Aufgabe. *Fig. IV. Tab. VIII* [a]).

Die Beleuchtung, nebst den von einer viereckigen Platte, auf einen andern viereckigen Körper fallenden Schatten zu bestimmen.

Auflösung. Wenn, nach dem vorhergehenden Kapitel (*Fig. I* und *II*, *Tab. VII.*), das einfallende Sonnenlicht, seiner Höhe und horizontalen Richtung nach, bei dieser Aufgabe im Grund- und Aufriss nach *S* einfällt; so fallen, nach §. 1, unter diesen Winkeln alle Lichtstrahlen parallel auf die Körper, und zwar im Grund- und Aufriss schief. Das Licht des Körpers ist daher etwas geschwächt. Es ist ein Halblicht,

a) Da diese und die fünf folgenden Figuren nur den halben Grundriss, oder vielmehr nur die vordere Ansicht, welche sich auf der perpendikularen Zeichnungsfläche abbildet, für die gehörige Verzeichnung der Aufrisse bedürfen, so sind solche, zu Ersparung des Raums, auch nur halb verzeichnet, und es ist der an die Wand fallende Schatten auch nur von der Hälfte der Figur angenommen worden.

weil hier das beleuchtende Licht, in horizontaler und perpendikularer Richtung, zwischen Null und 90° auf den Körper fällt.

Da, nach §. 11, diejenigen Linien, welche das Licht und die Schattenseite eines Körpers trennen, die Form des Schlagschattens angeben, und in dieser Aufgabe die untere und obere Kante der Platte *a c* und *c e*, wie auch $e\,e^3$, nebst der Perpendikularhöhe des untern Körpers $d^2\,d^2$, mit der Dicke der Platte *e e*, die ScheidungsLinien sind, die den Schlagschatten auf den untern Körper und an die hintere Wand werfen; so muss man im Grundriss mehrere Durchschnitte, wie hier $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, d^3, und $e\,e^2$, parallel mit dem einfallenden Sonnenlicht *S*, von den vordern, schattenwerfenden Kanten, auf die hintere, dem einfallenden Licht entgegengesetzten Körperflächen und die hintere Wand, als Lichtstrahlen ziehen. Bringt man nun diese Lichtstrahlen auf die schattenwerfende Kante, und eben so die Strahlen, welche bei c^2 und d^2 auf den untern Körper, und bei d^3 und e^2 an die Wand fallen, von dem Grundriss in Aufriss; so kann durch die parallel mit dem einfallenden Sonnenlicht *S* gezogenen Lichtstrahlen $c\,c^2$, $d\,d^2\,d^3$, $e\,e^2$ und $e\,e^2$, der Contur $e\,e^2$, $e\,d^3$ und $d^3\,d^3$ des Schattens, vermöge jener in Aufriss gebracht, und durch die von der Höhe des Lichtes parallel gezogenen Lichtstrahlen bestimmt werden.

Erste Anmerkung. Da, nach §. 21, das Licht in der Nähe vernehmbarer ist, als in der Ferne, so muss für die optische Täuschung, die sich hier darstellende Vorderfläche des obern Körpers etwas heller, als die des untern, gemacht werden.

Zweite Anmerkung. Der Schlagschatten ist in dieser Figur auf dem Körper parallel mit demjenigen auf der hintern Wand, weil die sichtbaren Flächen der Körper parallel mit der hintern Wand gehen. — Nach §. 21 sollte zwar der hintere Schatten an der Wand schwächer, als der weiter vorwärts am Körper gelegene, seyn, allein bei dieser geringen Entfernung, wo der vordere Schatten, wegen des Vorspringens des obern Körpers, dem Reflexionslicht mehr ausgesetzt ist, leidet dieses Gesetz eine Modification.

Zweite Aufgabe. *Fig. V. Tab. VIII.*

Den Effect des Lichtes, mit dem von einem viereckigen auf einen achteckigen Körper fallenden Schatten, zu bestimmen.

Auflösung. Das Licht, welches im Grund- und Aufriss nach den Linien *S* einfällt, fällt hier auf den obern Körper, und auf die Seite $e^2\,f^2$ des untern Körpers, beinahe wie in voriger Aufgabe. Hingegen fällt es auf die hier sichtbaren beiden andern Seiten des untern achteckigen Körpers, verschieden, und zwar auf die sichtbare Seitenfläche $c^2\,e^2$ beinahe rechtwinklich, hingegen auf die Seitenfläche $f^2\,g^2$ ganz unter einem spitzigen Winkel. Aus dieser Ursache muss, nach §. 4, der Körper in drei verschiedenen Graden beleuchtet, und daneben auch, nach §. 10, die verschiedene Stärke des Schlagschattens angedeutet werden.

Um den von dem obern auf den untern, und dann von beiden Körpern, auf die hintere Wand fallenden Schatten zu bestimmen, muss man, wie in vorhergehender Figur, die vorzüglichsten Grenzpuncte oder Ecken der Figur, mit dem, mit dem einfallenden Licht *S* parallel laufenden Durchschnitt *a*, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2$, $f\,f^2$, $g\,g^2\,g^3$, $h\,h^2$, aus dem Grundriss in Aufriss bringen, und dann die Grenze des Schattens im

Aufriss, durch die mit dem einfallenden Sonnenlicht S, auf diese Durchschnittslinien parallel gezogenen Lichtstrahlen $d\,d^2$, $e\,e^2$, $f\,f^2$, $g\,g^2\,g^3$, $h\,h^2$ und $\grave{h}\,h^2$ bestimmen.

Erste Anmerkung. Da hier die Seiten $c^2\,e^2$ und $f^2\,g^2$ nicht parallel mit der perpendikularen Zeichnungsfläche gehen, und die beiden Ecken $c^2\,g^2$ weiter, als die andern, von derselben abstehen, so müssen sie, nach §. 21, im Licht und Schatten an der Ecke schwächer erscheinen, als die vordern Ecken der Fläche $c^2\,f^2$.

Zweite Anmerkung. Die Durchschnittspuncte von dem Grundriss $a\,b\,c\,d$, vereinigen sich, vermöge der Natur des geometrischen Zeichnens, im Aufriss in einem Punct, auf der Ecke des obern Körpers in $a\,b\,c\,d$, und eben so fallen auch diejenigen von dem Grundriss b^2 und c^2 im Aufriss auf einander. Von $a\,b\,c\,d$ geht daher der Schatten, bis er sich auf seiner weitesten Durchschnittslinie $d\,d^2$, im Grundriss, und an der einen Fläche des achteckigen Körpers trifft, bis d^2 in gerader Linie.

Dritte Aufgabe. *Fig. VI. Tab. VIII.*

Den Effect des Lichtes, nebst dem von einem achteckigen auf einen viereckigen Körper fallenden Schatten, zu bestimmen.

Auflösung. Fällt das Licht, im Grund- und Aufriss, nach der Richtung S ein, wie in den vorigen Aufgaben angenommen wird; so ist der untere Körper, und die Seite $d\,f$ des obern Körpers, ungefähr in gleichem Licht, wie *Fig. IV*; und die Seiten $b\,d$ und $f\,g$ haben mit dem achteckigen Körper der vorhergehenden Figur, in Rücksicht des Lichtes alles gemein, nur dass vermöge des einfallenden Lichtes hier die Seite $f\,g$ nicht beschienen werden kann, und in Schatten kommt, wesshalb dieselbe, nach §. 21, vorn bei f dunkler erscheint, als bei g. Den auf den untern Körper und auf die hintere Wand fallenden Schlagschatten, bestimmt man auf eben die Art, wie in beiden vorhergehenden Figuren, durch die von dem Grundriss in Aufriss gebrachte Verzeichnung der Durchschnitte, a, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2\,e^3$, $f\,f^2$.

Anmerkung. Licht und Schatten dieser Figur, stehen in gleichem Verhältniss der Stärke und Schwäche zu einander, wie in beiden vorhergehenden Figuren.

Vierte Aufgabe. *Fig. VII. Tab. VIII.*

Das Licht, und den von einen viereckigen auf einen runden Körper fallenden Schatten zu bestimmen.

Auflösung. Unter den angenommenen EinfallsWinkeln des Lichtes, wird der obere Körper dieser Figur, gleich der *Fig. IV*, beleuchtet. Hingegen ist der untere Körper, als Cylinder, aller möglichen Aufnahme des Lichtes fähig. Denn da, wo der verlängerte Lichtstrahl im Grundriss durch das Centrum geht, bescheint es die Oberfläche in b^2 rechtwinklich, und von da aus nimmt es nach und nach ab, bis sich endlich das Licht bei dem Lichtstrahl $e\,e^2$ ganz verliert, indem dieser nicht mehr auf den Cylinder fällt, sondern solchen nur berührt oder tangirt, wo also bei e^2 die Grenze von Licht und Schatten ist. Die Umrisse des Schlagschattens sind durch die DurchschnittsLichtstrahlen $a\,a^2$, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2\,e^3$, $f\,f^2$ gefunden, von welchen die von $b\,b^2$, $e\,e^2\,e^3$ die unentbehrlichsten waren, weil durch den ersten das SchattenEnde in b^2 im Aufriss gefunden wurde, und der zweite als Tangente den Schlagschatten am Körper in e^2, und an der hintern Wand in e^3 bestimmte. Die übrigen Lichtstrahlen, $c\,c^2$, $d\,d^2$, sind zu Bestimmung der elliptischen Schattenform gezogen, welche von der untern schattenwerfenden Kante b f^2 des obern Körpers auf den Cylinder fällt.

Erste Anmerkung. Im Aufriss ist, nach §. 4, in der lothrechten Linie b^2 b^3, das stärkste Licht auf dem runden Körper, und auf derselben Linie in dieser Richtung, nach §. 10, der stärkste Schatten.

Zweite Anmerkung. Nach §. 14, sollte die grösste Beleuchtung des Körpers nach dem einfallenden Licht, und nach dem Standpunct, aus welchem der Körper angesehen wird, bestimmt werden. Allein bei geometrischen Zeichnungen, wo der Standpunct unendlich weit von der Zeichnungsfläche gedacht wird, nimmt man dieses nicht an; sondern man sucht, ohne Rücksicht auf Standpunct, das wirkliche Licht auf der Körperfläche zu bewirken.

Fünfte Aufgabe. *Fig. VIII. Tab. VIII.*

Das Licht, und den von einer CylinderScheibe, auf einen Cylinder fallenden Schatten zu bestimmen.

Auflösung. Da das Centrum der Scheibe und des Cylinders auf einem Punct zusammenfallen, so geht irgend ein Lichtstrahl S durch dieses gemeinschaftliche Centrum, welcher da, wo derselbe die Peripherien im Grundriss, wie hier in h und h^2, durchschneidet, das stärkste Licht anzeigt. Für die Bestimmung des Schlagschattens muss man, gleichwie in vorhergehenden Aufgaben, die im Grundriss gezogenen Lichtstrahlen a, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $h\,h^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2\,e^3$, $f\,f^2\,f^3$, $g\,g^2$, in Aufriss bringen. Dann wird die Schattengrenze b^2, c^2, d^2 und e^2 auf dem Cylinder, so auch der Schlagschatten an der Wand, e^3, e^3, f^3, g^2, g^2, f^3 und f^2, bestimmt durch die, von den Puncten $a\ b\ c\ d\ e\ f\ g\ g$ auf die hintern Durchschnittslinien $b\ b^2$ u. s. w., gezogenen Lichtstrahlen.

Erste Anmerkung. Da die Oberfläche der Cylinderscheibe näher ist, als die des Cylinders, so ist auch das Licht der ersten etwas weniger stark, als das Licht des letzten.

Zweite Anmerkung. Da, nach §. 11, die untere Kante, von der oben auf dem Cylinder liegenden Scheibe, bloss den Schlagschatten von a bis an den Punct g, wo der letzte Lichtstrahl $g\ g^2$ die Tangente bildet, werfen kann, und dann von g an der Schatten, von der obern Kante der Scheibe, fällt, so ist der an die Wand fallende Schatten e^3, e^3, f^3, g^2 g^2 f^3 f^2, durch die Puncte e, f, g, g, f^2 zu bestimmen.

Sechste Aufgabe. *Fig. IX. Tab. VIII.*

Das Licht und den Schatten von einer schief, jedoch in horizontaler Lage, mit der perpendikularen Zeichnungsfläche, auf einen Cylinder gelegten viereckigen Platte zu bestimmen.

Auflösung. Das Licht am Cylinder, ist, nach §. 4, und wie bei vorhergehender Aufgabe, anzunehmen. Bei der obern Platte, wo die zwei erscheinenden Seiten $a\ f$ und $f\ g$, schief auf die perpendikulare Zeichnungsfläche gehen, und die vordere Ecke f näher ist, als die Ecke a und g, muss, nach §. 21, auch im Aufriss, die Licht- und Schattenseite bei $f\ f$ stärker werden, als an den beiden hintern Ecken a und g. Durch die von dem Grundriss in Aufriss gebrachten Durchschnittslinien

a, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2\,e^3$, ff^2, sind, wie in vorhergehenden Aufgaben, die, auf den Cylinder und auf die hintere Wand fallenden Schlagschatten bestimmt.

Siebente Aufgabe. *Fig. X. Tab. IX.*

Das Licht und den Schatten von einer halbrunden unbedeckten Nische zu finden.

Auflösung. Wenn das Licht in dem Grundriss, nach der Direction S, auf den Körper fällt, so ist bei h^2, wo der aus dem Centrum verlängerte Lichtstrahl $h\,h^2$ die Nische berührt, das grösste Licht; denn dort ist der einzige Punct, wo das Licht in einem rechten Winkel auf die Nischenfläche einfällt. Von dem Punct h^2 bis e, und von h^2 bis a^2 und d, verliert es sich immer mehr, je nachdem die parallel mit S laufenden Lichtstrahlen schiefer auf die Bogenlinie fallen. Da, nach §. 11, die Linien, welche die Licht- und die Schattenseite von einander scheiden, die Gestalt des Schlagschattens bilden, so bestimmen hier die Kante $a\,a$, und das im Schatten liegende Bogenstück der obern Kante $a\,d$, den in diese Nische fallenden Schatten. Für die Umrisse des Schlagschattens muss man das Bogenstück $a\,d$ im Grundriss, wie in vorigen Figuren, durch einige parallel mit dem Sonnenlicht S einfallende Lichtstrahlen, wie hier aa^2, bb^2, cc^2, bis nach d, wo das einfallende Licht die Tangente von dem Nischenbogen bildet, zerlegen. Dann fallen, im Aufriss, von den Puncten $a\;b\;c$ der schattenwerfenden Kante $a\,d$, die Lichtstrahlen parallel mit dem einfallenden Sonnenlicht S, auf die hintern Durchschnittslinien $a^2\,b^2\,d^2$. Hier ist, von d an, die Grenze des Schattens.

Erste Anmerkung. Wenn das einfallende Licht im Aufriss an der Ecke bei e schiefer auf die vordere Wandlinie $f\,a$ und $e\,g$, als bei e, in den Bogen fällt, so werden diese vordern Flächen dunkler, als die Nische, bei e, beleuchtet; und in der Nische, von h^2 bis gegen a^2, muss immer das Licht mehr gedämpft werden, als von h^2 gegen e, weil a^2 weiter, als e, von dem Auge entfernt liegt.

Zweite Anmerkung. Vermöge der Entfernung sollte zwar, nach §. 21, der Schatten im Punct a^2 heller seyn, als bei a. Da aber hier die Nische von a bis d Schattenseite ist, welche einer Lichtseite $e\,a^2$ entgegensteht, und dann ferner, nach §. 4, der Schatten rechtwinklicher bei a^2 auffällt, als bei d, so muss der Schlagschatten, nächst dem angrenzenden Licht, bei a^2 am dunkelsten werden.

Dritte Anmerkung. Was bei Erklärung der vorhergehenden cylinderartigen Körper, von Licht und Schatten gesagt worden ist, kann auch umgekehrt bei hohlen Körpern angewandt werden.

Achte Aufgabe. *Fig. XI. Tab. IX.*

Das Licht und den Schatten einer horizontal bedeckten Nische zu finden.

Auflösung. Der Einfallswinkel der Lichtstrahlen bestimmt, wie in vorhergehender Figur, das stärkste Licht; und der Schlagschatten im Aufriss, wird durch die zwei schattenwerfenden Kanten $a\,a$ und $a\,e$ bestimmt. Die erste Kante wirft, durch den in dem Grund- und Aufriss einfallenden Winkel des Sonnenlichtes S, die senkrechte Grenzlinie des Schattens von a^2 bis a^2. Um den, von der obern Kante in die Nische fallenden Schatten zu bestimmen, muss man die weitern Lichtstrahlen bb^2, cc^2, $d\,d^2$, von dem Grundriss in Aufriss bringen. Dann kann die Grenze des Schattens $a^2\,b^2\,c^2\,d^2\,e$, durch die mit dem einfallenden Sonnenlicht, parallel gezogenen Lichtstrahlen $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, im Aufriss fixirt werden.

Neunte Aufgabe. *Fig. XII. Tab. IX.*

Das Licht und der Schatten einer halbrund gewölbten Nische zu bestimmen.

Auflösung. Da hier das Licht auf gleiche Art wirkt, wie in der vorhergehenden Figur; so ist bloss der Umriss des Schattens im Aufriss, bis zur Tangente *g*, als dem Grenzpunct, wo sich auf dem vordern Contur der Nische Schatten und Licht scheiden, zu bestimmen. Um diese Grenzlinie des Schlagschattens, welcher von der Kante *a a* wieder senkrecht, und von der obern Rundung *a* bis *g* als eine gekrümmte Linie in die Nische fällt, zu finden, muss man mit dem einfallenden Licht, die Nische in mehrere Durchschnitte, wie hier $a\,a^2$, $b\,b^2$, $c\,c^2$, $d\,d^2$, $e\,e^2$, $f\,f^2$, $g\,g^2$, in Grund- und Aufriss bringen, und dann die vom Grundriss in Aufriss gebrachten Puncte *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, auf die hintern Durchschnittslinien a^2, b^2, c^2, d^2, e^2, f^2, parallel mit dem einfallenden Licht abschneiden.

