



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Freihand-Zeichnen in Verbindung mit einer
Entwicklungslehre der Raumformen für bautechnische
Berufe**

Schirmer, A.

Stuttgart, [1927]

[urn:nbn:de:hbz:466:1-98340](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-98340)

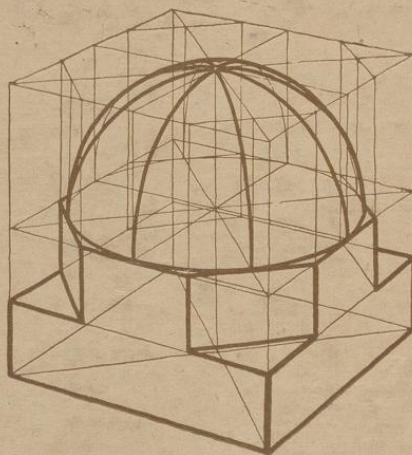
10844
764
K

Freihand-Zeichnen

in Verbindung mit einer

Entwicklungslehre der Raumformen

für bautechnische Berufe
von A. Schirmer, Professor



Herausgegeben von der
Direktion der Höheren Bauschule, Stuttgart



06

WTP

1487

EK 835

K D/xii

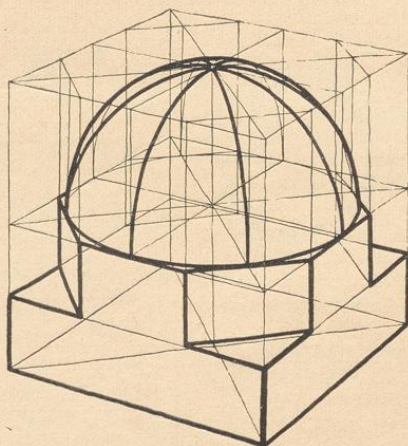
10544
764
K

Freihand-Zeichnen

in Verbindung mit einer

Entwicklungslehre der Raumformen

für bautechnische Berufe
von A. Schirmer, Professor



Herausgegeben von der
Direktion der Höheren Bauschule, Stuttgart



835

D/XII

Alle Rechte vorbehalten.



06

WTP

1487

EK 835

K D/XII

Druck von Stähle & Friedel, Stuttgart.

Einleitung.

Das für bautechnische Berufe bestimmte Werk besteht wie schon der Titel sagt, aus zwei Teilen: Auf Tafel 1—19 wird in das perspektivische Zeichnen nach Körpern eingeführt, eine Raumdarstellungslehre geboten; die Tafeln 20—60 enthalten eine grundlegende Entwicklungslehre der Raumformen, also eine Raumbildungslehre. Begonnen wird im Unterricht mit dem perspektivischen Darstellen nach Körpern. Da aber dieses Zeichnen in unseren Fachschulen weniger Selbstzweck sondern vor allem Mittel zum Zweck ist, Mittel zur Ausbildung des Vorstellungsvermögens, wird dasselbe, sobald die nötigen Voraussetzungen vorhanden sind, mit einem Arbeiten aus der Vorstellung verbunden. Es werden also entsprechende Aufgaben aus dem zweiten Teil des Buches im Unterricht zwischen Aufgaben des ersten eingeschoben. Die gebotenen Beispiele sind ausgewählte Arbeiten wie sie im Unterricht entstanden. Für Reproduktionszwecke mußten sie in Federzeichnungen überfetzt werden. Aus technischen und finanziellen Gründen wurde auf Wiedergabe reicherer Arbeiten verzichtet.¹

Die Aufgaben der Raumbildungslehre werden in einfachen Fällen durch Worte beschrieben, meist aber durch Grund- und Aufrisse näher bezeichnet. Dadurch können die für bautechnische Berufe so wichtigen Fächer: Darstellen in Rissen und in perspektivischen Bildern organisch verbunden werden. Ein

¹ Solche sind in dem „Tätigkeitsbericht der Höheren Bauschule Stuttgart vom Jahre 1927“ enthalten.

vollständiges Aneinandergreifen beider Fächer ist allerdings erst dann möglich gemacht, wenn dieselben wenigstens für ein Semester einem und demselben Lehrer anvertraut werden.

Das Fach „Freihandzeichnen an technischen Schulen“ ist, was Stoff und Methode anbelangt, noch immer viel umstritten. Besondere Lehrbücher gibt es für dasselbe meines Wissens nicht. Ein Unterrichtsmittel wie es hier den Lernenden geboten wird, ermöglicht es denselben, sich nicht nur beim Lösen einzelner Aufgaben Rats zu erholen, sondern es bietet ihnen von Anfang an einen Überblick in Bezug auf das, was zu lernen ist, sowie einen Einblick in den Aufbau der ganzen Unterrichtsweise. Dem Lehrer vermag es seine Arbeit wesentlich zu erleichtern. Da es völlig ausgeschlossen ist in der zur Verfügung stehenden Zeit das ganze Stoffgebiet zeichnerisch durcharbeiten, so wird es ihm jetzt möglich gemacht, manche Stoffgruppen an der Hand der Abbildungen wenigstens zu besprechen und auf Wesentliches aufmerksam zu machen.

Der Verfasser glaubt mit seiner Unterrichtsweise, die er in jahrelanger Arbeit erprobt hat, dem Freihandzeichnen an technischen Schulen ein sicheres Ziel setzen und einem zu diesem Ziel führenden Weg zeigen zu können.

Der Direktion unserer Schule ist es zu verdanken, daß das Werk in dieser Form herausgebracht werden konnte.

Allgemeines zur Charakterisierung der Unterrichtsweise.

1. Die Modelle im Unterricht:

Einzelmodelle und gemeinsame Modelle, ausgeführte Bauteile und ganze Baukörper.

Begonnen wird mit kleinen Einzelmodellen, Hohlwürfeln aus Pappe, die auf einer Seite offen sind (Kantenlänge 15 cm). Siehe Tafel 1—3. Die Schüler fertigen diese Modelle selbst an. Auf sämtliche äußere und innere Würfel Flächen werden mit den Quadratflächen gleiche Breite zeigende regelmäßige Achtecke und diesen Achtecken einbeschriebene Kreise gezeichnet, so daß Würfel, achteckiges Prisma und Cylinder nach demselben Modell gezeichnet werden können. Alle Modelle werden gleichartig aufgestellt, alle Beobachtungen gemeinsam gemacht und das Beobachtete sofort auch dargestellt.

Es folgen eigens gebaute gemeinsame Modelle, die sich zum Zeichnen unter und über dem Horizont eignen, ebenfalls gemeinsam behandelt werden und als Vorbereitung für das Zeichnen nach ausgeführten Bauteilen (zunächst im Schulhause) dienen. Siehe Tafel 4—6, 9, 10, 15.

Ausgeführte Bauteile, ganze Baukörper und Gebäudegruppen bilden den Abschluß. Siehe Tafel 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 und 19.

2. Methodische Behandlungsweise:

a) Gefühls- und verstandesmäßiges Zeichnen nebeneinander. Beim Erarbeiten des Erscheinungsbildes spielt das gefühlsmäßige Erfassen eine große Rolle. Aber schon von Anfang an soll dieses gefühlsmäßige Auffassen überwacht werden durch bewußtes Sehen, gestützt auf verstandesmäßige Überlegungen. Diese finden ihren Ausdruck einmal im Festlegen desjenigen Arbeitsweges, der am sichersten zum Ziel führt, ferner im Einzeichnen von Hilfslinien und leicht sich ergebenden Konstruktionen, sowie durch Auffuchen verdeckter Körperkanten und Achsen. Durch ein solches, nicht bloß die äußere Erscheinung wiedergebendes, sondern den ganzen Körper auch in seinen verdeckten Formen durcharbeitendes Verfahren wird am ehesten Einsicht geschaffen; der Beweis hierfür soll in einer richtigen Zeichnung, die ja für den Architekten von besonderer Bedeutung ist, erbracht werden.

b) Nicht zufälliges Aneinanderreihen von Aufgaben, sondern wohlüberlegte Reihenfolge derselben.

Jede neue Aufgabe muß auf den vorausgegangenen aufgebaut sein, muß mit deren Hilfe gelöst werden. Aufgaben, die außerhalb des Zeichenstils gestellt werden, müssen im Zeichenstils selbst gründlich vorbereitet sein. Nur so kann der Lernende vor neuen Aufgaben das Gefühl haben: „das kann ich bewältigen“, eine Empfindung, welche die Grundlage jedes Gelingens ist.

c) Nicht bloß Einzelheiten sehen, sondern Zusammengehöriges zusammenschauen.

Von Anfang an ist darauf zu achten, daß der Lernende nicht bloß jede Kante und Fläche für sich sieht, sondern daß er sofort zwischen zusammengehörigen Kanten und Flächen Beziehungen herstellt, also Zusammenhänge auffucht und Zusammengehöriges auch gemeinsam zur Darstellung bringt.

d) Bei zusammengesetzten Körpern Auffuchen der Hauptformen und deren Beziehungen zueinander. Zusammengesetzte Körper werden unter vorläufiger Ausschaltung aller Einzelheiten auf ihre Grundform zurückgeführt. In stufenmäßigem Weiterarbeiten wird von derselben zum Ganzen fortgeschritten. Dementsprechend wird häufig nicht bloß auf einem Blatt die fertige Zeichnung gezeigt, sondern der ganze Werdegang der zeichnerischen Arbeit auf verschiedenen Blättern festgehalten und eingepreßt. (Vergl. Tafel 6, 7 und 8.) Ein richtiges Erfassen der Zusammenhänge der Formen ist Vorbedingung für ein richtiges Zeichnen.

e) Perspektivisches Zeichnen ist nicht Selbstzweck. Niemals darf außer acht gelassen werden, daß perspektivisches Zeichnen in unseren Fachschulen vor allem Mittel zum Zweck, Mittel zur Ausbildung des räumlichen Vorstellungsvermögens ist. Durch das Wiedergeben von räumlichen Gebilden sollen als wertvollstes Ergebnis räumliche Vorstellungen gewonnen werden. Vieles wird auf unserer Neghaut abgebildet, dessen wir uns gar nicht oder nur oberflächlich bewußt werden. Je bewußter der Vorgang beim Sehen ist, um so fester ist auch der dauernde Besitz der Formvorstellungen. Wie das Wort der Klärung und Formulierung der begrifflichen Vorstellungen dient, so das aus der Vorstellung gewonnene Bild der Kontrolle der Vorstellungen vom räumlichen Sein der Dinge.

f) Ergänzen des Zeichnens nach Körpern durch ein Arbeiten aus der Vorstellung.

Sobald die Darstellung des Würfels, verbunden mit dem Erfassen der wichtigsten perspektivischen Gesetze, als sichere Grundlage vorhanden ist, soll das Zeichnen nach Körpern ergänzt werden durch ein Arbeiten aus der Vorstellung, durch ein Weiterentwickeln der beim Würfelzeichnen gewonnenen Vorstellungen.

Dieses Zeichnen aus der Vorstellung, dieses Formen auf dem Papier, als dem besten Mittel für die weitere Ausbildung des Vorstellungsvermögens, ist zunächst gebunden an perspektivische Würfelbilder, die als Grundlage sowohl für perspektivische Richtlinien als auch für Einhalten bestimmter Größenverhältnisse gedacht sind. Gezeichnet wird dementsprechend auf durchsichtigem Detailpapier mit unterlegtem Schema (Würfel und aus demselben abgeleitete weitere Schemen). Die Benützung des Lineals ist da, wo es sich um genauere Ausführung handelt, selbstverständlich. Die Aufgabenstellung erfolgt entweder durch beschreibende Worte oder durch Grund- und Aufrisse, die aber zunächst nicht vollständig durchgeführt zu sein brauchen. Die für dieses Zeichnen auf Tafel 20–60 gebotene Aufgabensammlung stellt eine grundlegende Entwicklungslehre der Raumformen für bautechnische Berufe dar. Sie sieht die stereometrischen Körper daraufhin an, wie aus ihnen durch Teilen (Schneiden durch Ebenen), durch Erweitern (durch Verbindungen und Durchdringungen stereometrischer Körper) für den Architekten wertvolle Grundformen gewonnen werden können, deren Beherrschung auch das Erfassen der von diesen abgeleiteten ausgeführteren Bauformen ermöglicht.

Das Zeichnen aus der Vorstellung soll so auch wieder dem Darstellen nach Körpern wertvolle Dienste leisten, beide Zeichenarten sollen sich gegenseitig ergänzen.

g) Erfassen auch der künstlerischen Werte.

Mit dem Nachbilden von Bauformen und ganzen Baukörpern soll stets auch das Erfassen der künstlerischen Werte derselben Hand in Hand gehen. Das was der Schöpfer des Bauwerkes zum Ausdruck bringen wollte, soll nachempfunden und damit dem eigenen Entwerfen der Weg geebnet werden. Diesen Ausführungen entsprechend bestimmt auch das Programm unserer Schule als Aufgabe des Zeichenunterrichts:

Freihandzeichnen I: Perspektivisches Zeichnen zum Zweck der Erziehung zu klarer Raumvorstellung. Darstellung stereometrischer Voll- und Hohlkörper, soweit sie in Bauformen enthalten sind, Schnitte durch dieselben, Teilungen und Erweiterungen, Verbindungen und Durchdringungen solcher Körper, soweit sie schematische Grundlagen für Bauformen bilden. Die Darstellung erfolgt teils durch Zeichnen nach Modellen, teils durch Schaffen aus der Vorstellung (Übersehen gegebener Grund- und Aufrisse in perspektivische Bilder mit Hilfe eines Würfelschemas).

Freihandzeichnen II: Fortsetzung des Zeichnens aus der Vorstellung; daneben Darstellung ausgeführter Gebäudeteile, zunächst von solchen im eigenen Schulhaus, sowie von ganzen Gebäuden (nach Modellen und ausgeführten Bauten). Klares Herausarbeiten der einzelnen Formen und ihrer Zusammenhänge, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme einfacher Schattierung. Zeichnen von Masseneindrücken unter Verzicht auf Einzelheiten.

Einführung in das perspektivische Darstellen von Bauformen der bautechnischen Berufe¹.

Beim Betrachten körperlicher Gebilde entstehen auf der Netzhaut des Auges Bilder, die, obwohl sie ins Flächenhafte übersetzt sind, räumliche Vorstellungen hervorzurufen vermögen. Denkt man sich an Stelle der Netzhaut eine photographische Platte, an Stelle der Augenlinse eine Glaslinse, und beides zusammengebaut zum photographischen Apparat, so wird der Vorgang beim Sehen nachgebildet, ein dem Netzhautbild ähnliches Bild sichtbar gemacht.

Stellt man vor einem Körper eine Glasplatte lotrecht auf und fährt auf dieser die durchscheinenden Körperumrisse nach, so erhält man ebenfalls eine dem Netzhautbild im Umriß ähnliche Figur, denn man fängt die Lichtstrahlen, die von den einzelnen Punkten des Körpers zum Auge gehen, da ab, wo sie durch die Glasplatte gehen. So kann man auf verschiedene artige mechanische Weise Bilder hervorbringen, die den Netzhautbildern verwandt sind.

Beim Zeichnen tritt an Stelle der vor dem Körper aufgestellten Glasplatte undurchsichtiges Papier, das, wenn eine Staffelei benützt wird, wohl noch eine lotrechte Lage beibehält, beim Arbeiten am Tisch aber auch diese aufgibt. Trotzdem muß in der Vorstellung an der vor dem Körper aufgestellten Glasplatte als Zeichenfläche festgehalten, muß während des Arbeitens die Zeichnung von Zeit zu Zeit neben dem Zeichenobjekt aufgestellt werden, um so die Beurteilung der Arbeit zu erleichtern.

Tafel 1: Zeichnen eines an der Vorderseite offenen Hohlwürfels².

Die Modelle hierzu fertigen sich die Schüler selbst an, indem sie aus einem Pappdeckel fünf Quadrate (Länge einer Quadratseite 15 cm) in richtigem Zusammenhang ausschneiden, an den Kanten leicht rizen und entweder zusammenkleben oder zum Aufstellen und Aufstecken auf der Tischplatte zurichten. (Siehe Tafel 1 Gruppe b oben.)

¹ Voraussetzung für die perspektivische Wiedergabe körperlicher Gebilde ist die Fähigkeit, Flächengebilde in der Ansicht auffassen zu können, so zum Beispiel Rechteckformen von Fenstern, Türen, Wandflächen, Möbeln; Dreieckformen und Trapeze von Hausgiebeln; Kreise, Ellipsen, Stich- und Kortbögen von Fenstern, Türen und Türen.

² Wenn die ersten Aufgaben des Lehrganges eine ausführliche Beschreibung erhalten, so ist dies einmal damit zu begründen, daß das Buch auch für das Selbststudium bestimmt ist. Die Erfahrung hat ferner gezeigt, daß der Lernende anfangs, solange er noch unerfahren ist, einen ganz bestimmten und erprobten Weg vorgezeigt bekommen soll, den er so lange einzuhalten hat, bis er mit Erfolg eigene Wege gehen kann.

Sämtliche Würfel werden mit ihrer offenen Seite parallel zur Tischkante und im gleichen Abstand von derselben aufgestellt.

Die ersten Aufgaben machen geringe Ansprüche an die Zeichenfertigkeit, verschaffen aber schon wertvolle Einblicke in das Wesen der perspektivischen Darstellungsweise. Gemeinfaßes Arbeiten ist nicht zu umgehen, weil viele einzelne Erklärungen notwendig sind. Der Würfel wird zunächst von sechs verschiedenen Punkten aus beobachtet, zu welchem Zweck eine gebaute Stellung einzunehmen ist. In der ersten Stellung befindet sich das Auge dem Mittelpunkt, Schwerpunkt des Würfels, gerade gegenüber, in der dritten senkrecht darunter gleich hoch mit der Bodenfläche des Würfels, in der zweiten in der Mitte zwischen diesen beiden Stellungen. In der sechsten Stellung ist das Auge wieder in der Höhe der Tischfläche und zugleich in der Verlängerung der auf dem Tisch aufliegenden rechten Würfelkante, in der vierten senkrecht darüber in der Höhe der Würfelmitte und in der fünften in der Mitte zwischen diesen beiden Stellungen³.

Tafel 1 Gruppe a: Der Zeichnende befindet sich dem Mittelpunkt des Würfels gegenüber.

Das vordere Quadrat des Würfels liegt in der (gedachten) Glaspalte, zeichnet sich also selbst in derselben als Quadrat ab. Wir zeichnen ein Quadrat, die Länge der wirklichen Quadratseite beträgt 15 cm. Wenn wir alle sechs Zeichnungen auf einem Blatt unterbringen wollen, so können wir die Quadratseite nur in halber natürlicher Größe somit nur 7½ cm lang darstellen. Wir beobachten weiter: Das hintere Würfelquadrat erscheint innerhalb des vorderen auf allen vier Seiten in gleichen Abständen von demselben, also ebenfalls als Quadrat, nur etwas kleiner. Den Zwischenraum zwischen beiden genau zu bestimmen, ist unwesentlich, wir nehmen ihn ½ cm breit. Das zweite Quadrat wird gezeichnet. Ist die Zeichnung des Würfels nun fertig? Was fehlt noch? Wir sehen am Würfel sechs Flächen, wo sind diese in der Zeichnung? Was

³ Beim Beobachten von kleineren neben Gegenständen macht sich der Abstand der beiden Augen insofern geltend, als jedes Auge ein von dem des andern etwas verschiedenes Netzhautbild erhält. Unbewußt wird eines der beiden Bilder (in der Regel das des weniger scharfen Auges) ausgeschaltet, und so tatsächlich nur mit einem Auge gesehen. Auch beim Visieren, von dem später die Rede sein soll, wird mit einem Auge beobachtet.

für Formen haben sie angenommen? Ableitung des perspektivischen Gesetzes: In Wirklichkeit lotrechte Kanten bleiben auch in der Zeichnung lotrecht⁴, wagrechte Kanten, die in der Glastafel oder parallel zu ihr liegen, bleiben auch in der Zeichnung wagrecht. Daraus folgt, daß Quadrate, die die Glastafel berühren oder parallel zu derselben liegen, ihre Form beibehalten, also auch als Quadrate zu zeichnen sind, die weiter von der Glastafel entfernten kleiner als die in der Glastafel liegenden.

Die Bilder derjenigen Würfelkanten, die auf der Glastafel senkrecht stehen, erscheinen in der Zeichnung als schiefe Linien. Man verlängere dieselben, bis sie sich schneiden. Wo treffen sie sich? Man nennt diesen Punkt ihren Fluchtpunkt. Welche Lage hat derselbe in Bezug auf das beobachtende Auge? Wir leiten folgendes Gesetz ab: Auf der Glastafel senkrecht stehende Würfelkanten scheinen auf einen in der Höhe des Auges diesem gerade gegenüberliegenden Punkt zuzulaufen. Diesen Fluchtpunkt nennt man Augpunkt. Zieht man am Würfelmodell auf der hinteren Fläche die Diagonalen, so scheinen diese mit den auf der Glastafel senkrecht stehenden Kanten eine Linie zu bilden. Die Diagonalen können also als Bilder der Fluchtlinien dienen, die man sich als Fäden von den vier Ecken des vorderen Quadrats durch die hintere Würfelwand hindurch zum Augpunkt gehend vorstellen kann, so daß sie dem beobachtenden Auge sowohl die Würfelkanten als auch die Diagonalen verdecken würden.

Die weiteren fünf Aufgaben werden in derselben Weise durchgeführt. Das hintere Quadrat verschiebt sich. Warum ändert es seine Größe nicht? Die Flächen zwischen den beiden parallel zur Glasfläche liegenden Quadraten nehmen andere Breiten an oder fallen ganz weg. Ist die Summe dieser übereinander oder einander gegenüberliegenden Zwischenräume stets dieselbe? Man beachte, wie sich die einzelnen der sechs Würfel Flächen in jeder Aufgabe im Bilde darstellen.

Tafel 1 Gruppe b Zeichnung oben links: Darstellen desselben Würfels wie in Gruppe a, wenn sich das Auge des in stehender Stellung Zeichnenden lotrecht über der Würfelmitte befindet:

Vordere und hintere Würfel Fläche erscheinen als Quadrate. (Vordere Quadratsseite wieder $7\frac{1}{2}$ cm groß machen.) Wie erscheinen die seitlichen Zwischenräume? Mit welchen in der ersten Zeichnung zeigen sie gleiche Breite? Sind diese Streifen für alle Zeichnenden gleich breit, wenn letztere gleichen Abstand vom Würfel haben? Wir zeichnen die senkrechten Seiten des hinteren Quadrates zunächst als unbegrenzte Linien und bestimmen die Höhenlage der unteren Ecken. (Bleibt wagrecht an dieselben halten und beobachten, in welcher Höhe er über die schon abgegrenzt gezeichneten zwei lotrechten Kanten des vorderen Quadrates weggeht. Zur genauen Bestimmung ist eine derselben sowohl am Modell als in der Zeichnung in vier gleiche Teile geteilt.) Ist diese Höhenlage für alle Zeichnenden gleich? Warum nicht? (In den ersten sechs Aufgaben hat sich die verschiedene Größe der Zeichnenden nicht geltend gemacht. Warum nicht?) Wir zeichnen das hintere Quadrat, dessen Größe schon vorher bekannt, dessen Lage nun gefunden ist. Die Zeichnung der Deckfläche des Würfels, die jetzt von oben sichtbar ist, ergibt sich von selbst. Wir vergleichen ihre scheinbare Tiefe mit derjenigen der Grundfläche und verlängern wiederum die gezeichneten Linien der auf der Glastafel senkrecht stehenden, also nach hinten laufenden Würfelkanten bis zum Schnitt in ihrem Fluchtpunkt. Nun messen wir auf der Zeichnung den Abstand dieses Fluchtpunktes von der unteren Würfelkante, ebenso die Höhe des Auges über der Tischfläche und vergleichen beide Maße. Stimmen sie überein? Wie verhalten sie sich? Wann wären sie gleich? Zum Schluß stellen wir die Zeichnung aufrecht neben das Modell und vergleichen die Richtung der Kanten am Modell,

⁴ Nicht selten sieht man Photographien, welche Bilder zeigen, die diesem Gesetz zu widersprechen scheinen, weil auf ihnen lotrechte Kanten nach oben oder nach unten zusammenlaufen. Daß dies darauf beruht, daß die photographische Platte nicht parallel mit den lotrechten Hausflächen aufgestellt war, ist leicht nachzuweisen. Expressionistische Maler erlauben sich in ihren Bildern manchmal ähnliche Scherze; Architekten werden niemals so darstellen.

die nach hinten ziehen, mit der Richtung derselben Kanten in der Zeichnung. Warum gehen die gezeichneten Linien und die Kanten am Würfel geometrisch parallel? (Man denke daran, wie es sein würde, wenn die Zeichnung unmittelbar auf der Glastafel ausgeführt und neben dem Modell aufgestellt würde.)

Tafel 1 Gruppe b Zeichnung oben rechts: Der Zeichnende nimmt seinen Platz so, daß er sich nicht mehr der Mitte des Würfels, sondern der rechten Seitenfläche desselben gegenüber befindet.

Was ändert sich? Könnte diese Zeichnung nicht auch ohne Modell aus der ersten entwickelt werden?

Tafel 1 Gruppe b untere Zeichnung: Die Bodenfläche des in der ersten Aufgabe gezeichneten Würfels wird herausgetragen. Es sollen seitlich und nach hinten weitere Quadrate derselben Größe angelegt werden, und zwar ohne Benützung eines Modells.

Die Verlängerungen der vorderen Quadratsseiten nach links oder rechts würden in der Glastafel verlaufen, ihre Längen also denjenigen der mittleren gleich bleiben. Letzteres ist auch bei den Verlängerungen der hinteren Quadratsseiten der Fall. Warum?

Wir merken uns: Gleiche Strecken einer horizontalen Geraden, die in der Glastafel oder parallel zu ihr liegen, bleiben auch in der Zeichnung gleich⁵.

Um Quadrate auch nach hinten ansetzen zu können, betrachte man zunächst das geometrische Bild eines solchen Quadratnetzes und beachte, wie Diagonalen der vorderen Quadrate immer wieder durch Eckpunkte der tiefer liegenden gehen. Daselbe muß auch im perspektivischen Bilde der Fall sein, was zur Lösung der Aufgabe führt. Welche Veränderung erleiden die nach hinten liegenden Quadrate? Wie erhält man im perspektivischen Quadrate die perspektivische Mitte? Wie können die großen Quadrate in vier kleinere aufgeteilt werden?

Tafel 1 Gruppe c erste Aufgabe: Dem in Gruppe b Aufgabe 1 gezeichneten Würfel sollen ohne Benützung eines Modells weitere Würfel seitlich an- und aufgesetzt werden.

Das seitliche Ansetzen von Würfeln ist nur eine weitere Anwendung des eben Gelehrten. Für die Zeichnung der in die Höhe gebauten Würfel bedenke man, daß deren vordere Quadrate in der Glastafel aufsteigen, also ihre Form beibehalten. Daselbe ist mit den zur Glastafel parallel liegenden hinteren Quadraten der Fall. Es ergibt sich also folgender Lehrsatz: Gleiche Strecken lotrechter Kanten, ob sie in der Glastafel selbst oder parallel zu ihr aufsteigen, bleiben auch in der perspektivischen Zeichnung gleich. Gleich hohe Stockwerke eines Turmes sind also gleich hoch zu zeichnen. Wir halbieren die Würfelräume durch Einschleiben weiterer horizontaler Ebenen (welche der Flächen sehen wir von oben, welche von unten?) und vergleichen auch die scheinbaren Breiten derselben. Wenn eine derselben als Linie erscheint, in welcher Höhe wird sie dann liegen?

Hier ist nun Gelegenheit, zu erklären, was man in der Perspektive unter Horizont versteht. Bisher wurde absichtlich das Wort noch nicht gebraucht. Denken wir uns das Zimmer, in welchem wir uns befinden, bis zur Höhe des Auges mit Wasser gefüllt, so stellt der Wasserspiegel eine horizontale Ebene in der Höhe des Auges dar. Eine solche Ebene nennt man Horizont. Der Wasserspiegel oder die Horizontebene erscheint dem beobachtenden Auge als Linie, alle Flächen, die in dieser Ebene liegen, erscheinen, sie mögen irgendeine ganz beliebige Abgrenzung haben, ebenfalls als horizontale Linien, als Teile der Horizontlinie. Daraus ergibt sich sehr einfach das Auffinden des Horizonts an Häusern mit Backstein- und Hausteinwänden und ihren vielen horizontalen Fugen. Diejenige Fugenlinie, welche, wenn sie ihren Weg um die Ecke nimmt, doch ihre Richtung

⁵ Der Anfänger ist geneigt, dies zu bezweifeln und anzunehmen, daß die seitlich liegenden Stücke kürzer werden, weil sie weiter entfernt vom Auge liegen. Man gewöhne ihn von Anfang an daran, die Lage solcher Strecken nur in bezug zur Glastafel ins Auge zu fassen. Kennt er den Proportionallehrsatz aus der Geometrie, so erinnere man ihn an denselben.

für den Beschauer beibehält, liegt im Horizont. Auch Fensterbänke und Fensterstürze sowie Sockellinien leisten hierbei gute Dienste. Im Zeichenaal und auf ebenem Boden liegt der Fall einfacher; hier brauchen wir nur die Augenhöhe am Gegenstand abzutragen. Stellt man verschiedene Personen, die unter sich und mit dem Beschauer gleiche Größe haben, in verschiedener Tiefe des Zeichenaaes auf, so können wir beobachten, wie trotz der verschiedenen Entfernung doch alle Augen in gleicher Höhe bleiben, weil sie in der Horizontebene liegen. In welcher Weise kommt das Kleinerwerden der entfernteren Figuren zum Ausdruck? Solche Beobachtungen lassen sich sehr gut auf der Eisbahn und auf horizontal verlaufenden Straßen machen.

Tafel 1 Gruppe c Aufgabe rechts: Unter das eben gezeichnete Würfelbild ist eine Platte so zu setzen, daß sie nach allen Seiten um die halbe Länge einer Würfelkante hinausragt. Die Stärke der Platte soll ein Viertel der Würfelkante betragen.

Wir verfahren ähnlich wie bei der dritten Aufgabe Tafel 1 Gruppe b, das heißt, wir suchen zunächst im geometrischen Grundriß Linien auf, welche durch Punkte gehen, die auch in der perspektivischen Zeichnung gegeben sind und die sich in den gesuchten Ecken schneiden, und übertragen dieses Liniennetz auch auf die perspektivische Darstellung.

Tafel 1 Gruppe d: Ein hohler Kreiszylinder, dessen Mantel vier Flächen unseres Würfels berührt, dessen Grund- und Deckfläche ebenfalls mit Würfel Flächen zusammenfallen, soll in denselben Stellungen gezeichnet werden wie der Würfel in Tafel 1 Gruppe a und b (Achse wagrecht liegend).

Ein Modell des Cylinders läßt sich, wenn es nötig sein sollte, leicht mittels einer in den Würfel eingeschobenen Papierrolle herstellen. In allen Stellungen berührt der Grundkreis des Cylinders die Glastafel, die Deckfläche liegt parallel zu ihr. Beide Kreisflächen behalten also entsprechend den Quadraten in Aufgabe Tafel 1 Gruppe a, b und c ihre Form bei. Wo liegen die Mittelpunkte dieser Kreisflächen? Wie groß sind die Halbmesser derselben? Der Cylindermantel berührt die Würfel Flächen in deren wagrechten Mittellinien. Diese sind also zugleich Mantellinien des Cylinders. Wir verlängern dieselben bis zu ihrem Fluchtpunkt, zeichnen je in die Mitte zwischen dieselben weitere Mantellinien und verlängern auch diese. Ebenso verfahren wir mit den Verbindungslinien der Mittelpunkte der verschiedenen Kreisflächen.

In der dritten und vierten Aufgabe sind außer den acht Mantellinien je noch zwei weitere zu zeichnen, welche den Cylinder nach außen abgrenzen.

Tafel 2: Zeichnen von Würfeln, deren lotrechte Flächen mit der Glastafel einen Winkel bilden. Anwendungen solcher Würfelbilder.

Tafel 2 Gruppe a: Darstellen eines Würfels, dessen vordere lotrechte Fläche mit der Glastafel einen Winkel von 30° bildet.

Zunächst wird der Würfel richtig aufgestellt. Die vorderste lotrechte Würfelkante bleibt an ihrem Platz, berührt also noch die parallel zur Tischkante lotrecht aufgestellt gedachte Glastafel. Der Würfel wird um diese Kante gedreht, bis die Vorderfläche mit der Glastafel einen Winkel von 30° bildet. (Winkeldreieck mit 30° zwischen Glastafel — als Linie parallel zur Tischkante gezeichnet — und untere Würfelkante einschieben, diesen Winkel auch auf dem Tisch aufzeichnen, weil dieselbe Stellung wiederholt gebraucht wird.)

Vor Entwicklung dieser Aufgabe muß die richtige Anwendung eines Hilfsmittels zum Abschätzen von Verhältnissen: das sogenannte Visieren gezeigt, beziehungsweise auf seine richtige Anwendung untersucht werden. In der Glastafel liegt nur noch die vordere lotrechte Kante, sie allein stellt sich in wirklicher Größe dar, auf sie müssen alle anderen Maße bezogen werden. Zunächst soll mit ihrer Länge der scheinbare Abstand der beiden vorderen lotrechten Kanten verglichen werden. Halten wir mit vollständig gestrecktem Arm den Bleistift so, daß das Ende desselben mit der unteren linken Würfelcke zusammenfällt und bringen den Daumen an die Stelle, wo die vordere lotrechte Kante durchschneidet, so zeigt der freie Teil des Bleistiftes ein Maß für den scheinbaren Abstand der beiden lot-

rechten Kanten, das sofort mit der sich in wirklicher Größe darstellenden vorderen lotrechten Kante zu vergleichen ist. Drehen wir zu diesem Zweck Handgelenk und Bleistift so, daß letzteres vor die lotrechte Würfelkante zu stehen kommt (der Daumen am unteren Ende derselben), so können wir feststellen, um wieviel der scheinbare Abstand der beiden lotrechten Kanten kleiner erscheint als die vordere lotrechte Kante. Das Visieren führt zu falschen Resultaten, wenn wir während dieses Vorganges den Arm bald mehr, bald weniger gestreckt halten. Warum? Außerdem fehlt anfangs noch ein sicheres Gefühl dafür, ob der Bleistift am Ende des Armes sich durchweg in einer lotrechten Ebene bewegt, die man sich am Ende desselben parallel zur Bildfläche aufgestellt denkt. Zu weiteren Versuchen im Visieren stellen wir uns gegenüber den Fenstern unseres Zimmers auf. Mehrere Fenster scheiben gleicher Höhe liegen dort übereinander. Die Höhe derjenigen Scheibe, welche mit unserem Arm etwa in gleicher Höhe liegt, „nehmen wir ins Blei“, also das Ende des lotrecht gehaltenen Bleistifts an der oberen, den Daumen an der unteren Grenze derselben. Nun gehen wir mit diesem Maß in die Höhe zur nächsten Fenster Scheibe. Stimmt das Maß im Bleistift auch mit der Höhe dieser Scheibe? Annähernd. Wir gehen weiter in die Höhe, immer mit gestrecktem Arm, zur dritten Scheibe. Stimmt das Maß im Bleistift auch noch mit der Höhe dieser dritten Scheibe? Nein. Warum nicht mehr, trotzdem die Scheiben in Wirklichkeit gleich hoch sind? Beim Höhergehen mit dem Arm zur zweiten und dritten Scheibe hat derselbe einen Kreisbogen beschrieben, ist damit aber aus der lotrechten Ebene, die wir uns am Ende des Armes aufgestellt zu denken haben, herausgegangen. Man könnte diesen Fehler verbessern, wenn beim Höhergehen der Arm etwas nach vorn geschoben würde. Was folgt aus dem eben Besprochenen? Visieren ist nur dann ein brauchbares Mittel zum Abschätzen von Verhältnissen, wenn der visierende Arm nur kleine Wege macht, wenn möglichst nur das Handgelenk gedreht wird.

Nun zur Lösung unserer Aufgabe: Der Weg, der hier für die Zeichnung des Würfels eingeschlagen wird, ist derselbe, den wir auch später immer wieder (z. B. beim Zeichnen von ganzen Häusern) einschlagen. Er wird jetzt gemeinsam gemacht. Zunächst ist noch der Standpunkt des Zeichnenden, das heißt die Lage des betrachtenden Auges, streng festzulegen. Der Zeichnende setzt sich in der Regel vor die Mitte seines Modells. Er kann in unserem Falle seinen Standpunkt noch schärfer festlegen, wenn er beobachtet, wo die vordere lotrechte Kante von diesem seinem Platz aus über die hintere Würfel Fläche hinweggeht und wenn er diese Stelle am Modell mit einem Strich bezeichnet. (Er kann sich auch so setzen, daß die vordere Kante durch die Schnittpunkte der Diagonalen der hinteren Fläche hindurchgeht.) Beim Visieren hat er immer wieder in die so bezeichnete Stellung zurückzugehen, denn bei kleineren Modellen ist ein Verschieben des Kopfes nach links oder rechts für das Aussehen derselben von Bedeutung. Der Würfel wird diesmal in wirklicher Größe gezeichnet, das heißt die vordere Kante auch in der Zeichnung, wie am Modell, 15 cm lang gemacht. Sie ist sowohl am Modell als in der Zeichnung in vier gleiche Teile geteilt. Begonnen wird mit der vorderen lotrechten Würfel Fläche. Erscheint sie auch in dieser Aufstellung des Würfels als Quadrat? Warum nicht mehr? Ihre scheinbare Breite muß also geschätzt werden eben mit Hilfe des Visierens. (Die Teilpunkte auf der vorderen Kante ermöglichen ein ziemlich genaues Bestimmen der scheinbaren Breite, wenn richtig visiert wird.) Man wiederhole das Visieren öfters, um zu sehen, ob man immer wieder zum gleichen Resultat kommt. Warum muß die scheinbare Breite der vorderen Fläche hinter der Länge der vorderen Kante zurückbleiben? Spielt bei diesem Maß die Größe des Zeichnenden eine Rolle?

Nun die linke Kante unbegrenzt zeichnen; ebenso die scheinbare Breite der rechten äußeren Fläche bestimmen, immer im Vergleich mit der vorderen Kante. Rechte lotrechte Kante unbegrenzt zeichnen, endlich die scheinbare Breite der dieser zuletzt gezeichneten gegenüberliegenden, von innen sichtbaren Fläche bestimmen und die vierte Kante unbegrenzt einzeichnen. Damit wären die scheinbaren Breiten der vier lotrechten Flächen bestimmt. Wir vergleichen sie zur weiteren Kontrolle auch unter sich, also die vordere

Fläche mit der ihr gegenüberliegenden hinteren. Wir finden es selbstverständlich, daß die hintere Fläche schmaler erscheint, weil sie von der Glasplatte weiter entfernt liegt. Vergleichen wir auch die scheinbaren Breiten des schmalen Paares der lotrechten Flächen, von welchen die weiter vorn liegende von außen, die weiter hinten einsehende von innen sichtbar ist, so finden wir, daß die letztere die breitere von beiden ist. Das macht zunächst stutzig! Sollte die Zeichnung falsch, sollte ungenau visiert worden sein? (Daß diese Fläche schon deshalb breiter werden muß, weil die neben ihr liegende schmaler geworden ist, übersehen man leicht.)

Wir machen dieselbe Beobachtung auch an anderen Gegenständen, wenn wir uns etwa vor den Fächern eines Bücherschranks so aufstellen, daß er mit der Glasplatte (Zeichensfläche) ebenfalls einen Winkel von etwa 30° bildet. Auch hier erscheinen die inneren Seitenflächen der einzelnen Fächer um so breiter, je weiter sie sich von der Glasplatte entfernen. (Wielange dies der Fall ist, das auszurechnen ist Sache des Mathematikers.) Oder wir betrachten einen Gartenzaun in derselben Lage zur Glasplatte. Wir finden wieder, daß die Tiefenausdehnungen der einzelnen Rüttchen des Zaunes, die ja parallel zueinander liegen, obwohl sie sich von der (gedachten) Glasplatte entfernen, an Stärke zunächst zuzunehmen scheinen. Was ist mit den Breitenausdehnungen der Zaunlatten, die in einer Ebene liegen, der Fall? Nehmen sie auch zu?

Für uns gilt der Satz: Diejenige lotrechte Würfel-Fläche, welche der schmalen sichtbaren Außenfläche gegenüberliegt, erscheint breiter als diese. Man sieht voller auf sie. Diese Beobachtung, die nur am Hohlwürfel, aber nicht am Vollwürfel gemacht werden kann, ist sehr wichtig. Wir werden auf diese Erscheinung wiederholt zurückkommen, auch bei der Behandlung von Körpern mit rechteckigen Querschnitten und unseren Satz dann allgemeiner fassen.

Nachdem die scheinbaren Breiten der lotrechten Flächen festgelegt und über das Verhältnis ihrer Breiten Klarheit geschaffen ist, handelt es sich darum, die Höhenlage der vier unteren Ecken zu bestimmen. Wir wenden hierzu ein Mittel an, das schon in einer früheren Zeichnung benützt wurde. Wir halten den Bleistift wagrecht durch die Ecken und stellen fest, wie hoch dieselben, verglichen mit den Teilpunkten an der vorderen Kante, liegen (siehe auch die kleinere Zeichnung in der linken Ecke unten). Welcher der vier Punkte liegt am höchsten? Warum? Wie folgen die vier Eckpunkte in ihrer Höhenlage aufeinander? (Die Zahlen 1—4 in richtiger Reihenfolge aufschreiben.) Erscheinen allen Zeichnenden die vier Punkte in gleicher Höhenlage oder spielt hierbei die Größe der Zeichnenden eine Rolle? Die lotrechten Kanten sind unten abgegrenzt, die Grundfläche des Würfels kann gezeichnet werden. Die oberen Abgrenzungen der lotrechten Kanten werden gefunden, wenn wir ihre scheinbaren Längen mit der Länge der vorderen Kante vergleichen. (Visieren, Bleistift durchweg senkrecht halten.) Wie folgen die lotrechten Kanten in Bezug auf ihre Längen aufeinander? Gelten die für die Höhenlage der Punkte angeschriebenen Zahlen auch für sie? Damit ist auch die Deckfläche des Würfels gefunden.

So wäre mit Hilfe des Visierens ein zeichnerisches Bild des Würfels gewonnen. Um seine Richtigkeit zu prüfen, gibt es verschiedene Mittel: Das nächstliegende ist wohl, daß wir die fertige Zeichnung neben das Modell stellen. Wir haben schon früher gefunden, daß die gezeichneten Linien mit den Linien in Wirklichkeit geometrisch parallel gehen sollen, das heißt, wenn wir mit dem Bleistift die Lage einer wirklichen Kante bedecken und nun mit demselben, seine Lage parallel verschiebend, zu dem Abbild der Kante in der Zeichnung gehen, so sollte auch diese vom Bleistift der Richtung nach bedeckt werden. Ziehen wir ferner im gezeichneten Bild die drei Würfel-diagonalen (Verbindungslinien gegenüberliegender Ecken), so sollten sich diese drei Linien in einem Punkte (dem Schwerpunkt) schneiden; durch denselben Punkt gehen die Verbindungslinien der Diagonalschnittpunkte gegenüberliegender Seiten. (Im Freihandzeichnen genügt eine annähernde Richtigkeit.) Oder: Wir verlängern in der Zeichnung die beiden vorderen Kanten der Deckfläche über die Zeichnung hinweg auf den Beschauer zu bis sie lotrechte Kanten schneiden und stellen die Höhe des Schnittpunktes fest. Dieselbe Beobachtung machen wir auch am Modell, indem wir mittels des die Kante bedeckenden Bleistifts die Verlängerungen herstellen und

ebenfalls die Schnittpunkte auf den lotrechten Kanten feststellen. Gehen die Kanten der Deckfläche in der Zeichnung zu rasch in die Höhe, so schneiden ihre Verlängerungen zu tief ein. (Siehe auch die Hilfszeichnung links unten.) Oder — und diese Art der Korrektur ist vielleicht die wichtigste — wir suchen zunächst am Modell, dann auch in der Zeichnung, diejenigen horizontalen Linien zusammen, die unter sich parallel verlaufen und beobachten, welchen Verlauf sie nehmen. Früher wurde der Satz gefunden, daß horizontale Linien, die auf der Glasplatte senkrecht stehen, also unter sich parallel sind, einen gemeinsamen Fluchtpunkt haben. Wir befestigen nun eine der am besten gelungenen Zeichnungen mit Heftstiften an der Wandtafel und zeichnen auf letztere mit Kreide die Verlängerungen der Kanten nach links und rechts. Wir werden sofort finden, daß auch diese Liniensysteme gemeinsamen Punkten zuzustreben scheinen, daß auch sie gemeinsame Fluchtpunkte haben. Nun verbinden wir die so gefundenen Fluchtpunkte. Welche Lage sollte diese Verbindungslinie wohl haben? Wie verhält sich der Abstand der untersten Würfeldecke von dieser Linie zu der Höhe des Auges über der Tischplatte? Was stellt die Verbindungslinie der Fluchtpunkte also dar? Wir haben folgenden neuen Lehrsatz gefunden: Horizontal liegende Linien, die zugleich unter sich parallel sind, haben einen gemeinsamen Fluchtpunkt, der auf dem Horizonte liegt.

Noch eine weitere Erscheinung ist an unserer Zeichnung ins Auge zu fassen: Die Kanten der Grundfläche des Würfels stoßen in Wirklichkeit unter rechten Winkeln zusammen. Was ist aus diesen rechten Winkeln im perspektivischen Bilde geworden? Die vordersten und hintersten sind zu stumpfen Winkeln geworden, und zwar sind die Winkel an der Deckfläche noch größer als die an der Grundfläche. Was wäre mit diesen Winkeln der Fall, wenn die Deckfläche des Würfels in den Horizont zu liegen käme?

Soll das Würfelbild aus der Erinnerung im großen ganzen richtig wiedergegeben werden können, so muß Klarheit geschaffen sein 1. über die Größe der Winkel an den Würfeldecken 2. über die scheinbaren Breiten der lotrechten Seitenflächen 3. über die Höhenlage der Würfeldecken an Grund- und Deckfläche 4. über die Länge der Seitenkanten und 5. über den Verlauf der in Wirklichkeit gleichlaufenden Kanten in der Zeichnung; dann erst ist das Vorstellungsbild ein vollkommenes.

Wir zeichnen zur weiteren Übung den Würfel auch in $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe (behalten hierbei die oben gefundenen Winkel ihre Größe, bleibt das Verhältnis der Längen der lotrechten Kanten zueinander dasselbe?) und teilen diese Würfel durch wagrechte und lotrechte Ebenen. Denken wir uns an Stelle der lotrechten Würfelkanten lotrechte Baumstämme auf ebenem Boden und über einem der Fluchtpunkte der horizontalen Kanten die Sonne, welche Lage hätten dann die Schlag Schatten der Baumstämme im perspektivischen Bilde? Wo wäre der Fluchtpunkt derselben? Welchen Verlauf haben sie in Wirklichkeit? Zeigen auch die durch eine Wolkenschicht brechenden Sonnenstrahlen perspektivische Erscheinungen?

Tafel 2 Gruppe b: Dem in halber natürlicher Größe gezeichneten Würfel in Gruppe a sollen weitere Würfel derselben Größe an- und aufgesetzt werden.

Das Aufsetzen der Würfel bietet nach dem Vorausgegangenen keine Schwierigkeiten, nur werden durch das wiederholte Auftragen derselben Strecken die im ersten Würfel enthaltenen kleinen Fehler sich jetzt auffallender geltend machen. Hier müssen nachträglich Ausgleich gemacht werden. (Alle Linien möglichst lang ziehen, damit ihre Richtung gut in Erscheinung tritt.) In den horizontal übereinanderliegenden quadratischen Flächen ziehen wir Diagonalen und zeichnen durch deren Schnittpunkte die Körperachse. Auch das Ansetzen der seitlichen Würfel, zunächst der vorderen Quadrate, bietet keine Schwierigkeiten, wenn wir das für Tafel 1 Gruppe b zur Erweiterung horizontal neben und hintereinander liegender Quadrate Ausgeführte nun auf die seitliche Erweiterung lotrecht liegender Quadrate übertragen. Auch hier wieder vergleichen wir die scheinbaren Breiten der lotrechten Flächen an beiden Türmen. Welche der Flächen nehmen an Breite zu?

Tafel 2 Gruppe c: Aus dem Tafel 2 Gruppe a in natürlicher Größe gezeichneten Würfel soll ein Würfelkreuz ausgeschnitten werden, das in der Höhe, Breite und Tiefe je aus 3 gleich großen Würfeln zusammengesetzt ist.¹

Der große Würfel wäre also der Höhe, der Breite und der Tiefe nach je in 3 gleiche Schichten zu zerlegen. Wir führen diese Teilung zunächst an der Oberfläche des Würfels aus, indem wir sämtliche lotrechte Kanten in 3 gleiche Strecken zerschneiden. Wir verbinden die entsprechenden Punkte derselben so untereinander, daß horizontale Schichten entstehen. Wie können nun diese Teile der lotrechten Kanten auf die horizontal verlaufenden übertragen werden? Wir betrachten die Nebenzeichnung (Ecke rechts unten), wo die Lösung zunächst in einer Ansichtsläche angedeutet und auch auf die perspektivische Zeichnung übertragen ist. In dieser Weise läßt sich jede gewünschte Teilung in 3, 4, 5 horizontale und vertikale Schichten ausführen, und zwar nicht nur an Quadraten, sondern auch an perspektivisch gezeichneten Rechtecken. Ist die Teilung durchgeführt, so erhalten wir auf jedem Würfelquadrat 9 kleine Quadrate. Von diesen fassen wir zunächst die in der Mitte liegenden ins Auge; sie stellen Außenflächen des gesuchten Würfelkreuzes dar.

Tafel 2 Gruppe d: Die Oberfläche des Würfels in Aufgabe c soll so aufgeteilt werden, daß parallel mit sämtlichen Würfelkanten auf beiden Seiten derselben Streifen in $\frac{1}{5}$ der Breite der Würfelflächen entstehen.

Als weitere Ausführung dieser Aufgabe benützen wir die Streifen, um den Würfel so auszuhöheln, daß an Stelle der Streifen Stäbe mit quadratischem Querschnitt stehenbleiben. Die Stäbe stoßen in den Würfecken zusammen und bilden hier kleine Würfel. Wie in der vorhergehenden Zeichnung die Dreiteilung, so ist hier die Fünfteilung durchzuführen. Von den Teilungslinien ziehen wir nur diejenigen, die den Kanten zunächst liegen.

Mit den Zeichnungen Tafel 1 Gruppe b und c sowie Tafel 2 Gruppe b, c und d hat eine neue Art der Darstellung, das Zeichnen ohne Modell, das Schaffen aus der Vorstellung nach dem nur gedachten Körper, eingesetzt. Dieses Zeichnen soll von jetzt ab dauernd neben dem Zeichnen nach Körpern einhergehen, wenn möglich denselben Stoff behandelnd, ihn vorbereitend oder ihn weiter klärend und befestigend. Als Unterlage werden, um Zeit für die Zurichtung zu sparen, die auf Tafel 61–64 gebotenen Schemen benützt, deren Entstehung jetzt ja bekannt ist. Der bisher gemeinsam durchgeführte Unterricht kann sich nun vorübergehend in Gruppen- oder Einzelunterricht auflösen; aus der reichen Stoffsammlung können je nach Begabung verschiedene Aufgaben ausgewählt werden. In Betracht kommen Aufgaben aus den Tafeln 21 bis 25. Als Unterlage dienen Tafel 61 Abb. 1 und 2.

Tafel 3: Darstellen von regelmäßigen Achtecken, die aus den Oberflächenquadraten des Würfels ausgeschnitten werden sowie von Kreisen, welche diesen Achtecken eingeschrieben sind.

Tafel 3 Gruppe a: Zeichnen von regelmäßigen Achtecken, welche auf den Seitenflächen des Würfels aufgezeichnet sind.

Zunächst ist die Frage zu beantworten: Wie gewinnt man aus einem Quadrat ein regelmäßiges Achteck das mit dem Quadrat gleiche Breite hat? Wir schneiden zwei gleich große Quadrate (Kante 15 cm groß) aus verschiedenfarbigen Papieren, legen sie aufeinander, stecken durch die Mittelpunkt einen Heftstift und drehen nun das eine Quadrat so, daß seine Ecken auf den Verlängerungen der Mittellinien des ersten Quadrates liegen (also um einen Winkel von 45°). Die Fläche, welche beiden Quadraten gemeinsam ist, stellt ein regelmäßiges Achteck dar. Warum? Die entstehenden Abschnitte werden auf sämtlichen Würfelkanten abgetragen und die Achtecke aufgezeichnet. Der Würfel wird zunächst wieder in natürlicher Größe (Winkel von 30° zur Glastafel) gezeichnet oder eine frühere Zeichnung, wenn sie gut gelungen ist, benützt. Auf der vorderen Würfelkante der Zeichnung können ebenfalls die Abschnitte für die Achteckseiten aufgetragen

werden. Da sich die Diagonalen im regelmäßigen Achteck in einem Punkt, der zugleich Mittelpunkt des zugehörigen Quadrates ist, schneiden, so lassen sich mit Hilfe der richtigen Achteckpunkte auf der vordersten Kante auch die Achteckpunkte auf den übrigen 3 lotrechten aber perspektivisch verkürzt erscheinenden Kanten finden. (Vergl. auch die Nebenzeichnung Ecke links unten.)

So kann um den Würfel ein Gürtel gelegt werden, der die 4 Achteckseiten auf allen lotrechten Kanten einschließt. Es wären noch die Achteckpunkte auf den horizontal verlaufenden Würfelkanten zu suchen. Aus früheren Erklärungen wissen wir, wie man mit Hilfe der Quadratdiagonalen jede Strecke, die auf den lotrechten Würfelkanten aufgetragen ist, auf die dazwischenliegenden horizontalen Kanten übertragen kann. (Siehe auch die Nebenzeichnung in der Ecke rechts unten.) So ergeben sich auf sämtlichen Würfelflächen die regelmäßigen Achtecke. Wollen wir ein zweites regelmäßiges Achteck einzeichnen, so benützen wir hierzu ein Quadrat, das seine Ecken auf den Schnittpunkten der Quadratdiagonalen mit den Achteckseiten des großen Achtecks hat. Wir beachten, wie die in Wirklichkeit gleichbreiten Streifen zwischen den beiden Achtecken sich in der Zeichnung in ganz verschiedenen Breiten darstellen; am Achteck der Deckfläche fällt dies ganz besonders ins Auge. Wo erscheinen die Streifen am breitesten? Welche Lagen haben diese Streifen zur Glastafel? Wir merken uns: Von gleichbreiten Streifen, die verschiedene Lage zur Glastafel haben, erscheinen diejenigen am breitesten, welche auf die Glastafel zulaufen, diejenigen am schmalsten, welche parallel mit ihr liegen und beobachten dies an Türumrahmungen, an Streifen auf Fußböden, an Decken, an Möbeln.

Tafel 3 Gruppe b: Aus der Hauptzeichnung in Gruppe a sollen 3 prismatische Körper, deren Grund- und Deckflächen regelmäßig Achtecke sind, herausgezogen werden und zwar ein stehendes und zwei liegende Prismen; (Zeichnen auf Detailpapier, das über der Hauptzeichnung festgesteckt wird). Unsere Tafel zeigt je eine Hälfte der beiden Prismen mit horizontal liegenden Achsen, und zwar als Hohlkörper ausgebildet. (Tafel 30 Gruppe a behandelt denselben Stoff.)

Tafel 3 Gruppe c: Die auf die Würfeloberflächen gezeichneten regelmäßigen Achtecke werden benützt zur Darstellung der denselben eingeschriebenen Kreise.

Dieselben sind zunächst auf das Würfelmodell selbst mit Hilfe des Zirkels kräftig aufzuzeichnen. Für die Darstellung der Ellipsen sind acht Punkte vorhanden, die vollständig genügen. Es gilt nun sich des auf mechanische Weise gewonnenen Bildes auch bewußt zu werden. Wir betrachten zunächst die Ellipsen auf der schmäleren lotrechten Seite des Würfelmodells. Daß die Ellipsen oben und unten die Mitten der Quadratseiten berühren, unterliegt keinem Zweifel, daß dieselben aber damit noch nicht ihren höchsten, beziehungsweise tiefsten Stand erreicht haben, übertrifft. Die Ellipse kann noch weiter steigen, weil auch die Würfelkante in die Höhe geht. Ebenso verhält es sich unten. Wo hat die Ellipse ihre größte Ausdehnung? Welche Lage hat ihre große Achse? Wir suchen ihre scheinbare Lage zunächst am Würfelmodell, das heißt: wir halten den Bleistift so, daß er in der Richtung der scheinbaren größten Ausdehnung liegt. Gibt die lotrechte Lage des Bleistifts diese größte Ausdehnung an? Nun machen wir die gleichen Beobachtungen auch an dem gezeichneten Kreis. Wie können wir auf mechanische Weise die große Achse finden? (Herauspausen auf Papier, die Ellipsenhälften der Länge nach aufeinanderlegen, die Bruchlinie bezeichnet die große Achse.) Zeichnen wir auch die Kreise, die dem kleineren Achteck eingeschrieben sind, so erhalten wir Kreisringe. Wir beachten besonders denjenigen der Deckfläche auf seine wechselnde Breite. Wo erscheint er am breitesten? Warum?

Tafel 3 Gruppe d: Aus der in Gruppe c entstandenen Zeichnung lassen sich drei Cylinder herausholen, einer mit stehender, zwei mit liegender Achse, und zwar als Voll- oder als Hohlkörper.

In unserer Zeichnung ist der senkrecht stehende Cylinder abgebildet. Die Berührungspunkte mit den Achteckseiten benützen wir dazu, acht Mantellinien einzuzichnen. Weitere acht ergeben sich mit Hilfe der Achteck-

¹ Hierzu kann auch das Würfelschema Tafel 61, Abb. 12 benützt werden.

diagonalen. Trotz dieser sechzehn Mantellinien kann es nötig sein, am Eylinder rand links und rechts noch zwei weitere den Eylinder nach außen abschließende Mantellinien zu ziehen.

In einer Nebenzeichnung ist ein Quadrat samt eingeschriebenem Kreis und einem Durchmesser parallel mit einer Quadratseite gezeigt. Auf dem Durchmesser ist ein Mittellot errichtet. Von einem Punkt desselben sind an den Kreis Tangenten gezogen und die Berührungspunkte durch eine Sehne (die parallel zum Durchmesser zu liegen kommt) verbunden. Was lehrt diese Zeichnung? Betrachtet man den Kreis als Querschnitt eines größeren Kreiszylinders, etwa einer Säule, so zeigen die Tangenten, wieviel von dem Umfang dieser Säule sichtbar ist. (Wir sehen weniger als die Hälfte des Säulenumfanges.) Übertragen wir nun Quadrat, Kreis, Durchmesser und Sehne in ein perspektivisches Bild und suchen die größte Ausdehnung der Ellipse, die große Achse derselben (die Ellipse wird, nachdem sie die Quadratseiten in ihren perspektivischen Mitten berührt hat, zunächst noch etwas breiter), so entspricht diese der Sehne im Kreis, denn beide geben die größte Ausdehnung an. Die Sehne des geometrischen Bildes wird also im perspektivischen Bild zur großen Achse, während der Durchmesser des Kreises im perspektivischen Bild kürzer als diese (weil weiter hinten liegend und wie im geometrischen Bild durch die Schnittpunkte der Quadratdiagonalen gehend) erscheint und die perspektivische Achse darstellt. Verwandte Aufgaben, die hier eingeschaltet werden können, zeigen Tafel 30 Gruppe a, Tafel 35 Gruppe a, Tafel 37 Gruppe a, b und c.

