

NETZHAUTBILD-
PERSPEKTIVE

VON
FRITZ STARK

NEUSS 1928

D 1122

m

Archiwum

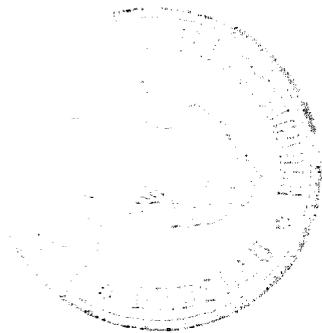


FRITZ STARK
DAS NETZHAUTBILD

DAS NETZHAUTBILD

VERFAHREN
ZUR HERSTELLUNG
DES WAHREN SEHBILDES
NACH DEM GRUNDPRINZIP DES
MENSCHLICHEN SEHENS
ANGEWANDT AUF
DIE ZEICHNERISCHE KONSTRUKTION
DER PERSPEKTIVE

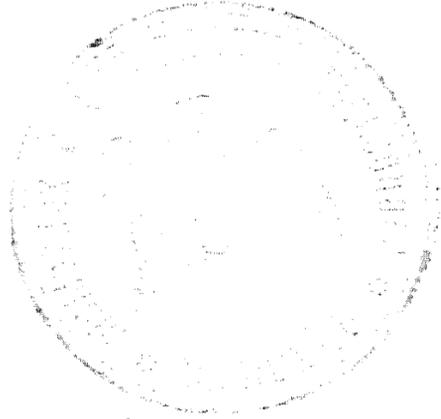
VON
FRITZ STARK



SÄMTLICHE RECHTE
EINSCHL. ÜBERSETZUNGSRECHT VORBEHALTEN

NEUSS AM RHEIN 1928 · SELBSTVERLAG

1978. 2087.



Jan. 18781.

V O R W O R T

Dem Architekten für die Perspektivarbeit ein den Anforderungen der Praxis im weitesten Umfange gerecht werdendes Hilfsmittel zu schaffen, das war für mich der Leitgedanke bei dem Entschluß, das Netzhautbildverfahren zu veröffentlichen. Das Wesentliche des neuen Verfahrens klar herausarbeitend war ich bemüht, an wenigen, in der Auswahl dem zu Anfang betonten Bestreben unterworfenen Beispielen alle Fragen übersichtlich und in umfassender Weise zu beantworten. Das Verfahren ist in jahrelanger, vielseitiger praktischer Anwendung erprobt. Darum erhoffe ich die Zustimmung des Praktikers, wenn ich glaube, mit vorliegendem Werke die Absicht erreicht zu haben. Vorzugsweise an ihn mich wendend, ist darum von einer Behandlung des Allgemeinen der zeichnerischen Perspektive, Schattenprojektion usw. Abstand genommen, da die Kenntnisse hierüber vorausgesetzt sind. Im übrigen dürfte das Werk, bei der großen Einfachheit des Verfahrens, dem die Projektionslehre in ihren Grundzügen beherrschenden Schüler kaum Schwierigkeiten bieten.

Es drängt mich, an dieser Stelle meinem Dank an den Begründer der objektiven Philosophie, Professor Dr. R. H. Francé, Ausdruck zu geben, in dessen Universalwerk, „Bios die Gesetze der Welt“, welches abgesehen von seinem hohen weltanschaulichen Wert nach allen Richtungen eine Fülle von wertvollen Anregungen und Gedanken enthält, ich fruchtbare Anregungen zur Lösung des Problems der Perspektive fand.

Beim Studium des Verfahrens ist zu empfehlen, sich nicht mit dem Durchlesen und Nachprüfen der Zeichnungen des Werkes zu begnügen, sondern an ähnlichen Aufgaben die Textbilder in der Reihenfolge zeichnerisch durchzuarbeiten.

Neuß, im August 1928.

DER VERFASSER.

Netzhautbild-Perspektive

Berichtigungen

Zu lesen:

Seite 27, Zeile 13 von unten **O—M** statt O—Z, statt Z stets M

- „ 28, „ 1 „ oben Fig. 7 a statt 8 a
- „ 34, „ 4 „ „ Abschnitt **h** statt F
- „ 34, „ 12 „ unten V_1 statt V_e
- „ 40, „ 12 „ „ Seite **33** statt 25
- „ 48, „ 4 „ oben Fig. 14 statt 15
- „ 48, „ 4 „ unten Abschnitt **e** statt Abschnitten
- „ 58, „ 9 „ „ Fig. 8, Tafel **IV** statt Fig. 9, Tafel III
- „ 59, „ 17 „ oben Fig. 22 a statt 22
- „ 60, „ 3 „ unten Punkte **r, r₁** statt p
- „ 62, „ 8 „ „ $\acute{\alpha}$ statt α
- „ 67, „ 11 „ oben Fig. 24 und 24 b statt 24 a und b
- „ 68, „ 9 „ „ Fig. 24 statt 24 b
- „ 68, „ 15 „ unten Fig. 24 statt 24 b
- „ 68, „ 15 „ oben Fig. 24 b statt 24 a
- „ 68, „ 6 „ „ Fig. 24 b statt 15 a

INHALTS - VERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	9
Grundlage der zeichnerischen Perspektive	
I. Verzerrung in der Darstellung	15
II. Lichtbild und Auge	17
III. Das Problem der zeichnerischen Perspektive	19
IV. Konstruktion des objektiven Netzhautbildes	22
Das Außenbild des mehrräumigen Objektes	37
Das Innenbild	43
Die Fliegerperspektive	55
Das wissenschaftlich-exakte Netzhautbild, angewandt auf die Frontal- Perspektive	67

TAFEL - VERZEICHNIS

	Seite		Seite
Tafel I	20 — 21	Tafel IX	50 — 51
Tafel II	24 — 25	Tafel X	52 — 53
Tafel III	28 — 29	Tafel XI	54 — 55
Tafel IV	32 — 33	Tafel XII	56 — 57
Tafel V	34 — 35	Tafel XIII	58 — 59
Tafel VI	38 — 39	Tafel XIV	62 — 63
Tafel VII	44 — 45	Tafel XV	66 — 67
Tafel VIII	48 — 49	Tafel XVI	68 — 69

EINLEITUNG

Das Problem der Perspektive, welches bis heute noch seiner Lösung harrete, läßt sich wohl bis in die vorgeschichtliche Zeit hinein verfolgen. Es ist vielleicht schon so alt, wie der menschliche Drang nach künstlerischer Betätigung in figürlichen und landschaftlichen Darstellungen überhaupt. Unbewußt suchte sich schon der Mensch prähistorischer Zeit, der das Erschaute meist mühsam auf die Wände der Höhle, die ihm Schutz bot, eingravierte, mit der Perspektive auseinanderzusetzen. Wenn es ihm auch kein Problem im heutigen Sinne sein konnte, so dürfte doch von der Stunde an, wo sein künstlerisches Schaffen sich über das Spielerische, Dumpftriebhaftes erhob, er die Gesetze der Fläche gegenüber der drei-dimensionalen Welt tastend wahrnahm, es für ihn höchstes Ziel gewesen sein, die ihn umgebende Welt möglichst lebensgetreu auf die Wand vor sich zu bannen. Hierbei waren wohl Gefühl und Erfahrung seine Führung. Wie einzelne, in letzter Zeit zutage geförderten Funde beweisen, brachte er es in der naturwahren und perspektivischen Wiedergabe seiner Vorwürfe auf eine relativ hohe Stufe.

Sowohl von den sumerisch-babylonischen Künstlern als auch von den Ägyptern und Assyrern kann man ähnliches annehmen, wenn auch einzelne Schöpfungen dieser an sich sehr hohen und ganz andersgearteten Kulturepochen schon ein Wissen um eine Art gesetzmäßiger Perspektive zu verraten scheinen.

Anders aber wird sich mit ihr schon der Künstler des griechischen Kulturkreises auseinandergesetzt haben. Die hohe und ungleich freiere Entwicklung, die die Natur- und Geisteswissenschaften bei diesem Volke erlebten, erlauben an Hand uns erhalten gebliebener Wandgemälde den Rückschluß, daß der Künstler der Blütezeit grie-

chischer Kultur eine Wissenschaft der Perspektive in unserem Sinne wohl gekannt hat.

An den Möglichkeiten und der Begrenztheit des Bodens, auf dem diese Wissenschaft sich verbreiten konnte, mag es wohl liegen, daß uns die Spuren hierüber bis heute verloren gingen. Die frühchristliche Kunst, in herber Abwehr gegenüber der Weltanschauung der Antike und ihren Schöpfungen, weist nichts mehr über ein Wissen um die Perspektive vor. Die künstlerische Tätigkeit, die sich fast ganz im Dienste der Kirche erschöpft, beschränkt sich in der Hauptsache auf die streng ornamental aufgefaßte Darstellung des Figürlichen zur Verherrlichung der neuen Lehre. Die meist asketisch-strengen Forderungen der Sakralkunst lenkten das Interesse der Künstler ab von freierer Naturbetrachtung; in perspektivischen Darstellungen kam man über das Kindlich-naive nicht hinaus.

Als nun das menschliche Denken sich allmählich wieder den Lebenserscheinungen dieser Welt zuwandte, die aufblühende weltliche Literatur sich der Überreste griechischer Geistesschöpfungen, die meist in Klöstern verborgen und behütet schlummerten, bemächtigte, flammte das langgefesselte Naturgefühl bald mächtig auf. Das weltliche Denken und Forschen gewann wieder größere Bedeutung. Künstler und Gelehrte suchten eifrig nach den Resten der bislang fast verachteten Antike, überwältigt stand man, sehend geworden, vor einer Welt unbegreiflicher Schönheit. Auf allen Gebieten wirkten die wiedergefundenen Schätze belebend und anregend.

Bald beschäftigte sich denn auch die Frührenaissance, nachdem sie von den Meistern der Malerei gewissermaßen wieder entdeckt und bereits gefühlsmäßig angewandt wurde, mit dem wissenschaftlichen Problem der Perspektive. Mit großem Eifer wurde dieses Problem, welches die bedeutendsten Künstler und Gelehrten der Zeit beschäftigte, behandelt. Immer weiter fortschreitend, fand man alsbald eine Lehre der Perspektive für die zeichnerische Darstellung, die in mannigfachen Abwandlungen bis auf die heutige Zeit Gültigkeit besaß und angewandt wurde.

Allein durch die Tatsache, daß die ersten Theorien auf eine falsche, bis heute scheinbar übersehene Voraussetzung sich aufbauten, ist es zu erklären, daß alle Systeme problematisch und unbefriedigend bleiben mußten. Die Lösung des Problems läßt sich nur finden, wenn man vom Sehvorgang im Auge ausgeht, das Prinzip, welches durch den Bau dieses Organs seinen Ausdruck findet, der Aufgabe zugrunde legt. Dies aber führt zu einer grundsätzlich anderen Einstellung, statt wie bisher, von Innen nach Außen, heißt es jetzt von Außen durch den Brennpunkt nach Innen projizieren.

**GRUNDLAGE
DER ZEICHNERISCHEN
PERSPEKTIVE**

I. VERZERRUNG IN DER DARSTELLUNG

Mit der Begründung der Lehre von der Perspektive, die die Renaissance schuf, schien das Problem vorerst gelöst. Heute jedoch wissen wir, daß selbst die mit Hilfe der ausgeglicheneren Konstruktionsverfahren sich ergebenden zeichnerischen Objektdarstellungen gegenüber der Wirklichkeit Fehler in den Proportionen aufweisen. Bei kleinem Sehwinkel bzw. großem Abstand zum Objekt sind diese meist unbedeutend. Je größer wir aber den Sehwinkel wählen, um so größer werden die Verzerrungen im Bild. Darum war das Bestreben der sich mit der Perspektive befassenden Gelehrten und Künstler immer schon darauf gerichtet, durch stete Verbesserung der Systeme die Mängel der Konstruktion zu verringern, das Darzustellende der wahren Erscheinungsform möglichst nahe zu bringen. Durch Verfeinerung und Ausgestaltung der Grundkonstruktionen gelangte man zu einer Anzahl Systeme, die der Forderung nach dem wahren Sehbild immer mehr gerecht wurden, die aber leider auch, je mehr sie sich der Verwirklichung dieser Idealforderung näherten, für die praktische Anwendung durchweg zu umständlich waren. Nur auf großen Umwegen näherte man sich dem Ziel; jeder Umweg aber kostet Zeit und diese ist besonders für den schaffenden Architekten meist zu kostbar, als daß er sie diesem ideellen Wunsche opfern könnte. Er wählt darum meist das einfachere Verfahren und findet sich mit den mehr oder weniger großen Verzerrungen in der Darstellung gegenüber der Wirklichkeit ab. Ebenso wenig aber, wie er das Urteil eines Astigmatikers über Formenproportionen anerkennen wird, kann er darum auch ein solches Sehbild ohne Bedenken nicht hinnehmen. Nun kann man ja, den Abstand vom Objekt möglichst groß wählend und damit, den Sehwinkel verkleinernd, die Verzerrungen auf ein Mindestmaß beschränken. Dieser Ausweg ist jedoch nicht immer offen. Jedenfalls ist das

Verhalten der Maler unserer Zeit bedeutungsvoll, die mit dem heute höher entwickelten Sinn für Perspektive jede Konstruktion, hauptsächlich der anhaftenden Mängel wegen, ablehnen.

Welcher gewissenhafte Architekt wünscht aber nicht in jedem Falle ein völlig einwandfreies Sehbild herstellen zu können? Gerade für ihn ist dies ja oft außerordentlich wichtig. Wenn man bedenkt, daß in dem nach Fertigstellung vom errichteten Werk angefertigten Lichtbild die Massen oft wesentlich anders wirken als in dem vorher konstruierten Schaubild, auch wenn das Objekt vom Augpunkt des Schaubildes aus aufgenommen ist, so hat man einen Maßstab für die Verzerrungen, die sich infolge der Unvollkommenheit der bisherigen Systeme ergeben und unvermeidlich sind. Jeder, der mit den Gesetzen des Lichtbildes vertraut ist, weiß, daß auch die Platte nach den Rändern hin in zunehmendem Maße verzerrt, das Bild „unscharf“ wird. Dieser Umstand macht sich bekanntlich bei großem Seh- bzw. Bildwinkel, z. B. bei nahestellten Gruppenaufnahmen, besonders störend bemerkbar, eine Tatsache, die wohl jeder schon festgestellt hat.

Ja, das Lichtbild verzerrt auch. Diese Verzerrungen sind teils der Ausdruck des Unterschiedes zwischen wirklichem, körperhaftem Sehen und flächenhafter Projektion, teils des Unterschiedes zwischen der konkav-sphärisch gewölbten Projektionspartie des Auges und der ebenen Platte. Hier liegt der Kern des Problems der zeichnerischen Perspektive: Wir dürfen nicht auf die Gerade, die Bildebene projizieren. Es muß eine andere Möglichkeit der perspektivischen Konstruktion geben, die alle bisherigen Mängel aufhebt; erst mit einer grundsätzlichen Aufgabe der Bildebene in der Konstruktion läßt sich der Weg zur Lösung des Problems finden!

II. LICHTBILD UND AUGE, URSACHE DER VERZERRUNG

Wie heute wohl allgemein bekannt, spiegeln sich gewissermaßen die sichtbaren Erscheinungen der Außenwelt auf die Netzhaut des Auges. Es kann nicht Aufgabe des Verfassers sein, den psychophysischen Prozeß der Seh wahrnehmung hier zu behandeln, jedoch lesen wir im optischen Sinne das sich auf der Netzhaut des Auges spiegelnde Bild vom Brennpunkt der Augenlinse aus, den wir hier gewissermaßen als Auge im Auge zu betrachten haben, ab. Nun ist es mit fortschreitender Vergrößerung des Sehwinkels ein entsprechend großer Unterschied, ob wir das Objekt durch die zur sphäroiden Netzhaut überall zentral leitende, dehnbare Augenlinse betrachten oder durch das zur Platte nach den Rändern ziemlich divergierend leitende starre Objektiv der Kamera. Der Schnitt durch das Sehorgan zeigt eine Hohlkugel; die Projektionspartie, die Netzhaut, ist also eine konkav-sphärische Fläche, keine Platte. Auf die Netzhaut treffen die Sehstrahlen vom jeweiligen Brennpunkt aus überall radial auf, ein Vorgang, der beim System zur Konstruktion des wirklichen Sehbildes beachtet werden muß. Für die Platte bzw. die bisherigen zeichnerischen Konstruktionsarten trifft dies nur für die Mittelzone zu (siehe Figur 1 u. 2, Tafel I). Nach den Rändern hin verschiebt sich darum der relative Abstand der Strahlen in ihrem Schnittpunkt mit der Projektionsebene in dem Maße, als die Entfernung s zwischen Fläche und Objektiv sich von der Mitte der Fläche aus nach den Rändern hin vergrößert bzw. die Einfallwinkel immer spitzer werden. Die zumal bei Weitwinkel-Innenaufnahmen nach den Rändern mit der Verzeichnung zunehmende Verdunkelung sind hierfür ein Beweis. In Figur 1 u. 2, Tafel I sehen wir die zeichnerische Erläuterung dieses Vorganges. Während also die konkav-sphärische Netzhaut in den Reflexionszonen überall

normal zu den vom Brennpunkt ausstrahlenden Sehlinien steht, verschiebt sich das Winkelverhältnis bei der Platte bzw. Bildebene in nach den Rändern hin stetig wachsendem Maße. An der Bildebene wächst also der Abstand der Strahlen mit gleichem Zentriwinkel nach der Peripherie hin. Die dadurch entstehenden Verzeichnungen, das Auseinanderzerren der Objekte nach den Rändern hin, können bei der Kamera durch sinngemäß geschickte Linsenkombination gemildert werden, so daß das Lichtbild in bezug auf richtige perspektivische Wiedergabe der zeichnerischen Perspektive bisher überlegen war.

III. DAS PROBLEM DER ZEICHNERISCHEN PERSPEKTIVE AUF DER EBENEN FLÄCHE NACH DEM NETZHAUTPRINZIP

Das Sehorgan zeigt bei allen Geschöpfen durchweg die der Kugel angenäherte Form. Im Prinzip ist der Bau und mithin in der Hauptsache die optische Funktion ebenfalls dieselbe. Es ist ohne weiteres klar, daß rein technisch ein etwa würfelförmiges Auge eine denkbar ungünstige Funktionsform darstellt. Wäre das Auge würfelförmig, so wären naturgemäß die bisherigen zeichnerischen Systeme für die Perspektive diesem Auge entsprechend, konstruiertes und natürliches Sehbild würden sich decken. Wie im gesamten Kosmos, so zeigt sich auch hier die Kugelform als die wirklich optimale. Und hieraus allein läßt sich schon die Behauptung herleiten, daß es unmöglich ist, eine wahre zeichnerische Perspektive ohne Anwendung einer Kurve herzustellen. Den Beweis hierfür liefert die Tatsache, daß nach den bisherigen Verfahren eine seitlich im Blickfeld liegende Kugel in der konstruierten Darstellung stets Ellipsenform annimmt.