Erste Anmerkung. Die Durchschnittslinien $a\,a^2$, $b\,b^2$ u. s. w., gehen im Aufriss bloss in der Höhe von *a* bis *a*, wo die Wölbung anfängt, gerade, und erscheinen von dort an (Zeichnungslehre, *Fig.* 45, *Tab. VI*), als in einem hohlen Kugelstück elliptisch. Nun denke man sich, um einen solchen Durchschnitt der Nische (wie an nebenstehender Figur *A* zu sehen) nach einem Lichtstrahl, z. B. $e\,e^2$, in Aufriss zu zeichnen, im Aufriss den obern Halbbogen *a e i*, von den Durchschnittslinien *ai*, *bh*, *cg*, *df* bis *e* horizontal durchschnitten. Diese beschreiben dann die im Grundriss bemerkten halben Cirkelbogen *b h*, *c g*, *d f*. Um nun den Bogen des verlangten Durchschnittes, im Aufriss zu zeichnen, darf man nur die Puncte *e*, auf den horizontalen Durchschnitt *a i*, *k*, auf den von *d f*, und *l* auf den von *c g*, und endlich den Punct *m* im Aufriss auf den horizontalen Durchschnitt *b h* bemerken. Dann kann der Bogen im Aufriss, von dem Punct *e* bis e^2, durch die Bestimmung dieser Puncte beschrieben werden.

Zweite Anmerkung. In dieser Figur *A* ist auch bemerkt, wie der parallel einfallende Lichtstrahl von der Höhe der Sonne, den Durchschnittsbogen bei e^2 berührt, und wo ein ähnlicher Lichtstrahl, den Bogen bei *g* tangirt.

Dritte Anmerkung. In Rücksicht des Lichtes und Schattens, ist der untere senkrechte Theil, gleich der vorigen Figur, und so der obere, als eine ähnliche Wölbung mit dem untern zu behandeln.

Zehnte Aufgabe. *Fig. XIII. Tab. IX.*

Die Beleuchtung und den Schatten einer mit einem hohlen Kugelstück bedeckten Nische zu finden.

Auflösung. Das Licht und die Grenzlinien des Schattens werden bei dieser Figur, wie bei vorhergehenden Aufgaben, *Fig. XI* und *XII*, bestimmt.

Anmerkung. Weil hier im Aufriss die perpendikulare Kante $b^2\,b^2$ und der Bogen b^2, c^2, d^2, e^2, über der Nische, mit der obern Kante der Platte *a f*, den Schatten in die Nische werfen, so kann sehr leicht der Schatten gefunden werden, mittelst der HülfsDurchschnittslinien $a\,a^2$, $b\,b^2\,b^3$, $c\,c^2\,c^3$, $d\,d^2\,d^3$, $e\,e^2$.

Eilfte Aufgabe. *Fig. XIV. Tab. IX.*

Licht und Schatten eines in der Mitte durchschnittenen Gewölbstückes zu finden.

Auflösung. Um sich von dieser Figur Licht und Schatten deutlich vorstellen zu können, zeichne man das Profil der Figur *B.* Fällt nun das Licht, im Grundriss, in der Richtung des angenommenen Lichtstrahls a, a^2, a^3, a^4, a^5, und in der Höhe nach S ein; so wird im Aufriss die perpendikulare Fläche $e\,e$ mehr, als die obere Bogenfläche a, c, e, beschienen, weil das Licht immer schiefer auf dieselbe einfällt, bis endlich solches bei c, wo es die Tangente des Bogens macht, null wird.

Um die Grenzlinie des Schattens, welcher im Aufriss von dem Bogenstück $a\,e$, und von der Kante $a\,f$ fällt, zu finden, ziehe man, im Grundriss, die mit a, a^2, a^3, a^4, a^5, parallel gerichteten Durchschnitte bb^2, cc^2, und bringe solche, wie in *Fig. B* gezeichnet worden, in den Aufriss, bis an den Bogen. Dann zieht man die Puncte a, b, c, d, e, auf die Figur horizontal, auf die schattenwerfende Kante hinüber, und kann mit dem obern einfallenden Licht S, den Schatten auf die Durchschnitte $a\,a^5$, $b\,b^3$, $c\,c^3$, abschneiden.

Erste Anmerkung. Da der Durchschnitt a, a^2, a^3, a^4, a^5, wie die übrigen Durchschnitte bb^3, cc^3, schief durch das obere Bogenstück geht; so werden solche, als schiefe Durchschnitte von hohlen Cylindern (Zeichnungslehre, *Fig. XLIII, Tab. I*), elliptisch, und können, nach der Zeichnungslehre, durch die von dem Grundriss (bei *Fig. B*) in Aufriss gebrachten Theile a, b, c, d, leicht abgetragen werden.

Zweite Anmerkung. Wenn bei dieser Figur die perpendikularen Kanten horizontal gedacht werden, so kann der fallende Schatten auch ganz, nach *Fig. X*, gefunden werden.

Zwölfte Aufgabe. *Fig. XV. Tab. IX.*

Eine, in geometrischen Grund- und Aufriss gebrachte hohle Halbkugel, in Licht und Schatten zu bringen.

Auflösung. Wenn das Licht nach der Direction S, in dem Grund- und Aufriss, auf den Körper scheint; so geht solches nur in dem Punct x rechtwinklich auf den Körper. Alles Licht muss daher von diesem hellsten Punct aus, so wie es immer schiefer auf die Fläche der Höhlung auffällt, gedämpft werden. Der Schatten ist, gleich *Fig. XII*, durch die hier angegebenen DurchschnittsPuncte der schattenwerfenden Kante, a, b, c, d, e, f, g, h, i, in dem Grund- und Aufriss zu finden, wie die Figur weiter anzeigt.

Anmerkung. In dem Aufriss ist der Schatten anzusehen, nicht als der von einer viertelshohlen, sondern als Durchschnitt der untern halbhohlen Kugelform. Sonst würde der Schatten an diesem Aufriss eine andere Gestalt bilden.

Dreizehnte Aufgabe. *Fig. XVI. Tab. X.*

Die Beleuchtung und den Schatten einer Kugel zu finden, wenn das Licht im Grundriss parallel mit der perpendikularen Zeichnungsfläche gerichtet ist.

Auflösung. Fällt das Licht in dem Grundriss mit der obern Zeichnungsfläche parallel, und in dem Aufriss in der Direction von S ein; so erscheint die Grenzlinie von Licht und Schatten, in dem Aufriss, in der geraden Linie *a b*, welche sodann im Grundriss die elliptische Linie a^2, b^2, *c*, *d*, bildet, und (nach *Fig. XVIII, XIX, XX, Tab. II*, der Zeichnungslehre) durch die Theile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, bestimmt werden kann. Das stärkste Licht ist, vermöge §. 4, bei *e* und e^2 in dem Grund- und Aufriss. Dieses kann hier, wegen seiner Stärke, als Glanzlicht angesehen werden. Es verschwächt sich, von diesem Punct aus, nach und nach, bis es sich endlich unbemerkt an der Grenzlinie von Licht und Schatten (*a b* im Aufriss, und $a^2 b^2$ *c d* im Grundriss) verliert.

Anmerkung. Der (nach §. 11) von der Grenzlinie des Lichtes und Schattens der Kugel (*a b* im Aufriss, $a^2 b^2$ *c d* im Grundriss) auf den Boden fallende Schatten, bildet eine Ellipse, und kann durch die Theile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, (wie in der Zeichnungslehre *Fig. XLIII, Tab. VI*) im Grundriss bestimmt werden.

Vierzehnte Aufgabe. *Fig. XVII. Tab. X.*

Den Schatten mit der Beleuchtung von einer Kugel zu finden, wenn das Licht in dem Grundriss schief, mit der perpendikularen Zeichnungsfläche gerichtet ist.

Auflösung. Denkt man sich, im Grundriss, das einfallende Licht *S*, statt schief von *S* nach *c*, parallel mit der perpendikularen Zeichnungsfläche von *a* nach *c* einfallend; so kann diese Aufgabe, wie die vorige, aufgelöset werden. Man darf sich die Kugel in dem Grundriss nur um den Punct *c*, gleichwie um die perpendikulare Achsenlinie c^2 c^3, von *a* nach *b*, im Grundriss mit Licht und Schatten herumgedreht vorstellen, und so verzeichnen.

Wenn aber, wie hier, die Figur in der wirklichen Direction des einfallenden Lichtes *S*, in Grund- und Aufriss verzeichnet werden soll, so denke man sich in dem Grundriss die Kugel nach dem Lichtstrahl *S* nach *b d* durchschnitten, welcher Durchschnitt sodann in dem Aufriss (vermöge der Zeichnungslehre, *Fig. XVIII, Tab. II*, oder *Fig. XLV, Tab. VI*), als die Ellipse b^2, c^2, d^2, c^3, bildet. Wenn nun mit dem auf diese Ellipse vertikal einfallenden Licht *S*, die Lichtstrahlen e^2, e^2, und f^2 f^2, parallel als Tangenten auf diese Ellipse, und eben so auch in dem Grundriss mit der Direction des Lichtstrahls *S*, die Strahlen *h* h^2 *g* g^2 parallel als Tangenten der Kugel gezogen werden; so sind bei e^2 und f^2 in dem Aufriss, und in dem Grundriss in g^2 und h^2, die Grenzpuncte von Licht und Schatten. Bringt man dann die obern Puncte f^2 und e^2 auf den Grundriss, und die Puncte g^2 und h^2 in Aufriss; so kann dann die ganze Grenzlinie von Licht und Schatten, um die Kugel, wie in vorhergehender Figur, durch die Theile 1, 2, 3, 4, u. s. w. (nach Zeichnungslehre, *Fig. XX, Tab. II*), in Grundriss, und von da in Aufriss gebracht werden. Das stärkste Licht der Kugel ist bei *i*, in dem Grund- und Aufriss, und der Schlagschatten auf dem Boden, welcher von der gefundenen Grenzlinie von der Licht- und Schattenseite fällt, ist ebenfalls durch die Theile 1, 2, 3, 4, u. s. w., wie in voriger Figur, zu bestimmen.

Anmerkung. Nach dieser Aufgabe, wo das Licht, in dem Grundriss, mit der Basis schief einfällt, kann der wirkliche Winkel der Sonnenhöhe nur nach dem einfallenden Licht *S* abgenommen werden, indem, in der angenommenen Richtung, derselbe (nach *Fig. IV, Tab. I* der Zeichnungslehre) als schief mit der obern Zeichnungsfläche gerichtet, anders erscheint, als er ist. Daher ist bei der ersten bemerkten Verzeichnung dieser Figur, wenn die Beleuchtung von dieser Aufgabe parallel mit der Basis zuerst verzeichnet und herumgedreht gedacht werden will, wohl zu bedenken, dass, in dem Aufriss, das angenommene Licht nicht nach dem Winkel des Lichtstrahls $e^2\ e^2\ e^4$, sondern in paralleler Richtung nach dem Lichtstrahl $e^2\ z\ z^2$, als der wahre Winkel erscheint, weil in dem Grundriss der Lichtstrahl $b\ c\ e^5$ auf die parallele Richtung mit der perpendikularen Zeichnungsfläche von e^5 nach z^3, um den fingirten Achsenpunct bei c, nach dem Bogen $e^5\ z^3$, in Gedanken herumgedreht werden muss.

Note. Vor dem Schluss dieses Kapitels, ehe wir von der Beleuchtung einzelner Körper auf die Beleuchtung vielfacher übergehen, könnten noch Aufgaben von künstlicher Beleuchtung vorgelegt werden. Allein solche Aufgaben haben ausser dem, dass die Lichtstrahlen, statt parallel, nur excentrisch von dem leuchtenden Körper ausgehen, und dass das Licht, nach §. 2, wie das Quadrat der Entfernung abnimmt, alles mit dem Sonnenlicht gemein. Sie können demnach leicht nach obigen Aufgaben aufgelöset werden. Ich übergehe sie also der Kürze wegen, um so mehr, da in dem folgendem Heft, in der Perspectiv, mehrere Aufgaben vorkommen, welche das künstliche Licht betreffen.

DRITTES KAPITEL.

BELEUCHTUNG UND SCHATTIRUNG GANZER GEOMETRISCHER BILDER, UND EINZELNER ZUSAMMENGESETZTER ARCHITEKTONISCHER THEILE.

Erklärung. Unter Bildern versteht man Alles, was auf einer Fläche, oder in einem begrenzten Raum, unter sich in gleichem Verhältniss mit Grösse, Lage und Gestalt, vorgestellt ist. Daher muss auch Licht und Schatten, bei einem Bild, in demselben Sinn vorgestellt werden.

Nach den Gesetzen des Lichtes, wirkt dasselbe am stärksten, wenn es rechtwinklich einfällt. Desswegen stellt man Gegenstände, welche für das Auge besondere Aufmerksamkeit erregen sollen, nach §. 4, so viel wie möglich, dem Licht entgegen, und verbirgt die minder interessanten Gegenstände, damit sie entweder ganz unsichtbar werden, oder durch ihren Contrast von Licht und Schatten, selbst den Hauptgegenstand erheben helfen.

Schon in der Zeichnungslehre ist bemerkt, dass man bei geometrischen Zeichnungen sich den Standpunct unendlich weit von der Bildfläche denken müsse, weil man die Lichtstrahlen der Objecte, als rechtwinklich auf dieselbe gehend annimmt. Darum muss man bloss Gegenstände, welche unter einander proportionirt werden sollen, und keine allzuweit hinter einander liegenden Gegenstände, in geometrische

Bilder aufnehmen. Ausserdem würde es schwer halten, solche dem Auge, durch Abnahme des Lichtes und Schattens allein, deutlich zu machen. Die Objecte, in der Natur, sehen wir in keinem geometrischen, sondern in einem perspectivischen Bild. Sonach müssten, zu deutlicher Vorstellung eines solchen Bildes, neben der gehörigen Abnahme von Licht und Schatten, auch die Linien perspectivisch verzeichnet seyn.

Erste Aufgabe. *Fig. XVIII. Tab. X.*

Licht und Schatten von vier verschiedenen, nebeneinander gestellten Körpern zu finden.

Auflösung. Die bisherigen Figuren waren bloss aus einem, oder höchstens zwei Körpern zusammengesetzt, deren jeder einzeln, ohne Rücksicht auf den andern, beleuchtet, und, nach §. 4, schattirt ward. Gerade so sind auch dann, wenn mehrere Körper aufgezeichnet, vor und neben einander auf einer Fläche, als ein Bild erscheinen sollen, Licht und Schatten durch alle Theile als ein Ganzes zu betrachten, in Hinsicht auf Stärke und Schwäche des auffallenden Lichtes. Die Form der in dieser Figur fallenden Schatten kann gefunden werden, durch Durchschnitte, nach vorhergehenden Aufgaben, oder auch, wie in der Zeichnung zu sehen, durch die in der Luft entstehenden Schattenbilder selbst, welche die Körper, dem Licht gegenüber, hinter sich erzeugen.

Die Grund- und Aufrisse der hier zusammengestellten Figuren, sind verzeichnet von den punctirten SeitenProfilen, der hintern Wand $a\ b$, der schief liegenden Körper $c\ d\ e\ f$, $g\ k\ h\ l$, und der Pyramide $o\ m\ p$, als von dem wirklichen geometrischen Maas in Grund- und Aufriss, nach ihren schiefen geometrischen Erscheinungen.

Es fällt hier der eine Schlagschatten, von einer Pyramide, auf schief liegende Körper. Schwer möchte daher ausfindig zu machen seyn, in welcher Höhe von der Pyramide, der Schatten auf den andern Körper fällt. Den Schatten der Pyramide kann man auf jede beliebige Fläche am leichtesten bestimmen, wenn man nach der Direction der Sonne, den ganzen Schatten in x auf dem Boden in Grundriss bringt. Dieses kann geschehen, wenn man die Pyramide in einen Punct bis g verlängert, und dann mit dem einfallenden Sonnnenlicht S, den Schatten in dem Aufriss und Grundriss, in seiner ganzen Länge bestimmt (welches etwas entfernter von x wäre). Will man, wie hier z. B. den Schatten von der Pyramide, an der perpendikularen, schief mit der Zeichnungsfläche gerichteten Wand $a^2\ a^2$ bestimmen; so fällt das Mittel von dem Schatten der Pyramide bei r an die Mauer. Richtet man nun von hier aus, in dem Aufriss bei g^2, bis zu der Spitze der Pyramide, den fallenden Schatten auf; so kann von da aus, der pyramidalische Schatten auf die untere Breite desselben s, t, gezogen werden. Oben an der hintern Ecke $f^2\ f^2$ des Körpers ($c^2\ d^2\ e^2\ f^2$), wird dann der Schatten in der Breite u^2 auffallen. Auf ähnliche Weise sind die übrigen Schlagschatten, durch die in der Luft entstehenden SchattenPyramiden, als $q^3\ q^4\ q^5\ q^6$, gezeichnet, und die Form des Schattens, ist immer da, wo die LuftSchattenPyramiden den Körper auf der Oberfläche durchschneiden, gefunden worden.

Um den von der Kante des Körpers $d^2\ e^2$, an die Wand fallenden Schatten zu bestimmen, thut man wohl, wenn man die Linie $d\ e$ (von dem SeitenProfil) bis nach y, an die perpendikulare Mauer $a\ b$, wo der Schatten, wenn die Oberfläche des Körpers bis dahin gienge, null würde, und sich dann die perpendikulare Mauer, unter die Bodenlinie verlängert, fortdenkt; ferner, wenn man in dem Grundriss von der Ecke d^2 mit einem Lichtstrahl die Ecke bis an die Mauer nach d^3 einfallen lässt, und solches perpendikular in Aufriss bringt. Dann kann von dort mit der Höhe der Sonne von d^2, die Ecke an der verlängerten Wand bei d^3 angemerkt, und dann die Grenzlinie des Schattens von d^3 nach y^2 gezogen, und eben so auf dieser Linie die obere Ecke e^2 auf der Wand bei e^3 angemerkt werden. Auf gleiche Art ist auch der übrige Schatten von dem Körper h^2, g^2, l^2, k^2, gefunden.

Anmerkung. Sollte z. B. der Schatten von der Ecke e^2 des Körpers ($c^2 d^2 e^2 f^2$) auf der Mauer a^2 a^2 durch DurchschnittsLinien, wie bei vorhergehenden Figuren, gesucht werden; so müsste man sich von dem Aufriss der Ecke e^2 eine perpendikulare Linie denken, die man im Grundriss nach dem einfallenden Lichtstrahl bis an die Mauer a^2 a^2 verlängert, und dann, in dem Aufriss, mit einem einfallenden Lichtstrahl von e^2 bei e^3 abschneidet. Auf ähnliche Weise könnten sämmtliche Schatten von der Aufgabe gefunden werden.