Tafel 4: Quadratischer Rahmen, eine in denselben gelegte kreisrunde Platte, ein aus derselben ausgeschnittener Ring.

Tafel 4 Gruppe a: Ein quadratischer Rahmen (ein Abschnitt von einem in sechs gleiche senkrechte Schichten geteilten Würfel), Rahmenbreite gleich der Rahmentiefe (je ein Sechstel der senkrechten Würfelkanten), ist darzustellen.

An Stelle des Einzelmodells tritt zum erstenmal ein großes gemeinsames, an Stelle des bisher unter dem Horizont aufgestellten Würfels ein über dem Horizont an der Decke hängender Körper. Aber auch hier ist wie beim Würfel die vordere Kante in gleiche Teile (hier in sechs) geteilt. Die Lösung erfolgt ganz entsprechend derjenigen beim Zeichnen des Würfels. Nur wird in unserem Falle nicht von unten nach oben, sondern von oben nach unten gezeichnet. Zunächst wird die vordere quadratische Fläche ins Auge gefaßt: Vordere Kante 20 cm lang machen, Abstand der hinteren lotrechten schätzen, Höhenlage ihres oberen Endpunktes bestimmen, ihre Länge mit der vorderen Kante vergleichen, Quadrat schließen. Es folgt das innere Quadrat. Seine horizontalen Linien ergeben sich als Verbindungslinien gegenüberliegender Sechstel, seine Ecken als Schnittpunkte dieser Linien mit den Diagonalen. Warum? Sodann Tiefenausdehnung abschätzen (dieselbe vergleichen mit den scheinbaren Breiten zwischen den eben gezeichneten Quadraten, denn kurze Strecken sollen immer mit ebensolchen verglichen werden). Um die Lage der nach der Tiefe gehenden Kanten gut feststellen zu können, beobachten wir zunächst am Modell diejenigen derselben, welche nach vorn verlängert zum Schnitt mit schon gezeichneten lotrechten Kanten kommen, und stellen fest, wo sie dieselben schneiden.

Tafel 4 Gruppe b: In die beiden großen Quadrate, welche die Vorder- und Hinterfläche des Prismas bilden, sind die eingeschriebenen Kreise diesmal ohne Benützung eines Achtecks nur mit Hilfe der Mitten der Quadratseiten zu zeichnen. Auffuchen der großen Achse dieser Ellipsen (Herauspaußen und der Länge nach zusammenlegen), diese Achse einzeichnen und zum gegenseitigen Vergleichen der beiden Ellipsenhälften benützen. Wir betrachten die Ellipsen ferner auch als Grund- und Deckfläche eines allerdings sehr niederen Zylinders, zeichnen die sich leicht ergebende Achse desselben und fassen nun die zwischen der Achse des Zylinders und den perspektivischen Ellipsenachsen der Grund- und Deckfläche liegenden Winkel ins Auge. Sie sind annähernd rechte Winkel. Diese Feststellung genügt für das Freihandzeichnen. Das eben Gelernte wird angewendet, wenn wir die Türme (Tafel 2 Gruppe b) dazu

benützen, um auf die lotrechten Würfelflächen Uhrentafeln zu zeichnen und die Achsen derselben sowie die Achsen der Zylinder, welche in den Uhrentafeln ihre Grundfläche haben, anzugeben.

Am Modell ist der Halbkreis in fünf gleiche Teile (Steine) geteilt. Welche dieser Teile erscheinen am breitesten, welche am meisten zusammengedrückt, welcher Stein wird durch die lotrechte Mittellinie in zwei Hälften geteilt? Wir zeichnen die Strahlen für die zehn Steine und durch ihre Endpunkte die zugehörigen Zylindermantellinien. Haben dieselben durchweg gleiche Länge? Wo erscheinen sie etwas länger? Warum? (Ihre Länge ist besonders an den Überschneidungen zu beachten.)

Tafel 4 Gruppe c: Weiterbilden der Zeichnung in Gruppe b zu einem Kreisring, zusammengesetzt aus zehn Steinen.

Zur Zeichnung des inneren Kreises benützen wir als Unterlage die Darstellung des inneren Quadrates aus Gruppe a.

Tafel 4 Gruppe d: Verwendung der Zeichnung in Gruppe c zur Darstellung eines Tores mit halbkreisförmigem Abschluß. Wo liegt die Achse desselben? (Ebenfalls Einzeichnen der einzelnen Steine.) Verwandte Aufgaben finden sich auf Tafel 35 Gruppe b, c und d, Tafel 36 Gruppe a, b, c und d und Tafel 37 Gruppe d.

Tafel 5: Einfacher Stuhl ohne Lehne, quadratisch im Querschnitt, mit geraden, im Querschnitt ebenfalls quadratischen Füßen.

Tafel 5 Gruppe a: Die große, den ganzen Stuhl einschließende Form wird aufgesucht und gezeichnet.

Die Zeichnenden sitzen im Kreis um das Modell, doch so, daß Stuhlfüße des Modells sich nicht decken. Bei solchen Körpern ist der Anfänger leicht geneigt, von in die Augen fallenden Einzelheiten auszugehen, anstatt zunächst die große, alles übrige einschließende Form aufzusuchen. Dies wäre hier ein Prisma mit quadratischem Querschnitt. Seine Entwicklung erfolgt genau wie bei der Zeichnung des Würfels (Vorderkante in vier gleiche Teile teilen). Wir vergleichen nicht nur die Breiten der einzelnen Seitenflächen mit der Vorderkante, sondern auch Gesamtbreite mit Gesamthöhe und betrachten die Zeichnung auch aus größerer Entfernung. (Aufstellen auf dem Boden.) Zum Schluß werden die Ebenen für die Zargen, Fuß- und Deckbrettchen samt Diagonalen und Körperachse eingezeichnet.

Tafel 5 Gruppe b: Weiterausbilden des Stuhles.

Die Breite der quadratischen Querschnitt zeigenden Stuhlfüße vergleichen wir etwa mit der Höhe der Zargenbrettchen; die quadratischen Einschnitte der Stuhlfüße an den Brettchen werden von Fuß zu Fuß durchgehend gezeichnet. Zur Kontrolle der inneren Ecken derselben benützen wir die Diagonalen. Das obere Deckbrettchen kann bündig oder vorstehend angenommen werden.

Tafel 5 Gruppe c: Zur Darstellung kommt der untere Teil eines Pfostens, einen Übergang vom vierseitigen zum achtfseitigen Prisma darstellend. Großes Holzmodell.

Die Zeichnenden sitzen im Kreis, und zwar so, daß für jeden nicht bloß drei, sondern vier Flächen des achtfseitigen Prismas sichtbar sind. Um die große Gesamtform zu veranschaulichen, legen wir auf die Deckfläche einen Pappdeckel in der Größe des Quadrats der Grundfläche. Damit ist auch das Holzstück bezeichnet, aus welchem der Fuß des Pfostens ausgeschnitten werden kann, und diejenige Form, welche wir zunächst zeichnen. Von dem vierseitigen Prisma bleibt ein Drittel stehen. Den Rest umschließt wiederum ein Würfel, aus welchem zunächst gefühlmäßig ein regelmäßiges Achteck ausgeschnitten wird. Mittellinien auf den lotrechten Flächen des vierseitigen Prismas geben Anhaltspunkte für die Lage von Achteckflächen. Die gefundenen Achteckpunkte kontrollieren wir durch Diagonalen des Achtecks, die sich in einem Punkt schneiden müssen, oder durch Verlängern der Achteckseiten zu einem zweiten Quadrat oder endlich durch Verbinden der Achteckpunkte parallel mit den Quadratseiten. Die Ecken des so entstehenden kleinen Quadrates liegen auf den Diagonalen des großen. Wie folgen die Achteckpunkte in ihrer Höhenlage aufeinander, wie die Seitenkanten in Bezug auf ihre Länge? Können die angeschriebenen Zahlen für beide Fälle gelten? Wenn die beiden äußeren lotrechten Flächen

des achtförmigen Prismas gleich breit erscheinen, wie verhalten sich dann die inneren Flächen? Wenn dies nicht der Fall ist, wie folgen dieselben in Bezug auf ihre Breiten aufeinander? Die auf den Ecken des vierseitigen Prismas freibleibenden Dreiecke erhalten kleine Pyramiden aufgesetzt. Wo liegen die Spitzen derselben? Können diese Pyramiden nicht auch als freibleibende Reste einer großen Pyramide angesehen werden? Wo würde diese ihre Spitze haben?

Tafel 5 Gruppe d: Eine weitere Lösung des Überganges vom vierseitigen zum achtförmigen Prisma.

Die Entwicklung erfolgt wie in Gruppe c. Auf Tafel 30b sind dieselben Formen nur mit etwas anderen Verhältnissen (alles spielt sich innerhalb des Würfels ab) durchgeführt. Als Mittel zur Erklärung können diese Entwicklungen den Zeichnungen auf Tafel 4 Gruppe c und d auch vorausgehen. Ebenso können Aufgaben aus den Tafeln 30 Gruppe c und d, 31 Gruppe a, b, c und d gelöst werden.

Tafel 6: Postament mit quadratischem Querschnitt und Wiederkehr. Großes zusammensetzbares Holzmodell.

Tafel 6 Gruppe a: Der Grundkörper samt Sockel und Gurte ist darzustellen. Wir zeichnen zunächst den Grundkörper in der bekannten Weise. Die vordere Kante ist in fünf gleiche Teile geteilt. Die Höhe des Sockels beträgt ein Fünftel, die Höhe der Gurte, die mit dem Beginn des obersten Fünftels einsetzt, die Hälfte eines Fünftels. Sämtliche Teilschichten werden zur Kontrolle der Richtungen gezeichnet, Diagonalen und Achse gezogen, die lotrechten Kanten des Sockels und der Gurte auf den verlängerten Diagonalen aufgebaut.

Tafel 6 Gruppe b: Das in a freistehende Postament erhält eine Wiederkehr.

Am Modell werden die mit Zapfen versehenen Seitenteile angelegt. Die Wiederkehr setzt in einem Drittel der Seitenflächen ein. Von den in Gruppe a ganz sichtbaren Seitenflächen bleibt nur noch ein schmaler, mit den Profilen vor- und zurückspringender Streifen stehen. Hat derselbe in Wirklichkeit durchweg gleiche Breite? Bleibt dieselbe auch in der Zeichnung gleich? Die Seitenteile der Wiederkehr links und rechts sollen nicht jeder für sich gezeichnet, sondern durch das Postament durchgehend gedacht und am Ende senkrecht abgeschnitten werden.

Tafel 6 Gruppe c: An Stelle der horizontalen Abdeckung am Sockel tritt eine schiefe Fläche. Ihre Neigung ist so angenommen, daß, wenn wir die an den Ecken aufsteigenden Gratlinien verlängern, eine Pyramide entsteht, deren Spitze das zwischen Sockeldeckfläche und Gurtegrundfläche liegende Achsenstück halbiert. Mit welchen Linien laufen die in den einspringenden Ecken entstehenden Gratlinien parallel?

Tafel 6 Gruppe d: Herausziehen eines neuen Körpergebildes aus dem Postament in Gruppe c.

Wird die Wiederkehr auch auf der rückwärtigen Seite des Postamentes durchgeführt, so ergeben sich die auf Tafel 6 Gruppe d gezeigten Formen unmittelbar.

(In unserem Beispiel ist eine kleine Änderung vorgenommen. Die Wiederkehr setzt vorn und hinten nicht in einem Drittel ein, so daß in der Mitte nur ein Drittel der Postamentbreite übrigbleiben würde, sondern es ist vorn und hinten je nur ein Fünftel abgeschnitten, so daß der mittlere Körper immer noch eine Breite von drei Fünftel der Postamentbreite zeigt.)

Tafel 7 und 8: Pfeilerpostament aus Stein, einem Bauteil des Schulgebäudes nachgebildet.

Die Aufgabe Tafel 6 ist in der Hauptsache als Vorbereitung dieser Aufgabe gedacht. Die Entwicklung derselben ist in sechs Stufen gezeigt. (Ausführung in ein Fünftel natürlicher Größe.)

Tafel 7 Gruppe a stellt Vorder- und Seitenansicht samt Projektionen von Kontrolllinien, die in der Zeichnung verwendet werden, dar.

Tafel 7 Gruppe b: Der im Postament steckende Grundkörper wird entwickelt. Man beginnt mit der vorderen, zunächst durchgehend gedachten Kante zwischen Vorder- und Seitenfläche, wie sie am Mittelstück des Grundkörpers sichtbar ist. Die Hauptteile derselben werden aufgetragen

und der mittlere Teil der Vorderfläche angehängt. Aus ihm ergeben sich auch die über und unter demselben liegenden lotrechten Rechtecke, die in Wirklichkeit von Sockel und Gurte bedeckt werden. Die Breite der vorderen Seitenfläche zeigt sich nur an der Deckfläche, dasselbe ist bei der ihr gegenüberliegenden Fläche der Fall. (Letztere erscheint von unserem Standpunkte aus gesehen noch etwas breiter als die vordere; warum?) Das (gefühlsmäßige) Ergänzen der am Grundkörper noch fehlenden Flächen, das Einzeichnen von Diagonalen zum Auffinden der Körperachse, das Auffuchen des Horizontes und das Benützen der Fluchtpunkte auf demselben zur Kontrolle bilden den Abschluß dieser Teilzeichnung. Die Richtigkeit des Grundkörpers ist entscheidend für die ganze Arbeit.

Tafel 7 Gruppe c und d: Der Querschnitt des Körpers ist rechteckig. Da die Diagonalen desselben zum Weiterarbeiten nicht benützt werden können (warum? vergl. auch Tafel 27 Gruppe a) ist es nötig, in der Mitte des Körpers ein lotrechtes Stück abzugrenzen und zwar so, daß auf beiden Seiten Prismen mit halbquadratischen Querschnitten übrig bleiben. Nun kann wie am Körper mit quadratischem Querschnitt (siehe Tafel 6) weitergearbeitet werden.

Sockel und Grundkörper sind durch Platte und Hohlkehle verbunden. Aber die Profilecken derselben denken wir uns berührende Kanten gelegt, die verlängert einen Walm bilden, aus welchem die Profile herausgeschnitten werden können. Der Walmfirst (dessen Länge schon gefunden ist) liegt mitten in der Gurtplatte. (Siehe Vorder- und Seitenansicht.) Ein anderer Weg wäre der die Profile zunächst gefühlsmäßig zu zeichnen und sie erst nachher mit Hilfe des Walms auf ihre Richtigkeit zu prüfen. (Zur Erklärung was ein Walm ist und wie derselbe mit der Pyramide zusammenhängt betrachten wir auch Tafel 27 Gruppe a.)

Tafel 8 Gruppe a und b: Herstellen der Verbindung zwischen Sockel und Grundkörper durch Platte und Hohlkehle.

Das Herunterfallenlassen des Walmfirstes auf die neu entstandenen horizontalen Ebenen ermöglicht es, weitere Kontrolllinien einzuzichnen. Sodann schneiden wir auf den Seitenflächen des Postamentes die am Körper gleich breiten Streifen ab, welche von den anstoßenden Brüstungsstücken vorn und hinten freigelassen werden. Das Feststellen der Breite derselben geschieht am besten an der Schmalseite des Grundkörpers (ein Fünftel ihrer Breite). Auch hier ziehen wir durch die neuen Profilecken Kontrolllinien parallel mit den Gratlinien des Walms. Dieselben schließen innerhalb des ersten Walms einen zweiten Walm ein dessen First in die verschiedenen horizontalen Ebenen gelegt in derselben Weise zur Kontrolle verwendet wird, wie der First des größeren Walms.

Tafel 8 Gruppe c und d: Ansetzen der Brüstungsstücke. Die Richtungen der einzelnen Kanten sind schon festgelegt, die Brüstungsstücke werden auf beiden Seiten lotrecht abgeschnitten. Die Kontrolllinien durch die äußeren Profilecken treffen sich auf der Verlängerung des unteren Walmfirstes. Die letzte Zeichnung faßt die verwendeten Hilfslinien zu einer neuen Körpergruppe zusammen.

Tafel 9: Heimatische Turmformen, große Modelle für gemeinsames Zeichnen.

Hier tritt zum ersten Male die Pyramide als selbständiger Baukörper auf, und zwar sowohl mit quadratischer als regelmäßig achteckiger Grundfläche. Es dürfte sich empfehlen, Aufgaben aus den Tafeln 26 Gruppe a und b, 27 Gruppe a, ferner 33 Gruppe a, 34 Gruppe a und b einzuschalten oder wenigstens zu besprechen.

Tafel 9 Gruppe a: Verbindung von quadratischem Prisma und achteckiger Pyramide mit einem Prismatoid als Verbindungsstück.

In ein Prisma mit quadratischem Querschnitt (Würfelstück) ist eine Pyramide so eingesetzt, daß ihre Spitze im Schwerpunkt des Würfels liegt und daß sie mit dem wenig über das Prisma vorstehenden Teil ein Gesims bildet. Auf der Grundfläche dieser quadratischen Pyramide ist eine zweite nach oben gerichtete aufgebaut, die mit dem Gesims zusammen doppelte Würfelhöhe erreicht. Ihre Seitenflächen bleiben aber nur teilweise stehen; die gegen die Kanten liegenden Teile werden schon vom Hauptgesims ab so weit weggeschnitten, daß ein senkrechtiges Prismatoid mit halber Würfel-

höhe und einem regelmäßigen Achteck als Deckfläche entsteht, über welchem sich dann eine regelmäßige achteitige Pyramide erhebt. Die Richtigkeit der Gesamtform ist abhängig von der Richtigkeit des unteren Würfelbildes. Nacheinander werden das Gesims entwickelt, die quadratische Pyramide aufgesetzt, die Mittellinien auf den Seitenflächen derselben gezogen und der untere Würfel um seine Hälfte erhöht. In gleicher Höhe mit dem neuen Würfelquadrat liegt ein zweites kleineres, aus dessen Seiten das regelmäßige Achteck ausgeschnitten werden kann. Wie erhalten wir dieses kleine Quadrat? (Schnitt der Diagonalen des größeren Quadrates mit den Ranten der vierseitigen Pyramide.) Die Achteckseiten der Grundfläche zeichnen wir zunächst gefühlsmäßig und prüfen sie sodann auf ihre Richtigkeit. (Reihenfolge angeben, in welcher die Eckpunkte nach ihrer Höhenlage, die Seitenflächen der oberen Pyramide in Bezug auf ihre scheinbaren Breiten folgen.)

Tafel 9 Gruppe b: Turm einer Dorfkirche in Tamm bei Ludwigsburg. Als großes Modell vorhanden.

Der ganze Turm zeigt die Freude des Erbauers am Quadrat und an regelmäßigen Achteckformen. Nicht bloß der Querschnitt, auch die Seitenflächen des Prismas am Übergang vom vierseitigen zum achteitigen Prisma schließen mit regelmäßigen Achteckformen ab. (Vergl. auch Tafel 56 Gruppe c.) Die Seitenflächen des achteitigen Prismas haben quadratische Form, so daß die Verlängerungen der Seiten der Übergangsdreiecke wieder durch obere Quadratecken gehen. Die Dreieckseiten sind zugleich Seiten gleich großer Achtecke, also auch unter sich gleich.

Wir beginnen mit dem quadratischen Prisma, setzen die übereinanderliegenden Quadrate für die Grund- und Deckfläche des achteitigen Prismas auf und schneiden aus ihnen die regelmäßigen Achtecke aus. (Controllen für dieselben.) Das vorstehende Gesims (Teil einer Pyramide mit der Spitze nach unten) ist sehr schmal, um das Geschlossene, Massige des Turmes nicht zu beeinträchtigen. Es sind noch die Spitzen der beiden aufgesetzten, sich durchdringenden Pyramiden zu suchen. Eine gute Kontrolle für das hiebei entstehende regelmäßige Achteck ergibt sich, wenn man dasselbe zu einem Quadrat ergänzt, die Diagonalen zieht und diese verlängert bis zum Schnitt mit den von unten aufsteigenden Seitenkanten des großen vierseitigen Prismas. In gleicher Höhe liegen nun das Achteck, das demselben umschriebene Quadrat und ein großes Quadrat.

Tafel 9 Gruppe c: Turmspitze, zusammengefaßt aus regelmäßigem achteitigem Prisma und ebensolcher Pyramide mit Giebeln an den Seitenflächen. Großes Holzmodell.

Als Maßstab für alle Größen dient die zunächstliegende Seitenfläche des Prismas. Die Grundfläche gewinnen wir im Zusammenhang mit dem dieselbe umschließenden Quadrat, ebenso die Deckfläche, nachdem die noch fehlenden sichtbaren und verdeckten Seitenkanten eingezeichnet sind. Ganze Breite und ganze Höhe vergleichen, Achse einzeichnen. Controllen! Nachdem die Pyramide aufgesetzt ist, werden über sämtlichen Flächen des Prismas auf den verlängerten Mittellinien derselben die Höhen der Giebel (je gleich zwei Drittel der darunter liegenden Höhe der Seitenfläche des Prismas) aufgetragen, die Firste zunächst zu den gegenüberliegenden durchgezogen (gemeinsamer Schnittpunkt auf der Achse) und dann ihre Schnittpunkte auf den Pyramidenflächen bestimmt.

Tafel 9 Gruppe d: Grundkörper wie in Gruppe c. Unmittelbare Verbindung der Giebelspitzen mit der Pyramiden-
spitze.

Tafel 10: Weitere Turmformen und Dunsthaube.

Tafel 10 Gruppe a: Turmhelm der Kirche in Holzelsingen. Nach großem Modell der ganzen Kirche gezeichnet.

Die Darstellung erfolgt ähnlich der Lösung, welche die Tafel 9 Gruppe b zeigt. Von dem großen vierseitigen Prisma des Turmes wird ein Stück etwa in der Größe eines Würfels abgeschnitten und das achteitige Prisma aufgesetzt. Die Gesimsstücke sehen wir wieder als Teile einer mit der Spitze nach unten hängenden achteitigen Pyramide an. Die am Übergang vom vierseitigen zum achteitigen Prisma aufgesetzten Pyramiden stehen etwas über die Turmwand vor. Die an diesen Stellen angebrachten Gesimse werden an der lotrechten Kante so verkröpft, daß sie auf den an-

schließenden Feldern senkrecht stehen. Die so entstehenden Formen müssen zum vollen Verständnis zuerst in größerem Maßstab gezeichnet, oder noch besser, zunächst modelliert werden.

Tafel 10 Gruppe b: Schematische Form des Stiftskirchenturmes in Stuttgart. Nach dem ausgeführten Bau gezeichnet.

Die Übergänge vom vierseitigen zum achteitigen Prisma und die Verbindungen von achteitigen Prismen und Pyramiden untereinander sind immer wieder durch die um sie gelegten Quadrate geprüft. Besonders zu beachten sind die Anschnitte der Übergangsdreiecksflächen teils an prismatischen, teils an Pyramidenformen.

Tafel 10 Gruppe c: Turmspitze der Kirche in Beutelsbach. Nach großem Modell gezeichnet. Vorbereitung dieser Aufgabe durch Tafel 34 Gruppe a und b.

Der Turm zeigt den Übergang vom vierseitigen Prisma in ein nicht regelmäßiges achteitiges, also in ein Prisma, bei welchem nur je vier Seiten gleich sind. Die Gesamtform wird dadurch abwechslungsreicher, ohne daß sie an Geschlossenheit verliert. In diesem Fall sind die mit dem Prisma verbundenen, teils Gesimse, teils den unteren Teil des Turmhelmes bildenden Körper, obwohl ihre Seitenflächen mit den Grundflächen durchweg gleiche Winkel bilden, keine Pyramiden, sondern senkrechte Prismatoide. Die aus den Endpunkten der kürzeren Achteckseiten aufsteigenden Ranten treffen sich früher und bilden mit ihren Schnittpunkten die Ecken eines Quadrates. Solche quadratische Flächen treten wiederholt auf, sie können zu einem quadratischen Prisma, das durch den ganzen Körper geht, zusammengeschlossen werden. Acht geben auf die Anschnitte der Übergangsdreiecksflächen an Prisma und Prismatoid.

Tafel 10 Gruppe d: Dunsthaube in natürlicher Größe. Das Modell ist über dem Horizont aufgehängt.

Da die Breite des Cylinderstückes gleich seiner Höhe ist, stellt der lotrechte Achsenschnitt ein Quadrat dar, um dessen horizontale Seiten die Ellipsen für den Grund- und Deckkreis des Cylinders gelegt werden. Wir zeichnen sofort noch eine weitere Ellipse um die horizontale Mittellinie dieses Quadrates, welche durch die Anfänge der drei Träger des Regeldaches geht. (Am Modell ist sie mit einem Kreidestrich aufgezeichnet. Wie verhält sich ihre scheinbare Tiefe zu derjenigen der beiden benachbarten Ellipsen?) Der Cylindermantel wird fortgeführt gedacht bis zum Schnitt mit dem Regelmantel, die Schnittellipse gezeichnet und auf der verlängerten Cylinderachse die Höhe der Kegelspitze bestimmt. Von ihr können an die Schnittellipse Mantellinien gezogen und zwischen dieselben die Bodenellipse des Kegels gelegt werden. Die Träger der Regelhäube lassen wir in gleichen Abständen (wie kontrollieren?) auf der schon gezeichneten Ellipse beginnen. Mittellinien auf den Trägerflächen sind brauchbar sowohl für die Nietenköpfe (durch die gleichgelagerten denken wir uns ebenfalls Ellipsen gelegt) als auch für die Richtung der Trägerstreifen, welche nach dem Zusammentreffen mit dem Regelmantel (oberste Ellipse) von der senkrechten zur schiefen Richtung übergehen (nur die Mittellinie geht zur Kegelspitze).

Tafel 11: Cylinderformen mit horizontal liegenden und lotrechten Achsen in Anwendungen.

Tafel 11 Gruppe a: Aufgedoppelte Türe aus dem achtzehnten Jahrhundert. Alte Kellertüre, als Modell noch gut verwendbar.

Vorbereitend sind schon behandelt die Cylinderform auf Tafel 4 Gruppe d und Tafel 37 Gruppe c. Dazu kommt noch Tafel 27 Gruppe d. Die Türe besteht aus zwei Schichten, der nicht in Erscheinung tretenden, aus senkrechten Brettern zusammengefügten hinteren Blindtüre und der aus Rahmenhölzern und dem Doppel bestehenden vorderen. Beide Schichten sind durch geschmiedete, mit eckigen (kleine Pyramiden bildenden) Köpfen versehene Nägel, die, in dekorativer Weise angeordnet, eine weitere Zierde der Türe bilden, verbunden. Wir zeichnen die Hauptform: Rechteck mit aufgesetztem Halbkreis samt der lotrechten Mittelachse, teilen die ganze Fläche in die verschiedenen Hauptfelder auf, schneiden also die Rahmenhölzer ab und setzen die Schlagleiste ein. Von den Füllungs Brettern grenzen wir zunächst diejenigen ab, welche die inneren Quadrate bilden und ziehen die übrigen Grenzlinien parallel zu den Quadratseiten. Die Profile, mit

welchen die Füllungsblettchen zusammenstoßen, geben wir vereinfacht in schiefe Flächen zusammengefaßt und beachten dabei das Ab- und Zunehmen der scheinbaren Breite dieser schmalen, parallel zueinander liegenden Streifen je nach ihrer Lage zum Horizont.

Tafel 11 Gruppe b: Teil eines alten Grabkreuzes aus Wimpfen am Neckar.

Begonnen wird mit dem Holzkreuz, dasselbe glatt ohne Einschnitte gezeichnet, der Halbzylinder darüber gespannt. Dabei wird von der Mittellinie zwischen vorderer und hinterer innerer Cylindergrenze ausgegangen (auch die verdeckten Grenzlinien werden eingezeichnet) und die Mittellinie auf die beiden Mittellinien am Kreuz bezogen. Das ausgeführte Kreuz zeigt noch weitere Schmuckformen, die hier nicht wiedergegeben sind.

Tafel 11 Gruppe c: Kinnenkessel aus Ludwigsburg. (Schadhaft, aber als Modell noch gut verwendbar.)

Zur Vorbereitung werden beobachtet: Wulst kreisrund, und zwar am Modell und nach Zeichnung (siehe Tafel 45 Gruppe d unter und über dem Horizont). Die Grundformen bilden Cylinder und Kegeltumpf. Mit dem Cylinder wird begonnen, der Kegeltumpf mit seiner etwas kleineren Grundfläche und der schmale Cylinder für das Abfallrohr werden angelegt. Jetzt erst können die kreisrunden Wulstformen zunächst am oberen Cylinder- und am Kegeltumpfrand abschließend, dann die beiden am Übergang vom Cylinder zum Kegeltumpf beide verbindend, aufgesetzt werden. (Die geometrischen Schnitte derselben sind eingezeichnet, um die Überschneidungen klar zu zeigen). Durch die Blattspitzen und die Zierformen am Kegel werden ebenfalls die kontrollierenden horizontalen Kreise gezeichnet. Von den äußersten Blättern links und rechts am Cylindermantel sowie den äußersten Zierformen am Kegelmantel sind nur Ansätze oder Abschlüsse sichtbar.

Tafel 11 Gruppe d: Teil eines Grabmales auf dem Hoppenlauffriedhof in Stuttgart.

Vorbereitend ist Tafel 35 Gruppe a (Cylinder und quadratische Platte, Tafel 46 Gruppe d für die ineinandergesetzten Regeln). Die Erscheinungen am kreisrunden Wulst und der umgekehrten Sima (am Vasenfuß) werden zunächst an Modellen im Schulzimmer klargemacht und Tafel 45 Gruppe c und d besprochen.

Begonnen wird mit den beiden quadratischen Platten. Der Vasenfuß wird eingezeichnet, die Achse durchgezogen, die breiteste Stelle der Base aufgesucht und mit der Breite des Vasenfußes verglichen. Durch diese größte Vasenbreite werden die Parallelen mit der Achse ganz durchgezogen, damit Base und Säule gut übereinanderstehen. Beim Vasenhenkel ist die Richtung seiner horizontal verlaufenden Kanten mit anderen Kanten derselben Richtung zusammenzusehen. Die seitlichen Überschneidungen der ineinandergesetzten Regeln werden zunächst größer gezeichnet.

Tafel 12 Gruppe a—c: Pfeilerkapitäl in schematischer und ausgeführter Form. Der Querschnitt ist rechteckig.

Tafel 12 Gruppe a: Pfeilerkapital vereinfacht nach einem Kapital im Schulgebäude. Großes Modell.

Vorbereitung durch Tafel 7 Gruppe d, Tafel 27 Gruppe a (als Zeichnung über dem Horizont ansehen, also Blatt drehen).

Das Modell wird gezeichnet in den drei Hauptansichten und zwar so, daß die breite Seite einmal breiter als die schmale, dann gleich breit mit ihr und endlich schmaler als die schmale Seite erscheint. Vorder- und Seitenansicht ist auch in Projektion gegeben, die Lage und Länge des Walmdachfirstes kann also genau festgestellt werden. Die Grundform ist ein vierseitiges Prisma mit rechteckigem Querschnitt, das bis zur Deckfläche durchgeführt gedacht ist. Dort kann mit Hilfe des heraufgeholtten Walmdachfirstes und der Ecken des inneren Prismas die Lage der äußeren Ecken der Deckplatte geprüft werden.

Tafel 12 Gruppe b: Die im Zeichensaal als schematische Form behandelte Aufgabe wird nun vor der ausgeführten Bauform dargestellt; zunächst wieder die Hauptform aufgefaßt und diese dann weiter ausgebildet entsprechend der Lösung in Aufgabe a. Hier ist auch Gelegenheit, auf die künstlerische Bedeutung von Profilen aufmerksam zu machen.

Tafel 12 Gruppe c: Mittelgewände an einem Fenster des Schulgebäudes vom Zeichensaal aus gezeichnet.

Kapital und Sockel sind nicht wie in der vorhergehenden Aufgabe freistehend, sondern auf der Innenseite durch eine lotrechte Ebene geschnitten. Walm und First kommen nur für die Außenseite zu voller Anwendung. Wird der First in die lotrechte Ebene zurückgeschoben, so kann er in seinen Endpunkten die Kontrolllinien für die an der Innenseite endigenden Profile aufnehmen.

Tafel 12 Gruppe d: Verkröpfte Ecke an einem Barocktor in der Nähe der Schule. Vorbereitung durch Tafel 42 Gruppe a.

Da an der Stelle wo das Tor steht, nicht gut gezeichnet werden konnte, wurde die Ecke geometrisch aufgenommen, gut angeschaut und zu Hause aus einem perspektivisch gezeichneten Würfel herausgeschnitten. Zunächst wurde angenommen, es solle nur die Ecke ohne Verkröpfung als geschlossener Körper gedacht dargestellt werden. Nachdem die Profile auf den Seitenflächen des Würfels (die Tiefenausdehnungen zusammengeschoben entsprechend den Verkürzungen der Würfelfläche) dargestellt sind, werden alle Maße zuerst auf die Diagonalen der vorderen Würfelfläche und von da aus in die Tiefe gebracht. Wo die Vorstellung versagt (z. B. an den starken Überschneidungen der Profile) wird das Modell wieder aufgesucht. Schließlich werden die verkröpfsten Ecken ausgeschnitten, die Profile nach unten und seitlich verschoben.

Tafel 13: Achteckiger Treppenhof aus Stein und steinerner Pfeilersockel; Bauformen des Schulgebäudes.

Tafel 13 Gruppe a—c: Treppenhof (Querschnitt vierseitiges Prisma mit abgefaßten Ecken) in drei Entwicklungsstufen gezeigt. Vorbereitung der Aufgabe durch Tafel 10 Gruppe c, Tafel 34 Gruppe a und b.

Tafel 13 Gruppe a: Auffuchen und Zeichnen der glatten Grundform, wie sie am Mittelstück am besten erkennbar ist und Ergänzungen derselben zum quadratischen Prisma. In diesem steckt ein zweites, das an der Deckfläche des Hofes sichtbar gemacht werden kann. (Kreidestückchen auflegen für Sicht aus der Ferne.) Dieses kleinere vierseitige Prisma wird durch den ganzen Körper gelegt.

Tafel 13 Gruppe b: Das Mittelstück wird oben und unten in Prismatoiden weitergeführt. Die Verlängerungen der Seitenkanten treffen sich, und zwar je zwei derselben in den Ecken von Quadraten, die Querschnitte durch das oben entwickelte kleinere quadratische Prisma darstellen. Die Kanten werden zunächst gefühlsmäßig gezeichnet und dann auf ihren gesetzmäßigen Verlauf geprüft.

Tafel 13 Gruppe c: Um das zuerst gezeichnete Mittelstück werden am oberen und unteren Rande abgefaßte Gurten gelegt, die ebenfalls Prismatoiden darstellen, und deren schräg auf- und abwärts gehende Kanten denselben Verlauf nehmen wie die in Gruppe b behandelten. Es entstehen also noch weitere Querschnittquadrate.

Tafel 13 Gruppe d: Pfeilerpostamente aus dem Schulgebäude. Vorbereitung durch Tafel 27 a und 34 a—b.

Der einfachere unten gezeichnete Pfeiler hat rechteckigen Querschnitt. Beim quadratischen würden Berührungslinien, welche über die in den Ecken zusammenstoßenden Profile gelegt werden, eine Pyramide bilden, hier gehen dieselben in einen Walm über.

Der oben abgebildete Sockel mit rechteckigem Querschnitt, abgefaßten Ecken und Wiederkehr zeigt ähnliche Erscheinungen wie der bei Tafel 13 Gruppe a—c besprochene Steinposten. Nur tritt an Stelle des dort entwickelten quadratischen Prismas ein rechteckiges, das durch die Wiederkehr noch weitere Ausgestaltung erfährt.

Tafel 14: Dachformen und ihre Entwicklung. Als Vorbereitung wäre zu behandeln: Tafel 49 Gruppe a—d, Tafel 50 Gruppe a und c.

Tafel 14 Gruppe a: Walmdach mit Leistbruch und Anbau. Nach ausgeführtem Haus gezeichnet.

Oberer Zeichnung: Wir bauen zuerst das Walmdach ohne Bruch über der durch das Hauptgesims gelegten Ebene auf (ein genügend großes Stück der vordersten lotrechten Hauskante gibt den Maßstab für alle Größen), lassen den First des Walmdaches zur Kontrolle auf die Mittellinie dieser Ebene herunterfallen, bestimmen auf den Gratlinien die Höhe des Leist-

bruches, suchen den Hilfsfirst auf, bilden das Dach unter dem Leistbruch samt vorstehendem Gesims aus und ziehen Controlllinien für die vorspringenden Ecken des Hauptgesimses.

Untere Zeichnung: Anbau samt Satteldach werden angefügt. Am Mittelschnitt des Hauptdaches bestimmen wir die Firsthöhe des Anbaues und ziehen den First heraus bis er das Mittellot am Giebel des Anbaues schneidet (Controlllinien für die vorspringenden Gesimsen des Anbaues).

Tafel 14 Gruppe b: Satteldach mit Leistbruch, Krüppelwalm und Dachladen. Nach großem Modell dargestellt.

Aber der Ebene in der Höhe der Trauslinie werden die beiden Giebel aufgesetzt (die ganze vordere lotrechte Hauskante dient als Maßstab) nachdem das Verhältnis ihrer Breiten festgestellt ist, und die Giebelmittellinien gezogen sind. Nun kann die Höhe des Leistbruches bestimmt, die des Hilfsfirstes gesucht und die Dachfläche unterhalb des Leistbruches samt vorstehendem Gesims entwickelt werden. Am unverkürzten Hauptfirst fallen vier gleiche Strecken auf. Die beiden äußeren Viertel fallen weg, wenn die Krüppelwalm auf beiden Seiten abgeschnitten werden. Auch diese erhalten einen Leistbruch. In den beiden stehenbleibenden Vierteln treffen sich (nicht ganz in der Mitte derselben) die Verlängerungen der seitlichen Grenzen der neuen Dachfläche, die unterhalb des Leistbruches am Krüppelwalm so weit über die Giebelfläche hinausragt, als die ganze Dachhaut über dieselbe vorgezogen wird.

Der Ausschnitt des Dachladens wäre noch zu entwickeln. Wir bestimmen an dem Leistbruch seine Lage (ob in der Mitte des ganzen Daches oder nicht) und Länge (Lage und Verhältnis seiner Länge zur Längenausdehnung des ganzen Daches zunächst in der Ansicht betrachten und dann erst in Perspektive übersehen) und legen durch die Endpunkte der abgeschnittenen Strecke lotrechte Ebenen parallel zu den Giebelflächen. Aus den Schnittlinien mit den Dachflächen, die denjenigen an den Giebelflächen ähnlich sind, ergibt sich der Dachausschnitt, nachdem noch bestimmt ist, wie weit der Dachladen über den Leistbruch hinaus- und heruntergeht.

Die untere Zeichnung zeigt den aufgesetzten Dachladen und die an den Giebeln vorgezogene Dachhaut.

Tafel 14 Gruppe c: Satteldach mit Krüppelwalm und zwei durch einen Zwischenbau verbundenen Dachladen. Nach ausgeführtem Bau dargestellt.

Obere Zeichnung: Die Ausbildung des Hauptdaches hat viel Ähnlichkeit mit derjenigen des Daches in der vorhergehenden Aufgabe. Neu ist, wie das Hauptgesims nicht bloß an der Langseite sondern auch am Giebel herumgeführt und durch einen Dachstreifen, dessen Anschnitte mit dem Hauptdach wohl zu beachten sind, überdeckt wird. (Gesimsbildung also ähnlich derjenigen am Walmdach.) Die obere Zeichnung zeigt weiter die Anschnitte der Dachladen an der großen Dachfläche mit Leistbruch, die untere die ausgeführte Form der Dachladen, jedesmal samt den notwendigen Controlllinien.

Tafel 14 Gruppe d: Gartenhaus a) mit quadratischem, b) mit unregelmäßig achteckigem Grundriß und Mansarddach. Vorbereitung durch Tafel 27 Gruppe a und Tafel 34 Gruppe a und b.

Obere Zeichnung: Über einem quadratischen Grundriß ist zunächst ein hohes Zeltdach aufgebaut, dieses in ein Mansardwalmdach verwandelt und der untere stehengebliebene Teil des Zeltdaches noch mit Leistbruch versehen, so daß ein horizontal ausladendes Gesims entsteht.

Untere Zeichnung: An den vier Ecken des quadratischen Grundrisses werden durchweg gleiche Stücke abgeschnitten, so daß ein unregelmäßiger achteckiger Grundriß entsteht. Entsprechend wird das Dach umgebildet. Wir haben hier also wieder dieselben Erscheinungen wie sie bei dem Turm Tafel 10 Gruppe c und dem Steinstament Tafel 13 Gruppe a—c schon besprochen wurden. An Stelle der Achse in der oberen Zeichnung tritt in der unteren ein prismatischer Körper mit Querschnittquadraten, welche in ihren Ecken je zwei der verlängerten Gratlinien aufnehmen.

Tafel 15: Bauten mit vorspringenden Stockwerken und Profilen (Hohlkehlen) an denselben.

Tafel 15 Gruppe a: Vorder- und Seitenansicht eines schematisch dargestellten Giebels mit am Giebel und an den Seiten-

flächen vorstehenden Stockwerken und entsprechend vorgezogener Dachhaut. Holzmodell.

Tafel 15 Gruppe b: Perspektivisches Bild dieses Giebels. Sämtliche Achsen sind eingezeichnet. Die Hohlkehlen am Hauptgesims werden mittelst kleiner Würfel, in deren Diagonalebene die Giehringlinien der Kehlen verlaufen, gewonnen.

Tafel 15 Gruppe c: Schematische Darstellung von Viertel-hohlkehlen an vorspringenden Stockwerken.

Obere Zeichnung: Die an der glatten Vorderseite des Stockwerkes senkrecht abgeschnittenen Kehlen werden mit Hilfe eines Quadrates, in welchem sie als Viertelskreise liegen, dargestellt. Vorbereitung durch Tafel 43 Gruppe b und c. Bei vorspringenden Stockwerken, unter welchen die Kehle durchläuft (siehe die unteren Zeichnungen), werden wie in Gruppe b an den Ecken kleine Würfel (Würfelkante gleich der Höhe der Kehle) gezeichnet. Die Kehlen sind am freistehend gedachten Haus rings herumgeführt und ebenso als Wiederkehr, wenn das Gebäude an eine Wand mit denselben vorstehenden Stockwerken anstößt.

Tafel 15 Gruppe d: Anwendung des eben Gelernten an einem ausgeführten Bauwerk.

Tafel 16: Darstellen eines ganzen Hauses nach großem Modell in sechs verschiedenen Entwicklungsstufen gezeigt. Als Vorbereitung wäre zu behandeln Tafel 52 Gruppe a—c.

Tafel 16 Gruppe a: Nachdem die Lage des Horizontes (vergl. Tafel 2 Gruppe b) bestimmt ist, wird die große Hausmasse ohne jeden An- und Ausbau, aber mit sämtlichen, auch den verdeckten Hauskanten, den Ebenen durch den Boden und in der Höhe des Hauptgesimses mit einem lotrechten Mittelschnitt und den Achsen in demselben und in den Giebeln gezeichnet. (Acht geben auf die scheinbaren Breiten der Giebelseiten. In unserem Falle ist der verdeckte Giebel breiter als der sichtbare, warum?) Die gezeichneten Linien werden durch Auffuchen der Fluchtpunkte (Faden spannen) kontrolliert und schließlich noch diejenigen Flächen am Hauptbau umgrenzt, an welche das Nebengebäude, Treppen und Erker anstoßen.

Tafel 16 Gruppe b: Die obere Zeichnung zeigt das Ansetzen des Anbaues (als geschlossene Masse ohne Leistbruch) der Treppe als schiefe Ebene mit Podest (aber ohne Wange) und des Erkers (Achse für seine Vorderfläche einzeichnen). Es folgt die Entwicklung der Lage der Leistbrücke und Hilfsfirste und der nun entstehenden neuen Dach- und -anschnitte, die auf jeder Seite des Anbaues aus sieben einzelnen Strecken bestehen. (Der Architekt muß wissen, wie diese Anschnittlinien regelmäßig verlaufen. Der Maler kann dieselben gefühlsmäßig darstellen.)

Untere Zeichnung: Durch Fensterbänke und Fensterstürze werden Ebenen gelegt, Tür- und Fensteröffnungen am richtigen Platz eingesetzt, ebenso die Treppenwange angefügt.

Tafel 16 Gruppe c: obere Zeichnung: Die Fensterleibungen werden an- gegeben, und zwar auch in ihren verdeckten Teilen. Als Vorbereitung siehe Tafel 25 Gruppe d. Untere Zeichnung: Bockrahmen, Fenster und Türen werden schematisch gezeichnet. (Alle Holzteile zusammengefaßt, Sprossen mit einer Linie dargestellt.)

Tafel 16 Gruppe d: Nachdem ein Haus in seiner Erscheinungsform in dieser Weise durchgearbeitet ist, sind noch Studien im raschen Auffassen von Formverhältnissen und im Wiedergeben perspektivischer Richtungslinien zu machen. Nur die wichtigsten Controlllinien werden eingezeichnet. Solche Studien sollen das skizzierende Zeichnen vorbereiten.

Tafel 17: Tore und Fenster mit Haupteingewänden.

Tafel 17 Gruppe a: Tor mit Haupteingewände, Oberlicht und einer von drei Seiten zugänglichen Treppe.

Zur Vorbereitung für Tafel 29 Gruppe a, für Treppenanlagen Tafel 28 Gruppe b und c, für Gitter Tafel 23 Gruppe b, für die aufgedoppelte Türe Tafel 11 Gruppe a und Tafel 27 Gruppe d. Ebenen über die Treppenstufen gelegt bilden ein halbes Walmdach. Der First liegt auf der Oberkante der Schwelle, die gleiche Höhe mit den Stufen hat.

Tafel 17 Gruppe b: Rundbogiges Tor mit stark abgefasten Ecken (schiefe Leitung). Vorbereitung durch Tafel 47 Gruppe b.

Wie in der vorhergehenden Aufgabe sind zwei Achsen von Bedeutung: Eine in der Mitte der Vorderfläche des Tores und eine zweite weiter zurückliegende, die Verbindungslinie aller der Punkte, in welchen sich die Verlängerungen gleichgelagerter Fugen, soweit sie über die abgefasste Fläche gehen, treffen.

Tafel 17 Gruppe c: Profilierter Fensterumrahmung eines Hauses in der Nähe der Schule (um 1800 gebaut). Zunächst kommt die ganze etwas über die Wandfläche vorstehende Fensterumrahmung zur Darstellung. Dabei wird von der vordersten Kante, auf der sofort die einzelnen Steinhöhen vermerkt werden (um Strecken von verschiedener Länge zum Vergleich zur Verfügung zu haben) ausgegangen, die Öffnung ausgeschnitten und die ganze Breite des stehenbleibenden Rahmens in die einzelnen Schichten aufgeteilt (auch die verdeckten Kanten werden eingezeichnet). Die letzte innere Schicht ist wieder mit der Wand bündig, was durch einen senkrechten Mittelschnitt am Sturz nachgewiesen wird. Die Fensterbank wird zunächst als ganzer Stein dargestellt, die Anschnitte am Fenstergewände werden gesucht und ebenfalls ein Mittelschnitt eingezeichnet.

Für die Breite der Konsolen unter der Fensterbank wird die Breite des Hauptes am Fenstergewände der Wand entlang heruntergezogen.

Tafel 17 Gruppe d: Füre mit profilierter Steinumrahmung und Überdachung an demselben Gebäude, von welchem in Gruppe c das Fenster wiedergegeben ist. Entwicklung wie dort. Durch Sturz und Verdachung werden Schnitte gelegt. Zur Vorbereitung Tafel 42 Gruppe a.

Tafel 18: Brunnen aus der Altstadt Stuttgarts.

Tafel 18 Gruppe a: Brunnen mit regelmäßigem achteitigem Prisma als Brunnenbecken und einem nach oben sich leicht verjüngenden Brunnenstock mit quadratischem Querschnitt, auf einem ebenfalls quadratischen Prisma ruhend. Maßstab für alle Größen ist die vorderste Kante des achteitigen Prismas vom Brunnenbecken. Deckfläche und Grundfläche desselben werden zunächst gezeichnet, die Achtecke zur Kontrolle auch zu Quadraten ergänzt, in das Quadrat der Grundfläche das kleinere Quadrat für den Brunnenstock eingezeichnet und auf demselben weitergebaut.

Tafel 18 Gruppe b: Barockbrunnen, an einem Schloßgebäude so aufgestellt, daß die Kante der Hausecke mit der Cylinderachse des Beckens zusammenfällt, ein Viertel der Brunnenschale somit in Wegfall kommt (siehe Grundriß). Den besten Ausgangspunkt für die zeichnerische Darstellung gibt das quadratische Prisma des Brunnenstockes. Das cylindrische, kräftig profilierte Brunnenbecken wird (von unserem Standpunkt aus) auf der rechten Seite, ehe es seine größte Ausdehnung erreicht hat, von der Hauswand geschnitten (seine ganze Breite ist in feinen Linien angedeutet). Ebenso verhält es sich mit den runden Treppenstufen. Die Vasen links und rechts vom Brunnenstock stellen die Verbindung mit der Hauswand dar. Sie sind in Wirklichkeit ornamental noch reicher ausgebildet, wie auch das Mittelstück der Pyramide weiteren Schmuck zeigt.

Tafel 18 Gruppe c: Brunnen aus der Altstadt in Ansicht und Schnitten. Das Brunnenbecken besteht aus acht cylindrischen Stücken, die mit negartigen Bändern überdeckt sind.

Tafel 18 Gruppe d: Entwicklung des perspektivischen Brunnenbildes.

Der Standpunkt des Zeichnenden mußte ein ziemlich naher, erhöhter und etwas seitlich von der Mittelachse befindlicher sein. Durch den nahen Standpunkt entstehen starke Verkürzungen.

Ausgegangen wird vom großen Cylinder. Die Deckfläche desselben und der sichtbare Teil der Bodenfläche werden gezeichnet. Legt man um den Cylinder ein quadratisches Prisma, die Vorderseite parallel zur vorderen Sockelfläche des Brunnenstockes (also auch zur Bildfläche), und zieht die nach hinten verlaufenden Kanten zu dem schon bekannten Fluchtpunkt, so läßt sich auch der verdeckte Teil des Bodenkreises gewinnen. In die Grundfläche des Cylinders wird die Grundfläche des quadratischen Prismas vom Brunnenstock eingezeichnet, dieser selbst samt cylindrischen Platten aufgebaut und die sich leicht verjüngende Säule aufgesetzt. Als Kapitäl ist eine feine Durchbringung cylindrischer Flächen gewählt. Das Netz über dem Brunnentrog wird mit Hilfe horizontaler Kreise, die durch die Knotenpunkte gehen, und der dieselben schneidenden Mantellinien des Cylinders entwickelt (und zwar zunächst als einfaches Einienetz).

Tafel 19: Darstellung eines Stuhles aus der Biedermeierzeit. Die Entwicklung erfolgt in vier Stufen.

Tafel 19 Gruppe a: Zunächst ergänzen wir den Raum zwischen den Füßenden des Stuhles zu einem Quadrat mit dem Abstand der seitlichen Flächen der Vorderfüße als Quadratseite. Wir zeichnen dieses Quadrat auf einen Pappdeckel, auf welchem auch noch weitere Hilfslinien eingetragen werden, und legen den Pappdeckel unter den Stuhl, die vorderen Füße bündig mit den vorderen Quadratecken. Die hinteren Füße erscheinen nun in die Quadratfläche hereingezogen, und zwar in der Richtung der Diagonalen derselben. Wir zeichnen dies. Die Seitenflächen des Stuhles setzen sich aus drei Flächen zusammen: aus den Seitenflächen der vorderen und der hinteren Füße und aus der sie verbindenden Zargenfläche, die schräg zu den Quadratseiten verläuft. Die Projektionen dieser Flächen zeichnen wir auf den Pappdeckel und stellen dieselben auch perspektivisch dar. Eine ähnliche Zeichnung ergibt sich in der Höhe der Sitzfläche des Stuhles. Die Rücklehne desselben steht schief; außerdem haben Vorder- und Hinterfläche derselben nicht die gleiche Neigung, die beiden Flächen nähern sich gegen oben. Beide Ebenen führen wir herunter bis zum Schnitt mit der Bodenfläche und zeichnen die Schnittlinien auf den Pappdeckel, nachdem wir die äußeren Seitenflächen der hinteren Füße, die parallel zu den Seitenflächen der Lehne und zu den Quadratseiten liegen, vorgezogen haben bis zur vorderen Quadratseite. Dies stellen wir auch perspektivisch dar.

Tafel 19 Gruppe b: Aus dem so gefundenen Grundkörper werden die Füße als vierseitige prismatische Körper, ebenso die Verbindungsbretter derselben, die Zargen sowie die Rücklehne, aber ohne weitere Formgebung, ausgezeichnet.

Tafel 19 Gruppe c: Füße und Rücklehne erhalten weitere Durchbildung, aber wiederum nur in den Hauptmassen.

Tafel 19 Gruppe d: Durchbildung der Formen mit allen Einzelheiten.

Entwicklungslehre der Raumformen für bautechnische Berufe.

Allgemeines¹.

Zur Behandlung kommen folgende Körper:

- Tafel 20—25: Der Würfel.
Tafel 26—29: Die senkrechte Pyramide mit quadratischer Grundfläche.
Tafel 30—32: Das senkrechte regelmäßige achtsseitige Prisma.
Tafel 33—34: Die senkrechte Pyramide mit regelmäßigem Achteck als Grundfläche und das auf derselben Grundfläche aufgebaute senkrechte Prismatoid.
Tafel 35—45: Der senkrechte Kreiszylinder.
Tafel 46—47: Der senkrechte Kreiskegel.
Tafel 48: Die Kugel.
Tafel 49—52: Prismatische Körper in Anwendungen auf Dachformen und Dachladen.
Tafel 53—60: Verbindungen der aufgeführten Grundkörper.

Die Abbildungen jeder einzelnen Tafel gliedern sich wiederum in vier Gruppen, die im Text mit a, b, c und d bezeichnet sind und deren Reihenfolge auf den Tafeln so gedacht ist, daß a, und b durchweg oben, c und d unten liegen.

Die Tafeln 61—64 zeigen Würfel mit Teilungen, Erweiterungen derselben und Ableitungen verwandter Grundformen. Sie kommen als Unterlagen, und zwar jede derselben für eine ganze Reihe von Aufgaben, in Betracht. Bureaunklammern halten sie unter dem durchsichtigen Papier, auf welches gezeichnet wird, fest. Mit ihren Teilungen ermöglichen sie

¹ Siehe auch das unter: Allgemeines zur Charakterisierung der Unterrichtsweise Absatz f Gefagte.

es, dem in der Vorstellung zunächst nur in ganz allgemeinen Umrissen gedachten Bild die im einzelnen verlangten Verhältnisse, wie sie die Projektionen zeigen, zu geben. Auch der perspektivische Verlauf von Kanten ergibt sich aus der Unterlage. So soll der mechanische Teil der Arbeit wesentlich abgekürzt werden, damit der Zeichnende seine ganze Kraft auf das Wesentliche, auf das Auffinden der neuen Formen, verwenden kann. Wie es zum Wesen eines vollkommenen Vorstellungsbildes gehört, daß über sämtliche Kanten und Flächen der Hauptformen Klarheit herrscht, daß der Körper gleichsam durchsichtig gedacht wird, so sollen auch auf dem Papier sämtliche Kanten und Flächen des darzustellenden Körpers entwickelt werden (die dem Beschauer zugewendeten werden der besseren Übersicht halber von Anfang an in der Linie etwas stärker betont).

Im vorliegenden Lehrgang sind alle Grundkörper zunächst zum Würfel und mittels desselben auch untereinander in Beziehung gebracht. Dieses Verfahren verschafft Einblicke in die Zusammenhänge und ermöglicht es, immer wieder auf früher gelöste Aufgaben Bezug zu nehmen und dieselben als Unterlagen für spätere Aufgaben zu benützen. Zum Schluß empfiehlt es sich, zusammenhängende Formgruppen, wie zum Beispiel alle Tafeln mit Treppenformen oder alle mit Rinnenkesseln, Toren, Postamenten, fensterartigen Öffnungen zusammenzulegen, um dieselben im Zusammenhang überblicken zu können.

Der Verfasser war bemüht (trotz des wegen der hohen Kosten nötigen Verzichtes auf Verwendung farbiger Hilfslinien) eine Darstellungsart zu finden, welche den Weg zur Lösung ohne viel erklärende Worte aus der Zeichnung selbst erkennen läßt. Auch die vielfach angewendeten punktierten Flächen wollen diesem Zweck dienen.

Zu den einzelnen Tafeln.

Tafel 20 Gruppe a—d: Der Würfel als Ganzes und geschnitten durch Ebenen, welche parallel zu den Würfel Flächen gehen oder schief zu denselben liegen.

Die dargestellten Formen dienen vor allem der Besprechung. Der Lernende soll einen lebhaften Eindruck davon bekommen, wie neue Körperformen aus dem Würfel herausgeschnitten werden können. Ist das Würfelmodell ein Drahtkörper, so lassen sich die schneidenden Ebenen durch Papierstücke veranschaulichen. Bei Würfeln aus Ton oder Plastilin werden die Schnitte durchgeführt. Auch Abfälle von Balkenköpfen auf dem Zimmerplatz lassen sich für solche Zwecke verwenden.

Tafel 21 Gruppe a—d: Horizontale und vertikale Ebenen, welche durch die Hälfte, Viertel oder Acht der Würfelkanten gehen, schneiden den Würfel. Unterlage Tafel 61 Abb. 1.

Die Aufgabenstellung erfolgt bei diesen Aufgaben entweder durch beschreibende Worte oder durch die in kleinem Maßstab beigegebenen Projektionen. Soweit als möglich soll die Richtigkeit der Zeichnungen durch Kontrolllinien geprüft werden. In den Aufgaben Tafel 21 Gruppe d treten zu den mit Würfeloberflächen parallel gehenden Schnittebenen noch solche lotrechte, die mit Würfel Flächen Winkel von 45° bilden.

Tafel 22 Gruppe a—c: Mit Hilfe der Drei-, Sechs- und Zwölftteilung der Würfelkanten und der durch diese Teilpunkte gelegten horizontalen und vertikalen Ebenen werden neue Körperformen gewonnen. Unterlage: Tafel 61 Abb. 2.

