WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
II 2620
L. inw. .....

HANDBUCH DES BAUTECHNIKERS

XVIII

DIE SCHATTEN-KONSTRUKTIONEN

von

Ludwig Haas

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000297439

DAS HANDBUCH

DES

BAUTECHNIKERS

EINE ÜBERSICHTLICHE ZUSAMMENFASSUNG DER AN BAUGEWERKSCHULEN GEPFLEGTEN TECHNISCHEN LEHRFÄCHER

ZUM GEBRAUCHE

FÜR

STUDIERENDE UND AUSFÜHRENDE BAUTECHNIKER

UNTER MITWIRKUNG

VON

ERFAHRENEN BAUGEWERKSCHULLEHRERN

HERAUSGEGEBEN

VON

HANS ISSEL

ARCHITEKT, ORDENTLICHER LEHRER FÜR HOCHBAU AN DER KGL. BAUGEWERKSCHULE IN HILDESHEIM

XVIII. BAND

DIE SCHATTEN-KONSTRUKTIONEN

DIE AXONOMETRISCHE PROJEKTION UND DIE PERSPEKTIVE

LEIPZIG 1907

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

α. 2.

DIE

SCHATTEN-KONSTRUKTIONEN

DIE AXONOMETRISCHE PROJEKTION UND DIE PERSPEKTIVE

FÜR DEN SCHULGEBRAUCH UND DIE BAUPRAXIS

BEARBEITET

VON

Architekt **LUDWIG HAASS**
OBERLEHRER AN DER KÖNIGL. BAUGEWERKSCHULE IN HILDESHEIM

MIT 255 TEXTABBILDUNGEN UND 16 TAFELN

LEIPZIG 1907
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

KD 515.6 : 515.7

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

II - 349407

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 12620

Akc. Nr. 1748/49

PBK-B-262/2017

Vorwort

Die Bestimmung dieses Buches — des 18. Bandes des „Handbuches des Bautechnikers“ — dürfte ohne weiteres klar sein.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Lehrstoffes bin ich in erster Linie bestrebt gewesen, weniger die Theorie, um so mehr aber den Anschluss an die Praxis in den Vordergrund zu stellen. Lehrt doch eine alte Erfahrung, dass der Lernende gerade dann ein reges Interesse und Verständnis zu zeigen beginnt, wenn er die praktische Anwendbarkeit des aufzunehmenden Stoffes erkennen kann.

Um dem lernenden Techniker das Studium dieses Werkes so viel wie möglich zu erleichtern und ihm ein jederzeit willkommenes Hilfsmaterial nicht allein für die Schule, sondern auch für seine spätere Praxis an die Hand zu geben, wurde dem mehr theoretischen Teil eine grössere Anzahl praktischer Beispiele für den Hochbau beigegeben, bei denen teilweise allerdings die Buchstaben-Bezeichnungen absichtlich vermieden wurden, um die zeichnerische Darstellung hinsichtlich ihrer Uebersichtlichkeit nicht ungünstig zu beeinflussen.

Im übrigen soll dieser Band gewissermassen auch als Fortsetzung des von Professor Erich Geyger bearbeiteten 11. Bandes des „Handbuches des Bautechnikers“ — „Die angewandte darstellende Geometrie“ — angesehen werden. Es ist damit gleichzeitig auch gesagt, dass ein erfolgreiches Studium des vorliegenden Buches nur dann möglich ist, wenn der Lernende den in dem 11. Bande behandelten Stoff völlig beherrscht.

HILDESHEIM, im April 1907

Der Verfasser

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort v

Erster Teil

Die Schatten-Konstruktionen.

Einleitung 1

Die Konstruktion der Schlagschatten von Punkten, geraden und krummen Linien, sowie von ebenen und gekrümmten Flächen 6

1. Schlagschatten von Punkten 6
2. Schlagschatten von geraden und krummen Linien 12
3. Schlagschatten von ebenen und gekrümmten Flächen 31

Die Konstruktion der Schlagschatten- und Eigenschatten-Grenzen von Körpern . 44

1. Allgemeines über den Eigenschatten von Körpern 44
2. Die Konstruktion des Schlagschattens und des Eigenschattens ebenflächiger Körper 47
   a) Die Schatten des Prismas 49
   b) Die Schatten der Pyramide 54
3. Die Konstruktion des Schlagschattens und des Eigenschattens des Zylinders 63
4. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens des Hohl-Zylinders . 70
5. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens des Kegels . . . 70
6. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens des Hohl-Kegels . . 76
7. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens der Kugel . . . 80
8. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens der Hohl-Kugel . . 83
9. Die Konstruktion des Eigenschattens und des Schlagschattens der Umdrehungskörper (Rotationskörper) 87

Verschiedene Schattenkonstruktions-Beispiele für den Hochbau 94

Seite

Zweiter Teil

Die axonometrische Projektion

Die einzelnen axonometrischen Projektions-Arten 105
Die trimetrische, dimetrische und isometrische Projektion 105
Die Schatten-Konstruktion in axonometrischen Projektionen 113

Dritter Teil

Die Perspektive

Einleitung 119
Die Elemente der Perspektive 122
Die Durchschnitts- und Fluchtpunkts-Methode 131
Die Distanzpunkts-Methode 136
a) Die Distanzpunkts-Methode unter Anwendung der ganzen Distanz . . 136
b) Die Distanzpunkts-Methode unter Anwendung einer Teildistanz . . 145
c) Die Teilungs- und Fluchtpunkts-Methode 148
Die Konstruktion der Schatten bei perspektivischen Darstellungen . . 152

Anhang

Schattenkonstruktions-Beispiele aus der Praxis . . 155

Erster Teil.

Die Schatten-Konstruktionen.

Einleitung.

Bei den in dem XI. Bande des „Handbuches des Bautechnikers“ (Prof. E. Geyger, Die angewandte darstellende Geometrie) behandelten Darstellungen kam es lediglich darauf an, die Gestalt, die Grösse und die Lage der einzelnen Körper durch die geometrischen Projektionen derselben zu bestimmen. Nötigenfalls kann man nun die Anschaulichkeit der geometrischen Darstellung eines Körpers noch dadurch erhöhen, dass man die zugehörigen Schatten konstruiert.

Naturgemäfs ist ein jeder Schatten durch eine Lichtquelle bedingt. Die Lichtquelle selbst kann nun entweder eine natürliche oder eine künstliche sein; im ersteren Falle ist es die Sonne, im zweiten Falle kann das Licht von einer Kerze, von einer Gaslampe u. a. m. erzeugt werden.

Bei zeichnerischen Darstellungen nimmt man fast ausnahmslos das Sonnenlicht als Lichtquelle an.

Stellt man sich beispielsweise vor, dass ein Körper a b c d e f g h (siehe Fig. 1) von einer Lichtquelle = L aus beleuchtet wird, dann wird ein Teil der von der Lichtquelle L ausgehenden Lichtstrahlen, welche sich geradlinig fortpflanzen, auf der Oberfläche des angenommenen Körpers auftreffen und denselben dadurch beleuchten. Ein anderer Teil der von L ausgehenden Lichtstrahlen streift nur den gegebenen Körper, während weitaus die Mehrzahl der unendlich vielen Lichtstrahlen den betreffenden Körper überhaupt nicht treffen.

Derjenige Teil der Oberfläche des in der Fig. 1 angenommenen Körpers, welcher von den Lichtstrahlen nicht erreicht wird, liegt im Schatten, den man dann den Eigenschatten des Körpers nennt.

Steht nun der in der Fig. 1 angenommene Körper a b c d e f g h auf einer horizontalen Ebene (= E) und die Lichtquelle (= L) hat genau die gleiche Stellung wie in der Fig. 1 (siehe Fig. 2), dann werden diejenigen Lichtstrahlen, welche auf die Oberfläche des gegebenen Körpers auftreffen, die Ebene E nicht erreichen und dadurch dieselbe auch nicht beleuchten können. Naturgemäfs tritt nunmehr der nichtbeleuchtete Teil der Ebene E dunkler in die Erscheinung als der von den Lichtstrahlen erreichte Teil dieser Ebene. Man nennt dann diesen

nichtbeleuchteten Teil der Ebene E den Schlagschatten des Körpers a b c d e f g h.

Es soll hierbei aber auch gleichzeitig Erwähnung finden, dass der Schlagschatten des angenommenen Körpers ebensogut auch auf einen anderen Gegenstand, welcher sich in unmittelbarer Nähe des erstgenannten Körpers befindet, fallen kann und zwar derart, dass letzterer völlig oder nur teilweise in dem Schlagschatten des ersteren liegt. Man vergleiche hierbei die Fig. 3.

Aufgabe: In der Fig. 2 ist ein rechtwinkliges Prisma a b c d e f g h gegeben, welches mit einer Grundfläche e f g h auf der Horizontal-Ebene E steht. L sei die angenommene Lichtquelle, deren Horizontal-Projektion auf E in L_1 ersichtlich ist. Es soll nun der Schlagschatten des gegebenen Prismas ermittelt werden.

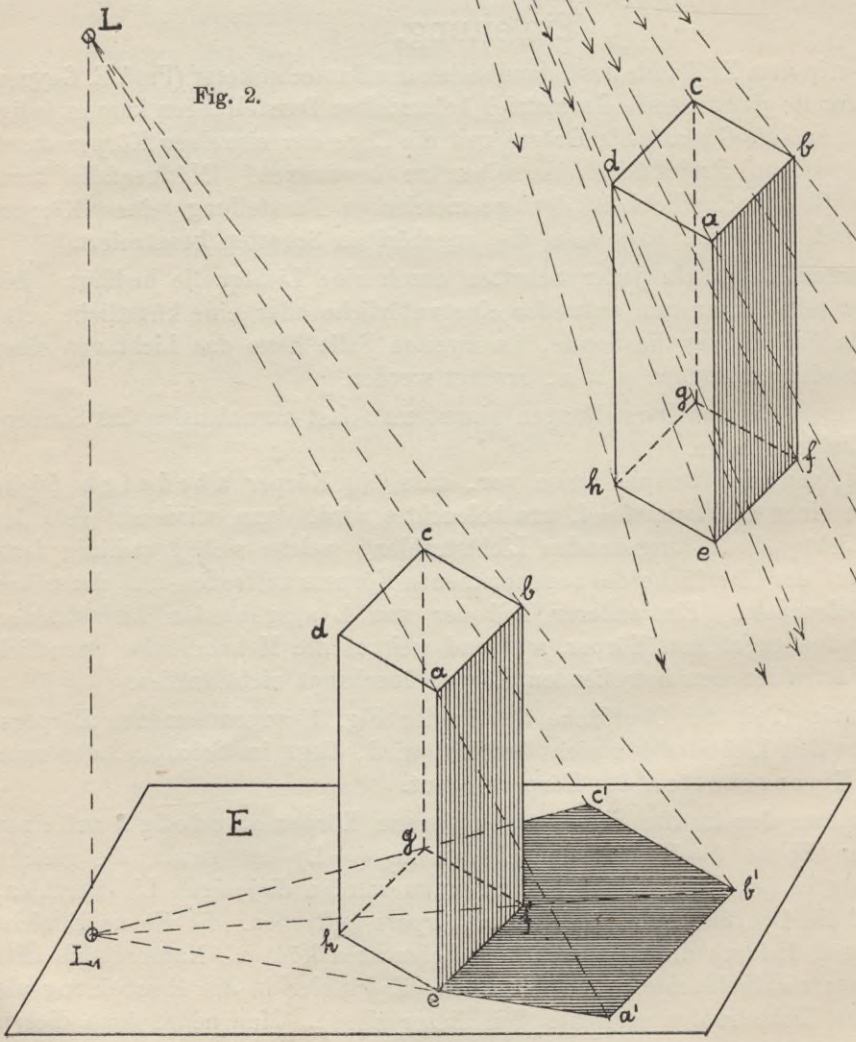


Fig. 2.

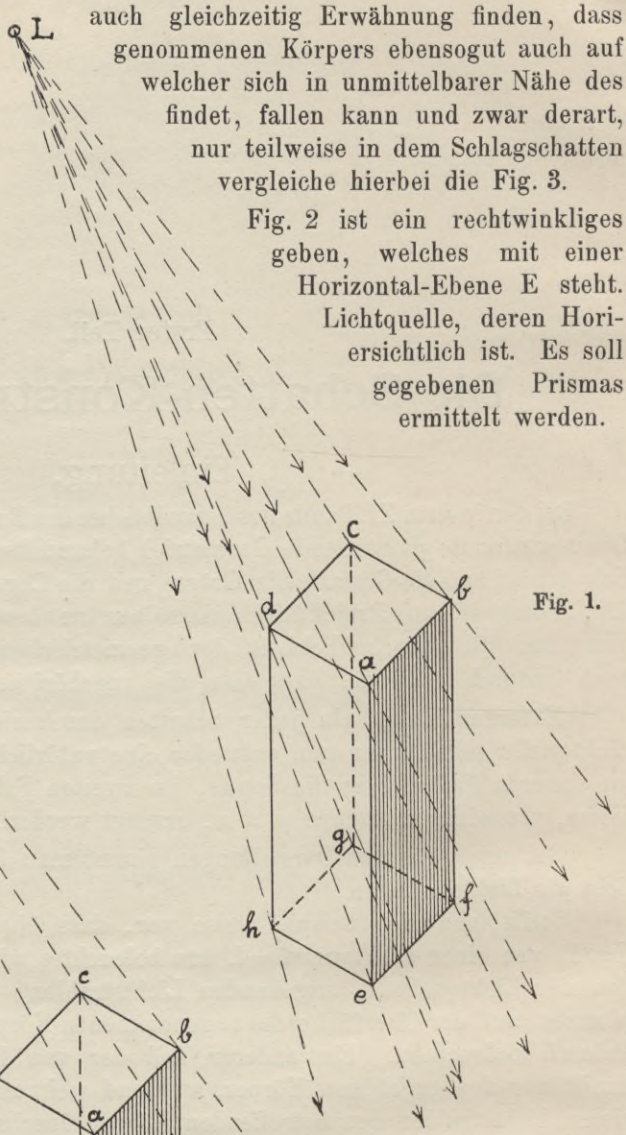


Fig. 1.

Auflösung: Zieht man von L aus einen Lichtstrahl durch die Ecke a des Prismas, dann ist L_1 e die Horizontal-Projektion dieses Lichtstrahles. Verlängert man nun den Lichtstrahl La sowie dessen Horizontal-Projektion L_1 e, dann treffen diese beiden Linien in a′ zusammen; der Punkt a′ ist somit der Schlagschatten des Prisma-Eckpunktes a auf der Horizontal-Ebene. Genau auf die gleiche Weise können nun auch die Schlagschatten der beiden anderen Prisma-Eckpunkte b und c ermittelt werden, wodurch sich die Schlagschattenpunkte b′ und c′ ergeben. Alle die Prisma-Kante a b streifenden Lichtstrahlen liegen, wie man sich leicht vorstellen kann, in einer Ebene, welche die Horizontal-Ebene E in der Linie a′ b′ durchschneidet, sodass mithin in der Linie a′ b′ der Schlagschatten der Prisma-Kante a b zu sehen ist. Ebenso wird nun auch die Linie b′ c′ als Schlagschatten von b c gefunden; ferner bilden die Linien a′ e und c′ g die Schlagschatten der beiden senkrechten Prisma-Kanten a e und c g. Die Linien e f, f g, g c′, c′ b′, b′ a′ und a′ e bilden zusammen die Schlagschatten-Grenze des gegebenen Prismas.

Diejenigen Oberflächenteile des in der Fig. 2 angenommenen Gegenstandes, welche nicht von den Lichtstrahlen erreicht werden, erscheinen nun dunkler als die durch die Lichtstrahlen er-

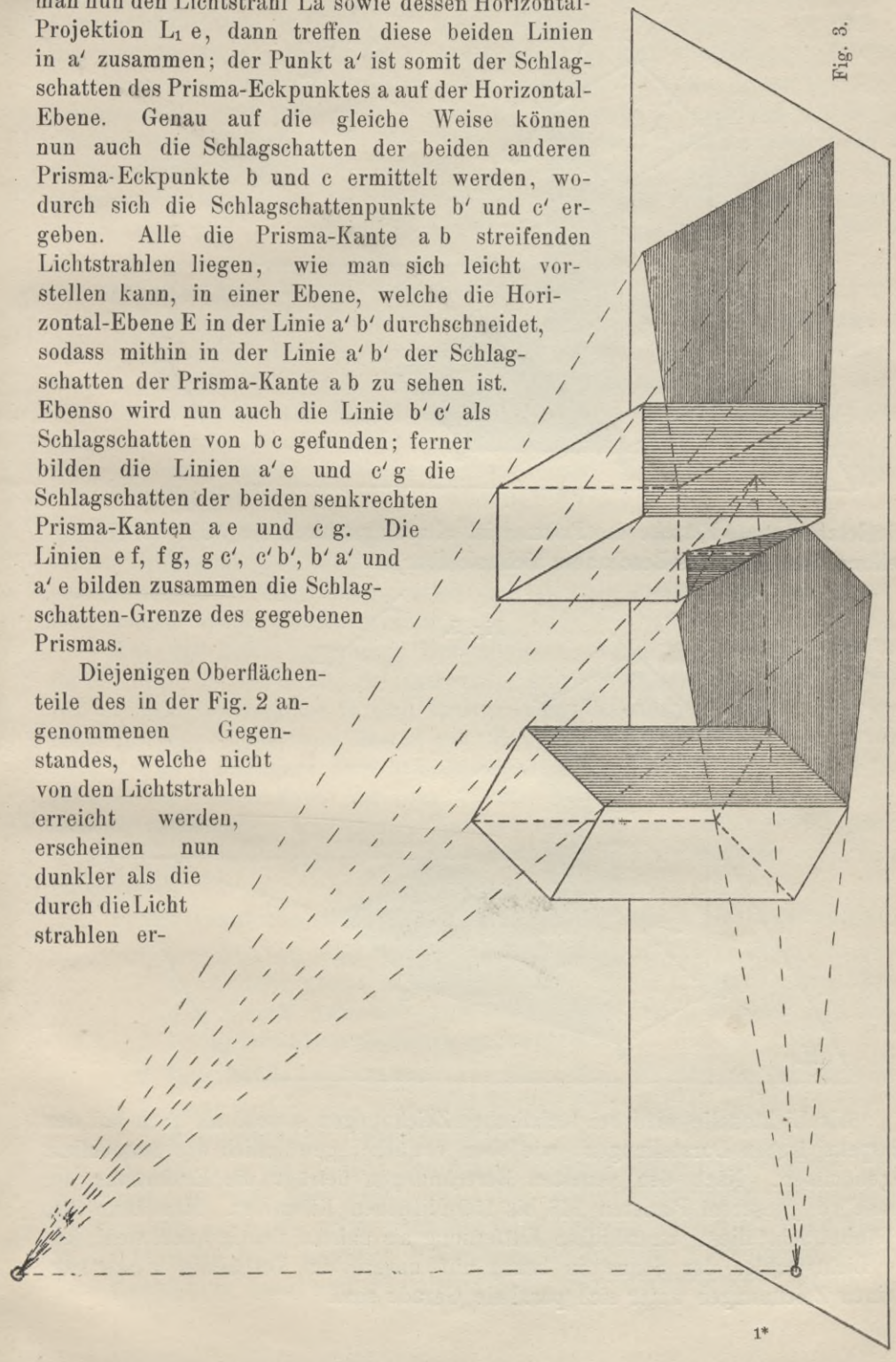
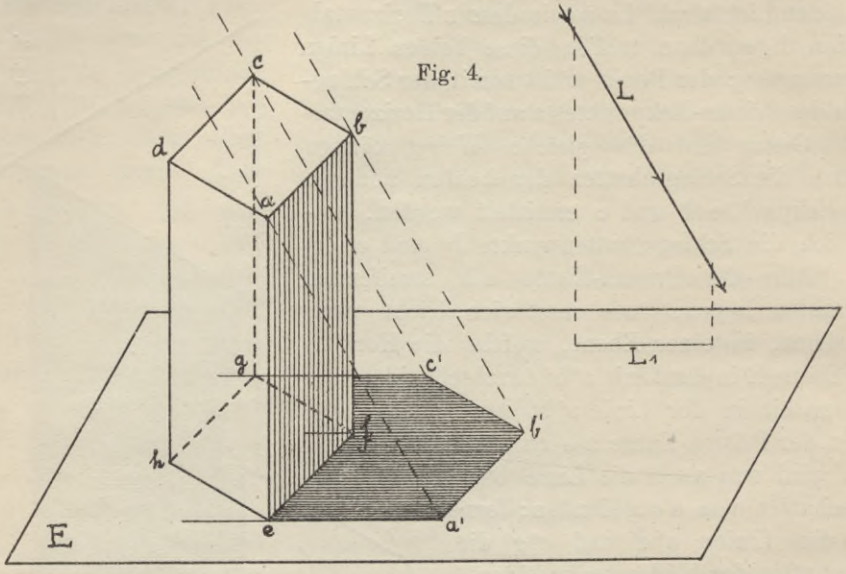


Fig. 3.

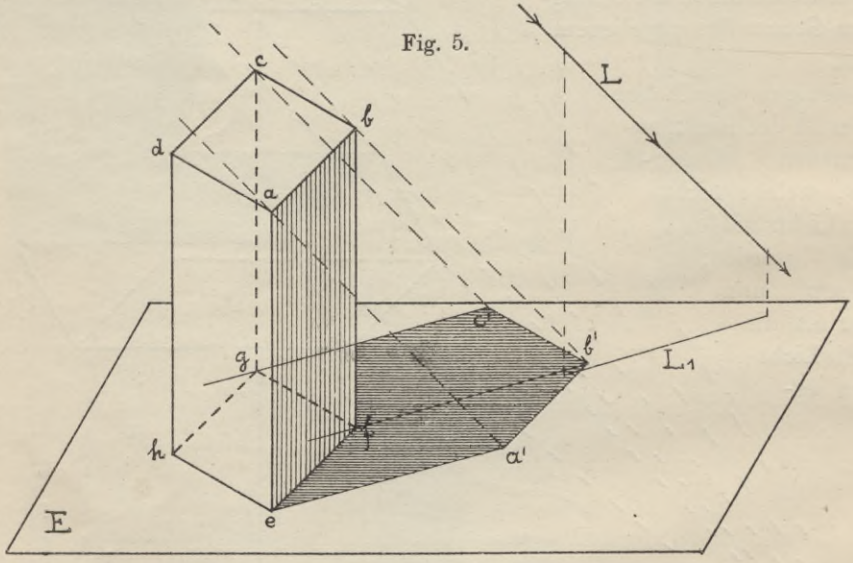
hellten Oberflächenteile des Prismas. Es sind dies die beiden Flächen e a b f und f b c g, welche somit in dem sogenannten Eigenschatten dieses Körpers liegen

Fig. 4.



(die letztgenannte Fläsche des Prismas ist allerdings durch die Wahl der Körperstellung dem Auge des Beschauers nicht sichtbar).

Fig. 5.



Als Lichtquelle wird bei technischen Zeichnungen sowohl als auch bei den perspektivischen Darstellungen, wie oben erwähnt, gewöhnlich das Sonnenlicht angenommen. Nach den neuesten Berechnungen beträgt die Entfernung der Sonne von unserem Planeten 148 bis 150 Millionen Kilometer. Man kann also in Anbetracht dieser unendlichen Entfernung als nahezu richtig annehmen, dass die Lichtstrahlen der Sonne in bezug auf unsere, im Verhältnis hierzu sehr kleinen Zeichnungen unter sich parallele Gerade sind.

In Hinblick auf das soeben Gesagte ist nun der Schlagschatten des in der Figur 2 dargestellten Prismas in der Figur 4 unter der Annahme paralleler Lichtstrahlen ermittelt worden. Hierbei ist L die ganz beliebig angenommene Lichtstrahl-Richtung und L_1 die Horizontal-Projektion derselben auf der Ebene E. Um nun den Schlagschatten des Prisma-Eckpunktes a zu konstruieren, zieht man parallel zu der Lichtstrahl-Richtung L den Lichtstrahl a a′ sowie dessen Horizontal-Projektion (= e a′) parallel zu L_1; es ist dann auch a′ e zugleich der Schlagschatten der senkrechten Prisma-Kante a e. Weiter bestimmt man noch die Schlagschatten der beiden Eckpunkte b und c des Prismas auf die gleiche Weise, wodurch sich dann auch die Schlagschatten der übrigen Prisma-Kanten ergeben, mithin auch die zu ermittelnde Schlagschatten-Grenze des Prismas auf der Ebene E.

Hiernach kann man die folgende Schlussfolgerung ziehen:

> Der Schlagschatten, welchen ein gegebener Körper auf die Horizontal-Ebene wirft, ist bei der Annahme paralleler Lichtstrahlen eine schiefe Parallel-Projektion dieses Körpers auf der Ebene E, während bei der Annahme endlicher Entfernung der Lichtquelle der auf der Ebene E ermittelte Schlagschatten eines Körpers eine Zentral-Projektion desselben auf der Ebene E ist.

In der Fig. 5 ist die beliebig gewählte Richtung des Lichtstrahles L sowie dessen Horizontal-Projektion L_1 eine andere, wie sie die Fig. 4 zeigt, wodurch naturgemäss auch der Schlagschatten des gleichen Prismas auf der Ebene E eine andere Gestalt annehmen muss.

Aus den bisher gegebenen Darstellungen und Erläuterungen ergibt sich ferner, dass der Umriss des Schlagschattens immer von den Grenzlinien zwischen den erleuchteten und den in dem Eigenschatten liegenden Teilen der Oberfläche eines Körpers — also von dessen sog. Eigenschatten-Grenze — herrührt. Zum Beweis konstruiere man beispielsweise in der Fig. 4 oder 5 den Schlagschatten der Prisma-Kante c d oder d h und man wird alsdann ersehen können, dass der betreffende Schlagschatten innerhalb des schon ermittelten Schlagschatten-Umrisses oder auch ganz oder nur teilweise in die Grundfläche des Prismas fallen muss.

Ferner kann man noch nach dem bisher Erläuterten als Regel aufstellen:

1. Der Schlagschatten einer Geraden, welche auf der Ebene E senkrecht steht, muss auf dieser Ebene E mit der Projektion des durch den unteren Endpunkt der Geraden gehenden Lichtstrahles zusammentreffen.
2. Der Schlagschatten einer Geraden, welche zu der Ebene E parallel liegt, muss auf dieser Ebene E parallel zu der angenommenen Geraden fallen.

Da sich nun die Stellung der Sonne in bezug auf unseren Planeten immer verändert, so hat dies auch eine sich stetig verändernde Richtung der Lichtstrahlen zur Folge, somit auch eine immer wechselnde Gestalt des Schattens. Dieser Umstand kann natürlich bei unseren technischen Zeichnungen keinerlei Berücksichtigung finden und man nimmt daher ganz allgemein an, dass die unter

sich parallelen Lichtstrahlen stets in einer ganz bestimmten Richtung auf die dargestellten Gegenstände auftreffen. Diese allgemein angenommene Richtung der unter sich parallelen Lichtstrahlen ist parallel zu der Diagonale a b des in der Fig. 6 dargestellten Würfels W. Die drei geometrischen Projektionen (Grundriss, Aufriss und Seitenriss) dieses Würfels W nebst seiner Diagonale a b,

Fig. 6.

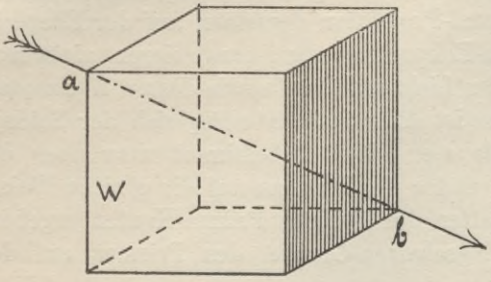
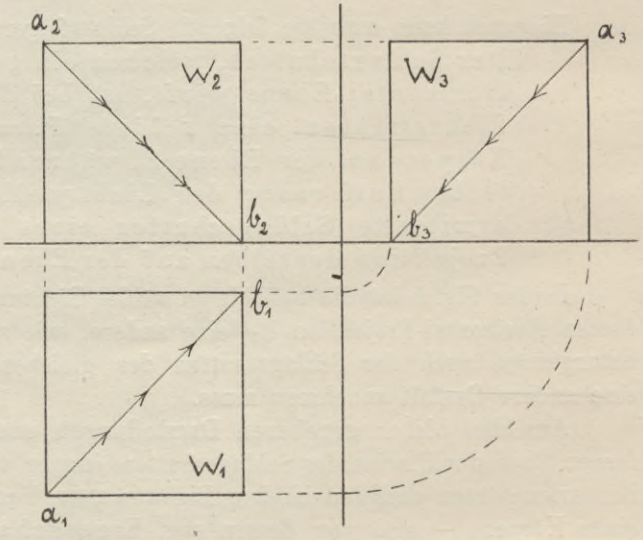


Fig. 7.



als der allgemein gebräuchlichen Lichtstrahl-Richtung, zeigt die Fig. 7. Erfahrungsgemäfs erhalten auch bei der Annahme dieser Lichtstrahl-Richtung die zeichnerisch dargestellten Gegenstände eine Beleuchtung von recht guter Wirkung, und die Ermittelung ihrer Schatten kann so auch auf eine sehr bequeme Art erfolgen, indem man die Projektionen der Lichtstrahlen in dem Grundriss, Aufriss und Seitenriss mit dem 45°-Winkel verzeichnen kann.

Die Konstruktion der Schlagschatten von Punkten, geraden und krummen Linien, sowie von ebenen Flächen.

1. Schlagschatten von Punkten.

Aufgabe. In der Figur 8a soll der Schlagschatten, welchen der Punkt P auf einer der beiden Projektions-Ebenen E_1 und E_2 wirft, bestimmt werden.

Auflösung. Die Lage des gegebenen Punktes P ist durch seine Horizontal-Projektion P_1 und durch seine Vertikal-Projektion P_2 festgelegt. Zunächst zieht man nun von P_1 aus die Horizontal-Projektion des Lichtstrahles L ($= L_1$) und von P_2 aus die Vertikal-Projektion desselben ($= L_2$) und findet dadurch, dass die Horizontal-Projektion des Lichtstrahles in dem Punkte p_0 auf die Vertikal-Ebene ($= E_2$) auftrifft, dass er mithin die Horizontal-Ebene ($= E_1$) nicht mehr erreicht. Eine von p_0 aus gezogene senkrechte Linie bestimmt nun auf der Vertikal-Projektion des Lichtstrahles diejenige Stelle ($= p_2$), an welcher der Lichtstrahl selbst die Vertikal-Ebene trifft. Somit ist also p_2 der Schlagschatten

des gegebenen Punktes P. Es ist demnach, anders ausgedrückt, der Schlagschatten des Punktes P auf der Vertikal-Ebene zugleich auch die sogenannte Vertikal-Spur des durch den Punkt P gehenden Lichtstrahles.

Fig. 8a.

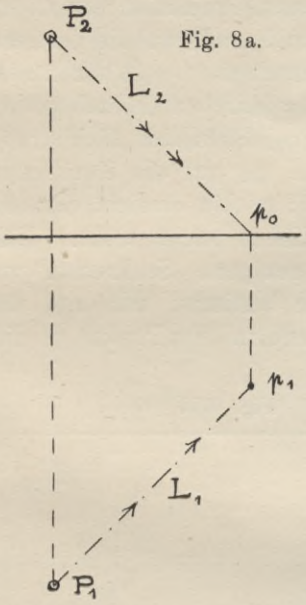
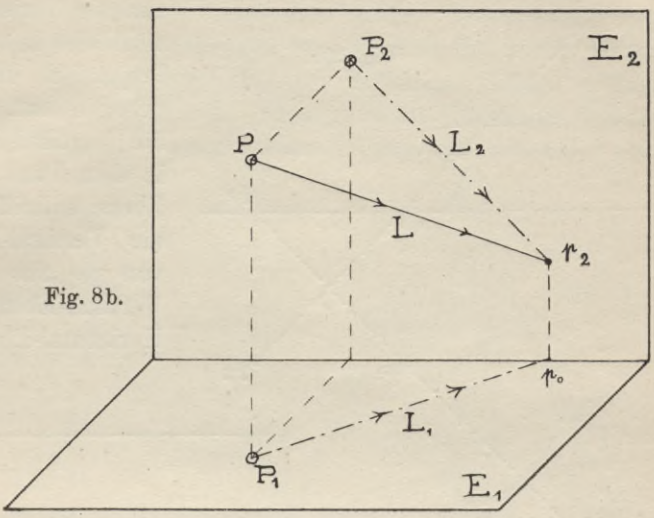


Fig. 8b.



Die in der Fig. 8b gegebene Darstellung veranschaulicht das zu der Fig. 8a Erläuterte noch deutlicher.

Fig. 9a.

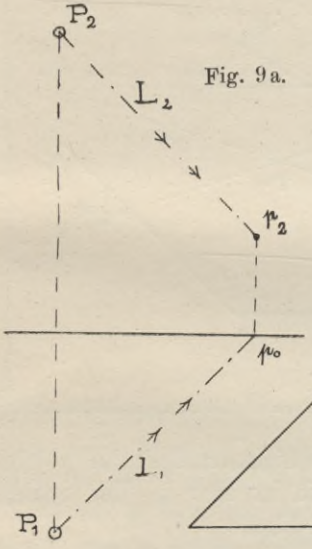
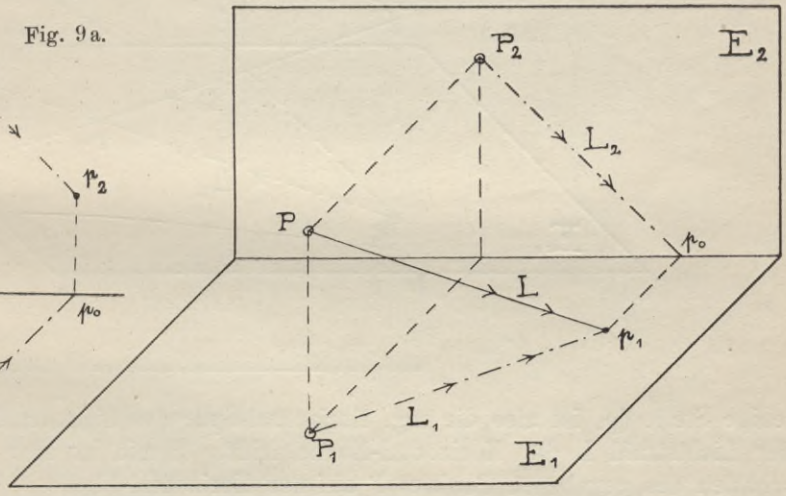


Fig. 9b.



Kann man also die Spur (bekanntlich auch Durchschnitt oder Schnittpunkt genannt) einer Geraden auf einer beliebig angenommenen Fläche bestimmen, so ist man damit auch in der Lage, den Schlagschatten eines gegebenen Punktes auf irgend einer Fläche zu ermitteln*).

*) In Rücksicht auf das Obengesagte sei besonders auf den XI. Band des „Handbuches des Bautechnikers“ — Die angewandte, darstellende Geometrie von Prof. Erich Geyger, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig hingewiesen.

In der Figur 9a ist die Lage des Punktes P durch seine beiden Projektionen (= P_1 und P_2) gegeben. Sein Schlagschatten ist dadurch festgelegt worden, dass man auch hierbei von P_1 aus die Horizontal-Projektion des Lichtstrahls (= L_1) und von P_2 aus die Vertikal-Projektion desselben (= L_2) zunächst gezogen hat, wodurch man findet, dass die Vertikal-Projektion des Lichtstrahls in dem Punkte p_0 auf die Horizontal-Ebene auftrifft; mithin erreicht derselbe die Vertikal-Ebene nicht mehr. Eine von p_0 aus gezogene Senkrechte zur Vertikal-Ebene bestimmt nun auf der Horizontal-Ebene in dem Punkte p_1 die-

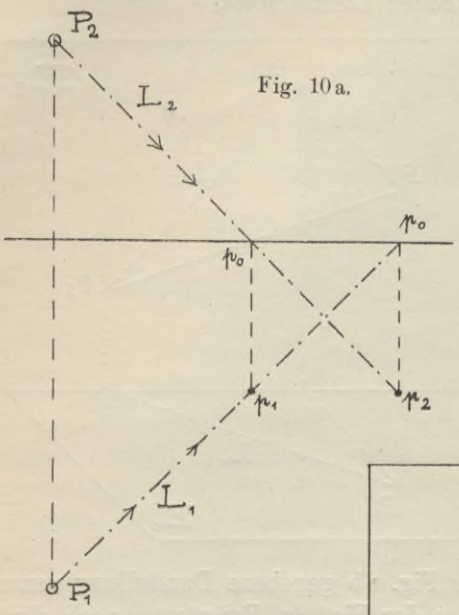
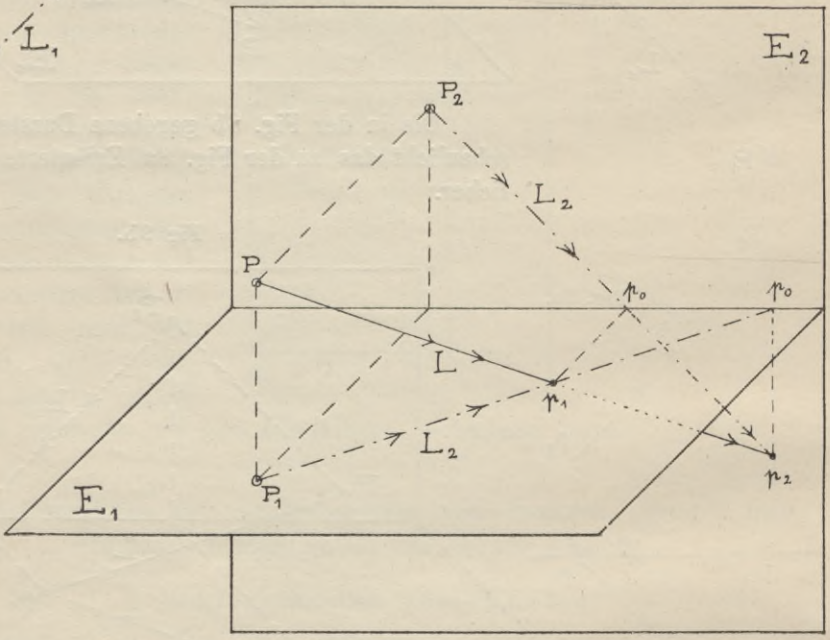


Fig. 10a.

Fig. 10b.



jenige Stelle (p_1 ist also die sog. Horizontal-Spur des Lichtstrahles), an welcher der Lichtstrahl L die Horizontal-Ebene trifft. Somit ist also p_1 der Schlagschatten des gegebenen Punktes P auf der Horizontal-Ebene.

Die Figur 9b veranschaulicht das eben Erklärte noch deutlicher.

In der Figur 10a ist die Horizontal-Spur (= p_1), sowie die Vertikal-Spur (= p_2) des Lichtstrahls L, welcher durch den gegebenen Punkt P geht, ermittelt worden. Von den beiden Spuren kann natürlich nur die Horizontal-Spur (= p_1) als der tatsächliche Schlagschatten des Punktes P angesehen werden. Die Vertikal-Spur (= p_2) würde nur in dem Falle ein Schlagschatten sein, wenn man sich die Horizontal-Ebene weggenommen gedacht hätte.

Die Fig. 10b gibt hierzu eine weitere Erläuterung.

Aufgabe. In der Fig. 11 ist der Punkt P sowie die ebene Fläche a b c d durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll nun der Schlagschatten des gegebenen Punktes ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst zieht man von den beiden Projektionen des Punktes P (= P_1 und P_2) aus die entsprechenden Projektionen des Lichtstrahles (= L_1 und L_2). Nun denkt man sich durch L_1 eine Hilfsebene gelegt, welche zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehen soll. Diese gedachte Hilfsebene, welche sich also in ihrer Horizontal-Projektion als die Linie L_1 darstellt, schneidet nun

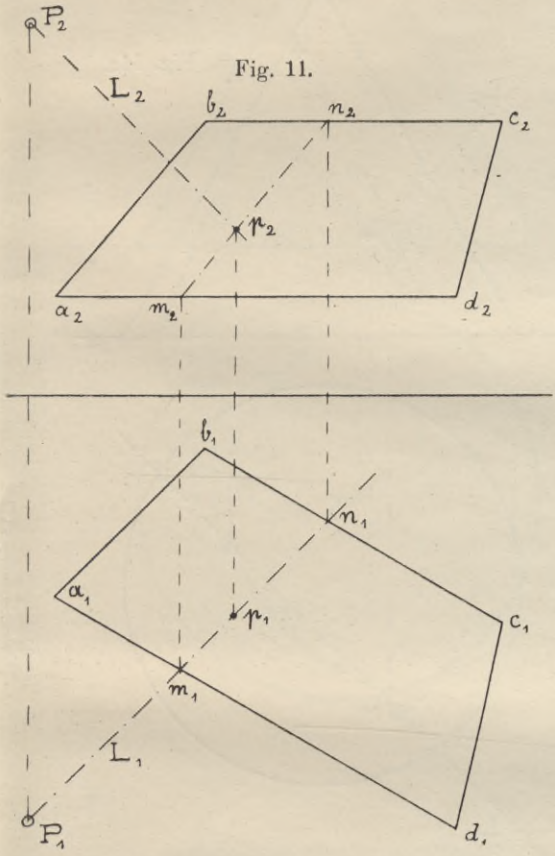


Fig. 11.

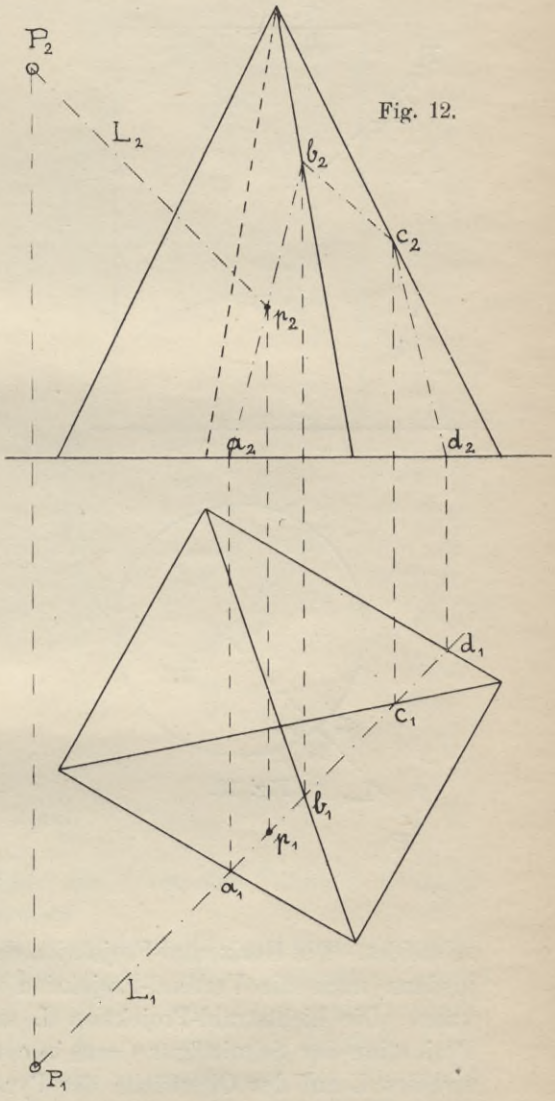


Fig. 12.

die Horizontal-Projektion der gegebenen Fläche (= a_1 b_1 c_1 d_1) in der Linie m_1 n_1, mithin in der Vertikal-Projektion der Fläche (= a_2 b_2 c_2 d_2) in der Linie m_2 n_2, was ja durch das Ziehen der Ordinaten m_1 m_2 und n_1 n_2 leicht ermittelt werden kann. Die Vertikal-Projektion des Lichtstrahles (= L_2) trifft nun in dem Punkte p_2 auf die Vertikal-Projektion der Schnittlinie der angenommenen Hilfsebene mit der Fläche a b c d. Der Punkt p_2 ist mithin die Spur des Lichtstrahles L auf der Fläche a b c d und demnach auch zugleich der aufzusuchende Schlagschatten des Punktes P auf dieser gegebenen Fläche.

Aufgabe. Es soll der Schlagschatten des Punktes P auf der Oberfläche einer Pyramide konstruiert werden. Die Lage des Punktes P sowie der Pyramide ist durch ihre beiden Projektionen in der Fig. 12 festgelegt.

Auflösung. Man zieht, genau wie dies in der Fig. 11 geschehen ist, auch hierbei die beiden Projektionen des Lichtstrahles (= L_1 und L_2) und denkt sich nun durch L_1 eine senkrecht zu der Horizontal-Ebene stehende Hilfsebene gelegt, welche die gegebene Pyramide nach einem unregelmässigen Viereck a b c d

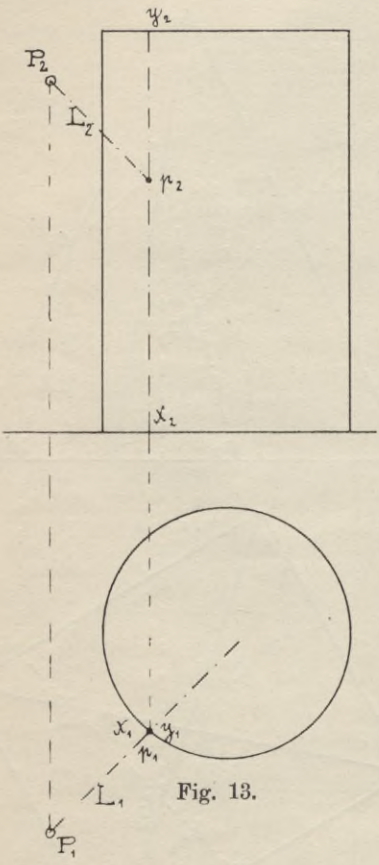


Fig. 13.

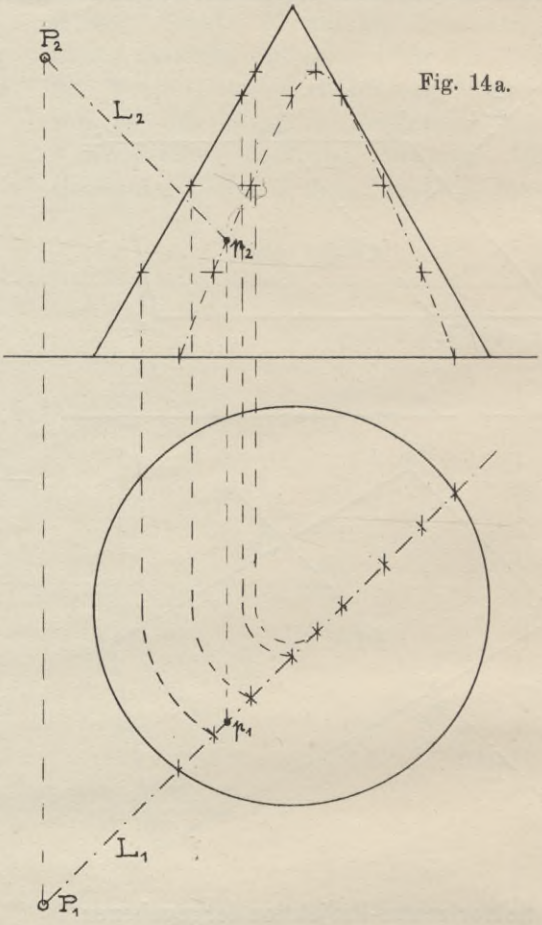


Fig. 14a.

schneidet. Die Horizontal-Projektion dieses Viereckes ist also $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$, wodurch alsdann auch die Vertikal-Projektion desselben (= $a_2\ b_2\ c_2\ d_2$) ermittelt werden kann. Die Lichtstrahl-Projektion L_2 trifft nun in dem Punkte p_2 die Vertikal-Projektion der Schnittfigur (= $a_2\ b_2\ c_2\ d_2$); es ist somit p_2 die Spur des Lichtstrahles L auf der Oberfläche der Pyramide und es ist damit auch zugleich in dem Punkte p_2 der Schlagschatten des Punktes P ermittelt worden.

Aufgabe. In der Fig. 13 ist die Lage eines Punktes P sowie ein senkrecht auf der Horizontal-Ebene stehender Zylinder durch die beiden Projektionen gegeben. Es soll der Schlagschatten des Punktes P auf der Oberfläche des Zylinders ermittelt werden.

Auflösung. Nachdem man die beiden Projektionen L_1 und L_2 des Lichtstrahles gezogen hat, legt man durch L_1 eine Hilfsebene, welche wiederum zu der Horizontal-Ebene senkrecht steht. Die Spur dieser gedachten Hilfsebene ist auf der Vertikal-Projektion des Zylinders in der Linie $x_2\ y_2$ zu erkennen. Hiernach kann man leicht den zu ermittelnden Schlagschatten ($= p_2$) des Punktes P

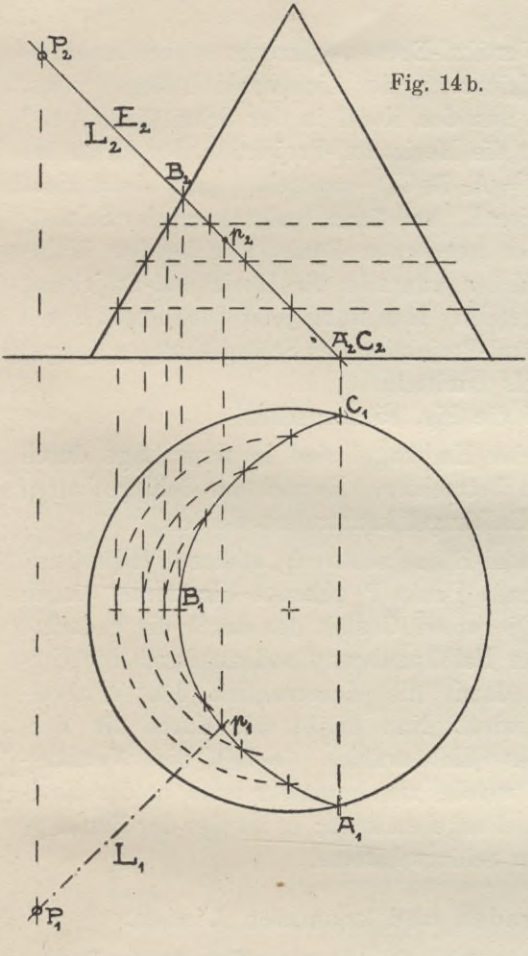


Fig. 14b.

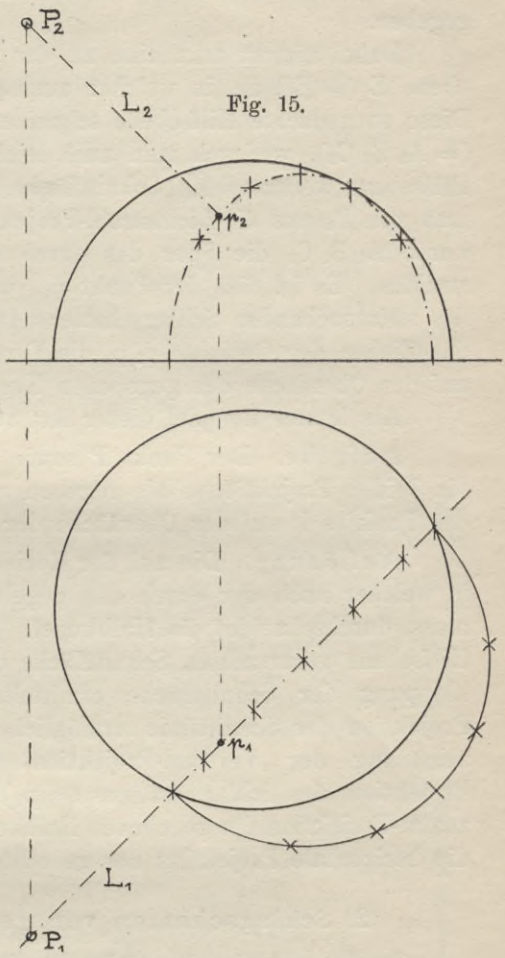


Fig. 15.

auffinden. Der Punkt p_2 ist also die Spur des durch den Punkt P gehenden Lichtstrahles auf der Oberfläche des Zylinders.

In der Fig. 14a ist die Ermittelung des Schlagschattens eines gegebenen Punktes P auf der Mantelfläche eines Kegels gezeigt. Die Konstruktion erfolgt genau nach der zu der Fig. 13 gegebenen Erklärung und kann daher keinerlei Schwierigkeiten bieten. Es sei nur angefügt, dass die wiederum durch die Lichtstrahl-Projektion L_1 gelegte Hilfsebene, welche senkrecht auf der Horizontal-Ebene stehend gedacht wird, an dem Kegel einen sogen. Hyperbel-Schnitt*) verursacht, dessen Vertikal-Projektion sodann konstruiert werden muss. Auf der letzteren wird nun mit Hilfe der Lichtstrahl-Projektion L_2 der Punkt p_2

*) Näheres über den Hyperbel-Schnitt findet man im XI. Bande des „Handbuches des Bautechnikers" — Prof. E. Geyger, Die angewandte darstellende Geometrie.

als Schlagschatten des gegebenen Punktes P auf dem Kegelmantel ermittelt. Durch die entsprechende Ordinate legt man die Horizontal-Projektion des Schlagschattens ($= p_1$) fest.

In der Fig. 14b ist genau die gleiche Aufgabe wie in der Fig. 14a gestellt worden, jedoch ist hierbei eine andere Lösung, welche dasselbe Ergebnis liefert, gegeben.

Dabei nimmt man eine zu der Vertikal-Ebene senkrecht stehende Hilfsebene E ($= E_2$) an, in welcher auch gleichzeitig der Lichtstrahl L liegen muss. Diese so gedachte Hilfsebene schneidet nun den Kegel in der Schnittlinie A B C ($= A_2\ B_2\ C_2$), wodurch man auch leicht die Horizontal-Projektion der durch die Hilfsebene verursachten Schnittfläche ($= A_1\ B_1\ C_1$) ermitteln kann. Jetzt zieht man von P_1 aus die Lichtstrahl-Projektion L_1 und findet dadurch auf der Schnittkurve $A_1\ B_1\ C_1$ die Spur des durch den gegebenen Punkt P gehenden Lichtstrahles. Es ist dies der Punkt p_1, welcher nunmehr die Horizontal-Projektion des aufzusuchenden Schlagschattens darstellt. Man kann jetzt auch leicht durch das Ziehen der Ordinate $p_1\ p_2$ die Vertikal-Projektion des Schlagschattens ($= p_2$) auf der Oberfläche des gegebenen Kegels ermitteln.

Als letztes Beispiel dieser Art sei die Fig. 15 anzusehen.

Aufgabe. Der Punkt P sowie eine Halbkugel sind in ihrer Lage durch die beiden Projektionen als gegeben zu betrachten. Es soll der Schlagschatten des Punktes P auf der Oberfläche der Halbkugel konstruiert werden.

Auflösung. Die auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehende Hilfsebene, in welcher auch der durch den gegebenen Punkt P gehende Lichtstrahl liegen muss, durchschneidet die Halbkugel. Die wahre Gestalt der durch die gedachte Hilfsebene verursachten Schnittfläche der Halbkugel wird sodann durch die Umklappung der Schnittfläche ermittelt, damit die Konstruktion der Vertikal-Projektion der Schnittlinie ermöglicht wird. Nun ergibt sich durch die Verzeichnung der Vertikal-Projektion des Lichtstrahles ($= L_2$) die Vertikal-Projektion des Schlagschattens ($= p_2$), welche man nunmehr auch in der Horizontal-Projektion der gegebenen Halbkugel angeben kann; es ist also der Punkt p_1 die horizontale Projektion des gesuchten Schlagschattens.

2. Schlagschatten von geraden und krummen Linien.

Denkt man sich durch die unendlich vielen Punkte einer Geraden im Raume die Lichtstrahlen gezogen, dann bilden diese zusammengenommen eine Ebene, welche man gewöhnlich die „Lichtebene“ nennt. Die Spur oder die Schnittlinie dieser Lichtebene auf einer der beiden Projektions-Ebenen, auf irgend einer anderen Fläche oder auf einem Gegenstande ist dann zugleich auch der Schlagschatten der zuerst gedachten Geraden.

Aufgabe. In der Fig. 16a ist die Gerade A B durch ihre Projektionen gegeben, welche zu der Horizontal-Ebene eine senkrechte Richtung einnimmt und deren unterer Endpunkt A die Horizontal-Ebene selbst berührt. Es soll nun der Schlagschatten dieser gegebenen Geraden ermittelt werden.

Auflösung. Um den Schlagschatten der Geraden A B aufzufinden, konstruiert man einfach die Schlagschatten ihrer beiden Endpunkte, wodurch man die beiden Punkte a_1 und b_1 findet. Da nun der untere Endpunkt ($= A$)

der Geraden die Horizontal-Ebene berührt, so muss naturgemäss der Schlagschatten (= a_1) dieses Endpunktes mit seiner Horizontal-Projektion (= A_1) zu-

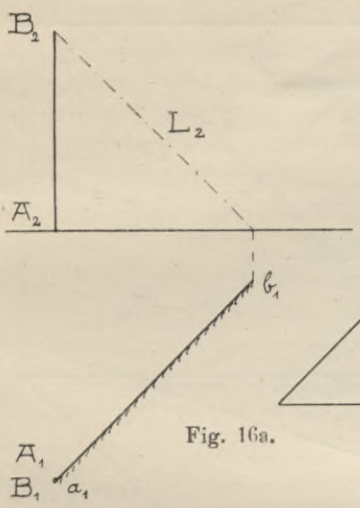


Fig. 16a.

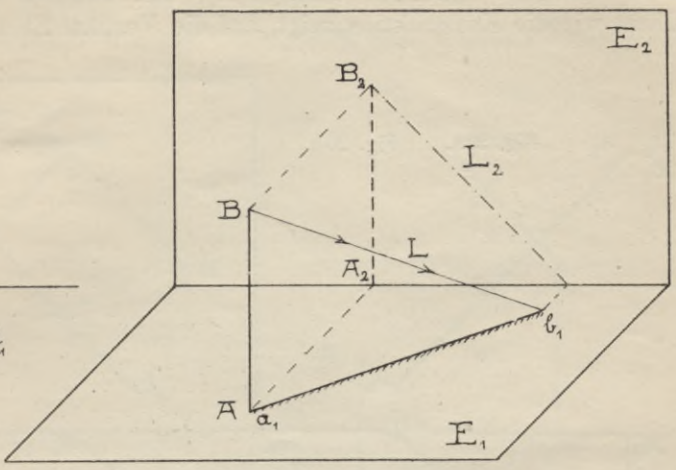


Fig. 16b.

sammenfallen. Ist nun der Schlagschatten des oberen Endpunktes (= B) der Geraden ebenfalls ermittelt (= b_1), dann werden die Schlagschattenpunkte a_1 und

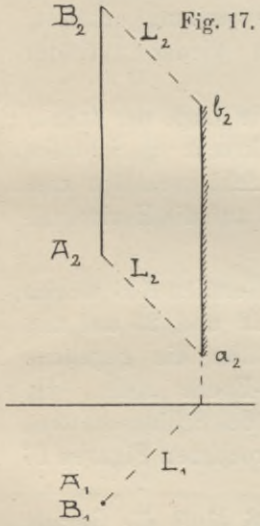


Fig. 17.

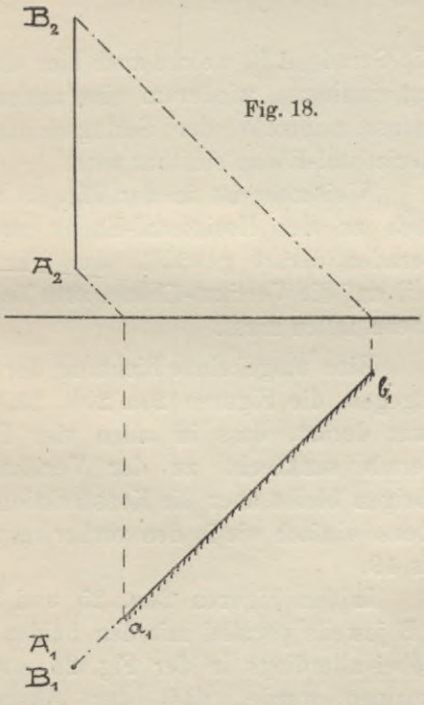


Fig. 18.

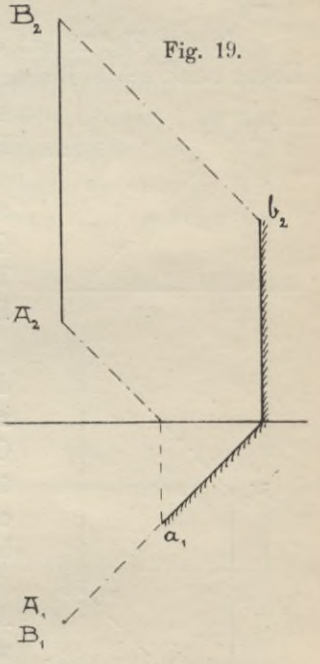
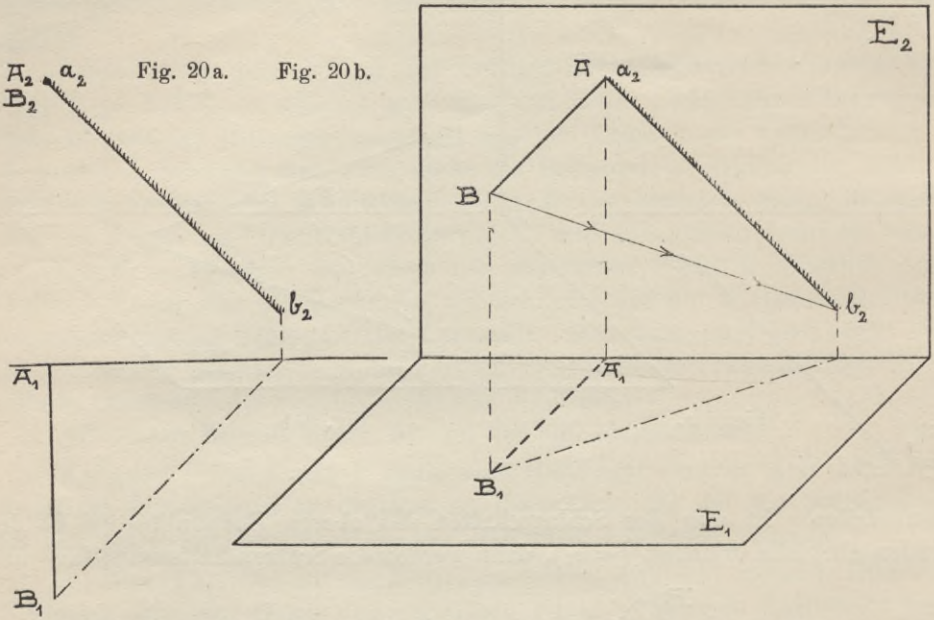


Fig. 19.

b_1 mit einander verbunden und man erhält mit dieser Verbindungslinie den gesuchten Schlagschatten der Geraden A B auf der Horizontal-Ebene.

Die Fig. 16b gibt ein deutlicheres Bild dieser ganzen Konstruktion.

Die Fig. 17 weist eine andere Lage der hier ebenfalls zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehenden Geraden A B auf, wodurch der Schlagschatten derselben, wie die Konstruktion zeigt, auf die Vertikal-Ebene fallen muss.



In der Fig. 18 hat die Gerade A B, welche auch hier eine zu der Horizontal-Ebene senkrechte Richtung einnimmt, wiederum eine andere Stellung erhalten, sodass nunmehr der Schlagschatten wieder auf der Horizontal-Ebene sichtbar wird.

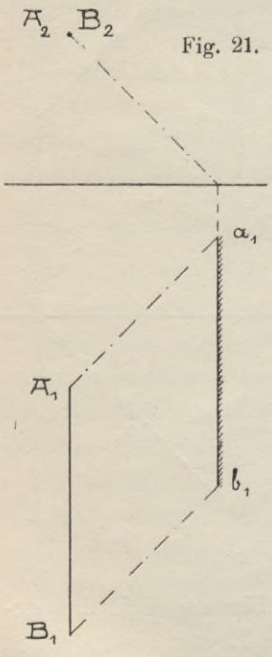


Fig. 21.

Weiterhin ist in der Fig. 19 die Lage der immer noch zu der Horizontal-Ebene senkrecht gerichteten Geraden derart gewählt, dass ihr Schlagschatten zum Teil auf die Vertikal-Ebene, zum Teil auf die Horizontal-Ebene fallen muss.

Eine umgekehrte Richtung der Geraden A B weisen dagegen die Figuren 20a 20b, 21, 22 und 23 auf und zwar derart, dass in allen vier Fällen die gegebene Gerade senkrecht zu der Vertikal-Ebene steht. Im übrigen bleibt aber die Konstruktion des Schlagschattens ebenso einfach wie in den vorher besprochenen Figuren 16 bis 19.

In den Figuren 24a, 25 und 26 läuft die Gerade A B jeweils parallel mit den beiden Projektions-Ebenen, wobei allerdings in der Fig. 26 noch ausserdem angenommen wurde, dass der Abstand der gegebenen Geraden A'B von der Vertikal-Ebene der gleiche ist, wie derjenige von der Horizontal-Ebene. In dem letzteren Falle muss alsdann der zu ermittelnde Schlagschatten in die Achse der beiden Projektions-Ebenen fallen.

Bei der Fig. 27a ist weiterhin angenommen, dass die Gerade A B zu der Vertikal-Ebene parallel liegt und zu der Horizontal-Ebene geneigte Lage hat.

Fig. 22.

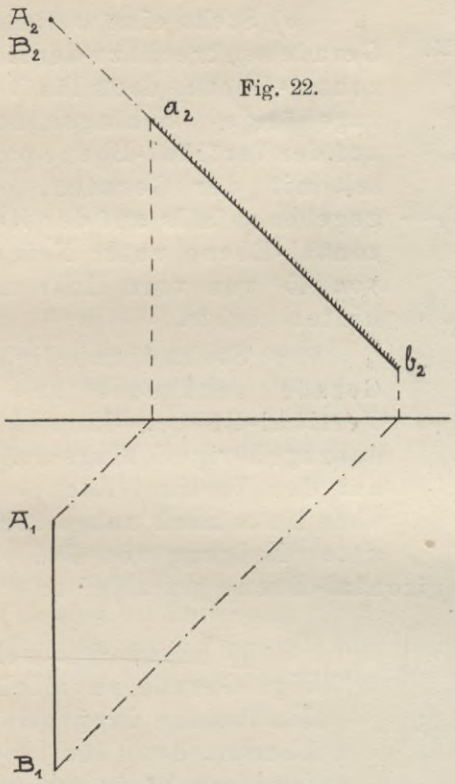
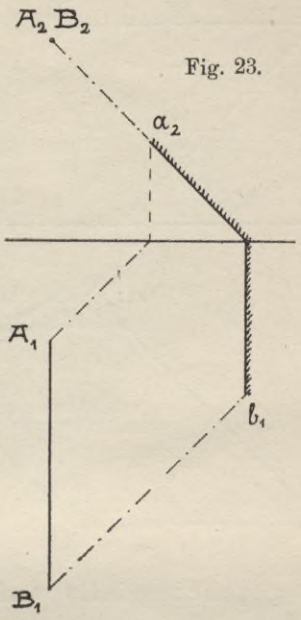


Fig. 23.



Es wird alsdann der zu ermittelnde Schlagschatten, falls derselbe auf die Vertikal-Ebene fällt, parallel zu der gegebenen Geraden sein müssen.

Bei der Fig. 27b liegt der Fall derart, dass die gegebene Gerade A B parallel zu der Horizontal-Ebene liegt, zu der Vertikal-Ebene aber geneigt ist.

Fig. 24a.

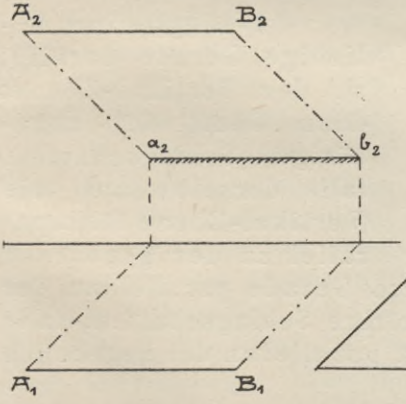
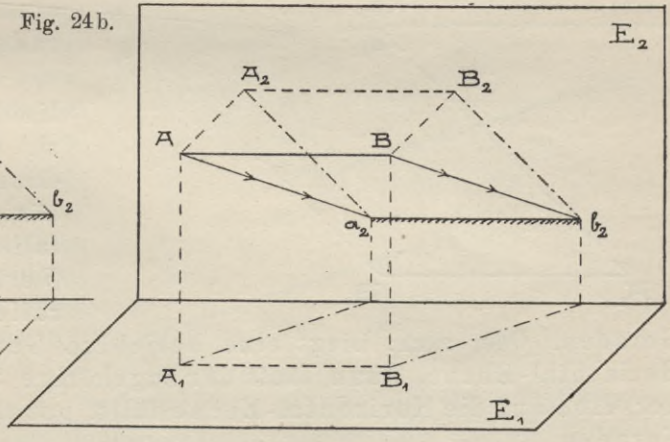


Fig. 24b.



Hierbei wird also der zu ermittelnde Schlagschatten, falls derselbe auf die Horizontal-Ebene fällt, parallel zu der gegebenen Geraden sein.

Die Ergebnisse der in den Figuren 16 bis einschliesslich der Fig. 27b zur Darstellung gelangten Konstruktionen liefern zugleich auch den Beweis für die nun folgenden Grundregeln:

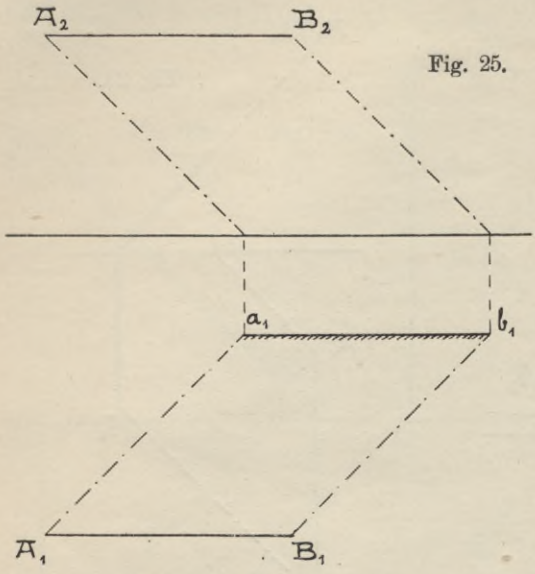


Fig. 25.

α) Steht eine beliebige Gerade senkrecht zu der Horizontal-Ebene, dann läuft der zugehörige Schlagschatten auf der Vertikal-Ebene parallel mit der Geraden, oder gegebenenfalls auf der Horizontal-Ebene unter Neigung von 45° von vorn links nach hinten rechts.

β) Steht eine beliebige Gerade senkrecht zu der Vertikal-Ebene, dann läuft der zugehörige Schlagschatten auf der Vertikal-Ebene von oben links nach unten rechts unter Neigung von 45°, oder auch gegebenenfalls auf der Horizontal-Ebene parallel mit der Geraden.

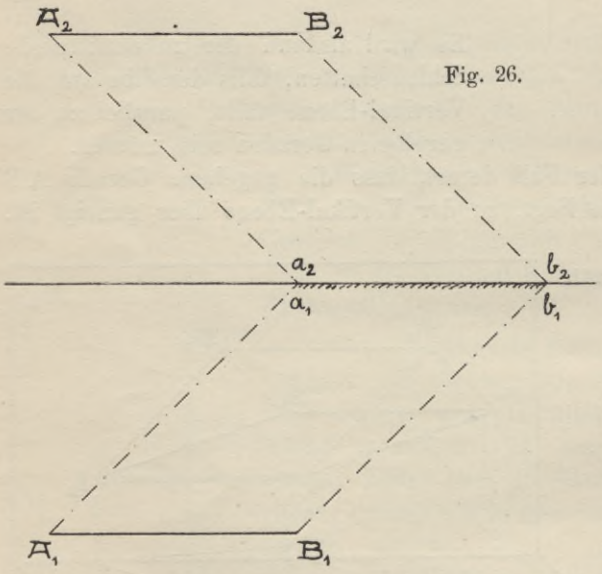


Fig. 26.

γ) Liegt eine beliebige Gerade parallel zu den beiden Projektions-Ebenen, dann läuft auch der zugehörige Schlagschatten, mag er nun auf die eine oder die andere Projektions-Ebene fallen, stets parallel zu der Geraden.

δ) Liegt eine beliebige Gerade parallel zu der Vertikal-Ebene, dann läuft der zugehörige Schlagschatten, falls derselbe auf die Vertikal-Ebene fällt, parallel zu der gegebenen Geraden. Oder auch: Liegt eine beliebige Gerade parallel zu der Horizontal-Ebene, dann läuft der zugehörige Schlagschatten, falls derselbe auf die Horizontal-Ebene fällt, parallel zu der gegebenen Geraden.

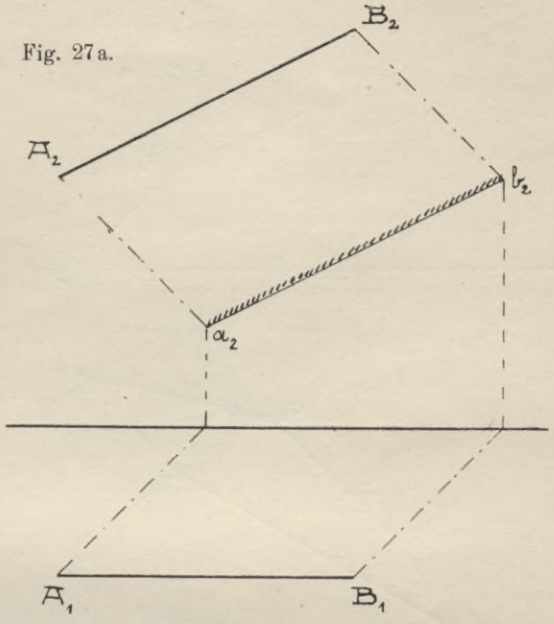
In der Fig. 28a ist nun die Lage der gegebenen Geraden A B derart gewählt, dass dieselbe zu keiner der beiden Projektions-Ebenen parallel läuft.

Mithin wird auch der zugehörige Schlagschatten weder mit der Vertikal-Projektion, noch mit der Horizontal-Projektion der Geraden A B parallel laufen.

Für die Fig. 28b gilt genau das gleiche wie bei der Fig. 28a.

In der Fig. 29a ist die Richtung der gegebenen Geraden A B im Raume derartig gewählt worden, dass der zugehörige Schlagschatten, welcher hierbei auf der Horizontal-Ebene sichtbar wird, zum Teil mit der Horizontal-Projektion der Geraden zusammenfällt.

Fig. 27a.



Wie die Fig. 29b zeigt, hat hier die gegebene Gerade A B eine solche Lage erhalten, dass dieselbe die gleiche Richtung, welche die Lichtstrahlen einnehmen, hat. Dadurch erhält man als den zugehörigen Schlagschatten einen Punkt, welcher dann, je nach der Entfernung der Geraden A B von der Vertikal- oder Horizontal-Ebene, entweder auf der ersteren oder auf der letzteren Ebene gefunden wird.

Aufgabe. In der Fig. 30a ist die Lage der Geraden A B durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll der zugehörige Schlagschatten ermittelt werden.

Auflösung. In diesem Falle sucht man zunächst sowohl die Horizontal-Spur als auch die Vertikal-Spur der sogen. „Lichtebene"; hierbei müssen sich die beiden Spurlinien in einem Punkte auf der Projektions-Achse treffen. Die folgende Konstruktion führt nun zu dem gewünschten Ergebnis. Man ermittelt zuerst die Horizontal-Spur des durch den Punkt A der Geraden A B gehenden Lichtstrahles und erhält dadurch den Punkt a_1, sodann bestimmt man die Horizontal-Spur des durch den Endpunkt B dieser Geraden gehenden Lichtstrahles und erhält so den Punkt b_1. Alsdann verbindet man diese beiden Spurpunkte a_1 und b_1 mit einander. Diese Verbindungslinie stellt nun den Schlagschatten der Geraden

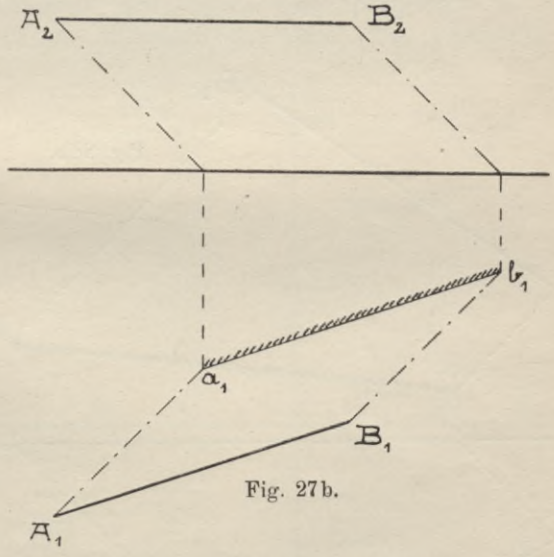


Fig. 27b.

A B auf der Horizontal-Ebene dar. Der Schlagschatten selbst ist natürlich nur vor der Projektions-Achse auf der Horizontal-Ebene sichtbar; hinter der

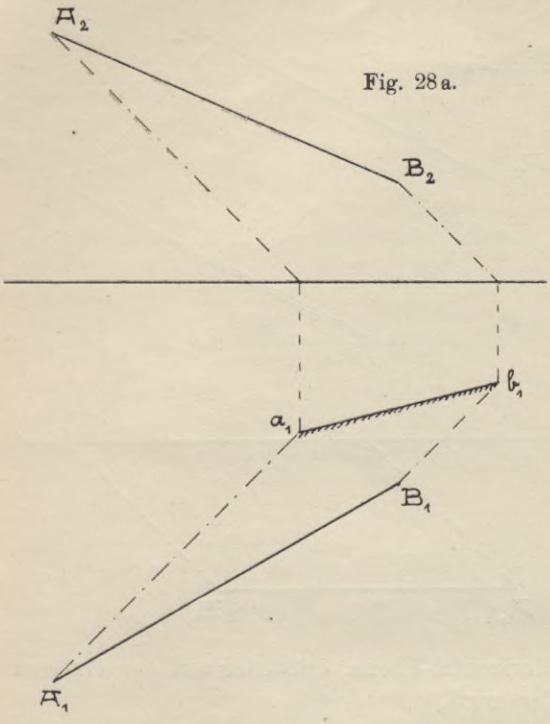


Fig. 28a.

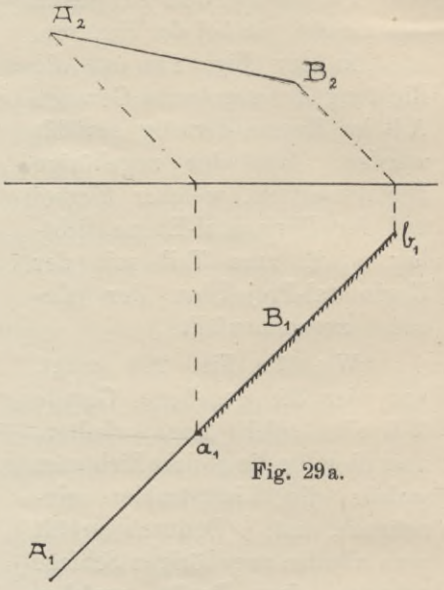


Fig. 29a.

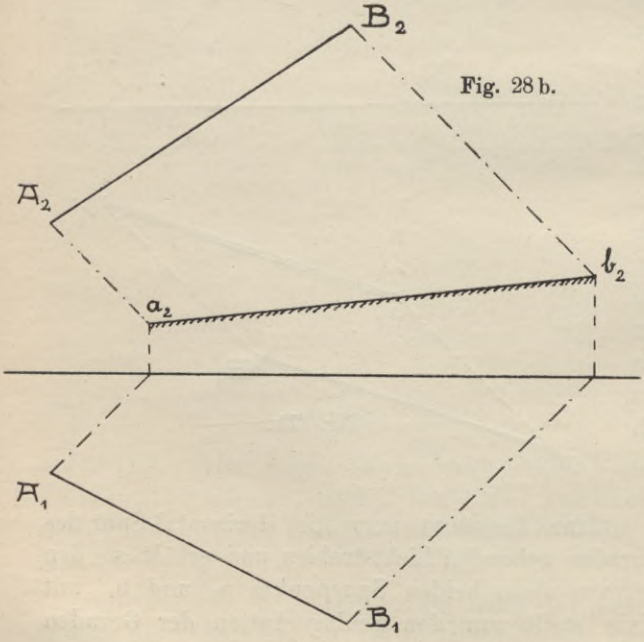


Fig. 28b.

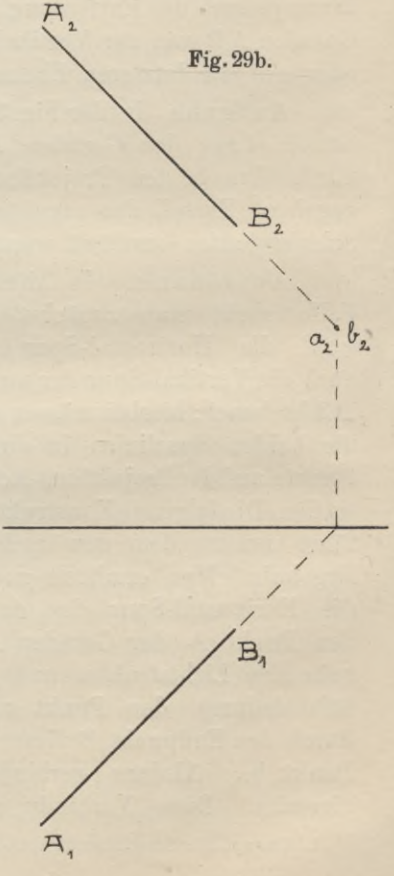


Fig. 29b.

Projektions-Achse würde er nur dann auf dieser Ebene sichtbar sein, wenn man sich die Vertikal-Ebene weggenommen denken würde. Auf die gleiche Weise

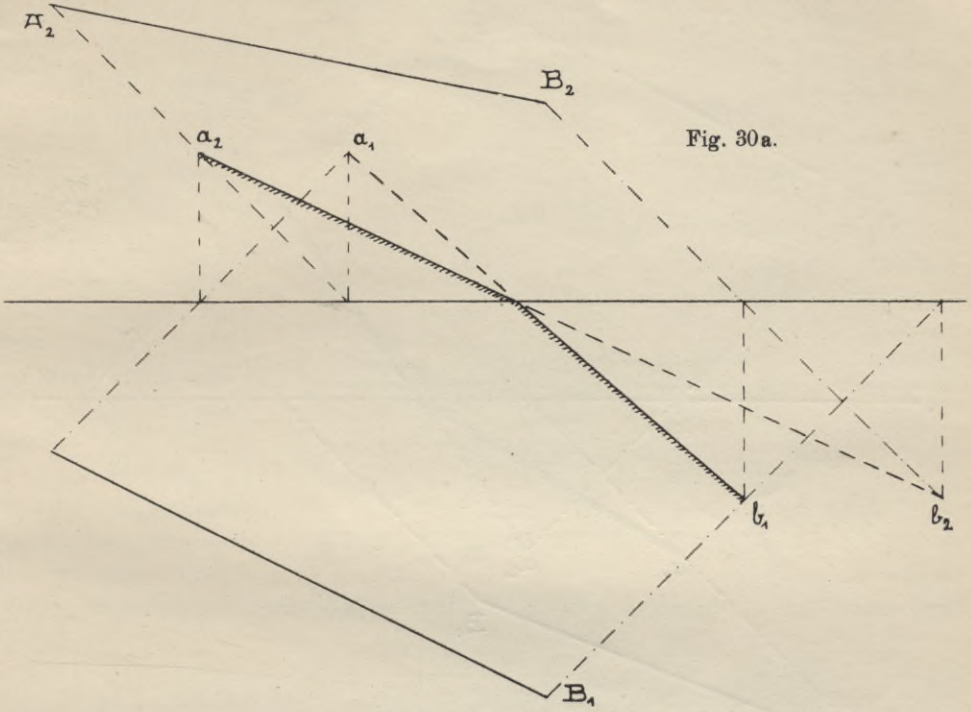


Fig. 30a.

sucht man sodann die Vertikal-Spur des durch den Endpunkt A der Geraden gehenden Lichtstrahles, sowie diejenige des durch den Endpunkt B gehenden Lichtstrahles, wodurch die beiden Spurpunkte a_2 und b_2 festgelegt werden. Die Verbindungslinie von a_2 und b_2 ist nun der Schlagschatten der gegebenen Geraden A B auf der Vertikal-Ebene, welcher jedoch hier nur über der Projektions-Achse dem Auge sichtbar ist. Die Fig. 30b, in welcher die in der Fig. 30a gegebene Gerade A B in ihrem Seitenriss darge-

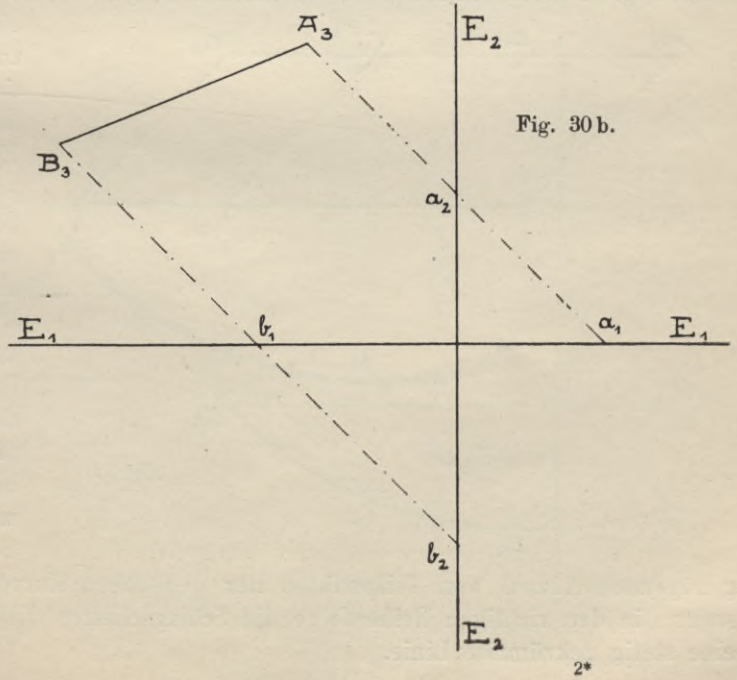


Fig. 30b.

stellt wurde, verdeutlicht noch mehr das ebengesagte; im übrigen vergleiche man auch die Figuren 10a u. 10b nebst der zugehörigen Beschreibung auf Seite 8.

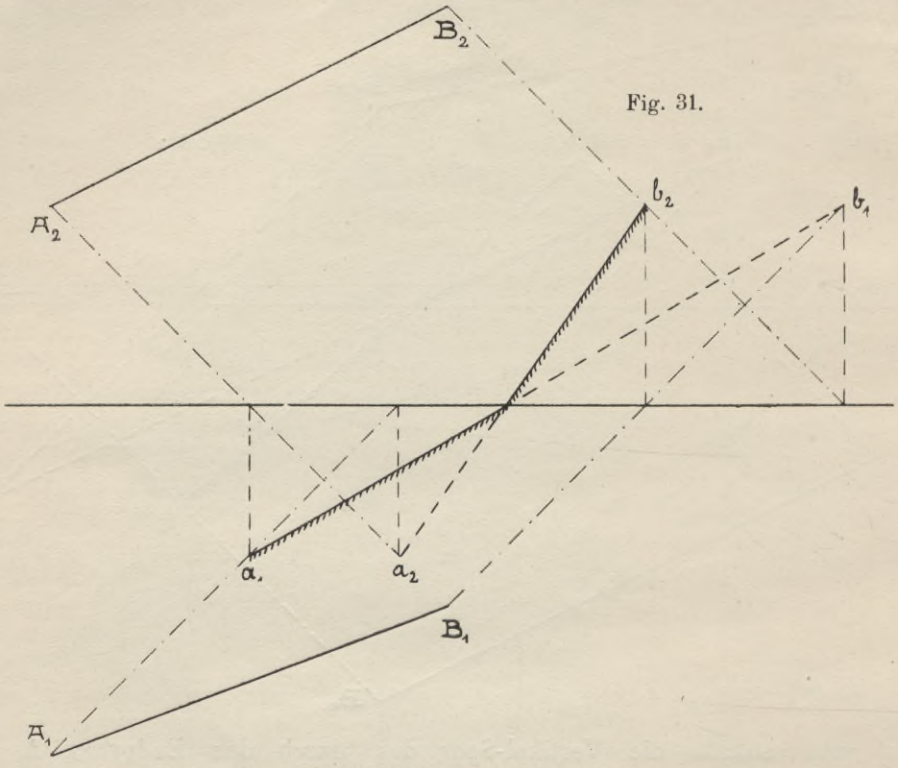


Fig. 31.

Die Anwendung des gleichen Konstruktions-Verfahrens führt auch bei der in der Fig. 31 gestellten Aufgabe, bei welcher die gegebene Gerade A B wiederum eine andere Richtung zu den beiden Projektions-Ebenen erhalten hat, zu dem richtigen Ergebnis.

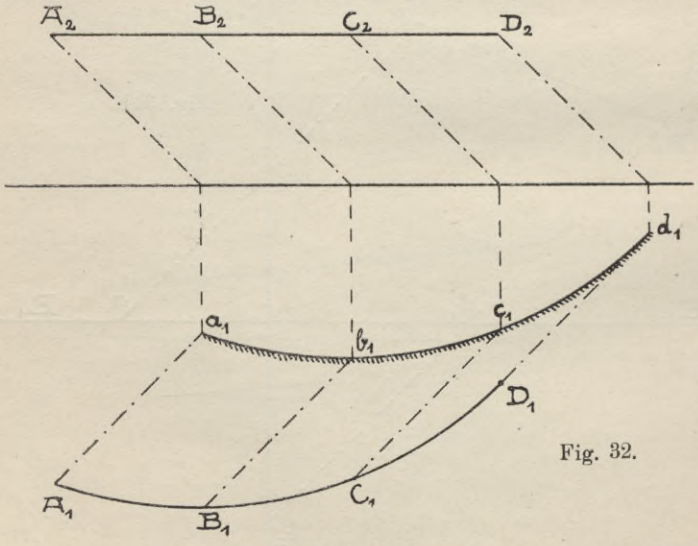


Fig. 32.

Soll nun der Schlagschatten irgend einer ebenen oder einer doppelt gekrümmten Kurve konstruiert werden, so ist die Ermittelung desselben sehr einfach. Man sucht nach den bisher gegebenen Anweisungen zunächst die Schlagschatten einer genügenden Anzahl von Teilpunkten der gegebenen Kurve auf und verbindet sodann in der richtigen Reihenfolge die Schlagschatten dieser Teilpunkte durch eine stetig gekrümmte Linie.

Man vergleiche nun im Anschlusse hieran die Fig. 32, in welcher die gegebene Linie A B C D eine einfach gekrümmte Kurve mit den Teilpunkten B und C vorstellt. Aus den beiden Projektionen dieser Kurve geht hervor, dass dieselbe über der Horizontal-Ebene und zwar parallel mit dieser schwebt. Auf die Konstruktion des zugehörigen Schlagschattens braucht nach dem vorausgeschickten wohl kaum näher eingegangen zu werden.

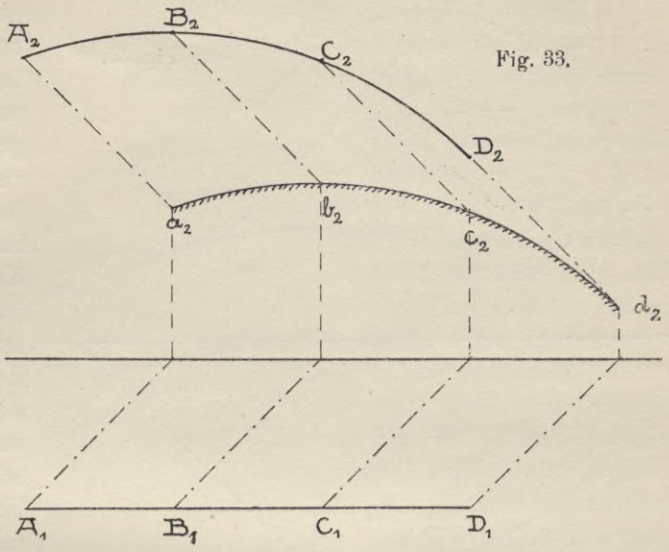


Fig. 33.

In der Fig. 33 ist der umgekehrte Fall angenommen worden, so dass die gegebene einfach-gekrümmte Kurve A B C D parallel mit der Vertikal-Ebene läuft.

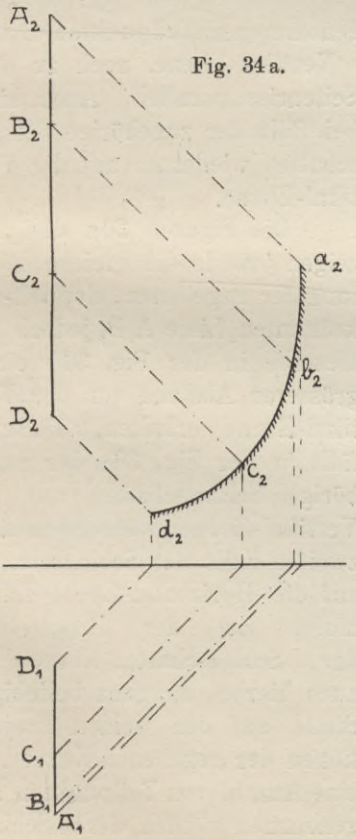


Fig. 34a.

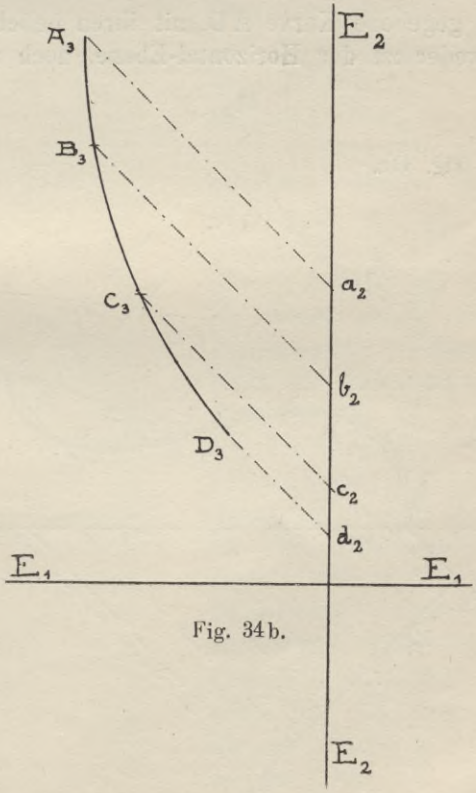


Fig. 34b.

Die in der Fig. 34a verzeichnete einfach-gekrümmte Kurve A B C D ist parallel zu einer dritten Projektions-Ebene (dem sogen. Seitenriss) gelegt, sodass zu der Ermittelung des zugehörigen Schlagschattens, sowie zu der Festlegung der beiden Teilpunkte B und C der gegebenen Kurve der Seitenriss derselben benötigt wird. In der Fig. 34b ist demnach der Seitenriss der Kurve mit ihren beiden Teilpunkten verzeichnet, sodass man nun die letzteren in den beiden Projektionen der Fig. 34a angeben kann, um alsdann den Schlagschatten, welcher in diesem Falle auf die Vertikal-Ebene fallen muss, konstruieren zu können.

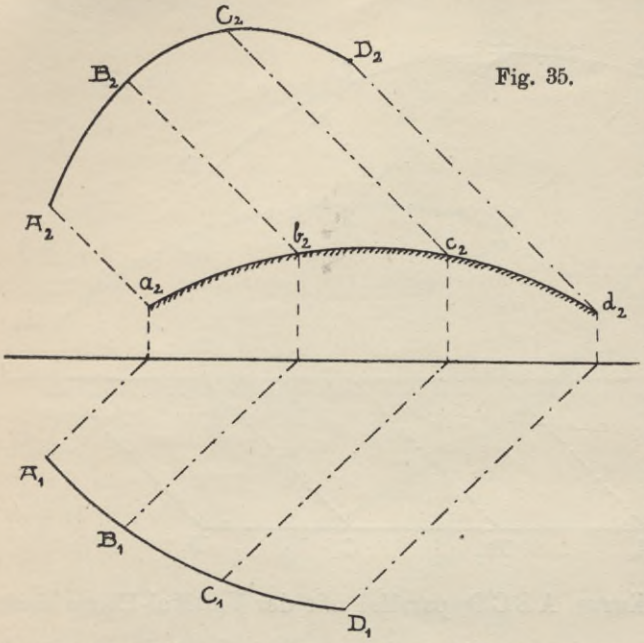


Fig. 35.

In der Fig. 35 liegt die gegebene Kurve A D mit ihren beliebig angenommenen Teilpunkten B und C weder zu der Horizontal-Ebene, noch zu der Vertikal-Ebene, noch zu dem Seitenriss parallel. Auch hierbei fällt der zugehörige Schlagschatten wiederum auf die Vertikal-Ebene.

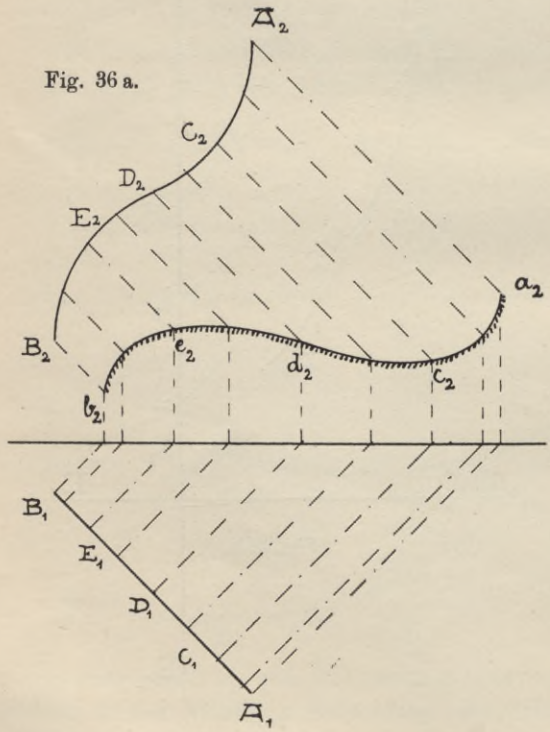


Fig. 36 a.

Die Figuren 36a und 36b zeigen jeweils die gleiche Richtung der gegebenen, doppelt-gekrümmten Linie A B, jedoch hat dieselbe in der Fig. 36b einen grösseren Abstand von der Vertikal-Ebene erhalten. Dadurch fällt in der Fig. 36a der zugehörige Schlagschatten auf die Vertikal-Ebene, während in dem zweiten Falle der Schlagschatten auf die Horizontal-Ebene fallen muss. Zu der Ermittelung der Schlagschatten-Kurve ist auch hierbei an ganz beliebiger Stelle auf den beiden Projektionen der gegebenen Kurve A B eine Anzahl von Teilpunkten angenommen worden, deren Schlag-

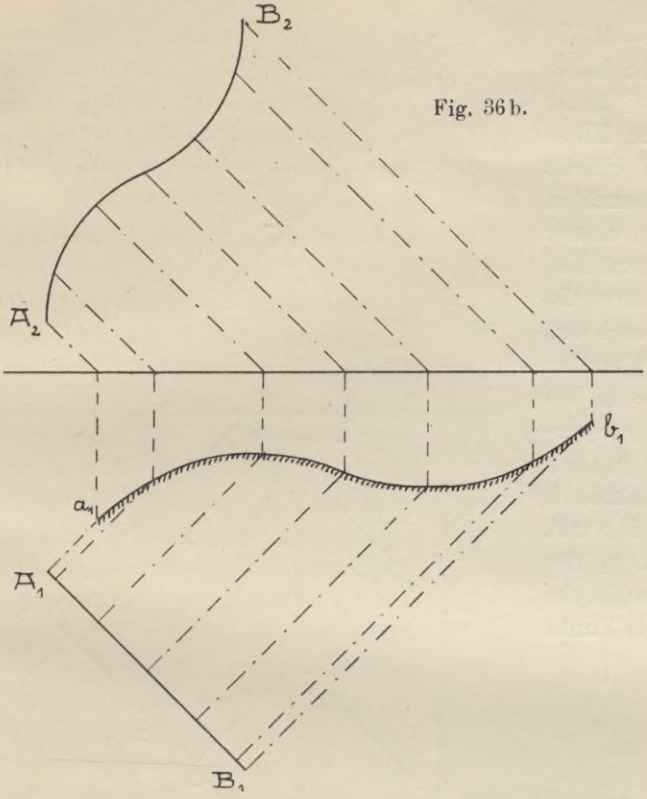


Fig. 36b.

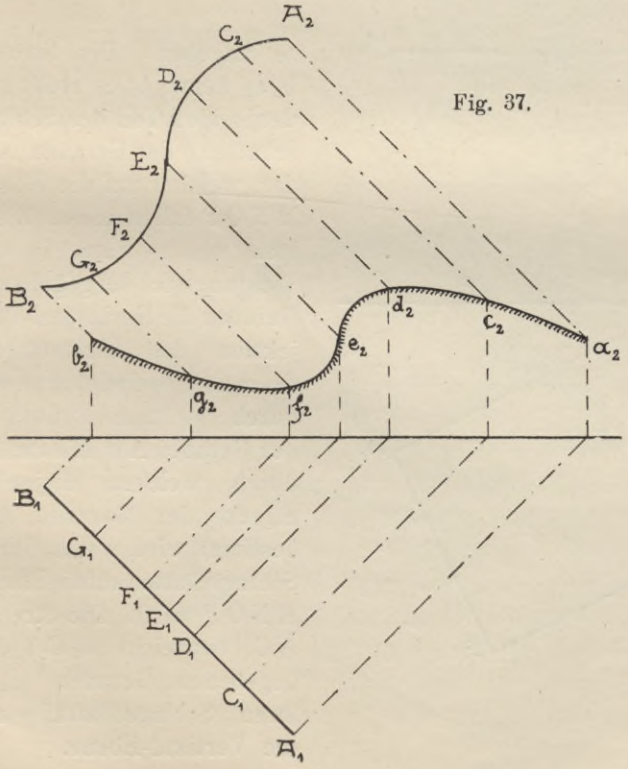


Fig. 37.

schatten nunmehr nacheinander bestimmt wurden. Alsdann wurden die Schlagschatten dieser Teilpunkte in der richtigen Reihenfolge durch eine stetig gekrümmte Linie mit einander verbunden.

Auch für die Ermittelung des Schlagschattens der in der Fig. 37 gegebenen Kurve A B soll das ebengesagte massgebend sein.

Aufgabe. In der Fig. 38 ist die Gerade A B, sowie die zu den beiden Projektions-Ebenen geneigt liegende, ebene Fläche M N O P jeweils durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll der Schlagschatten der Geraden A B bestimmt werden.

Auflösung. Die gegebene Gerade A B liegt senkrecht zu der Vertikal-Ebene, wodurch ihre Projektion auf dieser Ebene durch einen Punkt (= $A_2 B_2$) dargestellt ist. Man zieht nun zunächst von $A_2 B_2$ die Vertikal-Projektion des Lichtstrahles (= L_2) und denkt sich alsdann durch L_2 eine Hilfsebene gelegt, welche zu der Vertikal-Ebene senkrecht stehen soll. Diese angenommene Hilfsebene schneidet nun die gegebene Fläche M N O P in der Linie c d [man vergleiche die Vertikal-

Projektion dieser Fläche (= $M_2 N_2 O_2 P_2$) mit der Projektion der Schnittlinie (= $c_2 d_2$)]. Die Linie $c_2 d_2$ ist also die Spur der gedachten Hilfsebene auf der gegebenen Fläche M N O P, welche man jetzt auch in der Horizontal-Projektion dieser Fläche als Linie $c_1 d_1$ darstellen kann. Hierauf zeichnet man die Horizontal-Projektion des durch den Endpunkt B der gegebenen Geraden gehenden Lichtstrahles (= $B_1 b_1$) und findet dadurch auf der Spurlinie $c_1 d_1$ in dem Punkte b_1 den Schlagschatten des Endpunktes B der Geraden auf der Fläche M N O P. Diesen Schlagschattenpunkt b_1 der Linie $c_1 d_1$ kann man nunmehr auch auf der Linie $c_2 d_2$ als Punkt

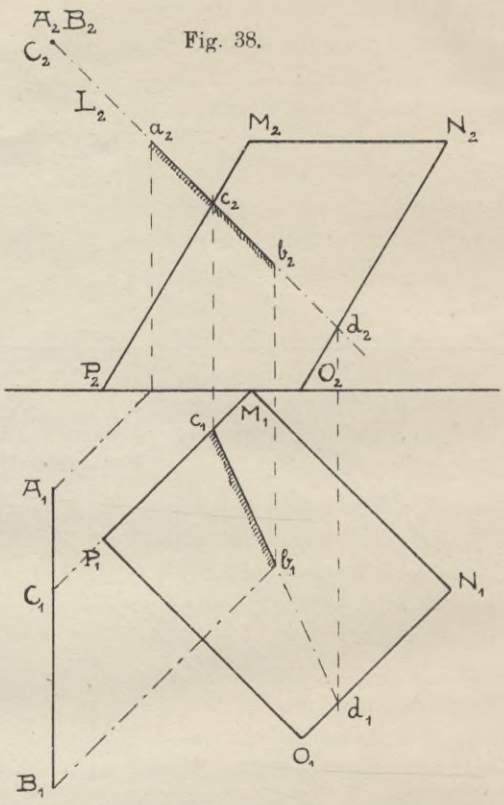


Fig. 38.

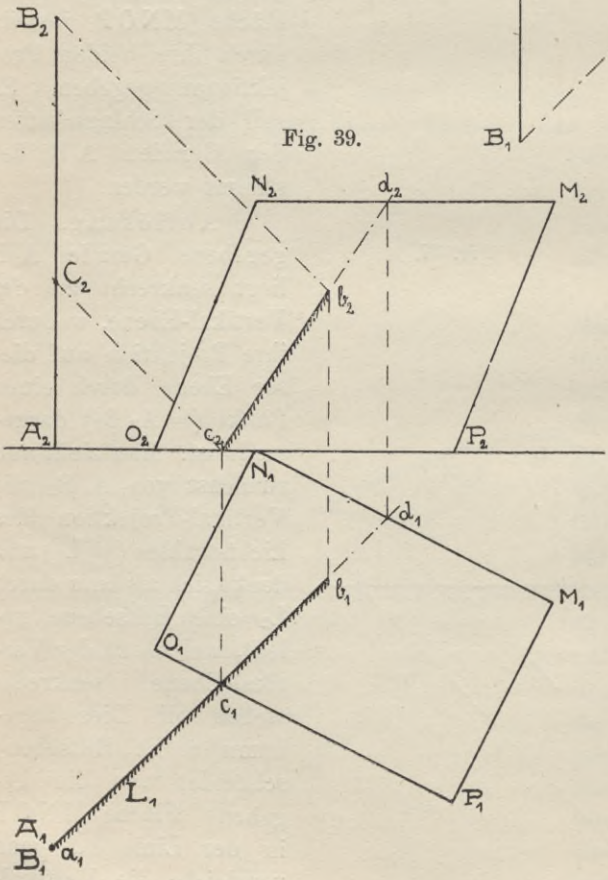


Fig. 39.

b_2 angeben. Die Strecke $b_2 c_2$ bezw. $b_1 c_1$ stellt nun denjenigen Teil des Schlagschattens der Geraden A B dar, welcher auf die Fläche M N O P fallen muss. Zieht man von c_1 aus in der Richtung nach der gegebenen Geraden die Horizontal-Projektion des Lichtstrahles (= $c_1 C_1$), so findet man dadurch in dem Punkte C der Geraden A B den Punkt, durch welchen diejenige Strecke der Geraden A B bestimmt wird, welche ihren Schlagschatten auf die Fläche M N O P wirft. Die Strecke A C (vergleiche $A_1 C_1$) der gegebenen Geraden wirft ihren Schlagschatten auf die Vertikal-Ebene.

Aufgabe. In der Fig. 39 liegt die gegebene Gerade umgekehrt wie in der vorhergehenden Figur; dieselbe steht hier senkrecht auf der Horizontal-Ebene und berührt dieselbe. Ausserdem ist noch die Fläche M N O P durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll der Schlagschatten, welchen die gegebene Gerade A B verursacht, auf der Horizontal-Ebene und auf der Fläche M N O P ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst zieht man von der Horizontal-Projektion der Geraden A B (= A_1 B_1) die Horizontal-Projektion des Lichtstrahles (= L_1), worauf man sich eine Hilfsebene durch L_1 gelegt denkt, welche auf der Horizontal-Ebene senkrecht steht. Diese gedachte Hilfsebene schneidet nun die gegebene Fläche M N O P in der Linie c d, welche Schnittlinie in der Horizontal-Projektion dieser Fläche durch die Linie c_1 d_1 dargestellt wird. Durch die Linie c_1 d_1 kann man nun auch die Vertikal-Projektion der Schnittlinie c d leicht bestimmen, es ist dies die Linie c_2 d_2. Alsdann zieht man von der Vertikal-Projektion des oberen Endpunktes B (= B_2) der gegebenen Geraden die Vertikal-Projektion des durch den Endpunkt B gehenden Lichtstrahles und erhält somit auf der Spurlinie c_2 d_2 in dem Punkte b_2

Fig. 40.

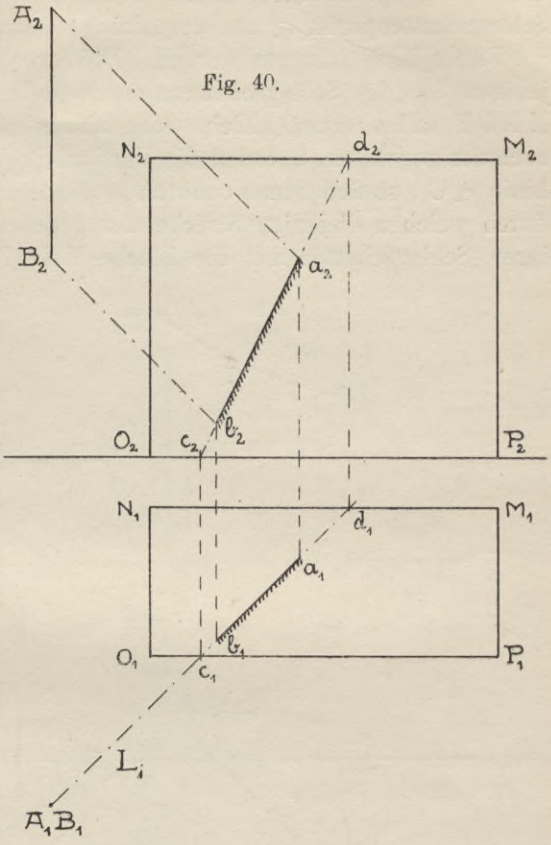
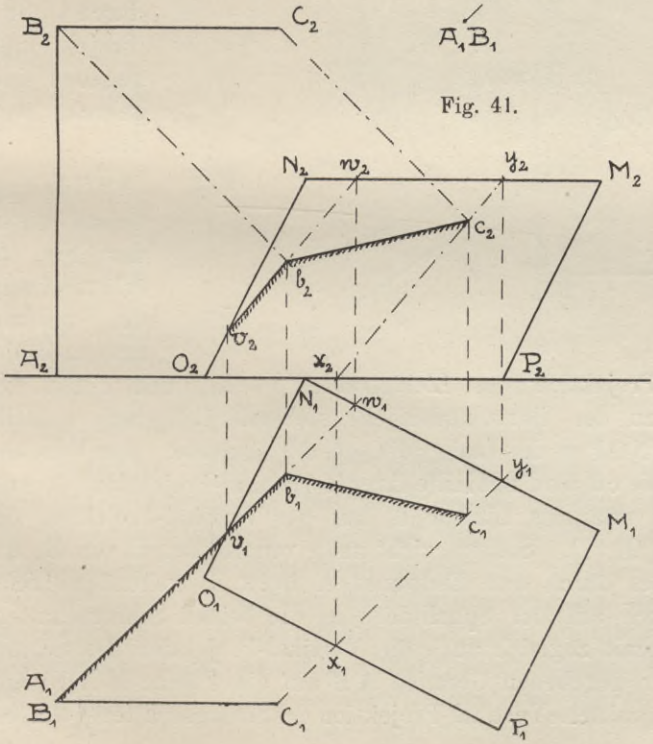


Fig. 41.



den Schlagschatten des Punktes B der Geraden auf der Fläche M N O P. Dieser Schlagschattenpunkt b_2 auf der Linie $c_2\ d_2$ kann nunmehr auch auf die Linie $c_1\ d_1$ als Punkt b_1 übertragen werden. Die Strecke $b_1\ c_1$ bezw. $b_2\ c_2$ stellt nun denjenigen Teil des Schlagschattens der Geraden A B dar, welcher auf die Fläche M N O P fallen muss. Zieht man also von dem Punkt c_2 aus in der Richtung nach der gegebenen Geraden die Vertikal-Projektion des Lichtstrahles, mithin die Linie $c_2\ C_2$, so findet man dadurch in dem Punkte C der Geraden A B den Punkt, durch welchen diejenige Strecke der gegebenen Geraden bestimmt wird, welche ihren Schlagschatten auf die Fläche M N O P wirft, während der Teil A C der Geraden A B seinen Schlagschatten auf die Horizontal-Ebene (als Strecke $a_1\ c_1$) wirft.

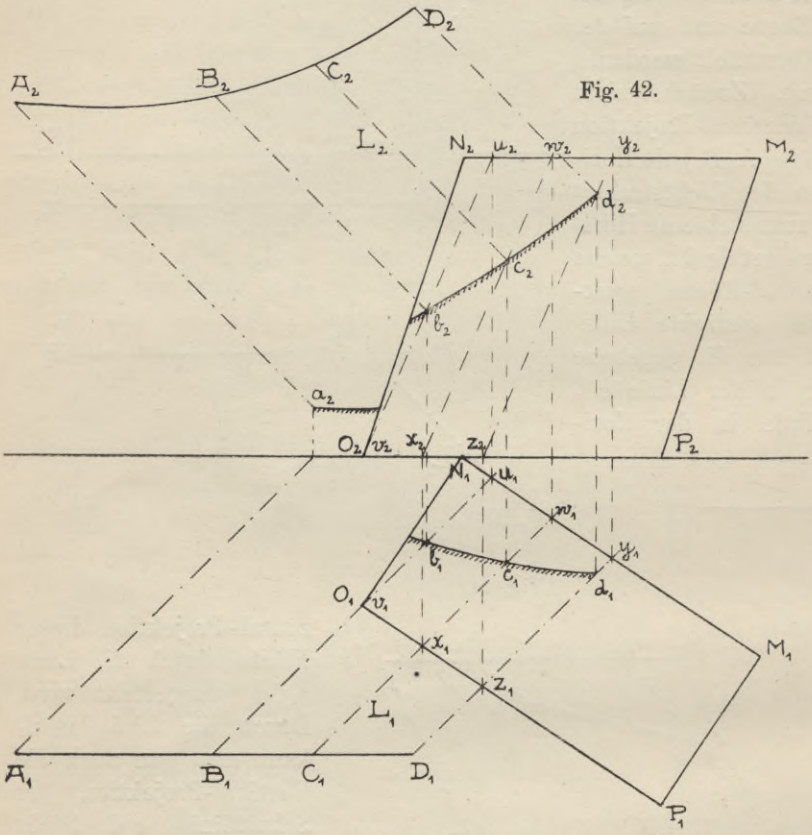


Fig. 42.

Aufgabe. In der Fig. 40 soll der Schlagschatten der Linie A B auf der Fläche M N O P, welche beide durch ihre Projektionen gegeben sind, gesucht werden.

Auflösung. Genau wie zu der Fig. 39 erläutert wurde, zeichnet man auch hier zunächst die Horizontal-Projektion des Lichtstrahles ($= L_1$) und denkt sich durch L_1 eine senkrecht zu der Horizontal-Ebene stehende Hilfsebene gestellt, welche nun die Fläche M N O P in der Linie c d ($= c_1\ d_1$) schneidet. Die Vertikal-Projektion dieser Schnittlinie c d wird mit Hilfe ihrer Horizontal-Projektion ($= c_1\ d_1$) jetzt leicht gefunden und zwar als Linie $c_2\ d_2$ auf der Vertikal-Projektion der Fläche M N O P ($= M_2\ N_2\ O_2\ P_2$). Sodann zieht man von A_2 bezw. von B_2 aus die Vertikal-Projektion des durch den Endpunkt A bezw. B gehenden Lichtstrahles und erhält dadurch auf der Spurlinie $c_2\ d_2$ die beiden Schlagschattenpunkte a_2 und b_2 und damit zugleich auch die Vertikal-Projektion des Schlagschattens, welcher von der gegebenen Geraden A B auf die Fläche M N O P geworfen wird. Durch die so ermittelte Vertikal-Projektion des Schlagschattens ($= a_2\ b_2$)

findet man nunmehr auch leicht auf der Linie $c_1 d_1$ die Horizontal-Projektion des zu konstruierenden Schlagschattens ($= a_1 b_1$).

Auch für die in der Fig. 41 dargestellte Schattenkonstruktion finden die zu den Figuren 39 und 40 gegebenen Erläuterungen sinngemässe Anwendung.

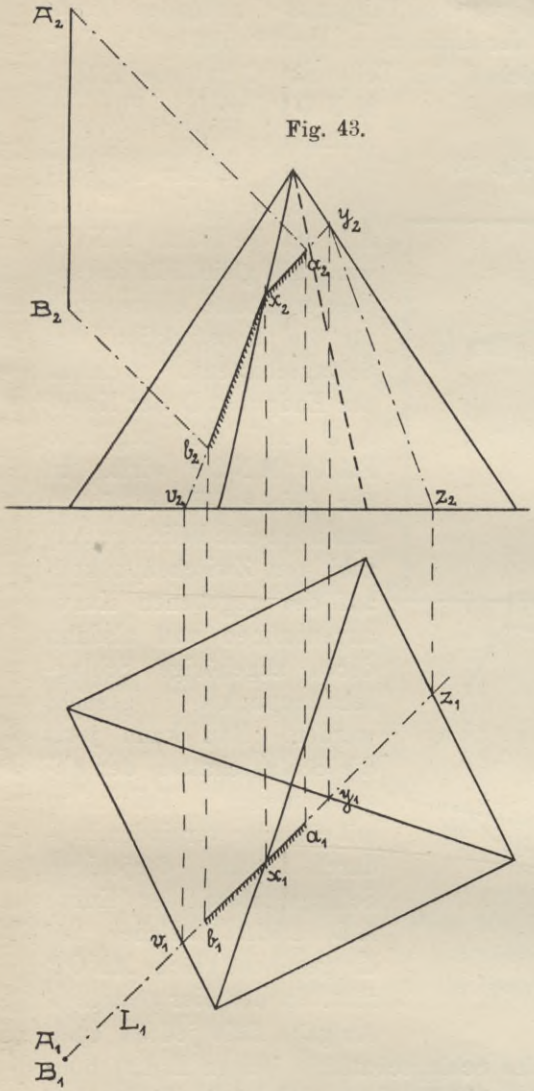


Fig. 43.

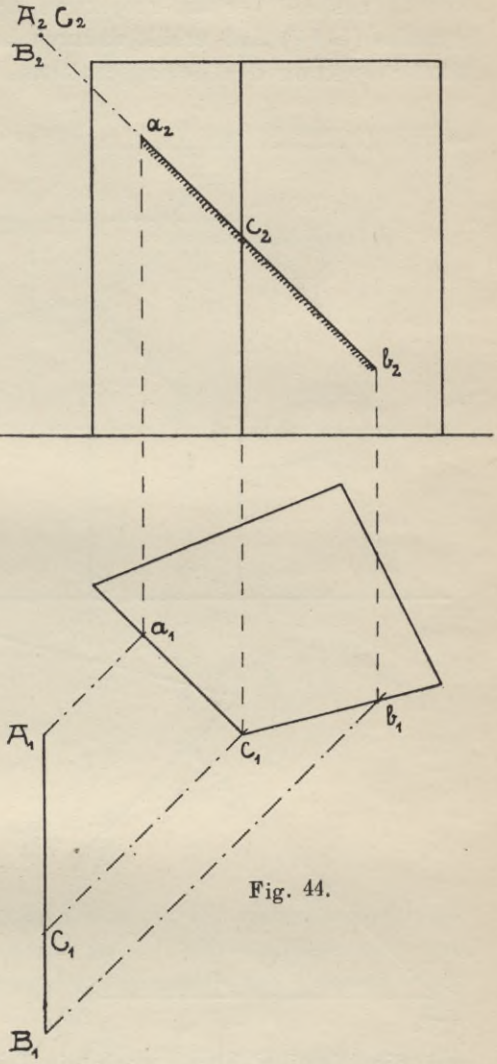


Fig. 44.

Aufgabe. Die Fig. 42 zeigt die beiden Projektionen einer einfach-gekrümmten Kurve A D (mit ihren beiden beliebig gewählten Teilpunkten B und C), sowie diejenigen der ebenen Fläche M N O P. Es soll der Schlagschatten der gegebenen Kurve konstruiert werden.

Auflösung. Auf der gegebenen Kurve A D nimmt man ganz beliebig eine Anzahl von Teilpunkten an und konstruiert hierauf deren Schlagschatten; beispielsweise findet man den Schlagschatten des auf der Linie A D beliebig angenommenen Teilpunktes C derart, dass man von C_1 aus die Horizontal-Projektion des durch C gehenden Lichtstrahles ($= L_1$) zieht, alsdann denkt man

sich durch L_1 eine Hilfsebene gelegt, welche senkrecht zu der Horizontal-Ebene steht. Diese Hilfsebene schneidet nun in der Linie $x\,w\,(= x_1\,w_1)$ die gegebene Fläche M N O P. Die Vertikal-Projektion dieser Schnittlinie x w kann nunmehr ebenfalls festgelegt werden; man erhält so die Linie $x_2\,w_2$. Nunmehr zieht man von C_2 aus die Vertikal-Projektion des durch den Teilpunkt C gehenden Lichtstrahles $(= L_2)$ und erhält dadurch auf der Linie $x_2\,w_2$ den Punkt c_2 als Vertikal-Projektion des Schlagschattens, welchen der Teilpunkt C auf die Fläche M N O P wirft. Für die Auffindung des Schlagschattens, welchen der Teilpunkt B der gegebenen Kurve A D auf die Fläche M N O P wirft, gilt gleichfalls das soeben erläuterte, ebenso auch für die Konstruktion des Schlagschattens, welchen der Endpunkt D der Kurve A D auf die gegebene Fläche M N O P wirft. In der gleichen Weise können nun noch eine beliebige Anzahl von Zwischenpunkten auf der gegebenen Kurve angenommen und alsdann deren zugehörige Schlagschattenpunkte gesucht werden. Man kann jetzt die Schlagschatten der angenommenen Teilpunkte mit einander verbinden, wodurch man denjenigen Schlagschatten der Kurve A D erhält, welcher auf die gegebene Fläche M N O P fällt. In der hier gestellten Aufgabe fällt jedoch auch auf die Vertikal-Ebene noch ein Teil des Schlagschattens, dessen Ermittelung aber keine Schwierigkeiten mehr bereiten dürfte (man vergleiche hierzu die Fig. 33).