Zweite Aufgabe. *Fig. XIX, XX* und *XXI. Tab. XI.*

Mehrere zusammengestellte Körper, von den vorhergehenden Aufgaben, in verschiedenen Richtungen, als ein geometrisches Bild, in Licht und Schatten zu bringen.

Auflösung. Das Licht in diesem Blatt, wo sämmtliche Figuren in einem geometrischen Bild erscheinen sollen, ist, wie die vorhergehende Aufgabe, im strengsten Sinn, nach §. 4, in Rücksicht seiner Stärke, zu behandeln. Demnach erhält die Kugel *Fig. XIX*, so auch der Cylinder *Fig. XXI*, ganz helle Lichtstrahlen, weil in diesen beiden Figuren das Licht (wie in *Fig. XVI, Tab. X*, und *Fig. VI, Tab. VIII*) nur rechtwinklich auf die Fläche fallen kann. Bei den übrigen Figuren dieser Aufgabe, muss jede Lichtseite, nach dem mehr oder minder schiefen Einfallen des Lichtes auf die Flächen, wie auch nach der mehrern oder mindern Entfernung der Flächen von dem Auge, wie es die Zeichnung selbst angiebt, lichter oder gedämpft werden. Der von *Fig. XIX* fallende Schlagschatten kann wie in *Fig. XVII, Tab. X*, gefunden werden. Doch ist, zu leichterer Auflösung, bei der Kugel, die elliptisch erscheinende Grenzlinie von Licht und Schatten (nach *Fig. XVII, Tab. II*, der Zeichnungslehre) vermöge eines in und um einen Cirkel beschriebenen, und rechtwinklich gegen das einfallende Sonnenlicht gerichteten Quadrates, und dessen DiagonalLinien $e\,h$, $g\,f$, gefunden, und der Schlagschatten an die hintere Wand, durch gleiche Puncte bestimmt worden.

Auf gleiche Art ist auch der Körper $a\,b\,c\,d$ mit seiner runden Oeffnung von dem punctirten SeitenProfil A, durch die eben angegebenen Quadrate abgetragen, und auf gleiche Art der fallende Schlagschatten, auf die hintere Wand und den Boden, wie in voriger Figur, durch die obere und untere Grenzlinie des runden Lochs, welche hier wechselsweise den Schatten auf der hintern Wand angeben, bestimmt.

Die Schatten, welche von den Kanten $b^2 d^2$ und $a^2 c^2$, so wie auch der von der perpendikularen Wand, von der Linie r^2 auf den angelehnten Körper $o^2 p^2 q^2 n^2$ (der ebenfalls auf dem SeitenProfil A unter $o\,p\,q\,n$ geometrisch, in seiner schiefen Richtung verzeichnet worden), fallen, sind zu finden, wie in *Fig. XVIII*.

Erste Anmerkung. Der von dem Körper $o^2 p^2 q^2 n^2$, auf den Cylinder, *Fig. XXI*, fallende Schatten, fällt von der Kante p^2 q^2 und p^2 q^2. Will man nun die Form des Schattens nicht durch einzelne Durchschnitte, sondern, wie bei den vorhergehenden Rundungen geschehen, die von demselben auf dem Cylinder elliptisch erscheinende Schattenform auf einmal bestimmen; so betrachte man den Cylinder als ein Parallelepipedum, durch welches man die schattenbringende Kante, in der Höhe vom Cylinder, von 1 bis q^2, in der schiefen Richtung der einfallenden Lichtstrahlen, nach der Direction von *v w*, *x y*, aufzeichnen, und dann die Form des Schattens, durch Hülfe der, in und um die Cirkelform beschriebenen Quadrate ziehen, und die Ecke p^2 auf derselben bei p^3 bemerken kann.

Zweite Anmerkung. Wenn man im Aufriss die Höhe der in und um den Cirkel beschriebenen Quadrate, auf die schattengebende Kante $p^2\ q^2$ bringt, und solche dann, wie hier in Grundriss durch die Puncte 1, 2, 3, verzeichnet; so kann die Form des Schattens auch durch diese Theile, wie vorher, gefunden werden.

Dritte Anmerkung. Die Grenzlinie des Lichtes und des Schattens, in der runden Oeffnung des schief liegenden Körpers $b^2\ b^2\ d^2\ d^2$, ist (nach *Fig. X* und *XIV*, *Tab. IX*) zu finden, wenn man in dem Grundriss mit dem einfallenden Licht eine Tangente *s* zieht, solche bei *s* wieder in Aufriss bringt, und von diesem Punct, als der Grenze des zu suchenden Schattens, nach dem Punct *k* zieht, wo sich die zwei auf die Wand gezogenen elliptischen Schattenrisse kreuzen.

Note. Der Deutlichkeit wegen, sind hier mehrere Linien ohne Buchstaben geblieben, weil man sich sonst, wegen der grossen Anzahl der Buchstaben, die ohnehin erforderlich war, leicht verirren könnte. Da indessen dieses Blatt, wenn es gehörig einstudirt werden soll, ohnehin verzeichnet werden muss; so wird man bei dieser Arbeit den Werth der Linien leicht einsehen.

Dritte Aufgabe. *Fig. XXII. Tab. XII.*

Die Beleuchtung und die Form des Schattens eines in Grund- und Aufriss gelegten attischen Säulenfusses zu bestimmen.

Auflösung. Wenn das Licht, in dem Grund- und Aufriss, nach den Strahlen *S* einfällt; so muss das Licht bei dem Säulenstamm sowohl, als auch bei den Gliedern, da wo es rechtwinklich auf die Flächen fallen kann, am hellsten seyn, und dann wieder gedämpft werden, nach dem Abstand von der Basis, und nach dem mehr oder minder einfallenden rechten Winkel des Sonnenlichtes.

Um die Form der Schatten der doppelt gekrümmten Glieder, wie hier die Rundstäbe und Hohlkehlen sind, zu finden, muss man mehrere mit der Sonne parallele Durchschnitte, durch die Glieder des Säulenfusses, wie hier *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, von dem Grundriss in Aufriss tragen. Auf solche kann man dann, mit parallel einfallenden Lichtstrahlen der Sonne, die Schatten von jedem Glied bestimmen. So sind z. B. die End- und Grenzpuncte von Licht und Schatten in dem Aufriss, in dem DurchschnittProfil *a*, durch die einfallenden Lichtstrahlen a^3, a^4, und auf gleiche Art, bei allen Profilen die Grenzen der Schatten zu bestimmen.

Erste Anmerkung. Wo in dem Aufriss die Lichtstrahlen bei den Rundstäben, wie a^3, c^3, *h*, und a^4, c^4, *i*, auf den Profilen die Tangenten beschreiben, da ist an denselben die Grenzlinie von Licht und Schatten.

Zweite Anmerkung. Der von dem Säulenfuss auf sich selbst, und auf den Boden fallende Schatten kann, wie es vorhin durch Durchschnitte angegeben ist, oder auch, wie hier geschehen, durch die durch das Centrum gehenden Lichtstrahlen, mit gleichen Radien, von den schattenwerfenden Kanten, bestimmt werden.

Vierte Aufgabe. *Fig. XXIII. Tab. XII.*

Beleuchtung und Schatten eines in Grund- und Aufriss gezeichneten dorischen Capitäls zu bestimmen.

Auflösung. Licht und Schatten können ganz nach vorhergehender Aufgabe bestimmt und gefunden werden.

Die durch das Capitäl, wie in voriger Aufgabe, gemachten Durchschnitte a, b, c, d, e, welche von dem Grundriss, in den Aufriss, an die schattenwerfende Kante, nach a^2 b^2 c^2 d^2 e^2, gebracht worden, bestimmen die Grenzpuncte des Lichtes und Schattens, durch die von der Sonnenhöhe parallel einfallenden Lichtstrahlen. Der Schlagschatten auf dem Boden und an der Wand, ist, wie in vorigen Aufgaben, durch die verlängerten Lichtstrahlen, bis auf die Fläche, wo sich derselbe abbildet, gefunden worden.

Erste Anmerkung. Der Viertelstab des Capitäls ist, durch die obere viereckige Platte, gegen das Licht nicht ganz bedeckt. Es fällt auf denselben, an einigen Stellen, noch Licht, so dass dieser Stab auch noch selbst mit der Grenzlinie von Licht und Schatten einige Stellen des Schlagschattens ausmacht. Desswegen muss man diese im Aufriss bemerkte Grenzlinie (des Viertelstabs a^1 d^5) auf die hintere Wand h^2 i^2 zeichnen, damit man sodann die etwaige, über die obere Platte hervorstehende Krümmung daselbst bemerken könne.

Zweite Anmerkung. Das Capitäl liegt hier, in dem Grundriss, umgekehrt auf dem Boden. Es fällt darum der fallende Schatten anders ein, als in dem Aufriss. Daher muss, zu dieser Verzeichnung, das Capitäl, wie die Figur *A* anzeigt, ebenfalls umgekehrt aufgezeichnet, und von da aus der Schatten, nach *Fig. XXII*, abgestochen werden.

Dritte Anmerkung. Nach *Tab. VIII, Fig. VII*, ist die Grenzlinie des Schattens, bei einem Cylinder da, wo die Direction eines Lichtstrahls die Tangente der Cirkelfläche ausmacht. Auch lauft hier das unter dem Capitäl gelegene Säulenstück conisch zu, und es wird desswegen die untere Cirkelfläche grösser als die obere. Daher erscheint hier die Grenzlinie des Schattens nicht perpendikular, sondern schief, nach der Linie b^3 c^3.

Vierte Anmerkung. Nach §. 3, macht das stärkere Licht das schwächere unkennbar. Es ist also zu merken, dass der Viertelstab, welcher unter der Grenzlinie y^2 d^3 bis unten bei y^3 x in dem Schatten liegt, auf der Lichtseite des Capitäls, unten bei y^3, das Reflexionslicht sichtbar, und daselbst den Schatten heller macht. Auf der entgegengesetzten Seite aber, bei x, wo ein Schatten von der Säule auf dem Boden liegt, findet dieser Reflex nicht mehr statt. Darum muss, nach §. 4, der Viertelstab, unten bei x dunkler, als oben bei d^1, gemacht werden (siehe §. 18).

Fünfte Aufgabe. *Fig. XXIV. Tab. XII.*

Beleuchtung und Schatten eines dorischen Pilasters, nebst dessen, auf eine perpendikulare und schiefe Fläche, fallendem Schatten zu bestimmen.

Auflösung. Diese Aufgabe ist beinahe dieselbe, wie die von *Fig. XVIII, Tab. X.* Daher ist solche, in Rücksicht der Stärke des Lichtes und Schattens, und in der Art, die Schattenform zu suchen, von jener grösstentheils abzunehmen.

Erste Anmerkung. Der von dem PilasterCapitäl fallende Schatten, ist durch den, durch das Capitäl gezogenen Durchschnitt a, a^2, a^3, a^4, auf der vordern Ansicht des Pilasters, und auf dem schrägen Stein ff, gg, durch die einfallenden Lichtstrahlen von der schattenwerfenden Kante a, bcd, $idcbe$, in Grund- und Aufriss bestimmt worden.

Zweite Anmerkung. Nach §. 16 ist der Schlagschatten immer stärker, als die Schattenseite eines Objectes. Sonach muss die Hohlkehle des PilasterCapitäls oben bei der Linie ae heller seyn, als unten; denn hier ist die Hohlkehle dem ReflexionsLicht mehr ausgesetzt, und sie nähert sich unten mehr dem Schlagschatten.

Sechste Aufgabe. *Fig. XXV. Tab. XII.*

Beleuchtung und Schatten eines, in Grund- und Aufriss gebrachten, sechszinkigen, auf einer Spitze stehenden Sterns zu bestimmen.

Auflösung. Mit Rücksicht auf §. 4 und 21, ist diese Aufgabe, in Licht und Schatten, den zwei vorhergehenden gleich zu behandeln. Der an die hintere Wand yz fallende Schatten des Sterns, ist durch das cubische Schattenbild $abcd$, und durch die Spitzen der Zinken e, f, g, h, i, k, durch die, von den Endpuncten auf die hintere Fläche gebrachten Lichtstrahlen, in Grund- und Aufriss zu bestimmen.

Um die Grenzlinie des, von einem Zinken auf den andern fallenden Schattens zu zeichnen, welches in dieser Aufgabe das schwierigste ist, muss man sich für den, von dem Zinken ab, a^2b^2 und f, auf die Zinkenseite bb^2g fallenden Schatten, die Fläche bb^2g im Grundriss, nach der Linie bgg^3 perpendikular verlängert denken. Trägt man nun die Spitze f, auf diese Fläche durch den Lichtstrahl ff^2 auf, und bringt man solche in perpendikularen Aufriss; so kann daselbst die Spitze durch den Lichtstrahl f^4, auf dieser PerpendikularLinie f angedeutet, und die Grenzlinie bf^4 des Schattens gezogen werden. Der von demselben Zinken ab, a^2b^2, f, auf die Zinkenseite a^2b^2i fallende Schatten, ist ebenfalls durch Verlängerung dieser Zinkenseite a^2b^2i zu finden, wenn man sich die untere Spitze in dem Grundriss von k bis f^2, und dann die Seite a^2b^2, als Fläche, bis an den Punct in dem Grundriss f^5 verlängert fortdenkt. Dann ist in dem Aufriss die schiefe Linie f^5, f^2 anzusehen als der in den Aufriss gebrachte, horizontal einfallende Lichtstrahl des Punctes f, auf der gedachten Fläche; und es ist die Spitze des Zinkens f, durch einen Lichtstrahl, mit der Höhe des Sonnenlichtes, bei f^6 auf derselben anzumerken, und von dort aus der gesuchte Schatten nach a^2 zu ziehen. Der in dem Grundriss von dem Zinken ab, cd, k auf die Zinkenseite bdg fallende Schatten ist zu finden, wenn man sich diese Seite bis an die hintere Wand verlängert denkt, wo sie in dem Aufriss (vermöge der Zeichnungslehre, *Fig. XII,*

Tab. I) als die gerade Linie *b x* erscheint. Auf diese ist sodann, durch einen einfallenden Lichtstrahl, von der Höhe der Sonne, die Spitze *k* bei k^3 zu bemerken, und dann durch diesen Punct, in dem Grundriss, die Grenzlinie des Schattens auf die Fläche *b d g*, von k^3 nach *b*, zu ziehen.

Da das Licht hier, im Grundriss, in einem Winkel von 45° einfällt, so kann der von dem Zinken *a b c d k* auf die Zinkenseite *c d h* fallende Schatten, ebenfalls von dem Punct k^3 nach *c* gezogen werden. Fällt hingegen das Licht unter einem andern Winkel in dem Grundriss ein, so verändern sich die Endpuncte der Schatten, weil die Flächen *dbg*, und die von *cdh*, keine gleiche Inclination haben. In solchem Fall muss die Fläche *c d h*, nach ihrer Inclination, bis an die Mauer *y z* verlängert gedacht, und daselbst, wie hier geschehen, durch die Linie $v^2 w$ verzeichnet werden.

Wenn man nun die Spitze *k* in dem Grundriss durch einen Lichtstrahl wie k^3 bis an die Mauer in *t* verlängert, und dann diesen Punct oben auf der Linie *wv* bemerkt; so kann man in dem Aufriss auf die eingebildet fortgesetzte Fläche von *c d h*, den mittlern Lichtstrahl $k k^3$ aufzeichnen. Dann ist da, wo der Lichtstrahl, wie hier kk^3, diese zuletzt aufgezeichnete Linie berührt, der Punct, auf welchem sich die Spitze *k* auf der Fläche *cdh* abbildet.

Erste Anmerkung. Die Linie $v^2 w$ kann, nach der FlächenVerzeichnung in der Zeichnungslehre, leicht gefunden werden, wenn man sich die dreieckige Fläche *c d h* einmal mit der Linie *c d*, und dann in einem rechten Winkel mit der Basis, nach der inclinirenden dreiseitigen Fläche, bis an die Mauer bei *w* und *v* verlängert denkt, und dann die Höhe von v^2 an der Mauer im Aufriss durch die Horizontallinie *a b* bemerkt. Von da zieht man sodann die gesuchte Linie, parallel mit der Kante *ac*, von dem gleich inclinirenden Zinken *a c e*, oder man zieht auch von dem Grundriss die Weite *k w*, in horizontaler Richtung, von der Mittellinie des Sterns *f i k*, auf die Linie *b*, *g*, k^3, *x*, als eine gleiche Inclinationslinie, von der Fläche *c d h* bis *z* an, und bringt solche dann horizontal auf die Perpendikulare *k f i* bei s^2, von welchem Punct aus die Linie *uv* gezogen werden kann.

Zweite Anmerkung. Der von dem untersten Zinken $a^2 b^2 i$, auf den untern Stein *m n* fallende Schatten, welcher unten bei *i* als Punct, und von der Diagonallinie des Zinkens *b c* fällt, ist leicht zu bestimmen, wenn man, wie in dem Aufriss, den Cubus des Sterns, statt auf die hintere Wand *y z*, auf die obere horizontale Fläche *m n*, nach dem einfallenden Licht bestimmt, und dann die Umrisse des Schattens, von *i* aus nach dem Schatten des Cubus zieht.

Siebente Aufgabe. *Fig. XXVI. Tab. XIII.*

Ein in Grund- und Aufriss verzeichnetes altdorisches Hauptgesims zu schattiren.

Auflösung. Da in dieser Figur beinahe Alles enthalten ist, was bei geometrisch-architektonischen Zeichnungen von Licht und Schatten vorkommt, und bei vorhergehenden Aufgaben weit mehr, ja beinahe alle Fälle enthalten sind, wodurch der denkende Künstler auch die verwickeltste Aufgabe, aus sich selbst auflösen kann; so bedarf es hier keiner besondern Erklärung über die Anwendung des Lichtes und der hiezu bestimmenden Schattenumrisse. Desswegen wird bloss im Allgemeinen angegeben, dass die Conturen des Schattens, durch die Durchschnitte der Glieder des in dem Grundriss verkehrt gelegten altdorischen

Hauptgesimses, nebst dem Capitäl, mit den von dem Grundriss in Aufriss gebrachten, einfallenden Lichtstrahlen *a b c d e f g h i k l m n o*, wie in vorhergehenden Aufgaben, bestimmt sind, und ist das Uebrige der einzelnen Theile, aus der Zeichnung zu entnehmen.