Tafel 22 Gruppe d: Quadratische Öffnungen an erkerartig ausgeschnittenen Würfelteilen. (Schemen für Erkerfenster.)

Man denke sich die Fenster bis auf die Grundfläche des Würfels heruntergehend und zeichne zunächst einen perspektivischen Grundriß. Die aus demselben aufsteigenden lotrechten Leibungsflächen bringe man zum

Schnitt mit den durch den zweiten und fünften Teilpunkt der Sechsteilung gelegten horizontalen Ebenen.

Tafel 23: Unterlage Tafel 61 Abb. 1. (Bei Verwendung dieses Schemas zu Darstellungen über dem Horizont ist die Zeichnung so zu drehen, daß die Deckfläche zur Grundfläche wird.)

Tafel 23 Gruppe a: Schematische Darstellung von Gesimsecken über dem Horizont, der Ecke eines Gehweges unter dem Horizont.

Die in Wirklichkeit gleich breiten Streifen erscheinen im perspektivischen Bild ungleich, und zwar breiter, wenn sie auf den Beschauer zukommen; vergl. Tafel 1 Gruppe c.

Tafel 23 Gruppe b: Eisenstäbe mit quadratischen Querschnitten einzeln und in Durchdringungen.

Wie ergibt sich eine Lösung derselben Aufgabe in einer Lage über dem Horizont?

Tafel 23 Gruppe c und d: Abschneiden eines Würfelstückes durch eine lotrechte Ebene, welche durch die Mitten zweier angrenzender horizontaler Würfelkanten geht. Aufsetzen neuer Formen, deren Kanten auf der Schnittfläche senkrecht stehen.

Hilfslinien, welche zur Entwicklung dienen, werden zunächst im geometrischen Grundriß aufgesucht und dann in Perspektive überseht.

Tafel 24: Schematische Darstellungen von Treppenformen. Unterlage: Tafel 61 Abb. 1.

Tafel 24 Gruppe a: Treppenformen von einer Seite zugänglich. Die Wangen sind verschieden ausgebildet.

Tafel 24 Gruppe b: Treppen von zwei Seiten zugänglich.

Hier ist zunächst die Zwischenaufgabe zu lösen: Wie kann an einen gegebenen Würfel ein zweiter von gleicher Größe angefügt werden? Siehe Tafel 2 Gruppe b und Unterlage Tafel 62 Abb. 5.

Tafel 24 Gruppe c und d: Treppenläufe in verschiedener Anordnung.

Tafel 25: Um- und Anbauten an den Würfel oder an einen Teil desselben. Unterlagen: **Tafel 61 Abb. 1** für Gruppe a—c, **Tafel 61 Abb. 2** für Gruppe d.

Tafel 25 Gruppe a: Ein lotrecht stehender Würfelabschnitt (Stärke desselben ein Viertel der Würfeltiefe) wird seitlich und nach oben erweitert in Lagen über und unter dem Horizont. (Schemen für Fenster- und Türumrahmungen.)

Die verlangten Punkte suche man zunächst im geometrischen Aufriss oder Grundriss zu gewinnen und übersehe das gefundene Liniensystem auch in Perspektive.

Tafel 25 Gruppe b: Die unterste von vier gleich starken horizontalen Schichten, in die ein Würfel geteilt ist, soll auf allen vier Seiten gleichmäßig erbreitert werden. (Streifenbreite gleich einem Viertel der Würfelkante.) Der so erhaltene Körper wird durch eine lotrechte Ebene in zwei gleiche Hälften gespalten und der Sockel (die Erbreiterung) der schneidenden Ebene entlang weitergeführt als Wiederkehr.

Tafel 25 Gruppe c: Erweiterungen am Würfel, die von bestimmten Flächen, welche innerhalb der Oberflächenquadrate liegen, ausgehen. (Schemen für Blumenbretter, Blossen, Teile von Kaminköpfen.) Immer wieder sollen schon vorhandene Punkte so verbunden, vorhandene Linien so verlängert werden, daß sich in den Schnittpunkten die gesuchten Punkte zunächst im geometrischen, dann auch im perspektivischen Bilde ergeben.

Tafel 25 Gruppe d: Schematischer Aufbau von Hauswänden mit fensterartigen Ausschnitten in verschiedener Höhe und Tiefe. Wandstärke (also auch Leibungsstärke) ein Sechstel der Würfeltiefe. Bei sämtlichen Fensteröffnungen sollen auch die verdeckten Leibungsflächen gezeichnet werden, da diese Grenzlinien für das Einzeichnen der Fenster unumgänglich nötig sind. Die Hauswände bilden mit der Bildfläche verschiedene Winkel; an welcher Wand erscheinen die Fensteröffnungen schmaler, die senkrechten Leibungsflächen breiter, an derjenigen, die mit der Bildfläche den kleineren oder mit ihr den größeren Winkel bildet? Welche der senkrechten Leibungsflächen nehmen noch etwas an Breite zu, obwohl sie sich von der Glastafel entfernen? Welche der horizontalen Leibungen erscheinen als Linien? Wann sind sie von unten, wann von oben sichtbar?

Tafel 26: Senkrechte Pyramide mit quadratischer Grundfläche durch Ebenen geschnitten, in Verbindungen und Durchdringungen mit ebensolchen Pyramiden und mit vierseitigen Prismen. Die senkrechte Pyramide ist in einen Würfel so eingebettet gedacht, daß ihre Grundfläche sich mit einer Fläche des Würfels deckt, ihre Spitze in der dieser gegenüberliegenden Würfelfläche oder in bestimmten Teilpunkten der lotrechten Achse liegt.

Tafel 26 Gruppe a 1. Reihe: Verschiedene Lagen der Pyramidenachsen.

2. und 3. Reihe: Schnitte der Pyramide durch lotrechte Ebenen, welche parallel zu Würfelseiten liegen oder welche durch zwei einander diagonal gegenüberliegende Würfelkanten oder endlich parallel zu diesen Ebenen durch Mitten der horizontalen Würfelkanten gehen.

Tafel 26 Gruppe b 1. Reihe: Schnitte der Pyramide durch horizontale Ebenen in halber und viertel Höhe der Würfelkanten werden zum Aufbau neuer Körper benützt.

2. Reihe: Durchdringungen von Pyramiden mit gleichen Grundflächen und zusammenfallenden Achsen, wobei sich ebenfalls horizontale Schnittflächen ergeben.

3. Reihe: Horizontale Schnitte durch ein Drittel und zwei Drittel der Würfelkanten. Aufbau weiterer Pyramiden.

Tafel 26 Gruppe c: Schnitte der Pyramiden durch schiefe Ebenen (Dachflächen).

1. und 2. Reihe: Zur Lösung der Aufgaben sind die Seitenflächen der Pyramide, welche geschnitten werden, zunächst zu erbreitern, bis sie die Würfelflächen schneiden (Parallele zur Grundkante der betreffenden Pyramidenfläche durch die Pyramiden Spitze). Da in denselben Würfelflächen auch die Schnittlinien der schneidenden Dachfläche liegen, treffen sich beide Schnittlinien. Die Verbindungslinie ihrer Schnittpunkte schneidet die Pyramidenkanten in den gesuchten Punkten. Warum ergeben sich in der

2. und 3. Reihe die Schnittpunkte auch unmittelbar mit Hilfe der Diagonalen der schneidenden Ebene?

Tafel 26 Gruppe d: Verbindungen und Durchdringungen von Würfel, Pyramide und Pyramidenstumpf. (Die Körper sind durchweg über dem Horizont gedacht.)

Tafel 27: Senkrechte Pyramiden und prismatische Körper in Verbindungen.

Tafel 27 Gruppe a obere Zeichnung: Der Würfel ist durch horizontale Ebenen in drei gleich starke Teile geschnitten. Auf das untere Prisma wird eine senkrechte Pyramide gesetzt, deren Spitze in der Mitte der zweiten schneidenden Ebene liegt. Die Kanten des mittleren Würfelstückes werden wiederum in drei gleiche Teile geteilt, durch die ersten Teilpunkte eine horizontale Ebene gelegt und auf die Schnittfläche dieser Ebene mit der Pyramide ein neues Prisma gesetzt, das bis zur Deckfläche des Würfels reicht.

Untere Zeichnung: Der so entstandene Körper wird durch eine lotrechte Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt, diese in der Richtung der geschnittenen Grundkanten so weit auseinandergezogen, bis im Grundriss ein neues Rechteck gleich dem halben Quadrat der Grundfläche entsteht. Die Pyramide ist jetzt in einen Walm auseinandergezogen. Die Verbindungslinie der beiden Spitzen gibt den Walmfirst, in dessen Endpunkten sich je zwei der Gratlinien des Walms (die früheren Pyramidenkanten) treffen. Was wäre der Fall (siehe Nebenzeichnung), wenn man den Walm durch eine Pyramide mit derselben Grundfläche, die Spitze derselben in der Mitte des Walmfirstes ersehen und diese Pyramide ebenfalls durch eine horizontale Ebene schneiden würde? Wären dann die von der Pyramide abgeschnittenen Streifen ebenfalls gleich breit? Hätten die Seitenflächen dieser Pyramide gleiche Neigung zur Grundfläche?

Tafel 27 Gruppe b: Ein ähnlicher Körper wie das Postament in Gruppe a wird in gestürzter Form über dem Horizont aufgestellt gedacht und von dem durch eine lotrechte Ebene in zwei gleiche Hälften geteilten Körper die vordere dargestellt.

In der unteren Figur ist dieses geteilte Pilasterkapitäl an einer Wand aufgestellt gedacht, Pyramide und Platte als Wiederkehr an derselben weitergeführt.

Tafel 27 Gruppe c: An Stelle der Platte in Gruppe b tritt ein Pyramidenstumpf von der Größe des darunter befindlichen, dessen Ecken also mit den oberen Würfelcken zusammenfallen. Der Würfel selbst wird noch weitergeführt, so daß oben eine neue Platte entsteht. In der unteren Zeichnung ist derselbe Körper mit Wiederkehr ausgebildet.

Tafel 27 Gruppe d: Teil einer aufgedoppelten Türe. (Siehe auch **Tafel 11 Gruppe a.**)

Von sechs Würfeln, welche auf- und nebeneinandergestellt den Grundkörper bilden, wird eine Schichte (Stärke gleich ein Viertel der Würfeltiefe) abgeschnitten und diese Schichte wieder gespalten für die beiden Bretterschichten, aus welchen die Türe zusammengefaßt ist. Um die perspektivische Form der einzelnen Füllungs Bretterchen zu erhalten, beginnt man am besten mit der Zeichnung ihrer gleichschenkligen Dreiecksausschnitte an den Rändern und in der Mitte. Unten entsteht ein Feld mit einem über Eck gestellten Quadrat als Grundfläche und einem darauf aufgebauten niederen Pyramidenstumpf. Wo liegt die Spitze desselben?

Tafel 28: Anwendungen von Pyramide und Walm. Unterlage **Tafel 64 Abb. 9** (aber über dem Horizont).

Tafel 28 Gruppe a obere Zeichnung: Walm aufgesetzt auf der lotrechten Fläche eines prismatischen Körpers.

Untere Zeichnung: Walm durch lotrechte Ebene in der Mitte zwischen First und Grundfläche geschnitten.

Tafel 28 Gruppe b: Treppen von drei Seiten zugänglich, oben aus zwei, unten aus zweieinhalb Würfeln ausgeschnitten. Unterlage **Tafel 62 Abb. 5.**

Die über die Treppenkanten gelegten Flächen ergeben in der oberen Zeichnung eine Pyramide, in der unteren ein halbes Walmdach (First gleich der halben Würfelkante).

Tafel 28 Gruppe c oben: Treppe von drei Seiten zugänglich, aus drei Würfeln ausgeschnitten (First des halben Walmdaches gleich einer Würfelkante).

Unten: Treppe von zwei Seiten zugänglich, an der dritten Seite durch eine senkrechte Wand abgeschlossen, die auch das Walmdach senkrecht abschneidet.

Tafel 28 Gruppe d: Reichere Treppenanlagen. Eine Zusammenfassung der schon gelösten Aufgaben.

Tafel 29: Weitere Anwendungen von Pyramide und Walm. Unterlage Tafel 61 Abb. 1 über und unter dem Horizont.

Tafel 29 Gruppe a: Quadratische Öffnung und Tor je mit schiefer Leibung über und unter dem Horizont. Ein Stück eines Walms ist hier in den Hohlraum eines stehenden Doppelwürfels eingebaut. Die Grundfläche desselben fällt mit der vorderen lotrechten Würfelachse, der First des Walms mit der Würfelachse zusammen. Tiefe der schiefen Leibungsfläche ein Achtel, der ganzen Leibung ein Viertel der Würfelhöhe.

Tafel 29 Gruppe b: Ineinandergeschobene, ein Holzgitter bildende Stäbe mit quadratischen und halbkreisförmigen, über Eck gestellten Querschnitten.

Es entstehen vier Pyramiden beziehungsweise Pyramidenstümpfe. Die Verbindungslinien der Pyramidenhöhen bilden ein Quadrat, die lotrechten Quadratseiten mit den Würfelachsen eine Gerade.

Nebenbei ist noch ein Stück Stabverbindung gezeigt, bei welcher an Stelle des quadratischen ein achteckiger Querschnitt tritt. (Schema für Fensterrahmen.)

Tafel 29 Gruppe c: Schematische Darstellung von Rinnenkesseln unter und über dem Horizont. Unterlage Tafel 61 Abb. 2. Die Pyramide mit nach unten gerichteter Spitze tritt in zwei verschiedenen Größen auf.

Tafel 29 Gruppe d: Gebäudegruppe mit quadratischer Grundfläche, einem quadratischen Hof und vier in der Richtung der Quadratdiagonalen leicht vorspringenden Ecktürmen. Unterlage Tafel 61 Abb. 12 (mit Viertelteilung). Man beginne mit dem die Außenwände des quadratischen Hauptgebäudes berührenden Würfel, schneide von der Grundfläche desselben die Fläche des quadratischen Hofes aus, baue über den restlichen äußeren Streifen die Stockwerke in ein Achtel Würfelhöhe und darüber die Satteldächer in zwei Achtel Höhe auf. Die Türme (Würfel mit aufgesetzter Pyramide, beide gleich hoch, je ein Viertel der Würfelhöhe) sind um ein Sechzehntel der Würfelbreite in der Richtung der Diagonalen nach außen verschoben. Man suche ihre Anschnitte mit dem Hauptgebäude. Zu beachten wären ferner zwei große Pyramiden, welche in dem die Turmspitzen verbindenden Quadrat eine gemeinsame Grundfläche haben. Ihre Höhen sind gleich der Länge der Grundkanten der Pyramide. Die äußeren Gratlinien der Turmspitzen fallen mit den Kanten der nach oben gehenden Pyramide, die inneren Gratlinien und Kehlen der Dächer mit den Kanten der mit der Spitze nach unten gerichteten Pyramide zusammen.

Tafel 30—32. Prismatische Körper, deren Grundfläche ein Achteck ist, und zwar entweder ein regelmäßiges Achteck oder ein Achteck, das nur je vier gleiche Seiten hat und in unserem Falle dadurch entsteht, daß man an den Ecken des Quadrats gleichschenklige Dreiecke, die Schenkel je ein Fünftel der Quadratseiten, abschneidet. (In den folgenden Aufgaben wird es als unregelmäßiges achteckiges Prisma bezeichnet.)

Tafel 30 Gruppe a: Entwicklung des achteckigen Prismas aus dem Würfel. Unterlage Tafel 62 Abb. 3. Vorausgesetzt wird die Entwicklung des regelmäßigen Achtecks aus dem Quadrat. (Siehe die Erklärung zu Tafel 3 und die Konstruktionen in den Ecken links oben.) Sucht man auf den vier lotrechten Kanten des perspektivischen Würfels die Teilpunkte für die Achteckseiten, so lassen sich die erhaltenen Strecken mit Hilfe der Würfelachsen auch auf die horizontalen Würfelkanten übertragen. (Siehe die Zeichnung unten links.) Auf diese Weise kann in jede Würfelachse ein regelmäßiges Achteck eingezeichnet werden, das mit ihr gleiche Breite hat. Aus dem Würfel mit den aufgetragenen regelmäßigen Achtecken lassen sich drei regelmäßige achteckige Prismen herausziehen, eines mit lotrechten, zwei mit horizontal liegenden Achsen.

Tafel 30 Gruppe b: Übergänge vom vierseitigen zum achteckigen Prisma. Unterlage Tafel 62 Abb. 3 und 4. Im vierten Beispiel tritt an die Stelle des regelmäßigen Prismas ein unregelmäßiges.

Tafel 30 Gruppe c: Bauten um das regelmäßige achteckige Prisma und Erweiterung derselben entsprechend der Aufgabe Tafel 25 Gruppe b beim vierseitigen Prisma, in welches das achteckige eingebettet zu denken ist.

Tafel 30 Gruppe d: Treppenformen. Sie werden aus den Lösungen auf Tafel 28 Gruppe b herausgeholt. Unterlage Tafel 62 Abb. 5 zeigt, wie die Achteckabschnitte, die einem doppelt so hohen Würfel als dem Grundwürfel angehören, gefunden werden. Man beachte die durch die Kontrolllinien entstehenden Dachformen: halbes Zeltdach und halbes Walmdach mit abgeschägten Ecken. (Siehe auch Tafel 14 Gruppe d.)

Tafel 31: Wagrechte, lotrechte und schiefe Schnitte durch achteckige Prismen.

Tafel 31 Gruppe a obere Reihe: Von einem regelmäßigen achteckigen, einem Würfel eingebetteten Prisma mit horizontal liegender Achse wird eine Scheibe in einer Stärke gleich einem Fünftel der Würfelhöhe abgeschnitten und als Hohlform ausgebildet. Breite des Rahmens ebenfalls ein Fünftel der Würfelhöhe. Es folgt dieselbe Entwicklung am unregelmäßigen achteckigen Prisma. Während sich bei den regelmäßigen Achtecken die Halbierungslinien der Vieleckwinkel im Mittelpunkt des Achtecks treffen, ist dies beim unregelmäßigen Achteck nicht mehr der Fall. Die Winkelhalbierenden laufen, wenn man sich beide Achteckformen aufeinandergelegt denkt (siehe Grundriß in der Ecke rechts oben), wohl noch parallel miteinander, aber im unregelmäßigen Achteck treffen sich diejenigen derselben, welche die kürzeren Seiten einschließen, früher und zwar je zwei in einem Punkte der Würfelachsen. Durch Verbindung dieser Treffpunkte entsteht ein Quadrat.

Tafel 31 Gruppe a untere Reihe: Von einem regelmäßigen achteckigen, einem Würfel eingebetteten Prisma ist unten eine Schicht, gleich ein Fünftel der Würfelhöhe, abgeschnitten und darauf ein zweites um zwei Fünftel schmäleres Prisma von gleicher Höhe gesetzt. (Schematische Bank.) Daneben ist ein ähnlicher Aufbau, nur mit anderen Höhenmaßen, am unregelmäßigen Achteck entwickelt.

Tafel 31 Gruppe b: Lotrechte Schnitte durch ein stehendes regelmäßiges achteckiges Prisma, das zunächst massiv gedacht, dann als Hohlkörper ausgebildet und, von außen und von innen gesehen, mit fensterartigen Öffnungen dargestellt ist. (Höhenmaße: Brüstungshöhe zwei Teile, Fensterhöhe drei Teile, Rest oben ein Teil.) Entwicklung wie auf Tafel 22 Gruppe d.

Tafel 31 Gruppe c: Schiefe Schnitte durch ein regelmäßiges achteckiges Prisma. Ein Würfel wird in seinem oberen Teil als achteckiges Prisma mit horizontal liegender Achse ausgebildet, sodann durch eine von vorn nach hinten ansteigende Diagonalebene geschnitten. (Schema für Dachladen.)

Ein regelmäßiges achteckiges Prisma mit stehender Achse wird in seiner unteren Hälfte durch zwei gegeneinander gelagerte Diagonalebenen geschnitten. Schnittpunkte ergeben sich immer dann, wenn die Schnittlinie zwischen der schneidenden Ebene und einer Würfelachse, das heißt in unserem Falle die Diagonale derselben zugleich Kanten des achteckigen Prismas, welche in derselben Würfelachse liegen, trifft. (Schematischer Turm als Dachreiter auf rechtwinkligem Satteldache aufragend.) Die letzte Zeichnung ist als Abschluß an einem regelmäßigen achteckigen Holzpfosten gedacht.

Tafel 31 Gruppe d: Schiefe Schnitte am unregelmäßigen achteckigen Prisma.

Tafel 32: Regelmäßige achteckige prismatische Körper in Durchdringungen als Voll- und Hohlkörper.

Tafel 32 Gruppe a: Ein regelmäßiges achteckiges Prisma mit lotrecht stehender Achse wird von einem gleichen Prisma, aber mit horizontal liegender Achse so durchdrungen, daß die sich schneidenden Achsen beider Körper senkrecht aufeinanderstehen. (Schema für Durchdringungen von Profilstäben.) Unterlage Tafel 62 Abb. 3. Beide achteckige Prismen sind

je in zwei Würfel eingebettet gedacht, so daß diese und die folgende Aufgabe zurückgeführt werden auf die einfachere, daß zwei Prismen mit quadratischem Querschnitt sich in derselben Weise treffen.

Tafel 32 Gruppe b: Zu den beiden prismatischen Körpern in Gruppe a tritt ein ebensolcher dritter. Die Achsen aller drei Körper treffen sich in einem Punkt unter rechten Winkeln. Entwicklung wie bei Gruppe a. Ein geschnittenes Prismastück ist herausgeholt.

Tafel 32 Gruppe c untere Reihe: Ein Würfel wird in seinem oberen Teil so ausgebildet, wie sich zwei ihm eingebaute regelmäßige achtsseitige Prismen mit in gleicher Höhe horizontal liegenden, sich unter rechten Winkeln treffenden Achsen in der Durchdringung darstellen. Derselbe Körper wird als Hohlkörper ausgebildet. Man zeichne zunächst den perspektivischen Grundriß.

Die beiden oberen Zeichnungen stellen Teile dieser Durchdringungen an dem als Vollkörper gedachten regelmäßigen und am unregelmäßigen achtsseitigen Prisma dar.

Tafel 32 Gruppe d: Öffnungen mit schiefer Leibung. Sie bilden schon den Übergang zur nächsten Körpergruppe, den achtsseitigen Pyramiden. (Vergl. auch Tafel 29 Gruppe a am vierseitigen Prisma.)

Tafel 33 und 34: Achtsseitige senkrechte Pyramiden durch Ebenen geschnitten und in Verbindung mit prismatischen Körpern gebracht. Die Pyramide ist einem Würfel eingebettet, die Grundfläche aus der Würfelgrundfläche ausgeschnitten, die Spitze in der Mitte der Deckfläche liegend.

Tafel 33 Gruppe a: Regelmäßige achtsseitige Pyramide mit lotrechter Achse als ganzer Körper, durch Achsenschnitte zerlegt und in Verbindung gebracht mit dreiseitigen Prismen.

Tafel 33 Gruppe b: Regelmäßige achtsseitige Pyramide geschnitten erstens durch horizontale Ebenen und die Schnittfigur zum Aufbau weiterer achtsseitiger Pyramiden benötigt; zweitens durch schiefe Ebenen (Dachanschnitte an Turmhelmen). Die schneidende Ebene (Dachfläche) geht durch die Kante der Deckfläche des Würfels und entweder durch die Mitte der Grundfläche oder durch die vordere Kante derselben (letzte Aufgabe). Die Lösung wird entsprechend derjenigen bei schiefen Schnitten durch die senkrechte Pyramide mit quadratischer Grundfläche ausgeführt. (Siehe Tafel 26 c.) Man verbinde dementsprechend zunächst die Ecken der Grundfläche der Pyramide durch Parallele mit derjenigen Würfelkante, durch welche die schneidende Ebene geht. Diese Verbindungslinien bilden zusammen mit den zugehörigen Kanten der Pyramide Ebenen innerhalb derselben. Diese Ebenen denke man sich erweitert bis sie die Würfelflächen schneiden. Ihre Schnitte mit diesen begegnen sich (innerhalb derselben Würfelflächen) mit Schnittlinien der schneidenden Dachfläche. Die Verbindungslinie solcher einander gegenüberliegender Schnittpunkte schneidet die Pyramidenkanten in den gesuchten Punkten.

Tafel 33 Gruppe c: Verbindungen regelmäßiger achtsseitiger Pyramiden mit ebensolchen achtsseitigen Prismen (Schemen für Rinnenkeessel).

Tafel 33 Gruppe d: Dieselbe Aufgabe gelöst an der unregelmäßigen achtsseitigen Pyramide in Verbindung mit dem unregelmäßigen achtsseitigen Prisma, welches dieselbe Grundfläche zeigt.

Tafel 34: Achtsseitige Pyramiden und Prismatoide als Verbindungsglieder zwischen achtsseitigen Prismen; Anwendungen bei Sockel- und Dachformen und als Steinpfosten.

Tafel 34 Gruppe a: Einem regelmäßigen achtsseitigen Prisma (Höhe desselben ein Drittel der Würfelhöhe) wird eine Pyramide mit derselben Höhe aufgesetzt, die Pyramide in ein Drittel ihrer Höhe durch eine horizontale Ebene geschnitten und auf die so erhaltene Schnittfläche wiederum ein achtsseitiges Prisma gesetzt, dessen Deckfläche mit der Deckfläche des Würfels zusammenfällt.

Diese Körpergruppe wird durch einen Achsenschnitt, welcher zwei Seiten des prismatischen Körpers in der Mitte durchschneidet in gleiche Hälften geteilt, diese sodann auseinandergezogen bis zwischen beiden Hälften die Grundfläche eines halben Grundwürfels Platz hat und die Körpergruppe wieder geschlossen. (Schemen für Sockelformen.)

Tafel 34 Gruppe b: Dieselbe Aufgabe wie in Gruppe a wird mit einem unregelmäßigen achtsseitigen Prisma durchgeführt, wobei zu beachten ist,

daß der dem unregelmäßigen achtsseitigen Prisma aufgesetzte Körper nicht eine abgestumpfte Pyramide, sondern ein senkrechtcs Prismatoid ist, dessen Deckfläche zunächst entwickelt wird. (Schematische Sockelform.)

Tafel 34 Gruppe c: Dachlösungen: Mansarddach über rechteckigem ($1\frac{1}{2}$ Quadrate) und achteckigem Grundriß. (Siehe auch Tafel 14 Gruppe d.)

Tafel 34 Gruppe d: Steinpfosten in der Form eines an den Ecken abgestuften Pyramidenstumpfes. Unterlage: Doppelwürfel mit Vier- und Achteilung.

Aus dem Doppelwürfel wird zunächst der vierseitige Pyramidenstumpf ausgeschnitten. Die oberen Ecken rücken in der Richtung der Diagonalen der Deckfläche um ein Achtel herein. Die Kanten für die Abfasung könnten leicht erhalten werden, wenn die Spitze der Pyramide zugänglich wäre. So müssen die Kanten der neuen kleineren Deckfläche ebenfalls wieder in acht Teile geteilt und mit den entsprechenden Achtern der Grundfläche verbunden werden (Proportionallehre). Die Höhe, in welcher die Abfasung beginnt (vier Achtel und fünf Achtel) wird zunächst auf den Würfelkanten ab- und von da auf die Kanten der Pyramide übertragen. (Pyramidenkanten und Kanten für die Abfasung sind auf der Zeichnung zur besseren Übersicht über die Deckfläche hinaus noch verlängert.) Die horizontale Abfasung an der Deckfläche wird ebenfalls mit Hilfe der Einteilung der Kanten der Deckfläche in acht Teile durchgeführt. Die Deckfläche ergibt sich ohne weiteres durch Verbindung der einander gegenüberliegenden Achtelabschnitte.

Tafel 35—45: Kreiszylinder eingebettet gedacht in regelmäßige achtsseitige Prismen und über diese hinweg in einen Würfel; aufgesetzt als Ganzes und durch Ebenen geschnitten; Zylinder mit Zylindern und mit anderen Körpern verbunden; Achsen lot- und wagrecht liegend.

Tafel 35: Zylinder mit lotrechten Achsen.

Tafel 35 Gruppe a: Entwicklungen von Voll- und Halbzylindern aus regelmäßigen achtsseitigen prismatischen Körpern.

Tafel 35 Gruppe b: Die obere Reihe zeigt die horizontalen und vertikalen Ebenen der in der zweiten und dritten Reihe geschnittenen Körper.

Tafel 35 Gruppe c obere Aufgabe: Erweiterung des Zylinders in seinem unteren Viertel durch eine zylindrische Platte. (Vergl. Tafel 30 Gruppe c.)

Untere Aufgabe: Schneiden dieses Körpers durch eine lotrechte Ebene parallel zu den Würfelseiten, Einschieben eines halben Würfels zwischen beide Hälften und Ergänzung der Erweiterung. Als Unterlage lassen sich die auf Tafel 30 Gruppe c am achtsseitigen Prisma entwickelten Formen verwenden, es brauchen nur die berührenden Curven gezogen zu werden.

Tafel 35 Gruppe d: Runde Treppenformen, die sich ebenfalls unmittelbar aus den auf Tafel 30 Gruppe d entwickelten Formen ableiten lassen.

Tafel 36: Halb- und Vierteleylinder und Anwendungen derselben.

Tafel 36 Gruppe a: Halbzylinder auf Würfelflächen aufgesetzt und aus Würfeln ausgeschnitten. (Vergl. auch Tafel 23 Gruppe c.) Soll ein Viertelkreis perspektivisch ohne Hilfe der Achteckseiten in ein Quadrat gezeichnet werden, so beobachte man zunächst am geometrisch gezeichneten Quadrat, in welches man die Diagonalen und einen Viertelkreis mit einer Quadratseite als Halbmesser gezeichnet hat, daß dieser Viertelkreis die Diagonale etwa in der Mitte zwischen Quadratecke und Quadratmittelpunkt und zwar ein wenig näher an diesem schneidet. Diese Beobachtung wäre auf das perspektivisch gezeichnete Quadrat zu übertragen.

Wir beachten ferner, wie die perspektivischen Kreise durch die Mittellinien der ihnen umschriebenen Quadrate durchaus nicht in der Richtung der großen Achse der Ellipsen, also nicht in symmetrische Hälften geteilt werden und ferner wie die Halbzylinder die Würfelflächen, auf welche sie aufgesetzt sind, überschneiden.

Tafel 36 Gruppe b: Halbzylinder massiv und hohl und mit Fensteranschnitten versehen. (Siehe Tafel 31 Gruppe b.)

Tafel 36 Gruppe c: Abgerundete Hausecke mit abgerundetem Hauptgesims und einer balkonartigen Ausladung. Für die Darstellung der Viertelkreise gilt das unter Gruppe a Gesagte.

Tafel 36 Gruppe d oben: Viertelkreise in einer solchen Verbindung miteinander, daß sie die in Wirklichkeit gleiche in der perspektivischen Zeichnung stark wechselnde Breite eines gewundenen Weges darstellen.

Unten: Viertelkreise an den Gehwegen einer Straßenkreuzung. Der vorderste und der hinterste Viertelskreis erscheinen gedrückt, die seitlichen stark vorspringend.

Tafel 37: Cylinder, deren Achsen horizontal liegen und welche durch lotrechte und horizontal liegende Ebenen geschnitten werden. Unterlage Tafel 62 Abb. 3.

Tafel 37 Gruppe a: Cylindrische Röhren, voll und hohl gezeichnet mit Hilfe des dem Würfel einbeschriebenen achtsseitigen Prismas. Die Ellipsen der Grund- und Deckfläche berühren die acht Seiten des Prismas und damit auch die vier Würfelkanten in ihren perspektivischen Mitten. Der Mittelpunkt der oberen Würfelkante ist aber noch nicht der höchste Punkt der Ellipse. Sie kann noch höher steigen, weil auch die Würfelkante noch steigt. Pausiert man sich eine der Ellipsen heraus und faltet sie der Länge nach so zusammen, daß die beiden Hälften sich decken, so erhält man in der Bruchstelle die große Achse der Ellipse, das heißt diejenige Linie, welche die größte Ausdehnung der Ellipse angibt. Zieht man perspektivisch parallel zu ihr durch die perspektivische Mitte des Quadrats eine weitere Linie, so ist dies die perspektivische Achse der Grundfläche des Cylinders. Sie ist ein wenig kürzer als die große Achse. (Vergleiche das bei Tafel 3 Gruppe d über denselben Fall Gesagte.) Verbindet man die beiden perspektivischen Mitten der Quadrate, welche der Grund- und Deckfläche des Cylinders umschrieben sind, so erhält man die Achse des Cylinders. Vergleicht man die Lage der perspektivischen Achsen der Grund- und Deckfläche des Cylinders mit der Lage der Cylinderachse, so findet man, daß beide Linien annähernd senkrecht aufeinander stehen. Das ist wesentlich für das Zeichnen aus der Vorstellung.

Bei den Hohlkörpern suche man die Stelle, an welcher die Wandstärken in der Zeichnung am breitesten erscheinen. Welche Linie bezeichnet diese Stelle?

Tafel 37 Gruppe b: Vollcylinder werden durch lotrechte und horizontale Ebenen geschnitten. In die Augen fällt auch hier wie auf Tafel 36 Gruppe a die unsymmetrische Aufteilung der Ellipsen.

Tafel 37 Gruppe c: Hohlzylinder werden ebenso durch lotrechte und horizontale Ebenen geschnitten.

Tafel 37 Gruppe d obere Zeichnung: Anwendung von Halbzylindern mit horizontal liegenden Achsen als schematische Fensteröffnungen. (Vesstätigung des oben bei Gruppe a gefundenen Gesetzes.)

Untere Zeichnung: In den bisherigen Fällen bildeten die Cylinderachsen mit der Glastafel (Zeichenfläche) einen Winkel. Es ist noch nötig, diejenigen Fälle ins Auge zu fassen, bei welchen die Cylinderachsen mit der Glastafel parallel liegen. Befinden sich drei Cylinder mit lotrechten Achsen nebeneinander unter dem Horizont und stellt sich der Beschauer vor dem mittleren Cylinder auf, so wird er die Achse der Deckfläche desselben als horizontale Linie empfinden, die Achsen der beiden seitlichen Deckflächen aber als schief liegende gegen die Mitte ansteigende Linien. Liegen drei Cylinder mit wagrechten, zur Glastafel parallelen Achsen senkrecht übereinander und befindet sich das Auge des Beschauers seitlich davon in der Höhe der Cylinderachse des mittleren Cylinders, so wird ihm die Achse der Deckfläche desselben als lotrechte Linie erscheinen. Die Lagen der Achsen der Deckflächen des darüber und darunter liegenden Cylinders entsprechen genau denjenigen im vorhergehenden Fall. Man braucht also nur die untere Zeichnung aus der wagrechten in die zu ihr senkrechte Lage zu bringen, die perspektivisch laufenden Linien nach innen gerichtet. Klappt man die untere Zeichnung nach oben um, so erhält man Bilder für die Achsenlagen von Cylindergrundflächen über dem Horizont, wenn die Cylinderachsen lotrecht, also parallel zur Glastafel stehen. Man beachte solche Erscheinungen auch an Innenräumen mit Galerien, die sich gegen den Hauptraum in Bogenstellungen öffnen oder an Gebäuden mit runden Ecktürmen, an Säulenstellungen sowie an Photographien von solchen Bauten und Bauteilen.

Tafel 38: Schiefe Schnitte durch Cylinder. Die schneidenden Ebenen werden bezeichnet mit Hilfe der Würfel, in welche die Cylinder eingebettet zu denken sind.

Tafel 38 Gruppe a: Die Cylinderachse steht lotrecht. Werden die Aufgaben mit Hilfe derselben Schnitte durch das achtsseitige Prisma gelöst (vergl. Tafel 31 Gruppe c), so sind nur an die dort gefundenen Schnittlinien berührende Curven zu ziehen. Will man die Aufgabe ohne Hilfe des achtsseitigen Prismas lösen (siehe letzte Aufgabe), so benütze man Hilfsebenen, welche auf der Grund- und Deckfläche senkrecht stehend parallel zu den Würfelflächen liegen, zwischen welchen die schneidende Ebene (Dachfläche) verläuft. Diese Hilfsebenen schneiden den Grundkreis und ergeben senkrecht darüber Punkte der Schnittlinien. In der Zeichnung ist auch noch eine andere Lösung angedeutet.

Tafel 38 Gruppe b: Die Cylinderachsen liegen wagrecht.

Zieht man in einem Quadrat mit einbeschriebenem Kreis die Diagonalen und durch die Schnittpunkte derselben mit dem Kreis Parallele zu den Quadratseiten, so entstehen auf den Ecken kleinere Quadrate. Überträgt man diese Quadrate auf die perspektivische Zeichnung, so erhält man Punkte des perspektivischen Kreises. Legt man durch diese kleinen Quadratseiten lotrechte und wagrechte Ebenen und bestimmt deren Schnittlinien mit der schneidenden Dachfläche, so erhält man Punkte der Schnittlinie zwischen Cylinder und Dachfläche (Controlle durch Diagonalen der Schnittflächen). Die Entwicklung ist dieselbe, auch wenn an Stelle des Halbkreises ein Stichtbogen tritt.

Tafel 38 Gruppe c: Die Cylinderachsen liegen teils wagrecht, teils lotrecht und treffen sich unter rechten Winkeln.

Um die Cylinder sind noch Prismen mit quadratischem Querschnitt (Teile des Würfels) gelegt. Diese Prismen stoßen in den Gehrungsschnitten aufeinander; in den diesen Rechtecken einbeschriebenen Ellipsen treffen sich die Cylinder. Einzelne Punkte der Ellipsen ergeben sich in den Stöpfungspunkten gleichgelagerter Mantellinien der Cylinder.

Tafel 38 Gruppe d: Die in Tafel 38 Gruppe a entwickelten Schnitte am Cylinder werden im Zusammenhang mit einer Dachform durchgeführt und dabei die ganze Entwicklung gezeigt vom Prisma mit quadratischem zu dem mit achteckigem Querschnitt und zum Cylinder, der dem achtsseitigen Prisma einbeschrieben ist. Alle drei Körper sind als Dachreiter auffühend auf einem und auf zwei sich rechtwinklig schneidenden Satteldächern gedacht.

Benützt werden Hilfsebenen parallel zu den Giebelflächen oder solche, welche durch die Körperachsen in beliebiger Richtung gelegt werden.

Tafel 39: Cylinderflächen in Verbindung mit prismatischen und Umdrehungskörpern.

Tafel 39 Gruppe a: An die Stelle der Würfelkanten treten Viertelcylinder, deren Querschnitte Viertelkreise mit Radien gleich einem Viertel der Würfelhöhe zeigen. Man zeichnet die Curven mit Hilfe kleiner Eckquadrate und bei Cylinderdurchdringungen mit Hilfe von Eckwürfeln.

Tafel 39 Gruppe b: Cylinderflächen in Verbindung mit einem Prisma von quadratischem Querschnitt. (Schema für Rinnenkessel.) Unterlage Tafel 61 Abb. 2. (Vergl. auch Tafel 29 Gruppe c und Tafel 39 Gruppe a.)

Bei der Zeichnung unter dem Horizont entstehen neue Umrißlinien sowohl am umgeschlagenen neuen oberen Cylinderrand, dessen Flächen teils von innen, teils von außen gesehen werden sowie auch unten als Abgrenzung der Viertelcylinder.

Tafel 39 Gruppe c: Cylinderflächen in Verbindung mit einem regelmäßigen achtsseitigen Prisma. (Schema für Rinnenkessel.) Unterlage Tafel 61 Abb. 2 und Tafel 62 Abb. 3. (Vergl. auch Aufgabe 33c.)

Tafel 39 Gruppe d: Cylinderflächen in Verbindung mit Umdrehungskörpern. (Schema für Rinnenkessel.) Man benütze zur Lösung die Abbildungen in Gruppe c. Sollen die Mantellinien des Prismas zu Mantellinien des Cylinders werden, so lege man durch die Ecken der Grund- und Deckfläche des Prismas umbeschriebene Kreise. Die Kanten vom Prisma und die Gehrungslinien der Cylinderflächen in Gruppe c bilden Oberflächenlinien der Umdrehungskörper.

Tafel 40: Cylinderstücke mit gleichen Radien in Verbindungen und Durchdringungen.

Ein Cylinder, dessen Höhe gleich dem Durchmesser des Grundkreises ist, wird durch einen Achsenschnitt halbiert, jede Hälfte wieder durch zwei

Diagonalschnitte in vier gleiche Teile geteilt. Diejenigen Teile, welche nicht einen Halbkreis als Grundfläche haben, die Wangenteile, werden in ihren lotrechten Kanten sich berührend zusammengeschoben, sie bilden den Körper für Gruppe a; die übrigen vier mit Kappen, ebenso zusammengeschoben, bilden den Körper für Gruppe b.

Tafel 40 Gruppe a: Wangenabschnitte des Cylinders bilden ein Klostergewölbe. Darstellung über und unter dem Horizont. Unterlage Tafel 61 Abb. 12 (aber nur mit halbem Würfel). Die Gratlinien ziehen durch die unteren inneren Ecken von kleinen Würfeln, deren Kantenlänge man findet, wenn man — zunächst in der Projektion — die Höhe des Schnittes der Würfel diagonale mit dem Bogenstück bestimmt und diese Höhe auch auf die perspektivischen Würfelkanten (auf der vorderen in wirklicher Größe) überträgt.

Tafel 40 Gruppe b: Zwei gleich große hohle Halbcylinder, auf eine quadratische Grundlage gesetzt, durchdringen sich in einem Kreuzgewölbe. Unterlage Tafel 61 Abb. 12.

Die Kehlen hier sind dieselben Linien wie die Gratlinien in Aufgabe a, nur werden die Kehlen teilweise verdeckt durch Mantellinien der Cylinderteile. Die Linien, welche die sichtbaren Teile der einzelnen Cylindersstücke abgrenzen, setzen sich also aus ihnen und aus Mantellinien zusammen.

Tafel 40 Gruppe c: Cylinderabschnitte ein Muldengewölbe und einen Erkerabschluß bildend. Unterlage Tafel 64 Abb. 9.

Oberer Aufsatz: Schneidet man zunächst das Walmdach aus, legt durch die Firstenden lotrechte, zum First senkrecht stehende Ebenen, so erhält man links und rechts wieder halbe Würfel und kann wie in Gruppe a weiterarbeiten. Ob das Bogenstück einen Viertelskreis darstellt oder nicht, ist unwesentlich. Die Erkerendigung kann ebenso entwickelt werden. Unsere Zeichnung zeigt eine etwas andere Lösung.

Tafel 40 Gruppe d: Zwei gleich große Hohlcylinder durchdringen sich. Unterlage Tafel 61 Abb. 12.

Man zeichne zunächst auf allen Seiten des Würfels die Kreisringe mit Hilfe der Achtecke. Der Horizontalschnitt durch die Mitte des Würfels, ebenso horizontale Ebenen durch die Schnittpunkte der Würfel diagonalen mit den kleineren Kreisen geben weitere Punkte der Durchdringungscuren.

Tafel 41: Durchdringungen von Cylindern. Achsen horizontal und vertikal in rechten Winkeln zueinander stehend.

Tafel 41 Gruppe a: Zwei gleich große hohle Halbcylinder, einer mit liegender, der andere mit stehender Achse, die sich unter rechten Winkeln schneiden, durchdringen sich. Die Hohlseite ist dem Beschauer zugewendet. Unterlage Tafel 62 Abb. 3. (Der Grundwürfel wird nach rechts und links je um einen halben Würfel erweitert.)

Tafel 41 Gruppe b: Zwei gleich große Vollcylinder durchdringen sich wie in Gruppe a.

Man mache sich zunächst wieder klar, wie sich zwei Prismen mit quadratischen Querschnitten, die um die Cylinder gelegt sind, durchdringen würden. (Vergl. auch Tafel 32 Gruppe a, mit deren Hilfe die Aufgabe ohne weiteres gelöst werden kann.) Auch gleichgelagerte Mantellinien ergeben in ihren Treffpunkten Punkte der Schnittcurve.

Tafel 41 Gruppe c: Drei gleich große Cylinder, einer mit lotrechter Achse, zwei mit horizontal liegenden sich in einem Punkt unter rechten Winkeln schneidenden Achsen durchdringen sich. (Vergl. auch Tafel 32 Gruppe b.)

Tafel 41 Gruppe d: Cylinder, deren horizontal liegende Achsen zugleich in lotrechten, senkrecht zueinander stehenden Ebenen liegen, durchdringen sich. In der einen Aufgabe haben die Cylinder gleiche, in der anderen verschiedene Durchmesser.

Horizontale Ebenen, durch leicht bestimmbare Punkte der Würfelkanten gehend, ergeben Punkte der Durchdringungscuren.

Tafel 42—45: Viertelrundstab, Viertelhohlkehle, Sima, Karnies, Hohlkehle und Rundstab in Verbindung mit prismatischen und cylindrischen Formen.

Tafel 42: Viertelhohlkehle, Viertelrundstab, Sima und Karnies werden zu quadratischen und achteckigen Rahmen verbunden und als Umdrehungskörper um cylindrische Formen gelegt. Die Profilstücke sind in Stäbe

mit quadratischen Querschnitten (Quadratseite ein Sechstel der Würfelkante von 12 cm Länge) eingebettet gedacht. Unterlage Tafel 63 Abb. 8.

Tafel 42 Gruppe a: Viertelhohlkehle und Viertelrundstab werden mit Profilen nach innen zu quadratischen und regelmäßig achteckigen Rahmen zusammengestoßen. Man schneide die Profile aus den rechteckigen Gebrungsschnitten, in welchen sich die Stäbe mit quadratischem Querschnitt treffen, und achte darauf, welche der Rechteckseiten vorn und welche hinten liegen, ob die Profile zunächst der vorderen Rechteckseite näher bleiben sollen (vergl. Rundstab) oder rascher zur hinteren weggehen (vergl. Hohlkehle). Dieselben Profile werden auch zu regelmäßigen achteckigen Rahmen ausgebildet.

Tafel 42 Gruppe b: Dieselben Rahmen wie in Gruppe a sind so gedacht, daß der schmalere Teil der Öffnung dem Beschauer zugewendet ist.

Tafel 42 Gruppe c: Sima und Karnies werden zur Bildung von quadratischen und achteckigen Rahmen mit den Profilen nach innen benützt.

Tafel 42 Gruppe d: Kreisrunde Rahmen mit Viertelhohlkehlen und Viertelrundstäben im Querschnitt, zunächst mit dem engeren Teil der Öffnung dem Beschauer zugewendet, dann mit dem weiteren (untere Abbildung). Zur Gewinnung der runden Platten werden zunächst um die achteckigen die umbeschriebenen Kreise gezeichnet.

Tafel 43: Liegende quadratische und rechteckige Platten (Stärke derselben ein Sechstel des Würfels mit 12 cm langen Kanten) erhalten nach außen Viertelrundstab und ebensolche Hohlkehle als Profile. Unterlage Tafel 63 Abb. 6 (aber von der inneren kleineren quadratischen Platte ausgehen).

Tafel 43 Gruppe a: Eine quadratische über dem Horizont liegende Platte wird zunächst nur auf zwei, dann auf allen vier Seiten durch Rundstäbe und Hohlkehlen erweitert und das Ganze als Hohlform ausgebildet. Controllinien!

Tafel 43 Gruppe b: Die in Gruppe a dargestellten Körper, bei welchen die Profile rings um den Körper gelegt sind, werden durch eine lotrechte Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt, die vordere Hälfte an eine Wand anstoßend gedacht und Viertelstab und Viertelhohlkehle an derselben als Wiederkehr weitergeführt.

Tafel 43 Gruppe c: Dieselben Formen wie in Gruppe a unter dem Horizont als Hohlformen gedacht.

Tafel 43 Gruppe d: Dreieckiger Stab, Viertelrundstab und Viertelhohlkehle sind als Abschluß einer Platte, welche dieselbe Stärke wie die bisherigen aufweist, deren Grundfläche aber nicht quadratisch, sondern rechteckig ist (anderthalb Quadrate), gedacht.

Die Unterlage Tafel 63 Abb. 6 ist zunächst zu anderthalb Quadraten zu erweitern. Die Grundlage für die Lösung bietet der Walm. Die unterste Zeichnung zeigt auch, wie zu verfahren ist, wenn der Körper nicht nach allen Seiten gleichmäßig ausladet, sondern an der Rückseite als an einer Wand anstehend senkrecht abgeschnitten ist. Der Walm muß dann zunächst bis an diese Wand zurückgeschoben werden, damit die Controllinien wiederum auf seine Endpunkte zulaufen. (Vergl. auch Tafel 12 Gruppe c.)

Tafel 44: Rundstab, Hohlkehle, Sima und Karnies in Verbindung mit prismatischen Körpern. Unterlage für Gruppe a und b Tafel 63 Abb. 7 (aber über dem Horizont gedacht).

Tafel 44 Gruppe a: Der Rundstab (Höhe ein Drittel der Würfelhöhe) wird zunächst an zwei Seiten des Prismas mit quadratischer Grundfläche, sodann an allen vier Seiten, aber nur bis zur halben Tiefe des Prismas, angebracht. Dieser Körper wird an einer Wand aufgestellt gedacht und der Rundstab an derselben weitergeführt. Welche der Profilschnitte gehen jetzt miteinander parallel? Warum ist das bei der mittleren Zeichnung nicht der Fall?

Tafel 44 Gruppe b: An Stelle des Rundstabes tritt eine halbkreisförmige Hohlkehle.

Tafel 44 Gruppe c: Sima zusammengefaßt aus zwei Viertelskreisen, wird zunächst an zwei, dann an allen vier Seiten einer quadratischen Platte ausgechnitten, wieder durch eine lotrechte Ebene geteilt, an einer Wand aufgestellt gedacht und die Sima weitergeführt. Unterlage Tafel 63 Abb. 6 über dem Horizont.

Tafel 44 Gruppe d: An Stelle der Sima tritt ein Karnies.

Tafel 45: Viertelstab und Viertelhohlkehle, Rundstab und Hohlkehle werden aus einem regelmäßigen achteitigen Prisma und aus einem cylindrischen Kern ausgeschnitten. Unterlage Tafel 63 Abb. 7.

Wie die Aufgaben der Gruppe b mit Hilfe der Aufgaben in Gruppe a gelöst werden, so die Aufgaben der Gruppe d mit Hilfe derjenigen in Gruppe c. Um die regelmäßigen Achtecke werden die umschriebenen Kreise gezeichnet. Die Formen am achteitigen Prisma gehen damit in Umdrehungskörper über. Die Kanten des achteitigen Prismas werden zu Mantellinien am Cylinder, die Gehrungslinien der Rundstäbe am achteitigen Prisma zu Oberflächenkurven auf dem Umdrehungskörper. An dieselben ist noch eine den kreisrunden Wulst nach außen abschließende Berührungscurve zu ziehen. Diese Curve bedeckt an der Vorderseite einen Teil der cylindrischen Platte (man beobachte dieselbe Überschneidung am achteitigen Prisma Tafel 45 Gruppe c), andererseits würde an der Rückseite oben, wenn man sich die kreisrunde Platte wegdenkt, noch ein schmaler Streifen am kreisrunden Wulst sichtbar sein.

Bei der kreisrunden Hohlkehle sind zwei den Abschluß derselben bildende, in einer durch die perspektivische Mitte des Körpers gelegten lotrechten Ebene liegende Hilfskurven einzuzichnen. Diese Curven (Halbkreise) kommen aber in unserer Annahme kaum zur Geltung.

Tafel 46: Senkrechter Kreiskegel in einen Würfel eingebettet gedacht, geschnitten durch Ebenen, in Verbindungen und Durchdringungen.

Tafel 46 Gruppe a: Kegel als Ganzes und durch lotrechte Ebenen geschnitten. Die äußersten Mantellinien, welche beim Cylinder an den Enden der großen Achse einsetzen, rücken beim Kegel näher zusammen, und zwar um so mehr, je niedriger der Kegel ist.

Tafel 46 Gruppe b: Wagrechte, schiefe und senkrechte Schnitte (Parabel und Hyperbel). Bei den schiefen und senkrechten Schnitten kann die Entwicklung der Schnittfigur entsprechend den Lösungen bei schiefen Schnitten durch die achteitige Pyramide erfolgen. Andere Lösungen zeigen die beiden Figuren auf der rechten Blatthälfte.

Tafel 46 Gruppe c: Schiefer Schnitt durch ein achteitiges Prisma mit aufgesetzter achteitiger Pyramide sowie durch den dem achteitigen Prisma und der achteitigen Pyramide eingeschriebenen Cylinder und Kegel als Anwendung einer Aufgabe aus Gruppe b.

Tafel 46 Gruppe d: Verbindungen und Durchdringungen von Kegeln. Die ineinandergeschobenen Kegel gleicher Größe geben, wenn man nur die vordere Hälfte ins Auge faßt, zugleich eine richtige Vorstellung, wie steil aufsteigende Gratziegel sich ineinanderschieben. Die letzte Figur zeigt die schematische Darstellung eines Oberlichtes unter Abhaltung von direktem Sonnenlicht (angewandt am neuen Kunsthause in Stuttgart).

Tafel 47: Senkrechter Kreiskegel in Verbindung mit senkrechten Kreiscylindern.

Tafel 47 Gruppe a obere Aufgabe: Kegel eingeschaltet zwischen zwei Cylinder. Höhe des unteren Cylinders sowie des daraufgesetzten Kegels je gleich ein Drittel der Würfelhöhe; der Kegel wird in einem Drittel seiner Höhe durch eine horizontale Ebene geschnitten und auf die Schnittfläche ein zweiter Cylinder gesetzt.

Untere Aufgabe: Eine lotrechte Ebene teilt diese Körpergruppe in zwei gleiche Hälften. Sie werden auseinandergezogen, bis zwischen ihnen die Grundfläche eines halben Grundwürfels Platz hat, und sodann die Körpergruppe wieder geschlossen. (Vergl. auch Tafel 34 Gruppe a, die als Unterlage benützt werden kann.)

Tafel 47 Gruppe b: Öffnungen mit schiefer Leibung. Wird Tafel 32 d als Unterlage benützt, so brauchen an die Achteckseiten nur die berührenden Curven gezogen zu werden. Der halbe achteitige Pyramidenstumpf geht dann über in einen halben Kegeltumpf.

Tafel 47 Gruppe c: Zwei gleich große Kegeltümpfe mit gemeinsamer Grundfläche und aufgesetzten niederen Cylindern. Unterlage Tafel 61 Abb. 2.

Vom Grundwürfel schneide man oben und unten eine Platte (Stärke ein Sechstel der Würfelhöhe) ab, fache die Kegelspitzen (Erhöhung der Würfelachse je um ein Drittel der selben) und das der gemeinsamen Kegelfundfläche umschriebene Quadrat beziehungsweise das aus demselben ausgeschnittene Achteck zu gewinnen. (Linien von den Kegelspitzen durch

die Enden der oberen Sechstel der Würfelkanten gehen zu den Ecken des großen Quadrates.) In der unteren Zeichnung wird derselbe Körper durch eine lotrechte Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt und auf dieser schneidenden Ebene das Profil des Kegeltumpfes (gleichschenkliges Dreieck mit Basis vier Sechstel, Höhe zwei Sechstel der Würfelkante) weitergeführt.

Tafel 47 Gruppe d: Kegel und Cylinder in Verbindungen. (Schema für Kinnenkeisel vergl. Tafel 33 Gruppe c.)

Tafel 48: Kugel in den Würfel eingebettet gedacht als Ganzes und in Verbindung mit quadratischer Pyramide und Cylinder.

Tafel 48 Gruppe a und b: Denkt man sich von dem Auge Strahlen zum Kugelumfang gehend, so bilden dieselben einen Kegel. Wird dieser parallel zur Glastafel geschnitten, so ergibt sich als Schnittfigur nur dann ein Kreis, wenn sich das Auge (die Kegelspitze) mit dem Kugelmittelpunkt in gleicher Höhe befindet. Der Kugelumfang erscheint in diesem Falle als Kreis. Bei allen anderen Lagen des Auges ist der zur Glastafel parallel liegende Schnitt durch den Strahlenkegel eine Ellipse, der Kugelumfang nimmt eine elliptische Form an. Wir entwickeln den Kugelumriß mit Hilfe von Meridianen, deren zwei die Mitten der Würfelachsen berühren, während die beiden anderen in Ebenen liegen, welche durch die Würfelachse und durch lotrechte Würfelkanten gehen. Perspektivische Kreise gewinnen wir am leichtesten mit Hilfe von perspektivisch dargestellten regelmäßigen Achtecken, denen wir sie einbeschreiben. Wir zeichnen also auf die seitlichen Würfelachsen regelmäßige Achtecke und denken uns dieselben bis zur Würfelmitte parallel verschoben. In diese Achtecke können wir die beiden Meridiane zeichnen, welche die Mitten der Würfelachsen berühren. Es folgen diejenigen Meridiane, welche in den Diagonalebene liegen. Diese vier Meridiane schneiden sich in den beiden Polen, von welchen aber nur der obere sichtbar ist. Eine die Meridiane berührende Curve gibt den Kugelumfang. In unserem Bilde sind außerdem noch der Äquator und zwei parallel zu ihm liegende Kreise gezeichnet, welche durch leicht zugängliche Punkte gehen. Unterlage Tafel 61 Abb. 12.

Tafel 48 Gruppe c: In die Kugel dringt von unten eine Pyramide ein, welche die Würfelbasis zur Grundfläche hat, deren Achse mit Würfel- und Kugelachse zusammenfällt und deren Spitze im Kugelmittelpunkt liegt.

Da die in die Kugel eindringenden Kanten mit Meridiankreisen in gleichen Ebenen liegen, so ergeben sich vier Schnittpunkte unmittelbar; weitere vier erhält man, wenn die Pyramide durch Achsenschnitte, welche durch die Mitten der Kanten der Grundfläche gehen, geteilt wird. Auch diese neuen Schnittlinien an der Pyramide liegen mit Meridianen in gleichen Ebenen.

Tafel 48 Gruppe d: Durchdringung von Kugel und Kreiscylinder, deren lotrecht stehende Achsen zusammenfallen. (Schema für Presssteine.)

Der Grundkreis des Cylinders soll die Seiten des in die Würfelgrundfläche gezeichneten Quadrates über Eck berühren. Zeichnet man auf die Oberfläche des Cylinders Mantellinien, welche mit den Kugelmeridianen in gleichen Ebenen liegen, so erhält man unmittelbar Schnittpunkte. Die Höhe des Cylinders ergibt sich also von selbst. Die Durchdringungscurve zwischen beiden Körpern ist ein Kreis.

Tafel 49: Prismatische Körper als Dachformen. Unterlage Tafel 64 Abb. 9. Größenmaße der Gebäude: Länge 12 Teile, Breite 6 Teile, Höhe 8 Teile.

Tafel 49 Gruppe a: Satteldach und Satteldach mit Krüppelwalm.

Tafel 49 Gruppe b: Walmdach mit gleicher Neigung der Dachflächen, Mansarddach mit Giebel.

Tafel 49 Gruppe c: Mansarddach mit Krüppelwalm, Mansardwalmdach. Für die schematisch gezeichneten Sparren, die zugleich senkrechte Schnitte zum First darstellen, ist das Dach in acht gleiche Teile geteilt.