Im Anfang möchte es fast scheinen, als ob das Problem mit der Quadratur des Zirkels vergleichbar wäre, die eben hier in den zeichnerischen Möglichkeiten ihre Grenzen hat; Grenzen, die unverrückbar festzustehen scheinen. In Wirklichkeit war es wohl der Begriff der „Bildebene“, der wie ein Dogma Lehrende wie Lernende bannte, den Ausblick auf andere Möglichkeiten versperrend die Weiterentwicklung hemmte. Da in den Kreisen, an die sich der Verfasser hier hauptsächlich wendet, die allgemeinen Prinzipien der zeichnerischen Perspektive als bekannt vorausgesetzt werden, dürfte ihre eingehende Behandlung sich erübrigen. Es kann somit wohl ohne Überleitung

nach kurzer Vorbetrachtung zur Einführung in das Konstruktions-system des Netzhautbildes geschritten werden.

Man benutzt also anstatt wie bisher eine Gerade bzw. Bildebene die der Netzhaut entsprechende Kreislinie als Bildebene, projiziert darauf und verfährt dann einfach weiter in der bisher üblichen Weise. Im Prinzip ist dieser Gedanke wohl richtig, in der Ausführung jedoch begegnet man mancherlei größeren Schwierigkeiten, die wohl jedem, der diesen Weg schon benutzt hat, zur Genüge bekannt sind.

Abgesehen davon, daß das Bestimmen der Fluchtpunkte die ganze Theorie in Frage zu stellen droht, ist aber selbst nach erfolgreicher Überwindung dieser Hindernisse das Ergebnis eher alles andere als befriedigend. Bei eingehenderem Vergleich entdeckt man bald, daß sich bei diesem Verfahren, welches unter dem Namen Kugel- oder Sphärenperspektive bekannt ist, gegenüber der bisherigen zeichnerischen Perspektive Verzerrungen im umgekehrten Sinne ergeben. Wie bei den alten Verfahren mit der Bildebene das Objekt eine exentrisch, so erleidet es nun eine konzentrisch gerichtete Verzerrung, d. h., die Mittelzone ist bei beiden Bildern, abgesehen von der geringen Verschiedenheit der Höhenproportionen, in bezug auf die seitlichen Ausdehnungen fast gleich, nach den Rändern hin zeigen sich aber fortschreitend wachsende Abweichungen. Zum Beweis, daß beide Konstruktionsarten kein richtiges Bild ergeben können, brauchen wir uns nur eine Konstruktionsaufgabe mit einem Sehwinkel von 180° zu denken. Bei dem System der Bildebene gehen dann die äußersten Sehstrahlen ins Unendliche; bei dem, wir sagen wohl am richtigsten „direkten Netzhautverfahren“ schneiden diese zu früh die kreisförmige Bildebene, kurz gesagt also: Während das Objekt nach Figur 1, Tafel I auseinandergezerrt wird, wird es nach Figur 2 daselbst ineinandergeschoben. Den Beweis liefert auch hier die Konstruktion einer in der Nähe des Außenstrahles liegende Kugel. Nach Figur 1 ergibt sich eine liegende, nach Figur 2 eine stehende Ellipse. Wie kommt das? Hier liegen gewissermaßen zwei Extreme vor, die Wahrheit muß also in der Mitte liegen. Gelingt es, wie der Leser sich

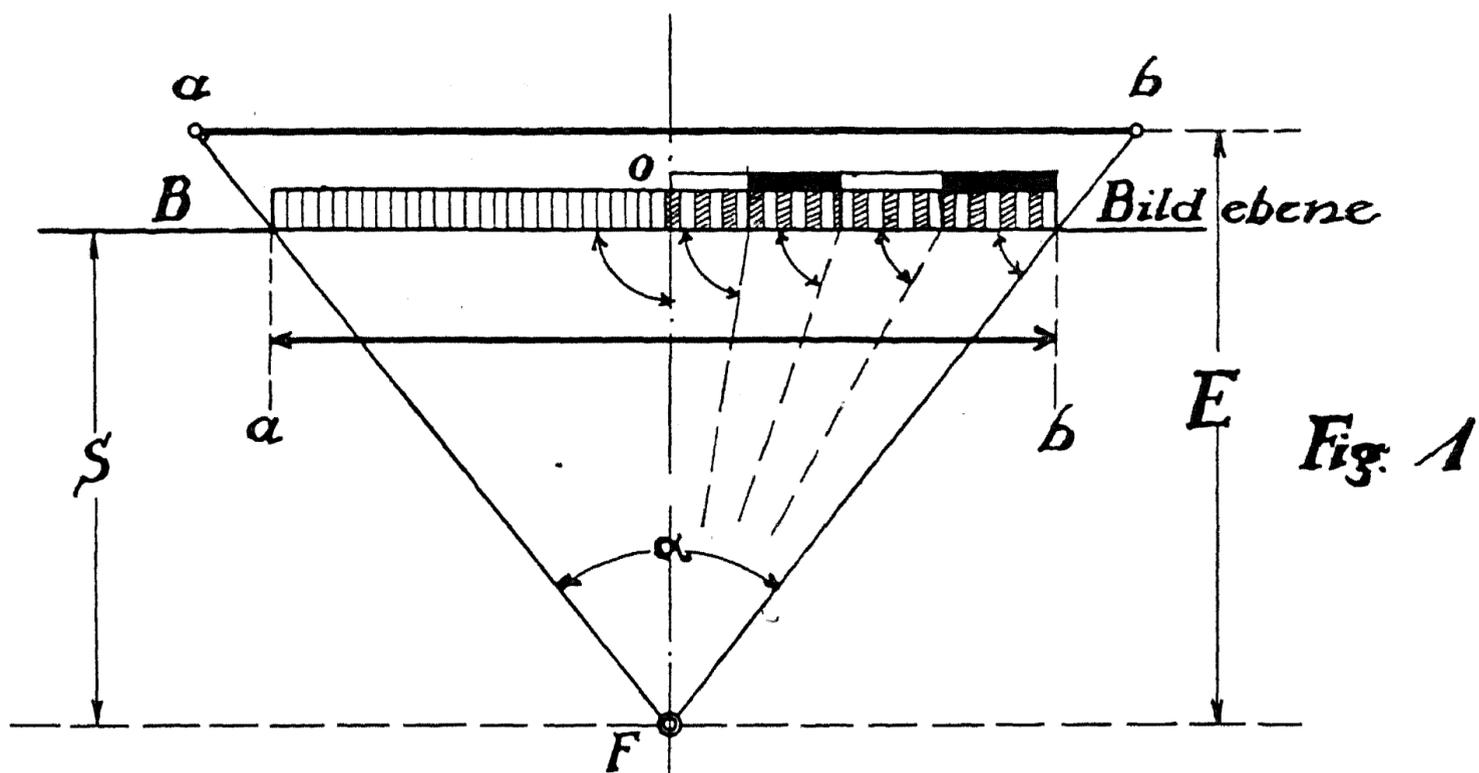


Fig. 1

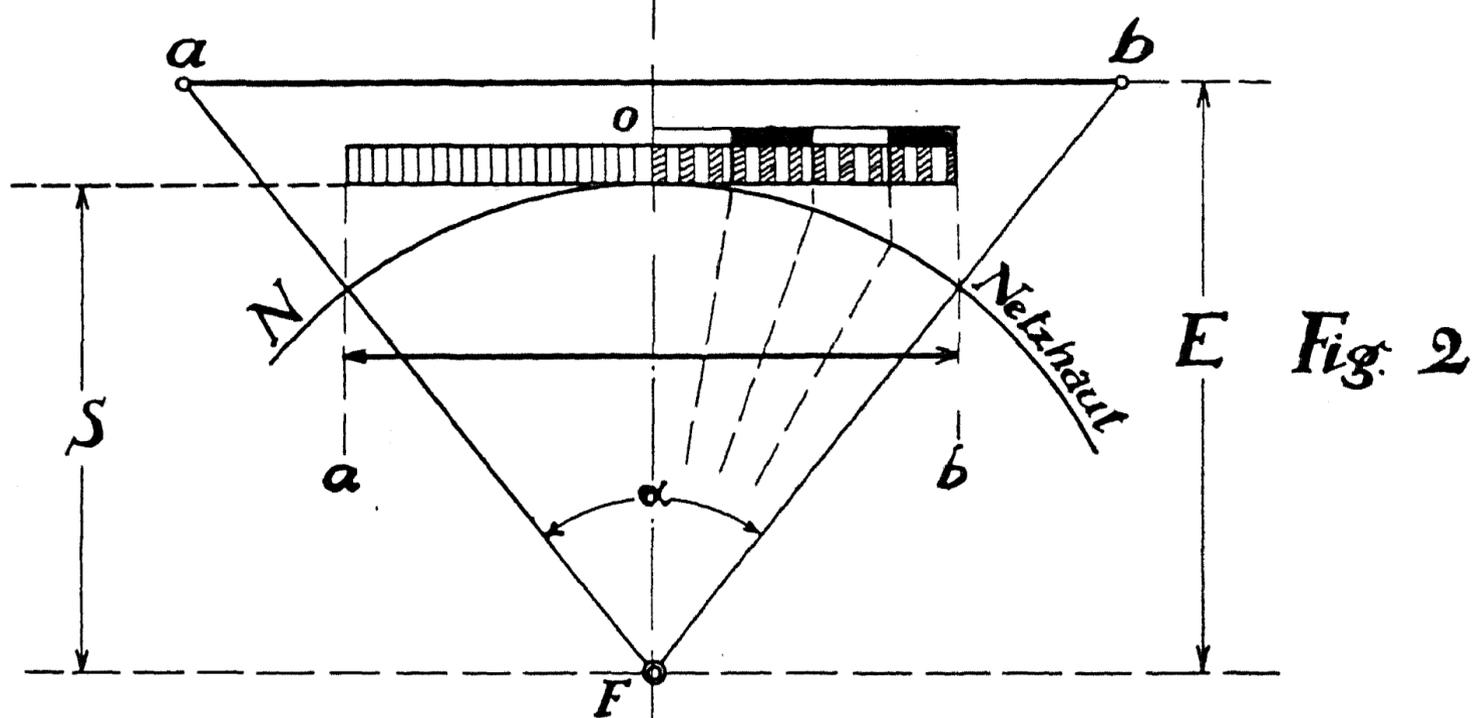


Fig. 2

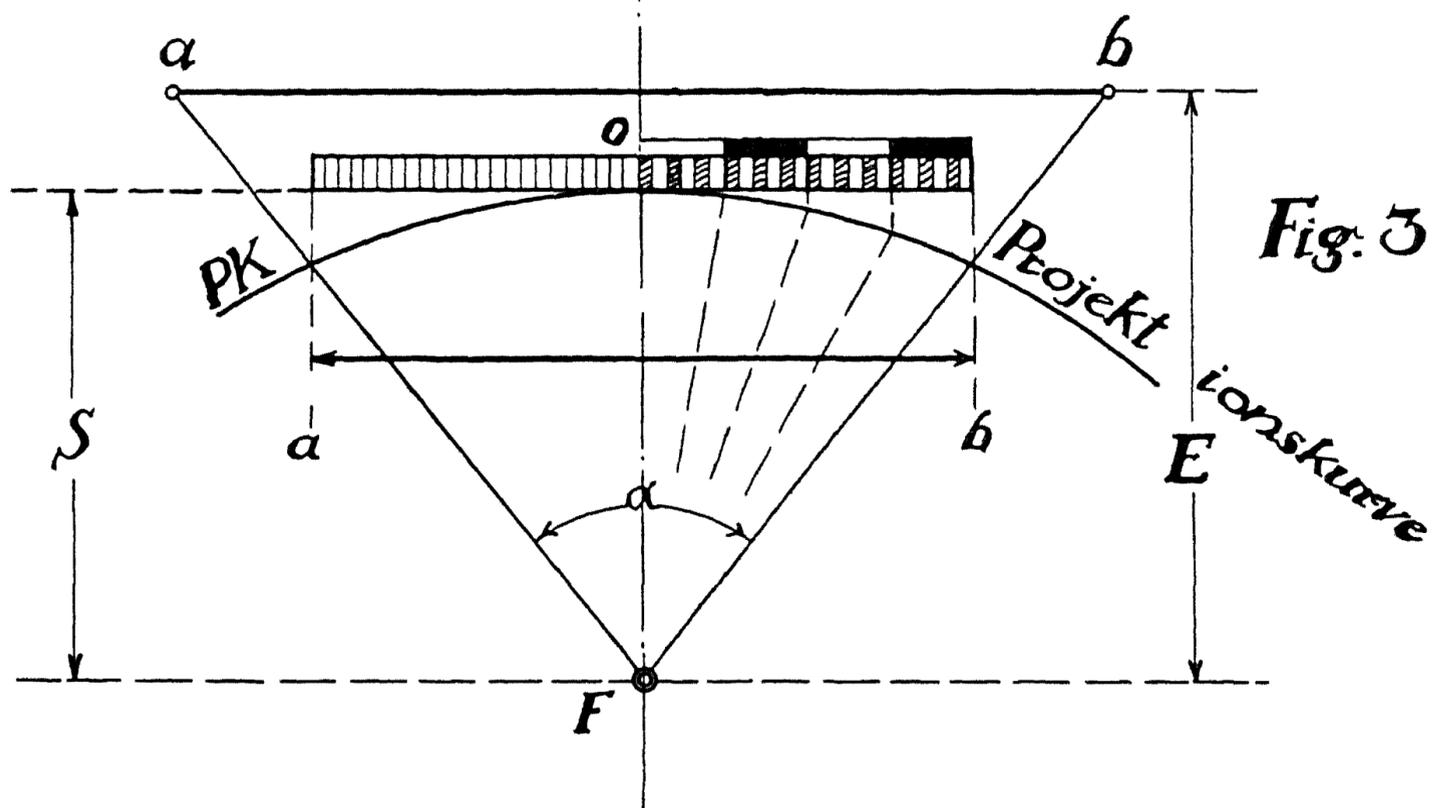


Fig. 3



bald überzeugen kann, diesen Mittelweg zu finden, so ist das Problem der zeichnerisch konstruierten Perspektive gelöst. Dann ist endlich das System gefunden, welches direkt das wahre Netzhautbild ergibt.

Das sich ergebende Verfahren muß ermöglichen, das Netzhautbild des Auges in die Ebene zu übertragen. Es sei hier schon gestattet, zu betonen, daß dies mit dem Netzhautbildverfahren infolge seiner großen Einfachheit sogar mit nicht unbedeutender Zeitersparnis gegenüber den bisherigen Systemen möglich ist. Der Abstand vom Objekt bzw. die Größe des Seh winkels kann ganz beliebig gewählt werden und hat keinerlei Einfluß auf die Richtigkeit der Wiedergabe. Nur der künstlerische Gesichtspunkt ist maßgebend. Das Verfahren erlaubt es, über den natürlichen Sehwinkel hinauszugehen, also unter Umständen Partien darzustellen, die wir mit unserem Auge erst nach entsprechender Änderung der Blickrichtung wahrnehmen.

IV. KONSTRUKTION DES OBJEKTIVEN NETZHAUTBILDES

Die zur Aufdeckung der Hauptfehlerquellen der bisherigen Verfahren notwendigen vorausgegangenen Ausführungen haben den Weg angedeutet, der zur Beseitigung der bekannten Mängel sowie zur Lösung des Problems führen muß. Es kann nunmehr mit der Vorführung des Netzhautbildverfahrens begonnen werden.

- a) Zuerst sei auf Tafel I das bisher Gesagte kurz graphisch wiederholt. Figur 1 zeigt die Projektion einer Geraden **a—b** auf die Bildebene **b—b** nach den Grundprinzipien der bisherigen Systeme bzw. des Lichtbildes. Figur 2 zeigt dasselbe, jedoch mittels des „direkten Netzhautverfahrens“ und Figur 3 endlich die Wiedergabe nach dem System des Netzhautbildes. Wir stellen mühelos fest, wie groß der Unterschied zwischen den drei Wiedergaben ist, die selbstverständlich bei allen Systemen in bezug auf Objekt und Fußpunkt gleichen Bedingungen unterliegt. Die Wahrheit liegt, wie Figur 4, Tafel II deutlich zeigt, ziemlich in der Mitte.

Bei dem im Beispiel angenommenen Sehwinkel 1α nähert sich aber bei Figur 2 die Wiedergabe am meisten dem wahren Sehbild; im Prinzip ist das Verfahren mittels Kreislinie ja dem menschlichen monokularen Sehvorgang abgelauscht, darum in diesem Sinne richtig. Dies dürfte als Wiederholung des oben Gesagten genügen, Einzelnes sagen dem aufmerksamen Betrachter ja die Figuren selbst.

- b) In Figur 2 hat man auf der Kreislinie oder gebogenen Bildebene **N—N** vom Punkte **F** aus betrachtet das wirklich objektive Bild, entsprechend einem Horizontalschnitt durch die konkav-sphärische Netzhaut; Punkt **F** ist entgegen der üblichen Betrachtungsweise als der Sehstrahlenbrennpunkt im Auge zu betrachten. Dieses Bild läßt

sich aber nun nicht einfach in der üblichen Weise auf die Zeichenfläche bzw. den Horizont übertragen. Geschieht das wie in Figur 2, so erhalten wir das schon oben angeführte Ergebnis: nach den Rändern hin werden die Proportionen zusammengedrängt, das Bild gegenüber Figur 1 in umgekehrter Weise verzeichnet, relativ zu klein.

Diese Feststellung besagt nun folgerichtig, daß die Projektion auf „**N—N**“ in das richtige Verhältnis zur Bildfläche gebracht werden muß. Die Projektionskurve, denn nur um eine solche kann es sich handeln, muß also zwischen der Geraden „**B—B**“ und der Kreislinie „**N—N**“ Figur 2 liegen.

Diese Projektionskurve **PK** ergibt sich nun an Hand von Figur 5, Tafel **II** durch folgende Überlegung:

- c) Wo durch den Punkt **O** die den Sehwinkel α halbierende Transversale den zu **F** gehörigen Kreis **N—N** schneidet, legen wir die lotrecht zu **F—O** bzw. zur Bildachse stehende Tangente **T—T**, die frühere Bildebene. Auf ihr muß, und dies ist der Kernpunkt des Problems, die auf **N—N** liegende Projektion abgewickelt werden. Diese Abwicklung endlich wird dann auf dem **T—T** gleichlaufenden Bildhorizont in das Bild eingezeichnet. Dadurch erhalten wir die wahre Grundprojektion für das Bild. Hiermit ist im Prinzip das Problem gelöst, das Bild ist in die Ebene übertragen. Dies nun für das ganze Bild durchzuführen, ist besonders bei reich aufgeteilten Grundrißanlagen schon dadurch, daß es in der Praxis fast unmöglich ist, die Arbeit in ihrem Fortgang übersichtlich zu halten, sehr zeitraubend.