Erste Anmerkung. Um den in dem Grundriss angegebenen Schatten, des umgekehrt auf dem Boden liegenden Hauptgesimses, vortheilhaft für den obern Aufriss zu beleuchten, muss man die Sonne in gleichem Winkel, wie in dem Aufriss, auf den Grundriss fallen lassen, und sich desshalb das ganze Gesims umgekehrt, auf der in dem Aufriss bemerkten Linie $a^2\, o^2$ liegend vorstellen, wo dann das Sonnenlicht *S*, nach der Höhe und in dem Grundriss nach der Linie $o\, o^3$ einfällt.

Zweite Anmerkung. Nach §. 16, fallen bei **einem** Licht, Schatten niemals sichtbar auf Schatten, und die in dem Schatten liegenden Theile, welche bei einer einfachen Schattenwerfung am dunkelsten seyn würden, werden bei einem zweiten Schattenbild daselbst heller, weil diese Theile gerade dem Reflexionslicht, das nach §. 5 bei der ersten nicht bemerkt worden, ausgesetzt sind. Daher ist hier zu bemerken, dass der Karniess *x y z* in dem obern Hauptgesims, ohne die stark hervorragende Hängplatte im Freien, und nach dem ähnlichen einfallenden Sonnenlicht, bei *y z* hell, und bei *x* dunkel geworden wäre, welches (wie schon in *Fig. XXIII* und *XXIV*, *Tab. XII*, bemerkt worden) hier nun umgekehrt, und überhaupt auch bei allen Gliedern, deren Seiten dem unter dem Schatten liegenden Licht entgegenstehen, der Fall ist.

Hier könnten noch mancherlei ähnliche Aufgaben, wie *Fig. XXVI*, über die Anwendung des Lichtes, Schattens und Reflexes folgen. Allein da nach den gegebenen Aufgaben, alle übrigen sich auflösen lassen, so wird der denkende Künstler sich mit jenen begnügen, und alle andern ihm vorkommenden Fälle selbst bearbeiten können.

VIERTES KAPITEL.

VON DER KATOPTRIK ODER REFLEXION DES LICHTES.

Erklärung. Die Katoptrik, die Lehre von der Reflexion des Lichtes, handelt von der mathematischen Bestimmung des auf die Oberflächen der Körper einfallenden, und von da zurückgeworfenen Lichtes. Die Oberflächen der Körper reflectiren das auf sie fallende Licht. Man theilt sie in polirte und unpolirte. Die polirten Oberflächen, die Spiegel, geben nicht nur das auf sie einfallende Licht, sondern auch alle beleuchteten Objecte, nach Beschaffenheit ihrer Oberflächen, wieder rein von sich. Hingegen die andern unpolirten Körper reflectiren bloss das Licht, und zum Theil die Farben, je nachdem sie mehr oder minder fein geformt, oder von heller oder dunkler Farbe sind.

Die Reflexion des Lichtes hängt ab von der Gestalt der Oberfläche der Spiegel. Diese theilt man desswegen in ebene, convexe oder erhabene, und concave oder Hohlspiegel.

Der plastische Künstler gebraucht die Lehre der Katoptrik vorzüglich für den Reflex des Lichtes, in Licht und SchattenPartieen, für den Glanz des Lichtes bei runden Körpern, und für die Bestimmung der Reflexionsbilder im Wasser und in andern polirten Körpern. Es wird also genug seyn, hier von der Katoptrik bloss so viel anzugeben, als der Künstler für die Vollständigkeit seiner Kunst, nach den in den Paragraphen 15, 17 und 18, angegebenen Lehrsätzen nöthig hat.

Erste Anmerkung. Der Schall verbreitet sich, wie das Licht, von dem Ort aus, wo er entsteht, nach allen Gegenden, und auch der Ton wird, wie das Licht, von den Oberflächen der Körper nach den nämlichen Gesetzen zurückgeworfen. Darum kann dieses ganze Kapitel von der Lehre des Reflexionslichtes, sehr vortheilhaft auf die Lehre der Akustik angewandt werden.

Zweite Anmerkung. In der geometrischen Zeichnungslehre wird der Augpunct und das Sonnenlicht unendlich weit von dem Object gedacht, was in den hier folgenden Aufgaben, bei endlichen Entfernungen, nicht geschehen ist. Bei Anwendung des Reflexlichtes in geometrischen Zeichnungen, muss man daher diese Abweichungen mit berücksichtigen. Uebrigens sind die Auflösungen bei geometrischen Zeichnungen, wie die Folge zeigt, mit diesen vollkommen ähnlich, und es ist desshalb keine besondere Anwendung nöthig, weil das, was hier von einem Lichtstrahl und von einem Sehpunct gesagt ist, sich auch auf mehrere über und neben einander gehende Lichtstrahlen anwenden lässt.

Erste Aufgabe. *Fig. XXVII. Tab. XIV.*

Das Reflexionsbild eines auf der horizontalen Ebene ab einfallenden Lichtes cd, nach dem Augpunct e zu finden.

Auflösung. Das Licht cd scheint zwar auf die ganze Horizontale ab, und kann daher auch in jeder Richtung, wo man die Horizontale ab übersieht, gesehen werden. Da aber, nach §. 17, der Einfallswinkel, dem Reflexionswinkel von der Fläche, auf welcher das Licht sich reflectirt, gleich seyn muss; so ändert sich, in jeder Richtung des Auges, das Bild. Dieses kann gefunden werden, wenn man das ganze Bild cd, mit dem Lichte d senkrecht, in gleicher Grösse unter die Horizontale ab nach $c\,d^2$ aufträgt, und dann von dem Punct d^2 aus, eine gerade Linie auf das Auge e zieht. Das Bild cd reflectirt sich nach der Länge $c\,d^3$, weil hier bei der Spitze d^3, der Winkel x dem Winkel y gleich ist.

Erste Anmerkung. Dass der Winkel x dem Winkel y gleich sey, ist leicht daraus zu ersehen, dass der Winkel y seinem Scheitelwinkel z gleicht, und ferner der Winkel z dem Winkel x; denn vermöge der Construction, ist das Dreieck $c\,d^2\,d^3$ dem Triangel $c\,d\,d^3$ gleich.

Zweite Anmerkung. Wird der Reflex des Lichtes von f aus gesehen, so erscheint das Bild cd auf der Horizontale in der Länge cg; und so zeigt sich das Bild immer länger, je mehr sich das Auge der Horizontale ab nähert, bis es endlich auf derselben unendlich, und nicht mehr vernehmbar wird. In dem andern Fall, wenn sich das Auge dem perpendikular stehenden Licht nähert, erscheint es in dem Reflex immer kleiner, bis es endlich in perpendikularer Richtung ganz verschwindet, und null wird.

Dritte Anmerkung. Wie sich, nach §. 13 und den zwei vorhergehenden Bemerkungen, das Reflexionsbild nach dem Auge oder Standpunct richtet, so verändert die nähere und weitere Distanz des Auges und Lichtes von der reflectirenden Fläche, das Bild des Reflexes nicht; weil diese Veränderungen des Auges und des Lichtes, die Neigungen des einfallenden und wieder reflectirenden Winkels nicht abändert, und es ganz gleichgültig ist, ob z. B. in f, f^2 oder in f^3 das Auge oder das Licht in dem Punct d, oder in d^1 sich befände. Hieraus ergiebt sich, dass diese und alle folgenden Aufgaben, wo das Licht und der Standpunct auf eine bestimmte Weite sind angenommen worden, sich ganz bei geometrischen Zeichnungen anwenden lassen, indem die einfallenden und reflectirenden Lichtstrahlen, in einem wie in dem andern Fall, nach gleichen Gesetzen ein- und zurückfallen.

Vierte Anmerkung. Unter dem hier angegebenen Licht, kann man sich jede Art von leuchtendem Körper vorstellen, und das Auge als den Theil ansehen, welcher das Licht von der reflectirenden Oberfläche empfängt.

Zweite Aufgabe. *Fig. XXVIII. Tab. XIV.*

Das Reflexionsbild von einem auf die Perpendikulare $c\,d$ fallenden Licht $a\,b$, nach dem gegebenen Augpunct e zu finden.

Auflösung. Da das meiste, was bei vorhergehender Figur gesagt ist, auch hier gilt; so ist bei dieser Aufgabe bloss zu bemerken, dass man für das erscheinende Reflexionsbild auf der Perpendikulare $c\,d$, das vor derselben stehende Licht $a\,b$, in gleicher Entfernung hinter dieselbe zu tragen, und dann von den Endpuncten $a^2\,b^2$ nach dem Auge die Lichtstrahlen nach e zu ziehen hat, weil das Object auf einer polirten Fläche so weit hinter, als vor derselben erscheint; wo sich dann die Grösse des verlangten Reflexionsbildes $a^3\,b^3$ ergiebt.

Anmerkung. Was bei voriger Aufgabe (Anmerk. 3) über die Nähe oder Entfernung des Auges von der Reflexionsfläche gesagt worden, ist hier nicht ganz anzuwenden, weil hier der Fuss des Lichtes a, nicht wie oben, an die Reflexionsfläche angrenzt, oder vielmehr einen rechten Winkel mit ihr macht. Je mehr sich das Auge in der Richtung von $e\,b^3$ dem Spiegel nähert, desto kleiner wird immer das Reflexionsbild von a^3b^3, und so umgekehrt auch immer grösser erscheinen.

Dritte Aufgabe. *Fig. XXIX. Tab. XIV.*

Das von dem Licht $a\,b$ auf die Inclinationsfläche $a^3\,d$ fallende Reflexionslicht, von e aus gesehen, zu finden.

Auflösung. Wenn das Licht $a\,b$ perpendikular unter die Bodenlinie bis an die verlängerte Inclinationslinie nach c gezogen wird, so braucht man nur das hinter der Fläche erscheinende Licht von dem Punct c aus, und in gleichem Winkel, von $x = y$ bis $a^2 b^2$, aufzutragen, oder auch auf die inclinirende Reflexionsfläche die Lichtpuncte $a\ b$ rechtwinklich hinter die Reflexionsfläche mit gleicher Distanz zu verlängern; wo man dann von $a^2\ b^2$ durch die nach c gezogenen Lichtstrahlen, das zu suchende Reflexionsbild $a^3\ b^3$ findet.

Vierte Aufgabe. *Fig. XXX. Tab. XIV.*

Das Reflexionsbild von dem Licht a, auf der reflectirenden Fläche $d\ f$, von dem Augpunct e aus gesehen, zu finden.

Auflösung. Diese Aufgabe ist wie *Fig. XXVI*; und ist die Verzeichnung des Reflexbildes bei jener auf einer horizontalen Fläche, von oben an gesehen, hier aber in horizontaler Richtung das Bild auf einer vertikalen Fläche erscheinend, angegeben. Die Aufgabe kann jedoch ganz nach jener verzeichnet und aufgelöset werden.

Erste Anmerkung. Wenn das Bild oder Licht a, auf der reflectirenden Fläche in einem stumpfern oder spitzern Winkel, als von e aus, gesehen wird; so verändert sich solches auf gleiche Art, wie die Veränderung der verschiedenen Ansichten des Lichtes bei *Fig. XXVII.* Demnach würde das Bild, von e^2 aus gesehen, sich bei a^1 reflectiren, jedoch in der gleichen Richtung des Lichtstrahls, $e\,a^2$, oder $e^2 a^2$, keine Veränderung veranlassen.

Zweite Anmerkung. Wenn diese Figur, als der Grundriss von *Fig. XXVIII* angesehen wird, bei welcher, wie in *Fig. XXVII* und *XXIX*, das Licht bloss in paralleler Richtung mit der perpendikularen Zeichnungsfläche angenommen wurde; so würde das Bild von $a\,b$ auf der Reflexionsfläche $d\,f$ bei a^3 in perpendikularer Lage, und nach *Fig. XXVIII*, in der Höhe von $a^3 b^3$ erscheinen. Hieraus folgt die

Dritte Anmerkung. Die Nähe oder die Weite von dem Auge und von dem Licht, verändert nicht jedesmal das Reflexionsbild. Für die genaue Verzeichnung der zu reflectirenden Bilder, muss das Bild, und der Augpunct, von welchem aus es gezeichnet werden soll, mit der reflectirenden Fläche, in Grund- und Aufriss, gegeben seyn. Denn, wie in den vorhergehenden Figuren gezeigt ist, verändert die horizontale und perpendikulare Veränderung eines dieser Gegenstände, das Reflexionsbild, und macht dasselbe auch auf der Fläche an einem andern Ort erscheinen.

Fünfte Aufgabe. *Fig. XXXI. Tab. XIV.*

Den Reflex von dem in dem Grund- und Aufriss verzeichneten Licht a, b, auf der parallel mit der Basis laufenden Reflexionsfläche $c\,d$, $e\,f$, zu finden, wenn solches aus dem in Grund- und Aufriss verzeichneten Augpunct g, g^2 gesehen wird.

Auflösung. Da das Licht $a\,b$ so weit hinter dem Spiegel erscheinen muss, als es vor demselben steht, so kann es, nach *Fig. XXX*, hinter demselben rechtwinklich mit der Reflexionsfläche nach a^5 getragen, und dann durch den Lichtstrahl $a^5 g$ die perpendikulare Erscheinung bei a^4 im Grundriss bemerkt werden. Wird nun dieser Punct a^4 im perpendikularen Aufriss an die Reflexionsfläche gebracht; so ist, nach *Fig. XXVIII*, das ganze Reflexionsbild $a^3\,b^2$ von den Endpuncten des wirklichen Lichtes $a^2\,b$, nach dem Augpunct g^2, auf der Fläche $c\,d\,e\,f$ abzuschneiden.

Sechste Aufgabe. *Fig. XXXII. Tab. XIV.*

Den Reflex von dem in Grund- und Aufriss verzeichneten Licht a, b auf der schief mit der Basis laufenden Reflexionsfläche $c^2\,d^2$, $e\,f$ zu finden, wenn solches aus dem in Grund- und Aufriss verzeichneten Augpunct g und g^2 gesehen wird.

Auflösung. Die Abweichung, dass die Reflexionsfläche $c\,d$ hier schief mit der Basis geht, macht die Auflösung dieser Aufgabe von der vorhergehenden *Fig. XXXI* nicht verschieden; sondern weil die Suchung des Reflexes, wie *Fig. XXXI*, nach den Figuren *XXVIII* und *XXX* geschehen kann, so ist sie ganz nach jenen Figuren zu zeichnen.

Siebente Aufgabe. *Fig. XXXIII. Tab. XIV.*

Den von dem Licht e, aus dem Augpunct g zu sehenden Reflex, auf der in Grund- und Aufriss inclinirenden, und schief mit der Basis gerichteten, polirten Fläche $a\,b\,c\,d$ zu bestimmen.

Auflösung. Diese Aufgabe kann nach *Fig. XXIX* und *XXXII* verzeichnet werden, wenn man zuerst, wie hier, durch ein Seitenprofil A die wirkliche Inclination von der polirten Fläche, mit dem Licht e und dem Augpunct g, aus dem Grundriss in wirklicher geometrischer Ansicht, mit der Richtung der Seite $b\,c$, in Aufriss verzeichnet, und dann nach *Fig. XXIX* die HöhenErscheinung des Lichtes abträgt. Zieht man nun die erscheinenden Endpuncte f^4 e^5, nebst dem Punct h, der in gerader Richtung den Endpunct der Kerze e^3 und e^4, und desshalb auch im Grundriss die Scheidungslinie der vor und hinter dem Spiegel gleich entfernten Distanzen des Lichtes bestimmt, von der Inclinationsfläche $b^3\,c^3$ horizontal auf die wirkliche Fläche $a^2\,b^2\,c^2\,d^2$, und bringt solche unten in dem Grundriss $x^2\,x^2$, $y^2\,y^2$ parallel mit $a\,b$; so kann die Aufgabe, nach *Fig. XXXII*, aufgelöset werden, wenn man von der Linie $y^2\,y^2$ das Licht e so weit hinter dieselbe trägt, als es vor derselben ist, und dann den Reflexionspunct von e^7 nach g, in gerader Richtung auf die Linie $x^2\,x^2$ bei e^6, als den zu suchenden Punct, in Grund- und Aufriss bemerkt. Auf gleiche Art kann auch der untere Theil der Kerze f^4 von der bei A gezogenen inclinirenden Fläche im Grund- und Aufriss abgetragen und verzeichnet werden.

Erste Anmerkung. Da sich nach *Fig. XXIX*, *Tab. XIV*, die Reflexionsfläche, mit der vor und hinter dem Spiegel verzeichneten Kerze bei z oder z^2 kreuzt; so ist der in der Aufgabe bemerkte Punct f^5 durch diese Verzeichnung noch leichter, als der obere Punct e^6 und e^8, in Grund- und Aufriss zu finden.

Zweite Anmerkung. Wenn man sich nach der Aufgabe von *Tab. III* in der Zeichnungslehre, das Seitenprofil A mit der Linie $z\,e^3$, gleich einer Achse, in dem Grundriss bei e, bis in die Richtung von $b\,c$ oder $a\,d$, herumgedreht vorstellt; so kann man auch die zu suchenden Puncte nach jener Aufgabe in der Zeichnungslehre, in Grund- und Aufriss bringen.

Achte Aufgabe. *Fig. XXXIV. Tab. XIV.*

Den Reflex von einer Kerze, auf einen polirten Cylinder, wenn das Auge in einem bestimmten Punct c ist, zu finden.

Auflösung. Da das Licht, nach §. 4, am hellsten beleuchtet, wenn es rechtwinklich einfällt, und eben so auch der Reflex am deutlichsten wahrgenommen werden kann, wenn die Lichtstrahlen von der Reflexionsfläche rechtwinklich in das Auge gehen; so muss das im Grundriss verzeichnete Licht a, den Cylinder bei u am hellsten beleuchten, und es müssen auch die Lichtstrahlen von dem Cylinder bei a^3 am hellsten in das Auge c gehen. Da aber der Reflexionswinkel dem Winkel des einfallenden Lichtes gleich ist; so bestimmt der Punct a und c das Reflexionsbild bei a^3, welcher gefunden werden kann, wenn man az nach za^3, und zc nach zc^2, und von den Puncten a, c, a^3 und c^3 die Tangenten auf die Peripherie des Cylinders, und dann, da wo sich die Tangenten bei y und y^2 kreuzen, die Linie yzy^2 zieht. Wo nun diese Linie die Peripherien, wie hier in a^3, kreuzt, da ist der Punct, welcher einen gleichen Winkel nach a und c mit der Peripherie des Cylinders macht. Da auch von a, als dem Reflexionspunct, das Bild so weit hinter, als vor demselben erscheint; so kann die Aufgabe, wie sie in der Zeichnung angegeben worden, ganz nach den Figuren *XXVIII* und *XXX* in Grund- und Aufriss vollends verzeichnet werden.