Tafel 49 Gruppe d: Satteldach mit Leistbruch und aufgesetzten Dachläden. Der Teil des Daches, welcher unterhalb des Bruches liegt, wird ebenfalls zu einem Satteldach ergänzt, so daß sich zwei Satteldächer in der Bruchstelle durchdringen. Beide Dächer werden durch Ebenen, welche parallel mit den Giebelflächen auf dem Hauptfirst senkrecht stehend durch die Seitenflächen der Dachläden gehen, geschnitten.

Tafel 50: Prismatische Körper als Dachläden.

Tafel 50 Gruppe a: Drei- und fünfseitige Prismen werden von einer schiefen Ebene (Dachfläche) geschnitten. In der dritten Aufgabe wird der Giebel des Dachladens parallel zur schneidenden Ebene abgewalmt, in der vierten das Satteldach mit Leistbruch versehen. Den unterhalb desselben befindlichen Teil des Daches ergänze man ebenfalls zu einem Satteldach, suche den neuen Hilfsfirst und bestimme, wo derselbe auf das Hauptdach stößt.

Tafel 50 Gruppe b: Fünfseitige Prismen als Dachladen verwendet. Sie sind einem Krüppelwalm entweder so aufgesetzt, daß der Dachladen ganz innerhalb desselben liegt oder daß die vordere lotrechte Fläche des Dachladens die Giebelwand des Hauses fortsetzt. In beiden Fällen bildet der First des Dachladens die Fortsetzung des Firstes vom Hauptdach, wie die seitlichen Dachflächen des Dachladens das Hauptdach fortsetzen. Die Dachladen sind abgewalmt, und zwar gleichlaufend mit der Dachneigung des Krüppelwalms am Hauptdach.

Tafel 50 Gruppe c: Ein Walmdach mit Leistbruch einen Turm als Dachreiter und einen Dachladen tragend. Die Breitenausdehnung beider ist gleich der Firstlänge des Walmes. Unterlage Tafel 61 Abb. 2, nur ist der Horizont nicht über dem Würfel, sondern innerhalb desselben in ein Viertel Höhe der Würfelkanten angenommen. (In welcher Weise der Horizont verlegt werden kann, ist in kleinen Figuren angedeutet.) Der Grundwürfel ist seitlich noch um einen halben Würfel zu verbreitern (siehe Aufsicht).

Ebenen durch die Seitenflächen des Dachreiters beziehungsweise durch diejenigen des Dachladens schneiden den First des Hauptdaches senkrecht. Punkte am Satteldach, welche in diesen Ebenen liegen, sind in der perspektivischen Zeichnung schon vorhanden, sie brauchen nur verbunden zu werden.

Tafel 50 Gruppe d: Dachladen mit Kasten- und Gesims unter und über dem Horizont. Unterlage Tafel 61 Abb. 1 (anderthalb Würfel). Man zeichne zuerst den Diagonalschnitt am Würfel, baue den vorderen Giebel auf, suche den Punkt, in welchem der First des Dachladens das Hauptdach trifft und die Anschnitte des Gesimses am Hauptdach.

Tafel 51: Weitere Dachladenformen. Soweit Gesimse an denselben in Betracht kommen, ist es wichtig, zu bestimmen, wo sich die Verlängerungen der Anschnitte derselben am Hauptdach sowie die Verlängerungen der an den Ecken entstehenden Gehrungslinien treffen.

Tafel 51 Gruppe a: Dachladen mit schrägem Gesims zunächst nur an den Seitenflächen (Wangen) desselben, dann auch an seiner Vorderseite durchlaufend.

Oberer Zeichnung: Der eine Dachfläche darstellende Diagonalschnitt am Würfel wird gezeichnet und der Punkt gesucht, in welchem der First des Dachladens das Hauptdach trifft. (Lotrechte Ebene durch denselben.) Auf der Schnittlinie dieser Ebene mit dem Hauptdach liegt auch der Punkt, in welchem sich die Verlängerungen der Anschnitte des Dachladengesimses an dem Hauptdach treffen. Zusammen mit den Verlängerungen der vorderen Gesimsabschnitte (die mit der Vorderfläche des Dachladens bündig sind) bilden dieselben einen Walm mit dem First nach unten. Dieser Walm wird somit durch die Vorderfläche des Dachladens senkrecht zu seinem First, durch das Hauptdach schief zu demselben geschnitten.

Untere Zeichnung: Das Gesims an den Seitenflächen läuft auch um die Vorderseite des Dachladens, was ein Vorziehen des Daches nötig macht. Der Anschnitt des Gesimses am Hauptdach sowie die Linie, auf welcher sich die Verlängerungen der an den Ecken neu entstehenden Gehrungslinien treffen, sind dieselben wie in der oberen Aufgabe, der Schnittpunkt liegt aber etwas weiter zurück.

Tafel 51 Gruppe b: Dachladen mit schrägem Gesims an den Seitenflächen und dem Giebelndreieck entlang laufend. Unterlage Tafel 61 Abb. 1 und 2. Für die Höhenmaße ist die Vierteilung, für die Tiefenmaße die Sechsteilung des Würfels angewandt. Die Verlängerungen der auf der Dachfläche entstehenden Gesimsabschnitte treffen sich bei diesen Annahmen senkrecht unter der inneren Giebelspitze, in derselben Höhe, nur weiter hinten im Dachraum die Verlängerungen der an den Ecken entstehenden Gehrungslinien.

Tafel 51 Gruppe c: Dachladen mit Stichbogen und schrägem Gesims an den Seiten. Die Giebelfläche bleibt glatt. Die Kreisteile sind mit Hilfe eines Achtecks gezeichnet. Auch hier bilden die Verlängerungen der verschiedenen Schnittlinien einen Walm mit dem First nach unten.

Tafel 51 Gruppe d: Dieselbe Annahme wie in Gruppe c, nur läuft das Gesims auch über die Vorderseite des Dachladens und verlangt ein Vorziehen des Daches. Die Annahmen sind jetzt so, daß sich die Verlängerungen der verschiedenen Schnittlinien in einem Punkt schneiden, der Walm also in eine Pyramide übergeht.

Tafel 52: Prismen als Gebäudeformen in Durchdringungen. Unterlage wie in Aufgabe 50 Gruppe c.

Tafel 52 Gruppe a: Zwei Gebäude mit Satteldächern, deren Firste und Trauslinien je in verschiedenen Höhen liegen, stoßen rechtwinklig aufeinander.

Tafel 52 Gruppe b: Das höhere von beiden Satteldächern erhält einen Leistbruch.

Tafel 52 Gruppe c: Die Satteldächer beider Gebäude erhalten Leistbrücke. Der Anschnitt des kleinen Gebäudes am größeren setzt sich auf jeder Seite aus sieben Strecken zusammen, deren Verlauf zu entwickeln ist. (Siehe auch Tafel 16 Gruppe a—c.)

Tafel 52 Gruppe d: Ein Gebäude mit Satteldach trifft rechtwinklig auf ein solches mit Mansarddach. First und Trauslinie beider Gebäude haben im ersten Beispiel gleiche, im zweiten verschiedene Höhe. Man ergänze den unteren Teil des Mansarddaches ebenfalls zu einem Satteldach und schneide dasselbe durch eine lotrechte Ebene, welche durch den First des Anbaues geht. Andere Lösungen sind angedeutet.

Tafel 53—60: Verbindungen von senkrechten Prismen, Pyramiden, Cylindern und Kegeln in der Art, daß die Achsen dieser Körper zusammenfallen oder parallel zueinander liegen.

Unterlagen: Tafel 64 Abbildung 10 und 11. (Schnittdreiecke, welche die Lösung andeuten, sind punktiert.)

Tafel 53: Verbindungen von Prismen mit quadratischen Querschnitten untereinander und mit Pyramiden über quadratischen Grundflächen. Ebenfalls Verbindungen von Prismen mit achteckigen Querschnitten und von Pyramiden mit regelmäßigen Achtecken als Grundfläche. Die horizontalen Kanten der Körper liegen parallel zueinander. (Schemen für Postamente und Turmformen.)

Tafel 53 Gruppe a: Prismen mit ungleichen quadratischen Querschnitten stumpf aufeinander gesetzt oder durch Pyramiden verbunden.

Tafel 53 Gruppe b: Auf einem Prisma mit quadratischem Querschnitt sitzt eine Pyramide mit kleinerer quadratischer Grundfläche entweder stumpf auf oder ist mit derselben durch eine zweite Pyramide verbunden.

Tafel 53 Gruppe c und d: An Stelle der Prismen mit quadratischen Querschnitten in Gruppe a und b treten solche mit regelmäßig achteckigen, an Stelle der Pyramiden mit quadratischen Grundflächen solche mit regelmäßig achteckigen.

Tafel 54: Die Körper sind dieselben wie auf Tafel 53, nur liegen die horizontalen Kanten nicht mehr parallel zueinander.

Tafel 54 Gruppe a und b: Die Kanten der Deckfläche des unteren Prismas bilden mit denjenigen der Grundfläche des aufgesetzten Körpers Winkel von 45° und zwar so, daß die lotrechten Kanten des aufgesetzten Körpers aus den Mitten der Kanten der Deckfläche des Grundkörpers aufsteigen.

Tafel 54 Gruppe c und d: Die Körper dieser Gruppe entsprechen denjenigen der Gruppe a und b dieser Tafel, nur sind die Ecken der Grundflächen der aufgesetzten Körper gegen die Mitte der Grundfläche verschoben.

Tafel 55: Verbindungen von regelmäßigen achteckigen Prismen mit solchen und mit Pyramiden, deren Grundfläche ein regelmäßiges Achteck ist.

Tafel 55 Gruppe a: Die lotrechten Kanten des aufgesetzten, regelmäßigen achteckigen Prismas steigen aus den Mitten der Deckflächenkanten des unteren achteckigen Prismas auf; beide Körper sitzen entweder stumpf aufeinander oder sind durch eine achteckige Pyramide miteinander verbunden.

Tafel 55 Gruppe b: An Stelle der Prismen in Gruppe a treten Pyramiden.

Tafel 55 Gruppe c und d: Die Körper dieser Gruppe entsprechen denjenigen der Gruppe a und b derselben Tafel, nur sind die Ecken der Grundfläche des aufgesetzten Prismas beziehungsweise der Pyramide um ein Achtel der halben Breite des Grundkörpers gegen die Körperachse hereingeschoben. Die Körper sitzen entweder stumpf aufeinander oder sind durch eine achtfache Pyramide verbunden.

Tafel 56: Verbindungen von regelmäßigen vierseitigen mit achtfachen Prismen und Pyramiden.

Tafel 56 Gruppe a: Regelmäßiges achtfaches Prisma, stumpf aufstehend auf einem ebensolchen vierseitigen oder mit demselben durch eine Pyramide verbunden.

Tafel 56 Gruppe b: An Stelle des Prismas und der Pyramide mit regelmäßigen achtfachen Grundflächen treten Körper mit unregelmäßiger achtfacher Grundfläche (je ein Fünftel der Quadratseite fällt an den Ecken ab).

Tafel 56 Gruppe c: Weitere Lösungen zum Übergang vom regelmäßigen vierseitigen Prisma zum achtfachen beziehungsweise zur achtfachen Pyramide. Im ersten Falle verbindet die beiden Prismen ein senkrecht regelmäßiges Achteck, bei welchem vier der Seitenflächen gleichschenkelig rechtwinklige Dreiecke darstellen, aus deren Schenkel die lotrechten Kanten des achtfachen Prismas aufsteigen. Welche Form haben die Übergangsdreiecke in Wirklichkeit? Zeigt diese Figur nicht noch Teile von weiteren regelmäßigen Achtecken? (Vergl. auch Tafel 5 Gruppe d und Tafel 9 Gruppe b.) Bei dem Übergang in die regelmäßige achtfache Pyramide bestimmt man entweder die Höhe, in welcher diese beginnen soll (die Verbindung zwischen vierseitigem Prisma und achtfacher Pyramide bildet ebenfalls ein Prisma), oder man gibt an welche Breite die achteckige Grundfläche erhalten soll (in unserer Zeichnung drei Viertel von der Breite des Quadrates). In beiden Fällen benützt man auch die Kanten der von der quadratischen Deckfläche aufsteigenden vierseitigen Pyramide. (Vergl. auch Tafel 9 Gruppe a.)

Tafel 56 Gruppe d: Dieselben Aufgaben wie in c, nur treten an Stelle der regelmäßigen achtfachen Grundflächen solche, bei welchen nur je vier Seiten gleich sind.

Tafel 57: Weitere Verbindungen von regelmäßigen vierseitigen Prismen mit regelmäßigen achtfachen und ebensolchen Pyramiden.

Tafel 57 Gruppe a: Sie unterscheidet sich von Gruppe 56a nur dadurch, daß die Grundflächen der aufgesetzten achtfachen Prismen nicht aus dem Quadrat der Deckfläche des vierseitigen Prismas, sondern aus einem etwas kleineren Quadrat herausgeschnitten werden.

Tafel 57 Gruppe b: Denselben Grundflächen wie in Gruppe a werden Pyramiden aufgesetzt.

Tafel 57 Gruppe c: Von den acht Ecken der Grundfläche des aufgesetzten regelmäßigen achtfachen Prismas bzw. der achtfachen Pyramide liegen vier auf den Mitten der Deckflächenkanten des vierseitigen Prismas.

Tafel 57 Gruppe d: Die Kanten des in Gruppe c aufgesetzten achtfachen Prismas bzw. die der achtfachen Pyramide werden gegen den Mittelpunkt hereingeschoben. Als Verbindung beider Körper dienen je vierseitige Pyramiden.

Tafel 58: Weitere Turmformen aufgebaut mit Hilfe von senkrechten Prismatoiden.

Tafel 58 Gruppe a: Die vier Ecken der Grundfläche eines Würfels werden mit den Mitten der Quadratseiten der Deckfläche desselben verbunden. Die Achse des so entstandenen Prismatoids wird um sich selbst verlängert und der Endpunkt mit den Ecken der Deckfläche des Prismatoids verbunden. Welche Flächen dieser Turmform schließen sich mit den Flächen des Prismatoids zu einer Ebene zusammen und warum?

Tafel 58 Gruppe b: Dieselben Unterlagen wie in a, nur wird die Achse des Prismatoids nicht nur um sich selbst, sondern um fünf Viertel ihrer Höhe verlängert und der Endpunkt wieder mit den Ecken der Deckfläche verbunden. Welche Änderungen treten jetzt gegenüber dem Turm in Gruppe a ein? In der zweiten Aufgabe (oben) wird das Prismatoid durch eine horizontale Ebene in solcher Höhe geschnitten, daß die Schnittfigur ein regelmäßiges Achteck darstellt. Von der Höhe der Turmspitze hängt es ab, ob die Pyramidenflächen mit den Flächen des Prismatoids gleiche Neigung haben, also mit denselben eine Fläche bilden, oder nicht.

Tafel 58 Gruppe c: Einem halben Würfel wird ein Prisma ein-gebaut, dessen Deckfläche ein regelmäßiges Achteck darstellt, aber nicht aus dem Deckquadrat des Würfels selbst, sondern aus einem (um zwei Achtel) schmälern Quadrat ausgeschnitten ist. Dieser Grundfläche wird eine regelmäßige achtfache Pyramide aufgesetzt.

In der oberen Zeichnung werden den Seitenflächen des achtfachen Prismas gleichschenklige Dreiecke aufgesetzt (Höhe derselben gleich einer halben Würfelhöhe) und sämtliche Ecken mit dem Endpunkt der Achse (fünf Viertel der Würfelhöhe) verbunden.

Tafel 58 Gruppe d: Wie in Gruppe c werden sämtlichen Achteckseiten zunächst gleichschenklige Dreiecke aufgesetzt (Höhe derselben gleich ein Drittel der Würfelhöhe) und nun die aufeinanderfolgenden Spitzen dieser Dreiecke verbunden oder (wie in der oberen Aufgabe) je eine Ecke übersprungen. Auf den neu entstandenen Grundflächen (regelmäßiges Achteck und achteckiger Stern) werden neue prismatische Körper aufgebaut.

Tafel 59 Gruppe a: Durchdringungen von vierseitigen Pyramiden und Prismen (vergl. auch Tafel 53 Gruppe a, Tafel 54 Gruppe a und c).

Tafel 59 Gruppe b: Eine regelmäßige achtfache Pyramide wird durchdrungen von einem kleineren vierseitigen Prisma und die Schnittfigur als Erkeranschnitt verwendet sowie auf die Durchdringung von Regel und vierseitigem Prisma übertragen.

Tafel 59 Gruppe c: Über ein quadratisches Prisma mit aufgesetzter Pyramide wird ein Zylinder, ebenso über einen Kreiszylinder mit aufgesetztem Regel ein regelmäßiges achtfaches Prisma so gestülpt, daß die Achsen der Körper sich decken.

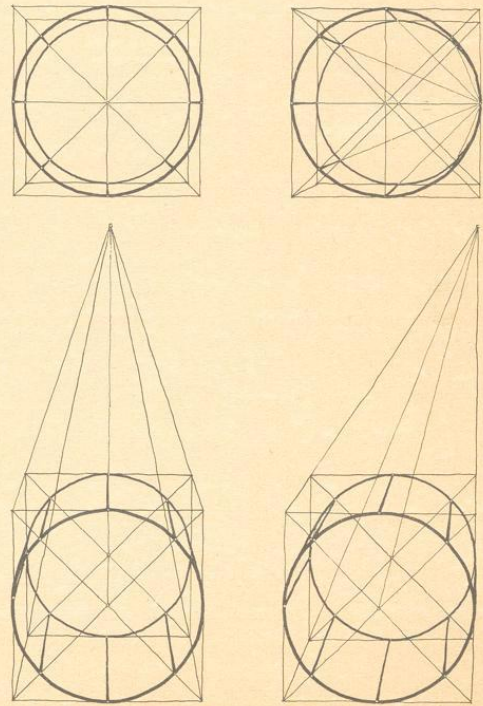
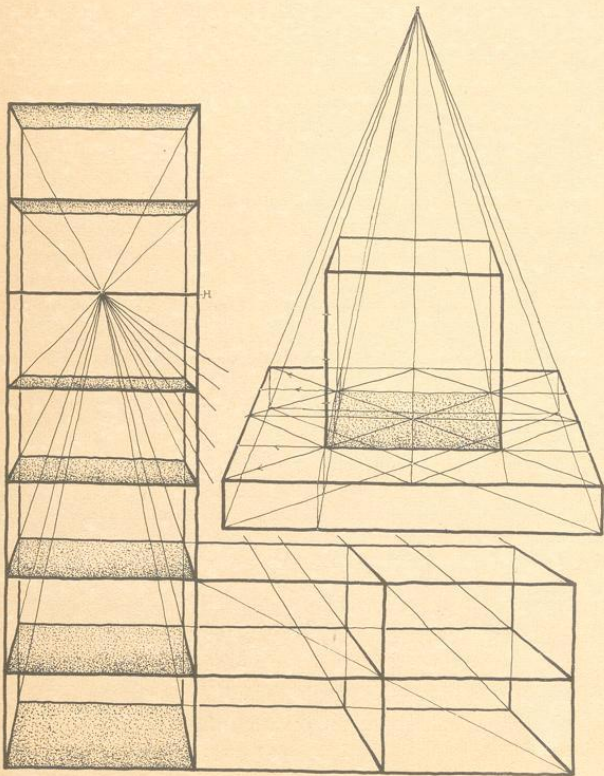
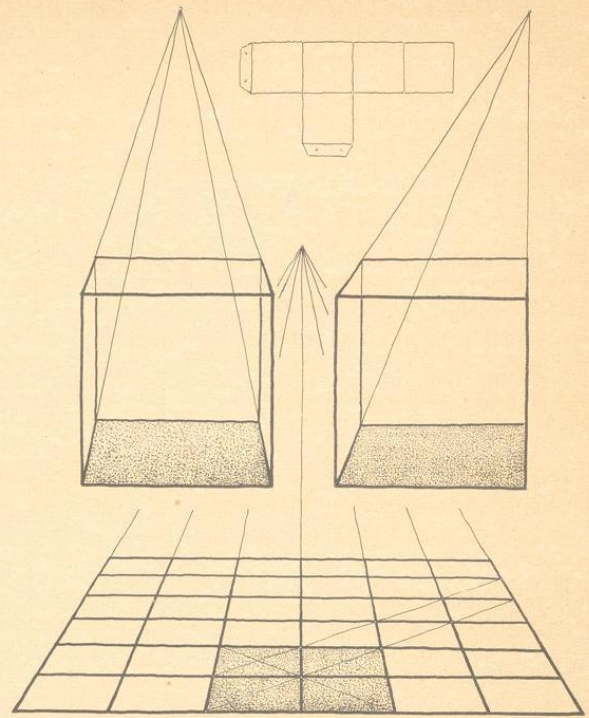
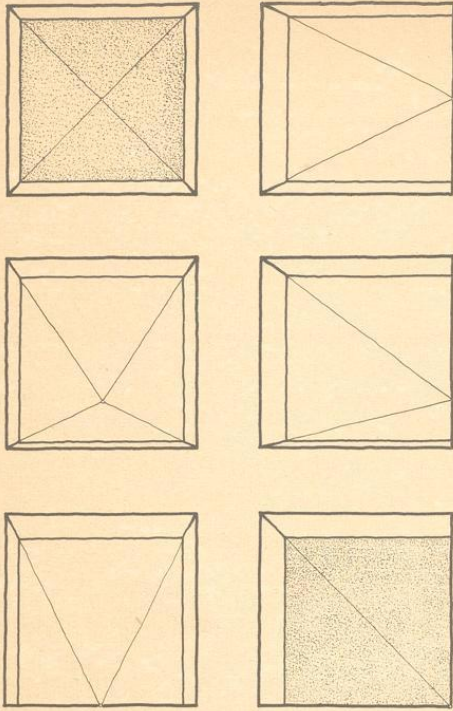
Tafel 59 Gruppe d: Auf die Deckfläche eines halben Würfels wird ein Quadrat mit senkrechten Seiten aufgestellt und über denselben ein Zylinder mit kleinerem Durchmesser geschoben. Die zweite Aufgabe zeigt Zylinder mit zwei sich durchdringenden Regeln. Die Achsen sämtlicher Körper liegen in einer Geraden.

Tafel 60 Gruppe a: Über einer gemeinsamen quadratischen Grundfläche stoßen zwei gleich große Satteldächer zusammen. Grat und Kehle, in welchen sie sich durchdringen, fallen somit im Grundriß auf die Diagonale, ihre Firmlinien auf die Mittellinien des Quadrates. An Stelle des Grates tritt ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Grundlinie eine der Seiten des dem Grundquadrat einbeschriebenen regelmäßigen Achtecks ist und dessen Spitze mit dem oberen Ende des Grates zusammenfällt. In beide Satteldächer schneiden die Seitenflächen eines regelmäßigen achtfachen Prismas ein. Seine Achse steigt aus der Mitte des Grundflächenquadrates auf, Grund- und Deckfläche werden einem Quadrat ausgeschnitten, dessen Seiten halb so lang sind als die Seiten des Grundquadrates.

Tafel 60 Gruppe b: Dieselbe Körpergruppe in anderer Stellung.

Tafel 60 Gruppe c: Dieselbe Annahme wie in Gruppe a und b, nur wird die Ecke, in welcher beide Satteldächer zusammenstoßen nicht bloß abgeflacht sondern abgerundet (ein Viertelkegel eingeschoben) und das achtfache Prisma durch einen Zylinder ersetzt.

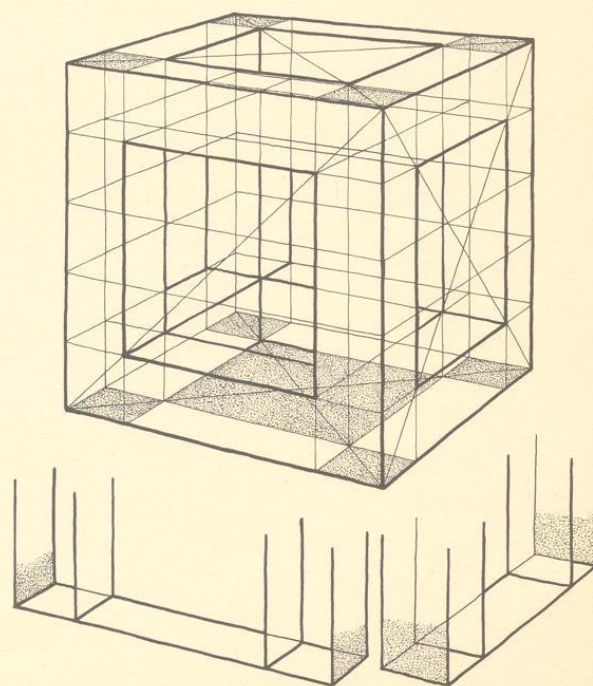
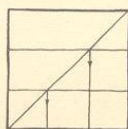
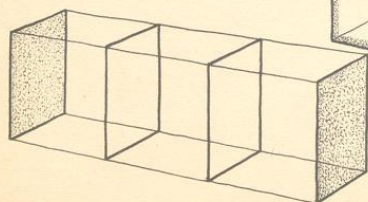
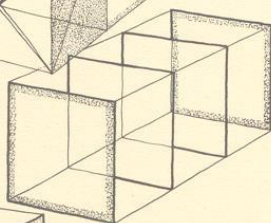
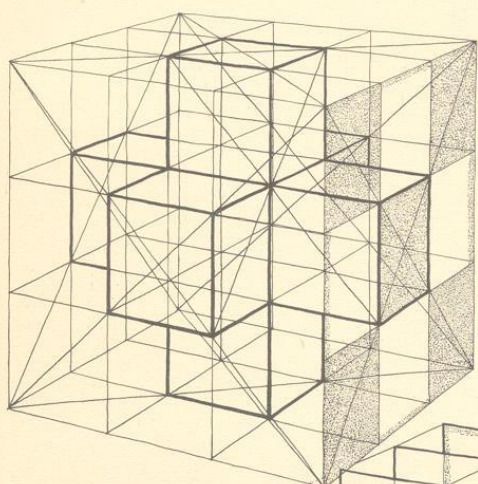
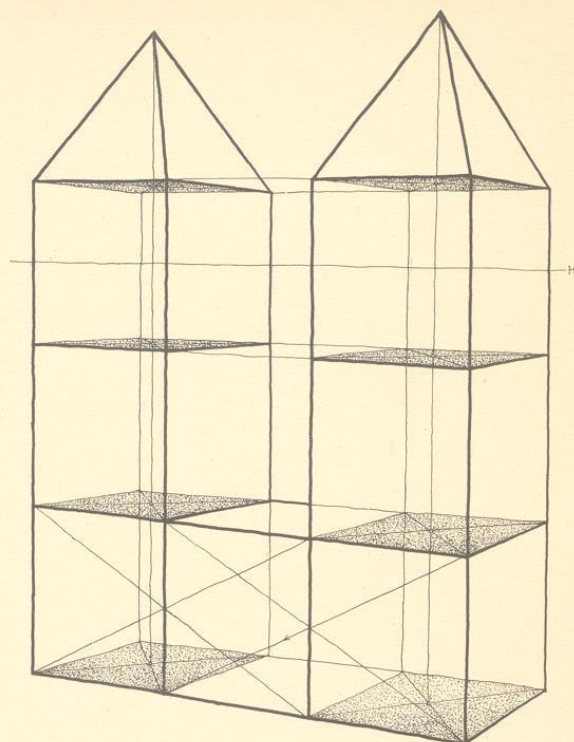
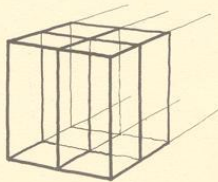
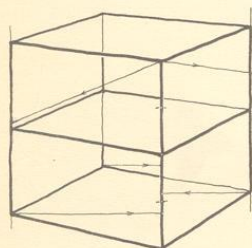
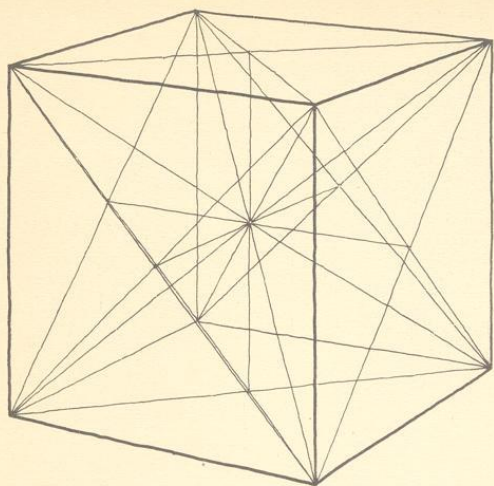
Tafel 60 Gruppe d: Dieselbe Aufgabe wie in Gruppe c, nur in anderer Stellung. Wie die Aufgabe in Gruppe c aus Gruppe a, so kann die Aufgabe in Gruppe d aus der in Gruppe a entwickelt werden.





06
WTP
1487

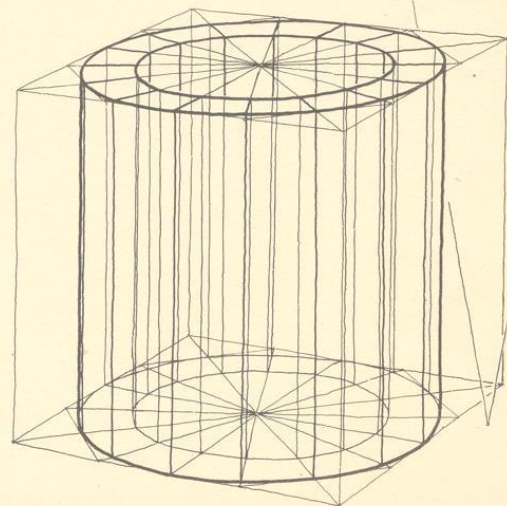
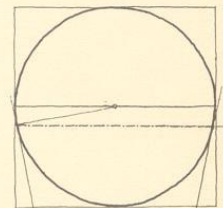
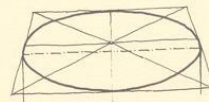
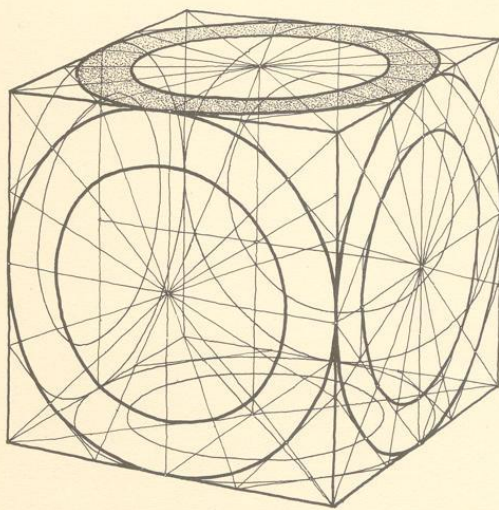
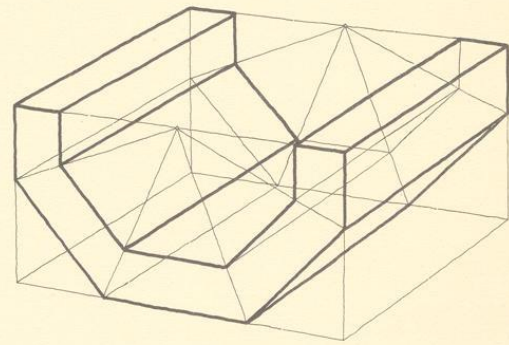
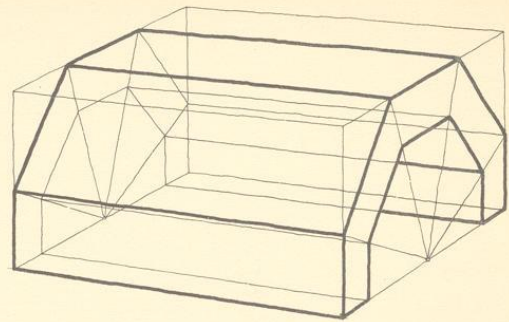
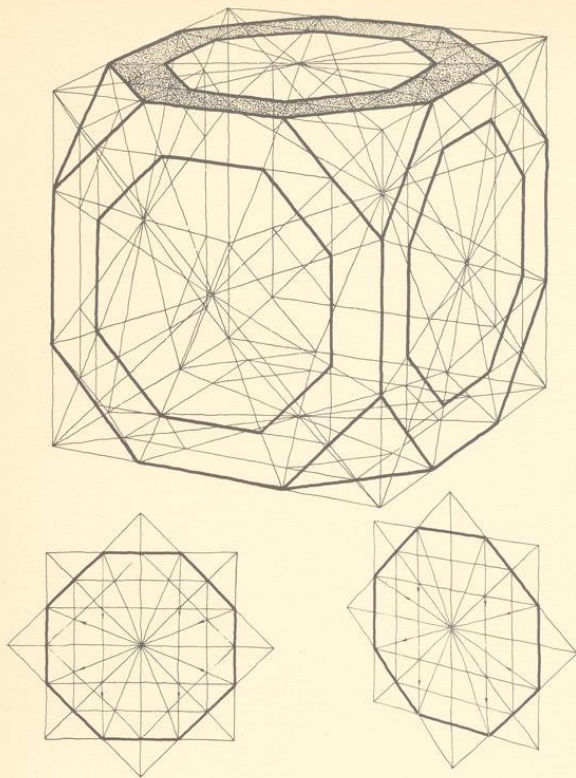
EK 835
K D/XII





06
W.P.
1487

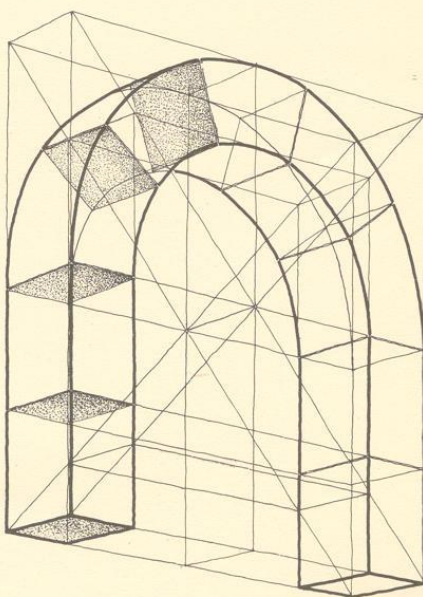
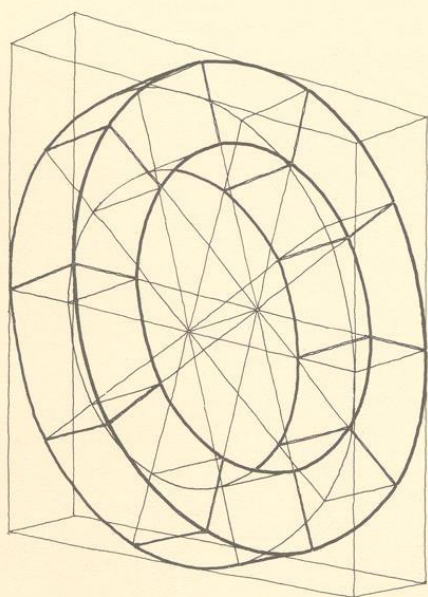
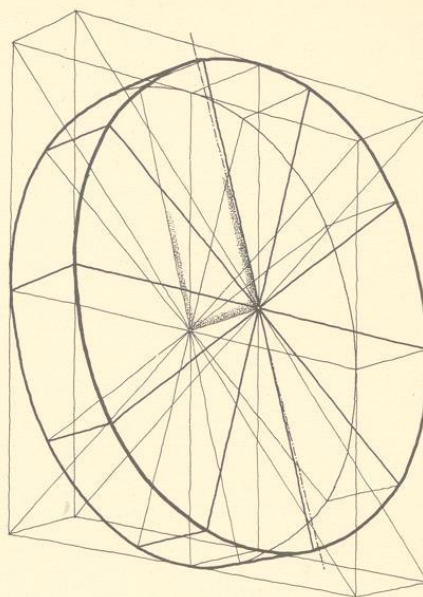
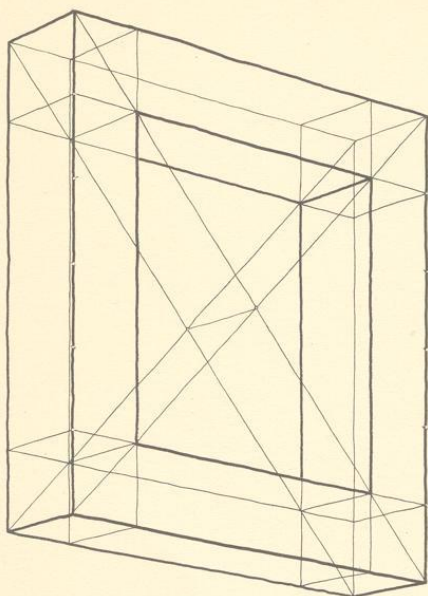
EX 835
K D/XII





06
WTP
/487

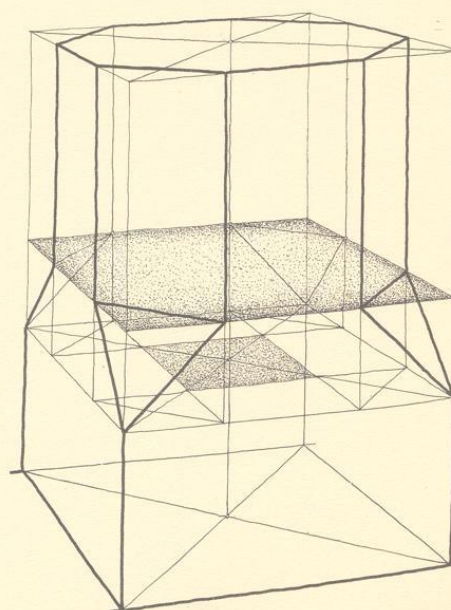
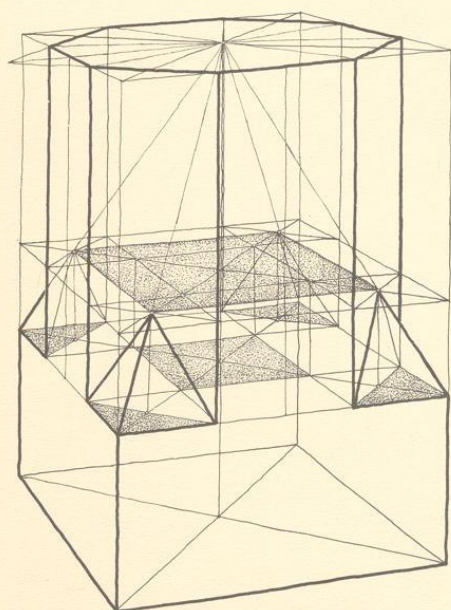
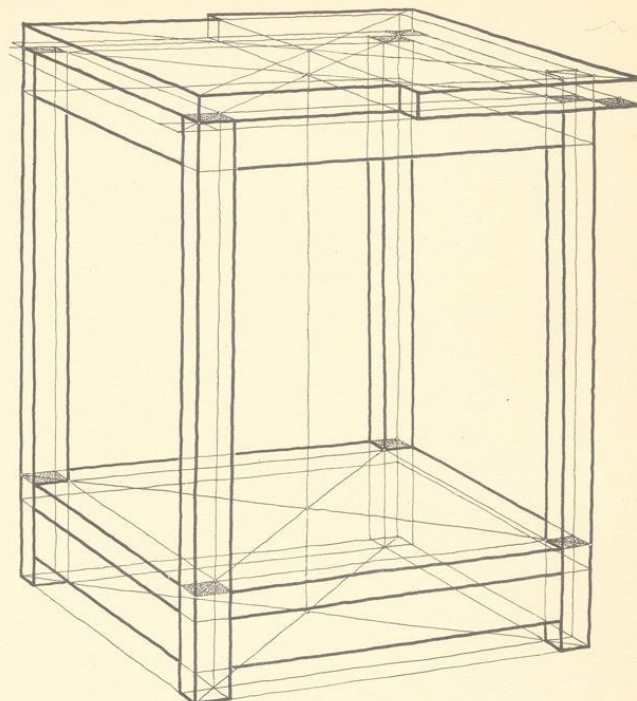
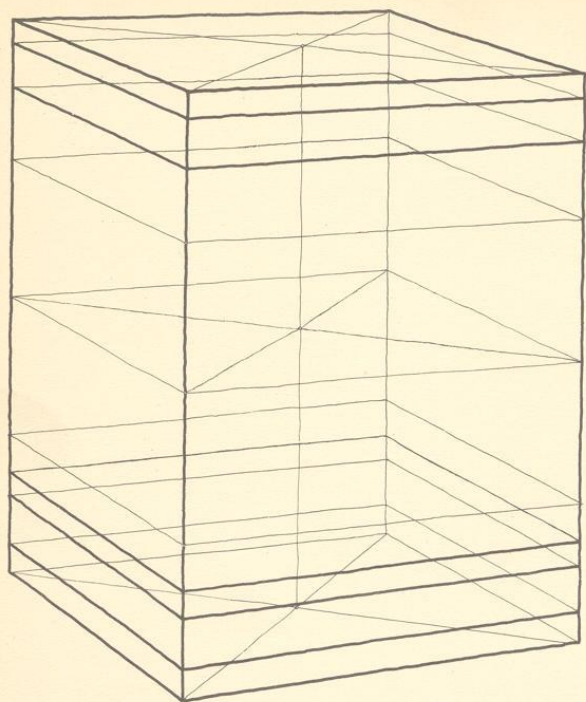
EK 835
K D/xII





06
WTP
1487

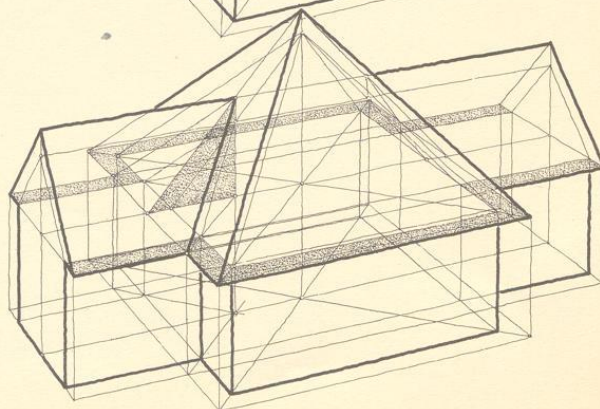
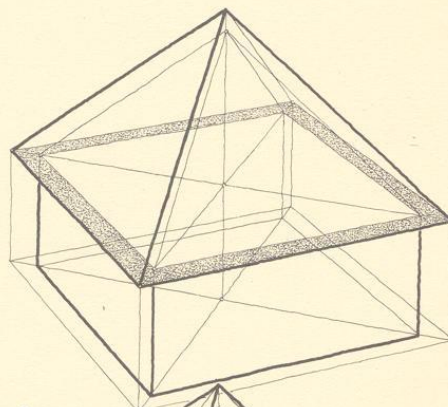
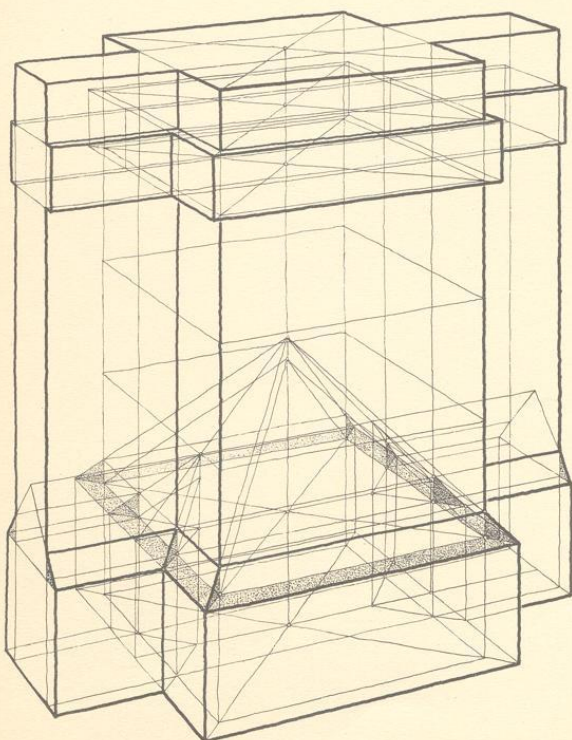
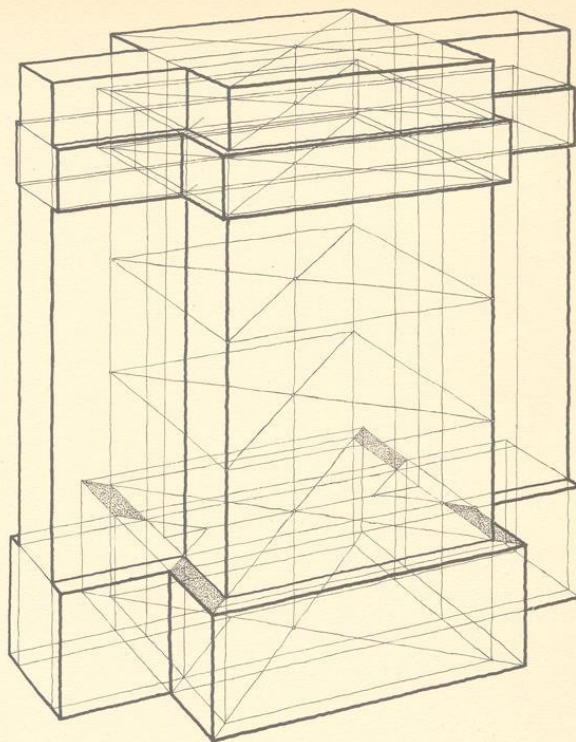
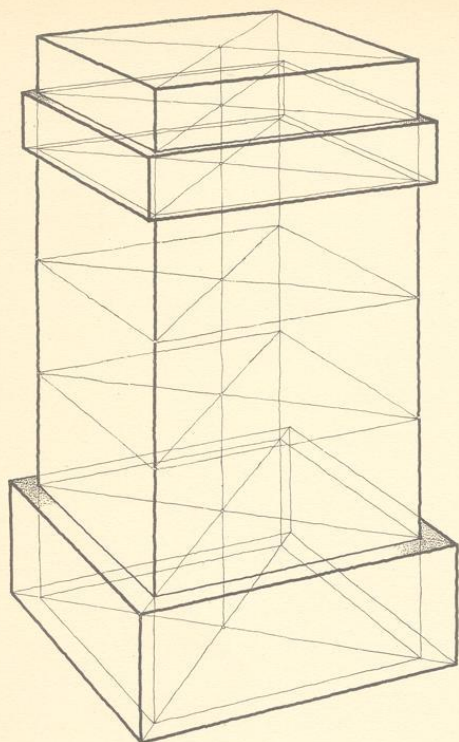
EK 835
K D/xii





06
27P
1487

EK 835
K D/xii





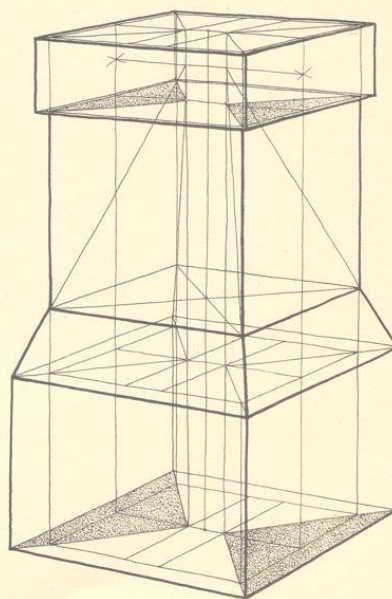
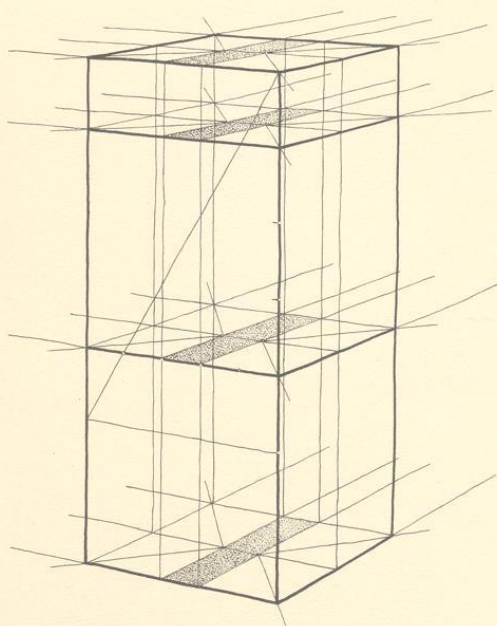
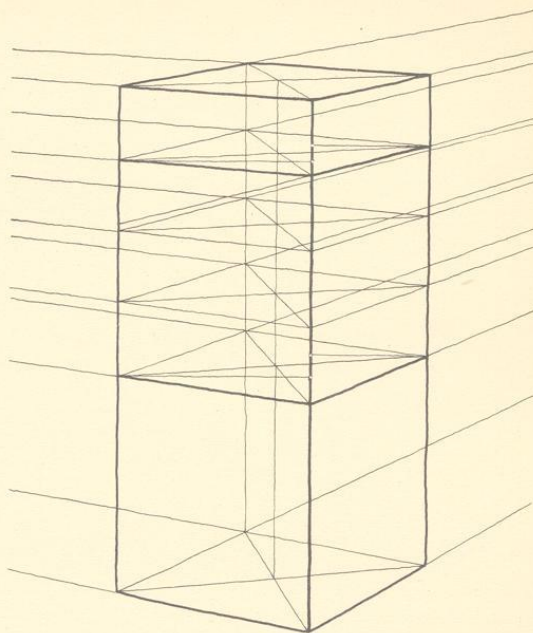
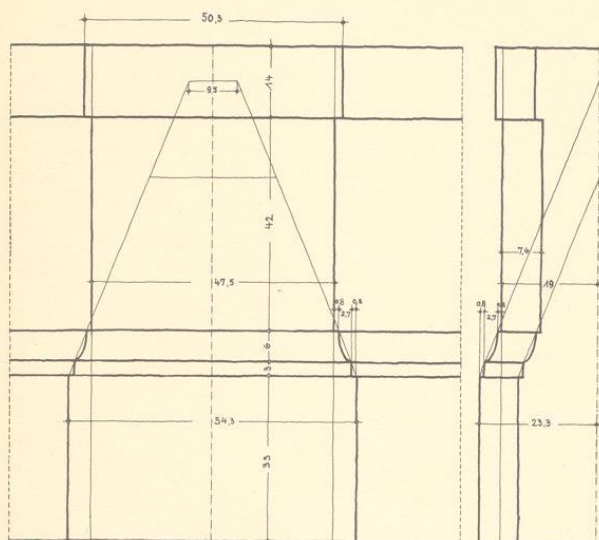
06

WTP

1487

EK 83S

K 2/XII





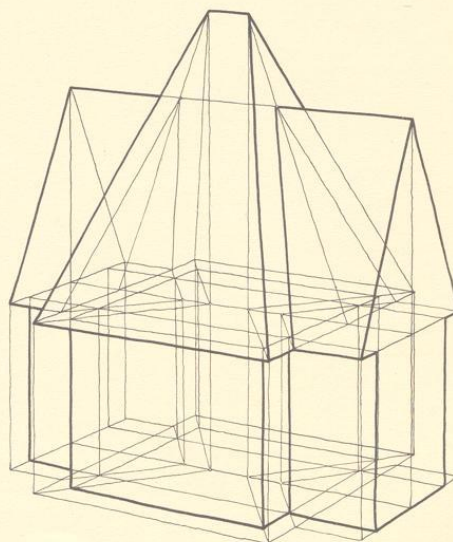
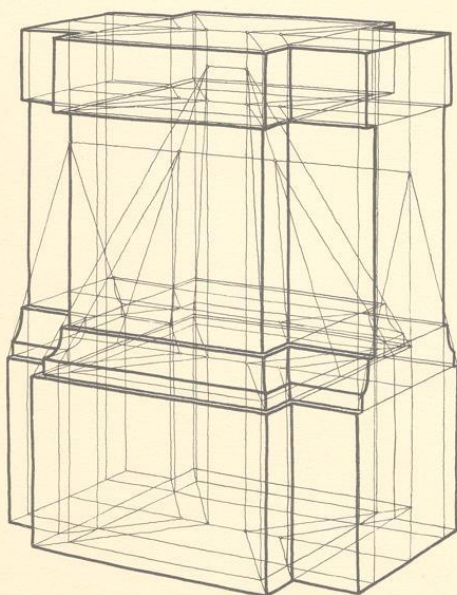
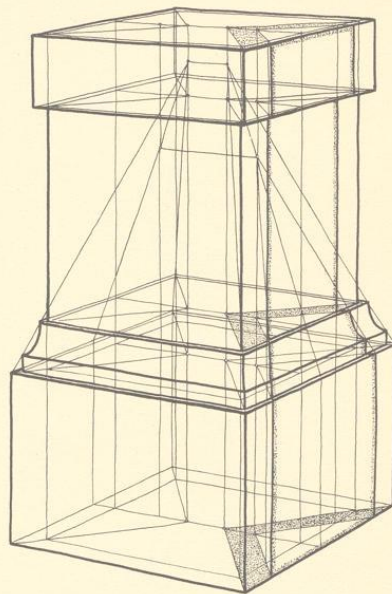
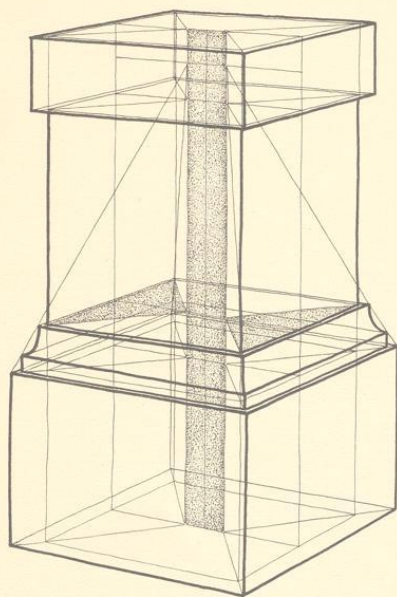
06

WTP

1487

EK 835

K D/xii

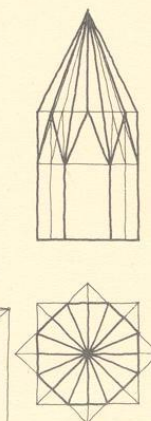
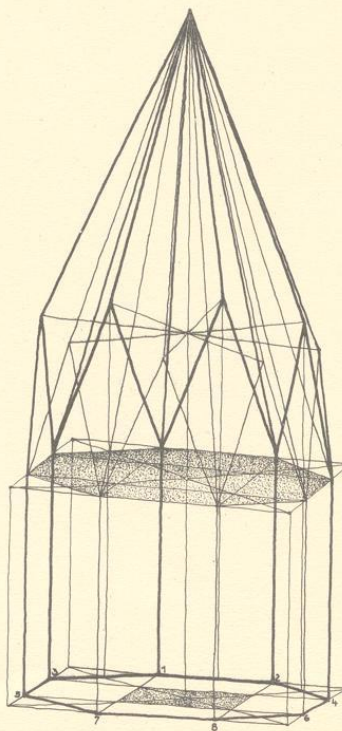
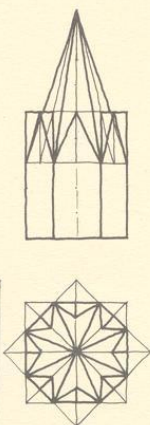
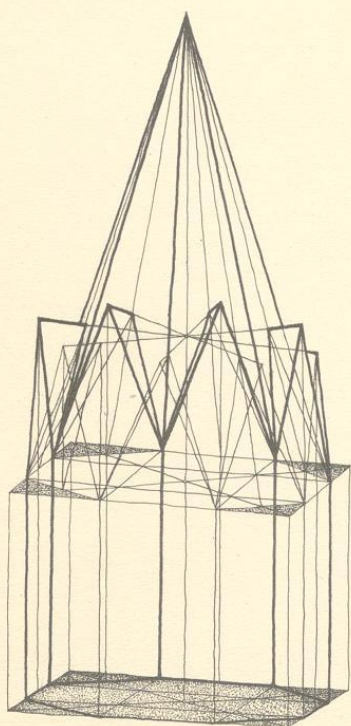
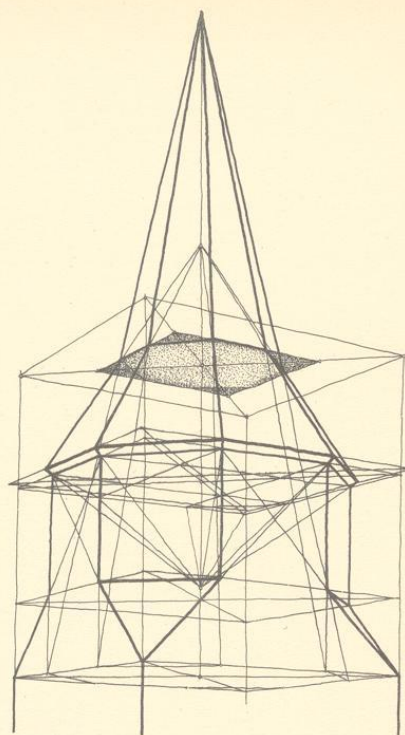
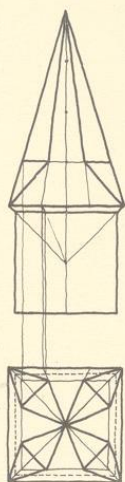
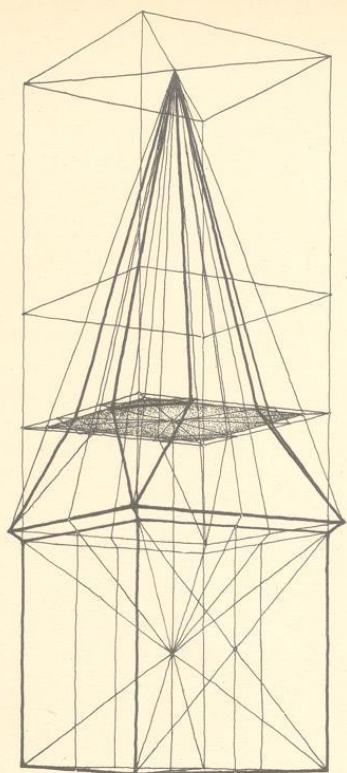