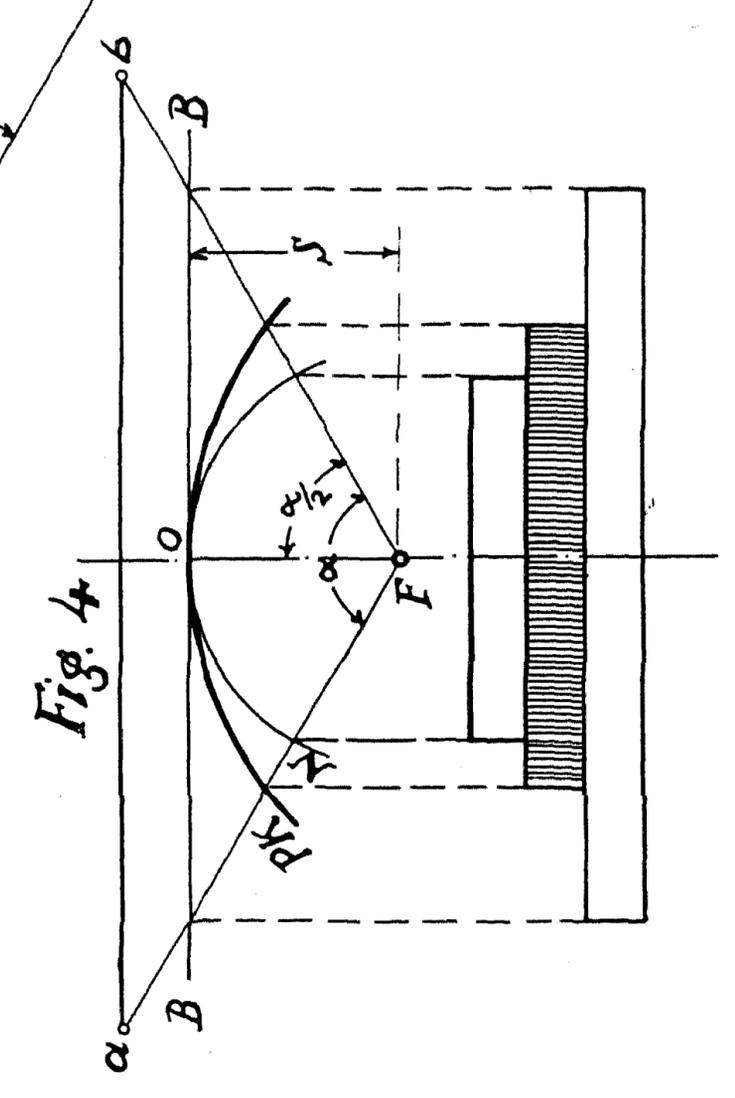
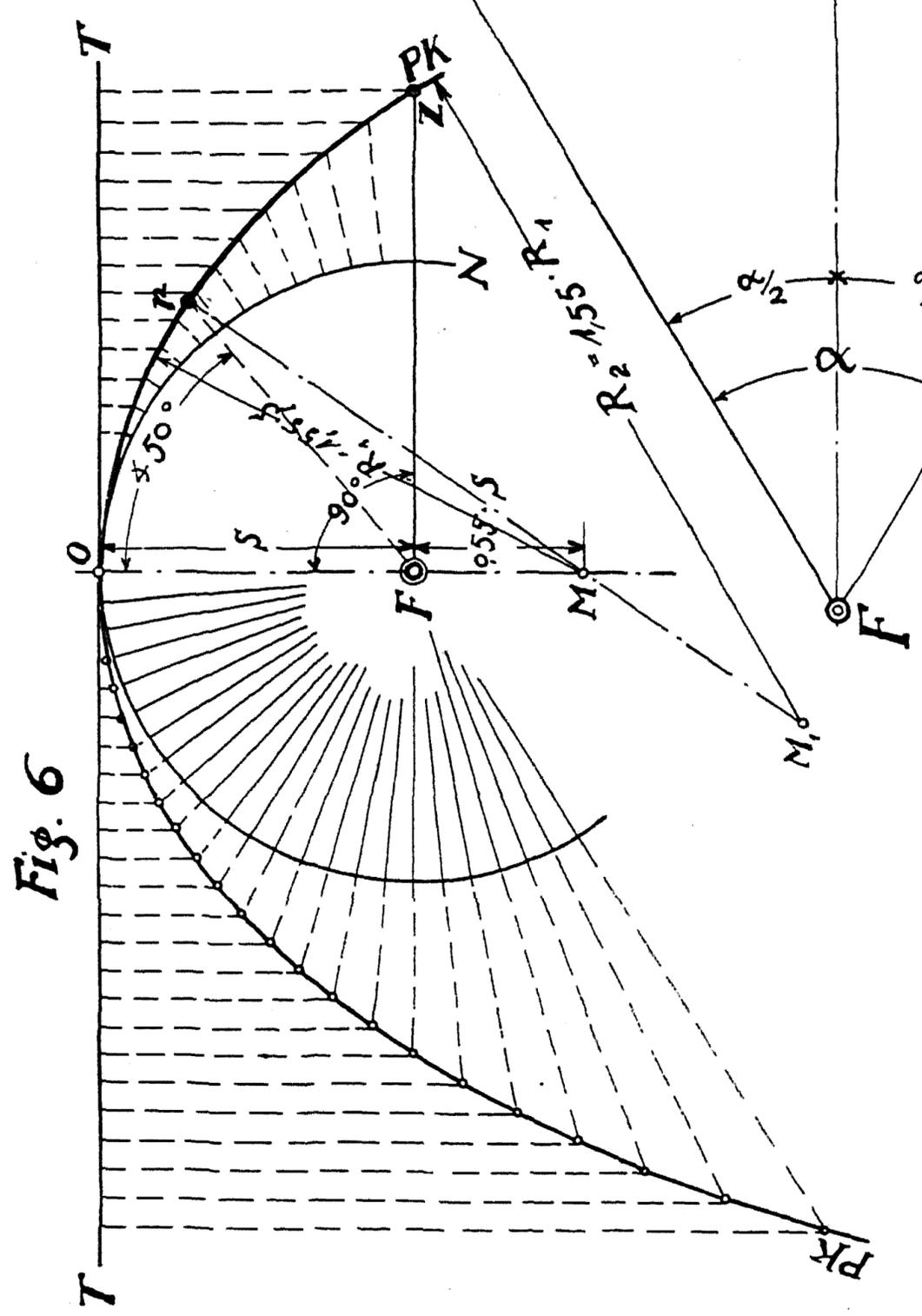
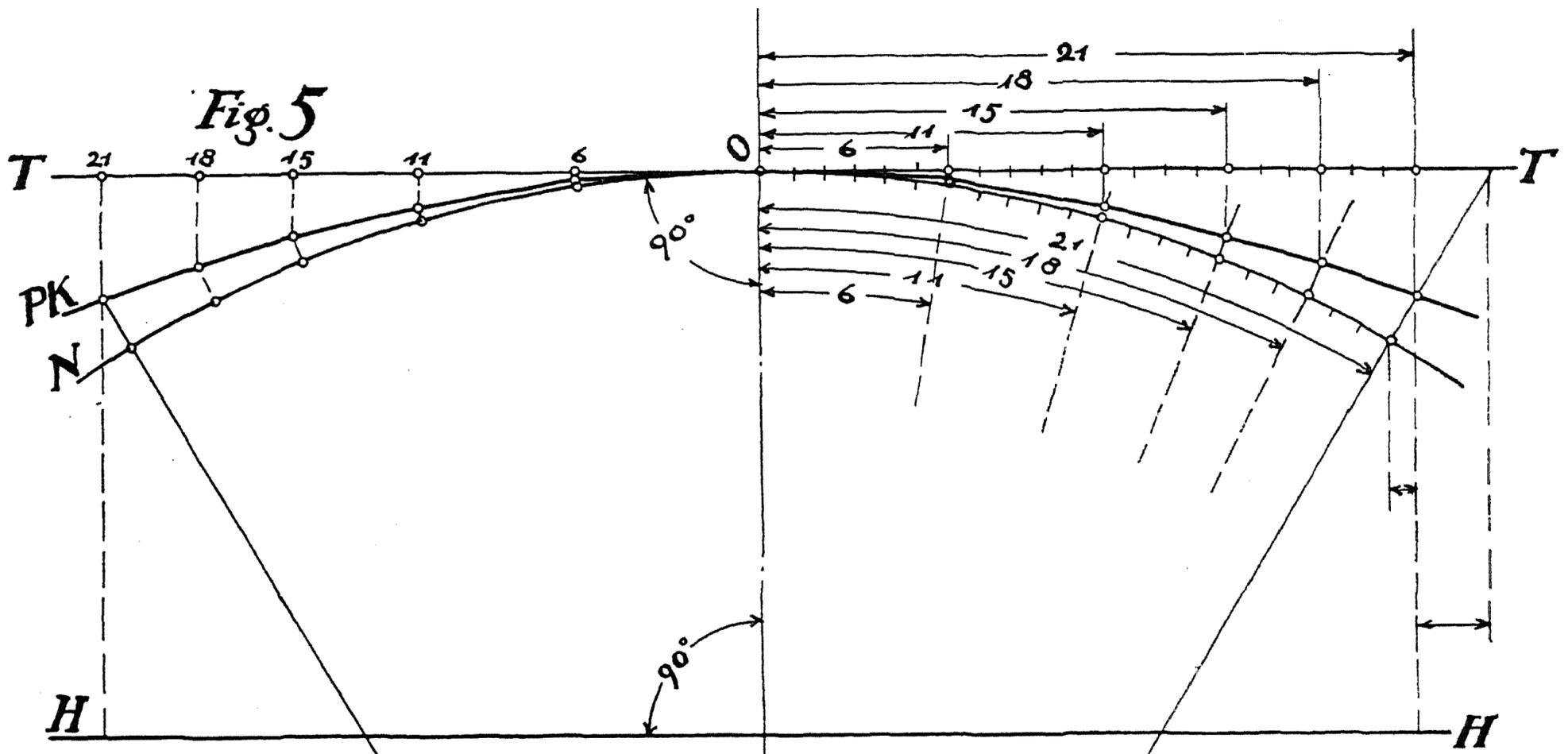
Zwischen „**T—T**“ und „**N—N**“ nun liegt aber eine Kurve, auf der die Seh- bzw. Projektionsstrahlen im richtigen Verhältnis zu „**H—H**“ bzw. der Bildfläche, für die das Bild konstruiert wird, ihren Schnittpunkt haben müssen.

Die Konstruktion der Kurve ist dadurch schon klar ausgesprochen und dürfte dies das Verständnis für Figur 5, Tafel **II** wesentlich erleichtern.

d) Nehmen wir an, daß die beliebigen Teilpunkte **6**, **11**, **15**, **18** u. **21** auf **N—N** Sehstrahlen des Auges oder die Projektionslinien des zu zeichnenden Objektes darstellen, dieses auf **T—T** abgewickelt und von hier mittels der gestrichelten Lote auf den Horizont **H—H** projiziert wird, so ergibt die Kurve **PK** bei direkter Projektion für **H—H** dasselbe Bild, weil die Kurve **PK** sich durch die Schnittpunkte der Teillote mit den entsprechenden Sehstrahlen r von **F** bzw. Fußpunkt aus bildet. Die Anzahl der Teilpunkte **1**, **2**, **3** usw. kann natürlich beliebig gewählt werden, je kleiner die Teilung, um so größer die Zahl der Knoten für die Kurve, mithin größere Genauigkeit derselben.

Die sich in vorhin beschriebener Weise ergebende Kurve **PK** ist die Projektionslinie zur Konstruktion des Netzhautbildes. Das mittels dieser Kurve auf den die Fläche darstellenden Horizont „**H—H**“ konstruierte Bild ist das wahre Sehbild, wohlverstanden das monokulare, da auf „**PK**“ das Netzhautbild des Auges in das richtige Verhältnis zur Bildebene gebracht ist. „**0—6**“ usw. des Kreises bzw. der Netzhaut „**N—N**“ ist sowohl auf „**T—T**“ als auch auf „**PK**“ in bezug auf die Transversale oder Bildachse „**F—O**“, „**0—6**“ usw. für „**H—H**“. Auf **PK** liegt somit das abgewickelte Bild für die Bildfläche, jedoch ein verzerrtes vom Punkte **F** aus betrachtet, welches sich durch die nach außen immer spitzer werdenden Peripheriewinkel deutlich äußert. **PK** ist die Projektionslinie, worauf die Sehstrahlen im richtigen Verhältnis zur Bildfläche bzw. Bildebene auftreten.

e) Führen wir nun die Konstruktion von **PK** für einen Sehwinkel von 180° durch, so ergibt sich, wie Figur 6 zeigt, eine parabelförmige Linie, die im Punkte **Z** den verlängerten Durchmesser bzw. Endstrahl schneidet. **Z—F—Z** ist die Abwicklung des Kreises mit dem Halbmesser **S**. Wie im Abschnitt d) bewiesen, erhält man durch Projektion auf **PK** selbst für den größten Sehwinkel das wahre Netzhautbild des menschlichen Auges. Eine bei dem Außenstrahl **F—Z** liegende Kugel ergibt konstruktiv immer die Kugel!



Wie für einen Sehwinkel von 180° , so läßt sich die Kurve sogar bis zu dem Winkel von 360° zeichnerisch oder rechnerisch konstruieren, eine theoretisch immerhin bemerkenswerte Tatsache.

Nun ist die Konstruktion der **PK** immerhin etwas zeitraubend. Für die Praxis kommt sie auch kaum in Betracht. Bis zu einem auf „F“ bezogenen Winkel von 100° läßt sich „PK“, wie Figur 6 zeigt, durch eine Kreislinie in praktisch genügender Genauigkeit decken. Dieser bis zum Winkel von 100° kongruente Kreis hat das 1,55fache der Größe „F—O“ bzw. „S“ mit dem auf der Verlängerung von „F—O“ liegenden Punkt „M“ als Mittelpunkt zum Radius.

Bei größerem Sehwinkel konstruiert man die Kurve nach Angabe der Figur 5, Tafel II. Verlängern wir vom 50° -Tangentenpunkt **p** in Figur 6, **R 1** über **M** hinaus um das 1,55fache, so erhalten wir mit **M** 1 den Mittelpunkt für **R 2** der Kreislinie, welche **PK** über 180° folgt. Auf diese Weise läßt sich **PK** bis 180° und weiter mit Hilfe des Zirkels konstruieren. $(F-Z):S=1:0,637$. Somit wäre der Weg zur Konstruktion des Netzhautbildes frei und im folgenden sollen an Beispielen die Einzelheiten des Systems behandelt werden.

- f) Wir kommen nun zu Tafel III, wo die noch offenen Fragen zu lösen sind. Wie schon weiter oben betont wurde, ist die Wahl des Standpunktes **F** nur von der jeweilig gewünschten Bildwirkung abhängig. Es ist darum wichtig, daß das Konstruktionssystem des Netzhautbildes uns auf kürzestem Wege eine Übersicht gibt bzw. ein Urteil ermöglicht. Für die Grundrißprojektion kommt das allgemeine Verfahren zur Anwendung, die evtl. Fluchtpunkte jedoch werden mittels direkter Messung der nächsten und äußersten Kantenhöhe des darzustellenden Objektes festgestellt. Dies geschieht am einfachsten durch Antragen der entsprechenden Fußpunktentfernungen auf die den Sehwinkel halbierende Transversale, den Hauptstrahl **F—O**, welcher in diesem Falle gleichzeitig die Bildachse darstellt. In diesen maßstäblichen Distanzpunkten werden dann die entsprechenden Höhen rechtwinklig umgelegt, und zwar so gemessen, daß

der Hauptstrahl als Augenlinie bzw. Horizont angenommen wird. Projizieren wir nun die Höhen in ihrem wirklichen Augenabstand auf die Projektionskurve, so erhalten wir für die betreffenden Kanten die wirklichen perspektivischen Höhen.

Durch einfaches Abgreifen lotrecht zum Hauptstrahl übertragen wir diese in das Bild auf die schon projizierten entsprechenden Kanten, verbinden die Höhenpunkte daselbst durch eine Gerade und haben so die wahre Fluchtlinie für die betreffenden Höhen. Die Verlängerung der Fluchtlinie ergibt in ihrem Schnittpunkt mit dem Horizont den eventuellen Fluchtpunkt für alle Höhenkante-Parallelen auf der Fluchtwand.

Dies Verfahren bedeutet, abgesehen von der sich selbst erklärenden Richtigkeit — praktische, nicht theoretische Richtigkeit (siehe weiter unten) — gleichzeitig eine bedeutende Vereinfachung in der Ermittlung der Fluchtpunkte, was besonders für die Darstellung schief zum Hauptkörper stehender Nebenkörper wertvoll ist und vor allem wesentliche Zeitersparnis in sich birgt.

In Fällen nun, wo die Horizontalteilung einfach, nicht zahlreich, stellt man am einfachsten für jede der betreffenden Kanten die perspektivischen Zwischenhöhen fest. Darauf verbindet man die ermittelten Punkte durch eine Gerade und erhält so die perspektivischen Neigungen der betreffenden Horizontalen. Auf diese Weise kann man ohne Fluchtpunkte konstruieren, auch ein bedeutender Vorteil des Netzhautbildverfahrens, der vor allem bei großem Maßstab des zu konstruierenden Bildes die Arbeit außerordentlich erleichtert. Hier sei schon bemerkt, daß aus in den weiteren Abschnitten erläuterten Gründen alle auf einer Fläche liegenden Zwischenhöhen auf einer für die Fläche angenommene Bezugskante angetragen und so ermittelt werden müssen. Die Kanten der Fläche sind gewissermaßen als Ordinaten für alle auf der Fläche liegenden Punkte zu betrachten.

Wir betrachten nun Tafel **III** und kommen so zum praktischen Teil des Buches.

g) Figur 7, Tafel III zeigt die perspektivische Konstruktion eines Würfels mit halbkreisförmig überwölbter Durchbrechung, welche in die in dem Grundriß umgeklappt gedachte Seitenansicht eingezeichnet ist; die Darstellung erfolgt aus normaler Aughöhe p nach dem Netzhautbildverfahren.

Zur größeren Übersichtlichkeit ist bei der folgenden Figur durchweg die Reihenfolge des Arbeitsvorganges durch eingekreiste Ziffern verdeutlicht, gleichlautend mit dem beschreibenden Text. F und Distanz $F - O$ beliebig, letztere je nach Größe der gewünschten Darstellung.