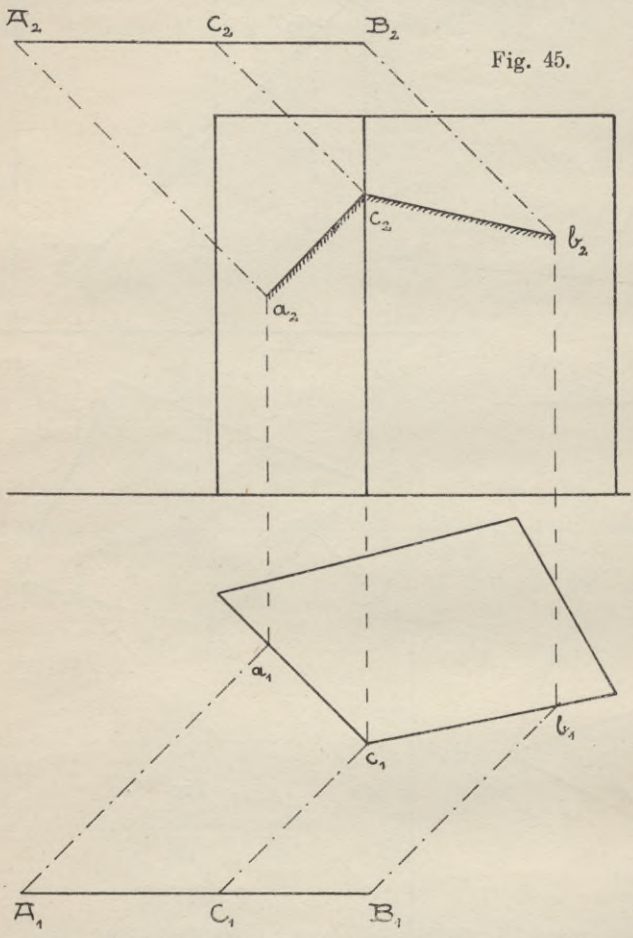


Fig. 45.

Die nun folgenden, in den Figuren 43 bis einschliesslich 51 gebotenen Beispiele zeigen jeweils die Konstruktion des Schlagschattens einer geraden oder gekrümmten Linie, welche denselben ganz oder teilweise auf einen gegebenen Körper wirft.

Aufgabe: In der Fig. 43 ist die Gerade A B, welche senkrecht zu der Horizontol-Ebene liegt, sowie eine vierseitige Pyramide durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll der Schlagschatten der angenommen Geraden A B ermittelt werden.

Auflösung. Von der Horizontal-Projektion der gegebenen Geraden ($= A_1 B_1$) aus wird zunächst die horizontale Lichtstrahl-Projektion ($= L_1$) gezogen. Sodann denkt man sich durch L_1 eine senkrecht zu der Horizotal-Ebene stehende Hilfsebene gestellt, welche nun die gegebene Pyramide durchschneidet. Die so entstandene Schnittfläche der Pyramide sei mit v x y z ($= v_1 x_1 y_1 z_1$ in der Horizontal-Projektion) bezeichnet. Nun kann auch leicht die Vertikal-Projektion dieser Schnittfläche ($= v_2 x_2 y_2 z_2$) angegeben werden. Jetzt zieht man die Vertikal-Projektionen der Lichtstrahlen, welche durch die beiden Endpunkte der Geraden A B gehen, und findet dadurch auf den Begrenzungslinien der vorerst ermittelten Schnittfläche die Schlagschattenpunkte a_2 auf der Linie $x_2 y_2$ und b_2 auf der Linie $v_2 x_2$. Es bilden nun die beiden Strecken $a_2 x_2$ und $x_2 b_2$ zusammen den gesuchten Schlagschatten der Geraden A B. Auch die Horizontal-Projektion des Schlagschattens kann nunmehr leicht festgelegt werden, indem man die beiden Ordinaten $a_2 a_1$ und $b_2 b_1$ angibt, sodass die Strecke $a_1 x_1 b_1$ die Horizontal-Projektion des Schlagschattens darstellt.

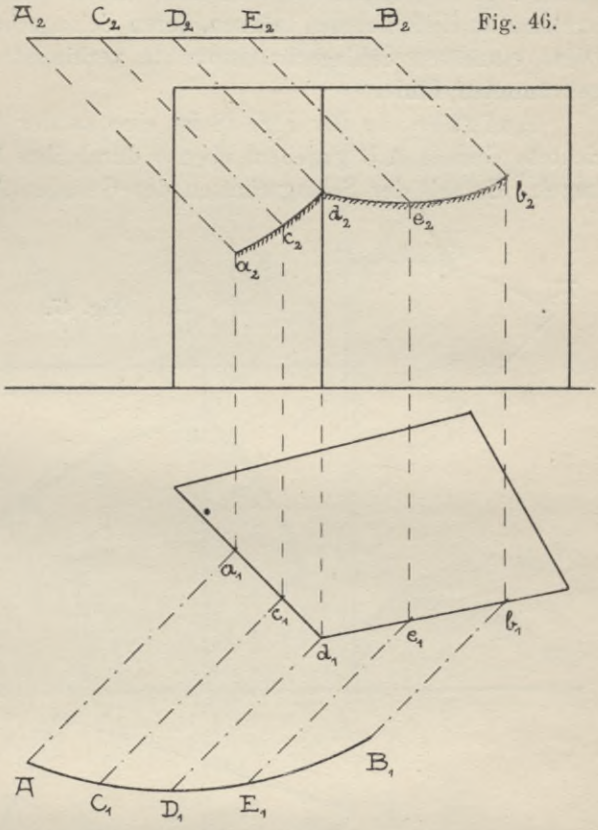


Fig. 46.

Aufgabe: Die Fig. 44 zeigt eine Gerade A B sowie ein vierseitiges Prisma, welche beide als gegeben zu betrachten sind. Es soll der Schlagschatten der Geraden, welchen dieselbe auf die Oberfläche des angenommenen Prismas wirft, bestimmt werden.

Auflösung: Zuerst konstruiert man die leicht auffindbaren Schlagschatten der beiden Endpunkte der Geraden A B, indem man die entsprechenden Lichtstrahl-Projektionen von A_1 beziehungsweise von B_1 sowie von $A_2 B_2$ angibt. Dadurch erhält man in den beiden Projektionen des gegebenen Prismas die vier Schlagschattenpunkte a_1 und b_1 sowie a_2 und b_2. Der durch die vorderste Kante des Prismas und gleichzeitig auch durch die Gerade A B gehende Lichtstrahl hat seine Horizontal-Projektion in der Linie $c_1 C_1$ und seine Vertikal-Projektion in der Linie $c_2 C_2$. Dieser Lichtstrahl zeigt uns also, an welcher Stelle auf der Geraden A B derjenige Teilpunkt ($= C$) liegen muss, welcher seinen Schlagschatten auf die vorderste Kante des angenommenen Prismas wirft. Im

übrigen sei hierbei auf die auf der Seite 16 unter β gegebene Grundregel hingewiesen.

Bei der Fig. 45 finden ebenfalls die zu der Fig. 44 gegebenen Erläuterungen sinngemäfse Anwendung.

Auch für die in den Figuren 46, 47, 49 und 51 gestellten Aufgaben gilt das zu der Fig. 44 gesagte, nur wird man hierbei eine beliebige Anzahl von Zwischenpunkten zu Hilfe nehmen müssen, deren Schlagschatten zunächst ermittelt werden. Diese einzelnen Schlagschattenpunkte verbindet man nunmehr zu einer stetig gekrümmten Linie.

Aufgabe: In der Fig. 48 ist eine zu der Horizontal-Ebene senkrecht gerichtete Gerade A B gegeben, ebenso durch ihre beiden Projektionen eine Halbkugel. Es soll der Schlagschatten der Geraden A B bestimmt werden.

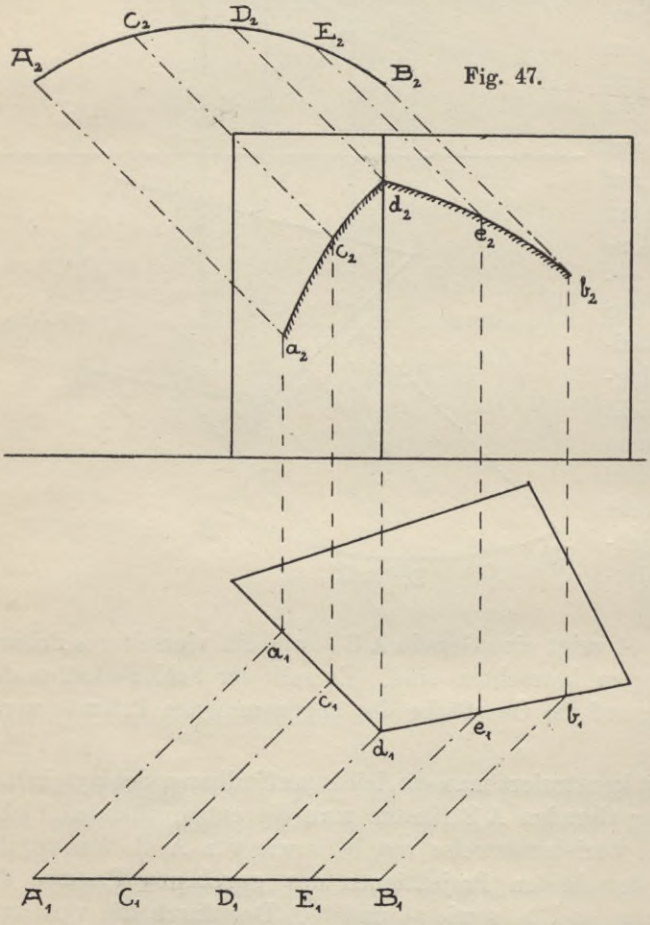


Fig. 47.

Auflösung. Genau wie in der Fig. 15 schon erläutert wurde, denkt man sich eine auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehende Hilfsebene, in welcher auch die Horizontal-Projektion sämtlicher durch die Gerade A B gehenden Lichtstrahlen (= L_1) liegen muss. Diese gedachte Hilfsebene durchschneidet die Halbkugel und die wahre Gestalt der Schnittfläche (= $c_1\ y_1\ z_1$) wird sodann durch die Umklappung derselben gefunden. Nunmehr kann man auch die Konstruktion der Vertikal-Projektion dieser Schnittfläche (= $c_2\ y_2\ z_2$) vornehmen, was durch das sogenannte Vergatterungs-Verfahren gegeschieht. Der Schlagschatten der Teilstrecke A C (siehe $A_2\ C_2$) der Geraden A B fällt nun, wie ja leicht an der Vertikal-Projektion ersichtlich ist, auf die Oberfläche der gegebenen Halbkugel (siehe $a_2\ c_2$), während die Teilstrecke C B (siehe $C_2\ B_2$) der Geraden A B ihren Schlagschatten auf die Horizontal-Ebene wirft, was durch die Linie $c_1\ b_1$ ausgedrückt wird.

Für die Fig. 50 gilt wiederum die auf der Seite 16 unter Absatz β gegebene Grundregel, für welche auch in der hier gestellten Aufgabe der Beweis erbracht

sein dürfte, nachdem man die Konstruktion des Schlagschattens eines beliebig angenommenen Zwischenpunktes C (= C_1 bezw. C_2) auf der Geraden A B ausgeführt hat.

Fig. 48.

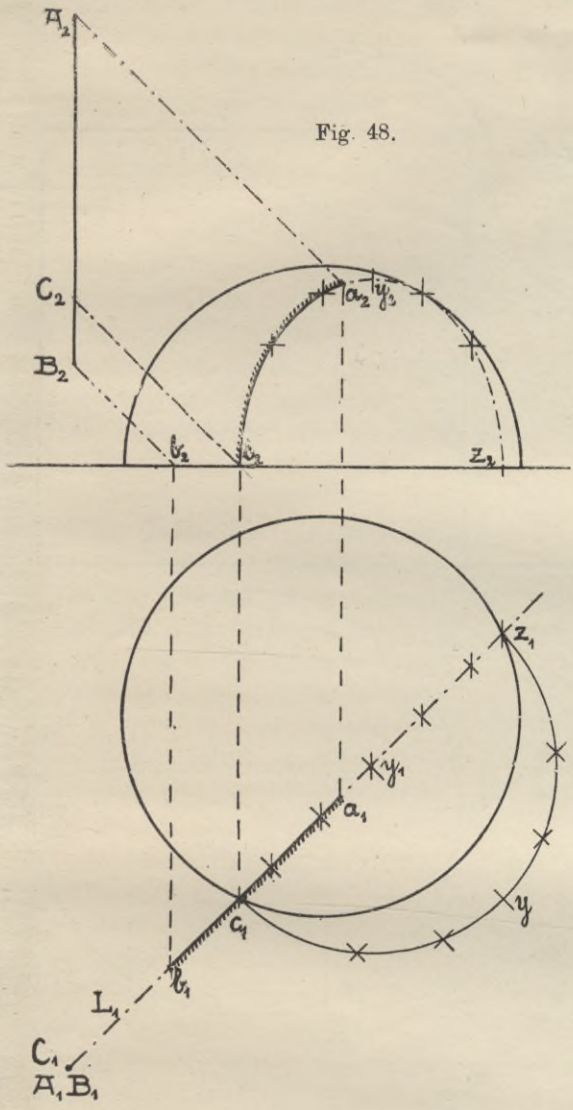
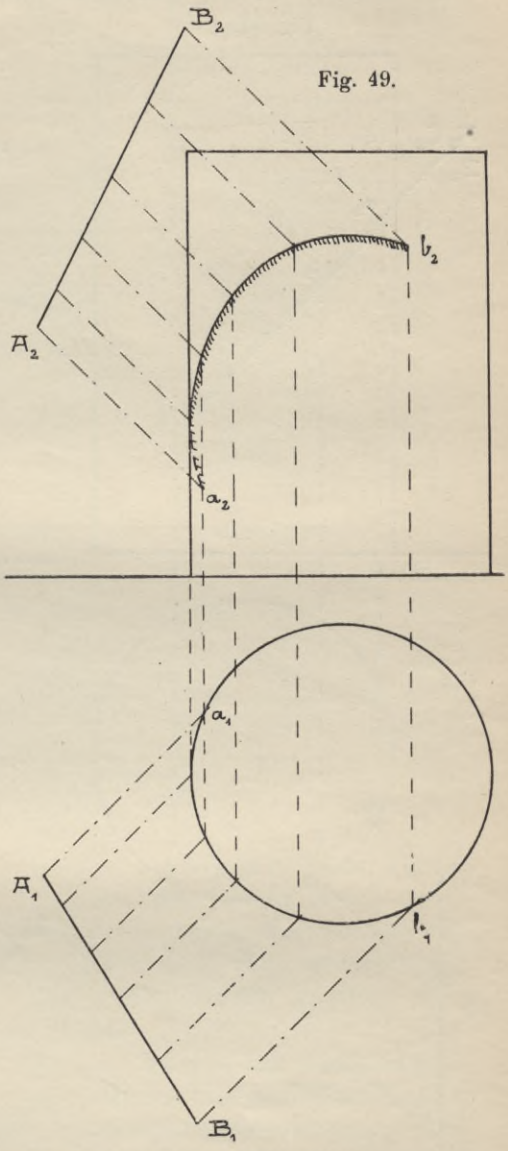


Fig. 49.



3. Schlagschatten von ebenen und gekrümmten Flächen.

Wenn man sich die Lichtstrahlen durch die sämtlichen Umrisspunkte einer vieleckigen, ebenen Fläche im Raume gezogen denkt, so bilden diese gedachten Lichtstrahlen ein entsprechendes Prisma, welches dann schlechthin, jedoch allgemein „Lichtprisma“ genannt wird. Ist eine ebene Fläche, welche von einer krummen Umrisslinie begrenzt wird, gegeben, dann bilden die durch die sämtlichen Umrisspunkte dieser Fläche gehenden Lichtstrahlen einen Zylinder, den sogenannten „Lichtzylinder“. Entschieden richtiger ist allerdings die

Bezeichnung „Schattenprisma“ bezw. „Schattenzylinder“, welche hier auch gebraucht werden sollen.

Nach dem soeben vorausgeschickten wird also der Schlagschatten, welchen eine ebene Fläche auf irgend eine andere Fläche wirft, durch den Durchschnitt

Fig. 50.

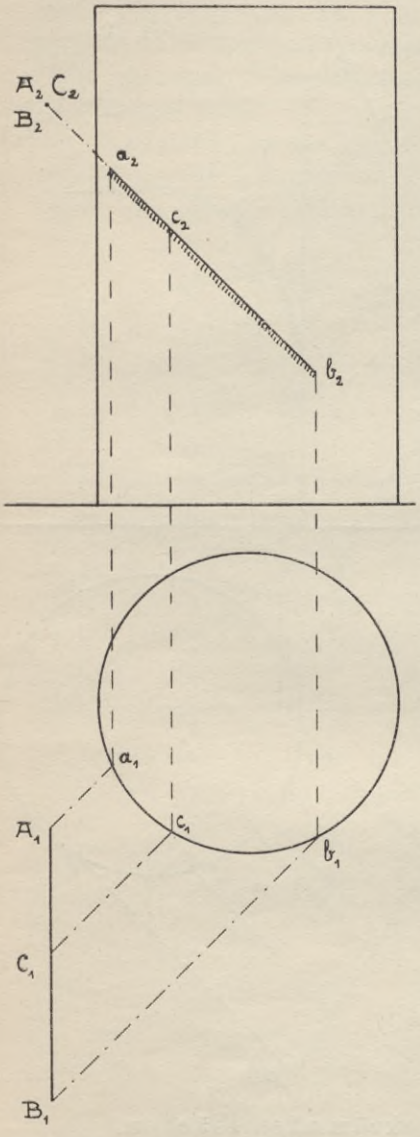
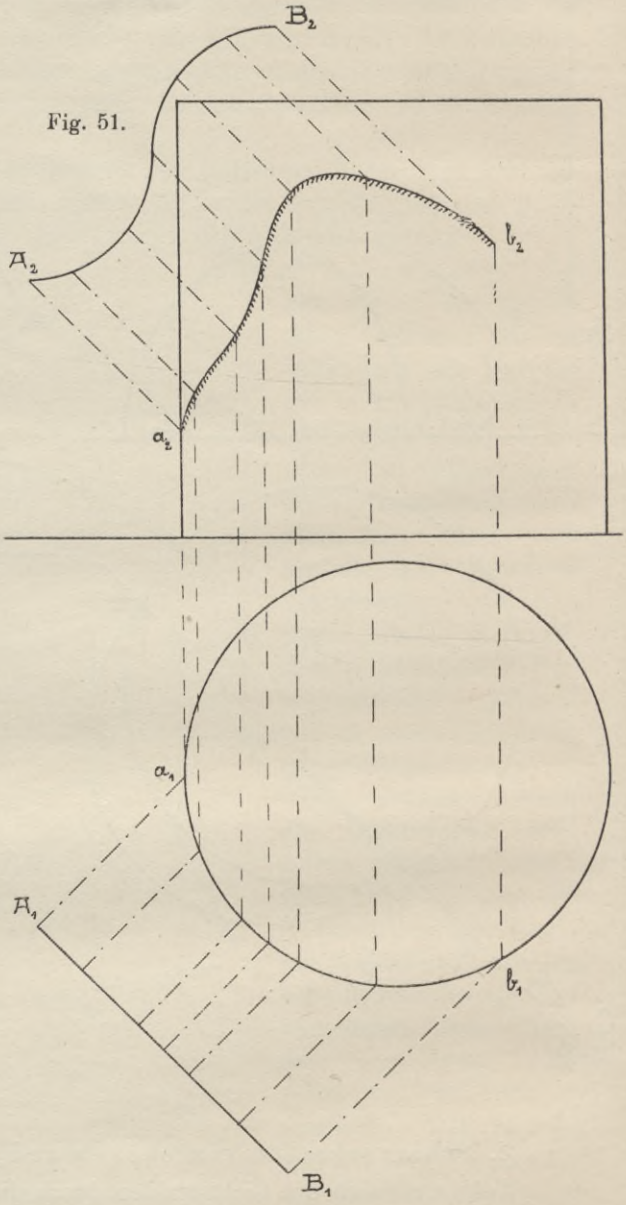


Fig. 51.



der den Schlagschatten empfangenden Fläche mit dem sogenannten „Schattenprisma“ (bezw. mit dem „Lichtzylinder“) begrenzt.

Aufgabe. In der Figur 52 ist durch seine beiden Projektionen das Rechteck ABCD, welches senkrecht zu der Horizontal-Ebene und parallel zu der Vertikal-Ebene liegt, gegeben. Es soll der Schlagschatten dieses Rechteckes ermittelt werden.

Auflösung. Man konstruiert die Schlagschatten der Begrenzungslinien des gegebenen Rechteckes A B C D nach dem schon früher erläuterten Verfahren, indem man also jeweils die Schlagschatten der Endpunkte der einzelnen Umrisslinien ermittelt. Diese so erhaltenen Schlagschattenpunkte werden nun mit einander entsprechend verbunden, wodurch man dann die Begrenzungslinien des aufzusuchenden Schlagschattens der gegebenen Fläche bestimmt hat. Der auf diese einfache Weise festgelegte Schlagschatten wird nunmehr noch durch die Schraffierung oder durch einen entsprechenden Farbenton hervorgehoben.

Genau das gleiche Konstruktions-Verfahren findet auch bei den in den Figuren 53 bis einschl. 59 gestellten Aufgaben Anwendung.

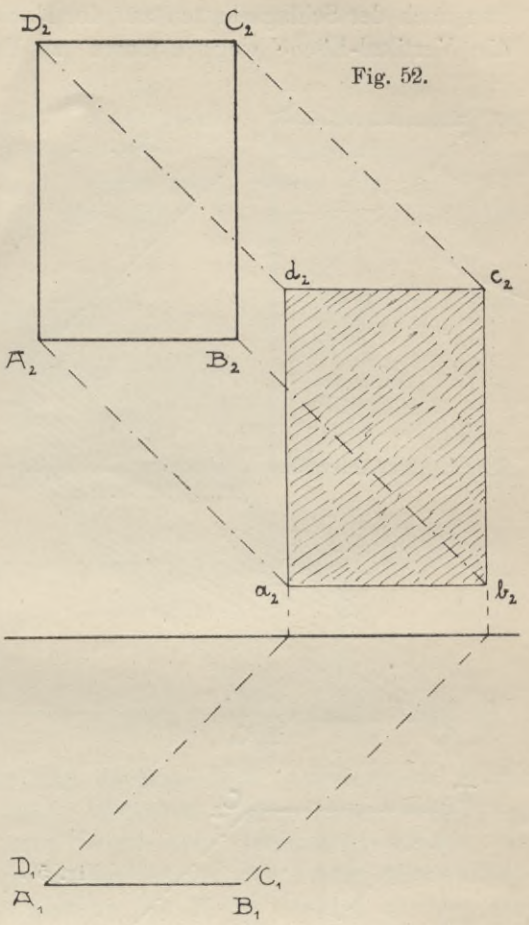
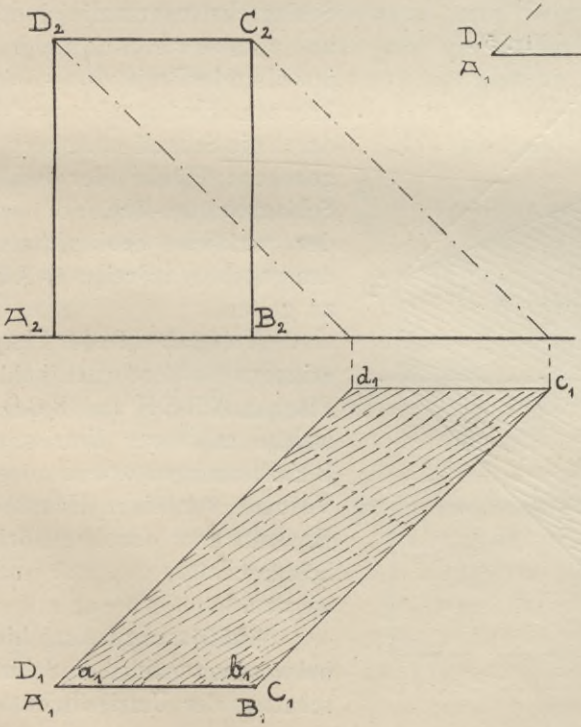


Fig. 52.

Fig. 53.



Aufgabe. In der Fig. 60 ist das Dreieck A B C durch seine beiden Projektionen gegeben. Es soll der zugehörige Schlagschatten ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst konstruiert man den Schlagschatten der Umrisslinien des gegebenen Dreiecks auf der Vertikal-Ebene, wobei man sich die Horizontal-Ebene weggenommen denkt (man vergleiche hierbei die zu den Figuren 30 a, 30 b und 31 gegebenen Erklärungen) und findet dadurch das Schlagschatten-Dreieck $a_2\ b_2\ c_2$. Ebenso wird

nun auch der Schlagschatten auf der Horizontal-Ebene ermittelt, indem man sich die Vertikal-Ebene weggenommen zu denken hat; man erhält dadurch das

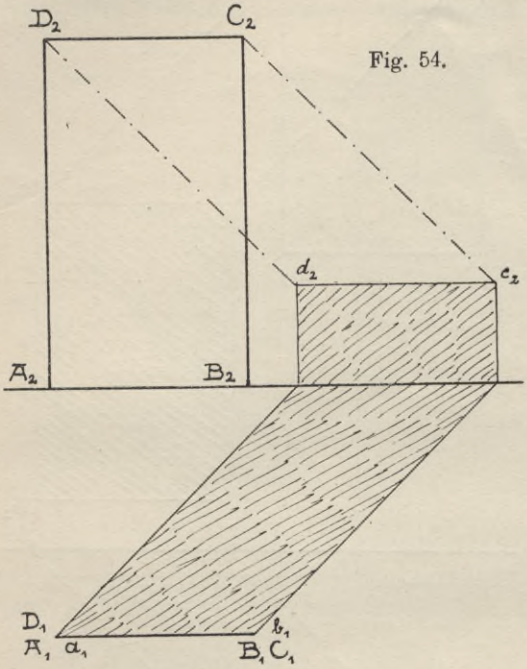


Fig. 54.

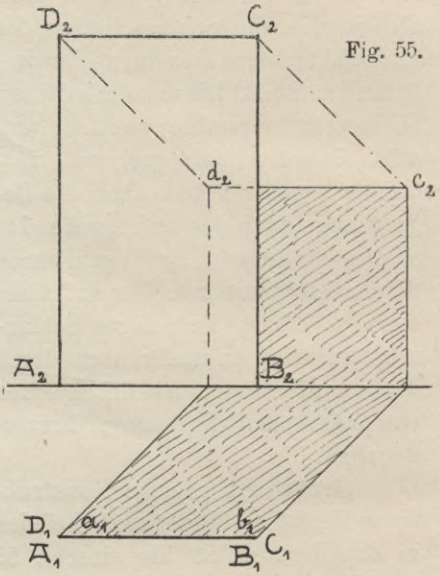


Fig. 55.

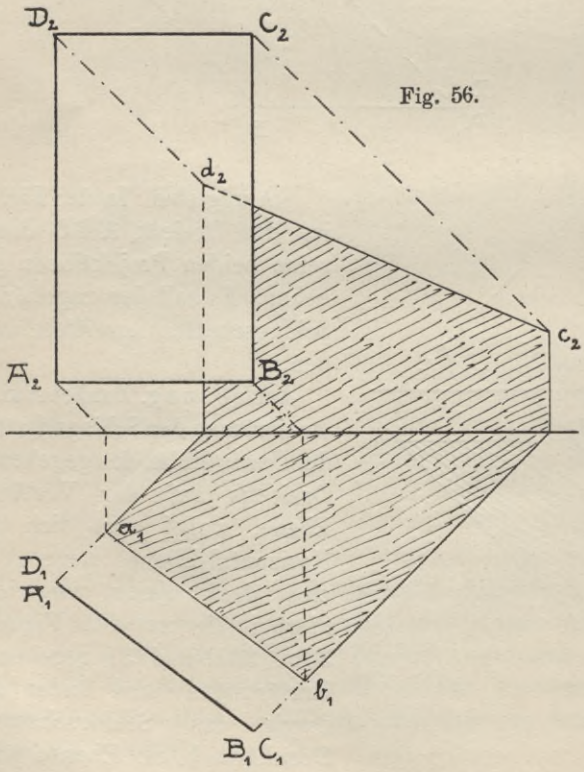


Fig. 56.

Schlagschatten-Dreieck $a_1\ b_1\ c_1$. Hierbei müssen sich die Schlagschattengrenzlinien $a_1\ c_1$ und $a_2\ c_2$ sowie $b_1\ c_1$ und $b_2\ c_2$ jeweils in der Projektions-Achse kreuzen. Es hat also nur die durch die Schraffierung hervorgehobene Fläche der beiden Schlagschatten-Dreiecke als der wirkliche Schlagschatten des gegebenen Dreieckes A B C zu gelten.

Aufgabe. In der Fig. 61 erinnern die gegebenen beiden Flächen A B E F und B C D E, welche mit ihrer Umrisslinie B E zusammenstossen, an ein Vordach vor einer Haustüre. Es soll nun der zugehörige Schlagschatten aufgesucht werden.

Auflösung. Auch hierbei werden zunächst die Schlagschatten der Umrisslinien er-

mittelt, wobei man gleichzeitig findet, dass der Schlagschatten der beiden Umrisslinien D E und E F mit diesen selbst zusammenfallen muss, da sie ja die Vertikal-Ebene selbst ihrer Länge nach berühren. Ausserdem sei noch hierbei auf die auf Seite 16 unter dem Absatze δ aufgestellte Grundregel aufmerksam gemacht, wodurch sich auch erklärt, dass die Schlagschattenlinie $a_2\ b_2$ parallel zu der Umrisslinie A B (= $A_2\ B_2$) liegen muss, ebenso gilt dies für die Schlagschattenlinie $b_2\ c_2$, welche zu der Umrisslinie B C der gegebenen Fläche eine parallele Lage hat.

In der Fig. 62 ist die gleiche Fläche wie in Fig. 61 gegeben, jedoch hat dieselbe hier eine gewisse Entfernung von der Vertikal-Ebene erhalten. Die Konstruktion des Schlagschattens selbst dürfte keine Schwierigkeiten bereiten.

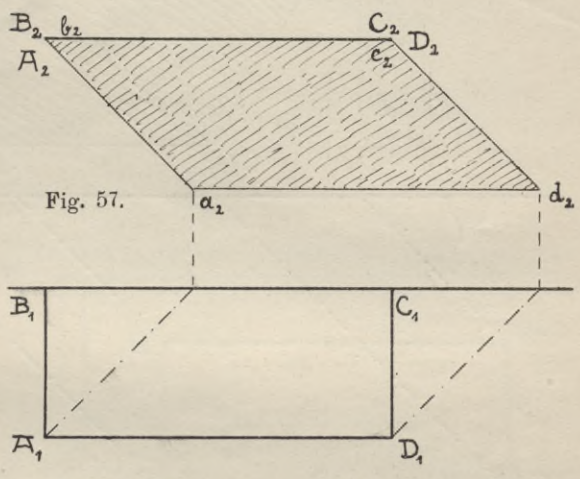


Fig. 57.

Aufgabe. In der Fig. 63 ist die gekrümmte Fläche A B C D, welche durch ihre beiden Projektionen dargestellt ist, gegeben. Es soll der Schlagschatten dieser Fläche bestimmt werden.

Auflösung. Nach den zu der Fig. 33 gegebenen Erklärungen werden auch hierbei keine Schwierigkeiten mehr entstehen dürfen. Die Konstruktion des aufzusuchenden Schlagschattens kann jedoch sehr vereinfacht werden. Es geschieht dies dadurch, dass man die Schlagschatten der beiden Mittelpunkte M und N aufsucht (= m_2 und n_2) und alsdann von diesen Punkten aus mit dem Radius der Umrisslinie $B_2\ O_2\ S_2\ P_2\ C_2$ der gegebenen Fläche die Schlagschatten-Grenzlinie $b_2\ o_2\ s_2\ p_2\ c_2$ zieht. Man wird sodann feststellen können, dass man bei dem Ziehen dieser Kurve von b_2 nach c_2 durch die einzeln ermittelten Schlagschattenpunkte $o_2\ s_2$ und p_2 kommt.

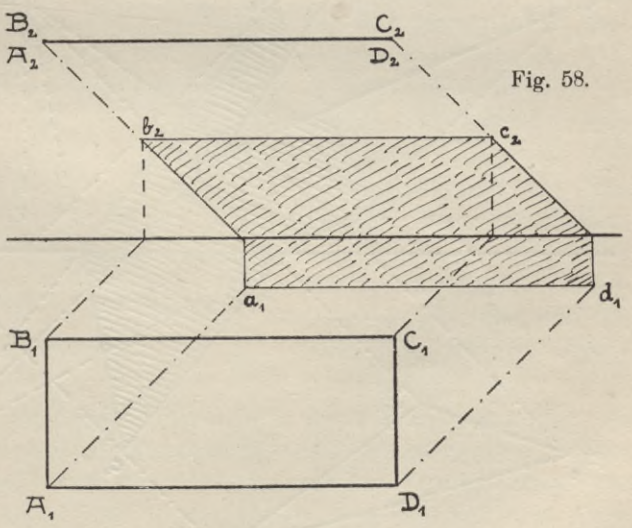


Fig. 58.

Für die Fig. 64 gelten gleichfalls die für die Fig. 63 gegebenen Erläuterungen.

Wie die Fig. 65 zeigt, ist eine kreisrunde Fläche gegeben, welche parallel zu der Vertikal-Ebene liegt. Der zugehörige Schlagschatten wird ebenfalls sehr leicht gefunden, indem man nur den Schlagschatten des Mittelpunktes M der ge-

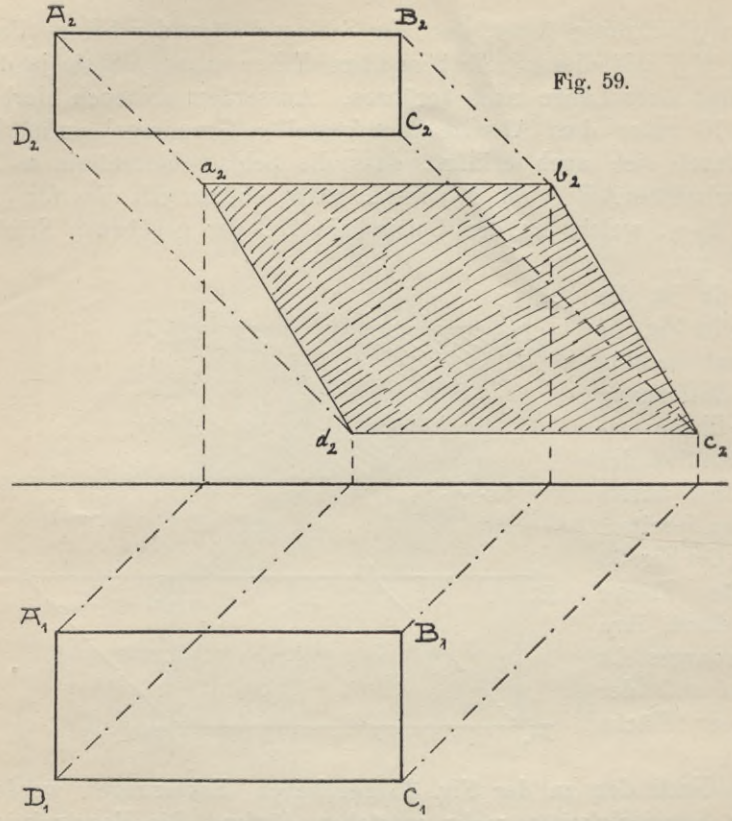


Fig. 59.

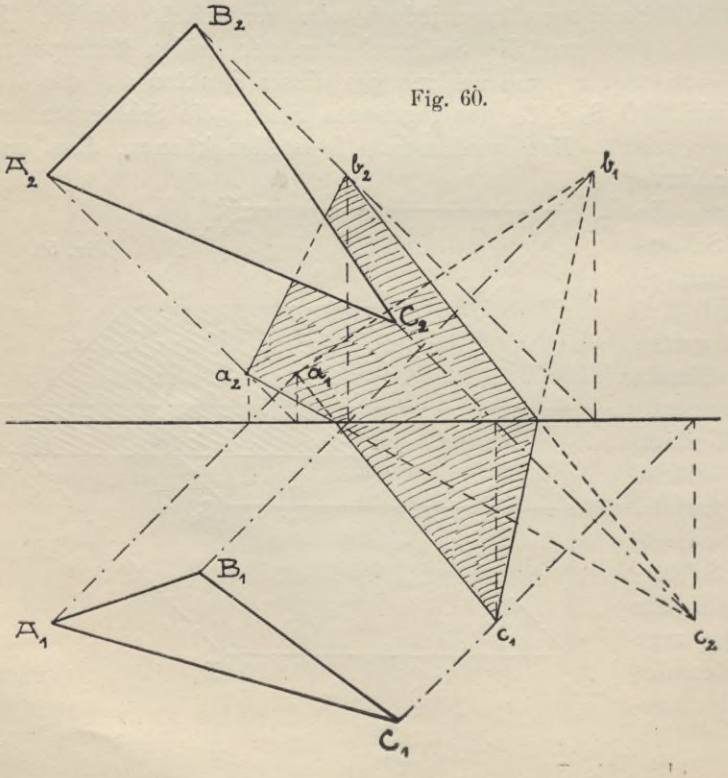


Fig. 60.

gebenen Kreisfläche aufsucht ($= m_2$) und um diesen Punkt einen Kreis schlägt, welcher der gegebenen Kreisfläche gleich ist. Die um den Punkt m_2 gezogene Kreislinie bildet nun die Grenzlinie des gesuchten Schlagschattens.

Aufgabe. Die Fig. 66a zeigt eine kreisrunde Fläche, deren Lage parallel zu der Horizontal-Ebene und senkrecht zu der Vertikal-Ebene ist. Es soll der zugehörige Schlagschatten ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst konstruiert man den Schlagschatten der gegebenen Kreisfläche auf der Horizontal-Ebene, was dadurch geschieht, dass man den Schlagschatten des Mittelpunktes M dieser Fläche festlegt. Man erhält dadurch den Schlagschatten m_1, um welchen Punkt man nun den Schlagschattenkreis mit dem Radius $m_1 a_1 = M_1 A_1$ schlägt (man vergleiche hierbei die in den Fig. 30a und 30b besprochene Schlag-

schatten-Konstruktion des Punktes A [$= A_1$ bezw. A_2]). Man wird also finden, dass ein Teil des auf der Horizontal-Ebene verursachten Schlagschattens sowie der Schlagschattenpunkt m_1 hinter die Projektions-Achse fallen müssen; es ist demnach nur der vor der Projektions-Achse auf der Horizontal-Ebene liegende Schlagschatten dem Auge sichtbar. Es muss daher in den auf der Projektions-Achse liegenden Punkten x und y der Schlagschatten der gegebenen Kreisfläche von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene übergehen. Nunmehr ermittelt man den auf die Vertikal-Ebene fallenden Schlagschatten, welcher der Uebersichtlichkeit wegen in der Fig. 66a vollständig konstruiert wurde, obwohl auch hierbei wiederum nur der oberhalb der Projektions-Achse befindliche Teil des Sehlagschattens

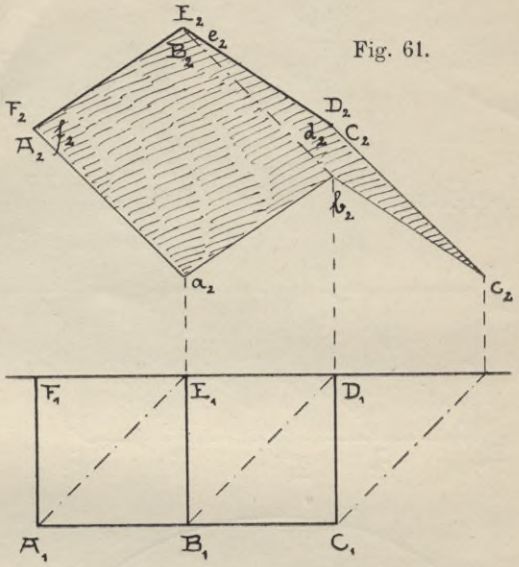
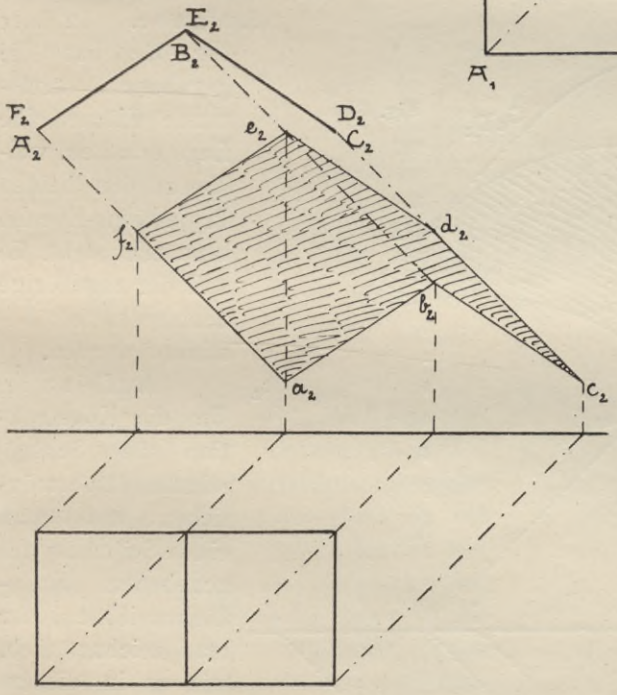


Fig. 61.

Fig. 62.



sichtbar ist. Alsdann ist noch durch die Schraffierung die wirklich beschattete Fläche auf den beiden Projektions-Ebenen hervorgehoben worden.

Aufgabe. In der Fig. 66b liegt der Fall umgekehrt wie in der Fig. 66a, es hat also hier die gegebene Kreisfläche eine senkrechte Lage zu der Horizontal-Ebene und eine parallele Lage zu der Vertikal-Ebene erhalten. Es soll der zugehörige Schlagschatten auf den beiden Projektions-Ebenen ermittelt werden.

Auflösung. Ganz in ähnlicher Weise wie in der Fig. 66a, nur mit entsprechender Umkehrung, kann hier die Konstruktion des aufzusuchenden Schlagschattens durchgeführt werden. Zunächst wird also auf der Vertikal-Ebene der Schlagschatten festgelegt, welcher auch in diesem Falle nur zum Teil dem Auge

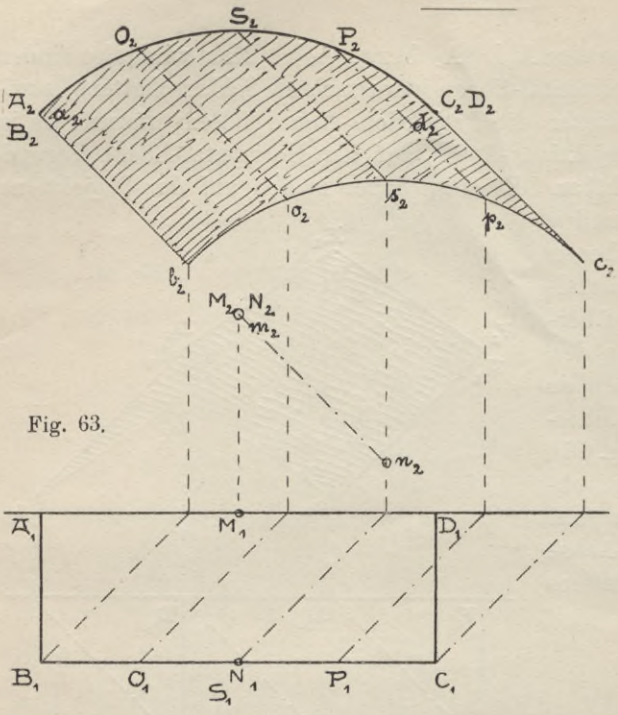


Fig. 63.

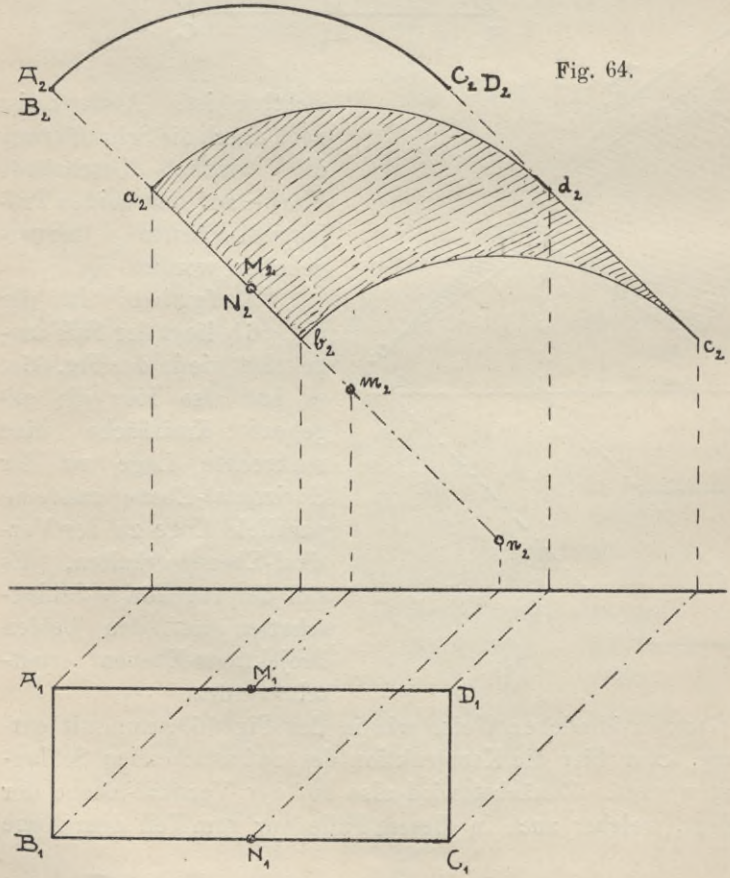


Fig. 64.

sichtbar ist, d. h. nur oberhalb der Projektions-Achse durch die Schraffierung hervorgehoben wird. Sodann bestimmt man auf der Horizontal-Ebene den Schlagschatten, welcher ebenfalls der Vollständigkeit halber ganz konstruiert wird, obwohl auch hierbei nur ein Teil des Schlagschattens, d. h. derjenige vor der Projektions-Achse, sichtbar ist. Es tritt demnach in den auf der Projektions-Achse liegenden Punkten x und y der gesuchte Schlagschatten von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal Ebene über.

Aufgabe. In der Fig. 66c hat die gegebene kreisrunde Fläche eine Lage erhalten, welche zu den beiden Projektions-Ebenen senkrecht steht. Es soll der zugehörige Schlagschatten bestimmt werden.

Auflösung. Um die Konstruktion des Schlagschattens zu ermöglichen, muss man einen Seitenriss der gegebenen Kreisfläche zeichnen, oder man zeichnet sich, wie es in diesem Falle geschehen ist, die sogen. Umklappung der Kreisfläche. Auf dieser Umklappung sind alsdann zur Er-

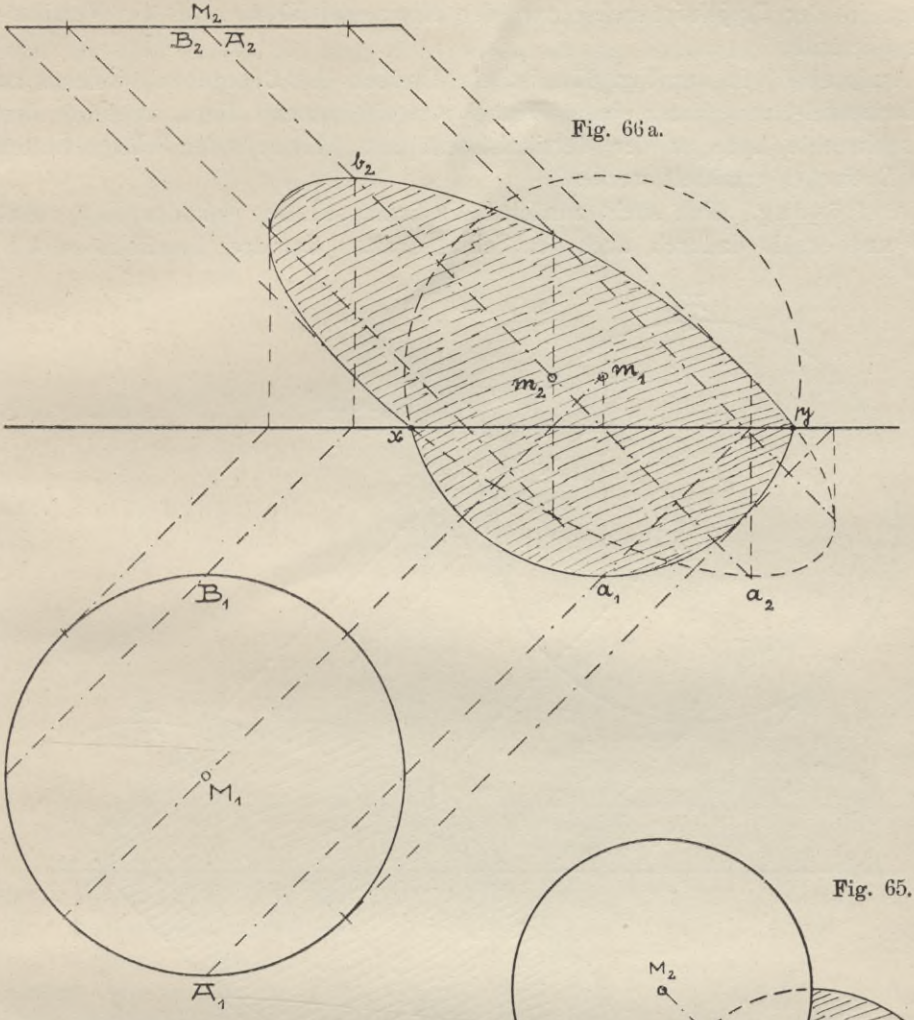


Fig. 66a.

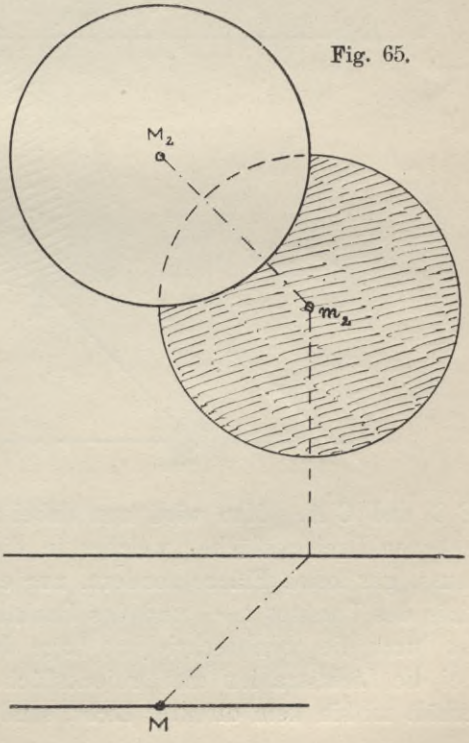


Fig. 65.

leichterung der Konstruktion eine beliebige Anzahl von Punkten (= A B C D E F G H) an der Umrisslinie angenommen worden, worauf dieselben in die Vertikal- und Horizontal-Projektion der gegebenen Kreisfläche eingetragen wurden (= A_2 B_2 C_2 D_2 E_2 F_2 G_2 H_2 bezw. A_1 B_1 C_1 D_1 E_1 F_1 G_1 H_1). Nunmehr kann man leicht die Schlagschatten der angenommenen Umrisspunkte auf den beiden Projektions-Ebenen bestimmen und man verbindet jetzt diese Schlagschattenpunkte entsprechend mit einander durch eine Kurve. Die ausgeführte Schraffierung zeigt alsdann, dass der gesuchte Schlag-

schatten in der Projektionsachse von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene übertritt.

Aufgabe. In der Fig. 67a ist ein Dreieck A B C gegeben, welches zu der Horizontal-Ebene unter einem Winkel von 45° geneigt liegt, zugleich aber eine senkrechte Lage zu der Vertikal-Ebene hat. Es soll der Schlagschatten dieses Dreieckes ermittelt werden.

Auflösung. Man sucht zunächst die Schlagschatten der drei Eckpunkte A B C und erhält dadurch auch den Schlagschatten der drei Umrisslinien A B,

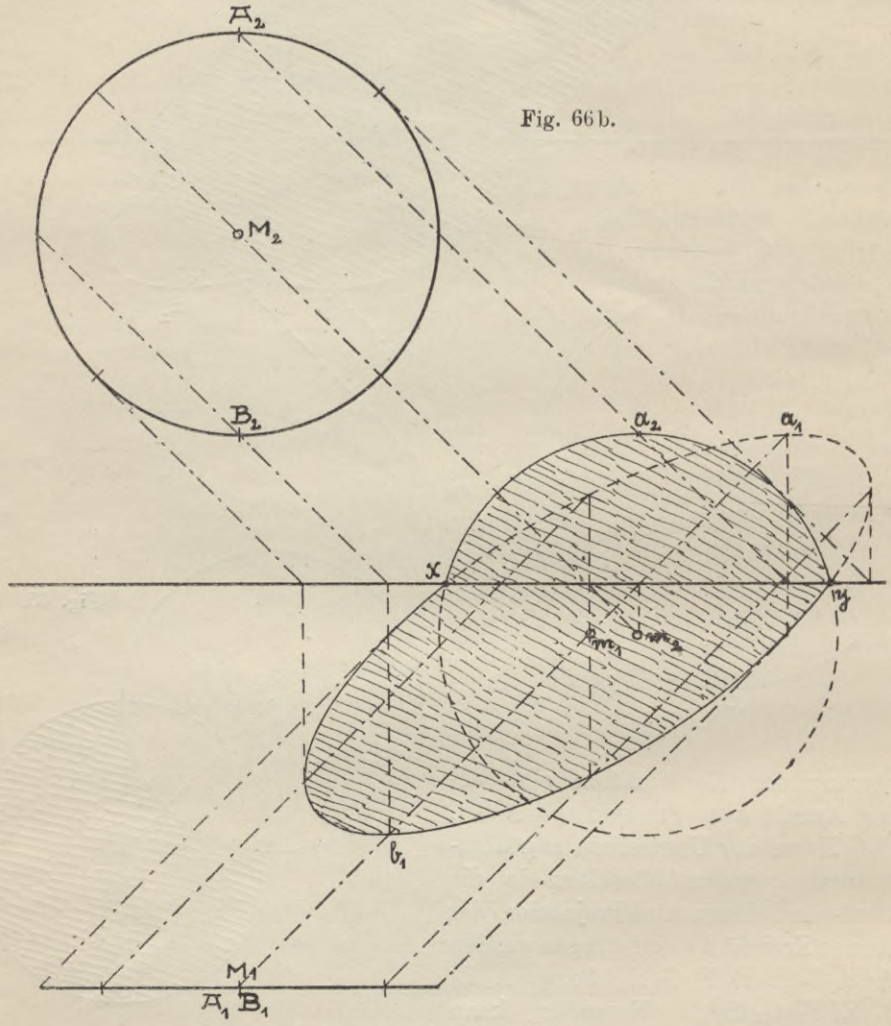


Fig. 66b.

B C und C A. Man wird nun dabei finden, dass der Schlagschatten der gegebenen Dreiecksfläche, welcher in diesem Falle auf die Vertikal-Ebene fallen muss, gar keine Fläche sondern, nur eine Linie bildet. Es ist die Verbindungslinie des Punktes a_2 c_2 und des Punktes b_2. Diese Gestalt des Schlagschattens ist durch die obenbeschriebene Lage des gegebenen Dreieckes bedingt, da hierbei die Lichtstrahlen die Dreiecksfläche streifen müssen. Das Dreieck A B C erhält mithin kein direktes Licht, sondern nur sogenanntes Streiflicht.

Dadurch, dass in der Fig. 67 b die Stellung des gegebenen Dreieckes A B C derart gewählt worden ist, dass es senkrecht zu der Horizontal-Ebene steht und zu der Vertikal-Ebene unter einem Winkel von 45° geneigt liegt, ergibt sich, dass der zugehörige Schlagschatten (= c_1 a_1 m b_2) nur eine Linie bildet. Das Dreieck selbst erhält auch hier kein direktes Licht, sondern nur Streiflicht.

Aufgabe. In der Fig. 68 ist ein halbes Sechseck A B C D E A gegeben, welches senkrecht zu der Vertikal-Ebene und parallel zu der Horizontal-Ebene liegt. Seine Seite A E berührt ausserdem noch die Vertikal-Ebene. Der Schlagschatten dieser Fläche soll konstruiert werden.

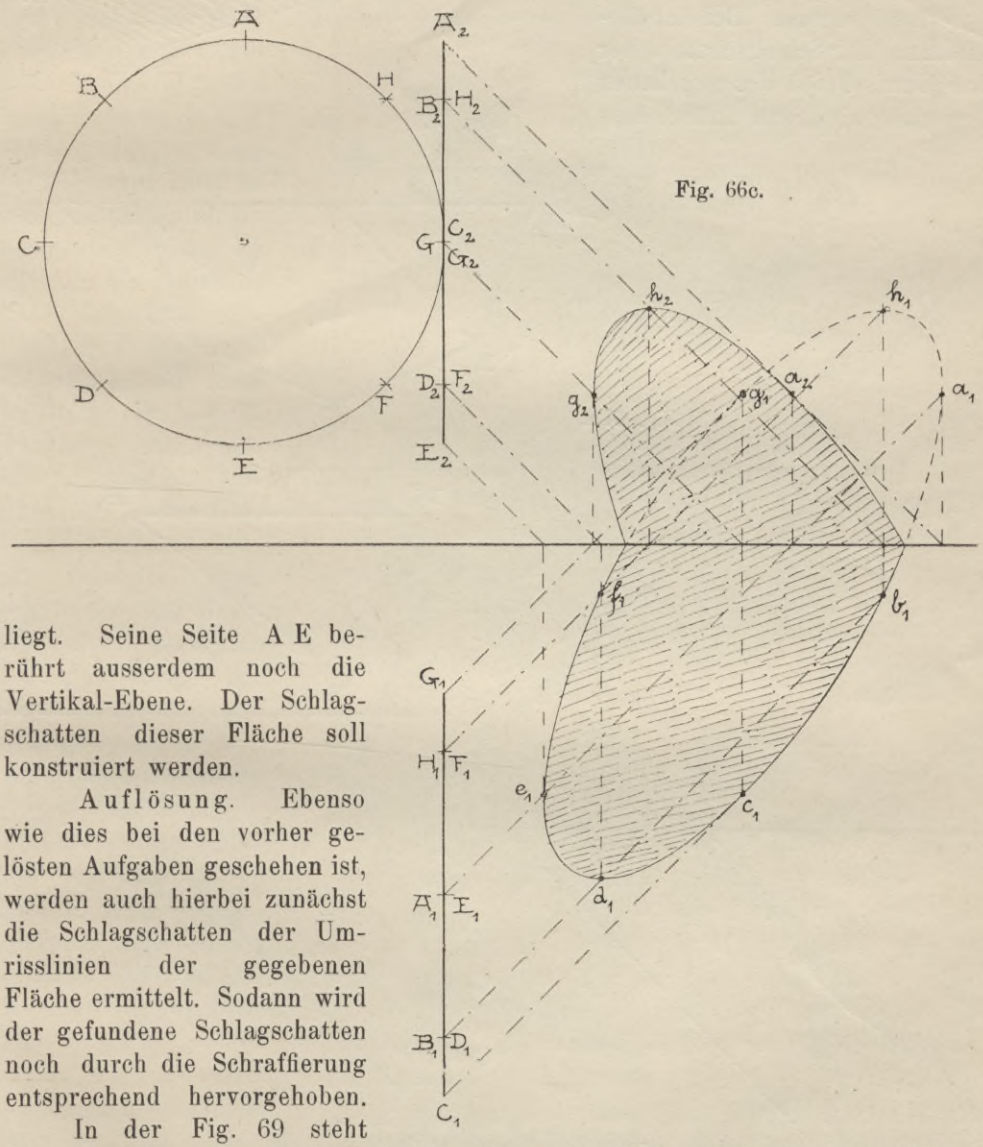


Fig. 66c.

Auflösung. Ebenso wie dies bei den vorher gelösten Aufgaben geschehen ist, werden auch hierbei zunächst die Schlagschatten der Umrisslinien der gegebenen Fläche ermittelt. Sodann wird der gefundene Schlagschatten noch durch die Schraffierung entsprechend hervorgehoben.

In der Fig. 69 steht das parallel zu der Horizontal-Ebene liegende, halbe Sechseck senkrecht auf einer angenommenen Fläche V W X Y. Die Auffindung des zugehörigen Schlagschattens dürfte keinerlei Schwierigkeiten mehr verursachen (man vergleiche hierbei die Figuren 45 und 46).

Aufgabe. In der Fig. 70 erinnert die gegenseitige Stellung der beiden gegebenen Flächen E G F und A B C D zu einander an eine Dachfläche (A B C D), welcher ein Giebel (E G F) vorgelagert ist. Die Konstruktion des Schlagschattens, welchen die gegebene Dreiecksfläche auf das Rechteck wirft, soll ausgeführt werden.

Auflösung. Bei der Bestimmung der Schlagschatten der drei Umrisslinien des gegebenen Dreieckes wird man finden, dass

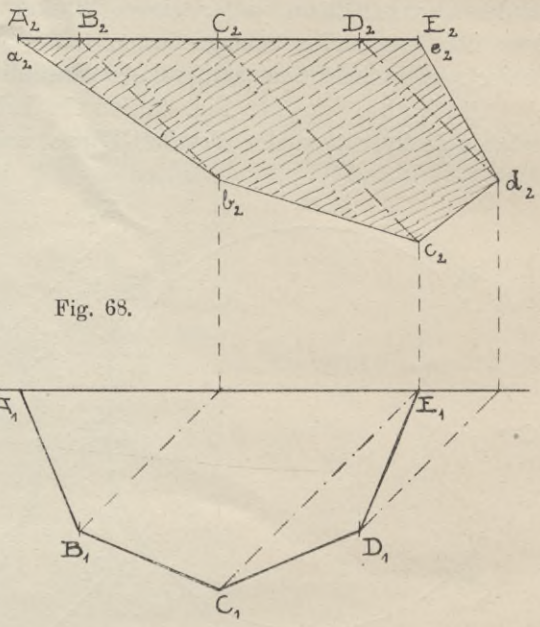


Fig. 68.

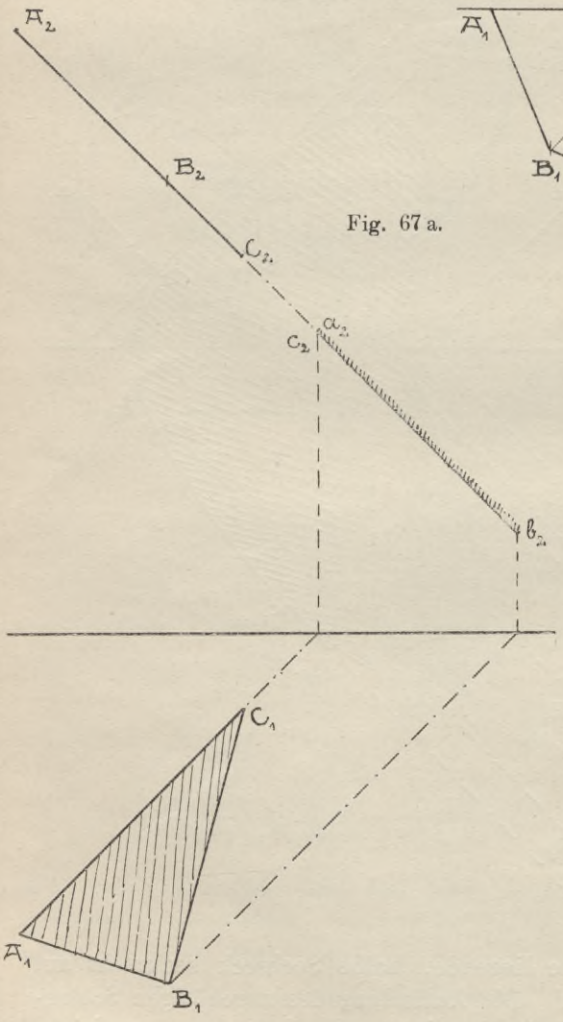


Fig. 67 a.

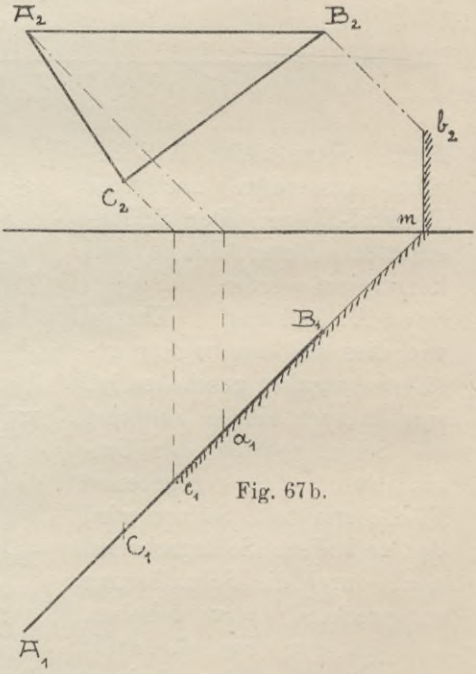


Fig. 67 b.

der Schlagschatten der Seite E G mit dieser selbst zusammen fällt (man vergleiche $e_1 g_1$ bezw. $e_2 g_2$) Es bleibt also nur noch übrig, den Schlagschatten

des Punktes F auf der Rechteckfläche aufzusuchen; es geschieht dies derart, dass man sich durch F_1 und durch die Lichtstrahl-Projektion L_1 eine Hilfsebene gelegt denkt, welche zugleich auch senkrecht zu der Horizontal-Ebene steht. Diese angenommene Hilfebene schneidet nun die Horizontal-Projektion der Rechteckfläche A B C D (= A_1 B_1 C_1 D_1) in der Linie m_1 n_1, mithin in der Vertikal-Projektion dieser Reckteckfläche (= A_2 B_2 C_2 D_2) in der Linie m_2 n_2. Die Linie m n ist also die Spur oder die Schnittlinie der gedachten Hilfsebene mit der gegebenen Rechteckfläche. Die Vertikal-Projektion des durch den Punkt F der Dreiecksfläche E G F gehenden Lichtstrahles (= L_2) trifft nun in dem Punkt f_2 auf die Schnittlinie m_2 n_2. Es ist also der Punkt f_2 der Schlagschatten des Punktes F der Dreiecksfläche auf dem Rechteck A B C D. Verbindet man nun die Schlagschattenpunkte f_2 e_2 und f_2 g_2 bezw. f_1 e_1 und f_1 g_1 mit einander, dann erhält man die Grenzen des gesuchten Schlagschattens des Dreiecks E G F auf dem Rechteck A B C D. Bei der Hervorhebung des betreffenden Schlagschattens durch die Schraffierung ist jedoch noch zu bedenken, dass der ermittelte Schlagschatten durch die gegebene Dreiecksfläche teilweise verdeckt wird. Im übrigen vergleiche man noch die zu der Fig. 11 gegebenen Erklärungen.

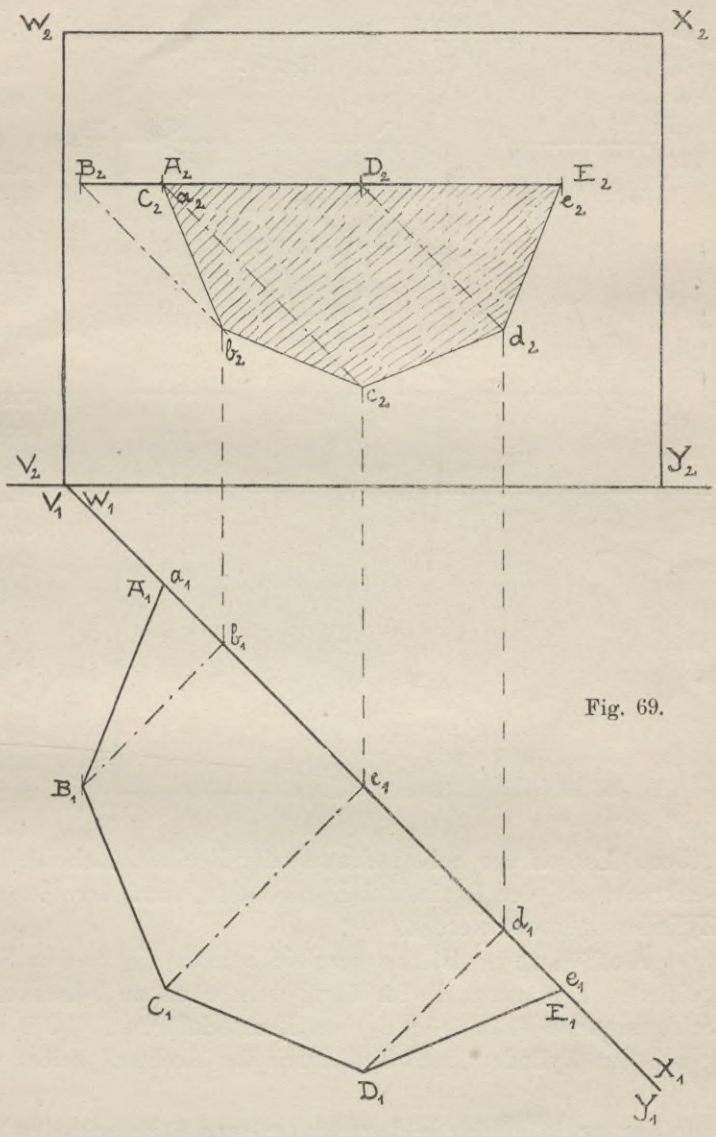


Fig. 69.

In der Fig. 71 ist ein Dreieck A B C, welches parallel zu der Vertikal-Ebene und senkrecht zu der Horizontal-Ebene steht, sowie ein Rechteck E F G H, welches zu den beiden Projektions-Ebenen geneigte Lage hat, gegeben. Es ist der Schlagschatten des Dreiecks A B C auf der Rechteckfläche E F G H be-

stimmt worden, ebenso wurde auch der Schlagschatten dieses gegebenen Rechteckes auf den beiden Projektions-Ebenen ermittelt. Zur Lösung dieser Aufgabe greife man auf die Erläuterungen, welche zu den Figuren 39 bis 42 ausgeführt wurden, zurück.

Aufgabe. In der Fig. 72 erinnert das gegebene Rechteck A B C D an die Dachfläche eines Dachfensters, welche sich aus der Fläche eines Hauptdaches = der Rechteckfläche E F G H heraushebt. Es soll nun der Schlagschatten, welchen die Rechteckfläche A B C D auf das Reckteck E F G H wirft, bestimmt werden.

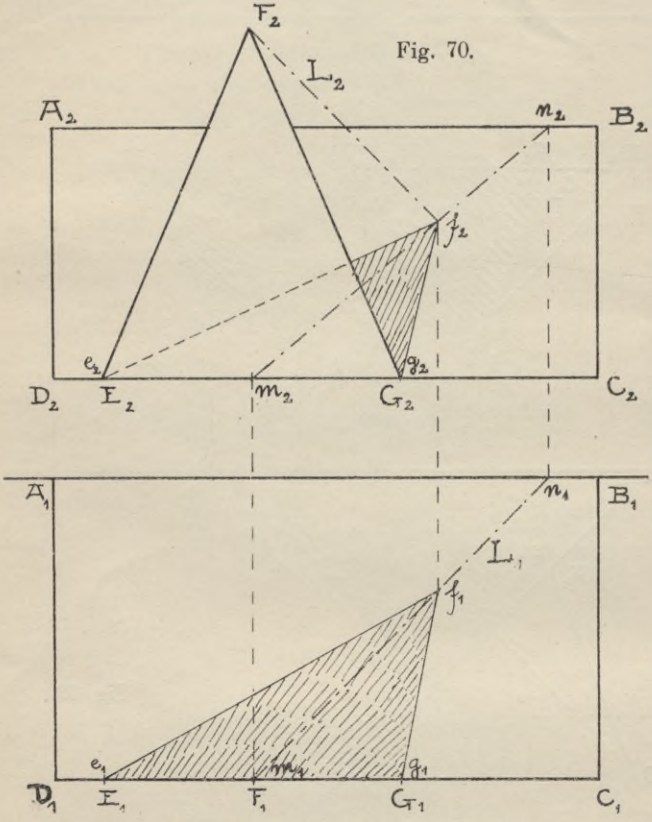


Fig. 70.

Auflösung. Diese Aufgabe dürfte ohne Schwierigkeiten unter Zuhilfenahme des gegebenen Seitenrisses in dem Aufriss ermittelt werden können, ohne den gegebenen Grundriss zu benötigen. Der Schlagschatten in dem Grundriss kann alsdann ebenfalls leicht mit Hilfe des Aufrisses und des Seitenrisses dargestellt werden.

Aufgabe. In der Fig. 73 sind durch ihre beiden Projektionen die Rechteckfläche A B C D und ein auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehender Zylinder gegeben. Es soll der Schlagschatten der Rechteckfläche A B C D, welche ebenfalls senkrecht zu der Horizontal-Ebene steht, auf der Oberfläche des gegebenen Zylinders gesucht werden.

Auflösung. Hierzu vergleiche man die zu den Figuren 44 bis 49 ausgeführten Erklärungen. Im übrigen ist noch zu bemerken, dass der ermittelte Schlagschatten (= $a_2\ b_2\ c_2\ d_2$) der Rechteckfläche A B C D auf der Oberfläche des gegebenen Zylinders zum Teil durch das Rechteck selbst verdeckt wird.

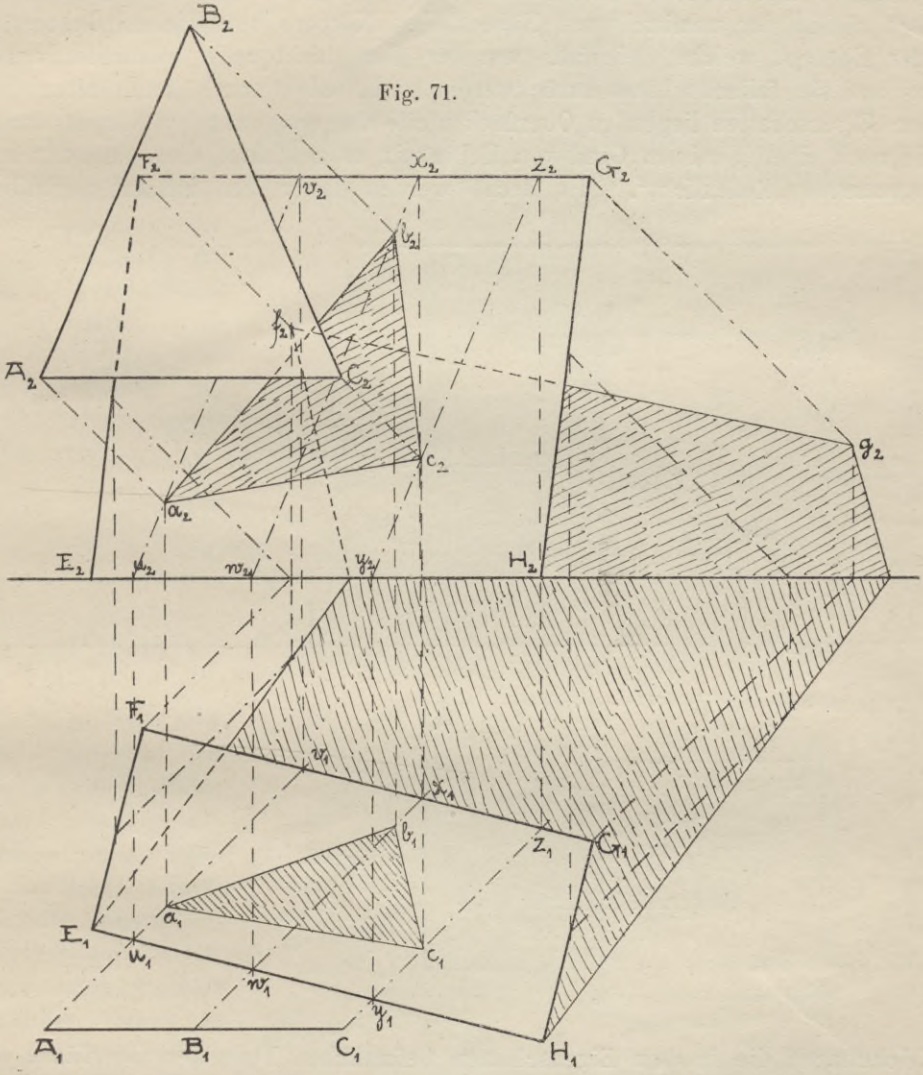
Die Konstruktion der Schlagschatten- und Eigenschatten-Grenzen von Körpern.

1. Allgemeines über den Eigenschatten von Körpern.

Bei dem bisher Besprochenen handelte es sich nur um Punkte, Linien und Flächen, bei denen selbstverständlich nur von ihrem Schlagschatten die Rede sein konnte. Nun gibt es aber auf der Oberfläche eines jeden Körpers bekanntlich

auch Stellen, welche von den Lichtstrahlen nicht mehr getroffen werden. Diese Stellen erhalten also dadurch kein direktes Licht; es liegen demnach diese nicht beleuchteten Oberflächen-Teile eines jeden Körpers im Schatten, welchen man, im Gegensatze zu dem Schlagschatten dieses Körpers, den Eigenschatten desselben nennt. Andere Bezeichnungen für das Wort Eigenschatten sind: Selbstschatten, Körperschatten und Streifschatten. Mithin kann man sich auch auf der Oberfläche eines von Lichtstrahlen erreichten Körpers einen

Fig. 71.



Linienzug vorstellen, welcher die Grenze zwischen dem beleuchteten und dem nicht beleuchteten Teile seiner Oberfläche bildet. Dieser Linienzug wird nun entsprechend die Eigenschattengrenze, auch Selbstschattengrenze oder Streifschattengrenze des Körpers genannt.

Die den Körper streifenden Lichtstrahlen, welche also dessen Eigenschattengrenze berühren, sind die sogenannten Streifstrahlen. Dieselben

schliessen hinter dem in Betracht kommenden Körper einen dunklen Raum ein, welcher alsdann der Schattenraum des betreffenden Körpers genannt wird. Jede fremde Fläche oder jeder andere Gegenstand, welcher nun in diesen Schattenraum des Körpers hineinragt, erhält dadurch einen Schlagschatten, dessen Umrisslinie jeweils von der Eigenschattengrenze des schattenwerfenden Körpers abhängig ist.

Eigentlich sollten nun die in dem Eigenschatten liegenden Teile der Oberfläche irgend eines beleuchteten Körpers ganz dunkel erscheinen. Da jedoch die in der unmittelbaren Nähe dieses Körpers befindlichen Gegenstände oder Ebenen, welche gleichfalls von derselben Lichtquelle beleuchtet werden, das auf sie fallende Licht zurückwerfen (d. h. reflektieren), so erhalten die in dem Eigenschatten liegenden Oberflächenteile des erstgenannten Körpers immerhin noch einen gewissen Grad von Helligkeit, es geschieht dies also durch das sogenannte „Reflexlicht“. Mit Recht werden daher bei unseren technischen

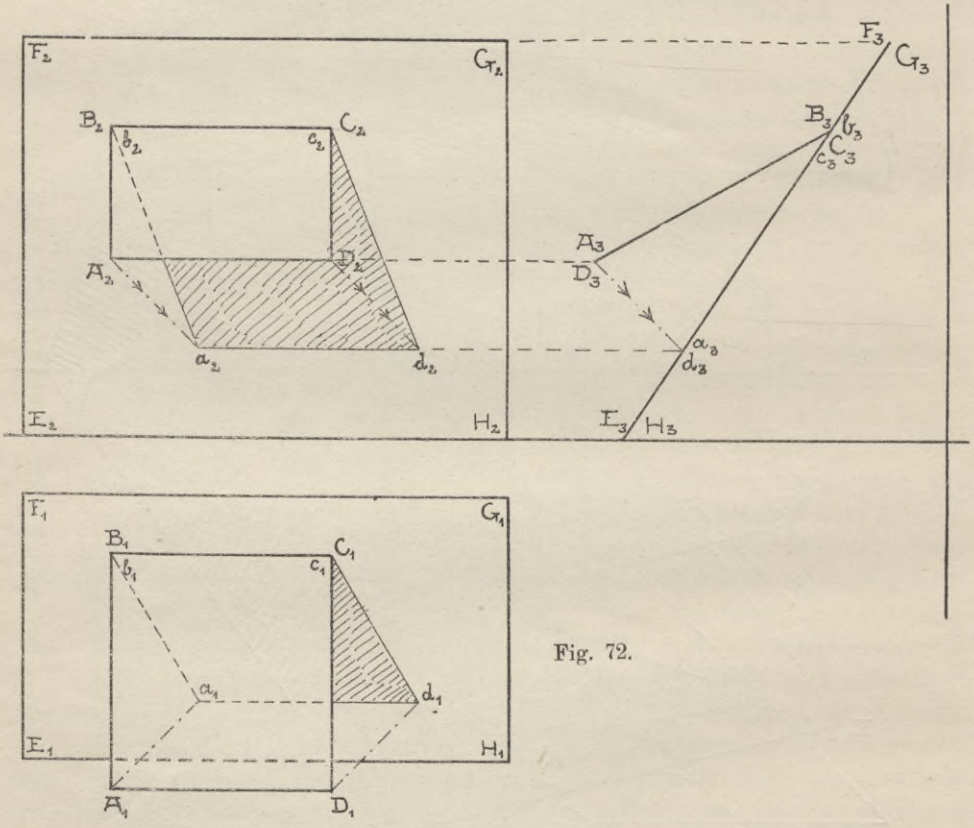


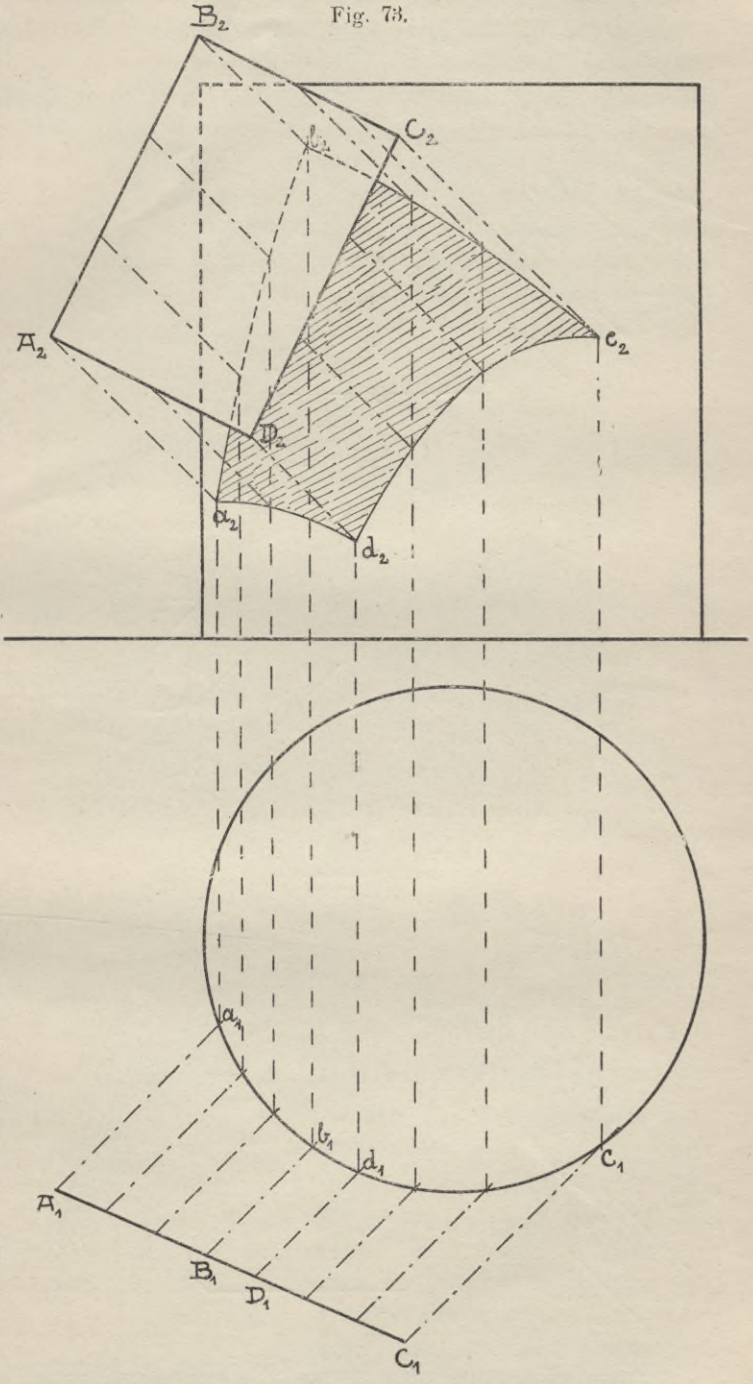
Fig. 72.

Zeichnungen die in dem Eigenschatten befindlichen Teile der Oberfläche eines Körpers nicht ganz so dunkel darzustellen sein als diejenigen Flächen oder Gegenstände, welche den Schlagschatten des betreffenden Körpers erhalten.

Bei einem ebenflächigen Körper (Vielflach oder auch Polyeder genannt) besteht nun die Eigenschatten-Grenze aus gewissen, näher zu bestimmenden Kanten dieses Körpers, den sogenannten Schattenkanten, welche zusammen ein Vieleck (= Polygon) bilden. Dieses aus den Schattenkanten bestehende Vieleck nennt man alsdann das Eigenschattenpolygon.

Weist dagegen ein Körper eine ganz oder teilweise gekrümmte Oberfläche auf, dann muss seine Eigenschatten-Grenze durch Konstruktion zunächst ermittelt werden und zwar derart, dass man sämtliche Lichtstrahlen festlegt, welche die Oberfläche des betreffenden Körpers berühren oder, besser gesagt, streifen; es kommen also die sogenannten Streifstrahlen hierbei in Betracht. Die einzelnen Berührungspunkte dieser Streifstrahlen mit der Körperoberfläche werden sodann zu einem Linienzuge, welcher nunmehr die Eigenschatten-Grenze bildet, vereinigt.

Fig. 73.



2. Die Konstruktion des Schlagschattens und des Eigenschattens ebenflächiger Körper.

Wenn man nunmehr bestimmen will, ob eine gewisse Kante eines ebenflächigen Körpers eine sogenannte Schattenkante ist oder nicht, so nimmt man auf dieser Kante einen beliebig gewählten Punkt an und zieht alsdann durch denselben die Horizontal-Projektion L_1 oder die Vertikal-Projektion L_2 des Lichtstrahles. Sodann bestimmt man die Schnittlinie einer durch L_1 bezw. L_2 gelegten beliebigen Ebene mit den beiden Flächen des Körpers, welche die fragliche Kante bilden. Es

kann alsdann einer der drei Fälle, welche in den Figuren 74a, 74b und 74c einzeln dargestellt wurden, eintreten:

Fig. 74a.

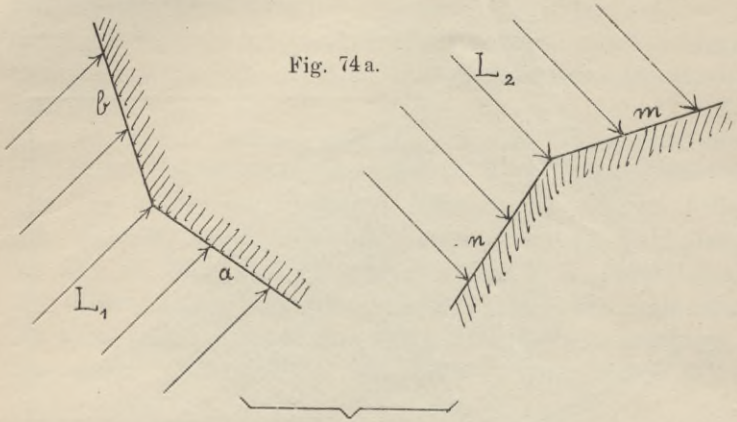


Fig. 74b.

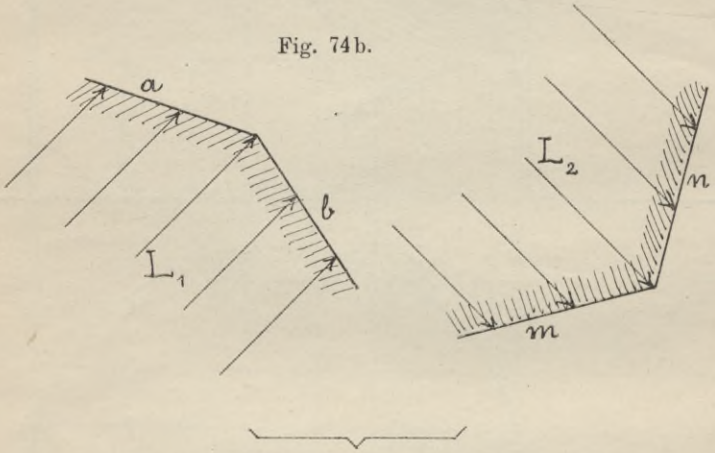
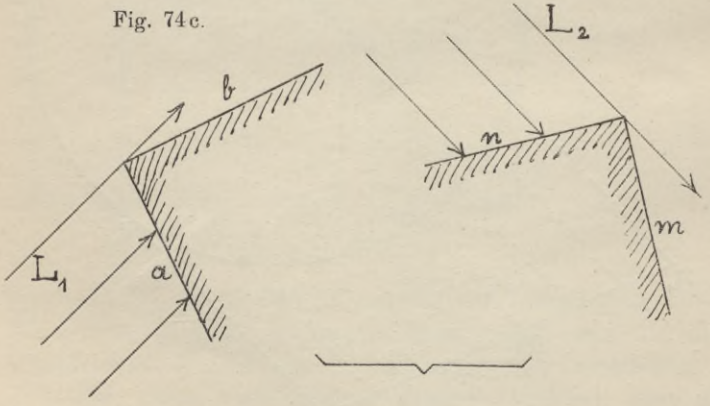


Fig. 74c.



α) Die Schnittlinien der durch L_1 bezw. L_2 beliebig gelegten Ebene mit den beiden Flächen des Körpers, welche die zu untersuchende Kante bilden, haben gegen die Projektion des Lichtstrahles diejenige Lage, wie sie in der Figur 74a zur Darstellung gelangt ist. Man kann hierbei unschwer erkennen, dass die beiden Flächen a und b bezw. m und n beleuchtet sind und dass demnach die ihnen gemeinsame Kante keine Schattenkante (auch schattenwerfende Kante genannt) sein kann.

β) Die Schnittlinien der durch L_1 bezw. L_2 beliebig gelegten Ebene mit den beiden in Betracht kommenden Flächen des Körpers, welche die zu untersuchende Kante bilden, nehmen gegen die betreffende Projektion des Lichtstrahles diejenige Lage ein, wie sie in der Figur 74b dargestellt ist. Auch hier kann man wiederum leicht erkennen, dass keine der beiden Flächen a und b bezw. m und n beleuchtet ist, und dass mithin die ihnen gemeinsame Kante keine Schattenkante sein kann.

γ) Aus der Fig. 74c ist ersichtlich, dass die eine der beiden Flächen, welche die in Betracht kommende Kante bilden, beleuchtet ist. Es ist dies hier die Fläche a bezw. m, während auf die Fläche b bezw. n des Körpers keine Lichtstrahlen auftreffen, diese mithin nicht beleuchtet sind. Die den Flächen a und b bezw. m und n gemeinsame Kante trennt demnach eine beleuchtete von einer nicht beleuchteten Fläche, d. h. von einer in dem Eigenschatten liegenden Fläche des Körpers. Die in Betracht gezogene Kante ist somit eine Schattenkante des angenommenen Körpers.

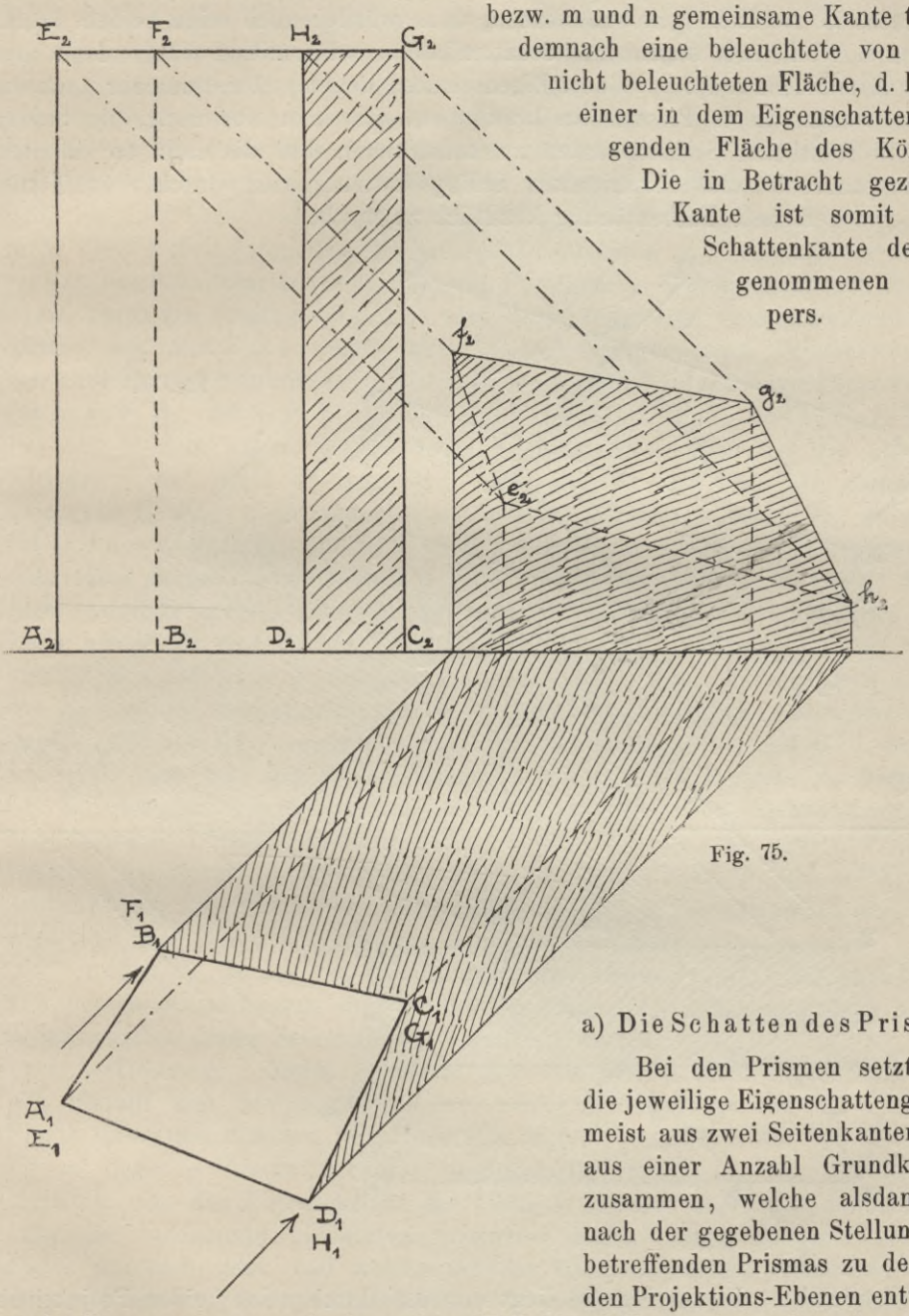


Fig. 75.

a) Die Schatten des Prismas.

Bei den Prismen setzt sich die jeweilige Eigenschattengrenze meist aus zwei Seitenkanten und aus einer Anzahl Grundkanten zusammen, welche alsdann je nach der gegebenen Stellung des betreffenden Prismas zu den beiden Projektions-Ebenen entweder unmittelbar zu erkennen oder im anderen Falle durch Konstruktion festzulegen sind.

So sind beispielsweise in der Figur 75 die schattenwerfenden Kanten — die Schattenkanten — unschwer zu erkennen; es sind dies die beiden Seiten-

kanten B F und D H, sowie seine beiden Grundkanten F G und G H. Die Seiten-Flächen B F G C und C G H D erhalten mithin kein direktes Licht, sie liegen demnach in dem Eigenschatten des gegebenen Körpers. (Würde z. B. dieses gegebene Prisma unter Beibehaltung seiner Richtung zu den beiden Projektions-Ebenen senkrecht in die Höhe gehoben werden, dann würden auch seine beiden Grundkanten B A und A D sogenannte Schattenkanten sein, mithin würde dann auch seine Grundfläche A B C D in dem Eigenschatten liegen.) Um nunmehr auch den Schlagschatten dieses Prismas zu bestimmen, hat man nur nötig, die Schlagschatten sämtlicher Schattenkanten zu konstruieren und die dann so erhaltene Fläche innerhalb dieser ermittelten Schlagschattengrenzen durch Schraffierung oder eine geeignete Farbentönung kenntlich zu machen.

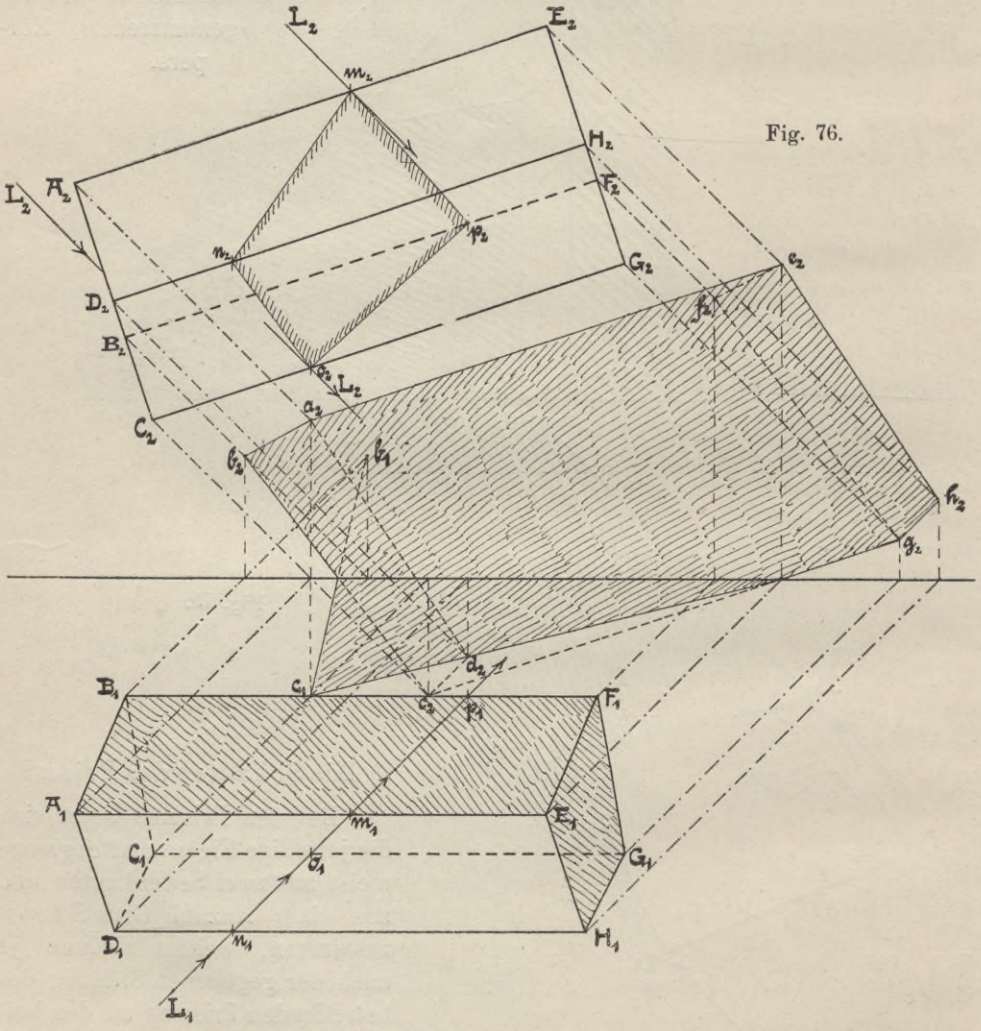


Fig. 76.

Aufgabe. In der Fig. 76 liegt nun das durch seine beiden Projektionen gegebene vierseitige Prisma geneigt zu der Horizontal-Ebene und parallel zu der Vertikal-Ebene. Es soll sein Eigenschatten und der zugehörige Schlagschatten ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst muss stets der Eigenschatten des gegebenen Körpers bestimmt werden. In dem vorliegenden Falle geschieht dies am besten dadurch, dass man durch die Lichtstrahl-Projektion L_1 oder parallel zu derselben eine Hilfsebene annimmt, welche gleichzeitig auch zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehen muss. Diese gedachte Hilfsebene ist dann eine sogen. Lichtebene, welche nunmehr das gegebene Prisma in den Punkten m n o p ($= m_1\ n_1\ o_1\ p_1$) seiner Seitenkanten durchschneidet. Mit Hilfe der Horizontal-Projektion dieser Schnittpunkte findet man nun auch leicht die entsprechenden Punkte $m_2\ n_2\ o_2\ p_2$ in der Vertikal-Projektion des Prismas. Die durch die Randschraffur hervorgehobene Fläche $m_2\ n_2\ o_2\ p_2\ m_2$ stellt nun die vertikale Projektion der durch die gedachte Lichtebene verursachten Schnittfläche des Prismas dar. Zieht man nunmehr die Vertikal-Projektion der beiden Streifstrahlen an die entsprechende Projektion der Schnittfläche (es ist dies die Pfeillinie L_2, welche durch den Punkt m_2 bezw. durch den Punkt o_2 geht), so wird damit festgelegt, dass die beiden Seitenkanten A E und C G ($= A_2\ C_2$ bezw. $C_2\ G_2$) des gegebenen Prismas schattenwerfende Kanten sein müssen. Mithin liegen auch die beiden Seitenflächen A E F B ($= A_2\ E_2\ F_2\ B_2$ und $A_1\ E_1\ F_1\ B_1$) und C G F B ($= C_2\ G_2\ F_2\ B_2$ und $C_1\ G_1\ F_1\ B_1$) des Prismas in dem Eigenschatten dieses Körpers; es sei hier auf die unter dem Absatze γ auf Seite 49 gegebene Erklärung zu der Fig. 74c aufmerksam gemacht. Es liegt aber ausser diesen beiden Seitenflächen noch die Grundfläche E F G H ($= E_2\ F_2\ G_2\ H_2$ und $E_1\ F_1\ G_1\ H_1$) in dem Eigenschatten des Prismas, während seine andere Grundfläche A B C D ($= A_2\ B_2\ C_2\ D_2$ und $A_1\ B_1\ C_1\ D_1$) direktes Licht erhalten muss. Dies für die beiden Grundflächen des Prismas Gesagte kann leicht aus den beiden Darstellungen derselben erkannt werden, so dass hierfür eine besondere Konstruktion unnötig sein würde. Es setzt sich demnach die gesuchte Eigenschatten-Grenze des Prismas zusammen aus den beiden Seitenkanten A E und C G, sowie aus den vier Grundkanten A B und B C bezw. E H und H G. Um nun den Schlagschatten des gegebenen Körpers zu bestimmen, hat man also nur den Schlagschatten der soeben ermittelten Eigenschatten-Grenze zu konstruieren, was wiederum dadurch geschieht, dass man einzeln die Schlagschatten der Schattenkanten des Prismas festlegt. Der zum Teil auf die Horizontal-Ebene, zum Teil auf die Vertikal-Ebene fallende Schlagschatten des Prismas wird nun noch durch Schraffierung hervorzuheben sein.

Aufgabe. In der Fig. 77 sind durch ihre beiden Projektionen zwei Prismen von verschiedener Gestalt und Stellung gegeben. Es soll der Eigen- und der Schlagschatten dieser beiden Körper ermittelt werden.

Auflösung. Zuerst bestimmt man am besten den Eigenschatten, sowie hierauf den Schlagschatten des vorderen, senkrecht auf der Horizontal-Ebene stehenden Prismas, ohne dass das hintere, wagerecht auf der Horizontal-Ebene liegende Prisma zunächst berücksichtigt wird. Ist dies geschehen, so ermittelt man den Eigenschatten des hinteren Prismas und zwar dadurch, dass man eine sogenannte „Lichtebene“, welche dieses Prisma an einer beliebigen Stelle durchschneidet und welche auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehen muss. Diese angenommene Lichtebene ist in ihrer Horizontal-Projektion durch die mit I bezeichnete, parallel zu L_1 gezogene Linie dargestellt. Die Vertikal-Projektion der durch diese Lichtebene I verursachten Schnittfläche wird sodann mittels ihres Grundrisses konstruiert und hierauf die zu L_2 parallele Projektion

der beiden Streifstrahlen gezogen, wodurch nunmehr festgestellt werden kann, dass die beiden Seitenflächen E H J O und K F O J des hinteren Prismas sich in dem Eigenschatten befinden. Ferner ist noch unschwer zu erkennen, dass die Grundfläche E G F O ebenfalls in dem Eigenschatten dieses Körpers liegen muss. Die Schattenkanten des hinteren Prismas heissen also E H, H J, J K, K F, F G und G E. Mit Hilfe dieser schattenwerfenden Kanten kann nun auch der Schlag-

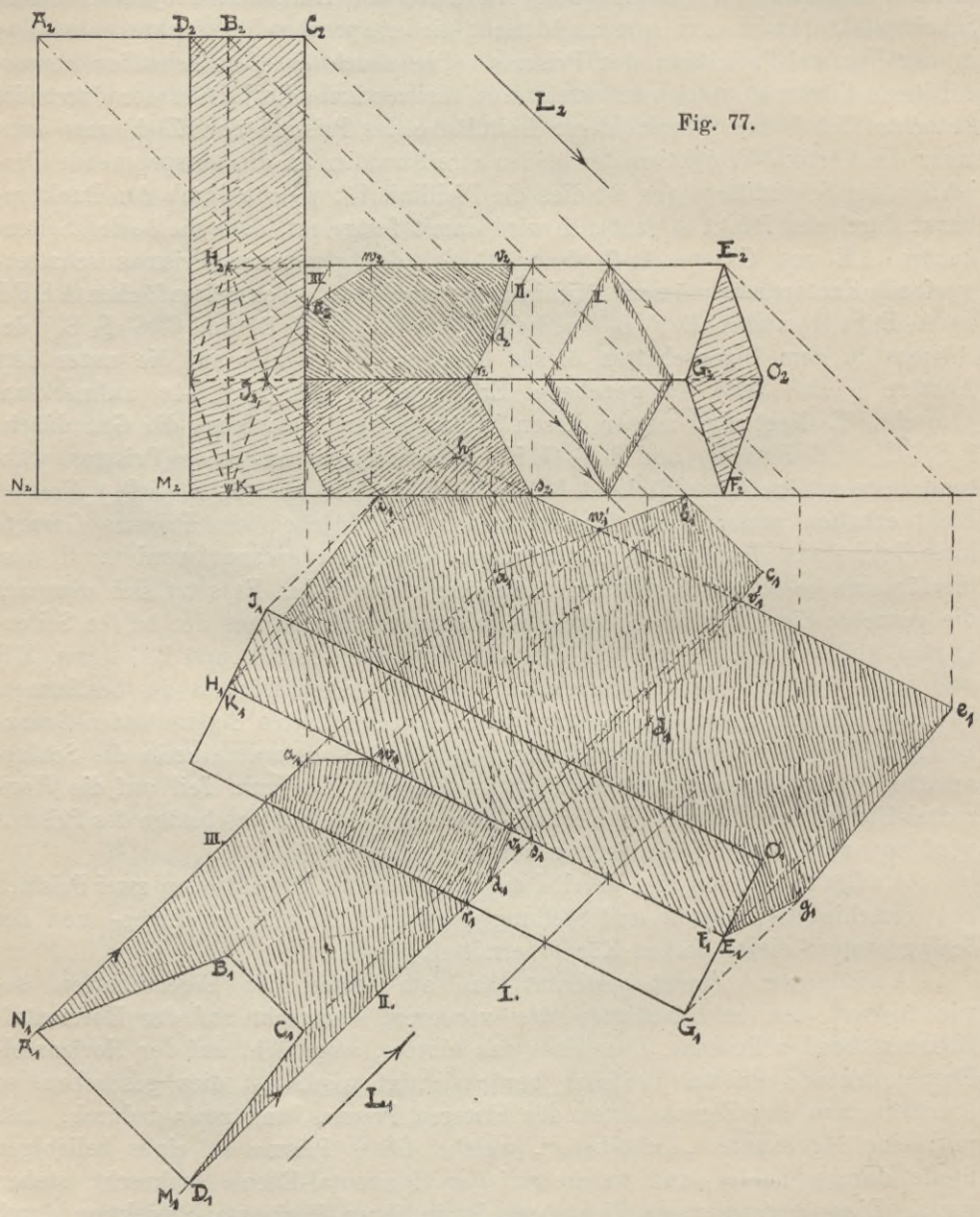


Fig. 77.

schatten des hinteren Prismas gefunden werden. Aus der gegenseitigen Stellung der beiden gegebenen Prismen zueinander, ist ferner leicht zu ersehen, dass von dem vorderen Prisma auch noch ein Schlagschatten auf die Oberfläche des hin-

teren Prismas fallen muss. Man nimmt daher eine weitere, senkrecht zu der Horizontal-Ebene stehende Lichtebene — die Lichtebene II — zu Hilfe, welche die Schattenkante D M des vorderen Prismas berühren soll und das hintere Prisma durchschneiden muss. Nunmehr bestimmt man an der Vertikal-Projektion dieser Lichtebene II denjenigen Teil des Schlagschattens der Kante D M, welcher auf das hintere Prisma fällt, dadurch, dass man die Vertikal-Projektion des durch den Eckpunkt D gehenden Lichtstrahles zieht (= $D_2\ d_2$). Die beiden Strecken $s_2\ r_2$ und $r_2\ d_2$ bilden nun den auf der Oberfläche des hinteren Prismas befindlichen Schlagschatten eines Teiles der senkrechten Kante D M des vorderen Prismas. Durch die so ermittelten Schlagschattenpunkte $s_2\ r_2$ und d_2 kann man jetzt auch in der Horizontal-Projektion die entsprechenden Schlagschattenpunkte $s_1\ r_1$ und d_1 festlegen. Genau das Gleiche gilt auch für die dritte angenommene Lichtebene — die Lichtebene III —, welche durch die Schattenkante A N des vorderen Prismas gelegt wird und welche ebenfalls das hintere Prisma durchschneidet. Dadurch wird der Schlagschattenpunkt a_2 und hiernach durch denselben der Schlagschattenpunkt a_1 gefunden. Die anfänglich auf der Horizontal-Ebene ermittelten Schlagschatten $a_1\ b_1$ und $c_1\ d_1$ der Kanten A B und C D des vorderen Prismas bilden nun mit der Schlagschattenlinie $e_1\ h_1$ der Kante E H des hinteren Prismas die beiden Kreuzungspunkte w'_1 und v'_1, zu denen man alsdann die entsprechenden schattenwerfenden Punkte w_1 und v_1 auf der Kante E H (also auf $E_1\ H_1$) des hinteren Prismas durch die gewissermassen rückwärts zu zeichnenden Lichtstrahl-Projektionen $w'_1\ w_1$ und $v'_1\ v_1$ aufsuchen kann. Durch diese so erhaltenen Punkte w_1 und v_1 kann man leicht auch deren Vertikal-Projektion (= w_2 und v_2) festlegen. Nunmehr ist man in der Lage, die Schlagschatten-Grenze auf der Oberfläche des hinteren Prismas in der Horizontal-Projektion sowohl als auch in der Vertikal-Projektion zu vervollständigen, indem man die Linien $a_1\ w_1$ und $d_1\ v_1$ bezw. $a_2\ w_2$ und $d_2\ v_2$ einzeichnet. Die sämtlichen Eigenschatten- und Schlagschatten-Flächen werden nun noch durch eine entsprechend ausgeführte (dunkle und helle) Schraffierung hervorgehoben.

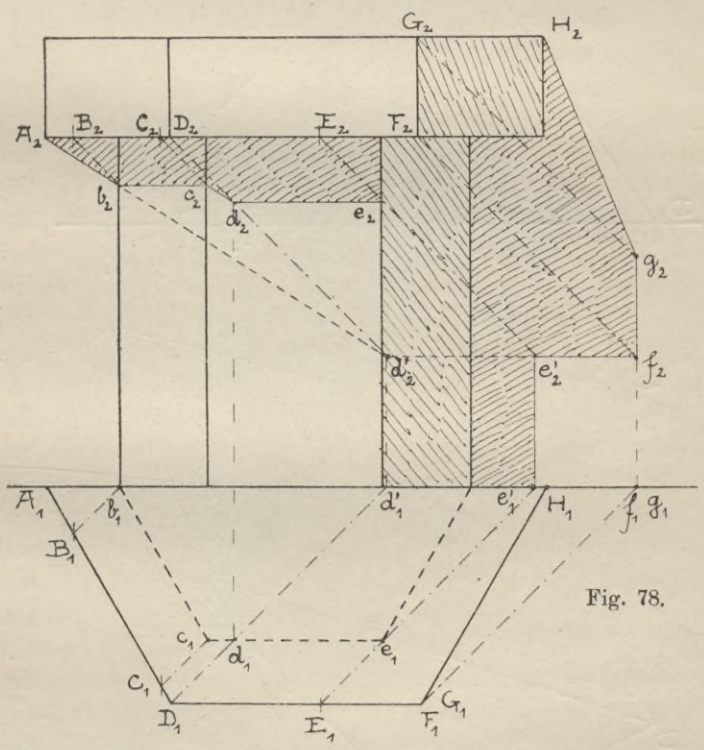


Fig. 78.

Aufgabe. Die in der Fig. 78 durch ihre beiden Projektionen gegebene Körperzusammenstellung zeigt ein halbes sechsseitiges Prisma mit darauf gelegter, wagerechter Platte. Es soll der zugehörige Eigen- und Schlagschatten ermittelt werden.

Auflösung. Man sucht zunächst wiederum die in dem Eigenschatten liegenden Flächen der gegebenen Körperzusammenstellung; es sind dies die beiden durch hellere Schraffierung gekennzeichneten Flächen auf der rechten Seite der Vertikal-Projektion. Hiernach bestimmt man den vollständigen Schlagschatten der wagerechten Platte auf der Vertikal-Ebene, ohne vorläufig das untere Prisma zu berücksichtigen. Sodann legt man den Schlagschatten des letzteren fest und konstruiert hierauf den auf die Oberfläche des unteren Prismas fallenden Schlagschatten der aufgelegten Platte. Das ganze Ermittelungsverfahren dürfte nach dem Vorangegangenen keinerlei Schwierigkeiten mehr bereiten.

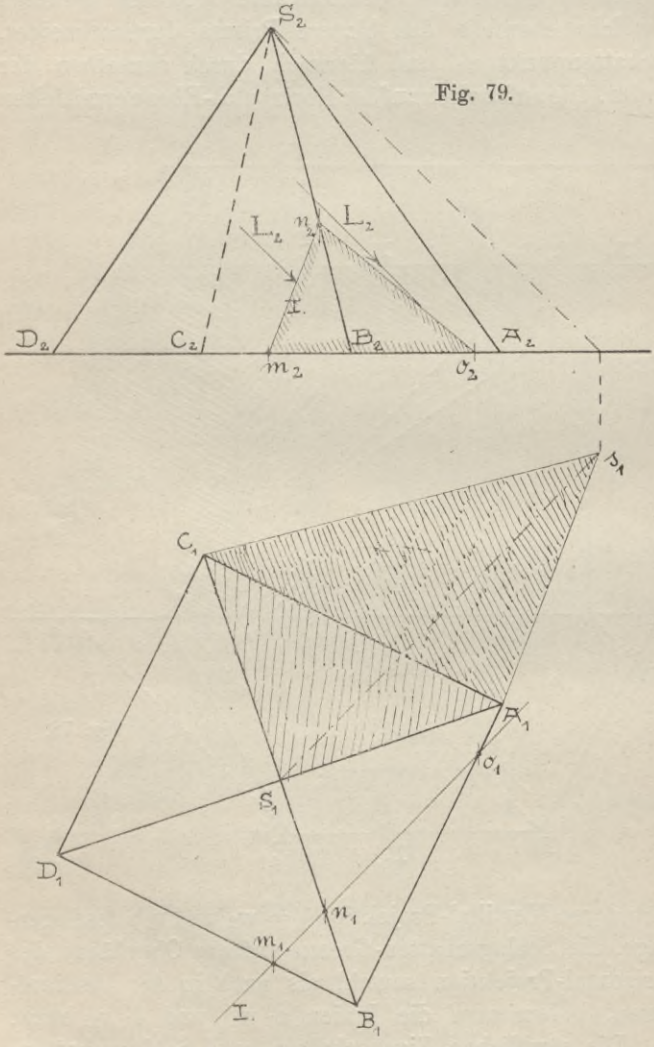


Fig. 79.

b) Die Schatten der Pyramide.

Wenn eine Pyramide mit ihrer Grundfläche auf einer der beiden Projektions-Ebenen, beispielsweise auf der Horizontal-Ebene, steht, so ist die Ermittelung des zugehörigen Schlagschattens sehr einfach. Man konstruiert nur den Schlagschatten ($= s_1$) der Pyramiden-Spitze ($= S$) auf der Horizontal-Ebene, welche man sich zu diesem Zwecke nötigenfalls noch hinter der Vertikal-Ebene fortgesetzt denken muss. Nach diesem Schattenpunkt s_1 der Pyramiden-Spitze laufen naturgemäss auch die Schlagschatten sämtlicher Kanten der Pyramide; man zieht also von dem Punkt s_1 aus die Verbindungslinien nach allen Ecken der Grundfläche der gedachten Pyramide (es sind dies alsdann die Schlagschatten der Seitenkanten der Pyramide). Hierbei

wird man immer zwei Linien finden, welche jeweils nur eine Ecke der Grundfläche treffen, ohne diese Grundfläche selbst zu schneiden; mithin muss also der Winkel, welchen diese beiden Verbindungslinien miteinander bei dem Punkte s_1 bilden, die Grundfläche der Pyramide einschliessen. Es stellen nun auch diese beiden von s_1 ausgehenden Linien die Schlagschatten der schattenwerfenden

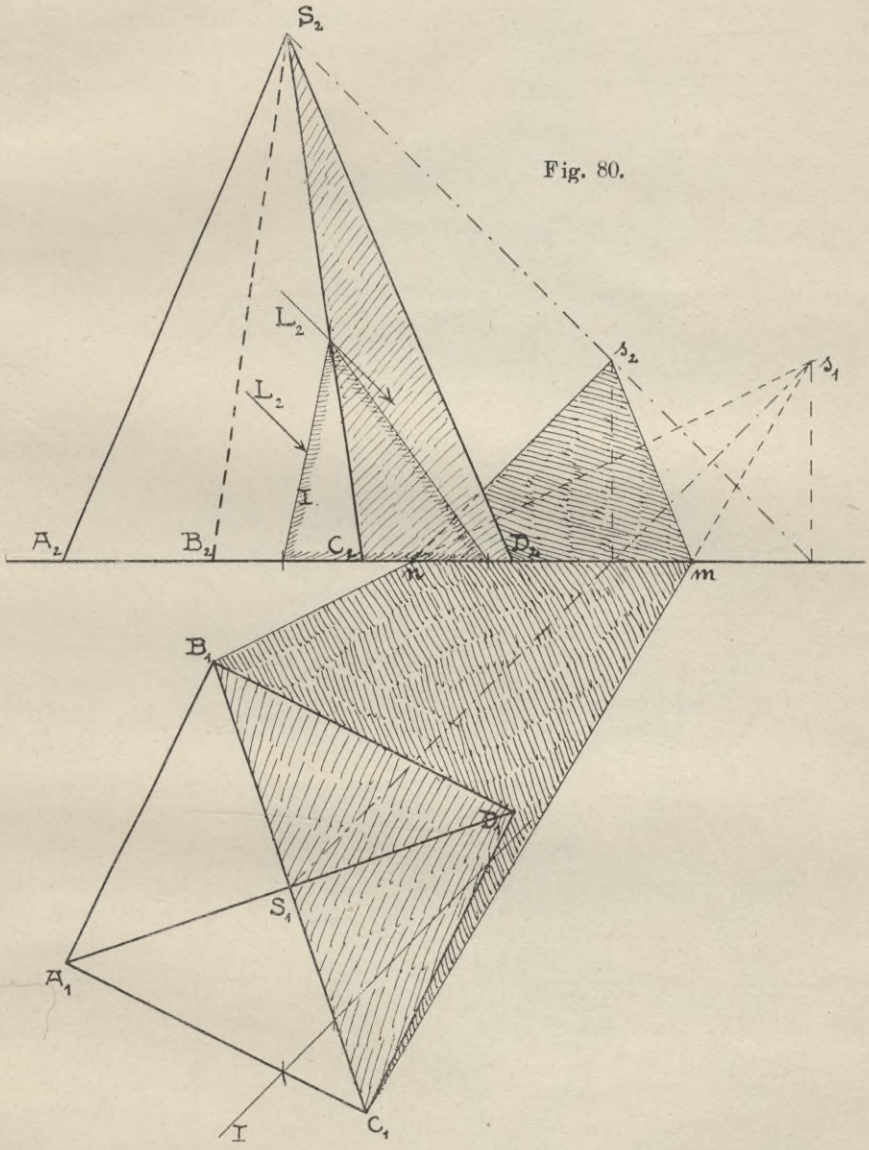


Fig. 80.

Seitenkanten der Pyramide dar, womit auch dann gleichzeitig die Eigenschatten-Grenze der Pyramide gefunden ist.

Aufgabe. Dem soeben Erklärten entsprechend ist nun in der Fig. 79 eine vierseitige Pyramide durch ihre beiden Projektionen gegeben. Es soll der Eigenschatten und der Schlagschatten dieser Pyramide konstruiert werden.