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

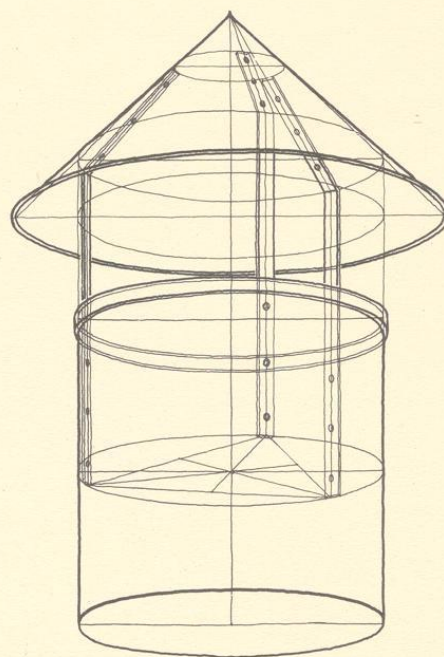
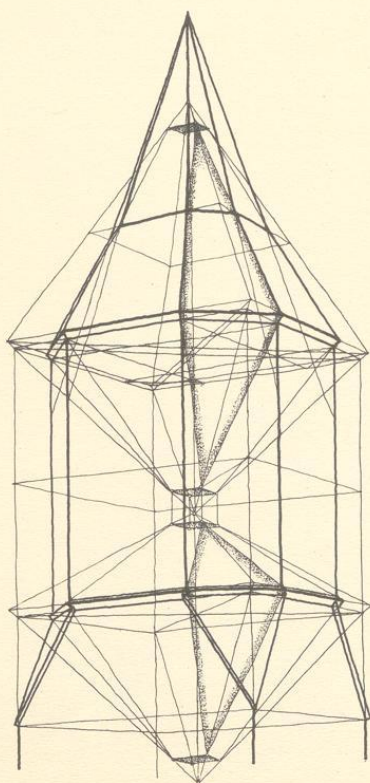
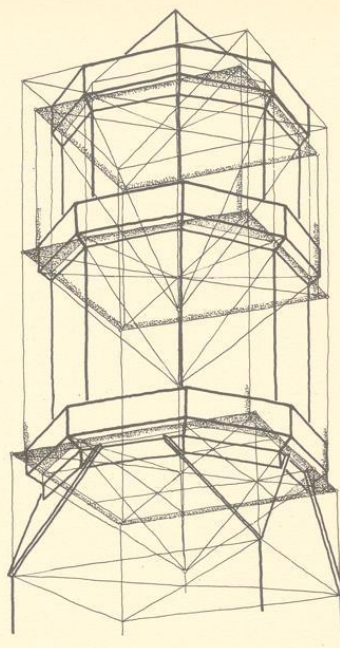
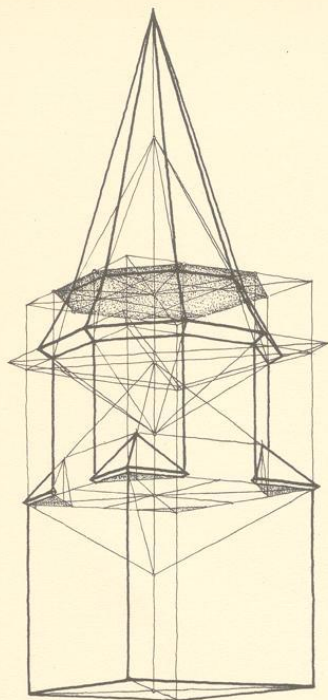




06
JTP
1487

EK 835

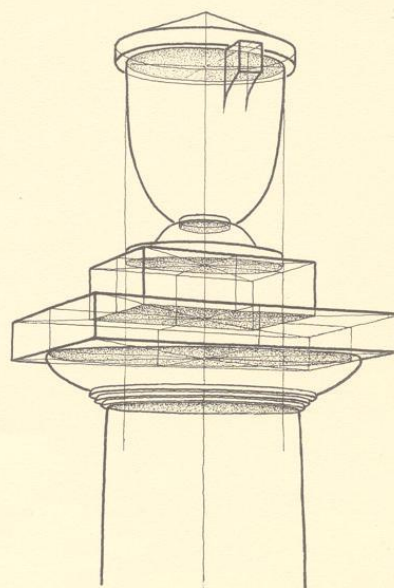
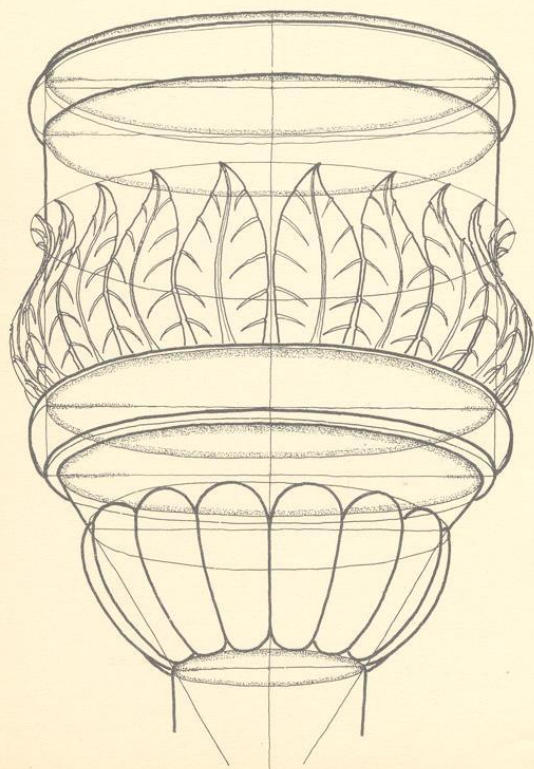
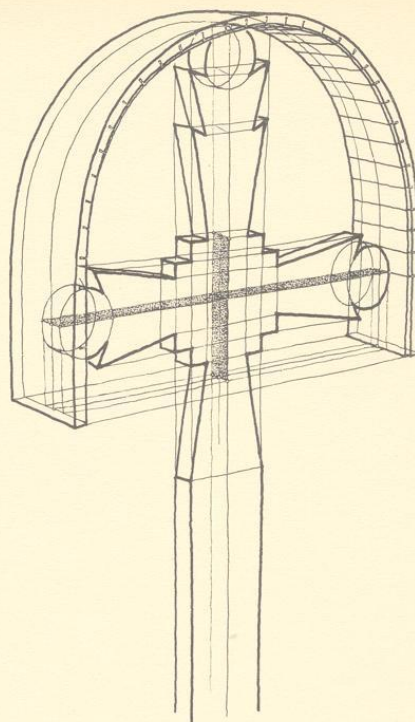
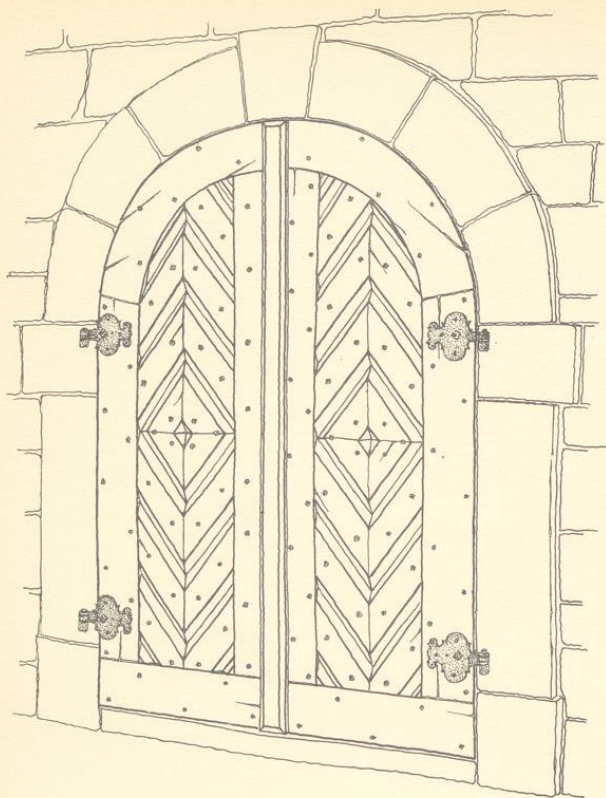
K D/XII





06
WTP
1487

EN 835
K D/XII

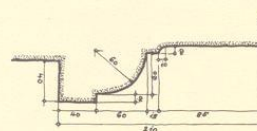
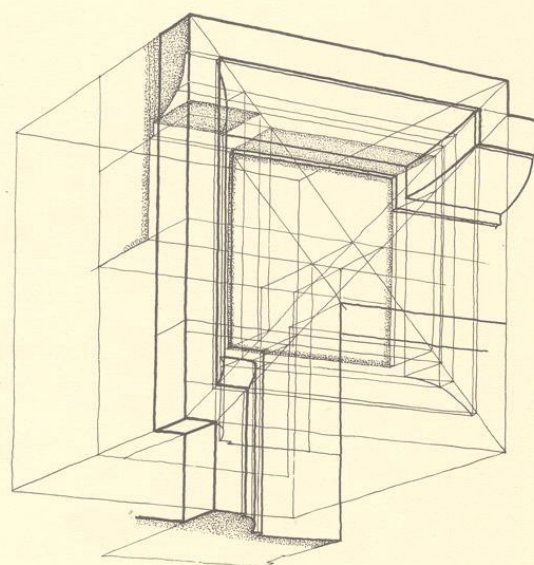
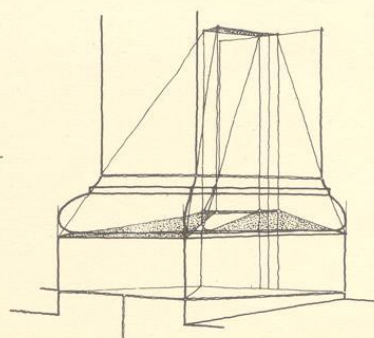
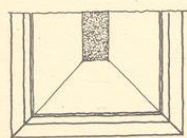
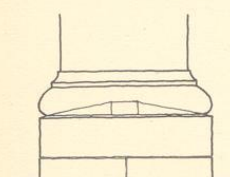
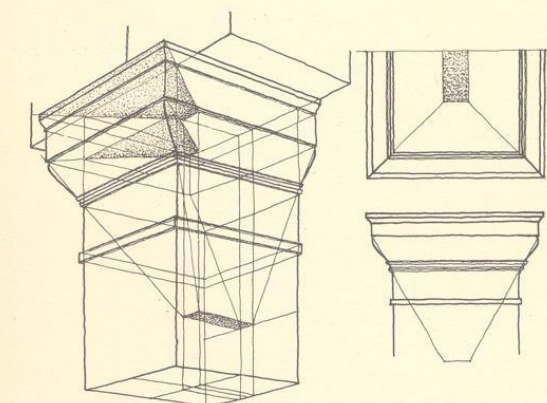
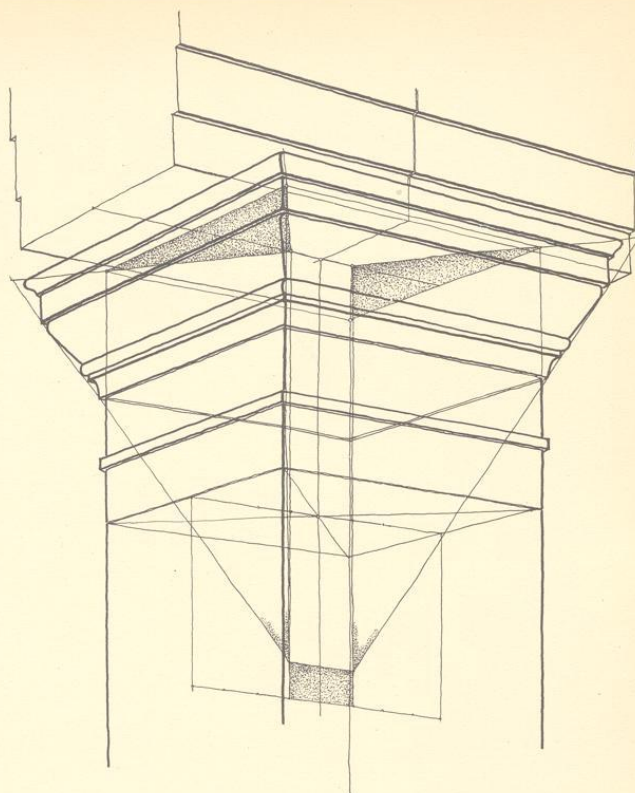
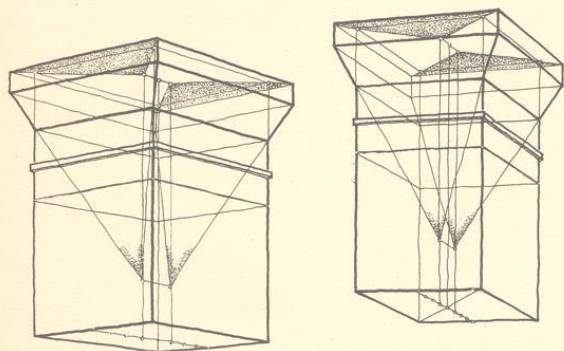
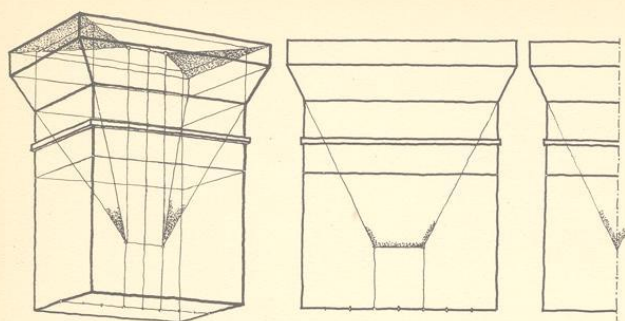




06
WTP
/487

EK 835

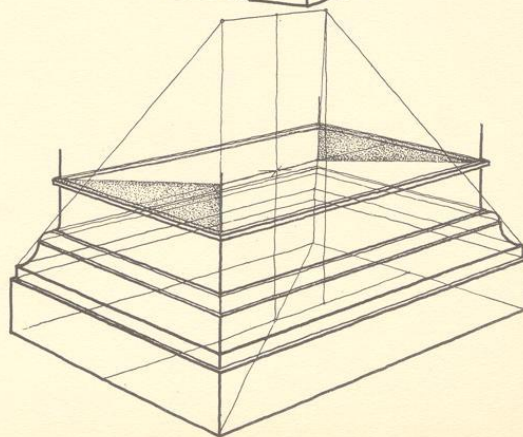
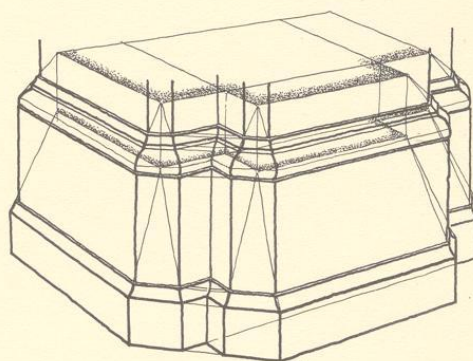
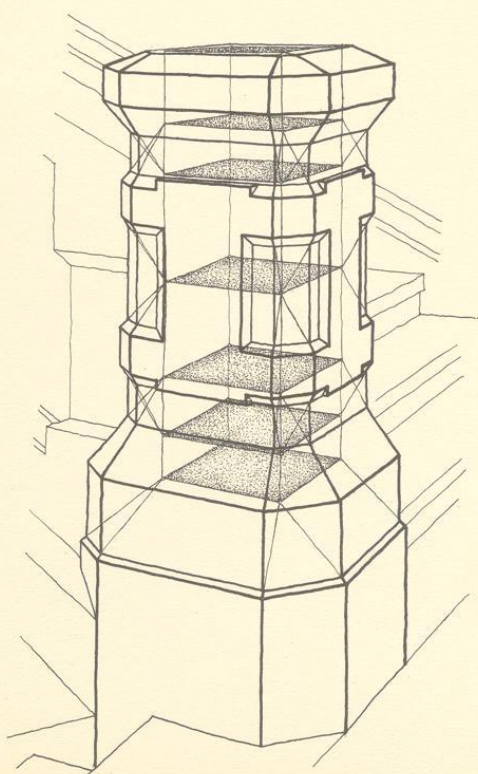
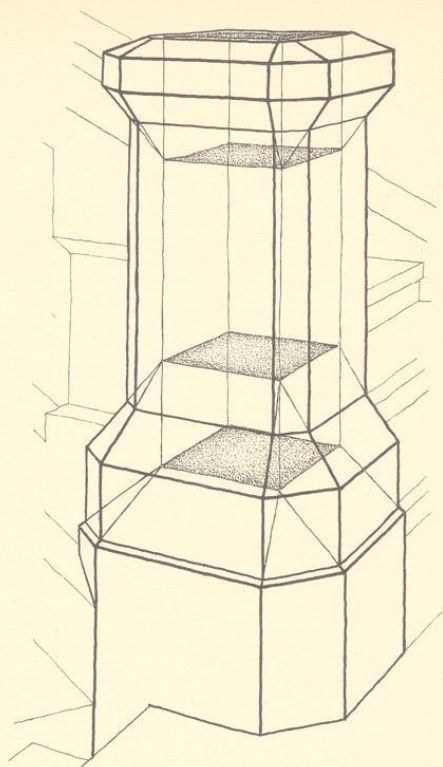
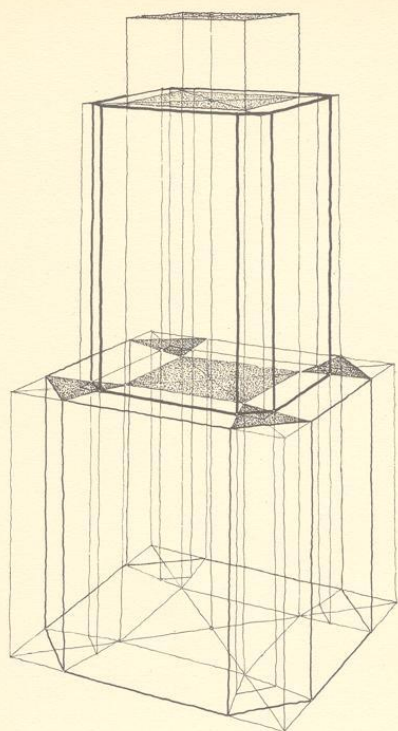
K D/xii





06
WTP
1487

EK 835
K D/XII





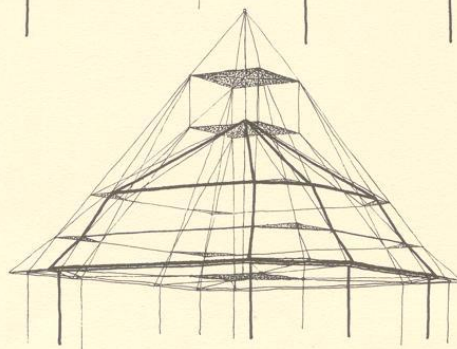
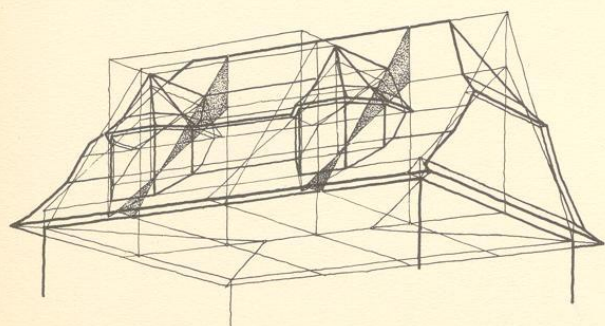
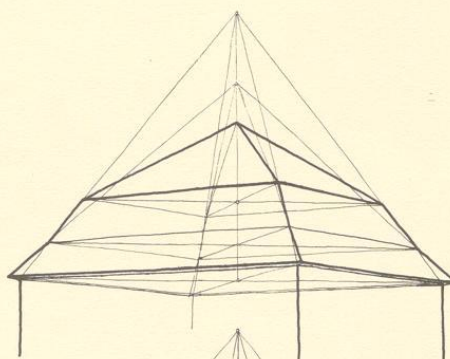
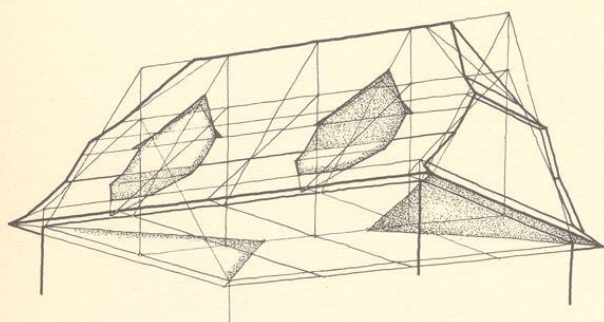
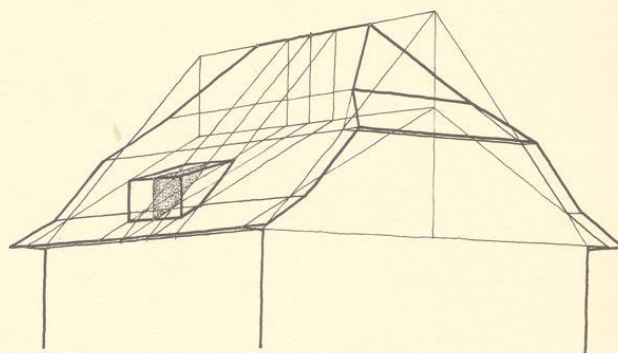
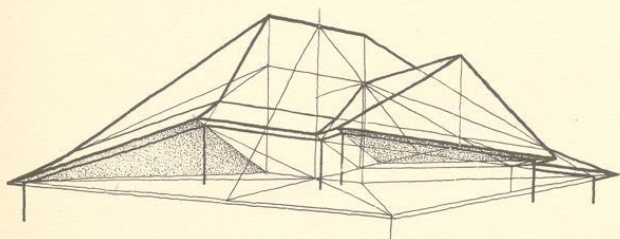
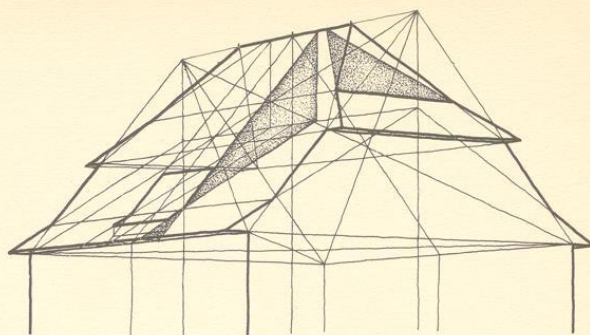
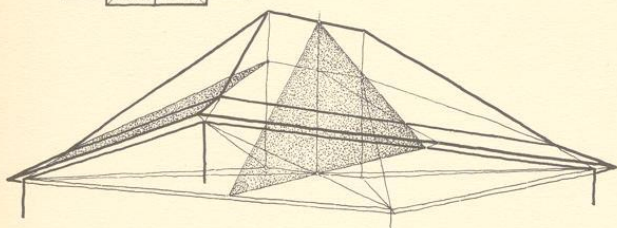
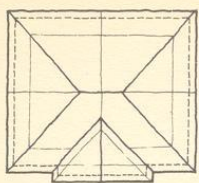
06

WTP

1487

EK 835

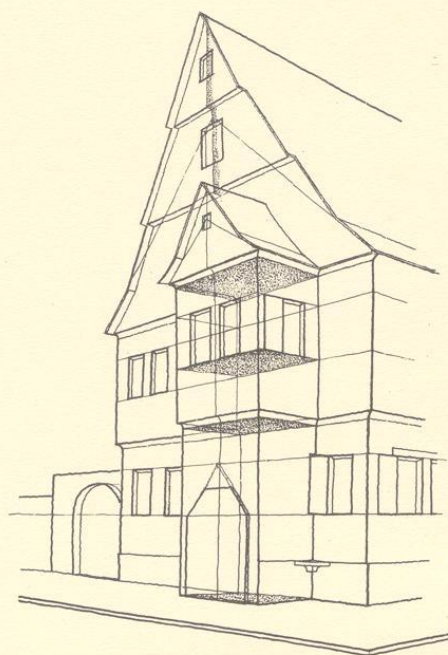
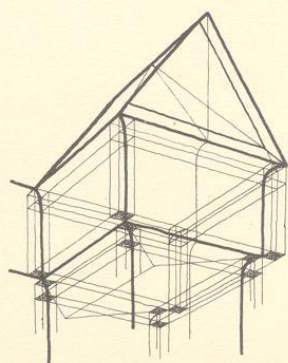
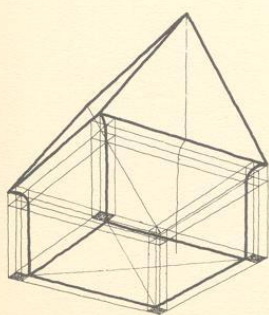
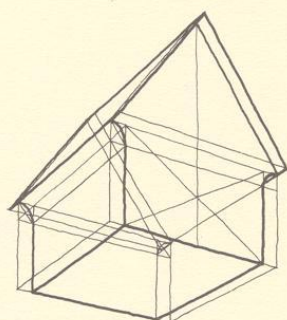
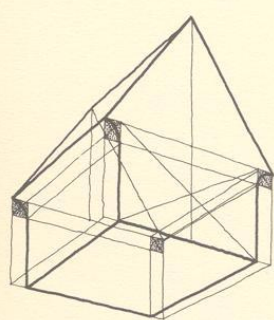
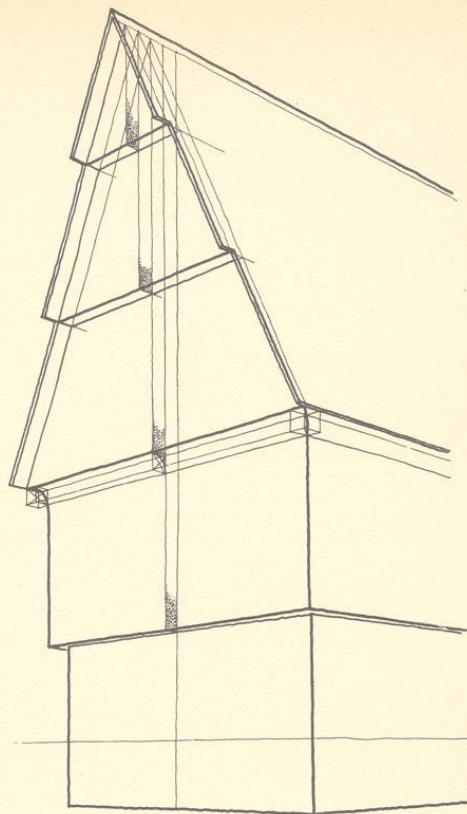
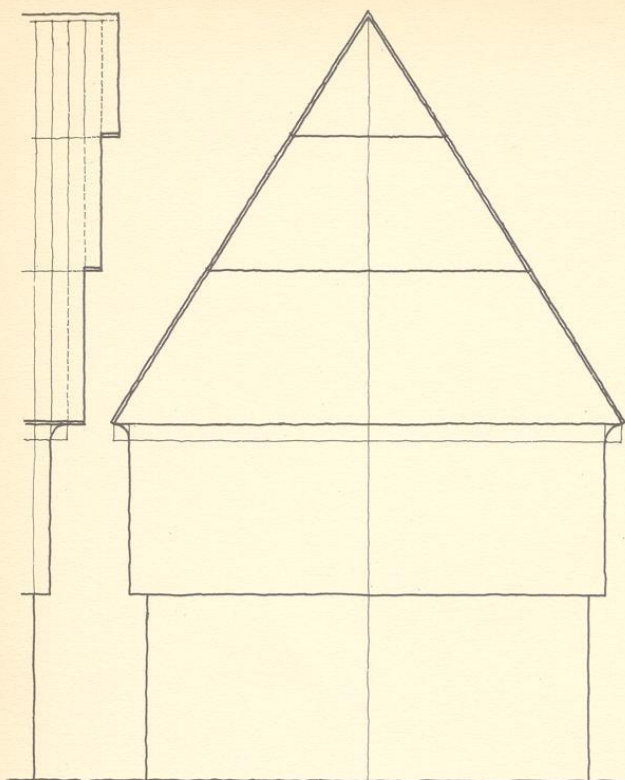
K D/XII





06
WT P
1487

EK 835
K D/XII

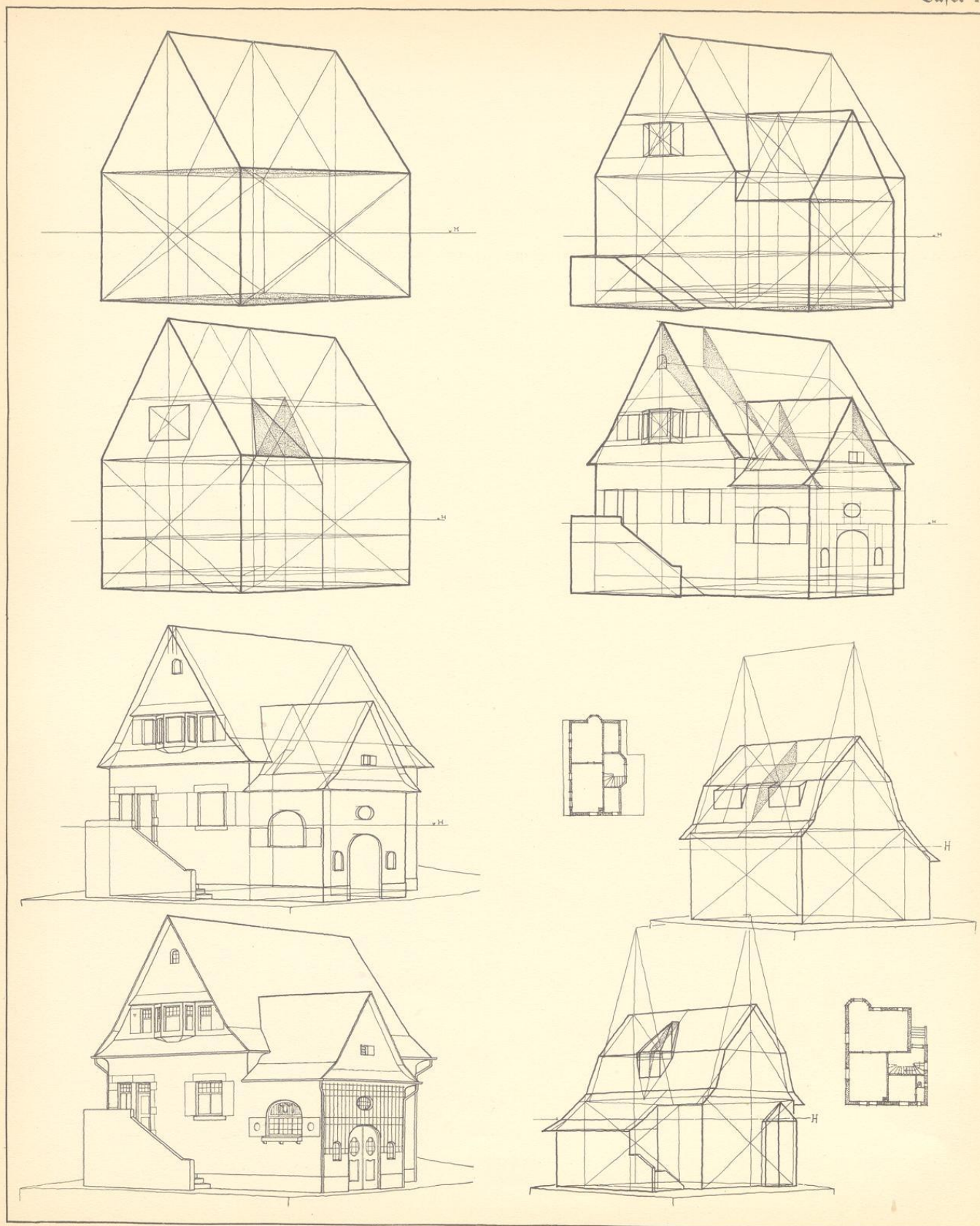




06
WTP
1487

EK 835

K D/xu

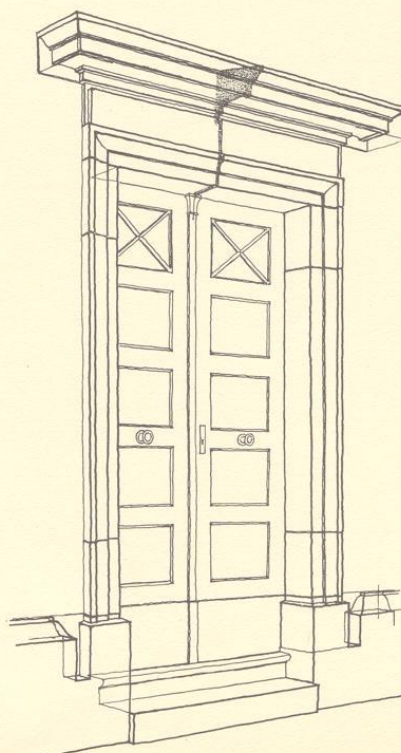
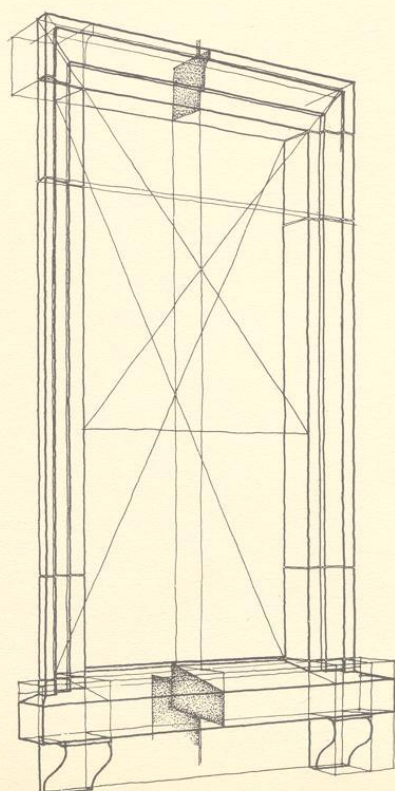
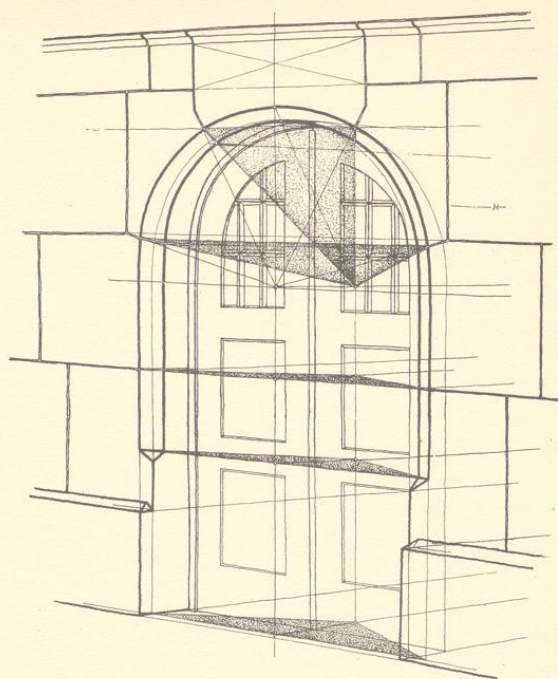
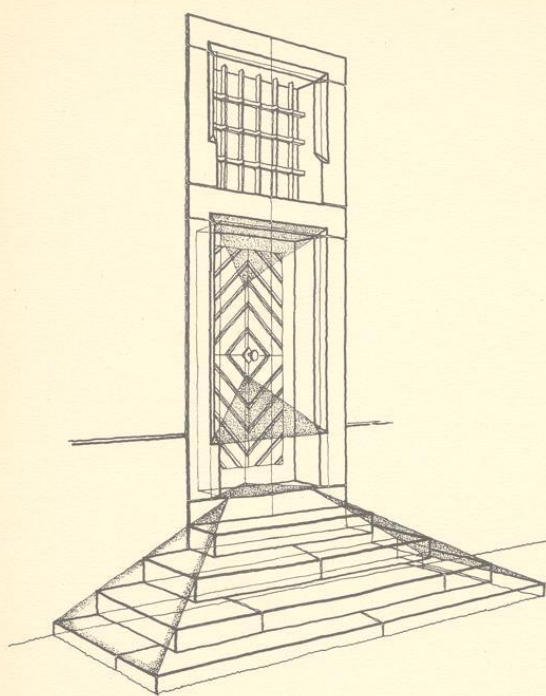




06
WTP
1487

EK 835

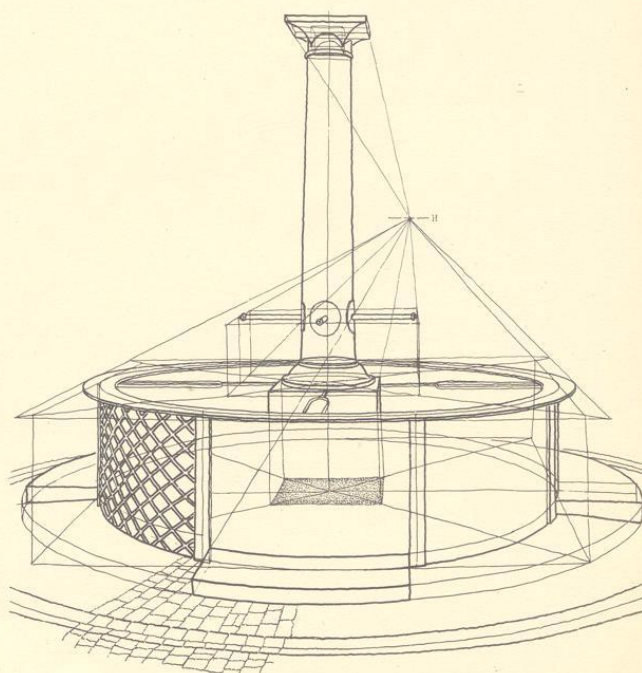
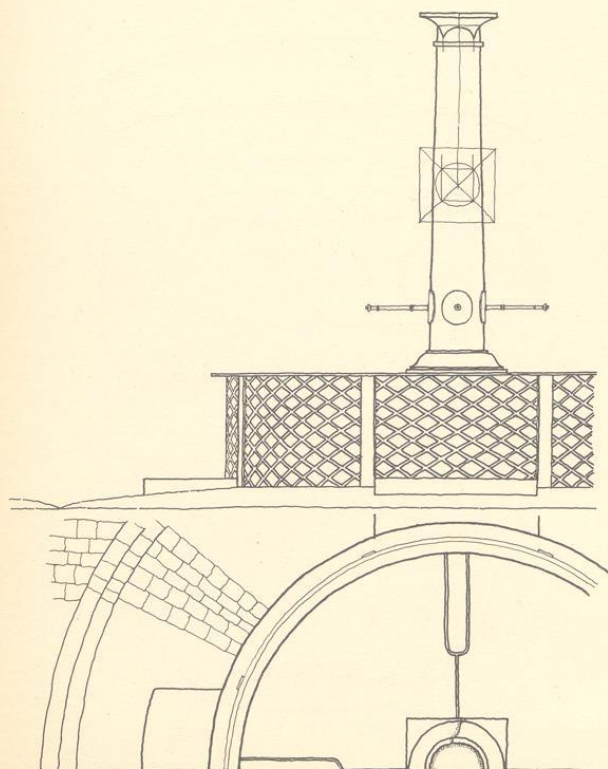
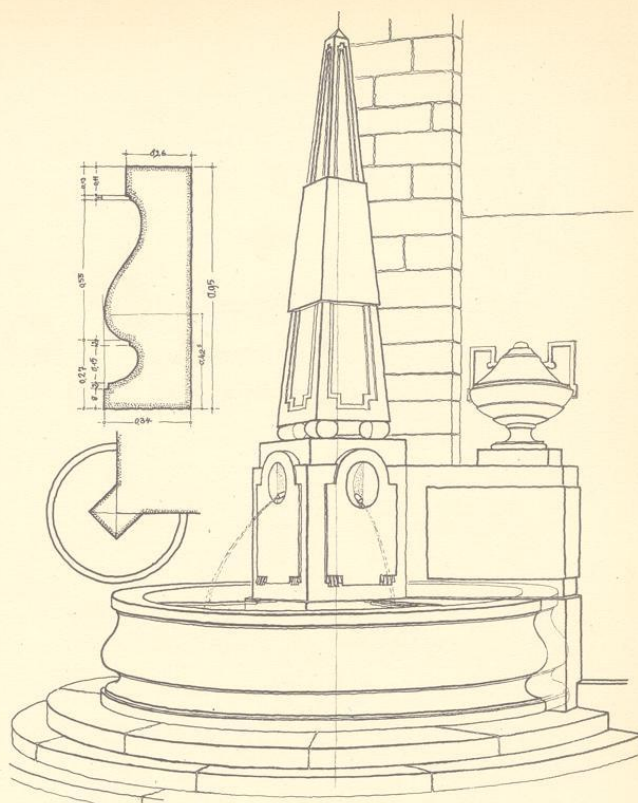
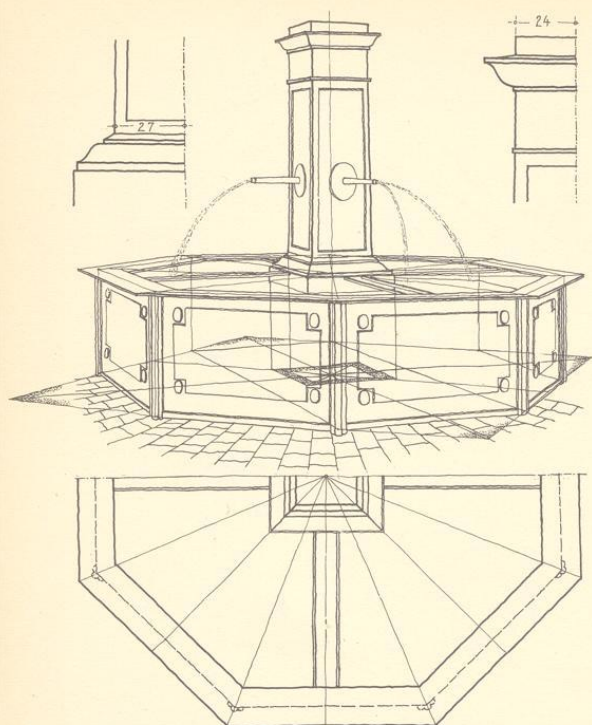
K D/XII





06
WTP
1487

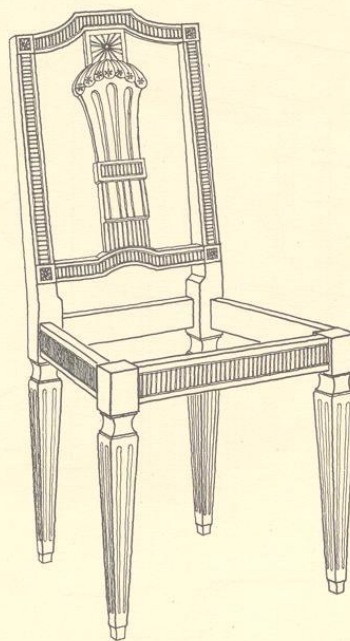
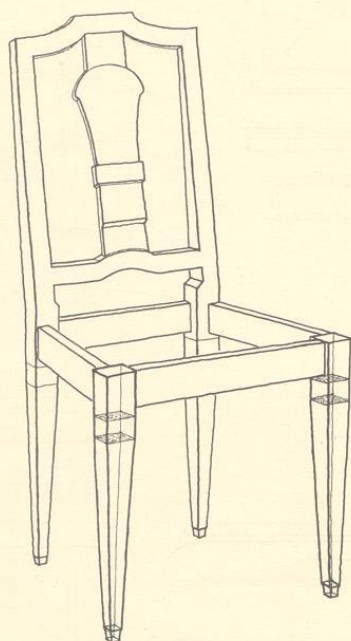
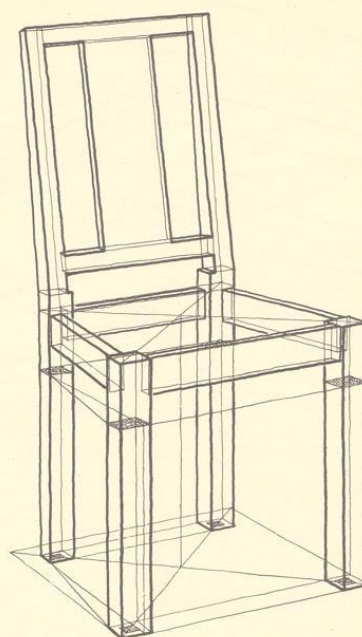
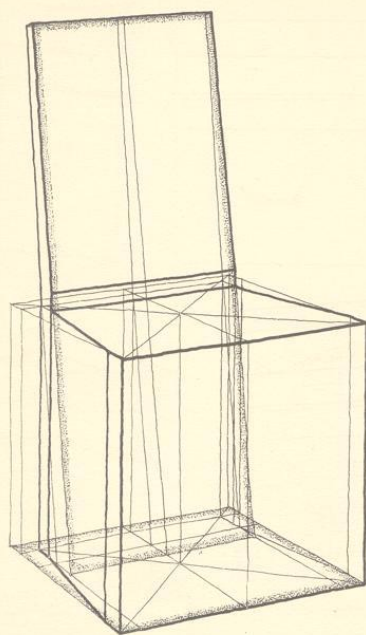
EK 835
K D/XII





EK 835
K D/XII

06
WTP
1487

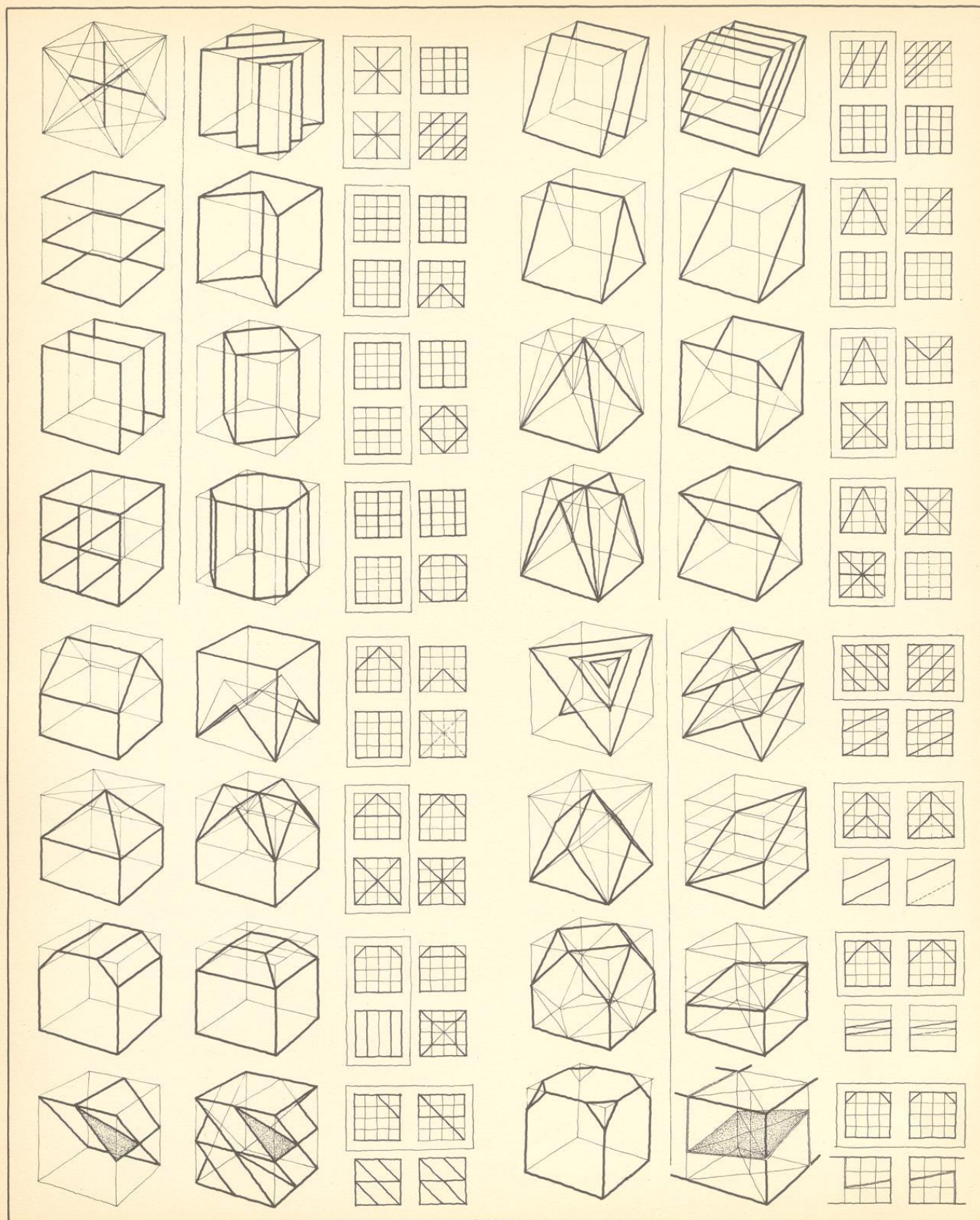




06
WTP
1487

EK 835

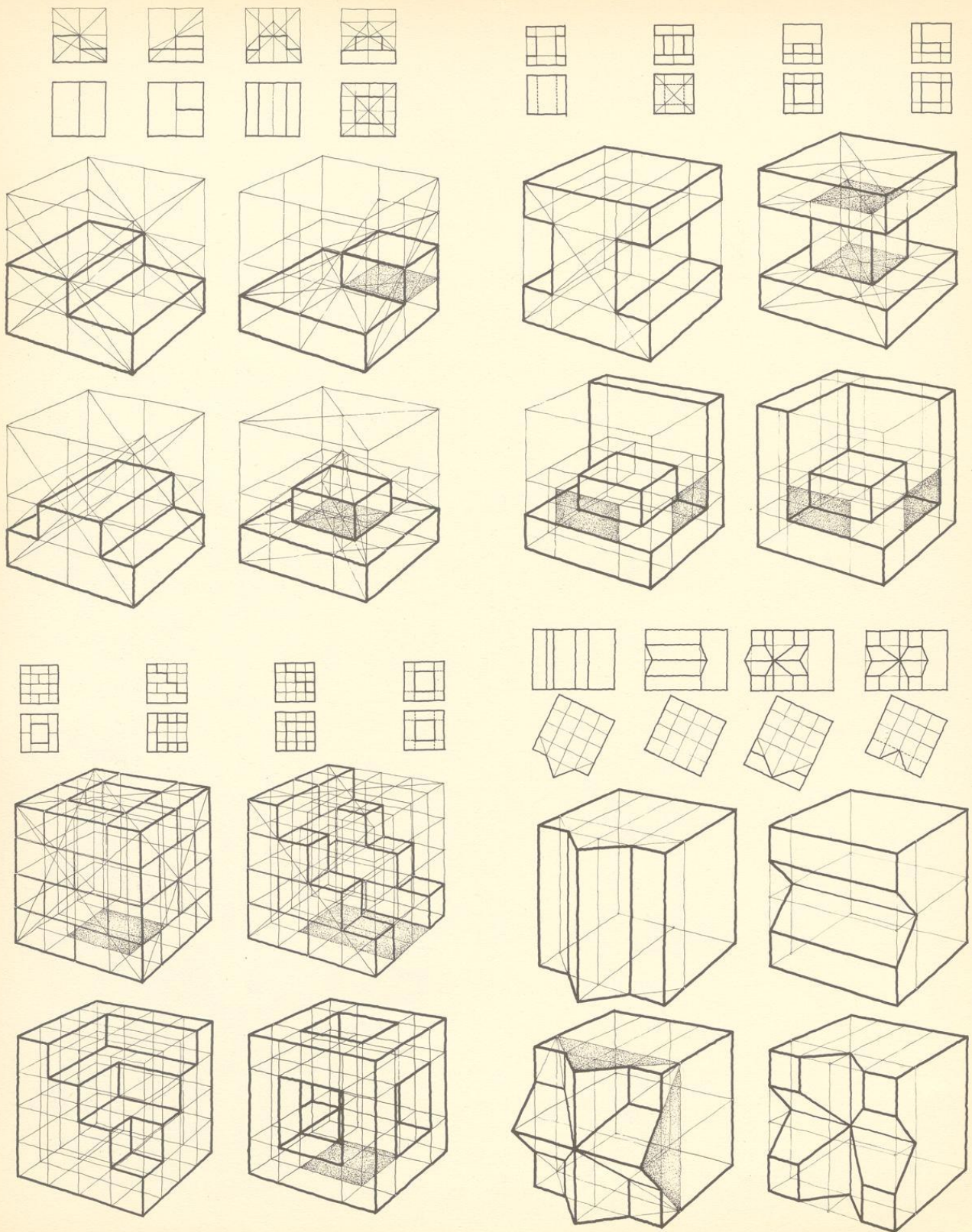
K D/XII





06
WTP
1487

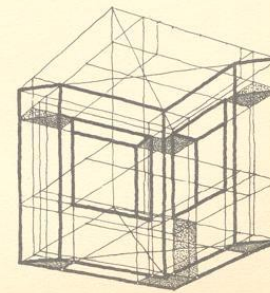
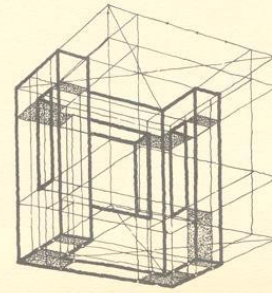
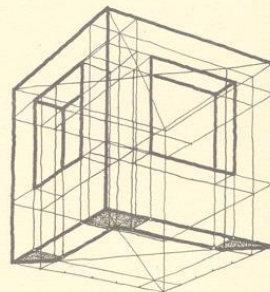
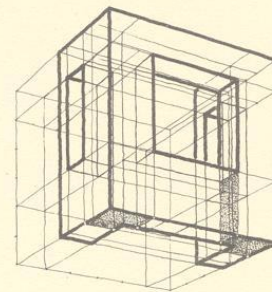
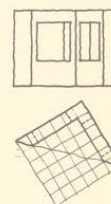
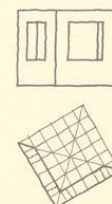
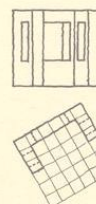
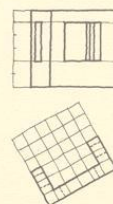
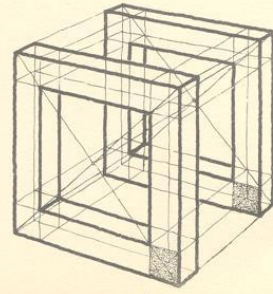
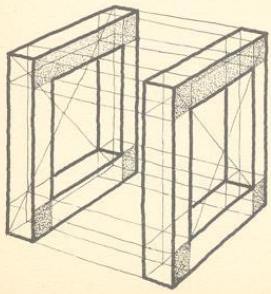
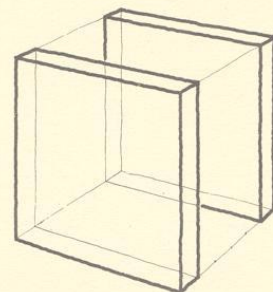
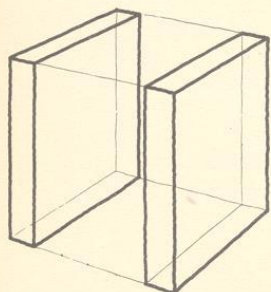
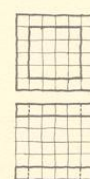
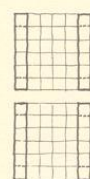
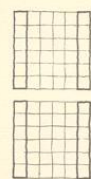
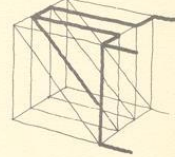
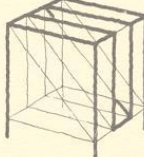
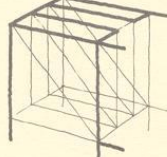
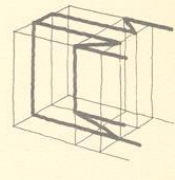
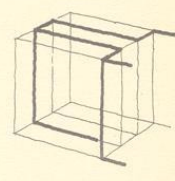
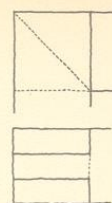
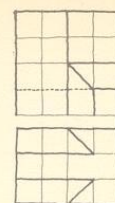
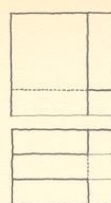
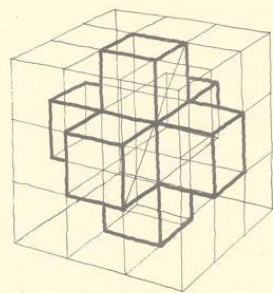
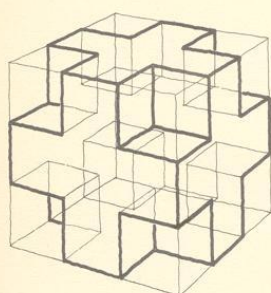
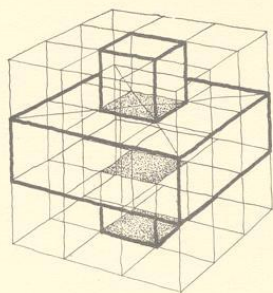
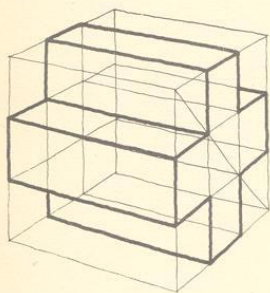
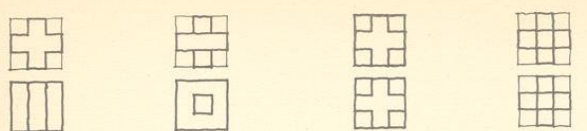
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