Neunte Aufgabe. *Fig. XXXV. Tab. XIV.*

Den Reflex von einer Kerze, in eine hohle cylinderförmige polirte Fläche, bei einem bestimmten Augpunct zu finden.

Auflösung. Diese Aufgabe ist mit der vorigen ganz gleich, weil das Reflexionslicht hier, wie dort, auf eine reine Cirkelform fällt, welche aber alle von ihr reflectirten Lichtstrahlen concentrisch (in voriger Figur excentrisch) von sich giebt, und für das auf ihr erscheinende Bild keine Veränderung macht. Diese Aufgabe kann daher, ganz nach voriger Figur, in Grund- und Aufriss verzeichnet werden.

Anmerkung. Wie in voriger Figur, der im Grundriss auf den Cylinder fallende Reflexionspunct durch die entgegengesetzten Entfernungen des Lichtes und des Auges gefunden ward, so ist hier der Punct a^3, als eine andere Annäherung, für den zu suchenden gleichen Einfalls- und Reflexionswinkel, durch die Kreuzpuncte xy der verlängerten Tangenten cy und ay, ferner cx und ax von den willkührlich angenommenen Cirkeln vw, gefunden.

Zehnte Aufgabe. *Fig. XXXVI. Tab. XIV.*

Den Reflex von einem Licht auf eine Kugel, von einem bestimmten Augpunct aus gesehen, zu finden.

Auflösung. Wenn das Licht im Grundriss bei a^2, und das Auge in c^2 steht, so kann im Grundriss die Lage des Reflexionspunctes entweder nach *Fig. XXIV*, oder nach *Fig. XXV*, durch Kreuzpuncte mehrerer von verschiedenen Cirkeln gezogener Tangenten, nach der Directionslinie xyz, angegeben werden. Wird nun das Seitenprofil B, gleichwie in *Fig. XXXIII*, nach der in dem Grundriss bemerkten Linie zyx, mit den Höhen und der Distanz von dem Licht und dem Auge verzeichnet, und in diesem Profil der Punct des

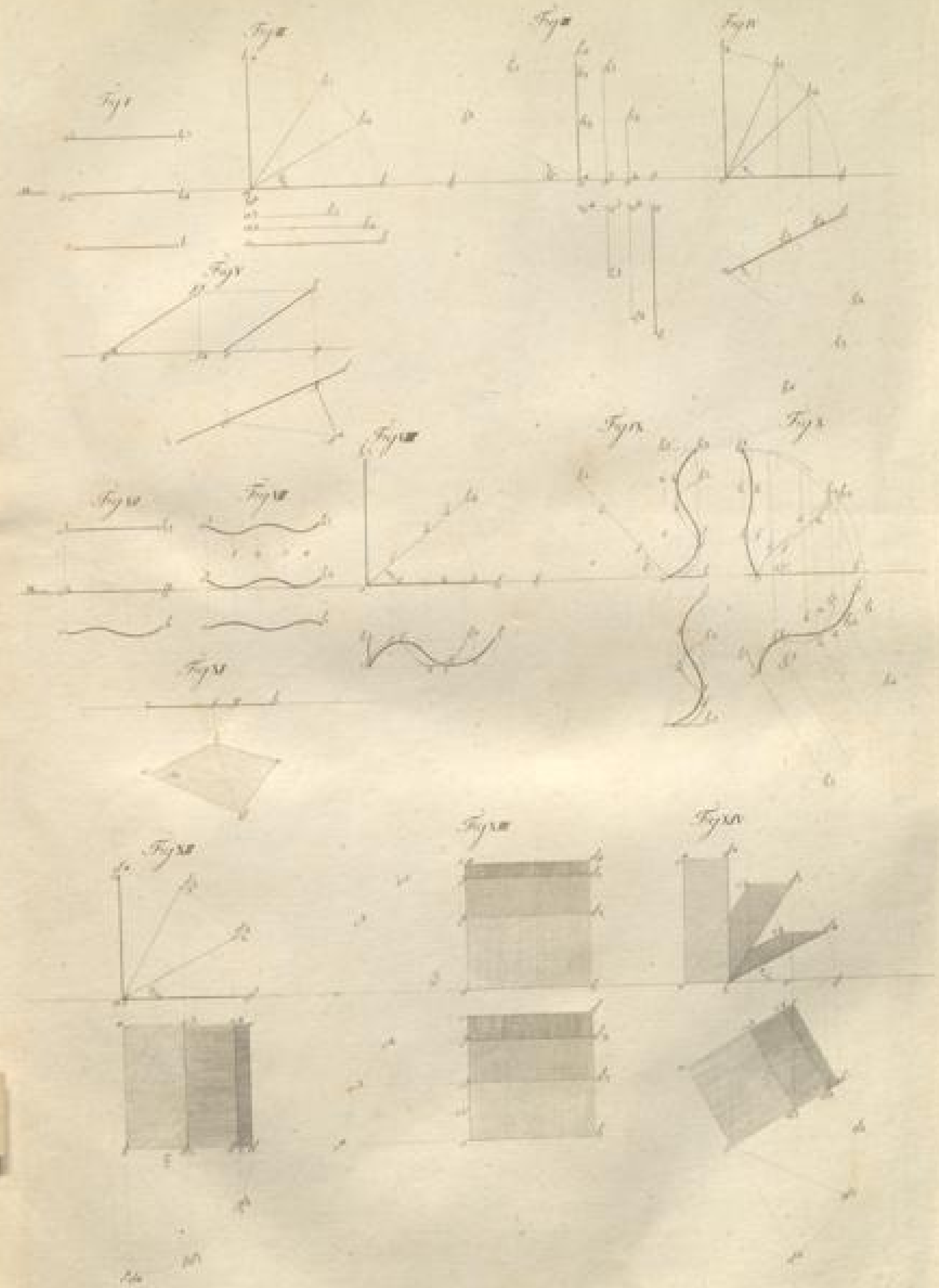
Reflexionslichtes d, ebenfalls wie vorher, durch die von b und c aus, an den grossen und kleinen Cirkel gezogenen Tangenten ss, tt bestimmt; so giebt der Punct d die Höhenlage des Reflexionspunctes an. Wird nun dieser Punct horizontal auf den Aufriss der Kugel hinüber getragen, und mit vw, als der DurchschnittsScheibe des auf die Kugel fallenden Reflexionslichtes, im Grundriss der Cirkel $v^2 w^2$ gezogen; so ist, wo sich die horizontale und perpendikulare Direction des Reflexes bei a^3 durchkreuzen, der gesuchte Reflex in Grundriss, und perpendikular ober demselben in Aufriss.

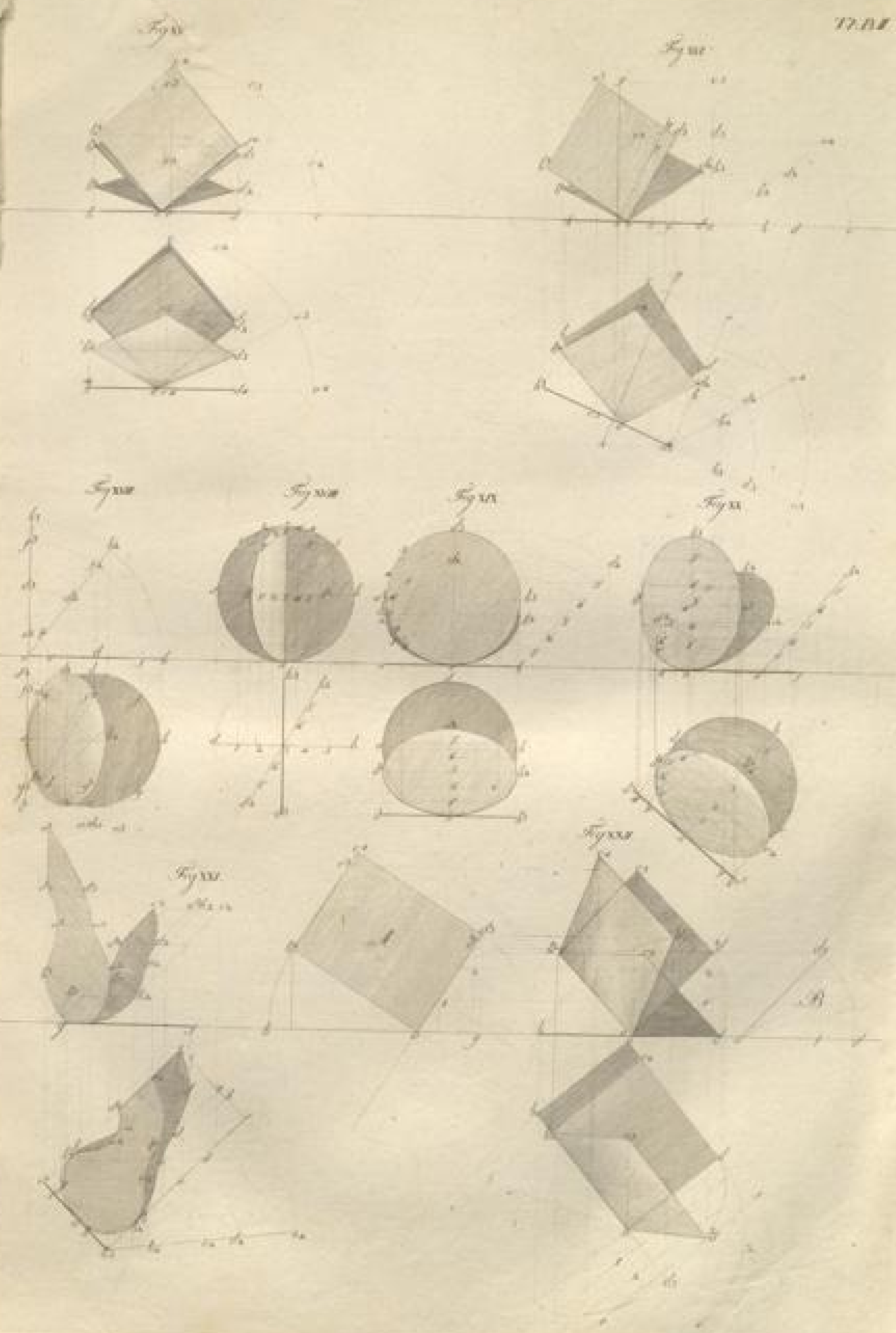
Anmerkung. Will man, wie hier, den Reflex der ganzen Kerze $a^2 b^2$, auf der Kugel verzeichnen; so muss man die nämliche Operation, wie es für die Findung des obern Punctes b^2 geschehen, auch für den untern a^2, und etwa für zwischen ihnen angenommene Puncte vornehmen, wo sodann die ganze Kerze in der Gestalt $d^2 a^3$ erscheint.

Da aus diesen katoptrischen Aufgaben alle übrigen aufzulösen sind, und auch selbst in dem folgenden Heft, von der perspectivischen Zeichnungslehre, die Anwendung in mancherlei Gestalt vorkommt; so scheint es überflüssig, diese Lehre auf weitere Aufgaben, wie z. B. auf conische, elliptische und andere zusammengesetzte polirte Flächen, auszudehnen, indem auch diese Aufgaben durch jene, mit wenigem Nachdenken, aufzulösen sind.

VERBESSERUNGEN.

Seite 5, Zeile 18, von unten, statt +, lies ×. — S. 13, Z. 11 u. 12, von oben, statt + l. ×. — S. 17, Z. 13, v. o., statt Grundriss, l. Aufriss. — S. 18, Z. 6, v. o., statt veränderte, l. veränderten. — S. 18, Z. 12, v. o., statt c^2, l. e^2. — S. 20, Z. 18, v. o., statt hintere, l. hintern. — S. 21, Z. 11, v. u., l. einem, statt einen. — S. 22, Z. 14., v. u., statt etwas weniger stark, l. etwas stärker. — S. 23, Z. 16, v. o., statt d^2, l. c^2. — S. 24, Z. 2, v. o., statt der Schatten, lies den Schatten. — S. 24, Z. 18, v. u., statt die Puncte e, l. den Punct e^2. — S. 25, Z. 15, v. u., l. *Tab. VI*, statt *I*. — S. 27, Z. 13, v. o., statt folgendem, l. folgenden. — S. 28, Z. 8, v. u., nach a^2, setze f^2. — S. 28, Z. 15, v. u., statt g, l. q. — S. 28, Z. 11, v. u., statt bei g^2, l. bis q^2. — S. 29, Z. 3, v. o., l. y^2, statt y. — S. 29, Z. 2, v. u., l. $p^2 q^2$ und $p^2 p^2$, statt $p^2 g^2$ und $p^2 q^2$. — S. 31, Z. 16, v. o., l. $y^2 d^5$, statt $a^4 d^5$. — S. 31, Z. 5, v. u., l. d^5, statt d^3. — S. 32, Z. 17, v. u., setze vor die Buchstaben $abcd$, das Wort von.