Auflösung. Nachdem der Schlagschatten s_1 der Pyramiden-Spitze S bestimmt worden ist, kann man die beiden Verbindungslinien $s_1 C_1$ und $s_1 A_1$ ziehen (würde man s_1 mit B_1 und D_1 verbinden, so würden diese Verbindungslinien die Grundfläche der Pyramide schneiden, sie können mithin nicht von schattenwerfenden Kanten herrühren). Es sind

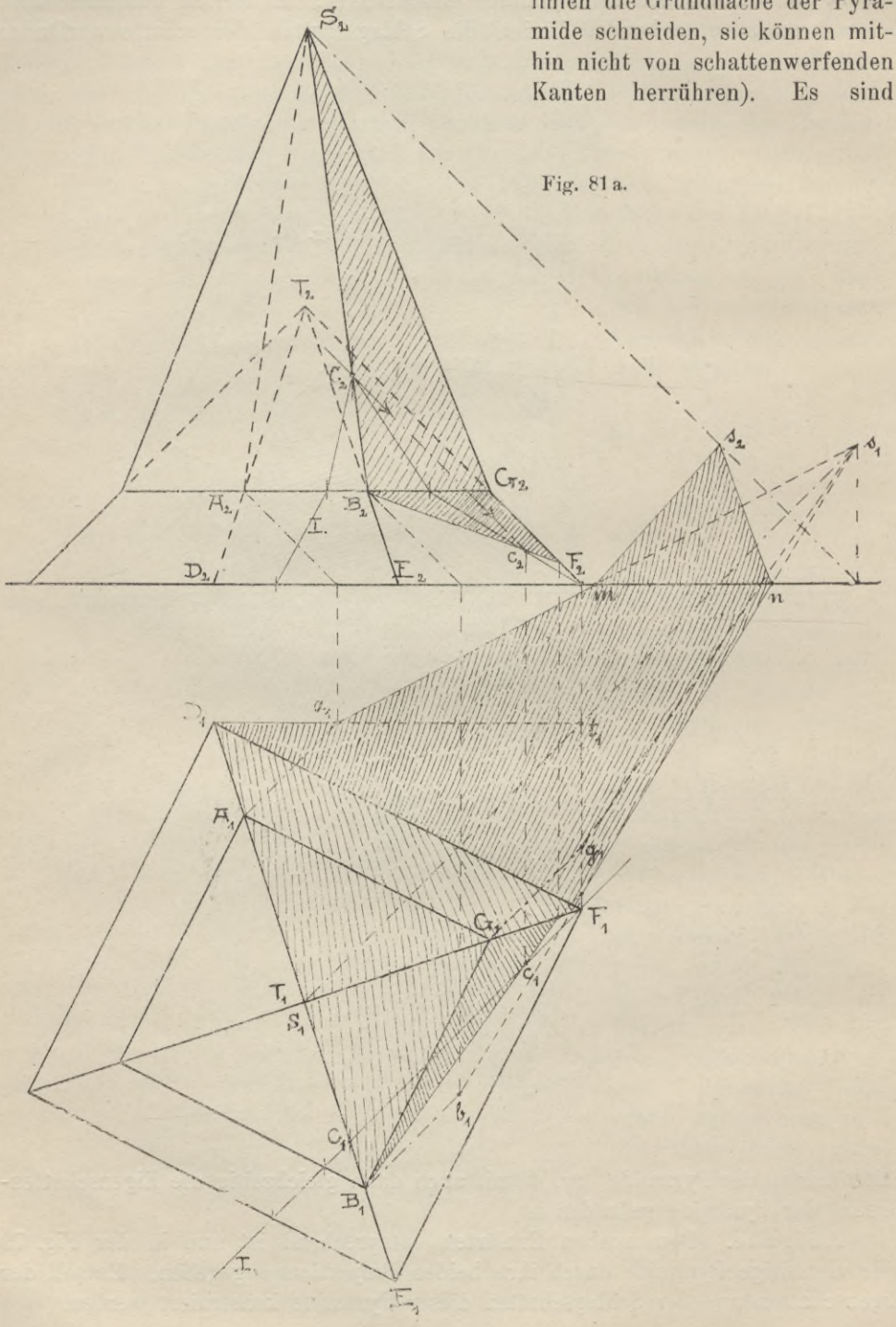
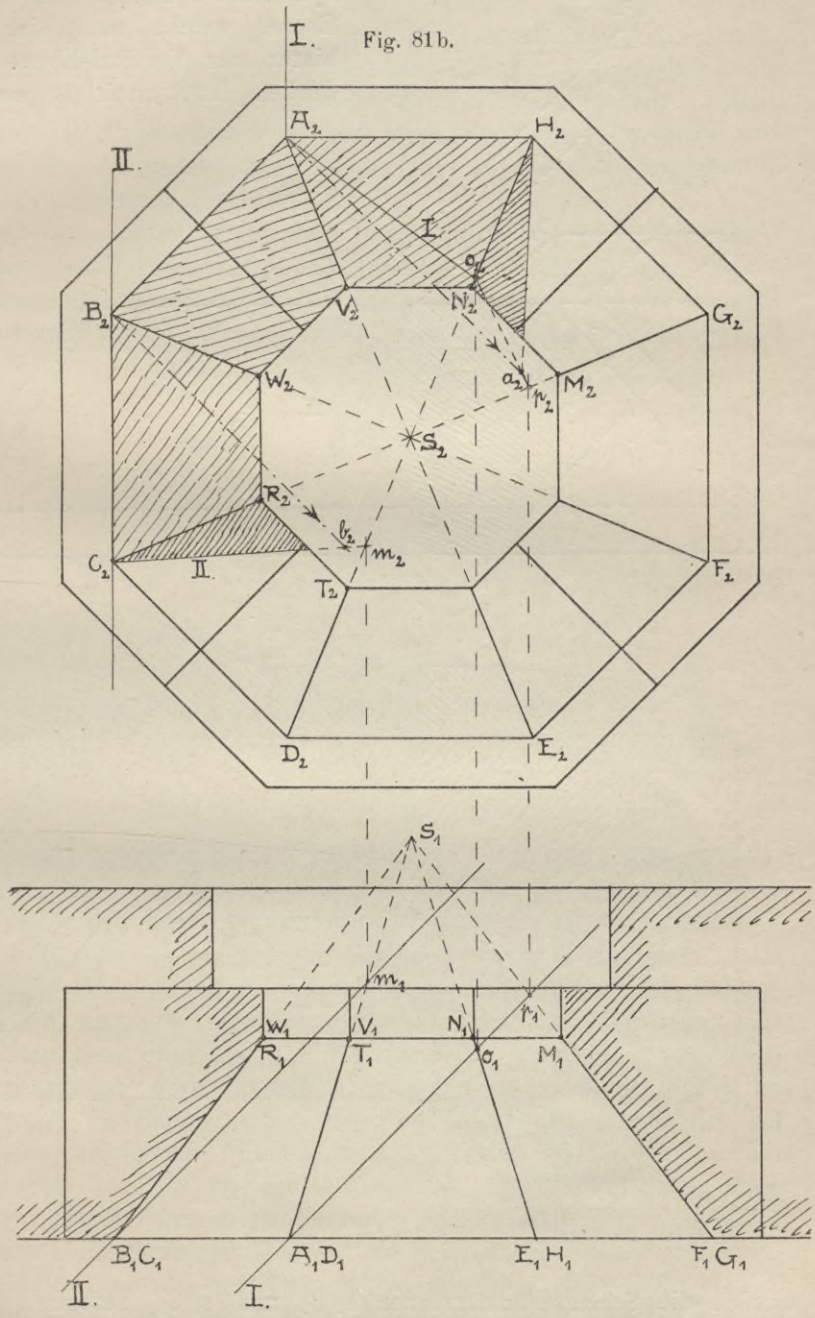


Fig. 81 a.

also die Seitenkanten C S und A S die Schattenkanten der gegebenen Pyramide und sie grenzen dadurch die in dem Eigenschatten liegende Fläche A S C von den übrigen drei Seitenflächen der Pyramide ab. Als Beweis für die Richtigkeit dieses Konstruktionsverfahrens kann man eine senkrechte zu der Horizontal-Ebene stehende Lichtebene — die Lichtebene I — annehmen, welche an beliebiger Stelle die Pyramide schneidet. Mit Hilfe der in der Horizontal-Projektion der Pyramide durch I bezeichneten Lichtebene kann man nun die Vertikal-Projektion der durch diese Lichtebene verursachten Schnittfläche (= m_2 n_2 o_2) festlegen. Man zieht nun an die Vertikal-Projektion dieser Schnittfläche die entsprechenden Lichtstrahl-Projektionen (= L_2), wodurch man findet, dass auch die Seitenfläche B S A (= B_2 S_2 A_2 und B_1 S_1 A_1) der gegebenen Pyramide direktes Licht empfangen muss. Durch entsprechende Schraffierung ist nun der gefundene Eigenschatten sowie der auf die Horizontal-Ebene fallende Schlagschatten hervorgehoben worden.

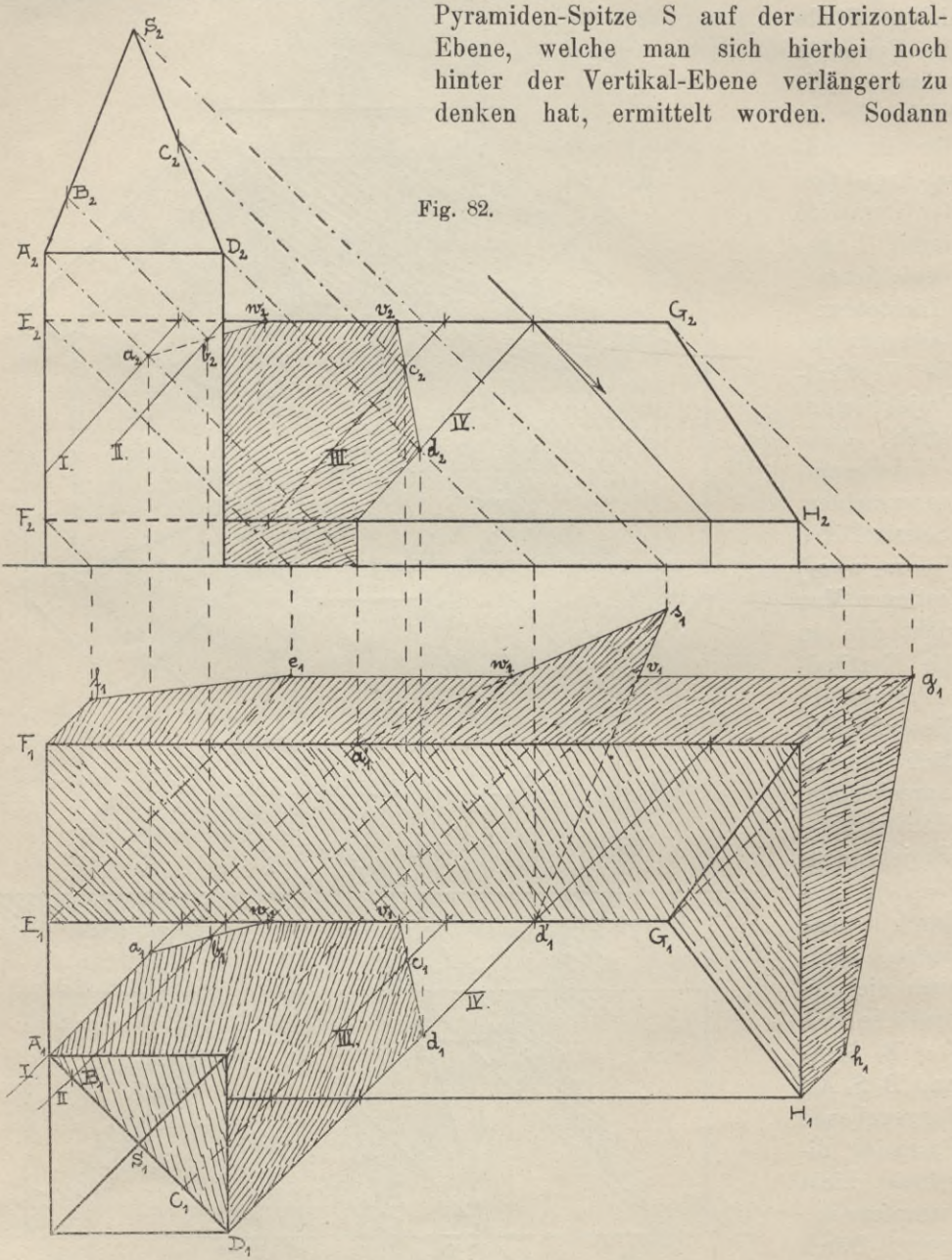
Fig. 81b.



Aufgabe. In der Fig. 80 ist die Grösse der Grundfläche der Pyramide und ihre Neigung zu der Vertikal-Ebene genau die gleiche wie in Fig. 79, jedoch ist hierbei der Abstand der Spitze von der Grundfläche etwas grösser angenommen worden.

Auflösung. Auch in diesem Falle ist zunächst der Schlagschatten s_1 der Pyramiden-Spitze S auf der Horizontal-Ebene, welche man sich hierbei noch hinter der Vertikal-Ebene verlängert zu denken hat, ermittelt worden. Sodann

Fig. 82.



wurden die Schlagschattengrenzen $s_1 B_1$ und $s_1 C_1$ gezogen, wodurch auch gleichzeitig die in dem Eigenschatten der gegebenen Pyramide liegenden Flächen

(= B D S und C D S) bestimmt werden. Der mit Hilfe des Punktes s_1 ermittelte Schlagschatten der Pyramide geht natürlich in der Projektions-Achse bei den Punkten m und n von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über und endigt auf der letzteren in dem Schlagschattenpunkte s_2 der Pyramiden-Spitze. Zur Beweisführung dafür, dass die Pyramidenseite C S D in dem Eigenschatten liegt, kann man auch hierbei eine Lichtebene I annehmen, an deren Vertikal-Projektion nunmehr die entsprechende Projektion des Lichtstrahles (= L_2) zeigt, dass die Seitenfläche C S D der gegebenen Pyramide keine direktes Licht erhalten kann.

Aufgabe. In der Fig. 81a ist eine einfache Turmform gegeben, welche aus einem vierseitigen Pyramidenstumpf mit darauf gestellter Pyramide zusammengesetzt ist. Es soll der Eigenschatten und der zugehörige Schlagschatten dieser Körperzusammenstellung gesucht werden.

Auflösung. Am besten sucht man in diesem Falle zuerst den Eigen- und Schlagschatten des Pyramidenstumpfes, welchen man zu diesem Zwecke durch die Verlängerung seiner Seitenkanten zu einer Pyramide mit der Spitze T (= T_1 und T_2) vervollständigt. Sodann findet man durch die Ermittelung des

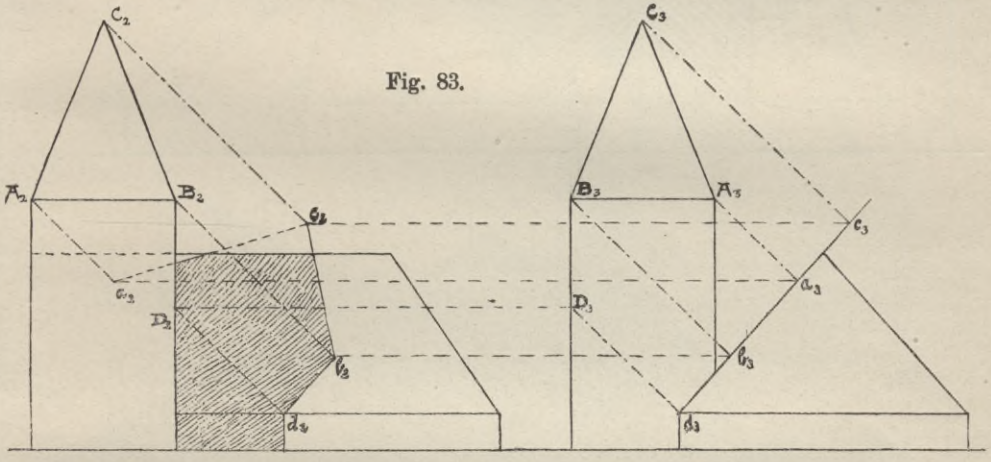


Fig. 83.

Schlagschattens t_1 der Pyramidenspitze T leicht die zugehörigen Schlagschatten-Grenzen $t_1 D_1$ und $t_1 F_1$; somit liegt also nur die eine Seitenfläche D F G A (= $D_1 F_1 G_1 A_1$) im Eigenschatten. Nunmehr konstruiert man den Schlagschatten der aufgesetzten Pyramide auf der Horizontal-Ebene, welche hierbei noch hinter der Vertikal-Ebene verlängert gedacht werden muss, und findet so die Schlagschatten-Grenzen $s_1 a_1$ und $s_1 b_1$; der Schlagschatten des Punktes G (= g_1) fällt innerhalb der Linien $s_1 a_1$ und $s_1 b_1$ auf die Horizontal-Ebene, sodass hiermit der Nachweis erbracht ist, dass die beiden Seitenflächen S A G und S B G der aufgesetzten Pyramide im Eigenschatten derselben liegen müssen. In den auf der Projektions-Achse befindlichen Punkten m und n tritt der Schlagschatten der aufgesetzten Pyramide von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über. Ein Teil der Seitenkante B S der oberen Pyramide wirft aber, wie ja auch leicht ersichtlich ist, noch einen Schlagschatten auf die Seitenfläche E B G F des Pyramidenstumpfes. Man erhält diesen Schlagschatten mit Hilfe einer Lichtebene I, welche man durch den beliebig angenommenen Punkt C (= C_1 und C_2) auf der Seitenkante B S der oberen Pyramide legt, und zwar derart, dass diese Lichtebene

senkrecht auf der Horizontal-Ebene steht. In der Vertikal-Projektion der durch die gedachte Lichtebene I verursachten Schnittfläche findet man nun durch den Streifstrahl, welcher den gewählten Punkt C berührt, den Schlagschatten c_2 dieses Punktes C auf der Seitenfläche des Pyramidenstumpfes. Die Linie $B_2 c_2$, welche man noch bis zu der Vertikal-Projektion

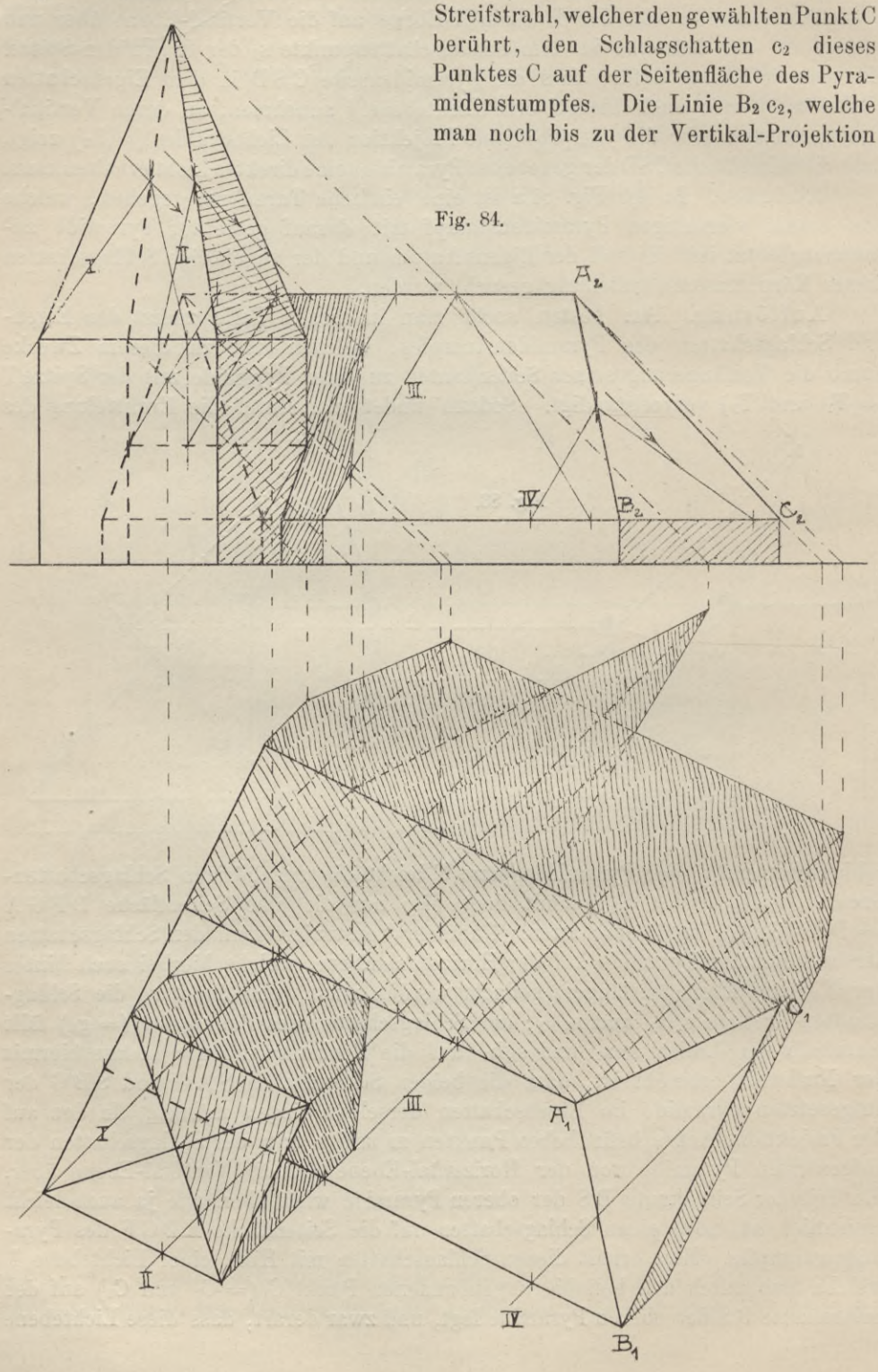


Fig. 84.

$G_2 F_2$ der Seitenkante G F des Pyramidenstumpfes verlängert, stellt nun die Grenzlinie des auf die Seitenfläche B G F E fallenden Schlagschattens der Pyramidenkante B S dar. Durch die Linie $B_2 c_2$ und deren Verlängerung findet man nun leicht die Linie $B_1 c_1$, welche mit ihrer Verlängerung bis zur Linie $G_1 F_1$ die Horizontal-Projektion der auf der Seitenfläche B G F E befindlichen Schlagschattengrenze bildet.

Aufgabe. In der Fig. 81b ist durch ihre beiden Projektionen die Umrahmung einer achtseitigen Fensteröffnung gegeben, deren Leibungsflächen unter

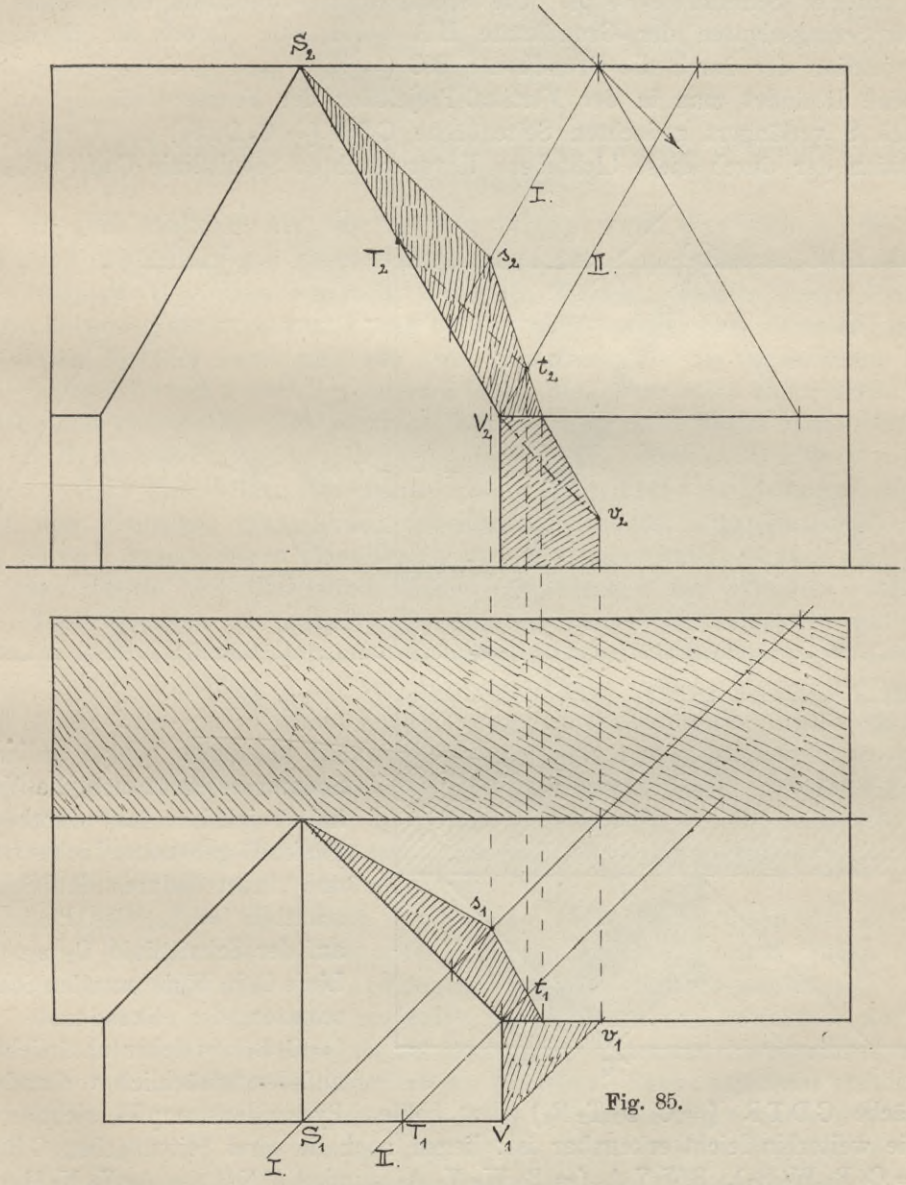


Fig. 85.

sich eine abgestumpfte Hohl-Pyramide bilden. Es soll der in der Vertikal-Projektion auftretende Eigen- und Schlagschatten konstruiert werden.

Auflösung. Man nimmt zunächst in der Horizontal-Projektion der gegebenen Fenster-Oeffnung die Lichtebene I an und ermittelt sodann die Schnittlinie derselben in der Vertikal-Projektion, zu welchem Zwecke man sich die Seitenfläche G H N M (= G_2 H_2 N_2 M_2 und G_1 H_1 N_1 M_1) nach der Pyramiden-Spitze S zu verlängert denken muss. Die Vertikal-Projektion der Schnittlinie bilden die Linien A_2 o_2 und o_2 p_2, welche mit Hilfe der Punkte A_1 o_1 und p_1 bestimmt werden. Nunmehr zieht man die Vertikal-Projektion des durch den Punkt A gehenden Lichtstrahles und findet so den Schlagschatten (= a_2) des Punktes A auf der Schnittlinie o_2 p_2. Die Schlagschatten-Grenzlinie H_2 a_2 bildet nun den Schlagschatten der Grundkante H A (= H_2 A_2). Durch die Horizontal-Projektion der durch die Grundkante B C (= B_1 C_1 und B_2 C_2) gelegten Lichtebene II findet man in der Vertikal-Projektion der Fenster-Oeffnung auf der nach S verlängert gedachten Seitenfläche C D S (= C_2 D_2 S_2) die Vertikal-Projektion der durch diese Lichtebene II verursachten Schnittlinie C m (= C_2 m_2).

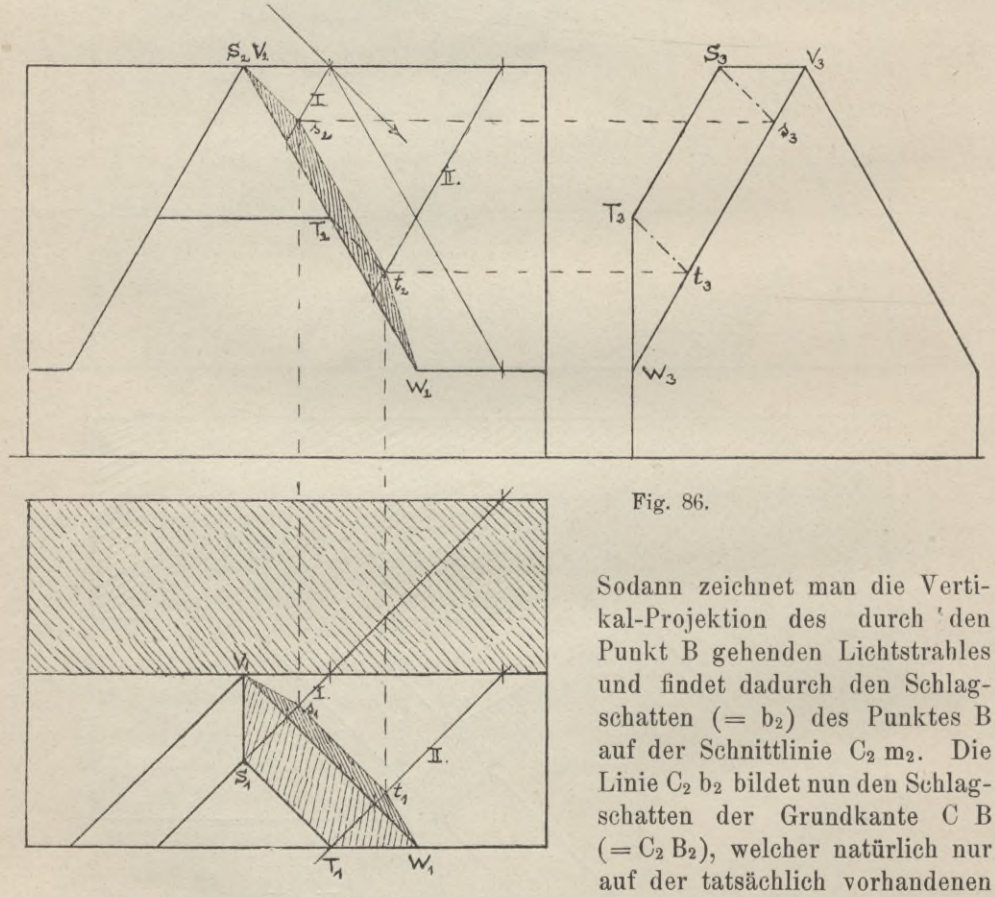


Fig. 86.

Sodann zeichnet man die Vertikal-Projektion des durch den Punkt B gehenden Lichtstrahles und findet dadurch den Schlagschatten (= b_2) des Punktes B auf der Schnittlinie C_2 m_2. Die Linie C_2 b_2 bildet nun den Schlagschatten der Grundkante C B (= C_2 B_2), welcher natürlich nur auf der tatsächlich vorhandenen Fläche C D T R (= C_2 D_2 T_2 R_2) des hohlen Pyramidenstumpfes sichtbar ist. Wie weiterhin leicht erkennbar ist, liegen noch die drei Seitenflächen C R W B (= C_2 R_2 W_2 B_2), B W V A (= B_2 W_2 V_2 A_2) und A V N H (= A_2 V_2 N_2 H_2) der gegebenen Fenster-Oeffnung in dem Eigenschatten des hohlen Pyramidenstumpfes.

Die in den Figuren 82, 83, 84, 85 und 86 durch ihre Projektionen gegebenen Körperzusammenstellungen mit den zugehörigen Schatten-Konstruktionen sind derart gewählt worden, dass sie den in der Praxis vorkommenden Fällen möglichst nahe kommen; jedoch dürfte eine nähere Erläuterung dieser Beispiele hier überflüssig erscheinen, da keinerlei Schwierigkeiten mehr entstehen können, wenn das Vorangegangene mit Verständnis durchgearbeitet wurde.

In der Regel wird es sich ja für den Praktiker fast ausschliesslich nur darum handeln, die in dem Aufriss sichtbaren Eigen- und Schlagschatten anzugeben, was man auch vielfach statt unter Zuhilfenahme des Grundrisses durch einen Seitenriss erreichen kann (im Hinblick hierauf vergleiche man die in den Figuren 83 und 86 gegebenen Beispiele).

3. Die Konstruktion des Schlagschattens und des Eigenschattens des Zylinders.

In ganz ähnlicher Art, wie bei dem Prisma, kann man auch bei der Ermittelung des Schlag- und Eigenschattens eines Zylinders verfahren. Man denke sich beispielsweise einen senkrecht stehenden Zylinder, dessen untere Grundfläche entweder die Horizontal-Ebene berührt oder parallel über derselben liegt; an diesen Zylinder kann man nun zwei Hilfsebenen — die sogenannten Berührungs-Ebenen I und II — derart legen, dass diese seine Mantelfläche berühren und gleichzeitig auch senkrecht auf der Horizontal-Ebene sowie parallel zu der Horizontal-Projektion des Lichtstrahles (= L_1) stehen. Die Berührungslinien, welche diese beiden Hilfsebenen mit der Mantelfläche des Zylinders bilden, sind nun diejenigen Mantellinien desselben, welche der Eigenschatten-Grenze angehören. Ausser diesen Mantellinien wird die Eigenschatten-Grenze noch von je einer Hälfte der Umrisslinie beider Grundflächen des Zylinders gebildet.

Liegt dagegen der gedachte Zylinder zu keiner der beiden Projektions-Ebenen parallel, so bestimmt man am besten zunächst die Schlagschatten-Grenze seiner beiden Grundflächen auf der Horizontal-Ebene (welche man sich nötigenfalls noch hinter der Vertikal-Ebene fortgesetzt denken muss) und zieht alsdann die beiden möglichen Tangenten, welche unter sich parallel sind und dabei jeweils die erstlich ermittelten Schlagschatten-Grenzen beider Zylinder-Grundflächen berühren. Diese beiden Tangenten sind nunmehr als die Schlagschatten derjenigen Mantellinien des Zylinders anzusehen, welche die Eigenschatten-Grenze auf der Mantelfläche des Zylinders bilden.

Aufgabe. In Fig. 87 ist durch seine beiden Projektionen ein auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehender Zylinder gegeben, dessen Eigen- und Schlagschatten nach dem oben erwähnten Verfahren ermittelt werden soll.

Auflösung. Man zieht zunächst an die Horizontal-Projektion des gegebenen Zylinders die beiden zu der Lichtstrahl-Projektion L_1 parallelen Tangenten I und II, welche die beiden zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehenden Berührungs-Ebenen I und II darstellen sollen. Dadurch findet man die Mantellinien C D (= C_1 D_1 bezw. C_2 D_2) und E F (= E_1 F_1 bezw. E_2 F_2), welche nunmehr die Eigenschatten-Grenze auf der Mantelfläche des Zylinders bilden. Alsdann bestimmt man die Schlagschatten-Grenze der beiden Grundflächen des Zylinders*)

*) Man vergleiche hierzu die zu den Figuren 65 und 66a gegebenen Erläuterungen.

auf der Horizontal-Ebene, welche in dem vorliegenden Falle noch hinter der Vertikal-Ebene verlängert gedacht werden muss. Man ist jetzt in der Lage, die beiden unter sich parallelen Tangenten $c_1\,d_1$ und $e_1\,f_1$ an die Schlagschatten-

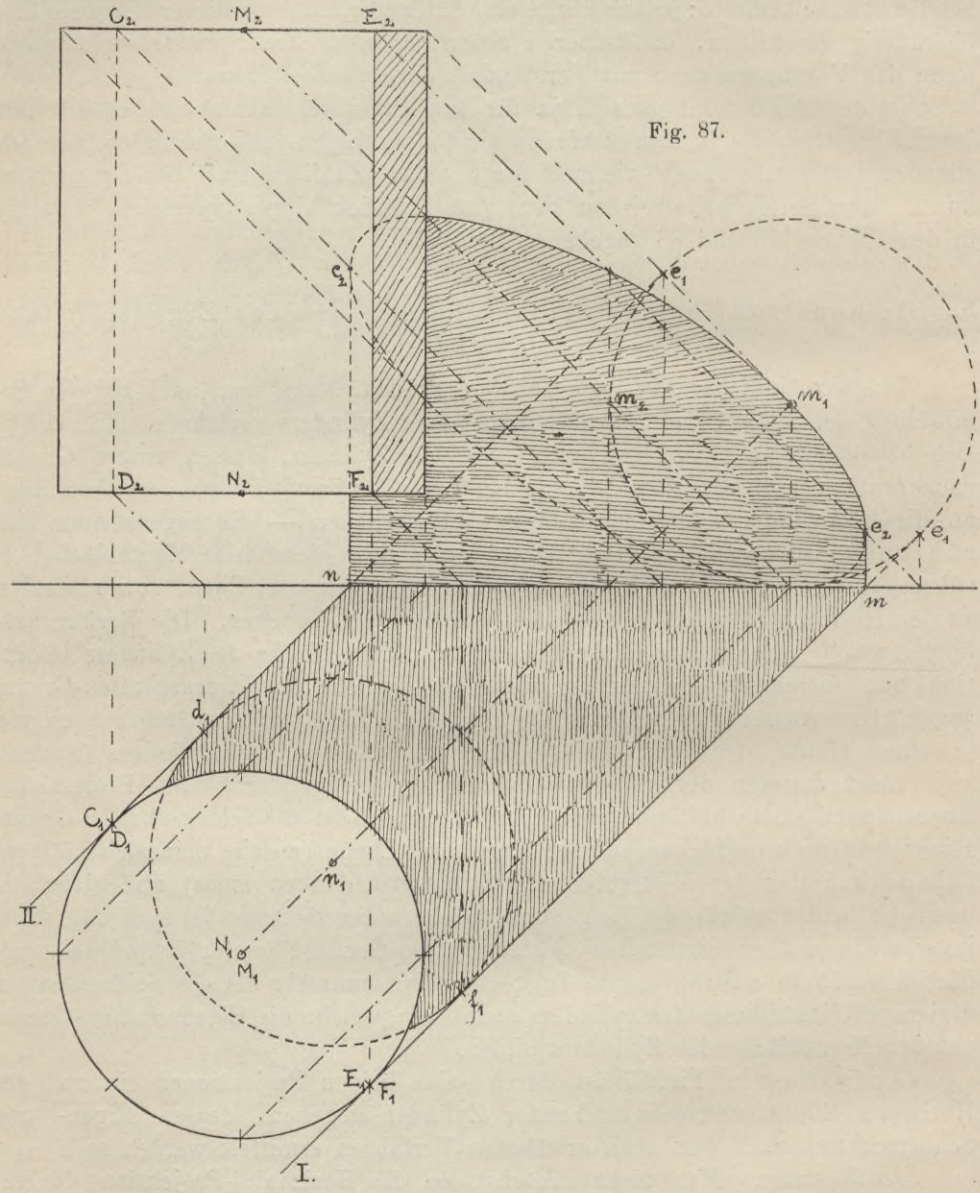


Fig. 87.

Grenzen beider Zylinder-Grundflächen zu ziehen. Diese beiden Tangenten sind somit die Schlagschatten der Mantellinien C D und E F des gegebenen Zylinders, welche die Eigenschatten-Grenzen auf dem Zylinder-Mantel bilden. In den beiden Punkten m und n auf der Projektions-Achse tritt nun der ermittelte Schlagschatten von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über, die Konstruktion der auf der Vertikal-Ebene auftretenden Schlagschatten-Grenze des gegebenen Zylinders dürfte nunmehr keine Schwierigkeiten bereiten.

Aufgabe. Die Fig. 88 zeigt die beiden Projektionen eines Zylinders, dessen Achse parallel zu den beiden Projektions-Ebenen liegt. Es soll die zugehörige Eigen- und Schlagschatten-Konstruktion ausgeführt werden.

Auflösung. Zunächst bestimmt man am besten den Eigenschatten des gegebenen Zylinders und zwar dadurch, dass man eine Schnittebene — die Lichtebene I —, welche senkrecht zu der Horizontal-Ebene und parallel zu der Horizontal-Projektion des Lichtstrahles steht, annimmt. Sodann konstruiert man die Vertikal-Projektion der durch diese Lichtebene entstandenen Schnittfläche,

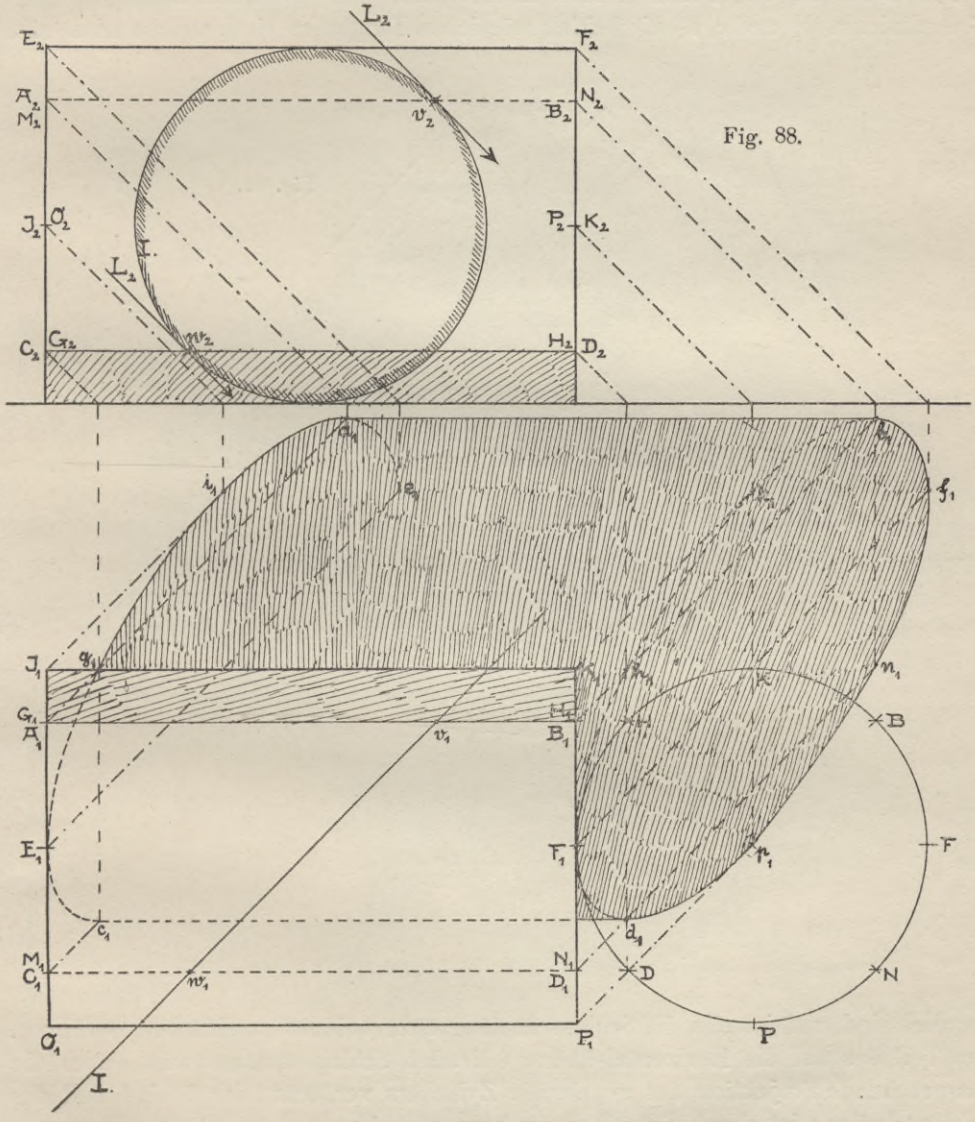


Fig. 88.

an welche nunmehr die Vertikal-Projektion der beiden Streifstrahlen gezogen werden kann. Die jeweils durch die Punkte v_2 und w_2 gehenden Mantellinien $A\,B\,(= A_2\,B_2)$ und $C\,D\,(= C_2\,D_2)$ bilden demnach die beiden Eigenschatten-Grenzlinien auf der Mantelfläche des Zylinders. Die in der Vertikal-Projektion

ermittelten Punkte v_2 und w_2 werden jetzt auch in der Horizontal-Projektion des Zylinders festgelegt (= v_1 und w_1), um auch hier die die Eigenschattengrenzen bildenden Mantellinien A B (= A_1 B_1) und C D (= C_1 D_1) eintragen zu können. Im übrigen liegt noch, was ja auch leicht erkannt werden kann, die Grundfläche B F N P D H K, deren wahre Grösse durch ihre sogenannte Umklappung gezeigt ist, in dem Eigenschatten des Zylinders. Nun erst ermittelt man den Schlagschatten des gegebenen Körpers, indem man die Schlagschatten seiner beiden Grundflächen und der beiden vorher festgelegten Mantellinien A B und C D konstruiert, wobei man alsdann finden kann, dass die beiden Schlagschatten-Grenzlinien a_1 b_1 und c_1 d_1 die beiden möglichen Tangenten sind, welche unter sich

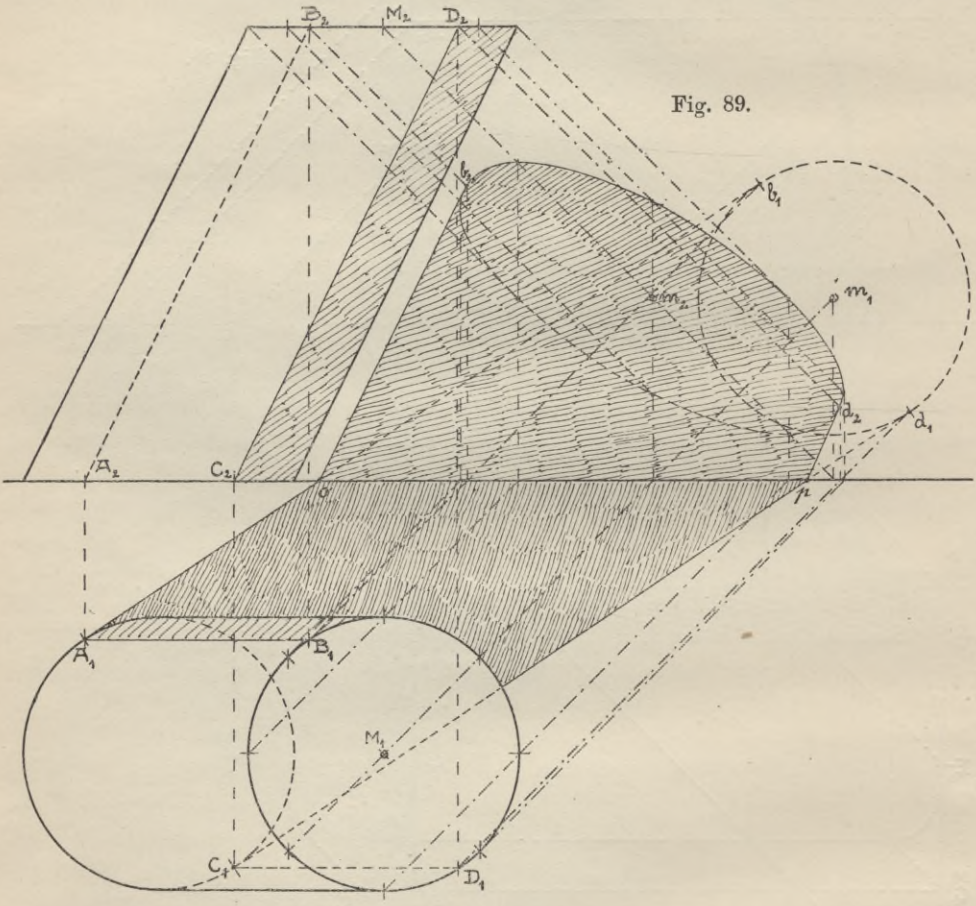


Fig. 89.

parallel sind und jeweils die Schlagschattengrenze beider Grundflächen berühren. Ein Teil des auf die Horizontal-Ebene fallenden Schlagschattens wird durch die entsprechende Projektion des gegebenen Zylinders verdeckt, der übrige Teil des Schlagschattens ist durch Schraffierung hervorgehoben.

Aufgabe. In der Fig. 89 ist ein schiefer Zylinder, dessen eine Grundfläche auf der Horizontal-Ebene liegt, durch seine beiden Projektionen gegeben. Es soll der Eigenschatten und Schlagschatten dieses Zylinders ermittelt werden.

Auflösung. In diesem Falle bestimmt man am besten zunächst den Schlagschatten der oberen Grundfläche des Zylinders auf der Horizontal-Ebene*), welche man sich hierbei noch hinter der Vertikal-Ebene verlängert denken muss. Alsdann zieht man die beiden Tangenten $A_1 b_1$ und $C_1 d_1$ an die soeben ermittelte Schlagschattengrenze und an die untere Grundfläche des Zylinders. Diese beiden Tangenten bilden nunmehr die Schlagschatten derjenigen Mantellinien, welche

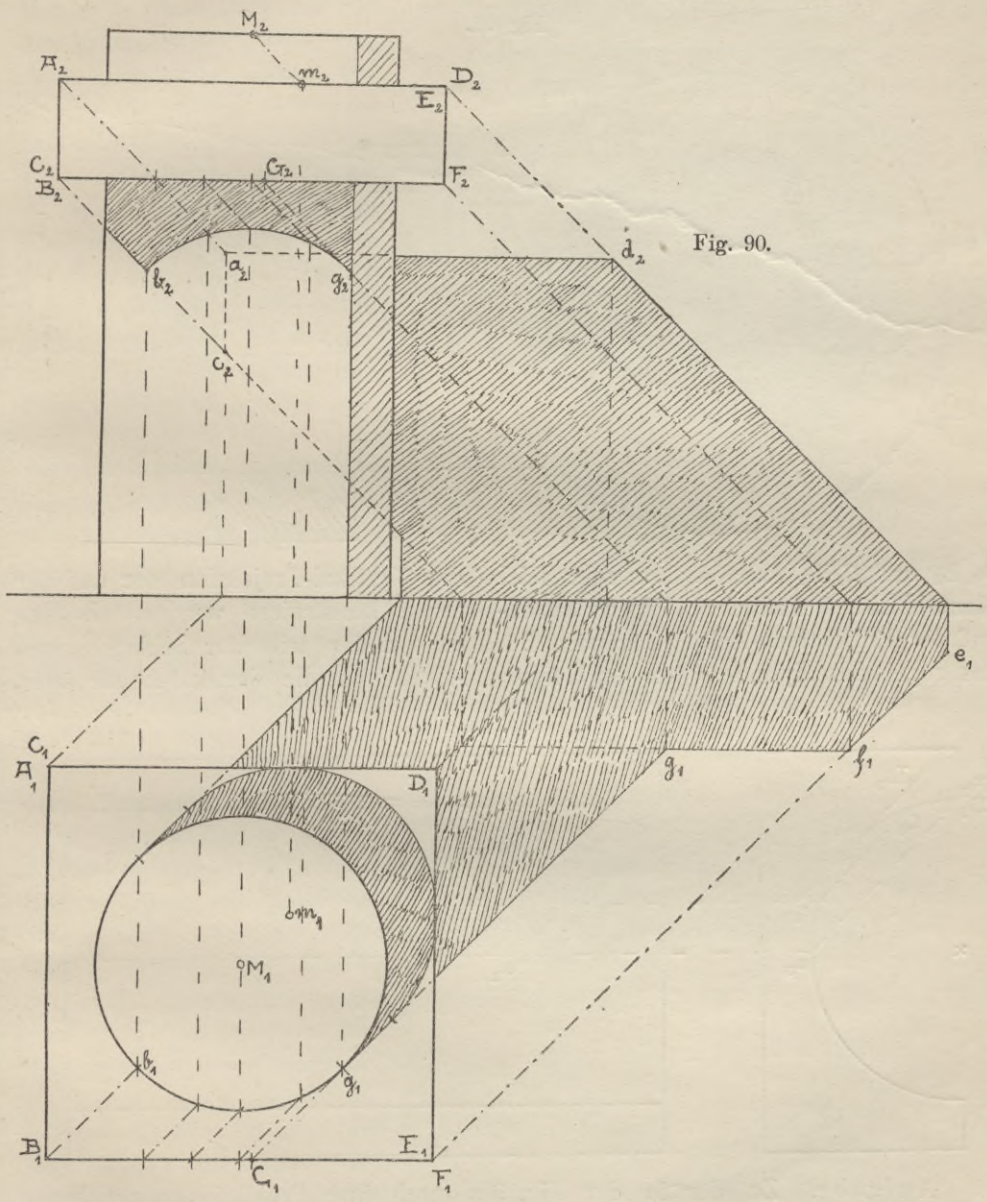


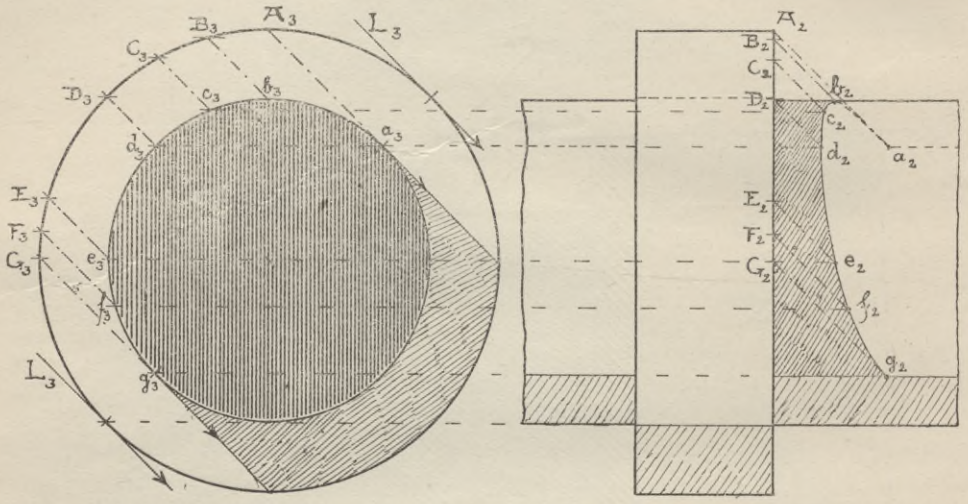
Fig. 90.

die Eigenschatten-Grenzen bilden. Durch die beiden Lichtstrahl-Projektionen $b_1 B_1$ und $d_1 D_1$ bestimmt man nun auf der Umrisslinie der oberen Grundfläche

*) Man vergleiche hierzu die zu der Fig. 66a gegebene Erklärung.

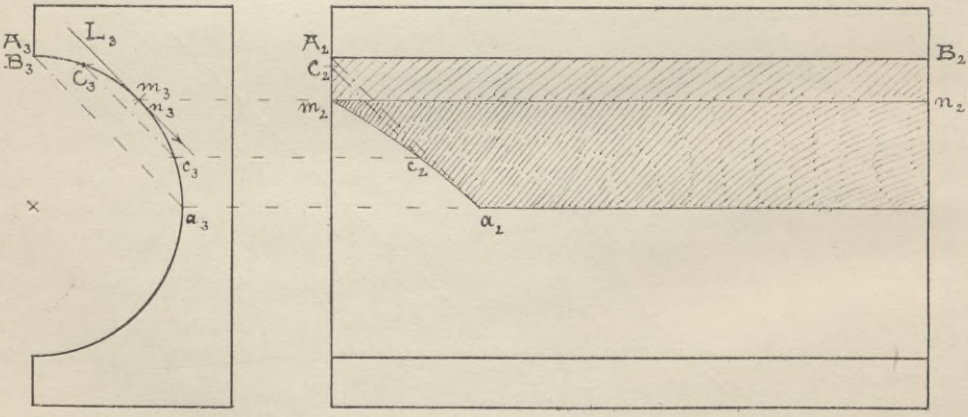
des Zylinders diejenigen Punkte, welche mit B_1 und D_1 bezeichnet sind und welche ihren Schlagschatten in den beiden Punkten b_1 und d_1 besitzen. Von den Punkten B_1 und D_1 kann man jetzt auch die parallel zu der Zylinder-Achse zu ziehende Projektion der beiden Mantellinien B A (= B_1 A_1) und D C (= D_1 C_1) angeben und hat damit auch die Horizontal-Projektion der Eigenschatten-Grenzen auf der Zylinder-Mantelfläche festgelegt. Durch die Linien

Fig. 91.



A_1 B_1 und C_1 D_1 kann sodann sehr leicht die Vertikal-Projektion der auf der Mantelfläche befindlichen Eigenschatten-Grenzen konstruiert werden. In den auf der Projektions-Achse liegenden Punkten o und p tritt der Schlagschatten des gegebenen Zylinders von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über.

Fig. 92.

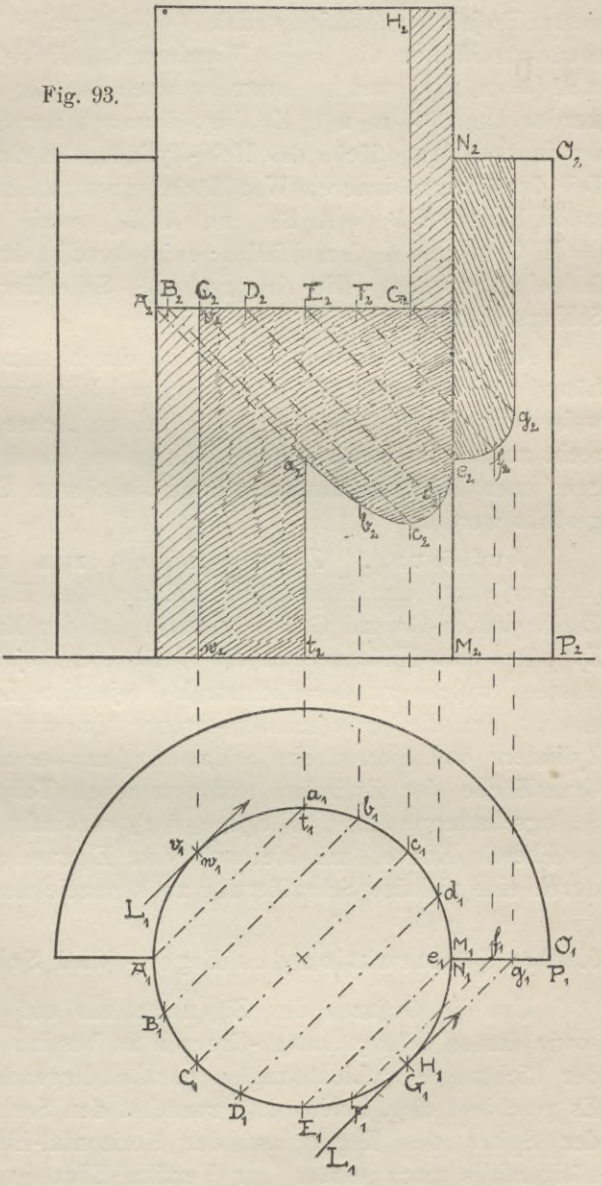


Aufgabe. Zu der in der Fig. 90 durch ihre Projektionen gegebenen Körperzusammenstellung ist die Eigen- und Schlagschatten-Konstruktion auszuführen.

Auflösung. Zuerst bestimmt man die leicht zu ermittelnde Eigenschatten-Grenze auf der Mantelfläche des Zylinders sowie den auf die quadratische

Platte fallenden Schlagschatten des obersten Teiles des gegebenen Zylinders. Die Kanten B F und B C sowie A D und D E der quadratischen Platte sind leicht als Schattenkanten zu erkennen, von denen die beiden erstgenannten grösstenteils ihren Schlagschatten auf die Oberfläche des Zylinders werfen, der kleinere Teil dieser beiden Schattenkanten sowie die beiden letztgenannten Schattenkanten geben ihren Schlagschatten teils auf die Vertikal-Ebene, teils auf die Horizontal-Ebene ab, was auch von den beiden senkrechten Schattenkanten E F und A C der quadratischen Platte gilt. (Man vergleiche hierzu das an den Fig. 49 bis 51 und 73 Erläuterte).

Fig. 93.



Aufgabe. In der Fig. 91 ist ein Teil eines Zylinders mit einem umgelegten Ringe gegeben und zwar durch seine Vertikal-Projektion und durch seinen Seitenriss. Es soll die zugehörige Schlagschatten-Konstruktion ausgeführt werden.

Auflösung. Durch den gegebenen Seitenriss können ohne Schwierigkeiten die sämtlichen Schlagschatten der auf der Umrisslinie der Ringmantelfläche beliebig angenommenen Teilpunkte A B C D E F G ($= A_3 B_3 C_3 D_3 E_3 F_3 G_3$) ermittelt werden. Hiernach ist man in der Lage, diese in dem Seitenriss gefundenen Schlagschattenpunkte in den Aufriss entsprechend zu übertragen. Durch das Ziehen der Streifstrahlen an den Zylinder und an die Mantelfläche des umgelegten Ringes werden in dem Seitenriss diejenigen Mantellinien bestimmt, welche die jeweiligen Eigenschatten-Grenzen auf der Mantelfläche des Ringes und des Zylinders bilden. Eine entsprechend ausgeführte Schraffierung der im Schatten liegenden Flächen des gegebenen Körpers drückt nun den ermittelten Eigen- und Schlagschatten aus.

4. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens des Hohl-Zylinders.

Aufgabe. In Fig. 92 ist ein seiner Länge nach halbierter Hohl-Zylinder durch seinen Aufriss und seinen Seitenriss gegeben. Es soll der Eigen- und Schlagschatten auf der inneren Wandfläche des Hohl-Zylinders aufgesucht werden.

Auflösung. Um die Eigenschatten-Grenze zu bestimmen, nimmt man in dem Seitenriss die Berührungsebene L_3 an, welche selbstverständlich zu der dritten Projektion des Lichtstrahles ($= L_3$) parallel liegen muss. Diese Berührungsebene streift nun die innere Wandung des Hohl-Zylinders längs der Mantellinie $m\,n$ ($= m_3\,n_3$), welche nunmehr auch in der Vertikal-Projektion angegeben werden kann ($= m_2\,n_2$). Es liegt demnach der Streifen $A\,B\,m\,n$ ($= A_2\,B_2\,m_2\,n_2$) der inneren Wandfläche des Hohl-Zylinders in dessen Eigenschatten. Auf einen Teil der übrigen inneren Wandfläche muss nun noch der Schlagschatten der geraden Kante $A\,B$ ($= A_2\,B_2$ und $A_3\,B_3$) sowie der gekrümmten Kante $A\,C\,m$ ($= A_2\,C_2\,m_2$ und $A_3\,C_3\,m_3$) fallen; es ist derselbe durch die ermittelte Kurve $m_2\,c_2\,a_2$ festgelegt worden. Die entsprechende Schraffierung hebt nun den Eigen- und Schlagschatten hervor.

Aufgabe. In der Fig. 93 ist durch seine beiden Projektionen eine der Länge nach geteilter Hohl-Zylinder, welcher einen gewöhnlichen Zylinder teilweise umschliesst, gegeben. Die beiden Achsen dieser Zylinder stehen senkrecht zu der Horizontal-Ebene. Es sollen die in der Vertikal-Projektion dieser gegebenen Körperzusammenstellung sichtbaren Eigen- und Schlagschatten dargestellt werden.

Auflösung. Zuerst ermittelt man die Eigenschatten-Grenze $v\,w$ ($= v_2\,w_2$) auf der inneren Wandfläche des Hohl-Zylinders, ebenso auch die Eigenschatten-Grenze $G\,H$ ($= G_2\,H_2$) auf der Mantelfläche des eingeschlossenen Zylinders mit Hilfe der in der Horizontal-Projektion angegebenen Berührungsebenen, welche zu der Lichtstrahl-Projektion L_3 parallel liegen. Sodann bestimmt man die Schlagschatten-Grenze $t_2\,a_2$ auf der inneren Wandung des Hohl-Zylinders und hierauf die Schlagschatten der auf der Umrisslinie der unteren Grundfläche des Zylinders angenommenen Teilpunkte $A\,B\,C\,D\,E\,F\,G$. Diese Schlagschattenpunkte $a_2\,b_2\,c_2\,d_2\,e_2\,f_2\,g_2$ verbindet man nunmehr durch eine entsprechende Kurve, um hiernach den Eigenschatten und den Schlagschatten durch eine richtige Schraffierung zu kennzeichnen.

5. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens des Kegels.

Um die Grenzen des Eigenschattens auf der Mantelfläche eines Kegels, sowie dessen Schlagschatten-Grenzen zu bestimmen, muss man seine beiden zu der Richtung der Lichtstrahlen parallel liegenden Berührungsebenen ermitteln. Es geschieht dies, indem man zunächst den Schlagschatten der Grundfläche und der Spitze des Kegels auf der Horizontal-Ebene konstruiert, welche dabei nötigenfalls noch hinter der Vertikal-Ebene verlängert angenommen werden muss. Nunmehr zieht man von dem Schlagschattenpunkte der Kegelspitze aus die beiden möglichen Tangenten, welche die Schlagschatten-Grenze der Grundfläche des Kegels berühren. Liegt nun gegebenenfalls die Grundfläche des Kegels

auf der Horizontal-Ebene auf, dann fällt natürlich der Schlagschatten dieser Grundfläche mit ihrer Projektion zusammen. Jede der beiden oben erwähnten Berührungsebenen hat nun jeweils als Durchschnittslinie mit der Horizontal-Ebene die entsprechende der beiden Tangenten und berührt ausserdem die Oberfläche des gedachten Kegels in einer Mantellinie, welche dann eine der beiden Eigenschatten-Grenzen auf dem Mantel

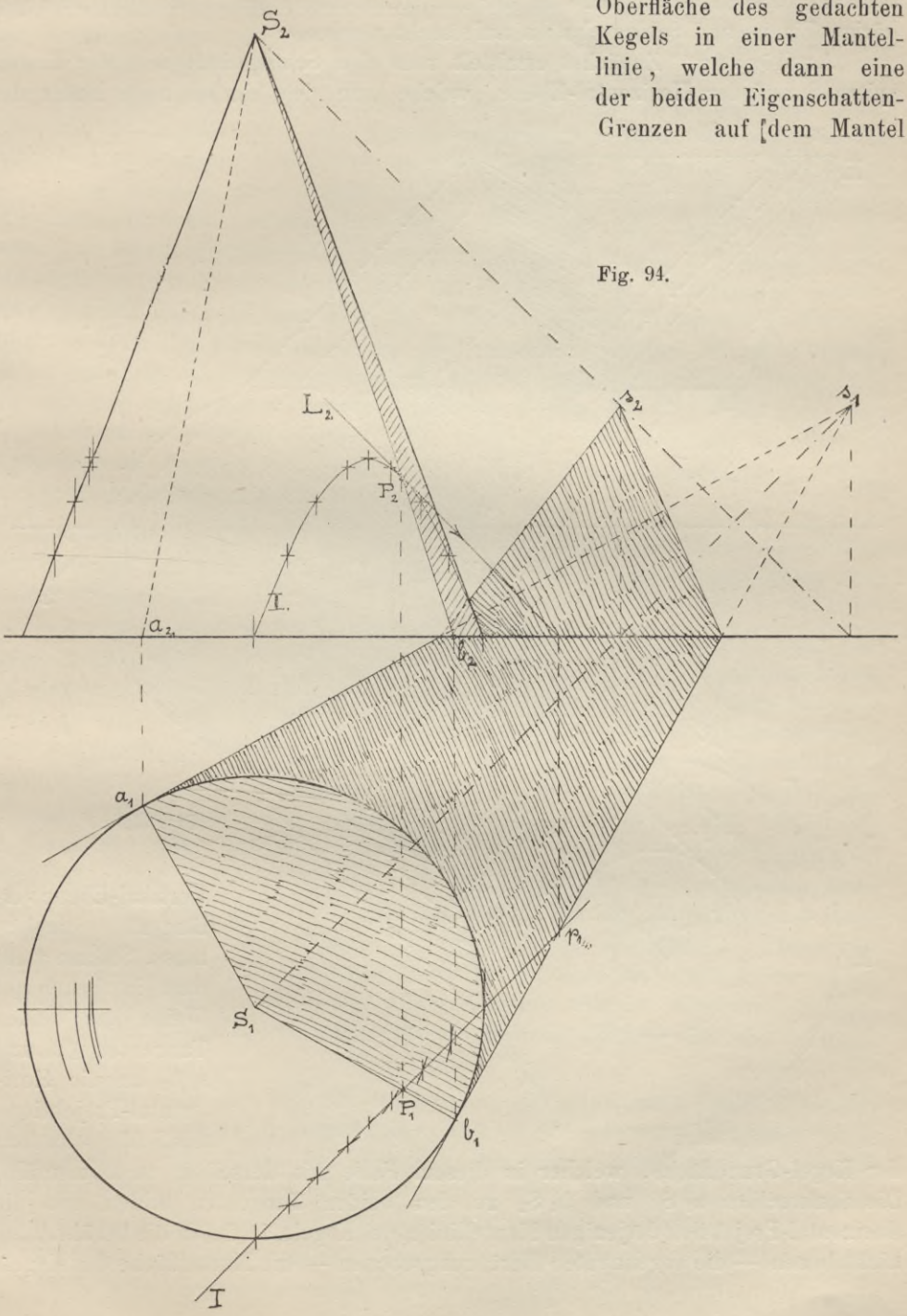


Fig. 94.

dieses Kegels bildet. Die beiden zuerst ermittelten Tangenten stellen mithin den Schlagschatten der beiden Mantellinien dar, welche den Eigenschatten auf der Mantelfläche des Kegels begrenzen.

Aufgabe. In der Fig. 94 ist durch seine beiden Projektionen ein Kegel gegeben, dessen Grundfläche in der Horizontal-Ebene liegt. Es soll der zugehörige Eigen- und Schlagschatten aufgesucht werden.

Auflösung. Zunächst ermittelt man den Schlagschatten s_1 der Kegelspitze S auf der Horizontal-Ebene, welche man sich hierbei noch hinter der

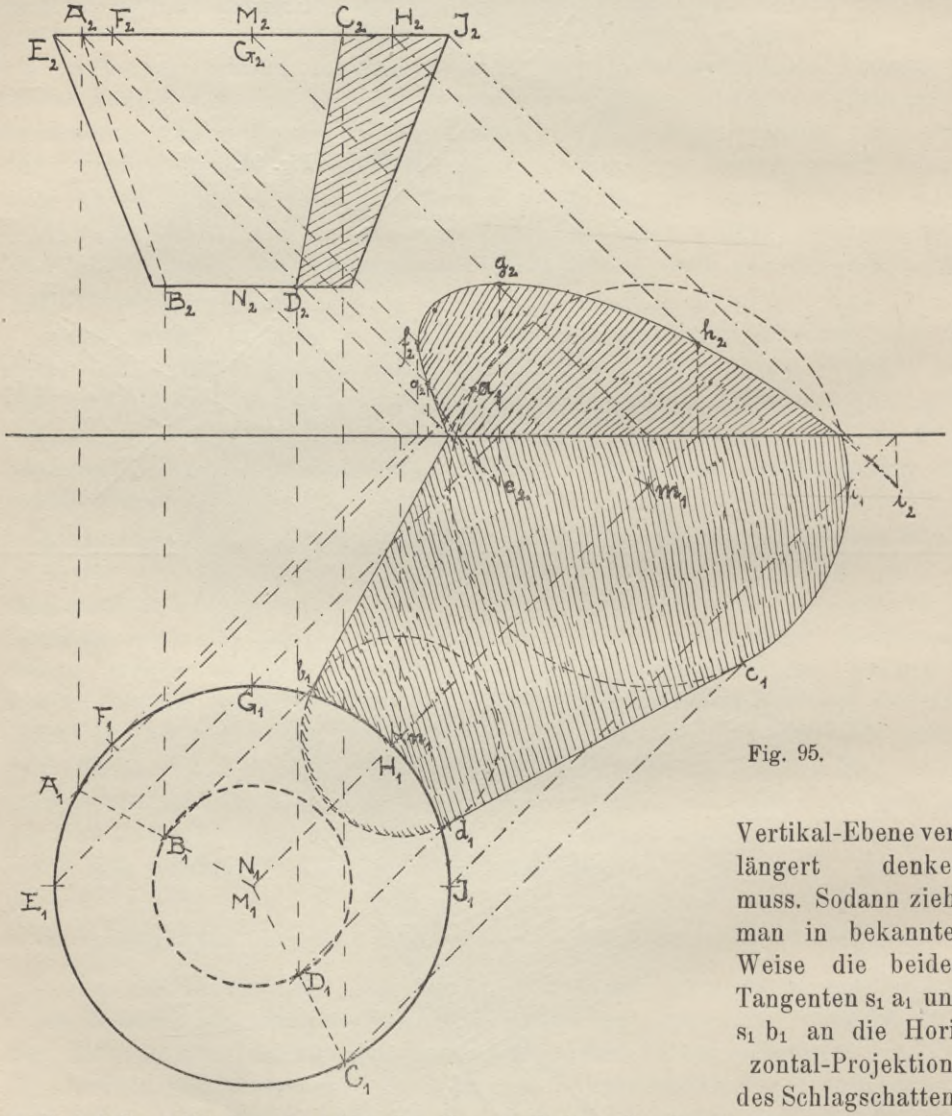


Fig. 95.

Vertikal-Ebene verlängert denken muss. Sodann zieht man in bekannter Weise die beiden Tangenten $s_1 a_1$ und $s_1 b_1$ an die Horizontal-Projektion des Schlagschattens der Kegel-Grundfläche, welcher in diesem Falle mit derselben zusammenfällt. Die Senkrechten $a_1 S_1$ und $b_1 S_1$ zu den beiden Tangenten bilden nun die Horizontal-Projektion derjenigen Mantellinien des Kegels, in denen die berührenden Lichtebenen — die sogenannten Berührungsebenen — die Mantelfläche des Kegels

streifen und welche dadurch den beleuchteten Teil des Kegelmantels von dem in dem Eigenschatten liegenden Teile desselben abgrenzen. Mithin bilden die beiden Dreiecke $S_1 a_1 s_1$ und $S_1 b_1 s_1$ die Horizontal-Projektion der beiden gedachten Berührungsebenen, deren jeweilige Horizontal-Spur ($= a_1 s_1$ bezw. $b_1 s_1$) die Grenze des auf die Horizontal-Ebene fallenden Schlagschattens des gegebenen Kegels vorstellt. Durch die hier angenommene Lage des Kegels tritt nun in der Projektions-Achse sein Schlagschatten von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über. Den Beweis dafür, dass diese Schatten-Konstruktion ein richtiges Ergebnis liefern muss, kann man erbringen, indem man an einer beliebigen Stelle auf einer der beiden Eigenschatten-Grenzen, beispielsweise auf der Linie $b_1 S_1$, den Punkt P annimmt, und alsdann durch denselben eine zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehende Lichtebene (welche hier mit I bezeichnet ist) stellt. Diese gedachte Lichtebene durchschneidet also den gegebenen Kegel und in der Vertikal-Projektion des Kegels ist nunmehr die Projektion der verursachten Schnittfläche zu ermitteln. Jetzt kann man die zu der Lichtstrahl-Projektion L_2 parallele Projektionslinie des Streifstrahles an die Vertikal-Projektion der Schnittfläche ziehen und man wird alsdann finden, dass die Projektion des Streifstrahles in dem auf der Eigenschatten-Grenze liegenden Punkte P ($= P_2$) die Projektion der Schnittfläche berührt. Mithin muss auch der Schlagschatten des beliebig angenommenen Punktes P in dem Punkte p_1 auf den Schlagschatten ($= b_1 s_1$) der Eigenschatten-Grenzlinie b S fallen.

Aufgabe. In der Fig. 95 sind die beiden Projektionen eines umgestürzten Kegelstumpfes gegeben. Es soll der zugehörige Eigen- und Schlagschatten konstruiert werden.

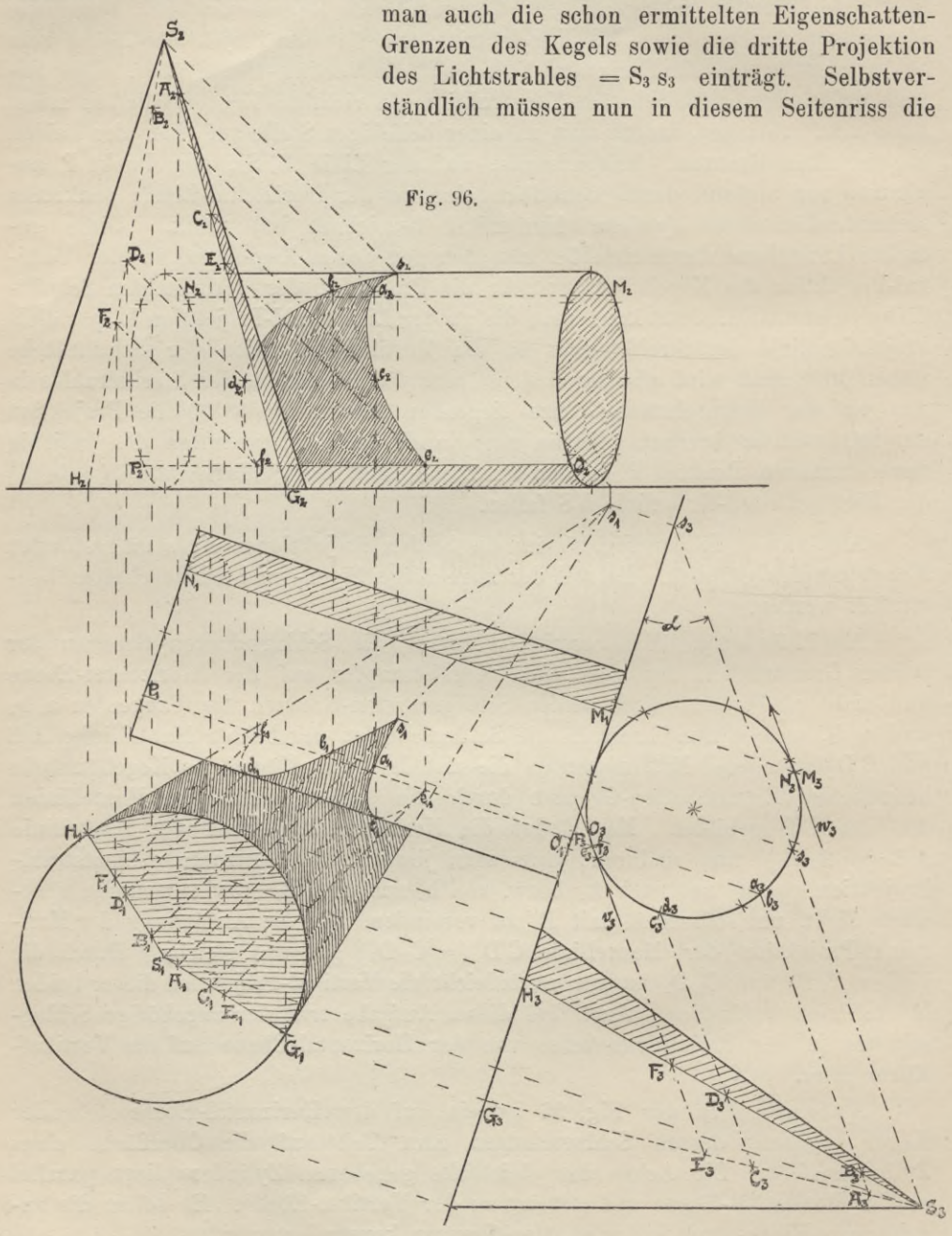
Auflösung. Man ermittelt zuerst die Schlagschatten-Grenzen der beiden Grundflächen des gegebenen Kegelstumpfes auf der Horizontal-Ebene und zieht alsdann an diese beiden Schlagschatten-Grenzen die Tangenten $a_1 b_1$ und $c_1 d_1$, welche nun ihrerseits die Schlagschatten der beiden Mantellinien A B und C D darstellen. Mithin werden die auf der Mantelfläche des Kegelstumpfes befindlichen Eigenschatten-Grenzen durch die soeben ermittelten Mantellinien A B und C D gebildet. Man findet die Horizontal-Projektion der Mantellinie A B ($= A_1 B_1$) nun dadurch, dass man jeweils die horizontale Lichtstrahl-Projektion von a_1 aus nach A_1 bezw. von b_1 aus nach B_1 gewissermassen rückwärts zieht, um sodann A_1 mit B_1 zu verbinden. Für die Auffindung der Horizontal-Projektion der Mantellinie C D ($= C_1 D_1$) gilt das gleiche. Durch die Linien $A_1 B_1$ und $C_1 D_1$ ist nun auch leicht die Vertikal-Projektion dieser beiden Mantellinien auffindbar. Auch bei dieser Aufgabe tritt der zugehörige Schlagschatten in der Projektions-Achse von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über.

Aufgabe. In der Fig. 96 ist ein auf der Horizontal-Ebene stehender Kegel gegeben, dessen Schlagschatten zum Teil auf die Oberfläche eines Zylinders fällt. Die Achse des gleichfalls gegebenen Zylinders liegt parallel zu der Horizontal-Ebene und geneigt zu der Vertikal-Ebene. Es sollen die zugehörigen Eigen- und Schlagschatten-Grenzen konstruiert werden.

Auflösung. Man bestimmt zunächst ohne Rücksicht auf den Zylinder (da man ja noch nicht wissen kann, ab der Schlagschatten der Spitze des Kegels

auf die Mantelfläche des Zylinders fällt) den Schlagschatten s_1 der Kegelspitze S auf der Horizontal-Ebene, sowie hieran anschliessend die Schlagschatten- und Eigenschatten-Grenzen des gegebenen Kegels selbst. Nunmehr nimmt man einen Seitenriss an, welcher zu der Zylinder-Achse senkrecht steht, und in welchen man auch die schon ermittelten Eigenschatten-Grenzen des Kegels sowie die dritte Projektion des Lichtstrahles $= S_3 s_3$ einträgt. Selbstverständlich müssen nun in diesem Seitenriss die

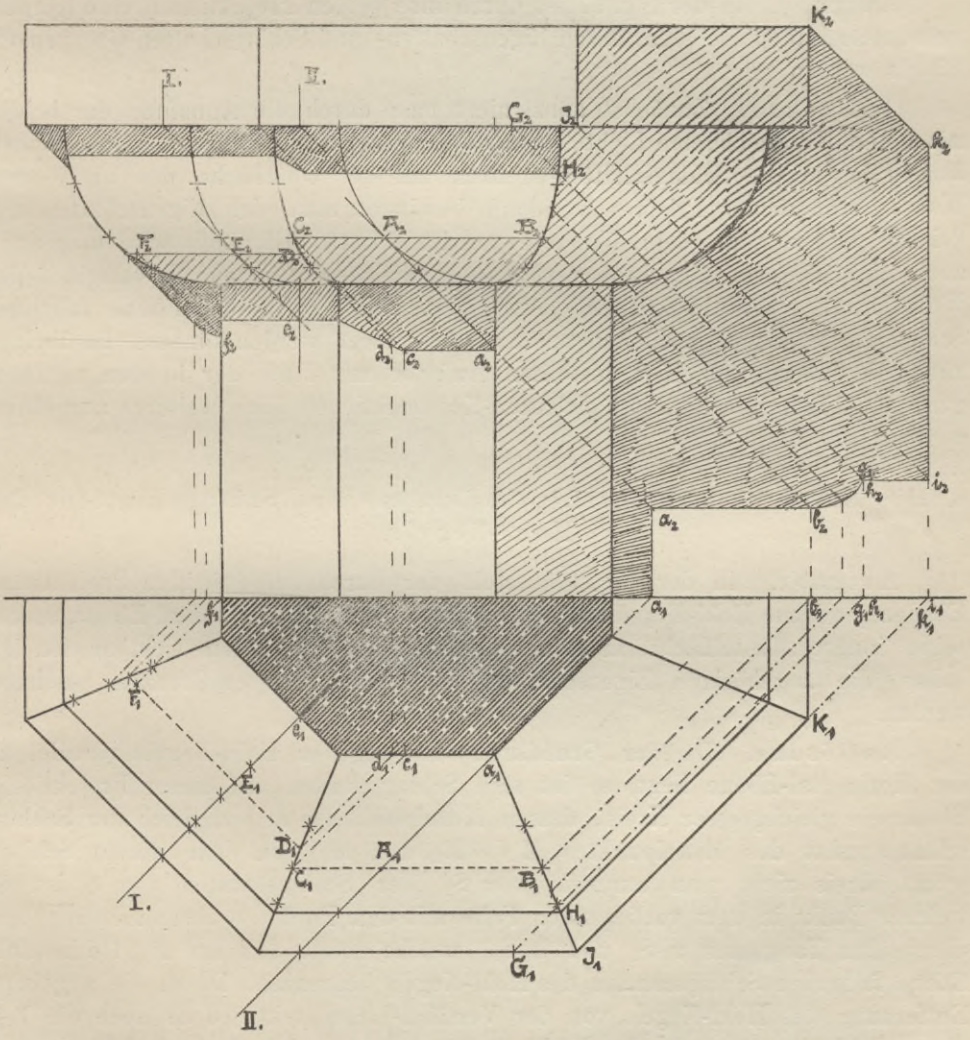
Fig. 96.



sämtlichen Projektionslinien der Lichtstrahlen parallel mit der ermittelten dritten Projektion der durch die Kegelspitze S gehenden Lichtstrahlen ($= S_3 s_3$) laufen. Durch die Angabe der dritten Projektion der den Zylinder streifenden Lichtstrahlen

($= v_3$ und w_3) findet man nunmehr diejenigen Mantellinien ($= M N$ und $O P$) der Zylinder-Oberfläche, welche die Eigenschatten-Grenzen auf dem Zylinder-Mantel bilden. Durch die dritte Projektion dieser Mantellinien ($= M_3 N_3$ und $O_3 P_3$) kann man nun auch leicht deren Horizontal- und Vertikal-Projektion ($= M_1 N_1$ und $O_1 P_1$ bezw. $M_2 N_2$ und $O_2 P_2$) festlegen. Durch die Eintragung der dritten Projektion des durch die Kegelspitze S gehenden Lichtstrahles ($= S_3 s_3$) findet man ferner noch, dass die Spitze des Kegels ihren Schlagschatten auf die Mantelfläche des gegebenen Zylinders werfen muss, dass also der auf der Horizontal-Ebene liegende Schlagschattenpunkt s_1 bezw. s_3 in Wirklichkeit gar nicht bestehen kann. Durch den Schlagschattenpunkt s_3 auf der Zylinder-Mantelfläche sind jetzt auch leicht die Schlagschattenpunkte s_1 und s_2 zu bestimmen.

Fig. 97.



Um die Grenze des von dem Kegel verursachten Schlagschattens auf der Zylinder-Oberfläche zu ermitteln, nimmt man noch in dem Seitenriss die beliebig gewählten Punkte A C E ($= A_3 C_3 E_3$) auf der Eigenschattengrenze S G ($= S_3 G_3$) des Kegels,

sowie B D F (= B_3 D_3 F_3) auf S H (= S_3 H_3) an und legt sodann durch das Ziehen der entsprechenden Projektion des Lichtstrahles die Schlagschattenpunkte a_3 b_3 c_3 d_3 e_3 f_3 auf der Mantelfläche des Zylinders fest, was nunmehr auch in der Horizontal- und Vertikal-Projektion angegeben werden kann (= a_1 b_1 c_1 d_1 e_1 f_1 bezw. a_2 b_2 c_2 d_2 e_2 f_2). Man verbindet hierauf durch eine stetig gekrümmte Kurve die Schlagschattenpunkte s_1 a_1 c_1 e_1 und s_1 b_1 d_1 f_1 bezw. s_2 a_2 c_2 e_2 und s_2 b_2 d_2 f_2 mit einander. Um die Deutlichkeit der zeichnerischen Darstellung nicht ungünstig zu beeinflussen, ist der Schlagschatten des gegebenen Zylinders auf der Horizontal-Ebene weggelassen worden, da ja im übrigen die Konstruktion desselben schon in den Figuren 88 und 89 zur Genüge erläutert worden ist. Durch die richtige Schraffierung werden nun die einzelnen Eigen- und Schlagschatten entsprechend hervorgehoben.

Aufgabe. In der Fig. 97 ist durch ihre beiden Projektionen eine Körperzusammenstellung gegeben, deren Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen ermittelt werden sollen.

Auflösung. Zunächst konstruiert man durch die Annahme der beiden mit I und II bezeichneten Lichtebenen die Eigenschatten-Grenzen auf den Wulstflächen sowie die Schlagschatten-Grenzen auf der Oberfläche des unter dem Wulste befindlichen Prismas. Sodann bestimmt man den Eigenschatten des Prismas und der auf dem Wulste liegenden Platte. Hiernach wird man dann auch leicht den von der Platte verursachten Schlagschatten auf die verschiedenen Wulstflächen ermitteln können. Auch die auf die Vertikal-Ebene fallenden Schlagschatten-Grenzen dürften unschwer festgelegt werden können. Im übrigen kann die Lösung der hier gestellten Aufgabe mit Hilfe der in den vorangegangenen Figuren erläuterten Schatten-Konstruktionen ohne weiteres ausgeführt werden.

6. Die Konstruktion des Eigenschattens und Schlagschattens des Hohl-Kegels.

Aufgabe. In der Fig. 98a steht der durch seine beiden Projektions-Ebenen gegebene Hohl-Kegel mit seiner Spitze S auf der Horizontal-Ebene, sodass seine innere Mantelfläche in seiner horizontalen Projektion sichtbar ist. Es sollen die zugehörigen Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen bestimmt werden.

Auflösung. Da der Grundkreis des gegeben Hohl-Kegels parallel zu der Horizontal-Ebene liegt, so ist sein Schlagschatten auf dieser Projektions-Ebene ein gleichgrosser Kreis, dessen Mittelpunkt (= m_1) zugleich der Schlagschattenpunkt des Mittelpunktes M (= M_1 und M_2) ist. An diesen Schlagschattenkreis zieht man nunmehr von S_1 (der Schlagschatten von S ist s_1, welcher Punkt in dem vorliegenden Falle mit dem Punkte S zusammenfällt) aus die beiden Tangenten a_1 S_1 und b_1 S_1, welche somit den auf die Horizontal-Ebene fallenden Schlagschatten des Hohl-Kegels begrenzen. Durch die gegebene Entfernung des Hohl-Kegels von der Vertikal-Ebene tritt jedoch noch ein Teil dieses Schlagschattens in der Projektions-Achse von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über; die Ermittelung dieser Schlagschattengrenzen dürfte nicht schwer fallen.

Es sind nunmehr noch die auf der inneren Mantelfläche des gegebenen Hohl-Kegels vorkommenden Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen zu bestimmen, wofür es zwei Lösungsarten gibt.

Bei der ersten Lösungsart zieht man die Horizontal- und Vertikal-Projektion des Lichtstrahles, welcher durch den auf dem Grundkreis des Hohl-Kegels beliebig angenommenen Punkt D (= D_1 bezw. D_2) geht, sowie die Gerade $S_1 P_1$ bezw. $S_2 P_2$, welche von der Spitze des Hohl-Kegels ausgeht und zu der

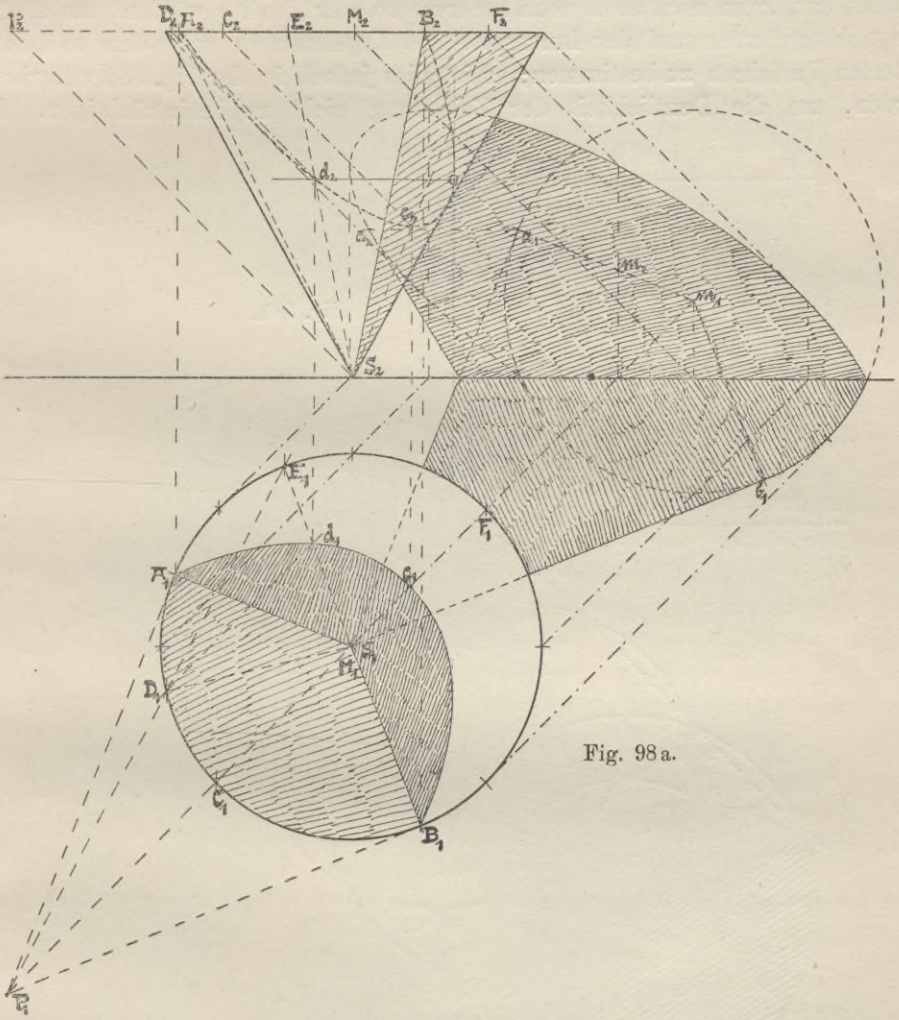


Fig. 98a.

entsprechenden Lichtstrahl-Projektion parallel läuft. Denkt man sich nun eine Hilfsebene auf den Grundkreis des gegebenen Hohl-Kegels gelegt, so trifft die Linie S P (= $S_1 P_1$ bezw. $S_2 P_2$) in dem Punkte P (= P_2 bezw. P_1) auf diese gedachte Hilfsebene. Diejenige Ebene, welche man nunmehr durch die Gerade S P und durch den Punkt D legen kann, durchschneidet den Grundkreis des Hohl-Kegels in der durch die Punkte P_1 und D_1 gehenden Sekante $D_1 E_1$; da ausserdem diese Ebene durch die Kegel-Spitze gehen soll, so schneidet dieselbe den Mantel des Hohl-Kegels in den beiden Geraden S D und S E (= $S_1 D_1$ bezw.

$S_2 D_2$ und $S_1 E_1$ bezw. $S_2 E_2$), welche zugleich auch Mantellinien der Kegel-Oberfläche bilden. Da nun der durch den Punkt D gehende Lichtstrahl D d (= $D_1 d_1$ bezw. $D_2 d_2$) und die auf dem Kegel-Mantel liegende Schnittlinie S E (= $S_1 E_1$ bezw. $S_2 E_2$) in einer Ebene liegen, so treffen die beiden Linien D d und S E in dem Punkte d (= d_1 bezw. d_2) zusammen. Mithin ist der letztgenannte Punkt d auch der Schlagschatten des auf dem Grundkreise liegenden Punktes D auf der inneren Mantelfläche des gegebenen Hohl-Kegels. Genau wie man den Punkt D auf dem Grundkreise des Hohl-Kegels an beliebiger Stelle gewählt hat, kann man auch noch mehrere solcher Punkte wählen, um alsdann ihre Schlagschatten auf der Innenseite des Kegelmantels nach dem soeben erläuterten Verfahren zu bestimmen; es ist dies jedoch in der Fig. 98a unterlassen worden, um die Deutlichkeit der Zeichnung nicht zu beeinträchtigen. Den

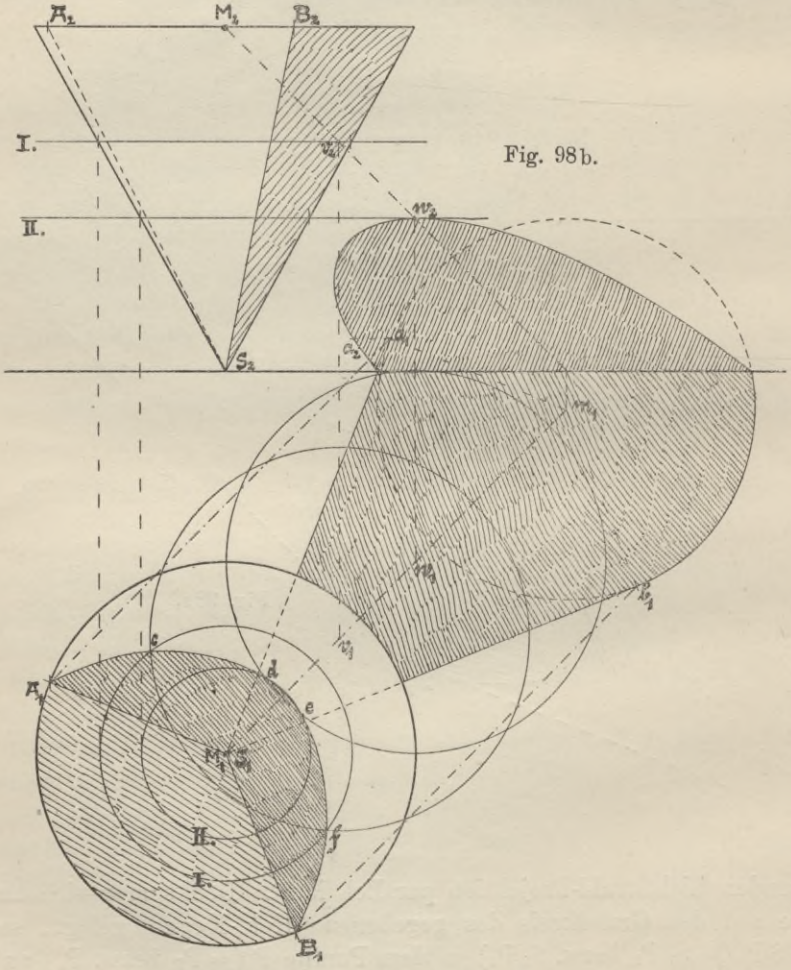


Fig. 98b.

Schlagschatten des Punktes C (= C_1 bezw. C_2), welcher ebenfalls auf dem Grundkreise des Hohl-Kegels liegt, findet man durch die Annahme einer zu der Horizontal-Ebene senkrecht stehenden Lichtebene; derselbe muss auf die Mantellinie S F (= $S_1 F_1$ bezw. $S_2 F_2$) fallen, sodass der Punkt c (= c_1 bezw. c_2) den

Schlagschatten des Punktes C darstellt. Die beiden Endpunkte A und B (= A_1 bezw. A_2 und B_1 bezw. B_2) der Schlagschatten-Kurve A d c B liegen auf dem Grundkreise des Hohl-Kegels und fallen mit den Berührungspunkten der von P (=P_1 bezw. P_2) aus an den Grundkreis gelegten Tangenten P A und P B zusammen. Es berühren ferner in den Mantellinien S A ($S_1 A_1$ und $S_2 A_2$) und S B (= $S_1 B_1$ und $S_2 B_2$) die durch die Gerade S P (= $S_1 P_1$ und $S_2 P_2$) gelegten Berührungsebenen die Mantelfläche des Hohl-Kegels; demnach bilden diese beiden Mantellinien S A und S B die Grenzen des Eigenschattens sowohl auf der

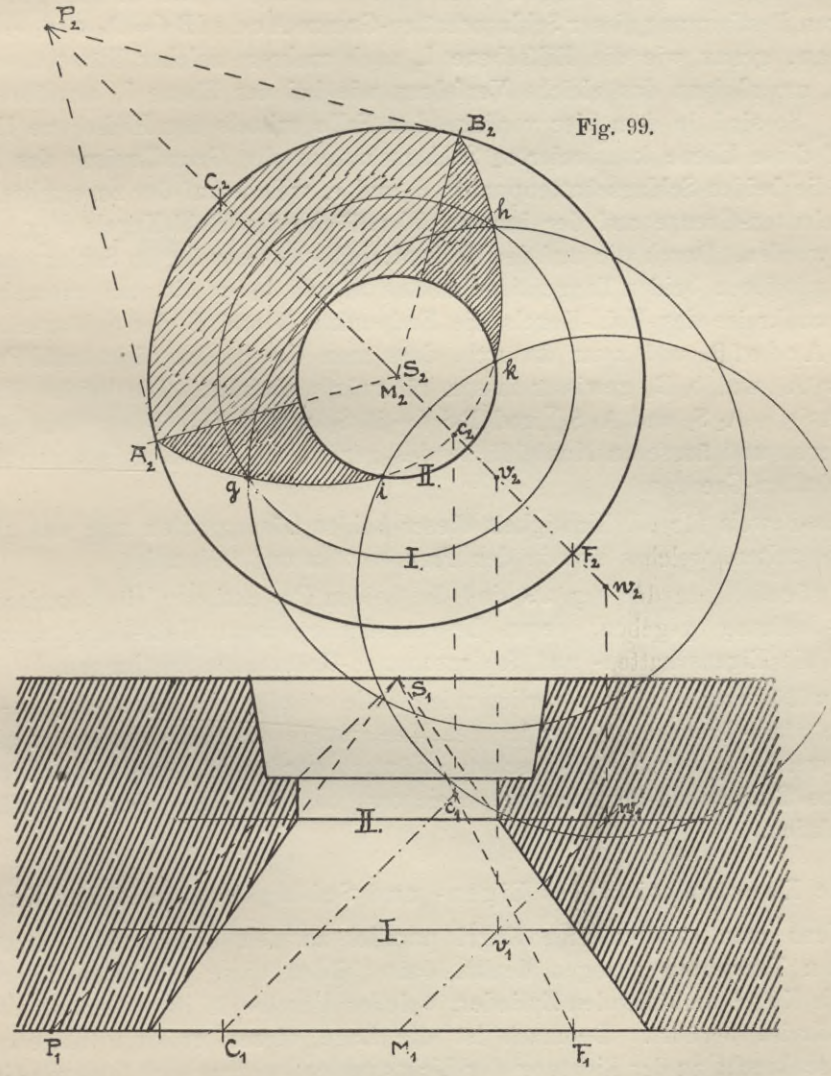


Fig. 99.

inneren als auch auf der äusseren Mantelfläche des gegebenen Hohl-Kegels.

Eine zweite Lösungsart zur Ermittelung der Schlagschatten-Grenze auf der inneren Mantelfläche des in den beiden Figuren 98 gegebenen Hohl-Kegels ist in der Fig. 98b ausgeführt worden. Hierbei nimmt man zunächst eine den Hohl-Kegel durchschneidende Hilfsebene — die Ebene I — an, welche parallel zu

seinem Grundkreise liegt. Sodann bestimmt man den Schlagschatten, welchen der Grundkreis des Hohl-Kegels auf dieser Ebene I verursacht; man zieht demnach von M_1 und M_2 jeweils die entsprechende Projektion des Lichtstrahles, um den Schlagschattenpunkt v (= v_1 und v_2) festzulegen (v_1 ist also der Mittelpunkt des Schlagschattenkreises). Die angenommene Hilfsebene I bildet in der Horizontal-Projektion des Hohl-Kegels den Schnittkreis I, welcher sich mit dem um den Punkt v_1 geschlagenen Schlagschattenkreis in den beiden Punkten c und f kreuzt. Die Punkte c und f gehören nunmehr der auf der inneren Mantelfläche des gegebenen Hohl-Kegels auftretenden Schlagschatten-Grenze an. Zur genaueren Bestimmung dieser Schlagschatten-Grenze A c d e f B (= A_1 c_1 d_1 e_1 f_1 B_1) kann man, genau wie die Hilfsebene I, noch mehrere solcher Hilfsebenen annehmen, um alsdann das gleiche Verfahren wie bei der Ebene I, ausführen zu können. So sind in dem hier vorliegenden Falle mittels der Hilfsebene II und des auf diese Ebene konstruierten Schlagschattens des Grundkreises des Hohl-Kegels die beiden Schlagschattenpunkte d und e, welche auf der zu ermittelnden Schlagschatten-Grenze auf der inneren Wandfläche des Hohl-Kegels liegen, gefunden worden. Durch die auf der Horizontal-Ebene festgelegten Schlagschatten-Grenze mit ihren beiden Tangential-Punkten a_1 und b_1 erhält man nunmehr auf dem Grundkreise des Hohl-Kegels die Endpunkte A und B der Schlagschatten-Grenze A c d e f B, und zwar dadurch, dass man die beiden Lichtstrahl Projektionen a_1 A_1 und b_1 B_1 gewissermassen rückwärts einträgt. Die beiden Mantellinien A S (= A_1 S_1 und A_2 S_2) und B S (= B_1 S_1 und B_2 S_2) bilden dann die auf der inneren und äusseren Mantelfläche des gegebenen Hohl-Kegels auftretenden Eigenschatten-Grenzen.

Als Beweis für die Richtigkeit dieser beiden Lösungsarten mag das gleiche Ergebnis gelten, welches sich in den Figuren 98a und 98b zeigt.

Aufgabe. In der Fig. 99 sind die beiden Projektionen einer kreisrunden Fenster-Oeffnung gegeben, deren Leibungsfläche einem Hohl-Kegel angehört. Es sind die Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen zu bestimmen.

Auflösung. In dem vorliegenden Falle wurden die Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen auf der inneren Mantelfläche des Hohl-Kegels auf gleiche Weise, welche in der Fig. 98b schon erläutert worden ist, ermittelt. Die eingetragene Buchstaben-Bezeichnung erleichtert das Verfolgen der ausgeführten Konstruktion.

7. Die Konstruktion des Eigen- und Schlagschattens der Kugel.

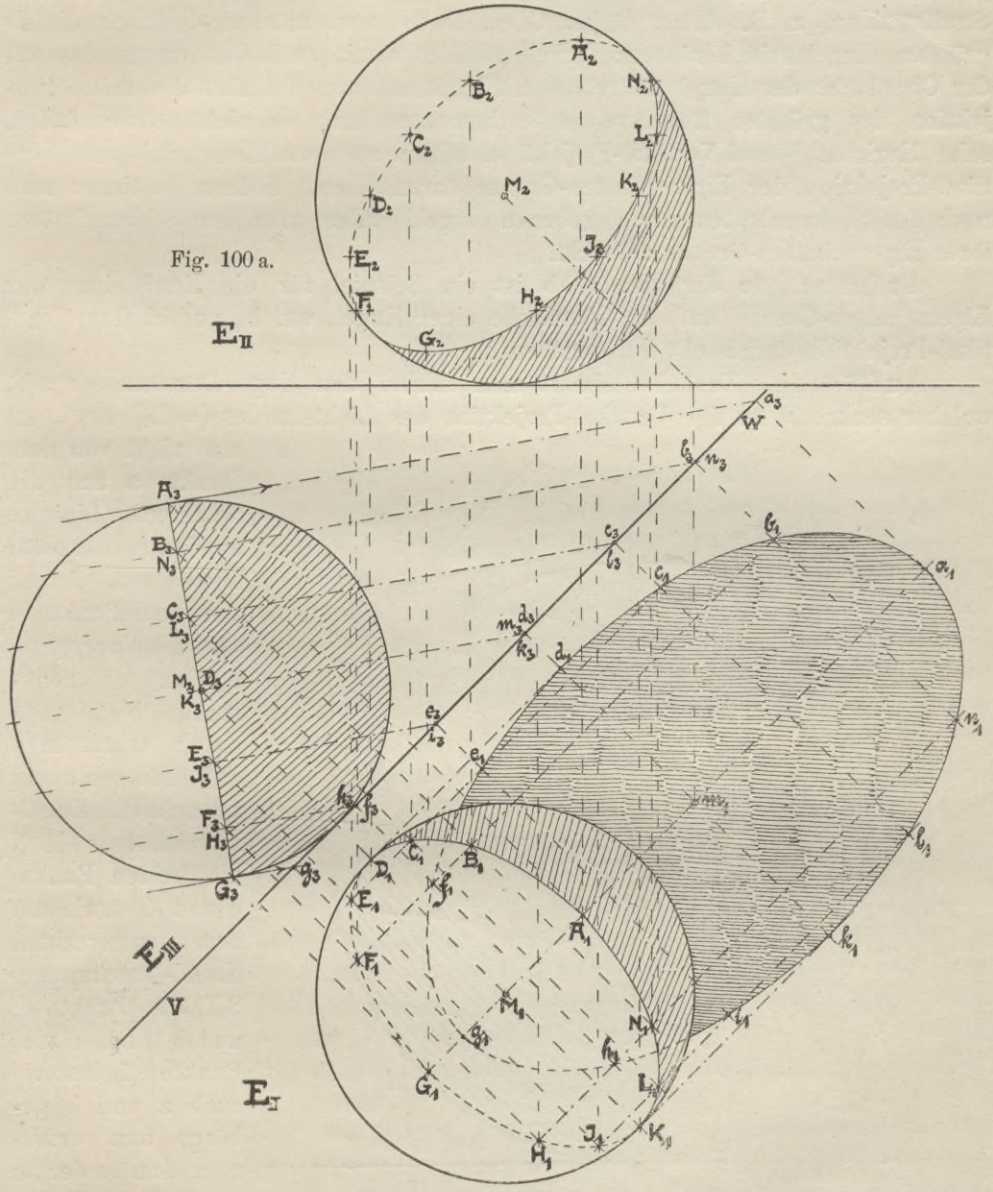
Wenn man sich an eine Kugel parallel zu den Lichtstrahlen sämtliche möglichen Tangenten gezogen denkt, dann bilden diese gedachten Tangenten einen die Kugel umhüllenden Zylinder, welcher dieselbe in ihrem grössten Oberflächen-Kreise berührt. Demnach ist die Lage dieses grössten Kugelkreises jeweils senkrecht zu der Richtung der Lichtstrahlen, woraus sich folgende Grundregel ergibt:

> Der senkrecht zu der Richtung der Lichtstrahlen stehende grösste Kugelkreis bildet die Eigenschatten-Grenze der Kugel.

Aufgabe. In der Fig. 100a ist eine auf der Horizontal-Ebene liegende Kugel gegeben, deren Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen bestimmt werden sollen.

Auflösung. Man ermittelt zunächst den Schlagschatten (= m_1) des Mittelpunktes M (= M_1 und M_2) der gegebenen Kugel auf der Horizontal-Ebene. So-

Fig. 100a.



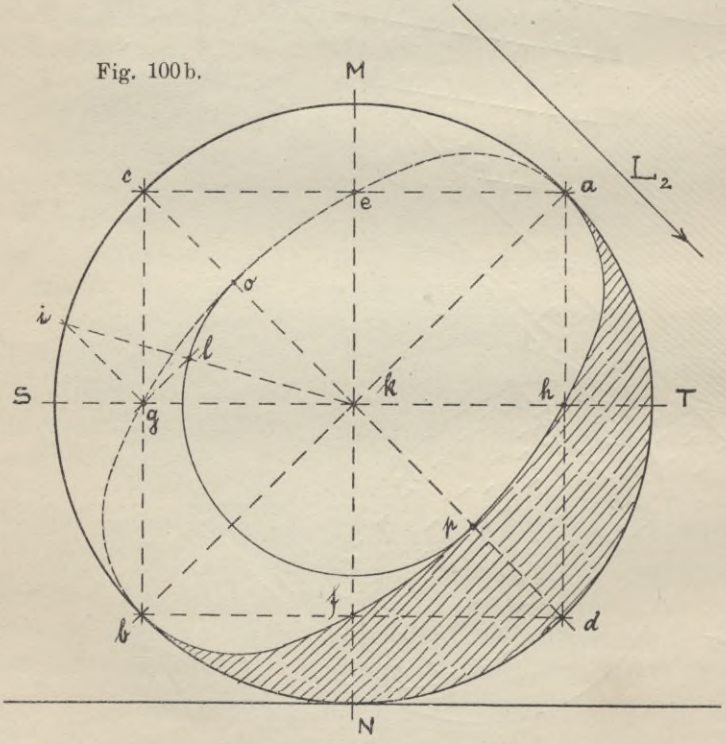
dann nimmt man eine dritte Projektions-Ebene (= E_{III}), welche senkrecht auf der Horizontal-Ebene (= E_I) steht und parallel zu der Richtung der Lichtstrahlen liegt, zu Hilfe. Es muss also die Projektions-Achse V-W, welche diese dritte Projektions-Ebene mit der Horizontal-Ebene bildet, parallel mit der Horizontal-Projektion der Lichtstrahlen gezogen werden. Nunmehr denkt man sich die

dritte Projektions-Ebene umgeklappt, sodass man jetzt in der Lage ist, den Seitenriss der Kugel sowie die dritte Projektion des Lichtstrahles $M_3 m_3$, welchen man sich durch den Mittelpunkt der Kugel gehend denken kann, darzustellen. Die dritte Projektion sämtlicher Lichtstrahlen muss also zu der Linie $M_3 m_3$ parallel laufen. Senkrecht zu der Linie $M_3 m_3$ kann nun auch die dritte Projektion des grössten Kugelkreises ($= A_3 G_3$) eingetragen werden. Sämtliche Streifstrahlen, z. B. $A_3 a_3$, $B_3 b_3$, $C_3 c_3$, $D_3 d_3$ usw. müssen demnach diesen grössten Kugelkreis berühren; derselbe bildet somit auch die Grenze des auf der Oberfläche der Kugel auftretenden Eigenschattens. Ist also die dritte Projektion des grössten Kugelkreises bestimmt, so kann es nicht schwer fallen, seine Horizontal- und Vertikal-Projektion, mithin auch die Horizontal- und Vertikal-Projektion der Eigenschatten-Grenze darzustellen. Sodann bestimmt man noch den Schlagschatten der gegebenen Kugel, indem man den Schlagschatten ihrer Eigenschatten-Grenze aufsucht.

Aufgabe. In der Fig. 100b ist ein Beispiel für die Ermittelung der Eigenschatten-Grenze auf der Oberfläche einer Kugel, welche nur in ihrer Vertikal-Projektion dargestellt ist, gegeben.

Auflösung. Zunächst nimmt man hierbei den Kugel-Durchmesser a b, welcher senkrecht zu der Vertikal-Projektion des Lichtstrahles ($= L_2$) liegt, an und zieht von dem Punkte a aus die wagerechte Linie a c sowie die senkrechte Linie a d, ferner von dem Punkte b aus die Wagerechte b d und die Senkrechte b c. Dadurch erhält man auf dem senkrecht gezeichneten Kugel-Durchmesser M N die beiden Punkte e und f, sowie auf dem wagerechten Kugel-Durchmesser S T die Punkte g und h. Diese vier Punkte e f g h sowie auch a und b gehören nun erfahrungsgemäss der zu ermittelnden Eigenschatten-Grenze der Kugel an. Da die Vertikal-Projektion dieser Eigenschatten-Grenze sich als eine Ellipse darstellt, so ist es noch erwünscht, die Grösse der kleinen Achse der Ellipse zu erhalten. Dies wird erreicht, indem man durch einen der schon ermittelten vier Punkte e f g h, etwa durch den Punkt g, die

Fig. 100b.



Parallele g i zu der Lichtstrahl-Projektion L_2 zieht und dann von i aus den Kugel-Halbmesser i k einträgt. Die Linie i k durchschneidet die durch g gehende Parallele zu a b in dem Punkte l. Setzt man nun in dem Mittelpunkt k den Zirkel ein und beschreibt einen Bogen mit dem Halbmesser k l, so findet man dadurch auf der Linie k c den Punkt o und auf der Linie k d den Punkt p. Es ist nunmehr in der Linie o k p die kleine Achse der Ellipse, welche die Vertikal-Projektion der gesuchten Eigenschatten-Grenze der Kugel darstellt, ermittelt. Hierauf verbindet man durch eine stetig gekrümmte Kurve die der Eigenschatten-Grenze angehörenden Punkte a e o g b f p h a mit einander und hebt die in dem Eigenschatten liegende Oberfläche der Kugel, soweit dieselbe in der Vertikal-Projektion sichtbar ist, durch Schraffierung entsprechend hervor.

8. Die Konstruktion des Eigenschattens und Schlagschattens der Hohl-Kugel.

Aufgabe. In der Fig. 101 ist durch ihren Grundriss und Aufriss eine halbe Hohl-Kugel gegeben. Es soll die Grenze des auf ihre innere Wandfläche fallenden Eigen- und Schlagschattens in dem Aufriss ermittelt werden.

Auflösung. Man konstruiert zuerst den Schlagschatten m_2 des Mittelpunktes M (= M_1 und M_2) auf der Vertikal-Ebene und nimmt darauf eine beliebige Anzahl von Lichtebenen (in der vorliegenden Aufgabe die Lichtebenen I, II, III, IV), welche senkrecht auf der Vertikal-Ebene stehen und dabei parallel zu der Lichtstrahl-Projektion L_2 liegen, an. Ferner denkt man sich parallel zu diesen angenommenen Lichtebenen eine dritte Projektions-Ebene, deren Projektions-Achse (= S T) demnach ebenfalls parallel mit der Lichtstrahl-Projektion L_2 laufen muss. Dadurch, dass man sich nun die dritte Projektions-Ebene umgeklappt vorstellt, kann man jetzt auf derselben auch die dritte Projektion (= den Seitenriss) desjenigen Schnittes der Hohl-Kugel, welcher durch die Lichtebene I verursacht wird, darstellen; ferner kann man nunmehr auch jeweils die dritte Projektion der durch die Lichtebenen II, III und IV bewirkten Schnitte eintragen. Ebenso zeichnet man die dritte Projektion des durch den Mittelpunkt M der Hohl-Kugel gehenden Lichtstrahles (= M_3 m_3). Hierauf zieht man parallel zu M_3 m_3 jeweils von den auf dem Rande der Hohl-Kugel liegenden Punkten I, H, G und F (= J_3 H_3 G_3 und F_3) aus nach der entsprechenden dritten Projektion der durch die Lichtebenen verursachten Schnittkreise die Lichtstrahl-Projektion und findet dadurch die Schlagschatten-Punkte i_3 h_3 g_3 und f_3, welche vier Punkte man sodann auch leicht in der Vertikal-Projektion der gegebenen Hohl-Kugel eintragen kann (= i_2 h_2 g_2 und f_2). Es bilden demnach die durch eine stetig gekrümmte Kurve mit einander verbundenen Punkte E_2 f_2 g_2 h_2 i_2 sowie die widergleichen Punkte k_2 l_2 n_2 O_2 zusammen die Schlagschatten-Grenze auf der inneren Wandfläche der Hohl-Kugel. Die Eigenschatten-Grenze auf der Innenfläche der Hohl-Kugel ermittelt man, indem man in der dritten Projektion jeweils die Tangenten, d. h. die Streifstrahlen an die Schnittkreise I, II, III und IV der angenommenen Lichtebenen zieht, wodurch die Punkte a_3 b_3 c_3 d_3 festgelegt werden, sodass man hiernach auch in der Vertikal-Projektion der gegebenen Hohl-Kugel die Punkte a_2 b_2 c_2 d_2 der Eigenschatten-Grenze wiederum leicht angeben kann, um sie schliesslich mit einander zu verbinden.

Aufgabe. In der Fig. 102 sind die beiden Projektionen einer halbkreisförmigen Nische gegeben, deren oberer Teil der Fläche einer Hohl-Kugel angehört. Es sollen in der Vertikal-Projektion die Grenzen des Eigen- und Schlagschattens festgelegt werden.

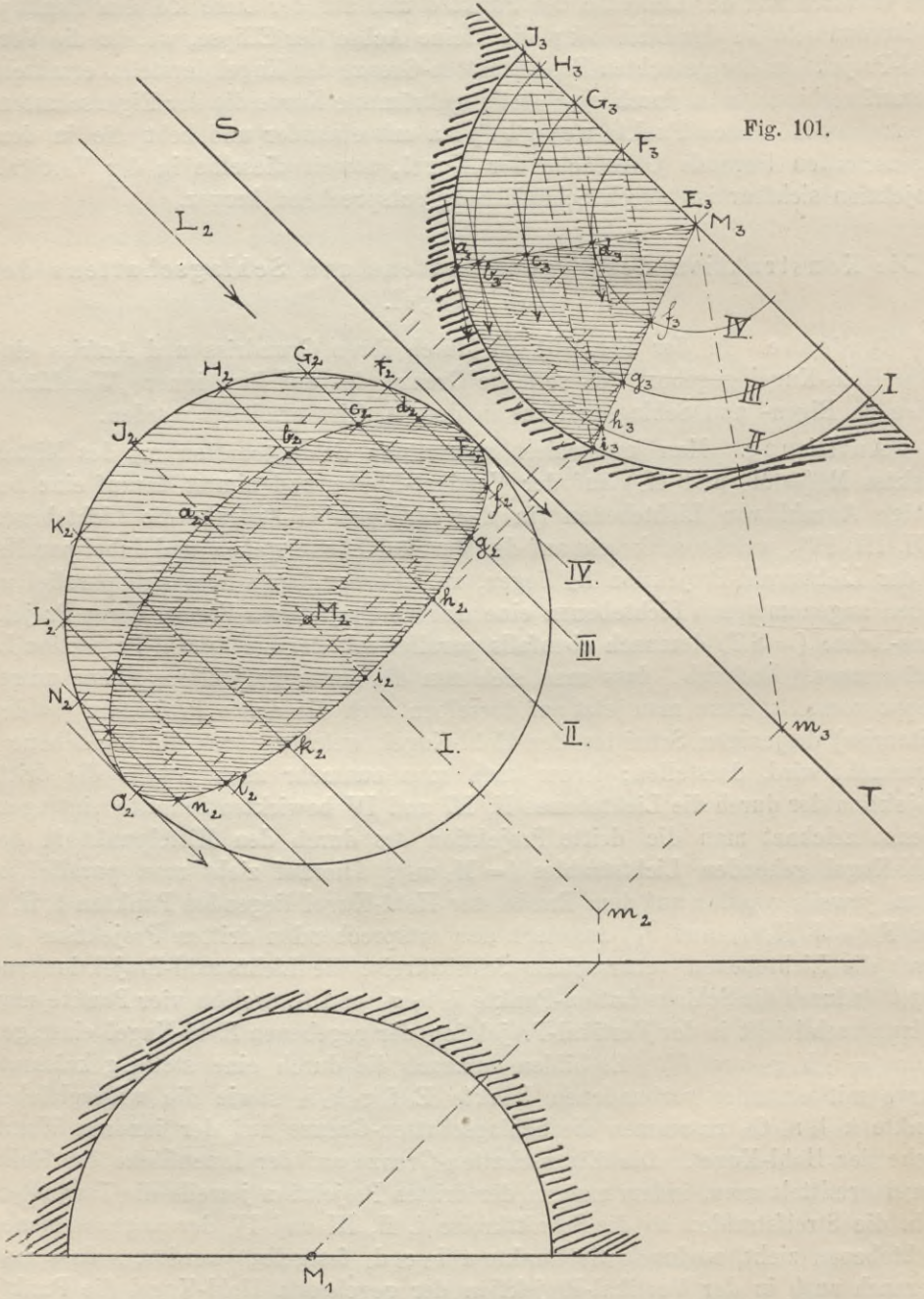
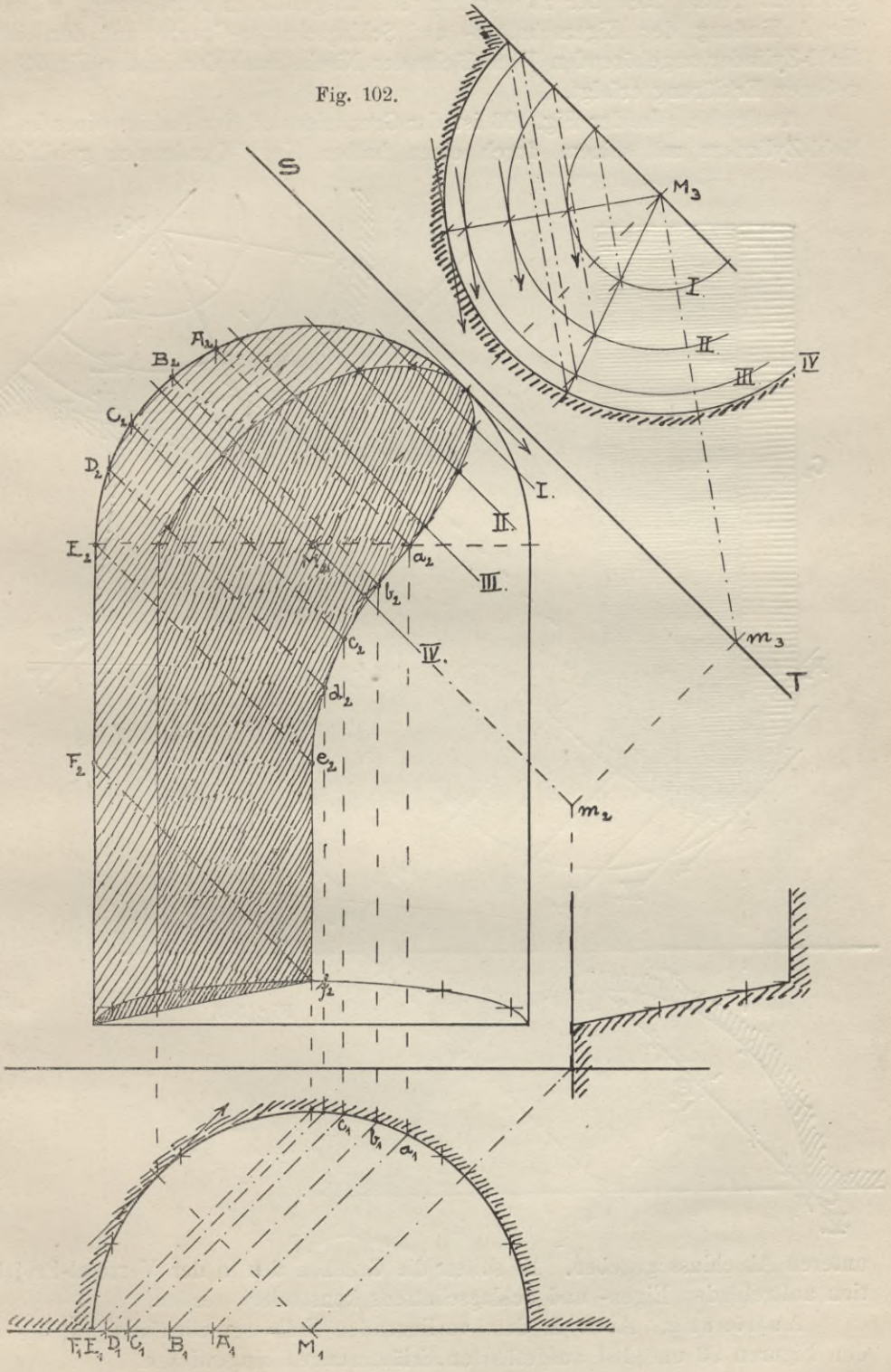


Fig. 101.