EK 835
K D/XII

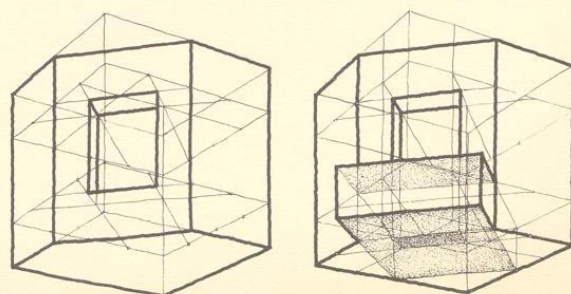
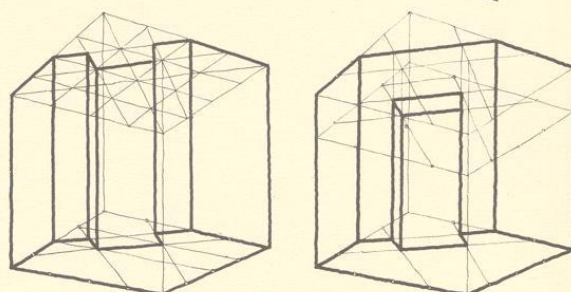
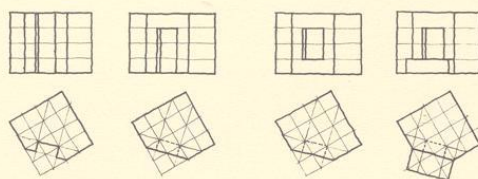
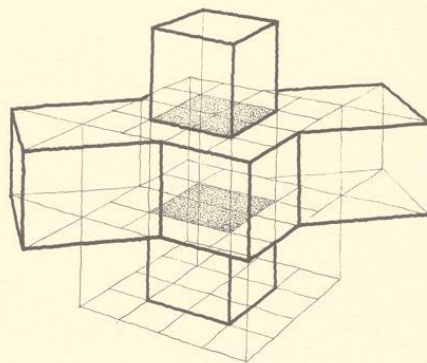
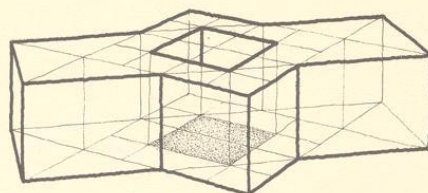
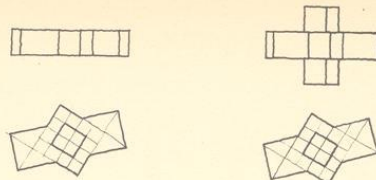
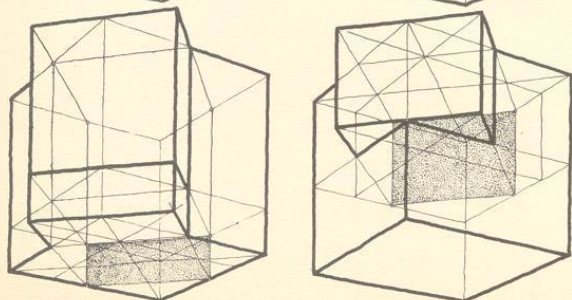
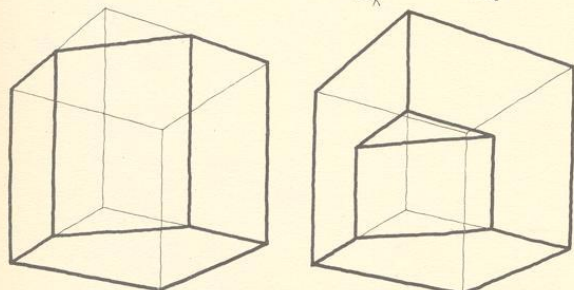
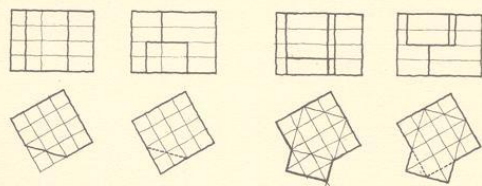
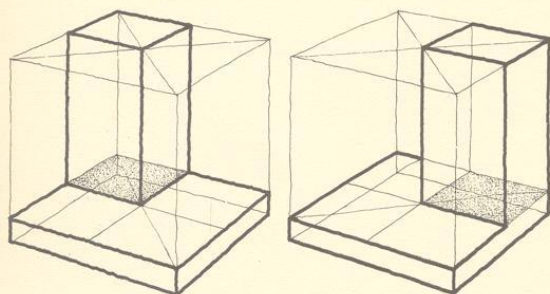
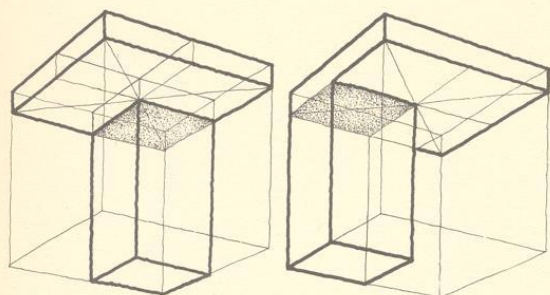
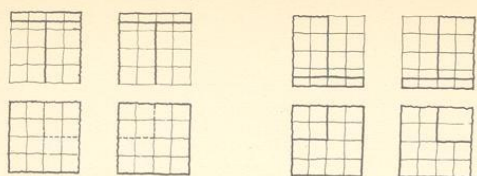




06
WTP
1487

EK 835

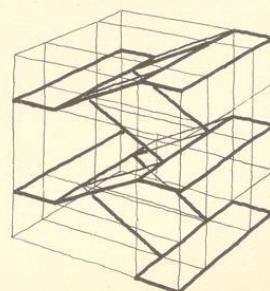
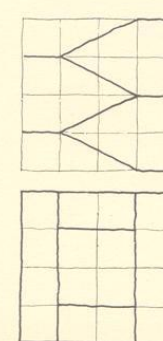
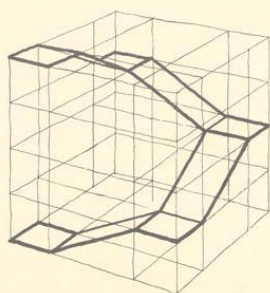
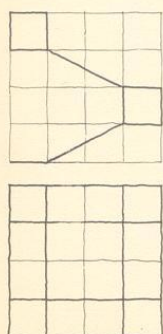
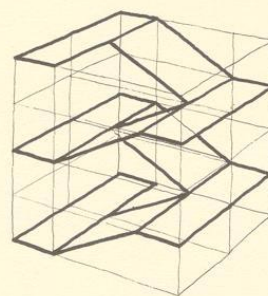
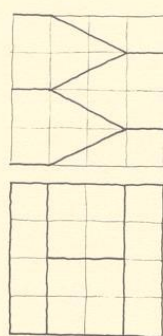
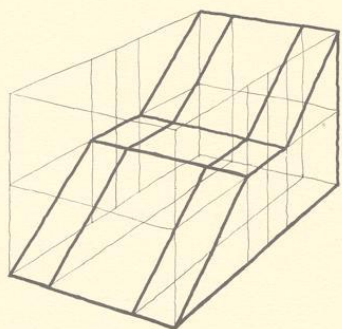
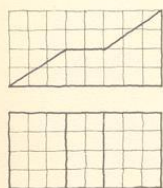
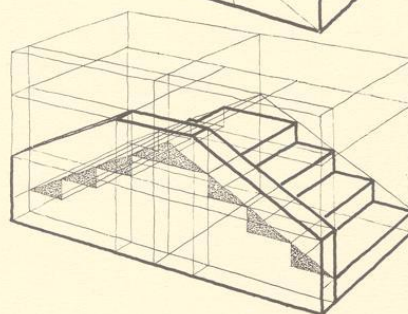
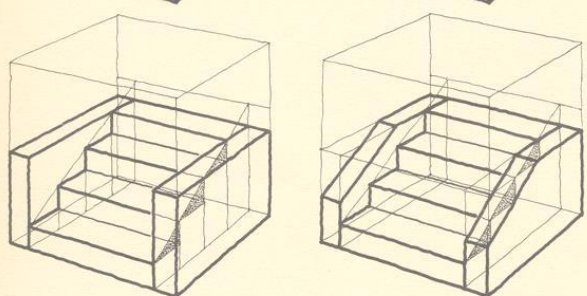
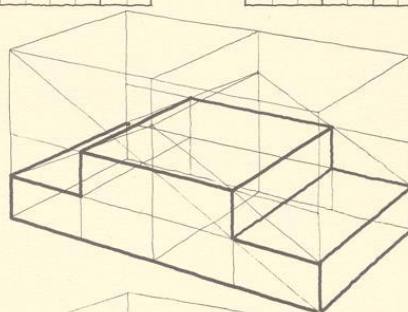
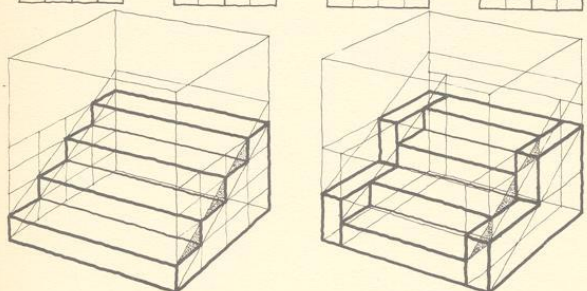
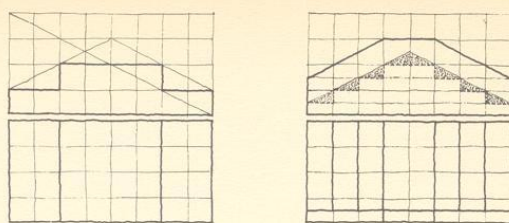
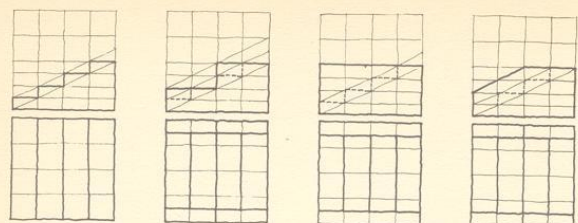
K 2/xii





D6
WTP
1487

EK 835
K D/XII





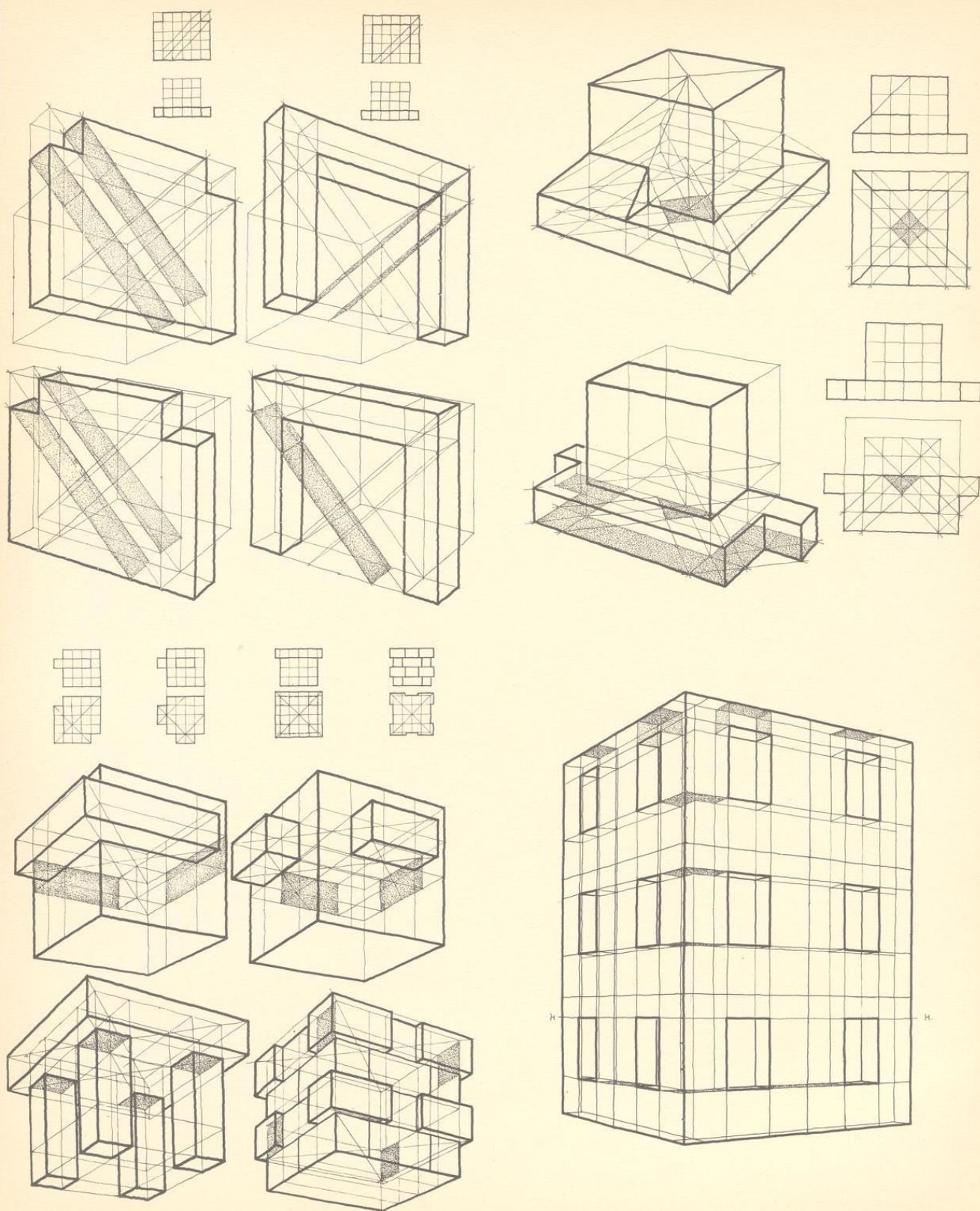
06

WTP

1487

EK 835

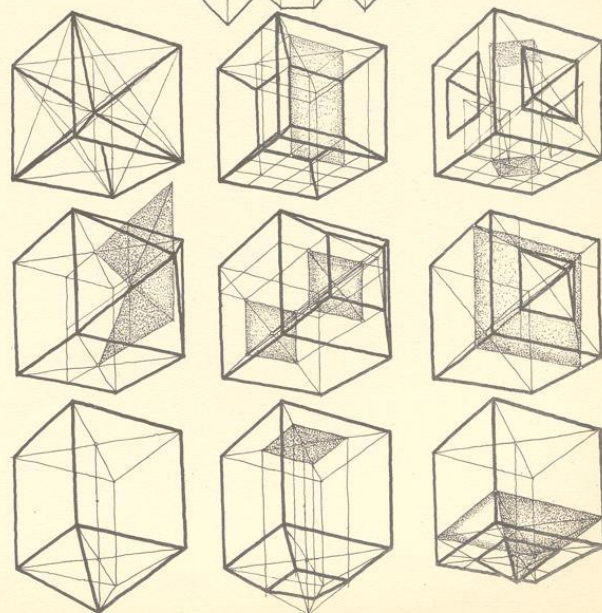
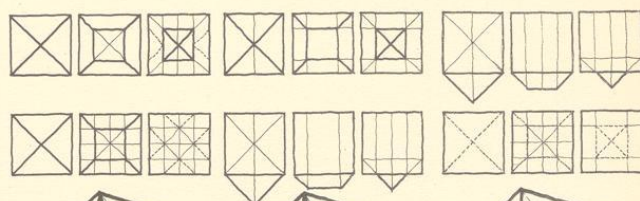
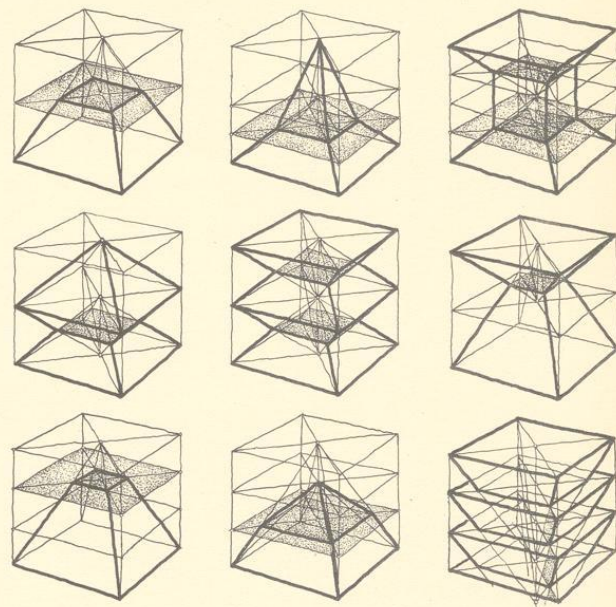
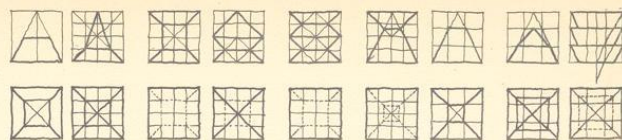
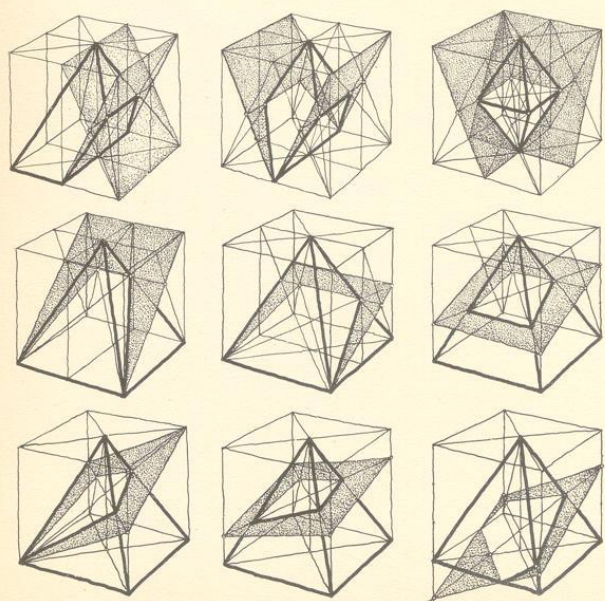
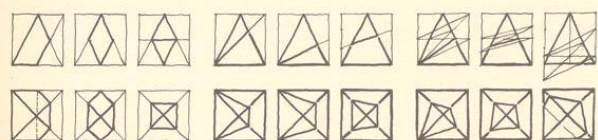
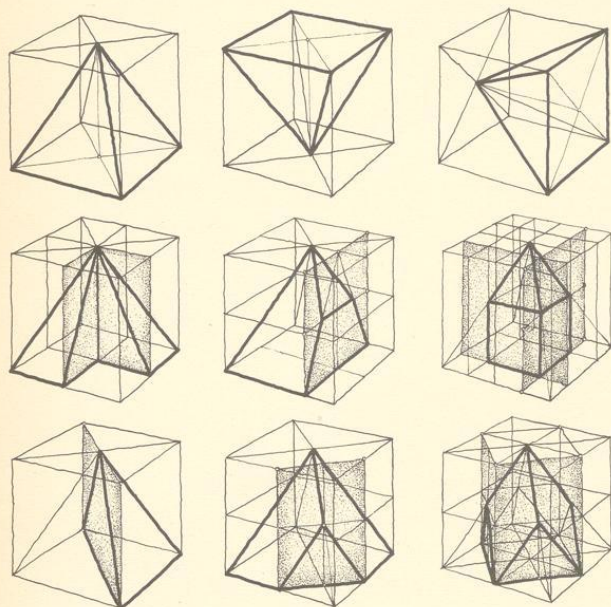
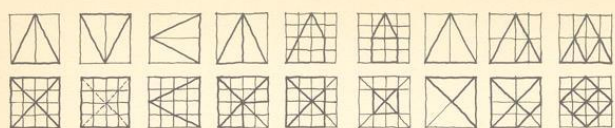
K 3/XII





06
WIP
1487

EK 835
K D/II

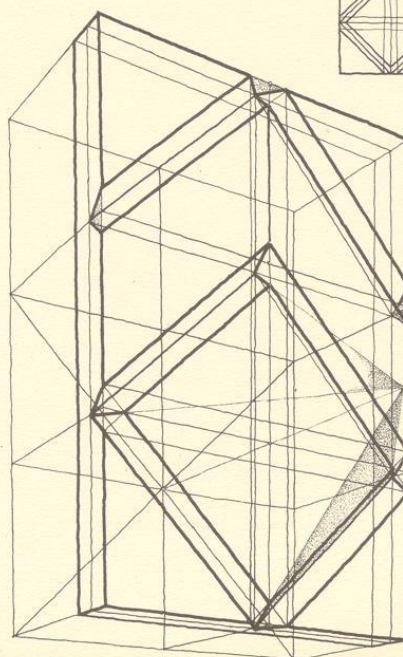
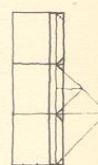
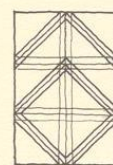
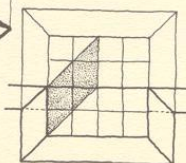
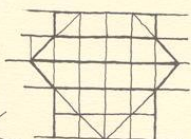
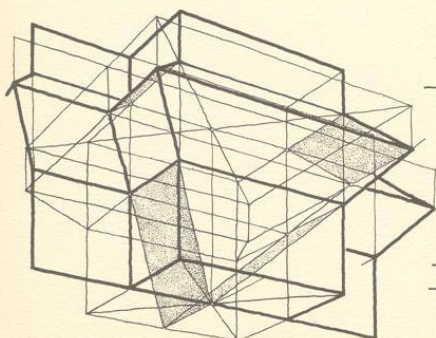
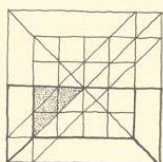
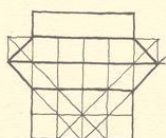
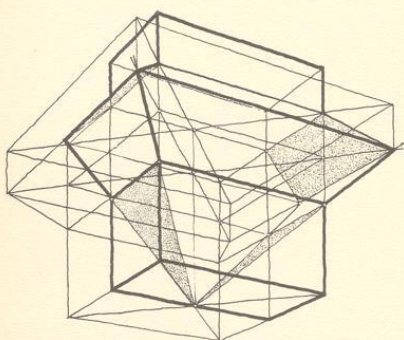
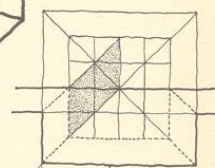
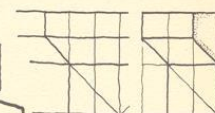
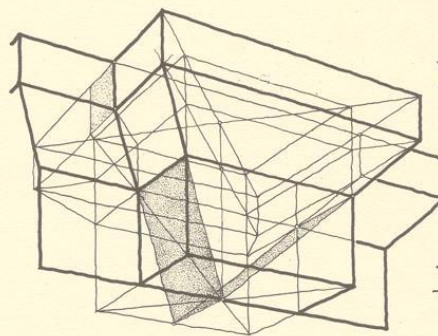
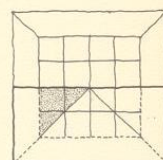
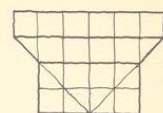
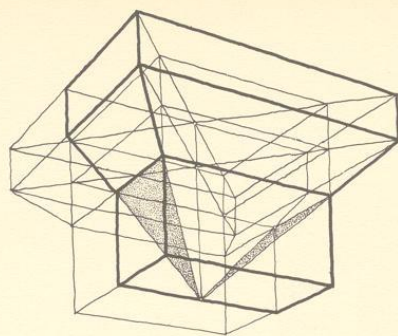
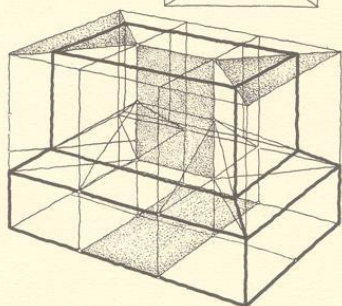
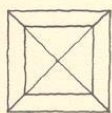
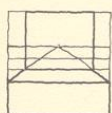
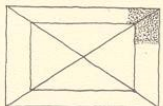
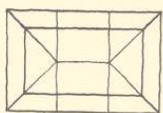
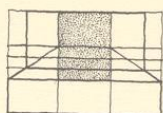
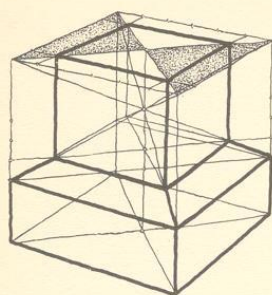




06
WTP
1487

EK 835

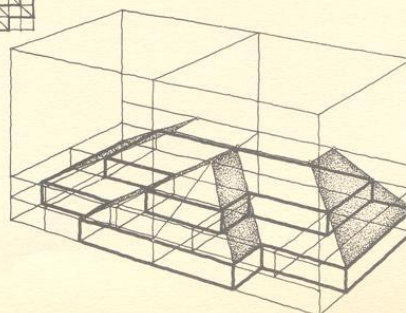
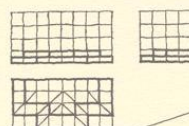
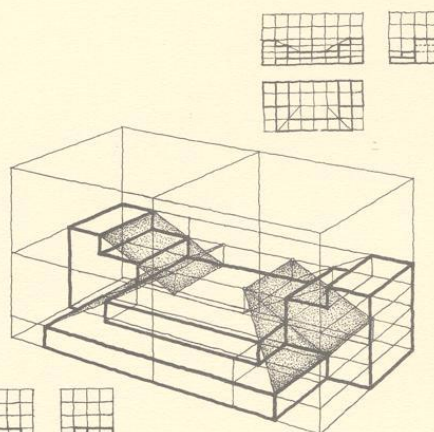
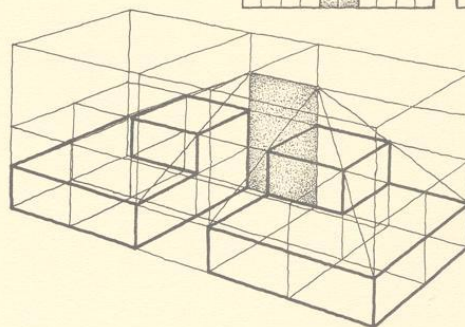
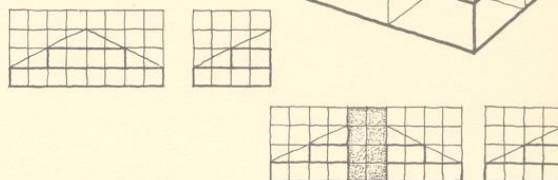
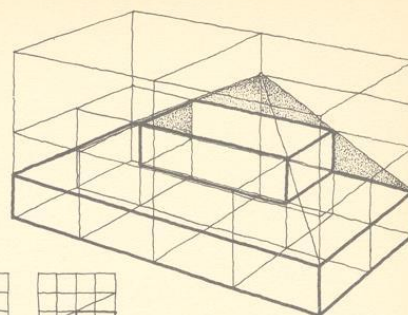
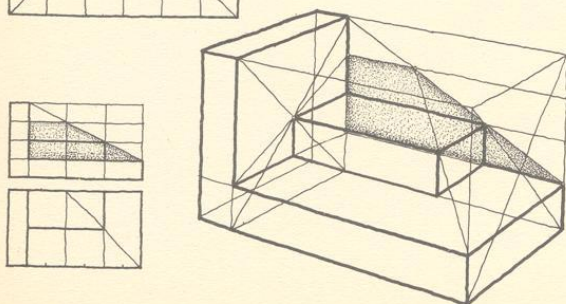
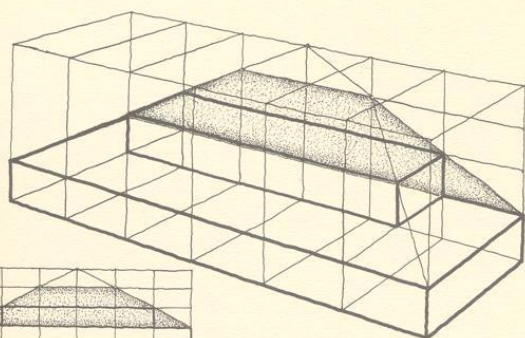
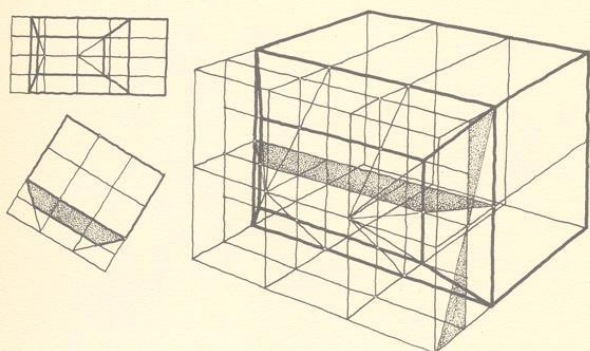
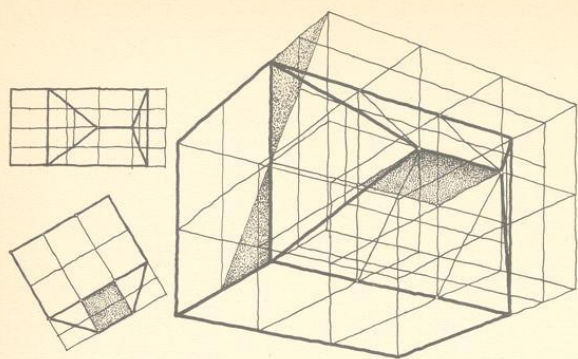
K D/XII





06
WTP
1487

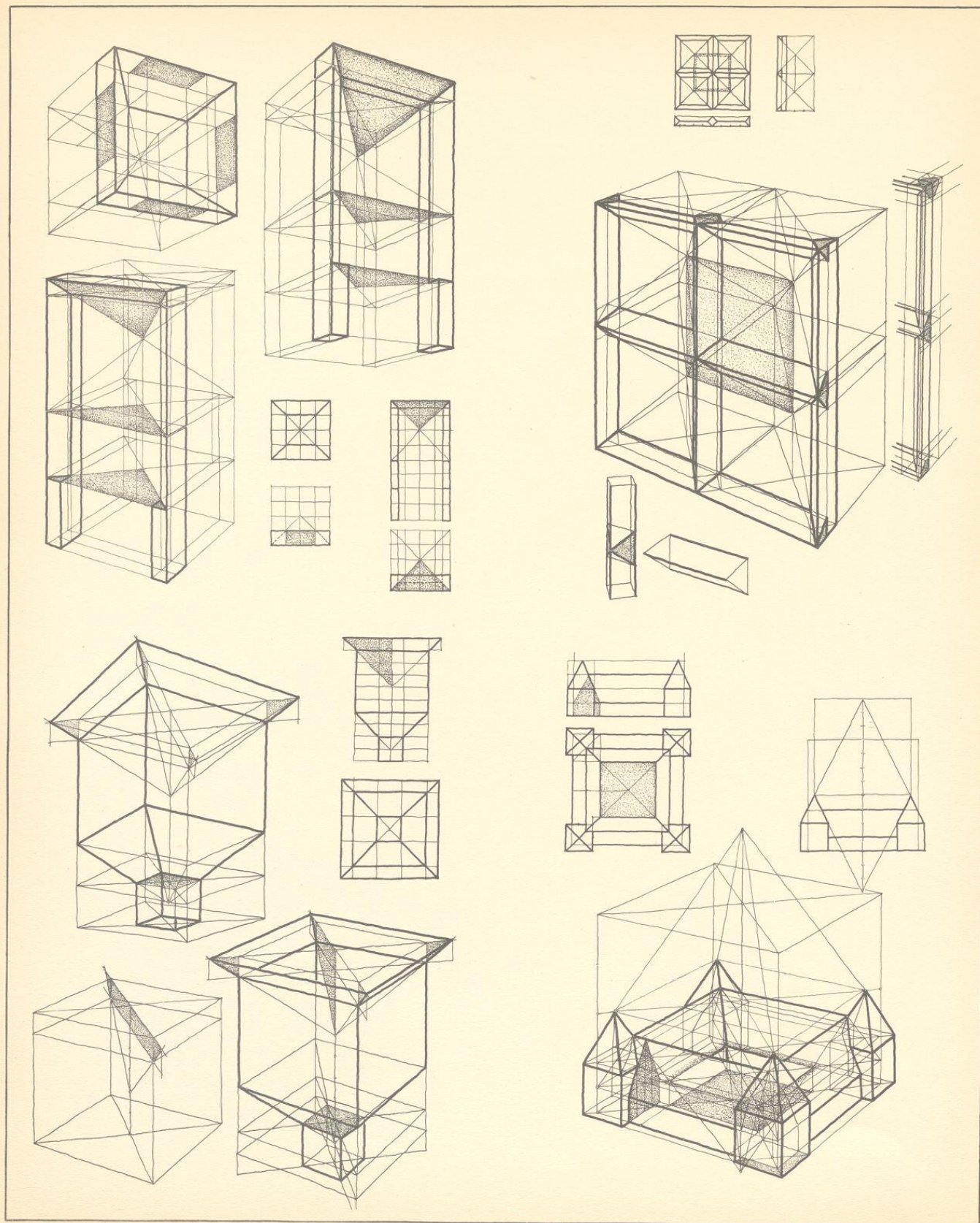
EK 835
K D/ XII





06
WTP
1487

EK 835
K D/XII

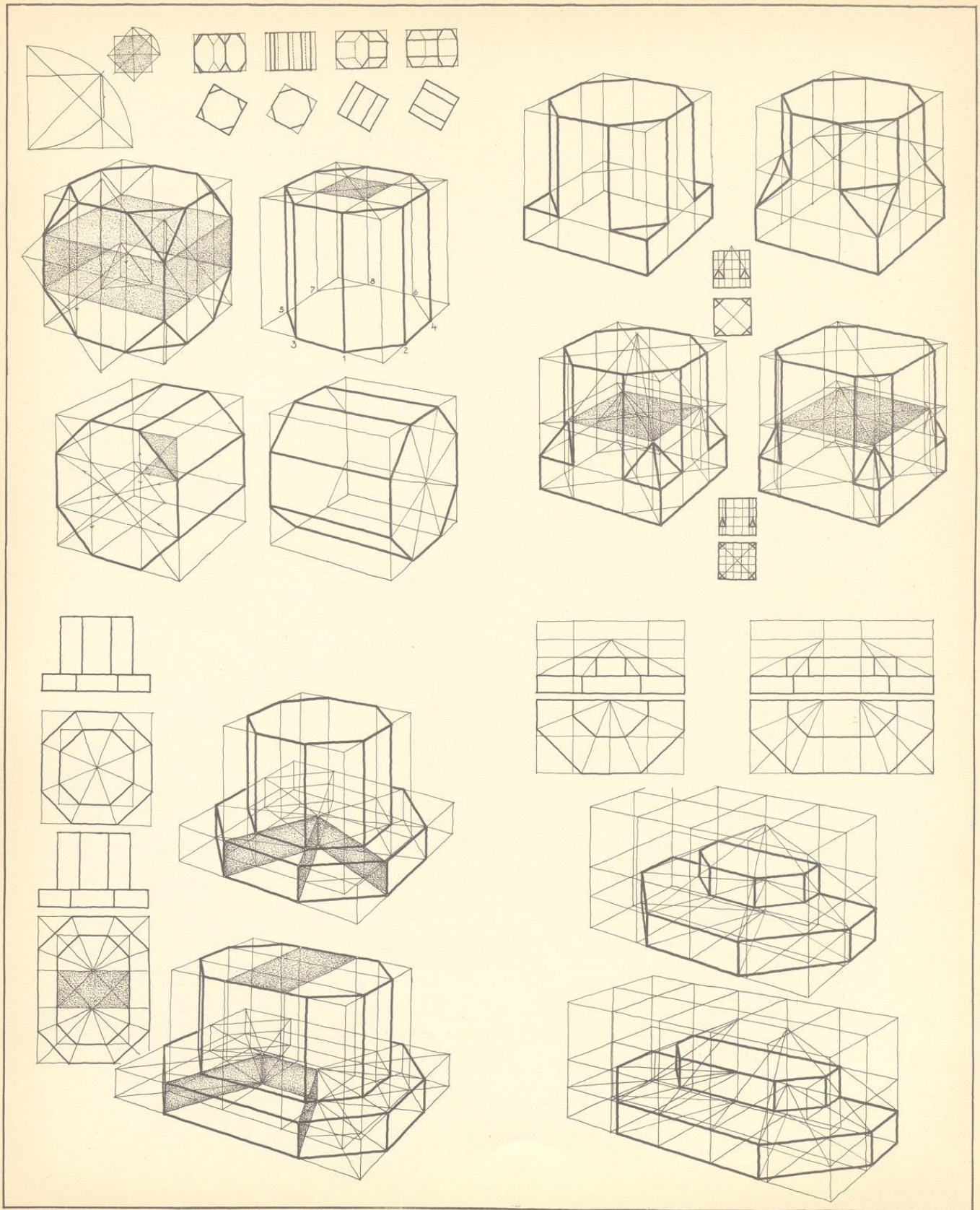




06
WTP
1987

EK 835

K D/XII

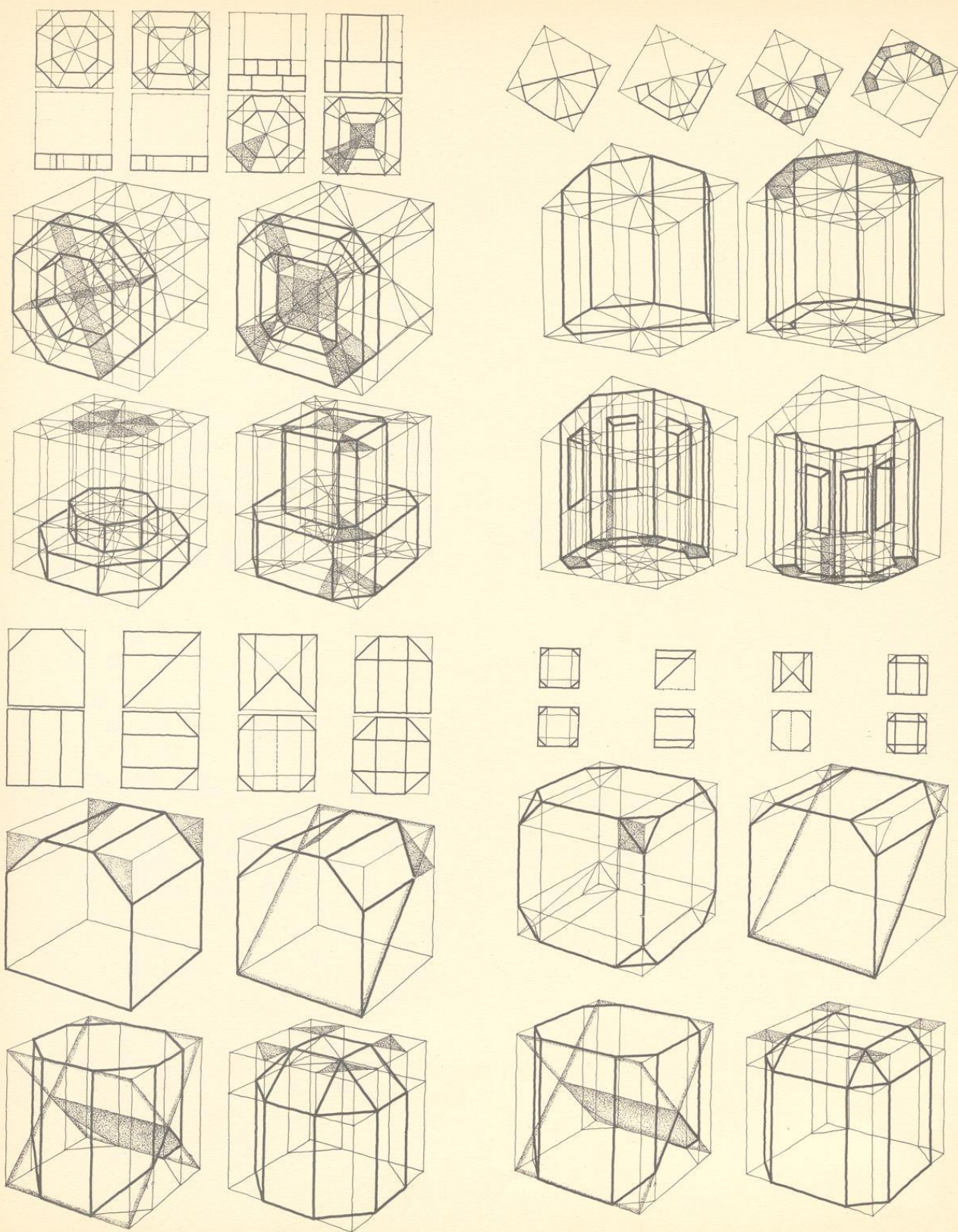




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

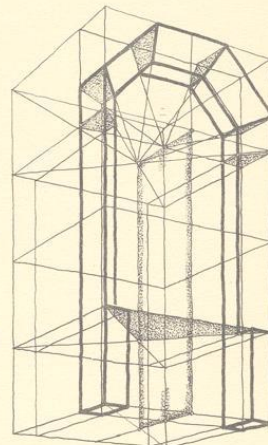
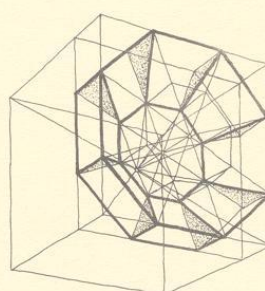
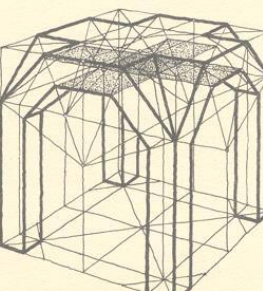
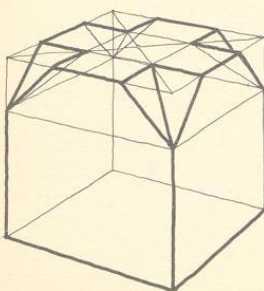
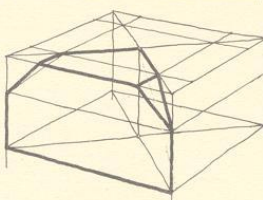
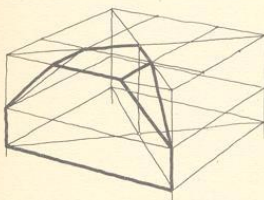
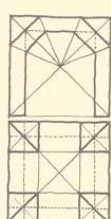
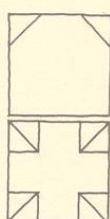
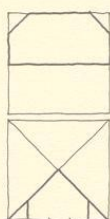
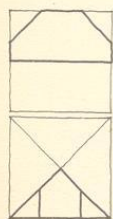
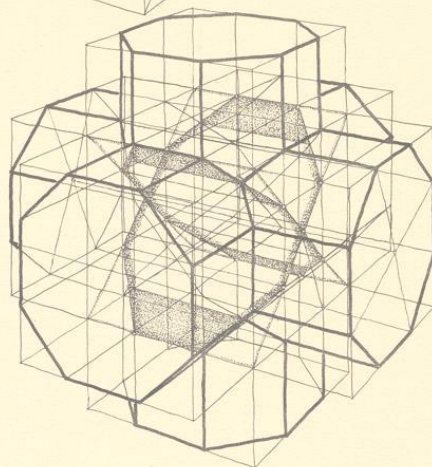
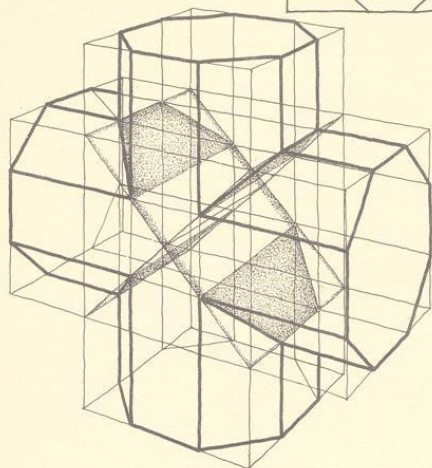
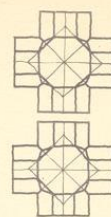
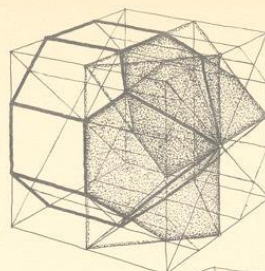
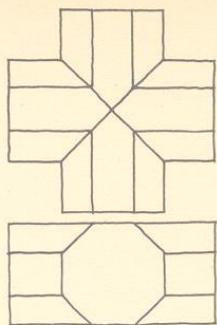
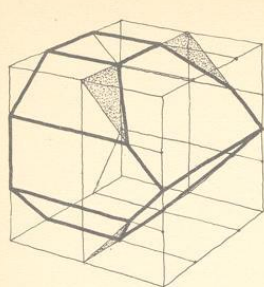




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII





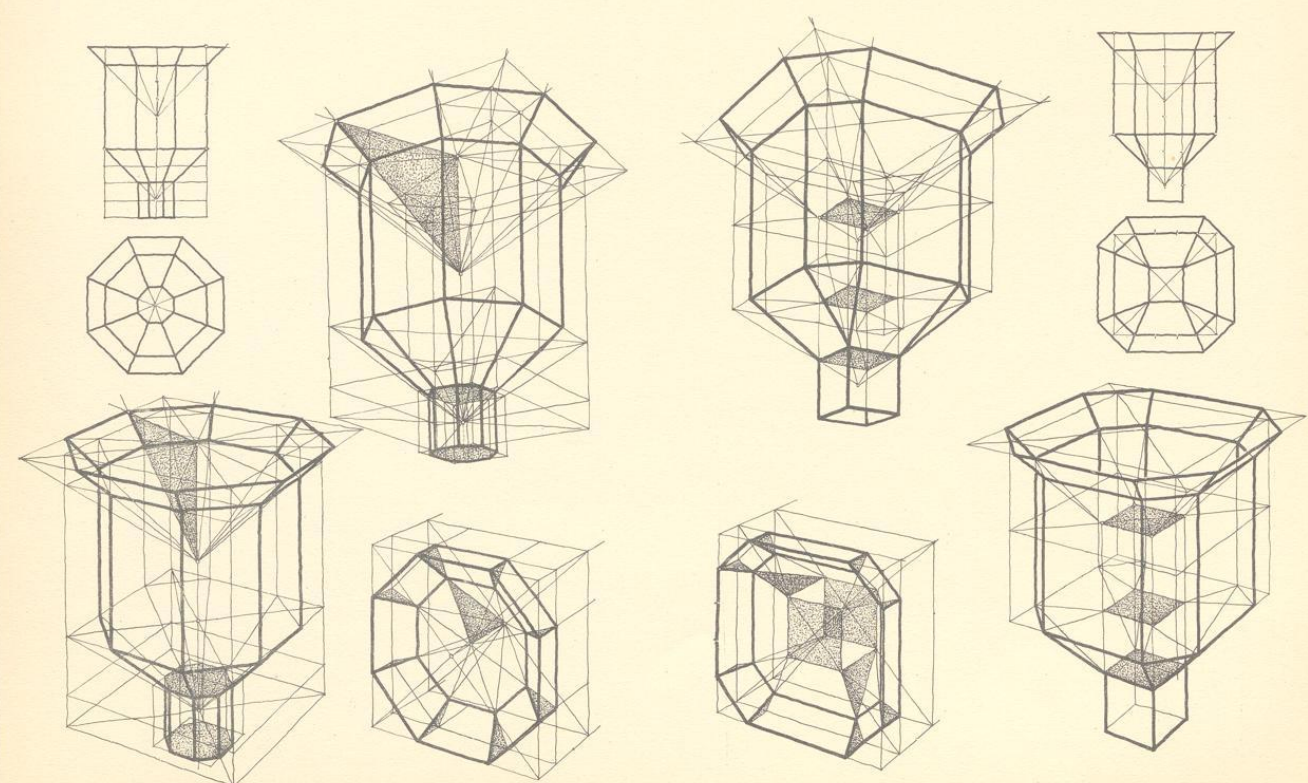
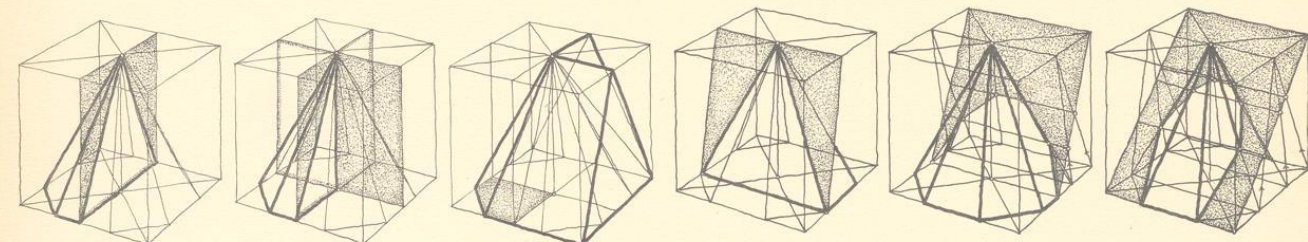
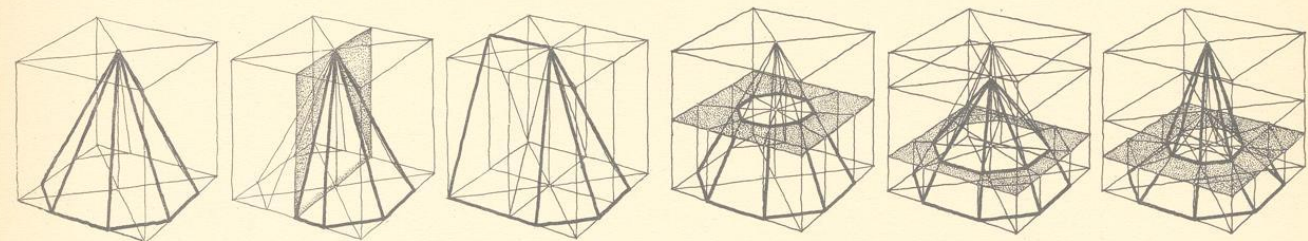
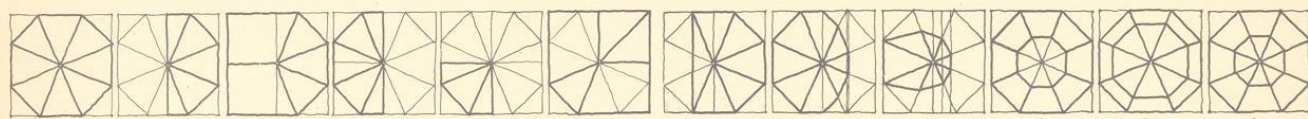
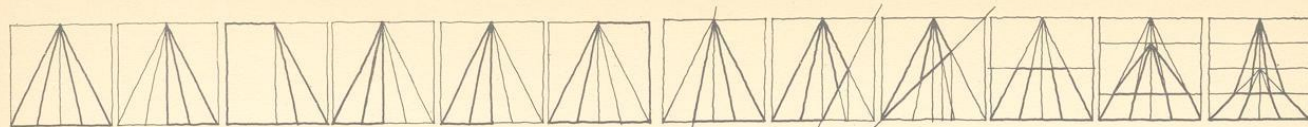
EK 835

K D/XII

06

WTP

1487

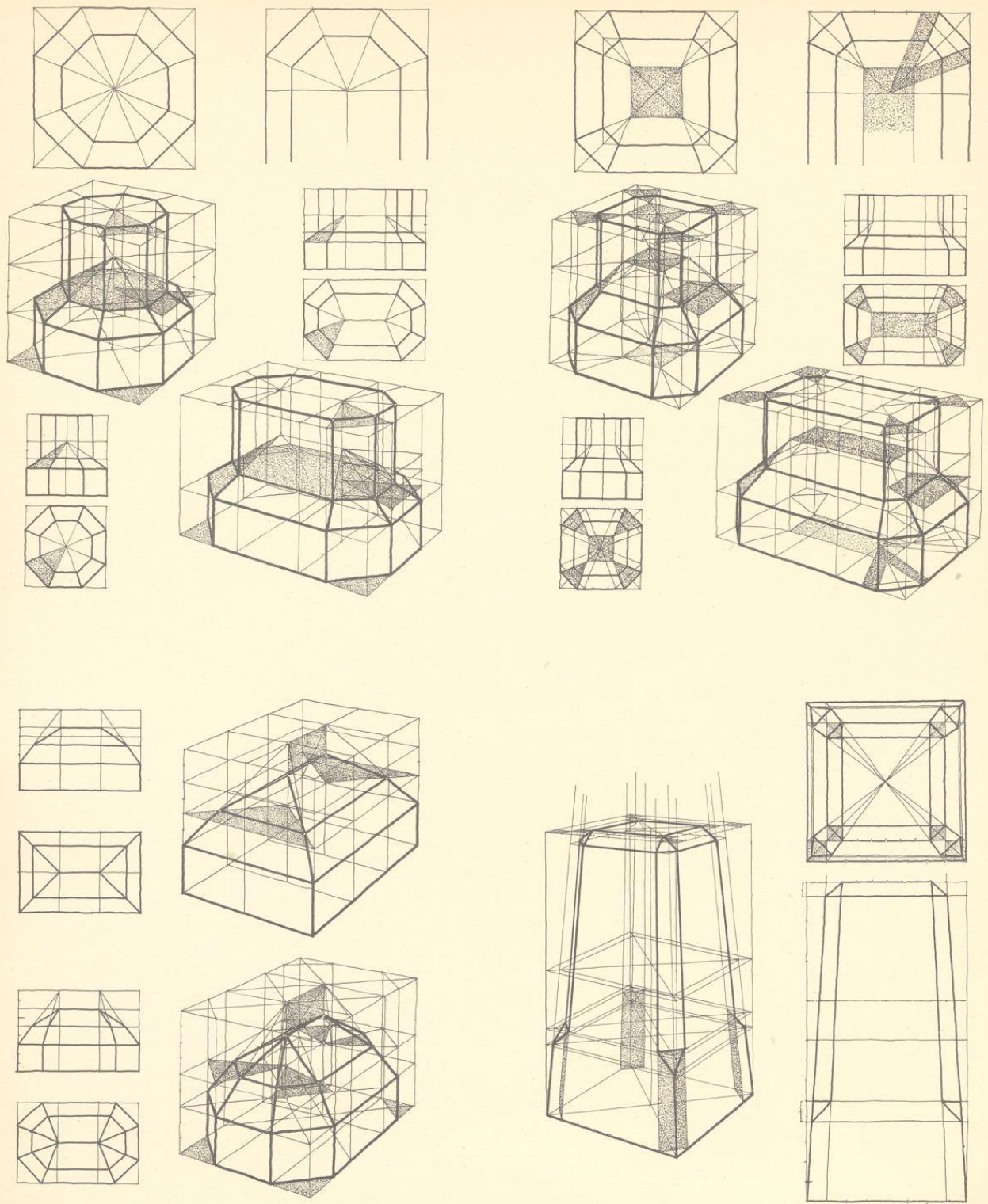




06
WTP
1487

EK 835

K D/xii

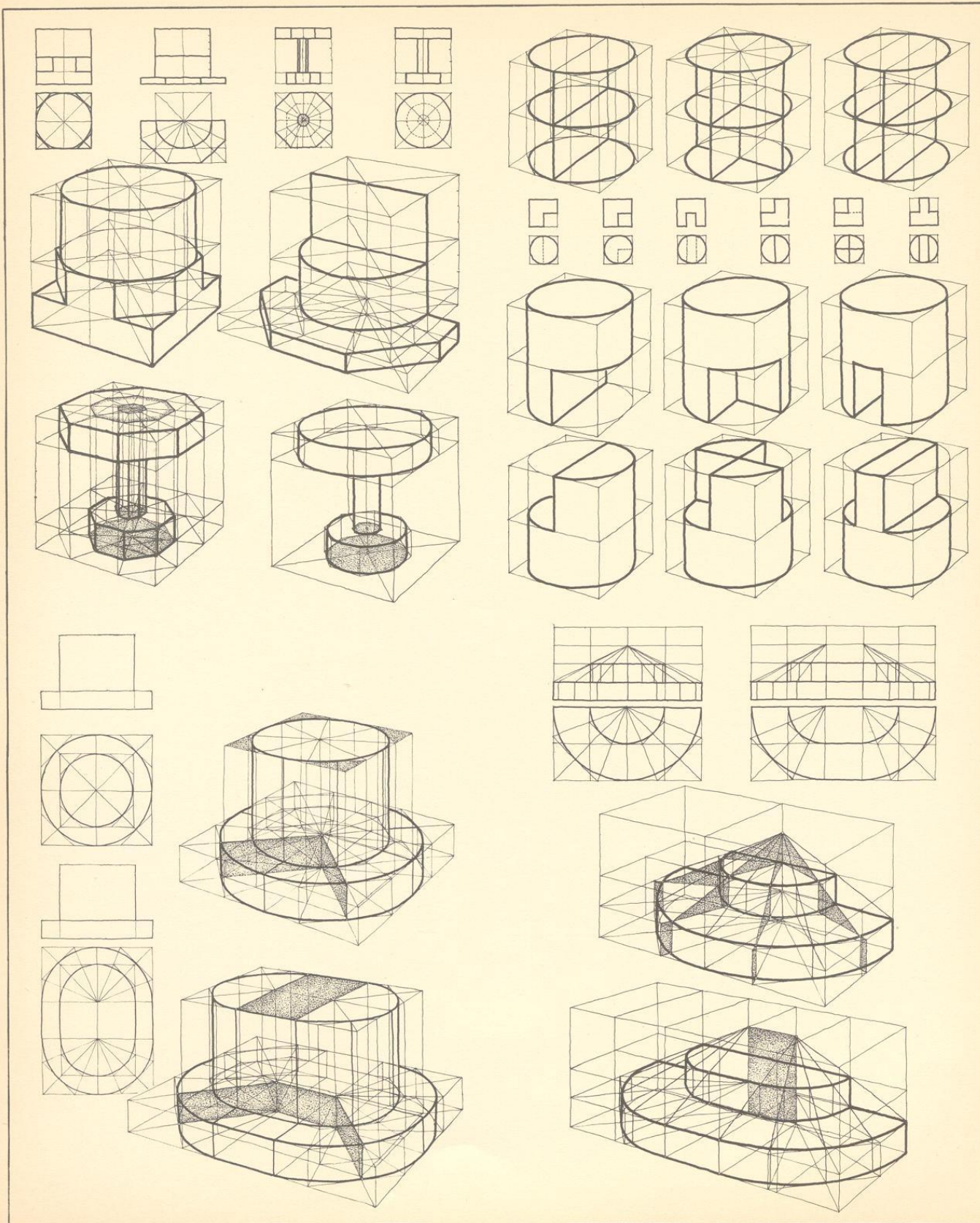




06
WTP
1487

EK 835

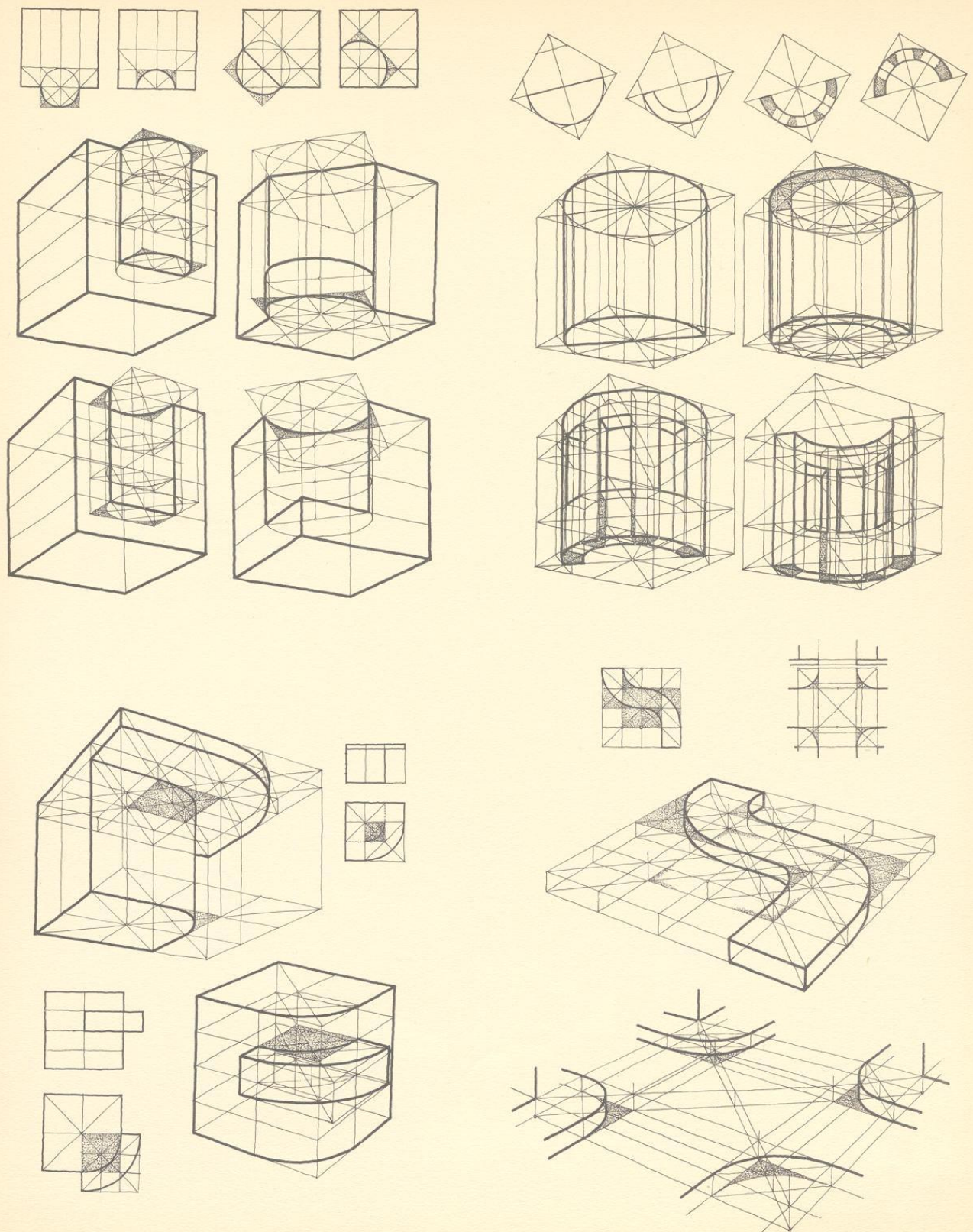
K D/XII





06
WTP
1487

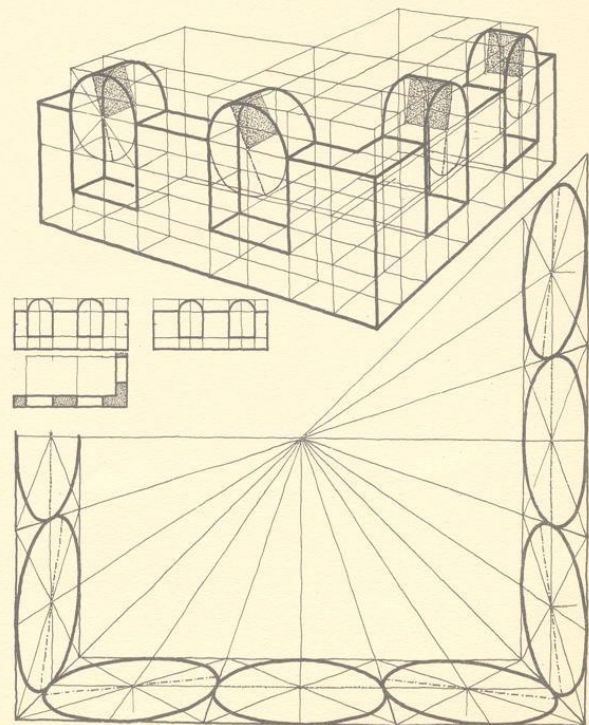
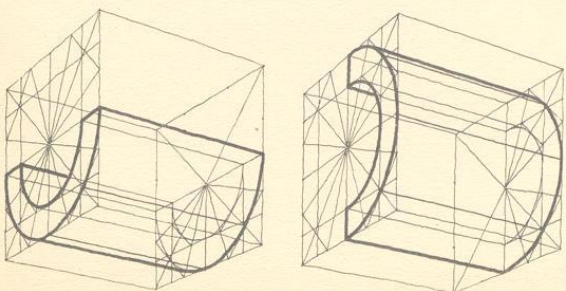
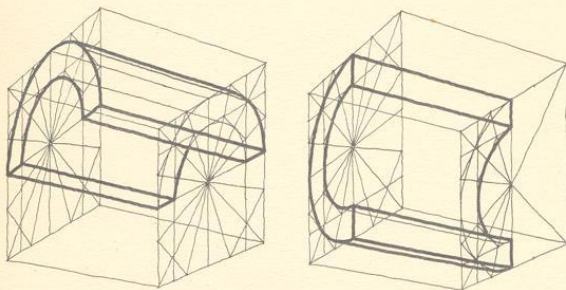
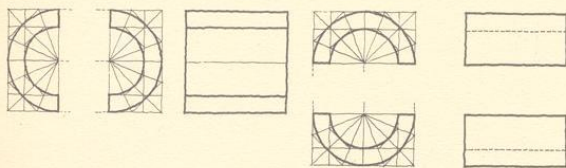
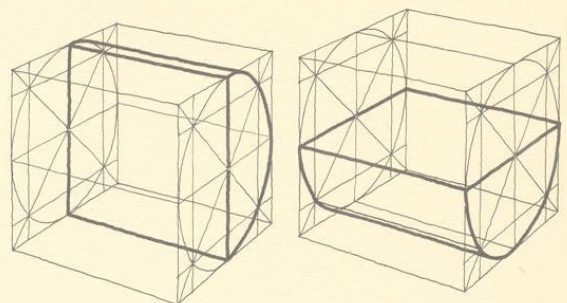
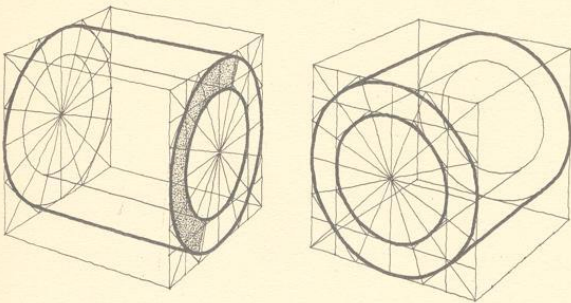
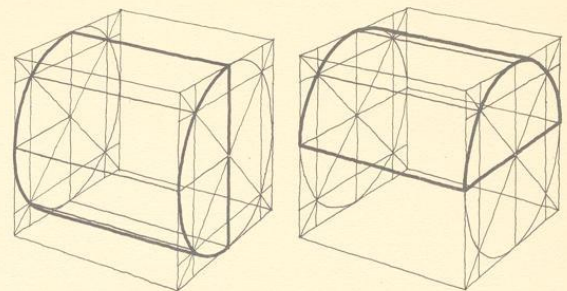
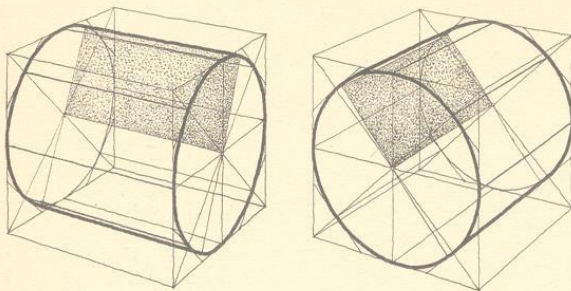
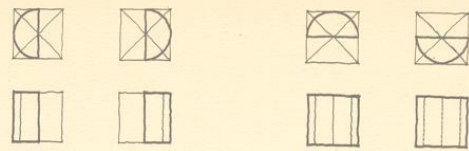
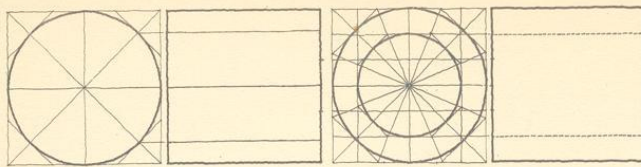
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