TAB. III

Fig XXIII

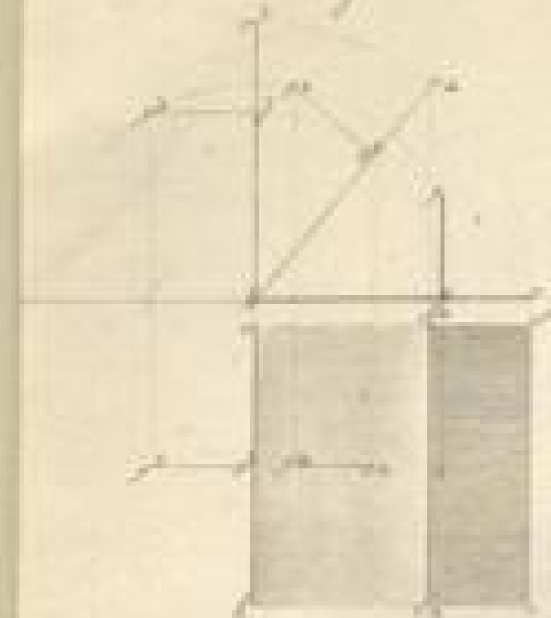


Fig XXIV

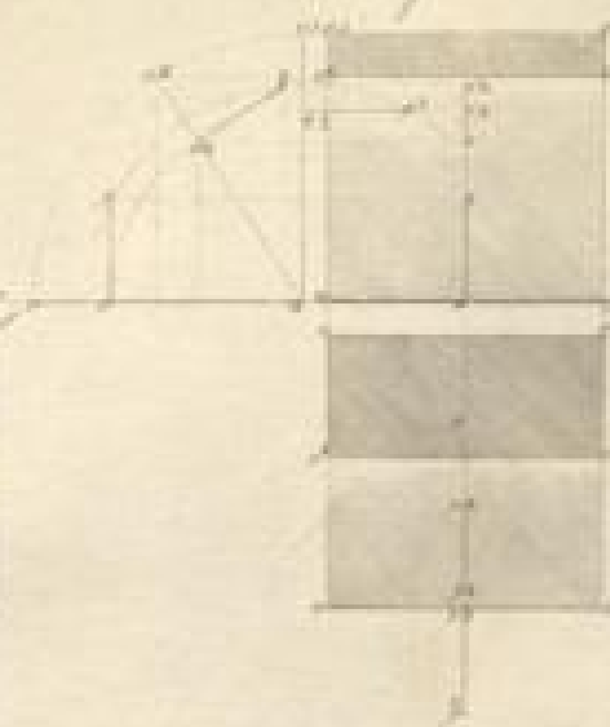


Fig XXV

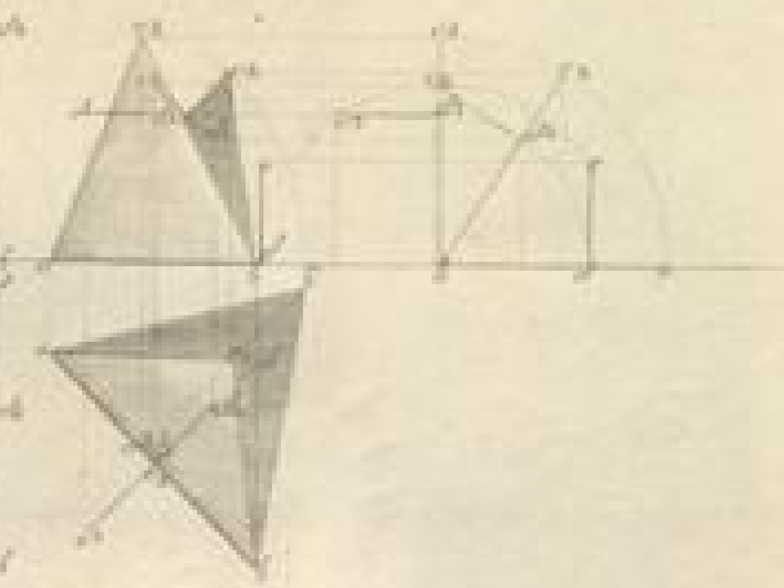


Fig XXVI

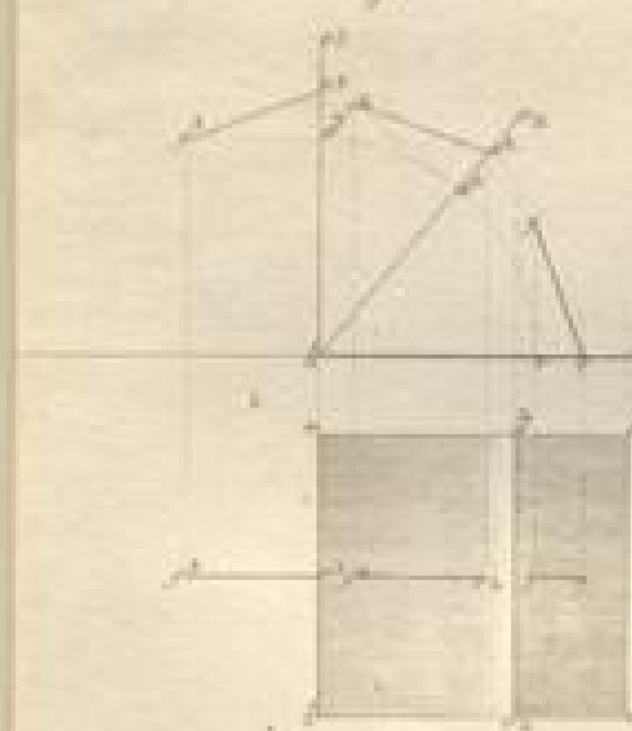


Fig XXVII

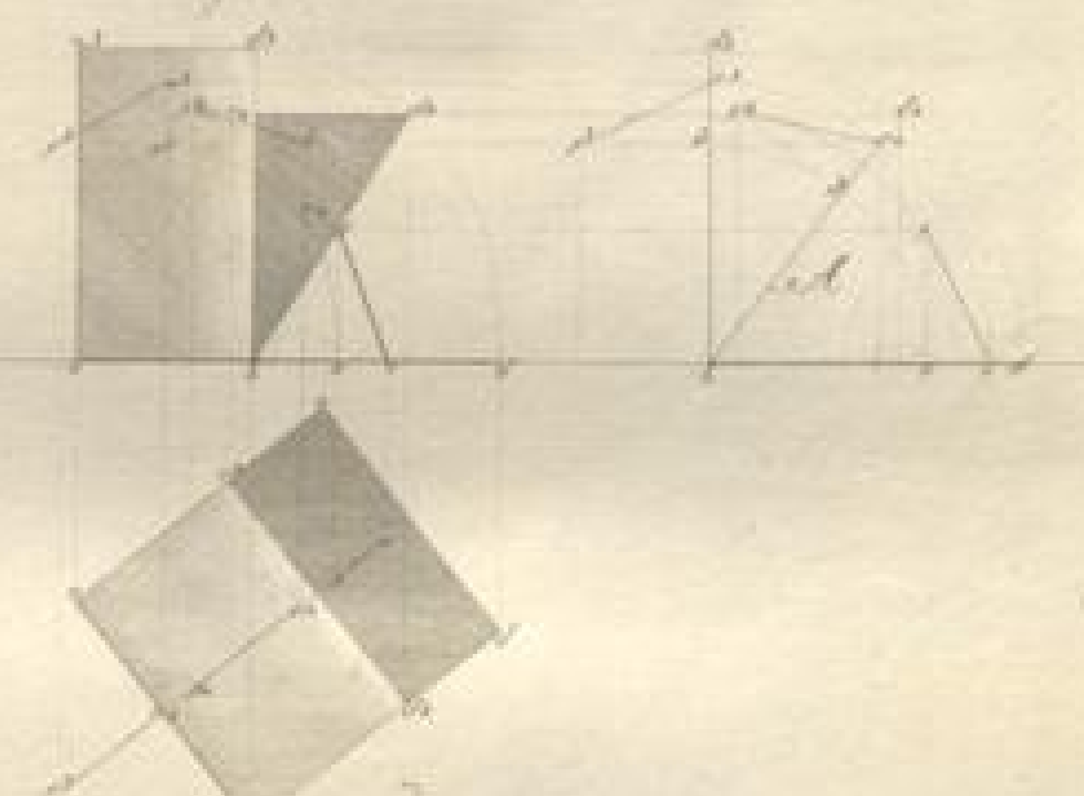


Fig XXVIII

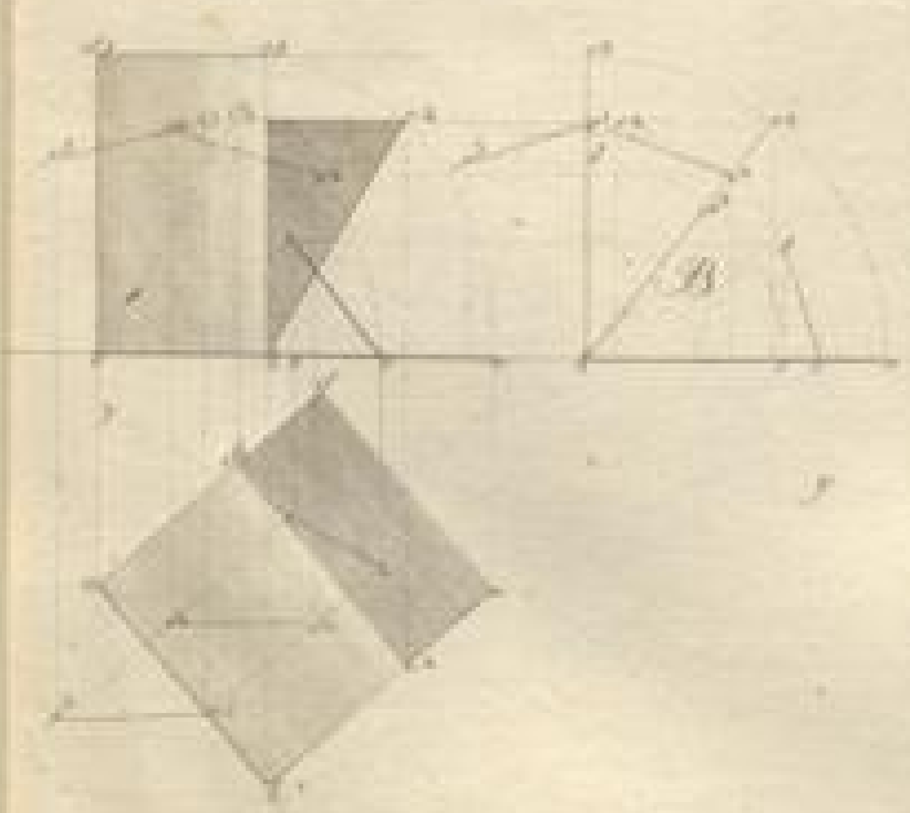
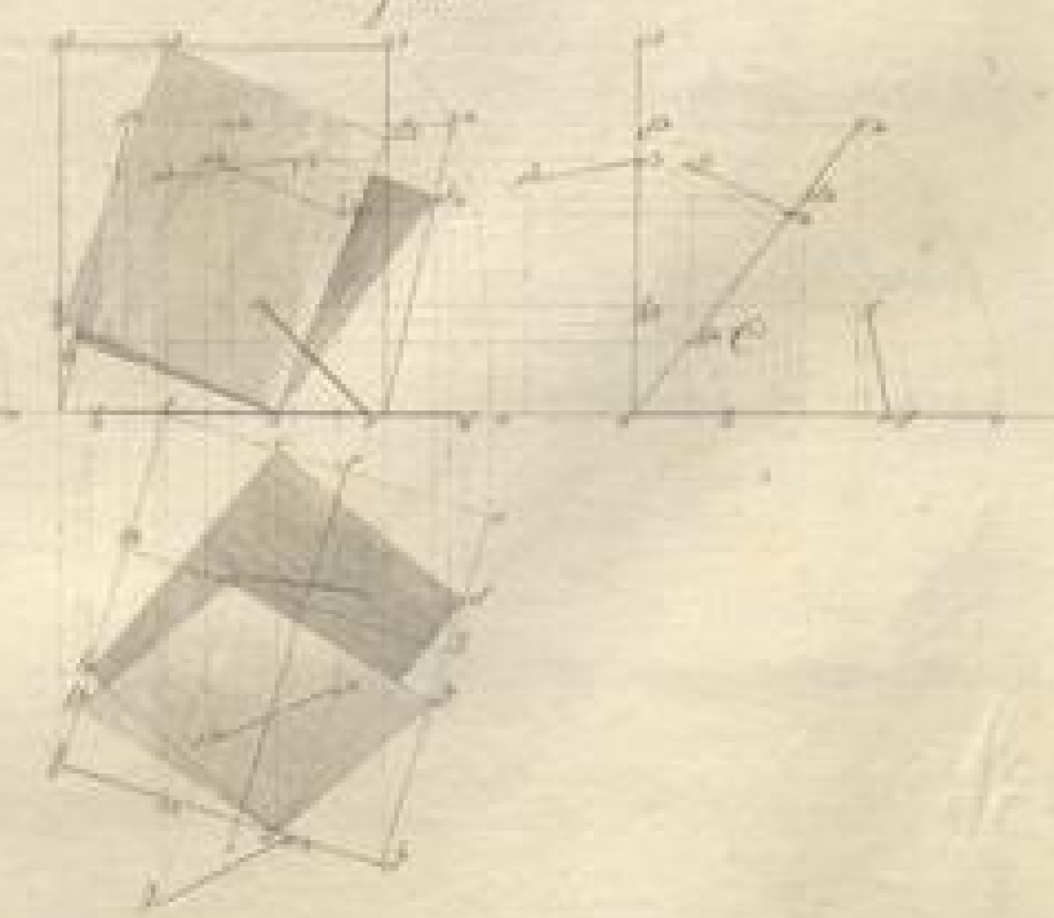


Fig XXIX



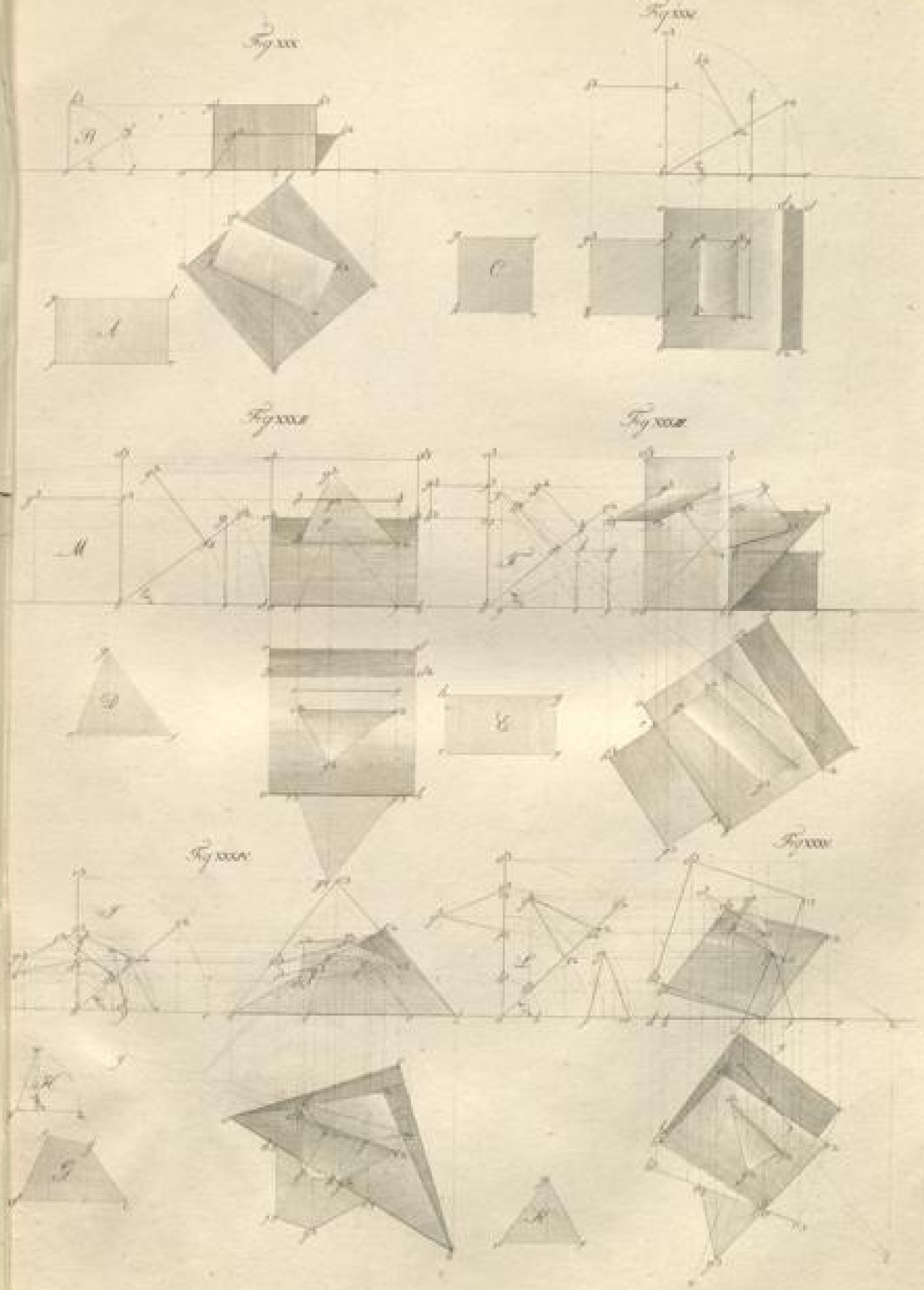


Fig. XXX
Fig. XXXI
Fig. XXXII
Fig. XXXIII
Fig. XXXIV
Fig. XXXV

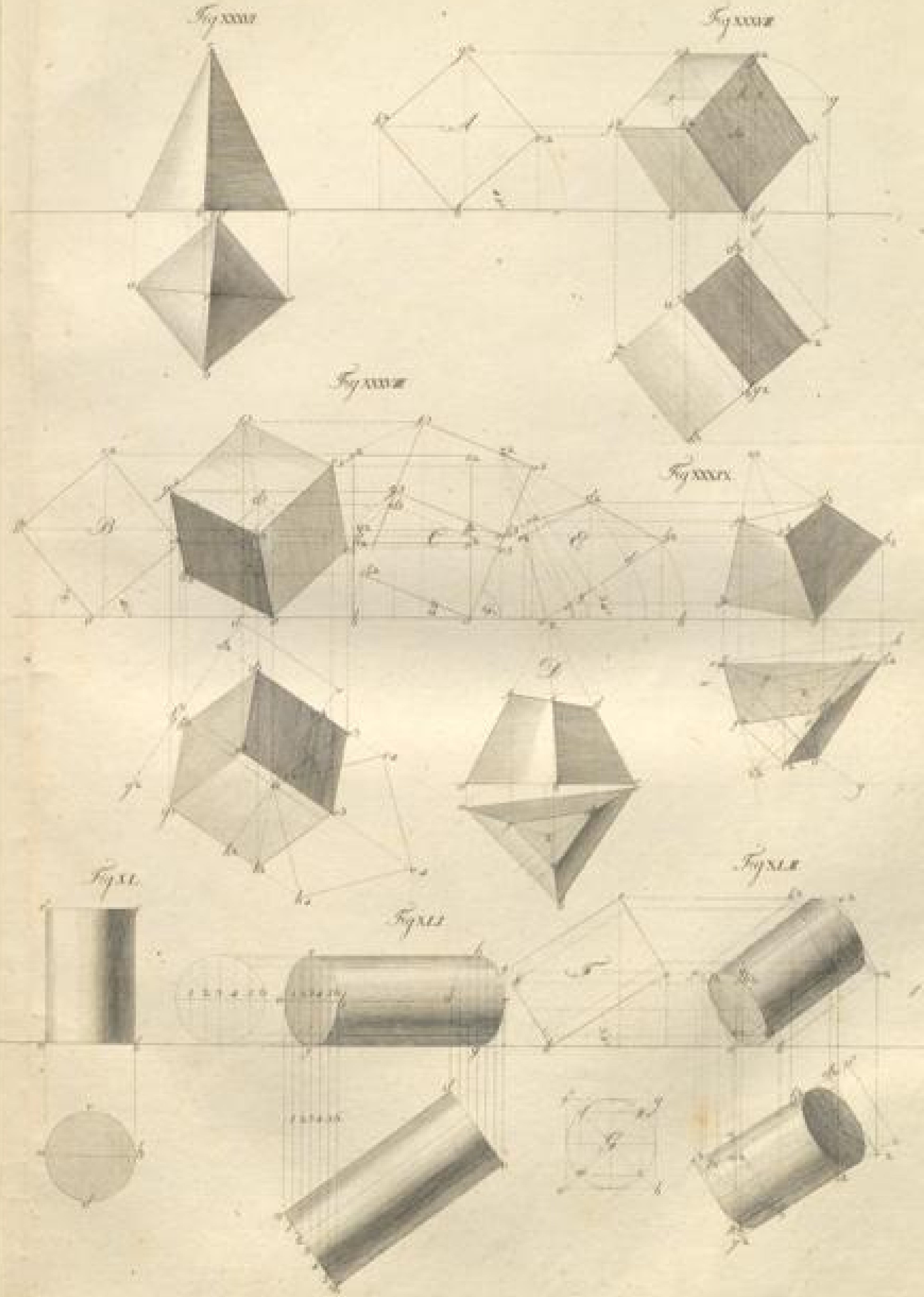


Fig. XXXVI.
Fig. XXXVII.
Fig. XXXVIII.
Fig. XXXIX.
Fig. XL.
Fig. XLI.
Fig. XLII.