Auflösung. Die Ermittelung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenze auf der einer Hohl-Kugel angehörenden inneren Wandfläche der gegebenen Nische

Fig. 102.


S
M3
I
II
III
IV
A2
B2
C2
D2
E2
F2
a2
b2
c2
d2
e2
f2
m2
m3
T
1
2
3
4
a1
b1
c1
F1
E1
D1
C1
B1
A1
M1

geschieht genau nach der zu der Fig. 101 ausgeführten Anweisung, während die Auffindung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenze auf der einem Hohl-Zylinder angehörenden Wandfläche der Nische nach der in der Fig. 93 gegebenen Erklärung erfolgt.

Aufgabe. In der Fig. 103 ist der Grundriss und der Aufriss eines halben Hohl-Zylinders mit seinem durch einen halben Kugel-Quadranten gebildeten,

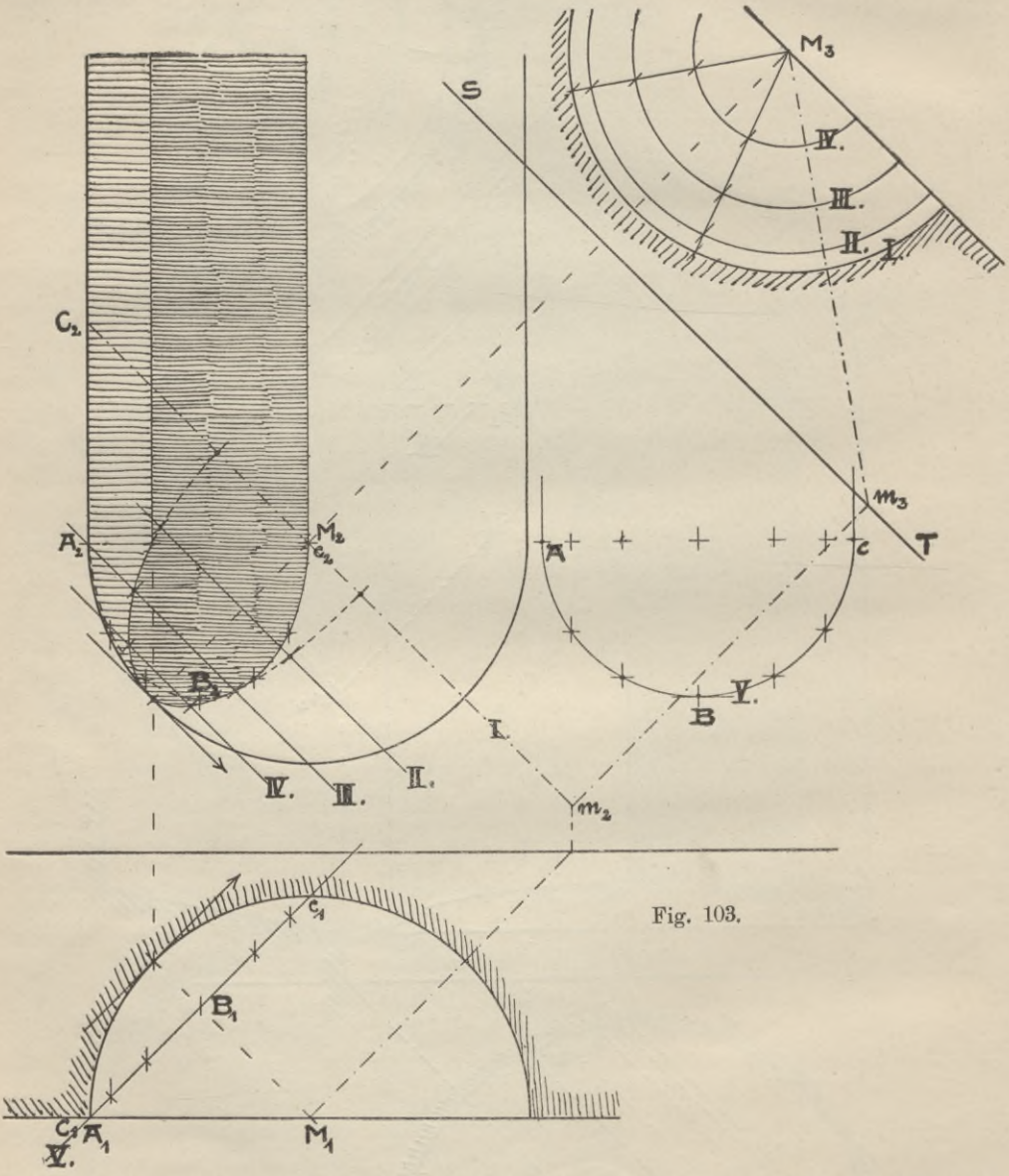


Fig. 103.

unteren Abschluss gegeben. Es sollen die Grenzen des in der Vertikal-Projektion auftretenden Eigen- und Schlagschattens konstruiert werden.

Auflösung. Auch in dem vorliegenden Falle sei ebenfalls auf die in den Figuren 93 und 101 ausgeführten Erläuterungen hingewiesen.

9. Die Konstruktion des Eigenschattens und des Schlagschattens der Umdrehungskörper (Rotations-Körper).

Aufgabe. In der Fig. 104 ist durch seine beiden Projektionen ein kreisförmiger Wulstkörper gegeben. Es soll die zugehörige Schatten-Konstruktion ausgeführt werden.

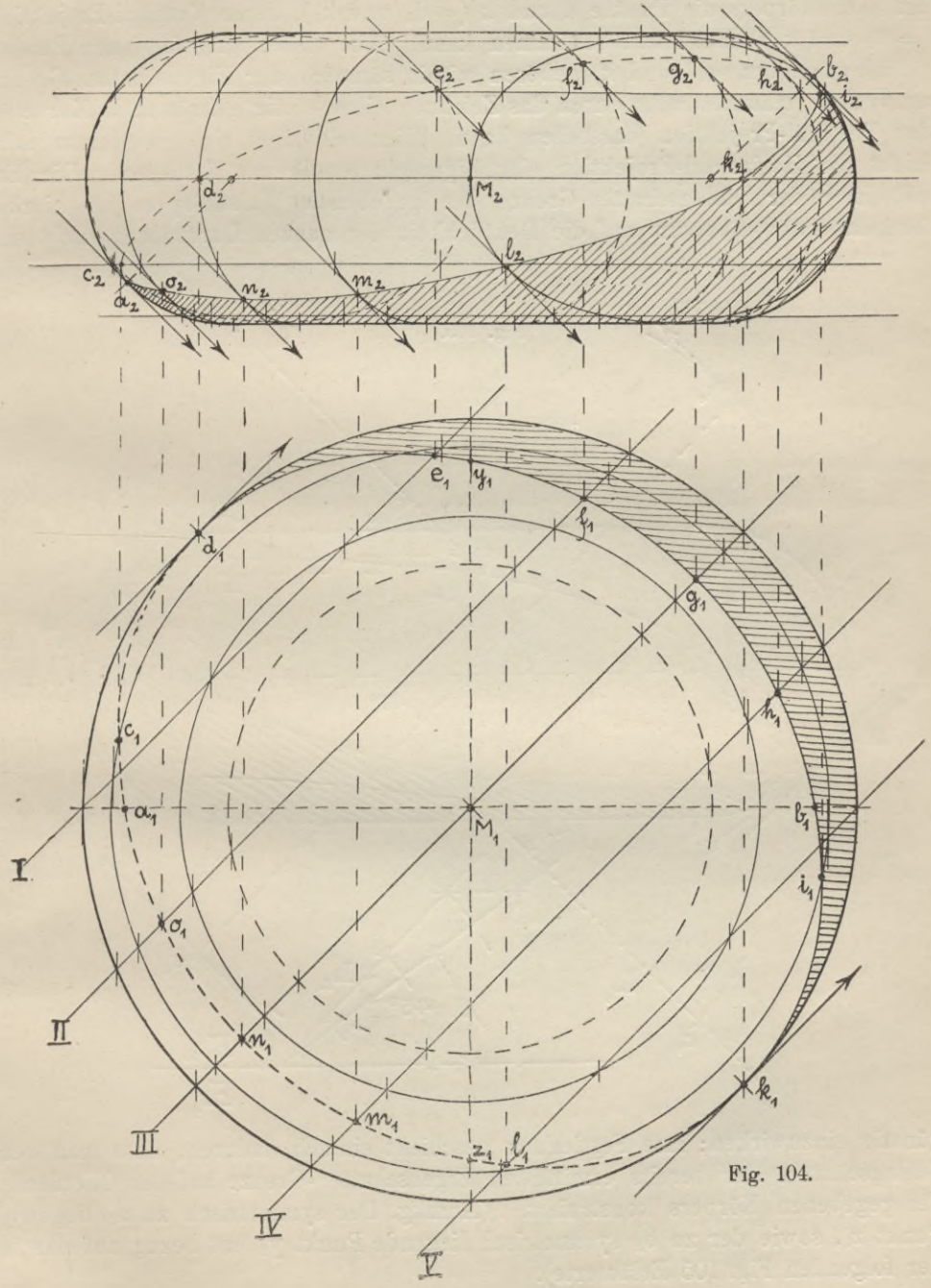
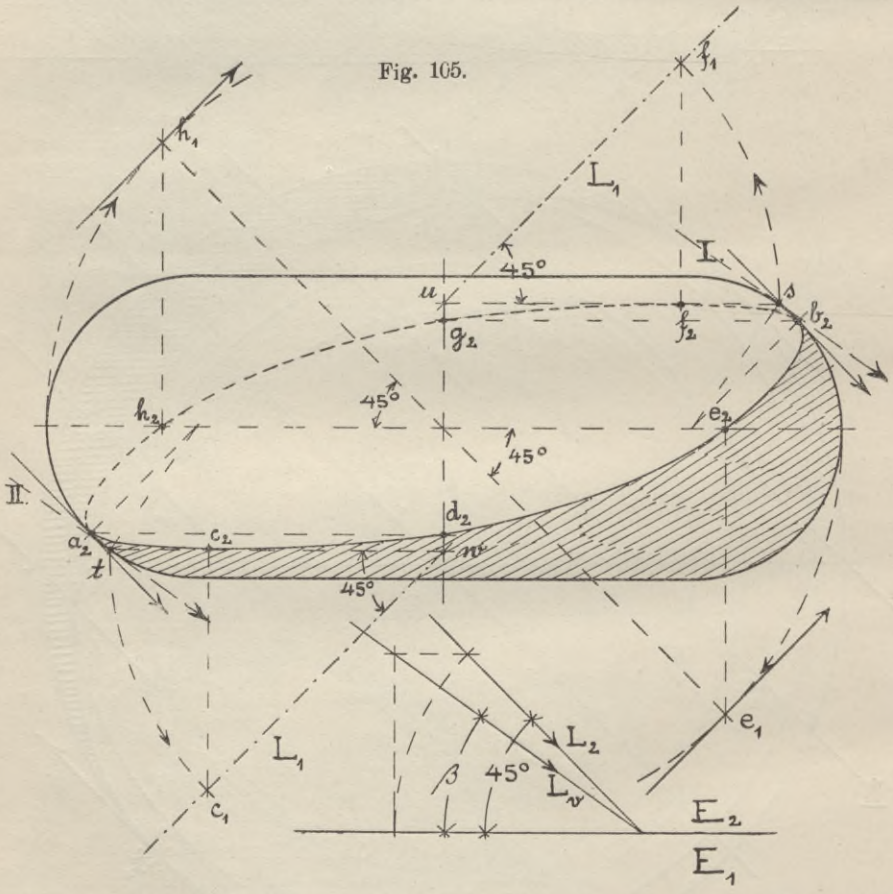


Fig. 104.

Auflösung. Am besten zieht man zunächst an die Vertikal-Projektion des gegebenen Körpers sowie an diejenige der angenommenen Lichtebenen (I, II, III, IV und V), welche in dem vorliegenden Falle auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehen, Tangenten, d. h. die Streifstrahlen, und ermittelt so die Punkte a und b (= a_2 und b_2) bezw. e f g h l m n o (= e_2 f_2 g_2 h_2 l_2 m_2 n_2 o_2). Ferner gewinnt man durch das Antragen der Streifstrahlen an die Horizontal-Projektion des Wulstkörpers die Punkte d und k (= d_1 und k_1), deren Vertikal-Projektion (= d_2 und k_2) man leicht bestimmen kann. Alle bisher aufgefundenen Punkte (= a b e f g h l m n o d und k) gehören mithin sämtlich der Eigenschatten-Grenze an, welche man nunmehr durch das Zeichnen einer stetig gekrümmten Kurve in der Vertikal-Projektion darstellen kann. Hiernach lässt sich wiederum sehr leicht die Horizontal-Projektion der Eigenschatten-Grenze festlegen. Die Ermittelung der Schlagschatten-Grenze des gegebenen Wulstkörpers ist hierbei fortgelassen worden, um auf die Deutlichkeit der ganzen Darstellung nicht un-

Fig. 105.



günstig einzuwirken; ihre Festlegung geschieht einfach dadurch, dass man den Schlagschatten der bereits ermittelten Eigenschatten-Grenze auf der Oberfläche des gegebenen Körpers konstruiert. (Anmkg. Der symmetrisch zu a_1 liegende Punkt z_1, sowie der zu b_1 symmetrisch liegende Punkt y_1 hat bezug auf das in der folgenden Fig. 105 Erläuterte).

Aufgabe. Die Fig. 105 zeigt denselben gleichgrossen Wulstkörper, jedoch diesmal nur in seiner Vertikal-Projektion. In dem vorliegenden Falle ist aber die Art der Auffindung der zugehörigen Eigenschatten-Grenze nicht in dem Masse zeitraubend als diejenige, welche in der Fig. 104 angewandt wurde; es werden hierbei nur die sogenannten acht wichtigsten Punkte der Eigenschatten-Grenze festgelegt.

Auflösung. Man zieht zunächst parallel zu der Vertikal-Projektion des Licht-

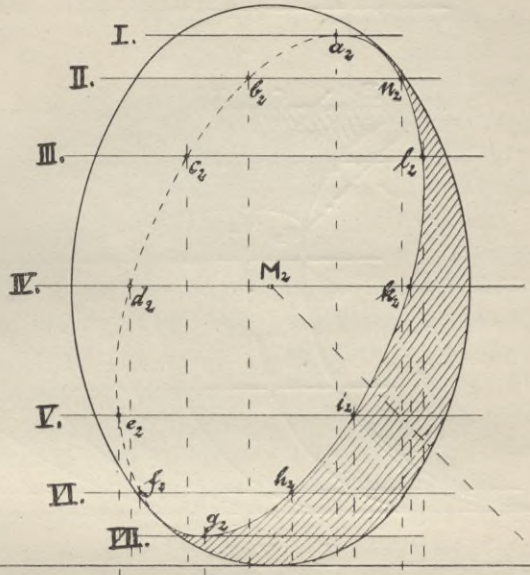
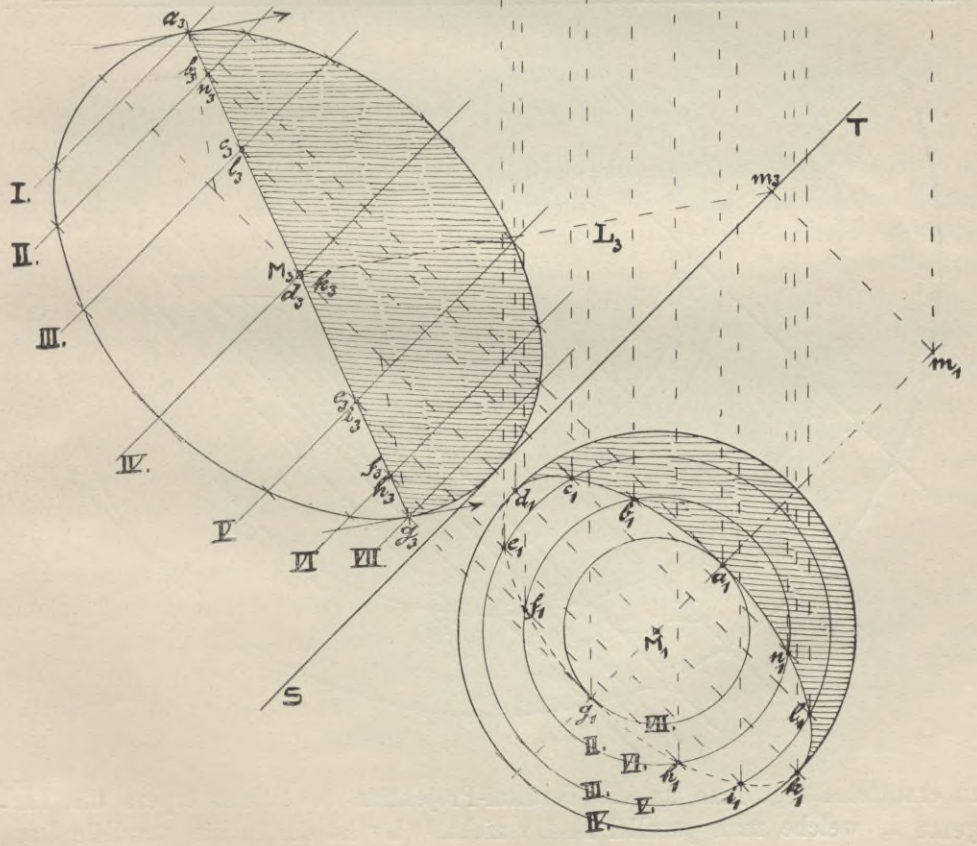


Fig. 106.



strahles (= L_2) die beiden Streifstrahlen und findet dadurch die Punkte a und b (a_2 und b_2). Um nun den höchsten Punkt f (= f_2) der Eigenschatten-Grenze

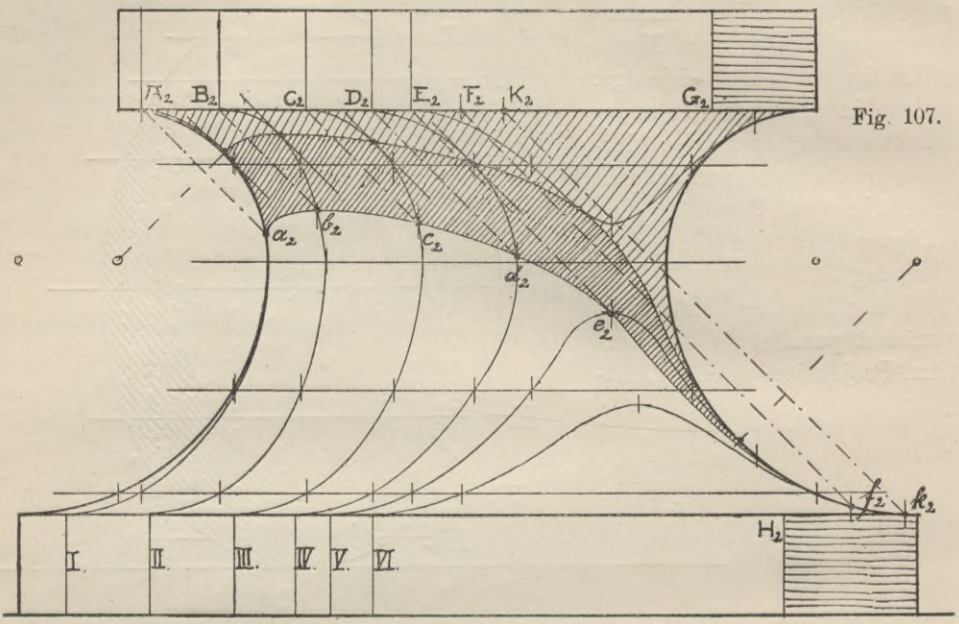
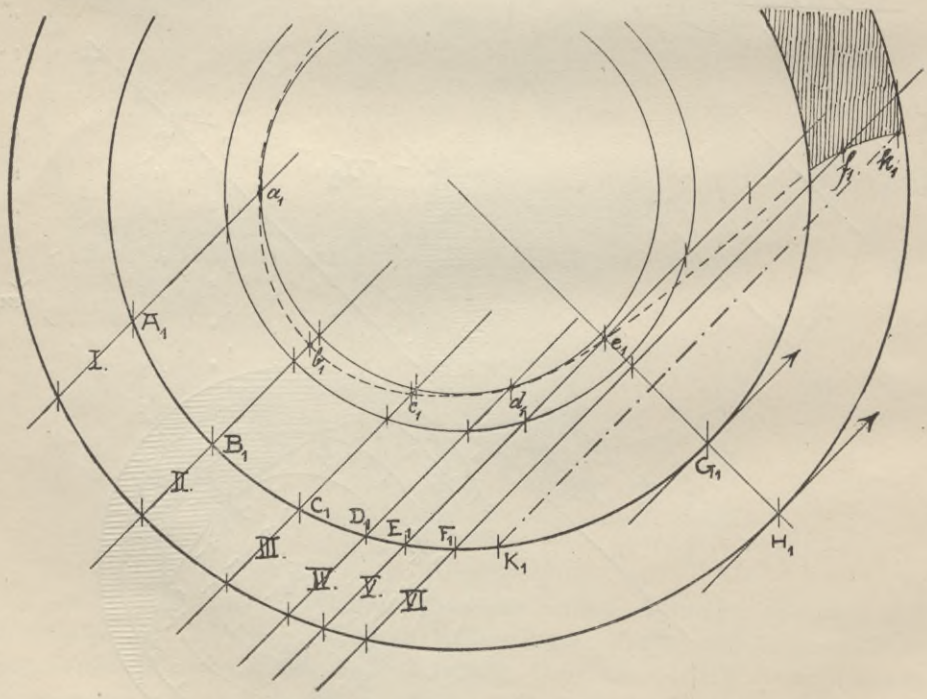


Fig. 107.



zu ermitteln, legt man an die Vertikal-Projektion des Wulstkörpers die Tangente I, welche man parallel zu L v zieht. (L v ist der in die parallele Lage

zu der Vertikal-Ebene gebrachte Lichtstrahl L; der Winkel β ist demnach die wirkliche Grösse des Winkels, welchen der Lichtstrahl mit der Horizontal-Ebene bildet. Man vergleiche die unter der Vertikal-Projektion des in der Fig. 105 gegebenen Körpers befindliche Zeichnung). Durch den so gefundenen Berührungspunkt s zieht man sodann die Wagerechte s u und beschreibt nunmehr um den Punkt u mit dem Halbmesser u s einen Kreisbogen, welcher den unter dem Winkel von 45° zu der Linie u s geneigten Strahl L_1 in dem Kreuzungspunkte f_1 trifft. Alsdann zieht man die Linie $f_1 f_2$ senkrecht zu u s, wodurch in dem Punkte f_2 der gesuchte höchste Punkt der Eigenschatten-Grenze des gegebenen Körpers ermittelt ist. Auch für die Auffindung des tiefsten Punktes c ($= c_2$) der Eigenschatten-Grenze gilt das gleiche Verfahren. Wenn man nun ferner bedenkt, dass die Eigenschatten-Grenze auf der Oberfläche eines jeden Umdrehungskörpers symmetrisch in bezug auf die durch den Körper-Mittelpunkt schneidende Lichtebene liegen muss, so erhält man auf Grund dessen sehr leicht die beiden Punkte d und g ($= d_2$ und g_2). Man vergleiche beispielsweise in der Fig. 104 die symmetrisch zu der durch den Körper-Mittelpunkt gehende Lichtebene III liegenden Punkte a_1 und z_1 bezw. b_1 und y_1. Den Punkt h ($= h_2$) findet man, indem man sich den grössten horizontalen Schnittkreis des Körpers umgeklappt denkt, um alsdann an denselben den zu L_1 parallelen Streifstrahl ziehen zu können, wodurch man den Punkt h_1 erhält. Nunmehr trägt man auf der Vertikal-Projektion dieses grössten horizontalen Schnittkreises die vertikale Projektion des Punktes h ($= h_2$) an. Das gleiche gilt auch für die Ermittelung des Punktes e ($= e_2$).

Aufgabe. In der Fig. 106 ist ein durch seinen Grundriss und Aufriss gegebener eiförmiger Umdrehungskörper (Ellipsoid) dargestellt, dessen Eigenschatten-Grenze festgelegt werden soll.

Auflösung. Man bestimmt zunächst den Schlagschatten ($= m_1$) des Mittelpunktes M ($= M_1$ und M_2) des gegebenen Elipsoides auf der Horizontal-Ebene. Sodann nimmt man, genau wie in der Fig. 100a, eine dritte Projektions-Ebene an, welche senkrecht zu der Horizontal-Ebene und parallel zu der Richtung der Lichtstrahlen steht. Die Projektions-Achse S T, welche diese dritte Projektions-Ebene mit der Horizontal-Ebene bildet, muss mithin parallel mit der horizontalen Projektion der Lichtstrahlen, z. B. mit $M_1 m_1$, liegen. Nunmehr denkt man sich die angenommene dritte Projektions-Ebene umgeklappt, sodass man in der Lage ist, den Seitenriss des gegebenen Ellipsoides und des Lichtstrahles M m ($= M_3 m_3$), welcher durch den Körper-Mittelpunkt gehend gedacht werden kann, darzustellen. Parallel zu $M_3 m_3$, also auch zu der dritten Lichtstrahl-Projektion ($= L_3$) zieht man sodann die Projektion der beiden Streifstrahlen an den Seitenriss des gegebenen Körpers und findet dadurch den obersten Punkt a ($= a_3$) sowie den untersten Punkt g ($= g_3$) der zu ermittelnden Eigenschatten-Grenze. Wenn man jetzt durch eine Gerade a_3 und g_3 verbindet, so stellt diese Gerade $a_3 g_3$ die dritte Projektion der Eigenschatten-Grenze dar. Man nimmt alsdann eine beliebige Anzahl von Schnittebenen — die Ebenen I bis VII — an, welche zu der Horizontal-Ebene parallel sind und welche demnach auch in der dritten Projektion als die mit der Projektions-Achse S T parallel liegenden Geraden I bis VII erscheinen müssen. Diese sieben Horizontal-Schnitte treffen nunmehr die bereits in der dritten Projektion ermittelte

Eigenschatten-Grenze in den Punkten a b c d e f g h i k l n (= a_3 b_3 c_3 d_3 e_3 f_3 g_3 h_3 i_3 k_3 l_3 n_3), welche man jetzt sehr leicht in die Horizontal-Projektion des Ellipsoides und hierauf in dessen Vertikal-Projektion eintragen kann. Es werden sodann die Punkte a_1 b_1 c_1 d_1 e_1 f_1 g_1 h_1 i_1 k_1 l_1 n_1 sowie die Punkte a_2 b_2 c_2 d_2 e_2 f_2 g_2 h_2 i_2 k_2 l_2 n_2 durch eine stetig gekrümmte Kurve jeweils mit einander verbunden, um dadurch auch die Eigenschatten-Grenze in dem Grundriss bezw. in dem Aufriss des gegebenen Körpers darzustellen. Um die zeichnerische Darstellung der Fig. 106 nicht undeutlich zu machen, ist die Konstruktion des Schlagschattens des Ellipsoides weggelassen worden. Die Schlag-

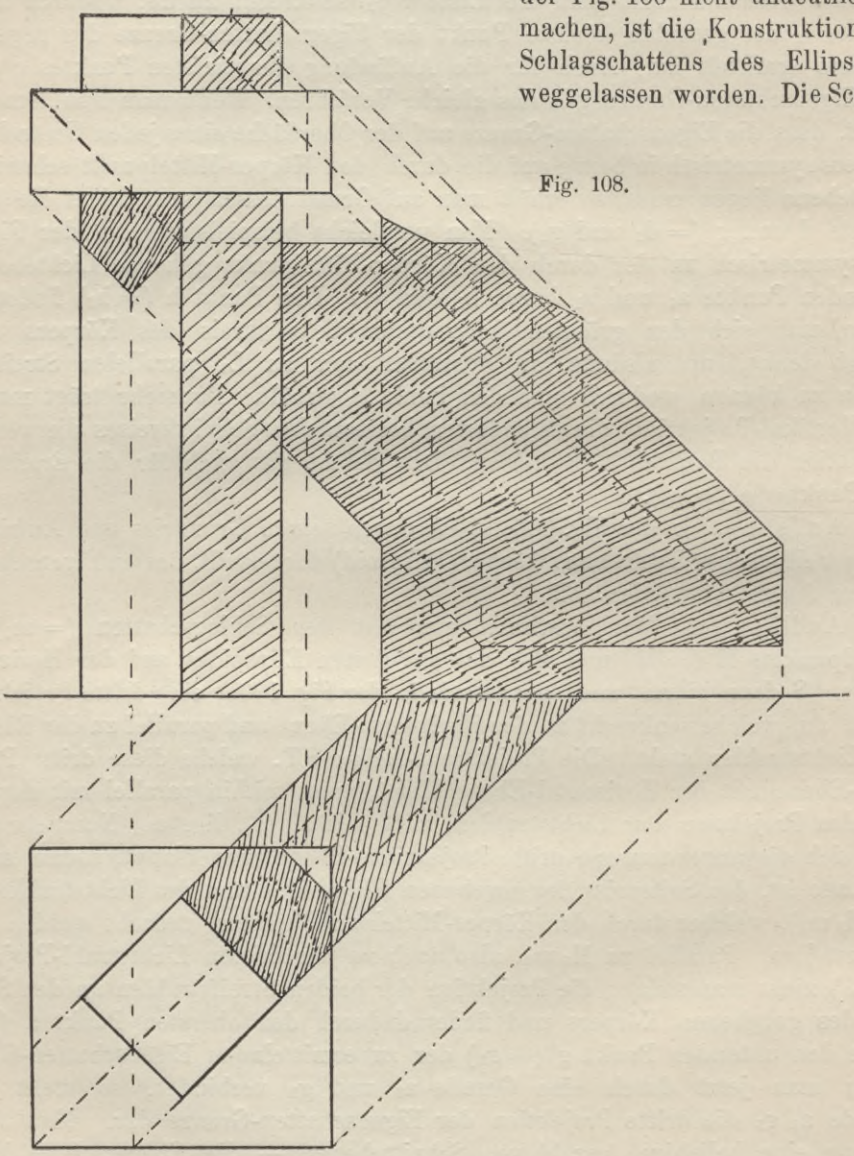


Fig. 108.

schatten-Grenze wird unschwer dadurch ermittelt werden können, dass man den Schlagschatten der Eigenschatten-Grenze bestimmt und die so begrenzte Fläche durch Schraffierung entsprechend hervorhebt.

Aufgabe. In der Fig. 107 ist ein Umdrehungskörper durch seinen Grundriss und seinen Aufriss gegeben. Es sollen die Grenzen des Eigen- und Schlagschattens auf der Oberfläche dieses Körpers festgelegt werden.

Auflösung. Genau wie in der Fig. 104 nimmt man auch in dem vorliegenden Falle eine beliebige Anzahl von Lichtebenen an, welche parallel zu der Horizontal-Projektion der Lichtstrahlen nnd senkrecht auf der Horizontal-Ebene stehen. Nach der Ermittelung der Ver-

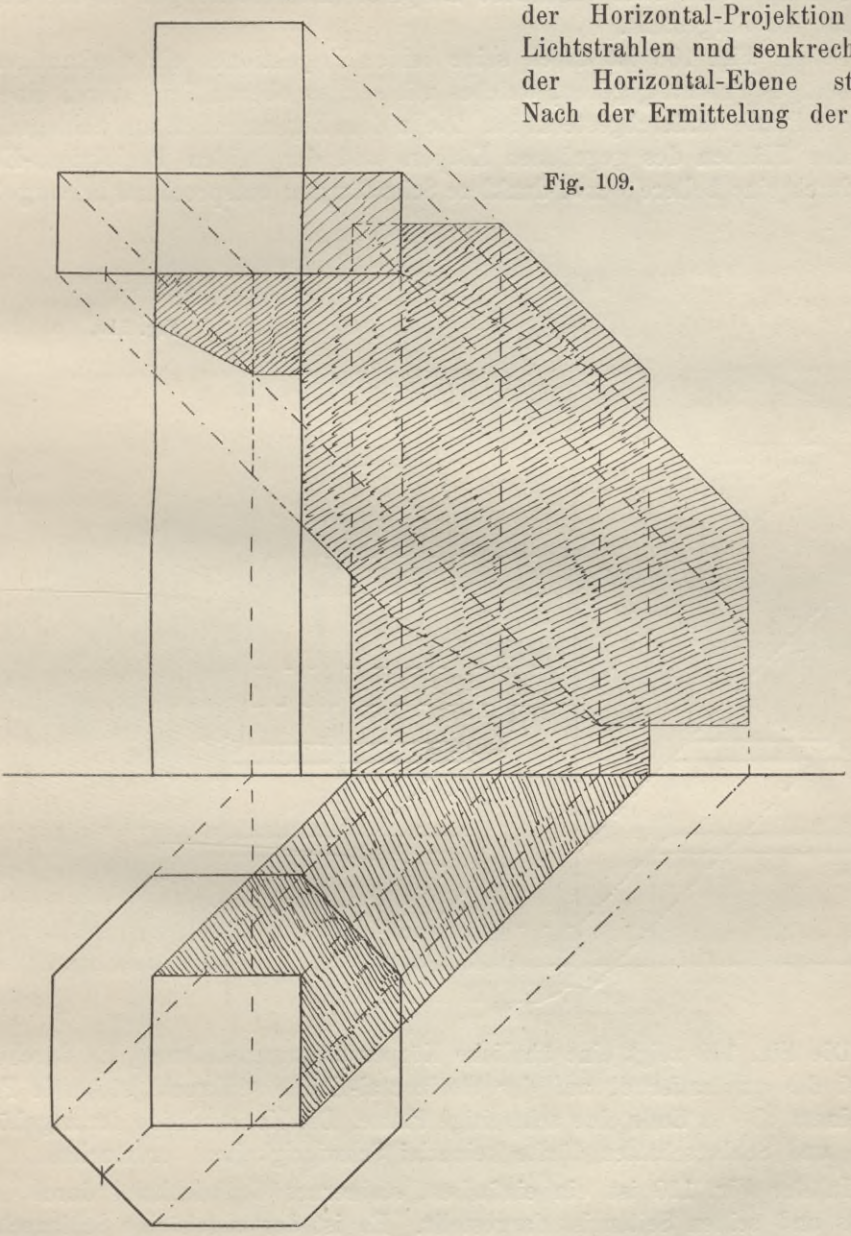


Fig. 109.

tikal-Projektionen dieser Lichtebenen kann man alsdann ohne weiteres die Schlagschatten- und Eigenschatten-Grenzen auf der Oberfläche des gegebenen Körpers bestimmen und zwar zunächst in seinem Aufriss und alsdann auch in seinem Grundriss.

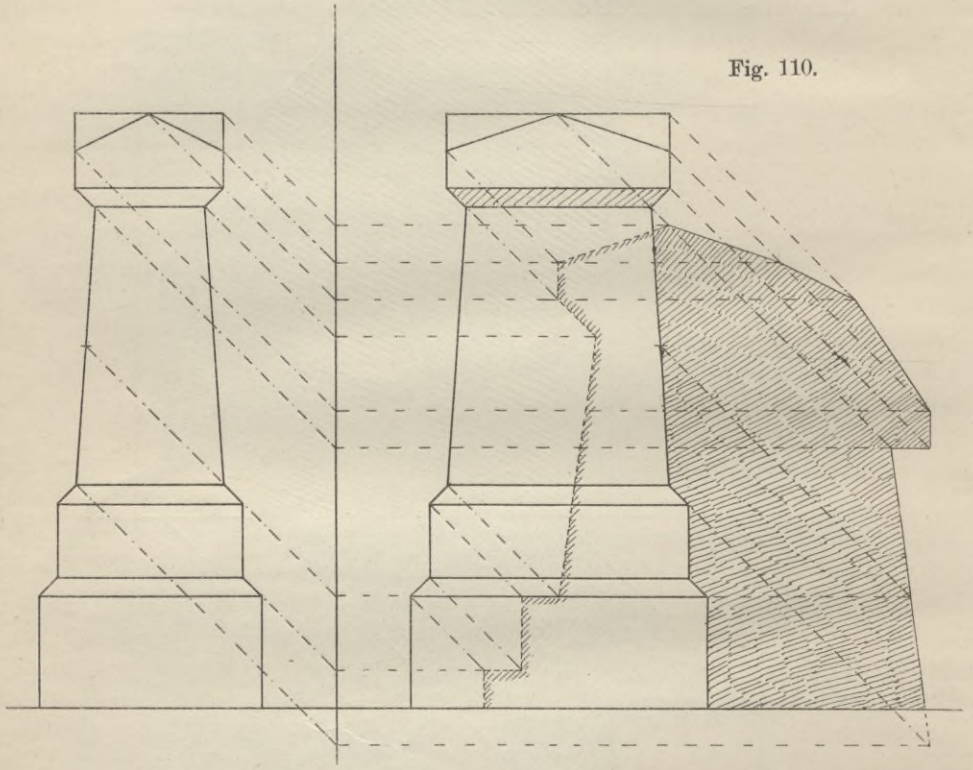
Verschiedene Schattenkonstruktions-Beispiele für den Hochbau.

Die in den Figuren 108 bis 133 gegebenen Darstellungen bilden eine Sammlung von Schattenkonstruktions-Beispielen, welche besonders für den Hochbau entsprechende Verwendung finden können.

Zunächst sind zwei einfachere Körperzusammenstellungen in den Figuren 108 und 109 dargestellt.

In der Fig. 108 ist durch seine beiden Projektionen ein vierkantiges und gleichseitiges Prisma gegeben, welches mit seinem oberen Teile durch eine quadratische Platte hindurchgesteckt ist. Die in dem Eigenschatten und Schlagschatten liegenden Flächen des gegebenen Körpers und der beiden Projektions-Ebenen sind durch eine hellere bezw. dunklere Schraffierung entsprechend hervorgehoben worden.

Fig. 110.



Die Fig. 109 zeigt eine ähnliche Körperzusammenstellung. Es durchdringt hierbei das quadratische, auf der Horizontal-Ebene senkrecht stehende Prisma mit seinem oberen Ende eine achtseitige Platte. Die Konstruktion der zugehörigen Eigen- und Schlagschatten dürfte keinerlei Schwierigkeiten verursachen.

In der Fig. 110 ist ein einfaches, steinernes Grabdenkmal durch seinen Aufriss und seinen Seitenriss dargestellt. Es ist der zugehörige Schlagschatten auf der Vertikal-Ebene, an deren Stelle gegebenenfalls eine Mauer stehen könnte, ermittelt worden.

Die in der Fig. 111 gegebenen Darstellungen zeigen den Grundriss und den Aufriss eines rechteckigen Schornsteines, welcher seinen Schlagschatten auf

eine Dachfläche wirft. Um die Grenzen dieses Schlagschattens ermitteln zu können, ist ein Seitenriss notwendig, welcher über die Neigung des Daches Aufschluss gibt.

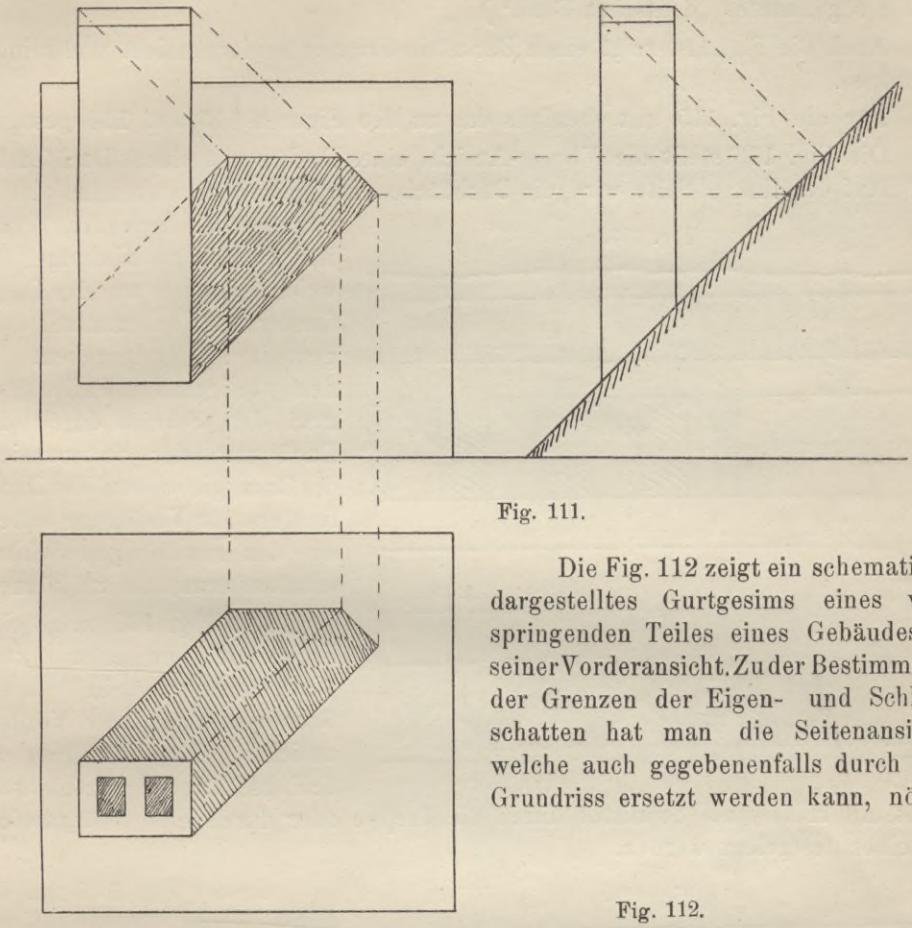
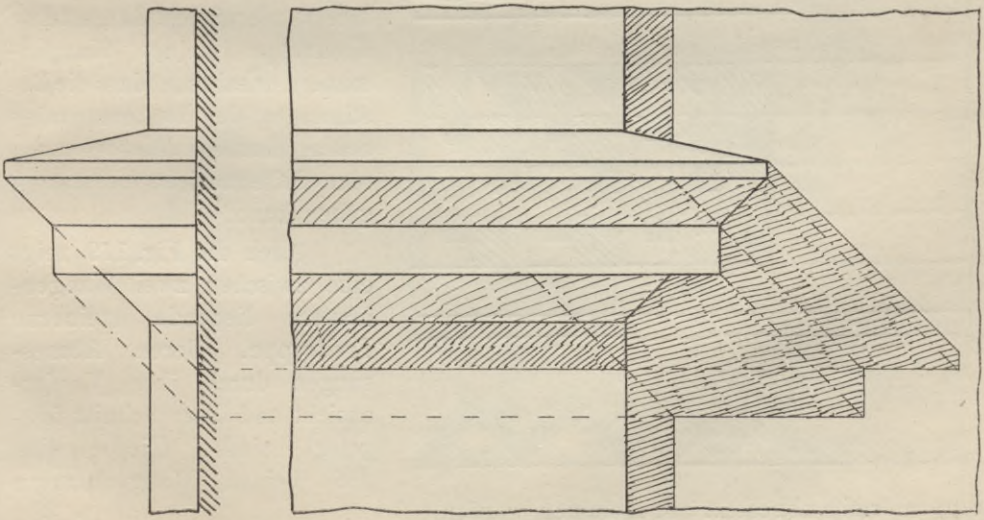


Fig. 111.

Die Fig. 112 zeigt ein schematisch dargestelltes Gurtgesims eines vorspringenden Teiles eines Gebäudes in seiner Vorderansicht. Zu der Bestimmung der Grenzen der Eigen- und Schlagschatten hat man die Seitenansicht, welche auch gegebenenfalls durch den Grundriss ersetzt werden kann, nötig.

Fig. 112.



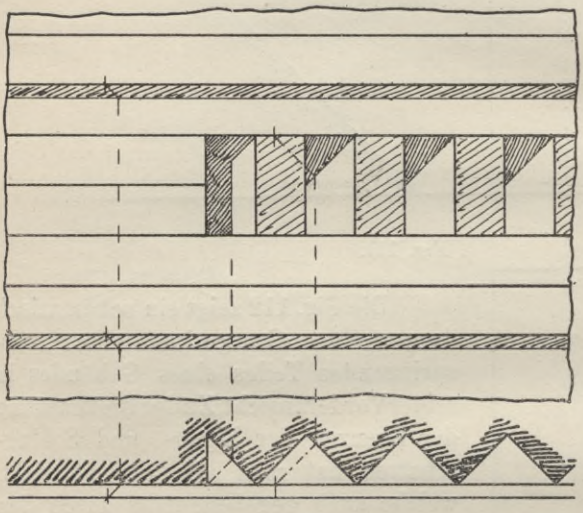
In der Fig. 113 ist ein einfacher Fries, dessen Vorkommen in der Backstein-Architektur sehr häufig ist, zur Darstellung gelangt. (Der gegebene Fries ist ein sogenanntes „deutsches Band“.)

Auch die Fig. 114 zeigt einen Backstein-Fries in seiner Ansicht und seinem Grundriss.

Für die Fig. 115 gilt ebenfalls das zu den Figuren 113 und 114 gesagte:

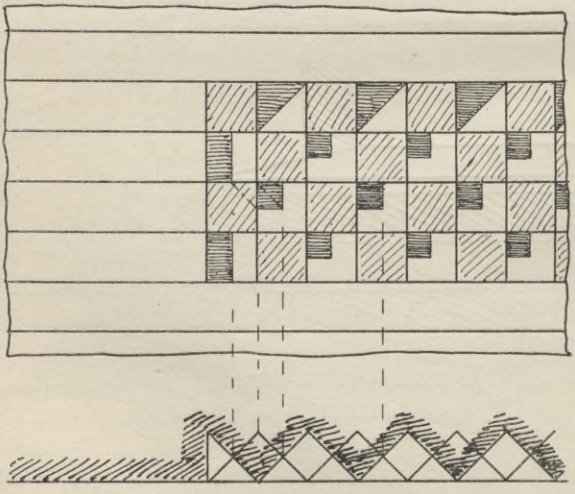
Die Fig. 116 stellt die Vorder-Ansicht eines Daches mit einem Dachfenster dar. Auf der linken Seite wird die Dachfläche durch einen vorstehenden glatten Brandgiebel begrenzt, ferner ist noch das Hauptgesims, welches, ebenso wie das Dachfenster, nur schematisch dargestellt ist, angegeben. In dem vorliegenden Falle muss man den Schnitt durch das Dach mit der Seitenansicht des Brandgiebels und des Dachfensters zur Verfügung haben, um den zugehörigen Schlagschatten ermitteln zu können.

Fig. 113.



Die Fig. 117 zeigt eine Freitreppe zwischen zwei Wangenmauern in ihrem Grundriss und ihrer Vorderansicht. Es können die Schlagschatten-Grenzen sehr leicht mit Hilfe eines Schnittes durch die Treppe oder durch eine Seitenansicht derselben festgelegt werden.

Fig. 114.



In der Fig. 118 hat die durch ihren Grundriss und ihre Vorderansicht dargestellte Freitreppe keine Wangenmauern erhalten, sodass die Bestimmung des vorkommenden Schlagschattens hierbei auch ohne Seitenansicht von statten gehen kann.

Auch die Fig. 119 zeigt eine zwischen zwei Wangenmauern liegende steinerne Freitreppe, deren Abmessungen durch ihre Vorderansicht und ihren Schnitt festgelegt sind. Hierbei sind die beiden Wangenmauern treppenförmig abgesetzt angenommen worden.

In der Fig. 120 ist ein einfacher Strebepfeiler mit anschliessender Mauer durch seine drei Projektionen gegeben. Die Grenzen des zugehörigen Schlag-

Fig. 115.

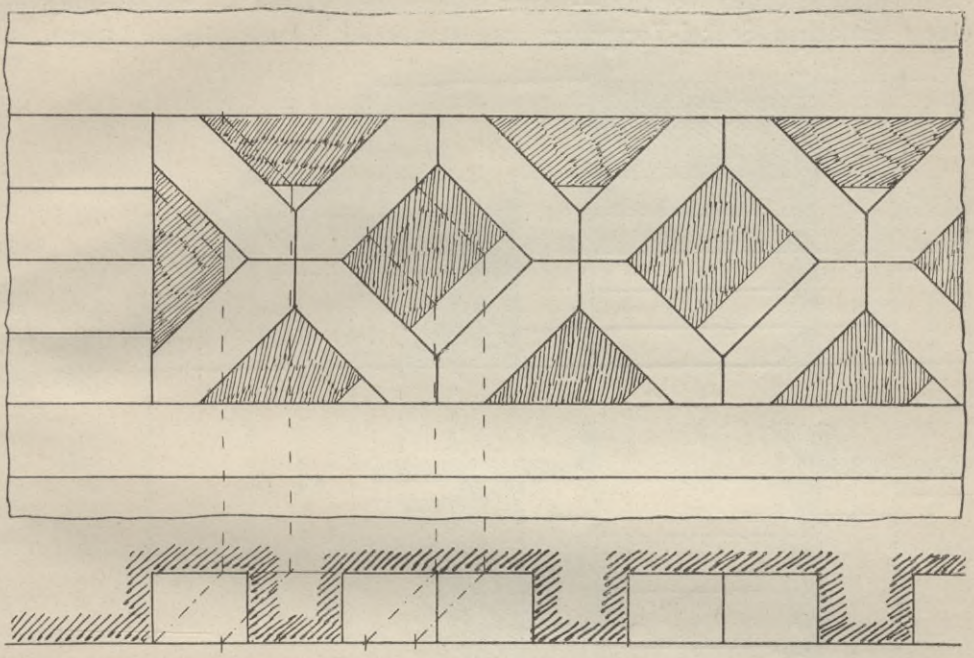
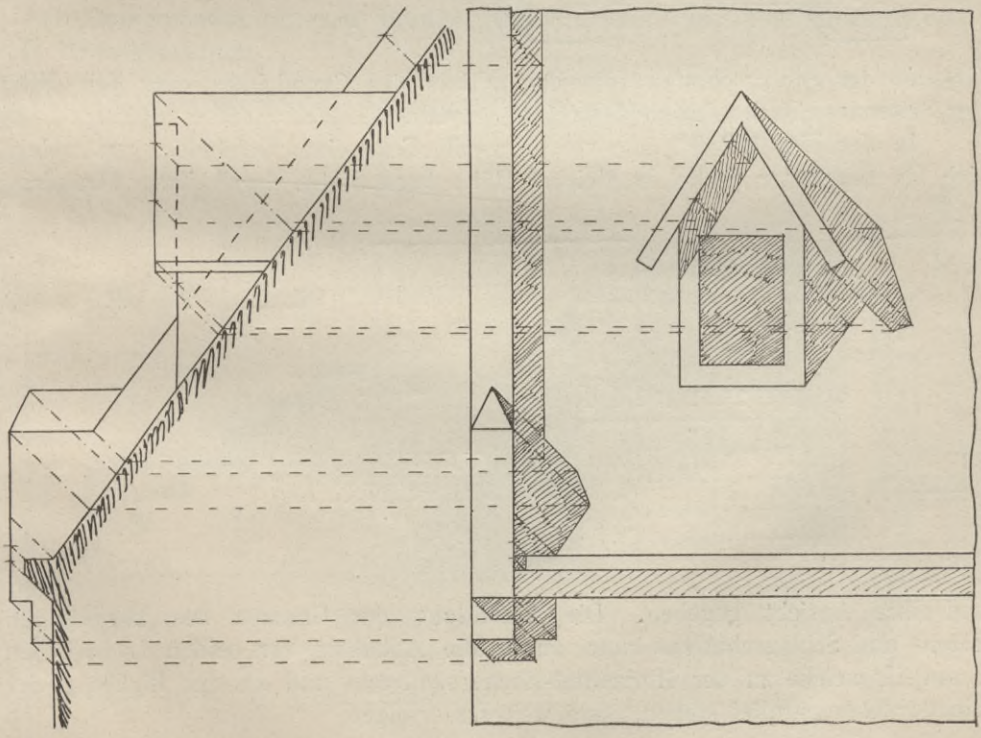


Fig. 116.



schattens können in diesem Falle entweder mit Hilfe des Grundrisses oder durch die Seitenansicht allein unschwer bestimmt werden.

Die Fig. 121 zeigt einen Teil einer aus Quadern hergestellten Mauer mit einer entsprechenden Vorlage — einer sogenannten Lisene —, welche noch mit einem einfachen Sockel-Vorsprung ausgestattet ist. Auch hierbei können die

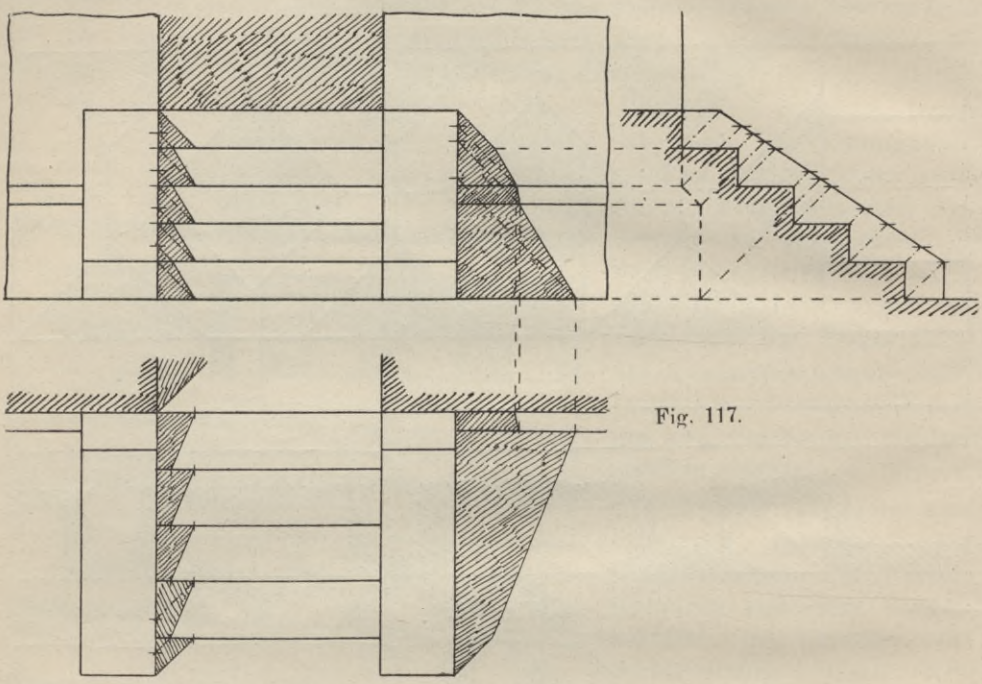


Fig. 117.

Grenzen der Schlagschatten entweder mittels des Grundrisses oder mit Hilfe der Seitenansicht der Lisene festgelegt werden.

In der Fig. 122 ist eine vorspringende Ecke eines Gebäudes, um welche sich ein abgefaster Sockel in gleicher Höhe herumzieht, durch ihren Grundriss

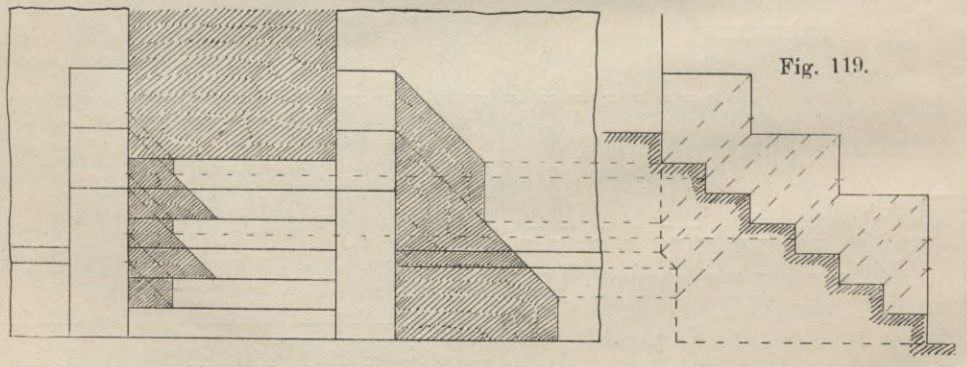


Fig. 119.

und ihre Ansicht gegeben. Die Auffindung der Grenzen des zugehörigen Eigen- und Schlagschattens kann durch die Annahme der beiden Lichtebenen I und II, welche zu der Horizontal-Ebene senkrecht und zu der Richtung der Lichtstrahlen parallel stehen, ohne weiteres erfolgen.

Genau das gleiche gilt auch für die in der Fig. 123 gegebenen Darstellung, nur ist in diesem Falle der um die Gebäude-Ecke herumgeführte Sockel in ver-

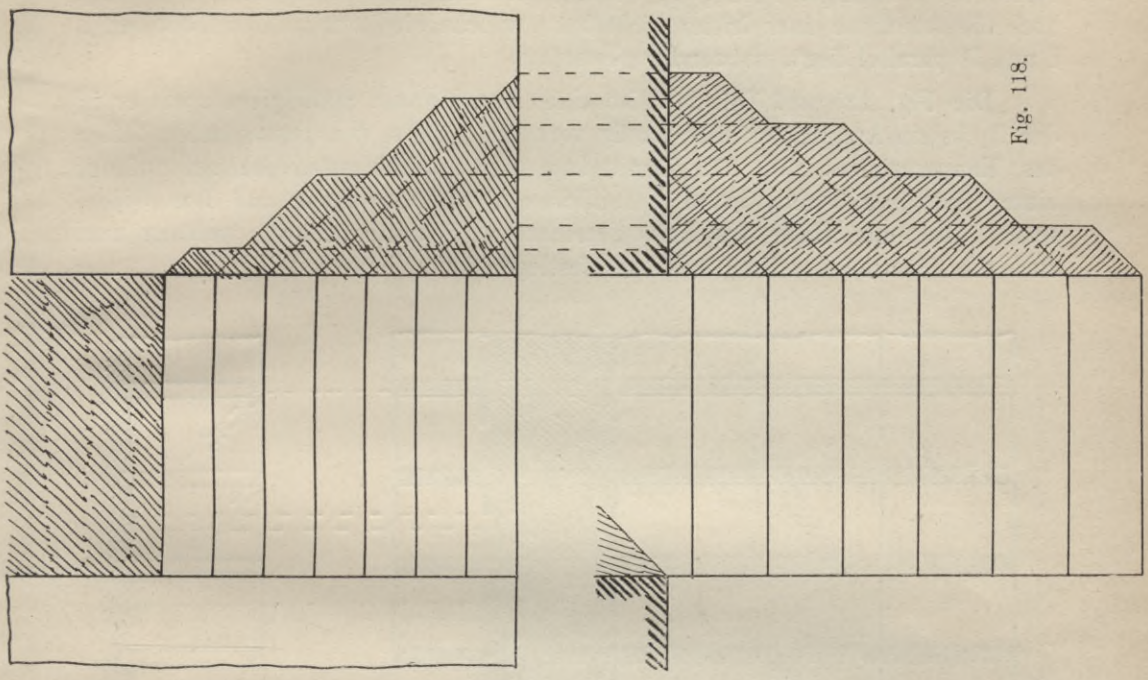


Fig. 118.

schiedener Höhe angenommen worden. Zu der Ermittelung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen wurden ebenfalls die beiden Lichtebenen I und II zu Hilfe genommen.

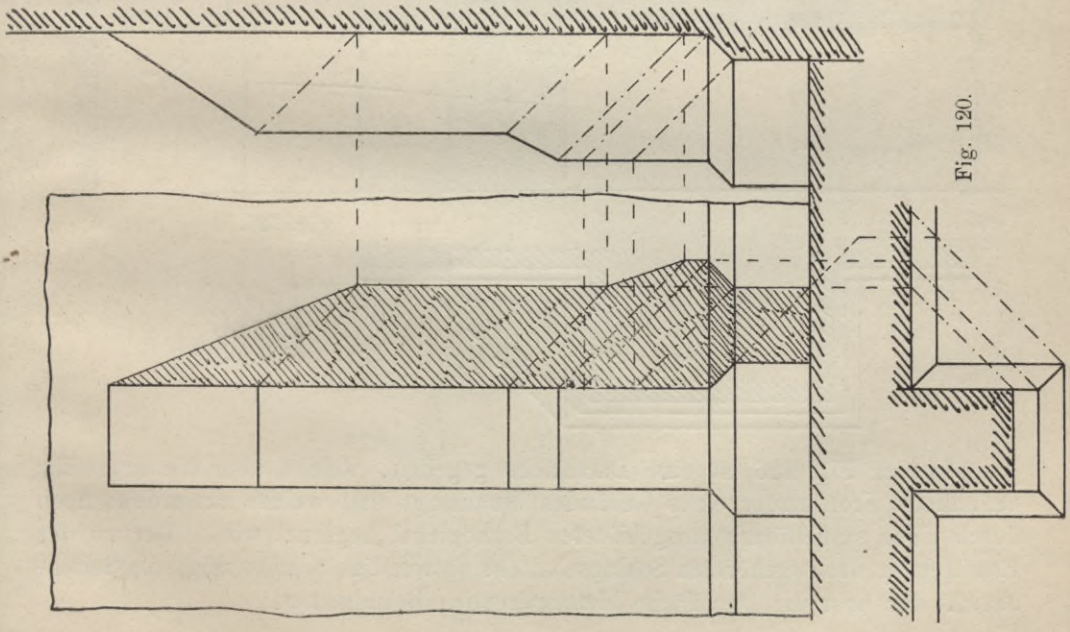


Fig. 120.

Auch für die Fig. 124, Taf. 1, haben gleichfalls die zu den beiden vorangegangenen Figuren gegebenen Erläuterungen zu gelten. Doch war in diesem Falle zu der richtigen Festlegung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen noch die Annahme einer dritten Lichtebene, welche wiederum zu den Lichtebenen I und II parallel liegt, notwendig geworden.

Die Fig. 125 auf Taf. 2 weist einen sogenannten Staffelgiebel, wie er in der Backstein-Architektur sehr häufig vorkommt, nebst den anstossenden Teilen des Hauptgesimses auf. Die Ermittelung der Schlagschatten-Grenzen auf der hinter dem gegebenen Giebel befindlichen Dachfläche sowie auf dem Giebel selbst wird mit Hilfe des links gezeichneten Schnittes, durch welchen man auch die Schatten des Hauptgesimses festlegen kann, bewerkstelligt.

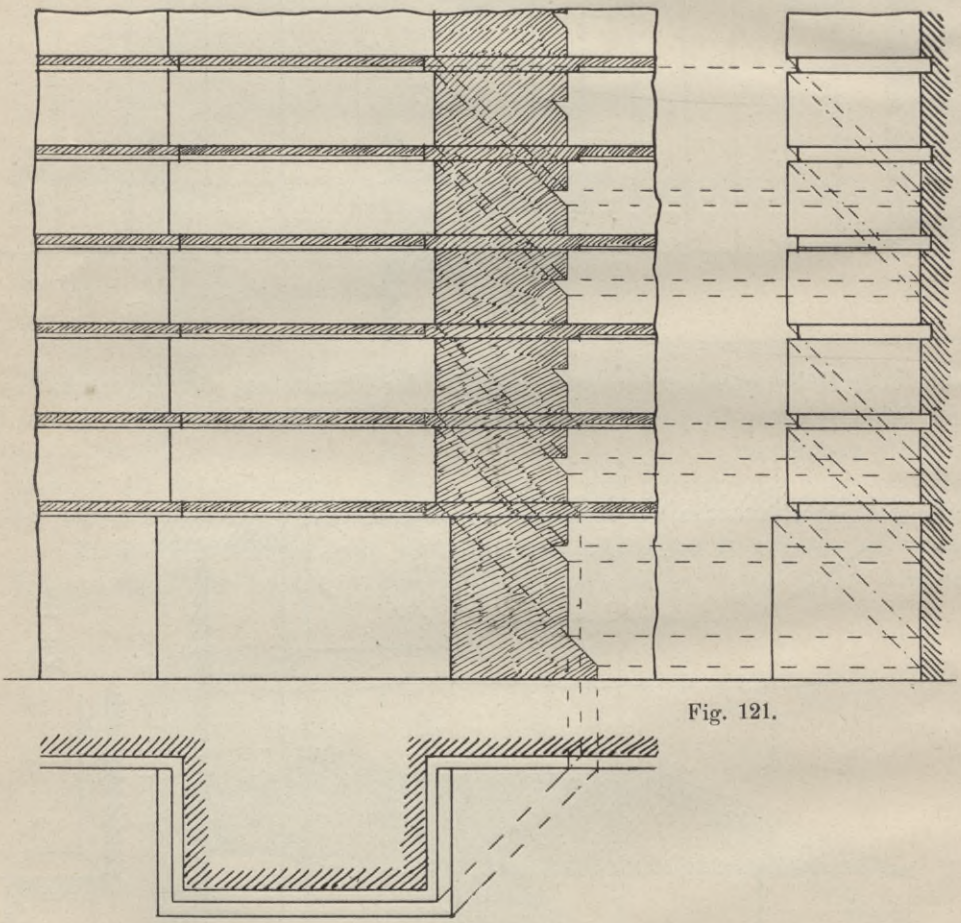


Fig. 121.

In der Fig. 126 ist eine Dachfläche gegeben, welche über die unter ihr befindliche Frontmauer eines Gebäudes hinausragt und welche ausserdem noch durch einen staffelförmig ausgebildeten Brandgiebel begrenzt wird. Der zu der Ermittelung des zugehörigen Schlagschattens notwendige Schnitt zeigt die Seitenansicht der über die Dachfläche hinausragenden Brandmauer.

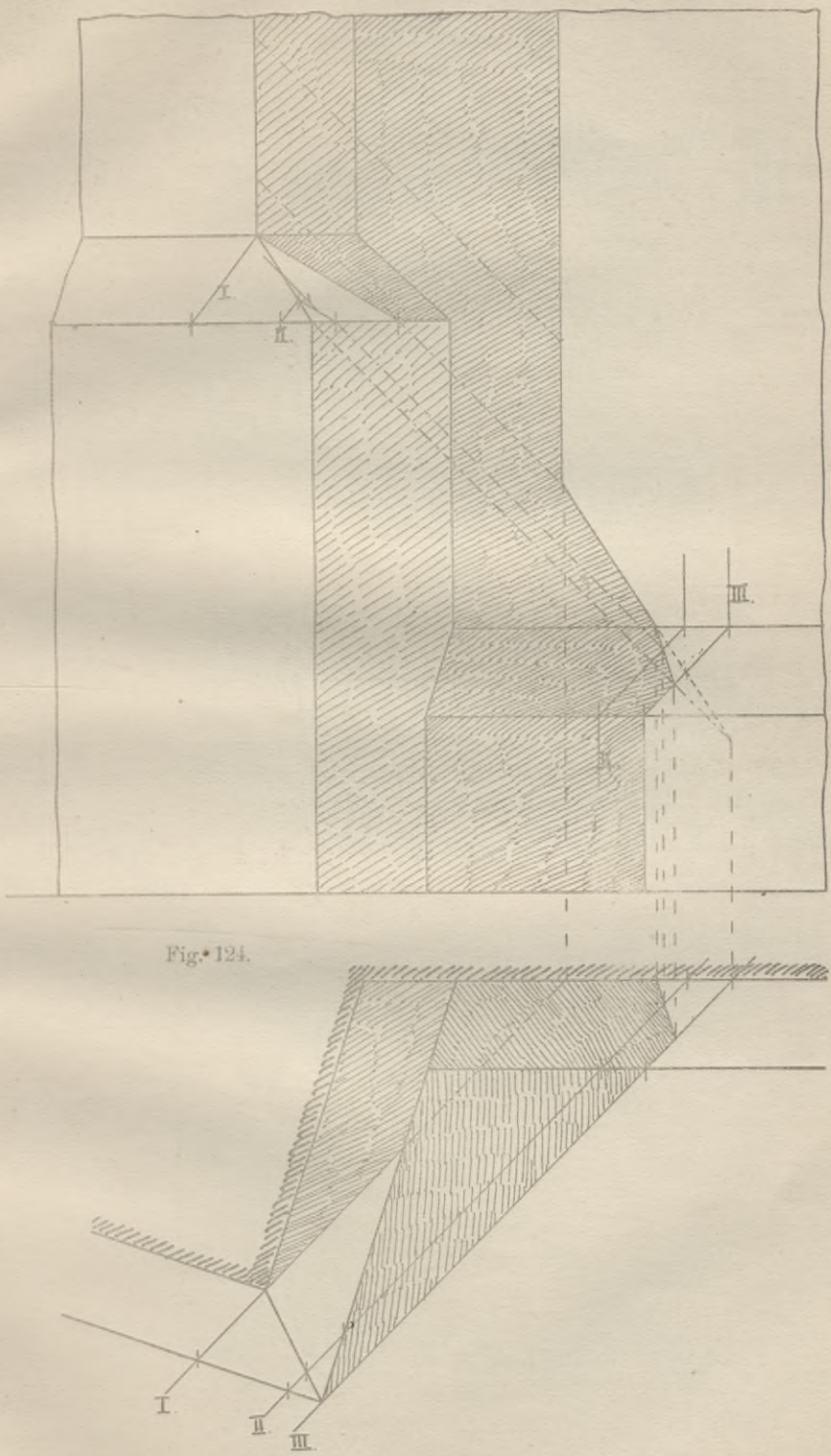


Fig. 124.

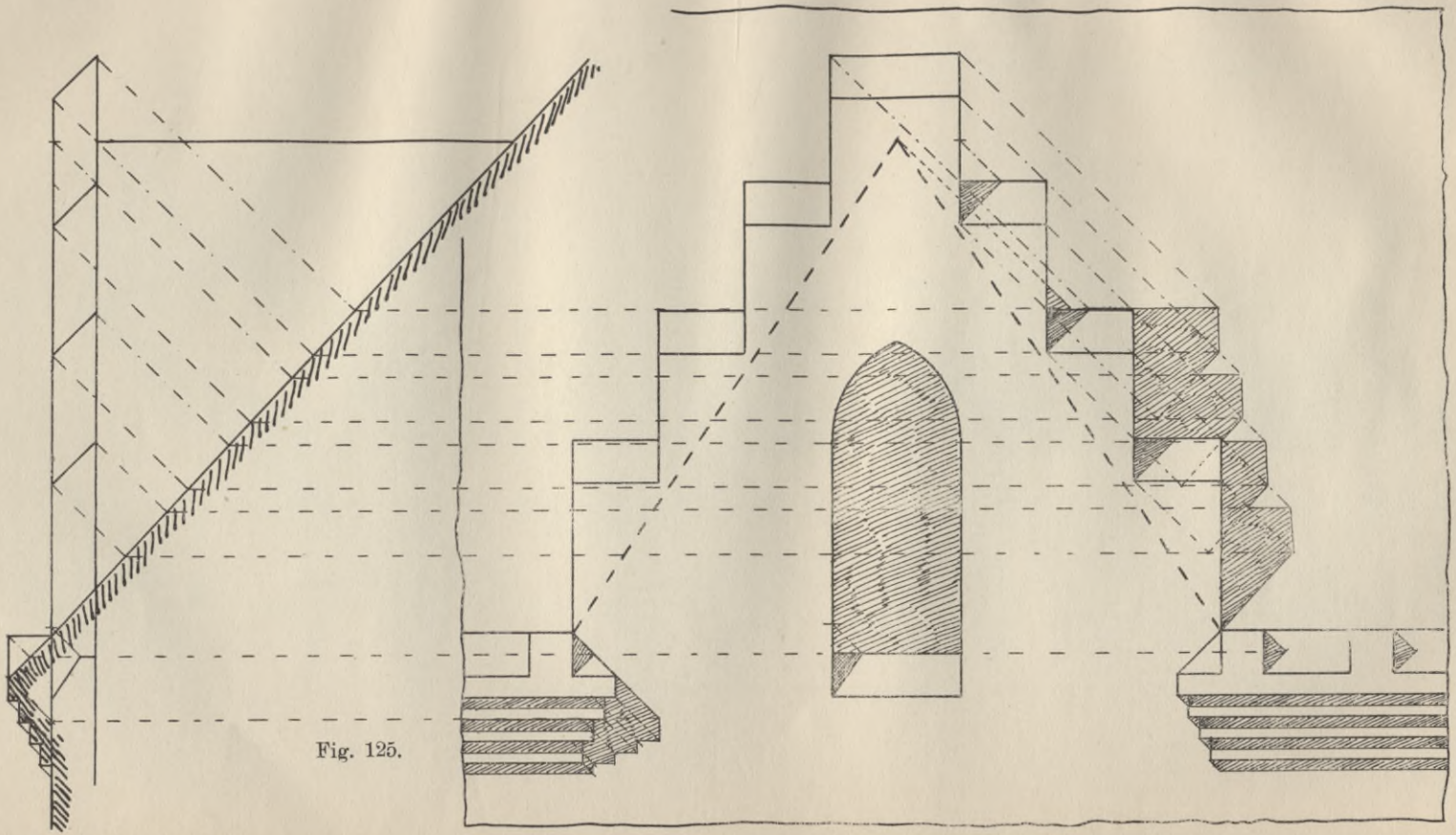


Fig. 125.

In der Fig. 127 ist eine profilierte Sohlbank einer Fenster-Oeffnung durch ihre Vorder- und Seiten-Ansicht zur Darstellung gelangt. Die Sohlbank selbst liegt in gleicher Höhe des profilierten Sockelvorsprunges.

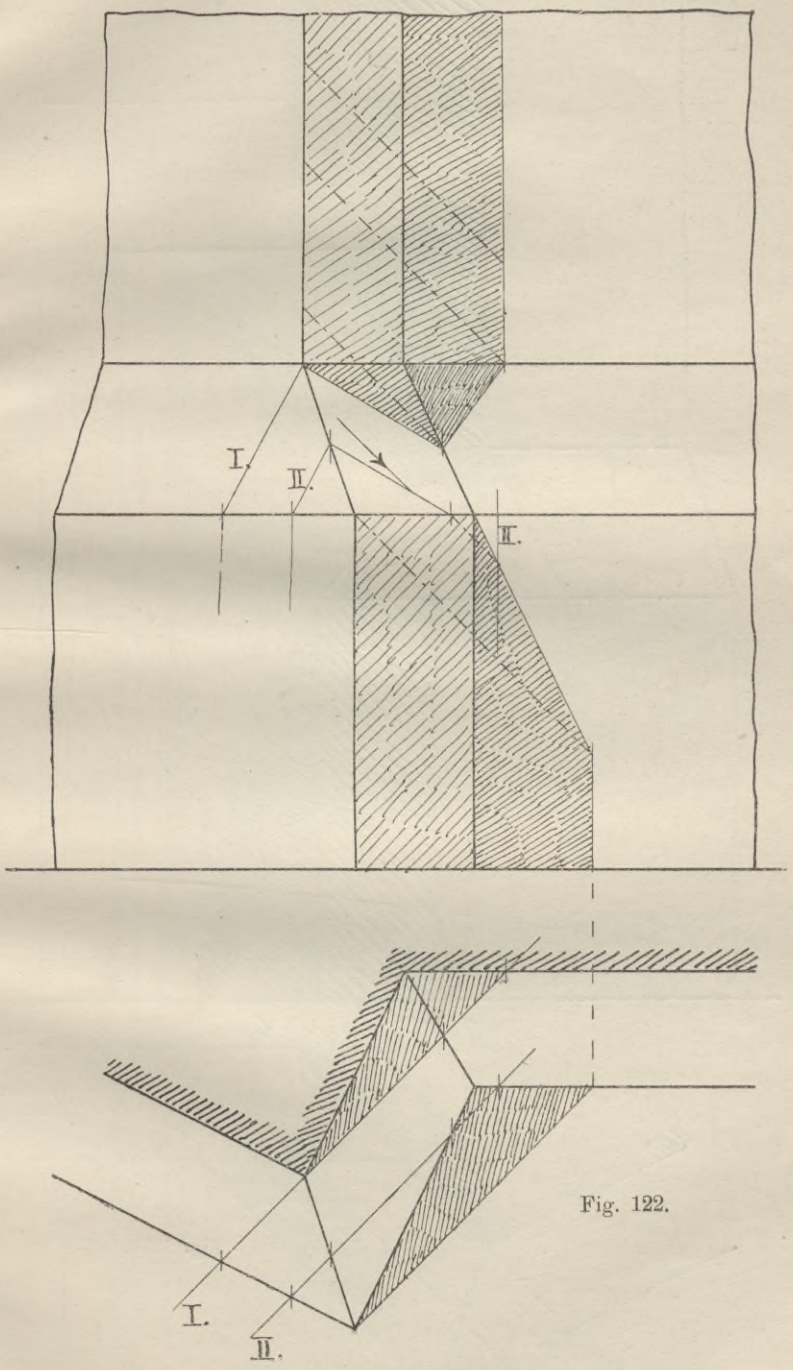


Fig. 122.

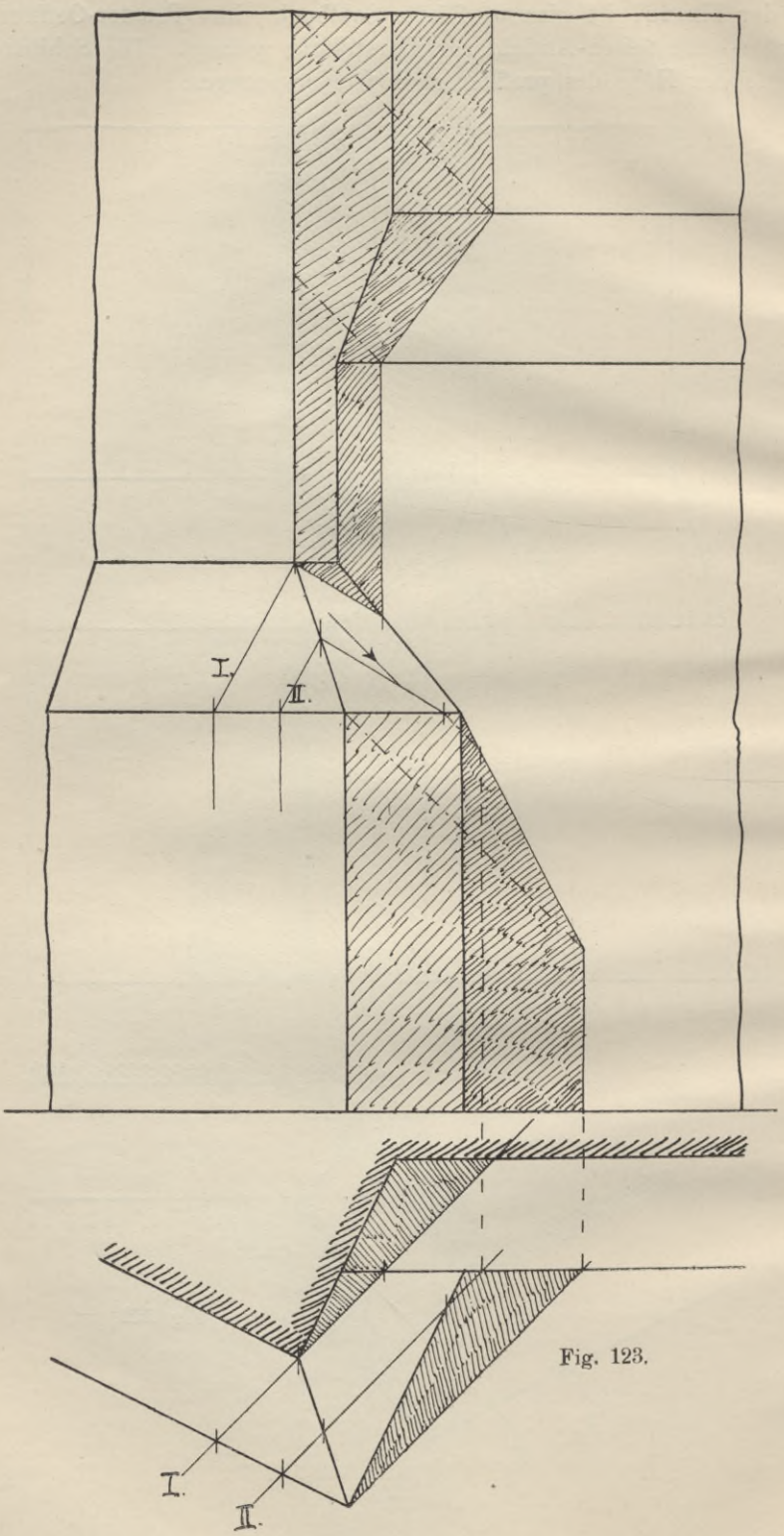


Fig. 123.

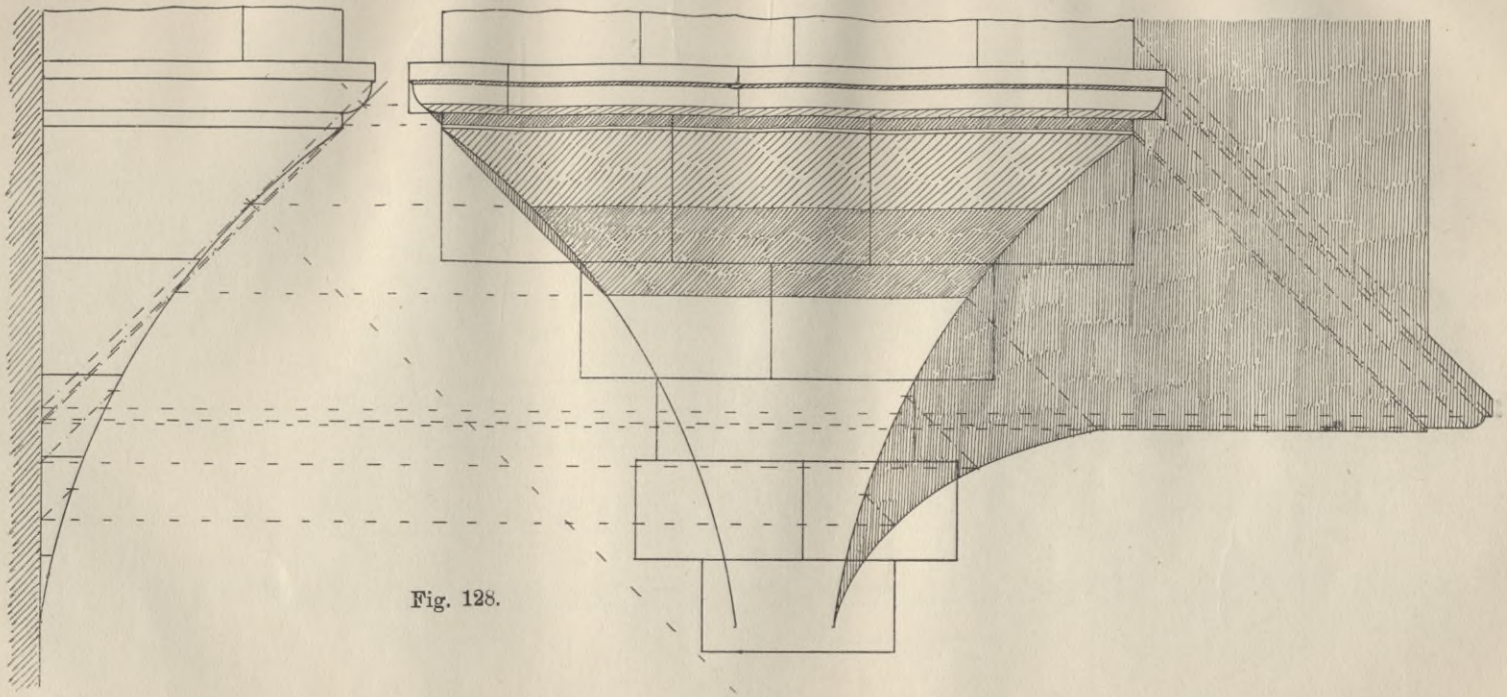


Fig. 128.

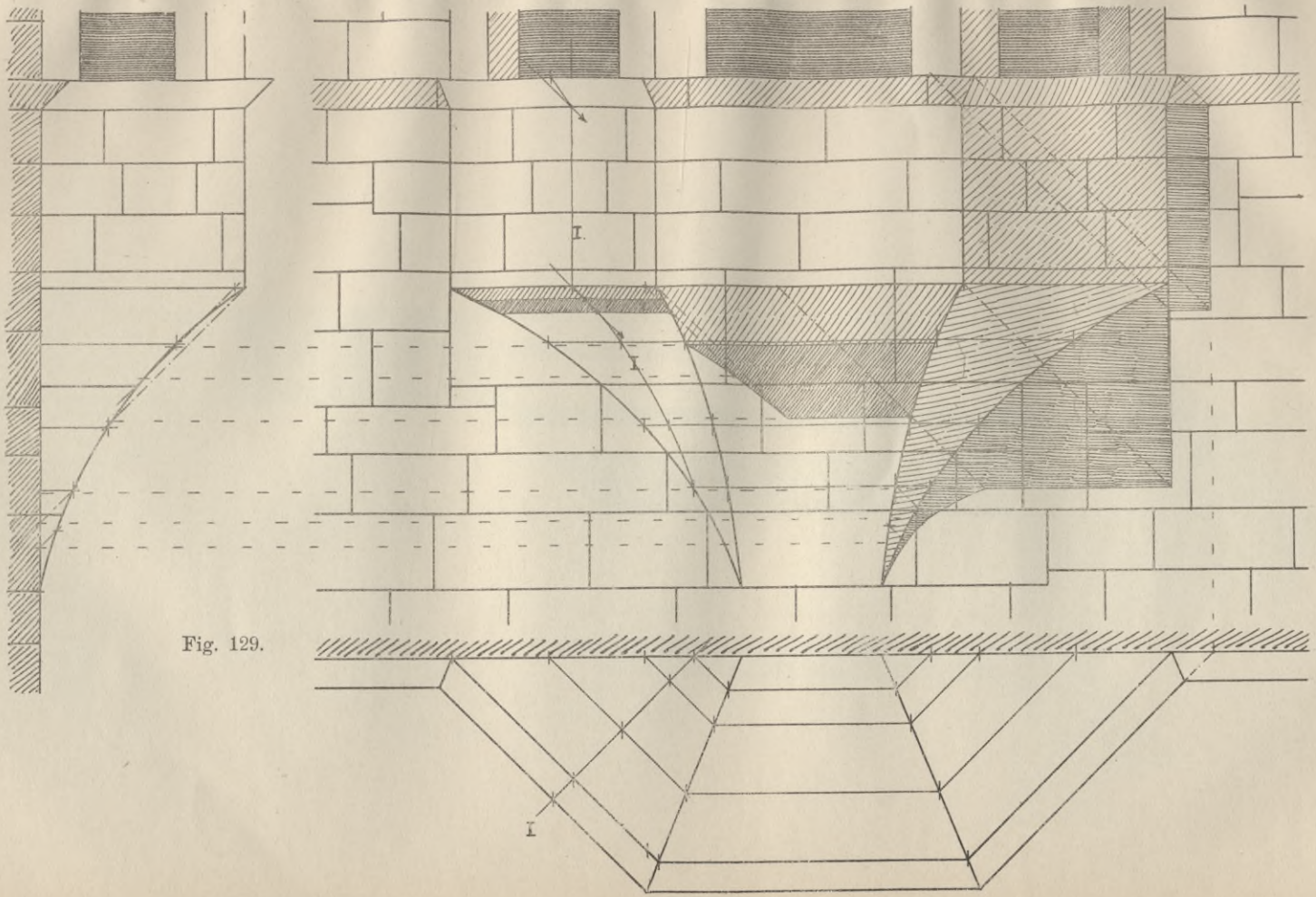


Fig. 129.

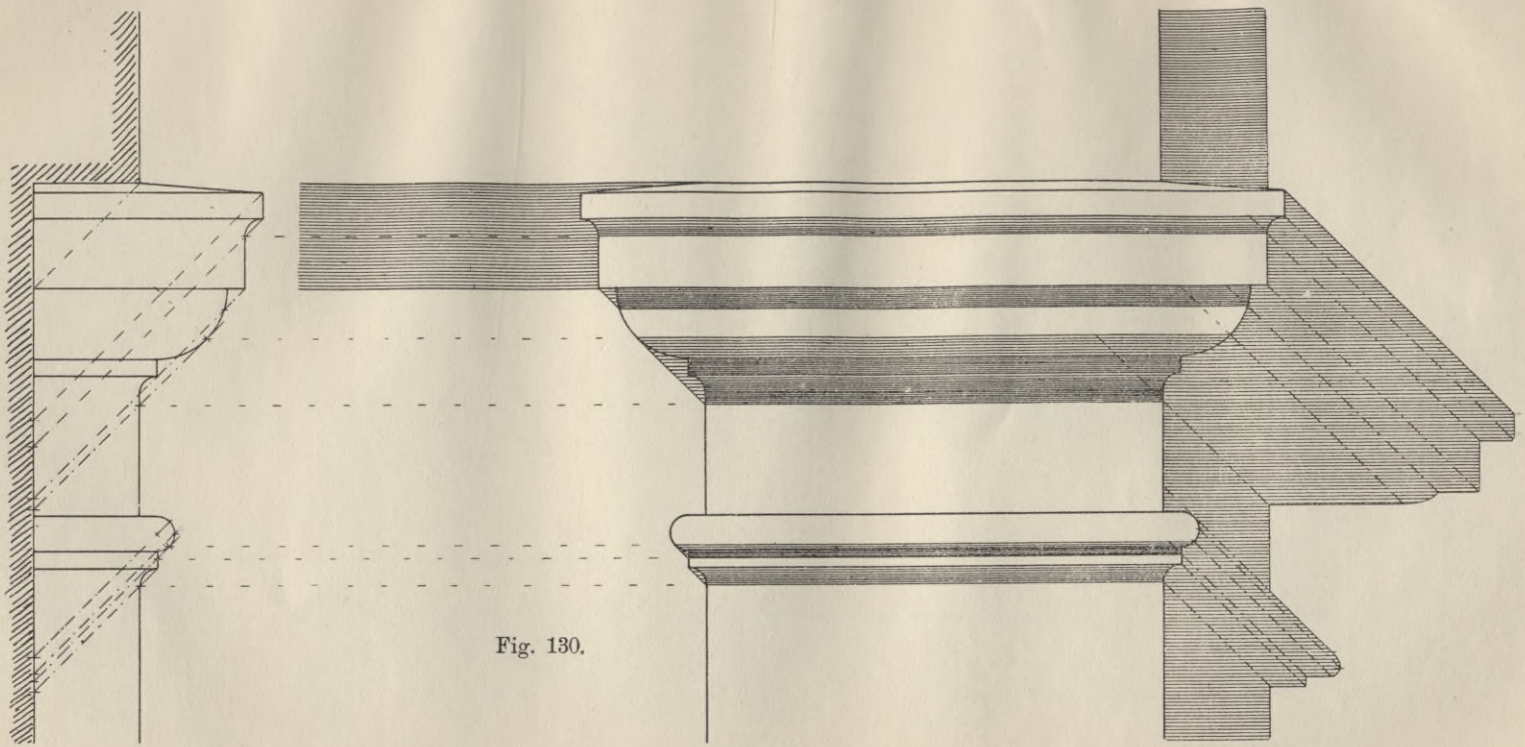


Fig. 130.

Die Fig. 128 auf Taf. 3 zeigt den unteren Teil eines rechteckigen ausladenden Erkers eines Wohnhauses. Um die Grenzen der in der Vorderansicht des Erkers vorkommenden Schlagschatten bestimmen zu können, ist eine Seitenansicht derselben notwendig. Die Oberflächen der tragenden Teile des Erkers gehören jeweils der Mantelfläche eines Hohl-Zylinders an.

Für den in der Fig. 129 auf Taf. 4 durch seine drei Projektionen gegebenen, dreiseitigen Erker gilt in bezug auf die Gestalt der ausladenden Teile desselben das gleiche, was schon in der vorangehenden Fig. 128 gesagt wurde. Die in dem Eigenschatten liegenden Flächen treten durch eine weiter gehaltene Schraffierung heller in die Erscheinung als dies bei denjenigen Flächen der Fall ist, welche Schlagschatten erhalten.

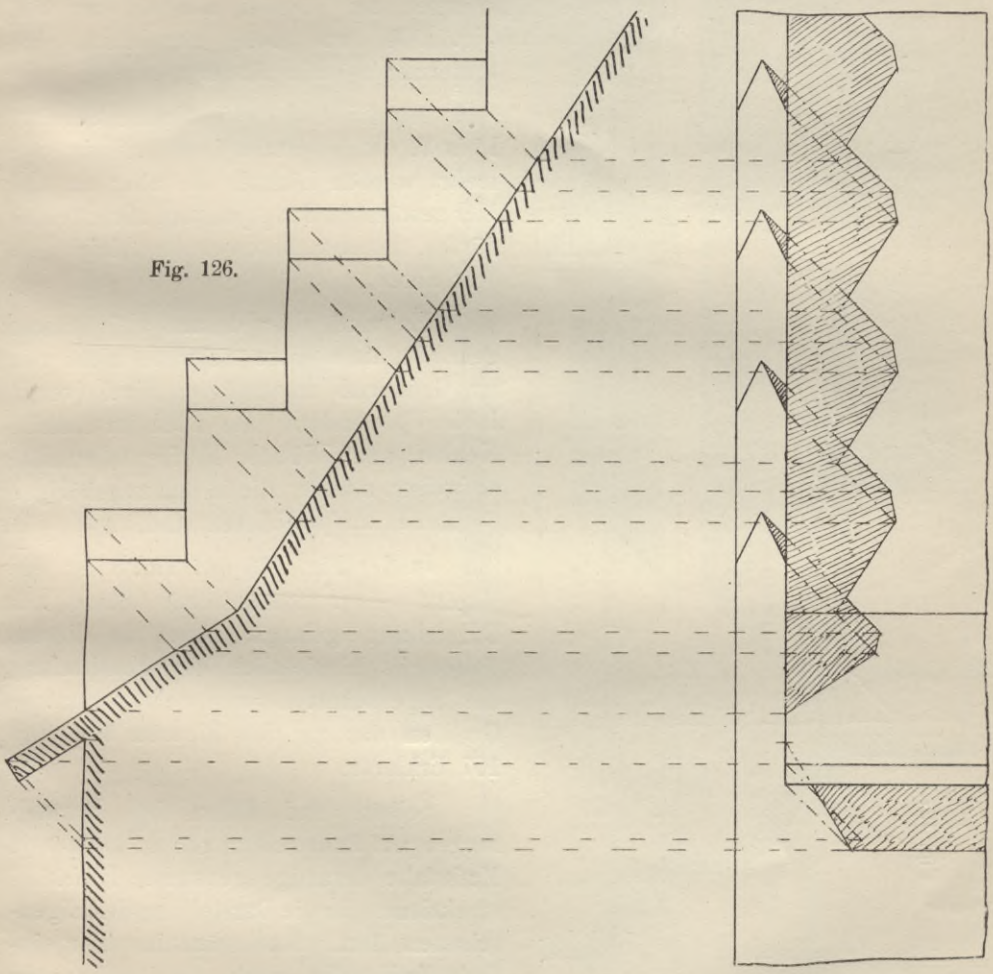


Fig. 126.

In der Fig. 130 auf Taf. 5 ist das Kapitäl eines Pilasters durch seine Vorder-Ansicht gegeben. Die Grenzen der zugehörigen Eigen- und Schlagschatten können mit Hilfe der beigegebenen Seiten-Ansicht des Pilasters leicht festgelegt werden.

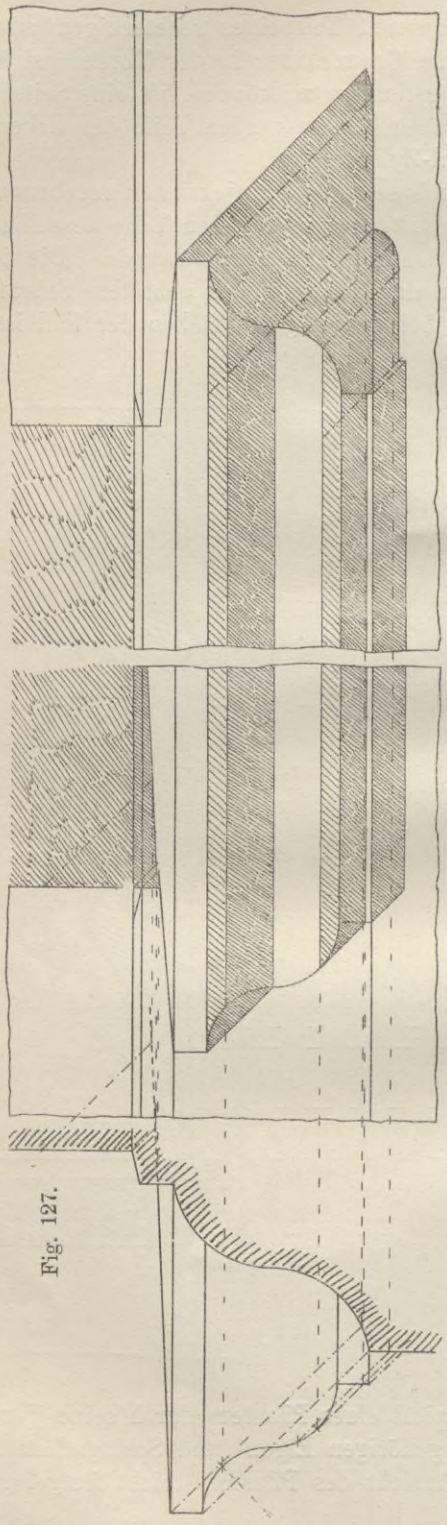


Fig. 127.

Ebenso zeigt auch die Fig. 131 auf Taf. 6 eine architektonische Einzelheit, nämlich einen verkröpften Pilasterfuss. In diesem Falle kann die Ermittelung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen nur mit Hilfe einer Seiten-Ansicht ausgeführt werden.

Die Fig. 132 auf Taf. 7 weist den Grundriss und die Ansicht eines Säulenfusses auf. In bezug auf die Auffindung der zugehörigen Eigen- und Schlagschatten sei hierbei auf die zu den Fig. 104 und 107 gegebenen Erläuterungen aufmerksam gemacht.

Mit Hilfe der wichtigsten Schnitte I bis V, deren Anzahl noch beliebig vermehrt werden könnte, die aber an den hier gewählten Hauptpunkten nicht fehlen dürfen, ist der Eigenschatten leicht zu bestimmen.

Es wird aber darauf aufmerksam gemacht, dass diese Schnitte nicht nur im Grundriss anzunehmen sind (vergl. I bis V), sondern dass auch im Aufriss Kehlen und Wülste Horizontalschnitte aufweisen müssen, die in den zugehörigen Grundriss zu projizieren sind.

In der Fig. 133 auf Taf. 8 ist das Kapitäl einer toskanischen Säule zur Darstellung gelangt. Auch in diesem Falle gilt hinsichtlich der Ermittelung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen das zu den Figuren 104 und 107 Erklärte.

Selbstredend fallen bei Darstellungen auf Bauzeichnungen in kleinerem Mafsstabe derartige genaueste Hilfskonstruktionen für die Darstellung des Eigenschattens fort. Man trägt ihn hier einfach freihändig nach dem bekannten Muster ein.

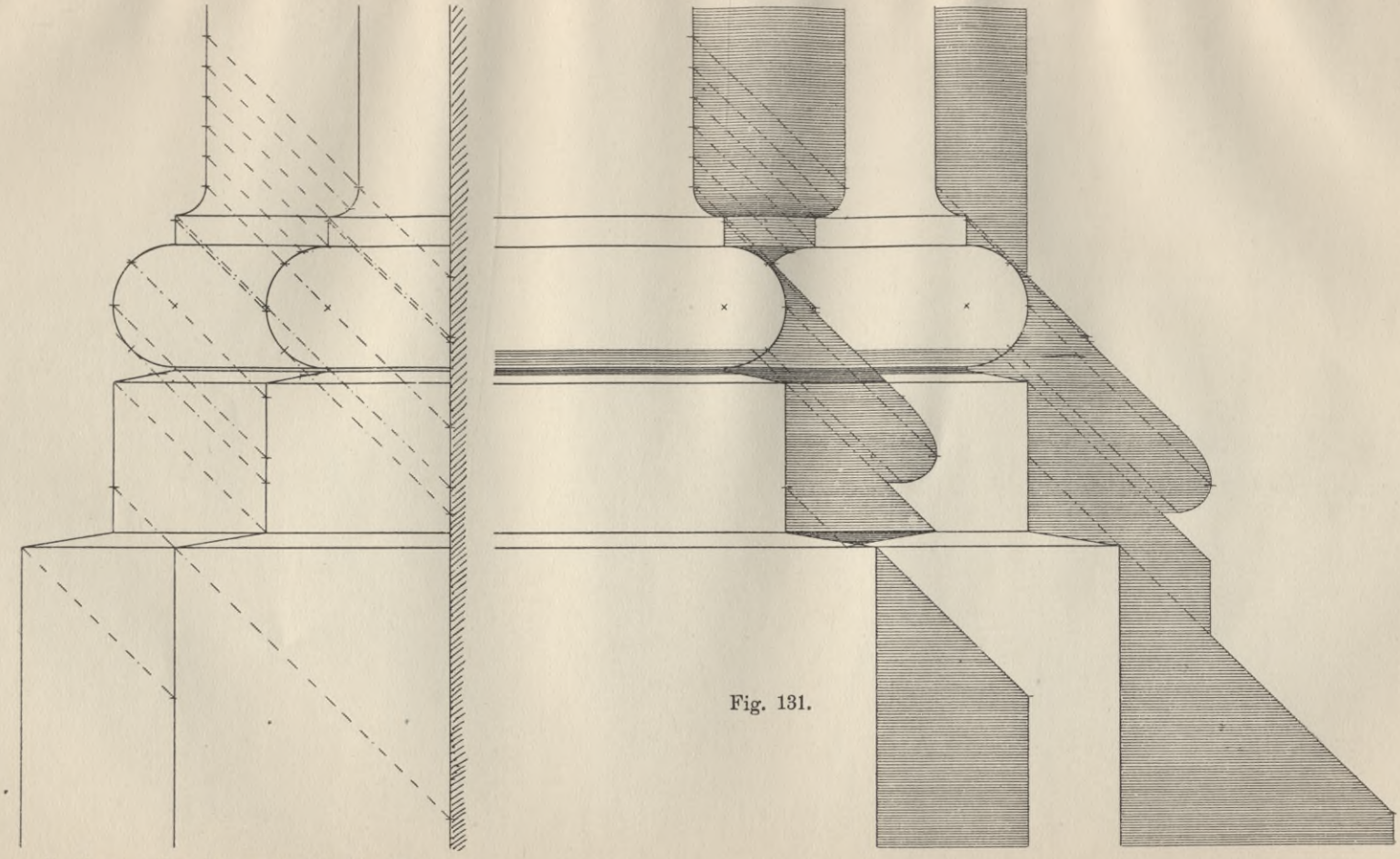


Fig. 131.

Fig. 132.

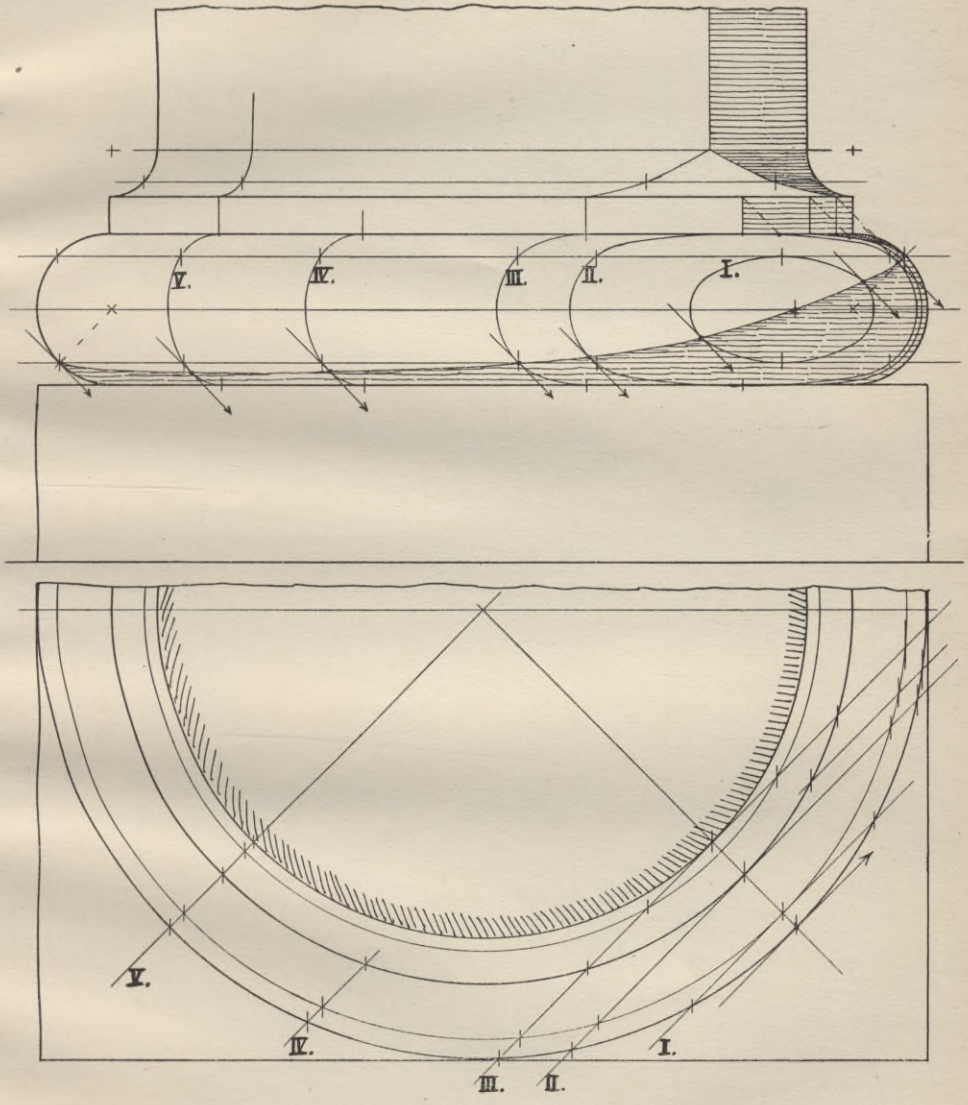
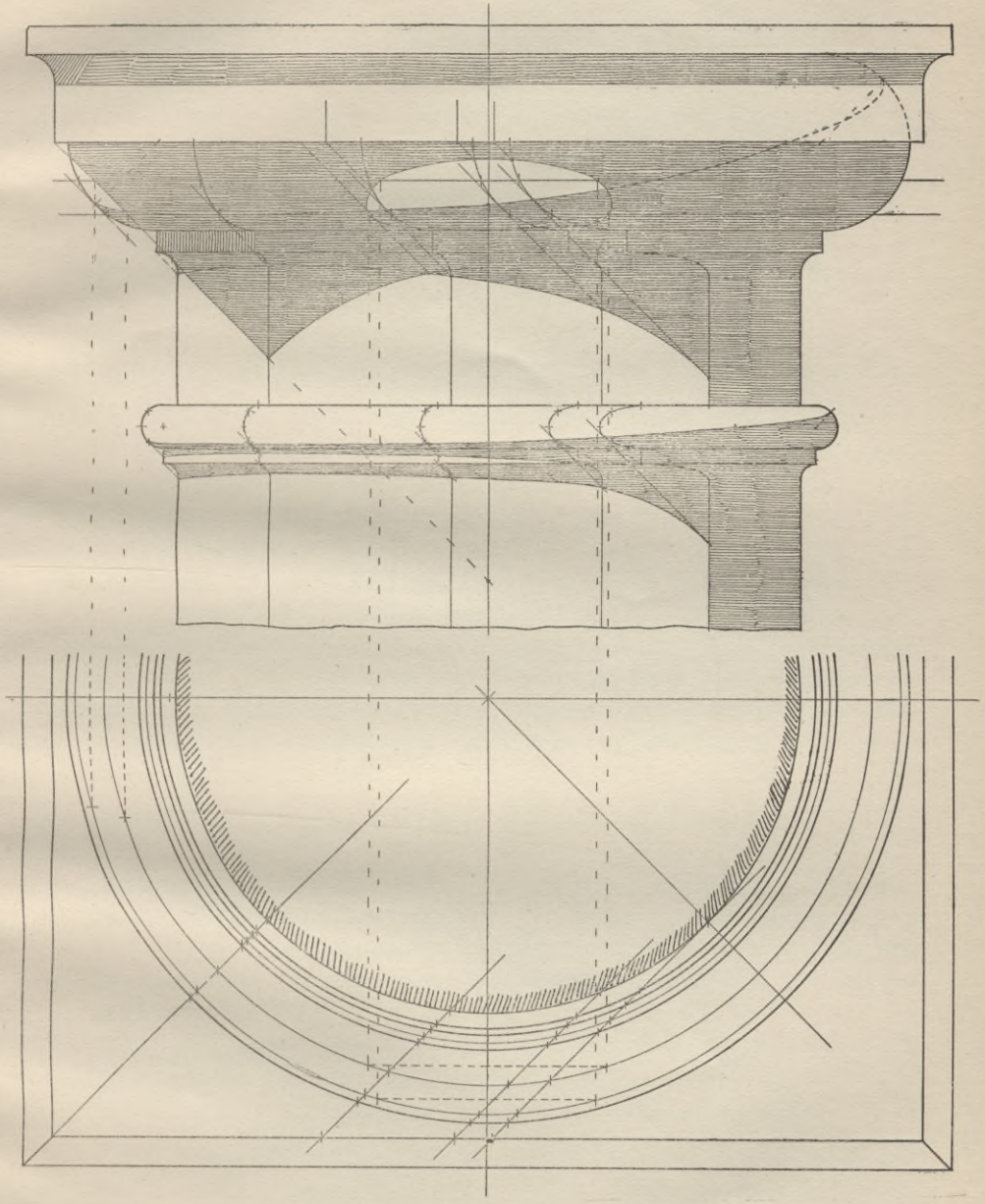


Fig. 133.



Zweiter Teil.

Die axonometrische Projektion.

Die einzelnen axonometrischen Projektions-Arten.

Gewöhnlich wird ein Körper oder irgend eine Körperzusammenstellung in seiner Horizontal-Projektion (Grundriss) und seiner Vertikal-Projektion (Aufriss) dargestellt, denen nötigenfalls noch eine oder auch zwei seitliche Projektionen (Seitenrisse) beigegeben werden können. Will oder muss man diese zeichnerischen Wiedergaben eines Körpers noch mehr veranschaulichen, so kann dies entweder durch eine axonometrische Projektion oder durch eine perspektivische Darstellung des betreffenden Körper geschehen. Auf die Konstruktion der perspektivischen Darstellungsweise soll jedoch erst im dritten Teile dieses Bandes eingegangen werden. Die axonometrische Zeichnung dient mehr den Zwecken der Ausführung des dargestellten Körpers, während das perspektivische Bild desselben mehr die malerische Wirkung von einem gewissen Standpunkt des Beschauers aus veranschaulichen soll.

Man unterscheidet nun bei der axonometrischen Projektion drei verschiedene Arten:

1. Die trimetrische Projektion (Trimetrie), bei welcher erfahrungsgemäss das Verkürzungsverhältnis der Höhe (h) zur Breite (b) zur Tiefe (t) des darzustellenden Körpers = h : b : t = 10 : 9 : 5 beträgt. Das für diese axonometrische Projektionsart günstigste Achsenkreuz zeigt die Fig. 134.
2. Die dimetrische Projektion, bei welcher man die besten Bilder dann erhält, wenn das Verkürzungsverhältnis h : b : t = 2 : 2 : 1 ist. Das günstigste Achsenkreuz ist in der Fig. 135 angegeben.
3. Die isometrische Projektion, bei welcher das Verkürzungs-Verhältnis h : b : t = 1 : 1 : 1 beträgt. Hierbei kann das Achsenkreuz beliebig angenommen werden, gewöhnlich derart, wie es in den beiden Figuren 136 und 137 angegeben ist.

In den Figuren 138, 139 und 140 ist nun beispielsweise ein Würfel jeweils in seiner axonometrischen Projektion dargestellt worden, und zwar in der Fig. 138 trimetrisch, in der Fig. 139 dimetrisch und in der Fig. 140 isometrisch.

Fig. 134.

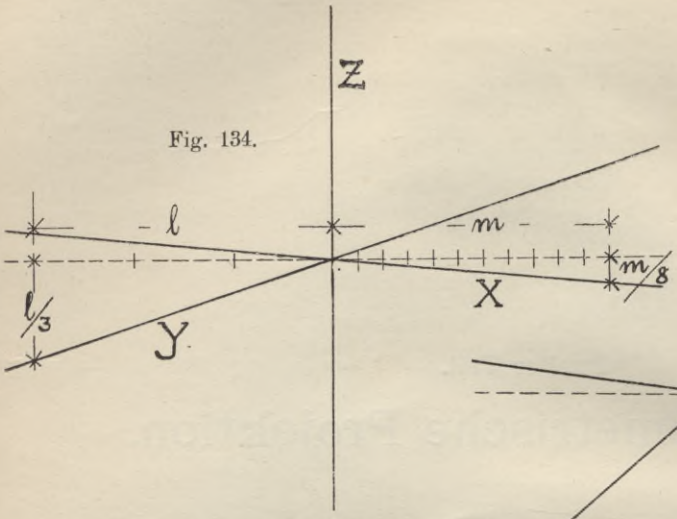


Fig. 135.

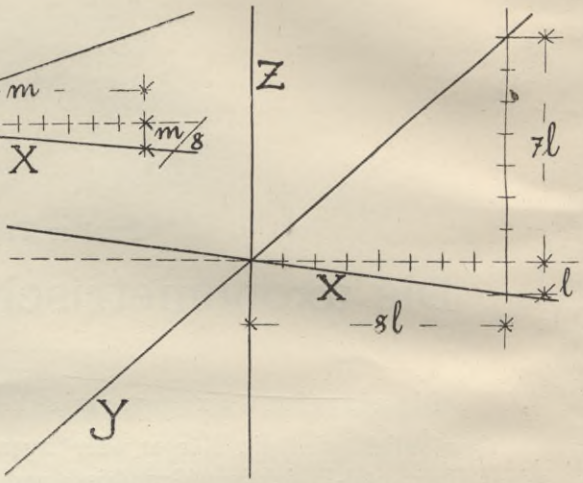
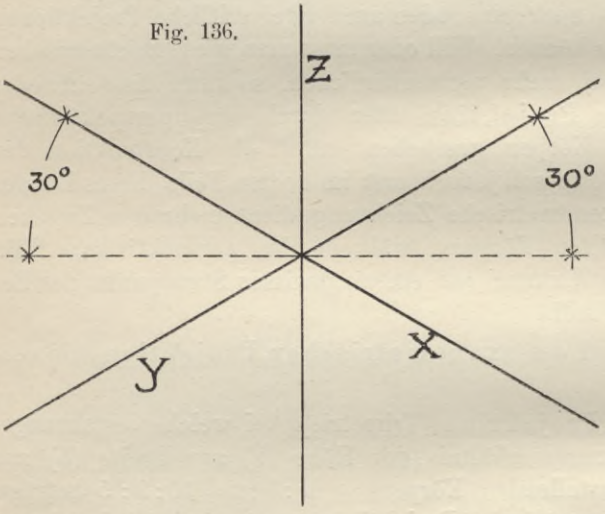


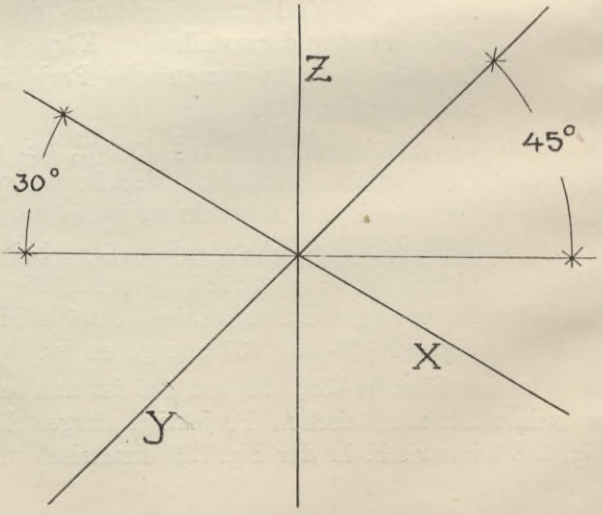
Fig. 136.



In der Fig. 141 ist im Gegensatze hierzu, der gleichgrosse Würfel durch seinen Grundriss und seinen Aufriss dargestellt.

Aus der Fig. 140 kann man nun ersehen, dass die isometrische Projektion im Vergleich zu der dimetrischen nnd trimetrischen Projektion ein unschönes Bild des darzustellenden Körpers liefert, da sich besonders der Tiefe nach eine bedeutende Unähnlichkeit und Verzerrungen ergeben. Trotz dieser grossen Mängel findet die isometrische Projektion die ausgedehnteste Anwendung, besonders zur Darstellung

Fig. 137.



einzelner Bauteile (z. B. beim Steinschnitt, bei Holzverbindungen und Maschinenteilen, bei schwierigeren Knotenpunkten eines Dachstuhles usw.), da einesteils die Herstellung der Zeichnung sehr leicht und wenig zeitraubend ist, und anderenteils diese Darstellungsart den grossen Vorteil bietet, dass aus der Zeichnung die wirklichen Abmessungen, die der auszuführende Gegenstand erhalten soll, unmittelbar entnommen werden können. Im Hinblick auf die eben erwähnten Vorteile, welche die Isometrie bietet, haben die trimetrische und die dimetrische Projektion in dem folgenden keine Berücksichtigung mehr gefunden.

Fig. 138.

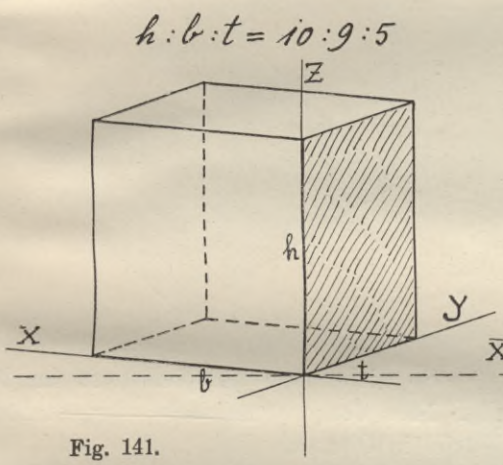


Fig. 139.

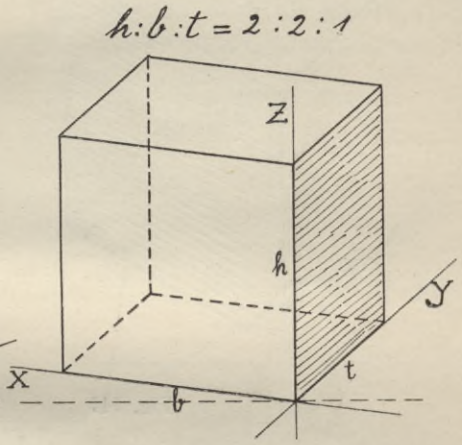


Fig. 141.

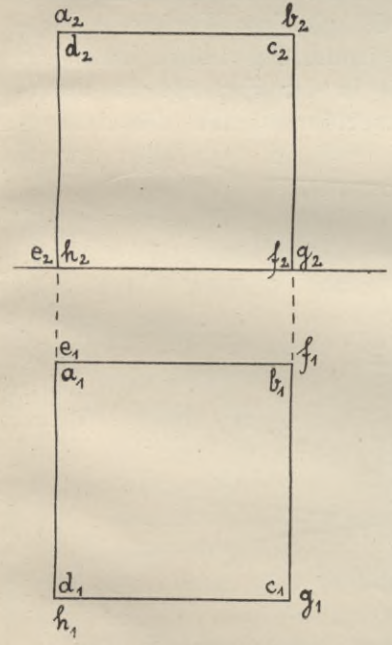
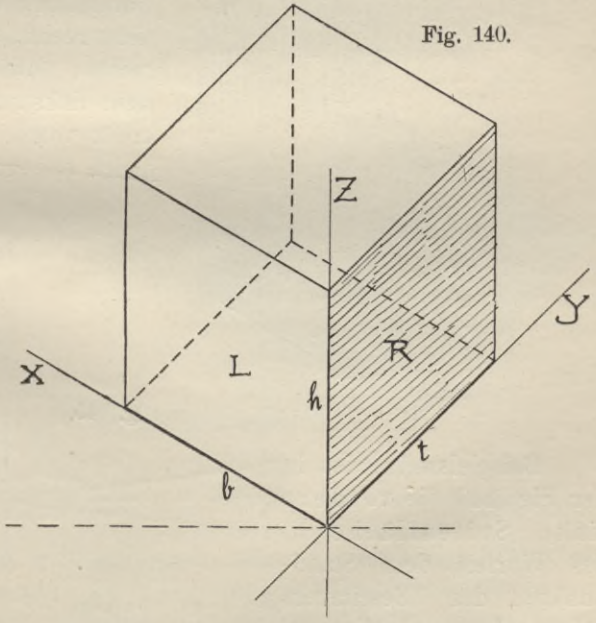


Fig. 140.