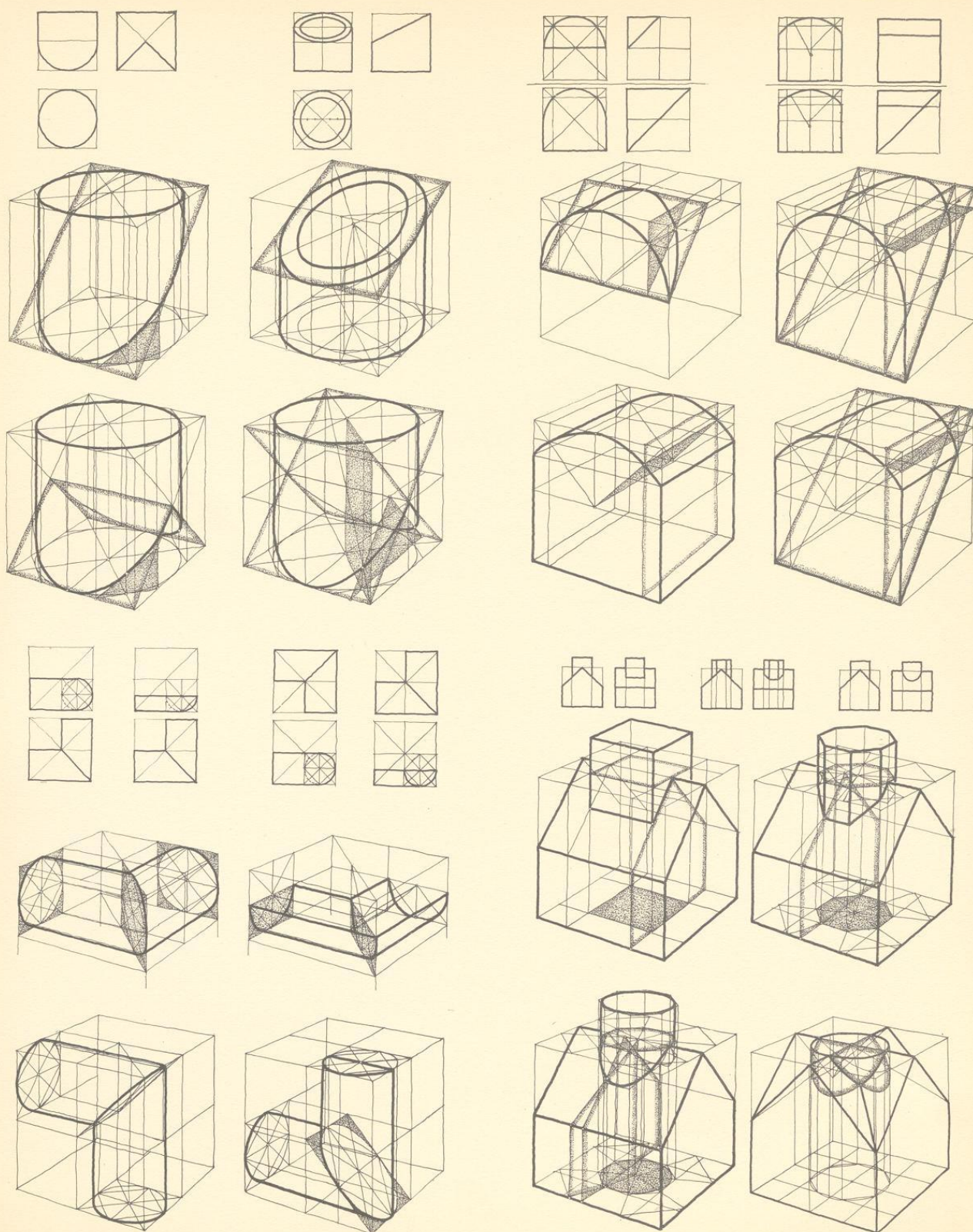
EN 835
N 2/XII





06
WTP
1487

EK 835
K D/xii

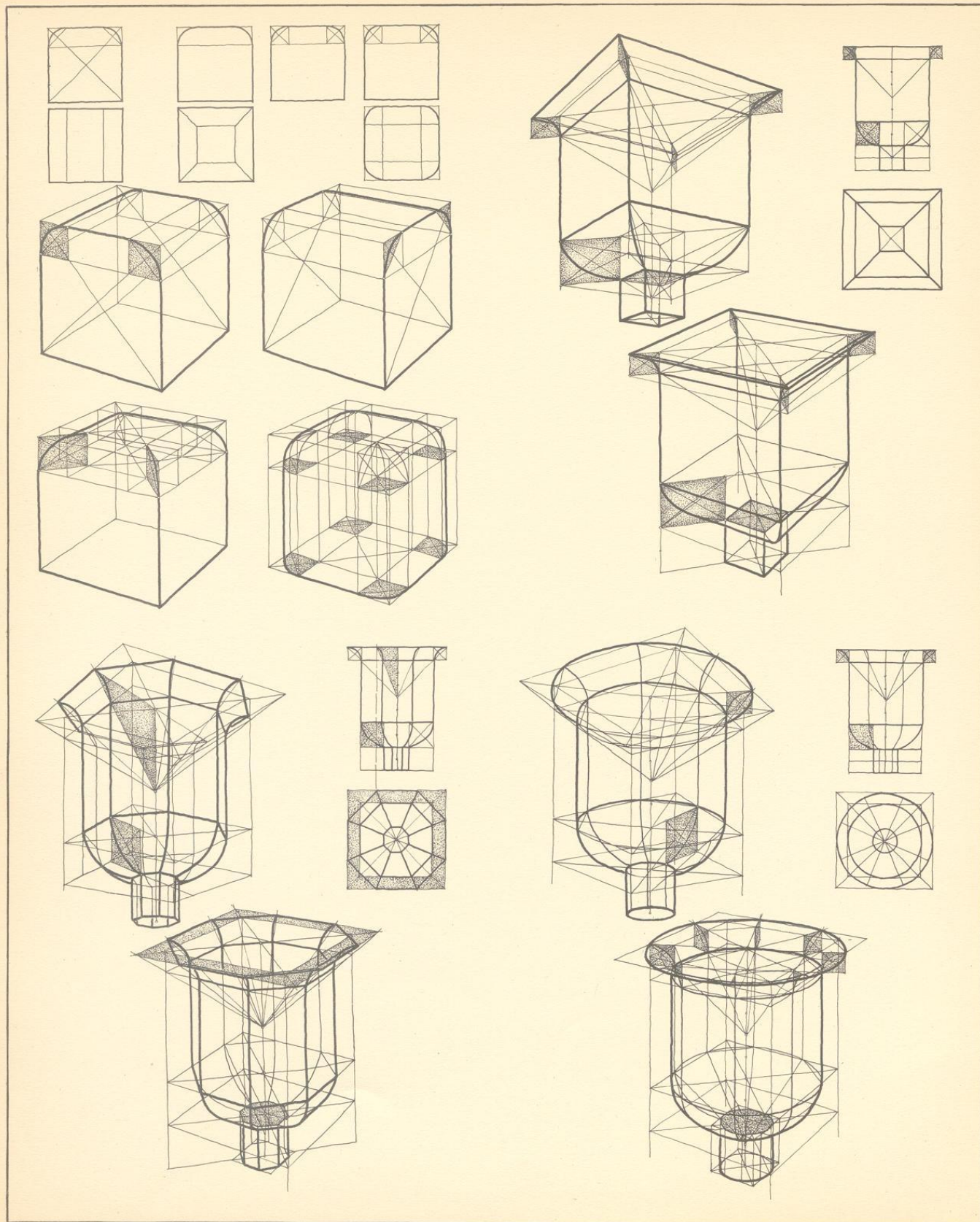




06
WTP
1487

EK 835

k D/xii





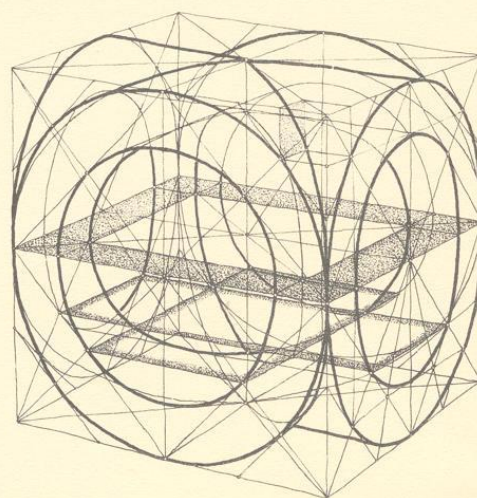
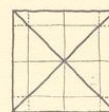
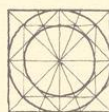
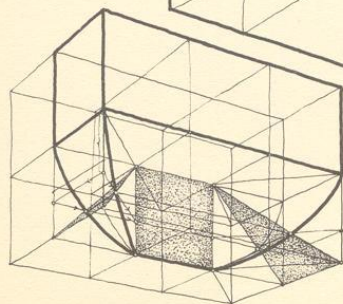
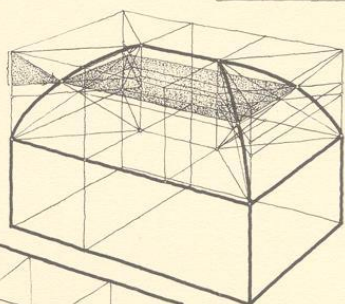
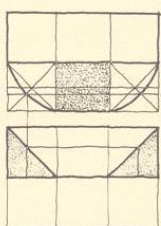
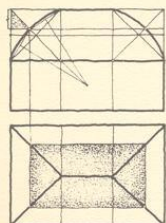
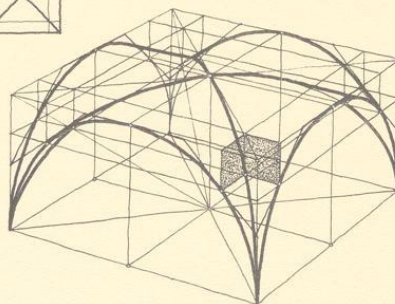
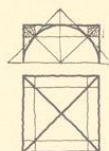
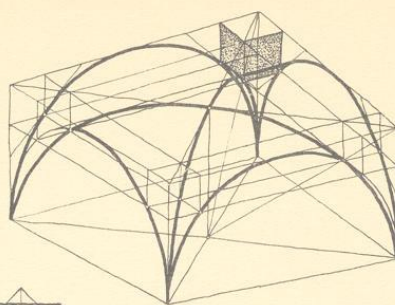
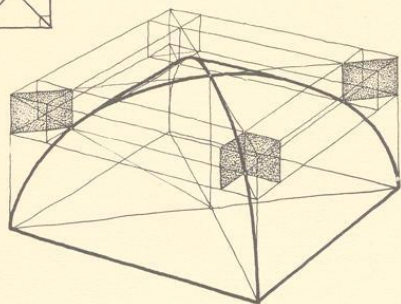
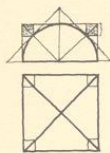
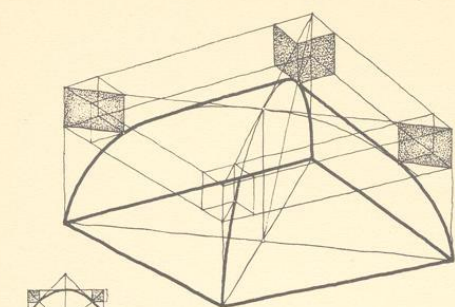
EK 835

k D/xii

06

WTP

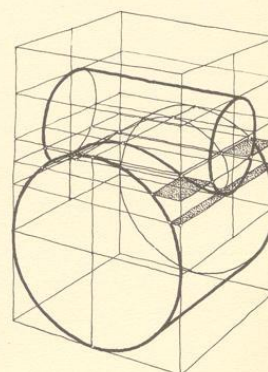
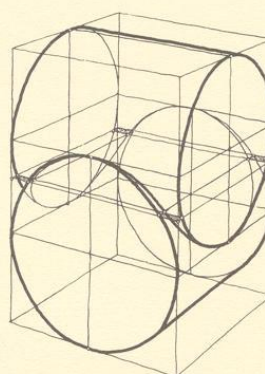
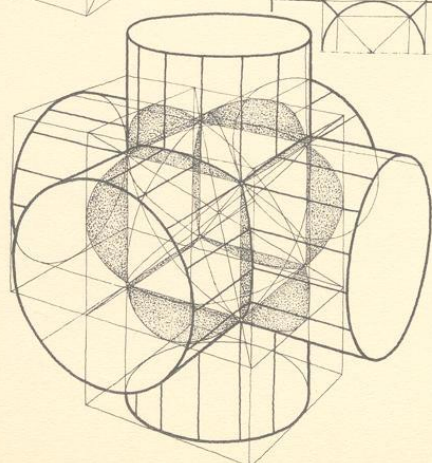
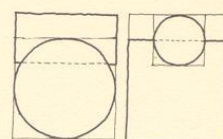
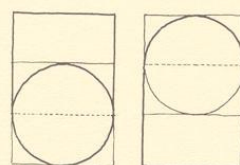
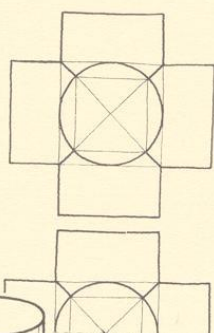
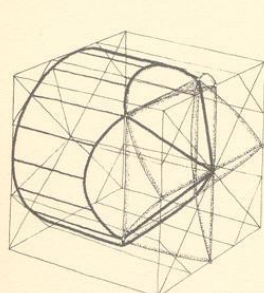
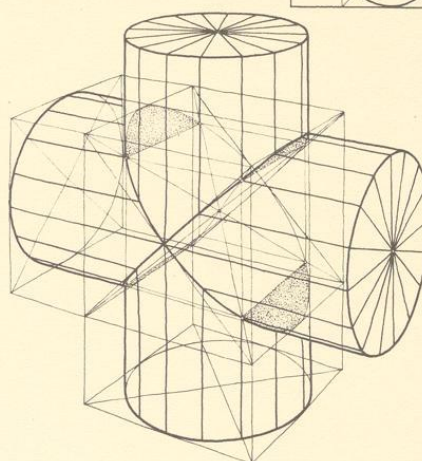
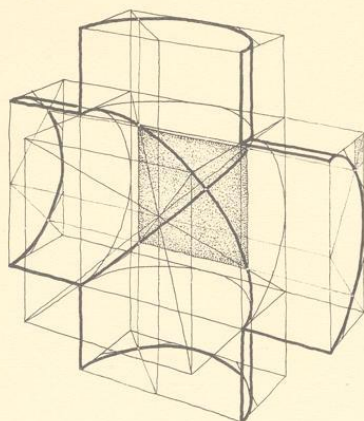
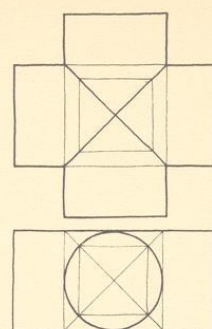
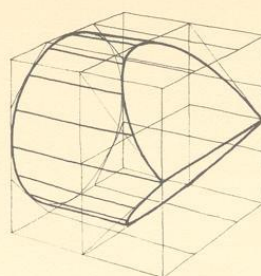
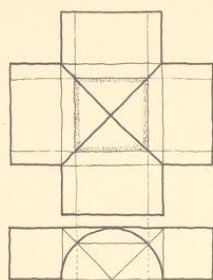
1487





06
WTP
1487

EK 835
K D/XII

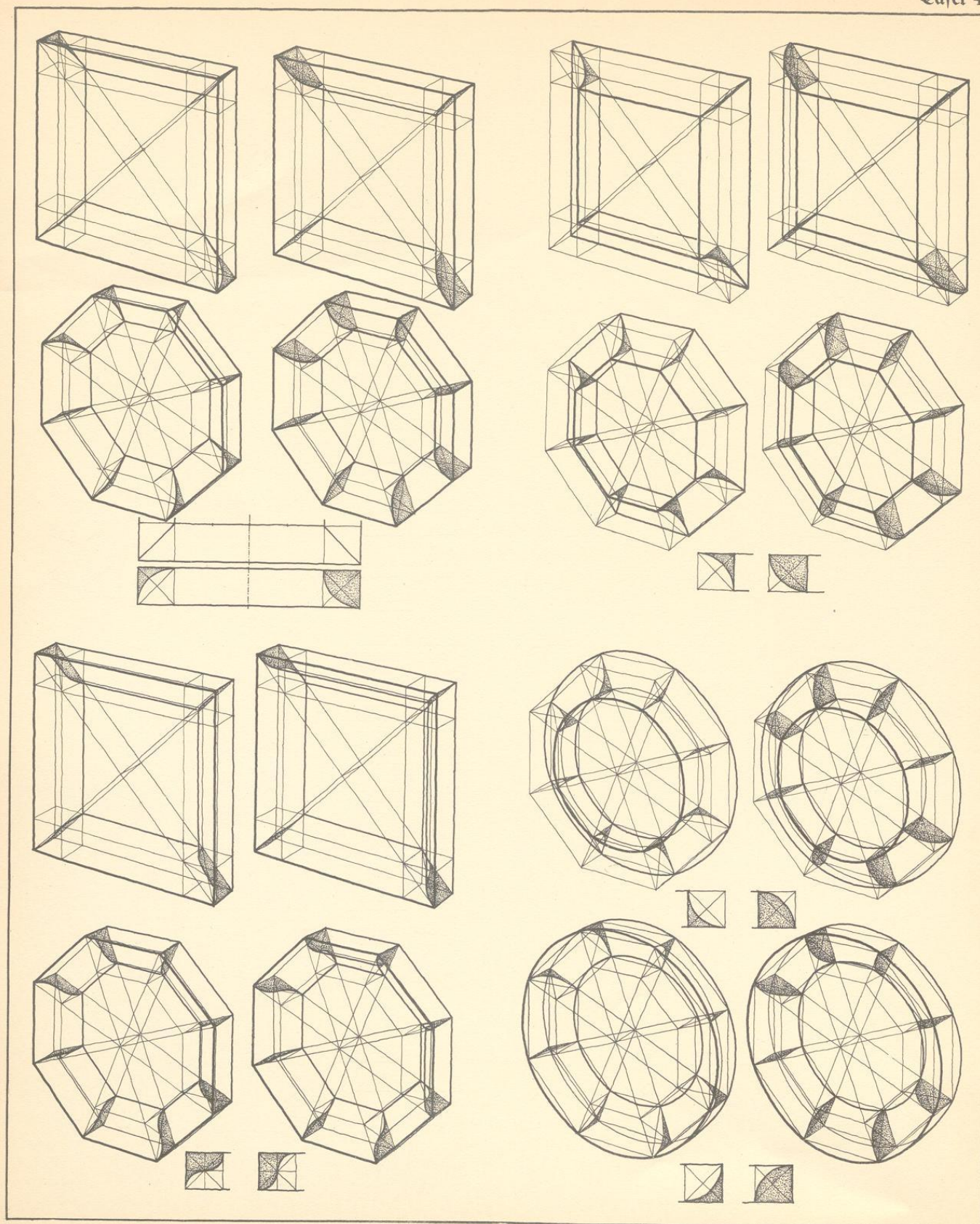




06
WTP
1487

EK 835

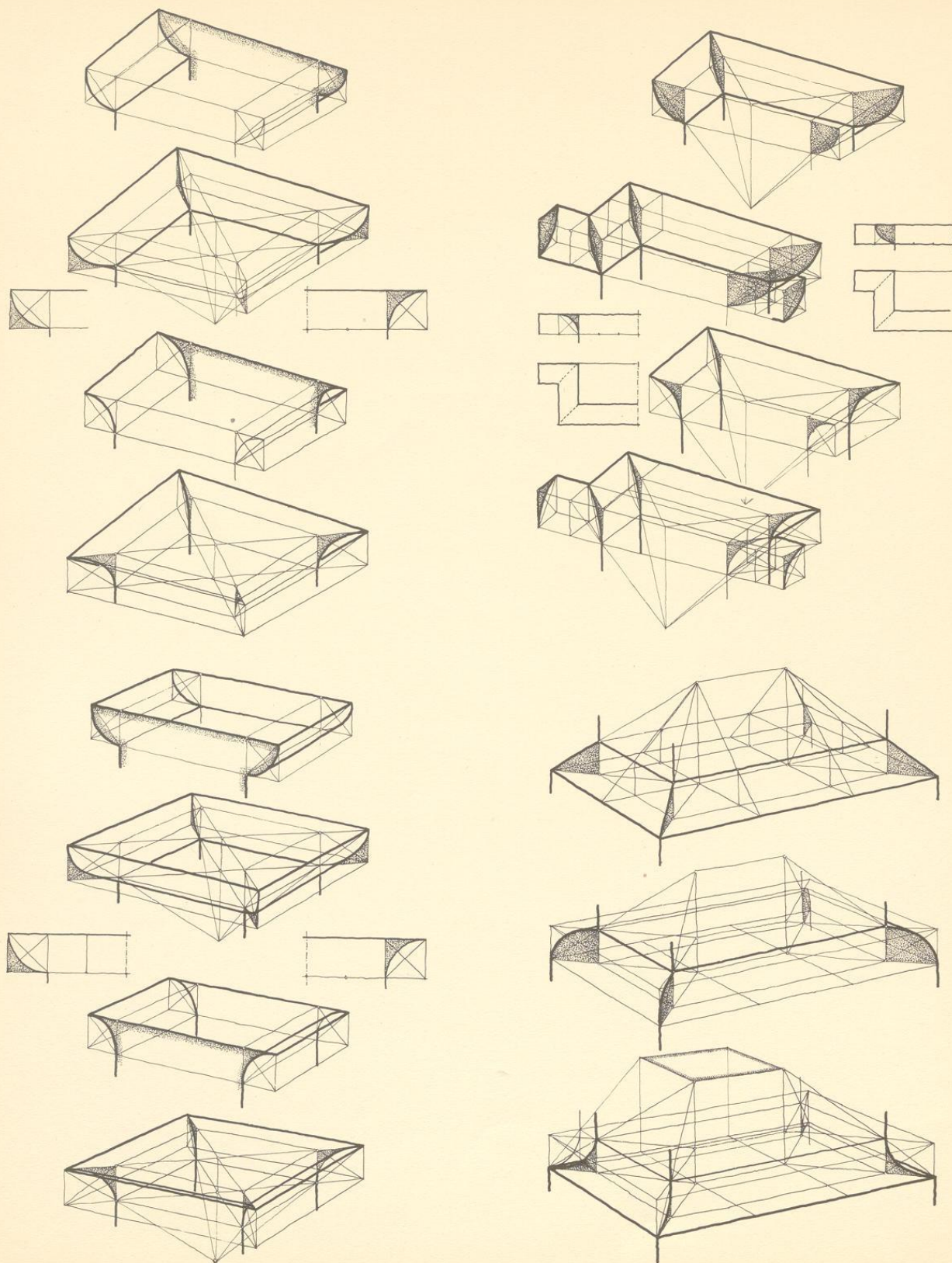
K D/XII





06
WTP
1487

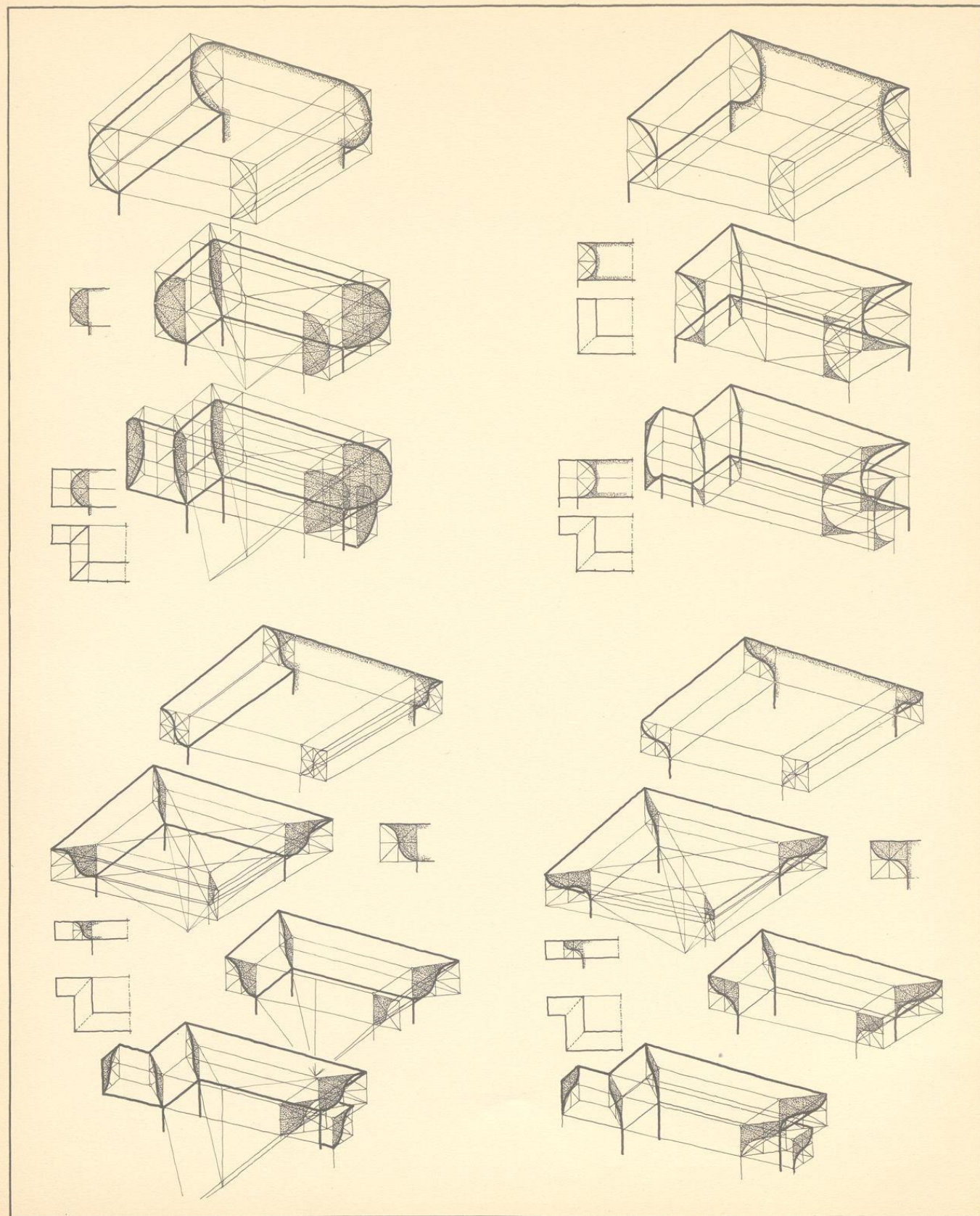
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

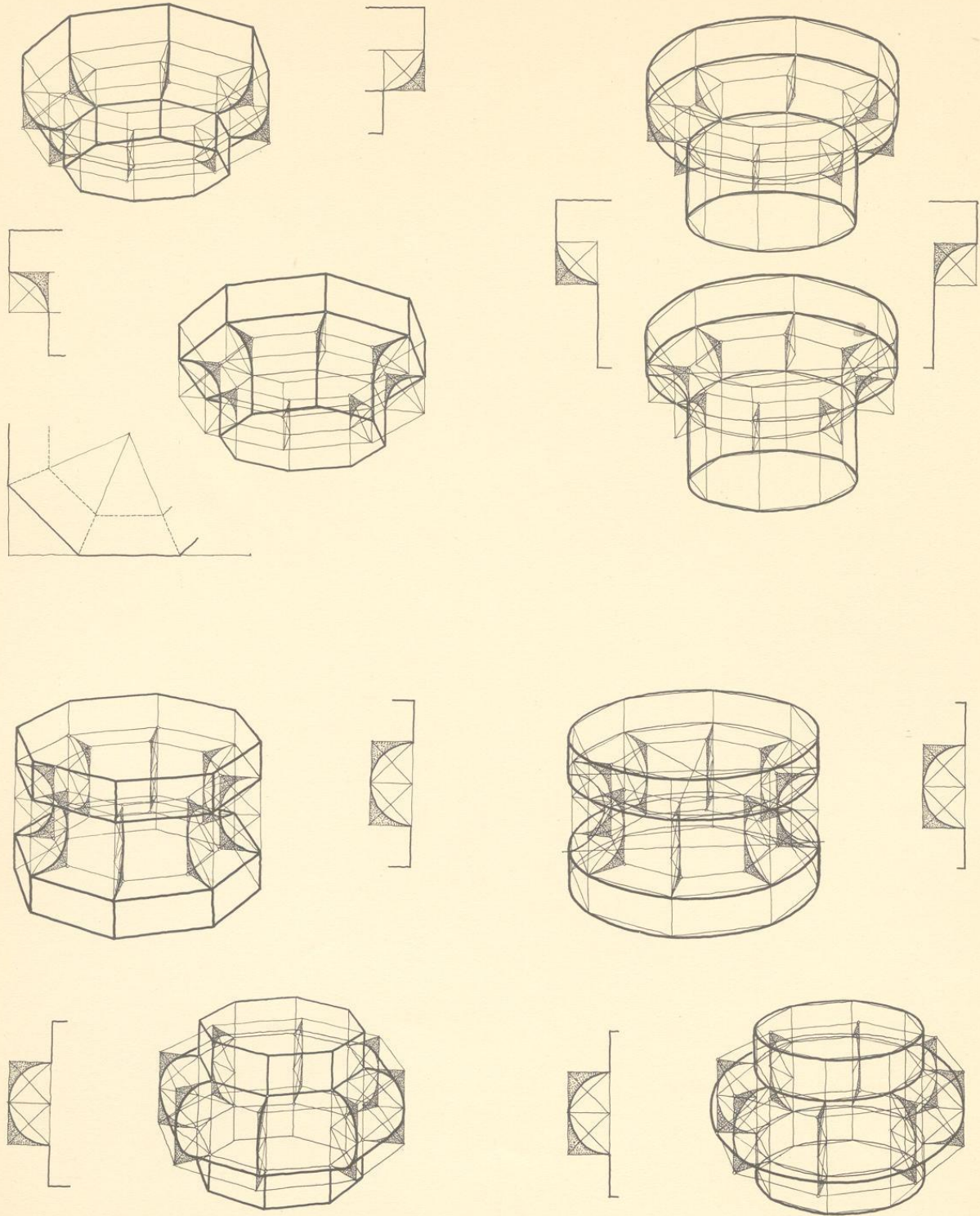
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

EK 835
K D/xii

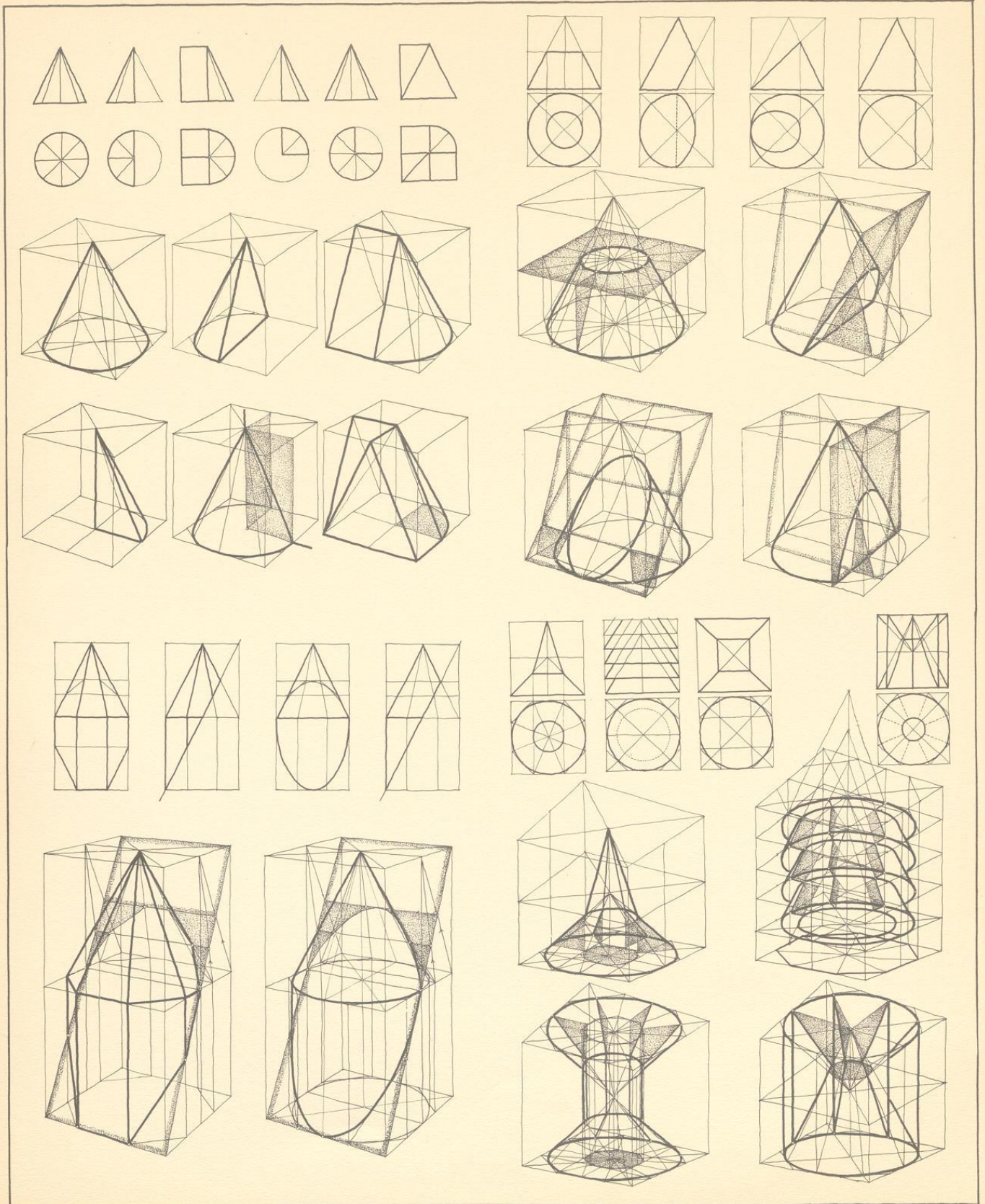




EK 835

K DIXII

06
WTP
1487

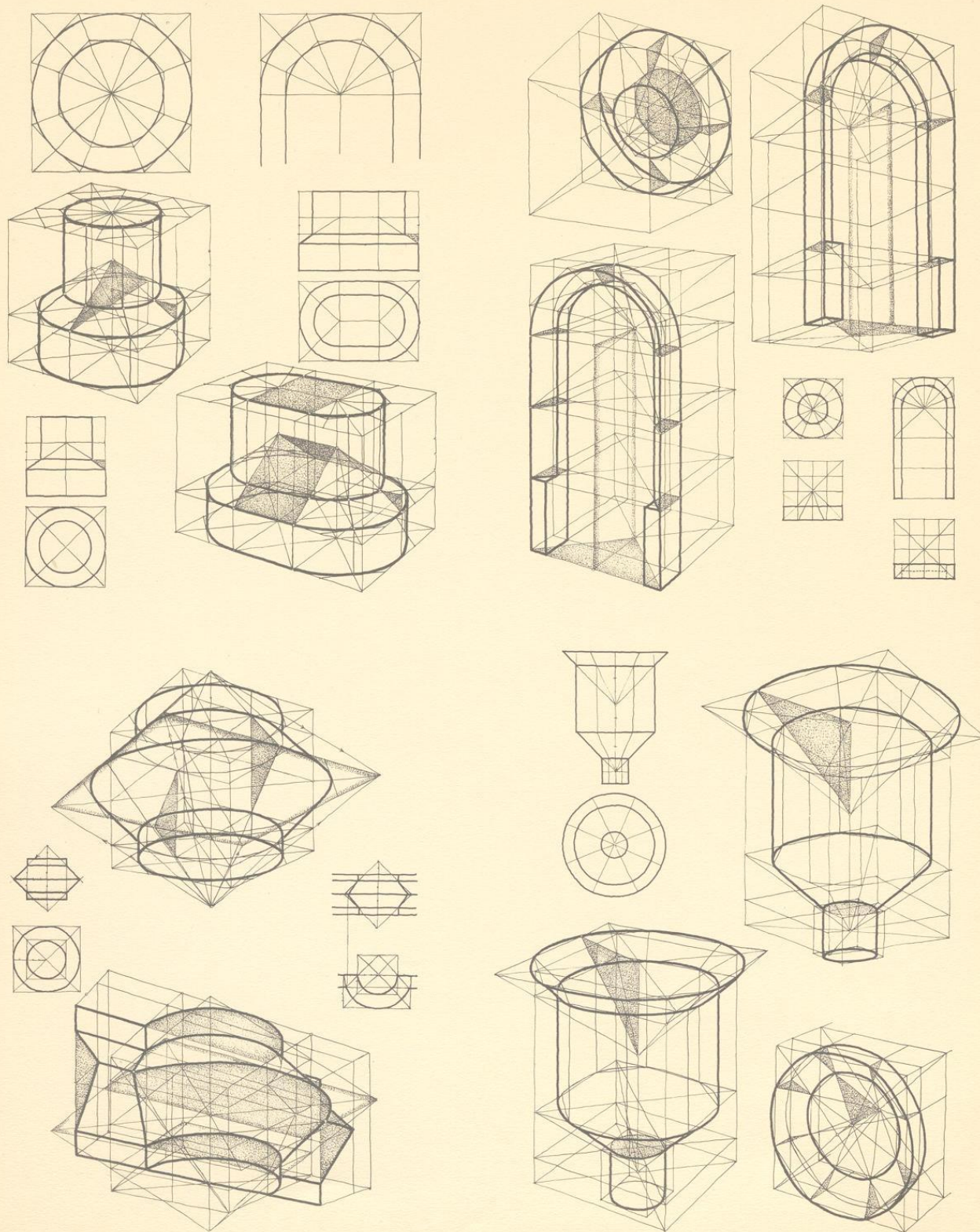




06
WTP
1487

EK 835

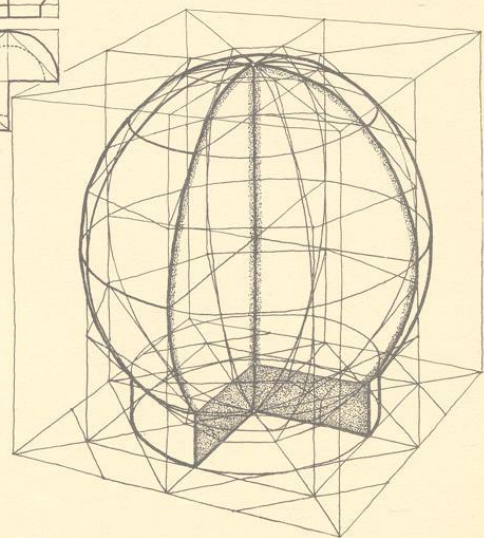
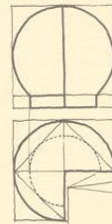
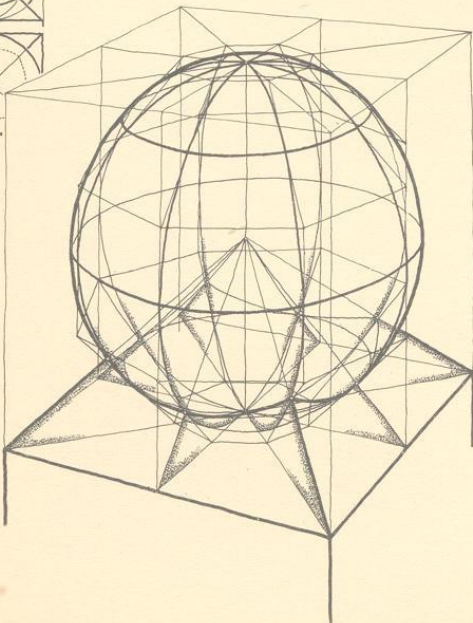
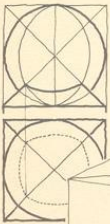
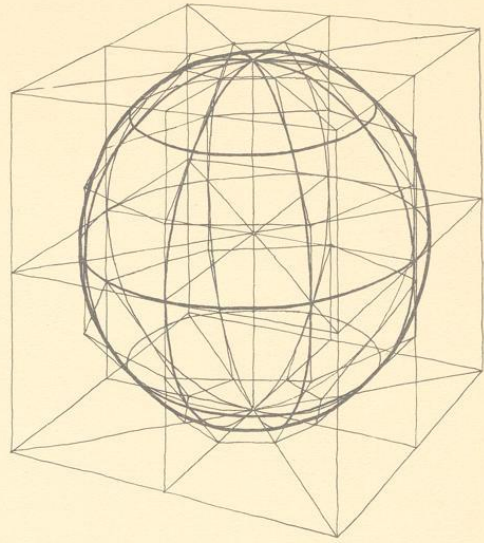
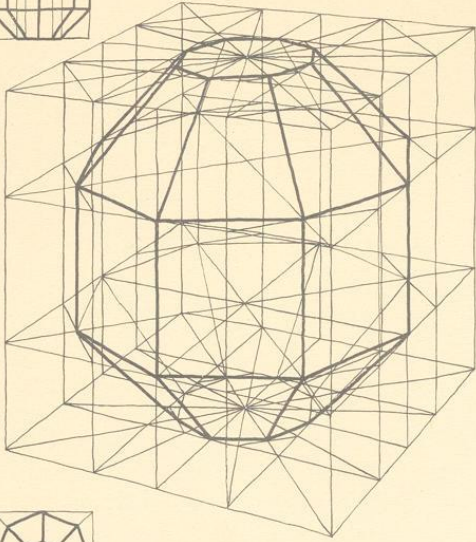
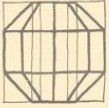
K D/xii





a
WIP
1487

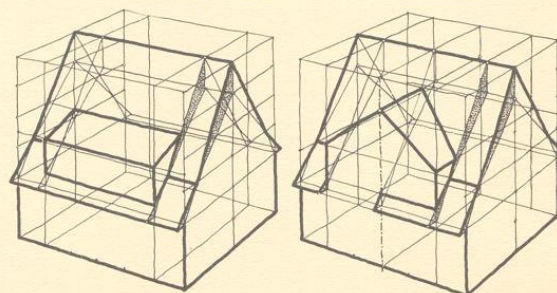
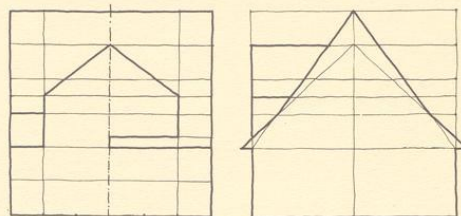
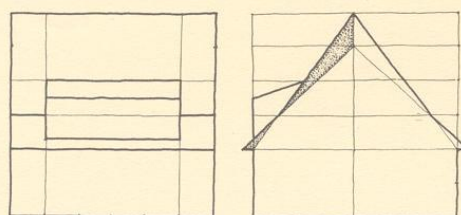
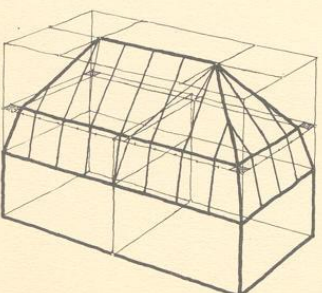
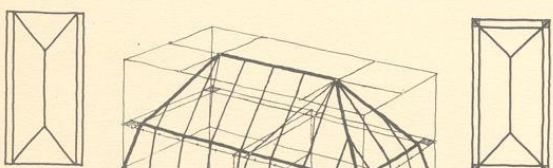
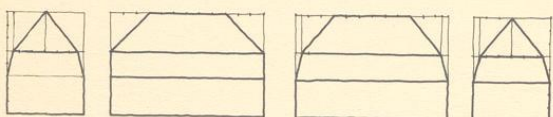
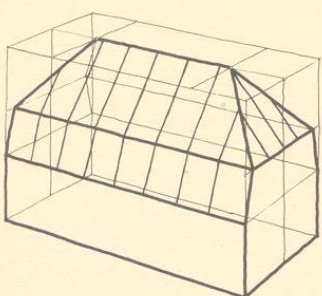
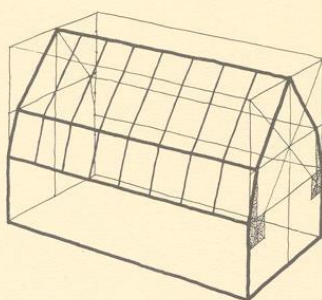
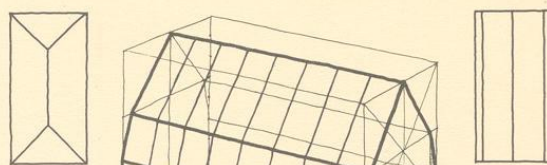
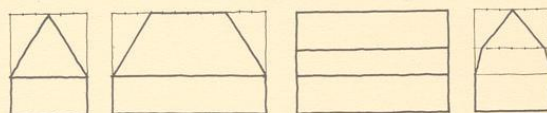
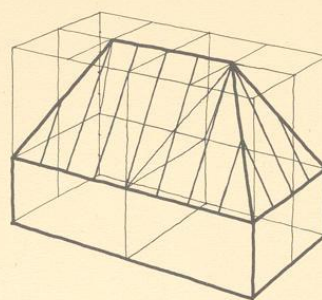
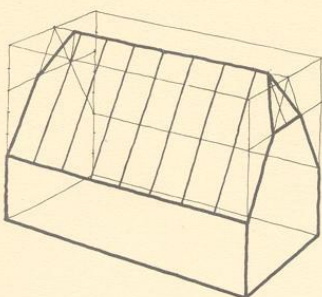
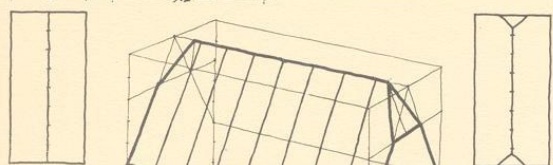
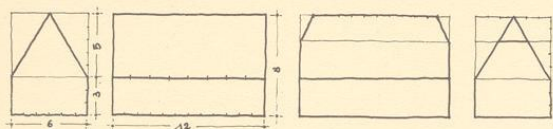
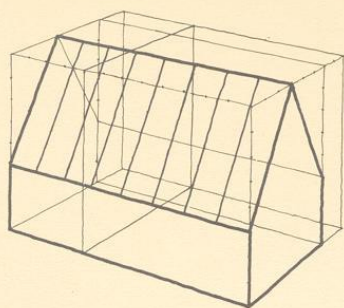
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

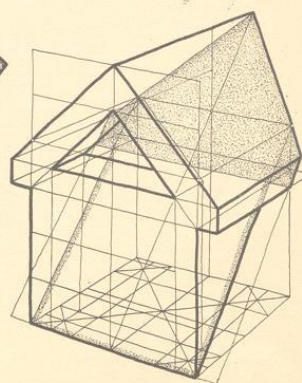
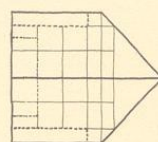
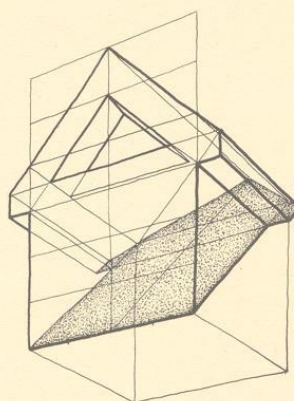
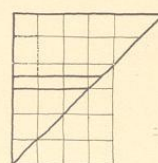
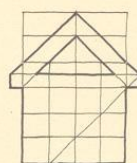
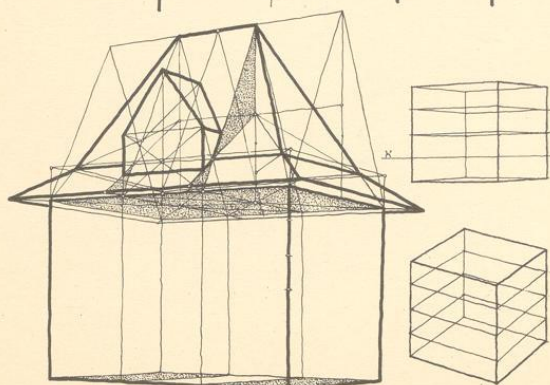
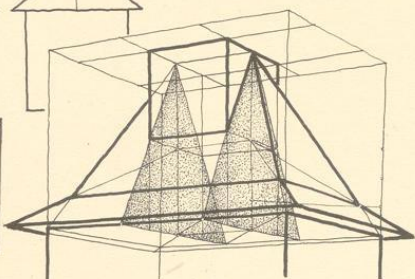
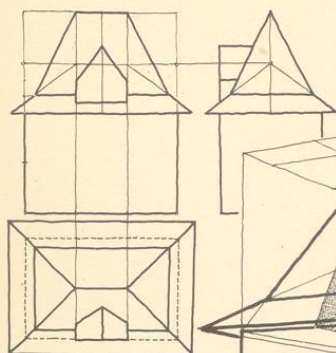
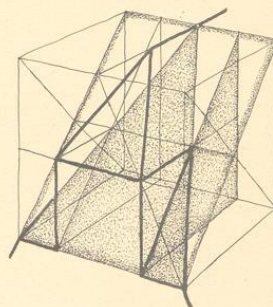
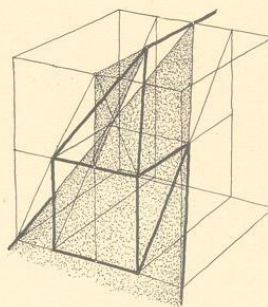
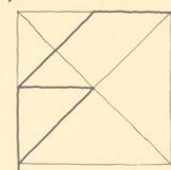
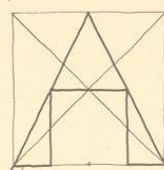
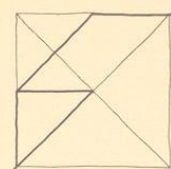
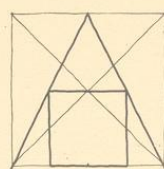
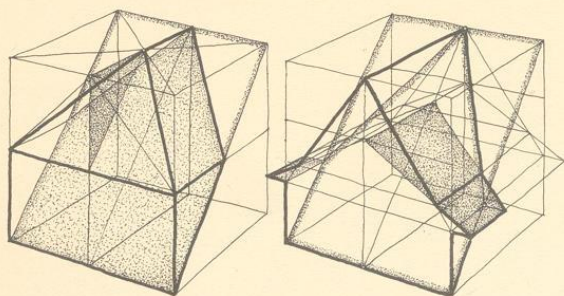
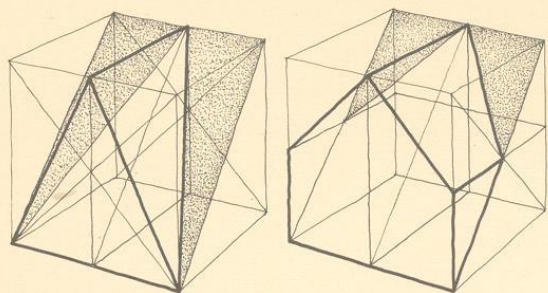
EK 835
K D/XII