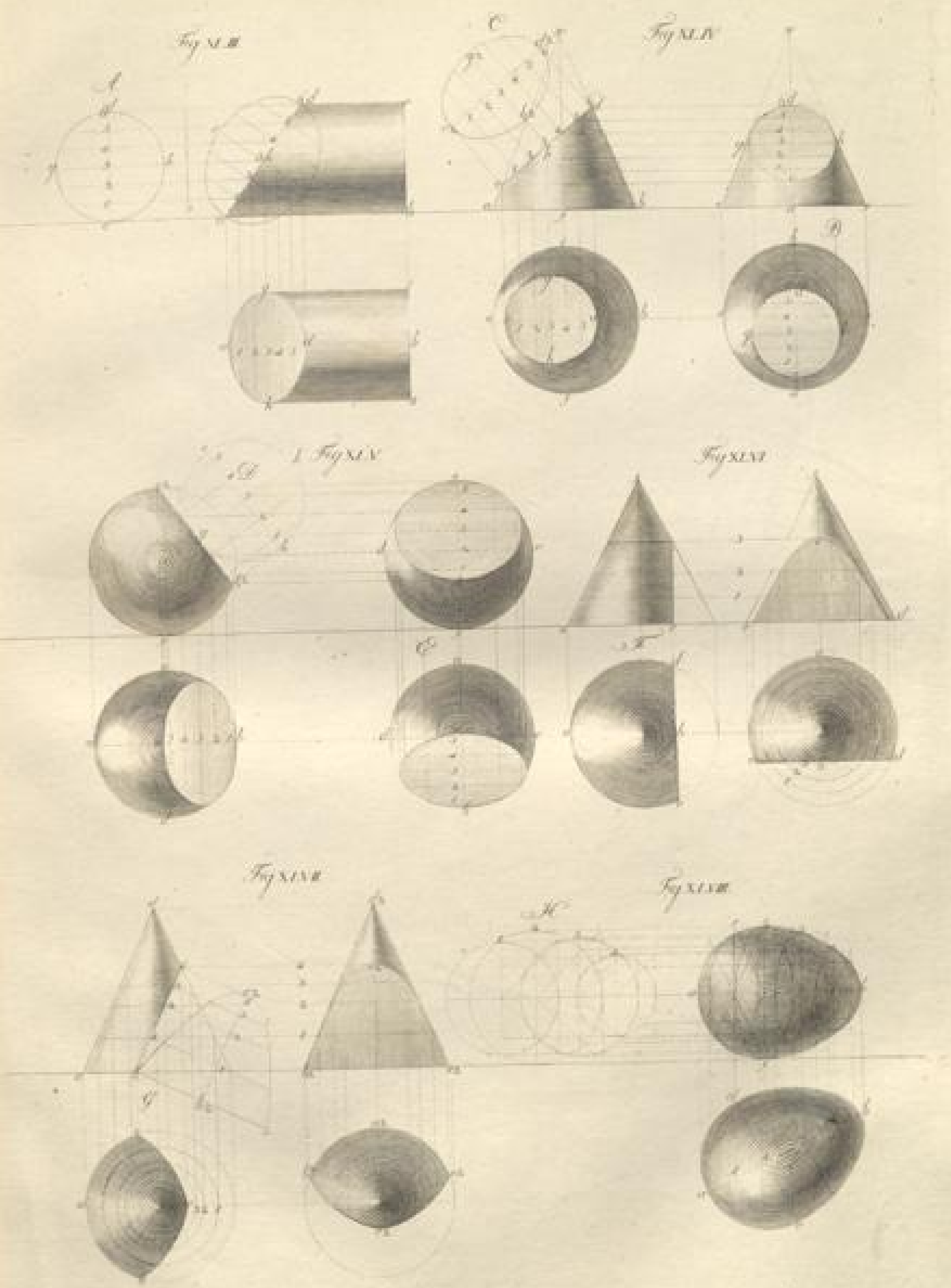
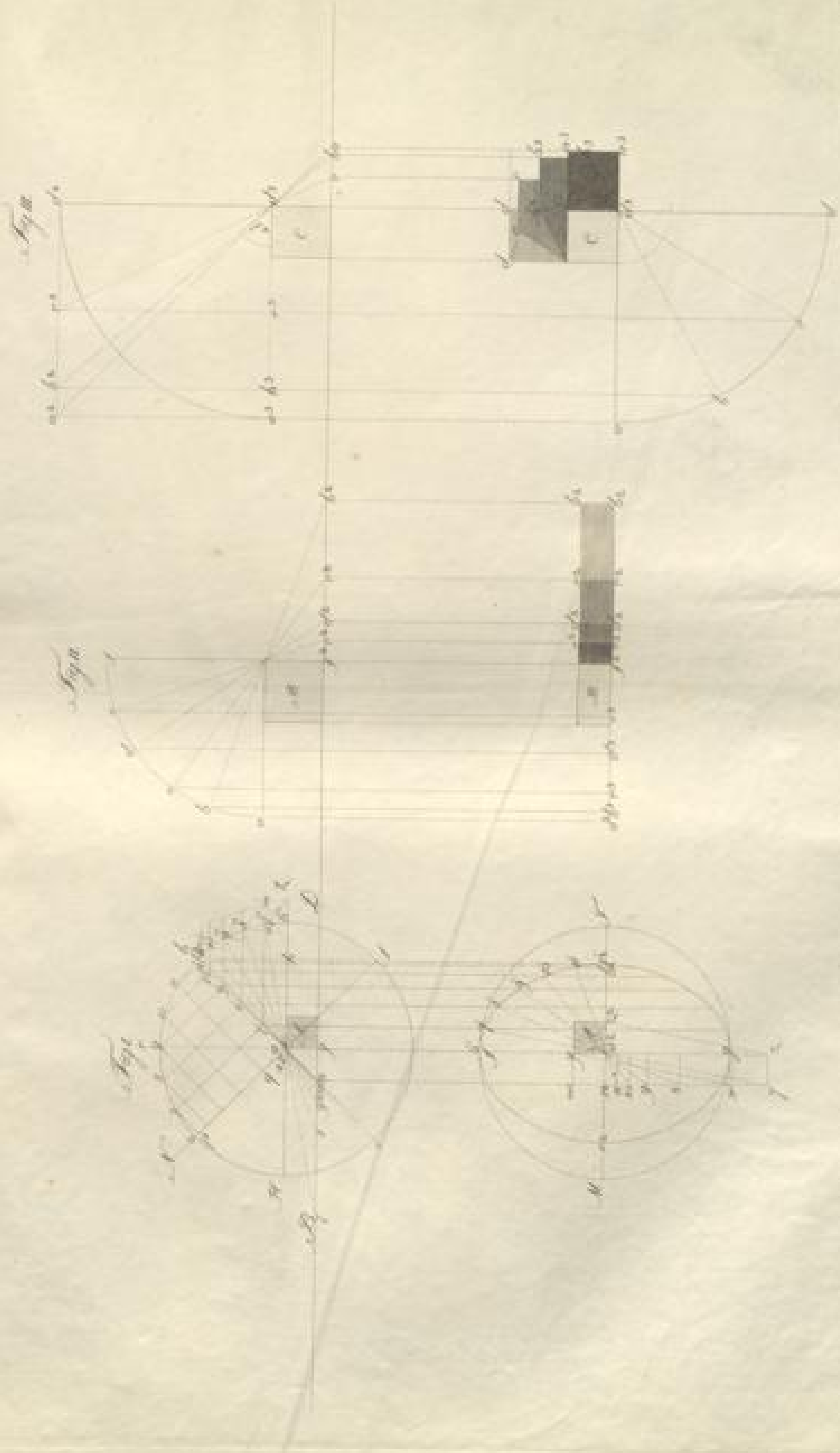
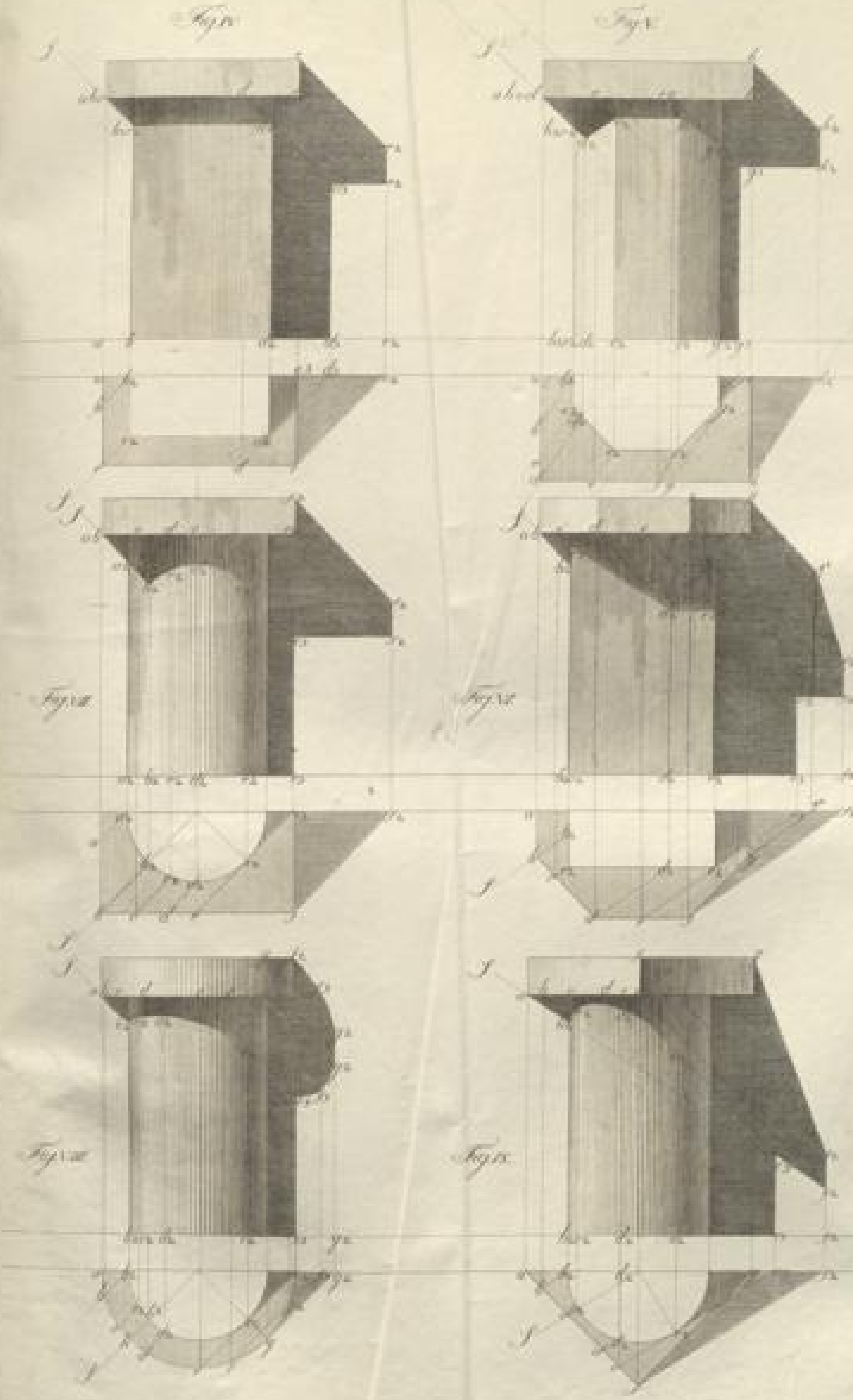


Fig XLIII
Fig XLIV
Fig XLV
Fig XLVI
Fig XLVII
Fig XLVIII





TAB.IX.