Man unterscheidet nun bei derselben Projektionsart noch vier verschiedene, axonometrische Bilder, nämlich:

a) die Obersicht (Oberansicht) rechts,
b) die Obersicht (Oberansicht) links,
c) die Untersicht (Unteransicht) rechts,
d) die Untersicht (Unteransicht) links.

Fig. 142.

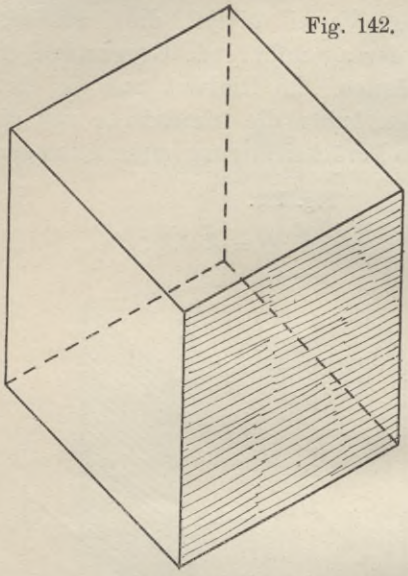


Fig. 143.

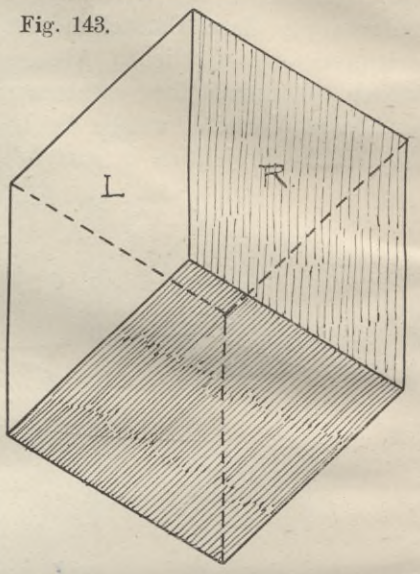
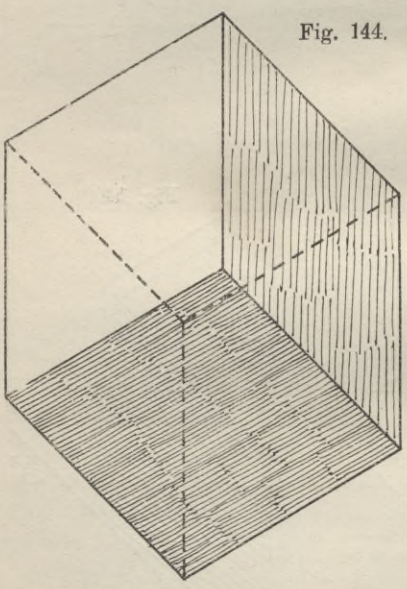


Fig. 144.

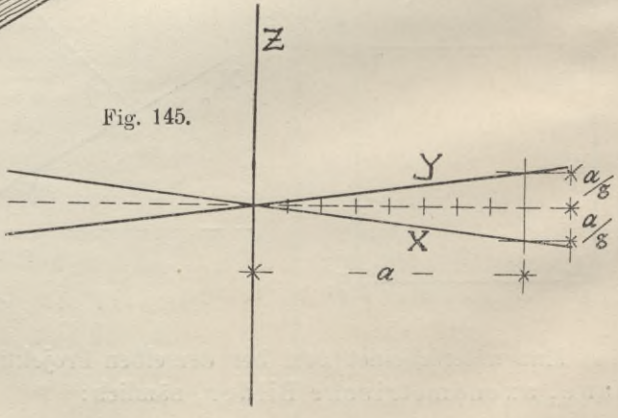


So sieht man beispielsweise in der Fig. 140 den isometrisch dargestellten Würfel in Obersicht links.

In der Fig. 141 ist die isometrische Darstellung des gleichen Würfels in Obersicht rechts, in der Fig. 143 in Untersicht rechts, sowie in der Fig. 144 in Untersicht links ausgeführt worden. Das Achsenkreuz wurde in diesen drei Fällen jeweils gleich angenommen.

Beispielsweise ist in der Fig. 140 die vordere linke Seitenfläche L des Würfels dem Standpunkte des Beschauers näher gelegen als die vordere rechte Seitenfläche R desselben; ausser diesen

Fig. 145.



beiden Seitenflächen sieht der Beobachter noch die obere Fläche des Würfels, sodass demnach die isometrische Darstellung dieses Würfels in Oberansicht links ausgeführt worden ist.

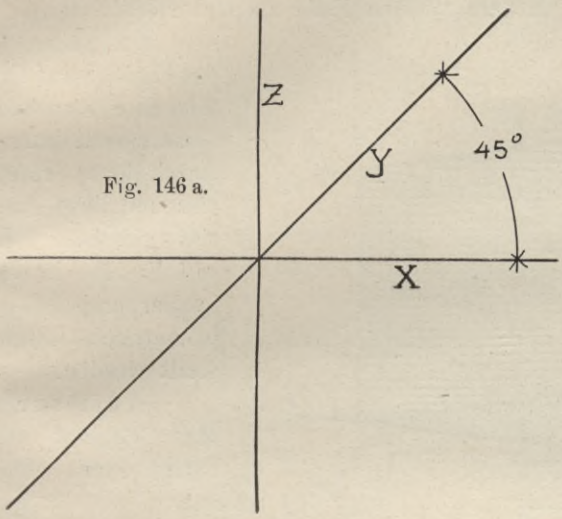
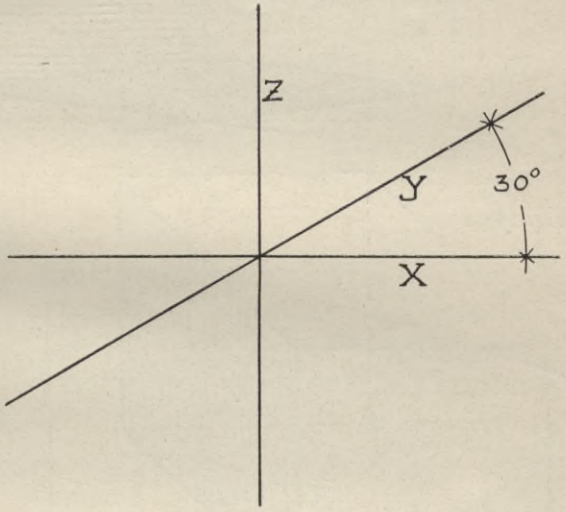


Fig. 146 a.

Bei der in der Fig. 143 erfolgten isometrischen Darstellung desselben Würfels liegt die vordere rechte Seitenfläche R dem Beschauer näher als die vordere linke Seitenfläche L, ausserdem ist noch die untere Fläche des Würfels sichtbar, sodass man es hier mit einer in Untersicht rechts erfolgten Darstellung dieses Würfels zu tun hat.

Fig. 146 b.



Zwei weitere isometrische Projektionsarten erhält man durch die Annahme der in den Figuren 145, 146a und 146b zur Darstellung gelangten Achsenkreuze.

In dem Falle, in welchem man das in der Fig. 145 gegebene Achsenkreuz verwendet, erhält man nun diejenige Projektions-Art, welche man „Vogelperspektive“ nennt.

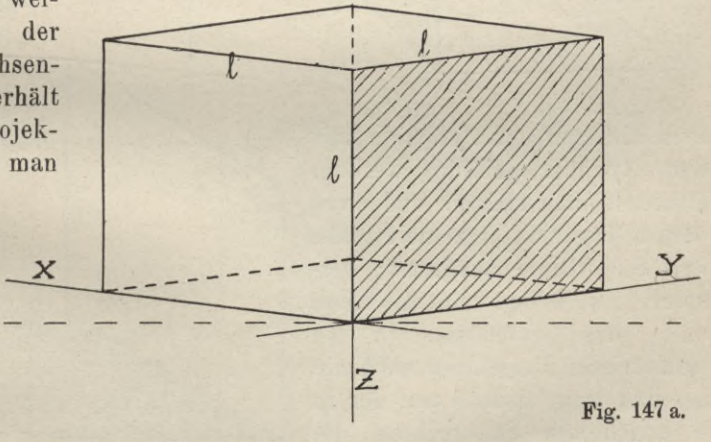


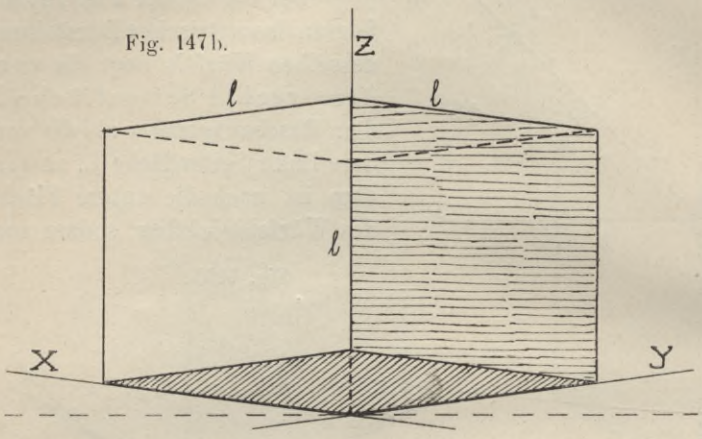
Fig. 147 a.

Wird eines der in den beiden Fig. 146a und 146b zur Darstellung gelangten Achenkreuze angewendet, so erhält man alsdann die weitaus gebräuchlichste aller isometrischen Projektions-Arten, welche man als sogenannte „Kavalierperspektive“ bezeichnet.

In der Figur 147a bezw. 147b ist nunmehr ein Würfel, dessen Kantenlänge (= l) gegeben ist, in Vogelperspektive isometrisch dargestellt worden und zwar in der Fig. 147a als Obersicht und in der Fig. 147b als Untersicht.

In der Fig. 148a bezw. 148b ist ein Würfel von gegebener Kantenlänge l in Kavalierperspektive isometrisch zur Darstellung gelangt und zwar in dem ersten Falle als Obersicht rechts, in dem zweiten Falle als Untersicht links.

Fig. 147b.



Aufgabe. In der Fig. 149 auf Taf. 9 ist eine Körperzusammenstellung durch ihren Grundriss und ihren Aufriss gegeben. Es soll dieselbe in Kavalierperspektive isometrisch dargestellt werden.

Auflösung. Man beginnt zunächst damit, dass man den untersten Teil der gegebenen Körperzusammenstellung (= Prisma) isometrisch zeichnet, worauf man die Pyramide einschliesslich ihrer nicht sichtbaren Spitze angibt. Die auf der Oberfläche der Pyramide befindlichen Schnittlinien, welche durch das

Fig. 148a.

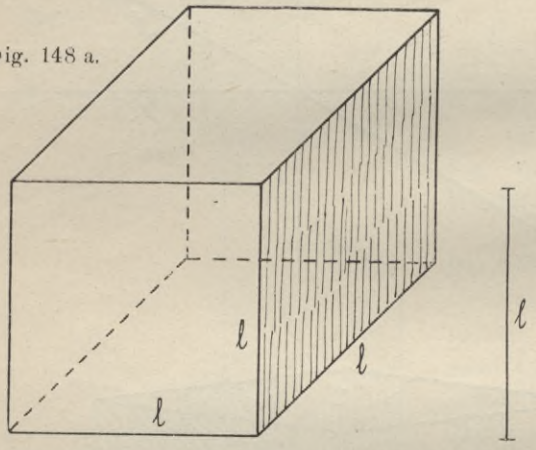
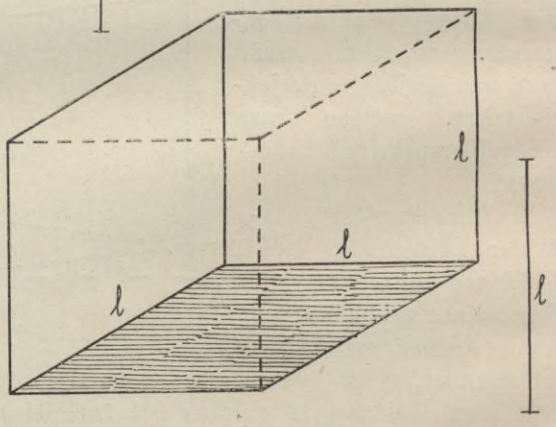


Fig. 148b.



Durchdringen der Pyramide mit dem Zylinder gebildet werden, ermittelt man sodann und zwar derart, dass man einzelne Punkte der Schnittlinie bestimmt; beispielsweise bringt man die Linie $a_1 b_1$ des Grundrisses in die isometrische Projektion als Linie a b und trägt alsdann auf der in b errichteten Senkrechten die Entfernung $b c = b_2 c_2$ im Aufriss ab. Nachdem man den Mittelpunkt m der Querschnittfläche des Zylinders festgelegt hat, zieht man die Hilfsachsen x und y und trägt auf diesen sodann die Eckpunkte des Hilfsquadrates d e f g ab und verbindet dieselben miteinander. Des weiteren zeichnet man das zweite Hilfsquadrat h i k l sowie die auf den

Fig. 149.

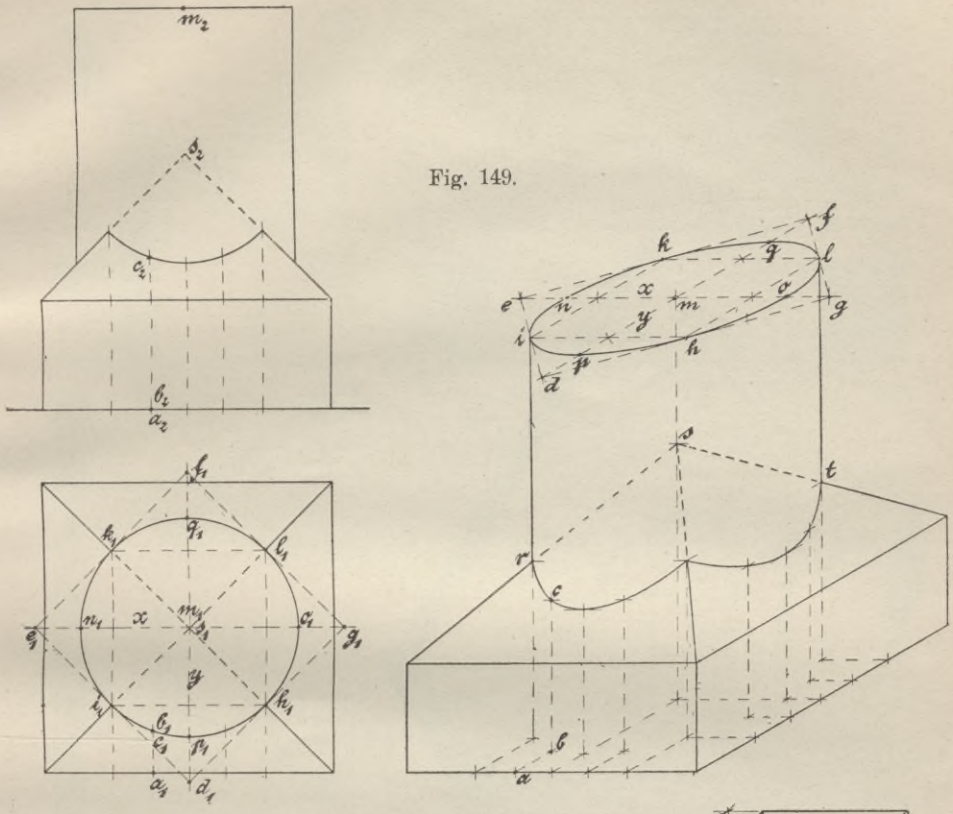
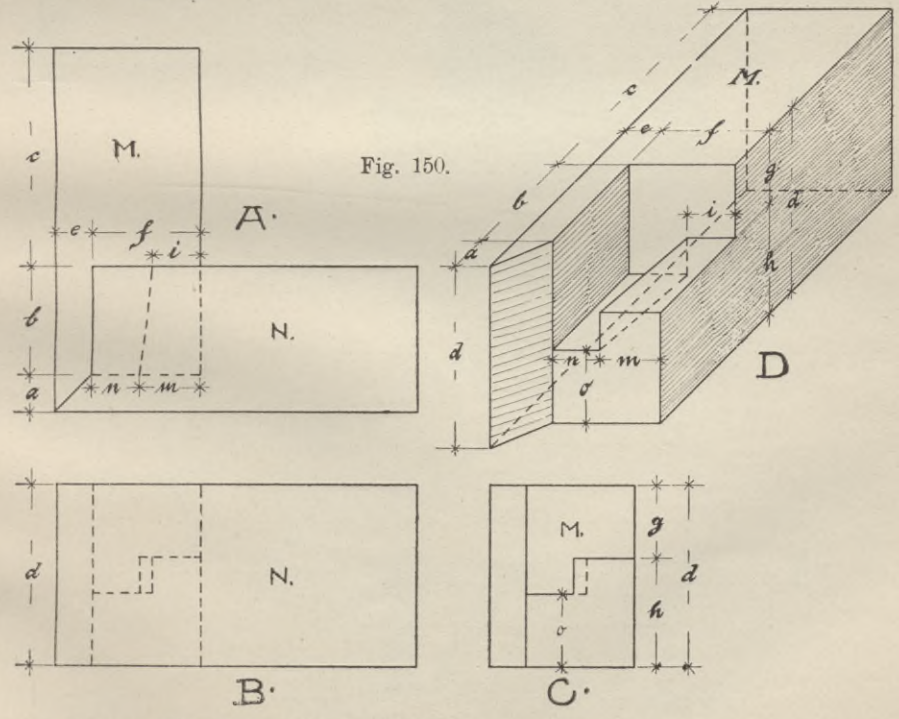


Fig. 150.



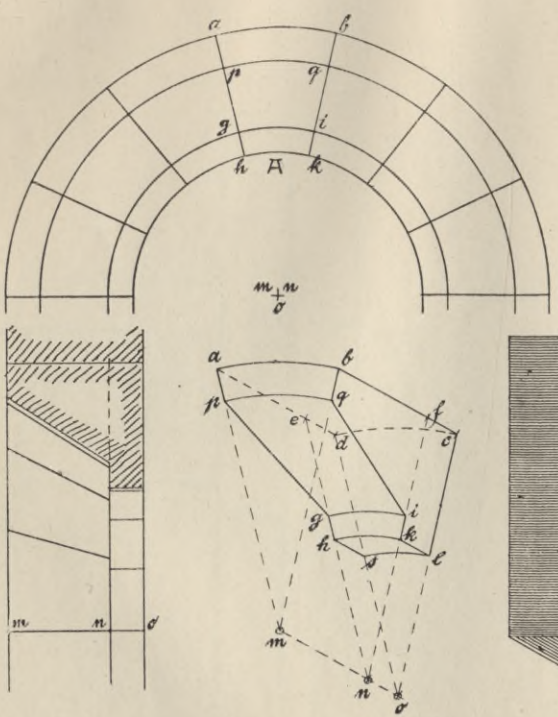


Fig. 151.

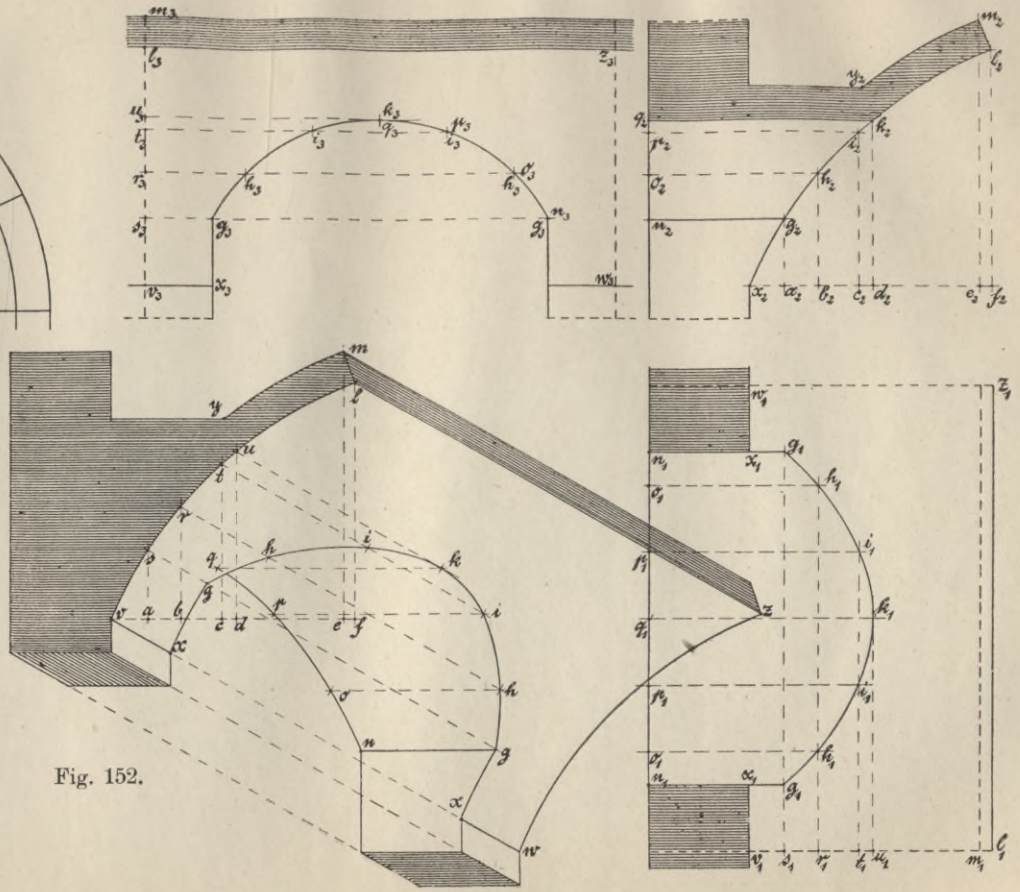


Fig. 152.

Fig. 153a.

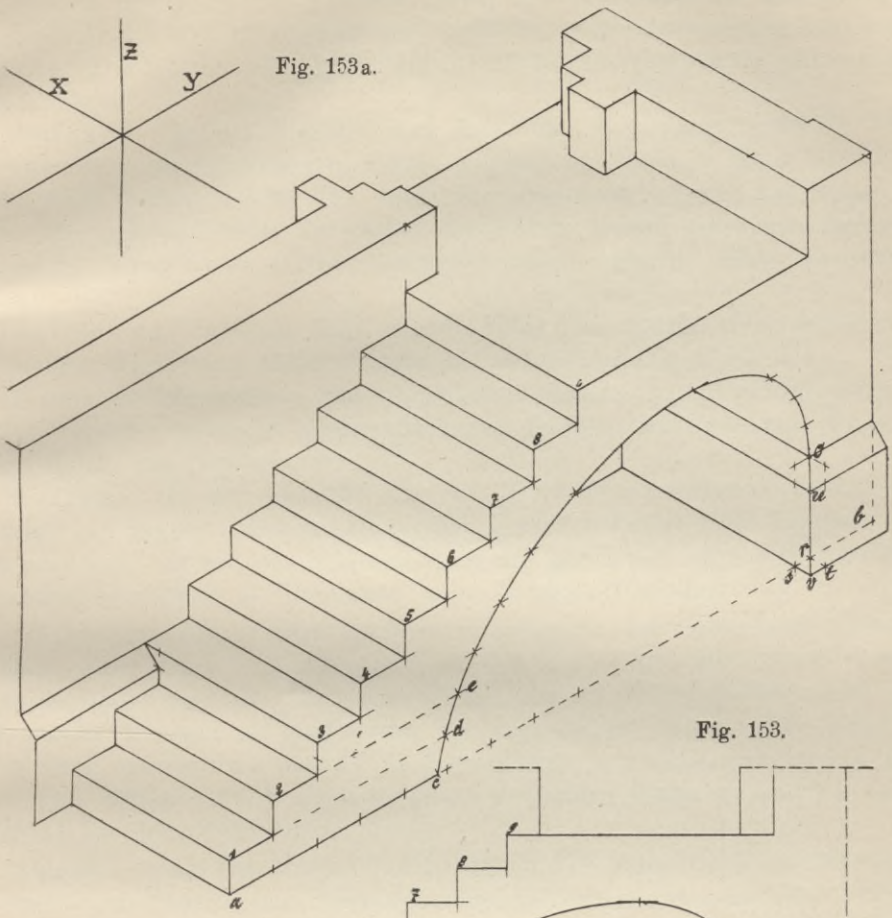
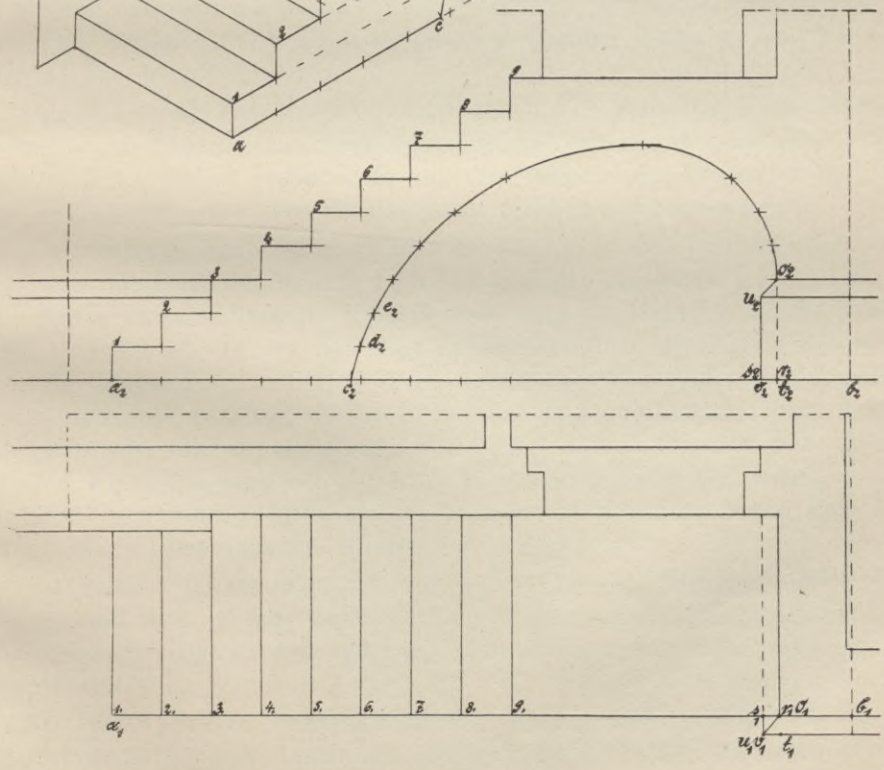


Fig. 153.



Hilfsachsen x und y gelegenen Punkte n o p q ein. Nun verbindet man i n k q l o h p i durch eine Kurve miteinander und zieht die beiden senkrechten Tangenten i r und l t. Die isometrische Darstellung ist als Kavalierperspektive in Obersicht rechts erfolgt.

Aufgabe. In der Fig. 150 auf Taf. 9 ist eine sogen. verdeckte Eck-Ueberkämmung mit keilförmigem Haken gegeben und zwar in ihrem Grundriss (= A), ihrem Aufriss (= B) und durch eine Stirnansicht (= C) des Holzes M. Es soll die axonometrische Projektion des Holzes M der gegebenen Holzverbindung in Kavalierperspektive isometrisch als Obersicht rechts gezeichnet werden.

Auflösung. Zunächst trägt man die Höhe d an, sodann zieht man hieran unter einem Winkel von 45° die Kante mit den Entfernungen a b und c. Nun können auch die Quermafse e und f abgetragen werden, darauf die Höhenmafse g und h. Zuletzt gelangen in der Zeichnung die Gehrungsfläche und der keilförmige Haken zur Darstellung.

Aufgabe. In der Fig. 151 auf Taf. 10 ist in Ansicht und Schnitt ein Hausteinbogen gegeben, dessen Leibungsfläche auch teilweise einer Kegelmantelfläche angehört. Es soll der Schlussstein A des gegebenen Bogens in Kavalierperspektive isometrisch als Untersicht rechts dargestellt werden.

Auflösung. Man trägt zuerst die vordere in der Mauerflucht liegende Stirnfläche a p q b des Schlusssteines sowie den zugehörigen Mittelpunkt m auf. Sodann bestimmt man die äussere Leibungsfläche a b c d des Steines nebst den Entfernungen a e und b f und sucht die zugehörigen Mittelpunkte n und o. Weiter trägt man auf n e und n f die Entfernungen n h und h g, bezw. n k und k i ab und schlägt mit n als Mittelpunkt die beiden Bögen g i und h k sowie endlich s l mit dem Mittelpunkte o.

Aufgabe. In der Fig. 152 auf Taf. 10 ist ein Teil eines Tonnengewölbes mit einer flachbogigen, horizontalen Stichkappe durch seinen Grundriss, sowie durch seinen Längs- und Querschnitt gegeben. Es soll eine isometrische Projektion der Stichkappe in Kavalierperspektive als Untersicht rechts gezeichnet werden.

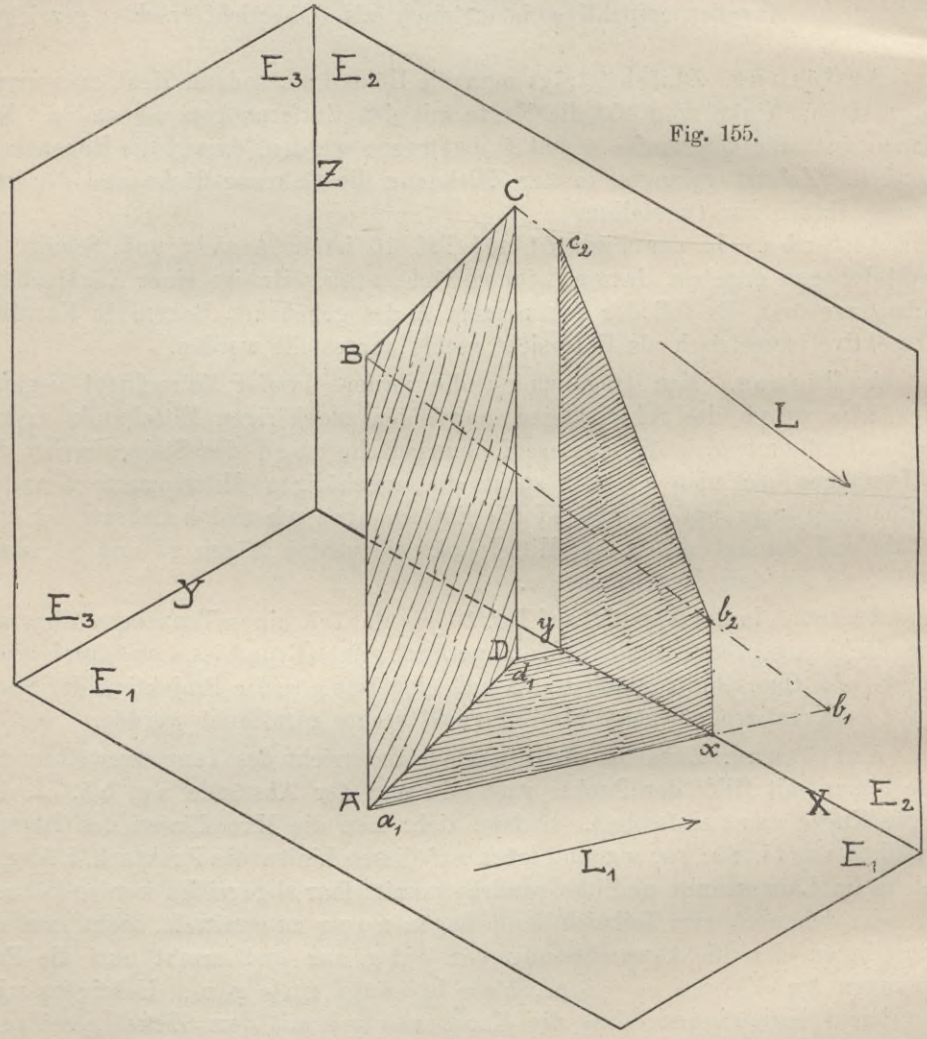
Auflösung. Zunächst stellt man die Untersicht des Tonnengewölbes dar, indem man mit Hilfe der Punkte v a b c d f und der Abstände a g, b h, c i, d k, f l die Kurve v s r t u l festlegt. Sodann zieht man die Mantellinien des Tonnengewölbes u k, t i, r h, s g, v x und trägt auf diesen Linien die Punkte k, i, h, g, x, welche im Längsschnitt und im Grundriss unmittelbar abgegriffen werden können, ab. Um den noch zum Teil sichtbaren Bogen n o p q zu ermitteln, zieht man die Mantellinien der Stichkappenleibung von k i h g aus und macht nun die Entfernungen $k q = k_1 q_1$, $i p = i_1 p_1$, $h o = h_1 o_1$ und $g n = g_1 n_1$. Uebrigens wird man leicht herausfinden, dass die Kurve v s r t u l mit dem Zirkel geschlagen werden kann, ebenso auch die Kurven x g, w z und m y.

Aufgabe. In der Fig. 153 auf Taf. 11 ist eine Freitreppe durch ihren Grundriss und ihren Aufriss gegeben. Es soll eine isometrische Projektion dieser Freitreppe angefertigt werden und zwar, weil es am geeignetsten erscheint, eine Obersicht rechts.

Auflösung. Man vergleiche hierbei die Fig. 153a auf Taf. 11. In derselben wurde zunächst die Linien a b parallel mit der Y-Achse des angenommenen

Achsenkreuzes gezogen. Sodann trägt man auf dieser Linie die in dem Grundriss abgreifbaren Auftrittsbreiten der Treppenstufen an, ebenso die beiden für den einhüftigen Bogen wichtigen Punkte c und r, deren Entfernung von dem Punkte a aus in dem Aufriss ersehen werden kann. Nunmehr zeichnet man die senkrechte Kante $a\,1 = a_2\,1$ und zieht alsdann von dem Punkte 1 aus eine zu der zuerst gezogenen Linie a b eine Parallele, auf welcher jetzt die Entfernung $1\,d$ ($= 1\,d_2$ in dem Aufriss) abgetragen werden kann. Im weiteren Verlaufe der Konstruktion dürften kaum mehr Schwierigkeiten für den Lösenden entstehen können.

Fig. 155.



In der Fig. 153b auf Taf. 12 ist eine axonometrische Darstellung der in der Fig. 153 durch ihren Grundriss und Aufriss gegebenen Freitreppe ausgeführt und zwar als Kavalierperspektive isometrisch, ebenfalls in Obersicht rechts.

In der Fig. 154 auf Taf. 12 ist ein sogenannter Knotenpunkt eines Dachbinders durch seinen Querschnitt und seinen Längsschnitt gegeben. In der Fig. 154a ist ferner die isometrische Darstellung als Kavalierperspektive in Untersicht rechts, in Fig. 154b als Kavalierperspektive in Obersicht links ausgeführt worden.

Fig. 154.

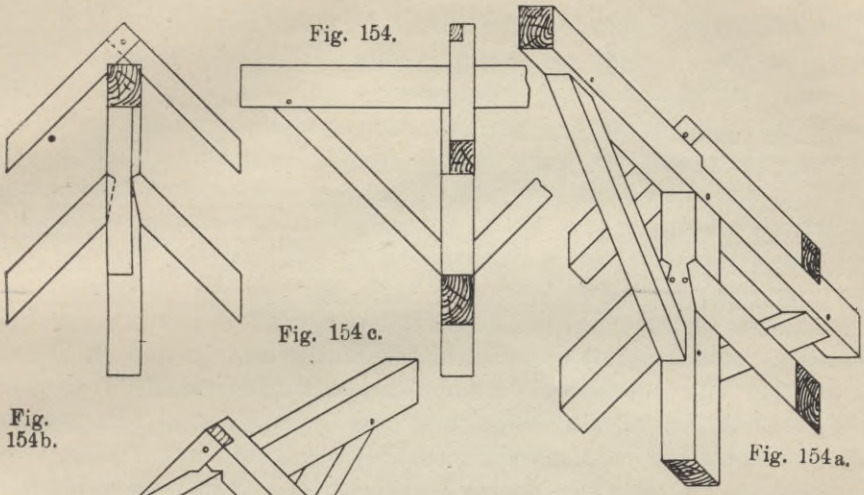


Fig. 154c.

Fig. 154b.

Fig. 154a.

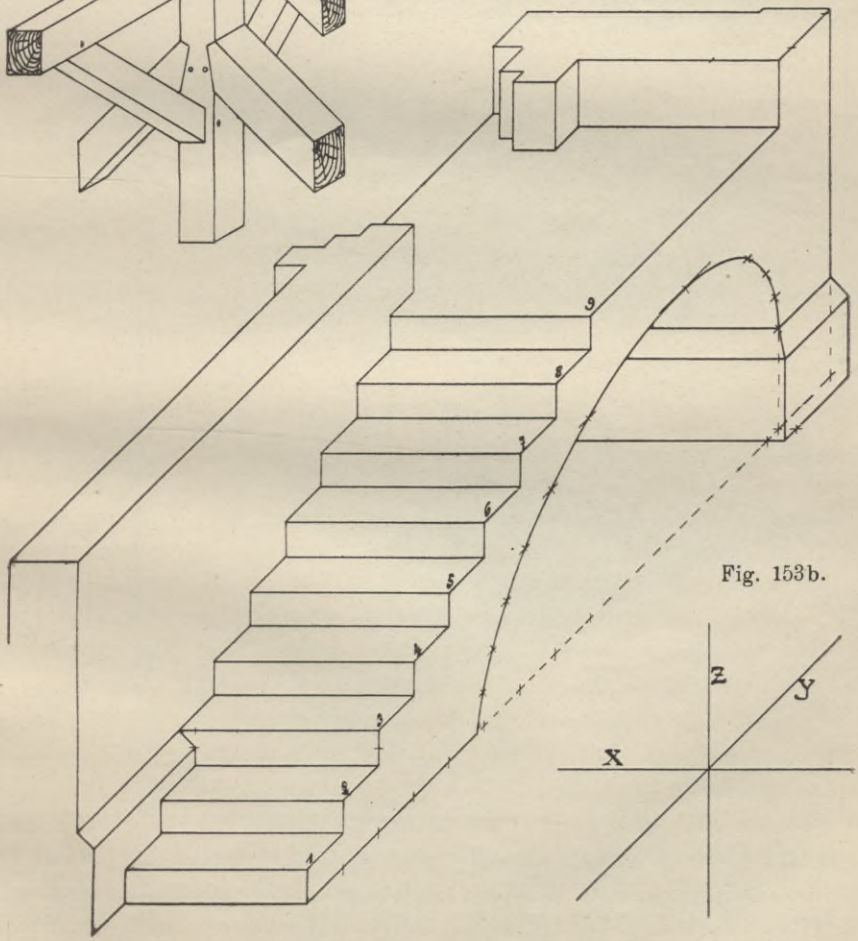


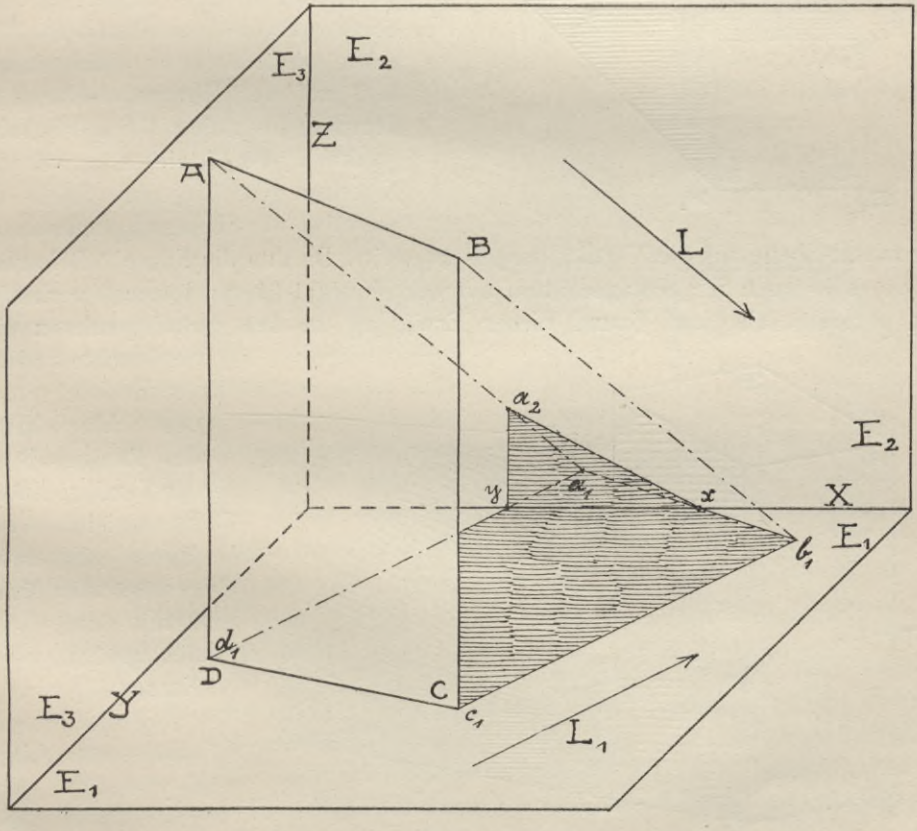
Fig. 153b.

Die Schatten-Konstruktion in axonometrischen Projektionen.

Bei der axonometrischen Darstellung gegebener Körper oder Körperzusammenstellungen können auch die Eigenschatten und Schlagschatten ohne besondere Schwierigkeiten ermittelt werden. Es gibt zur Bestimmung der Eigen- und Schlagschatten-Grenzen zwei Arten; in dem einen Falle kann man das Ergebnis der Schattenkonstruktion aus der geraden Projektion (also die in Grundriss und Aufriss ermittelten Schattengrenzen) in die axonometrische Darstellung übertragen, in dem anderen Falle kann man auch in der axonometrischen Projektion selbständig die Grenzen des Eigen- und Schlagschattens festlegen.

Muss man das zweite Verfahren wählen, ist also das axonometrische Bild und mithin auch der axonometrische Grundriss eines Gegenstandes gezeichnet, so nimmt man die Lichtstrahl-Richtung durch Grundriss und Bild beliebig an. Es sei auch ferner noch bemerkt, dass man, genau wie bei den Schatten-Konstruktionen (siehe I. Teil dieses Bandes), der Einfachheit der Konstruktion halber den Lichtstrahlen eine unter sich parallele Richtung gibt.

Fig. 156.



Aufgabe. In der Fig. 155 ist beispielsweise das in der Fig. 136 dieses Abschnittes gegebene Achsenkreuz verwendet worden. Die angenommene Fläche A B C D steht in dem vorliegenden Falle senkrecht auf der Horizontal-Ebene (= E_1) und berührt dieselbe mit ihrer Kante A D. Es soll nun der Schlag-

schatten dieser gegebenen Fläche, welcher zum Teil auf die Horizontal-Ebene, zum Teil auf die Vertikal-Ebene (= E_2) fallen muss, festgelegt werden. Die beliebig gewählte Richtung der Lichtstrahlen ist durch L und durch ihre axonometrische Grundriss-Projektion (= L_1) als gegeben zu betrachten.

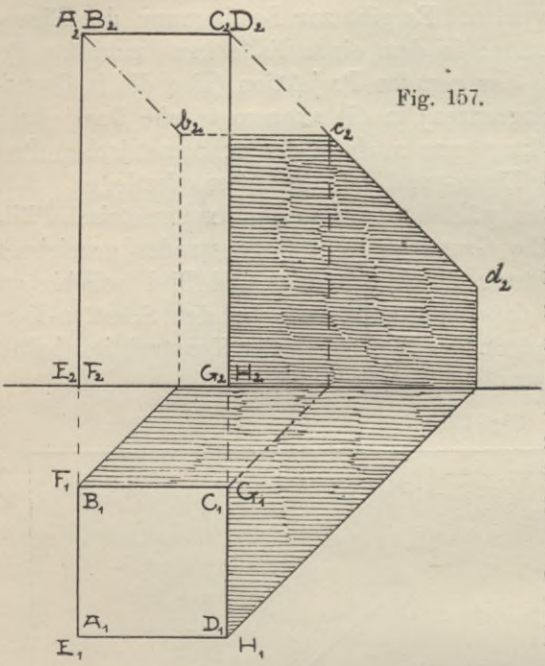


Fig. 157.

Auflösung. Auch hier sucht man zuerst den Schlagschatten der einzelnen Kanten der gegebenen Fläche auf. Um nun den Schlagschatten des Punktes B zu ermitteln, zieht man von der Grundriss-Projektion des Punktes B, welche in diesem Falle mit dem Punkte A zusammenfällt, eine parallele Linie zu L_1 sowie von B selbst eine Parallele zu L und findet dadurch auf der verlängert gedachten Horizontal-Ebene den Punkt b_1 als Schlagschatten von Punkt B. Der Schlagschatten der Flächenkante A B auf der Horizontal-Ebene ist demnach die Linie $a_1 b_1$. Der Schnittpunkt x der Linie $a_1 b_1$ mit der X-Achse gibt diejenige Stelle an, woselbst der Schlagschatten von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene übertritt. Da nun die Kante A B lotrecht ist, so muss auch ihr Schlagschatten auf der Vertikal-Ebene lotrecht verlaufen; man errichtet also auf Grund dieser Erwägung in dem Schnittpunkt x eine Senkrechte und findet dadurch in b_2 den Schlagschatten des Punktes B auf der Vertikal-Ebene. Das gleiche Verfahren gilt naturgemäss auch für die Ermittelung des Schlagschattens der Kante C D, deren Schlagschatten durch die Linien d_1 y und y c_2 dargestellt wird. Nun verbindet man noch durch eine Gerade den Punkt b_2 mit c_2 und erhält dadurch den Schlagschatten der Kante B C auf der Vertikal-Ebene. Die Flächen a_1 x y d_1 a_1 und y c_2 b_2 x y bilden zusammen den zu ermittelnden Schlagschatten der gegebenen Fläche A B C D.

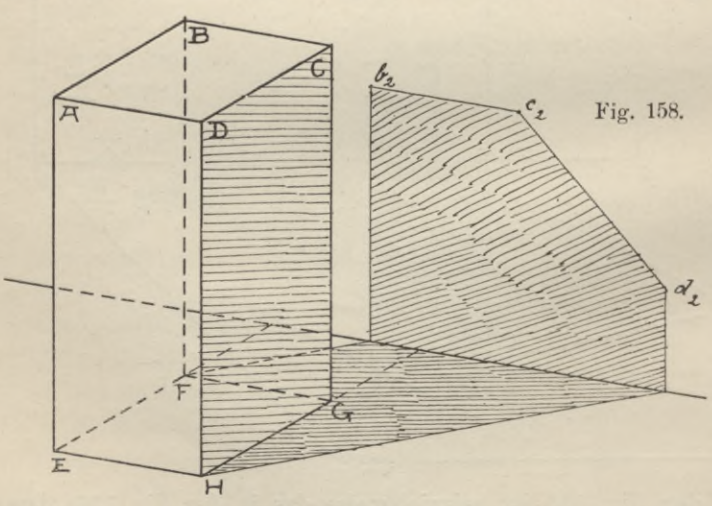


Fig. 158.

Des weiteren ist aus der Zeichnung sehr leicht ersichtlich, dass die dem Beschauer zugewandte rechte Seite der Fläche A B C D im Eigenschatten liegen muss.

Aufgabe. In der Fig. 156 steht die gegebene Fläche A B C D ebenfalls senkrecht auf der Horizontal-Ebene und berührt dieselbe mit ihrer unteren Kante C D. Das gewählte Achsenkreuz ist dasjenige, welches in der Fig. 146a dieses Abschnittes dargestellt wurde. Die Richtung der Lichtstrahlen ist durch die Linie L bezw. L_1 festgelegt.

Auflösung. Parallel zu L_1 zieht man zunächst die Linie $c_1 b_1$, sodann den Lichtstrahl $B b_1$ parallel zu L von B aus, wodurch der Schlagschatten der Kante $C B = c_1 b_1$ bestimmt ist. Der Schlagschatten der Kante D A auf der Horizontal-Ebene ist in $d_1 a_1$ zu ersehen. Der Punkt a_2 ist der Schlagschatten des Punktes A auf der Vertikal-Ebene. Die Linie $a_1 b_1$ gibt den Schlagschatten der Kante A B auf der Horizontal-Ebene an. In dem Schnittpunkte x auf der X-Achse tritt jedoch der Schlagschatten der Kante A B von der Horizontal-Ebene auf die Vertikal-Ebene über. Die beiden Flächen d_1 y x b_1 c_1 d_1 und y a_2 x bilden zusammen den zu ermittelnden Schlagschatten der Fläche A B C D. Die dem Auge des Beschauers zugekehrte Seite der gegebenen Fläche erhält unmittelbare Beleuchtung, während die nicht sichtbare Rückseite der Fläche im Eigenschatten liegen muss.

Fig. 159.

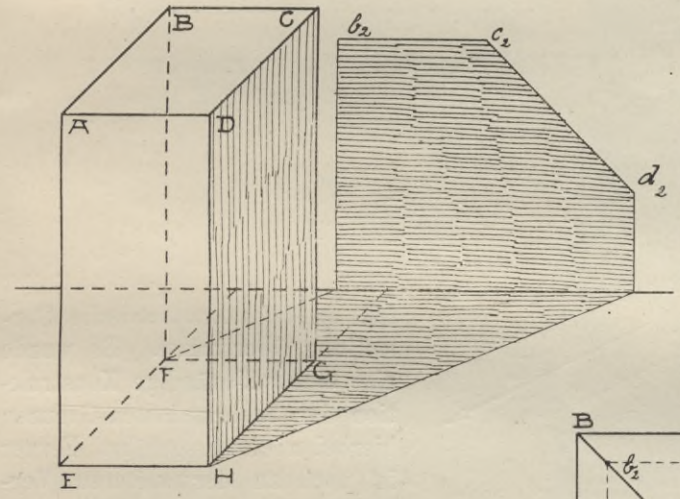
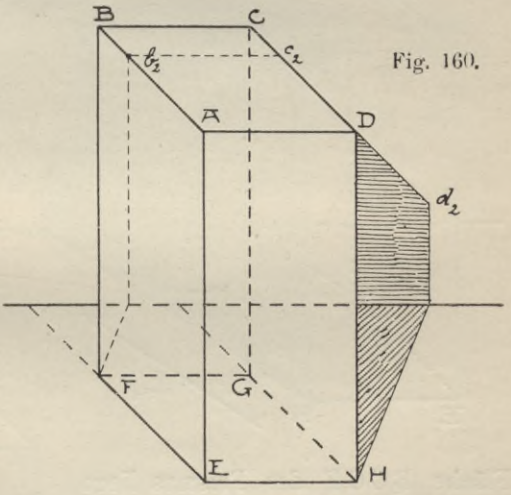


Fig. 160.



Aufgabe. In der Fig. 157 ist ein quadratisches, aufrecht stehendes Prisma durch seinen Grundriss und Aufriss zur Darstellung gelangt, einschliesslich seines Schlagschattens, welchen dasselbe auf die Horizontal- und Vertikal-Ebene wirft. Es soll nun dieses gegebene Prisma in axonometrischer Projektion isometrisch gezeichnet werden; es soll ferner auch der zugehörige Eigen- und Schlagschatten angegeben werden.

Auflösung. In der Fig. 158 ist das in der Fig. 157 gegebene Prisma mit seinem dortselbst angenommenen Abstande von der Projektions-Achse isometrisch dargestellt worden nach den eingangs zu Grunde gelegten Regeln. Die

Grenzen seines Schlagschattens, welche in der geraden Projektion des Prismas (in der Fig. 157) ermittelt worden sind, wurden in dem vorliegenden Falle eben-

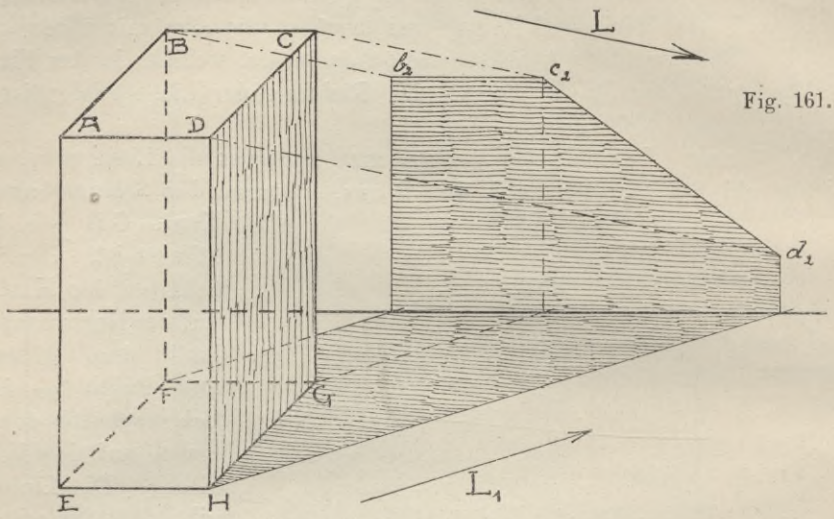
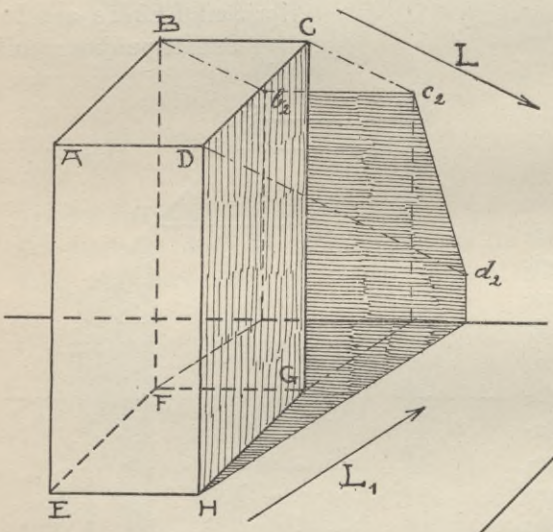


Fig. 161.

Fig. 162.



falls in die axonometrische Darstellung übertragen. Es wurde also eine selbständige Konstruktion der Schlagschatten-Grenzen hierbei nicht ausgeführt. Ferner ist noch zu der weiteren Vervollständigung des Bildes die im Eigenschatten liegende Fläche C D G H mit einer helleren Schraffierung versehen worden. Die Fläche B C G F des Prismas liegt ebenfalls in dem Eigenschatten des Körpers, sie ist jedoch in dieser Darstellung nicht sichtbar.

Auch für die Fig. 159, welche das in der Fig. 157 gegebene Prisma nebst seinem Abstande von der Vertikal-Ebene in axonometrischer Darstellung isometrisch als Kavalierperspektive (Obersicht rechts) wiedergibt, gilt das Gleiche, wie

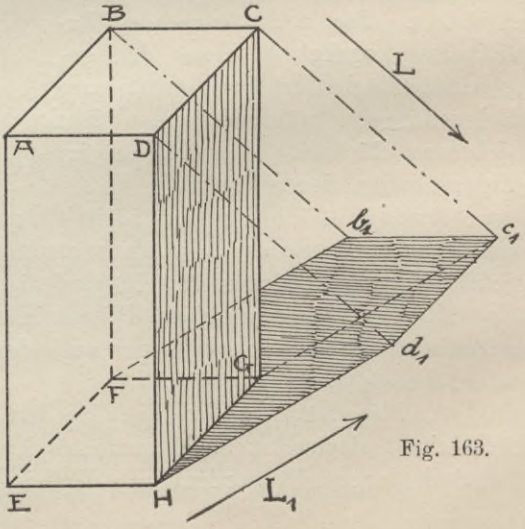


Fig. 163.

dies schon bei der Fig. 158 erläutert worden ist. Auch hierbei ist die Schatten-Konstruktion keine selbständige, sondern sie ist lediglich aus der geraden in die axonometrische Projektion übertragen worden. Auf der Fläche CDHG wird natürlich ebenfalls der Eigenschatten sichtbar.

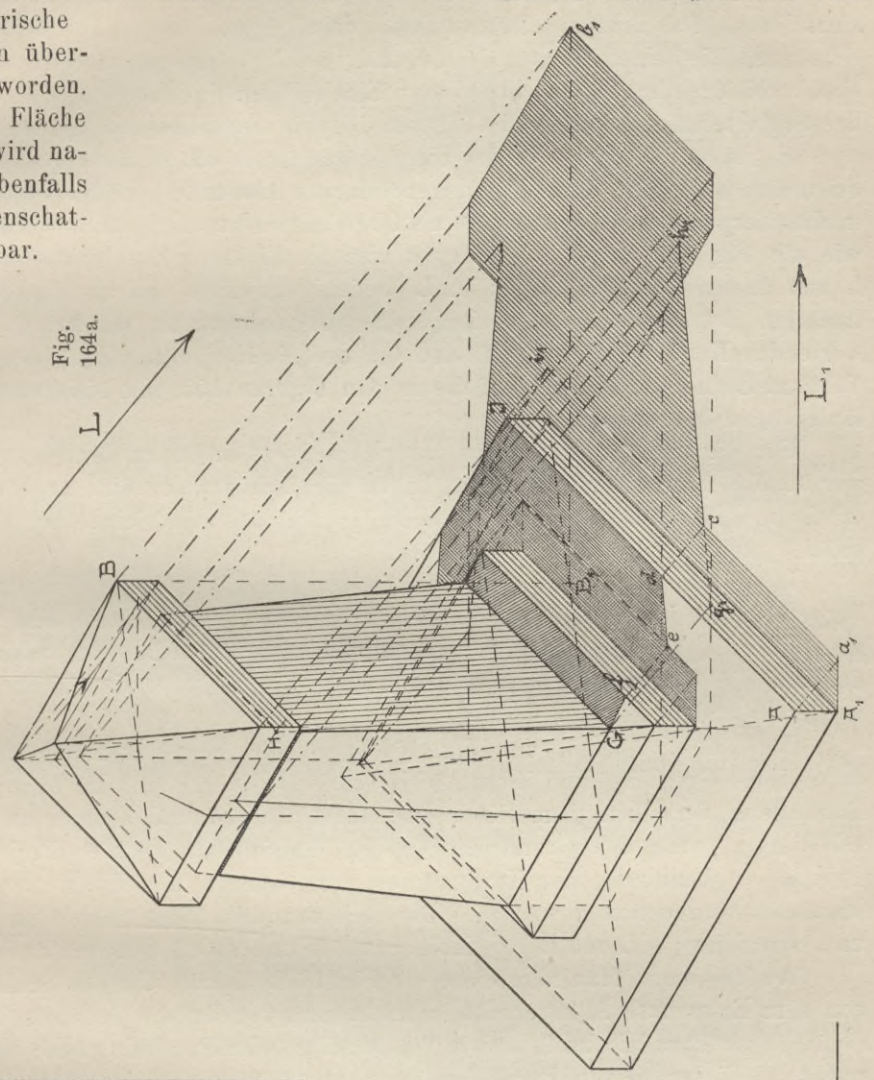


Fig. 164a.

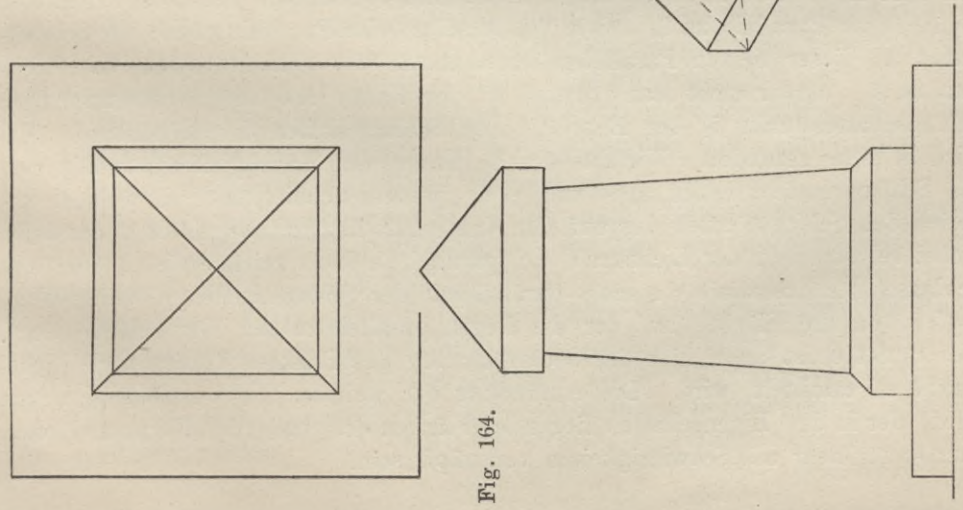


Fig. 164.

Für die Fig. 160 ist wiederum der gleiche Fall angenommen worden, nur erscheint hierbei die axonometrische Darstellung in Kavalierperspektive als Obersicht links. Das Prisma selbst verdeckt dabei einen grossen Teil seines Schlagschattens. Die beiden Flächen des Prismas, welche in seinem Eigenschatten liegen, sind in vorliegendem Falle nicht sichtbar. Eine selbständige Konstruktion der Grenzen des Schlagschattens weisen die Figuren 161 bis einschliesslich 164 auf.

So ist beispielsweise in der Fig. 161 wiederum das in der Fig. 157 gegebene Prisma nebst seinem dortselbst angenommenen Abstande von der Vertikal-Ebene in Kavalierperspektive isometrisch als Obersicht rechts dargestellt worden (genau wie die Fig. 159 zeigt). Jedoch ist hier die Richtung der Lichtstrahlen durch L und dessen Grundriss-Projektion L_1 beliebig gewählt und als gegeben zu betrachten. Betreffs der Konstruktion des Schlagschattens, welchen die schattenwerfenden Kanten H D, D C, C B und B F auf die Horizontal-Ebene bezw. auf die Vertikal-Ebene werfen, sei auf die in den Figuren 155 und 156 gegebenen Erläuterungen hingewiesen.

Für die Fig. 162 gilt genau das gleiche, was schon zu der Fig. 161 gesagt wurde. Wie hierbei ersichtlich ist, haben die Lichtstrahlen eine andere Richtung erhalten, wodurch naturgemäss auch die Grenzen des zugehörigen Schlagschattens an eine andere Stelle kommen müssen.

In der Fig. 163 ist nochmals das in der Fig. 157 gegebene Prisma in Kavalierperspektive isometrisch zur Darstellung gelangt, jedoch ist in dem vorliegenden Falle die Vertikal-Ebene weggenommen gedacht, sodass der Schlagschatten nur auf die Horizontal-Ebene fallen kann. Die Richtung der Lichtstrahlen ist wiederum anders gewählt worden.

Aufgabe. Die in der Fig. 164 gegebene Körperzusammenstellung ist durch ihren Grundriss und ihren Aufriss dargestellt. Es soll die axonometrische Darstellung derselben isometrisch ausgeführt werden und sodann an derselben selbständig, ohne den Grundriss und den Aufriss der geraden Projektion des Prismas zu benutzen, die Konstruktion der Grenzen des Eigen- und Schlagschattens vorgenommen werden. Die Richtung der Lichtstrahlen ist im Bilde und Grundriss (= L und L_1) beliebig gewählt und so als gegeben zu betrachten.

Auflösung. Man vergleiche die Fig. 164a hierzu. Um den Schlagschatten von dem Eckpunkte A zu ermitteln, zieht man von dessen Grundriss-Projektion (= A_1) eine Parallele zu L_1 sowie von A selbst eine Parallele zu L; der Schnittpunkt a_1 dieser beiden Parallelen ist demnach der Schlagschatten vom Eckpunkte A. Ferner zieht man parallel zu der Kante A J von a_1 aus nach dem Schlagschattenpunkt i_1 der Ecke J. Der Schlagschatten der Höhenkante G H wird in g_1 h_1 gefunden. Wie aus der Zeichnung nun ersichtlich ist, treffen sich die Schlagschattengrenzen a_1 i_1 und g_1 h_1 in dem Schnittpunkte c, welcher zugleich den Schlagschatten des auf der Kante A J liegenden Punktes d darstellt, wobei selbstredend der Lichtstrahl c d parallel zu L zu zeichnen ist. Auch die Schlagschattengrenzlinie d e muss parallel mit der Schlagschattengrenzlinie h_1 g_1 laufen, da die Fläche, auf der d e liegt, parallel zu der Grundfläche liegt. Der Punkt e ist auch hier der Schlagschatten des Punktes f, der durch Lichtstrahl e f ermittelt wird. Die Auffindung der weiteren Schlagschattengrenzen sowie der in dem Eigenschatten liegenden Flächen des gegebenen Körpers dürften nun kaum mehr mit Schwierigkeiten verknüpft sein.

Dritter Teil.

Die Perspektive.

Man versteht unter Perspektive denjenigen Zweig der „Darstellenden Geometrie“, welcher die Herstellung von Abbildungen räumlicher Gebilde auf einer Ebene, der sogen. Bildebene oder Bildfläche lehrt, wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass sich das Auge des Beschauers in einer gewissen Entfernung von der Bildfläche und von den abzubildenden Gegenständen befindet. Es folgt daraus, dass die auf der Bildfläche darzustellenden Abbildungen sogen. Zentral-Projektionen sein müssen.

Während die Darstellung eines Körpers in gerader oder auch in axonometrischer Projektion lediglich technischen Zwecken dient, benötigt man die perspektivische Abbildung eines Gegenstandes in dem Falle, wenn man sich von der malerischen Wirkung desselben von einem gewissen Standpunkte aus überzeugen will.

Bei den perspektivischen Darstellungen unterscheidet man vier besondere Zweige derselben:

1. die Linienperspektive,
2. die Schattenperspektive,
3. die Spiegelperspektive,
4. die Luftperspektive.

Die sogen. Linienperspektive stellt die Form des abzubildenden Körpers in Linien dar; sie beschäftigt sich mit der Konstruktion der Umrisslinien von Gegenständen und räumlicher Gebilde auf der Bildfläche.

Die sogen. Schattenperspektive lehrt die Konstruktion der Schatten, welche beleuchtete Gegenstände auf der Grundfläche, auf anderen Ebenen oder auf anderen körperlichen Gebilden hervorrufen.

Die sogen. Spiegelperspektive zeigt, nach welchen Regeln eine Spiegelung von Gegenständen auf einer Wasserfläche, auf Glas- und Spiegelflächen oder auf poliertem Metall dargestellt wird.

Die sogen. Luftperspektive lehrt über die Erscheinungen im Hinblick auf Farbenstimmungen, hauptsächlich bei Landschaftsbildern.

Es soll jedoch in dem folgenden nur auf die Linienperspektive und auf die Schattenperspektive, dem Zweck dieses Buches entsprechend, näher eingegangen werden.

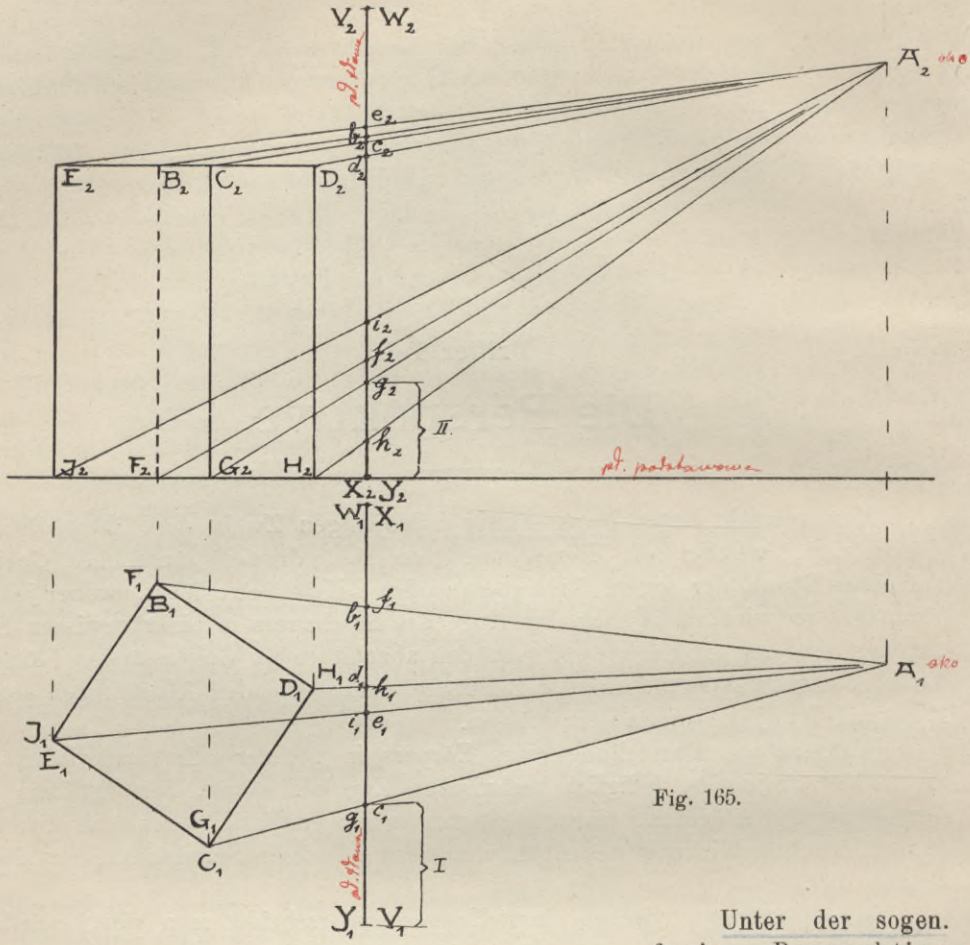
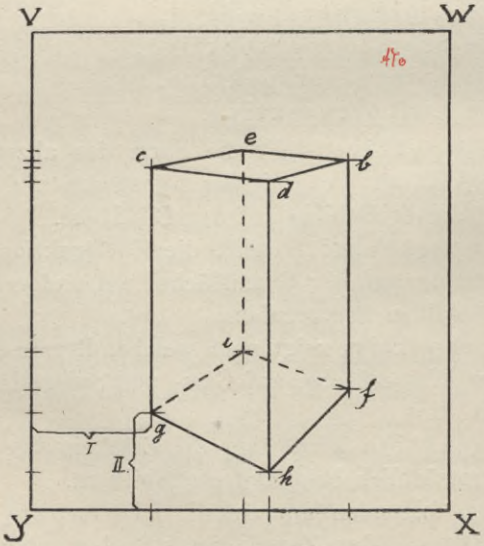


Fig. 165.



Unter der sogen. freien Perspektive versteht man diejenige Konstruktions-Methode der Linienperspektive, bei welcher die perspektivische Abbildung eines Gegenstandes ermittelt werden kann, ohne dass man die geometrischen Projektionen des in Betracht kommenden Gegenstandes — also dessen Grundriss, Aufriss und Seitenriss — zu Grunde legt.

Die Fig. 165 veranschaulicht beispiels-

weise, wie auf einer Bildfläche V W X Y eine perspektivische Abbildung entsteht. Das auf der Horizontal-Ebene — der sogen. Grundfläche — senkrecht stehende, vierseitige Prisma wird von dem Beschauer mit einem seiner beiden Augen, welches sich als Punkt A darstellt, betrachtet. Der Punkt A ist somit der sogenannte Augenpunkt. Zwischen dem Auge des Beschauers und dem Prisma befindet sich nun die senkrechte auf der Grundfläche stehende Bildfläche (= V W X Y) (auch Bildebene genannt), welche man sich am besten durchsichtig vorzustellen hat.

Nunmehr kann man sich von den Eckpunkten des gegebenen Prismas nach dem Augenpunkt A die sogen. Sehstrahlen gezogen denken, welche mithin die Bildfläche in den Punkten b c d e f g h i durchbohren müssen. Die Sehstrahlen nennt man auch die projizierenden Geraden, und ihre auf der Bildfläche V W X Y liegenden Durchschnittspunkte heissen alsdann die perspektivischen Projektionen der Eckpunkte des Prismas. Werden hierauf diese auf der Bildfläche gefundenen Durchschnittspunkte in folgerichtiger Weise, wie es an dem gegebenen Prisma selbst zu ersehen ist, miteinander verbunden, so erhält man dadurch das perspektivische Bild des Prismas auf der Bildfläche. Würde man dem Augenpunkte A eine andere Lage geben oder die Bildfläche ver-

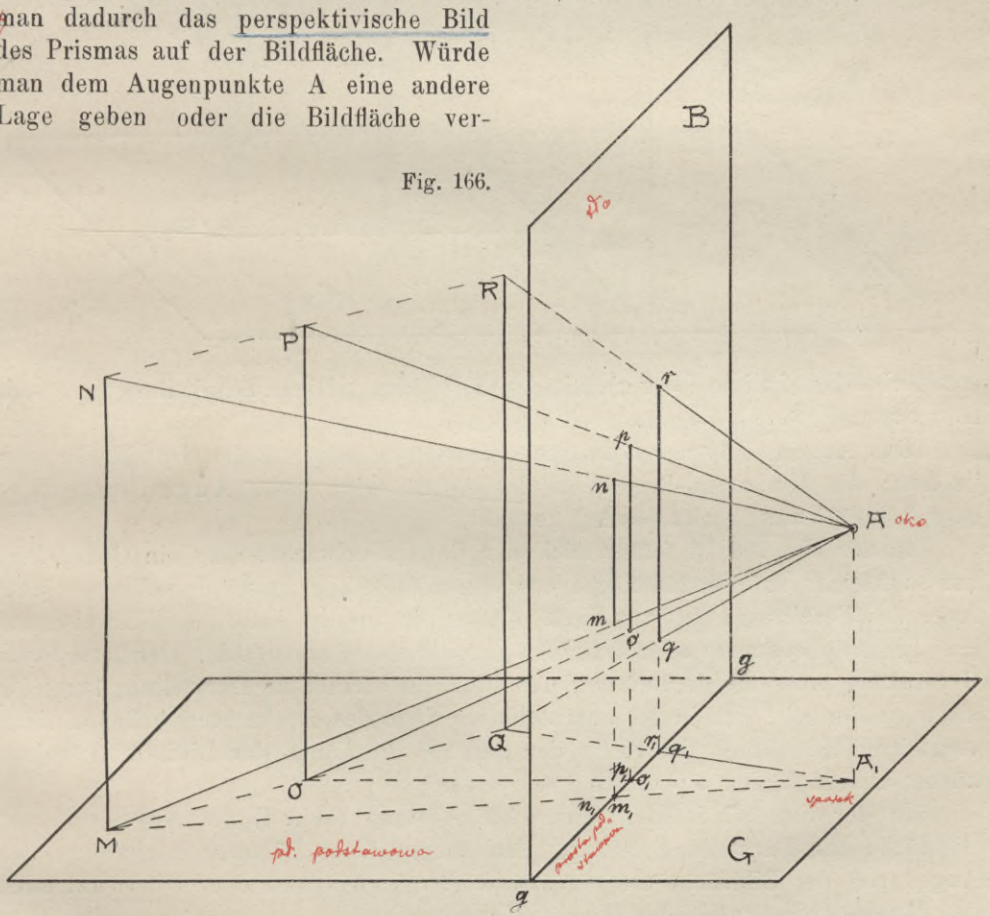


Fig. 166.

schieben, so muss sich begreiflicherweise dadurch auch die perspektivische Abbildung des Prismas verändern.

Die Elemente der Perspektive.

Man stellt sich unter der sogenannten Grundfläche — auch Grundebene — diejenige horizontale Ebene vor, auf welcher sowohl der Beschauer selbst als auch die Bildfläche, sowie der auf der letzteren darzustellende Gegenstand stehen. Man vergleiche hierbei die Fig. 166. Allgemein nimmt man an, dass die Bildfläche B senkrecht auf der Grundfläche G steht; die letztere bildet

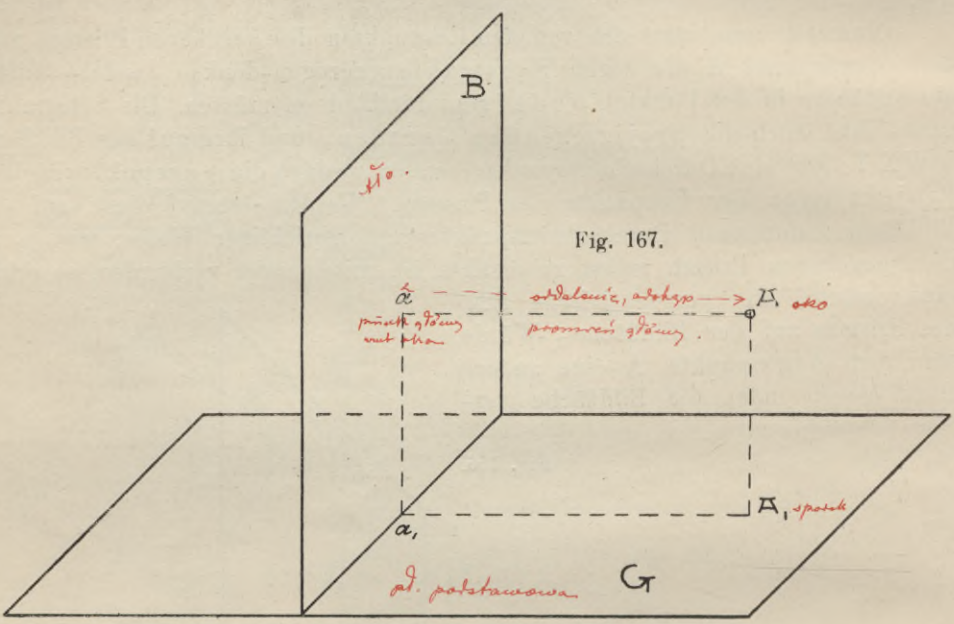


Fig. 167.

somit eine Schnittlinie (= g g) mit der Bildfläche. Diese Schnittlinie g g nennt man dann die Grundlinie.

Das Auge (= A) des Beschauers kann man nun auf die Grundfläche projizieren; die Horizontal-Projektion des Auges wird dann Augenfusspunkt oder kürzer Fusspunkt (= A_1) genannt.

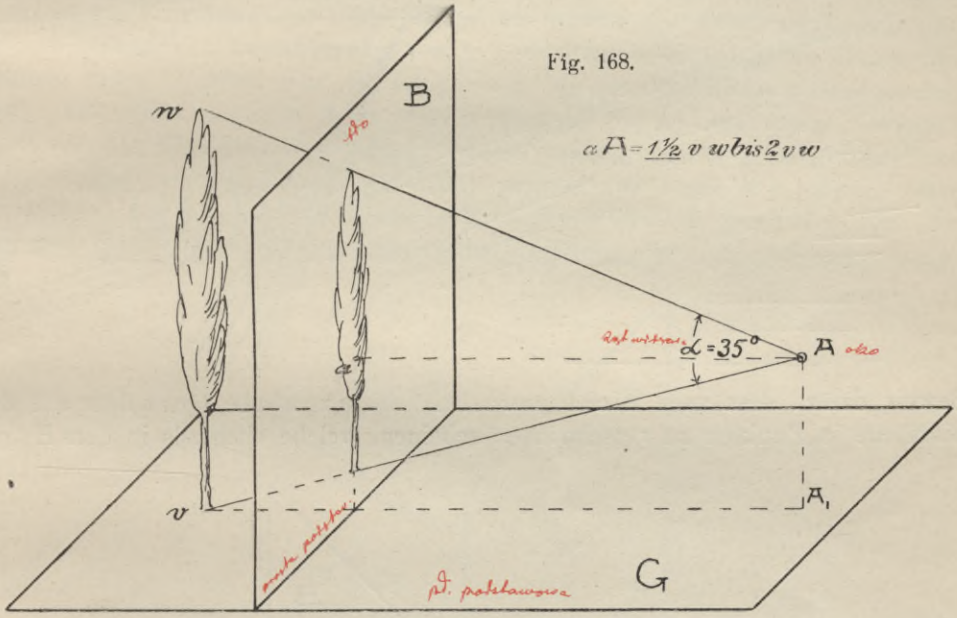
In der Fig. 166 ist ferner auch der Beweis erbracht, dass ein Gegenstand um so kleiner auf der Bildfläche erscheinen muss, je weiter derselbe von dem Auge des Beschauers entfernt liegt. (Es sei in diesem Falle beispielsweise auf eine Telegraphenstange oder auf einen Pappelbaum hingewiesen). Der betreffende Gegenstand muss mithin auch auf der Bildfläche kleiner zur Darstellung kommen, als wenn derselbe sich in der unmittelbaren Nähe des Beobachters befindet. Man vergleiche hinsichtlich dessen in der Fig. 166 die Länge der Linie m n, welche kürzer als die Linien o p und q r sein muss.

In der Fig. 167 ist der senkrechte Abstand (= A a) des Auges von der Bildfläche zur Darstellung gelangt. Man nennt diese kürzeste Entfernung des Auges von der Bildfläche die sogenannte Augendistanz oder Distanz, auch den Hauptsehstrahl oder Hauptstrahl.

Denkt man sich nun von den beiden äussersten Punkten v und w eines Gegenstandes, beispielsweise eines Pappelbaumes oder Turmes, die sogenannten Sehstrahlen nach dem Auge (A) des Beschauers gezogen, so bilden diese beiden

Sehstrahlen mit einander einen Winkel (α), den sogenannten Sehwinkel (siehe die Fig. 168). Wenn nun der betrachtete Gegenstand mit dem Auge noch bequem und ohne Verzerrung seiner Umrisse übersehen werden soll, so darf dieser Sehwinkel α erfahrungsgemäss nicht grösser als 35° sein. Es ergibt sich hieraus, dass die sogen. Distanz (= A a) mindestens das anderthalbfache (meistens liegt die Distanz zwischen den $1^1/_2$- bis 2-fachen) der grössten Ausdehnung hinsichtlich der Höhe oder der Breite des darzustellenden Gegenstandes betragen soll.

Fig. 168.



Stellt man sich vor, dass man auf einem Eisenbahndamme, dessen Schienengleise in gerader und wagerechter Richtung verlaufen, stehen würde, dann wird man leicht entdecken können, dass die Eisenbahnschienen und die Drähte der

Fig. 169.

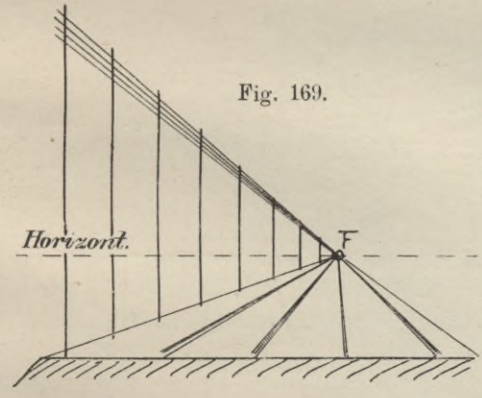
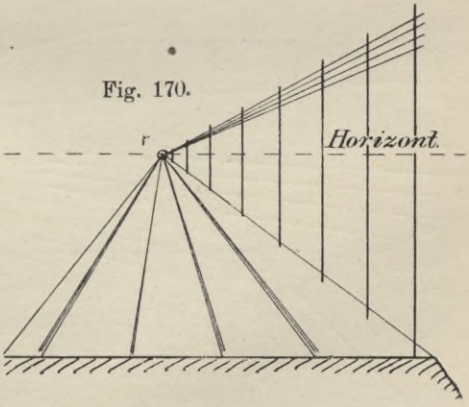


Fig. 170.



Telegraphenstangen scheinbar in einem fernen Punkte (= F in der Fig. 169) an dem sogenannten Horizont zusammenlaufen und verschwinden. Daher nennt man auch diesen Punkt F den Fluchtpunkt oder den Verschwindungspunkt. Ist der Standort des Beschauers etwas höher gewählt (steht derselbe

in dem angeführten Beispiele vielleicht auf der Plattform eines Eisenbahnwagens), dann scheint auch dieser Fluchtpunkt F eine höhere Lage einzunehmen. (Man vergleiche dementsprechend die Fig. 170). Der Horizont liegt also jeweils in der Augenhöhe.

Während nun die Figuren 169 und 170 die Abbildungen von unter sich parallelen Geraden mit ihren Fluchtpunkten zeigen, liefert die Fig. 171 den

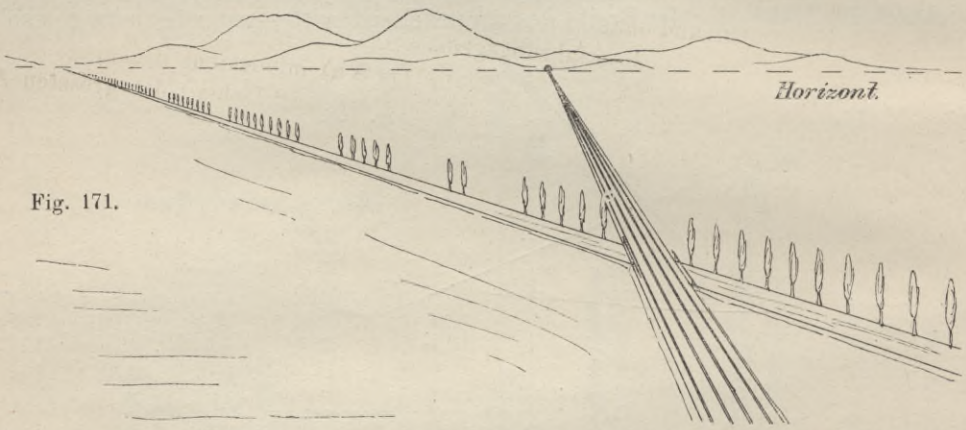


Fig. 171.

Beweis dafür, dass auch nicht parallele horizontale Geraden auf der Bildfläche in Punkten zu verschwinden scheinen, welche ebenfalls in dem Horizonte liegen. (Die Fig. 171 zeigt beispielsweise eine Landstrasse sowie eine Eisenbahnlinie, welche sich beide kreuzen).

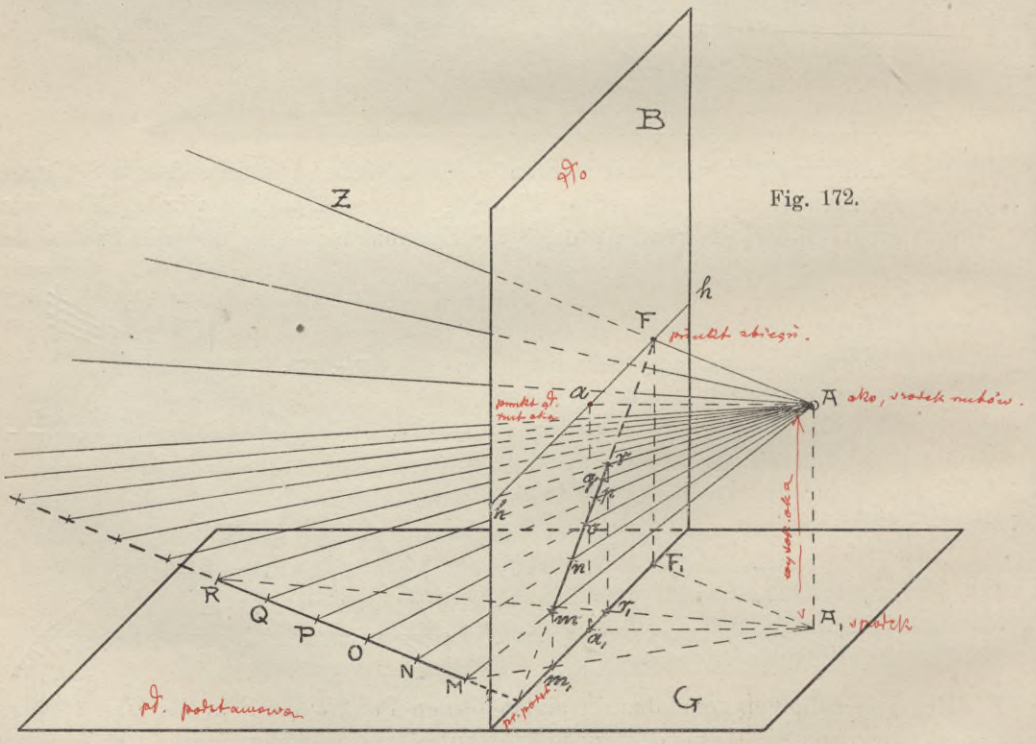
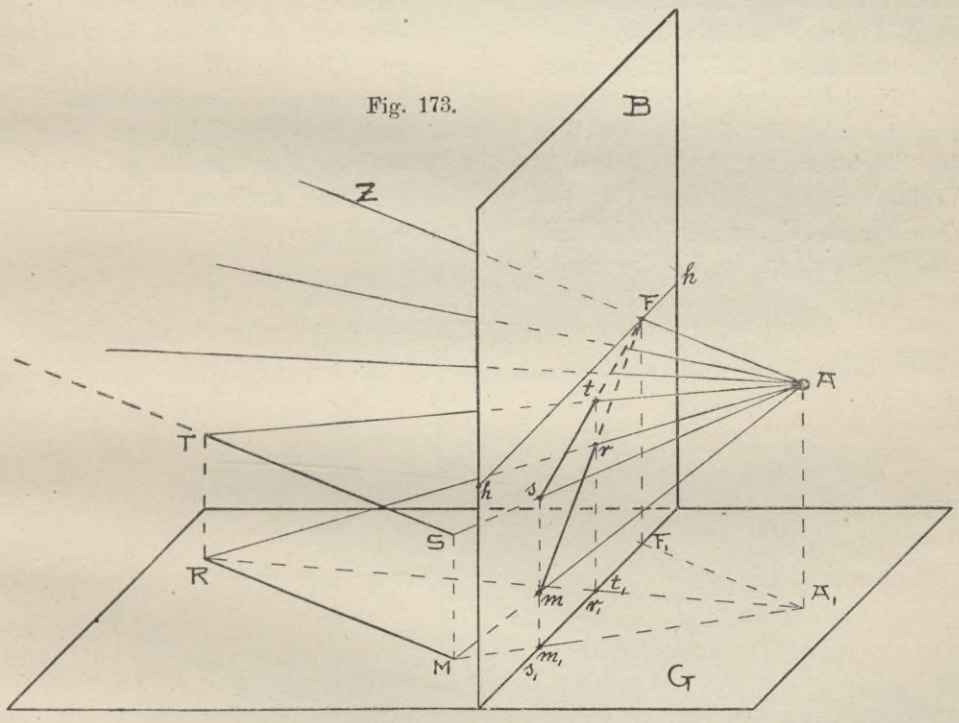


Fig. 172.

Eine Erklärung für die Fluchtpunkte weist nun die Fig. 172 auf. Die gerade Linie M R, welche auf der Grundfläche liegt, ist durch die Abschnitte M N, N O, O P, P Q, Q R gleichmässig eingeteilt worden Diese unter sich gleichen Abschnitte der Linie M R erscheinen nun in ihrer perspektivischen Projektion m r auf der Bildfläche B ungleich lang und zwar werden dieselben nach der Richtung F hin immer kleiner, je weiter die einzelnen Abschnitte der Linien M R von der Bildfläche B entfernt liegen. Denkt man sich nun die gerade Linie M R nebst ihrer gleichmässigen Einteilung weiter verlängert, so wird sich auch die perspektivische Projektion der Linie M R = m r nach F hin weiter verlängern und die Abschnitte der Verlängerung von m r werden immer mehr an Länge abnehmen müssen. Wird nun die Länge M R bis ins Unendliche verlängert und denkt man sich von dem Auge des Beschauers (= A) aus einen Sehstrahl (= A Z) nach dem unendlich weit entfernten Endpunkte der verlängerten Linie M R gezogen, so wird dieser Sehstrahl parallel zur Linie M R laufen. Der Sehstrahl A Z wird dann die Bildfläche B in dem Punkte F durchschneiden. Es ist somit der Punkt F die perspektivische Projektion des unendlich entfernt ge-

Fig. 173.



dachten Endpunktes der verlängerten Linie M R; mithin ist also auch F die äusserste Grenze der perspektivischen Projektion der bis ins Unendliche verlängert gedachten Linie M R. Man nennt daher diesen Punkt F den Verschwindungspunkt oder den Fluchtpunkt der Geraden M R und der Sehstrahl A Z ist dann der sogenannte Parallelstrahl zur Linie M R. Dieser Parallelstrahl A Z muss aber auch parallel zu der Grundfläche G laufen, und sein Abstand von der Grundfläche (= $F F_1$) ist gleich der sogen. Augenhöhe, d. h. dem Abstande $A A_1$ des Auges von der Grundfläche. Die Horizontal-Pro-

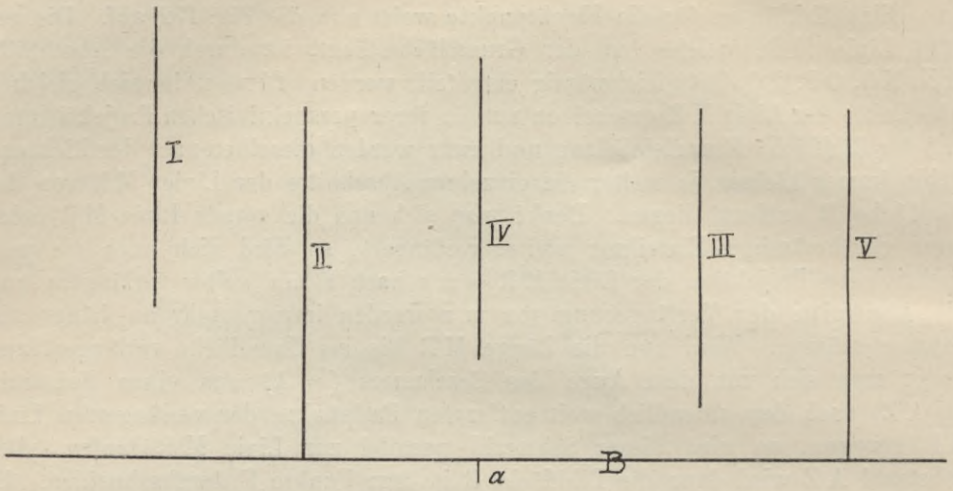


Fig. 174.

jektion von dem Parallelstrahl A F ist $A_1 F_1$, welche Linie dann ebenfalls parallel zu M R laufen muss.

Nachdem soeben Erklärten ergibt sich also für die Konstruktion des Fluchtpunktes F das folgende Verfahren: man zieht aus A_1 eine Parallele A_1, F_1 zu der Linie M R, errichtet sodann in F_1 die Senkrechte zu der Grundfläche und gibt von A aus den Parallelstrahl zu M R an; es ist alsdann der Schnittpunkt (F) der Senkrechten F_1 F und des Parallelstrahles der gesuchte Fluchtpunkt F, welcher natürlich auch auf dem Horizonte h h liegen muss.

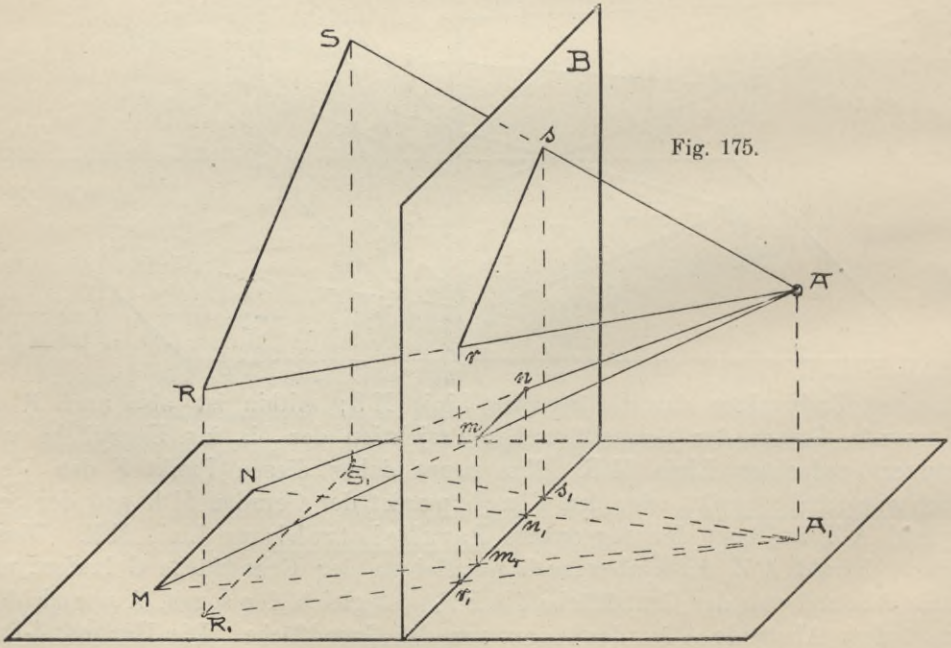


Fig. 175.

Die Fig. 173 liefert ferner den Beweis dafür, dass auch die Gerade S T, welche parallel zu der auf der Grundfläche liegenden Geraden M R verläuft, ebenfalls denselben Parallelstrahl wie die Linie M R hat. Dadurch muss diese Gerade S T auch denselben Fluchtpunkt erhalten. Es dürfte somit nachgewiesen sein, dass die perspektivische Projektion von unter sich parallelen Geraden, welche horizontale Lage einnehmen, einen gemeinsamen Parallelstrahl und dadurch auch einen gemeinschaftlichen Fluchtpunkt haben.

Aus den in den Figuren 172 und 173 gegebenen Erklärungen geht ferner hervor, dass auch alle Geraden, welche senkrecht zu der Bildfläche B

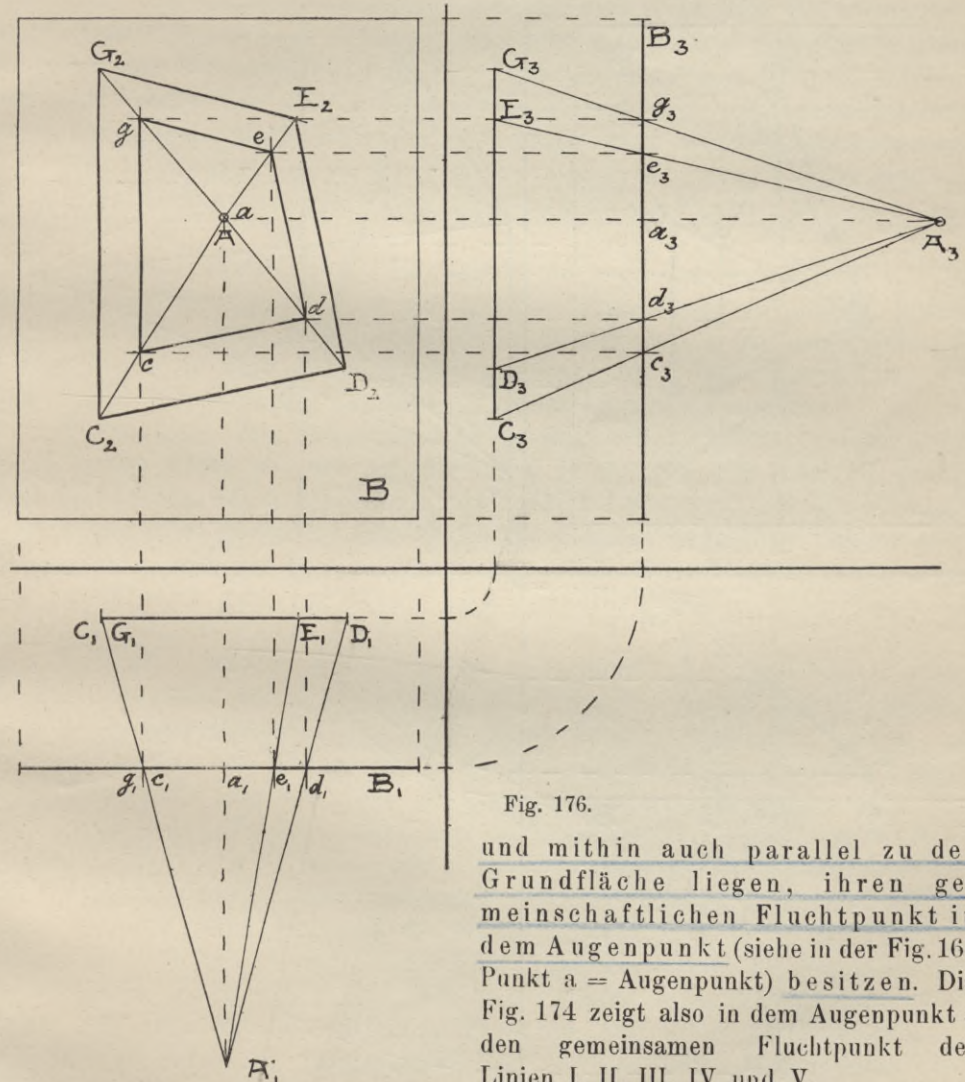


Fig. 176.

und mithin auch parallel zu der Grundfläche liegen, ihren gemeinschaftlichen Fluchtpunkt in dem Augenpunkt (siehe in der Fig. 167 Punkt a = Augenpunkt) besitzen. Die Fig. 174 zeigt also in dem Augenpunkt a den gemeinsamen Fluchtpunkt der Linien I, II, III, IV und V.

Liegt nun eine Gerade parallel zu der Bildfläche B, so muss auch ihr Parallelstrahl parallel zu der Bildfläche laufen. Da nun der zugehörige Parallelstrahl die Bildfläche nicht erreicht, so können mithin die zu der Bildfläche

parallel liegenden Geraden auch keinen Fluchtpunkt haben. Es gilt dies für alle Geraden, sofern sie nur zu der Bildfläche parallel sind; ihre perspektivischen Projektionen sind mit diesen Geraden selbst parallel. Man folgert daraus den Satz:

Gerade Linien, welche zu der Bildfläche parallel liegen, haben keinen Fluchtpunkt und ihre perspektivischen Projektionen sind zu ihnen selbst parallel.

In der Fig. 175 liegen beispielsweise die beiden gegebenen Geraden M N und R S jeweils zu der Bildfläche parallel. Durch die Konstruktion ist bewiesen

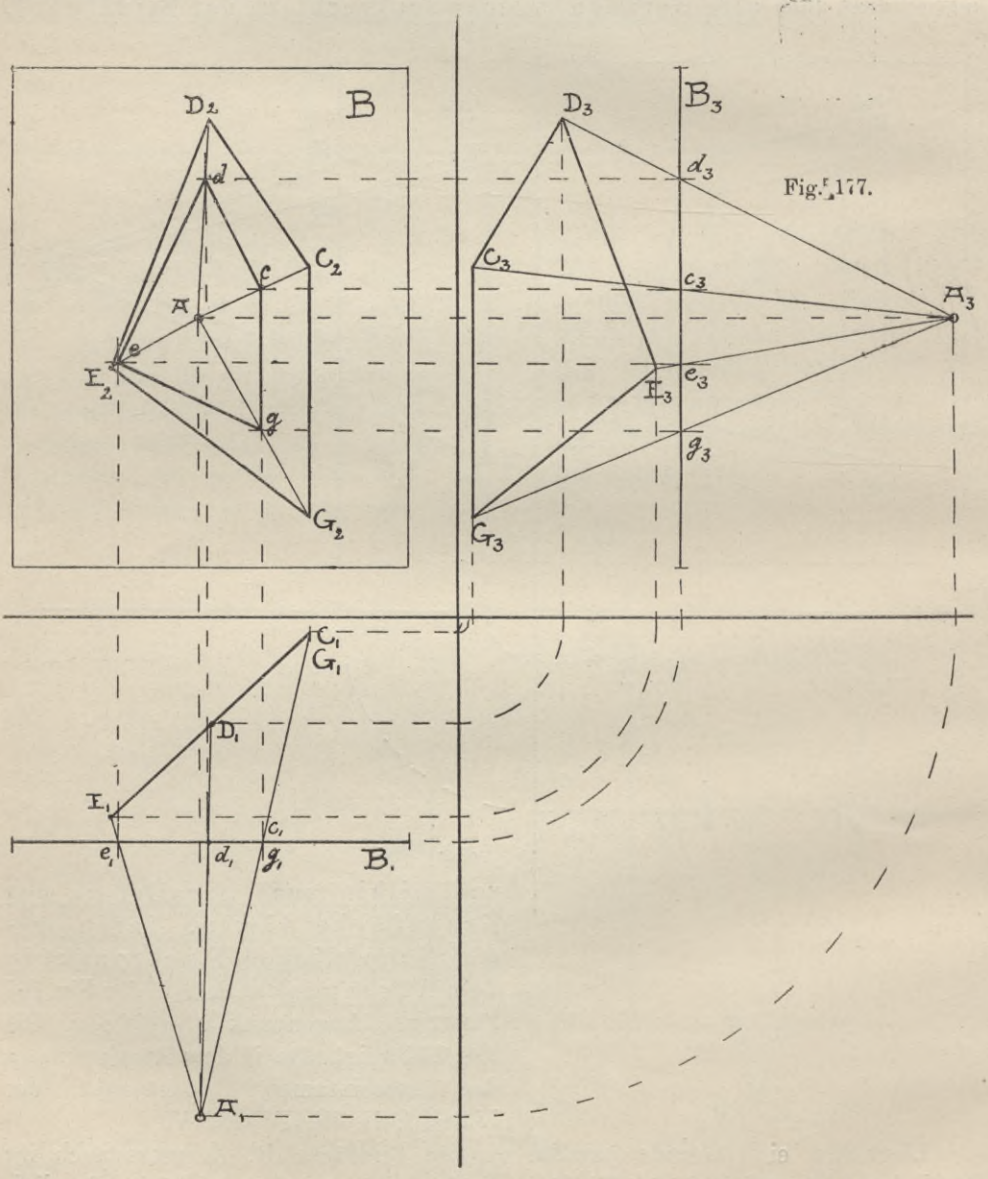


Fig. 177.

worden, dass die perspektivische Projektion m n sich parallel zu M N darstellt. Das gleiche ist auch der Fall mit der Geraden R S und ihrer perspektivischen Projektion r s.

Aufgabe. In der Fig. 176 ist ein unregelmässiges Viereck C D E G gegeben und zwar in seiner geraden Projektion (in seinem Grundriss = C_1 D_1 E_1 G_1, in seinem Aufriss = C_2 D_2 E_2 G_2 und in seinem Seitenriss = C_3 D_3 E_3 G_3). Es soll die perspektivische Projektion dieses Vierecks dargestellt werden. Die Bildfläche B ist im Grundriss und Seitenriss durch die Linie B_1 bezw. B_3 angegeben, A_1 bezw. A_3 soll die Lage des Auges des Beschauers bezeichnen.

Auflösung. Man zieht zunächst die gerade Projektion der vier Sehstrahlen sowohl im Grundriss als auch im Seitenriss und erhält dadurch die sogen. Durchstosspunkte (c_1 d_1 e_1 g_1 bezw. c_3 d_3 e_3 g_3) der Sehstrahlen auf der Bildfläche. Zeichnet man nun in dem Aufriss die Sehstrahl-Projektionen, so kann man weiter auf denselben die Durchstosspunkte c d e g mit Hilfe ihrer Grundriss- und Seitenriss-Projektionen eintragen. Verbindet man alsdann c d e g miteinander, so erhält man die perspektivische Projektion des gegebenen Vierecks C D E G, und man kann ferner feststellen, dass das Viereck und seine perspektivische Projektion einander ähnliche Figuren sind. Mithin kann man den Satz aufstellen:

Die perspektivische Projektion einer ebenen Figur, welche zu der Bildfläche parallel liegt, ist immer eine derselben ähnliche Figur.

Aufgabe. In der Fig. 177 ist ebenfalls ein unregelmässiges Viereck C D E G gegeben, und zwar durch seine drei geraden Projektionen (Grundriss, Aufriss und Seitenriss). Seine Lage im Raume ist derart, dass es zu der Bildfläche B geneigt liegt. A_1 bezw. A_3 bezeichnet die Lage des Auges. Es soll die perspektivische Projektion des gegebenen Vierecks konstruiert werden.

Auflösung. Die Ermittelung des perspektivischen Bildes auf der Bildfläche erfolgt genau so, wie dieselbe schon in der Fig. 176 erläutert wurde. Nach der Lösung der Aufgabe kann man jedoch feststellen, dass das gegebene Viereck und seine perspektivische Projektion einander unähnliche Figuren sind. Mithin dürfte auch der Beweis erbracht sein, dass eine Figur, welche zu der Bildfläche geneigt liegt, auf derselben als unähnliche, verzerrte Figur erscheinen muss.

Aufgabe. In der Fig. 178 ist ein vierseitiges Prisma, welches senkrecht auf der Grundfläche steht, durch seinen Grundriss und seinen Aufriss gegeben. Es soll die perspektivische Projektion dieses Prismas konstruiert werden, zu welchem Zwecke noch die Lage der Bildfläche B, des Horizontes durch die Augenhöhe v, sowie die Lage des Auges als gegeben zu betrachten sind.

Auflösung. Zunächst zieht man im Grundriss die Projektionen der Sehstrahlen (= C_1 A_1, D_1 A_1, E_1 A_1 usw.); damit ist auch die Horizontal-Projektion der Durchschnittspunkte der Sehstrahlen auf der Bildfläche festgelegt (= c_1 d_1 e_1 g_1 i_1 k_1 l_1 m_1). Nun gibt man die Horizontal-Projektion A_1 F_1 des Parallelstrahles zu C_1 G_1 an und findet dadurch die Lage des rechten Fluchtpunktes auf der Bildfläche, indem man F senkrecht über F_1 auf dem Horizont anträgt. Das gleiche gilt auch für die Auffindung der Lage des linken Fluchtpunktes F^1, welchen man durch den Parallelstrahl zu C_1 D_1 ermittelt. Ferner findet man auf dem Horizont die Projektion A_2 des Auges durch den sogen. Augenfusspunkt A_1. Hat man hiernach die Vertikal-Projektion der einzelnen Sehstrahlen gezogen (C_2 A_2, D_2 A_2, E_2 A_2 usw.), so kann man beispielsweise sehr leicht die perspektivische Projektion d des Eckpunktes D auf D_2 A_2 ermitteln, wenn man

die Horizontal-Projektion von $d = d_1$ senkrecht herauf projiziert; es gilt dies auch für die Auffindung von c e g sowie für die oberen Eckpunkte des Prismas.

Die Auflösung der Fig. 178 ergibt ebenfalls die Richtigkeit des an den Figuren 172 und 173 erläuterten Satzes, welchen man nunmehr dahingehend

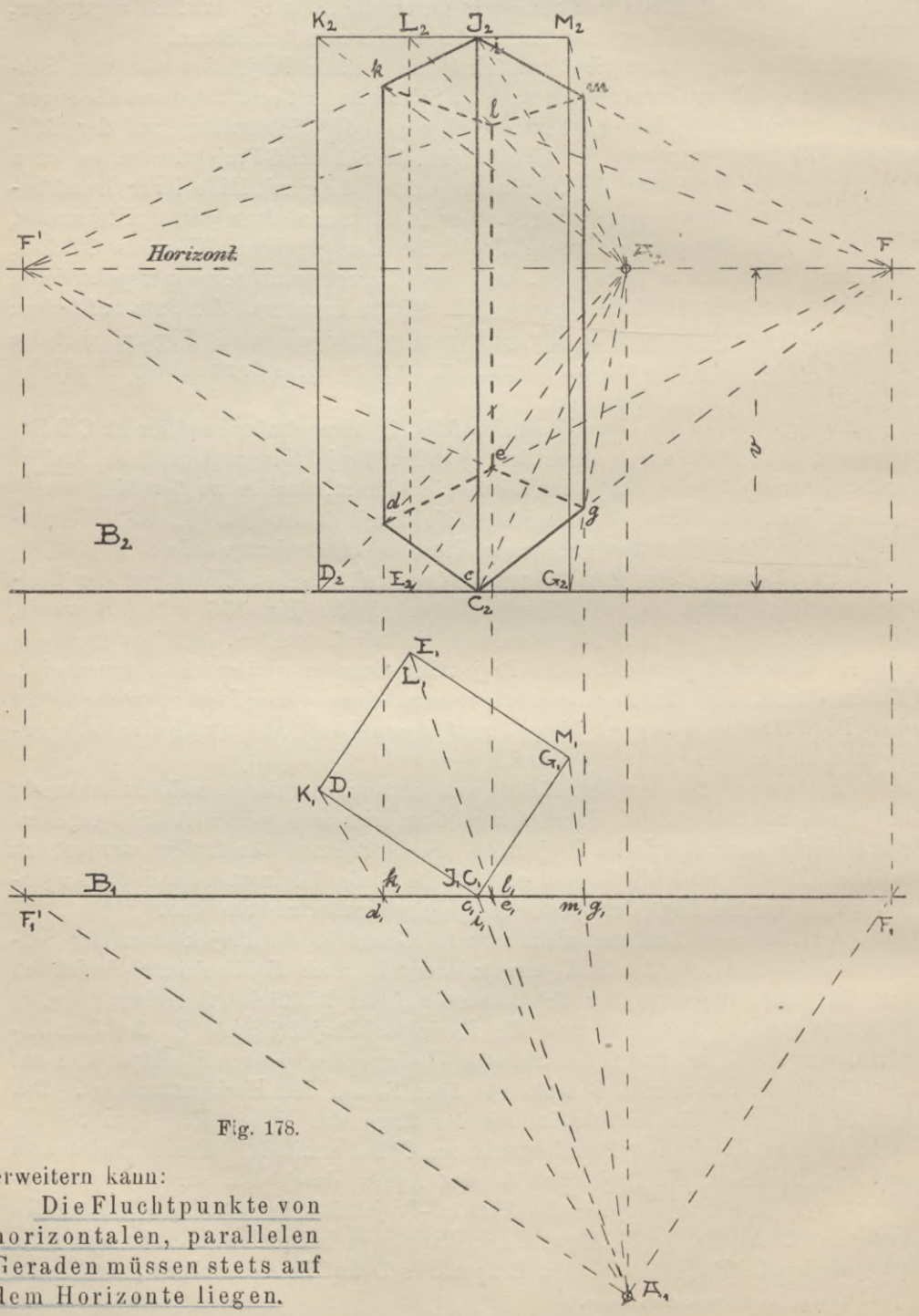


Fig. 178.

erweitern kann:

Die Fluchtpunkte von horizontalen, parallelen Geraden müssen stets auf dem Horizonte liegen.

Das in der Fig. 178 angegebene Verfahren zur Erlangung der perspektivischen Projektion eines Gegenstandes nennt man die Durchschnitts- und Fluchtpunkts-Methode.

Die Durchschnitts- und Fluchtpunkts-Methode.

Aus den bisher gegebenen Erklärungen kann man die perspektivische Projektion eines jeden Gegenstandes durch die unmittelbare Benutzung seines Grundrisses und seines Aufrisses leicht ermitteln. Jedoch ist man bei grösseren und komplizierteren Körperzusammenstellungen in der Regel gezwungen, ihr perspektivisches Bild auf einem besonderen Blatte anzufertigen, wobei selbstverständlich die einzelnen Abmessungen des körperlichen Gebildes, welche zur Herstellung der perspektivischen Projektion notwendig sind, aus dessen Grundriss und Aufriss, bezw. Seitenriss entnommen werden.

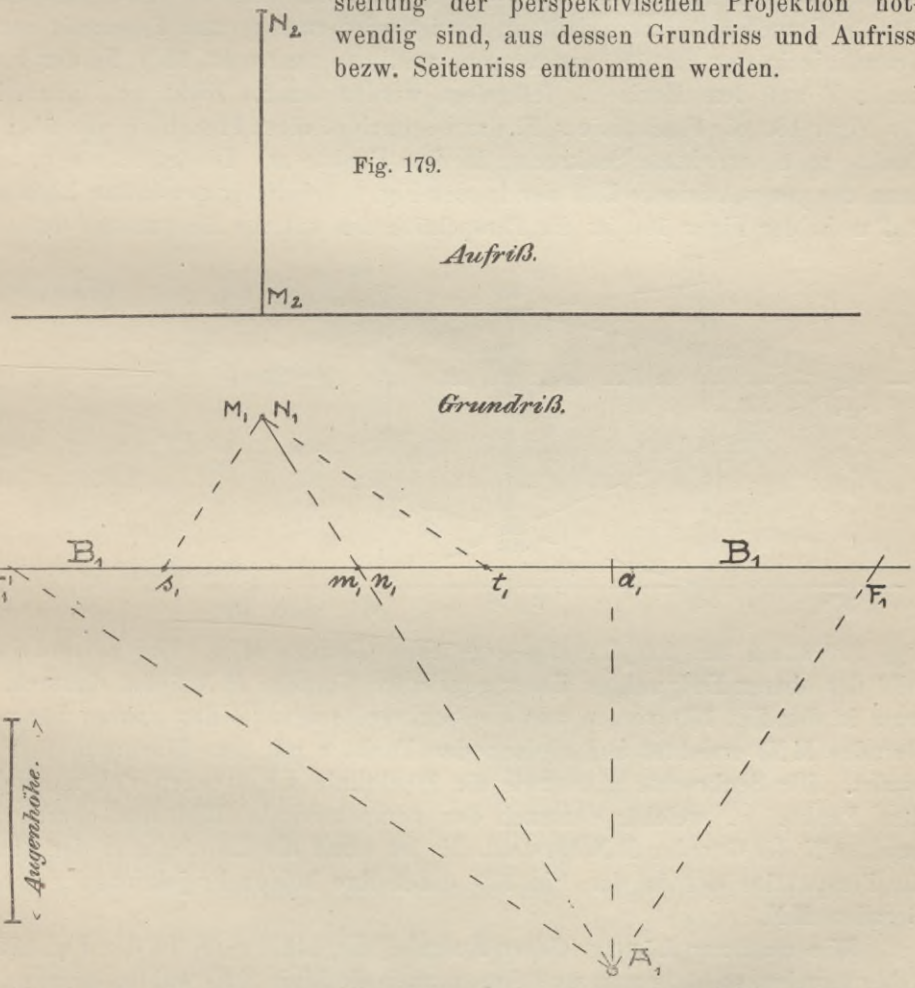


Fig. 179.

Zu der Ermittelung der Perspektive einer senkrechten Linie kann man durch das in den beiden Figuren 179 und 180 ausgeführte Verfahren unschwer gelangen.

Aufgabe. In der Fig. 179 ist die Länge sowie die Lage der Geraden M N, welche auf der Horizontal-Ebene senkrecht steht, durch ihren Grundriss

und Aufriss gegeben. Es soll diese Linie in Perspektive gesetzt werden, wobei die Lage der Bildfläche B, die Augenhöhe sowie die Distanz $A_1 a_1$ als gegeben zu betrachten sind.

Auflösung. Man zieht zunächst die beiden Sehstrahl-Projektionen $M_1 A_1$ und $N_1 A_1$, welche zusammenfallen; dadurch erhält man auf der Bildfläche die Horizontal-Projektion m_1 und n_1 der beiden Durchschnittspunkte m und n. Nunmehr überträgt man die Strecke $a_1 m_1$ in der Fig. 179 auf die angenommene Grundlinie in der Fig. 180. Es liegt sodann senkrecht über dem Punkte m_1 der Fig. 180 das perspektivische Bild der Linie M N. Ferner nimmt man in der Fig. 179 eine beliebige, horizontale Gerade, welche gegen die Bildfläche geneigt liegt, an, beispielsweise die Gerade $M_1 s_1$ und gibt zu derselben die Horizontal-Projektion ihres Parallelstrahles ($= A_1 F_1$) an, um dadurch den Fluchtpunkt F für die Gerade $s_1 M_1$ zu erhalten. Es ist wiederum s_1 und F_1 richtig auf der Grundlinie in der Fig. 180 anzutragen, wodurch senkrecht über F_1 der Fluchtpunkt F auf dem Horizonte festgelegt werden kann. Zieht man nunmehr in der Figur 180 die Fluchtlinie s_1 F, dann schneidet diese Fluchtlinie die über dem Punkte m_1 n_1 errichtete Senkrechte in dem Punkte m. Die Strecke s_1 m ist sodann das perspektivische Bild der in der Fig. 179 beliebig gewählten Linie $s_1 M_1$ und m in der Figur 180 ist die Perspektive des unteren Endpunktes der in der

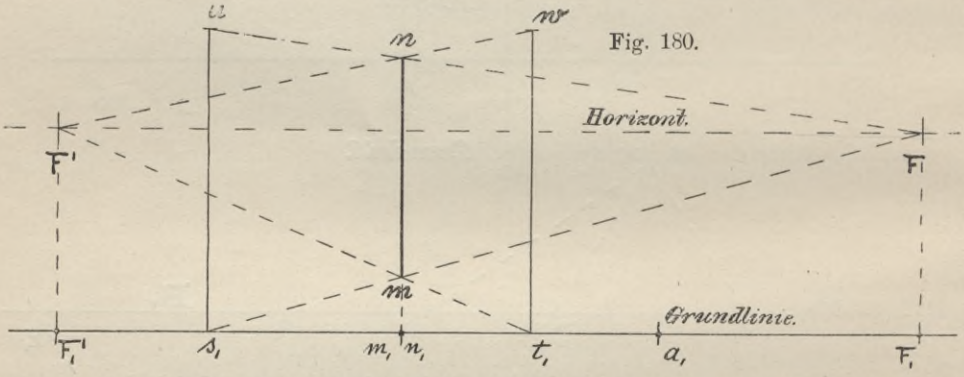


Fig. 180.

Fig. 179 durch ihre Projektionen gegebenen Geraden M N. Das perspektivische Bild des oberen Endpunktes dieser gegebenen Geraden M N findet dadurch, dass man in der Fig. 180 von s_1 aus die Senkrechte s_1 u ($=$ der wahren Länge der Geraden M N) errichtet und alsdann den Punkt u mit dem Fluchtpunkte F verbindet. Die Senkrechte m n sowie die Fluchtlinie u F kreuzen sich nunmehr in dem Punkte n, welcher demnach das perspektivische Bild des oberen Endpunktes N der Geraden M N darstellt. Es ist somit die Linie m n in der Fig. 180 die Perspektive der in der Fig. 179 durch ihre beiden Projektionen gegebenen Geraden M N.

Wie man zur Lösung dieser Aufgabe die Linie $s_1 M_1$ in der Fig. 179 beliebig annahm, so hätte man statt dessen auch die Linie $t_1 M_1$ wählen können. Verwendet man die in der Fig. 179 beliebig angenommenen Linien $s_1 M_1$ und $t_1 M_1$ gleichzeitig, dann kann auf die Sehstrahl-Projektion $M_1 A_1$ verzichtet werden; man findet dann die Perspektive der Geraden M N dadurch, dass man in der Fig. 180 die Kreuzungspunkte m und n der vier Fluchtlinien mit einander verbindet.

Genau das gleiche Verfahren hat auch in den Figuren 181 und 182 Verwendung gefunden.

Aufgabe. Es ist in der Fig. 181 eine gleichmässig gekrümmte Linie C D E, welche zu der Horizontalebene parallel liegt, durch ihren Grundriss und ihren Aufriss gegeben; die Perspektive dieser Linie soll ermittelt werden, wobei die Lage der Bildfläche B, die Distanz sowie die Augenhöhe ebenfalls als gegeben zu betrachten sind.

Auflösung. Man zieht in der Fig. 181 zu den beliebig gewählten Parallelen $C_1 m_1$, $D_1 n_1$ und $E_1 o_1$ die Projektion des Parallelstrahles ($= A_1 F_1$) und stellt weiter die Horizontal-Projektion der drei Sehstrahlen C A, D A, E A ($= C_1 A_1$, $D_1 A_1$, $E_1 A_1$) dar, wodurch man die Horizontal-Projektion der drei Durchschnittspunkte c d e ($= c_1 d_1 e_1$) auf der Bildfläche erhält. Sodann überträgt man die Punkte m_1 n_1 c_1 d_1 o_1 e_1 und F_1 der Fig. 181 auf die Grundlinie der Fig. 182.