1. Fixieren des Standpunktes und des Seh winkels durch die die äußersten Objektkanten tangierenden Außenstrahlen $F - x$ und $F - y$.
2. Halbieren des Seh winkels durch den Hauptstrahl $F - O$ und hierauf **das Ganze so richten, daß „ $F - O$ “ winkelrecht zur Reißbrett-schiene steht.**
3. Nunmehr winkelrecht zu beiden Seiten von $F - O$ die Hälfte der beabsichtigten Darstellungsgröße antragen und diese in ihren Schnittpunkten $i - i$ mit den Außenstrahlen bringen.
4. Die Distanz $F - i$ auf $F - O$ antragen, $F - O$ von O über F hinaus um das 1,55fache von $F - O$ verlängern = $O - Z$ und endlich den Projektionskreis mit $O - Z$ als Radius ziehen. Dadurch, daß der Projektionskreis nicht in i , sondern höher den Außenstrahl schneidet, erfährt die Projektion eine kleine Vergrößerung, die von der Größe des Seh winkels abhängt und die, falls unerwünscht, bei der Bestimmung von $F - O$ zu berücksichtigen ist. Der Seh winkel bleibt unter 100° , darum braucht PK nicht weiter konstruiert zu werden. Der Mittelpunkt Z ist für die Projektion des Bildes nicht mit F zu verwechseln!
5. Projektion der Sichtkanten des Würfels **1, 2 u. 3** aus dem Grundriß auf PK , Zeichnen des Horizontes $H - H$ (winkelrecht zur Bildachse) der Bildfläche und auf diese die Sichtkante parallel zur Bildachse auftragen.

6. Figur ⁷8a zeigt die Höhenermittlung. Aughöhenlinie **A—A** entspricht dem Horizont **H** der Bildfläche, Kreis **PK** und Distanz **S** = **PK** und **S** der Grundrißprojektion; **L**₁, **L**₂ u. **L**₃ = die maßstäblichen Entfernungen der betreffenden Kanten von **F**, **h**₁, **h**₂ usw. Kantenlänge des Würfels **1—2**, **1—3**; diese auf **PK** projizieren, aus ihren Schnittpunkten als Lote auf Aughöhenlinie **A—A** abgreifen und von **H—H** im Bilde auf die entsprechenden Kanten als **h**₁, **h**₂ usw. antragen, die Punkte **h**₁, **h**₂ u. **h**₃ mittels Gerade verbinden, diese zwecks Bestimmen der Fluchtpunkte bis zu ihrem Schnittpunkt auf **H—H** verlängern. Die so gefundenen Punkte **V**₁ u. **V**₂ auf dem Horizont sind die unter Umständen erwünschten Fluchtpunkte für alle den horizontalen Würfelkanten parallelen Linien auf den entsprechenden Flächen.

Das Projizieren und Einzeichnen der gewölbten Durchbruchsöffnung dürfte an Hand von Figur 7 keine besonderen Schwierigkeiten mehr bereiten. Die Bogenhöhen **a**, **b**, **c** usw. werden am einfachsten auf **h**₁ bezogen gemessen und von dort auf ihre entsprechenden Lote im Bilde projiziert. Überhaupt ist es ja meist am vorteilhaftesten, eine Kante für die Ermittlung der Teilhöhen annehmen, und zwar wie auch in diesem Falle die „Bildecke“ des Objektes. Auf die so gewählte Bezugskante sind alle auf der zugehörigen Fläche liegenden Höhenpunkte anzutragen und von hier aus zu ermitteln. Ist für Eck- oder Gesimsauskragungen ein Diagonal-Fluchtpunkt **V**_D erforderlich, so ist dieser in der angedeuteten Weise richtig und schnell zu bestimmen. Die Ausladung wird dann durch Projektion aus dem Grundriß ermittelt.

h) Ehe wir weiter fortfahren, ist, obwohl es für den Praktiker fast müßig ist, sich über dies Thema weiter zu verbreiten, zur Fluchtpunktfrage einiges theoretisch nicht Unwichtiges zu bemerken. Es könnte sonst ein Kritiker aus diesem Punkte eine Schwäche für das Netzhautbildverfahren herleiten wollen und, sie auf die Feder speißend, als Entdeckung vorzeigen. Um nicht also in die Schranken

gefordert zu werden, sei darum hier schon gesagt, daß die in der vorher beschriebenen Weise ermittelten Fluchtpunkte, was ja auch in Abschnitt **f)** an diesbezüglicher Stelle schon betont, nur **angenäherte** sein können, und zwar aus folgendem Grunde. **Einzuschalten ist noch, daß es kein System gibt, für welches das nicht gilt.** Also: Hauptstrahl **F—O** und Horizont **H—H** haben naturgemäß ein und dieselbe Bedeutung. Was der letztere für die horizontale Ausbildung des Bildes ist der erstgenannte natürlich für die vertikale, wie **H—H** die Bildachse im Horizontalen, ist **F—O** bekanntlich diese in vertikalem Sinne. Infolgedessen liegen auf **F—O** die Fluchtpunkte der zu **H—H** lotrechten Bildlinien. Hiermit stehen wir mitten im Problem der Scheitelperspektive, die wir aber in der angewandten zeichnerischen Perspektive aus mancherlei Gründen nicht berücksichtigen können. Aus praktischen und aus Gründen der psychophysischen Funktion im Sehvorgang des menschlichen Auges hat die Scheitelperspektive in der Hauptsache nur rein wissenschaftlich-theoretischen Wert, jedoch kann ihre Vernachlässigung in der Praxis nicht ganz ohne Folgen für die Darstellung bleiben und sie muß in etwa berücksichtigt werden. Betrachten wir darum noch einmal Figur 7 der Tafel **III**.

Die Kantenhöhen h_1, h_2 usw. sind die wirklichen perspektivischen Höhen. **Die selbstverständliche Art ihrer Ermittlung entspricht ganz dem natürlichen Sehvorgang.** Im Bilde sind sie jedoch nicht in ihrem perspektivischen, sondern im **geometrischen Ort** der Horizontprojektion angetragen, weil die Bildkante nicht, wie es für die Bildachse **H—H** selbstverständlich ist, gegen die vertikale Bildachse geneigt, sondern dieser parallel gezeichnet ist. Dies beeinflusst, zumal bei relativ hohen Objekten, natürlich die Neigung der Fluchtlinien und somit auch die Lage der Fluchtpunkte V_1 u. V_2 auf **H—H**. Wie in der Wirklichkeit, so müßten sich die Kanten **1, 2 u. 3** in ihrer Verlängerung in einem Punkte der Verlängerung **F—O = Bildachse** schneiden, d. h. daß die Grundrißabmessungen sich — wie rechts und links von der Bildachse der Querschnitt — nach oben wie nach unten, von **H—H**, der horizontalen Bildachse, aus betrachtet, ver-

jungen, um in bestimmten Punkten der vertikalen Bildachse zu verschwinden. Da wir aber in der angewandten Perspektive aus oben angedeuteten Gründen alle lotrechten Linien des Objektes parallel zur Vertikalachse zeichnen, die im Bilde auf ihnen angetragenen Höhen aber die wirklichen perspektivischen Höhen darstellen, so ergibt sich also ein gewisser Kompromißfall. Bei Darstellungen mit nicht zu großen Höhendifferenzen an ein und demselben Objekt, sowie bei nicht zu nahem Standpunkt braucht diese Tatsache nicht berücksichtigt zu werden, man nimmt immer **die größte Höhe zur Ermittlung der Fluchtpunkte**. Anders aber bei größeren Baugruppen etwa mit starken Höhenabstufungen durch eingeschlossene Turmkörper. Hier ist ein Ausgleichverfahren nicht zu umgehen. Dieser nicht selten vorkommende Fall wird weiter unten gesondert behandelt. Aber auch beim Innenbild macht sich der oben erwähnte Kompromiß häufig bemerkbar, wie, werden wir ebenfalls weiter unten sehen. Darum sei hier ausdrücklich betont, daß das Netzhautbild in der angewandten Perspektive die im wissenschaftlichen Sinne wahren Horizontalproportionen nur in der Zone des Horizontes zeigt, mit wachsendem Abstand hiervon nach oben und unten aber nur praktisch wahr sein kann.

Mit anderen Worten: Das praktisch angewandte Netzhautbildverfahren ergibt das wahre „Sehbild“ in dem Sinne, daß die wahren perspektivischen Höhenproportionen auf die, in Rücksicht auf die Eigenart der Seh Wahrnehmung als absolut angenommene wahre Horizontproportion bezogen sind. **Möglich ist es, das wahre Netzhautbild zu konstruieren, dies beweist Figur 24 a, die aber gleichzeitig auch beweist, daß Praxis und Berücksichtigung der psychophysischen Sehfunktion kleine Ungenauigkeiten in Kauf nehmen müssen, damit das Bild für das Auge wieder „wahr“ wirkt.**

Einen Fall müssen wir hier besonders beachten: Wäre z. B. der Würfel 1, 2 u. 3 im Grundriß etwa von einem ihn parallel umschließenden Stufenplateau umgeben, so müßten die Außenstrahlen die betreffenden Ecken der untersten Stufen umschließen. Hiernach

sind dann auch die Fluchtpunkte für den Würfel festzulegen, und zwar so, daß man die Höhen h_1 , h_2 u. h_3 in die Stufenecken verlegt, danach wie vor die Höhen ermittelt, desgleichen die Fluchtpunkte, die dann für den Würfel gelten, festlegt. Im weiteren Verlauf können dann die verschiedenen Höhen des Würfels für diesen an einer Kante wieder direkt gemessen werden, und zwar am zweckmäßigsten wieder für die nächste. Bei ähnlichen Fällen ist analog zu verfahren. Und nun endlich zum praktischen Teil.

i) Kehren wir nun zu Tafel **IV** zurück. Figur 8 zeigt die Darstellung des Würfels der Figur 7 vom gleichen Fußpunkt, jedoch aus der Vogelschau betrachtet und mit aufgeteilten Seitenflächen **1–2** und **1–3** sowie aufgesetzter Pyramide. Arbeitsvorgang 1. bis 6. einschließlich wie bei Figur 7, Abschnitt **g**. In diesem Falle werden die größten Höhen bzw. Tiefen vom Horizont **H–H** nach unten gemessen.

7. Vertikalteilung sowie Punkt **4**, Pyramidenspitze, projizieren und in das Bild einzeichnen, dann auf eine beliebige, am praktischsten auf der nächsten Sichtkante **1** die Horizontalteilung **a**, **b** u. **c** maßstäblich zur Höhenermittlung antragen, auf **PK** projizieren, die sich ergebenden Punkte als Lote von **PK** auf **A–A** gemessen auf der entsprechenden Kante h_1 im Bilde antragen, endlich nach **V₁** u. **V₂** die Fluchtlinien zeichnen.

8. Wie für die Hauptkanten nunmehr in gleicher Weise die Höhe **4** der Pyramide ermitteln, diese auf h_4 im Bilde antragen und zum Schluß die Kanten der Pyramide als Verbindungslinien nach den drei Ecken zeichnen. Was für Punkt **4**, gilt auch für alle etwa auf den Pyramidenflächen liegenden Punkte; dieselben werden durch einfache Grundprojektion und Höhenermittlung in ihrer perspektivischen Lage bestimmt. Figur 8 zeigt dies für die Dreiecksdurchdringungen auf der Pyramide, die jedoch meist schneller und zuverlässiger durch Grundprojektion auf den Grat **4–1** gefunden werden, worauf die Höhen von dem so gefundenen Punkte aus bestimmt werden.

Hilfsprojektionen sind bei dem Netzhautsystem nicht erforderlich, diese oft zeitraubende Arbeit ist erspart. Diese zeitersparende Eigenschaft des Systems kommt besonders bei reich aufgelöste und geschwungene Oberflächen besitzenden Objekten sehr vorteilhaft zur Anwendung; gerade hier bedeutet der Fortfall der sonst allgemein erforderlichen umständlichen Hilfsprojektionen eine wesentliche Erleichterung.

Jeder beliebig im Raum liegende Punkt kann in seiner perspektivischen Lage durch direkte Messung ohne Hilfsprojektionen ermittelt werden, jedoch mit der Einschränkung, daß im gebundenen System dieser dann als Ausgangspunkt bzw. Bezugsgröße dient. Wir berücksichtigen so die perspektiv gesetzmäßige Beugung aller Geraden, außer den Sehachsen im wahren Sehbild, was hiermit meines Wissens erstmalig ausgesprochen wird. Siehe Kapitel „Die Fliegerperspektive“ und „Das wissenschaftlich exakte Netzhautbild“.

Nun ist noch folgendes zu beachten: Wie wir bei der Fluchtpunkt-ermittlung von der größten Tiefe bzw. dem Terraingrundriß ausgehen und die Höhenproportionen danach feststellen, so muß der Horizontalprojektion die nächste Grundrißdistanz **diagonal gemessen** zugrunde gelegt werden. **Dies ist unbedingt zu beachten, wenn das Objekt sehr tief unter Aughöhe liegt.** Würden wir das Objekt, wie in Figur 8, einfach in der Horizontalproportion projizieren, also auf Grund der geometrischen Distanz **F—4**, so ergibt sich gegenüber den Höhen eine zu große Horizontalausdehnung. Es muß also zumindest die nächste Diagonalentfernung des Grundrisses, also etwa in Höhe **e** Figur 8, und zwar von dem Mittelpunkt, hier **4**, aus gewählt werden. Diese Diagonalstrecke tragen wir dann vom Punkt **4** aus auf die Transversale **F—O** an, wodurch wir den Fußpunkt **F₁**, der wohlverstanden nur für die Horizontalprojektion gilt, erhalten. Wir sehen, daß die Differenz im vorliegenden Falle sehr gering ist. Hiernach wird dann erst die Projektionslinie auf Grund von **F₁—i** festgelegt. **Für die Höhenermittlung gilt selbstverständlich nach wie vor nicht der Diagonal-Fußpunkt F₁, sondern der Lotpunkt F.** Dies alles jedoch

Fig. 8

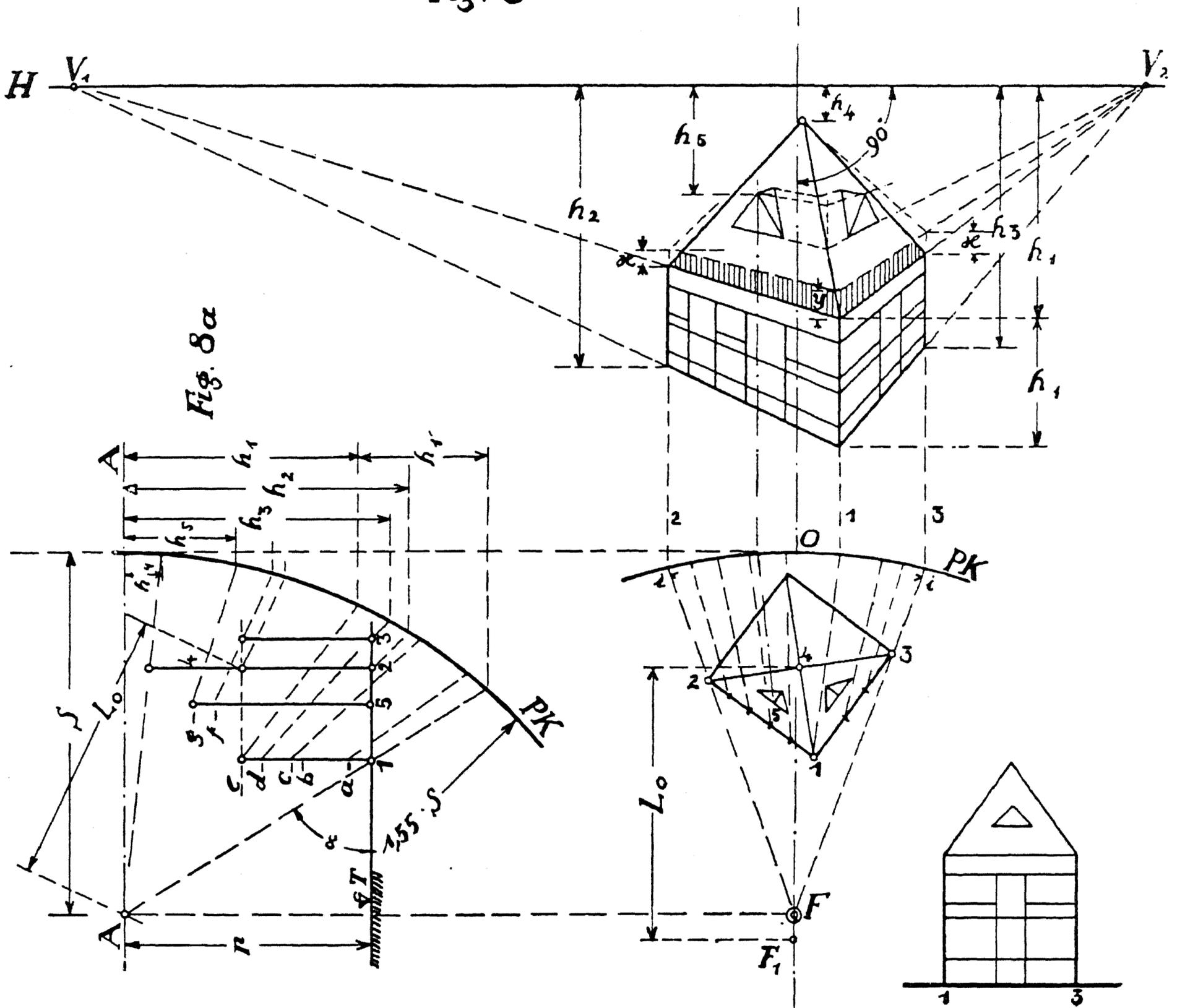
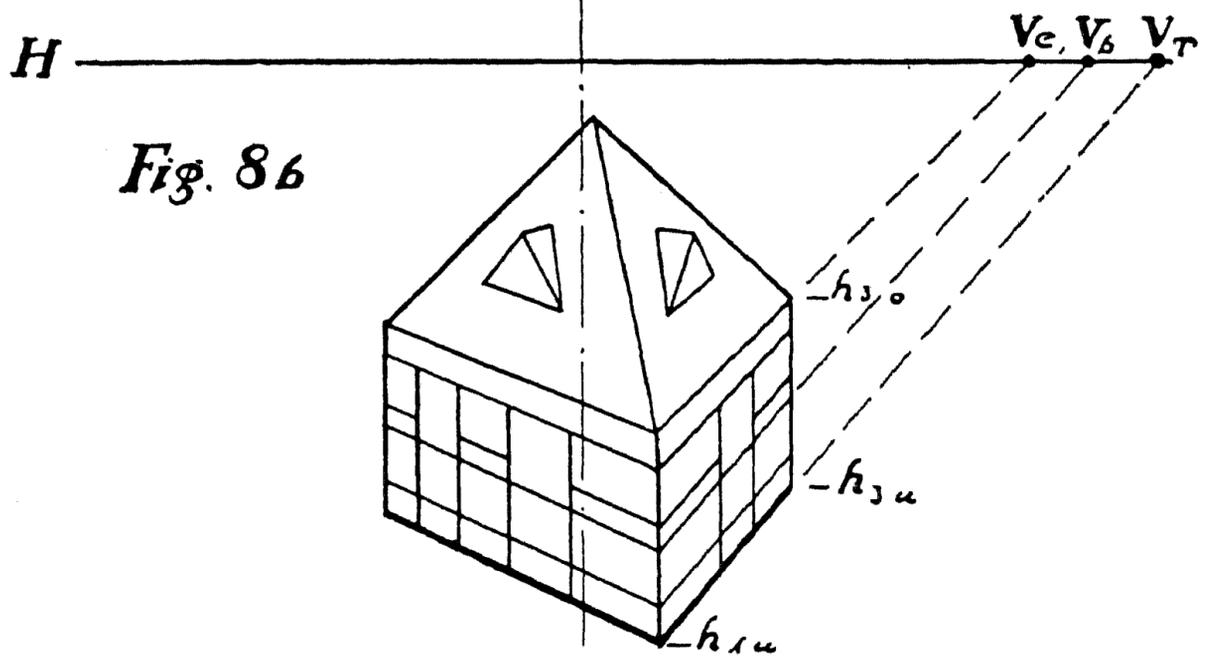
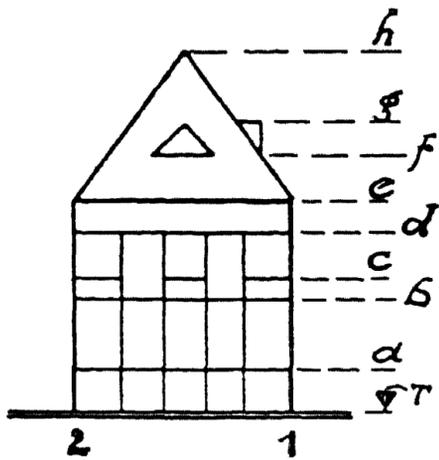


Fig. 8a

Fig. 8b



gilt, wie schon gesagt, nur für einfache Fälle mit Sehwinkel unter 30° und geringer Höhe. Später werden wir diesen Sonderfall der Perspektive eingehender behandeln.