06
WTR
1487

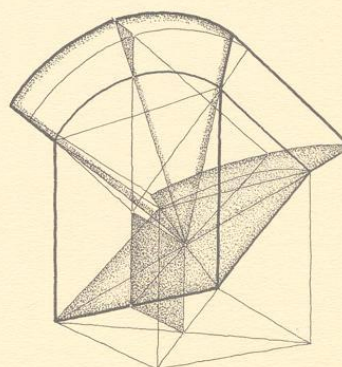
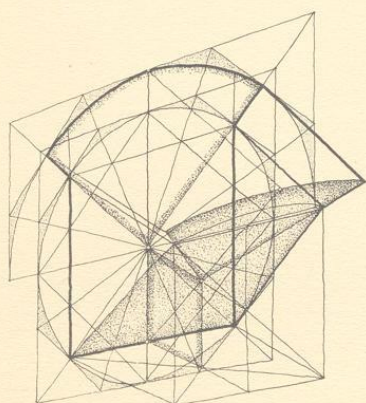
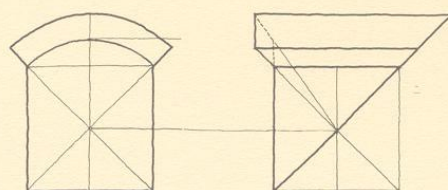
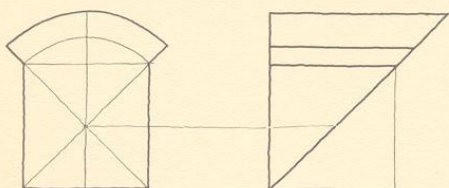
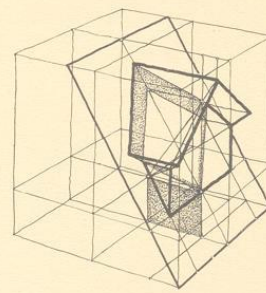
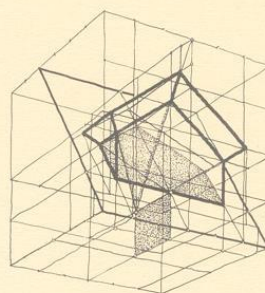
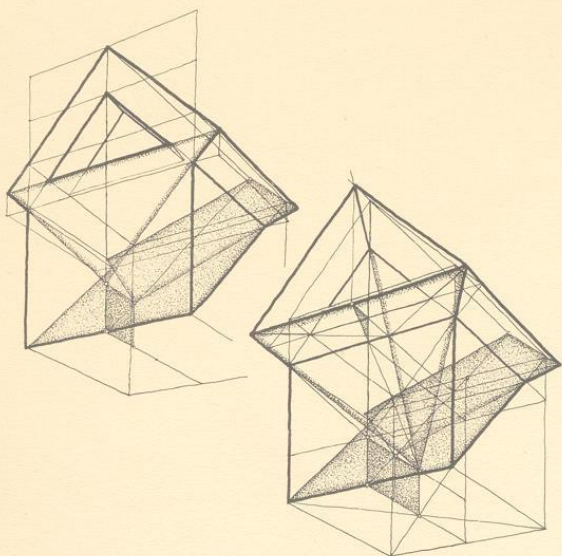
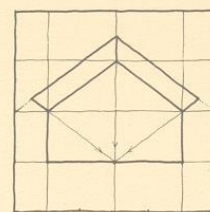
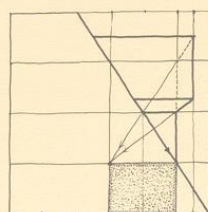
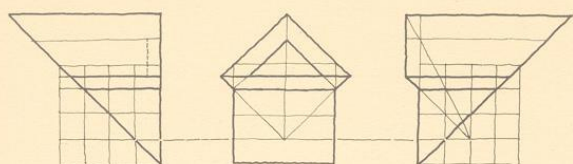
EK 835
K D/XII





06
WTP
1487

EK 835
K D/XII

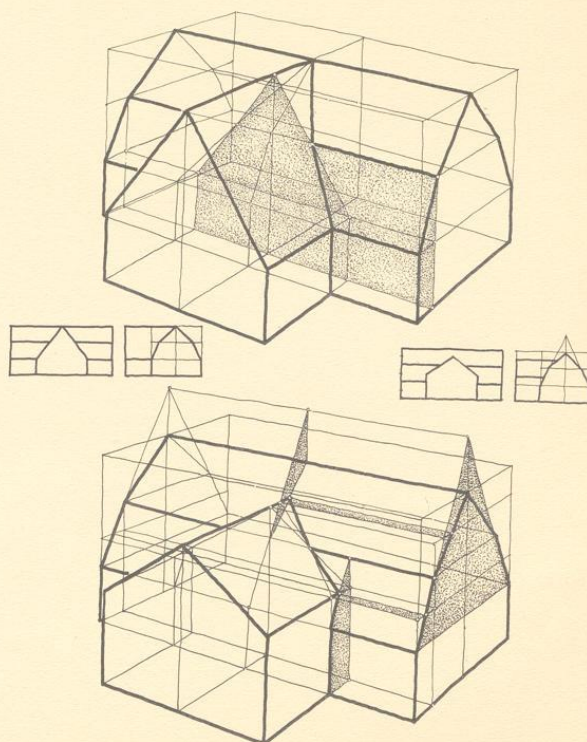
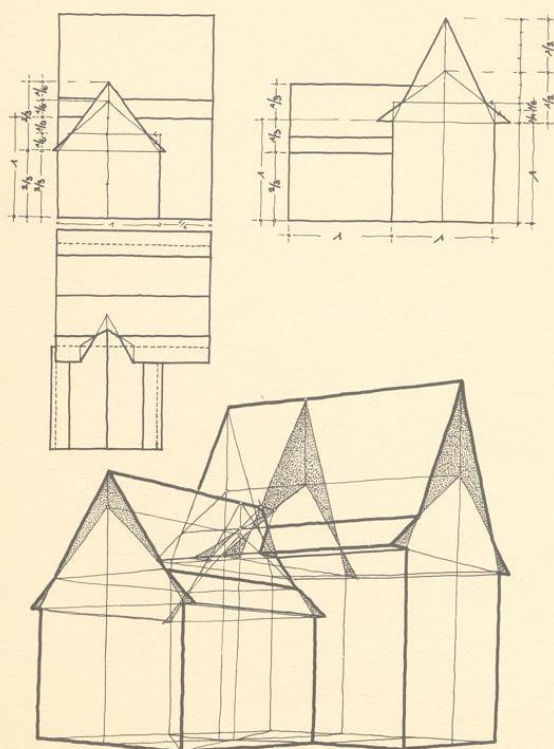
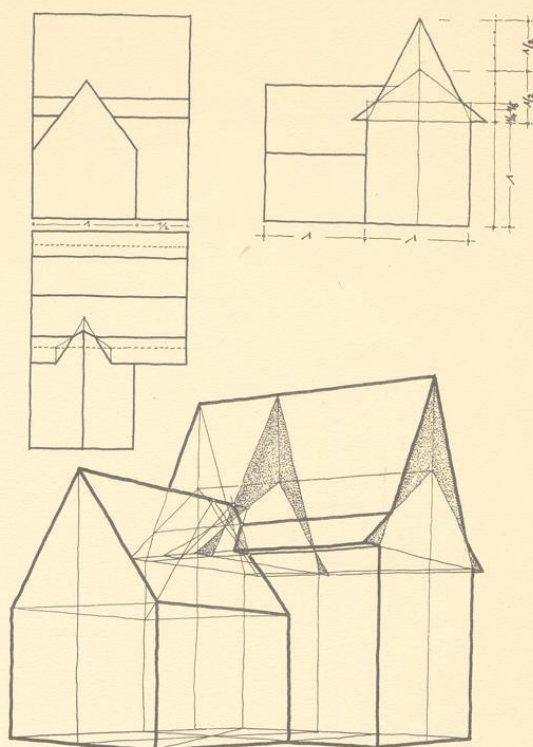
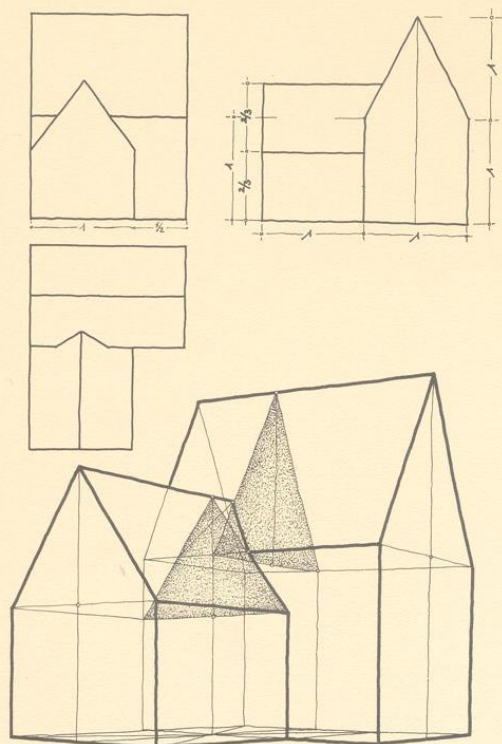




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

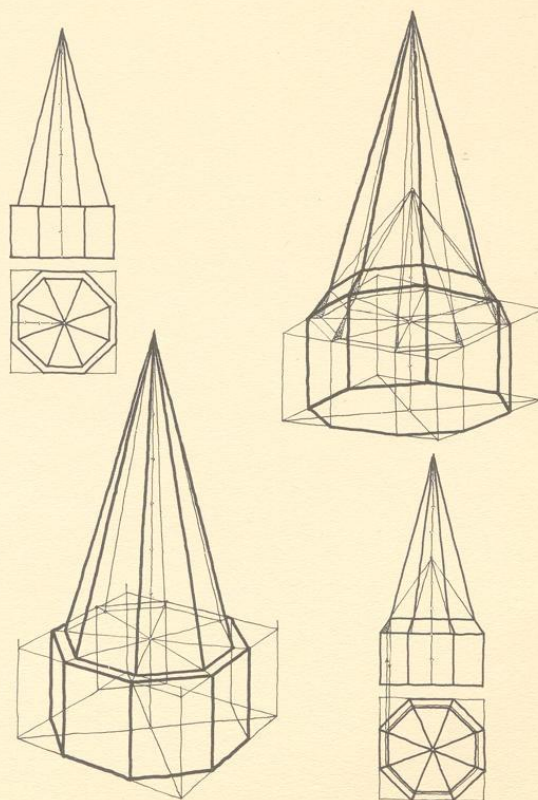
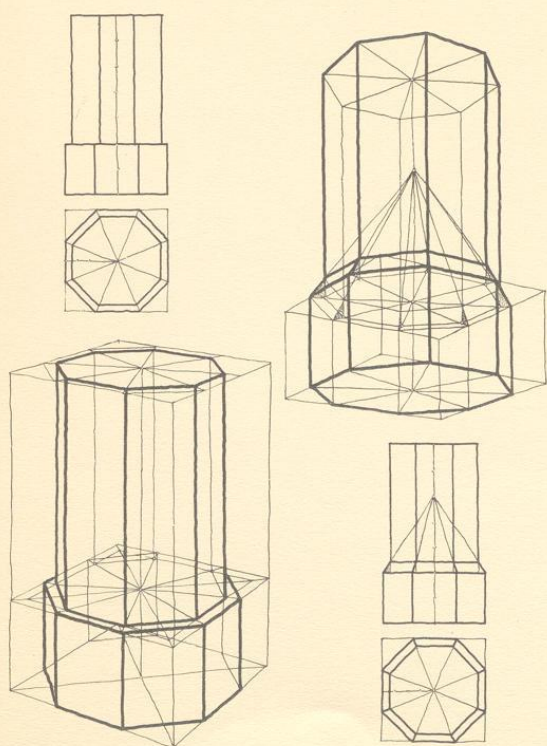
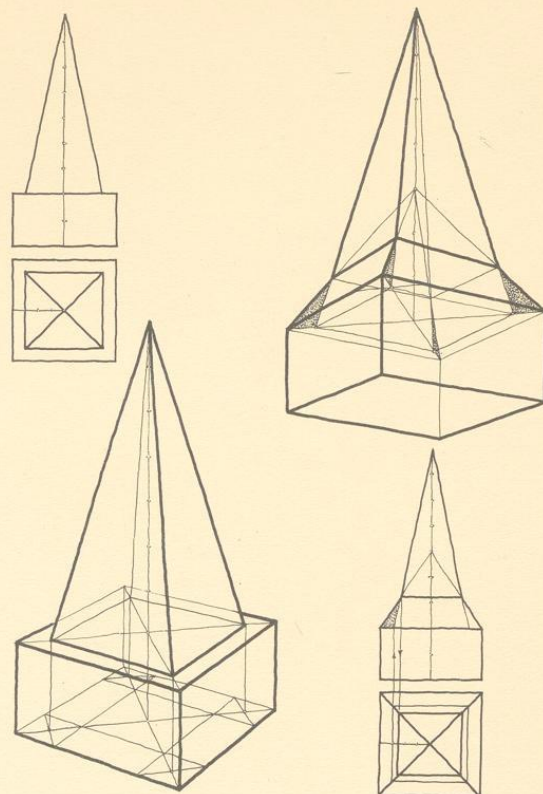
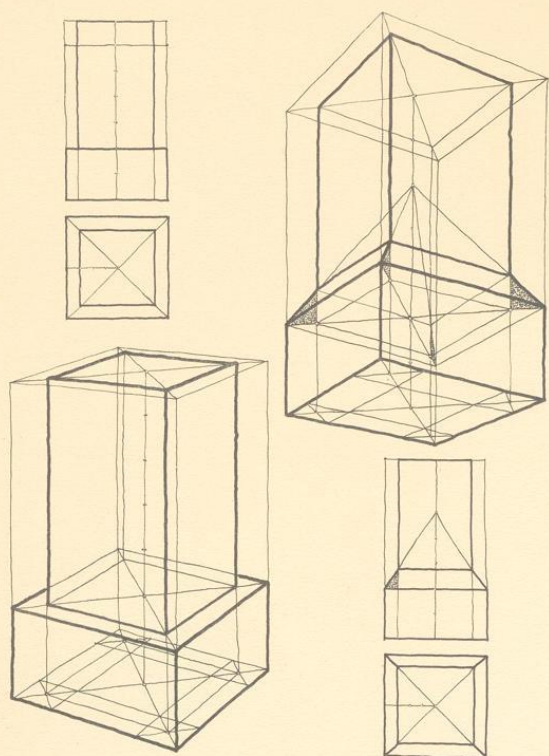




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

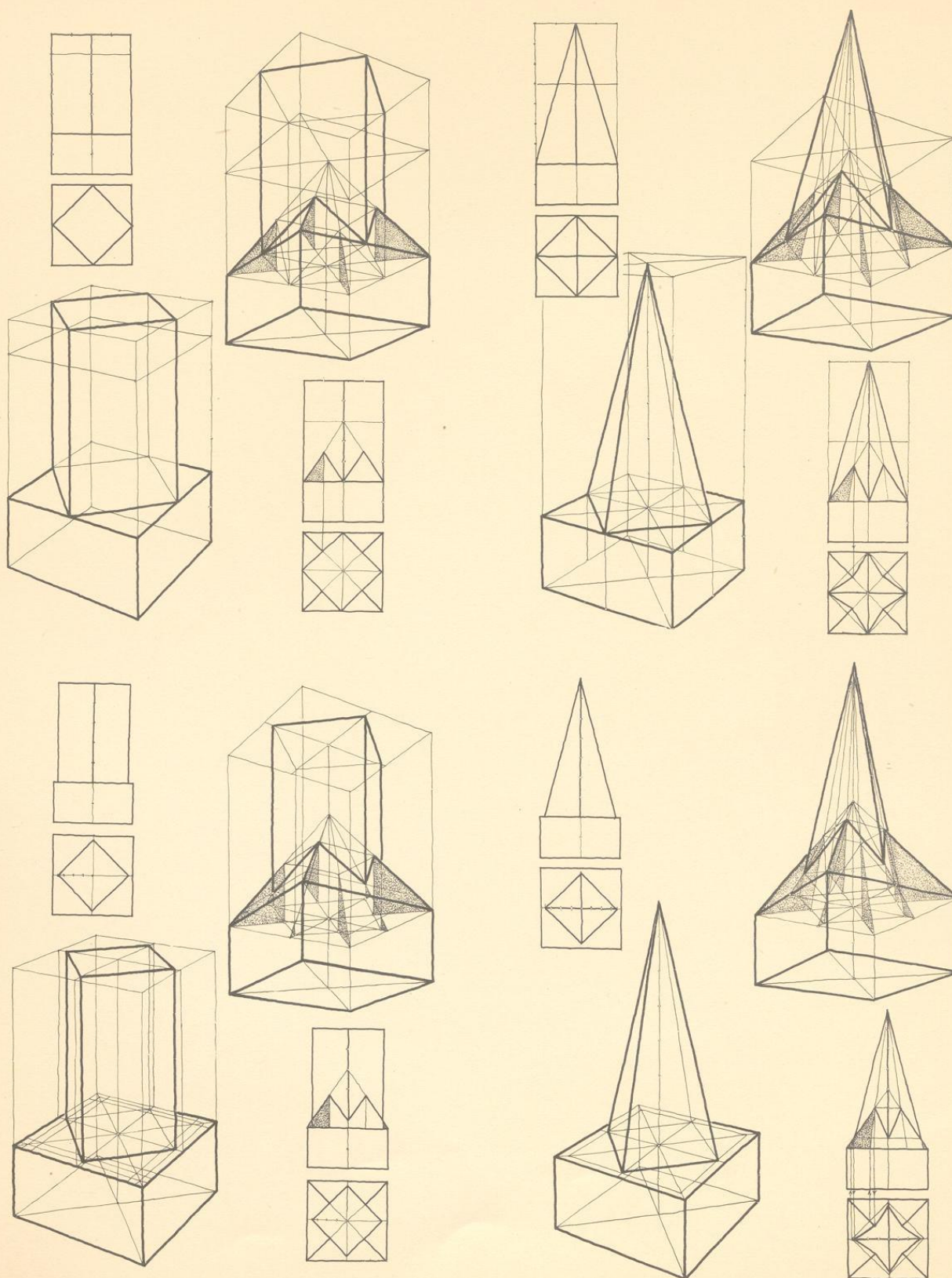




06
WTP
1487

PEK 835

K D/xii





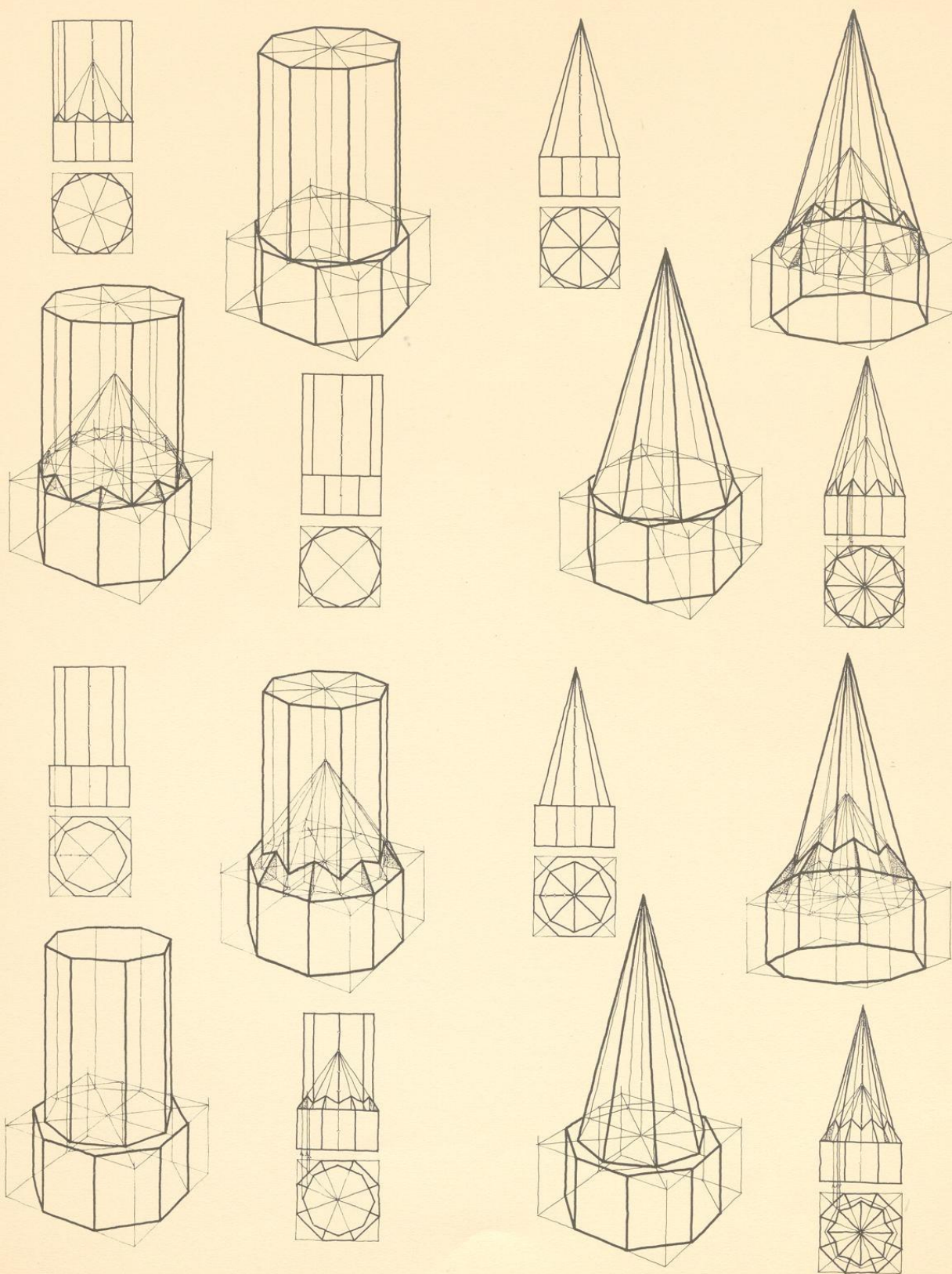
06

WTP

1487

EK 835

K D/XII

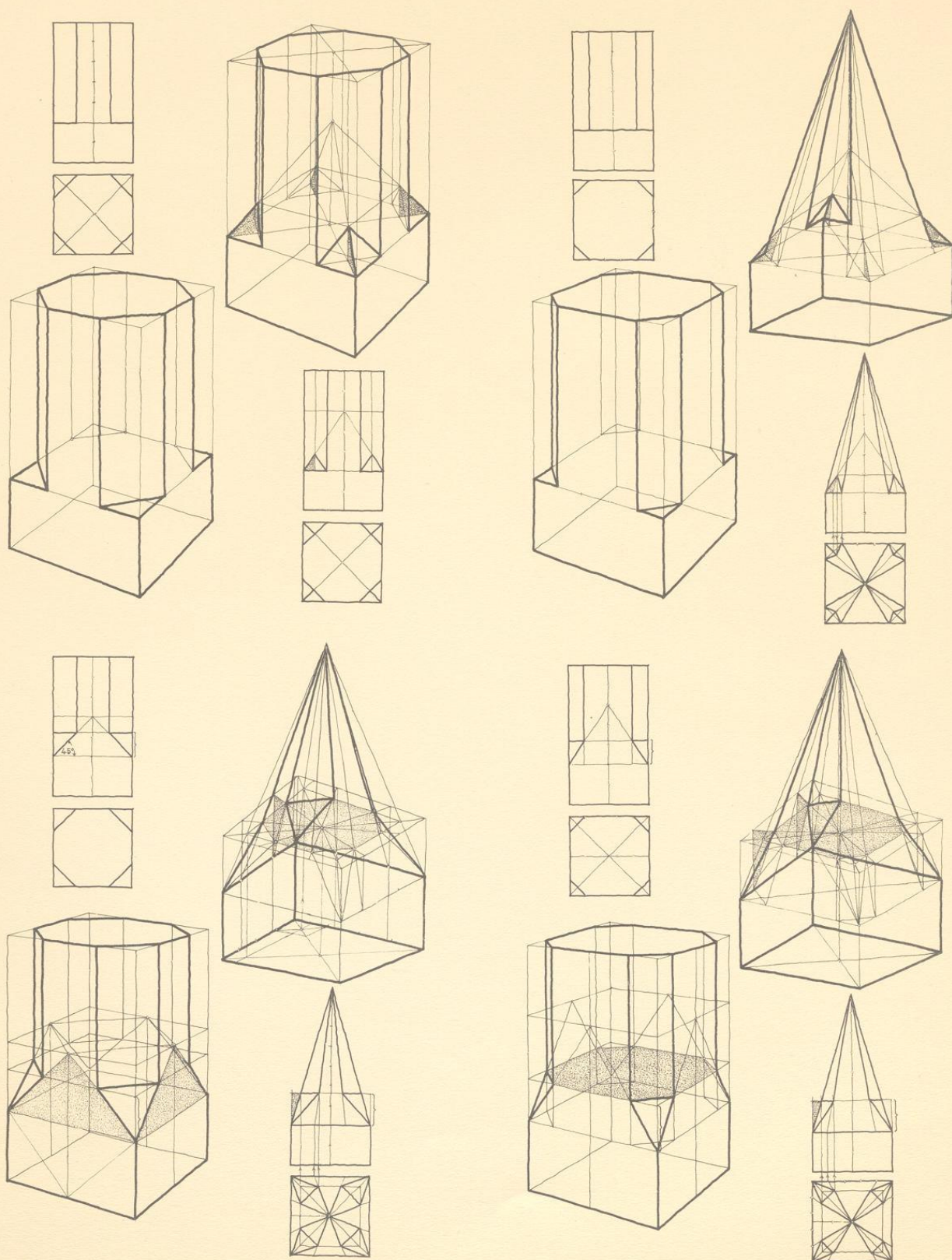




EK 835

K D/XII

.06
WTP
1487

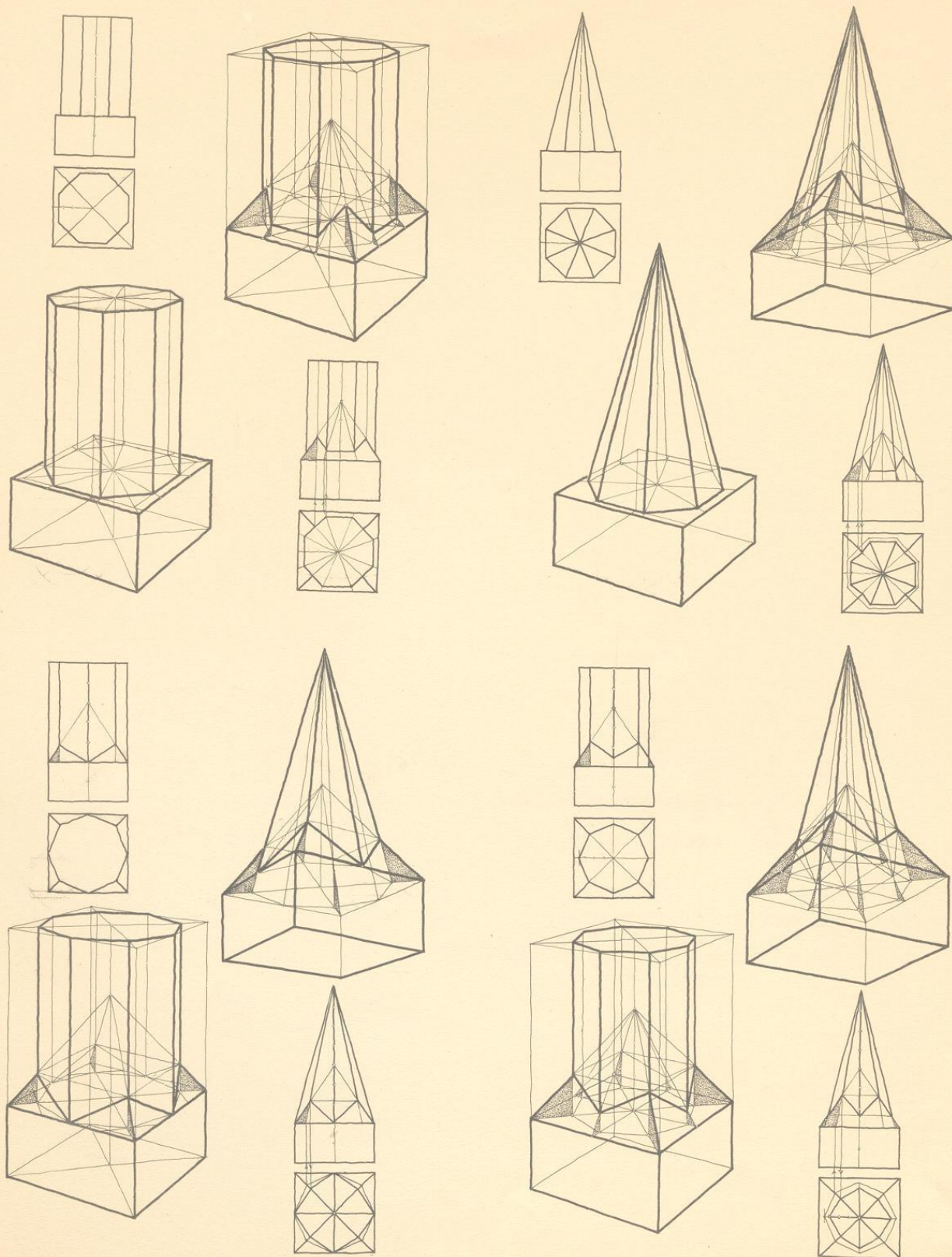




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

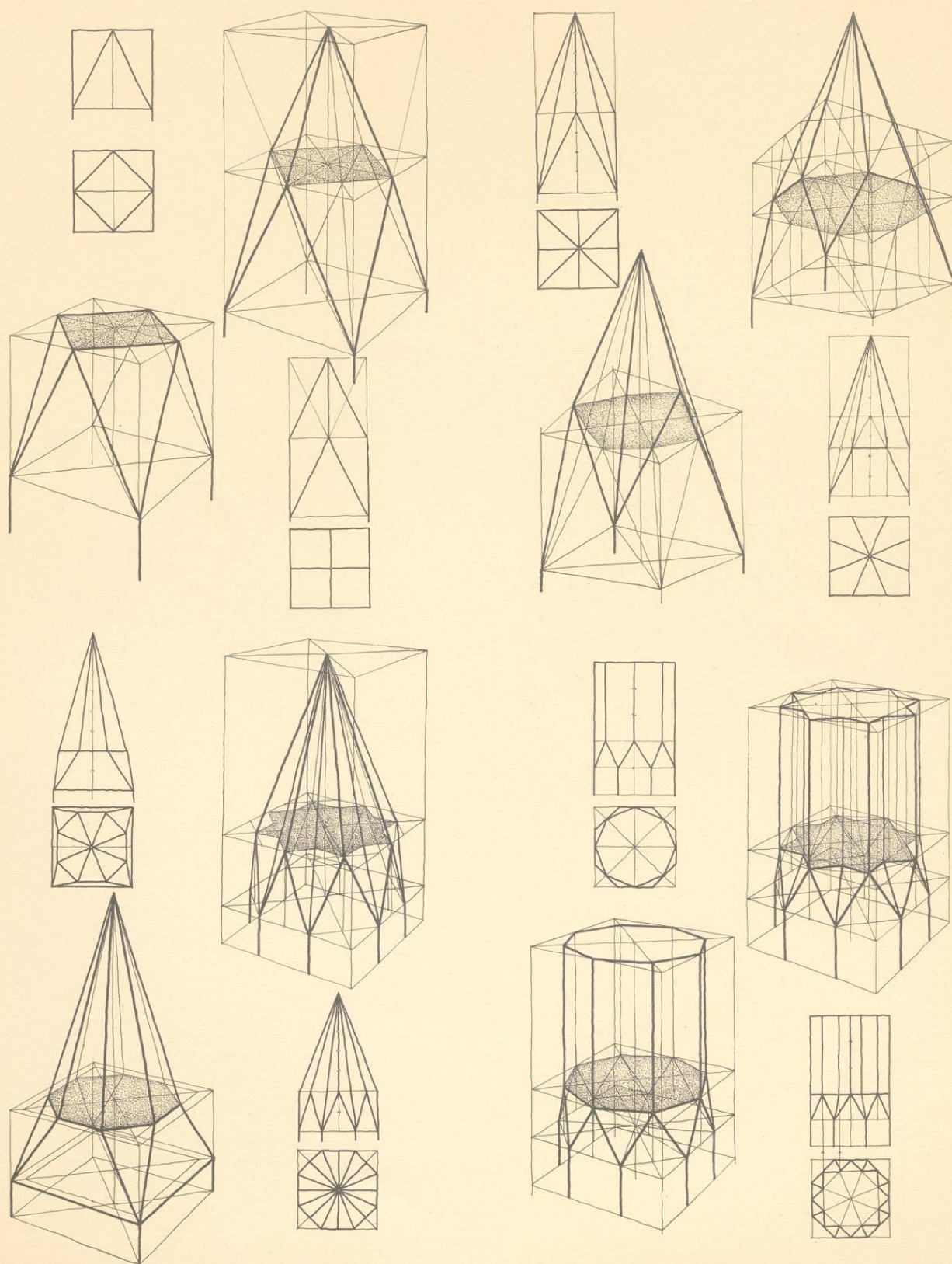




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

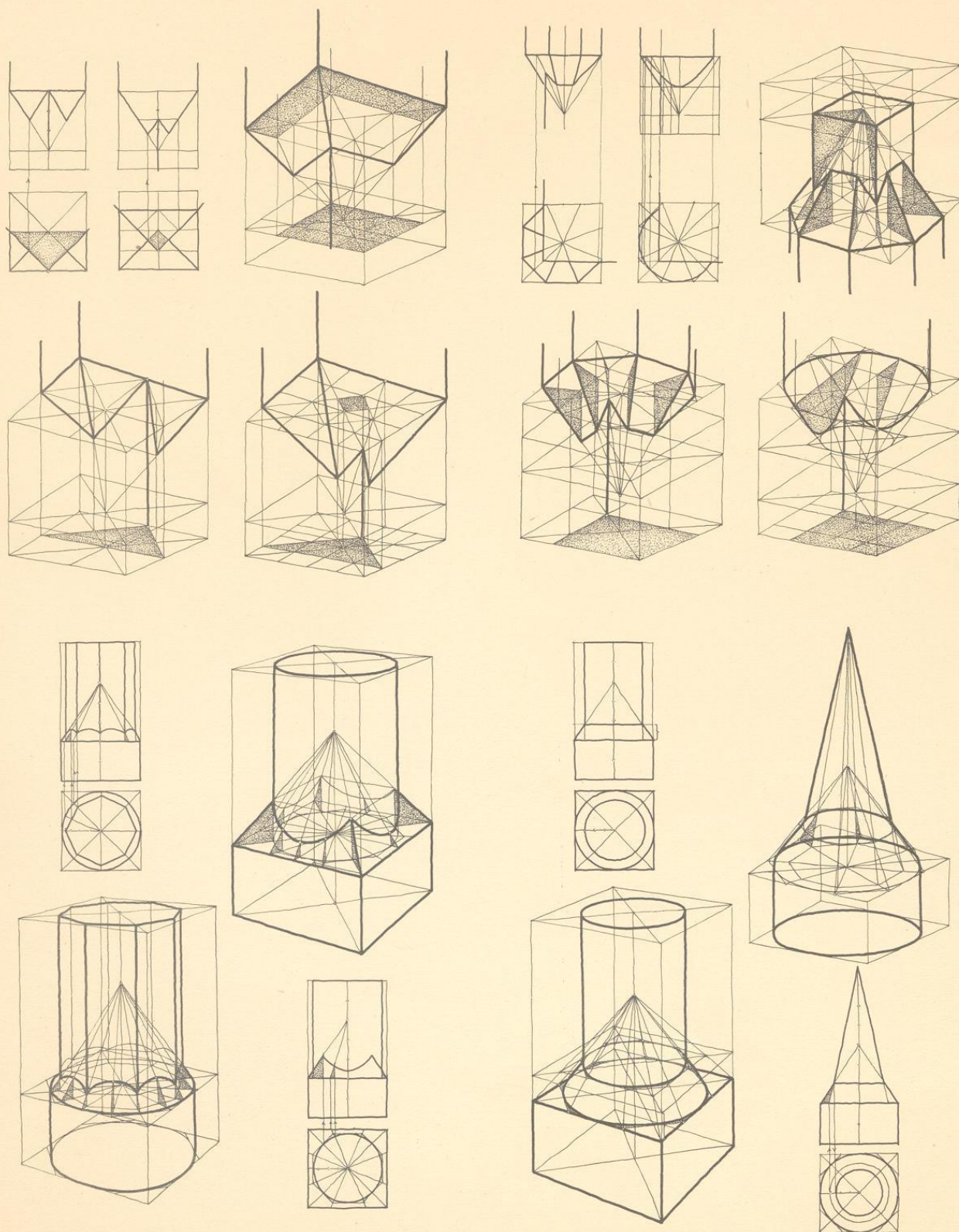




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII

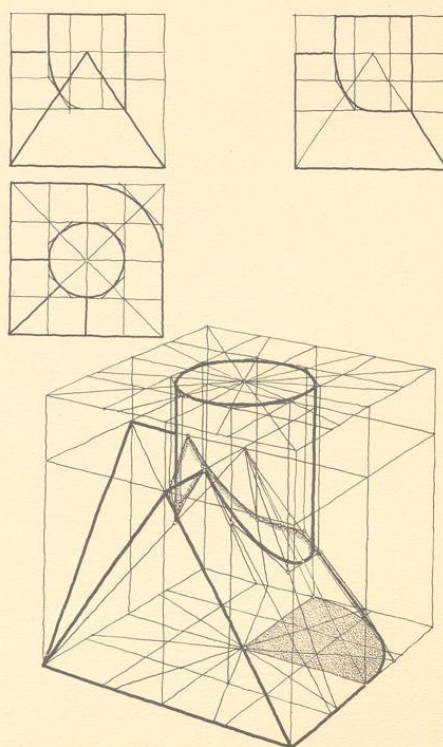
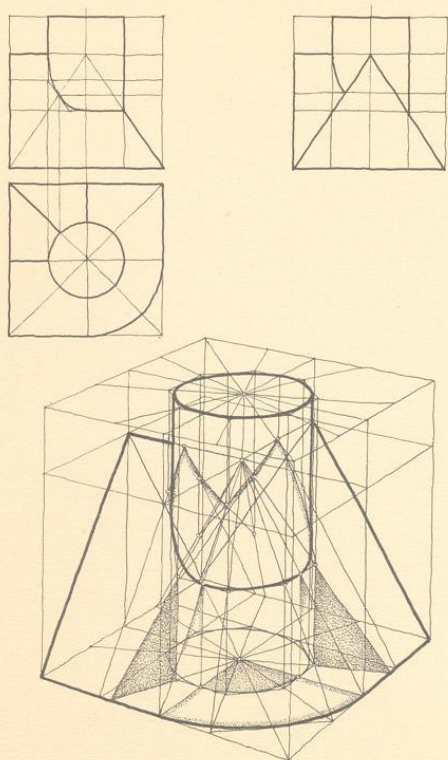
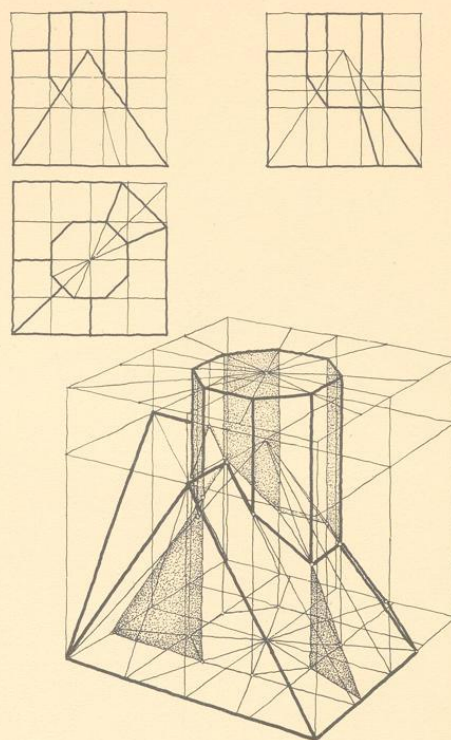
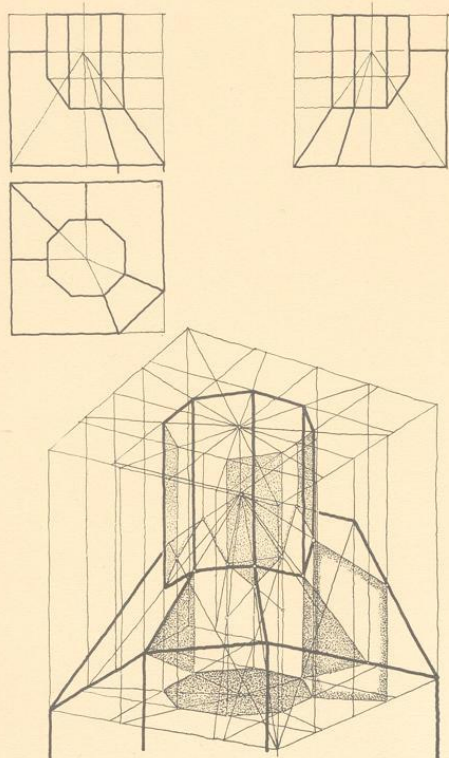




06
WTP
1487

EK 835

K D/xii

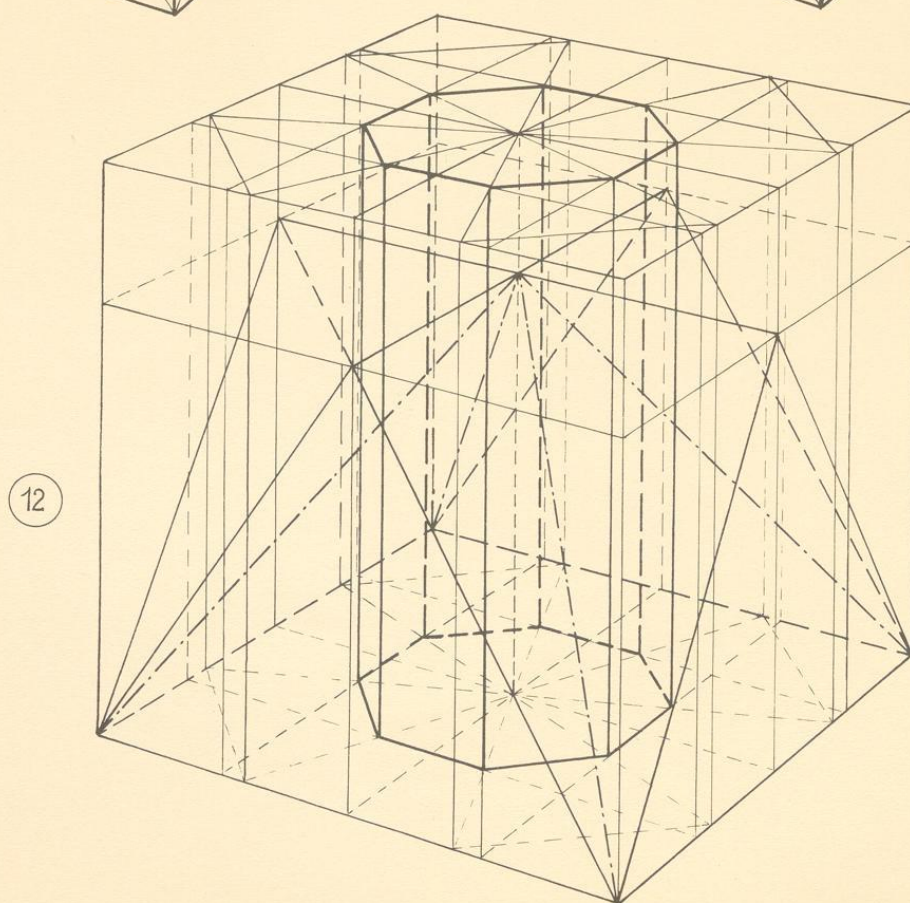
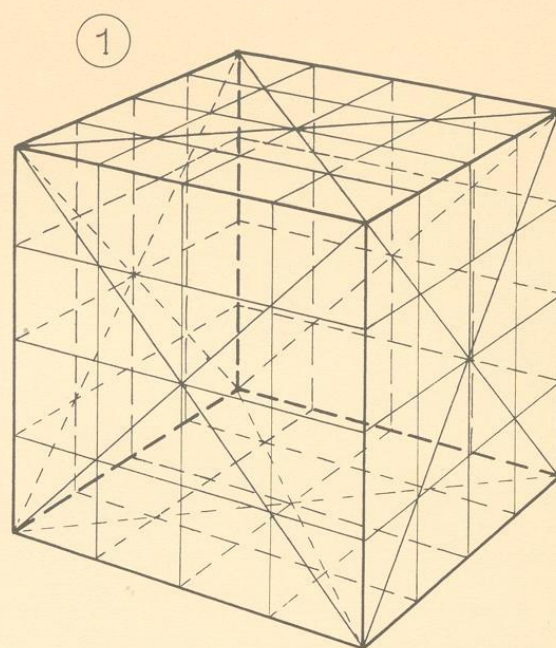
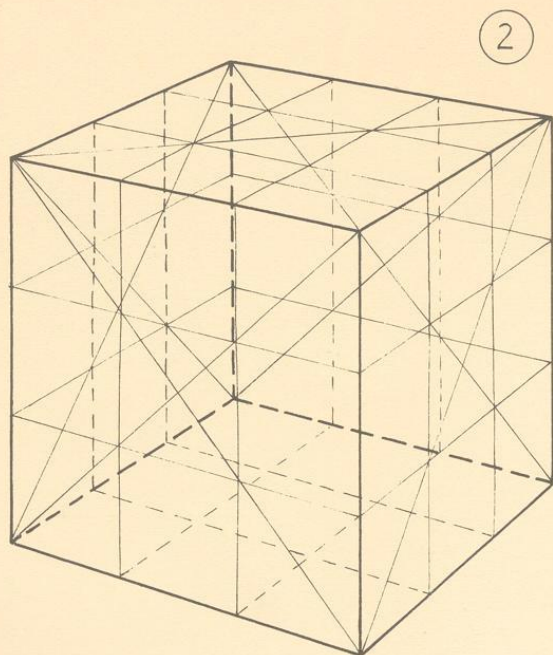




06
WTP
1487

EK 835

K D/XII





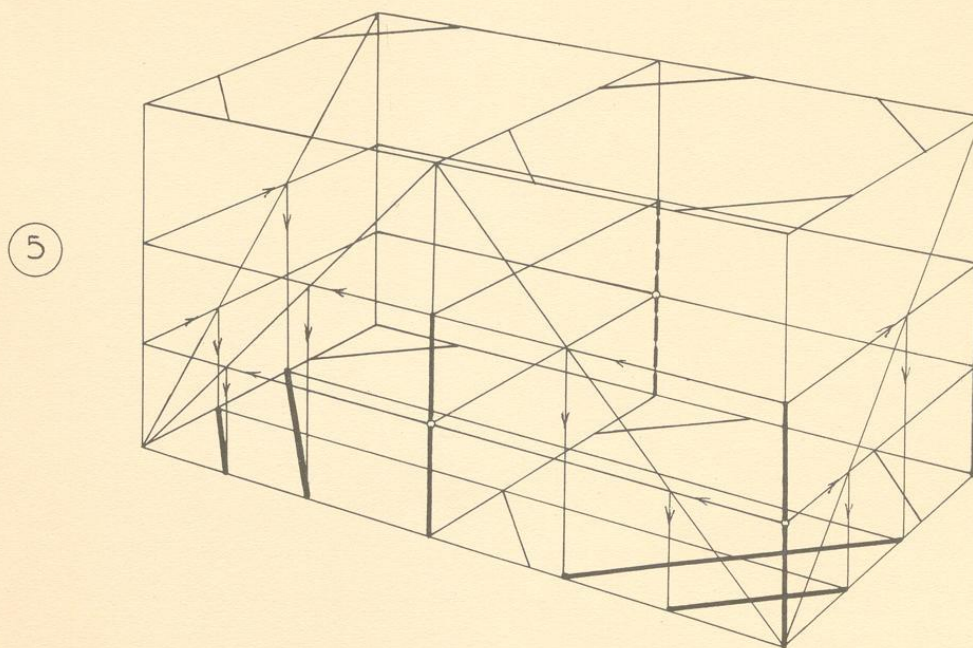
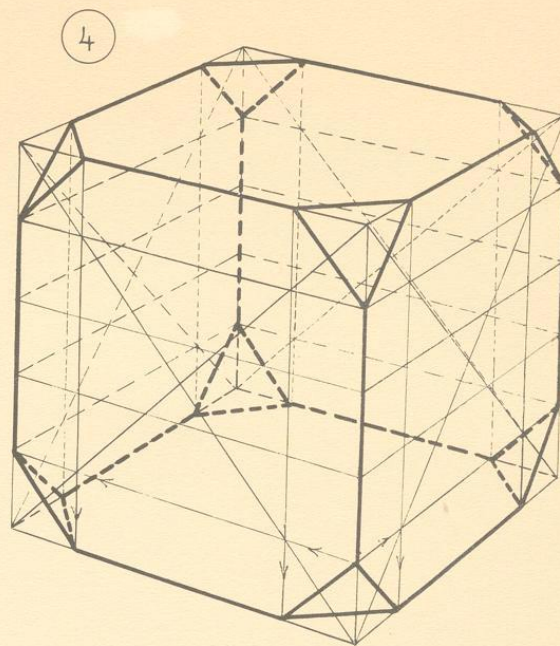
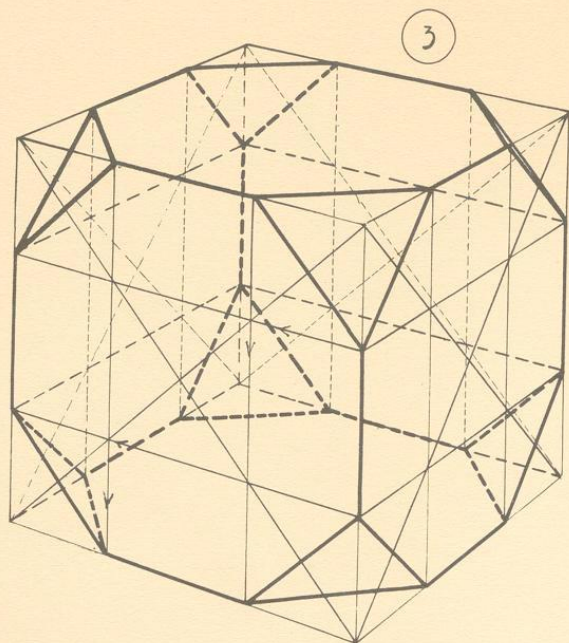
06

WTP

1487

EK 835

K D/xii





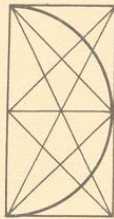
06
WTP
1487

EK 835

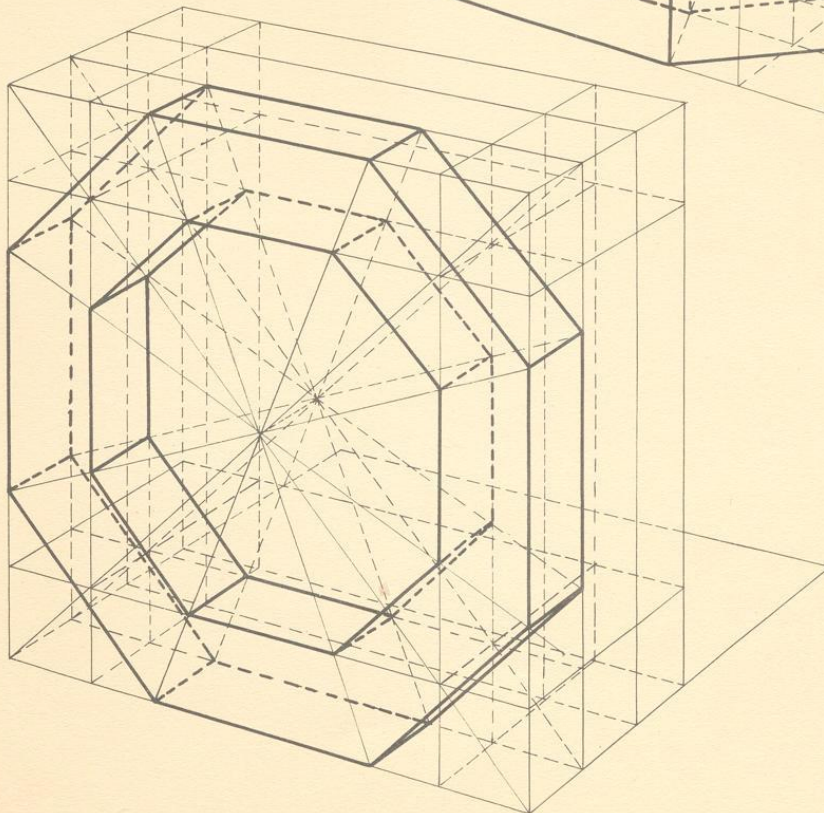
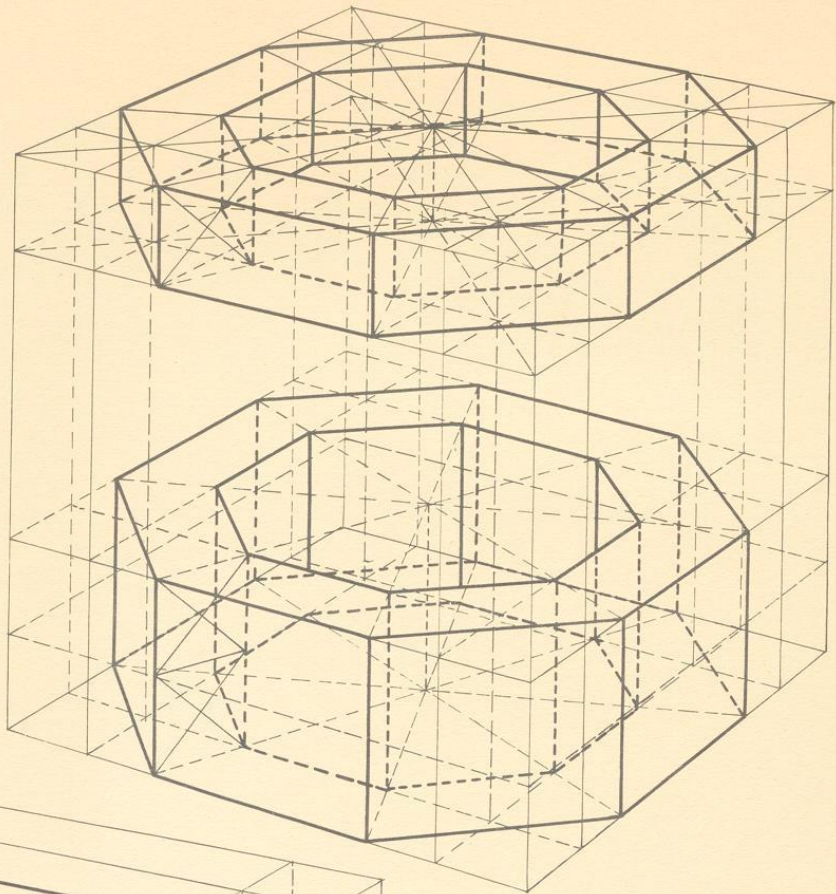
K J/XII



6



7



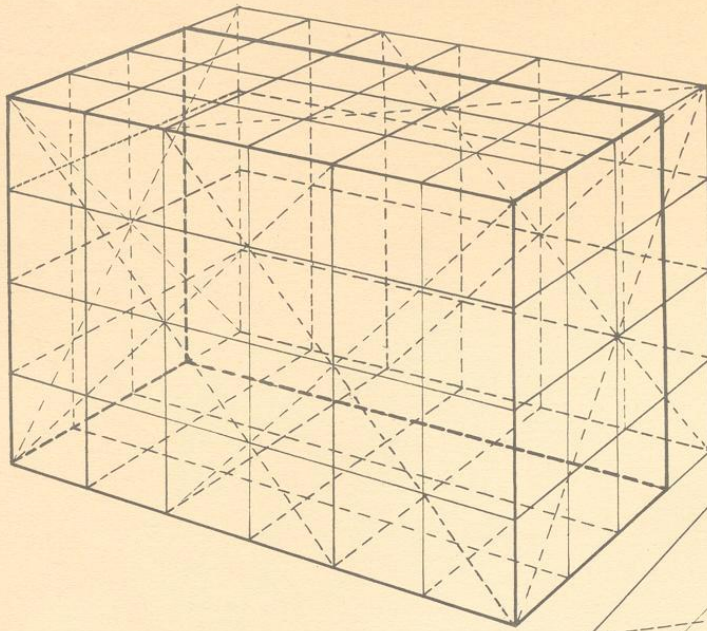
8



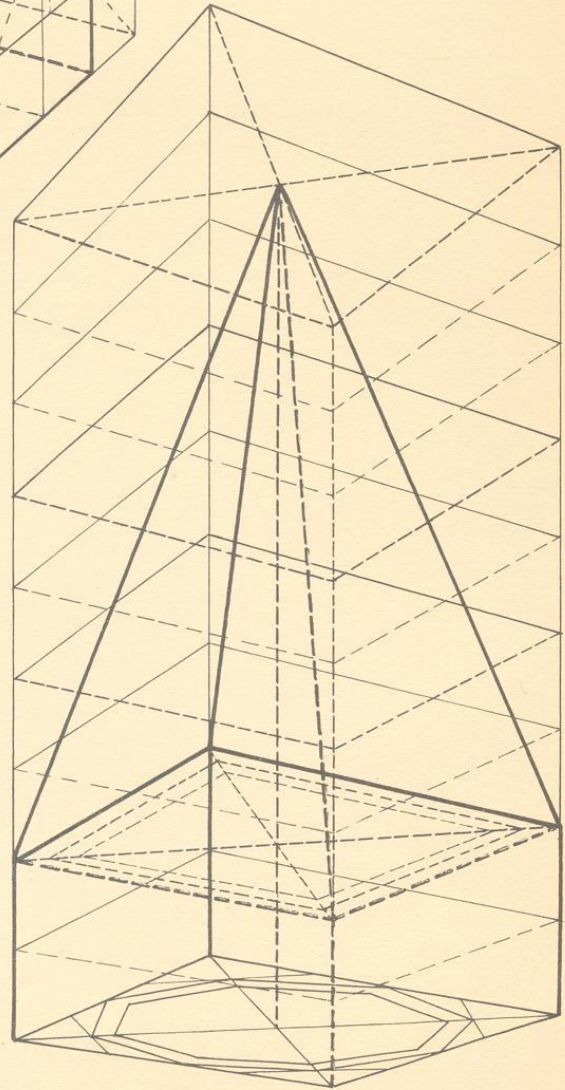
EK 835

K D/xii

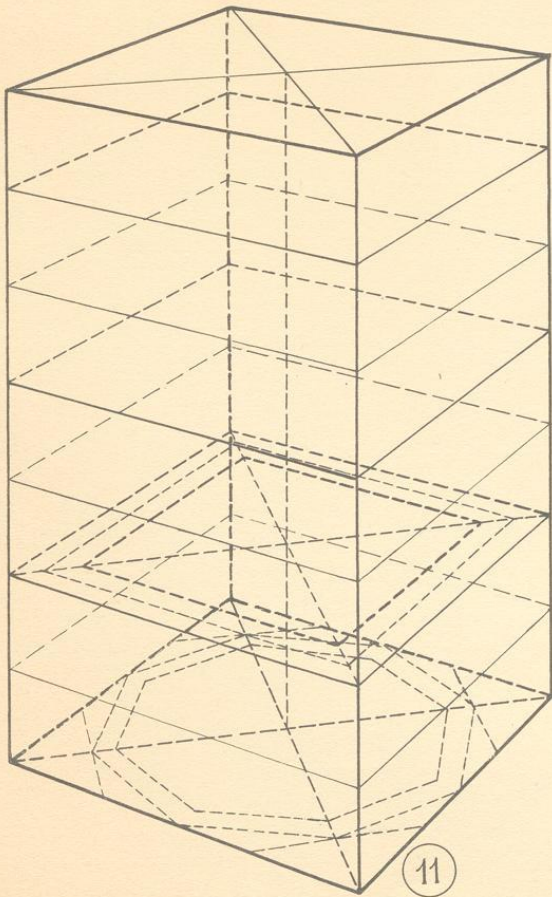
06
WTP
1487



9



10



11



06
WTP
1487

EK 835
K D/xii





P
06

WTP
1487