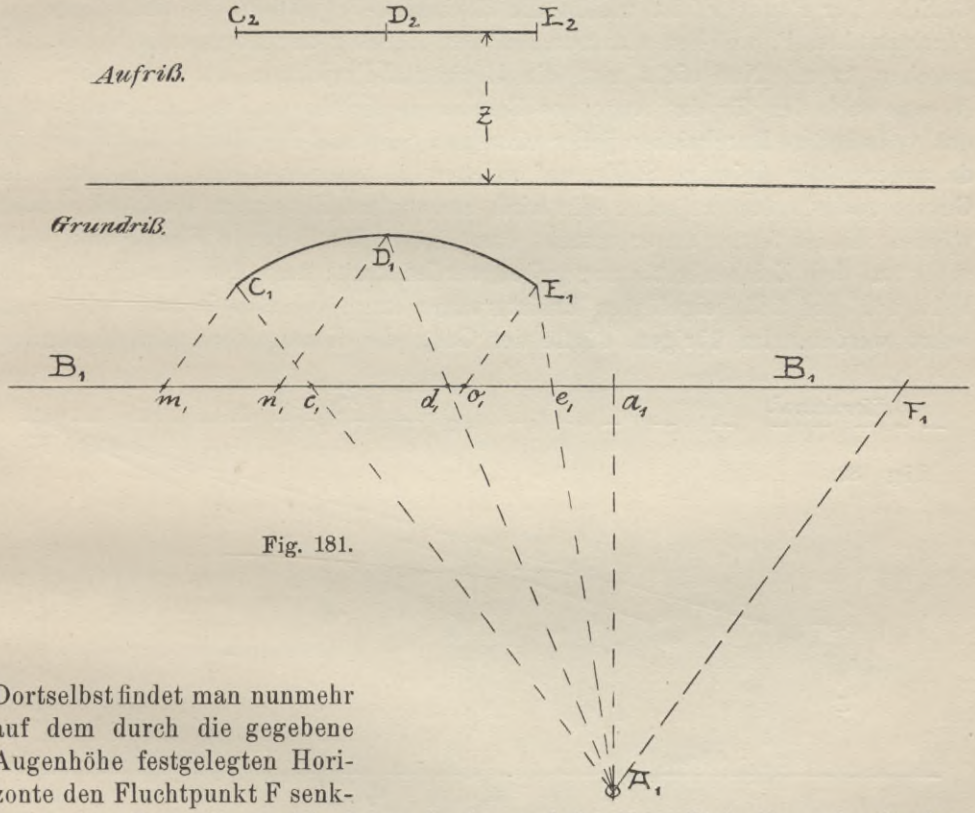


Fig. 181.

Dortselbst findet man nunmehr auf dem durch die gegebene Augenhöhe festgelegten Horizonte den Fluchtpunkt F senkrecht über F_1. Man errichtet nun in den auf der Grundlinie liegenden Punkten m_1 n_1 und o_1 die Senkrechten m_1 m, n_1 n und o_1 o, deren Länge dem Abstande der Punkte C D E der gegebenen Linie von der Horizontal-Ebene gleich ist (siehe das Mass z in dem Aufriss der Fig. 181).

Alsdann zieht man die Fluchtlinien m F, n F und o F und trägt senkrecht über c_1 den Punkt c auf m F an; das gleiche gilt für d auf n F und für e auf o F. Verbindet man jetzt c d und e durch eine stetig gekrümmte Kurve, so erhält man das perspektivische Bild der in der Fig. 181 gegebenen Kurve C D E.

Aufgabe. In der Fig. 183 ist ein steinernes Denkmal durch seinen Grundriss und seinen Aufriss gegeben. Es soll eine perspektivische Darstellung desselben angefertigt werden.

Auflösung. Zunächst zieht man die Horizontal-Projektion der gedachten Bildfläche (= B_1), welche hierbei zweckmässigerweise die vorderste, dem Auge des Beschauers also am nächsten liegende Kante des perspektivisch darzustellenden Gegenstandes berühren wird. Den Abstand des Auges von der Bildfläche (man vergleiche den senkrechten Abstand des Punktes A_1 von der Linie B_1) — die sogenannte Distanz — macht man (wie dies schon in der Fig. 167 erläutert worden ist) gleich dem anderthalbfachen bis zweifachen des Abstandes der beiden, sich gegenüberliegenden Eckpunkte C und D (siehe C_1 und D_1 im Grundriss). Die Linie $A_1 F_1$ ist die Horizontal-Projektion des Parallelstrahles zu der durchgehend gedachten Kante CE (vergl. im Grundriss $C_1 E_1$). Der Punkt F_1 ist mithin die Horizontal-Projektion des links liegenden Fluchtpunktes F, welchen man nun auf dem beliebig angenommenen Horizonte*) angeben kann. Nun zieht man die Horizontal-Projektion der Sehstrahlen von A_1 aus nach den für das Auge des Beschauers sichtbaren Punkten, wobei aber das vollständige Durchziehen jeder einzelnen Sehstrahl-Projektion überflüssig ist, da anderenfalls diejenige Stelle, auf welcher die perspektivische Darstellung des Gegenstandes später zu sehen sein wird, zu sehr mit Hilfslinien überhäuft werden würde. Es ist ferner angenommen, dass der rechts liegende Fluchtpunkt nicht mehr auf dem Zeichenbrette angegeben werden kann; nach den den Figuren 180, 181, 182 und 183 beigefügten Erläuterungen kann derselbe ja auch leicht entbehrt werden. Im übrigen dürfte der Gang der Konstruktion ohne besondere

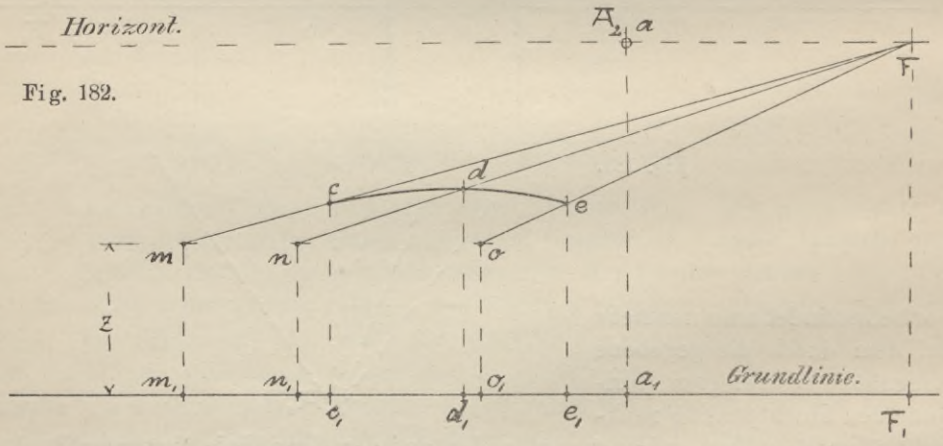


Fig. 182.

Schwierigkeiten aus der Zeichnung selbst und im Hinblick auf die vorangegangenen Erklärungen (siehe die Figuren 179 bis 182) ersehen werden können.

Anmerkung. In bezug auf die Höhenlage des Horizontes sei hier anschliessend erwähnt, dass die Höhe des Auges über der Grundfläche (also die sogenannte Augenhöhe) im allgemeinen beliebig angenommen werden kann. Bei den perspektivischen Darstellungen von Gebäuden und Denkmälern ist die

*) Man berücksichtige hierbei die dieser Erläuterung angeschlossene Anmerkung.

Augenhöhe in der Regel gleich der Höhe eines erwachsenen Menschen, mithin ungefähr 1,60 m bis 2,00 m, welches Höhenmass selbstverständlich in den gleichen Massstab der Aufriss-Zeichnung des darzustellenden Gegenstandes zu übersetzen ist.

Aufgabe. Die Fig. 184 weist den Grundriss eines kleinen Wohnhauses auf, welches in Perspektive gesetzt werden soll (man ver-

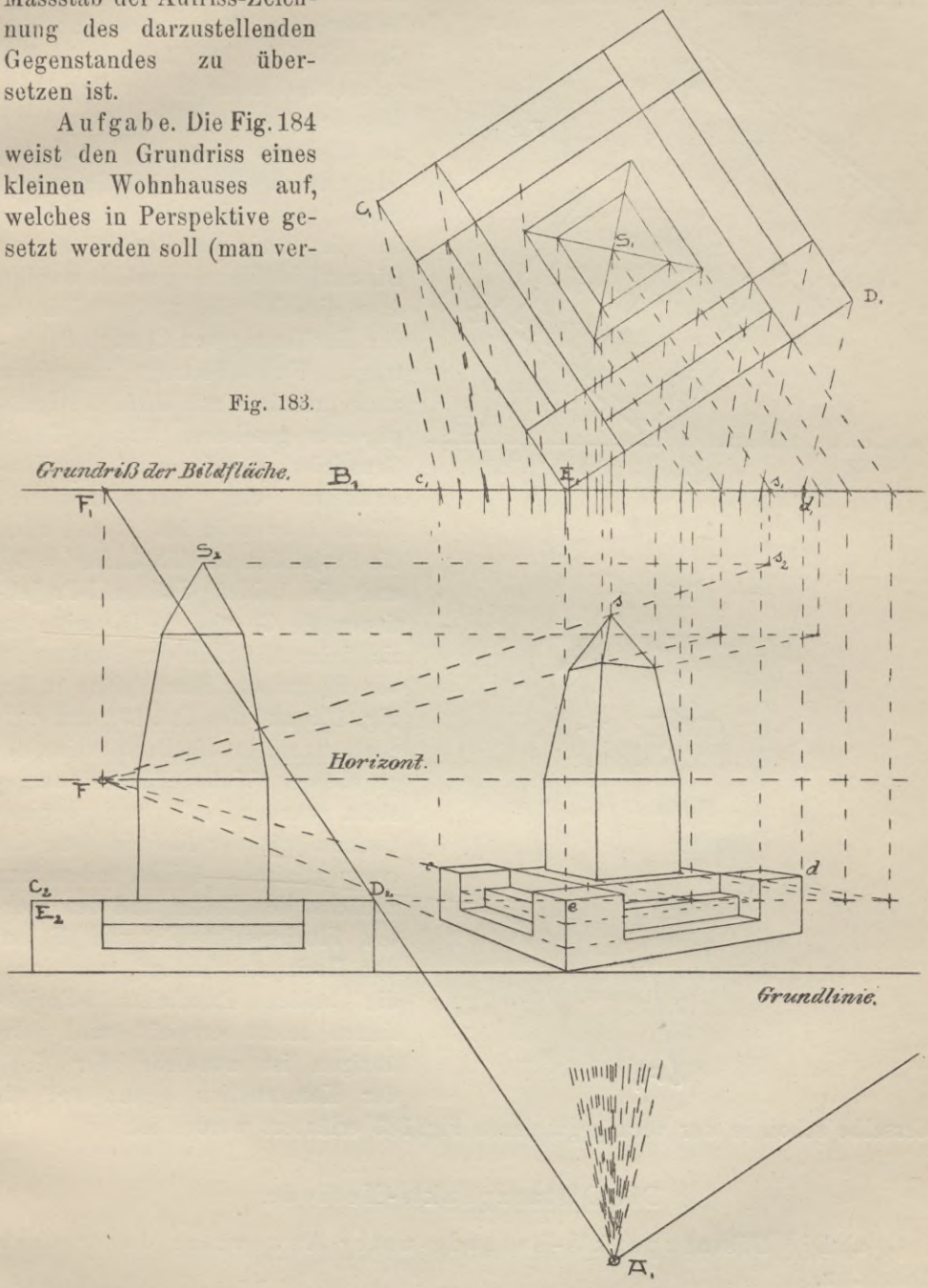


Fig. 183.

gleiche hierbei die zugehörige Fig. 185 auf der Taf. 13).

Auflösung. Zunächst wählt man hierbei den Standort des Beschauers so günstig wie möglich, und zieht sodann von der Horizontal-Projektion des

Auges (= A_1) — also von dem sogen. Augenfusspunkt — die beiden äussersten Sehstrahl-Projektionen $A_1 C_1$ und $A_1 D_1$. Diese beiden Sehstrahl-Projektionen bilden einen Winkel α, welchen man sodann halbiert. Senkrecht zu der Winkelhalbierenden $A_1 a_1$ wird nun der Grundriss der Bildfläche B (= B_1) gelegt und zwar in der Regel so, dass derselbe durch die dem Auge am nächsten liegende Hauskante oder durch den nächstliegenden Punkt geht. Die Distanz ($A_1 a_1$ ist die Horizontal-Projektion der Distanz) ist hier so gewählt worden dass dieselbe das Anderthalbfache der Entfernung von C_1 nach D_1 beträgt. Nun überträgt man (was auch praktisch mit Hilfe des Pauspapieres geschehen kann) diesen Grundriss, soweit er zu der Konstruktion des perspektivischen Bildes notwendig ist, ebenso auch die Projektion der Bildfläche (= B_1) und die beiden Sehstrahl-Projektionen $A_1 C_1$ und $A_1 D_1$ mit dem richtigen Abstande des Punktes A_1 von B_1 auf das Blatt (siehe in der Fig. 185 auf der Taf. 13), auf welchem nunmehr die Perspektive des gegebenen Wohngebäudes dargestellt werden soll und beginnt alsdann mit der Aufzeichnung des perspektivischen Bildes, indem man zunächst den linken und den rechten Fluchtpunkt F^1 und F auf den Horizonte festlegt, was durch die beiden Parallelstrahl-Projektionen leicht erreicht wird. Im übrigen ist nunmehr der Gang der Konstruktion genau so, wie derselbe schon in der vorangegangenen Fig. 183 erläutert worden ist.

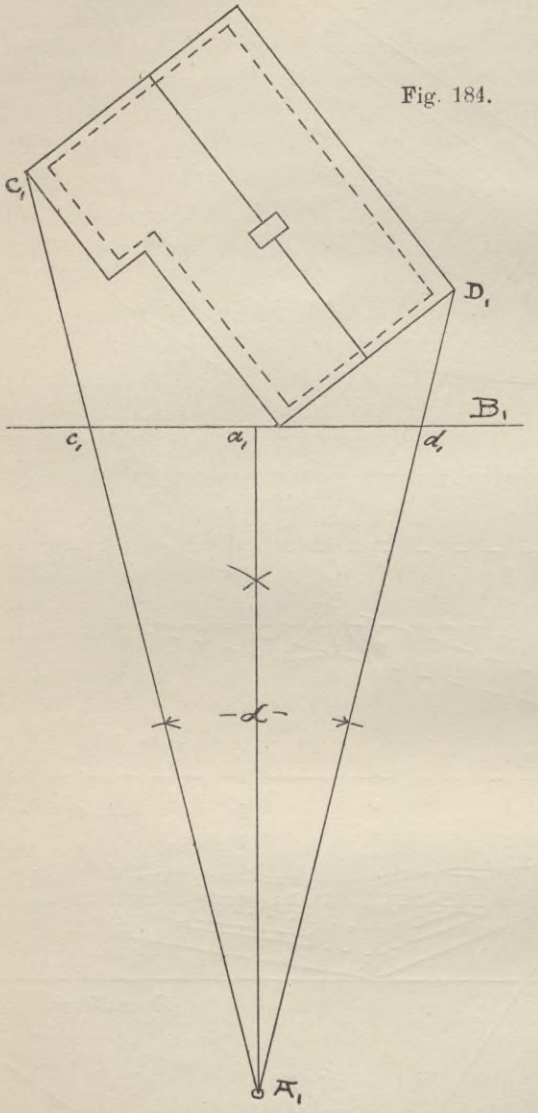


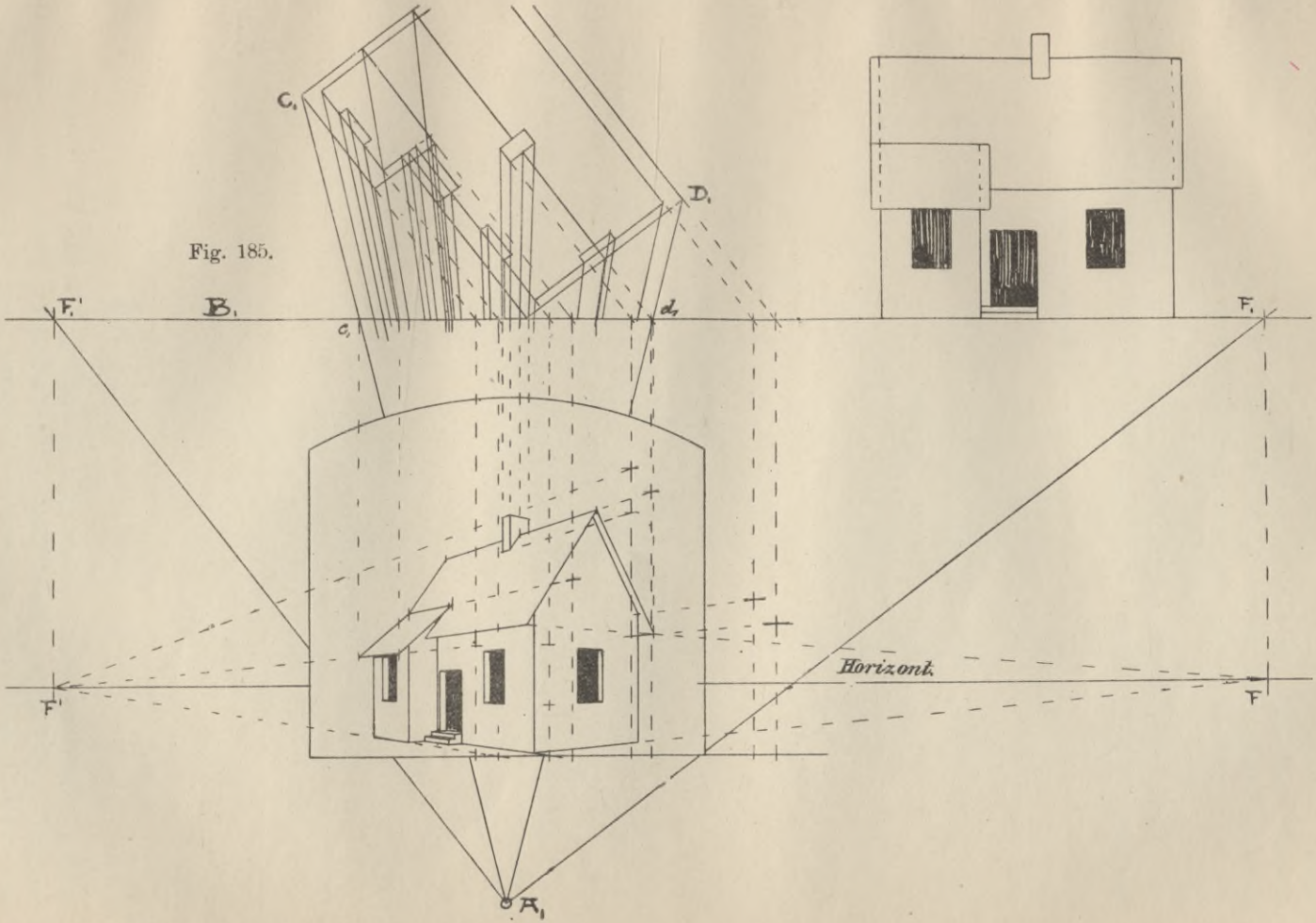
Fig. 184.

Die Distanzpunkts-Methode.

a) Die Distanzpunkts-Methode unter Anwendung der ganzen Distanz.

Nach den zu den Figuren 172, 173 und 174 gegebenen Erläuterungen liegt der Fluchtpunkt einer horizontalen, zu der Bildfläche geneigten Geraden da, wo ihr sogenannter Parallelstrahl die Bildfläche auf dem Horizonte trifft.

Fig. 185.



In der Fig. 186a ist nun ein ganz bestimmter Fall angenommen worden. Es ist hierbei eine zu der Horizontal-Ebene parallel liegende Gerade M N, welche unter einem Winkel von 45° zu der Bildfläche geneigt ist, durch ihren Grundriss und ihren Aufriss gegeben. Die Linie $B_1 B_1$ ist die Horizontal-Projektion der Bildfläche und $A_1 a_1$ die Horizontal-Projektion der sogenannten Distanz (= der senkrechten Entfernung des Auges von der Bildfläche). Mithin erhält man die Horizontal-Projektion des zugehörigen Fluchtpunktes durch Darstellung der Horizontal-Projektion des Parallelstrahles A D (= $A_1 D_1$). Es sei hierbei auf das

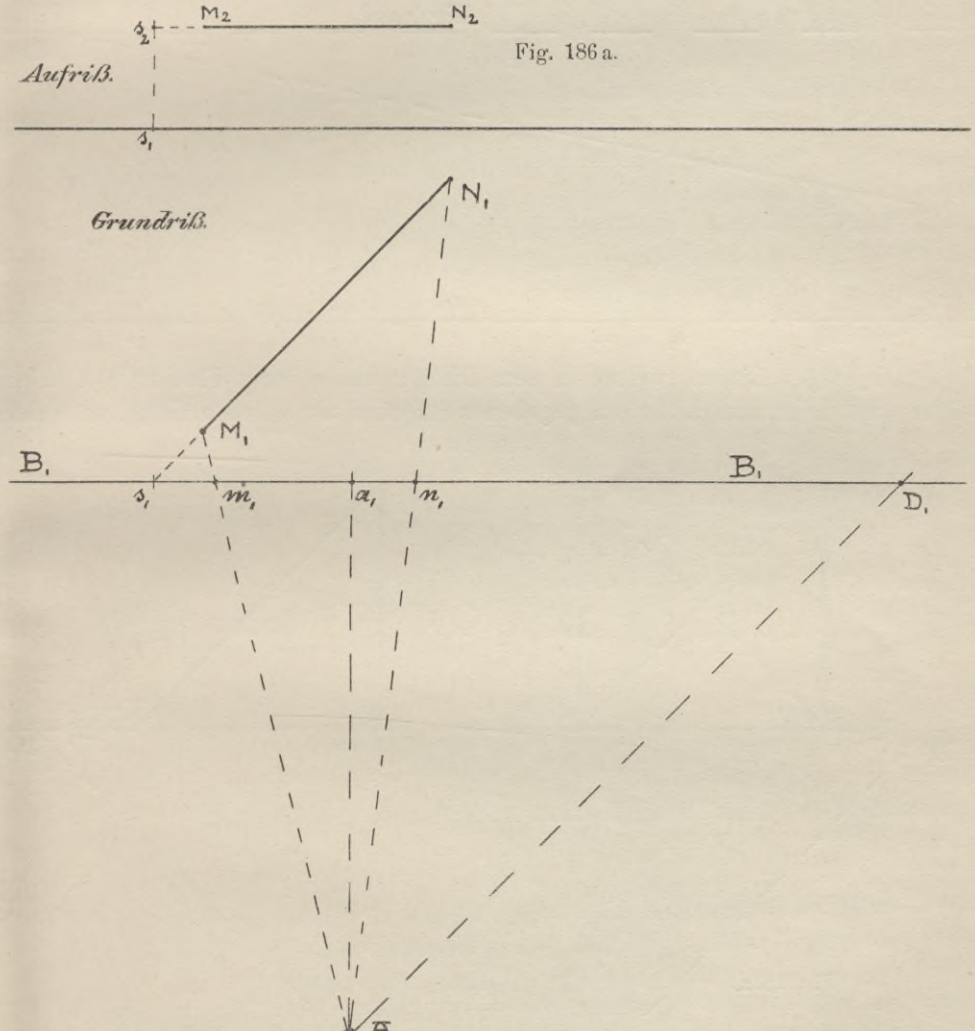


Fig. 186a.

in den Figuren 172 und 173 Erläuterte hingewiesen. Man kann nun in dem vorliegenden Falle leicht feststellen, dass das Dreieck „Auge (A) — Augenpunkt (a) — Fluchtpunkt (D)", bezw. dessen Horizontal-Projektion $A_1 a_1 D_1$ eine rechtwinklige und gleichschenklige Gestalt hat, und zwar deshalb, weil die an seiner Hypotenuse $A_1 D_1$ liegenden Winkel jeweils 45° betragen, weil ferner $a_1 D_1$ gleich der Distanz $A_1 a_1$ ist. In diesem besonderen Falle wird der Flucht-

punkt als Distanzpunkt (= D) bezeichnet. Je grösser nun die Distanz ist (also je weiter das Auge von der Bildfläche entfernt ist), um so weiter muss der Distanzpunkt im vorliegenden Falle nach rechts gerückt sein. Liegt nun die horizontale Gerade, unter 45° = Neigung zur Bildfläche, nach links, dann liegt auch der Distanzpunkt links von dem Augenpunkt. Mithin kann man nun den folgenden Satz aufstellen:

Alle horizontalen, unter 45° zur Bildfläche geneigt liegenden Geraden haben ihren Fluchtpunkt in dem sogenannten Distanzpunkt.

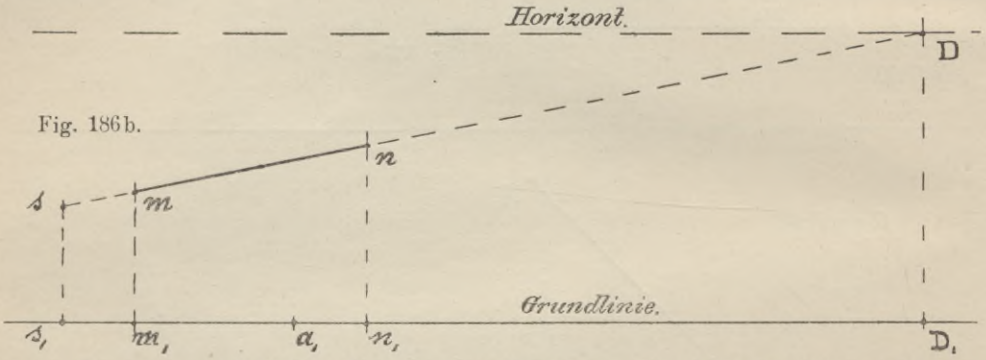


Fig. 186b.

Diejenigen Linien, welche in dem Distanzpunkte ihren Fluchtpunkt haben, dienen nunmehr zum Abtragen gegebener Strecken auf solchen Geraden, welche

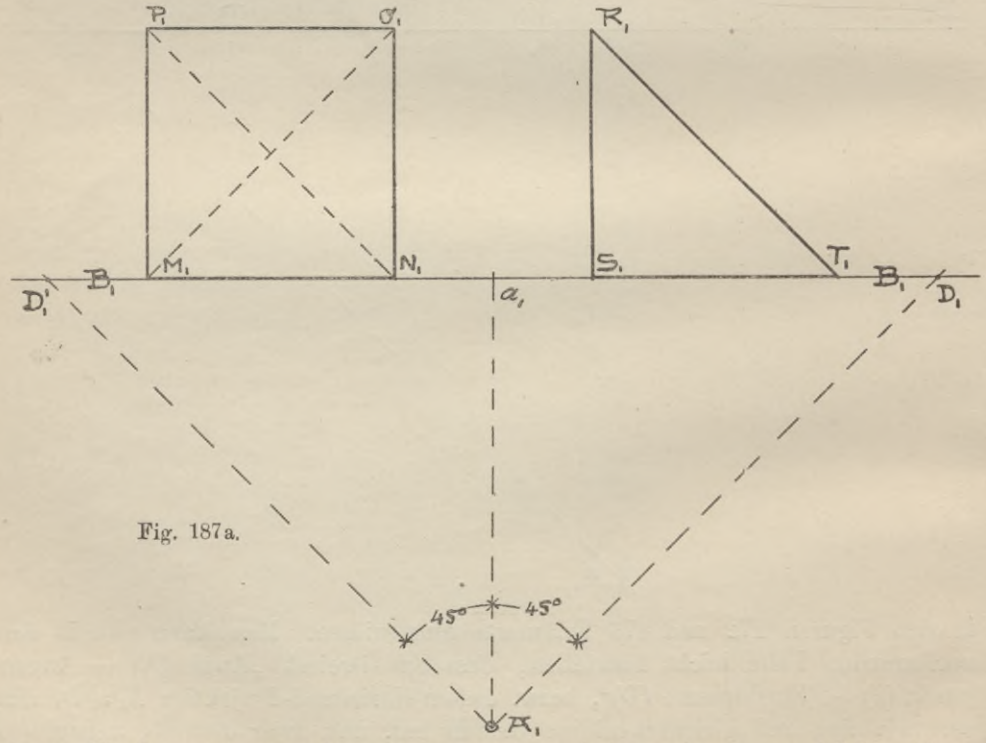


Fig. 187a.

ihren Fluchtpunkt in dem Augenpunkte haben (man vergleiche hierzu die Fig. 174).

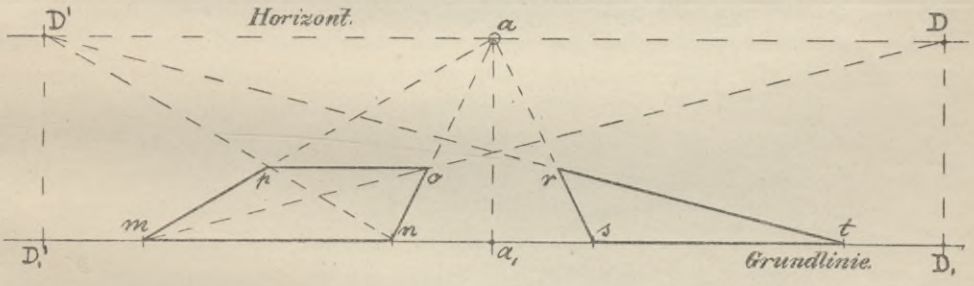
Aufgabe. Die Fig. 186b zeigt nun die Konstruktion des perspektivischen Bildes der Geraden M N, welche in der Fig. 186a durch ihren Grundriss und ihren Aufriss gegeben wurde.

Auflösung. Man zieht zunächst in der Fig. 186a die beiden Sehstrahl-Projektionen $A_1 M_1$ und $A_1 N_1$ und denkt sich ferner die Linie M N bis zu der Bildfläche verlängert. Durch letzteres erhält man s_1 bezw. s_2; der Punkt s ist dann der sogen. Spurpunkt auf der Bildfläche. Nachdem nun $s_1 m_1 a_1 n_1$ und D_1 der Fig. 186a in gleichem Abstande auf der Grundlinie der Fig. 186b aufgetragen sind und dadurch auch der Distanzpunkt D auf dem angenommenen Horizonte ermittelt worden ist, zieht man die Fluchtlinie s D und trägt alsdann auf dieser, senkrecht über m_1 und n_1, die Punkte m und n an. Die so gefundene Strecke m n ist nun das perspektivische Bild der in der Fig. 186a gegebenen Geraden M N.

Aufgabe. Das in der Fig. 187a gegebene Quadrat M N O P sowie das rechtwinkelige, gleichschenkelige Dreieck R S T, welch beide durch ihre Horizontal-Projektion dargestellt sind, liegen auf der Grundfläche und zwar derart, dass die Seite M N des Quadrates und die Dreieckseite S T die Bildfläche berühren. B_1 ist die Horizontal-Projektion der Bildfläche, A_1 die Horizontal-Projektion des Auges. Es soll das perspektivische Bild der beiden gegebenen Figuren gezeichnet werden.

Auflösung. Nachdem in der Fig. 187a die Horizontal-Projektion der beiden Parallelstrahlen ($= A_1 D_1$ und $A_1 D_1^1$) zu den beiden Diagonalen des Quadrates bezw. zu der Dreieckseite R T gezogen wurden, kann man in der Fig. 187b auf der Grundlinie die Punkte D_1^1 m n ($= M_1 N_1$) a_1 s t ($= S_1 T_1$) und D_1 antragen, sodass man auch auf dem angenommenen Horizonte den rechts- und links-

Fig. 187b.



liegenden Distanzpunkt D und D^1, sowie den Augenpunkt a festlegen kann. Da nun die beiden Quadrat-Seiten M P und N O, sowie die Dreieck-Seite R S senkrecht zu der Bildfläche liegen, müssen dieselben ihren gemeinsamen Fluchtpunkt in dem Augenpunkte a haben (man vergleiche die Figuren 172, 173 sowie 174). Man zieht also auf Grund dessen die Linien m a und n a sowie s a. Um nun die beiden hinteren Ecken o und p des Quadrates zu finden, denke man sich in seinem Grundriss die beiden Diagonalen gezogen, welche ihren Fluchtpunkt wegen ihrer 45° Neigung der Bildfläche in dem rechts- bezw. linksliegenden Distanzpunkte haben. Ebenso hat die Dreieck-Seite R T ihren Verschwindungspunkt in dem linksliegenden Distanzpunkte D^1. Man zieht demnach in der Fig. 187b die Linie m D und n D^1 sowie die Linie t D^1, wodurch die hinteren

Eckpunkte des Quadrates (= o und p) sowie der hintere Eckpunkt des Dreiecks r ermittelt werden. Die Figuren m n o p und r s t in der Fig. 176b sind nun die perspektivischen Bilder der in der Fig. 187a gegebenen Figuren M N O P und R S T. Die perspektivisch dargestellte Diagonale m D muss demnach auch den perspektivischen rechten Winkel p m n halbieren.

Aufgabe. In der Fig. 188a ist die Horizontal-Projektion des Quadrates M N O P gegeben, welches auf der Grundfläche liegt und zwar derart, dass seine beiden Seiten M N und O P parallel zu der Bildfläche B, die durch ihre Horizontal-Projektion B_1 festgelegt ist, liegen. Das Quadrat M N O P umschliesst nun ein zweites Quadrat V X W Y, welches zu der Bildfläche in symmetrischer Uebereckslage liegt. Die Augenhöhe und die Distanz sind ebenfalls als gegeben zu betrachten. Es soll das perspektivische Bild dieser gegebenen Figur ermittelt werden.

Auflösung. Zunächst bestimmt man in der Fig. 188a die Horizontal-Projektion der Parallelstrahlen (= $A_1 D_1$ und $A_1 D_1$[1]) zu den Diagonalen O M und P N, welche man bis zu der Bildfläche verlängert, um so die Punkte s_1 und t_1 zu finden. Ebenso denkt man sich die Quadrat-Seiten P M und O N sowie die Hilfslinie $V_1 W_1$ bis zu der

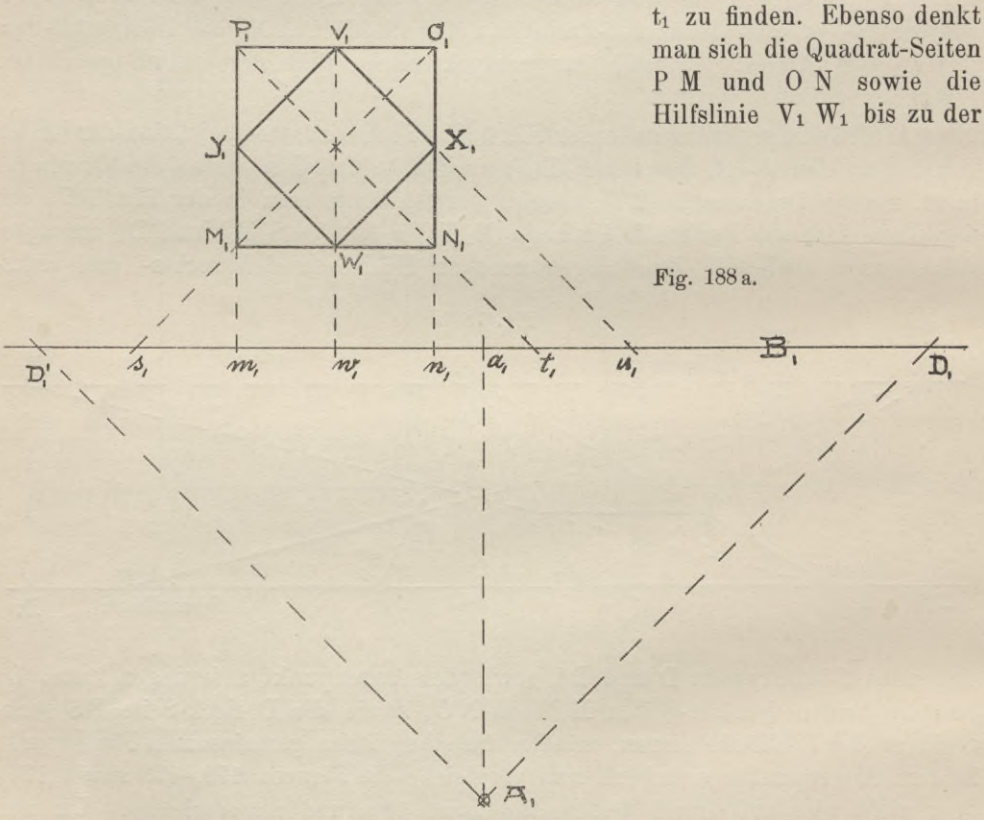
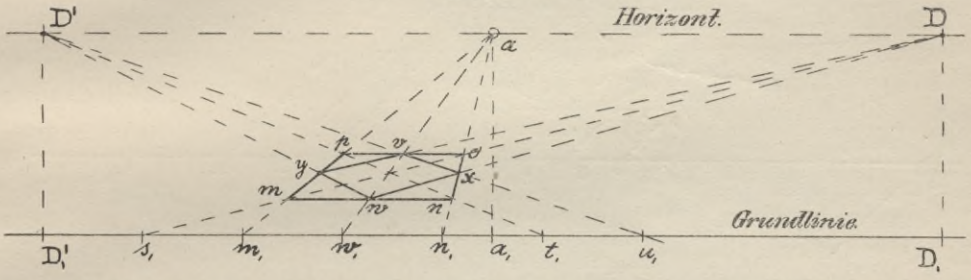


Fig. 188a.

Bildfläche verlängert. Nun überträgt man diese auf der Horizontal-Projektion der Bildfläche (= B_1) gefundenen Punkte, sowie den Augenpunkt und die beiden Distanzpunkte aus der Fig. 188a auf die Grundlinie der Fig. 188b. Sodann zieht man die Verschwindungslinien entsprechend nach dem Augenpunkte a bezw. nach dem rechts- oder linksliegenden Distanzpunkte und ermittelt so das perspektivische Bild des Quadrates M N O P (= m n o p). Die Linie w_1 a teilt nun

die Quadrat-Seiten m n und p o in je zwei gleiche Teile, wodurch die Punkte v und w festgelegt werden. Jetzt kann man auch die Linie D v ziehen und verlängert diese bis zu dem Punkt y auf der Linie p m, ebenso gilt dies für die Linie $D_1{}^1$ v, welche bis zu dem Punkte x geführt wird und dadurch auch die

Fig. 188b.



Linie o n in zwei perspektivisch gleiche Strecken teilt. Mit den Linien w x D und w y D^1 geschieht das gleiche, wodurch das eingeschlossene, übereckgelegte Quadrat ermittelt wird. Man kann auch noch auf eine andere Weise die Linie v x konstruieren und zwar so, dass man $V_1 X_1$ in der Fig. 188a bis zu dem Punkte u_1 auf der Bildfläche verlängert, um in der Fig. 188b die Fluchtlinie $u_1 D^1$ ziehen zu können, auf welcher nunmehr die gesuchte Strecke v x liegt.

Aufgabe. In der Fig. 189a ist die Horizontal-Projektion eines Kreises gegeben, welcher auf der Grundfläche aufliegt. Es soll das perspektivische Bild dieses Kreises konstruiert werden, wobei die Bildfläche, die Distanz und die Augenhöhe ebenfalls als gegeben zu betrachten sind.

Auflösung. Zunächst zieht man in der Fig. 189a um den Kreis ein Hilfsquadrat, dessen Seiten M N und O P parallel zu der Bildfläche liegen, sowie die Diagonalen dieser Hilfsfigur, wodurch acht Punkte des gegebenen Kreises festgelegt werden. Sodann bestimmt man nach dem an der vorhergehenden Figur erläuterten Konstruktions-Verfahren das perspektivische Bild des Hilfsquadrates M N O P nebst seinen Diagonalen, und zwar hier unter Verzicht auf den rechtsliegenden Distanzpunkt. Um das perspektivische Bild der auf den beiden Diagonalen liegenden Punkte 2 und 4 des Kreises aufzufinden, zieht man in der Fig. 189a parallel zu $P_1 M_1$ und $O_1 P_1$ die beiden Hilfslinien $2 - 2 - 2_1$ und $4 - 4 - 4_1$ und zeichnet nunmehr in der Fig. 189b die beiden Fluchtlinien 2_1 a und 4_1 a, wodurch dann auf den beiden Diagonalen die vier Hilfspunkte bestimmt sind.

Bei der Einführung in die Distanzpunktmethode (siehe Seite 136) wurde behauptet, dass diejenigen Linien, welche in einem der Distanzpunkte ihren Fluchtpunkt haben, verwendet werden, um auf solchen Geraden, welche ihren Fluchtpunkt in dem Augenpunkt haben, perspektivisch gleiche Strecken abtragen zu können.

Aufgabe. In Fig. 190 ist beispielsweise die perspektivische Darstellung einer horizontalen Geraden m n gegeben, welche auf der Grundfläche liegt und senkrechte Richtung zu der Bildfläche hat. Es soll die Perspektive dieser Geraden m n perspektivisch in sechs gleiche Strecken geteilt werden.

Auflösung. Die perspektivisch dargestellte Strecke m n hat als wirkliche Länge die Entfernung von m_1 bis n_1, welche auf der Grundlinie abgetragen

wird und zwar dadurch, dass man die durch den hinteren Endpunkt n der Geraden m n gehende Fluchtlinie $n_1 D^1$ zieht. Diese Fluchtlinie ist nämlich das

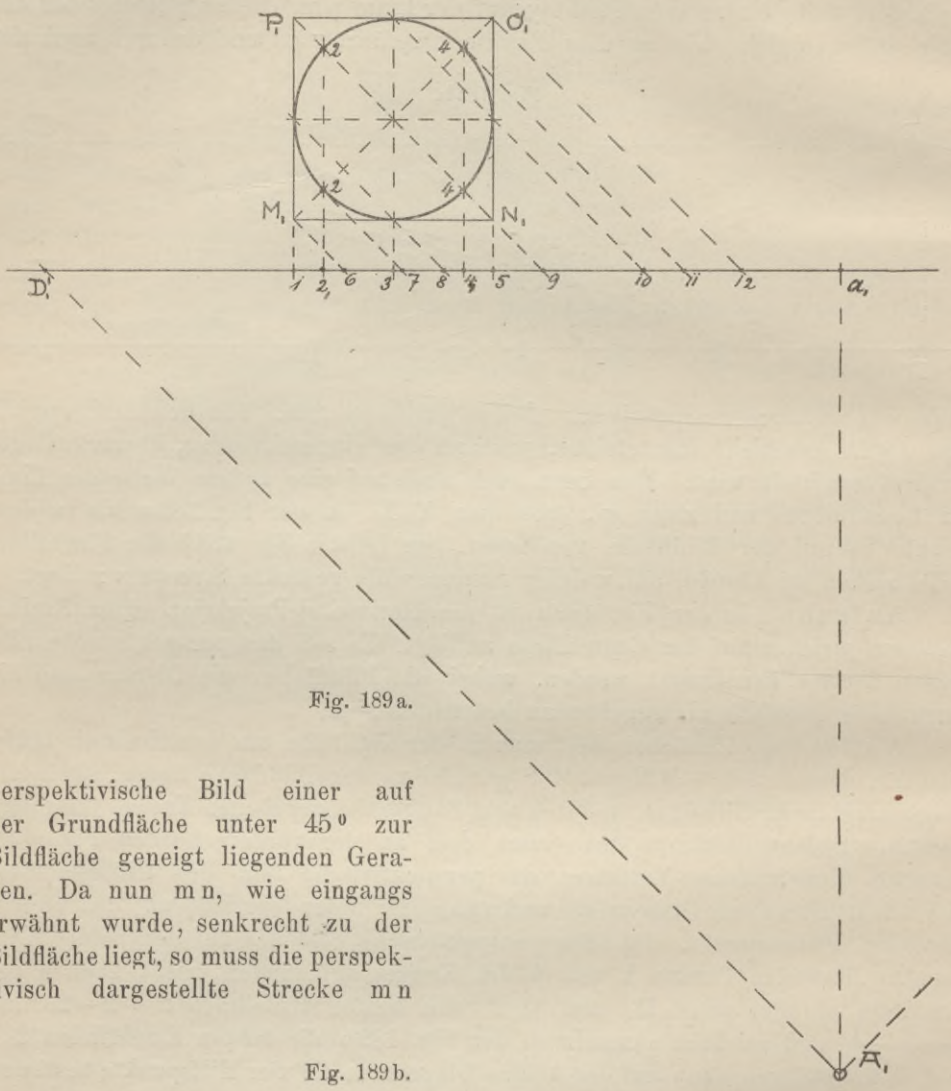
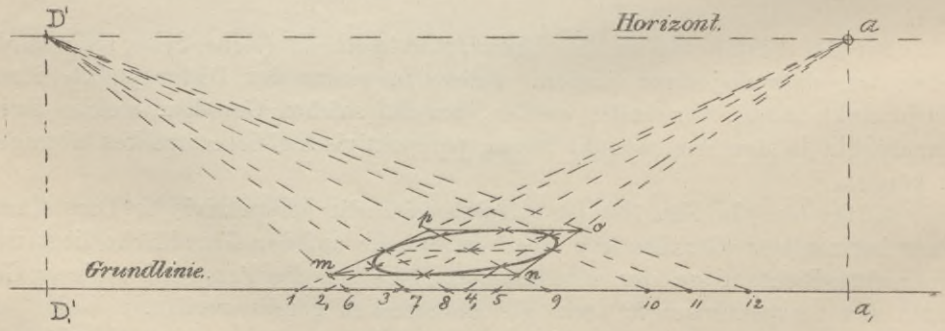


Fig. 189a.

perspektivische Bild einer auf der Grundfläche unter 45° zur Bildfläche geneigt liegenden Geraden. Da nun m n, wie eingangs erwähnt wurde, senkrecht zu der Bildfläche liegt, so muss die perspektivisch dargestellte Strecke m n

Fig. 189b.



geometrisch gerade so lang sein als die Strecke $m_1 n_1$. Es ist also das Dreieck m n n_1 m_1 das perspektivische Bild eines rechtwinkeligen, gleichschenkligen

Dreiecks, welches auf der Grundfläche liegt und dessen Seite $m_1 n_1$ die Bildfläche berührt (man vergleiche das in den Figuren 187a und 187b dargestellte Dreieck S T R). Der perspektivische Winkel $n m n_1$ beträgt 90°, während

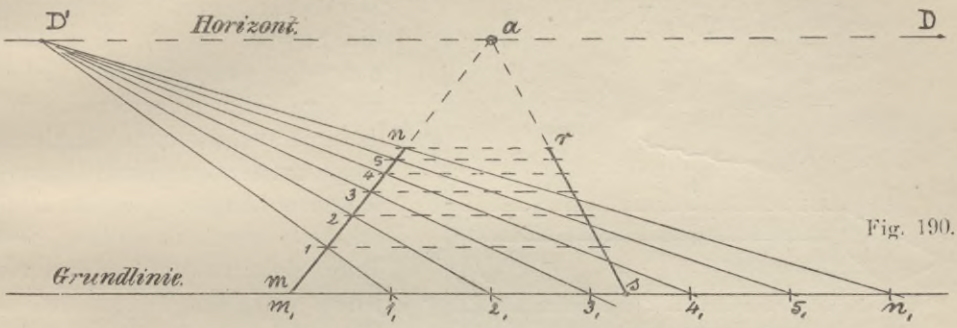
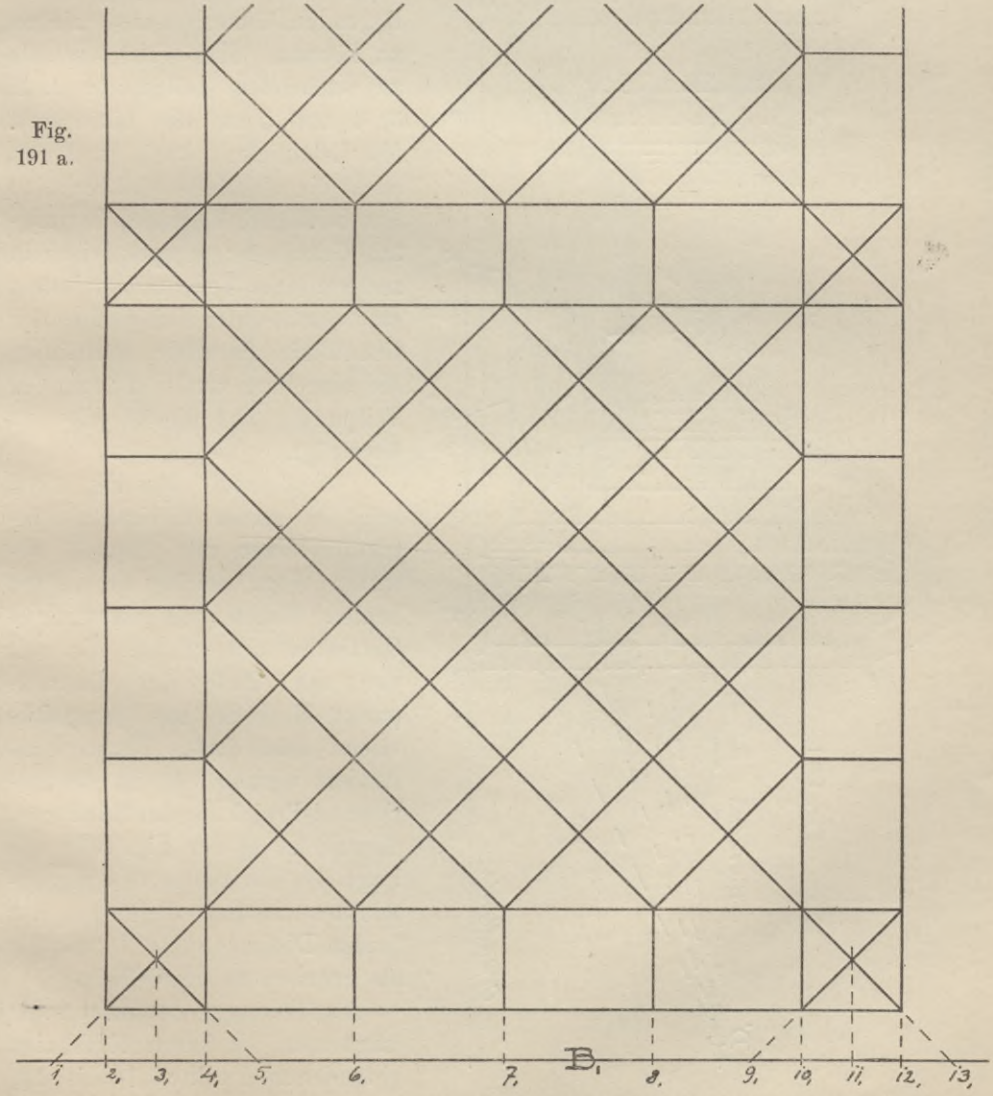


Fig. 190.

Fig. 191 a.



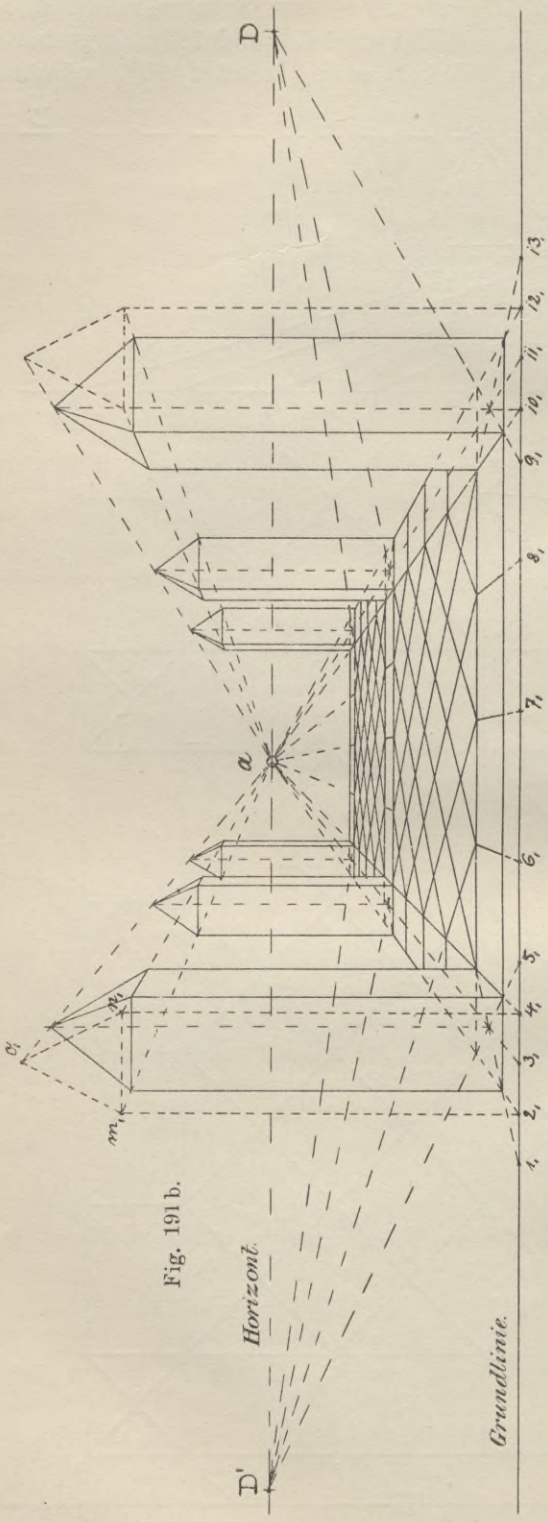


Fig. 191 b.

die beiden Winkel m n n_1 und n n_1 m jeweils 45° betragen; es ist ferner die Strecke m n in Wirklichkeit gerade so lang als die Strecke m_1 n_1. Man führt nun die perspektivisch gleichmässige Teilung der Strecke m n dadurch aus, dass man die gleichlange, auf der Grundlinie liegende, in wahrer Länge dargestellte Dreieck-Seite m_1 n_1 in sechs gleiche Teile einteilt, um sodann von jedem einzelnen Teilpunkte die Fluchtlinie nach dem linksliegenden Distanzpunkte D^1 ziehen zu können. Man erhält so die zu suchenden Teilpunkte 1, 2, 3, 4 und 5 auf der Linie m n. Mit Leichtigkeit kann man nun auch die ebenfalls senkrecht zu der Bildfläche liegende, horizontale Gerade s r perspektivisch in sechs gleiche Teile teilen, indem man durch unter sich und zu der Grundlinie parallele Hilfslinien die einzelnen, auf m n liegenden Teilpunkte auf die Strecke s r überträgt.

Aufgabe. Die Fig. 191a zeigt in seiner Horizontal-Projektion einen mit Platten belegten Weg, welcher an seinen beiden Seiten mit vierseitigen Obelisken besetzt ist. Es soll nun mit Hilfe der Distanzpunkts-Methode das perspektivische Bild dieses Weges konstruiert werden. B_1 ist die Horizontal-Projektion der Bildfläche. Ferner ist in der Fig. 191b die Lage des Horizontes des Augenpunktes a und diejenige der beiden Distanzpunkte D und D^1 als gegeben zu betrachten.

Auflösung. Zunächst überträgt man die durch Hilfslinien gefundenen Punkte 1_1 bis 13_1

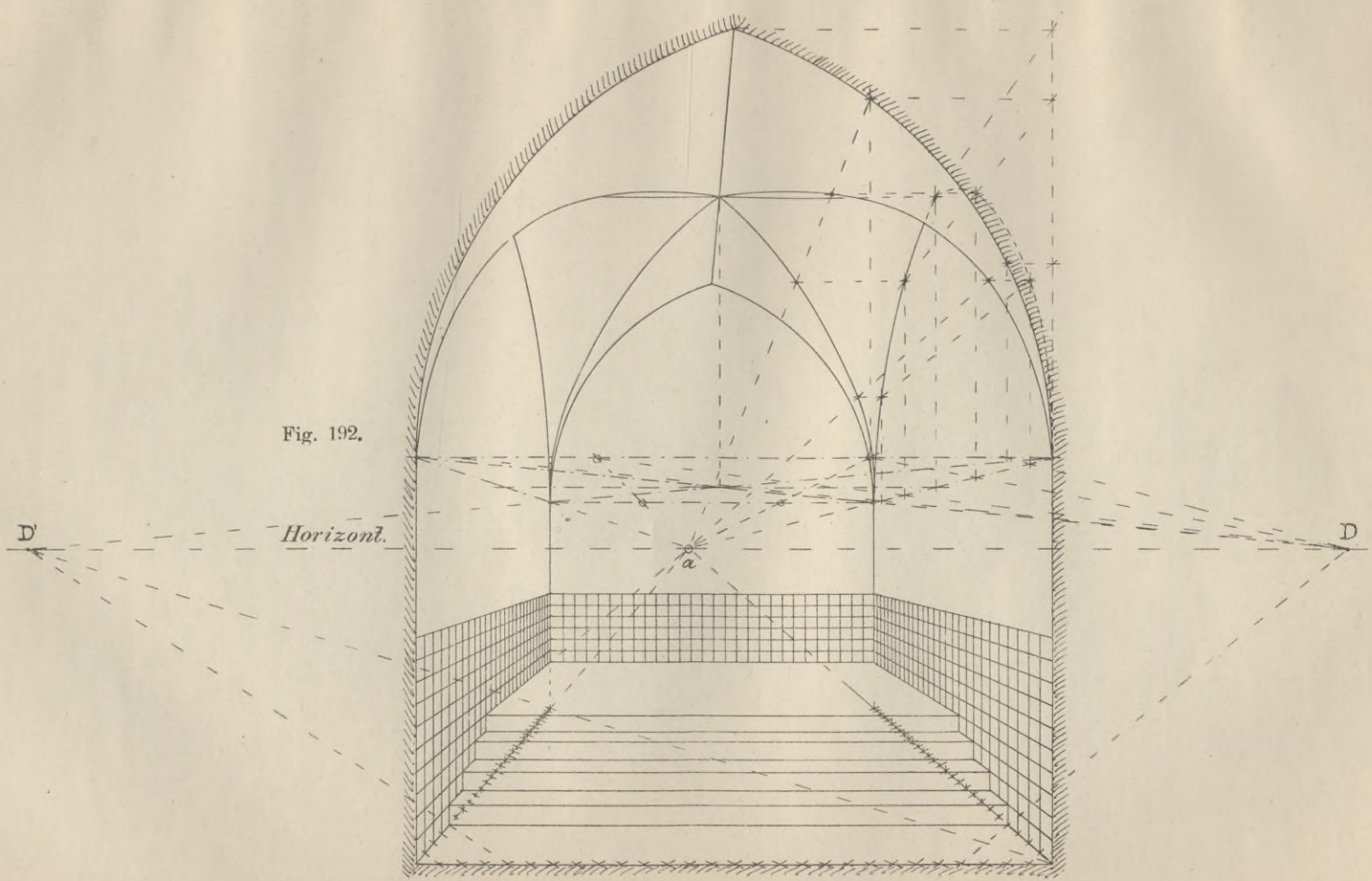


Fig. 192.

auf der Horizontal-Projektion B_1 der Bildfläche in der Fig. 191a nach der Grundlinie in der Fig. 191b. In dieser letzten Figur bedeuten die punktierten Umrisslinien 2_1 m_1 o_1 n_1 4_1 2_1 die auf die Bildfläche projizierte Vertikal-Projektion des Obelisken. Nun zieht man die perspektivischen Bilder aller senkrecht zu der Bildfläche liegenden Geraden und Hilfslinien nach dem Augenpunkte a sowie diejenigen aller Geraden und Hilfslinien, welche unter 45° zu der Bildfläche geneigt liegen, entsprechend nach dem rechts- oder linksliegenden Distanzpunkte D bezw. D^1. Den weiteren Gang der Konstruktion dürfte man ohne grosse Schwierigkeiten aus der Fig. 191b ersehen können.

Aufgabe. Die Fig. 192 auf der Taf. 14 zeigt die perspektivische Ansicht eines durch ein spitzbogiges Kreuzgewölbe abgedeckten Raumes, dessen Fussboden einige Treppenstufen aufweist und dessen Wände zum Teil mit Fliesen-Plättchen versehen sind.

Auflösung. Die Ermittelung der Perspektive dieses Raumes ist ohne das Vorhandensein und Benutzung des zugehörigen Grundrisses erfolgt. Auch in diesem Falle wird der Gang der Konstruktion des perspektivischen Bildes leicht zu verfolgen sein und es sei hierbei nochmals auf die Erläuterungen, welche zu der Fig. 190 gegeben wurden, aufmerksam gemacht.

b) Die Distanzpunkts-Methode unter Anwendung einer Teildistanz.

Wenn die zur Verfügung stehende Zeichenfläche nicht mehr die Möglichkeit bietet, dass die auf dem Horizonte liegenden Distanzpunkte angegeben werden können, so bedient man sich vorteilhaft einer sogenannten Teildistanz, meist der $^1/_2$ Distanz, gegebenenfalls auch der $^1/_3$- oder $^1/_4$-Distanz.

Aufgabe. In der Fig. 193a ist durch ihre Horizontal-Projektion M_1 N_1 die Gerade MN, welche auf der Grundfläche liegt, gegeben. Es soll ihre perspektivische Projektion ermittelt werden und zwar unter Anwendung der halben Distanz. B_1 ist die Horizontal-Projektion der Bildfläche, A_1 a_1 diejenige der Distanz, welcher die Strecke a_1 D_1 natürlich gleich sein muss. Die in der Fig. 193a angenommene Höhenlage des Horizontes soll ebenfalls als gegeben betrachtet werden.

Auflösung. Zunächst halbiert man in der Fig. 193a die Strecke a_1 D_1 auf der Horizontal-Projektion der Bildfläche, wodurch man die Horizontal-Projektion des $^1/_2$ = Distanzpunktes (= $^1/_2$ D_1) erhält. Sodann zieht man parallel zu der Linie A_1 $^1/_2$ D_1 die beiden Hilfslinien M_1 s_1 und N_1 t_1; mithin ist also A_1 $^1/_2$ D_1 die Horizontal-Projektion des Parallelstrahles der Linien M_1 s_1 und N_1 t_1. Die beiden senkrecht zu der Bildfläche liegenden Hilfslinien M_1 w_1 und N_1 v_1 haben ihren Fluchtpunkt natürlich in dem Augenpunkt a. Nun trägt man in dem richtigen Abstande die auf B_1 der Fig. 193a liegenden Punkte D_1 ^{1} s_1 w_1 a_1 t_1 v_1 $^1/_2 D_1$ und D_1 auf der Grundlinie in der Fig. 193b ab, wodurch man auf dem Horizonte die Distanzpunkte D^1 und D und den $^1/_2$ = Distanzpunkt = $^1/_2$ D sowie den Augenpunkt a festlegen kann. Ferner ist man jetzt in der Lage unter Benutzung des $^1/_2$ = Distanzpunktes $^1/_2$ D die perspektivischen Bilder der Hilfslinien s_1 M_1 (siehe in der Fig. 193a) = s_1 m_1 (siehe in der Fig. 193b) bezw. t_1 N_1 = t_1 n darzustellen. Das gleiche, jedoch unter der Benutzung des Augenpunktes a, gilt für die Hilfslinie w_1 M_1 (siehe in der Fig. 193a) = w_1 m (siehe in der Fig. 193b), bezw. v_1 N_1 = v_1 n. Die so gefundenen Kreuzungspunkte m und n werden nunmehr mit einander verbunden. Diese Verbindungslinie m n ist alsdann die zu ermittelnde perspektivische Darstellung der in der Fig. 193a

gegebenen Geraden M N. Als Beweis für die Richtigkeit dieses Ermittelungs-Verfahrens kann man beispielsweise in der Fig. 193b die Horizontal-Projektion $A_1 F_1$ des Parallelstrahles der Geraden M N ziehen, wodurch man auf B_1 die Projektion des Fluchtpunktes $F = F_1$ der Geraden M N findet. Ferner bestimmt man auf B_1 durch die Verlängerung der Linie $M_1 N_1$ deren Spurpunkt n_1 auf der Horizontal-Projektion der Bildfläche. Nun trägt man wiederum im richtigen Abstande die Punkte F_1 und n_1 nach der

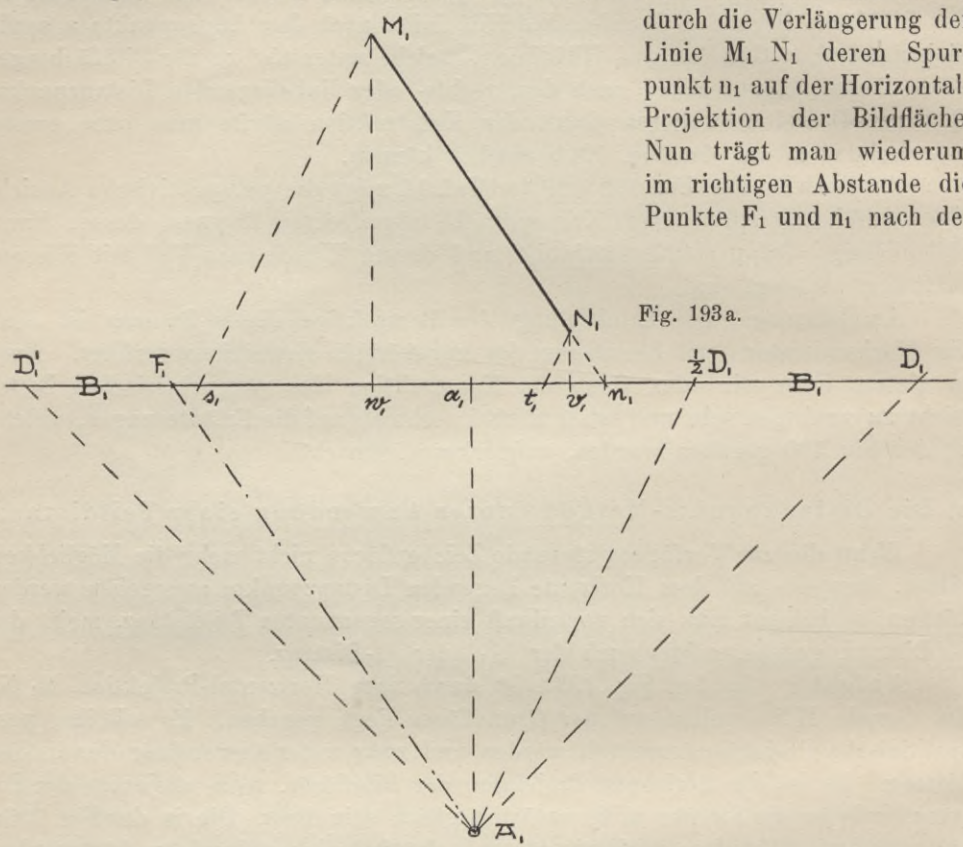
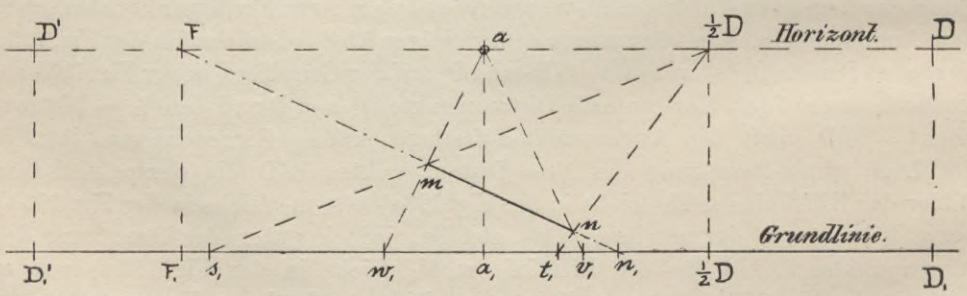


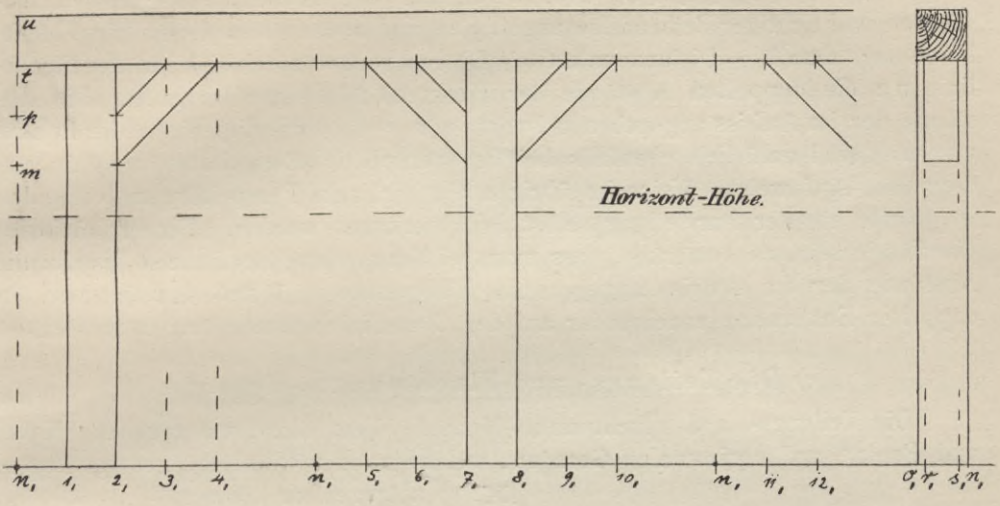
Fig. 193a.

Grundlinie der Fig. 193b und ermittelt den Fluchtpunkt F auf dem Horizonte, um sodann die Fluchtlinie n_1 F ziehen zu können. Man kann nunmehr feststellen, dass die Linie m n einen Teil der Fluchtlinie n_1 F bildet. Eine praktische Anwendung des $^1/_2$ = Distanzpunktes zeigt das in der Fig. 194 dargestellte.

Fig. 193b.



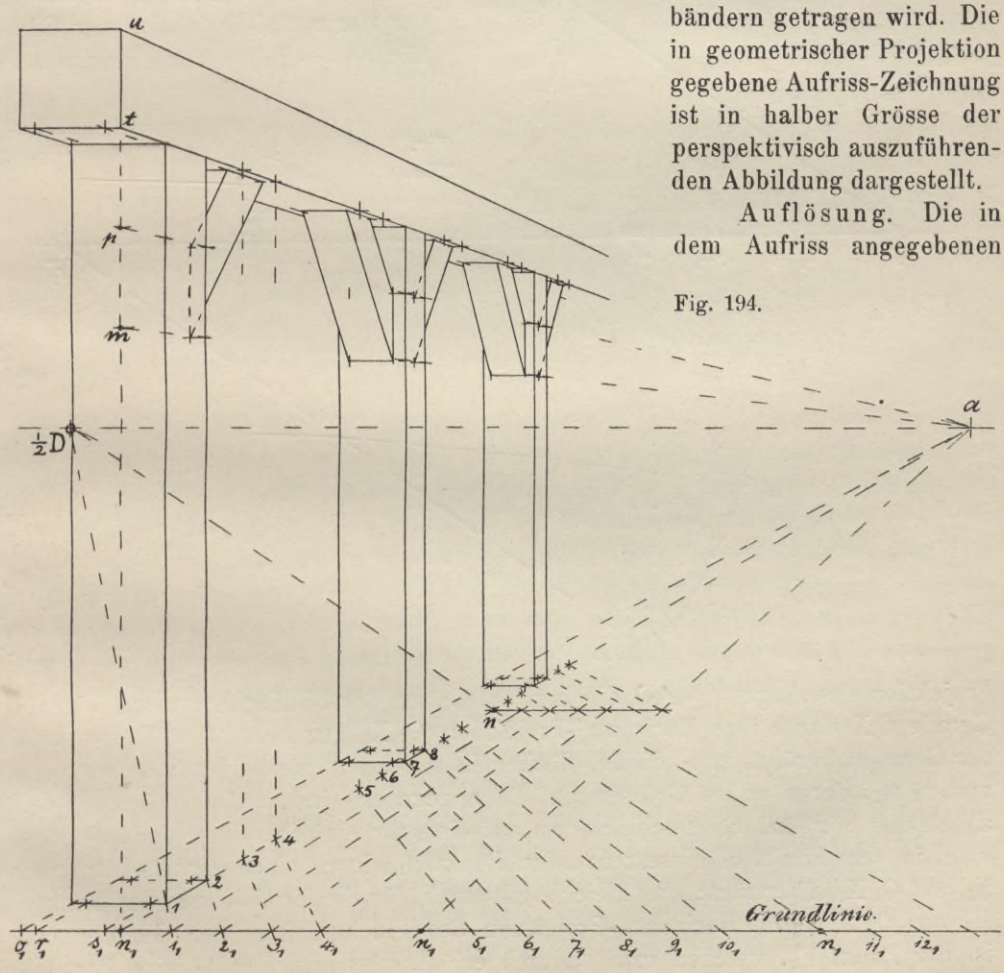
Aufgabe. Die Fig. 194 zeigt den Aufriss einer Holzkonstruktion, welche einen horizontalen Balken aufweist, der von hölzernen Stützen mit Kopf-



bändern getragen wird. Die in geometrischer Projektion gegebene Aufriss-Zeichnung ist in halber Grösse der perspektivisch auszuführenden Abbildung dargestellt.

Auflösung. Die in dem Aufriss angegebenen

Fig. 194.



Hilfspunkte n_1 1_1 2_1 3_1 4_1 n_1 5_1 usw. werden auf der Grundlinie in gleichen Abständen und richtiger Reihenfolge abgetragen und sodann von diesen die Fluchtlinien nach dem $^1/_2$ = Distanzpunkt (= $^1/_2$ D) gezogen, wodurch sich auf der Fluchtlinie n a die doppelten Abstände der Punkte 1 2 3 4 5 usw. ergeben. Die Abstände der im Aufriss angegebenen Punkte n_1 s_1 r_1 o_1 sowie diejenigen der Punkte u t p m n_1 sind natürlich ebenfalls bei der perspektivischen Darstellung zu verdoppeln. Auf welche Weise im übrigen die verlangte Perspektive zu vollenden ist, dürfte aus der Darstellung selbst leicht erkannt werden. Ferner dürfte es überflüssig sein, zu bemerken, dass man bei Verwendung der ganzen Distanz die Abstände der im Aufriss angegebenen Hilfspunkte n_1 1_1 2_1 3_1 4_1 n_1 5_1 usw. in doppelter Entfernung voneinander auf der Grundlinie hätte abtragen müssen.

c) Die Teilungs- und Fluchtpunkts-Methode.

Die Teilungs- und Fluchtpunkts-Methode dient dazu, um gegebene Masse und Punkte auf horizontalen Geraden, welche zu der Bildfläche geneigt liegen, abtragen zu können.

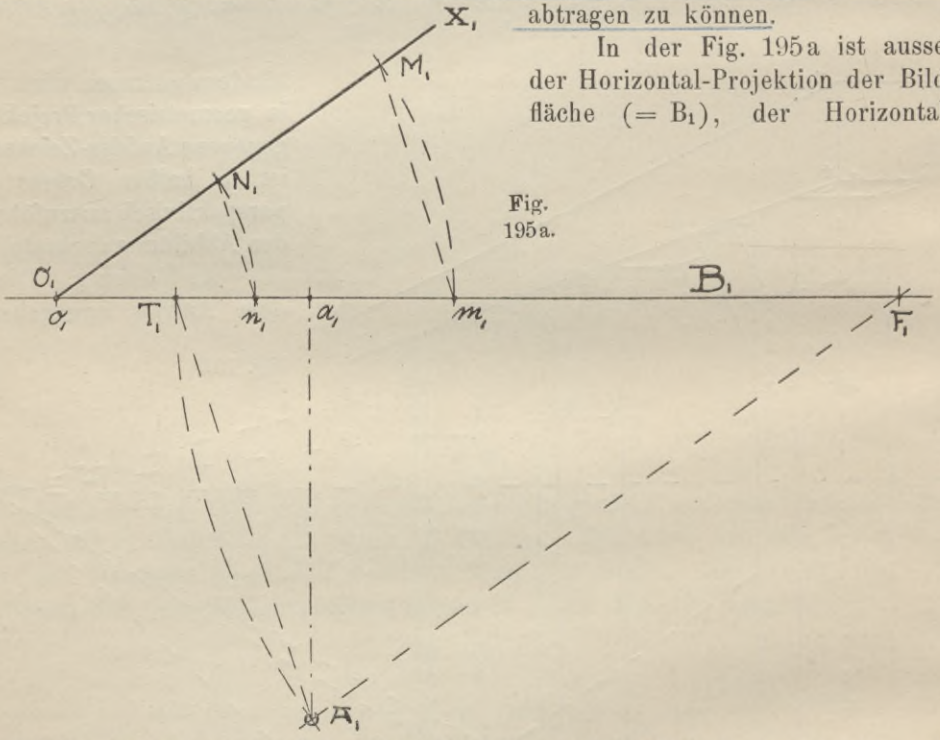


Fig. 195a.

In der Fig. 195a ist ausser der Horizontal-Projektion der Bildfläche (= B_1), der Horizontal-Projektion des Auges (= A_1) die horizontale, zu der Bildfläche geneigt liegende Gerade O X durch ihre Horizontal-Projektion O_1 X_1 gegeben. Der Endpunkt O der Geraden berührt in o_1 die Bildfläche. Es sollen nun die beiden Strecken o_1 n_1 und n_1 m_1, deren wahre Grössen auf B_1 angegeben sind, auf der Geraden O X abgetragen werden. Es geschieht dies auf die sehr einfache Weise dadurch, dass man, in dem Punkt o_1 einsetzend, den Punkt n_1 durch einen Zirkelschlag nach N_1 auf O_1 X_1 überträgt; das gleiche gilt auch für die Ermittelung des Punktes M_1 auf O_1 X_1. Die Horizontal-Projektion des Fluchtpunktes der Geraden O X ist der Punkt F_1, welchen man dadurch erhält, dass man aus A_1 eine Parallele

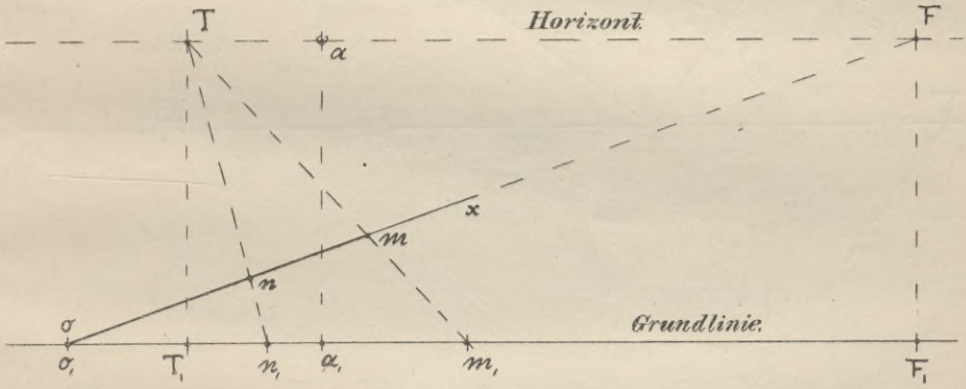
zu $O_1 X_1$ zieht. Nun verbindet man die Punkte N_1 und n_1 bezw. M_1 und m_1 durch eine gerade Linie und ermittelt sodann die Horizontal-Projektion $A_1 T_1$ des Parallelstrahles zu den beiden Linien $N_1 n_1$ und $M_1 m_1$. Es ist nun T_1 die Horizontal-Projektion des auf dem Horizonte liegenden Fluchtpunktes T der Geraden $N_1 n_1$ und $M_1 m_1$.

Man kann nunmehr in der Fig. 195a feststellen, dass das gleichschenklige Dreieck $o_1 m_1 M_1$ dem Dreieck $F_1 A_1 T_1$ ähnlich ist; es kann also T_1 auch durch einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in F_1 liegt und dessen Radius gleich der Strecke $F_1 A_1$ ist, ermittelt werden. Den Fluchtpunkt T der Geraden $M_1 m_1$ und $N_1 n_1$ nennt man den Teilungspunkt für diejenigen Geraden, welche in F ihren Verschwindungspunkt haben.

Es sei nun die Aufgabe gestellt, die in der Fig. 195a geometrisch dargestellte Gerade O X mit den auf dieser liegenden Punkten M und N perspektivisch darzustellen.

Auflösung. Zunächst trägt man die in der Fig. 195a auf B_1 liegenden Punkte o_1 T_1 n_1 a_1 m_1 und F_1 nach der Grundlinie der Fig. 195b und legt alsdann

Fig. 195b.



den Fluchtpunkt F, den Teilungspunkt T und den Augenpunkt a (letzterer findet hierbei keine weitere Verwendung) auf dem als gegeben zu betrachtenden Horizonte fest. Nun zieht man die Fluchtlinie o_1 F und hat damit das perspektivische Bild der Geraden O X ermittelt. Will man jetzt die Strecken $O_1 N_1$ und $N_1 M_1$ perspektivisch auf o_1 x antragen, so hat man dieselben in der Fig. 195a abzugreifen, um sie auf der Grundlinie der Fig. 195b als Strecken $o_1 n_1$ und $n_1 m_1$ anzutragen. Sodann zieht man die Fluchtlinien n_1 T sowie m_1 T und findet dadurch das zu ermittelnde perspektivische Bild des Punktes N = n bezw. des Punktes M = m auf der schon perspektivisch dargestellten Linien o_1 x.

Aus dem soeben gesagten kann man nun folgenden Schluss ziehen:

Während die sogen. Distanzpunkte zum Abtragen gegebener Strecken auf horizontalen, senkrecht zu der Bildfläche liegenden Geraden, sowie zum „Teilen" derselben dienen, haben die sogen. Teilungspunkte die gleichen Aufgaben bei horizontalen, aber zu der Bildfläche geneigt liegenden Geraden zu erfüllen.

Aufgabe. In der Fig. 196a ist in seiner geometrischen Horizontal-Projektion das horizontale, zu der Bildfläche beliebig schräg gelegte Rechteck M N O P gegeben. Das Rechteck schliesst ferner noch seine 4 Winkelhalbierenden

sowie die Linie K Z ein. Die Lage der Bildfläche ist durch ihre Horizontal-Projektion $= B_1$ angenommen, ebenso die Projektion der Distanz ($= A_1 a_1$). Es soll die Perspektive der gegebenen Figur unter Anwendung der Teilungspunkte konstruiert werden.

Auflösung. Man zieht zunächst die Horizontal-Projektion der Parallelstrahlen zu den beiden Rechteckseiten O N und O P und findet dadurch die Projektion des rechts- und linksliegenden Fluchtpunktes F und F^1 ($= F_1$ und $F_1{}^1$). Hierauf wird durch Zirkelschlag die Projektion der beiden Teilungspunkte T und T^1 ($= T_1$ und $T_1{}^1$) festgelegt; es geschieht dies nach der zu der Fig. 195a gegebenen Erklärung. A_1 T_1 ist also die Projektion des Parallelstrahles zu den Linien P_1 p_1 und

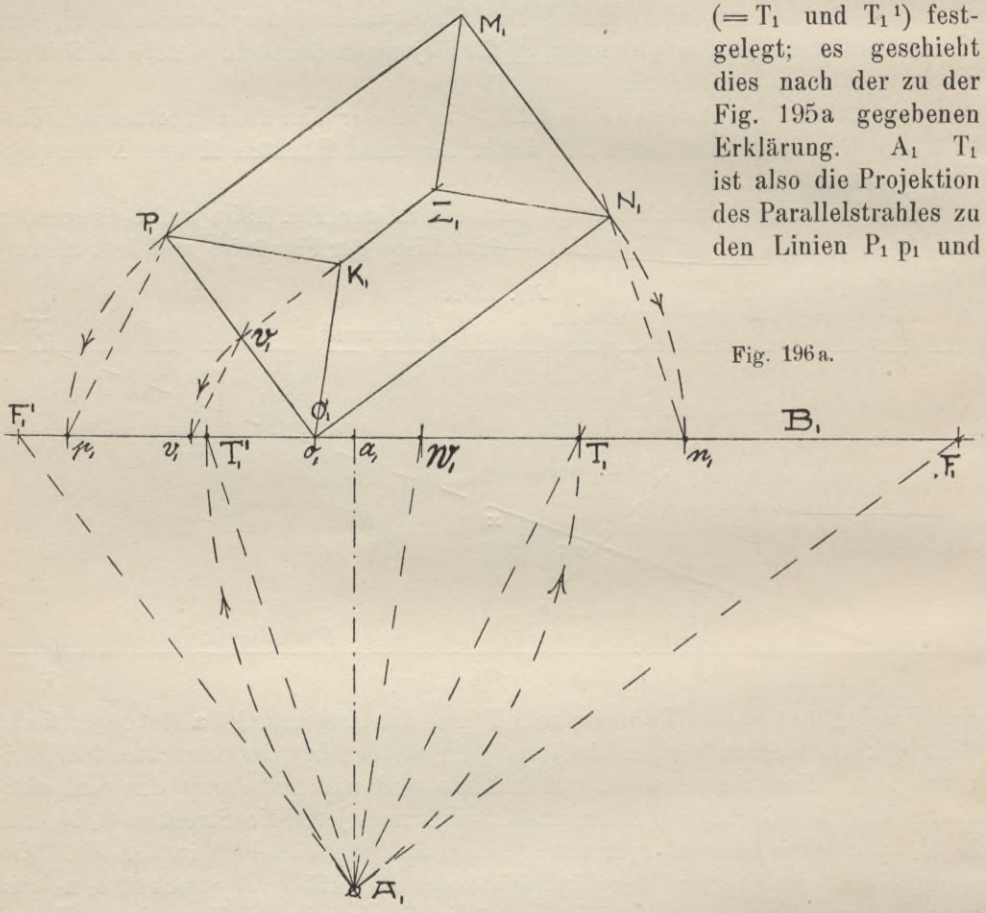


Fig. 196a.

V_1 v_1 ferner A_1 $T_1{}^1$ diejenige des Parallelstrahles zu der Linie N_1 n_1. Sodann kann man auch noch überflüssiger Weise die Projektion A_1 W_1 des Parallelstrahles zu O_1 K_1 und Z_1 M_1 ermitteln. Nun überträgt man die auf B_1 der Fig. 196a erhaltenen Punkte im richtigen Abstande auf die Grundlinie der Fig. 196b und bestimmt auf dem beliebig gewählten, hier als gegeben zu betrachtenden Horizonte die beiden Fluchtpunkte F und F^1, die beiden Teilungspunkte T und T^1 sowie den Fluchtpunkt W für die beiden Linien M Z und O K (siehe M_1 Z_1 und O_1 K_1 in der Fig. 196a). Weiter zieht man die beiden Fluchtlinien o_1 ($= o$) F und o_1 F^1 und bestimmt sodann durch die nach den entsprechenden Teilungspunkten gezogenen Fluchtlinien p_1 T und n_1 T^1 den Punkt p auf o F^1 bezw. n auf o F. Nunmehr kann man die beiden Fluchtlinien p F und n F^1 ziehen und

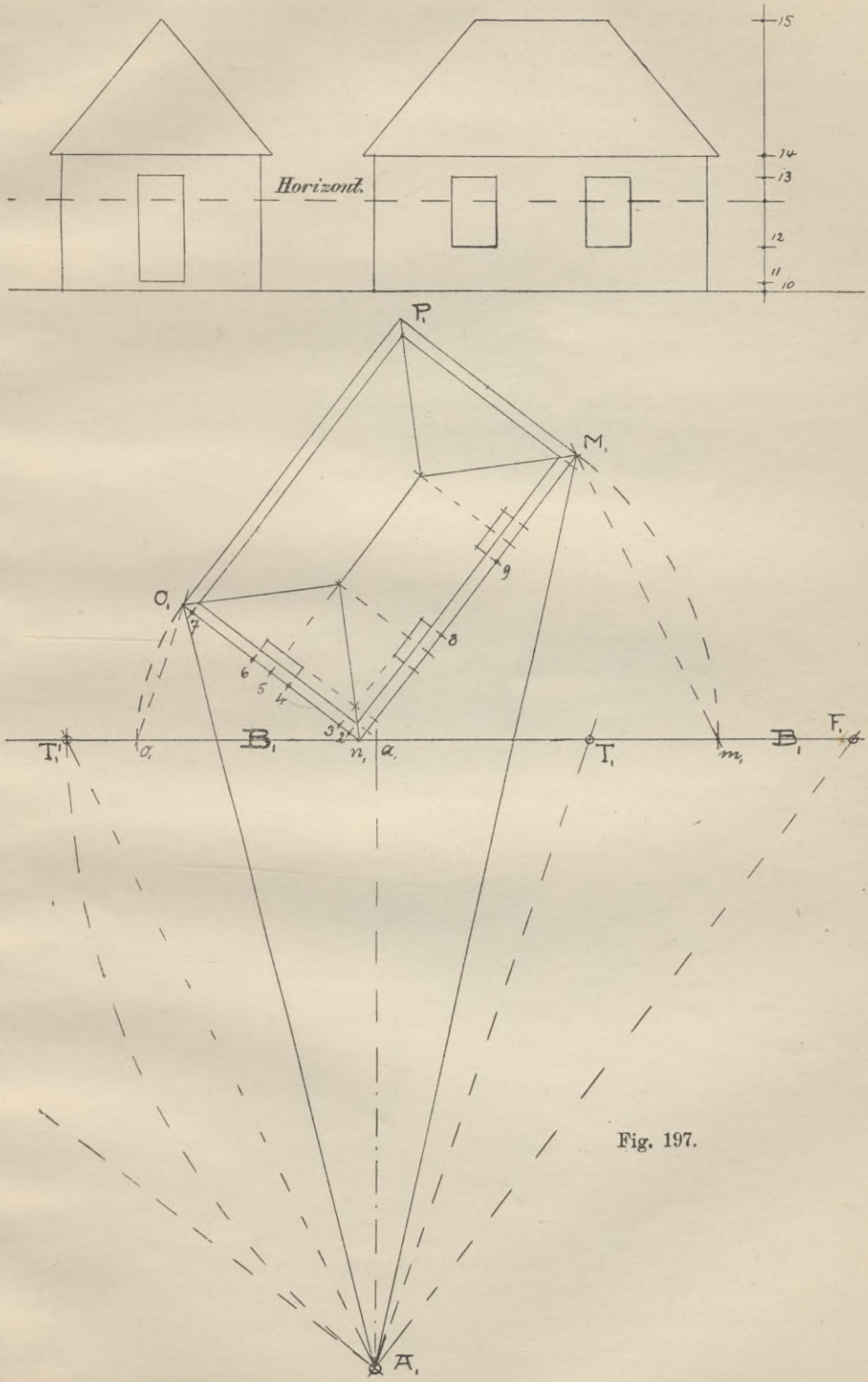
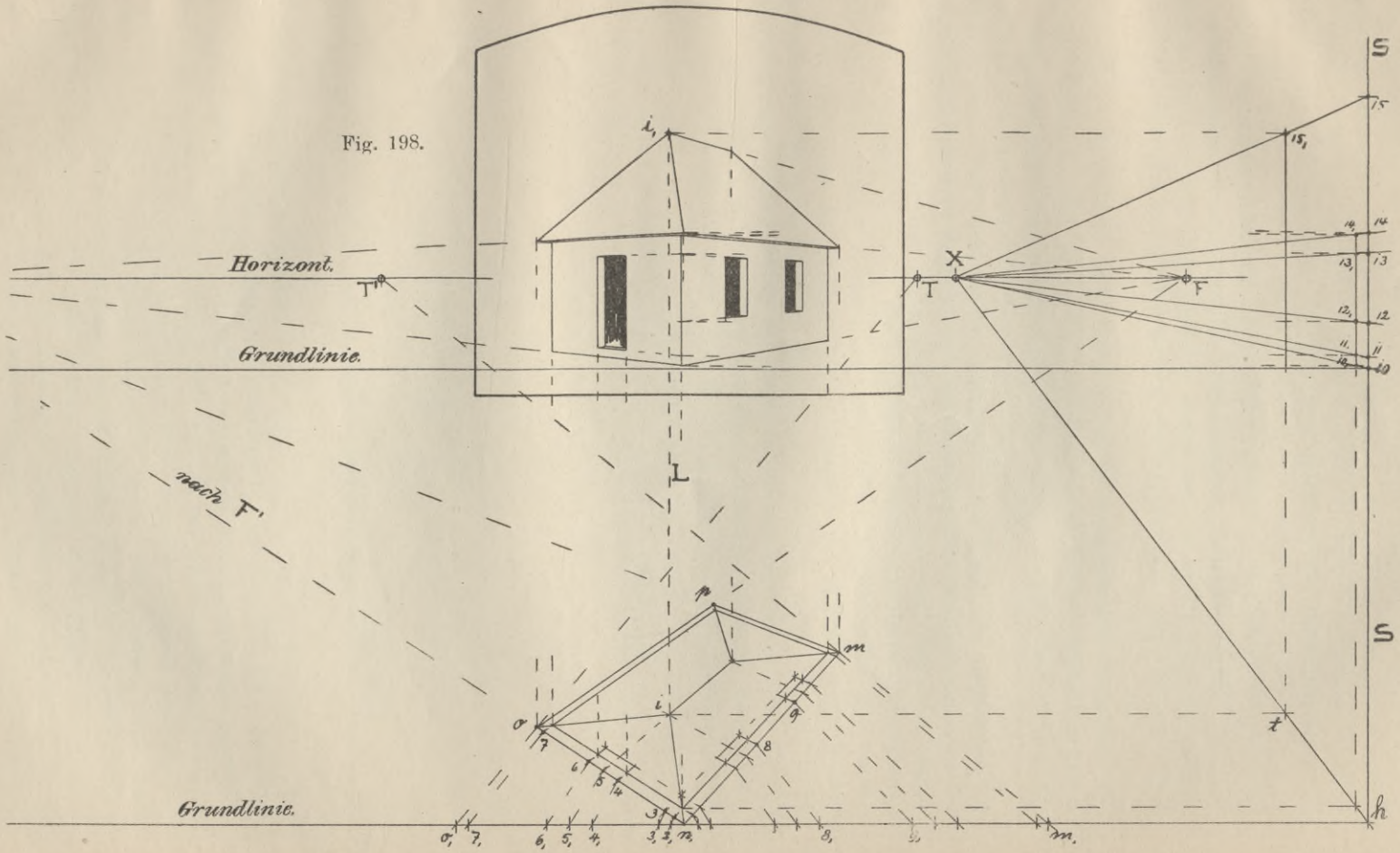

Horizont.
15
14
13
12
11
10
P1
M1
O1
9
8
6
5
4
3
2
1
T1
B1
n1
a1
T1
m1
B1
F1
A1

Fig. 197.

Fig. 198.


Horizont.
Grundlinie.
Grundlinie.
nach F'
T
T
F
X
L
S
S
h
i,
15,
15
14,
14
13,
13
12,
12
11,
11
10
p
m
i
o
t
q
8
7
6
5
4
3
2
1
o,
7,
6,
5,
4,
3,
2,
1,
n
8,
m,

erhält dadurch an ihrer Kreuzungsstelle den Punkt m des perspektivischen Bildes des gegebenen Rechtecks. Durch die Fluchtlinie v_1 T ergibt sich auf der Rechteckseite o p der Punkt v, welcher jetzt mit dem Fluchtpunkt F verbunden werden kann. Durch den Fluchtpunkt w erhält man nunmehr die winkelhalbierenden Linien o k und m z.

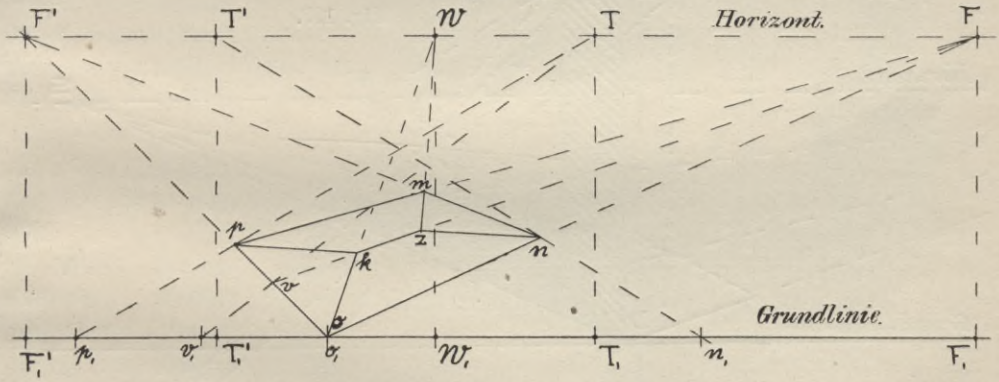
Das an den beiden Figuren 195 und 196 erläuterte Konstruktionsverfahren hat als selbständige, perspektivische Projektionsart vielerlei Vorzüge vor der Durchschnitts- und Fluchtpunkts-Methode, sowie vor der Distanzpunkts-Methode.

Zwei Beispiele aus der Praxis weisen die Figuren 197 und 198 der Tafeln 15 und 16 auf.

Aufgabe. In der Fig. 197, Taf. 15, ist in geometrischer Projektion die Vorder- und Seiten-Ansicht sowie der Grundriss eines kleinen Hauses gegeben. Es soll eine perspektivische Darstellung dieses Hauses unter Anwendung der Teilungs- und Fluchtpunkts-Methode angefertigt werden.

Auflösung. Nach den zu den Figuren 167, 183 und 184 gegebenen Erläuterungen bestimmt man zunächst die erfahrungsgemäss beste Distanz (= das 1 ½- bis 2fache der grössten Ausdehnung nach Breite oder Höhe des darzustellenden Gegenstandes), sowie die Projektion der Fluchtpunkte und diejenige der Teilungspunkte auf der Horizontal-Projektion der Bildfläche (= B_1). In der Fig. 198, Taf. 16, ist nun der perspektivische Grundriss des angenommenen Hauses nach den zu der Fig. 196 gegebenen Erklärungen beliebig unter dem Horizonte konstruiert worden. (Man hätte den perspektivischen Grundriss auch beliebig über dem Horizonte nach demselben Verfahren ermitteln können). Es sind also beispielsweise die Abstände $n_1 0_1 - n_1 6 - n_1 4 - n_1 8 - n_1 9$ in der Fig. 197,

Fig. 196 b.



Taf. 15, den Abständen $n_1 o_1 - n_1 6_1 - n_1 4_1 - n_1 8_1 - n_1 9_1$ auf der zu dem perspektivischen Grundriss gehörigen Grundlinie in der Fig. 198, Taf. 16 gleich. Ist nun der perspektivische Grundriss vollständig ausgeführt, so trägt man die gewählte Augenhöhe (man vergleiche in der Fig. 198, Taf. 16, bei den Ansichten des Hauses die durch Horizontlinie gegebene Augenhöhe) unter dem Horizonte ab und erhält dadurch die Grundlinie für die perspektivische Ansicht des Hauses. Auf dieser zweiten Grundlinie errichtet man an einer beliebigen Stelle (siehe Punkt 10 auf derselben) die Senkrechte S S, auf welcher man die Höhenmasse 10, 11, 12, 13, 14, 15 der in der Fig. 197, Taf. 15, gegebenen Ansichten von dem Punkt 10 aus anträgt. Die Senkreckte S S wird sodann bis zu der unteren Grundlinie verlängert;

der so gefundene Kreuzungspunkt sei h genannt. Man verbindet nun die auf S S liegenden Punkte h 10, 11, 12, 13, 14 und 15 mit den auf dem ganz beliebig gewählten Punkte X durch gerade Linien, wodurch die sogen. Höhenleiter vervollständigt ist. (Im übrigen können auch statt mit Hilfe dieser Höhenleiter die Höhenlage der zu ermittelnden Punkte nach dem in den beiden Fig. 183 und 185 angewendeten Verfahren konstruiert werden). Um nun beispielsweise den vorderen Firstpunkt i_1 des perspektivisch dargestellten Hauses zu ermitteln, zieht man von dem Punkte i des Grundrisses eine Parallele zu der Grundlinie und erhält dadurch den Punkt t auf der Höhenleiter, dortselbst errichtet man die Senkrechte $t\,15_1$ und eine aus 15_1 gezogene Parallele zu dem Horizonte ergibt auf der Senkrechten L über dem Punkte i des Grundrisses den Schnittpunkt i_1, welcher nun das perspektivische Bild des vorderen Firstpunktes bildet. Eine weitere Beschreibung der Fig. 198, Taf. 16, dürfte bei der Einfachheit des Verfahrens überflüssig sein.

d) Die Konstruktion der Schatten bei perspektivischen Darstellungen.

Sollen in einer perspektivischen Darstellung die Grenzen der Schatten angegeben werden, so kann die Ermittelung dieser Schattengrenzen auf eine der zwei nachfolgend beschriebenen Arten ausgeführt werden.

Die erste Art ist die, dass man die Schattengrenzen zunächst in der geometrischen Projektion des in Betracht kommenden Gegenstandes — also in dessen

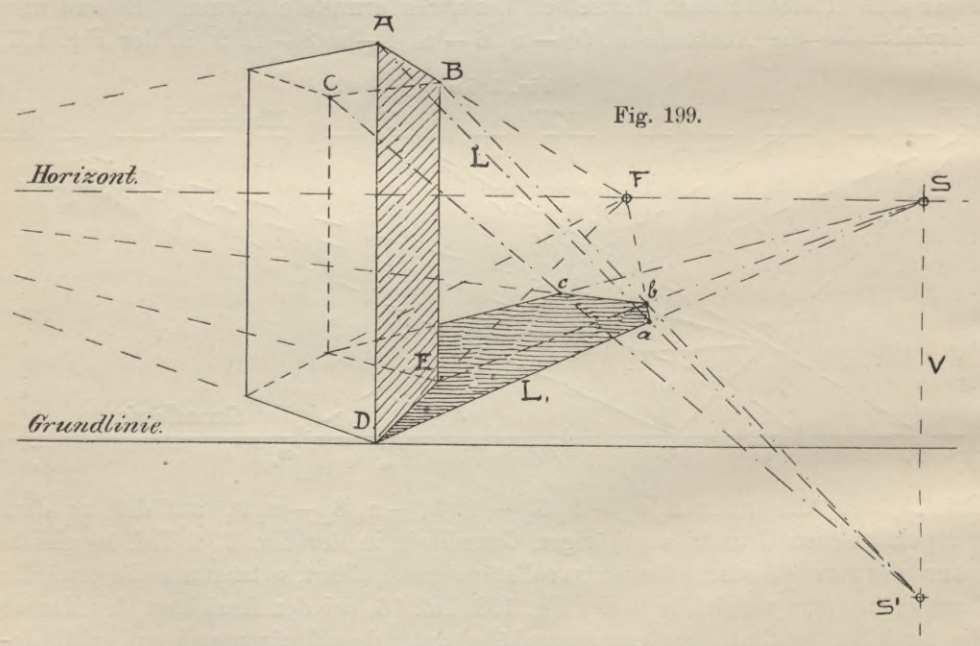


Fig. 199.

Grundriss und Aufriss — konstruiert und hiernach die so ermittelten Schattengrenzen in das perspektivische Bild des betreffenden Gegenstandes entsprechend überträgt und zwar nach einer der schon früher beschriebenen perspektivischen Konstruktions-Methoden.

Eine zweite Art ist die, dass man die Schattengrenzen unmittelbar in der perspektivischen Darstellung selbst konstruiert, ohne die in der geometrischen Darstellung vielleicht schon ermittelten Schattengrenzen zu benutzen.

In der Regel wird das zuerst erwähnte Verfahren angewandt, da es den Vorzug grösserer Bequemlichkeit hat und da die Schattengrenzen vielfach schon vorher in der geometrischen Projektion ermittelt worden sind. Es dürfte daher überflüssig sein, auf dieses Verfahren hier näher einzugehen, da es keinerlei Schwierigkeiten nach dem vorausgeschickten bereiten kann. Doch soll das an zweiter Stelle erwähnte Konstruktions-Verfahren etwas eingehender beleuchtet werden.

Wegen der unendlichen Entfernung der Sonne nimmt man, genau wie schon in dem I. Teil dieses Bandes (Die Schatten-Konstruktionen) erläutert wurde, auch hier allgemein an, dass die Lichtstrahlen unter sich parallele Gerade sind.

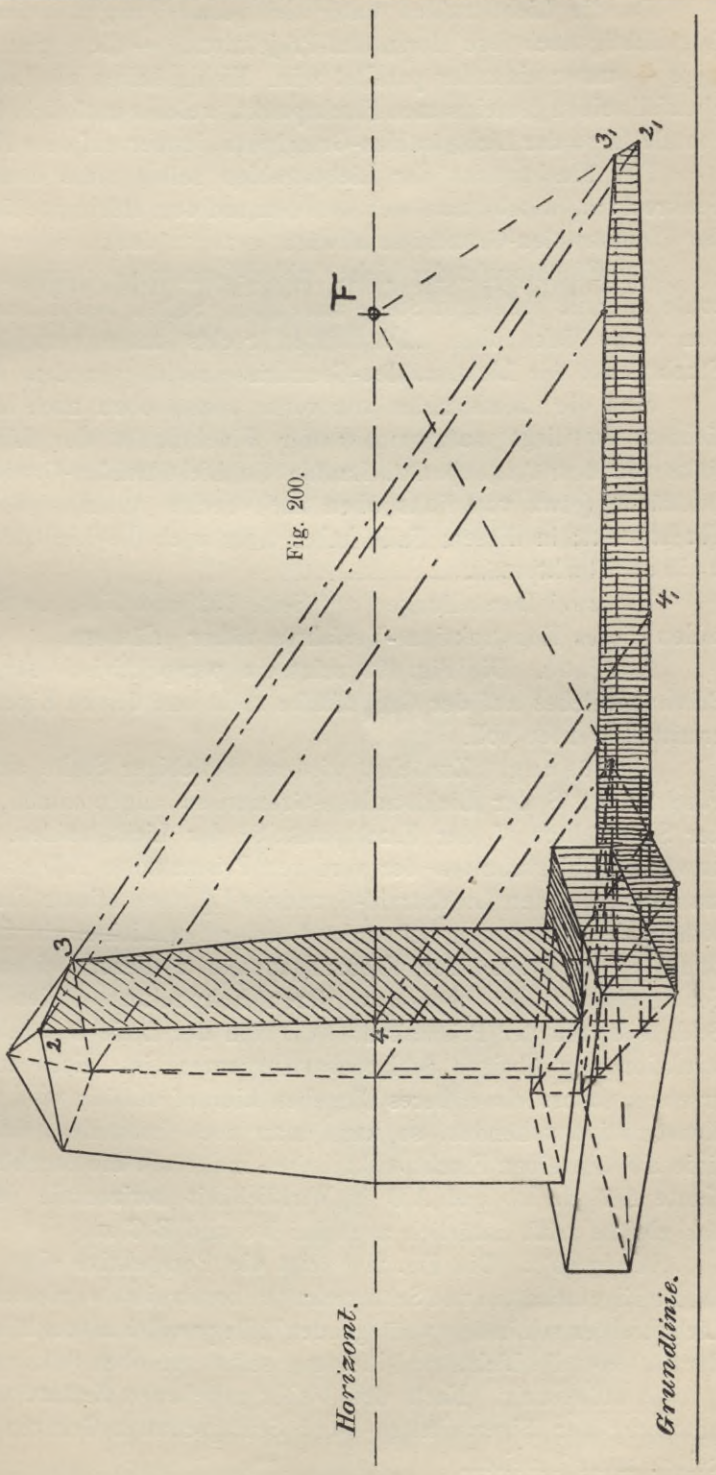


Fig. 200.

Sie haben demnach in ihrer perspektivischen Darstellung einen gemeinsamen Verschwindungspunkt, welchen man den Fluchtpunkt der Lichtstrahlen nennt.

Da die Lichtstrahlen unter sich parallel angenommen werden, so müssen folgerichtig auch ihre Horizontal-Projektionen — die sogen. Lichtstrahlen-Grundrisse — unter einander parallel sein. Mithin haben die Lichtstrahlen-Grundrisse ebenfalls einen gemeinsamen Fluchtpunkt, welcher natürlich, bedingt durch die horizontale Lage der Lichtstrahlen-Grundrisse, immer auf dem Horizonte liegen muss.

Der Fluchtpunkt der Lichtstrahlen selbst muss demnach stets auf einer Senkrechten, welche man sich von dem auf dem Horizonte liegenden Fluchtpunkte der Lichtstrahlen-Grundrisse abwärts gezogen denkt, seine Lage haben.

Den Fluchtpunkt der Lichtstrahlen-Grundrisse kann man nun auf dem Horizonte an ganz beliebiger Stelle annehmen. Sollen beispielsweise die Lichtstrahlen von vorne links oben nach hinten rechts unten gerichtet sein, so liegt der Fluchtpunkt der Lichtstrahlen-Grundrisse rechts von dem Augenpunkte.

Sind die Lichtstrahlen von vorne rechts oben nach hinten links unten gerichtet, so liegt naturgemäss der Fluchtpunkt der Lichtstrahlen-Grundrisse links von dem Augenpunkt. Laufen die Lichtstrahlen-Grundrisse parallel zu der Bildfläche (etwa von links oben nach rechts unten), so haben diese keinen Fluchtpunkt; in diesem Falle haben aber auch die Lichtstrahlen selbst ebenfalls keinen Fluchtpunkt.

Die zwei Darstellungen auf Seite 152 und 153, die Figuren 199 und 200, sollen dieses Konstruktions-Verfahren näher erläutern.

Aufgabe. Die Fig. 199 zeigt ein perspektivisch dargestelltes, vierseitiges Prisma, welches auf der Grundfläche steht und dessen Eigen- und Schlagschatten ermittelt werden soll.

Auflösung. Zunächst wird an beliebiger Stelle auf dem Horizonte der Fluchtpunkt S der Lichtstrahlen-Grundrisse angenommen, ebenso beliebig auf der Senkrechten V der Fluchtpunkt S^1 der Lichtstrahlen. Beispielsweise wird nun der Schlagschatten der vorderen Prismakante AD dadurch ermittelt, dass man zunächst den Lichtstrahl-Grundriss L_1 nach seinem Fluchtpunkt S zieht und sodann den durch den Eckpunkt A gehenden Lichtstrahl L nach seinem Fluchtpunkt S^1 darstellt. Der Kreuzungspunkt a dieser beiden Linien ist nun der Schlagschatten des oberen vorderen Eckpunktes A des Prismas, sodass der Schlagschatten der Prismakante AD von der Linie Da gebildet wird. Die Konstruktion der übrigen Schlagschattengrenzen ist leicht aus der Zeichnung zu ersehen, sodass ein näheres Eingehen hierauf unnötig wird. Ist nun die Schatten-Konstruktion vollendet, so kann man noch feststellen, dass die Schattengrenzlinie ab denselben Fluchtpunkt haben muss wie die zugehörige schattenwerfende Kante AB, da ab und AB in Wirklichkeit horizontale parallele Gerade sind; das gleiche trifft natürlich auch bei bc und BC zu.

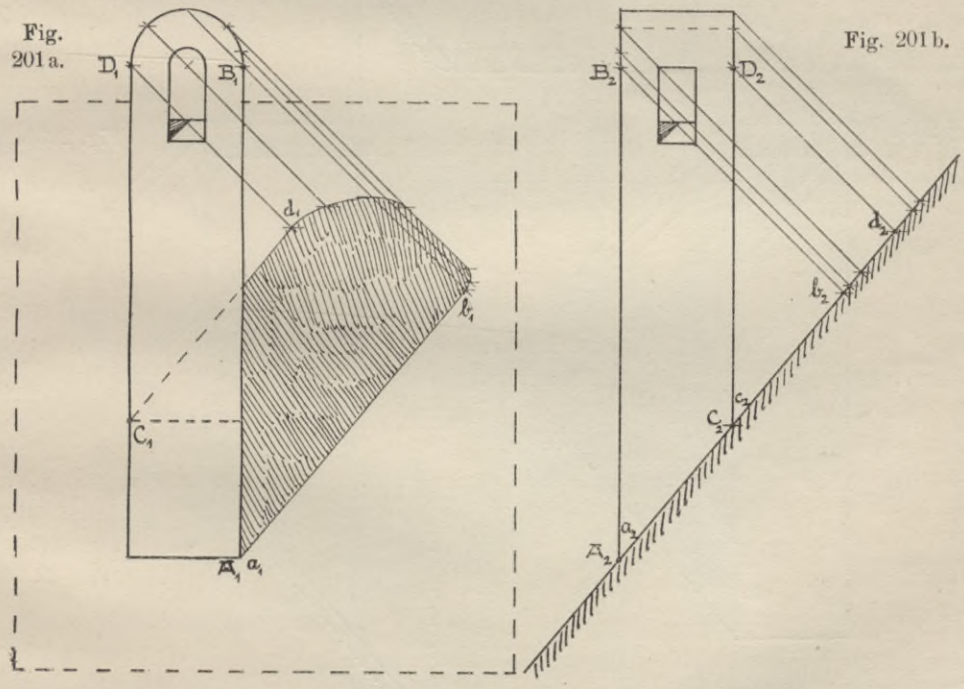
Aufgabe: Die Fig. 200 zeigt die Perspektive eines einfachen Denkmals, dessen Eigenschatten und Schlagschatten konstruiert werden sollen. Die Richtung der Lichtstrahlen soll in dem vorliegenden Falle parallel mit der Bildfläche laufen und zwar derart, dass die Lichtstrahl-Richtung selbst von oben links nach unten rechts geht.

Auflösung. Nach den bisher gegebenen Erläuterungen dürfte die Ermittelung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen keinerlei Schwierigkeiten mehr bereiten.

Anhang.

Schattenkonstruktions-Beispiele aus der Praxis.

Die Fig. 201 a zeigt einen einfachen Schornsteinkopf, der seinen Schlagschatten auf eine hinter demselben liegende Dachfläche wirft. Die Ermittelung der Grenzen des Schlagschattens kann ohne Schwierigkeiten dadurch geschehen, dass man einen Schnitt durch die Dachfläche, welche die Neigung derselben und die Seitenansicht des gegebenen Schornsteines zeigt, zu Hilfe nimmt (siehe Fig. 201 b). Die fertige Schlagschattenkonstruktion lässt leicht erkennen, dass



der Schlagschatten der senkrechten Kanten des Schornsteines, beispielsweise die Kanten A B und C D (= $A_1 B_1$ bezw. $A_2 B_2$ und $C_1 D_1$ bezw. $C_2 D_2$) jeweils der gegebenen Neigung der Dachfläche entsprechen muss; es sind demnach die beiden Grenzlinien $a_1 b_1$ und $c_1 d_1$ des Schlagschattens in der Fig. 201 a parallel zu der in Fig. 201 b angenommenen Neigung der Dachfläche.

Die Fig. 202a weist den gleichen Schornsteinkopf auf, jedoch ist derselbe hier um 90° um seine Längsache gedreht. Auch in dem vorliegenden Falle ist

Fig. 202a.

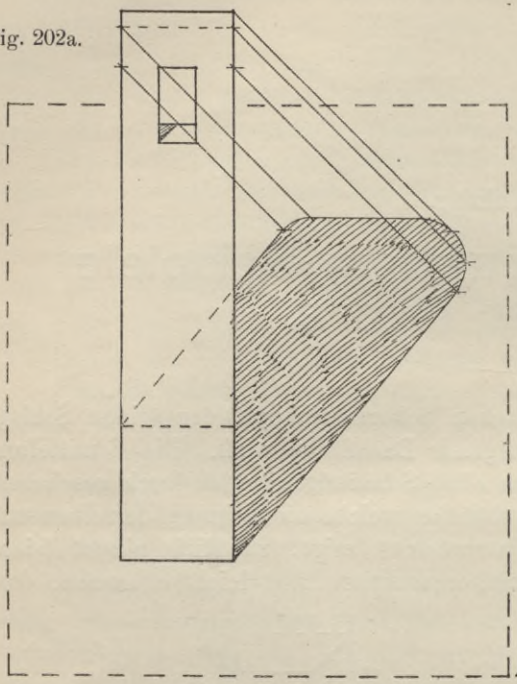


Fig. 202b.

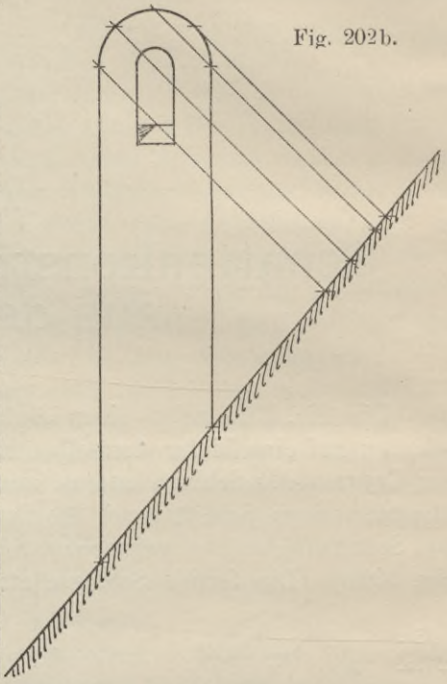


Fig. 203a.

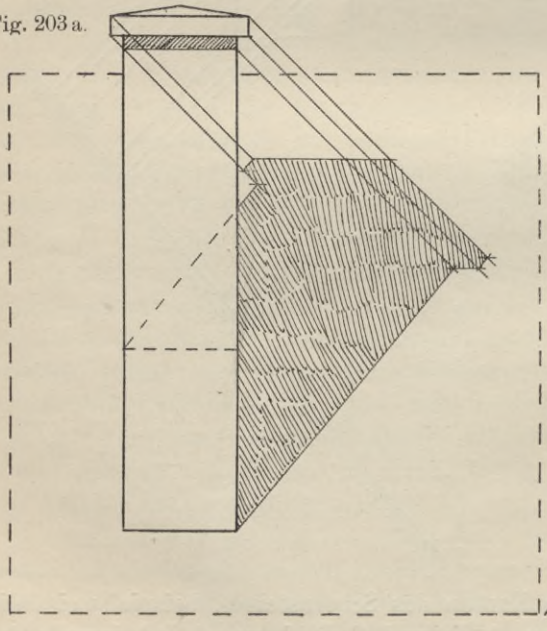
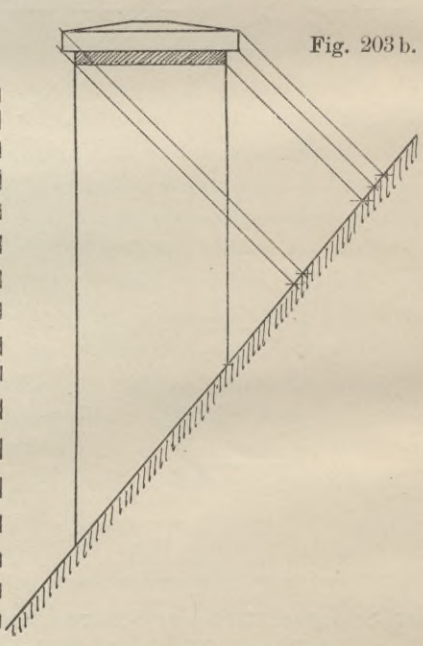


Fig. 203b.



die Fig. 202b zur Konstruktion des auf die Dachfläche fallenden Schlagschattens notwendig. Das weitere ergibt sich aus den Erläuterungen zu den vorhergehenden Figuren.

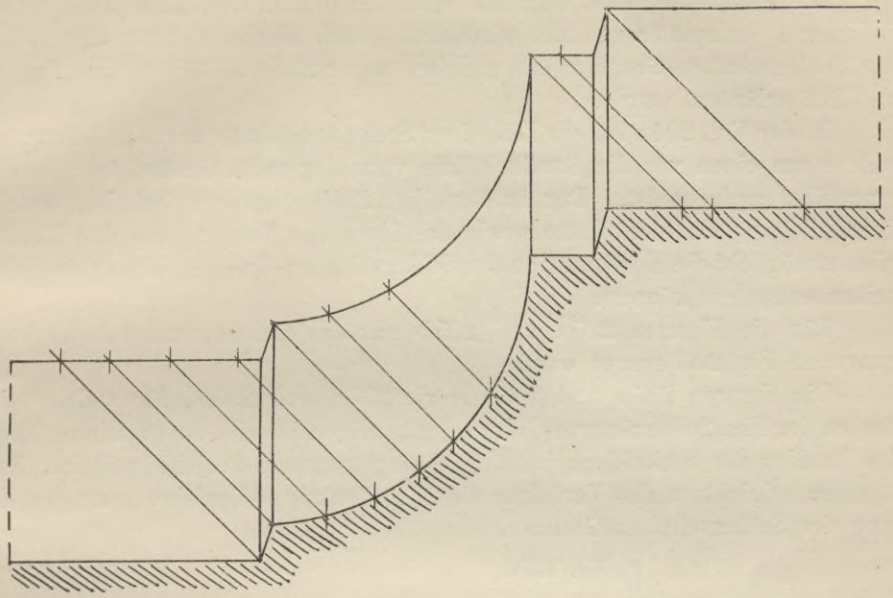


Fig. 204b.

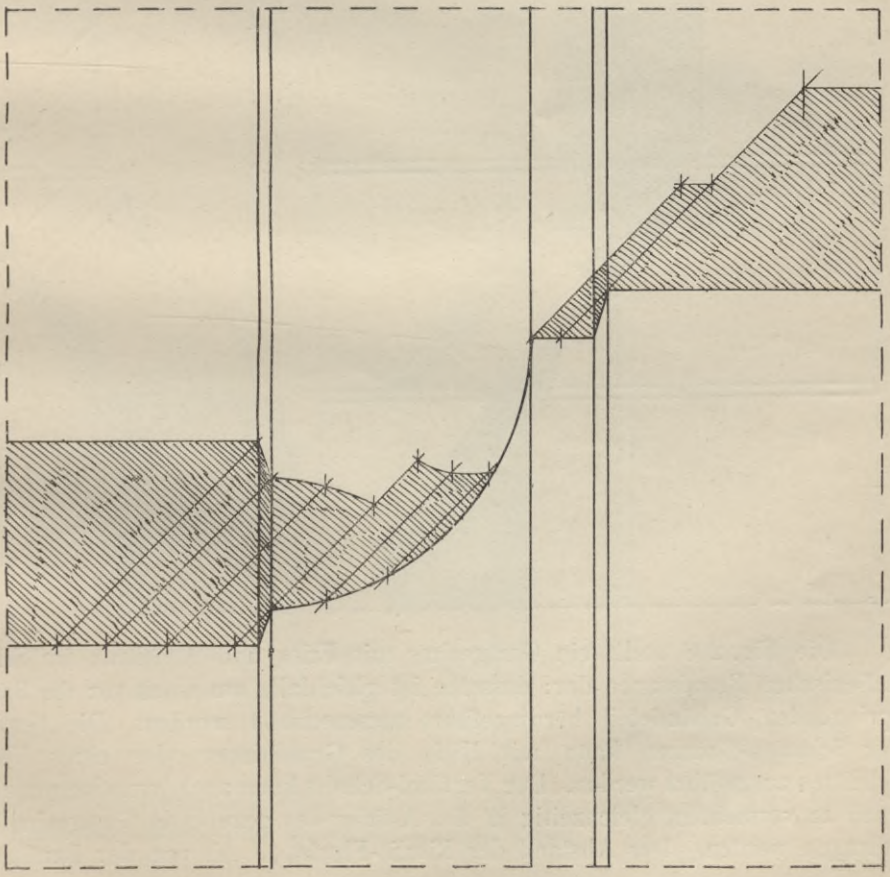


Fig. 204a.