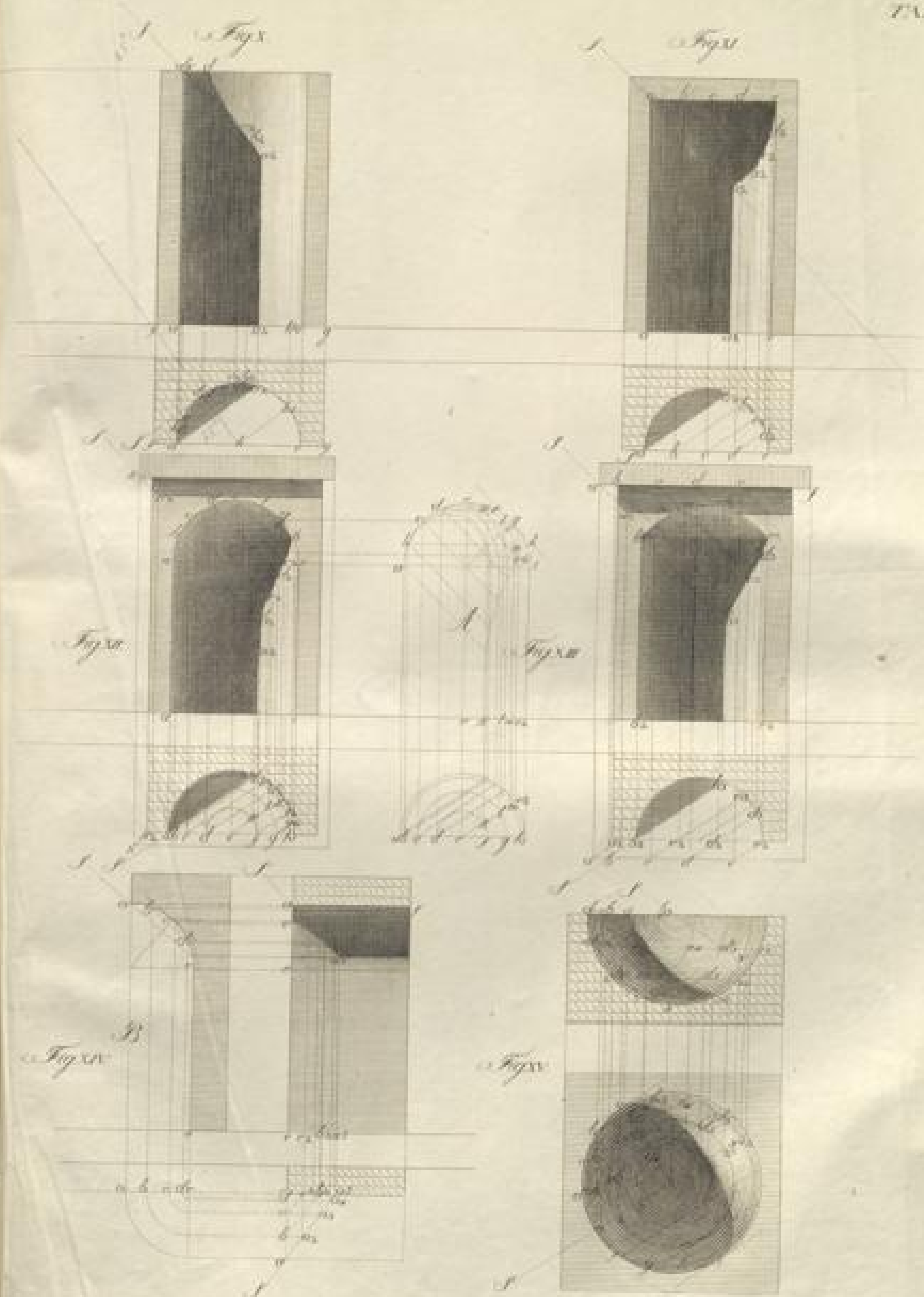


Fig. XVIII

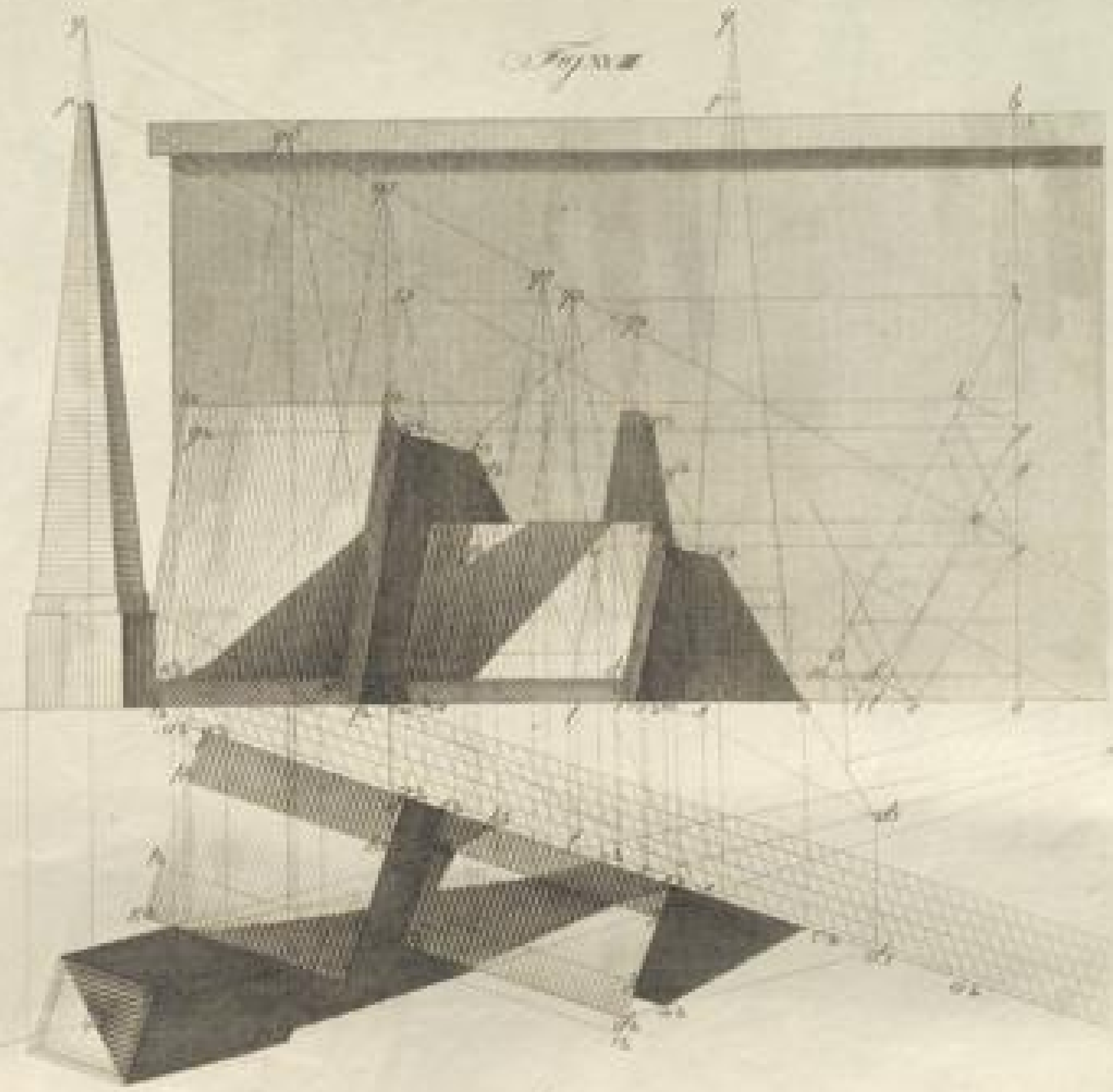
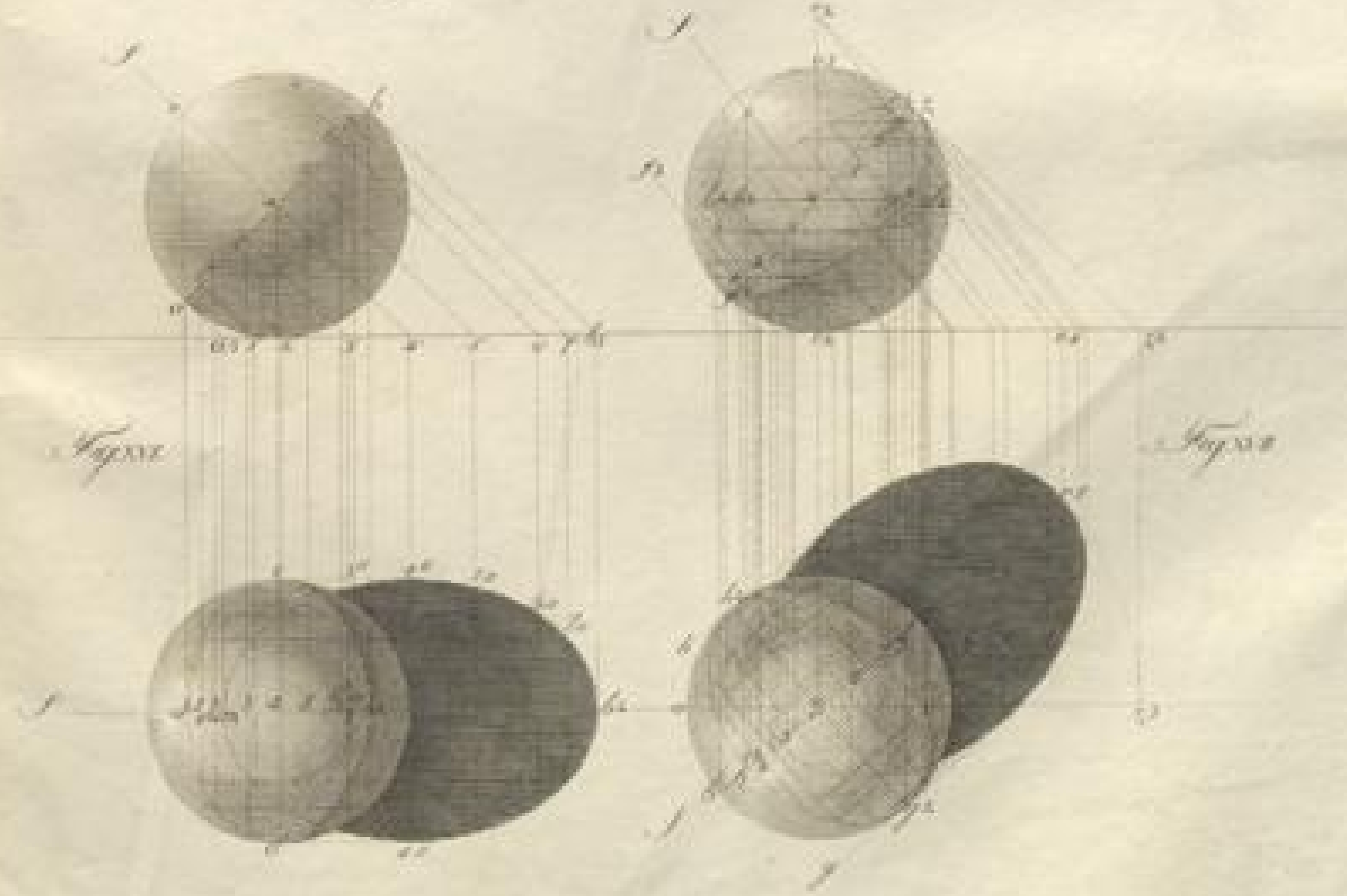
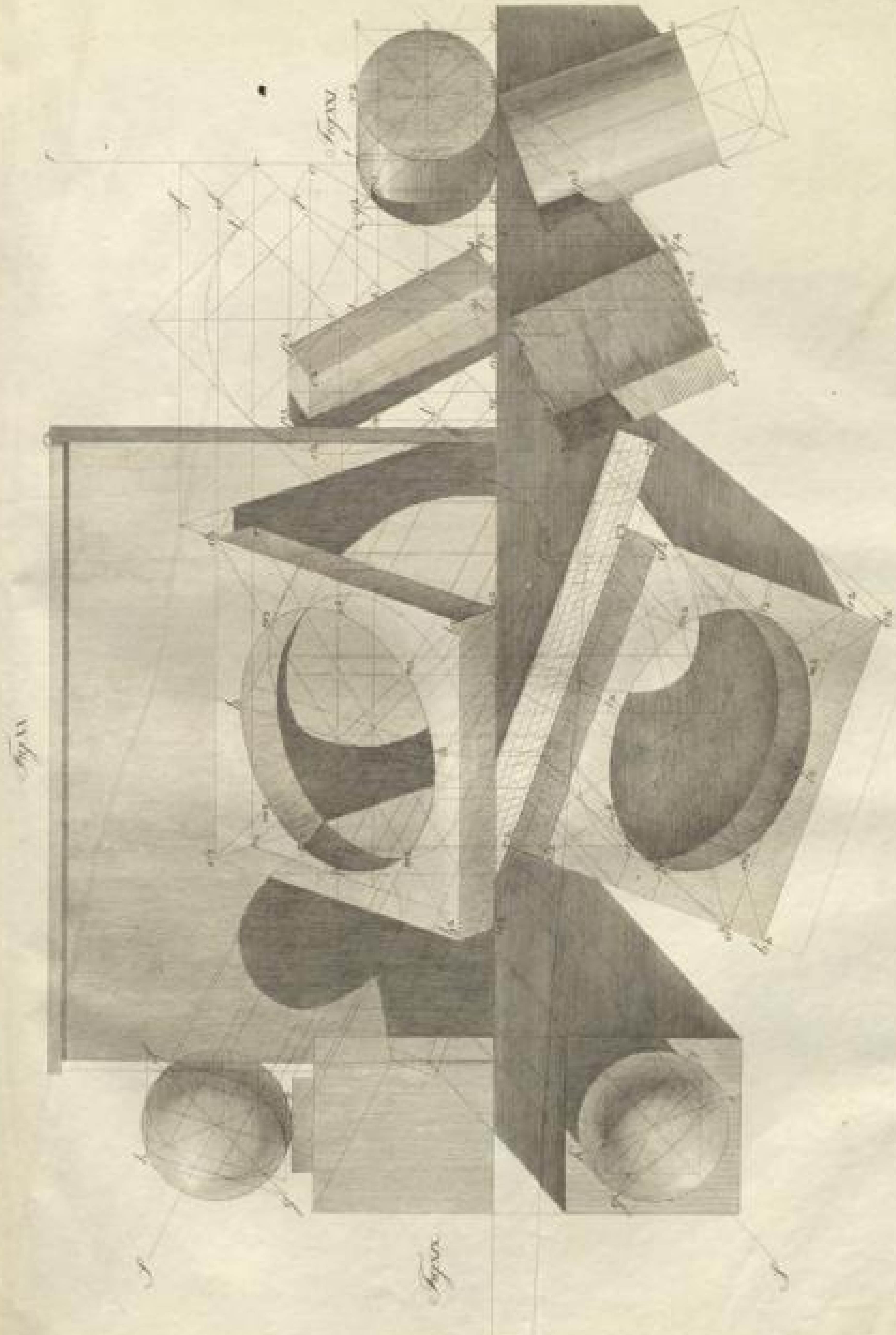


Fig. XXI

Fig. XXII





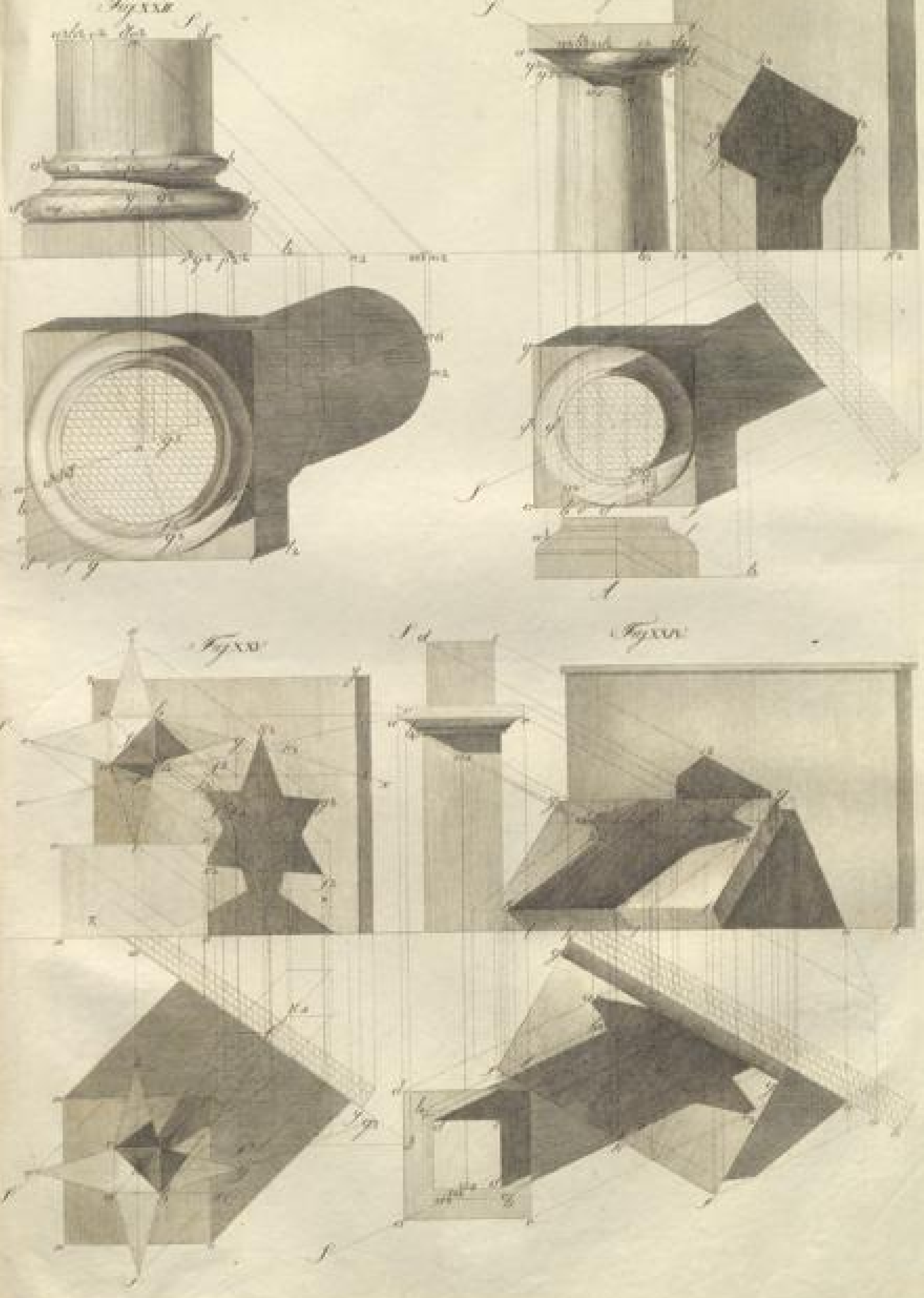
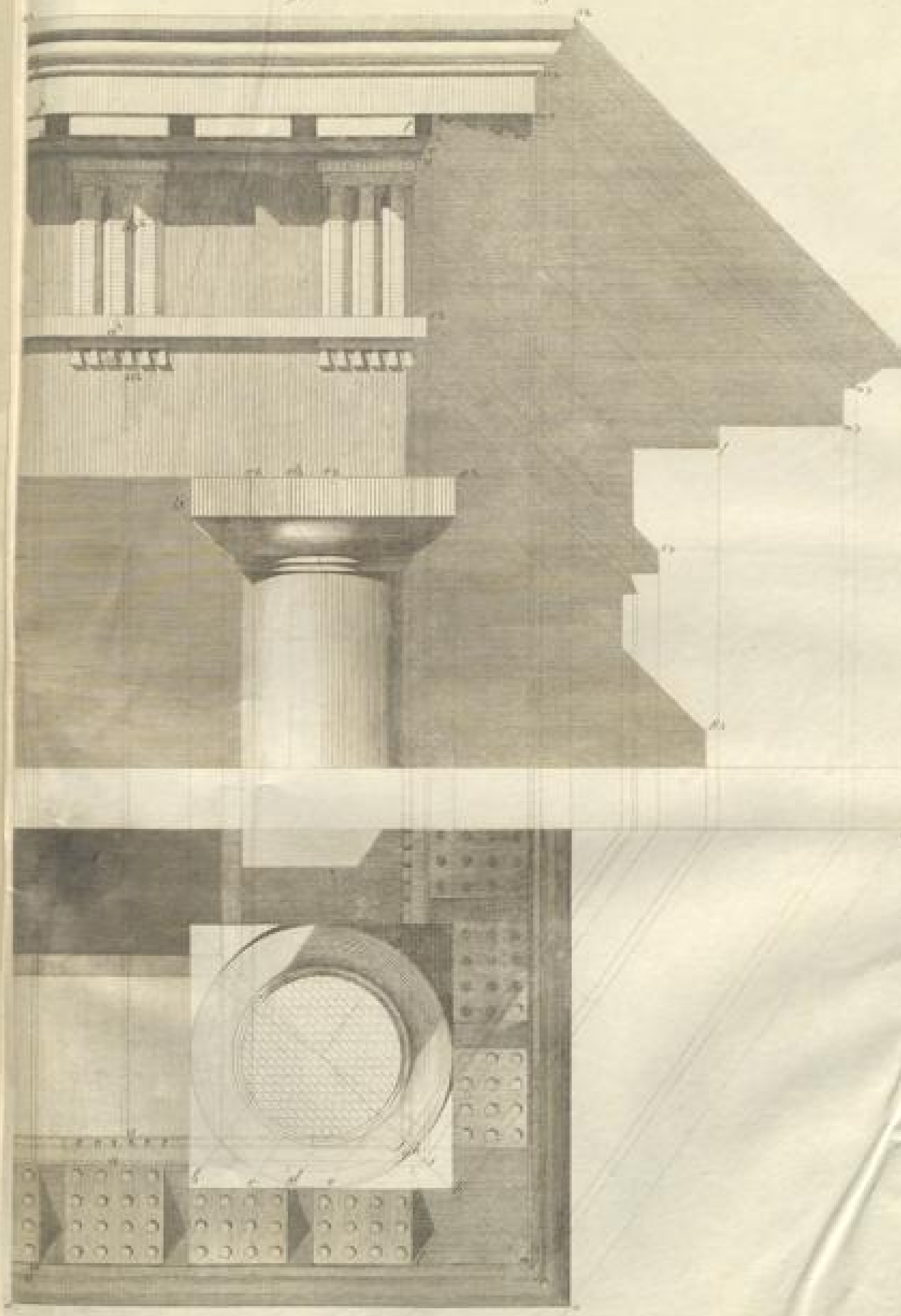


Fig.XXII
Fig.XXIII
Fig.XXV
Fig.XXIV

Fig. XXXI

Pl. XXXIII



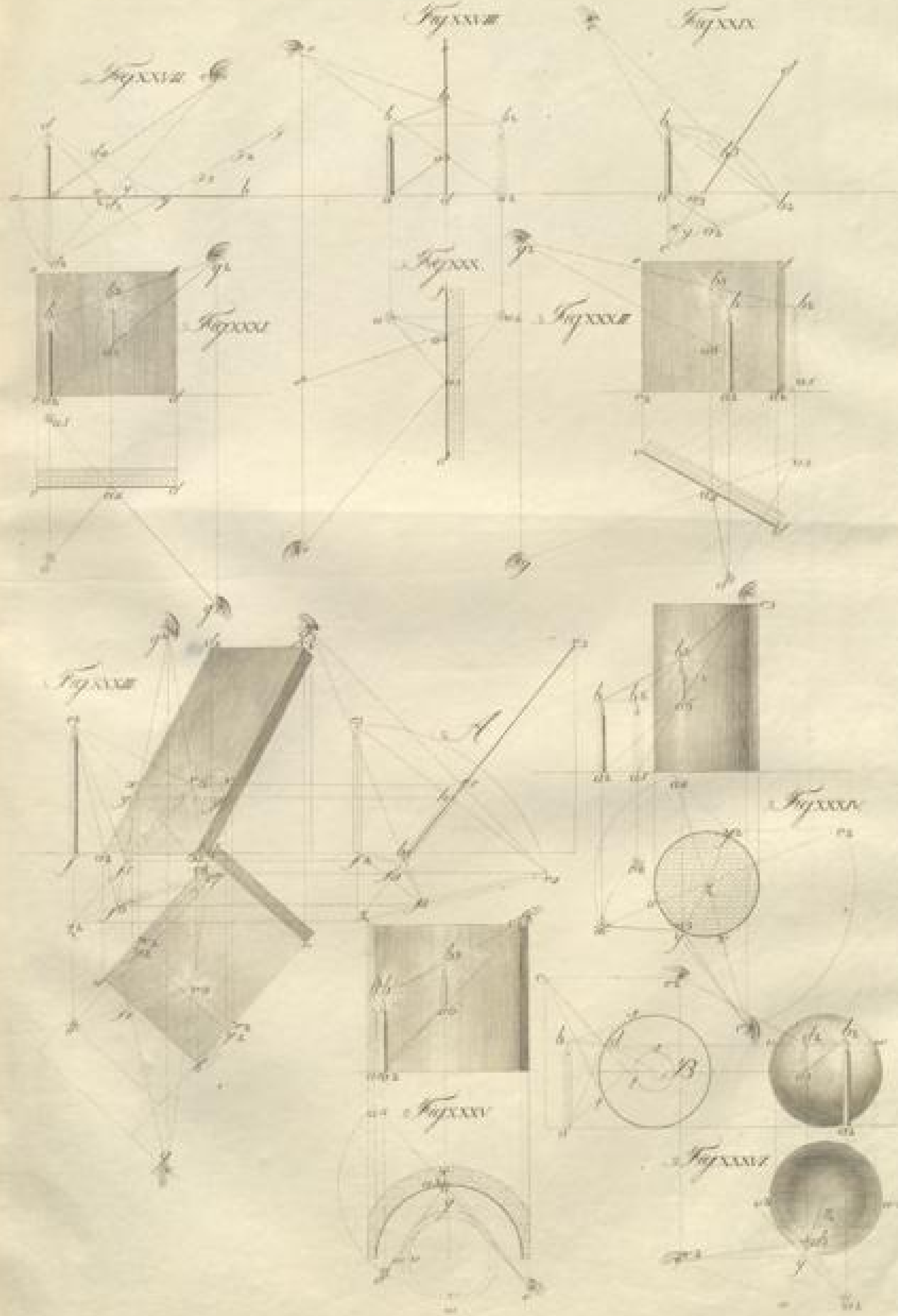


Fig.XXVII.
Fig.XXVIII.
Fig.XXIX.
Fig.XXX.
Fig.XXXI.
Fig.XXXII.
Fig.XXXIII.
Fig.XXXIV.
Fig.XXXV.
Fig.XXXVI.
A
B