Mit den vorhergegangenen Ausführungen haben wir Fragen berührt, die eine restlose Beantwortung im Abschnitt „Die Fliegerperspektive“ finden werden. Folgende Regel können wir uns hier schon einprägen:

Liegt der lotrecht über dem Fußpunkt sich befindliche Augenpunkt über der doppelten Höhe des darzustellenden Objektes, so muß, falls der Einfallswinkel zwischen Sehstrahl und Horizontale in der nächsten Kante des Objektes bedeutend über 30° hinausgeht, für die Projektionslinie der Horizontalprojektion die Diagonaldistanz zugrunde gelegt werden. Die Diagonaldistanz ist immer vom Augenpunkt auf den Schwerpunkt des Grundrisses zu beziehen, und zwar ist dieser Punkt etwa im oberen Drittel des Objektes zu fixieren.

In Figur 8 werden die perspektivischen Höhen der Kanten 2 u. 3 durch die immer relative Lage der Fluchtpunkte, da wir die Höhen von Kante 1 aus festlegten, wie angedeutet, um x kürzer. Dadurch entsteht die bei relativ nahem Standpunkt unvermeidlich starke Fluchtverjüngung. Es liegt nun nahe, unter Beibehaltung der Fluchtpunkte für die perspektivischen Höhenproportionen von Kante 2 oder 3 auszugehen. Dadurch würde allerdings die unangenehme Fluchtverjüngung aufgehoben, das Objekt aber bei Kante 1 um y überhöht dargestellt. Dieser Weg ist aber in jedem Falle zu empfehlen, da bei großer Nähe des Standortes auf diese Weise der Ausgleich zwischen den, gegenüber der Grundrißausdehnung, stark verkürzten Höhen erreicht wird.

Das unbedingt praktisch Richtige erhalten wir unter Beobachtung der obigen Regel jedenfalls, wenn wir, wie dies in Figur 8b geschehen, **ohne Fluchtpunkte konstruieren**. Rechts in Figur 8b ist angedeutet, daß jede Horizontale ihren eigenen Fluchtpunkt hat. Je höher bzw. hier je tiefer diese liegt, um so mehr verschiebt sich der Fluchtpunkt für die betreffende Fluchtwand! Dies tritt, wie in

diesem Falle, bei relativ großer Nähe des Standpunktes besonders stark in Erscheinung. Im Abschnitt „Das wissenschaftlich exakte Netzhautbild“ wird diese Erscheinung ihre Erklärung finden.

Figur 9, Tafel V zeigt einen Fall, wie er am Schlusse von Abschnitt F, angedeutet wurde. Sind nur wenige Horizontalteilungen vorhanden, so führt auch hier die Konstruktion ohne Fluchtpunkte am schnellsten zum Ziele und ergibt das genauere Bild. Will man jedoch im anderen Falle auf diese nicht verzichten, so ist der **Generalfluchtpunkt** zu ermitteln.

In Figur 9 ist ein über sechseckigem Grundriß stufenartig aufgebautes Objekt darzustellen. Dieses soll wegen reicher Horizontalgliederung mittels Fluchtpunkte konstruiert werden.

Arbeitsvorgang 1. bis 5. einschließlich wie bei Figur 7, Tafel III.

6. Ermittlung der Generalfluchtpunkte dadurch, daß die größten Höhen an den das Objekt umschließenden niedrigeren äußersten Kanten angetragen, worauf von den Schnittpunkten der Sehstrahlen auf **PK** die entsprechenden perspektivischen Höhen $h_{a,d}$, $h_{3,d}$ usw. als Lote auf **A—A** gemessen und im Bilde angetragen werden, dann die sich ergebenden Punkte der Höhe d $h_{1, 2, 3}$ u. 4 mittels Geraden verbinden, **1—2** und **3—4** bis zu ihren Schnittpunkten auf dem Horizont, den Generalfluchtpunkten V_r und V_e verlängern. Die so gefundenen Fluchtpunkte gelten dann für alle Horizontalen auf den **1—2**, **3—4** parallelen aber zurückliegenden Flächen, wie **y**, **z** usw. Hierauf werden die übrigen Höhen von **2—3** der Absätze **y** u. **z** in der bekannten Weise ermittelt.

Wollten wir den Fluchtpunkt nach den perspektivischen Höhen **1—2 x** oder **1—2 z** festlegen, so würde er im ersten Falle relativ zu nahe, im zweiten Falle relativ zu weit liegen, wie auf der linken Seite von Figur 9 angedeutet. Die Kanten **1** u. **2** der Fläche **X** werden allerdings durch den Generalfluchtpunkt etwas überhöht, wogegen die entsprechenden zurückliegenden Kanten, wie ebenfalls angedeutet, etwas unterschritten werden. Es liegt dies in der Natur des

Fig. 9

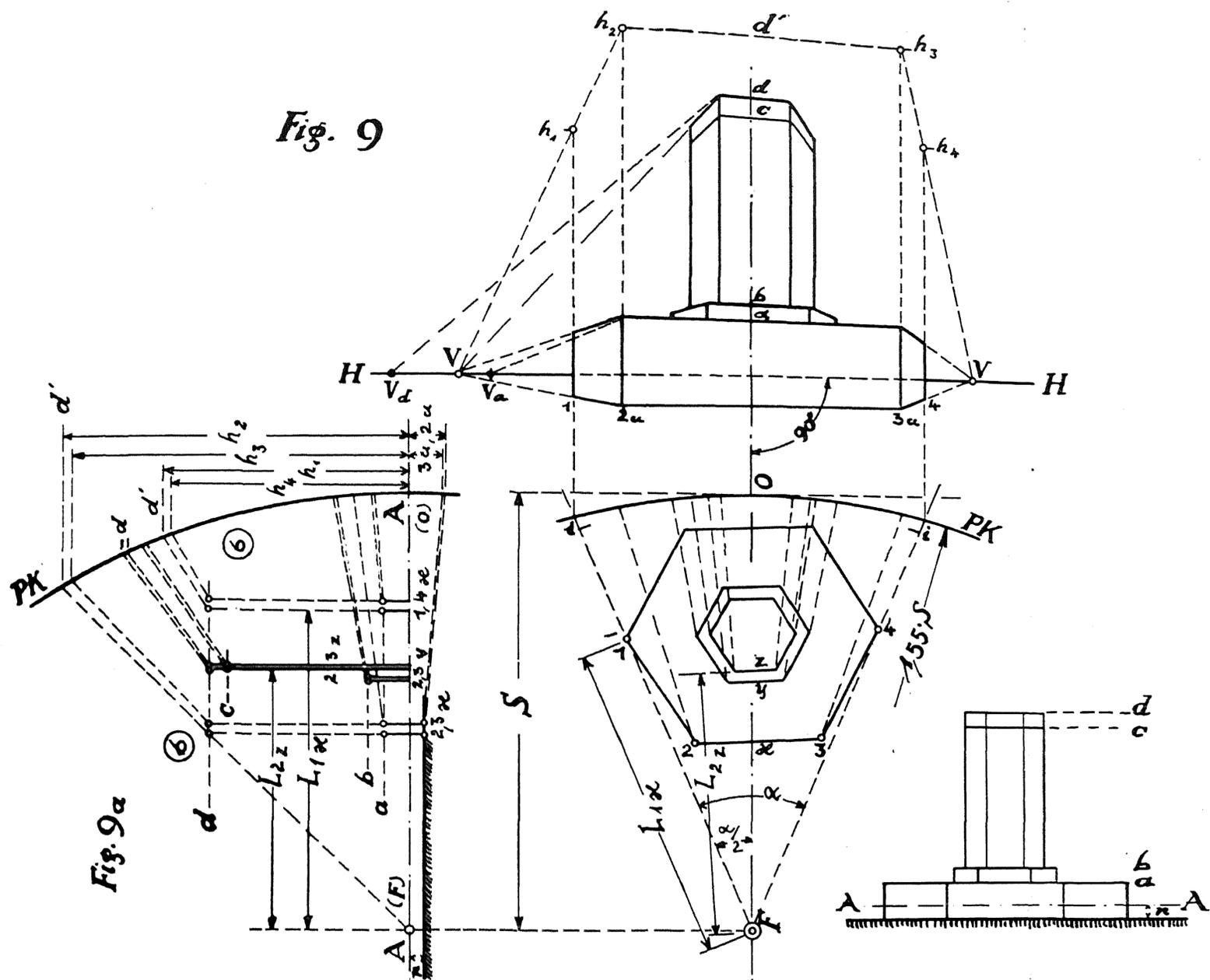


Fig. 10

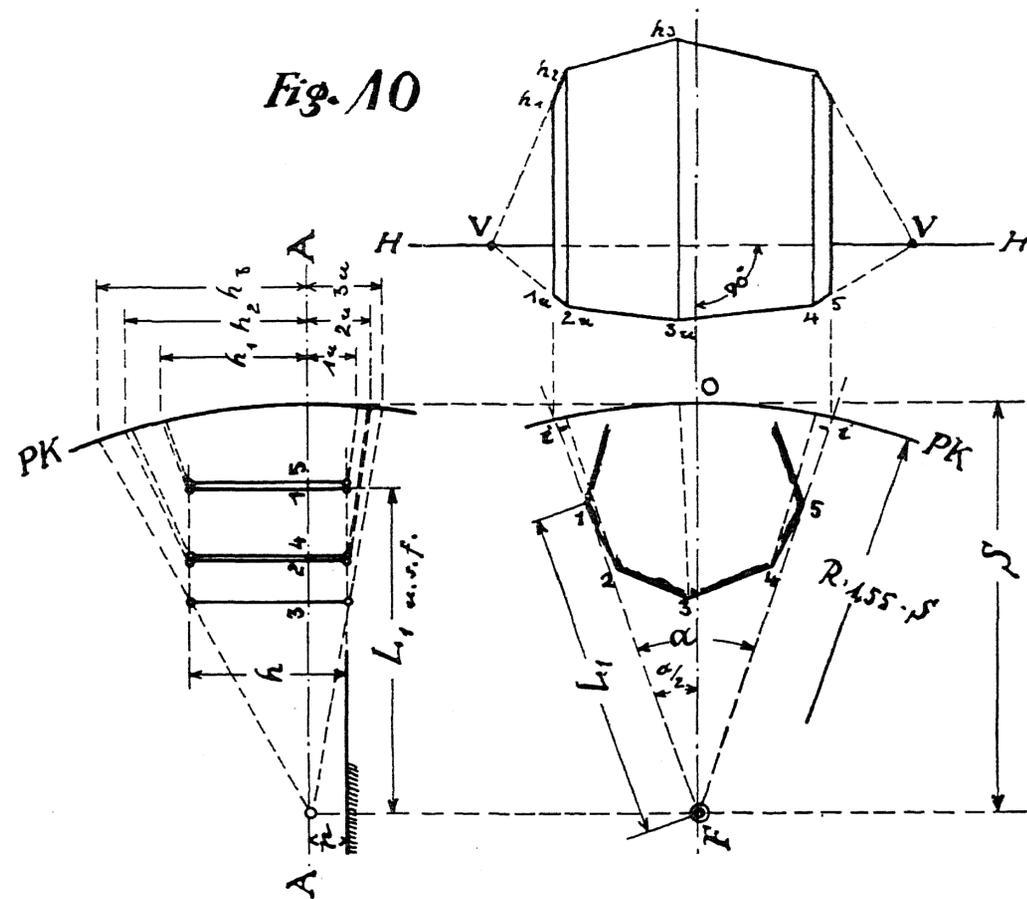


Fig. 9a

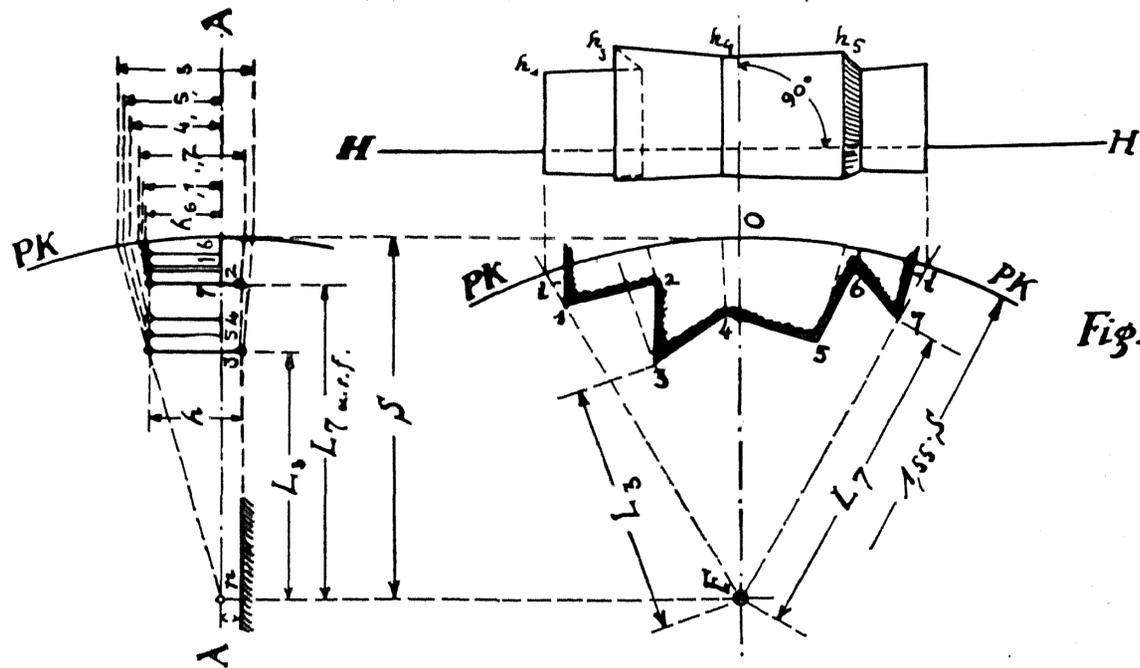
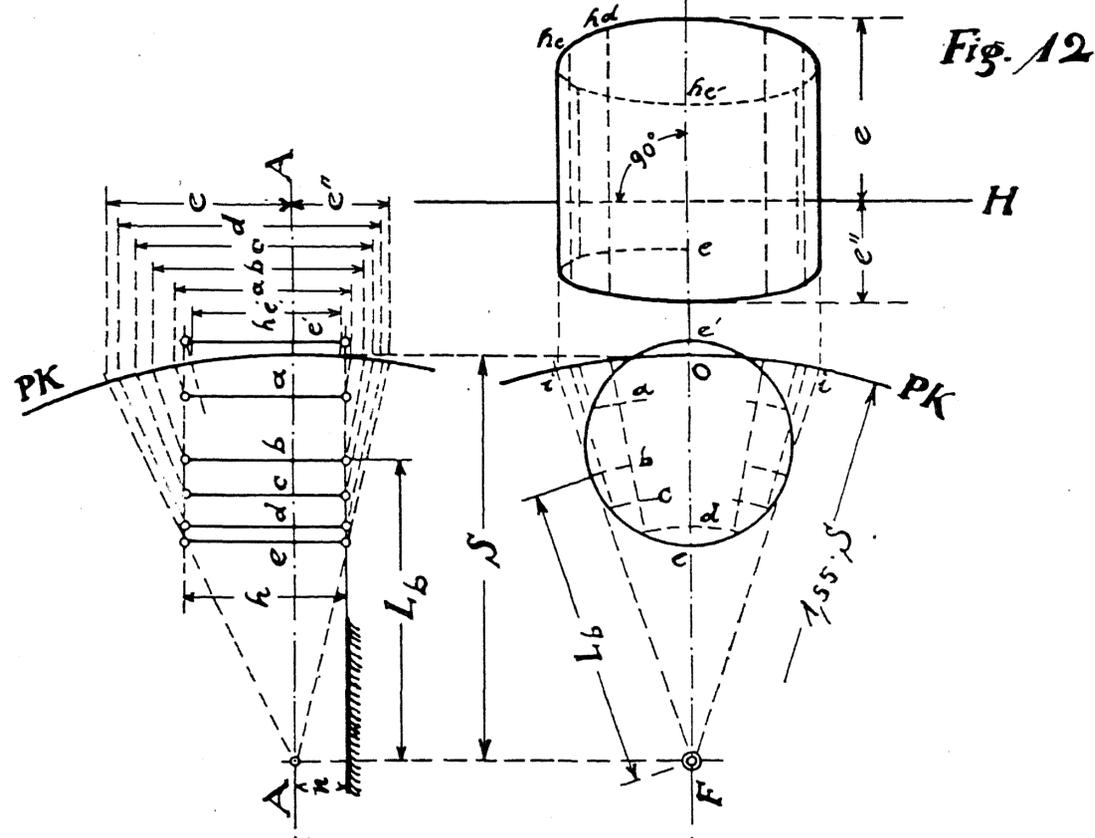


Fig. 11



hier angewandten Ausgleichsverfahrens. Als wichtige Regel ist zu merken:

Bei stufenartig abgesetzten Objekten ist, falls Fluchtpunkte benutzt werden sollen, zur Ermittlung des Generalflechtpunktes die größte Höhe an die den inneren Absätzen entsprechenden äußersten, also dem Fußpunkt nächsten Kanten anzutragen und durch Verlängerung der Verbindungslinie nach dem Horizont der sich hierdurch ergebende Generalflechtpunkt festzulegen. Dieser gilt dann für alle Parallelen auf den entsprechenden zurückliegenden Flächen.

Wie schon betont, erhalten wir das genaueste Bild durch Konstruktion ohne Fluchtpunkte.