Die Fig. 203a weist ebenfalls einen Schornstein, dessen Kopf durch eine aufgelegte Steinplatte gebildet wird, auf. Auch hierbei gilt für die Ermittelung der Schlagschatten-Grenzen das gleiche, was auf Seite 155 zu den Figuren 201 und 202 erläutert wurde.

In der Fig. 204a ist ein Teil einer Sockeldeckplatte zur Darstellung gelangt, welche um einen vor die Baufluchtlinie vorspringenden Gebäudeteil (Risalit) herumgeführt gedacht ist. Der in der Fig. 204b gegebene Schnitt, welcher das Profil dieser Sockeldeckplatte sowie das Mass des Vorsprunges des Risalites angibt, ermöglicht die Konstruktion der Schlagschatten-Grenzen, ohne dass Schwierigkeiten entstehen können.

Für die Figuren 205a und 205b gilt das gleiche, was bei der vorausgegangenen Fig. 204 gesagt wurde.

Die Figuren 206a und 206b sowie 207a und 207b, für welche ebenfalls das zu der Fig. 204 erörterte Geltung hat, zeigen jeweils eine reichere Gliederung des Profiles der Sockeldeckplatte. Die eingetragenen Projektionslinien der Lichtstrahlen erleichtern das Verfolgen des Konstruktions-Verfahrens zu der Ermittelung der Schlagschatten-Grenzen.

Fig. 205a.

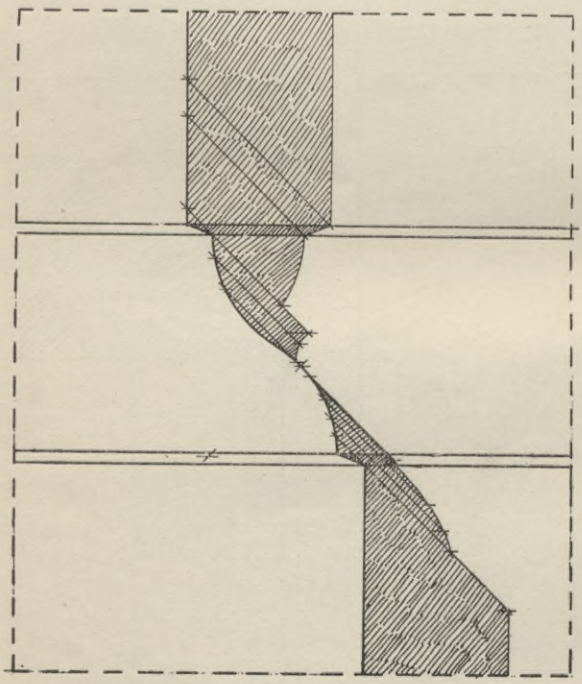
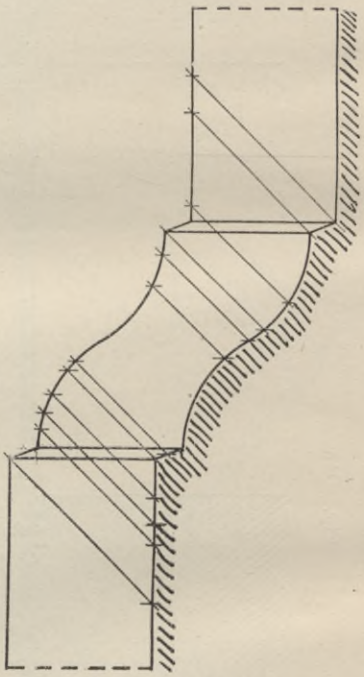


Fig. 205b.



Die Fig. 208 stellt ein Gurtgesims mit Fries und Architrav im Stile der italienischen Renaissance dar; dasselbe ist gleichfalls um einen vor die Bauflucht springenden Gebäudeteil herumgeführt angenommen worden. Die Festlegung der Schatten-Grenzen kann mit Hilfe des Grundrisses oder eines Vertikal-Schnittes ausgeführt werden. Der Vertikal-Schnitt kann auch, um eine neue Zeichnung zu vermeiden, gleichzeitig in den Aufriss des gegebenen Gurtgesimses eingetragen werden. Der Abstand der Risalit-Flucht (= A) von der Bauflucht des

Gebäudes (= B) ist durch das Mass m_3 bezw. m_1 (im Grundriss) als gegeben zu betrachten. Die verschiedenen Projektionslinien der Lichtstrahlen sowie die

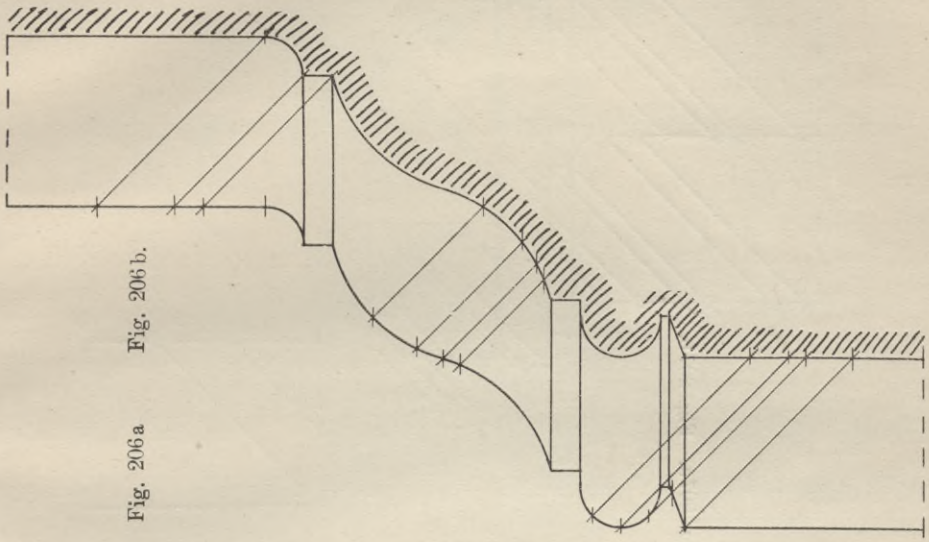


Fig. 206 b.

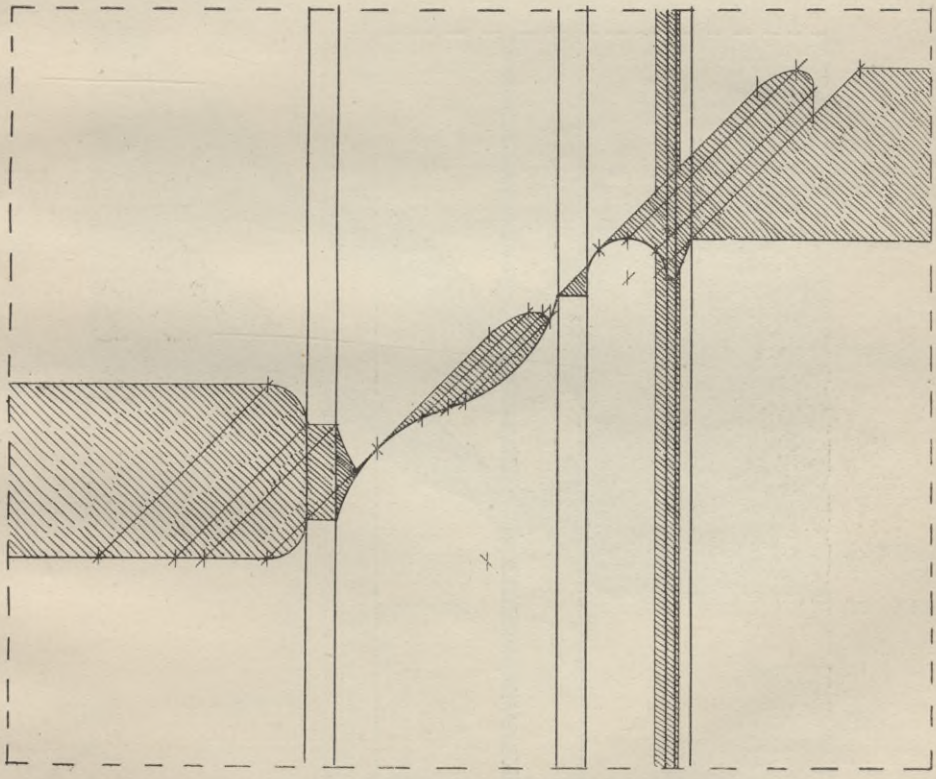


Fig. 206 a

Hilfslinien verdeutlichen den Gang der Konstruktion, sodass auf ein näheres Eingehen auf die letztere hier verzichtet werden kann.

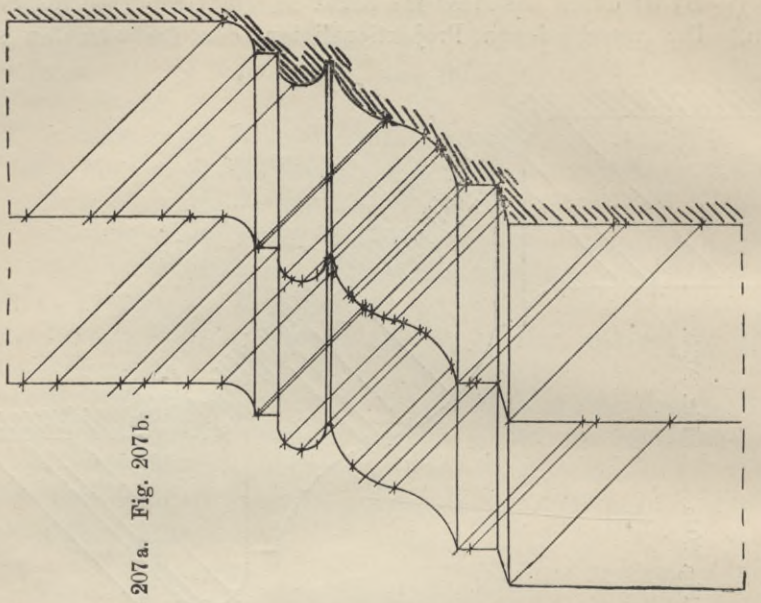
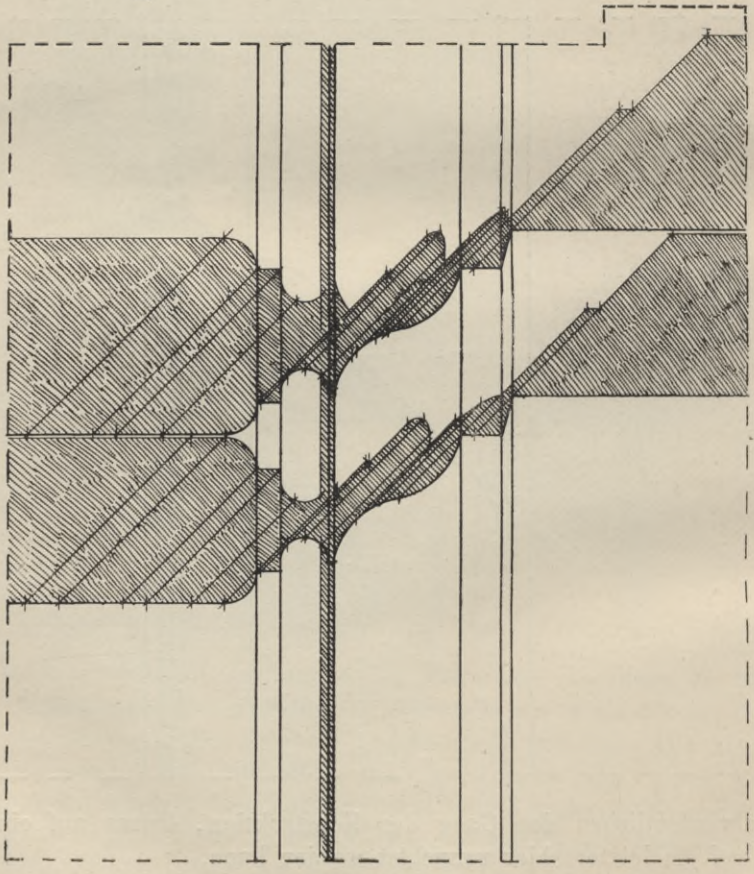


Fig. 207a. Fig. 207b.



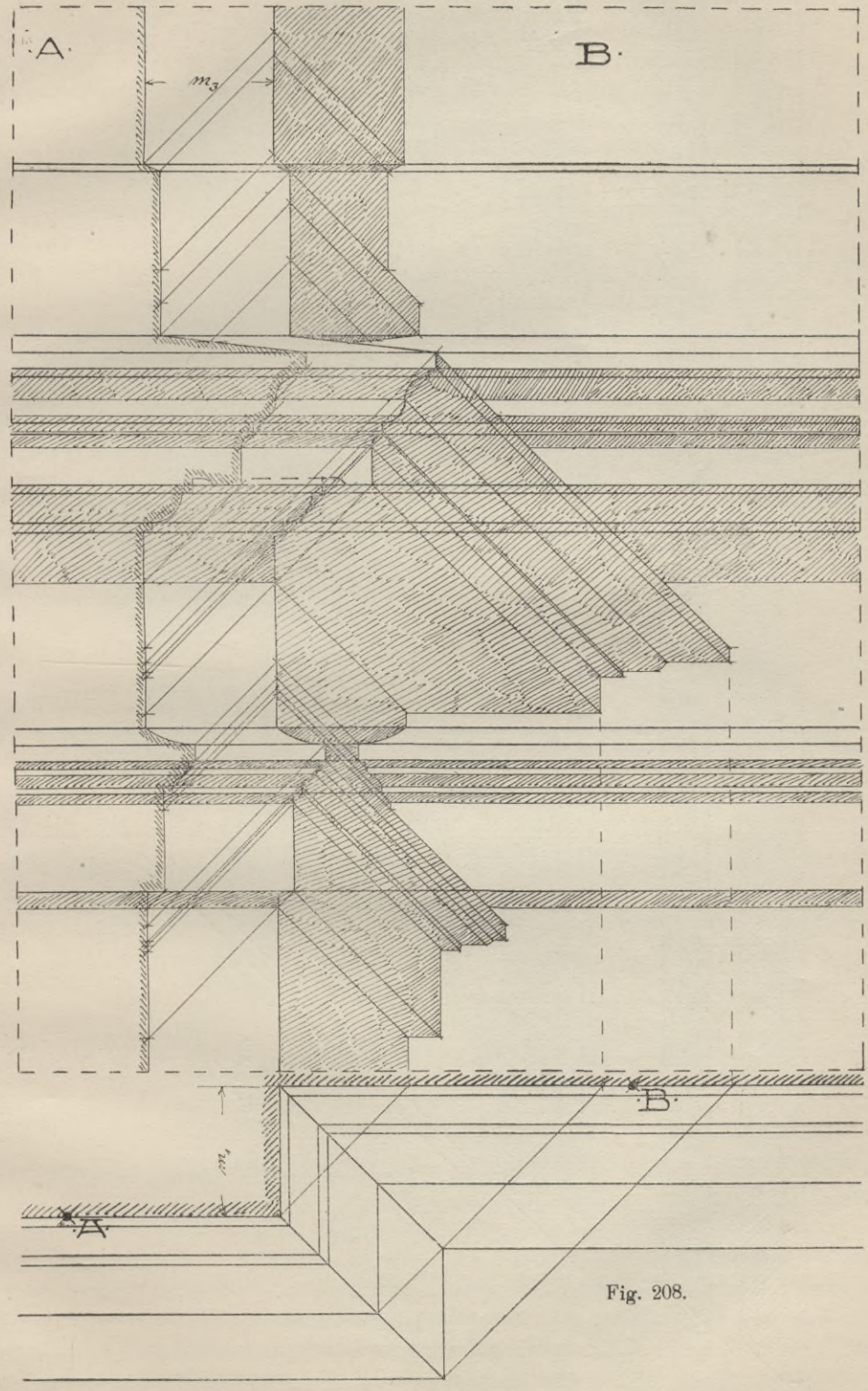


Fig. 208.

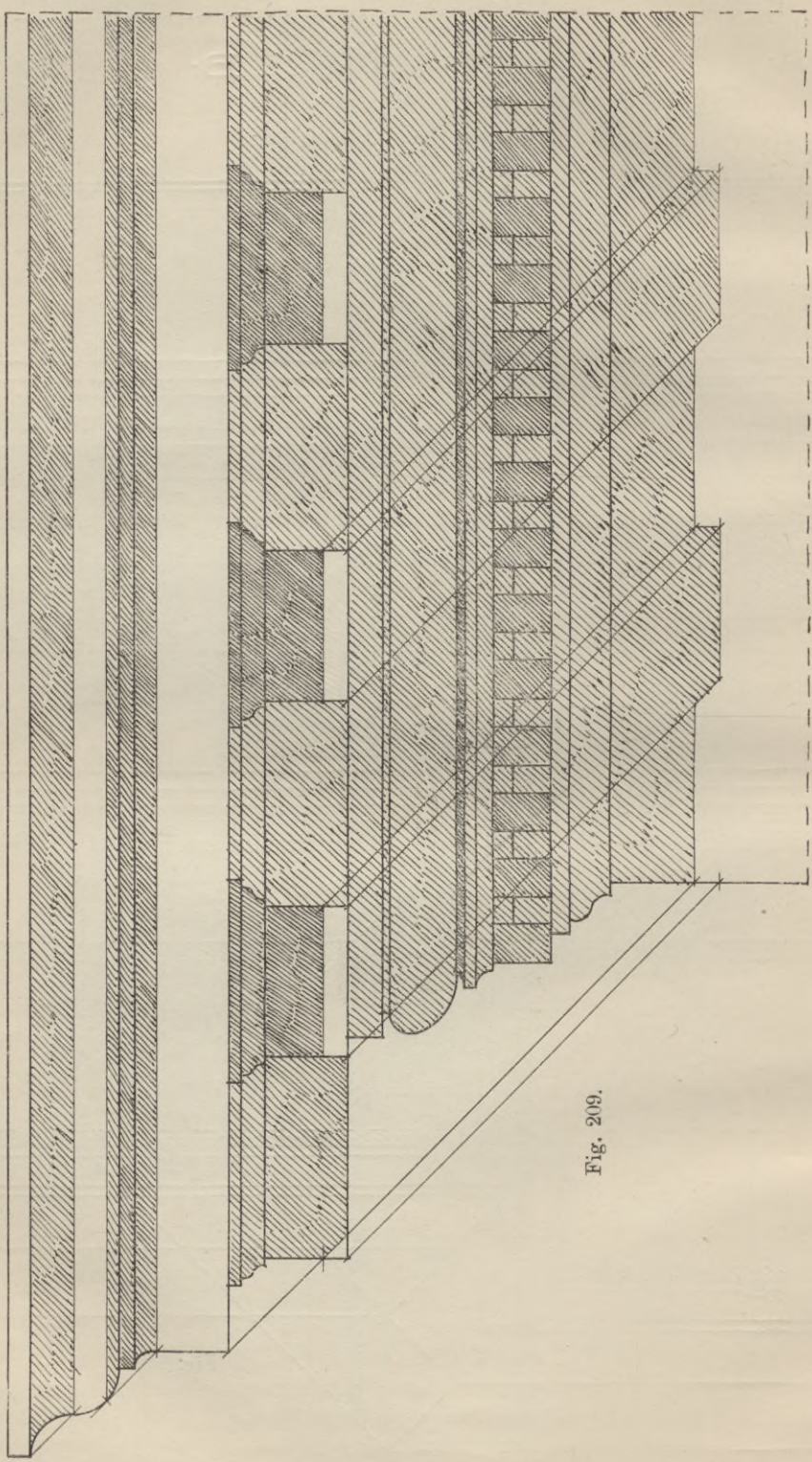


Fig. 209.

In der Fig. 209 ist ein um eine Gebäude-Ecke herumgeführter Teil eines Hauptgesimses zur Darstellung gelangt, welches eine reichere Gliederung aufweist und ebenfalls im Stile der italienischen Renaissance gehalten ist. Die Festlegung der Grenzen der einzelnen Schattenflächen kann, wie das Beispiel hier zeigt, ohne Zuhilfenahme eines Schnittes oder eines Grundrisses erfolgen.

Die Fig. 210a zeigt einen sogenannten Bogenfries, wie er in der romanischen Stilperiode sehr häufig zur Ausführung gelangte. Durch den beigegebenen Vertikal-Schnitt (siehe Fig. 210b) kann die Begrenzung der im Eigen- und Schlagschatten liegenden Flächen sehr leicht bestimmt werden.

Die Fig. 211a weist einen Teil der Fassade eines niedersächsischen Fachwerkhauses aus der Zeit der Spät-Renaissance (etwa aus dem Jahre 1680) auf. Auch in diesem Falle können die Grenzlinien der vorkommenden Schattenflächen auf den zwischen den Balkenköpfen liegenden Füllhölzern sowie auf der Pfette ohne Schwierigkeit mit Hilfe des entsprechenden Vertikal-Schnittes (siehe Fig. 211b) festgelegt werden.

In der Fig. 212a sind mehrere Beispiele von Schattenkonstruktionen enthalten. Das Aufsuchen der Grenzen des Schlagschattens, welchen der in dieser Aufgabe vorkommende Schornsteinkopf auf der oberen Dachfläche des Mansarddaches verursacht, ist schon in den eingangs gegebenen Beispielen (vergl. die Fig. 201, 202 und 203) zur Genüge erläutert worden. Bei der Konstruktion des Eigenschattens auf die schematisch angenommene Sima des den Giebel nach

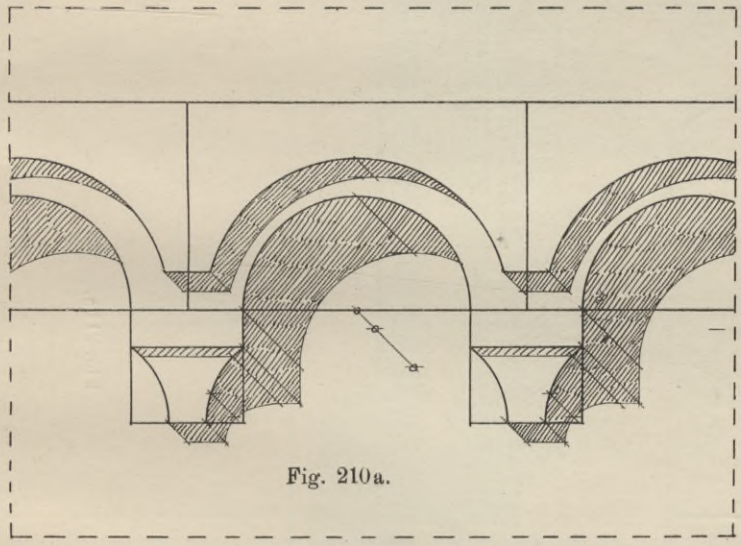


Fig. 210a.

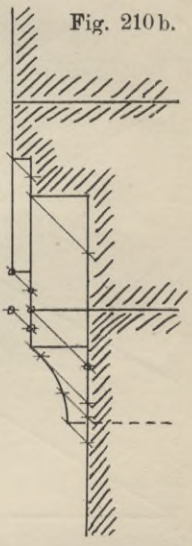


Fig. 210b.

oben kreisförmig abschliessenden Gesimses sei auf die Eigenschatten-Grenzlinie a b aufmerksam gemacht; über das Aufsuchen dieser Kurve a b gibt die in dem ersten Teile dieses Bandes besprochene Fig. 99 (auf Seite 79) den entsprechenden Aufschluss. Weiterhin können die Grenzlinien der Schatten, welche dieses bogenförmige Gesims hervorruft, durch die Zuhilfenahme von Lichtebenen — in dem vorliegenden Falle die Lichtebenen I, II und III — leicht bestimmt werden. Von den im übrigen vorkommenden Schatten ist der durch den Giebel auf der unteren Dachfläche des Mansarddaches verursachte Schlagschatten noch

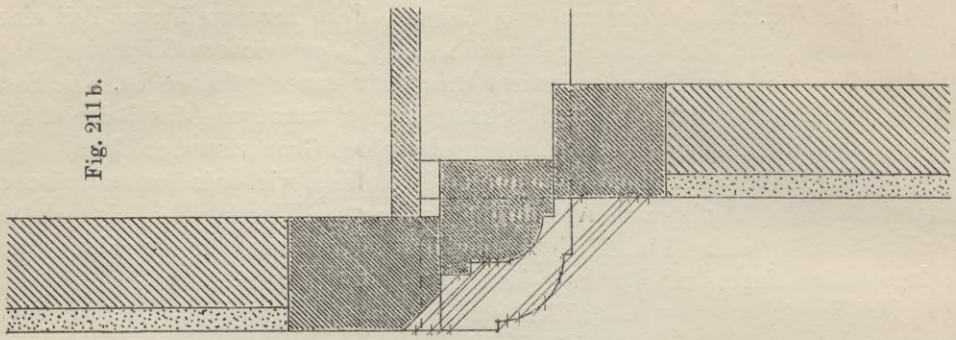


Fig. 211 b.

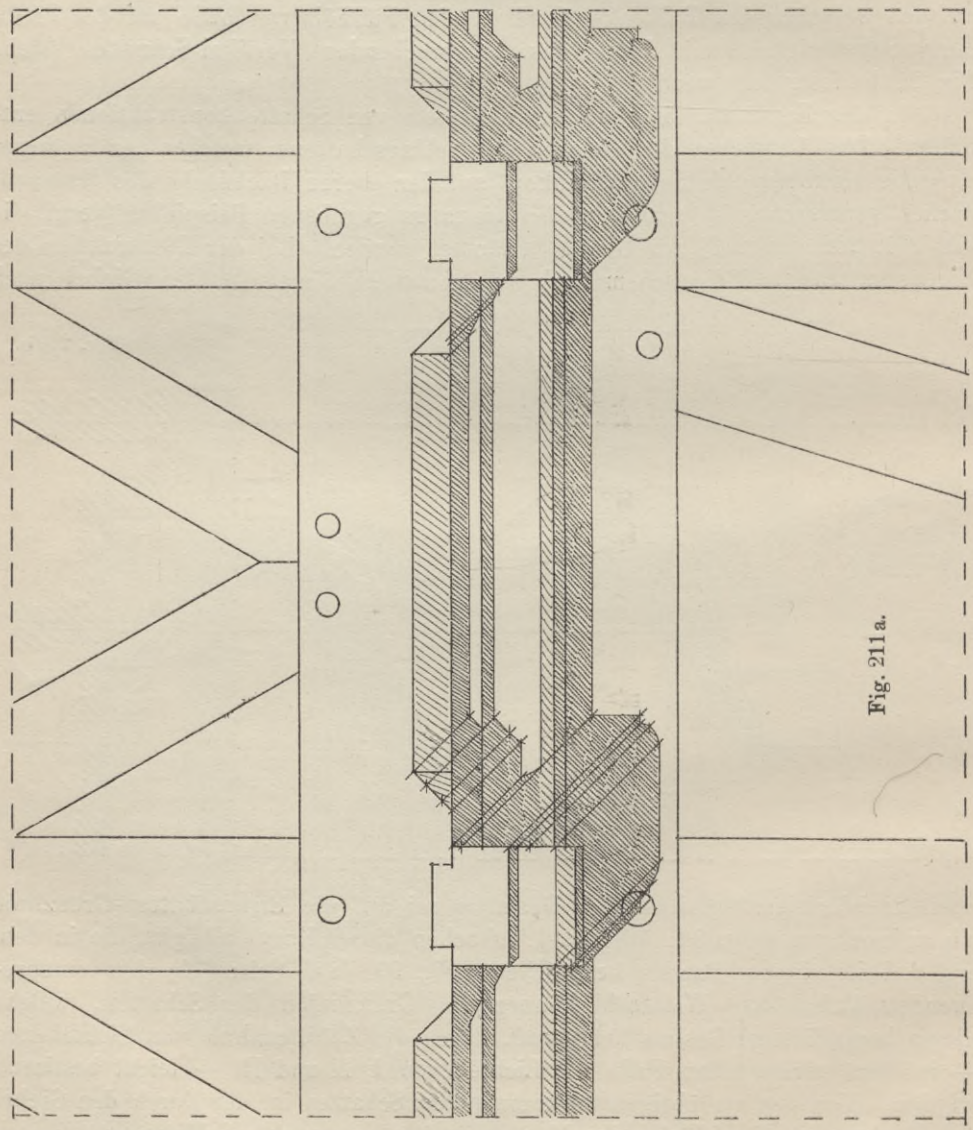


Fig. 211 a.

Fig. 212a.

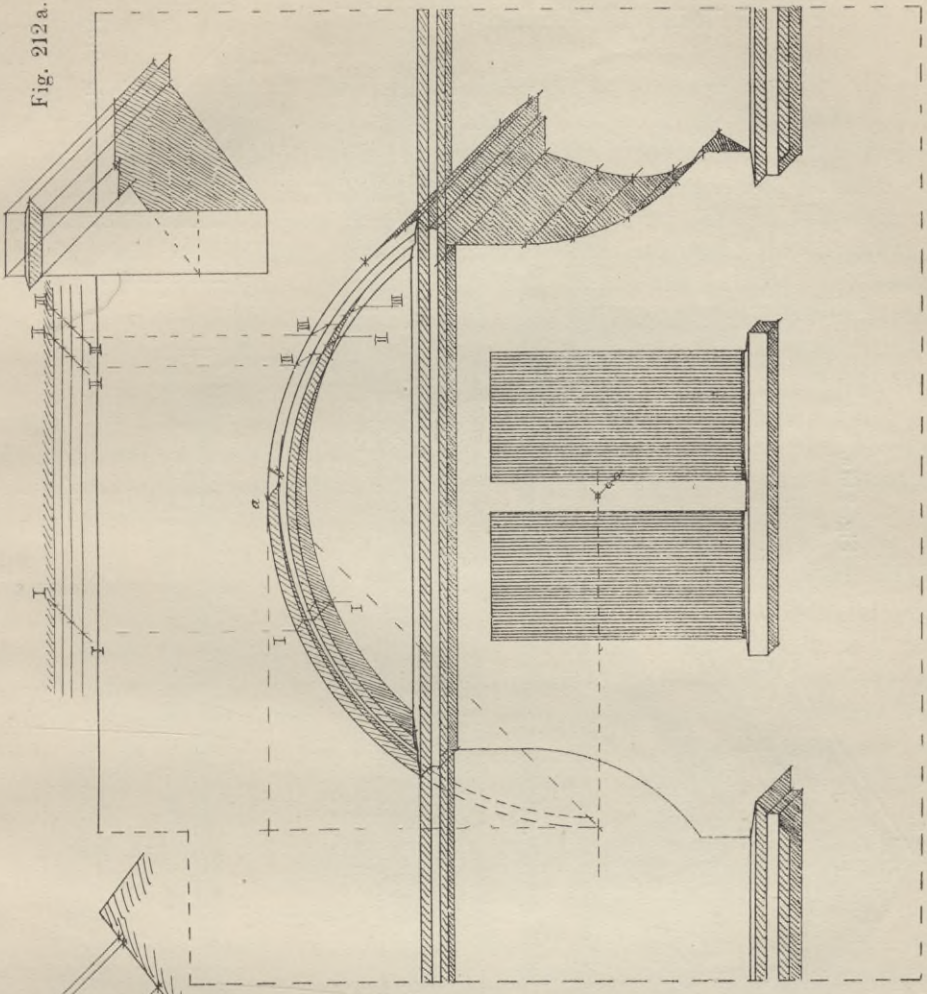
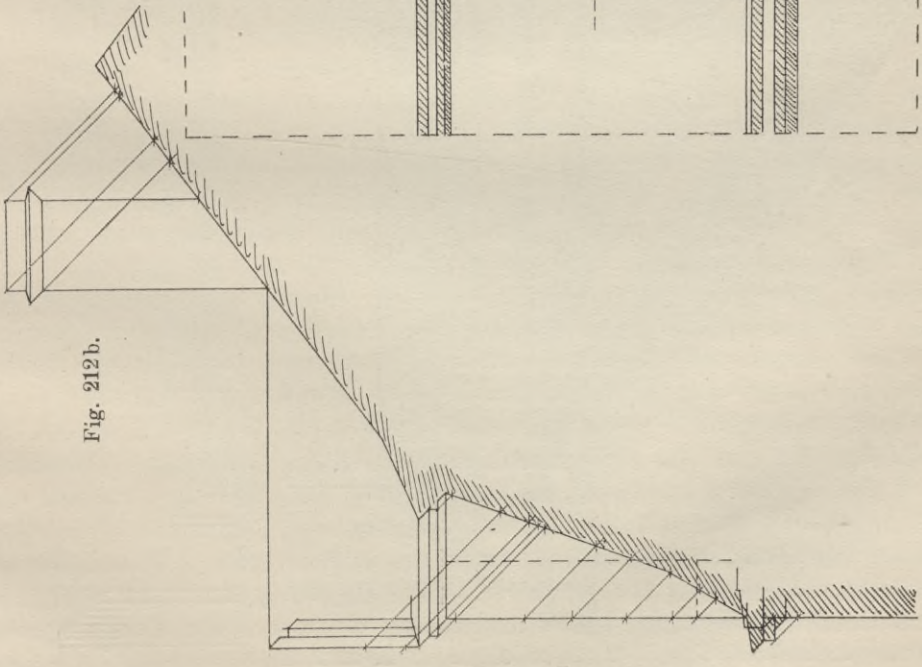


Fig. 212b.



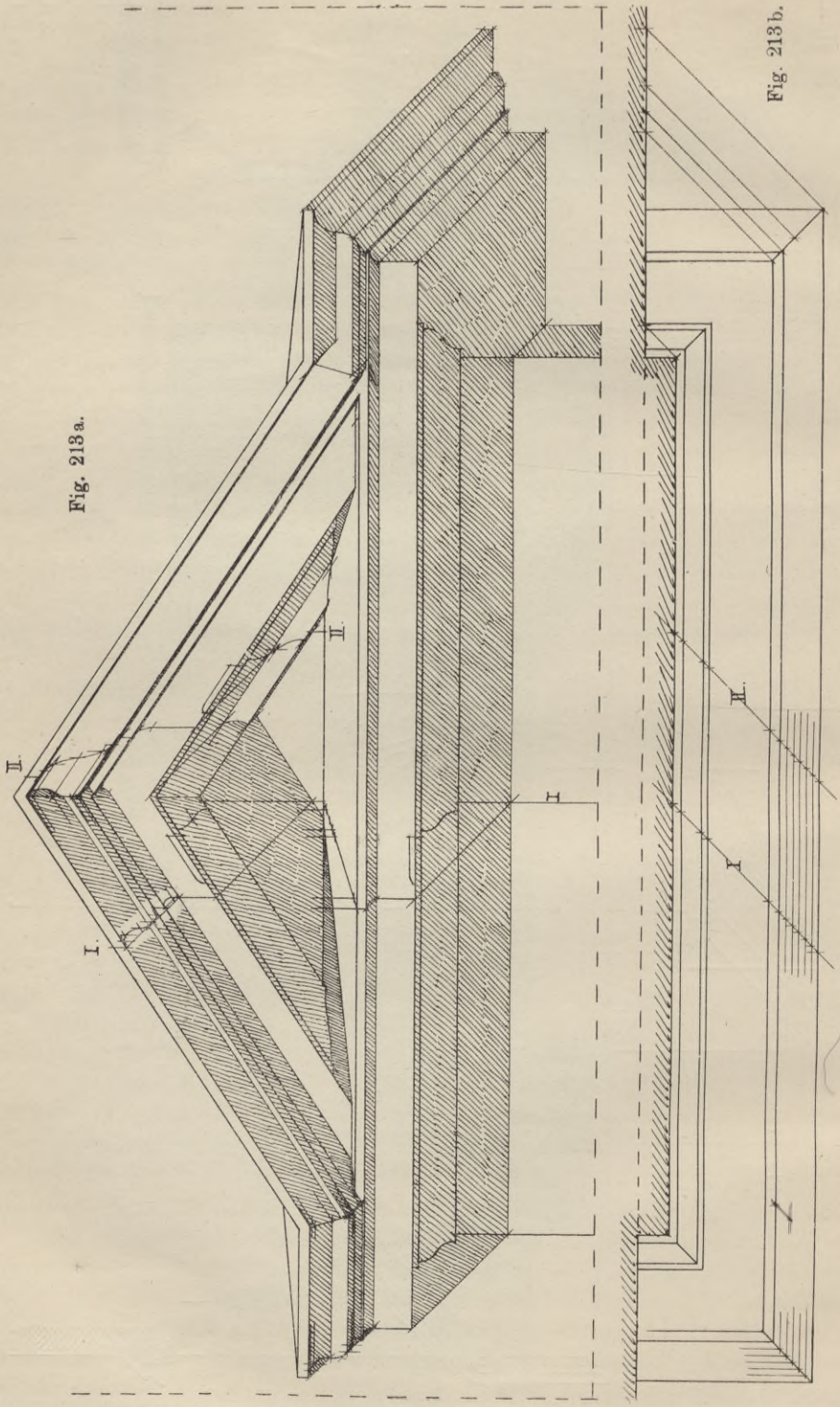


Fig. 213a.

Fig. 213b.

bemerkenswert, jedoch kann die Ermittelung desselben keineswegs Schwierigkeiten bieten, da der entsprechende Vertikal-Schnitt (siehe Fig. 212b) beigegeben ist.

In der Fig. 213a ist der Aufriss einer Giebel-Verdachung, wie sie sehr häufig bei den Fensteröffnungen zur Zeit der italienischen Renaissance Verwendung fanden, zur Darstellung gelangt. Die Konstruktion der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzen des horizontalen Teiles der gegebenen Fenster-Verdachung dürfte ohne weiteres ausgeführt werden können; dagegen erfordert die Festlegung der Eigenschatten- und Schlagschatten-Grenzlinien der eigentlichen Verdachung die Annahme von Lichtebenen, deren Anzahl in dem vorliegenden Falle auf zwei beschränkt worden ist, um die Deutlichkeit der Zeichnung nicht zu beeinträchtigen. Man vergleiche hiernach die beiden Lichtebenen I und II in dem in der Fig. 213b dargestellten Grundriss der gegebenen Fenster-Verdachung. Mit Hilfe der Grundriss-Projektion der angenommenen Lichtebenen kann man nunmehr deren Aufriss-Projektion konstruieren, sodass man hiernach in der Lage ist, die vorkommenden Eigen- und Schlagschatten der Verdachung ohne Schwierigkeiten zu bestimmen.

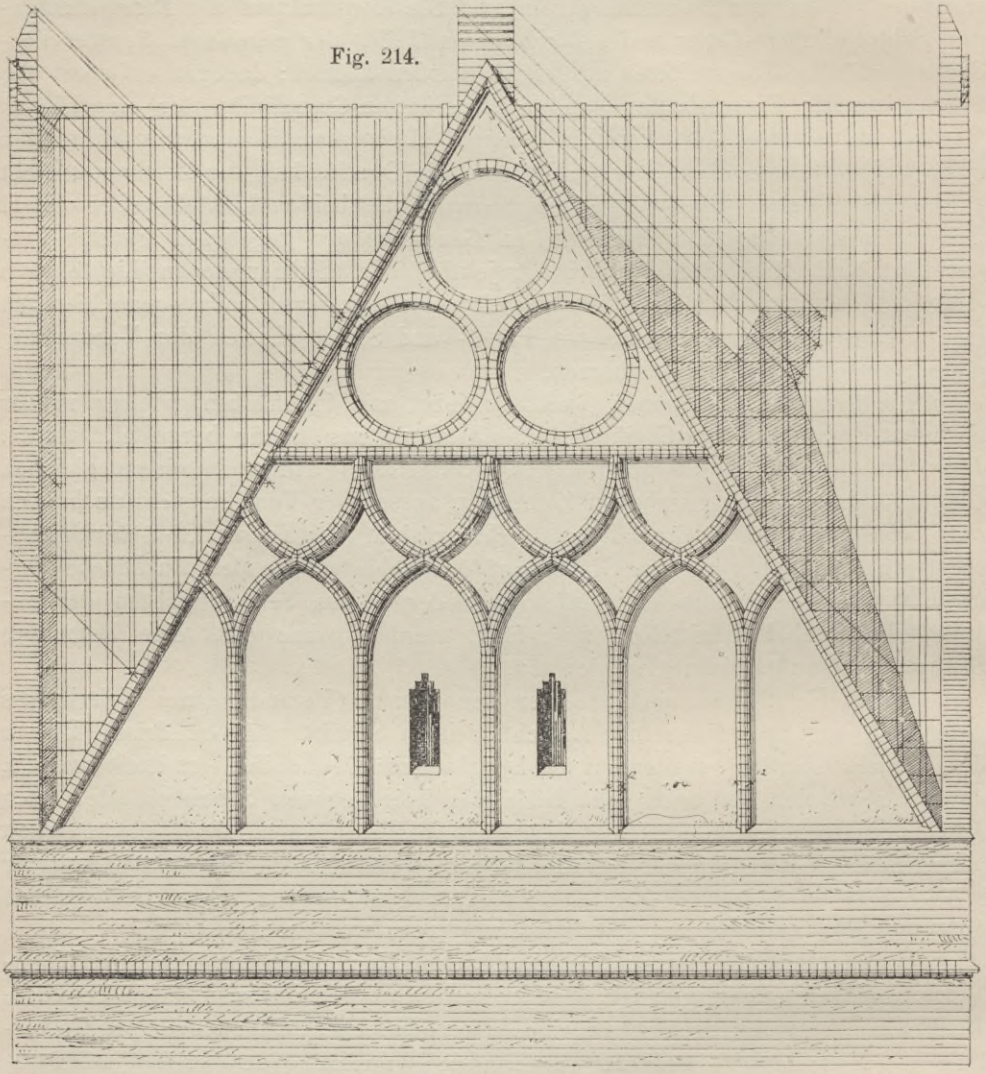
Die Fig. 214 zeigt einen Backsteingiebel mit Putzflächen, wie er in der norddeutschen Backstein-Gotik des 15. Jahrhunderts häufig hergestellt wurde. Jede der vier Seiten des quadratischen Unterbaues endigt in einem gleichen Giebel, sodass in der gegebenen Zeichnung ausser der Vorderansicht auch noch zwei Seitenansichten je eines Giebels sichtbar sind. Die Konstruktion des Schlagschattens, welcher von dem Giebel auf der dahinterliegenden Dachfläche verursacht wird, kann nun mit Hilfe einer der beiden Seitenansichten der anstossenden Giebel unmittelbar ausgeführt werden, ohne dass eine besondere Seitenansicht aufgezeichnet werden muss.

In der Fig. 215 ist ein gedeckter Laubengang (Veranda) eines Wohnhauses dargestellt und zwar in seiner Ansicht, seinem Schnitt und Grundriss. Die in der Ansicht sichtbar werdenden Schlagschattenflächen sollen ermittelt werden, deren Grenzlinien entweder mit Hilfe des beigegebenen Schnittes oder auch durch den Grundriss allein leicht festgelegt werden können. Der Vollständigkeit halber sind die Grenzen der Schattenflächen, welche durch die Brüstungsmauer in der gegebenen Ansichts-Zeichnung verdeckt werden, durch punktierte Linien mit einer Randschraffierung ebenfalls eingetragen worden.

In der Fig. 216a ist ein Teil des Daches über einem freistehenden Wohnhause zur Darstellung gelangt, dessen untere, durch Aufschieblinge gebildete Dachfläche teilweise noch über einen angenommenen Gebäudevorsprung verlängert („geschleppt") gedacht wurde. Die Walmfläche des Daches zeigt als oberen Abschluss eine ebenfalls abgewalmte Dachgaube, über deren Gestalt die Fig. 216b weiteren Aufschluss gibt. Ferner ist in der Vorderansicht noch ein Schornstein dargestellt, dessen genaue Stellung durch die Fig. 216b ebenfalls festgelegt ist. Mit Hilfe der schon erwähnten Fig. 216b kann nun die Konstruktion der Grenzlinien der auftretenden Schlagschatten ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden, auch die Grenze des auf die vordere Seitenfläche des Schornsteines fallenden Schlagschattens. Letzteres kann auf zweierlei Art erfolgen: erstmals dadurch, dass man die Lichtstrahlen, welche durch die auf der hinteren Dachfläche sich ergebenden Kreuzungspunkte a und b der Schlagschattengrenzen

des Schornsteines und der Gratkante der vorderen Dachfläche gehen, gewissermassen rückwärts verfolgt, bis man die entsprechenden Kanten der vorderen Schornsteinfläche trifft. Man erhält dadurch die beiden Punkte c und d, welche nunmehr miteinander verbunden werden. Verfolgt man weiter rückwärts den

Fig. 214.



durch die beiden Punkte a und c bezw. durch b und d gehenden Lichtstrahl, so ermittelt man dadurch auch die Strecke e und f auf der Gratkante, deren Schlagschatten die Linie c d auf der vorderen Schornsteinfläche darstellt. Auf eine zweite Weise kann die Grenze des auf die vordere Schornsteinwand fallenden Schlagschattens bestimmt werden, indem man sich vorstellt, dass die vordere Wandfläche des Schornsteines nach allen Richtungen hin unbegrenzt erweitert sei; sodann nimmt man auf der Gratkante zwei an beliebiger Stelle liegende Punkte an, deren Schlagschatten nunmehr auf der unbegrenzt erweitert gedachten,

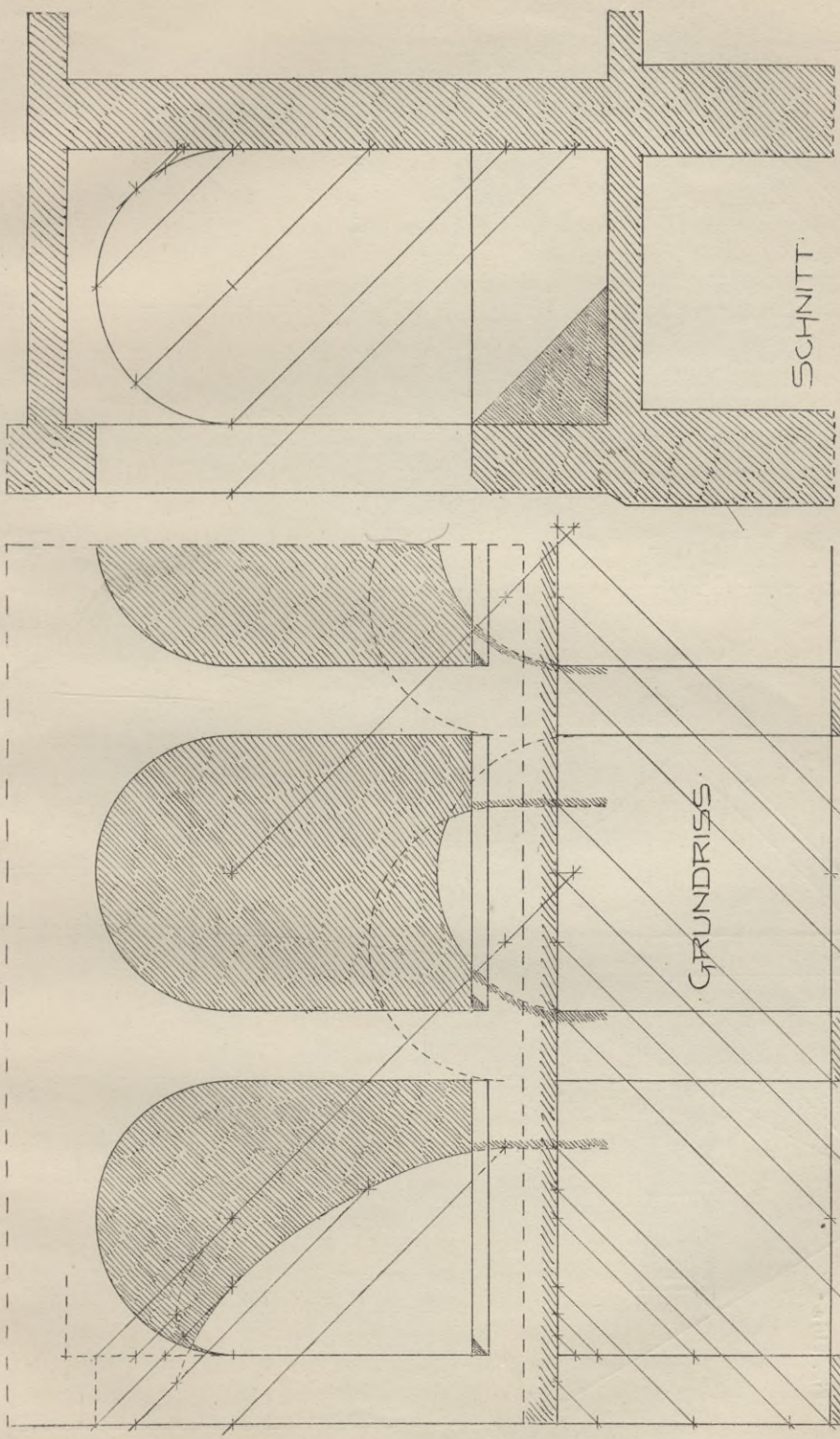


Fig. 215.

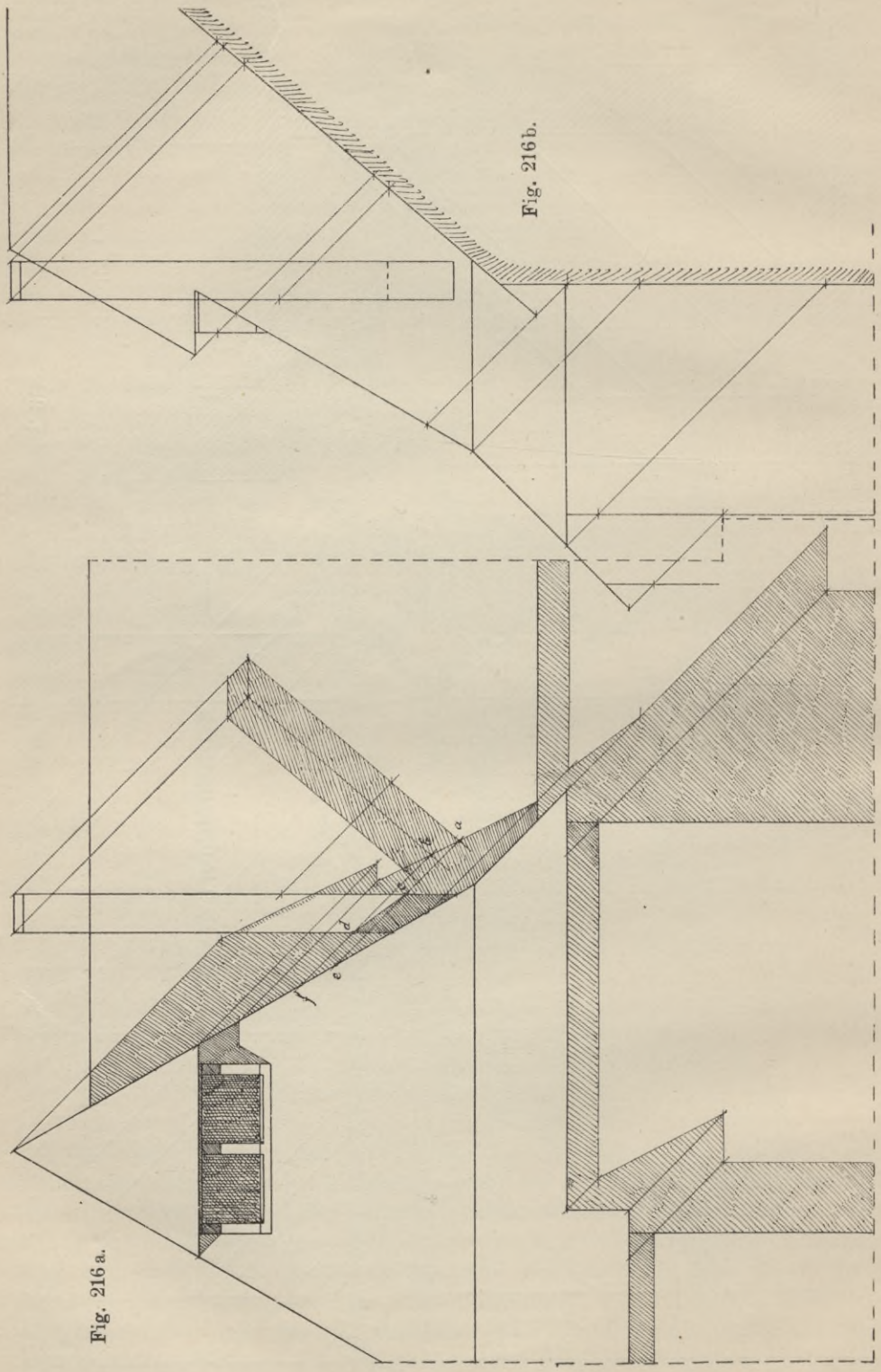


Fig. 216 b.

Fig. 216 a.

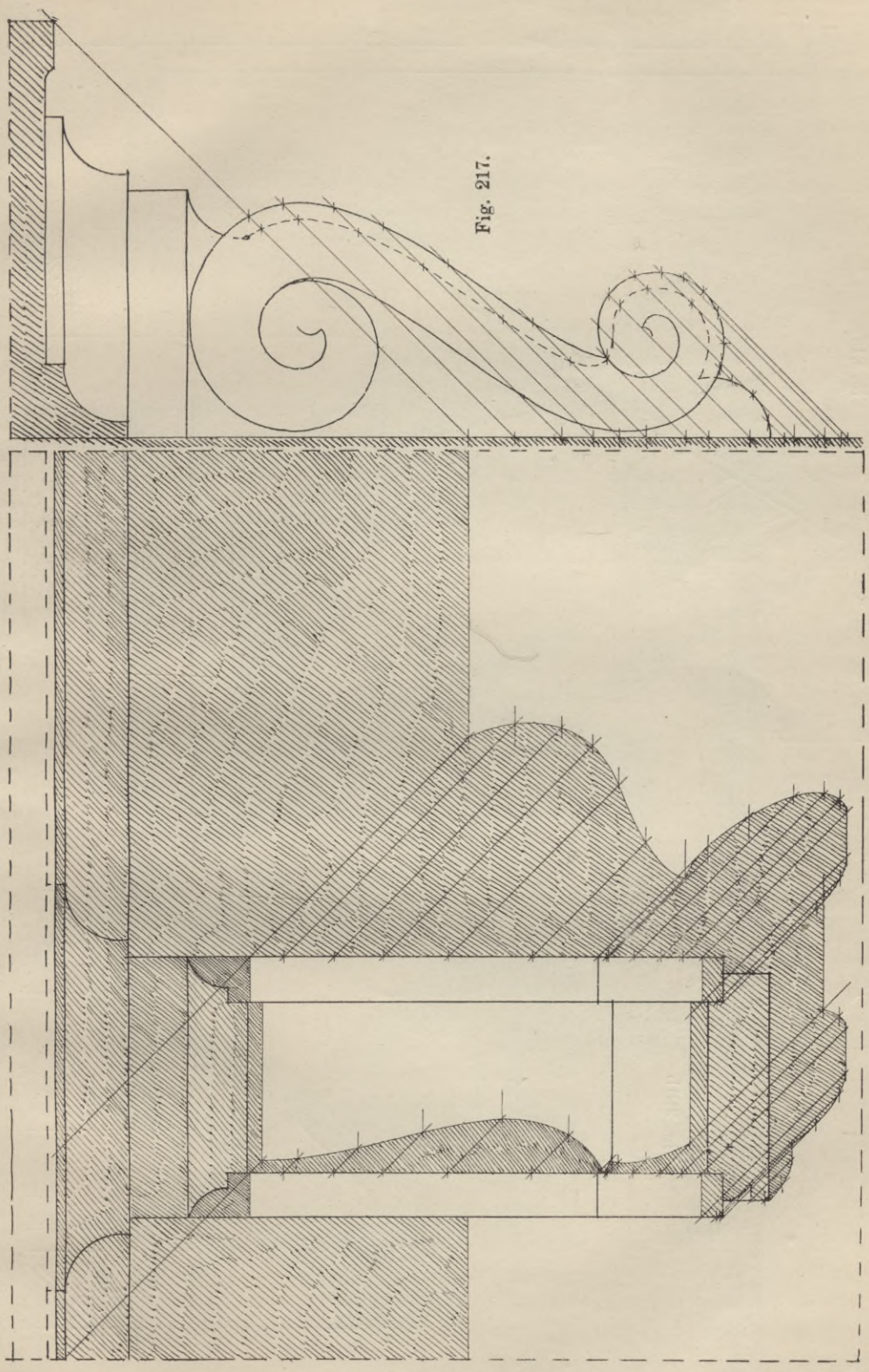


Fig. 217.

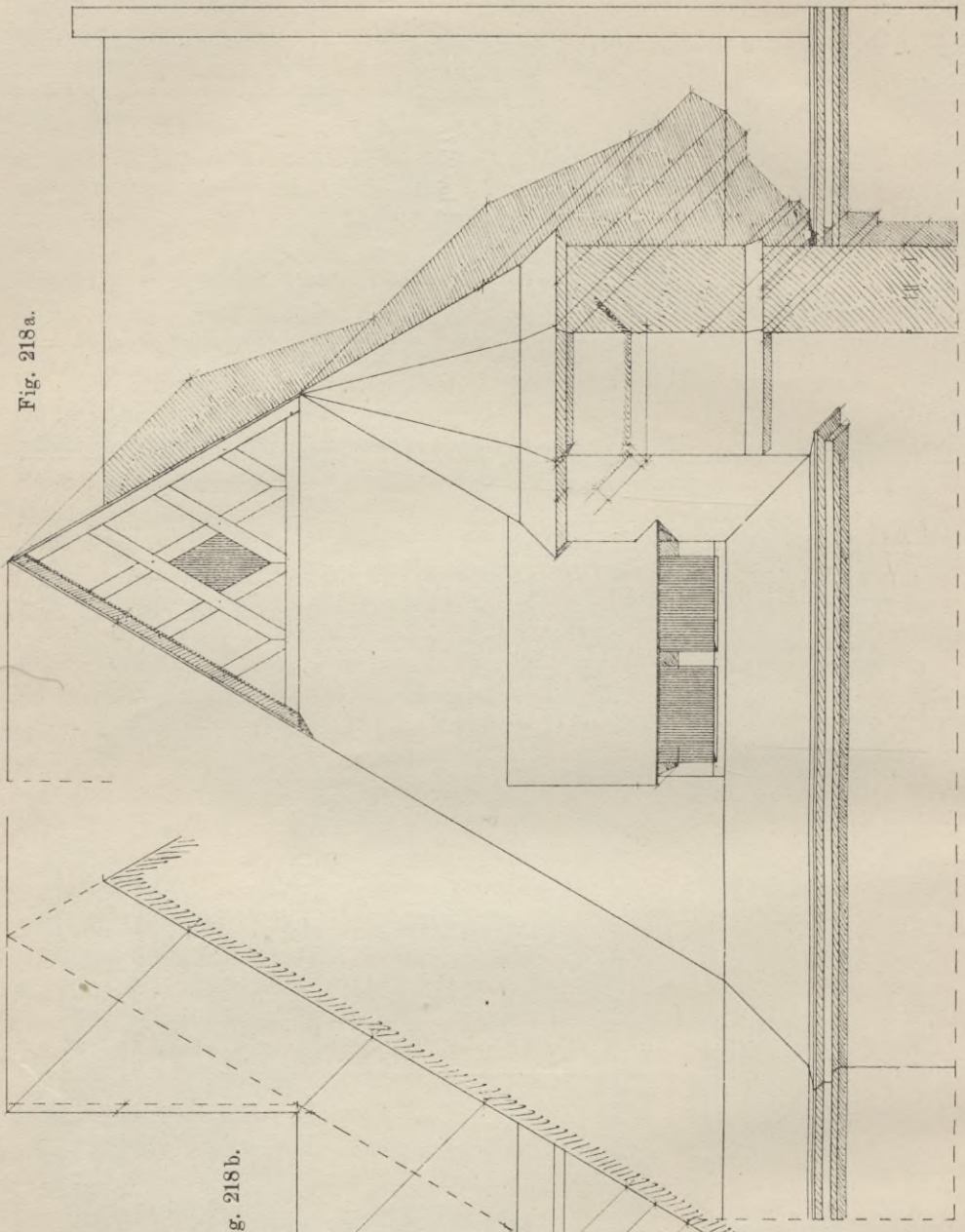


Fig. 218a.

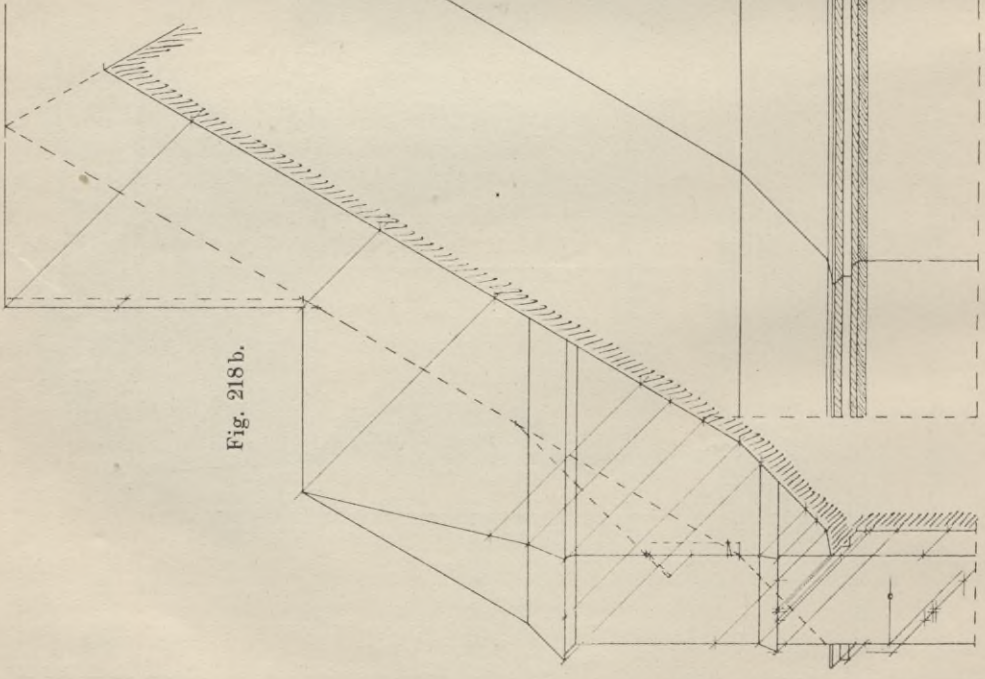


Fig. 218b.

vorderen Schornsteinfläche leicht ermittelt werden können. Die beiden Schlagschattenpunkte sind alsdann miteinander zu verbinden und zwischen den beiden

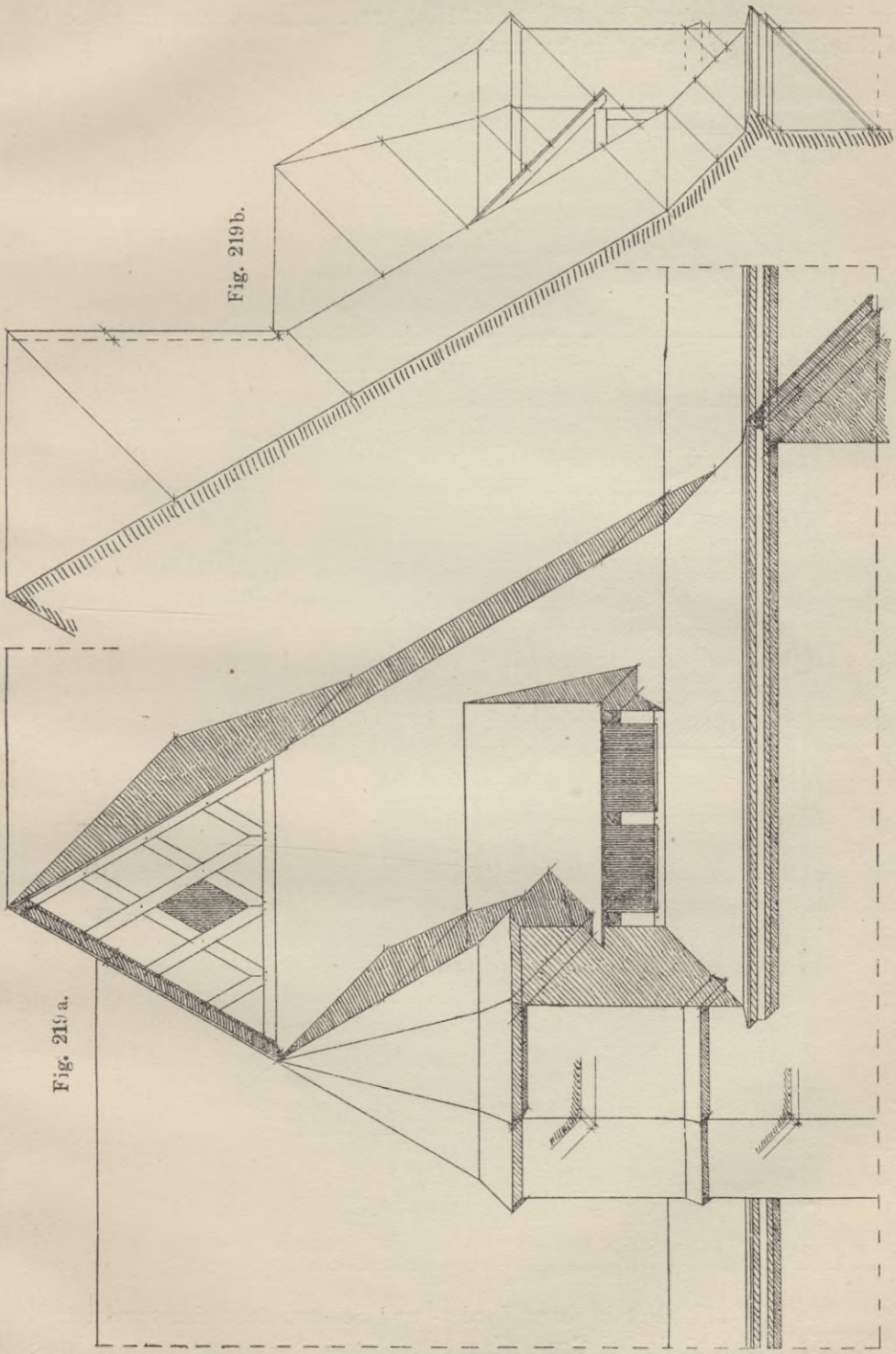


Fig. 219b.

Fig. 219a.

vorderen Kanten des Schornsteines auszuziehen. Dieses zweite Verfahren zur Ermittelung des Schlagschattens auf der vorderen Wandfläche des Schornsteines ist in der Zeichnung (Fig. 216a und 216b) weggelassen worden, um die Deutlichkeit der Skizze nicht zu beeinträchtigen.

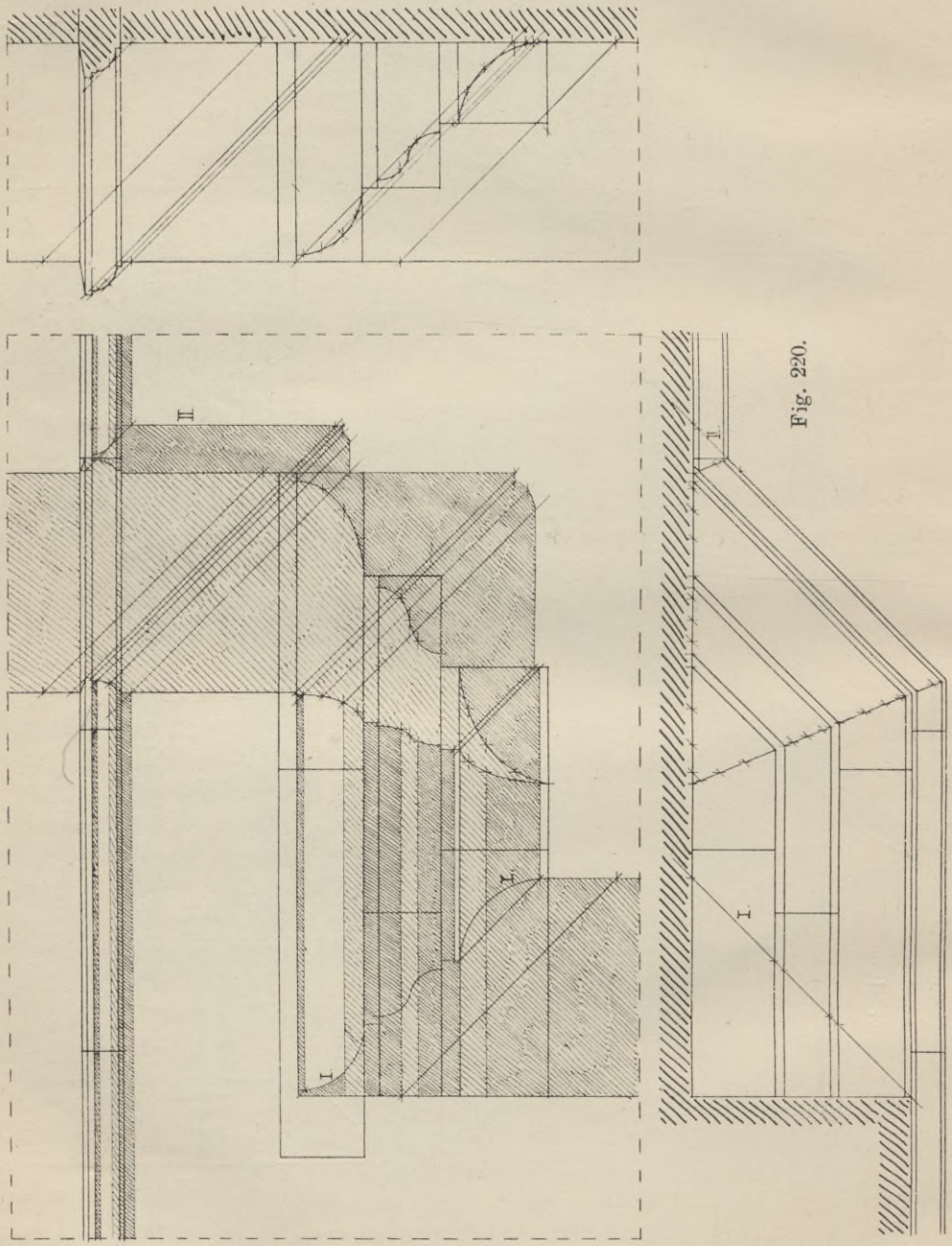


Fig. 220.

Die Fig. 217 zeigt in ihrer Vorder- und Seitenansicht eine Sandstein-Konsole, wie solche häufig bei Gurt-, Haupt- oder auch Sohlbank-Gesimsen im Stile

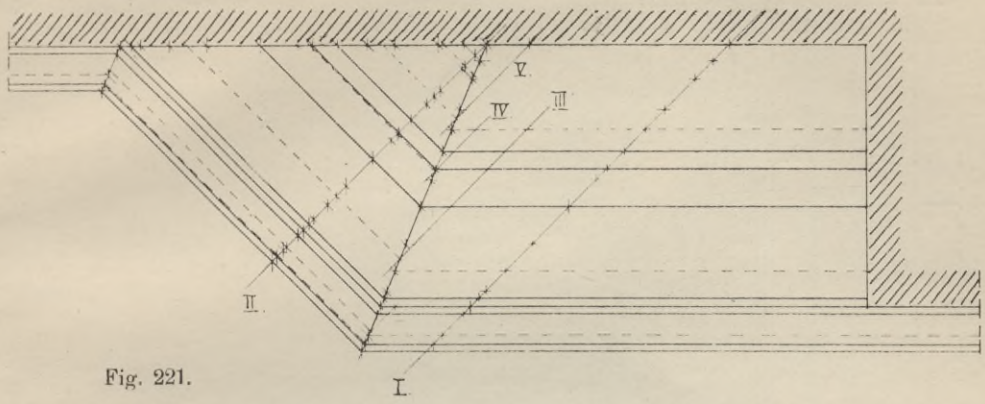
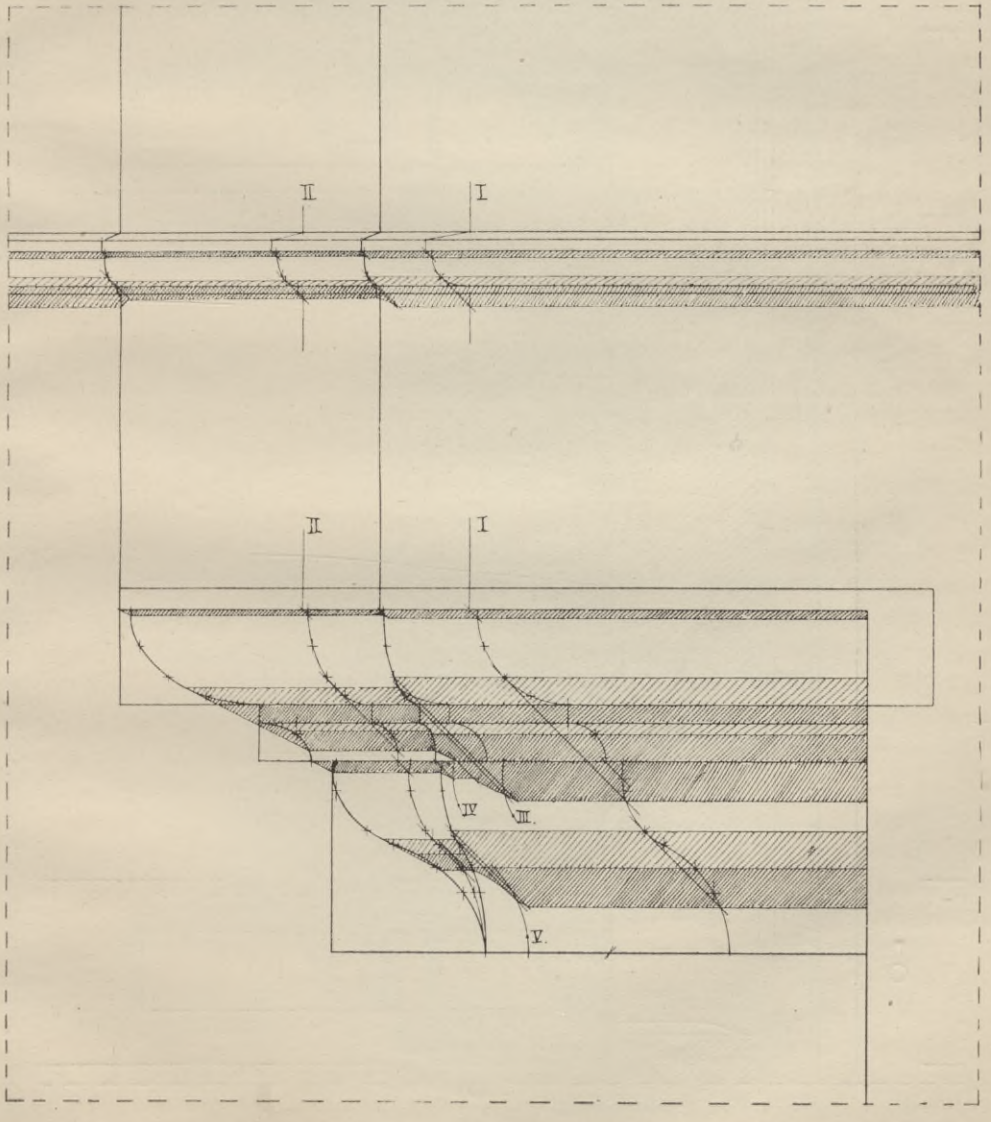


Fig. 221.



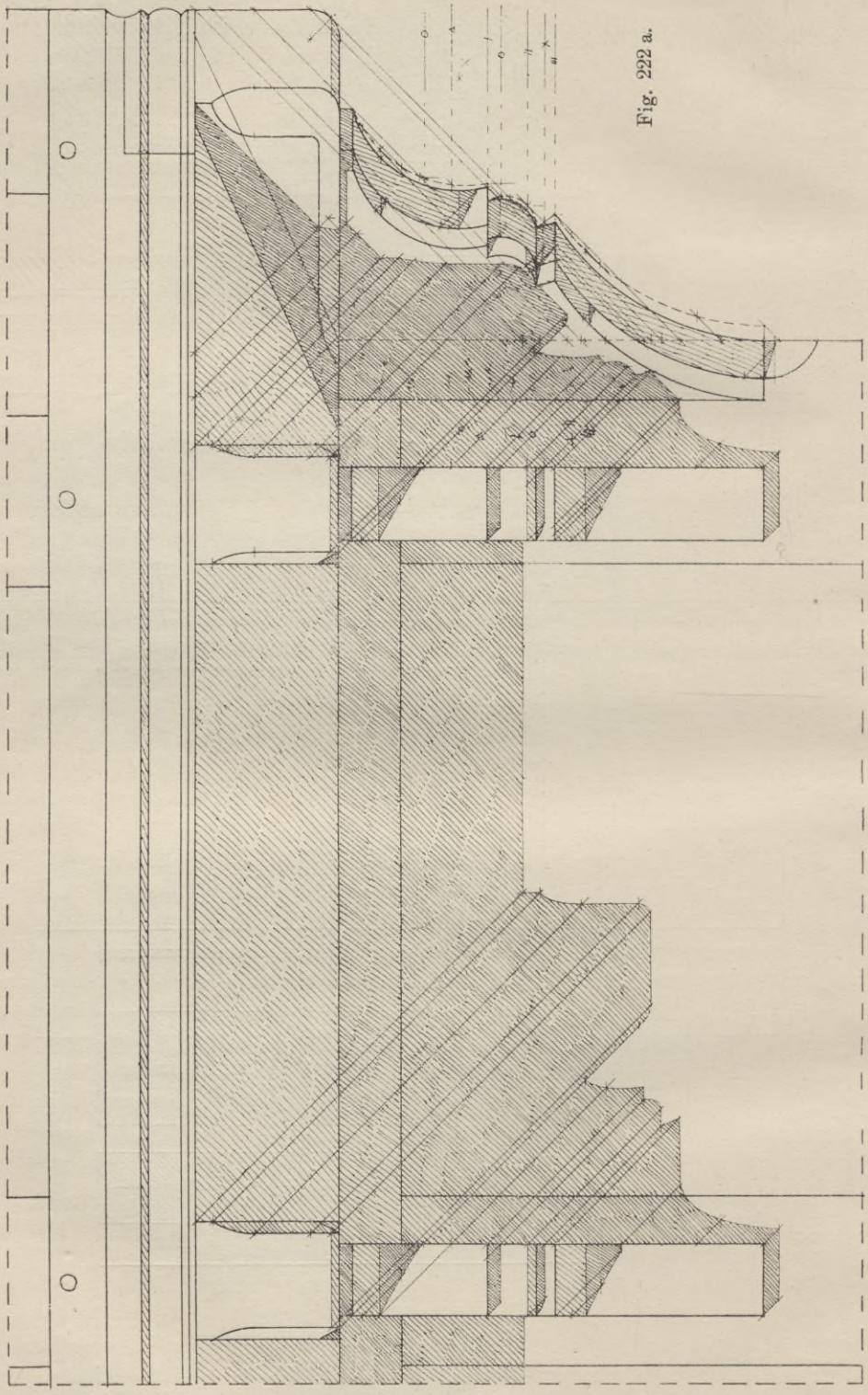


Fig. 222 a.

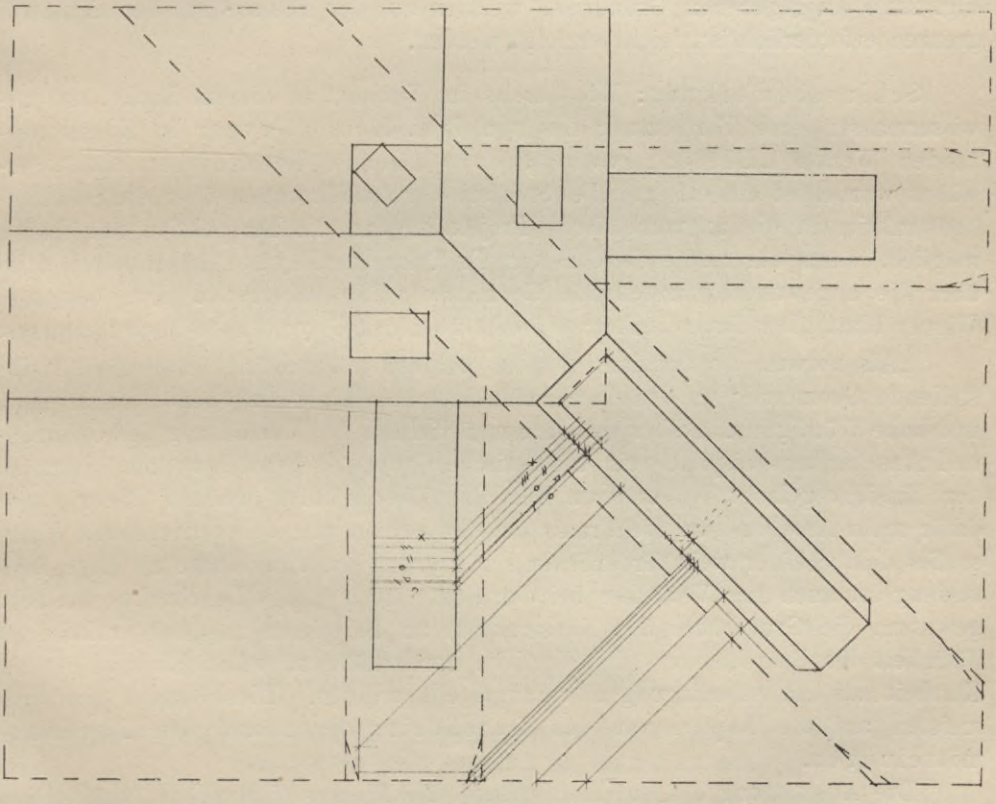
der italienischen Renaissance Verwendung finden. Die Ermittelung der Grenzlinien der vorkommenden Schlagschatten und Eigenschatten dürfte keinerlei Schwierigkeiten bereiten, da das Verfolgen der Konstruktion durch die dargestellten Projektionslinien der Lichtstrahlen sehr erleichtert wird.

Die Fig. 218a stellt einen Teil des Daches eines freistehenden Wohnhauses dar, welcher Ausbauten verschiedener Art aufweist. Durch die in der Fig. 218b beigegebene Seitenansicht ist die Ermittelung der einzelnen Schlagschatten-Grenzen ermöglicht; das Verfolgen der Konstruktion selbst ist auch hierbei durch die in die Zeichnung eingetragenen Projektionen der Lichtstrahlen erleichtert worden.

Für die beiden Figuren 219a und 219b gilt das gleiche, was bei der vorhergehenden Figur ausgeführt wurde, sodass auch hierbei keinerlei Schwierigkeiten entstehen dürften.

In der Fig. 220 ist der untere Teil eines auskragenden Erkers dargestellt worden und zwar in seiner Vorder- und Seitenansicht sowie in seinem Grundriss. Das Aufsuchen der verschiedenen Grenzlinien der Eigen- und Schlagschatten kann

Fig. 222b.



entweder mit Hilfe des beigegebenen Schnittes oder auch mittels des Grundrisses geschehen, wobei man sich in den weitaus meisten Fällen ähnlicher Art der sogenannten Lichtebenen (man vergleiche hierzu die Fig. 76 nebst dem zugehörigen Texte auf der Seite 50 und 51) bedienen muss; in dem vorliegenden

Falle sind die benötigten zwei Lichtebenen mit I und II bezeichnet worden. Ein näheres Eingehen auf den Gang der Konstruktion dürfte auch hierbei überflüssig erscheinen, da das Verfolgen der Konstruktion selbst durch die in den gegebenen Zeichnungen eingetragenen Projektionslinien der Lichtstrahlen ebenfalls sehr erleichtert worden ist.

Auch für die folgende Figur 221, welche ein gleiches darstellt, gelten die zu der Fig. 220 gegebenen Erläuterungen. In diesem Falle sind fünf Lichtebenen = I, II, III, IV und V zu Hilfe gezogen worden. Die engere und weitere Schraffierung soll hierbei den Unterschied der einzelnen Schlagschatten- und Eigenschatten-Flächen angeben. Auch gibt die Lichtebene I gleichzeitig Aufschluss über das Profil der auskragenden Steine.

In der Figur 222a ist die Ansicht einer Einzelheit eines gotischen Fachwerkshauses in Hildesheim (etwa aus dem Jahre 1460) zur Darstellung gelangt. Die unter dem Winkel von 45° gestellte Holzkonsole nebst dem darüberliegenden Balkenkopfe (dem sogen. Gratstiche) liegt an der Ecke des erwähnten Gebäudes. Die Ausführung der mehr umfangreich als kompliziert erscheinenden Konstruktion der vorkommenden Eigen- und Schlagschatten kann durch die in der Zeichnung eingetragenen Projektionslinien der Lichtstrahlen, sowie durch den in der Fig. 222b beigegebenen Grundriss, welcher zu der Festlegung der Schattengrenzen erforderlich ist, leicht verfolgt werden.

Schlussbemerkung: Wie bereits im Vorwort zu diesem Buche, das gewissermassen eine Fortsetzung des von Prof. Erich Geyger in Kassel verfassten Werkes „Die angewandte darstellende Geometrie“ bildet, erwähnt wurde, ist ein erfolgreiches Studium der Ausführungen über die Schattenkonstruktionen, die axonometrische Projektion und die Perspektive nur dann möglich, wenn der Lernende den von Prof. Erich Geyger behandelten Stoff über die angewandte darstellende Geometrie völlig beherrscht. Das bekannte Wiener Blatt „Der Bautechniker“ schreibt über das Geygersche Buch folgendes:

„Als notwendiges Fundament alles technischen Zeichnens erfährt die „Darstellende Geometrie“ an den Bauschulen in erster Linie eingehende Behandlung und hohe Würdigung. Bisher verfolgte man vielfach bei Vorführung der Uebungs- und Anschauungsbeispiele rein theoretische Grundsätze, während man jetzt zu der Einsicht gelangt ist, dass an den Baugewerkschulen weniger Theorie und dafür mehr Anschluss an die Praxis bei der Behandlung des vorliegenden Lehrstoffes dem Schüler weit förderlicher sein dürfte. Im Anschlusse an diese Auffassung ist auch der Verfasser bei der Bearbeitung dieses Lehrbuches bestrebt gewesen, die Grundsätze der Konstruktion an Beispielen aus der praktischen Tätigkeit des Bautechnikers mit Vorliebe durchzuführen, wobei Einfachheit und Klarheit als Hauptbedingungen vorangestellt wurden. Dies bezieht sich am meisten auf die Kapitel von den Durchdringungen und den Dachausmittelungen.

Die Ausstattung des durchaus preiswerten Werkes (5 Mark) ist vortrefflich und die Abbildungen sind sehr deutlich in grösserem Mafsstabe vorgeführt. Das Werk wird daher für den Unterricht an Baugewerk- und Staatsgewerbeschulen, sowie für den in der Praxis stehenden Bautechniker sehr gute Dienste leisten; wir können dasselbe bestens empfehlen“.

Ankündigung

DAS HANDBUCH
DES
BAUTECHNIKERS

EINE ÜBERSICHTLICHE ZUSAMMENFASSUNG DER AN BAUGEWERKSCHULEN GEPFLEGTEN TECHNISCHEN LEHRFÄCHER

UNTER MITWIRKUNG
VON
ERFAHRENEN BAUGEWERKSCHULLEHRERN

HERAUSGEGEBEN
VON
HANS ISSEL
ARCHITEKT UND KGL. BAUGEWERKSCHULLEHRER

ACHTZEHN BÄNDE, LEX.-8°, MIT ETWA 10000 TEXTABBILDUNGEN UND 300 TAFELN
PREIS EINES JEDEN BANDES 5 Mk. GEH.; 6 MK. GEB.

LEIPZIG 1907
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT

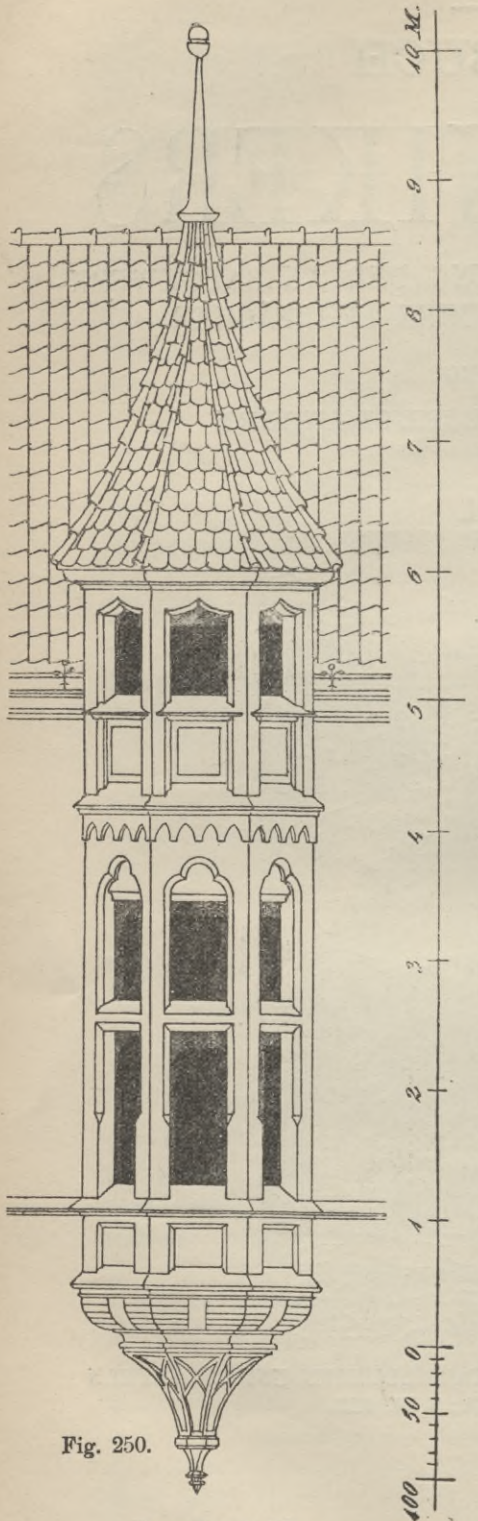


Fig. 250.

Aus Band III:
Die Bauformenlehre
zweite Auflage

Einführung

In unserer reichhaltigen technischen Literatur vermissten wir noch immer ein umfassendes und dabei brauchbares und billiges Handbuch, das dem Bautechniker bei seinen Studien auf der Schule und zugleich bei seinem Wirken in der Praxis förderlich zur Seite stehen konnte. Ein solches Handbuch muss drei Haupt-Anforderungen erfüllen: Es muss kurz, klar und sachlich geschrieben sein; es muss durch eine möglichst grosse Zahl guter Illustrationen erläutert werden und endlich, es muss handlich im Gebrauche sein.

Diesen Bedingungen suchte die unterzeichnete Verlagshandlung bei der Herausgabe des vorliegenden „Handbuches des Bautechnikers“ in erster Linie gerecht zu werden, indem sie mit einer Anzahl von bewährten Baugewerkschulmännern in Verbindung trat, die für die Bearbeitung der einzelnen technischen Lehrfächer gewonnen wurden. Die **ungemeine Billigkeit** und **grosse Reichhaltigkeit** der Einzelbände konnte aber nur dadurch erreicht werden, dass sich die Autoren sowohl als der Verleger in opferwilliger Weise dem Gesamtinteresse unterordneten. Nur so war es möglich, ein Handbuch zu schaffen, das der gestellten Grundbedingung **„billig und gut“** zu entsprechen vermochte.

Die einzelnen Bände lehnen sich in der Vorführung des Lehrstoffes zunächst an die Anforderungen der Baugewerkschule an; sie sind aber zugleich derart erweitert worden, dass sie auch dem aus der Schule in die Praxis hinaustretenden Bautechniker von wirklichem Nutzen sein können. Die einzelnen Titel derselben sind auf der folgenden Seite in eingehender Weise wiedergegeben.

Schon jetzt beweist die günstige Aufnahme, die unser Unternehmen in den betreffenden Kreisen gefunden hat, dass wir hier ein Lehr- und Hilfsbuch bieten, das seinen Namen mit Recht verdient. Nicht minder ist aus den zahlreichen anerkennenden Aeusserungen der Fachpresse über die bisher erschienenen Bände zu ersehen, dass wir im „Handbuch des Bautechnikers“ tatsächlich ein Werk veröffentlichen, das den Bedürfnissen der Schule und den Anforderungen der Praxis in gleicher Weise entspricht.

Leipzig, 1907

Die Verlagsbuchhandlung
Bernh. Friedr. Voigt

Das Handbuch des Bautechnikers

Seite

Band I. **Der Zimmermann,** umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen, Dächer einschliesslich der Schiftungen und die Baugerüste, bearbeitet von Direktor Prof. A. Opderbecke. Dritte vermehrte Auflage. Mit 811 Textabbildungen und 27 Tafeln . . . . . 4—5

Band II. **Der Maurer,** umfassend die Gebäudemauern, den Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit, die Decken, die Konstruktion und das Verankern der Gesimse, die Fussböden, die Putz- und Fugearbeiten, bearbeitet von Direktor Prof. A. Opderbecke. Dritte vermehrte Auflage. Mit 743 Textabbildungen und 23 Tafeln 6—7

Band III. **Die Bauformenlehre,** umfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen, bearbeitet von Direktor Prof. A. Opderbecke. Zweite vervollständigte und berichtigte Auflage. Mit 537 Textabbildungen und 18 Tafeln 8—9

Band IV. **Der innere Ausbau,** umfassend Türen und Tore, Fenster und Fensterverschlüsse, Wand- und Deckenvertäfelungen, Treppen in Holz, Stein und Eisen, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke. Zweite verm. Auflage. Mit 600 Textabbildungen und 7 Tafeln 10—11

Band V. **Die Wohnungsbaukunde** (Bürgerliche Baukunde), umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung, bearbeitet von Architekt Hans Issel. Zweite verbesserte Auflage. Mit 583 Textabbildungen und 23 Tafeln . 12—13

Band VI. **Die allgemeine Baukunde,** umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen, bearbeitet von Professor A. Opderbecke. Zweite Auflage. Mit 694 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln . . . . . 14—15

Band VII. **Die landwirtschaftliche Baukunde,** umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Gross- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe, bearbeitet von Hans Issel. Zweite Auflage. Mit 684 Textabbildgn. u. 24 Taf. 16—17

Band VIII. **Der Holzbau,** umfassend den Fachwerk-, Bohlen-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung, bearbeitet von Architekt Hans Issel. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 500 Textabbildungen und 15 Tafeln . . . . 18—19

Band IX. **Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues,** umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stösse der Walzeisen, der Träger und deren Lager, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter, bearbeitet von Oberlehrer Ingenieur R. Schöler in Barmen-Elberfeld. Zweite verbesserte Auflage. Mit 833 Textabbildungen und 18 Tabellen . 20—21

Band X. **Der Dachdecker und Bauklempner,** umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen mit feuersicheren Stoffen und die Konstruktion und Anordnung der Dachrinnen und Abfallrohre, bearbeitet von Direktor Prof. A. Opderbecke. Mit 700 Textabbildungen und 16 Tafeln . . . . . 22—23

Band XI. **Die angewandte darstellende Geometrie,** umfassend die Grundbegriffe der Geometrie, das geometrische Zeichnen, die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen, die Dachausmittelungen, Schraubenlinien, Schraubenflächen und Krümmlinge sowie die Schiftungen, bearbeitet von Erich Geyger. Zweite Auflage. Mit 570 Textabbildungen. . 24—25

Band XII. **Die Baustillehre,** umfassend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Monumental-Baukunst in den verschiedenen Stilarten, mit besonderer Berücksichtigung der massgebenden Einzel-Bauformen, bearbeitet von Hans Issel. Mit 454 Textabbildungen und 17 Tafeln . . . . . 26—27

Band XIII. **Die Baustofflehre,** umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer und Mörtelarten, sowie die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe, bearbeitet von Prof. Ernst Nöthling in Hildesheim. Mit 30 Doppeltafeln 28

Band XIV. **Das Veranschlagen im Hochbau,** umfassend die Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge, die Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe, die Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten und einen Bauentwurf mit Erläuterungsbericht und Kostenanschlag, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke. Mit 20 Textabbildgn. u. 22 Doppeltaf. 29

Band XV. **Der Steinmetz,** umfassend die Gewinnung und Bearbeitung natürlicher Bausteine, das Versetzen der Werksteine, die Mauern aus Bruch-, Feld- und bearbeiteten Werksteinen, die Gesimse, Maueröffnungen, Hausgiebel, Erker und Balkone, Treppen und Gewölbe mit Werksteinrippen, bearbeitet von Direktor Prof. A. Opderbecke und Architekt H. Wittenbecher in Zerbst. Mit 609 Textabbildungen und 7 Doppeltafeln 30—31

Band XVI. **Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues** einschliesslich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen, bearbeitet von Ingenieur R. Schöler. Mit 570 Textabbildungen, 13 zum Teil farbigen Tafeln und 15 Querschnittstabellen . . 32—33

Band XVII. **Das Entwerfen der Fassaden,** entwickelt aus der zweckmässigen Gestaltung der Einzelformen und deren Anwendung auf neuzeitliche bürgerliche Bauten in Bruchstein-, Werkstein-, Putz- und Holzarchitektur, bearbeitet von Hans Issel, Architekt in Hildesheim. Mit etwa 400 Textabbildungen und 20 Tafeln 34

Band XVIII. **Die Schattenkonstruktionen, die axonometrische Projektion und die Perspektive,** bearbeitet von L. Haass, Architekt. Mit 236 Textabbildungen und 16 Tafeln 34

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Preis eines jeden Bandes 5 Mk. geheftet, 6 Mk. gebunden.

Fig. 139.

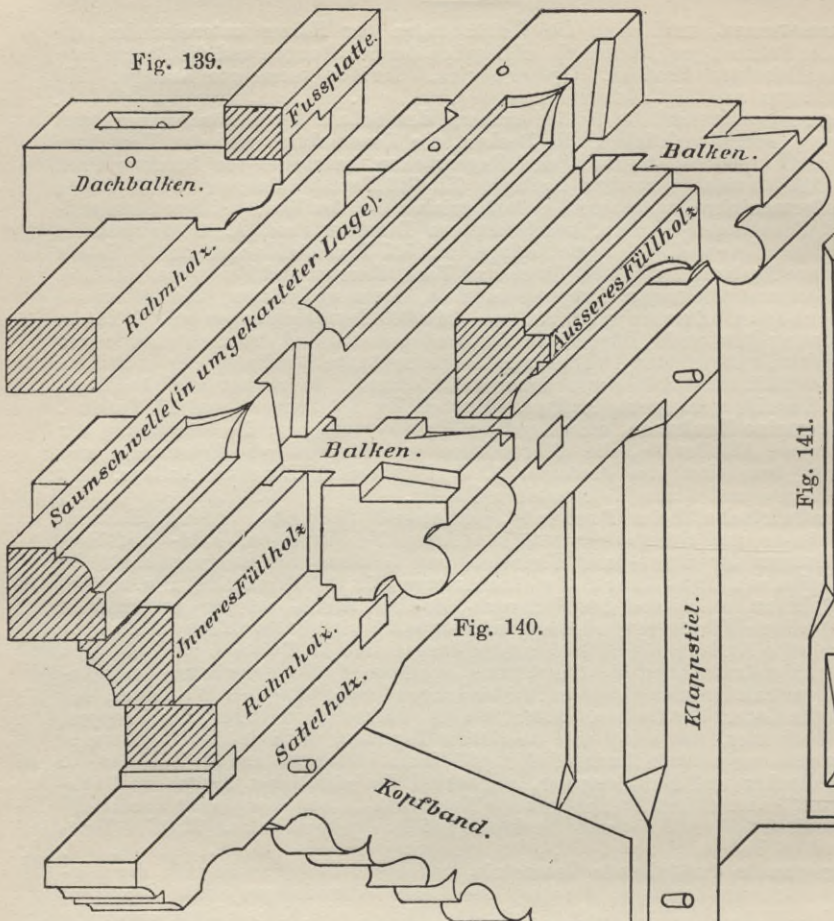


Fig. 140.

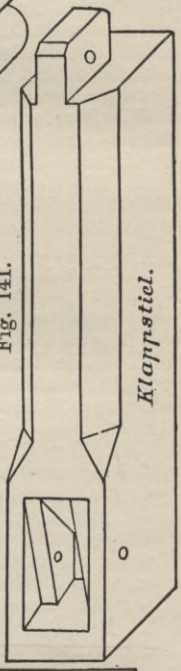


Fig. 141.

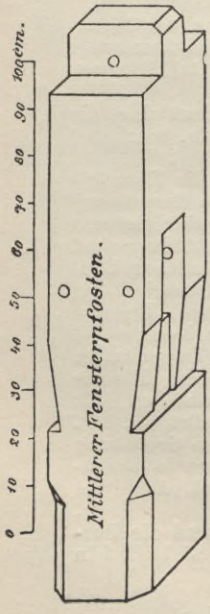
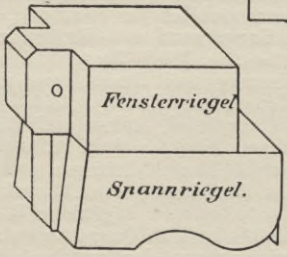
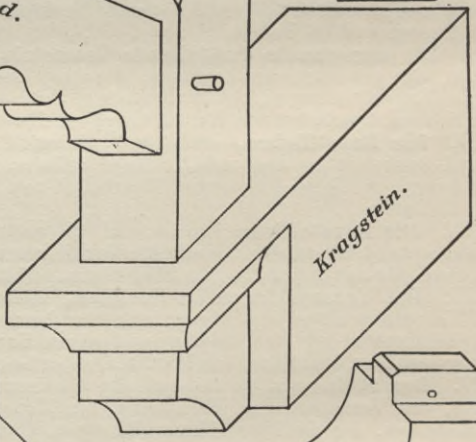


Fig. 142.





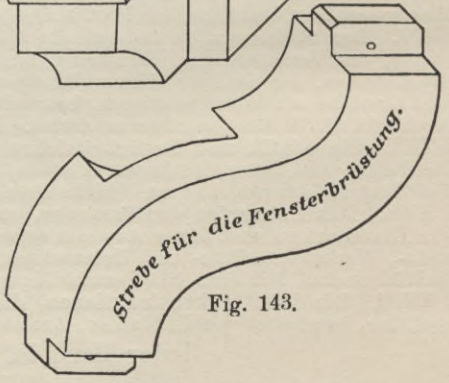


Fig. 143.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band I:

Direktor A. Opderbecke, Der Zimmermann,

umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen, Dächer einschliesslich der Schiftungen und die Baugerüste.

Dritte vermehrte Auflage. Mit 811 Textabbildungen und 27 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Seite

Vorwort . . . . . V—VI

A. Allgemeines . . . . . 1—8

Zimmerplatz, Werkstätte, Schnürboden. — Werkzeuge, Maschinen, Rüstzeug. — Die vom Zimmermann benutzten Hölzer. — Schwere des Holzes. — Schwinden des Holzes. — Festigkeit, Tragfähigkeit, Härte, Fällen, Fehler und Krankheiten des Holzes. — Vorsichtsmassregeln gegen die Entstehung des Hausschwammes. — Vertilgung des Hausschwammes. — Vorbeugungsmittel gegen das Faulen des Holzes. — Zurichtung des Bauholzes.

B. Die Verbindung der Hölzer untereinander . . . . . 9—23

Die Verlängerung der Hölzer. — Die Verknüpfungen der Hölzer. — Die Verstärkung der Hölzer.

C. Fachwerkwände . . . . . 23—41

Die Hölzer des Wandgerüstes. — Vortretende Balkenköpfe. — Ausmauerung der Wandfache. — Fachwände für stark belastete Gebäude. — Hängewände. — Die Verbindungen der Hängewerkshölzer. — Sprengwerke.

D. Balkenlagen . . . . . 41—75

Benennung der Gebälke. — Benennung der Hölzer einer Balkenlage. — Mauerlatten. — Schutz der Balkenköpfe gegen Faulen. — Das Zeichnen der Balkenlagen. — Befestigung der Holzbalken zwischen Eisenträgern. — Balkenlagen in Speichern. — Verankerungen. — Zwischendecken. — Verkleidung der Deckenunterfläche. — Holzfussböden.

E. Dächer einschliesslich Schiften . . . . . 75—260

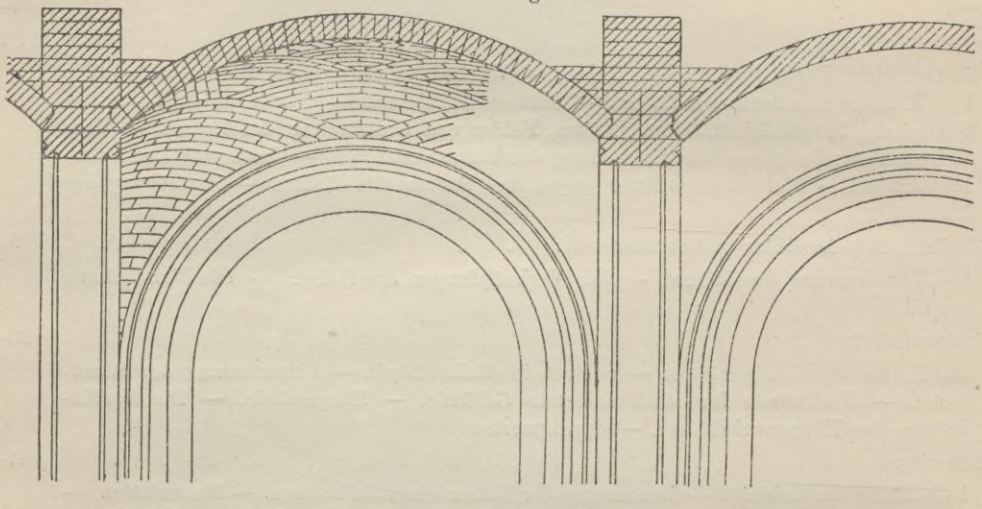
Allgemeines, Dachformen. — Satteldäche ohne Kniestock. — Dächer ohne Dachstuhl. — Dächer mit Dachstuhl. — Dächer mit Kehlbalkenlage. — Dächer ohne Kehlbalkenlage. — Satteldächer mit Kniestock. — Satteldächer ohne Balkenlage. — Dächer mit Stützen zwischen den Aussenwänden. — Dächer ohne Stützen zwischen den Aussenwänden. — Bohlendächer. — Parallel-, Säge- oder Sheddächer. — Mansardendächer. — Pultdächer. — Walmdächer. — Schiften. — Das Schiften auf dem Lehrgespärre. — Wahre Länge der Gratsparren. — Abgratung der Gratsparren. — Einzapfen der Gratsparren in die Gratstichbalken. — Wahre Länge der Schiftsparren. — Lot- und Backenschmiegen. — Wahre Länge der Kehlsparren. — Aufklauung der Gratsparren. — Austragung der Reitersparren. — Bohlenschiftung. — Das Schiften auf dem Werksatze. — Das Schiften auf dem Gratsparren. — Das Schiften bei Walmdächern mit ungleicher Steigung. — Regeln für das Zeichnen der Walmdächer. — Binderstellung bei Walmdächern mit Kniestock. — Zelt- und Turmdächer. — Zeltdach über einem Treppenhause. — Zeltdach über einem Zirkus. — Zeltdach über regelmässigem Achteck. — Zeltdach über halbem Achteck. — Mollersche Regeln für Turmkonstruktionen. — Mollerscher Turmhelm. — Rhombenhaubendach. — Turm der Kirche zu Geithe. — Achtseitiger Turmhelm über einem Treppenhause. — Kuppeldächer. — Geschweifte Dächer. Stehende Dachfenster.

F. Baugerüste . . . . . 260—280

Stangengerüste. — Rüst- oder Spiessbäume. — Streichstangen. — Gerüstbinder. — Netzriegel. — Rüstbretter. — Bauzäune. — Abgebundene Gerüste. — Schiebebühnen. — Leitergerüste. Bau von Pfeilern für Wege- und Eisenbahnbrücken.

Fig. 436.

Fig. 584.



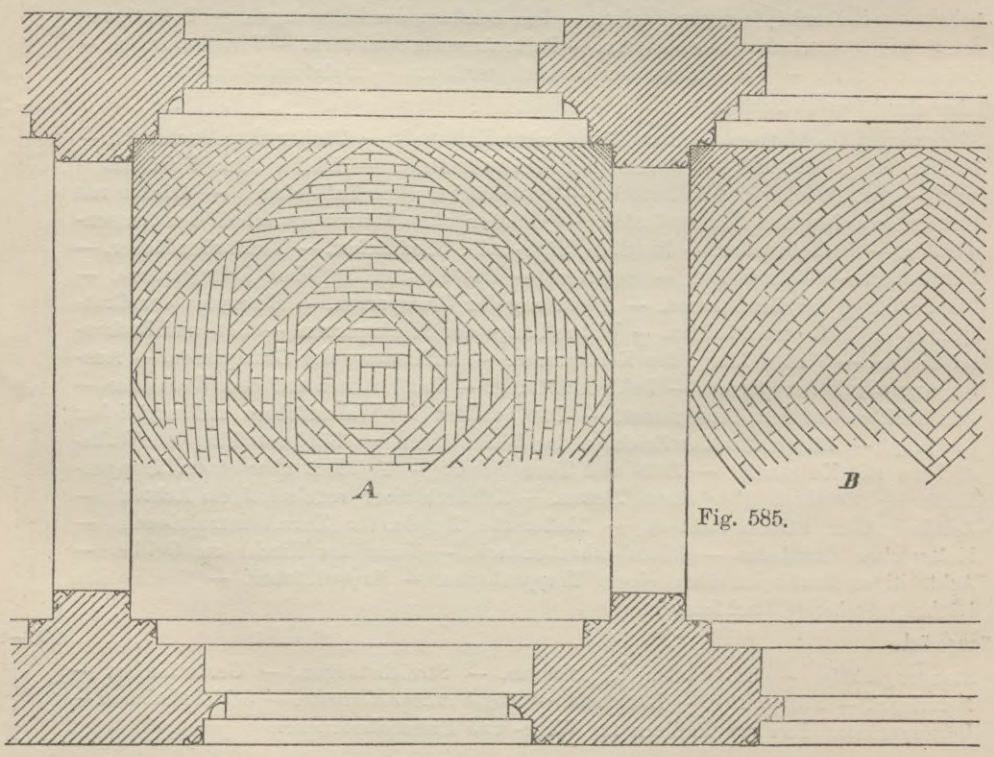


Fig. 585.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band II:

Direktor A. Opderbecke, Der Maurer,

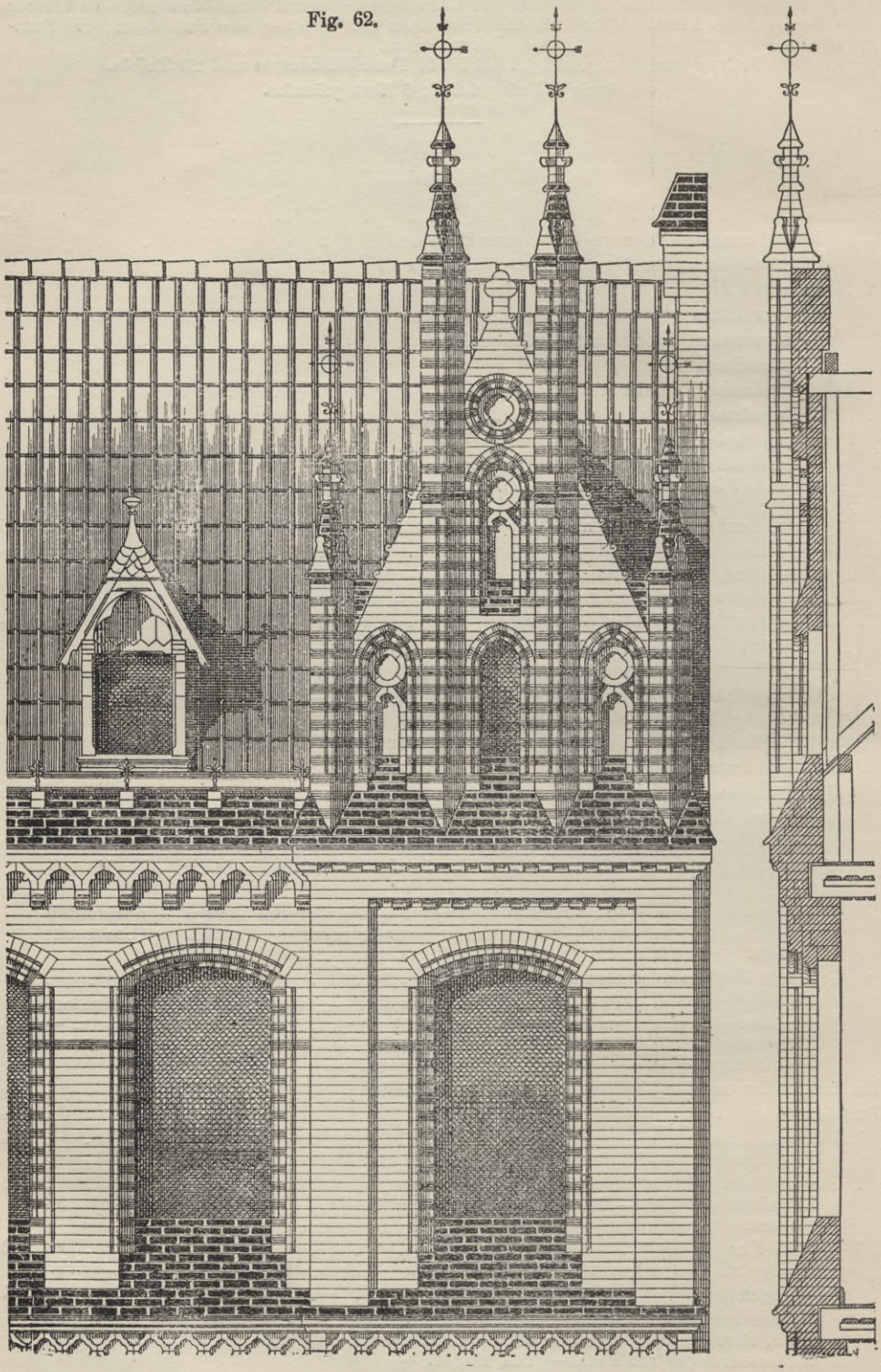
umfassend die Gebäudemauern, den Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit, die Decken, die Konstruktion und das Verankern der Gesimse, die Fussböden, die Putz- und Fugearbeiten.

Dritte vermehrte Auflage. Mit 743 Textabbildungen und 23 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V—VI
Allgemeines	1—4
A. Gebäudemauern	4—131
Bezeichnung der Mauern nach ihrer Lage	4
Unterscheidung der Mauern nach Baustoffen	4
1. Mauern aus Ziegelsteinen	5—71
Läuferverband	7
Binderverband, Blockverband, Endverband	7
Kreuzverband	11
Holländischer, polnischer, Stromverband	12
Verblendmauerwerk	13
Eckverbände	16
Einbindende Mauern. — Sich kreuzende Mauern. — Pfeilervorlagen. — Freistehende Pfeiler. — Schornsteinverbände. — Luft- oder Isolierschichten. — Maueröffnungen. — Mauerbögen. — Bogen- und Widerlagerstärke. — Ueberdeckung der Oeffnungen mit Eisenbalken. — Untere Begrenzung der Maueröffnungen	16—71
2. Mauern aus natürlichen Steinen	71—110
Mauern aus unbearbeiteten Bruchsteinen. — Mauern aus bearbeiteten Steinen. — Ueberdeckung der Oeffnungen. — Fenstersohlbänke.	
3. Mauern aus Stampf- oder Gussmassen	110—123
Erdstampfbau. — Kalksand-Stampfbau. — Betonbau.	
4. Leichte Mauern aus verschiedenen Baustoffen	123—134
Rabitzwände. — Brucknersche Gipsplattenwände. — Stoltes Stegzementdielenwände. — Monierwände. — Magnesitwände.	
B. Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit	132—145
a) Der Grundwasserspiegel bleibt dauernd unter der Sohle der Fundamentmauern	132
b) Der Grundwasserspiegel befindet sich über der Kellersohle	140
c) Schutz der Holzfussböden in Kellerräumen gegen Bodenfeuchtigkeit	142
C. Decken	146—264
1. Eiserne Balkendecken mit Ausfüllung der Deckenfelder durch Steine oder Mörtelkörper	146—165
Kleinesche Decke. — Schürmannsche Decke. — Förstersche Decke. — Horizontaldecke. — Betondecken. — Koenensche Voutendecke. — Terrast. — Stoltesche Decken.	
2. Gewölbte Decken oder Gewölbe	165—264
Tonnengewölbe. — Preussische Kappengewölbe. — Klostergewölbe. — Muldengewölbe. — Spiegelgewölbe. — Kuppelgewölbe. — Hänge- oder Stutzkuppeln. — Elliptische Gewölbe. — Böhmische Kappengewölbe. — Kreuzgewölbe. — Stern- oder Netzgewölbe. — Fächer- oder Trichtergewölbe.	
D. Die Konstruktion und das Verankern weit ausladender Gesimse	265—271
E. Fussböden	271—283
1. Fussböden aus natürlichen Steinen	274—278
Pflasterungen. — Plattenbeläge. — Mosaik- und Terrazzo-Fussböden.	
2. Fussböden aus künstlichen Steinen	278—280
Ziegelsteinpflaster. — Thonplatten. — Zementfliesen. — Kunststein- und Terrazzo-Fliesen.	
3. Estrich-Fussböden	280—283
Lehmestrich. — Gipsestrich. — Kalkestrich. — Zementestrich. — Asphaltestrich.	
F. Putz- und Fugearbeiten	284—296
Vorbereitung des Holzwerkes zur Aufnahme von Putz. — Rappputz, Gestippter Putz, Rieselputz, Ordinärer Putz, Spritzputz, feiner oder glatter Putz, Stuckputz. — Ausbesserungen am Putz. — Das Fugen.	

Fig. 62.



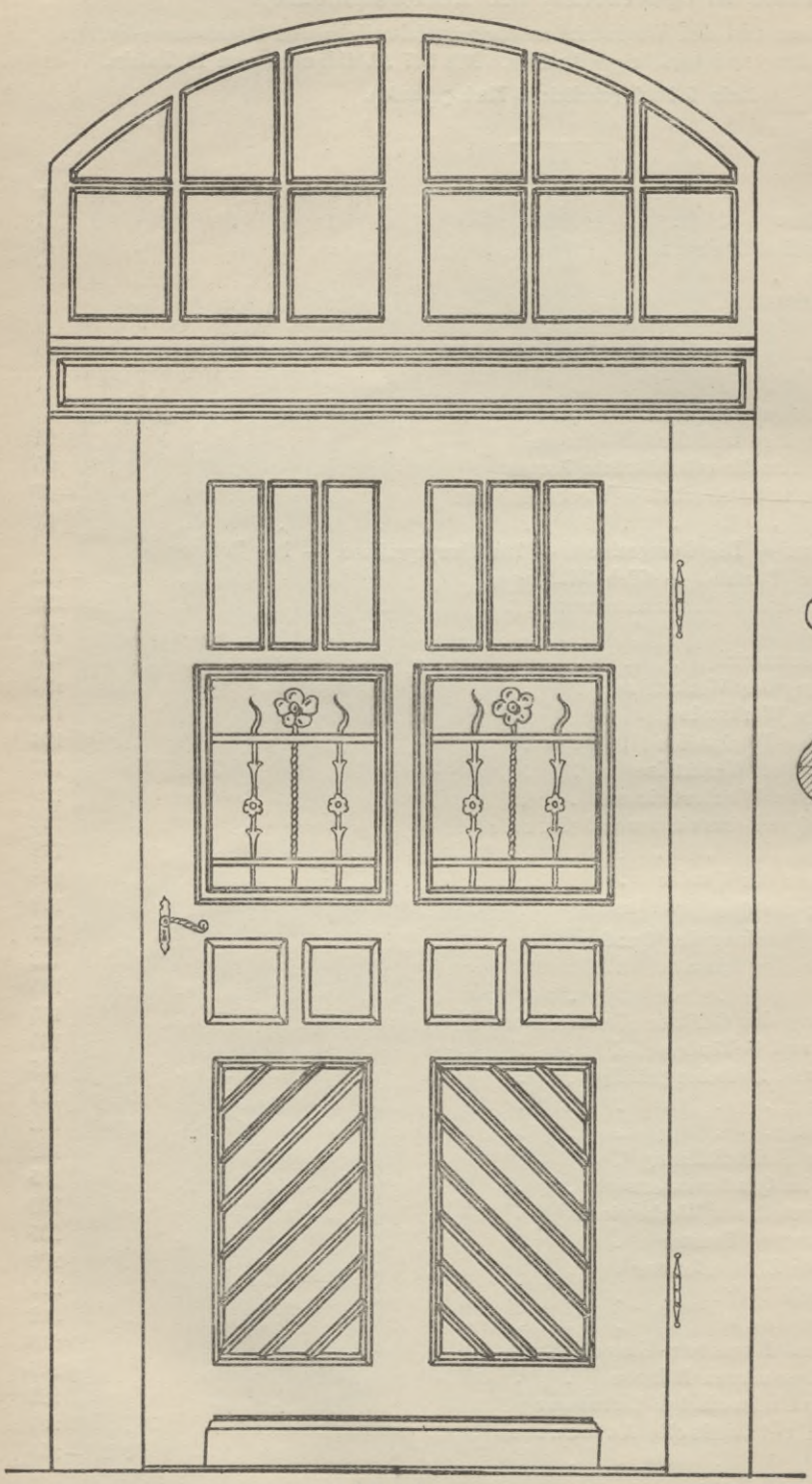
Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band III:

Direktor A. Opderbecke, Die Bauformenlehre,

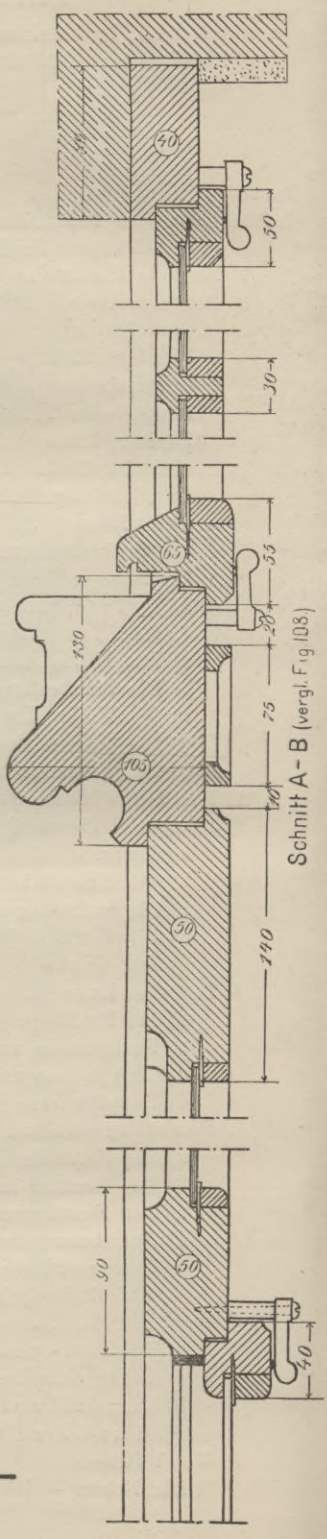
umfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen. Zweite vervollständigte und berichtigte Auflage. Mit 537 Abbildungen und 18 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
I. Abschnitt. **Der Backsteinbau**	1
Entwickelung des Backsteinbaues	1—6
1. Normale Formsteine	7
2. Aussernormale Formsteine	9
Sockelgesimse	9
Fenstersohlbänke	10
Gurtgesimse	11
Haupt- oder Traufgesimse	15
Fenster, Hauseingänge und Giebelbildungen	19—64
II. Abschnitt. **Der Werksteinbau für mittelalterliche Formen**	65
Entwickelung des mittelalterlichen Werksteinbaues	65—67
Die Gesimse	67
Die Sockelgesimse. — Die Gurtgesimse. — Die Hauptgesimse. — Die Fenster. — Die Hauseingänge (Portale). — Giebelbildungen	69—132
III. Abschnitt. **Der Werksteinbau in Renaissanceformen**	133
1. Allgemeines	133
a) Das Werksteinmaterial	133
b) Die Bearbeitung der Werksteine	134
c) Die Fehler der Werksteine	135
d) Die Stärken der Werksteine	136
e) Das Versetzen der Werksteine	137
2. Die Kunstform des Werksteines	139
3. Das profilierte Quadermauerwerk (Rustica)	148
a) Geschichtliches	148
b) Die Sichtflächen der Quader	148
c) Die Sicherung des Quaderverbandes	148
d) Die Formenbehandlung der Quader	151
e) Der Quader in der Fassade	152
4. Die Gesimse	155
a) Die Profilierung der Gesimse (Gesimselemente)	155
b) Fussgesimse und Gebäudesockel	160
c) Gurtgesimse und Zwischengebälke	165
d) Hauptgesimse	174
5. Fenstergestaltung	182
a) Die Form der Fensteröffnung	182
b) Das Fenster im Quadermauerwerk	185
c) Das Fenstergestell aus Werksteinen	190
d) Zusammengezogene Fenster	205
e) Untergeordnete Zimmerfenster	209
f) Verhältnisregeln	210
6. Die Loggia (Hauslaube)	212
7. Die Haustür- und Haustor-Umrahmung	215
a) Türen ohne besonderen Rahmen	215
b) Türen mit architektonischer Umrahmung	221
8. Giebel und architektonische Aufbauten	229
9. Vorbauten	241—251
Die Erker. — Die Balkone.	