Die Figuren 10 u. 11, Tafel V zeigen die Darstellung zweier Prismen, die durch im Grundriß schiefwinklig zueinander stehende, lotrechte Seitenflächen gebildet werden. Wir sehen, daß es ohne vorherige Fluchtpunktermittlung möglich ist, den ziemlich komplizierten Körper schnellstens darzustellen. Etwaige erforderliche Fluchtpunkte ergeben sich durch einfaches Verlängern der oberen Fluchtlinien.

Figur 12 zeigt, wie sich bei der Darstellung zylinderartiger Körper das Netzhautbildverfahren als besonders vorteilhaft erweist.

Arbeitsvorgang 1 bis 4 einschließlich wie Figur 7, Tafel III.

5. Markieren der beliebigen Hilfspunkte **a**, **b**, **c**, **d** usw. im Grundschnitt, wodurch die Lage der beliebigen Anzahl von Hilfslinien zwecks Höhenermittlung angedeutet wird, die dann auf **PK** projiziert und auf **H—H** im Bild angetragen werden.
6. Ermittlung der perspektivischen Höhen der verschiedenen Punkte (auch einiger unsichtbarer Hilfspunkte) in der üblichen Weise, diese an die betreffenden Hilfslinien im Bild antragen und darauf die einzelnen Punkte freihändig verbinden. Auf diese Weise stellen wir beim Netzhautbild-Verfahren Kreise ohne die bisher erforderlichen und umständlichen Hilfsprojektionen dar.

Es ist noch zu erwähnen, daß wir uns in der Praxis die Zeichnung

der zur Höhenermittlung bestimmten Hilfsfiguren 7 a u. 8 a usw. ersparen können. Wir bemerken unschwer, daß die Aughöhenlinie **A—A** der Hilfsfigur mit dem Hauptstrahl **F—O** bzw. dem Horizont identisch ist. Wir klappen also einfach die Hilfsfigur auf **F—O** um. Die Zeichenarbeit vereinfacht sich dadurch bedeutend. Mittels Zirkel haben wir dann von **F** aus die gewünschten Kanten zur Höhenmessung aus der Grundrißlage schnell auf **F—O** angetragen und winkelrecht zu **F—O** in ihrer wahren Distanz von **F** aufgezeichnet sowie auf **PK** projiziert, die ja für die Höhen dieselbe Geltung hat, wie für die Grundschnittabmessungen. Die folgenden Figuren sind, soweit die Klarheit nicht darunter leidet, in diesem Sinne behandelt. **Hier sei noch darauf hingewiesen, daß wir uns das Zeichnen der Höhen-Sehstrahlen ebenfalls ersparen können durch einfaches Anlegen des Lineals an „F“ sowie an den Punkt der zu bestimmenden Höhe, worauf wir dann vom Schnittpunkt der Meßkante auf „PK“ aus mittels Zirkel die perspektivische Höhe als Lote auf „F—O“ direkt abgreifen.**

DAS AUSSENBILD DES MEHRRÄUMIGEN OBJEKTES

Wenden wir uns nun zu Tafel **VI**.

In Figur 13 sehen wir die Grundrißkontur eines schiefwinklig gelagerten, zum Teil einen Platz umschließenden Baukörpers mit verhältnismäßig hohem Eckturm, wie Figur 13a zeigt. Der Baukörper soll möglichst umfassend dargestellt werden; der durch die Situation vorgeschriebene und mögliche Standpunkt liegt verhältnismäßig nahe. Wir erhalten so einen Sehwinkel von etwa 90° . Arbeitsvorgang 1—4 einschließlich wieder nach Figur 7, Tafel **III**, Abschnitt **g**.

5. Projizieren der einzelnen zur Ermittlung der Fluchtpunkte erforderlichen Ecklinien **1, 2, 3, 4** usw. auf den Bildhorizont, Ermitteln der verschiedenen größten Höhen der betreffenden Ecken, abgreifen und im Bilde an den entsprechenden Linien antragen.
6. Die so ermittelten perspektivischen Höhen durch eine Gerade verbinden und diese jeweils zum Bestimmen ihres Verschwindungspunktes für eventuelle Horizontalglieder der betreffenden Wand bis zum Schnitt mit dem Horizont verlängern.

Es sei hier nochmals betont, daß die **Höhenmessung stets durch Loten von dem auf „PK“ ermittelten Punkte auf die Aughöhenlinie, hier F—O, erfolgen muß, nicht an PK entlang als Sehne nach O**. Die verschiedenen Zwischenhöhen werden darauf — meist genügt es, dies für eine Ecke zu tun — in derselben Weise ermittelt.

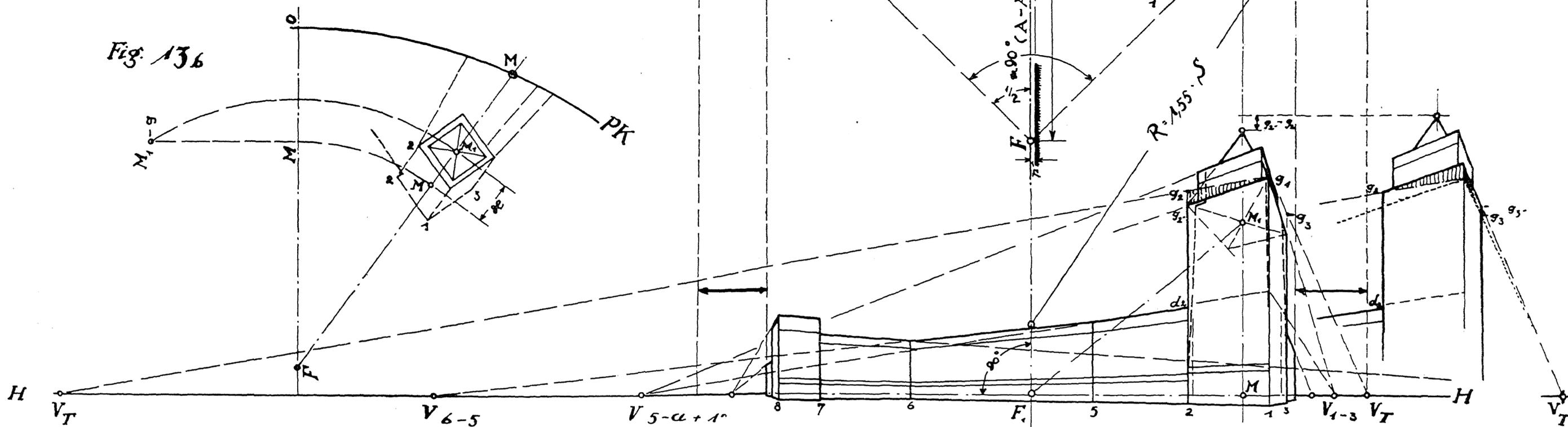
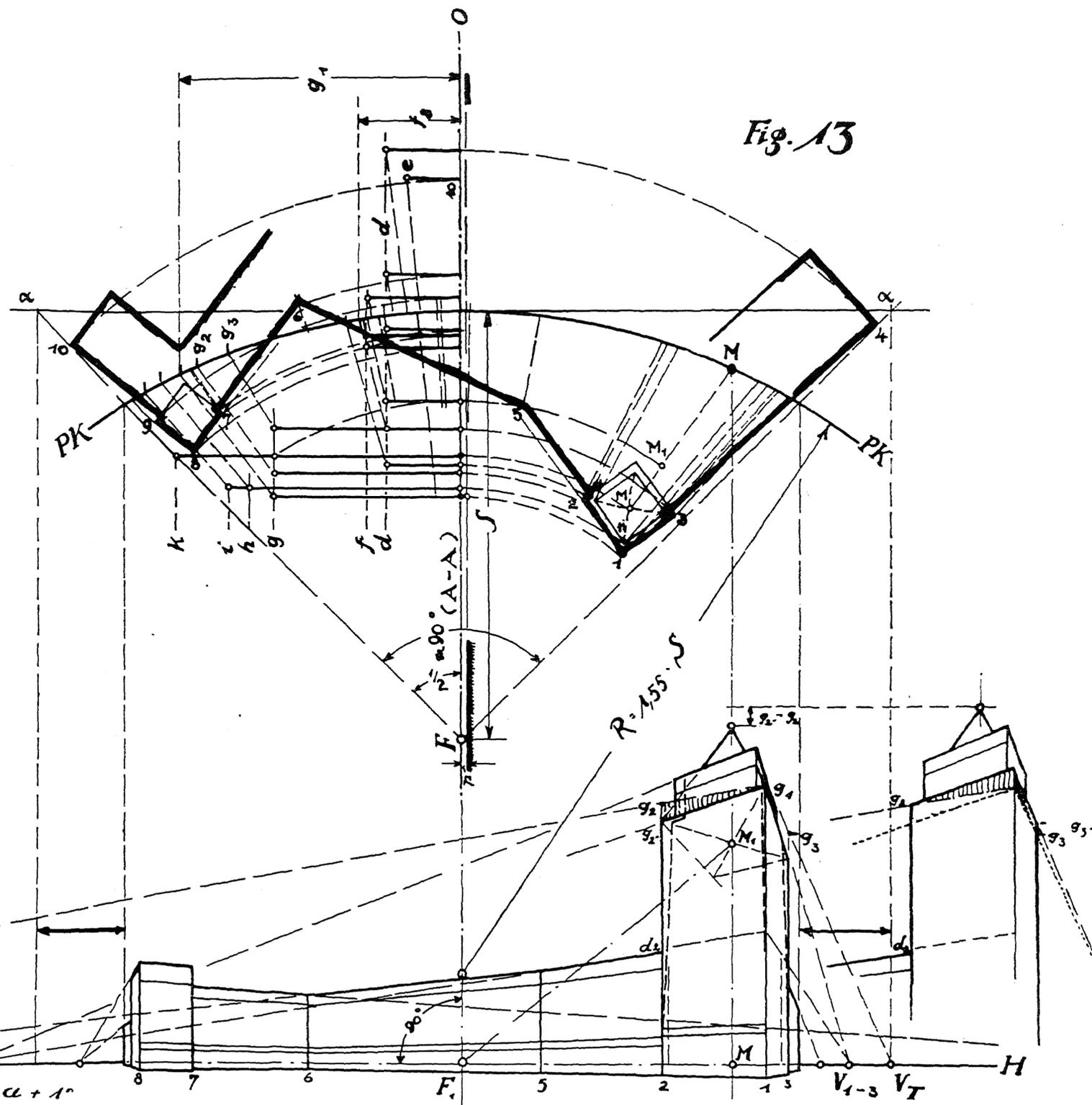
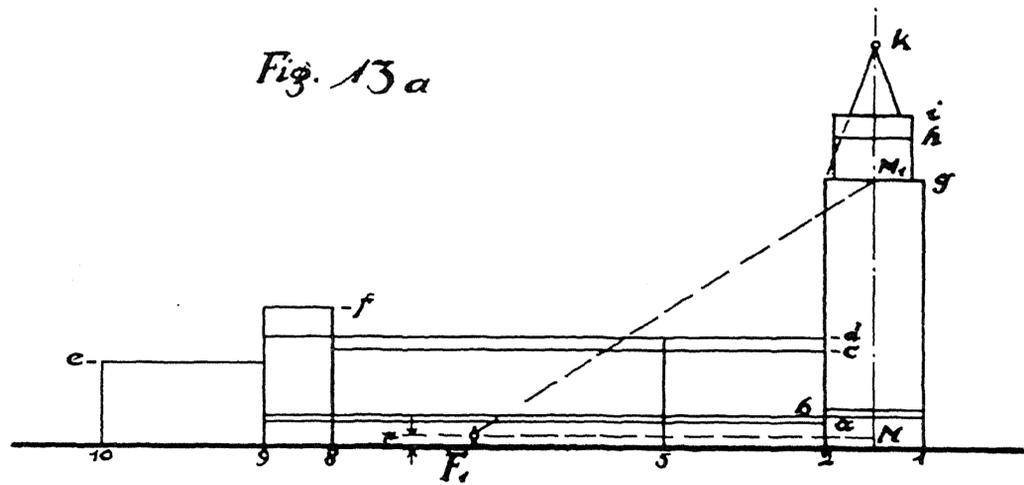
Bei dem vorliegenden Objekt nun macht sich am Hauptturm die Vernachlässigung der Scheitelperspektive, die weiter oben in Abschnitt **h** schon angedeutet und auf die wir am Schluß der Ausführungen im Zusammenhang mit dem Problem der Frontalperspektive

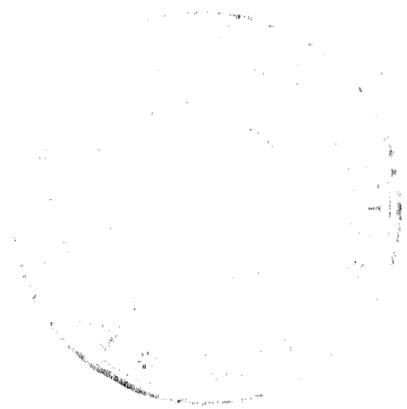
nochmals zurückkommen, bei der Fluchtpunktermittlung deutlich bemerkbar. Wir wissen, daß wir mit Rücksicht auf den psychophysischen Vorgang im Sehprozeß die Scheitelperspektive in der praktischen Darstellung nur in sehr geringem Maße berücksichtigen können. Wie weit wir sie aber berücksichtigen wollen, ist aus vorhin bemerktem Grunde Sache des Gefühls.

Ehe wir nun den Turm in diesem Sinne bearbeiten, ist zu Figur 13 noch einiges zu erklären. Das ganze Bild scheidelperspektivisch zu behandeln, ist praktisch ebensowenig nötig, wie andererseits umständlich. Es kommt also nur der Turm als über die normale Höhe hinausgehend in Betracht.

Die Behauptung, daß die Projektionsgröße ein und desselben Gegenstandes auf die gleiche Projektionskurve durch die Entfernung von F aus bedingt ist, bedarf wohl keines besonderen Beweises. Die perspektivische Größe des Turmes in ihrer horizontalen Ausdehnung ist in Figur 13 vorerst für die ganze Höhe dargestellt. Die auf den Kanten **1**, **2** u. **3** angetragenen Höhen sind also in ihrem geometrischen Ort angetragen. Nun liegt die Fläche **1–2** fast in der Flucht und parallel zu **2_u–5**. Die Verlängerung der Fluchtlinien für die Höhe **g** müßte also bei V_1 u. V_2 den Horizont schneiden. Ihre Schnittpunkte VT_1 und VT_r liegen aber weit darüber hinaus. Alle Horizontalen auf den Flächen **1–2** und **1–3** müssen aber bis zur Höhe **d** der anschließenden Flügelbauten in ihrer perspektivischen Neigung mit den entsprechenden Horizontalen auf **2_u–5** gleichlaufen, benutzen wir aber für die Flächen **1–2** und **1–3** die sich ergebenden Fluchtpunkte zum Zeichnen der Horizontalen, so ergeben sich Knicke an den anschließenden Turmecken, die Stellung des Turmes würde dadurch gegen den anschließenden Flügel **u–5** gedreht erscheinen. Wir müssen also auch für den Turm, indem wir die größte Höhe der nächsten Kante **1** als zur Höhenermittlung maßgebende annehmen, die entsprechenden Fluchtpunkte V_{2u-5} und V_{1-3} (ermittelt für die Höhe **d**) benutzen.

Nun erleiden aber hierdurch die Kanten **2** u. **3** eine Verkürzung.





Figur 13 zeigt, daß diese bei relativ großer Nähe des Standortes wie in unserem Beispiel bedeutend sein kann. Die Turmfläche **2-1** wird um das Dreieck $\mathbf{g}_2' - \mathbf{g}_2 - \mathbf{g}_1$ verkleinert, was wir der richtigen Höhenproportion des Aufbaues und der Gesamthöhe des Turmes zuliebe in Kauf nehmen. Dadurch verjüngen sich die Flächengliederungen nach der Kante **2** hin um die Differenz $\mathbf{g}_2 - \mathbf{g}_2'$, was entsprechend auch für Kante **3** gilt. Es könnte aber richtiger sein, die Kante **2** in ihrer wahren Höhe darzustellen, erstens mit Rücksicht auf den anstoßenden Flügel, zweitens, falls etwa ein weiterer Aufbau nicht vorhanden. In diesem Falle wird die Kante **1** überhöht, indem wir vom Fluchtpunkt \mathbf{V}_{5-u} die Fluchtlinie \mathbf{g} durch den Punkt \mathbf{g}_2 legen, wodurch der ganze Turm um die Differenz $\mathbf{g}_2 - \mathbf{g}_2'$ bzw. durch das Höherrücken des oberen Aufbaues höher wird. Figur 13 rechts zeigt diese Lösung, die wohl meistens ähnlich wie bei Figur 8, Tafel IV die richtigere sein dürfte. In dieser Weise ist bei allen ähnlichen Fällen zu verfahren.

Nun verschiebt sich aber die Lage von **1**, **2** und **3** mit zunehmender Höhe scheidelperspektivisch nach der Bildachse! Wissenschaftlich betrachtet, müssen sich alle Lotrechten eines Objektes in der Perspektive auf der Bildachse in bestimmten Punkten schneiden. Nach der bisherigen Betrachtung dürfte es wohl klar sein, daß dadurch die Lage der Fluchtpunkte sich ebenfalls stets verschiebt. Sobald die Distanz **1-2** und **1-3** für ein und dieselbe Höhe sich reduziert, rücken die Fluchtpunkte näher zur Bildachse. Nun ist uns aber bekannt, daß wir die Scheitelperspektive nur zum Teil praktisch berücksichtigen können, zum Teil, das heißt, wir können die Verjüngung nach oben in sich sehr gut darstellen, ja, das Bild gewinnt in der Regel dadurch in bezug auf gute Höhenwirkung, dürfen jedoch die Mitte des Turmes nicht zur Bildachse hinneigen, was sie, wissenschaftlich betrachtet, tut. Wollte man die Scheitelperspektive für das ganze Objekt durchführen, so wäre zur Ermittlung des praktischen Scheitelfluchtpunktes der höchste Punkt des Objektes, also **k**, maßgebend und in die äußeren Gebäudekanten **10** u. **4** anzutragen;

doch davon später. Wir wollen also versuchen, die perspektivische Scheitelverjüngung des Turmkörpers praktisch zu berücksichtigen. Das Verfahren dazu löst sich aus der nachfolgenden Betrachtung.

Die perspektivische Ausdehnung des Turmes ergibt sich bekanntlich durch die Entfernung **F-2** und **F-3** oder generell **F-M**. Im Bilde ist die perspektivische Ausdehnung, horizontal betrachtet, nur in der nächsten Zone von **H-H** richtig, mit zunehmender vertikaler Entfernung von **H-H** muß die perspektivische Ausdehnung des Turmgrundrisses zusammenschrumpfen, weil mit diesem Höherücken gleichzeitig die Entfernung des Grundschnittes **1, 2** und **3** von **F** bzw. dem Auge wächst. Die Differenz der Entfernung von **M** und **M_i** ist in Figur 13 abzulesen und ergibt sich durch die Hypotenuse des Sehstrahlendreiecks **F-M-M₁'** — was im perspektivischen Bild angedeutet ist. Durch entsprechende Aufrißprojektion aus dem Grundriß wird diese zeichnerisch ermittelt, was in Figur 13a ebenfalls gezeigt ist. Da die Turmachse vertikal bleiben muß, rücken wir also den ganzen Grundriß **1, 2** und **3** von **M** auf dem Achsensehstrahl nach der auf diesem angetragenen Entfernung **F-M₁**. Dies ist in Figur 13b geschehen. Nunmehr haben wir den Grundriß **1-2, 1-3** der Höhe **g** in der Diagonaldistanz von **F** auf den Turm-Achsensehstrahl projiziert. Ähnlich nach dem in Abschnitt i Seite ³³~~25~~ angegebenen Verfahren für die Fliegerperspektive. Wir projizieren dann auf **PK**, tragen die Kanten im Bilde ein und auf ihnen die entsprechenden perspektivischen Höhen an und sehen sofort, wie die Lage der Fluchtpunkte sich schon entsprechend ändert. Für die praktische Darstellung können aber nach wie vor für den Turm nur **V_{2u-5}** und **V₁₋₃** benutzt werden. Ist uns nun die Verjüngung optisch zu stark, so haben wir es in der Hand, sie auf das für unser Empfinden erträgliche Maß zu bringen, indem wir den Grundriß auf den Sehstrahl **FM** entsprechend näherrücken. In Figur 13 ist die Verjüngung ohne Rücksicht hierauf durch gestrichelte Linien in den Turm eingezeichnet. Auf Tafel **XV** Figur 24a werden wir sehen, daß diese Linien jedoch nicht gerade, sondern

kurvenartig verlaufen. In den beiderseitig anstoßenden Flügel-
fronten muß die Neigung von **2** und **3** dann, wie wir in Figur 13
sehen, in evtl. vertikalen Teilungen allmählich ausgeglichen werden.

Diese ganze Arbeit ist immerhin etwas umständlich, aber der hier
angegebene Weg ist der einfachste und kürzeste, wenn man die
Scheitelverjüngung sehr hoher Objekte darstellen will. Damit wäre
zu Figur 13 wohl alles Notwendige gesagt. Wir sehen, daß das Bild
trotz ungünstiger Lage von **F** durchaus harmonisch wirkt.

Einige kurze Bemerkungen zur Schattenprojektion. Die Schat-
ten werden mittels Grund- und Aufrißprojektion festgestellt und
dann in das Bild projiziert. Dabei wird bei Freilicht, kosmischem
Licht, stets eine bestimmte Lichtrichtung, bezw. Parallelstrahlung an-
genommen im Gegensatz zum künstlichen Licht, Nahlicht, welches
vom Zentrum aus nach allen Richtungen strahlt. Diese kurze
Andeutung dürfte genügen, da bei der Einfachheit der Projektions-
arbeit beim Netzhautbild-Verfahren die Schattenkonstruktion
selbst dem Ungeübten kaum Schwierigkeiten bereiten wird.

DAS INNENBILD

Die Anwendung des Netzhautbildsystems für die Innenperspektive zeigt Tafel VII Seite 44. In Figur 14 ist ein rechteckiger Saal mit Bühne darzustellen. Einzelheiten gehen aus Grundriß und Längenschnitt hervor. Die besonderen Vorzüge des Netzhautbildsystems gestatten uns hier, selbst unter Berücksichtigung des Wunsches, einen möglichst großen Bildausschnitt zu geben bzw. den Raum umfassend darzustellen, den Standpunkt im Raum zu wählen. Wir erhalten so einen Sehwinkel von etwa 90° . Auf diese Weise ergeben sich oft aber überweite Sehwinkel, d. h. Winkel, die die Größe des bewußt-sehenden natürlichen Sehwinkels, von durchschnittlich 100° — 120° , im Freien bis 180° erheblich überschreiten. Dadurch wird dann das Bild nach den Rändern hin unter Umständen leicht perspektivisch-übertrieben wirken, weil wir ja zeichnerisch aus einer Achsenrichtung Partien darstellen, die wir, obwohl sie im Gesichtskreis liegen, mit dem Auge erst nach entsprechender Drehung, also Achsenverlegung, so bewußt-kritisch wahrnehmen. Das bildmäßige Sehen in der Wirklichkeit ist ja, obwohl das Ganze umfassend, „übersehend“, bewußt-kritisch dennoch ein Teilsehen. Dem Bilde gegenüber verschiebt sich aber das Verhältnis zwischen bewußt-kritischem und umfassendem Sehen bedeutend zugunsten des bewußt-kritischen. Aus diesem Grunde wird es manchmal, besonders bei seitlichem Standpunkt im Raum, nötig sein, den Bildausschnitt zu verkleinern oder **F** auf der Transversale etwas weiter zurückzuverlegen. In der Regel aber wird man durch Wahl des Standpunktes innerhalb des mittleren Raumdrittels ein durchaus gutes Bild selbst bei sehr großem Sehwinkel erzielen können.

Prinzipiell erlaubt das Netzhautverfahren einen Sehwinkel von 180° und mehr bei durchaus richtiger Wiedergabe des Objektes.

In Figur 14 konstruieren wir das wahre Raumbild; obige Erwägungen ästhetischer Art zu berücksichtigen, liegt naturgemäß nicht im Bereich unserer Aufgabe. Beginnen wir mit der Herstellung des Innenbildes!

1. Nach dem Standpunkt **F** angelegt, die Blickfeldgröße der beiden Seitenwände in **1** und **4** gewählt, halbieren wir den sich ergebenden Sehwinkel durch den Hauptstrahl **F—O** und **richten das Ganze wieder so**, daß der Hauptstrahl senkrecht zur Reißschiene steht.
2. Antragen der Bildgröße auf die verlängerten Außenstrahlen in **i—i** genau nach Satz 3 Abschnitt **g**, sodann fortfahren nach Satz 4 daselbst.
3. Zeichnen des Bildhorizontes, Projizieren der Hauptecken **1, 2, 3** und **4** auf **PK** und parallel zu **F—O** in das Bild eintragen. Die Projektion von Punkt **1** u. **4** bildet den Bildrand.

Aus Gründen, die wir schon in Abschnitt **h** über die Fluchtpunktfrage berührten, ist beim Ermitteln der perspektivischen Höhen im Innenbild eine Eigenheit des Sehens zu beachten. Obwohl wir alle Geraden im Raum als gerade Linien wahrnehmen, infolge einer automatischen Bewußtseinsfunktion, verlaufen dieselben aber, einem bestimmten Gesetz folgend, im wahren Sehbild tatsächlich mehr oder weniger gekrümmt. Außer der vertikalen und horizontalen Sehachsen gilt das für alle Geraden im Sehbild. Wir werden diese Behauptung im Abschnitt „Die Fliegerperspektive und das wissenschaftlich-exakte Netzhautbild“ eingehend prüfen und beweisen können.

Die sich mit dem Abrücken vom Horizont und der Vertikalachse immer stärker wölbende Schwingung der Horizontalen bzw. Vertikalen einer Fläche hat da, wo der Sehstrahl in der Grundprojektion winkelrecht zu der Fläche steht, ihren Kulminationspunkt. An dieser Stelle liegt der Verbindungspunkt des kürzesten Sehstrahles mit **F**. Dieser Punkt ist in der Regel als äußerster Bildrand zu betrachten; denn wollen wir darüber hinausgehend darstellen, so sind Verzerrungen unvermeidlich, da ja naturgemäß **mit dem Wiederlänger-**

Fig. 14

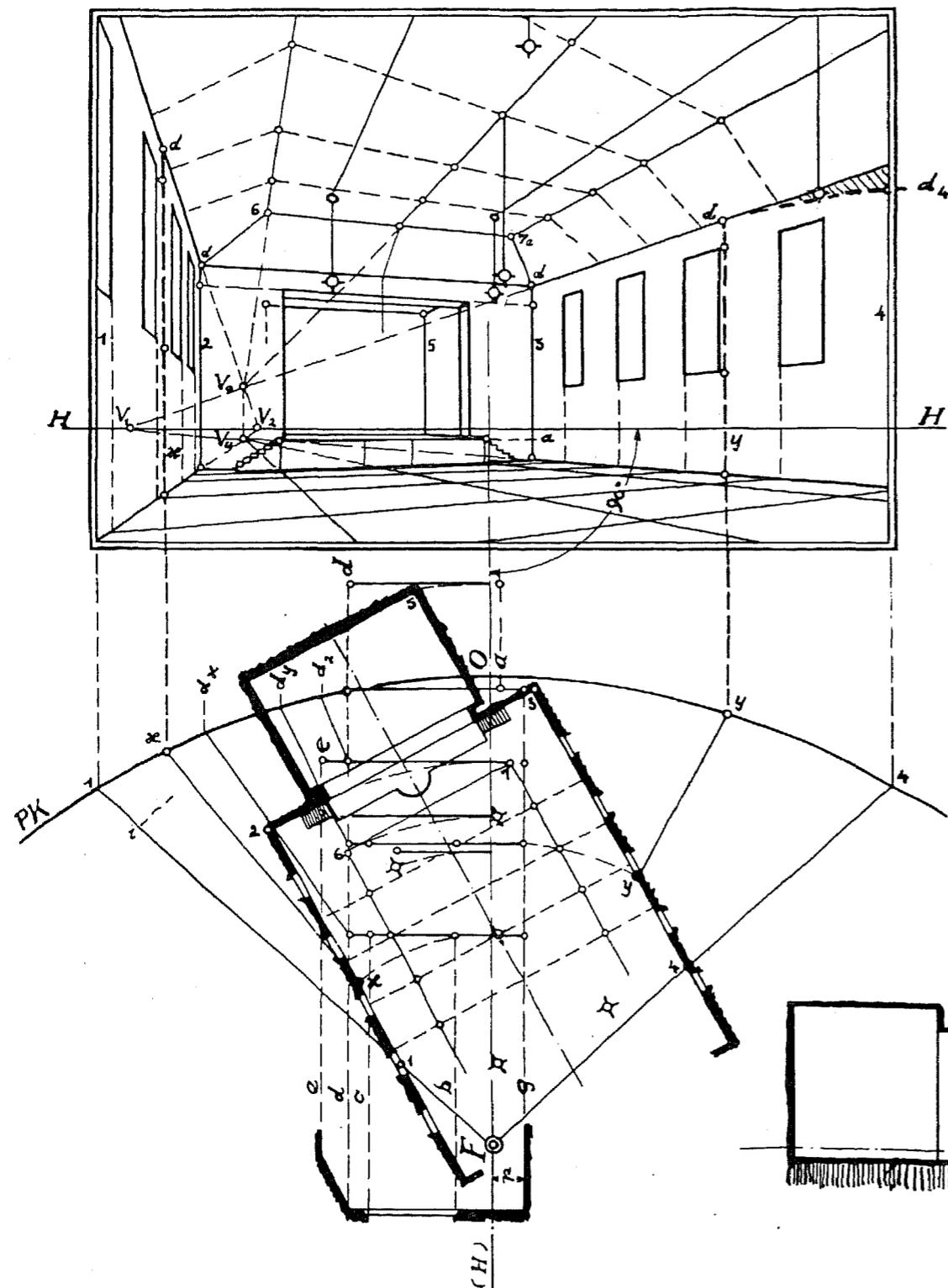
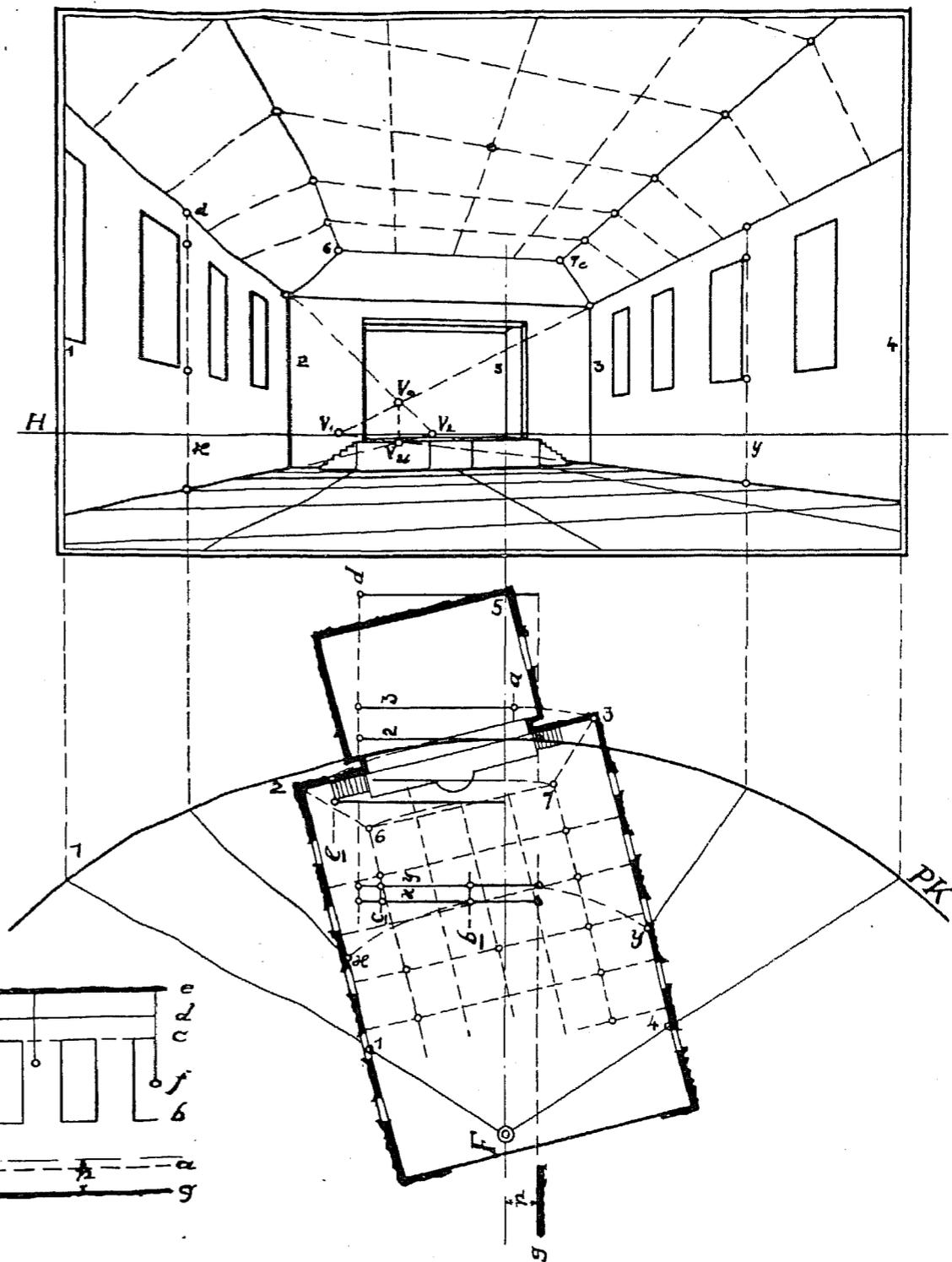


Fig. 15



werden der Sehstrahlen die Höhen auch wieder entsprechend sinken, dem Gesetz folgend, wonach die perspektivische Größe des Objektes durch seine Entfernung vom Auge bedingt ist.

Als Regel I also:

Die äußerste Bildgrenze liegt bei der Innenperspektive stets da, wo der Sehstrahl in der Grundprojektion winkelrecht zur Wand steht.

Treffen nun, wie das beim Innenbild häufiger, nach dem Bildrande zu die Sehstrahlen annähernd winkelrecht auf, so wird die Wand, wenn wir die Lage des Fluchtpunktes durch Verbinden der Bildkanten- bzw. Blickfeldgrenzen-Höhe in Figur 14 h_4 und Inneneckenhöhe, h_3 ermitteln, in der Mittelzone relativ zu niedrig. In Figur 14 rechts ist die spunktiert, ebenfalls der kurvenartige Verlauf der Fluchtlinie angedeutet. Da nun für die Raumwirkung des Bildes gerade die richtige Proportion dieses Wandteiles von großer Bedeutung, ist hier der Mittelweg bei der Höhenermittlung einzuschlagen.

Dies geschieht, indem wir eine Höhenhilfslinie festlegen, und zwar liegt diese nicht in der Mitte des Blickfeldes der Wand, sondern ungefähr im vorderen Drittelpunkt. Dies ist als zweite wichtige Regel zu merken.

Mit Recht fragen wir, warum wir dies nicht beim Außenbild beachten. Auf Grund vergleichender Betrachtung erkennen wir bald, daß das Außenbild gewissermaßen als Umkehrung des Innenbildes von mehr passiver Wirkung ist. Das Innenbild wirkt dagegen mit aktiver Kraft auf den Beschauer, die den Bildrand sprengend sich stark suggestiv äußert. Diese auf das Raumgefühl wirkende, oft sehr starke Suggestion konzentriert sich stets nach dem Schnittpunkt der Sehachsen. Darum ist auf die praktisch möglichst richtige Wiedergabe der nach der Tiefe sich erstreckenden Raumteile zu achten. Beim Außenbild ist jedoch in der Regel das Hauptaugenmerk auf die perspektivisch richtige Proportion der Hauptsichtkanten zu legen. Hier wäre die Anwendung obiger Regel auf die Wandflächen falsch, denn dadurch würde eine der Sichtkanten über-

höht werden. Den psychophysischen Gesetzen des Sehens entsprechend konzentriert sich hier das Schwergewicht der perspektivisch richtigen Bildwirkung vorwiegend auf die Hauptaußenkanten des Objektes. Außerdem tritt der obige Fall nur bei mehr frontal stehenden Objekten stark bemerkbar hervor.

Wir kehren nun wieder zu Figur 14 zurück und legen, obiger Regel gemäß, den Punkt x u. y der Höhenhilfslinien im Grundriß fest und projizieren diese ins Bild.

4. Ermitteln der Höhen g und d für x , 2 , 3 und y , diese auf die entsprechenden Senkrechten im Bilde antragen. Die Höhenpunkte durch Geraden verbinden und diese verlängern zwecks Feststellung der Fluchtpunkte!