Innere Ansicht.



Schnitt A-B (vergl. Fig 103)

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band IV:

Direktor A. Opderbecke, Der innere Ausbau,

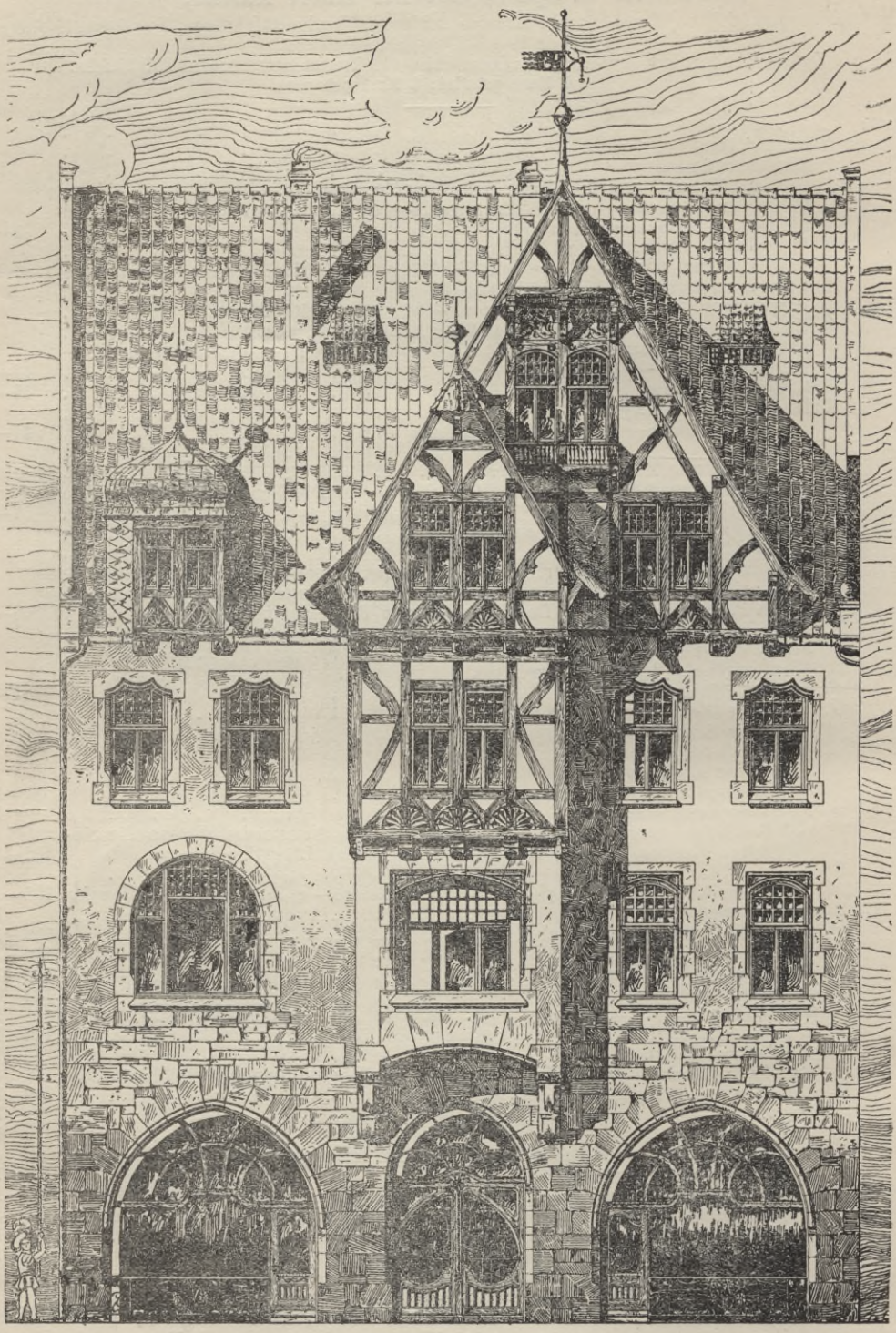
umfassend Türen und Tore, Fenster und Fensterverschlüsse, Wandvertäfelungen, Deckenvertäfelungen, Treppen in Holz, Stein und Eisen.

Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 600 Textabbildungen und 7 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
I. Die Türen und Tore	1
1. Zimmertüren	1
a) Das Material und die Konstruktion des Türgestelles. — b) Die Verkleidung des Türgestelles. — c) Die Türflügel. — d) Einflügelige und zweiflügelige Türen. — e) Schiebetüren	1—24
2. Vorplatz- und Aussentüren und Tore	24
a) Glastüren, Glasabschlüsse und Windfänge. — b) Haustüren. — c) Haustore	24—41
3. Türen zu inneren Wirtschaftsräumen	42
a) Einfache Brett- und Lattentüren. — b) Verdoppelte Türen	42
4. Türen und Tore zu äusseren Wirtschaftsräumen	43
a) Schlichte Brettertüren. — b) Verdoppelte Türen. — c) Jalousietüren. — d) Flügeltore. — e) Schiebetore	43—44
5. Eiserne Türen	45—46
6. Die Türbeschläge	47
a) Die Bänder. — b) Die Türverschlüsse	47—56
II. Die Fenster	57
1. Gewöhnliche Zimmerfenster	57
a) Baustoff und Herstellung des Gestelles. — b) Die Fensterflügel. — c) Die Fensterbrüstung	57—66
2. Drei- und mehrteilige Fenster	66
3. Doppelfenster	66
a) Bewegliche Winterfenster. — b) Feststehende Doppelfenster (Kastenfenster). — c) Siering'sche Fenster. — d) Spengler'sche Patent-Spangenfenster. — e) Spengler'sche Panzerfenster. — f) Doppelfenster von Prof. Rinklake	66—79
4. Kippfenster	79
5. Schiebefenster	80
Das englische Schiebefenster	80
6. Schaufenster	81—84
7. Eiserne Fenster	85
Eiserne Schaufenster	85
8. Oberlichtfenster	86
Deckung mit Glas	86
Holzsprossen. — Eisensprossen	87—101
9. Fensterbeschlag und Fensterverschlüsse	102
a) Beschläge zum Festhalten der Fenster. — b) Fensterverschlüsse für einflügelige Fenster. — c) Fensterverschlüsse für zweiflügelige Fenster	102—105
10. Die Ladenverschlüsse	105
a) Fensterläden, sogen. Klappläden. — b) Roll-Läden. — c) Roll- oder Zug-Jalousien	105—112
III. Wandvertäfelungen	113
1. Geschichtliche Entwickelung	113—118
2. Einfache Täfelungen	119—120
3. Gestemmte Täfelungen	120—123
4. Die Holz-Intarsia	123—125
IV. Deckenvertäfelungen	126
1. Die geschichtliche Entwickelung	126—129
2. Moderne Holzdecken	129
a) Das Material und die Konstruktion. — b) Die Füllungen. — c) Kassettendecken. — d) Felderdecken	129—139
V. Die Treppen	140
1. Allgemeines	140
a) Das Steigungsverhältnis. — b) Die Grundrissform. — c) Das Verziehen (Wendeln) der Treppenstufen	140—150
2. Die hölzernen Treppen	150
a) Die eingeschobenen Treppen. — b) Die eingestemmten Treppen. — c) Die aufgesattelten Treppen. — d) Gewendelte Treppen	150—169
3. Die Treppen aus Werkstein	169
a) Der Baustoff. — b) Das Steigungsverhältnis. — c) Die Grundrissform. — d) Das Versetzen der Stufen. — e) Freitreppen. — f) Innere Wangentreppen. — g) Freitragende Treppen. — h) Spindeltreppen. — i) Werkstein-Treppen zwischen T-Trägern. — k) Unterwölbte Werkstein-Treppen. — l) Treppen aus Backstein. — m) Treppen aus Kunststeinen. — n) Das Geländer	169—192
4. Eiserne Treppen	192—204
VI. Preisangaben für Bautischler-Arbeiten des inneren Ausbaues	205—214

Aus „Hans Issel, Die Wohnungsbaukunde“. Zweite Auflage



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band V:

Hans Issel, Die Wohnungsbaukunde,

umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung.
Zweite bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 583 Textabbildungen und 23 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort zur ersten und zweiten Auflage	V—VI
I. Das Einfamilienhaus	1—85
1. Allgemeines	1
Der Lageplan des Hauses. Die Billigkeit des Hauses. Der Grundriss. Die Ausbildung der Fassade	1—3
2. Freistehende kleinste Einfamilienhäuser (Arbeiterhäuser)	3
a) Einzelhäuser. b) Doppelhäuser. c) Arbeiterhäuser für 4 Familien	3—16
3. Freistehende bürgerliche Einfamilienhäuser (Einzel- und Doppelhäuser)	17
a) Allgemeine Grundregeln für den Entwurf. — b) Bürgerliche Einfamilienhäuser (ohne besonderes Treppenhaus). — c) Bürgerliche Einfamilienhäuser (mit besonderem Treppenhause). — d) Einfamilienhäuser mit turmartigem Treppenhause. — e) Herrschaftliche Einfamilienhäuser mit Diele und grösseren Treppenanlagen	17—51
4. Herrschaftliche Landhäuser	51
a) Häuser zum ständigen Wohnsitz. — b) Kleinere Landhäuser, Sommerhäuser	51—63
5. Eingebaute Einfamilienhäuser	64
a) Allgemeines. — b) Einfamilien-Reihenhäuser für kleinste Wohnungen (Arbeiterhäuser). — c) Vorstadt-Reihenhäuser für je eine Familie. — d) Eingebaute städtische Einzelhäuser. — e) Eingebaute herrschaftliche Etagenhäuser	64—85
II. Miethäuser	86—129
1. Allgemeines	86
Das Treppenhaus. Die Zugänglichkeit und Verbindung der Räume. Die Grundrissgestaltung. Die Höfe. Die Höhe der Häuser. Die Stockwerkshöhen. Die Tiefe	86—89
2. Freistehende Miethäuser	89
a) Arbeiterhäuser. — b) Bürgerliche Miethäuser. — c) Herrschaftliche Miethäuser	89—97
3. Eingebaute Miethäuser	97
a) Vorstadt-Reihenhäuser mit kleinen Wohnungen. — b) Städtische Miethäuser mit grösseren Wohnungen	97—129
III. Die innere Einrichtung der Wohnhäuser	130—180
1. Die Mauerstärken	130
2. Die Oeffnungen im Mauerwerk	132
3. Die üblichen Grössen der Hauptmöbel	134
4. Durchfahrten, Hausflure und Korridore	135
5. Die Treppen	137
6. Die Rauchrohre	141
7. Die Heizanlagen	142
8. Die Wohnräume	143
Die Grundform der Räume. Berliner Zimmer. Das Familienwohnzimmer. Das Zimmer des Herrn. Das Zimmer der Frau. Das Kinderzimmer. Die Diele	143—151
9. Die Gesellschaftsräume	151
Das Empfangszimmer (Salon). Der Gesellschaftssaal. Das Speisezimmer. Der Speisesaal. Das Billardzimmer	151—155
10. Die Schlafzimmer mit Zubehör	155
Schlafzimmer der Eltern. Schlafzimmer der Kinder. Ankleidezimmer. Schrankzimmer	155—158
11. Badezimmer	158
Die Badenische. Badewanne mit eigener Heizung. Badewanne mit Dampfheizung. Badeöfen. Der Wasserabfluss. Versenkte Wannen	158—163
12. Die Abortanlage	163
Die Abortgrube. Das Tonnensystem. Spülaborte (Wasser-Klosetts). Das Torfmull-Streu-Klosett. Abortkammer. Abortsitze	164—168
13. Nebenräume	168
Die Garderobe. Wandschränke. Lichthöfe. Der Erker. Der Balkon. Die Loggia. Der Altan. Hallen. Veranden. Terrassen und Perrons	168—170
14. Die Wirtschaftsräume	170
Die Kochküche. Die Speisekammer. Der Speiseaufzug. Das Anrichtezimmer. Die Waschküche. Das Bügelzimmer. Die Keller	170—180
IV. Städtische Wohn- und Geschäftshäuser	181—215
1. Allgemeines	181
2. Grundrissanordnungen	186
3. Der Laden und seine Nebenräume	207
4. Das Warenhaus	215
V. Gesamtkosten von Wohnhäusern	217—222

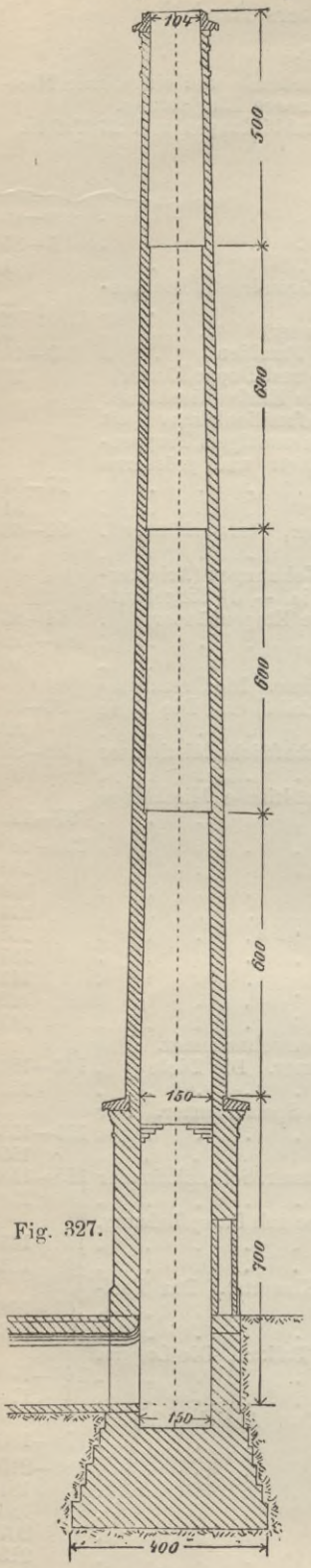


Fig. 327.

Fig. 239.

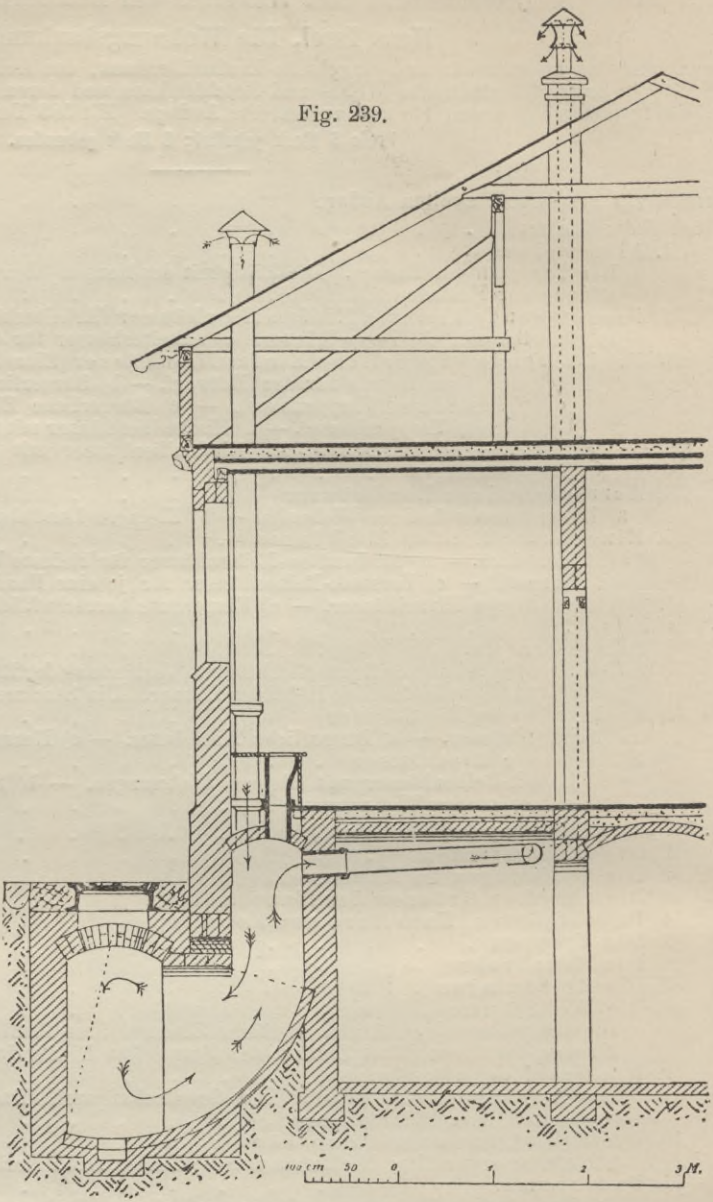
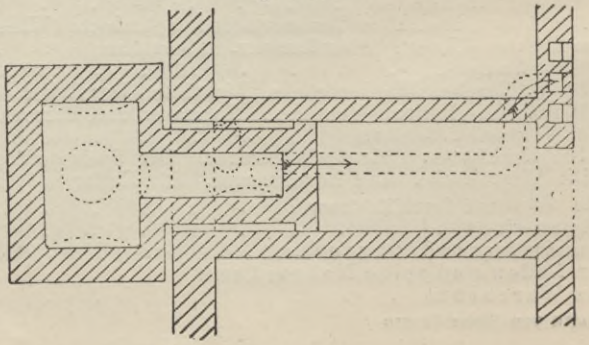


Fig. 240.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VI:

Prof. A. Opderbecke, Die allgemeine Baukunde,

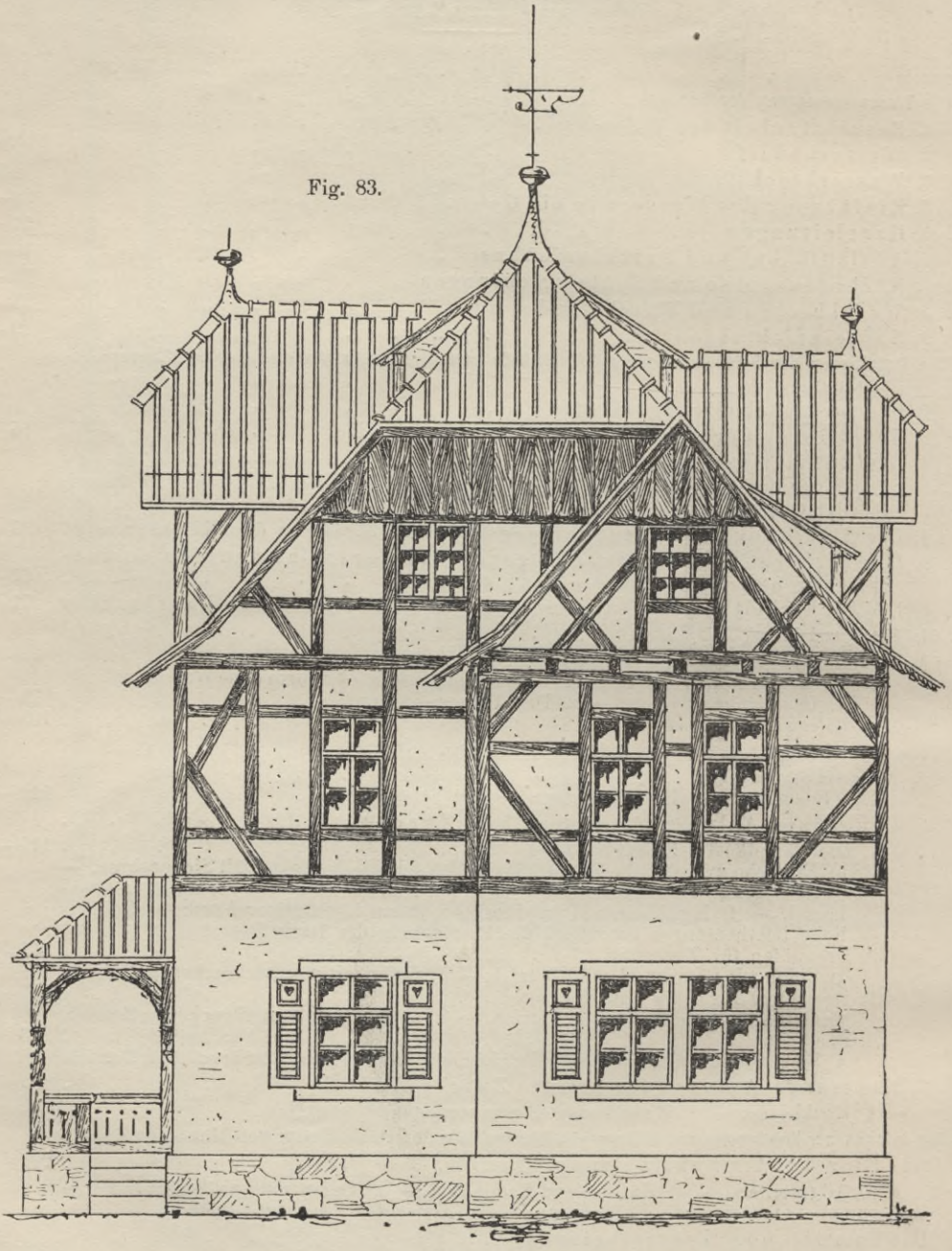
umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen.

Zweite Auflage. Mit 694 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
I. Die Wasserversorgung der Gebäude	1
1. Beschaffenheit des Wassers	1
2. Wasserbedarf	1—4
3. Wasserbeschaffung	4—8
4. Einführung des Wassers in die Gebäude	8—11
5. Hausleitungen	11—13
6. Auslaufhähne und Durchlaufhähne	13—18
7. Küchenausgüsse und Spüleinrichtungen	18—21
8. Waschbecken und Waschstände	21—29
9. Badeeinrichtungen	29—44
II. Die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe aus den Gebäuden und deren näherer Umgebung	45
1. Die fortzuschaffenden Stoffe	45
2. Beseitigung der Abwässer und der Abfallstoffe	46—48
3. Die Rohrleitungen	49
a) Die Strassen-Kanäle. — b) Die Grundleitung. — c) Die Fallstränge im Innern der Gebäude	49—57
4. Die Sicherungsvorrichtungen gegen das Eindringen der Kanalgase	57—61
5. Die Sicherungsvorrichtungen gegen das Verschlammen der Grundleitung und der Strassen-Kanäle	61—70
6. Die Sicherheitsvorrichtungen gegen das Eindringen von Kanalwasser	71—78
III. Die Abort- und Pissoir-Anlagen	79
A. Die Abort-Anlagen	79—105
Der Abortraum. — Der Abortsitz. — Das Abortbecken. — Aborte ohne Wasserspülung. 1. Das Gruben-System. — 2. Das Tonnen-System	79—105
B. Die Pissoir-Anlagen	105—120
IV. Feuerungsanlagen für gewerbliche und private Zwecke	121
A. Allgemeines	121
Der Feuerraum. — Die Feuerzüge. — Die Schornsteine	122—140
B. Feuerungs-Anlagen für gewerbliche Zwecke	140
1. Die Dampfkessel-Einmauerungen	140—167
a) Einfache zylindrische Kessel (Walzenkessel). — b) Kessel mit Siederohren. — c) Kessel mit Flammrohren. — d) Feuerröhrenkessel. — e) Wasserröhrenkessel. — f) Kombinierte Dampfkessel-Systeme eigenartiger Form. — Polizeiliche Bestimmungen betreffend die Einrichtung der Dampfkessel	
2. Brennöfen für Tonwaren	167—177
a) Oefen mit unterbrochenem Betrieb. — b) Oefen mit ununterbrochenem Betrieb.	
3. Brennöfen für Kalk und Zement	177—183
a) Oefen für unterbrochenen Betrieb. — b) Oefen für ununterbrochenen Betrieb.	
4. Backöfen	183—190
a) Backöfen für unterbrochenen Betrieb. b) Backöfen f. ununterbrochenen Betrieb.	
C. Feuerungs-Anlagen für private Zwecke	191—198
1. Kochherde. — 2. Waschkessel-Einmauerungen.	
V. Die Anlagen zur Erwärmung und Lüftung von Räumen, die dem Aufenthalte von Menschen dienen	199
Die Einzel- oder Lokalheizung	202—229
a) Allgemeines. — b) Kamine und Kaminöfen. — c) Oefen mit gewöhnlicher Feuerung. — d) Oefen mit Füllfeuerung. — e) Oefen für Leuchtgas-Heizung.	
Die Sammel- oder Zentralheizung	229
a) Feuerluftheizung (Luftheizung). — b) Wasserheizung	229—255
1. Niederdruck-Warmwasserheizung. — 2. Mitteldruck-Warmwasserheizung. — 3. Heisswasserheizung.	
c) Dampfheizung	255—276
Bestimmungen betr. die Ausführung von Sammelheizungen.	
Vereinigung der Heizungsarten. — Die Lüftung der Räume	276—284

Fig. 83.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VII:

Hans Issel, Die landwirtschaftliche Baukunde,

umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Gross- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Mit 684 Textabbildungen und 24 Tafeln. Zweite erweiterte und verb. Auflage.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort zur ersten und zweiten Auflage	V—VI
Erster Abschnitt. — **Ländliche Wohngebäude**	1—99
1. Bauernhäuser und Bauerngehöfte A. Die geschichtliche Entwickelung. — a) Die fränkische Bauweise. — Das alte fränkische, das linksrheinische, alemannische, Schwarzwälder, schweizerische, oberbayerische Bauernhaus, das bayerische Bauerngehöft, das Bauernhaus aus den Böhmerwaldgerichten, ostdeutsches Bauernhaus. — b) Die sächsische Bauweise. — Das westfälische, Altländer, friesische, schleswig-holsteiner, ostdeutsche Bauernhaus. — B. Neue bäuerliche Gehöftanlagen. — a) Das Raumbedürfnis. — Das kleinste Bauernhaus. Kleine und mittlere Bauernhäuser. Grosse Bauernhäuser. — b) Die innere Einrichtung. — c) Der konstruktive Ausbau. — d) Beispiele.	1
2. Gutsbesitzer- und Gutspächterhäuser. Gutsgehöfte a) Die äussere Gestaltung. Rampen und Freitreppen. — b) Die innere Einrichtung. Der Flur oder die Diele. Die Wohnzimmer. Gesellschaftsräume. Die Schlafzimmer. Zubehör. Wirtschaftsräume. Dienstbotenräume. Korridore und Treppen. Beispiele von Gutsbesitzerhäusern. — c) Gutspächterhäuser. Die Einrichtung des Gutspächterhauses. Konstruktive Bestimmungen für Pächterwohnungen. Beispiele von Pächterwohnhäusern. — d) Gutsgehöfte. Die Grundrissform der Hofanlage. Der Lageplan der Einzelbauten nach der Himmelsrichtung. Der Lageplan der Einzelbauten nach den Grundsätzen des Wirtschaftsbetriebes. Nebenanlagen. Beispiele. — e) Der Hoffmannsche Tiefbau.	50
3. Beamten- und Dienstwohnungen für Gutsbezirke	78
4. Arbeiter-Wohnhäuser A. Arbeiter-Familienhäuser. — a) Einfamilienhäuser. b) Häuser für zwei und mehrere Familien. c) Beispiele. — B. Wanderarbeiter-Häuser.	85
5. Konstruktive Behandlung von Wohngebäuden auf den Kgl. Preuss. Domänen	97
Zweiter Abschnitt. **Ländliche Wirtschaftsgebäude**	100—129
1. Wasch- und Backhäuser a) Das Waschhaus. b) Die Bäckerei. c) Beispiele für Wasch- und Backhäuser.	100
2. Eisbehälter und Kühlräume a) Allgemeines. b) Eismieten auf Gutshöfen. c) Eiskeller. d) Eishäuser. e) Eiskeller mit Kühlräumen.	112
3. Räucherkammer	127
4. Baukosten von ländlichen Wirtschaftsgebäuden	129
Dritter Abschnitt. **Gebäude für Unterbringung der Feldfrüchte und Ackergeräte**	130—171
1. Feldscheunen Die Lage. Die Konstruktion. Die Bedachung. Die Baukosten.	130
2. Hofscheunen a) Die Raumgrösse. b) Die Grundrissausbildung. c) Das Dach. d) Die Aussenwände. e) Der innere Ausbau. f) Beispiele. g) Zusammenstellung der Kosten für Scheunen.	135
3. Speicher und Kornböden Die Geschosshöhen. Die Decke. Die Balkenlagen. Die Raumgrösse. Die Holzverbindungen. Die Umfassungswände. Die Fenster. Die Treppen. Die Winde- und Aufzugsvorrichtungen. Die Schüttbretter. Das Dach. Die Kosten. Beispiele.	161
4. Wagen- und Geräteschuppen	169
Vierter Abschnitt. **Stallgebäude nebst Zubehör**	172—271
Die Grundbedingungen für die Anlage	172
1. Stallgebäude für Einzelgattungen A. Pferdeställe. a) Stallgebäude für Ackerpferde. b) Stallgebäude für Zuchtpferde. c) Stallgebäude für Kutsch- und Luxuspferde. — B. Rindviehställe. — C. Schafställe. — D. Schweineställe.	173
2. Stallgebäude für gemischte Viehgattungen A. Kleine Ställe. — B. Freistehende Ställe für kleine landwirtschaftliche Betriebe. — C. Grössere Stallgebäude für gemischte Viehgattungen.	251
3. Federviehställe	260
4. Dungstätten und Jauchenbehälter	269
5. Kostenberechnung für Geflügelställe	222
Fünfter Abschnitt. **Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe**	272—825
1. Molkereien	285
2. Schmieden und Stellmachereien	277
Nachtrag: Blitzschutzanlagen	282—281

Aus „Hans Issel, Der Holzbau“. Zweite Auflage

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VIII:

Hans Issel, Der Holzbau,

umfassend den Fachwerk-, Bohlen-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 500 Textabbildungen und 15 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort zur ersten und zweiten Auflage	VII—VIII
Erster Abschnitt. — **Allgemeines**	1
1. Bauholz. — A. Einheimische Bauhölzer. — a) Nadelhölzer. b) Laubhölzer. — B. Fremdländische Bauhölzer. — a) Nadelhölzer. b) Laubhölzer	1—5
2. Die Fällzeit des Holzes	5
3. Die Fehler des Holzes	7
4. Holzprüfung zum Erkennen seiner Fehler	7
5. Das Arbeiten des Holzes. — 1. Das Schwinden. 2. Das Quellen	8—9
6. Die Verarbeitung des Holzes	10
7. Das Beschlagen der Stämme zu Balken	11
8. Die Ausnutzung des Bauholzes. Tabelle der Normalprofile für Bauhölzer in Zentimetern. Tabelle für Schnittmaterial (Bretter, Bohlen, Pfosten, Latten)	13—14
9. Die nationalökonomische Bedeutung des Holzbaues	14
Zweiter Abschnitt. — **Der Fachwerkbau**	18
1. Die Wiederbelebung der Holzbaukunst	18
2. Die Fachwerk- oder Riegelwand. a) Die frühere Konstruktionsweise. — b) Die heutige Konstruktionsweise. Die Ausmauerung und innere Verkleidung der Fachwerkwand	19—35
3. Die Balkenlage und die Vorkragung der Stockwerke. — a) Die frühere Konstruktionsweise. — b) Die heutige Konstruktionsweise. — c) Das Stichgebälk. — d) Die Balkenköpfe. — e) Knaggen und Kopfbänder	35—45
4. Verkleidung der Zwischendecke. — a) Die Füllbretter. — b) Die Füllhölzer. — c) Die Brettergesimse. — d) Ausgemauerte Zwischenfüllungen	46—49
5. Die Giebelausbildung. — a) Schlichte Giebelbildungen. — b) Doppelgiebel. — c) Giebel mit vorgelegten Freigebinden	49—85
6. Die Fenster. — a) Die frühere Fensterumrahmung. — b) Die moderne Fensterumrahmung. — Das Anschlagen des Futterrahmens	85—92
7. Türen und Torfahrten. — a) Die frühere Umrahmung. — b) Die moderne Umrahmung. — c) Ueberbaute Haustüren mit Vordächern und Veranden. — d) Ein- und zweiflügelige Haustüren	92—106
8. Die Schmuckmittel des Fachwerkbaues. — a) Verzierungen durch verschränkte Fachwerkhölzer. Riegelkreuze. Winkelbänder. — b) Ausgestochene Verzierungen. Geschnitzte Ständer. Geschnitzte Eckpfosten. Geschnitzte Schwellen. Geschnitzte Fensterbrüstungsplatten. — c) Geschnitzte Inschriften. — d) Gemusterte Backsteingefache. — e) Farbig verzierte Fachwerkfelder. — f) Die Bemalung des Holzes	107—142
9. An- und Aufbauten. — a) Erker. Rechteckige Erker. Ueber Eck gesetzte rechteckige Erker. Dreieckige Erker. Vieleckige (polygonale) Erker. Die Konstruktion der Erker. Die Decke	142—159
b) Veranden, Altane und Balkone. Die Pfosten. Die Brüstung. Der obere Abschluss der Veranda. Altane und Balkone	159—173
c) Lauben, Gartenhäuser, Pavillons	173
d) Dacherker und Dachgauben	176
e) Türme. Die Umfassungswände. Der Turmhelm. Dachspitzen und Wetterfahnen. Die Eindeckung der Türme und Dächer. Materialbedarf bei Ziegeldeckung	185—197
Dritter Abschnitt. — **Der neuzeitliche Bohlenbau.** — Amerikanische Bauweise. Deutsche Bauweise, Blockhäuser von H. Witte. Zerlegbare Holzbauten für Holzbearbeitung	198—204
Vierter Abschnitt. — **Der Blockbau.** Allgemeines	205
1. Die Blockwand. — a) Umfassungswände. — b) Scheidewände	206—208
2. Türen und Fenster. — Die Eingangstüren (Haustüren). — Die Fenster. — Klebdächer	208—213
3. Das Dach und die Giebelbildung. — Norwegisches Blockhaus. — Russisches Blockhaus. — Schweizerisches Blockhaus	213—218
4. Seitenlauben und Galerien. — Schweizerische und norwegische Blockhäuser	218—221
5. Die Schmuckmittel des Blockbaues. — a) Geschnitzte Wandverzierungen. — b) Die Anwendung der Farbe im Blockbau	222—230
Fünfter Abschnitt. — **Der schweizerische Ständer- und Riegelbau**	230
Die Ständerwand. — Das Dach. — Die Riegelwand. — Die Fenster. — Galerien	230—237
Sechster Abschnitt. — **Der norwegische Stab- und Blockbau**	238
Die Wandbildung. — Die Holzkirchen. — Die Dachkonstruktion. — Stabure, Speicherbauten. — Die norwegischen Bauernhäuser (Blockbauten). — Die Schmuckmittel	238—244
Verzeichnis der bei der Bearbeitung dieses Bandes benutzten Werke und Zeitschriften	245—246

Fig. 402.

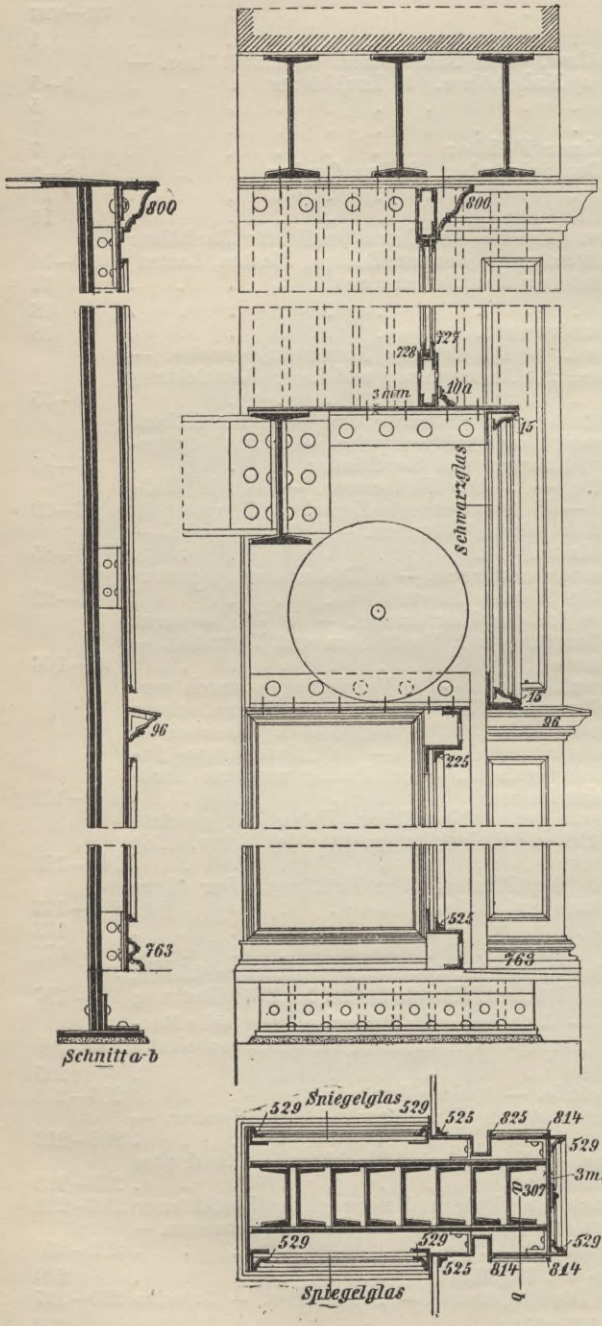
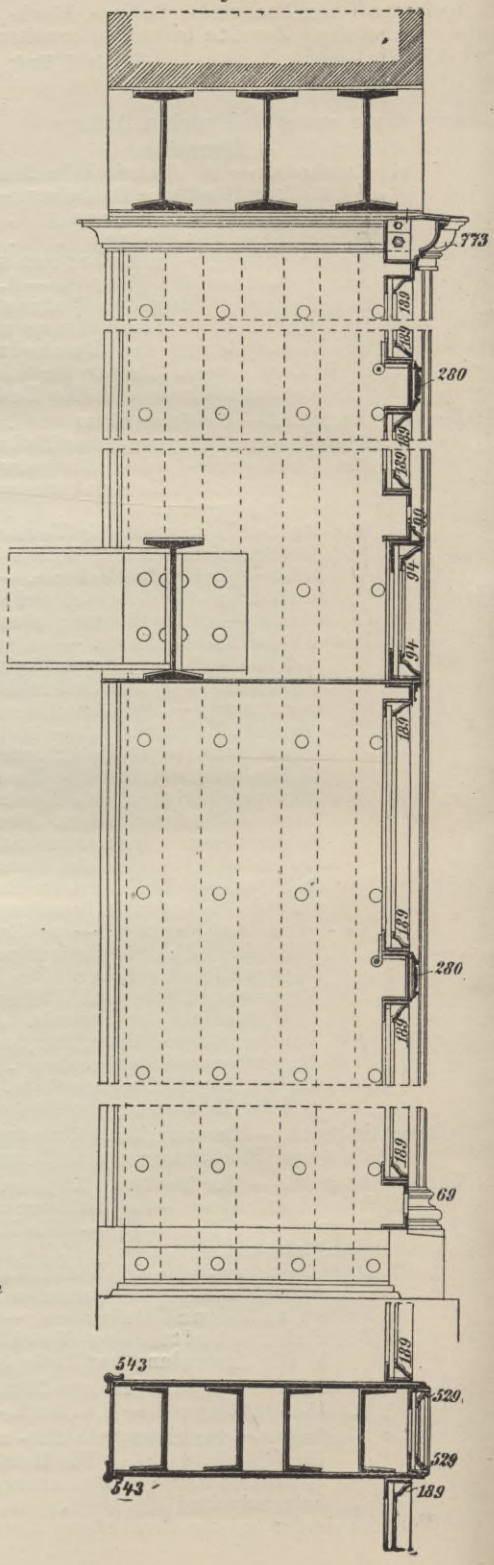


Fig. 403.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band IX:

R. Schöler, Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues,

umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stösse der Walzeisen, der Träger und deren Lager, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Zweite Auflage. Mit 833 Textabbildungen und 18 Tabellen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Seite

Vorwort zur ersten und zweiten Auflage . . . . . V—VII

Erstes Kapitel. **Die Konstruktionselemente** 1

1. Die verschiedenen Walzeisensorten 1

2. Die Verbindungsmittel der Eisenkonstruktionen 3

a) Nietverbindungen. — b) Berechnung und Anordnung der Nietverbindungen. c) Schraubenverbindungen. — d) Berechnung der Schrauben. — e) Gelenkverbindungen . . . . . 3—29

Zweites Kapitel. **Die Verbindungen und Verlängerungen der Walzeisen** 30

1. Verlängerungen (Stösse) 30

a) Verlängerung auf Zug beanspruchter einfacher Stäbe. — b) Verlängerung auf Druck beanspruchter Stäbe. — c) Verlängerung von Stäben, deren Querschnitt mehrteilig ist. — d) Stossdeckung von Stäben, die auf Biegung beansprucht sind 30—36

2. Anschlussverbindungen 37

a) Die Knotenpunkte. — b) Trägeranschlüsse . . . . . 37—38

α) Eckverbindungen. — β) Endverbindungen. — γ) Kreuzverbindungen . 38—46

Drittes Kapitel. **Die Träger** 47

1. Berechnung der Träger . . . . . 47—49

a) Die Freiträger. — b) Träger auf zwei Stützen. — c) Träger auf mehreren Stützen. — d) Vernietete Träger. — e) Die Lager der Träger . . . . 50—72

α) Die festen Lager. — β) Die beweglichen Lager . . . . . 72—82

2. Die Verwendung der Träger 82

a) Die Unterzüge. — b) Die Decken . . . . . 82—88

α) Decken in Holz und Eisen. — β) Decken in Eisen und Stein bezw. Mörtel. — γ) Decken mit eisenarmierter Füllung. — δ) Eiserne Decken 89—109

Viertes Kapitel. **Die Säulen und Stützen** 110

a) Berechnung der Stützen. — b) Berechnung der Säulenfüsse. — c) Ausführung der gusseisernen Säulen. — d) Ausführung der schmiedeeisernen Säulen. — e) Berechnung auf Druck und Biegung beanspruchter Säulen . . . . . 112—162

Fünftes Kapitel. **Frontstützen, Ladeneingänge und Schaufenster** 163

Gusseiserne und schmiedeeiserne Frontstützen. — Schaufensteranlagen . . 163—181

Sechstes Kapitel. **Eiserne Wände** 182

a) Allgemeines. — b) Eisenfachwerkwände. — c) Konstruktion der Wände. — d) Eiserne Wände . . . . . 182—197

Siebentes Kapitel. **Balkone und Erker** 198

a) Balkone. — b) Erker . . . . . 198—217

Achtes Kapitel. **Eiserne Treppen** 218

1) Massive Treppen . . . . . 218—235

2) Eiserne Treppen 236

a) Gusseiserne Treppen. — α) Gerade Treppen. — β) Wendeltreppen . 236—244

b) Schmiedeeiserne Treppen. — α) Gerade Treppen. — β) Wendeltreppen . 245—262

Neuntes Kapitel. **Fachwerk** 263

a) Allgemeines. — b) Dachbinder . . . . . 263—280

Zehntes Kapitel. **Eiserne Dächer** 281

a) Allgemeines. — b) Pfetten. — c) Berechnung der kontinuierlichen Gelenkpfetten. — d) Sparren, Latten, Deckung. — e) Fuss- und Firstpunkte. — f) Der Windverband. — g) Wellblechdächer . . . . . 281—310

Elftes Kapitel. **Die Oberlichter.** — a) Allgemeines. — b) Die Glasdecke. — c) Die Sprossen. — d) Die Bildung des Firstes. — e) Bildung der Traufe. — f) Anschluss an lotrechte Mauern. — g) Sheddächer . . . . . 311—326

Zwölftes Kapitel. **Bedingungen über die Lieferung von Eisenkonstruktionen** 327

a) Allgemeines. — b) Beschaffenheit des Materials. — c) Vorschriften über die Herstellung der Eisenkonstruktionen. — d) Abnahme. — e) Abrechnung. — f) Gewichtsberechnung . . . . . 327—337

Anhang. — Tabellen 1 bis 18 . . . . . 338—356

Aus „Prof. A. Opderbecke, Der Dachdecker und Bauklempner“.

Fig. 265.

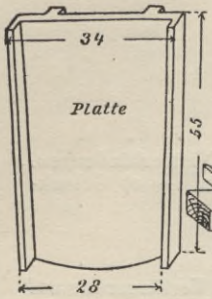


Fig. 268.

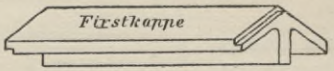


Fig. 266.

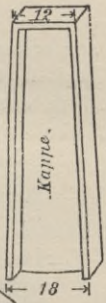


Fig. 267.

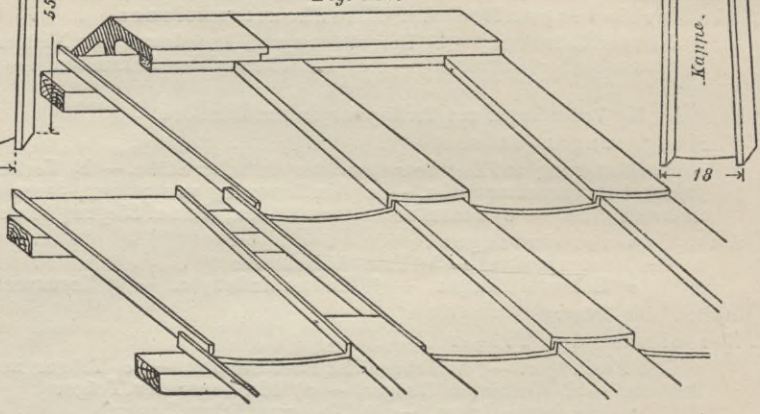
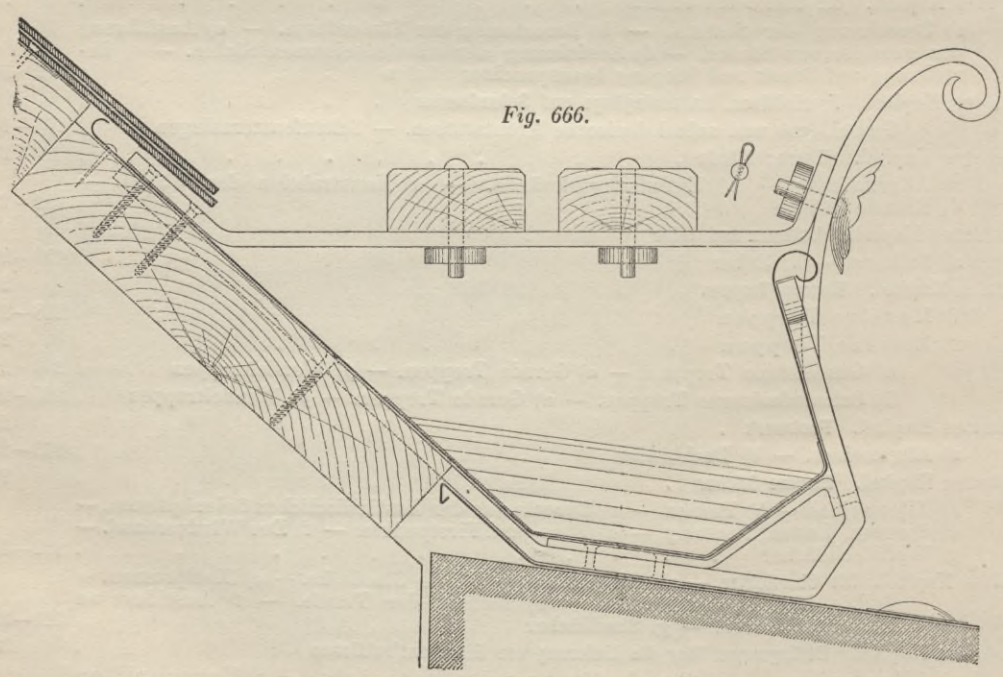


Fig. 666.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band X:

Prof. A. Opderbecke, Der Dachdecker und Bauklempner,

umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen mit feuersicheren Stoffen und die Konstruktion und Anordnung der Dachrinnen und Abfallrohre. Mit 700 Textabbildungen und 16 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Seite

Vorwort v

Allgemeines . . . . . 1—2

A. Die Eindeckung der Dachflächen . . . . . 3—181

1. Deckung mit organischen Stoffen 3

1a. Teer- oder Steinpappdächer 3

Deckung mit offener Nagelung. — Deckung mit verdeckter Nagelung auf Leisten. Unterhaltung der Pappdächer. — Das doppellagige Klebepappdach . . . 4—16

1b. Holzzementdächer 16

Das Holzzement-Papierdach. — Das Holzzement-Pappdach . . . . . 17—25

1c. Deckung mit imprägnierten, wasserdichten Leinenstoffen 26

2. Deckung mit künstlichem Steinmaterial 28

2a. Deckung mit Dachsteinen aus gebranntem Ton 29

Die Flachziegel. — Die Hohlziegel. — Die Dachpfannen. — Die Falzziegel. — Handwerkszeuge des Ziegeldeckers . . . . . 29—69

2b. Deckung mit Zementplatten 69

3. Deckung mit natürlichem Steinmaterial 73

3a. Englische Doppeldeckung 75

3b. Deutsche Deckung 80

3c. Französische Deckung 90

Handwerkzeuge des Schieferdeckers 97

4. Deckung mit Metallen (Allgemeines) 100

4a. Deckung mit Zink 105

Deckung mit gewalzten glatten Tafeln. — Aeltere Ausführungsweise der Leistendeckung. — Berliner (Wusterhausensche) Leistendeckung. — Rheinische oder Belgische Leistendeckung. — Fricksche Leistendeckung. — Französische Leistendeckung. — Deckung mit gewelltem Zinkblech. — Deckung mit doppelt gerippten Tafeln (System Baillot). — Deckung mit quadratischen Rauten (Vieille Montagne). — Deckung mit quadratischen Rauten (Lipine). — Deckung mit Spitzrauten. — Deckung mit Schuppenblechen . . . . . 105—138

4b. Deckung mit Eisen 138

Deckung mit Eisenwellblech. — Deckung mit Rauten aus verzinktem Eisenblech. — Deckung mit Dachplatten aus verzinktem Eisenblech. — Deckung mit Falzziegeln aus verzinktem Eisenblech. — Deckung mit Platten aus Gusseisen 138—156

4c. Deckung mit Kupfer 156

4d. Deckung mit Blei 160

5. Deckung mit Glas 165

Glasdeckung auf Holzsprossen. — Glasdeckung auf ⊥-förmigen Eisensprossen. — Glasdeckung auf +-förmigen Eisensprossen. — Glasdeckung auf Flacheisensprossen. — Glasdeckung auf rinnenförmigen Sprossen. — Verhinderung des Abgleitens der Glastafeln. — Unterstützung der Glastafeln durch Quersprossen 165—181

B. Die Entwässerung der Dachflächen . . . . . 182—223

Allgemeines 182

a) Freitragende Hängerinnen 186

b) Aufliegende Hängerinnen 196

c) Freitragende Standrinnen 196

d) Aufliegende Standrinnen 206

e) Eingebettete Standrinnen 208

f) Kehlrinnen 213

Die Abfallrohre . . . . . 217—223

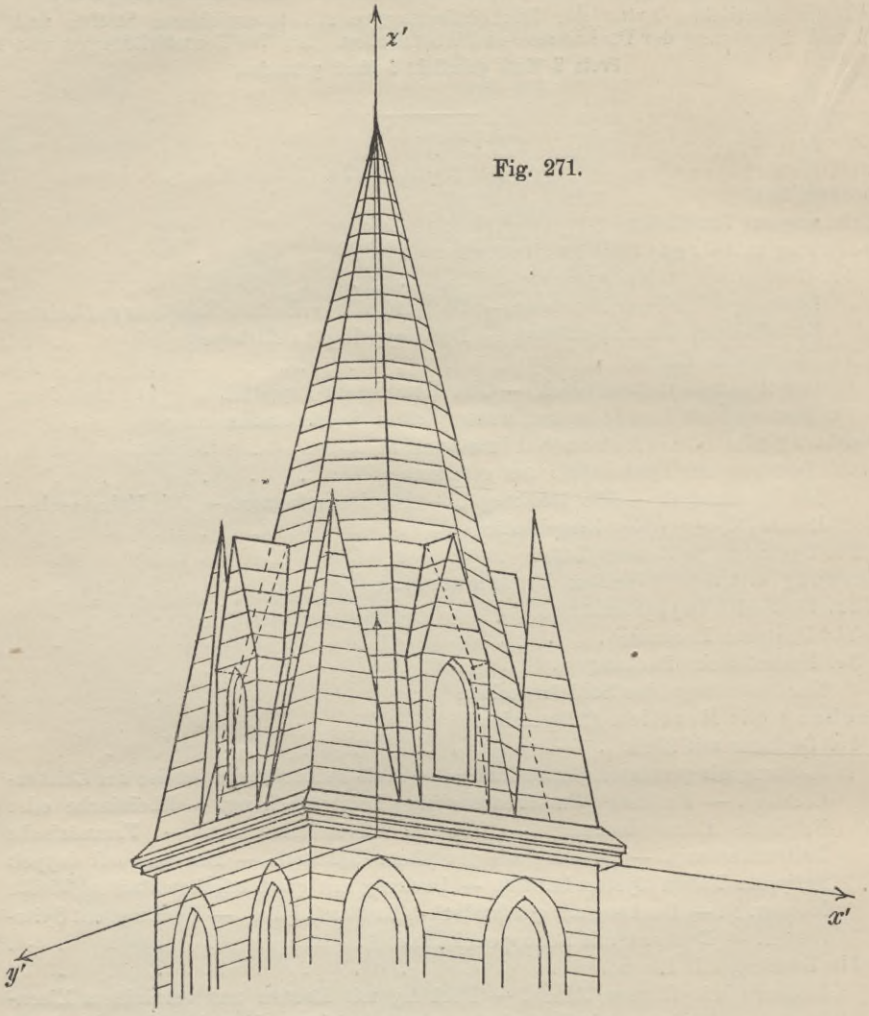


Fig. 271.

Fig. 272a.

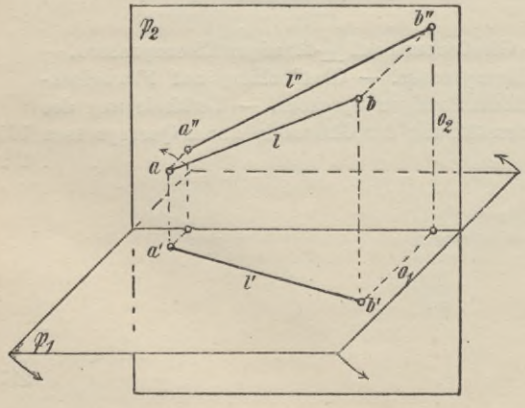
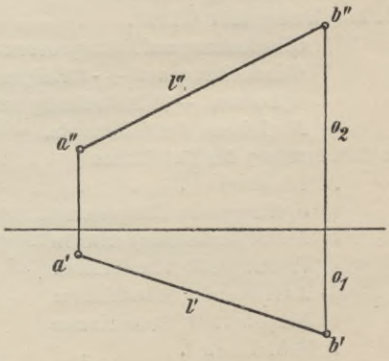


Fig. 272b.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XI:

Prof. E. Geyger, Die darstellende Geometrie,

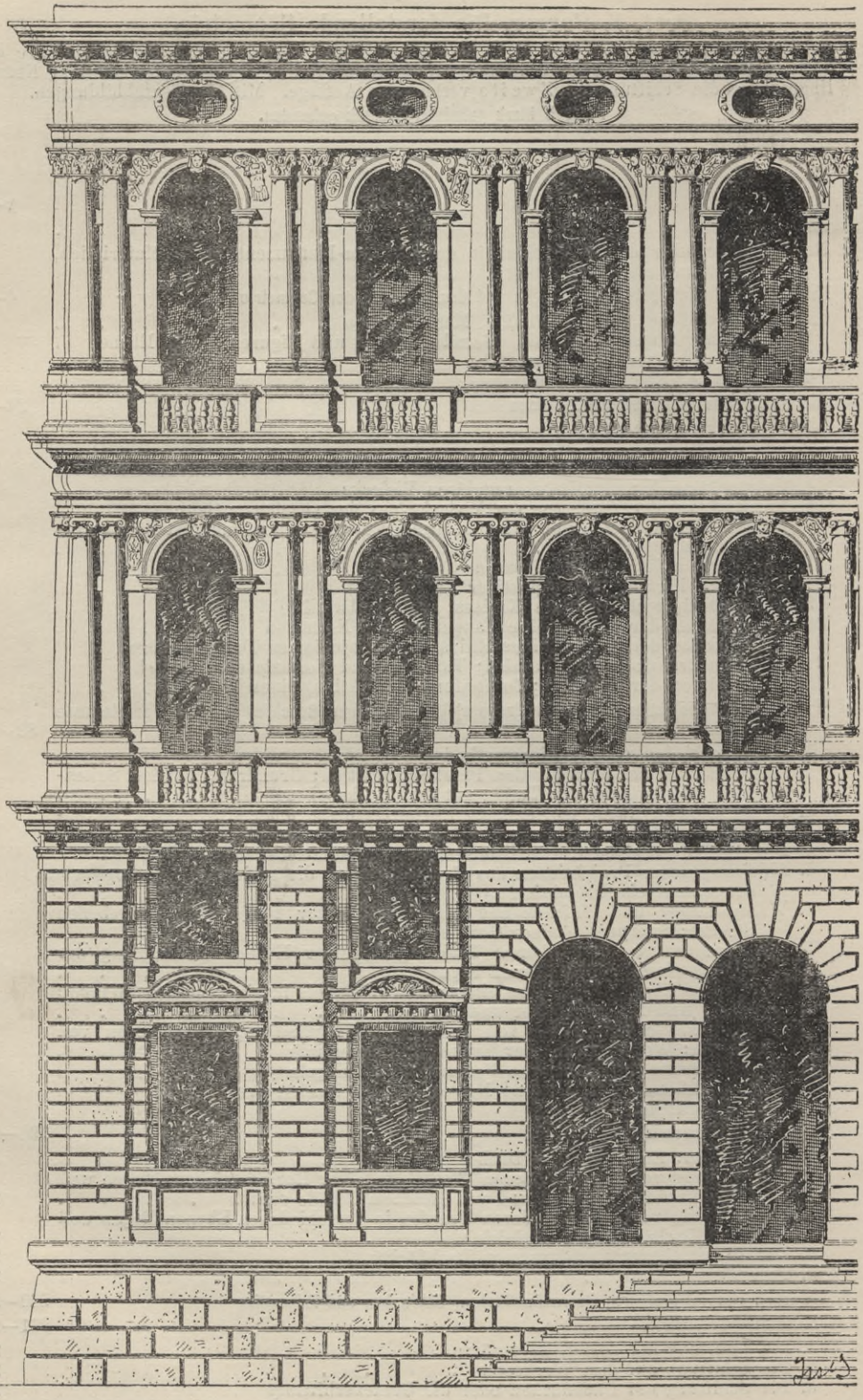
umfassend die Grundbegriffe der Geometrie, das geometrische Zeichnen, die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen, die Dachausmittelungen, Schraubenlinien, Schraubenflächen und Krümmlinge sowie die Schiftungen. Zweite verbesserte Auflage. Mit 570 Textabbildungen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V—VI
Einführung	1
Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit der Zeichen-Instrumente und -Materialien, ihre Prüfung und Anwendung	2
Erstes Kapitel. **Die wichtigsten Erklärungen und Grundbegriffe der Geometrie**	4—24
1. Körper, Flächen, Linien, Punkte, Masseinheiten	4
2. Lage einer Ebene im Raume. Gerade, Winkel und Figuren in der Ebene	9
3. Gerade und Ebene im Raume	22
4. Lage zweier Ebenen zu einander	23
Zweites Kapitel. **Das geometrische Zeichnen**	24—82
1. Die Elementaroperationen	24
2. Konstruktion des Massstabes	28
3. Konstruktion von Dreiecken und Vierecken; Fundamentalkonstruktionen am Kreise	30
4. Konstruktion der wichtigsten regulären Vielecke	37
5. Konstruktion der regelmässigen Vielecke aus der gegebenen Seite	42
6. Konstruktion verschiedener Gewölbebogen, welche in der Baukunst häufig vorkommen	45
7. Affine und affin gelegene Figuren	52
8. Projektive Figuren in perspektiver Lage	56
9. Die Zentralprojektion eines Kreises; die Kegelschnitte	60
10. Konstruktion der Ellipse, ihre Tangenten und Normalen	66
11. Konstruktion der Achsen einer Ellipse aus konjugierten Durchmessern	75
12. Drei Konstruktionen der Parabel; Tangente und Normale der Parabel.	76
13. Konstruktion der Hyperbel; Dreiteilung (Trisektion) eines Winkels	82
Drittes Kapitel. **Die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen (Beschreibende oder darstellende Geometrie)**	82—197
1. Die verschiedenen Projektionsmethoden	82
2. Das Verfahren der orthogonalen Parallelprojektion; Grundriss, Aufriss, Seitenriss. Vereinigung der Tafeln mit der Zeichenebene	84
3. Punkt, Gerade, Ebene und einfache Körper in orthogonaler Projektion. Seitenriss und Einführung einer 3. (4.) Projektionsebene	87
4. Die regulären Polyeder. Rotationskörper und Rotationsflächen	101
5. Ableitung neuer Projektionen aus Grund-Aufriss; die schiefe und orthogonale axonometrische Projektion	111
6. Wahre Länge und Tafelneigung einer durch ihre Projektionen gegebenen Strecke; Spurpunkte einer Geraden	130
7. Die Spurgeraden einer Ebene. Tafelneigung einer Ebene. Bestimmung der wahren Gestalt einer ebenen Figur	139
8. Gerade und Ebene. Projektion eines rechten Winkels in einem rechten Winkel; Ebene und Ebene; Körper und Ebene	151
9. Ebene Schnitte und Netze von Prismen und Zylindern; Rektifikation von Kurven; Wendepunkt einer Kurve; Schraubenlinie	155
10. Ebene Schnitte und Netze von Pyramiden und Kegeln	166
11. Tangentialebenen, Schnitte und Netze von Rotationskörpern	172
12. Durchdringungen	175
Viertes Kapitel. **Dachausmittelungen**	198—220
1. Allgemeines; Einteilung der Dächer	198
2. Ausmittelung von Dächern, deren Traufen in einer Horizontalebene liegen und deren Dachflächen eben und von gleichem Gefälle sind	204
3. Ausmittelung von Dächern, deren Traufen in verschiedenen Ebenen liegen und deren Dachneigungen ungleich sind	213
4. Dächer mit ebenen und krummen Dachflächen	215
5. Turmdächer	219
Fünftes Kapitel. **Schraubenlinien, Schraubenflächen, Schrauben und Krümmling**	220—231
Sechstes Kapitel. **Schiftungen**	231—258
1. Die Schiftung auf dem Lehrgespärre	232
2. Die Schiftung auf dem Werksatze	251
3. Die Schiftung auf Dachflächen oder die Bohlenschiftung	252

Aus „Hans Issel, Die Baustillehre“

Fig. 368



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XII:

Hans Issel, Die Baustillehre,

umfassend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Monumental-Baukunst in den verschiedenen Stilarten, mit besonderer Berücksichtigung der massgebenden Einzel-Bauformen.
Mit 454 Textabbildungen und 17 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V—VI
Erster Abschnitt. **Die monumentale Baukunst der vorklassischen Zeit**	1—23
I. Die ägyptische Baukunst	1
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	1
B. Die monumentalen Bauwerke	3
C. Die ägyptischen Bauformen	13
II. Die babylonische Baukunst	15
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	15
B. Die babylonischen Monumental-Bauwerke	16
III. Die assyrische Baukunst	17
A. Land und Baumaterial der Assyrer	17
B. Die assyrischen Monumentalbauten	18
IV. Die persische Baukunst	19
A. Das Land und sein Baumaterial	19
B. Die persischen Monumentalbauten	20
Zweiter Abschnitt. **Die monumentale Baukunst der klassischen Zeit**	24—75
I. Die griechische Baukunst	24
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	24
B. Die griechischen Monumentalbauten	26
C. Die Bauformen	36
D. Gesamtbild der griechischen Architektur	49
II. Die römische Baukunst	50
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	50
B. Die römischen Konstruktionsweisen	52
C. Die römischen Bauformen	56
D. Die römischen Bauwerke	59
E. Die technische Darstellungsweise im Altertum	74
Dritter Abschnitt. **Die Baukunst des Mittelalters**	76—236
I. Die römisch-altchristliche Monumental-Baukunst im weströmischen Reiche	76
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	76
B. Die altchristlichen Monumentalbauten	79
II. Die altchristliche Monumental-Baukunst im oströmischen Reiche	92
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	92
B. Die byzantinischen Monumentalbauten	93
III. Die Monumentalbauten der romanischen Baukunst	105
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	105
B. Die Grundrissanlage der romanischen Kirchen	106
C. Der romanische Stil in Deutschland	108
D. Der romanische Stil in Frankreich	130
E. Der romanische Stil in England	134
F. Der romanische Stil in Spanien	138
G. Der romanische Stil in Italien	139
H. Der romanische Stil in den nördlichen Ländern	147
IV. Die monumentale Baukunst des Islam	154
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	154
B. Die monumentalen Kultbauten der Mohammedaner	157
C. Der maurische Stil	177
V. Die Monumentalbauten der gotischen Baukunst	183
A. Allgemeine baukünstlerische Entwickelung	183
B. System der gotischen Bauweise	187
C. Die Verbreitung des gotischen Stiles durch die Bauhütten	189
D. Die Grundrissanlage der gotischen Kathedrale in Frankreich	190
E. Die innere Ausgestaltung der Kirchen	191
F. Die gewölbten Decken	192
G. Die Gotik der Uebergangszeit in Deutschland	194
H. Die gotischen Bauformen	207
I. Die norddeutsche Backsteingotik	233
K. Die Wandlungen der Gotik in den übrigen Ländern	235
Vierter Abschnitt. **Die monumentale Baukunst der neueren Zeit**	236—329
I. Die Renaissance in Italien. — II. Die Renaissance in Deutschland, Holland und Dänemark. — III. Die Renaissance in Frankreich, Spanien und England. — IV. Der Barockstil. — V. Rokoko- und Zopfstil	236—329

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XIII:

Prof. Ernst Nöthling, Die Baustofflehre,

umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer und Metalle, sowie die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe. Mit über 300 Abbildungen auf 30 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
Einleitung. — Prüfung der Baustoffe	1—2
Erster Teil. **Die Hauptbaustoffe**	1—204
I. Die Bausteine	2—127
A. Natürliche Steine	2—41
a) Einfache kristallinische Gesteine	4—12
b) Gemengte kristallinische Gesteine	12—19
c) Verkittete Trümmergesteine	19—28
d) Lose Trümmergesteine und Erden	28—31
e) Eigenschaften und Prüfung der natürlichen Steine	31—33
f) Die Gewinnung der natürlichen Steine	33
g) Die Bearbeitung der natürlichen Steine	33—39
h) Die Erhöhung der Dauer von Hausteinen	39—41
B. Die künstlichen Bausteine	41—128
a) Gebrannte künstliche Steine	41—98
b) Ungebrannte künstliche Bausteine	98—128
II. Die Bauhölzer	128—177
Allgemeines — Bau und Gefüge des Holzes — Allgemeine Eigenschaften der Hölzer — Beschreibung der wichtigsten Bauhölzer — Die Bearbeitung der Hölzer	138—177
III. Die Metalle	177—204
1. Das Eisen als Baustoff. — 2. Kupfer. — 3. Zink. — 4. Blei. — 5. Zinn. — 6. Aluminium. — 7. Nickel. — 8. Metalllegierungen. — 9. Thermit	177—204
Zweiter Teil. **Die Verbindungsstoffe**	205—290
Einleitung	205
I. Die Mörtel	205—275
A. Die Luftmörtel	205—242
a) Der Lehmmörtel	206
b) Kalkmörtel	206—225
Das Brennen des Kalkes. — Brennöfen für Kalk und Zement. — Verpackung und Aufbewahren des Kalkes. — Das Löschen des gebrannten Kalkes. — Die Zubereitung des Mörtels. — Die Mörtelmaschinen. — Mischungsverhältnisse für Kalkmörtel. — Sand und Kies. — Die Erhärtung des Kalkmörtels. — Wirkung von Eisen im Mörtel. — Mauerfrass. — Weitere Verwendungen des gebrannten Kalkes.	
c) Gipsmörtel	225—242
Allgemeines. — Eigenschaften des Gipses. — Das Brennen des Gipses. — Prüfung des Gipses auf seine Güte. — Schnelles und langsames Erhärten des Gipses. — Verwendungen des Gipses.	
B. Wassermörtel oder hydraulische Mörtel	243—274
a) Die Trasse	244—246
b) Die Zemente	246—274
C. Feuerfeste Mörtel	274—275
II. Asphalt	275—285
III. Die Kitte	285—290
Dritter Teil. **Die Neben- oder Hilfsstoffe**	290—332
I. Das Glas und das Wasserglas	290—296
II. Harze und Teere	296—298
III. Farben, Firnisse und Lacke	298—312
IV. Kautschuk und Guttapercha	312—313
V. Dachpappe, Holzzement, wasserdichte Gewebe	314—315
VI. Asbest und Uralith	315—319
VII. Linoleum	319
VIII. Filz, Eisenfilz, Unterlagsfilzpappen	319—320
IX. Tapeten, Lincrusta	320—323
X. Hanf und Hanfseile	323—324
XI. Stroh, Rohr, Moos und Torf	324—325
XII. Deckengewebe, Rohrgewebe, Matten	326—327
XIII. Das Papier als Baustoff	327—328
XIV. Verschiedene andere Baustoffe	328
XV. Verschiedene Baustoffe, welche zur Isolierung gegen Wärme und Kälte usw. dienen	328—332

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XIV:

Prof. A. Opderbecke, Das Veranschlagen im Hochbau,

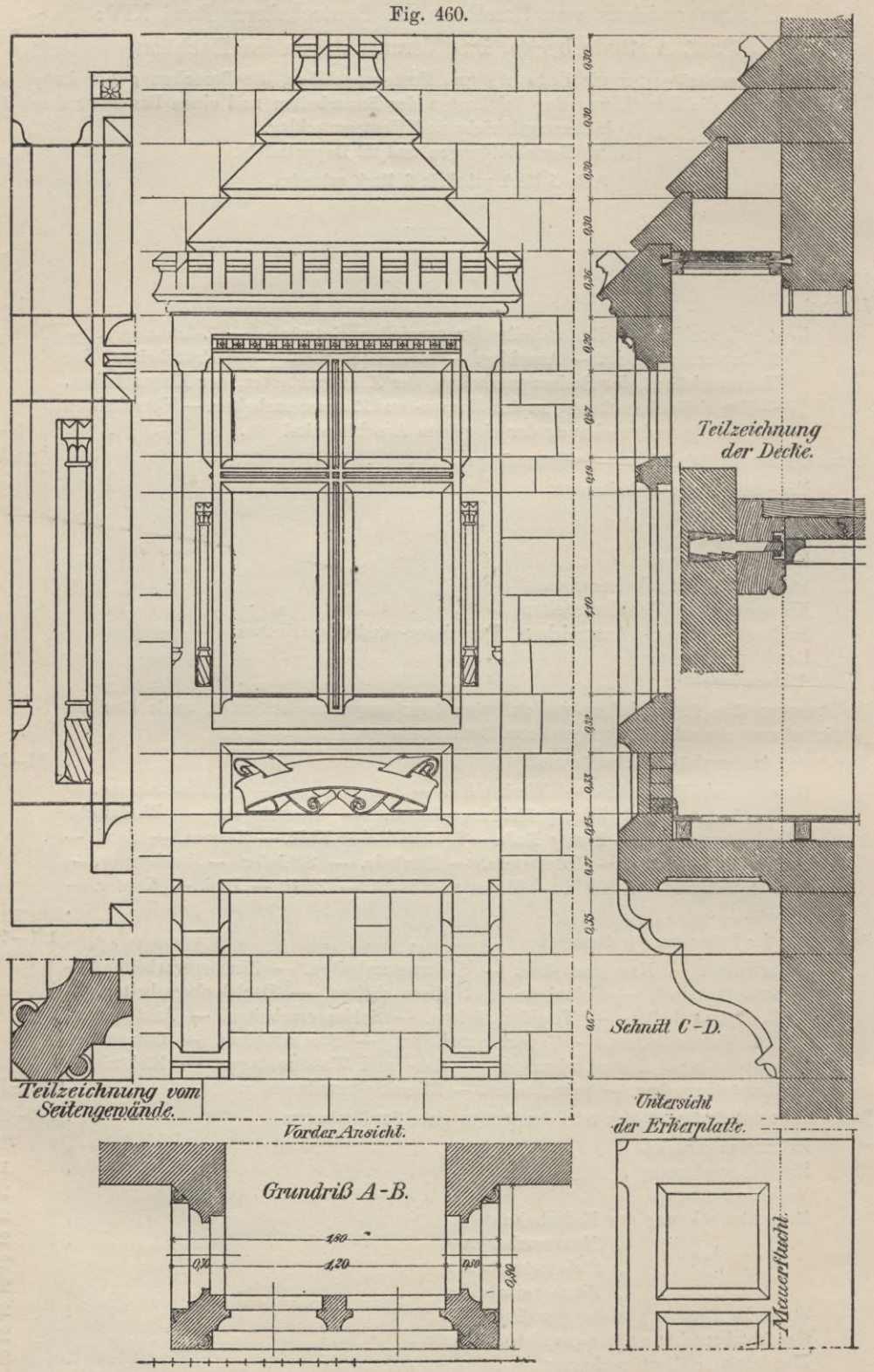
umfassend die Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge, die Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe, die Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten und einen Bauentwurf mit Erläuterungsbericht und Kostenanschlag.

Mit 20 Textabbildungen und 22 Doppeltafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
A. Allgemeines	1—22
Kostenüberschlag. — Bestandteile der speziellen Entwürfe. — Zeichnungen. — Erläuterungsbericht. — Anschlag. — Massenberechnung der Erdarbeiten, der Maurerarbeiten, der Steinmetzarbeiten, der Zimmerarbeiten, der Eisenarbeiten. — Materialienberechnung zu den Maurer- und Zimmererarbeiten. — Vorschriften für die Kostenberechnung der einzelnen Anschlagstitel	1—22
B. Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge	23—36
Erd- und Maurerarbeiten	23
Asphaltarbeiten	28
Steinmetzarbeiten	29
Zimmererarbeiten	30
Staker- und Dachdeckerarbeiten	31
Klempner- und Tischlerarbeiten	32
Schlosser-, Glaser-, Anstreicher-, Tapezierer- und Ofenarbeiten	33
Bauführungskosten	34
Allgemeines	35
C. Bestimmungen über die Aufstellung von statischen Berechnungen zu Hochbauten, sowie über die hierbei anzunehmenden Belastungen bezw. Beanspruchungen	37—50
D. Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe	51—120
Bruch- und Feldsteine. — Werksteine. — Ziegelsteine. — Chamottesteine. — Fussboden- und Wandbekleidungsplatten. — Dachziegel. — Rheinische Schwemmsteine. — Fetter Kalk. — Hydraulischer Kalk. — Zement. — Sand. — Mörtel. — Beton. — Kunststein. — Bauholz. — Schiefer. — Dachpappe. — Holzzement. — Asphalt. — Eisen und Stahl. — Zink. — Blei. — Kupfer. — Glas	51—120
E. Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten	121—172
Erdarbeiten. — Maurerarbeiten. — Steinmetzarbeiten. — Zimmererarbeiten. — Stakerarbeiten. — Schmiede- und Eisenarbeiten. — Dachdeckerarbeiten. — Klempnerarbeiten. — Tischlerarbeiten. — Schlosserarbeiten. — Anstreicher- und Malerarbeiten. — Tapeziererarbeiten. — Stuckarbeiten. — Ofensetzerarbeiten und Zentralheizungen. — Gas- und Wasseranlagen. — Elektrische Haustelegraphen. — Sprachrohre. — Blitzableiteranlagen	121—172
F. Bauentwurf nebst Kostenanschlag betr. den Neubau eines Familienhauses	173—250
Erläuterungsbericht	173
Kostenberechnung	178
Vorberechnung	204
Massenberechnung der Erdarbeiten	211
„ „ Maurerarbeiten	212
„ „ Steinmetzarbeiten	222
„ „ Zimmererarbeiten	228
Statische Berechnung der gewalzten ┬-Träger	244
Gewichtsberechnung der gewalzten Träger	249
Maurermaterialienberechnung	250

Fig. 460.


Teilzeichnung der Decke.
Schnitt C-D.
Teilzeichnung vom Seitengewände.
Vorder Ansicht.
Grundriß A-B.
180
120
Untersicht der Erkerplatte.
Mauerflucht.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XV:

Prof. A. Opderbecke und H. Wittenbecher, Der Steinmetz,

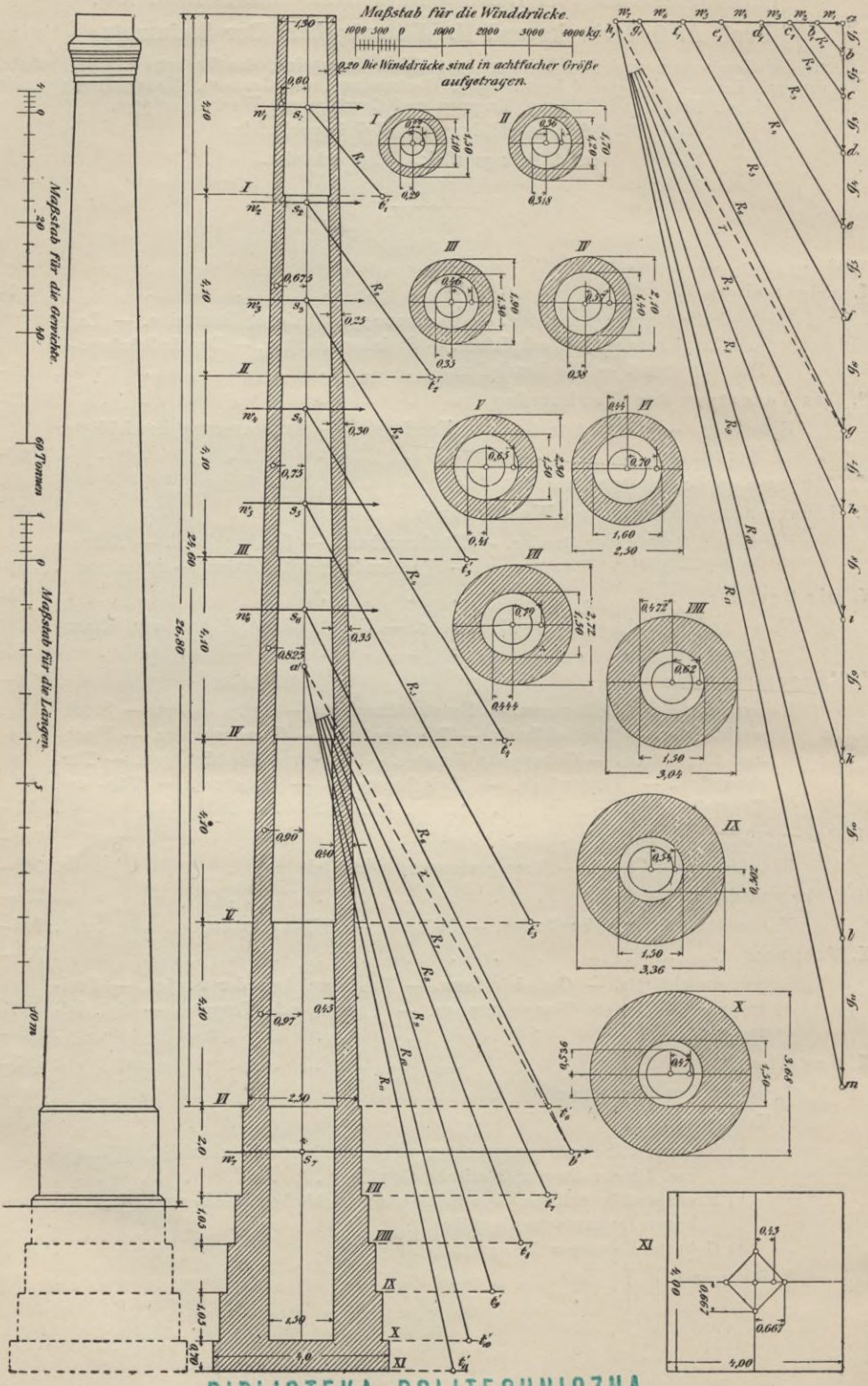
umfassend die Gewinnung und Bearbeitung natürlicher Bausteine, das Versetzen der Werksteine, die Mauern aus Bruch-, Feld- und bearbeiteten Werksteinen, die Gesimse, Maueröffnungen, Hausgiebel, Erker und Balkone, Treppen und Gewölbe mit Werksteinrippen.

Mit 609 Textabbildungen und 7 Doppeltafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V
I. Allgemeines	1—22
Eigenschaften guter Bausteine. — Gewinnung natürlicher Bausteine. — Lage und Einrichtung des Werkplatzes. — Steinhauerhütten. — Das Aufbänken. — Das Werkzeug. — Die Bearbeitung	1—22
II. Das Versetzen der Werksteine	23—39
Hebezeuge. — Baugerüste. — Das Vergiessen. — Ausbesserung beschädigter Werkstücke	23—39
III. Mauern aus Bruch- und Feldsteinen	40—42
IV. Mauern aus bearbeiteten Werksteinen	43—53
Form und Grösse der Quader. — Läuferverband. — Blockverband. — Eckverbände. — Freistehende Mauern. — Verblendung mit Platten. — Steinliste	43—53
V. Die Gesimse	54—75
Fuss- und Sockelgesimse. — Gurtungen. — Hauptgesimse, Trauf- und Kranzgesimse	54—75
VI. Maueröffnungen	76—141
Ueberdeckung der Oeffnungen. — Fensteröffnungen. — Kellerfenster. — Stockwerkfenster. — Die Sohlbank. — Die Gewände. — Gerader Sturz. — Flach- und Rundbögen. — Gekuppelte Fenster. — Tür- und Toröffnungen. — Türschwellen. — Türgewände. — Zwischensturze. — Haustore. — Tür- und Torpfeiler	76—141
VII. Hausgiebel	142—159
Grundform der Giebel. — Traufgesimse an den Giebeln	142—159
VIII. Erker und Balkone	160—167
Unterstützung der Erkerplatten. — Balkone. — Balkonbrüstungen	160—167
IX. Treppen	168—196
Steigungsverhältnis. — Grundrissform. — Das Verziehen der Stufen. — Freitreppen. — Innere Wangentreppen. — Freitragende Treppen. — Spindeltreppen	169—196
X. Gewölbe	197—222
1. Böhmisches Kappengewölbe	199
2. Kreuzgewölbe	201
a) Kreuzgewölbe mit wagerechten Scheitellinien und gleichhohen Rand- und Diagonalbogen (römische Gewölbe)	203
b) Kreuzgewölbe mit geradem Stich und gleichhohen Rand- und Diagonalbogen (romanische Gewölbe)	205
c) Gebuste Kreuzgewölbe (gotische Gewölbe)	208
3. Sterngewölbe	216

Tafel 8.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XVI:

R. Schöler, Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues

einschliesslich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen. Mit 570 Textabbildungen, 13 zum Teil farbigen Tafeln und 15 Querschnittstabellen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

	Seite
Vorwort	V—VI
Erster Teil. **Statik**	1—94
I. Grundbegriffe, Erklärungen. Aufgabe der Statik. Grundbegriffe. Bestimmungsstücke einer Kraft. Darstellung der Kräfte. Kräfteplan. Mittelkraft. Gleichgewicht. Gleichgewicht zweier Kräfte. Satz von der Verschiebung des Angriffspunktes.	1—4
II. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften	4—39
a) Die Kräfte wirken in derselben Geraden	4
b) Die Kräfte wirken an einem Punkte nach verschiedenen Richtungen	6
c) Rechnerische Zusammensetzung und Zerlegung von ebenen Kräften	13
d) Die Kräfte wirken zerstreut in der Ebene	16
e) Von den statischen Momenten der Kräfte	32
III. Anwendung der statischen Gesetze auf die Baukonstruktionen	40—94
a) Der durch Einzellasten beanspruchte Balken	40
b) Der Schwerpunkt	50
c) Von der Standsicherheit	63
d) Von der Auflagerung der Träger	65
e) Von den Fachwerkträgern	68
Zweiter Teil. **Festigkeitslehre**	95—217
I. Einleitung	95
a) Formänderung und Spannung	95
b) Dehnung, Dehnungskoeffizient, Elastizitätsmodul	96
c) Proportionalitätsgrenze, Grenzkraft, Festigkeit	97
d) Zulässige Beanspruchung, Sicherheitskoeffizient	99
e) Festigkeitsarten	99
f) Zulässige Beanspruchung	100
II. Zugfestigkeit	101—103
III. Druckfestigkeit	103—105
IV. Schubfestigkeit	105—110
V. Biegungsfestigkeit	110—167
a) Entwickelung der Biegungsgleichung	110
b) Die meist vorkommenden Belastungsfälle	126
VI. Knickfestigkeit	167—179
a) Berechnung der Säulen	167
b) Berechnung der Säulenfüsse	172
c) Trägeranschlüsse an gusseiserne Säulen	174
d) Schmiedeeiserne Säulen, deren Querschnitt aus zwei ⊏-Eisen besteht	176
e) Frontstützen aus ⊏-Eisen	178
VII. Schubspannungen in der Längsrichtung der Träger	179
VIII. Zusammengesetzte Festigkeit	183
a) Die auf Doppelbiegung beanspruchten Träger	183
b) Biegung und Zug	185
c) Biegung und Druck	187
d) Der exzentrische Druck	189
e) Horizontal belastete Säulen	192
IX. Beton- und Betoneisenkonstruktionen	195—217
a) Zentrischer Druck	195
b) Beanspruchung auf Zug	196
c) Schubfestigkeit	197
d) Biegung	197
e) Adhäsion zwischen Eisen und Beton	201
f) Berechnung der Betoneisenkonstruktionen	201
Dritter Teil. **Anwendungen auf grössere Konstruktionen**	218—292
a) Reibung	218
b) Erddruck	221
c) Die freistehenden Schornsteine	234
d) Die Gewölbe	241
e) Musterbeispiele für die Anfertigung statischer Berechnungen	251

Soeben gelangte zur Ausgabe:

Handbuch des Bautechnikers Band XVII:

DAS

ENTWERFEN DER FASSADEN

ENTWICKELT

AUS DER ZWECKMÄSSIGEN GESTALTUNG DER EINZELFORMEN UND DEREN ANWENDUNG AUF NEUZEITLICHE BÜRGERLICHE BAUTEN IN BRUCHSTEIN-, WERKSTEIN-, PUTZ- UND HOLZARCHITEKTUR

FÜR DEN SCHULGEBRAUCH UND DIE BAUPRAXIS

BEARBEITET

VON

HANS ISSEL

ARCHITEKT UND KÖNIGL. BAUGEWERKSCHULLEHRER ZU HILDESHEIM

MIT ETWA 400 TEXTABBILDUNGEN UND 20 TAFELN

GEHEFTET 5 MARK; GEBUNDEN 6 MARK.

Soeben gelangte zur Ausgabe:

Handbuch des Bautechnikers Band XVIII:

DIE

SCHATTENKONSTRUKTIONEN

DIE AXONOMETRISCHE PROJEKTION UND DIE PERSPEKTIVE

FÜR DEN SCHULGEBRAUCH UND DIE BAUPRAXIS

BEARBEITET

VON

LUDWIG HAASS

ARCHITEKT UND BAUGEWERKSCHULOBERLEHRER ZU HILDESHEIM

MIT 325 TEXTABBILDUNGEN UND 16 TAFELN

GEHEFTET 5 MARK; GEBUNDEN 6 MARK.

Empfehlenswerte Werke

für das

Baugewerbe

aus dem

Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig

Aldinger, Paul, Kunstschmiedereien moderner Richtung. Vorlagen und Motive zu Gittern, Toren, Füllungen und Geländern. Zum praktischen Gebrauch für Schlosser, Architekten und Bauherren. Dreissig Tafeln mit erläuterndem Text und ausführlichen Gewichts- und Kostenberechnungen. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Altberg, O., Die Feuerungsanlagen für das Haus, erläutert durch die Resultate der Wärmetechnik und die Leistung der verschiedenen Brennstoffe. Sechste unveränderte Auflage. Mit Atlas, enthaltend 21 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mk. 25 Pfg.

Arnheim, O., Moderne Schmiedearbeiten in einfacher Ausführung. Vorlagen von Gittern aller Art, Brüstungen und Füllungen, Toren und Geländern. Für den praktischen Gebrauch herausgegeben. 24 Tafeln mit erläuterndem Text und ausführlichen Gewichtstabellen. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Aster, G., Das Einfamilienhaus. Eine Sammlung von Entwürfen in Grundrissen, Ansichten und Höhenschnitten nebst Kostenanschlägen. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Behse, Dr. W. H., Der Bau hölzerner Treppen. Mit besonderer Berücksichtigung der Konstruktion neubearbeitet von Prof. Opderbecke, Direktor der Anhaltischen Bauschule in Zerbst. Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage des Treppenwerkes von Dr. W. H. Behse. 24 Tafeln mit Text. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Behse, Dr. W. H., Die Baurisse, umfassend die zeichnerische Darstellung und das Entwerfen der gewöhnlich vorkommenden Gebäudegattungen. Nebst einer Aufstellung eines ausführlichen Kostenanschlags. Fünfte erweiterte Auflage, herausgegeben von Hermann Robrade, kaiserlicher Postbauinspektor. Mit einem Atlas von 30 Tafeln. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Behse, Dr. W. H., Der Maurer. Eine umfassende Darstellung der sämtlichen Maurerarbeiten. Siebente gänzlich neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Hermann Robrade, Kaiserl. Baurat. Mit einem Atlas von 56 Foliotafeln, enthaltend 720 Figuren. gr. 8. Geh. 12 Mark. Geb. 15 Mark.

Behse, Dr. W. H., Treppen aus Holz. Eine kurze Anweisung zum Gebrauch für Treppenbauer, Baugewerksmeister, Zimmerleute und Bauschüler. Sechste Auflage, herausgegeben von E. Lorenz, Architekt. Mit 100 Abbildungen auf 6 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 50 Pfg.

Behse, Dr. W. H., Der Zimmermann. Eine umfassende Darstellung der Zimmermannskunst. Elfte erweiterte Auflage, herausgegeben von H. Robrade, kaiserl. Postbauinspektor. Mit einem Atlas von 44 Gross-Foliotafeln, enthaltend 685 Abbildungen. gr. 8. Geh. 12 Mark. Geb. 16 Mark.

Berger, Alfons, Moderne Fabrik- und Industriebauten. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Anlagen zum Gebrauche für Architekten, Baugewerksmeister und Bauschüler, dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Teilzeichnungen. 28 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Berndt, H., Häuser in Stein- und Putzbau. Eine Sammlung von Entwürfen zu bürgerlichen Bauten und Villen in verschiedenen Stilarten, vorwiegend in Putzbau mit Stein- und Holzarchitekturteilen. Zum Gebrauch für Baumeister, Architekten, Bauunternehmer und Bauschüler. 26 Tafeln mit Text. 4. In Mappe. 4 Mark 50 Pfg.

Bleichrodt, W. G., Meister-Examen der Maurer und Zimmerleute. Ein Nachschlagebuch für die Praxis nach den neuesten Konstruktionsgebräuchen und Erfahrungen und Wiederholungsunterricht für Innungs-Kandidaten und Bauschul-Abiturienten zur Vorbereitung für die Prüfung. Vierte völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage, zusammengestellt u. herausgeg. von Paul Gründling. Mit einem Atlas, enthalt. 16 Tafeln mit über 600 Figuren. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Bock, O., Die Ziegelfabrikation. Ein Handbuch, umfassend die Herstellung aller Arten von Ziegeln, sowie die Anlage und den Betrieb von Ziegeleien. Neunte gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 353 Textabbildungen und 12 Tafeln. Lex.-8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Böhmer, E. und **Neumann, Fr., Kalk, Gips, Zement.** Handbuch bei Anlage und Betrieb von Kalkwerken, Gipsmühlen und Zementfabriken. Fünfte verbesserte Auflage, bearbeitet von Fr. Neumann, Ingenieur. Mit einem Atlas von 10 Foliotafeln und 40 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Böttger, C. A. und **A.** und **M. Graef, Die Arbeiten des Schlossers.** Zweite Folge. **Der Kunstschlosser.** Vorbilder für Bauschlosserei, Gebrauchsartikel, Hausgeräte und Beleuchtungsgegenstände, sowie Einzelheiten und Verzierungen, welche der Ornamentik des Schlossers angehören. In herrschendem Stil und gangbarsten Verhältnissen, nach genauem Mass entworfen und gezeichnet. 30 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Buchner, Dr. O., Die Konstruktion und Anlegung der Blitzableiter. Zum Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen. Dritte vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 8 Foliotafeln. 8. Geh. 3 Mk. 60 Pfg.

Christiansen, O., Der Holzbaustil. Entwürfe zu Holzarchitekturen in moderndeutschem, norwegischem, schweizer, russischem und englisch-amerikanischem Stil. Eine Sammlung von Sommersitzen, Villen, Land- und Touristenhäusern, Jagdschlössern, Wirtschafts- und ähnlichen Gebäuden. 30 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Deutsch, S., Der Wasserbau, I. Teil, umfassend: Die Meteorologie, den Kreislauf des Wassers, die stehenden und fliessenden Binnengewässer, die Talsperren, die Messung der Wasserstände, der Wassergeschwindigkeiten und Wasserabflussmengen, den Flussbau und den Wehrbau. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 218 Textabbildungen und 32 Tafeln. Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

Deutsch, S., Der Wasserbau, II. Teil, umfassend: Natürliche und künstliche Wasserstrassen, Schiffahrtsschleusen, Schiffshebeeinrichtungen, Hafenbauten, Flusskanalisierung, Bekämpfung des Hochwassers der Flüsse und Ströme, Deichbauten, Berechnung der durch Schütze fliessenden Wassermenge, Berechnung der Werkkanäle, Berechnung von Kaimauern und Notizen über die wichtigsten Flüsse des deutschen Reiches. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 135 Textabbildungen und 37 Tafeln. Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

Erlach, H., Sprüche und Reden für Maurer bei Legung des Grundsteins zu allerlei öffentlichen und Privatgebäuden. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Faber, R., Schulhäuser für Stadt und Land. Eine Sammlung ausgeführter Entwürfe von Dorf-, Bezirks- und Bürgerschulen, Realschulen und Gymnasien, mit und ohne Turnhallenanlagen, sowie Kinderbewahranstalten oder Krippen, unter besonderer Berücksichtigung der bewährtesten Subsellien. 27 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 12 Mark.

Frohn, C., Die graphische Statik. Zum Gebrauche an technischen Unterrichtsanstalten, zum Selbststudium und für die Baupraxis. Mit 115 Textabbildungen und 3 Tafeln. Lex.-8. Geh. 3 Mark 50 Pfg. Geb. 4 Mark 50 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Der Holzberechner nach metrischem Masssystem. Tafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts von runden, vierkantig behauenen und geschnittenen Hölzern, sowie des Quadratinhalts der letzteren; ferner der Kreisflächen und des Wertes der Hölzer. Siebente Auflage. 8. Geb. 3 Mark 75 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Neuer Steinberechner nach metrischem Masssystem. Mit einem Anhang, enthaltend die wichtigsten Formeln zur Flächen- und Körperberechnung, sowie deren Anwendung auf die Praxis und eine arithmetische Tabelle. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Ed. Jentzen, Direktor. Mit 36 Textabbildungen. 8. Geb. 2 Mark 50 Pfg.

Geyger, Erich, Die angewandte darstellende Geometrie, umfassend die Grundbegriffe der Geometrie, das geometrische Zeichnen, die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen, die Dachausmittelungen, Schraubenlinien, Schraubenflächen und Krümmlinge sowie die Schiftungen. Zweite verbesserte Auflage. Mit 570 Textabbildungen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Graef, M., Dekorativer Holzbau. Zeitgemässe Entwürfe zur inneren und äusseren Ausgestaltung des Hauses und seiner Umgebung durch Holzarchitektur. Vorlagen von Einzelheiten und Baulichkeiten für die Praxis. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 36 Foliotafeln mit erläuterndem Texte. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und M., Die moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute, enthaltend alle beim inneren Ausbau vorkommenden Arbeiten des Bautischlers. Dreizehnte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 63 Text-Holzschnitten und einem Atlas, enthaltend 40 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Graef, A. und M., Moderne Ladenvorbaue und Schaufenster mit Berücksichtigung der inneren Einrichtung von Geschäftsräumen. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Foliotafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und M., Das Parkett. Eine Sammlung von farbigen Vorlagen massiver und fournierter Parkette in einfacher und reicher Ausführung. 24 Foliotafeln mit 300 Mustern nebst ausführlichem Text. gr. 4. In Mappe. 10 Mark.

Graef, A. und M., Moderne Türen und Tore aller Anordnungen. Eine Sammlung von Originalzeichnungen zum praktischen Gebrauch für Tischler und Zimmerleute. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 24 Foliotafeln in Tondruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, M., Die innere Ausstattung von Verkaufsräumen in Tischlerarbeit. Moderne Ladeneinrichtungen für alle Geschäftszweige. 26 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe mit erläuterndem Text. 9 Mark.

Graef, A. und M., Werkzeichnungen für Glaser und Bautischler, insbesondere jede Art von Fenstern und alle damit verwandten Arbeiten zum Zwecke der inneren und äusseren Ergänzung und Ausstattung der Wohnhäuser und anderer Gebäude. Ferner eine grosse Anzahl aller möglichen Profile und Durchschnitte von Fenstern, sowie auch Jalousie-, Roll- und anderer Verschlussläden usw. Zweite verbesserte Auflage. 28 Foliotafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Bürgerliche Bauten im Rohbaustil. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für alle vorkommenden freistehenden und eingebauten bürgerlichen und öffentlichen Bauten, dargestellt in Grundrissen, Fassaden und Teilzeichnungen für Verblendbau-Ausführung. Zweite verbesserte Auflage. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Neue Garten-Architekturen. Praktische Motive zu Eingängen, Toren, Einfriedigungen, Lauben, Pavillons, Ruheplätzen, Terrassen, Veranden,

Laubengängen nebst 2 Lageplänen zu Garten- und Park-Anlagen. 24 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Moderne Architekturen. Entwürfe zu Miet-, Geschäfts- und Einfamilienhäusern im Stile der Neuzeit. Zum Gebrauche für Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Bauherren. 30 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Motive für die Gesamt-Innen-Dekoration. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für Architekten, Bauunternehmer usw., enthaltend Darstellung von Arrangements zur Innen-Dekoration der Decken und Wände aller vorkommenden Räume des bürgerlichen Hauses. In Gesamt-Ansichten, Grundrissen und Details des Einzel-Ornaments. 25 Tafeln mit erläut. Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Moderne Wohnhäuser und Villen. Eine Sammlung von Entwürfen und Darstellungen ausgeführter Bauten zu Miethäusern, Wohn- und Geschäftshäusern, sowie Einfamilienhäusern und Villen in der Stadt und auf dem Lande. 30 Tafeln in gr. 4. Mit Text in Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Gründling, P. und **Hannemann, F., Theorie und Praxis der Zeichenkunst** für Handwerker, Techniker und bildende Künstler. Ein Vademekum über alle Zweige und Gebiete des Zeichnens. Vierte Auflage. Mit Atlas von 30 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Haass, L., Die Schattenkonstruktionen, die axonometrische Projektion und die Perspektive. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 325 Textabbildungen und 16 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Hintz, L., Die Baustatik. Ein elementarer Leitfaden zum Selbstunterricht und zum praktischen Gebrauch für Architekten, Baugewerksmeister und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einer Tafel und 305 in den Text eingedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 8 Mark. Geb. 9 Mark 50 Pfg.

Issel, H., Die landwirtschaftliche Baukunde, umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Gross- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 684 Textabbildungen und 24 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Baustillehre, umfassend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Monumental-Baukunst in den verschiedenen Stilarten. Mit besonderer Berücksichtigung der massgebenden Einzel-Bauformen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 454 Textabbildungen und 17 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Das Entwerfen der Fassaden, entwickelt aus der zweckmässigen Gestaltung der Einzelformen und deren Anwendung auf neuzeitliche bürgerliche Bauten in Bruchstein-, Werkstein-, Putz- und Holzarchitektur. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit etwa 400 Textabbildungen und 20 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Der Holzbau, umfassend den Fachwerk-, Bohlen-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 500 Textabbildungen und 15 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Wohnungsbaukunde (Bürgerliche Baukunde), umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 583 Textabbildungen und 23 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Jeep, W., Der Asphalt und seine Anwendung in der Technik. Gewinnung, Herstellung und Verwendung der natürlichen und künstlichen Asphalte. Zweite

neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Prof. Ernst Nöthling, Architekt und Oberlehrer der Kgl. Baugewerkschule zu Deutsch-Krone (Westpr.). Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Jeep, W., Die Einrichtung und der Bau der Backöfen. Ein Handbuch für Bau- und Maurermeister, Bäcker und alle diejenigen, welche sich mit dem Bau und Betriebe der Backöfen und Bäckereien befassen. Zweite sehr vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 15 Tafeln, enthaltend 158 Abbildungen. 8. Geh. 5 Mark.

Jeep, W., Einfache Buchhaltung für baugewerbliche Geschäfte. Zum Gebrauche für Bauhandwerker und technische Lehranstalten. Nebst einem Anhang: Die gesetzlichen Bestimmungen über die Arbeiter-Versicherungskassen. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Jeep, W., Die Eindeckung der Dächer mit weichen und harten Materialien, namentlich mit Steinen, Pappe und Metall. Eine Anleitung zur Anfertigung der verschiedenen Dacheindeckungen für Schiefer- und Ziegeldecker, Klempner, Bauhandwerker und Bauunternehmer. Vierte Auflage. Mit Atlas von 12 Foliotafeln. 8. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Die Anfertigung der Kitt- und Klebemittel für die verschiedensten Gegenstände. Zum Gebrauch für Maschinenfabrikanten, Ingenieure, Architekten, Baumeister, Bauunternehmer, Schlosser, Schmiede, Tischler, Drechsler etc. Vierte völlig veränderte Auflage von Thons Kittkunst. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Das graphische Rechnen und die Graphostatik in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Zum Gebrauche für Baugewerksmeister, Baugewerksschulen usw. Zweite Auflage. Mit Atlas von 35 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mark.

Jentzen, Ed., Die Flächen- und Körperberechnungen. Nebst vielen Beispielen zum praktischen Gebrauch für Bau- und Maschinentechniker. Mit 116 Figuren. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Johnen, Dr. P. J., Elemente der Festigkeitslehre in elementarer Darstellung mit zahlreichen, teilweise vollständig gelösten Uebungsbeispielen, sowie vielen praktisch bewährten Konstruktionsregeln. Für Maschinen- und Bautechniker, sowie zum Gebrauche in technischen Lehranstalten. Mit 176 in den Text gedruckten Abbildungen und mehreren Profiltabellen. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Keller, O., Das A-B-C des Zimmermanns oder die ersten Begriffe der Zimmerkunst für Lehrlinge und angehende Gesellen. Zweite, gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 12 Figurentafeln. kl. 4. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Keller, O., Kleine Häuser. Eine Sammlung von einfachen und reicheren Entwürfen für Baugewerksmeister, Bauschüler und Bauunternehmer. Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage. 30 Tafeln mit Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Keller, O., Architektonische und konstruktive Details zum Gebrauch für Bauausführende und Schüler des Baufaches. 10 Grossfoliotafeln mit Text in Mappe. 6 Mark.

Keller, O., Architektonische Holzverzierungen zum Aussägen. Eine Sammlung von Entwürfen zum praktischen Gebrauch für Architekten und Baugewerksmeister, sowie als Wandtafelvorlagen für Fachschulen. Dritte vermehrte Auflage. 10 Tafeln in grösstem Folioformat in Mappe. gr. 4. 5 Mark.

Keller, O., Vorlegeblätter für das Tiefbauzeichnen zum Gebrauche an Tiefbauschulen. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 5 Mark.

Kellers Unterrichtsbücher für das gesamte Baugewerbe. Für Praxis, Selbstunterricht und Schulgebrauch.

Bd. 1. Die Mathematik I. Gemeine Arithmetik und bürgerliches Rechnen, allgemeine Arithmetik sowie Algebra und Trigonometrie. Dritte vermehrte Auflage. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

Band 2. Die Mathematik II. Planimetrie, Stereometrie, darstellende Geometrie und Schattenlehre. Vierte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 323 Figuren auf 26 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 2a. Die Mathematik IIa. Perspektive, Schiften, Austragen der Treppen, Krümmlinge und Steinschnitt. Mit 89 Figuren auf 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 3. Technische Naturlehre, mit besonderer Berücksichtigung der Physik, Baumechanik, Chemie und Baumaterialienlehre. Dritte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 7 Tafeln, enthaltend 77 Figuren. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 4. Die Baukonstruktionslehre I. Steinkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Maurers und Steinmetzen. Dritte gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 215 Abbildungen auf 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 5. Die Baukonstruktionslehre II. Holzkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Zimmerers und Bautischlers. Vierte gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 202 Figuren auf 22 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 6. Die Baukonstruktionslehre III. Enthaltend die Elemente der Eisenverbindungen sowie die einfachen Konstruktionen des Hoch- und Brückenbaues. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 171 Abbildungen auf 10 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 7. Die Baukonstruktionslehre IV. Enthaltend die Feuerungs- und Heizanlagen, die Ventilation und Beleuchtung für häusliche und gewerbliche Zwecke. Dritte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 8. Die Bauformenlehre. Enthaltend die Entwickelung und die Verhältnisse der Bauformen, den Fassadenbau und architektonische Einzelheiten mit besonderer Berücksichtigung des modernen Stiles. Dritte neubearbeitete Auflage. Mit 234 Abbildungen auf 20 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 9. Die Tiefbaukunde I. Enthaltend die verschiedenen Gründungsarten und die Elemente des Wasserbaues. Zweite verbesserte Auflage. Mit 86 Abbildungen auf 8 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 10. Die Tiefbaukunde II. Enthaltend die Elemente der praktischen Geometrie und des Planzeichnens; Strassen- und Eisenbahnbau. Bearbeitet von A. Junghanss. Mit zahlreichen Figuren auf 15 Tafeln. Lex.-8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 11. Die Tiefbaukunde III. Enthaltend die Baumaschinen und die Elektrotechnik im Baufach. Bearbeitet von K. v. Auw. Lex.-8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 12. Die Allgemeine Baukunde. Die Einrichtung der landwirtschaftlichen, bürgerlichen, gewerblichen und gemeinnützigen Gebäude. Dritte vermehrte Auflage. Mit 12 Tafeln, enthaltend 160 Figuren. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

Klasen, L., Landhäuser im Schweizer Stil und ähnlichen Stilarten. Eine Sammlung billig zu erbauender Villen für eine oder zwei Familien. 25 Tafeln in Quart mit erläuterndem Text. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Klepsch, Th., Der Fluss-Schiffsbau und seine Ausführung in Eisen, Holz und Komposit-Metall. Ein Wegweiser für Schiffsbauer, Ingenieure, Rhedereien und Schiffsbauunternehmer, nach praktischen Erfahrungen zusammengestellt und mit Tabellen versehen. Zweite Auflage. Mit 9 Foliotafeln. gr. 4. Geh. 3 Mark.

König, A., Ländliche Wohngebäude, enthaltend Häuser für den Landmann, Arbeiter und Handwerker, sowie Pfarr-, Schul- und Gasthäuser mit den dazu erforderlichen Stallungen. Nebst ausführlicher Angabe des zu ihrer Erbauung

nötigen Aufwandes an Materialien und Arbeitslöhnen. Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas, enthaltend 16 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg. Geb. 10 Mark.

Kopp, W. und **Graef, A.** und **M., Die Arbeiten des Schlossers.** Erste Folge. Leicht ausführbare **Schlosser- und Schmiedearbeiten für Gitterwerk aller Art.** In herrschendem Stil und gangbarsten Verhältnissen, nach genauem Mafs entworfen. Zweite vermehrte Auflage von „Böttger und Graefs Arbeiten des Schlossers". 24 Foliotafeln. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band II: **Der Dachdecker-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Mitgliedern des S. W. D. Dachdecker-Verbandes. Mit 92 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band III: **Der Maurer-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Georg Bier, Baugewerksmeister und Revisionsbeamter der Handwerkskammer zu Coblenz. Mit 96 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band VI: **Der Zimmerer-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Georg Bier, Baugewerksmeister und Revisionsbeamter der Handwerkskammer zu Coblenz. Mit 144 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Kreuzer, Herm., Farbige Bleiverglasungen für Profan- und Kirchenbauten. Für Architekten und praktische Glaser. I. Sammlung: Profanbauten. Zweite Auflage. 10 Blatt Folio in Farbendruck. Geh. 5 Mark.

Kühn, A. und **Rohde, H., Entwürfe für Gast- und Logierhäuser** in Bade- und Luftkurorten. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Stadt- und Landhäuser. Eine Sammlung von modernen Entwürfen in gotischen Formen. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Villa und Stadthaus. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Bauten in Formen der Renaissance und des Barockstils. Dargestellt durch Grundrisse, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R. und **Krause, O., Mein Haus — meine Welt.** Eine Sammlung von Entwürfen für Einfamilienhäuser. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Perspektiven mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 25 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Lindner, M., Die Technik des Blitzableiters. Anleitung zur Herstellung und Prüfung von Blitzableiteranlagen auf Gebäuden jeder Art; für Architekten, Baubeamte und Gewerbetreibende, die sich mit Anlegung und Prüfung von Blitzableitern beschäftigen. Mit 80 Abbildungen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Manega, R., Die Anlage von Arbeiterwohnungen vom wirtschaftlichen, sanitären und technischen Standpunkte, mit einer Sammlung von Plänen der besten Arbeiterhäuser Englands, Frankreichs und Deutschlands. Dritte neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas von 16 Tafeln, enthaltend 176 Figuren. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.

Mühlau, P., Tore, Türen, Fenster und Glasabschlüsse im Stile der Neuzeit. Eine Sammlung mustergültiger Original-Entwürfe von Toren, Haus-, Zimmer- und Korridortüren, Windfängen, Glasabschlüssen, Fenstern und Wandvertäfelungen in einfacher und reicher Ausführung. Zum unmittelbaren Gebrauch für die Praxis bearbeitet. 50 Tafeln mit erkl. Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau eiserner Treppen. Eine Darstellung schmiedeeiserner Treppen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. Vierundzwanzig Tafeln und 2 Detailblätter. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau steinerner Treppen. Eine Darstellung steinerner Treppen in praktischen Beispielen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. 24 Tafeln und 4 Blätter mit Teilzeichnungen in natürlicher Grösse. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Neupert, F., Geschäftshäuser. Eine Sammlung von Entwürfen zu eingebauten Geschäfts- und Lagerhäusern für grössere und kleinere Städte. 25 Tafeln mit erklärendem Text in Mappe. gr. 4. 9 Mark.

Nieper, F., Das eigene Heim. Eine Sammlung von einfachen, freistehenden Einfamilienhäusern. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Perspektiven. 26 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Nöthling, E., Die Baustofflehre, umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer und Mörtelarten, sowie die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 30 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Nöthling, E., Die Eiskeller, Eishäuser und Eisschränke, ihre Konstruktion und Benutzung. Für Bautechniker, Brauereibesitzer, Landwirte, Schlächter, Konditoren, Gastwirte u. s. w. Fünfte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 161 Figuren. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Nöthling, E., Der Schutz unserer Wohnhäuser gegen die Feuchtigkeit. Ein Handbuch für praktische Bautechniker, sowie als Leitfaden für den Unterricht in Baugewerksschulen. Mit 24 eingedruckten Figuren. gr. 8. Geh. 1 Mark 20 Pfg.

Opderbecke, A., Der innere Ausbau, umfassend Türen und Tore, Fenster und Fensterverschlüsse, Wand- und Deckenvertäfelungen, Treppen in Holz, Stein und Eisen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 600 Textabbildungen und 7 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Bauformen des Mittelalters in Sandstein. 36 Blatt in Folio mit Text in Mappe. Zweite Auflage. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Bauformenlehre, umfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite vervollständigte Auflage. Mit 537 Textabbildungen und 18 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die allgemeine Baukunde, umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite verb. und erweiterte Auflage. Mit 694 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Dachausmittelungen mit besonderer Berücksichtigung des bürgerlichen Wohnhauses. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. 24 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Opderbecke, A., Der Dachdecker und Bauklempner, umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen mit feuersicheren Stoffen und die Konstruktion und Anordnung der Dachrinnen und Abfallrohre. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 700 Textabbildungen und 16 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Dachschiftungen. Zum Gebrauche für Baugewerkschüler und ausführende Zimmermeister. Mit 54 Textabbildungen und einer Doppeltafel. Lex.-8. Geh. 75 Pfg.

Opderbecke, A., Darstellende Geometrie für Hochbau- und Steinmetz-Techniker, umfassend: Geometrische Projektionen, die Bestimmung der Schnitte von Körpern mit Ebenen und unter sich, das Austragen von Treppenkrümmlingen und der Anfängersteine bei Rippengewölben, die Schattenkonstruktionen und die Zentralperspektive. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. 32 Tafeln mit 186 Einzelfiguren und erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Opderbecke, A., Der Maurer, umfassend die Gebäudemauern, den Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit, die Decken, die Konstruktion und das Verankern der Gesimse, die Fussböden, die Putz- u. Fugearbeiten. Für den Schulgebrauch u. die Baupraxis bearbeitet. Mit 743 Textabbild. und 23 Tafeln. Dritte vermehrte Auflage. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Stadt- und Landkirchen nach Entwürfen und Ausführungszeichnungen hervorragender Architekten zusammengestellt und bearbeitet. 24 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Opderbecke, A., Das Veranschlagen im Hochbau, umfassend die Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge, die Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe, die Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten und einen Bauentwurf mit Erläuterungsbericht und Kostenanschlag. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 20 Textabbildungen und 22 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Der Zimmermann, umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen, Dächer einschliesslich der Schiftungen u. die Baugerüste. Für den Schulgebrauch u. die Baupraxis bearbeitet. Mit 811 Textabbild. u. 27 Taf. Dritte vermehrte Aufl. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A. und **Wittenbecher, H., Der Steinmetz,** umfassend die Gewinnung und Bearbeitung natürlicher Bausteine, das Versetzen der Werksteine, die Mauern aus Bruch-, Feld- und bearbeiteten Werksteinen, die Gesimse, Maueröffnungen, Hausgiebel, Erker und Balkone, Treppen und Gewölbe mit Werksteinrippen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 609 Textabbildungen und 7 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Rebber, W., Fabrikanlagen. Ein Handbuch für Techniker und Fabrikbesitzer zur zweckmässigen Einrichtung maschineller, baulicher, gesundheitstechnischer und unfallverhütender Anlagen in Fabriken, sowie für die richtige Wahl des Anlageortes und der Betriebskraft. Neubearbeitet von C. G. O. Deckert, Ingenieur. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark 75 Pfg.

Reinnel's, F., praktische Vorschriften für Maurer, Tüncher, Haus- und Stubenmaler, Gips- und Stuckaturarbeiter, Zementierer und Tapezierer, zum Putzen Anstreichen und Malen der Wände, Anfertigung von baulichen Ornamenten aus Kunststein, Zement und Gips, zur Mischung der verschiedenartigen Mörtel, Anstriche auf Holz, Eisen usw. Dritte Auflage, vollständig neubearbeitet von Ernst Nöthling, Architekt und Kgl. Baugewerkschullehrer. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Ritter, C., Die gesamte Kunstschmiede- und Schlosser-Arbeit. Ein Muster- und Nachschlagebuch zum praktischen Gebrauch für Schlosser und Baumeister, enthaltend: Türen und Tore, Geländer und Gitter aller Art, Bekrönungen und Füllungen, Bänder und Beschläge u. dergl. in einfacher und reicherer Ausführung mit Angabe der gebräuchlichen Mafse. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Tafeln mit Text. gr. 8. In Mappe. 4 Mark 50 Pfg.

Robrade, H., Die Heizungsanlagen in ihrer Anordnung, Berechnungsweise und ihren Eigentümlichkeiten mit besonderer Berücksichtigung der Zentralheizung und der Lüftung. Ein Hilfsbuch zum Entwerfen und Berechnen derselben. Mit 117 Abbildungen. gr. 8. Geh. 4 Mark

Robrade, H., Taschenbuch für Hochbautechniker und Bauunternehmer. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 200 Textabbildungen. 8. Geb. 4 Mark 50 Pfg.

Roch, F., Moderne Fassadenentwürfe. Eine Sammlung von Fassaden in neuzeitlicher Richtung. Unter Mitwirkung bewährter Architekten herausgegeben. 24 Tafeln. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Schloms, O., Der Schnittholzberechner. Hilfsbuch für Käufer und Verkäufer von Schnittmaterial, Zimmermeister und Holzspediteure. Zweite Auflage. Geb. 2 Mark.

Schmidt, O., Die Anfertigung der Dachrinnen in Werkzeichnungen. Mit Berücksichtigung der in der Abteilung für Bauwesen im Königlich Preussischen

209 00

Ministerium für öffentliche Arbeiten entworfenen Musterzeichnungen. 12 Planotafeln mit 106 Figuren und erläuterndem Text. In Mappe. 5 Mark.

Schöler, R., Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues, umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stösse der Walzeisen, der Träger und deren Lager, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite verbesserte Auflage. Mit 833 Textabbildungen und 18 Tabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schöler, R., Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues einschliesslich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 570 Textabbildungen, 13 zum Teil farbigen Tafeln und 15 Querschnittstabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schrader, L., Der Fluss- und Strombau mit besonderer Berücksichtigung der Vorarbeiten. Mit 7 Foliotafeln. gr. 4. Geh. 3 Mark 75 Pfg.

Schubert, A., Diemenschuppen und Feldscheunen, ihre zweckmässige Konstruktion, Ausführung und deren Kosten, für Landwirte und Techniker. Mit 20 Textillustrationen und 8 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Schubert, A., Kleine Stallbauten, ihre Anlage, Einrichtung und Ausführung. Handbuch für Baugewerksmeister, Bautechniker und Landwirte. Mit 97 Textfiguren und 3 Kostenanschlägen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Schubert, A., Landwirtschaftliche Baukunde. Ein Taschenbuch, enthaltend technische Notizen, sowie Tabellen und Kostenangaben zum unmittelbaren Gebrauch beim Entwerfen und Veranschlagen der wichtigsten landwirtschaftlichen Bauten. Für Techniker, technische Schulen und Landwirte. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 8. Geb. 1 Mark 80 Pfg.

Scriba, E., Moderne Bautischlerarbeiten. Eine Sammlung mustergültiger Entwürfe zum Ausbau der Innenräume im Stile der Neuzeit. 24 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark. Geb. 8 Mark.

Seidel, Fr., Sprüche für Haus und Gerät. 12. Geh. 2 Mark.

Seyffarth, C. v., Modell der zeichnerischen Darstellung für ein freistehendes bürgerliches Einfamilienhaus. Dargestellt durch Zeichnungen im Massstab 1 : 100. Zum Gebrauche beim Unterricht im Entwerfen und Veranschlagen an Baugewerk- und technischen Mittelschulen, sowie zum Privatstudium für Bauschüler. 15 farbige Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 6 Mark.

Tormin, R., Der Bauratgeber. Ein alphabetisch geordnetes Nachschlagebuch für sämtliche Baugewerbe. Neubearbeitet von Professor Ernst Nöthling, Architekt und Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Hildesheim. Mit 206 Textabbildungen. Vierte bedeutend erweiterte Auflage von Tormins Bauschlüssel. Lex.-8. Geh. 7 Mark 50 Pfg. Geb. 9 Mark.

Tormin, R., Kalk, Zement und Gips, ihre Bereitung und Anwendung zu baulichen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Zwecken, wie auch zu Kunstgegenständen. Für Zement- und Kunststein-Fabrikanten, Techniker, Architekten, Maurermeister, Fabrikbesitzer usw. Vierte bedeutend erweiterte Auflage, bearbeitet von Professor Ernst Nöthling, Architekt. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Weichardt, C., Motive zu Garten-Architekturen. Eingänge, Veranden, Brunnen, Pavillons, Bäder, Brücken, Ruheplätze, Volieren usw. 25 Blatt, enthaltend 20 Projekte und etwa 100 Skizzen in Randzeichnungen, nebst 6 Tafeln Details in natürlicher Grösse. Folio in Mappe. 12 Mark.

Zimmermanns-Sprüche und Kranzreden, die mustergültigsten, beim Richten neuer Gebäude, namentlich von bürgerlichen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, Kirchen, Türmen, Gerichtsgebäuden, Rathäusern, Waisen-, Schul- und Pfarrhäusern, Hospitälern, Fabrikgebäuden usw. Neunte neu durchgesehene und vermehrte Auflage. 12. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

S-96

Druck von Straubing & Müller, Weimar.

S. 61

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
II-349407

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000297439