Ja, der Fluchtpunkte. Monokular betrachtet können beide Längswände nur einen Fluchtpunkt haben. Infolge der praktisch notwendigen Vernachlässigung der Scheitelperspektive (siehe Ausführung Abschnitt h) ergeben sich durch die Art der Höhenermittlung, die wir aber beibehalten müssen, deren zwei, ein Ergebnis, welches durchaus dem biokularen Sehen entspricht. Den zweiten Grund für die soeben gemachte Feststellung werden wir aber noch bei Figur 24 a, Tafel **XV** erkennen, bei welcher wir das Netzhautbildsystem auf die wissenschaftlich exakte Frontalperspektive anwenden. Wir werden, wie oben schon bemerkt, sehen, daß es im wissenschaftlich wahren Netzhautbild, abgesehen von den Sehachsen, keine Gerade gibt, denn alle übrigen geraden Linien erfahren eine perspektivisch-gesetzmäßige Beugung. Dies kann jedoch in der angewandten Perspektive nur zum Teil berücksichtigt werden, die praktische Forderung richtet sich nach der Art des psychologischen Bewußtwerdens des Netzhautbildes, was zur Folge hat, daß wir in der Erscheinungswelt keine Gerade als Gekrümmte sehen. In Figur 24 a, wo diese Tatsache nicht berücksichtigt ist, erhalten wir das wissenschaftlich-exakte aber praktisch unbrauchbare Bild mit lauter, abgesehen von den Achsen, gekrümmten Linien. Wollen wir

beim Innenbild Fluchtpunkte benutzen, so ergibt sich für jede Wand ein eigener Fluchtpunkt. Auf diese Weise erhalten wir beim „praktischen Bild“ den größten Näherungswert an das wissenschaftlich-exakte Bild. In unserem Beispiel Figur 14 sind die Fluchtpunkte V_1 und V_2 die Grundbedingung für die unverzerrte Wiedergabe der perspektivischen Höhenproportionen. In den überaus seltenen Fällen aber, wo man die Fluchtlinien bis in ihre Verschwindungspunkte verfolgen kann, muß der Kompromiß durch Kompromisse ausgeglichen werden. Dann liegt der Fluchtpunkt lotrecht unter dem Schnittpunkt V_0 der beiden Fluchtlinien auf dem Horizont. Für die Höhenermittlung ist dann von den Ecken **2** u. **3** der Stirnwand des Raumes auszugehen. Auf diese Weise wird die Beeinflussung der richtigen perspektivischen Höhe möglichst ausgeglichen. Fast immer aber gestattet es die Praxis, diesen Fall zu vermeiden.

Fortfahrend in unserer Arbeit ermitteln wir die perspektivischen Höhen der Fenster und des Bühnenausschnittes usw. Die Bühnenausschnitthöhe kann man auch für **2** u. **3** separat projizieren; überhaupt kann man auf diese Weise eine beliebige Zahl etwa erforderlicher Fluchtlinien für die Stirnwand des Raumes ermitteln und kommt so schneller zum Ziel, als wie durch das Zeichnen eines Hilfsdiagramms für den nicht im Bilde liegenden Fluchtpunkt dieser Wand. Dies gilt für alle ähnlichen Fälle. Alle übrigen Punkte, **h**, **g**, **6** u. **7** usw. sind durch direkte Messungen festzustellen, dasselbe gilt auch für die Aufhängehöhen der Beleuchtungskörper usw. Zwischen V_1 u. V_2 liegen nun die Fluchtpunkte für alle zwischen **1–2** und **3–4** liegenden Parallelen. Der jeweilige Verlauf solcher Linien müßte durch Projektion festgestellt werden. Die Verlängerung der Wandfluchtlinien **d**, **3–y** und **2–x** schneiden sich in V_0 . In derselben Weise wie V_0 über dem Horizont, erhalten wir V_u unter dem Horizont. V_0 sowohl wie V_u sind dann wichtig, wenn wir etwa Decken- und Fußbodenmusterungen usw. zu zeichnen haben. Dann ist, wie dies im Bilde angedeutet, V der Fluchtpunkt für die Parallelen zur Längsachse des Raumes und der Seitenwände im Deckenfeld, V^u der

Fluchtpunkt für die gleichartigen Linien des Fußbodens. Das Einzeichnen weiterer Einzelheiten dürfte nunmehr keine Schwierigkeiten mehr bereiten.

In Figur ¹⁴15, Tafel VII könnte die zum Horizont sehr schräge perspektivische Lage der Querteilung in Fußboden und Decke eventuell eine unruhige Bildwirkung hervorrufen. Der Verlauf dieser Linien ist nun bekanntlich durch den Standpunkt im Raum bedingt, welcher hier sehr exzentrisch gewählt ist, wodurch ja auch die linke Seitenwand stark verkürzt erscheint. An sich wirkt ja ein vom seitlichen Standpunkte aus konstruiertes Bild lebendiger und interessanter gegenüber dem aus der Mitte nach der Mittelachse dargestellten Bild. Ist aber eine ruhigere Bildwirkung erwünscht, so verlegt man den Fußpunkt nach der Mitte zu. In Figur 15 ist dies unter Beibehaltung der Sichtflächen 1–2, 3–4 der Seitenwände geschehen. Wir sehen, daß sich dadurch der Sehwinkel bedeutend vergrößert. Trotzdem wirkt das Bild nun ausgeglichener. Bei der Höhenermittlung sehen wir, wie die Meßkanten gegenüber Figur 15 zusammenrücken, die Abstandsdifferenzen bedeutend geringer sind. Dem entsprechen dann die geringeren Höhenunterschiede, welche wieder die mehr horizontale Lage der Verbindungslinien bzw. Decken und Fußbodenlinien bedingen.

Tafel VIII zeigt in Figur 16 die Konstruktion eines Innenraumes unter einem Sehwinkel von 180° . Wenn auch die Praxis wohl kaum diese Aufgabe stellen wird, wollen wir eine solche doch näher betrachten. Wie in Figur 14, so handelt es sich auch hier um einen einfachen rechteckigen Raum mit Bühnenanbau, die Längswände sind durch Lisenen gegliedert, welche aus der Decke hervortretende Balken aufnehmen sollen.

Auf Grund der festgelegten Bildgröße konstruieren wir zuerst die Projektionskurve nach den Angaben am Schlusse von Abschnitten e und Figur 6. Den Standpunkt im Raum festlegend, richten wir die Sehachse parallel zur Raumachse. Dann bestimmen wir die Lage der Höhenhilfslinien x u. y an den beiden Seitenwänden, projizieren

Fig. 16

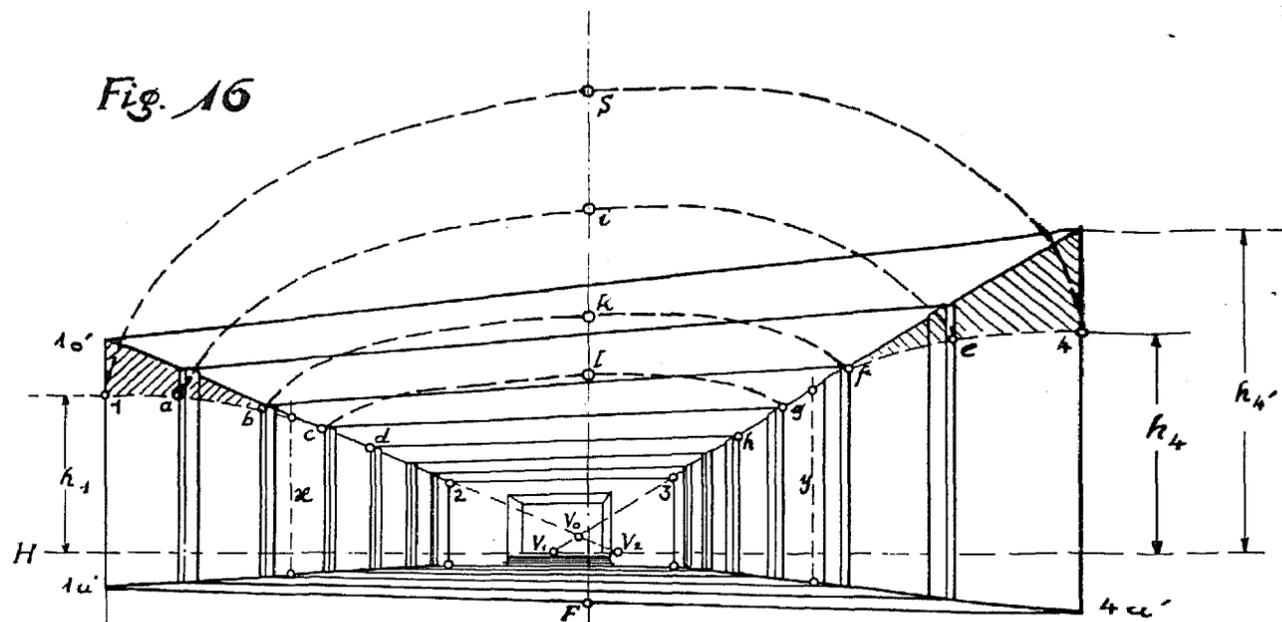
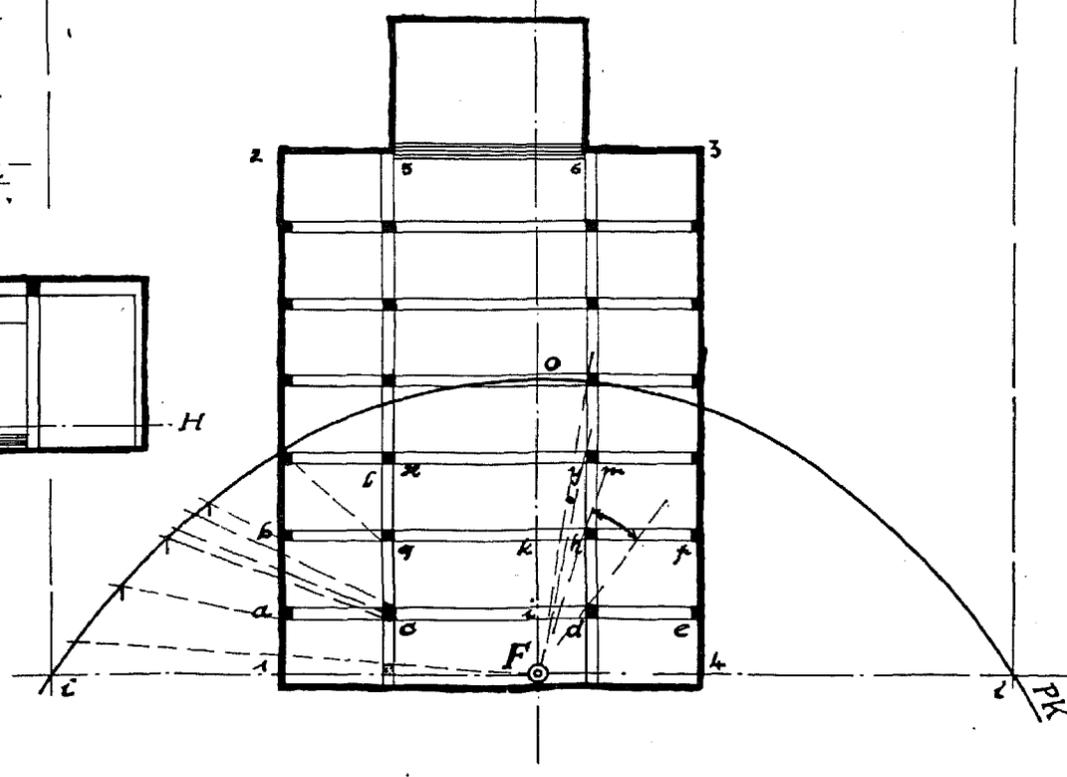
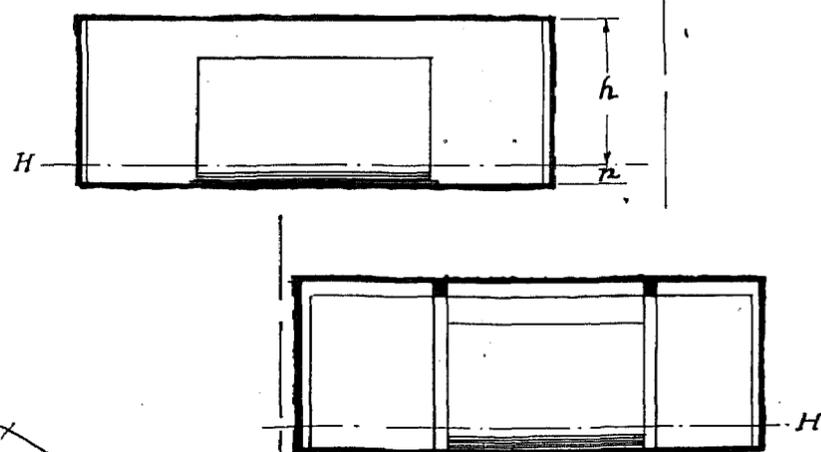
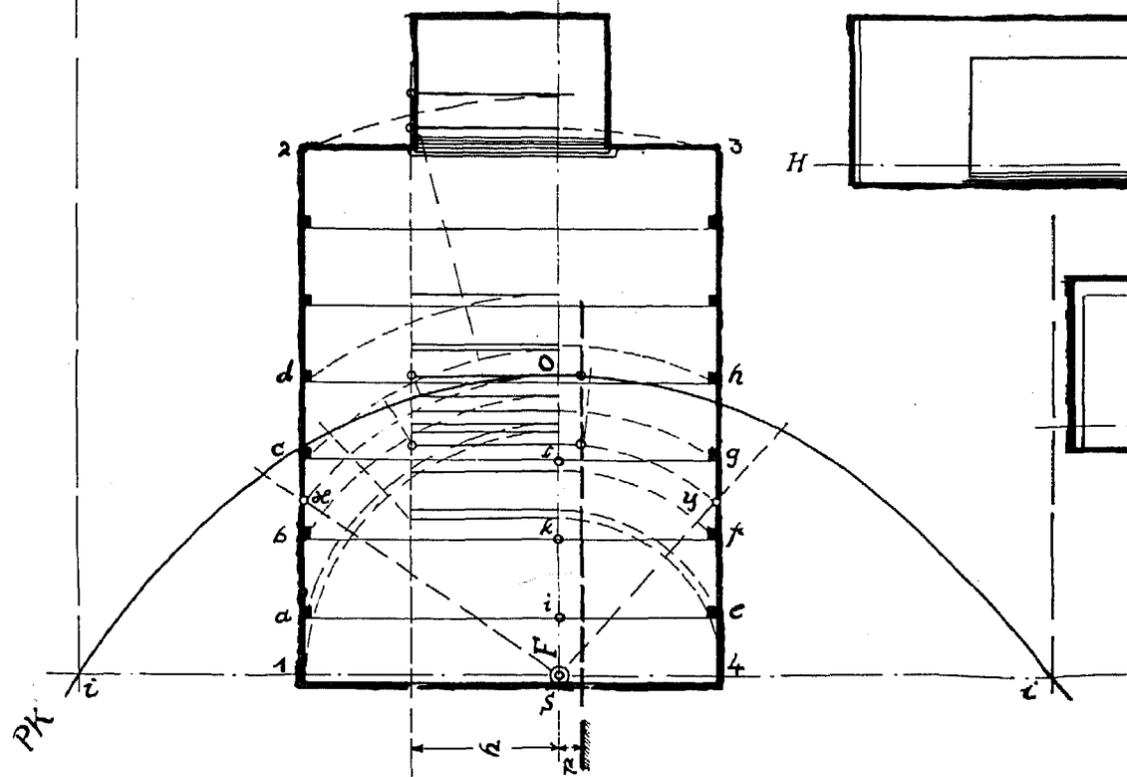
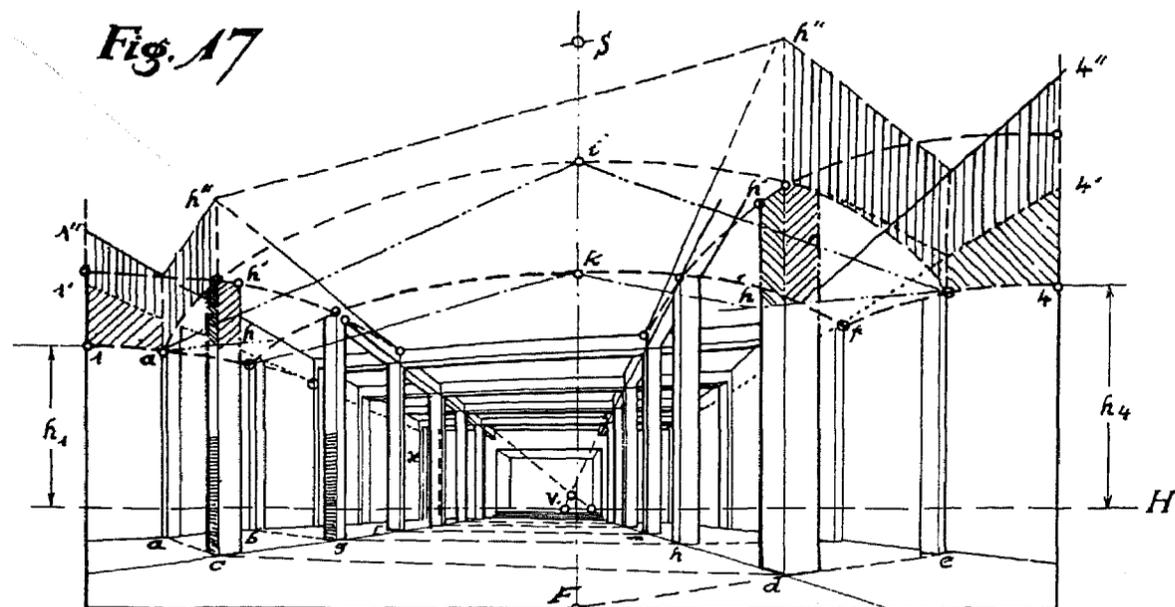


Fig. 17



diese sowie die beiden Innenecken **2** u. **3** in das Bild, ermitteln die zugehörigen Höhen und zeichnen die Fluchtlinien mit der Verlängerung bis zum Schnittpunkt, den Fluchtpunkt auf den Horizont. Zur Kontrolle stellen wir dann noch die perspektivischen Höhen von **a**, **b**, **c**, **d** usw. fest und sehen, daß sie sich von **c** u. **g** ab praktisch genau mit der Fluchtlinie **h₂—x**, **3—y** decken. Aus dem Verlauf der Fluchtlinie ergibt sich die Lage der Deckenbalken, die im Bilde nur durch einfache Linie angedeutet ist. Nun liegt die Stirnwand **2—3** frontal gegenüber **F**. Dasselbe gilt für die Joche **d—h**, **c—g** usw., die sämtlich als Frontalperspektiven zu betrachten sind, wie diese beim Innenbild ja stets auftreten, wenn mehr als zwei Wände zur Darstellung gelangen. Während aber bei der Stirnwand und den ihr nahen Jochen die Distanzdifferenzen zwischen den Enden an der Wand und den Mittelpartien relativ gering sind, steigt diese Differenz in zunehmendem Maße mit der Annäherung an den Fußpunkt. Da nun bekanntlich die perspektivische Höhe eines Objektes durch seine Entfernung vom Auge bestimmt wird, so muß die Balkenlinie von der Wand **3—4** nach der Sehachse hin steigen, um dann wieder sinkend ihren Punkt auf der Fluchtlinie **2—x** zu erreichen. Die perspektivisch „wahre“ Linie der Deckenbalken bewegt sich also kurvenförmig in der in Figur 16 angedeuteten Weise, wie ja auch weiter oben schon betont wurde, daß es im perspektivisch-wahren Bild außer den beiden Sehachsen keine mathematische Gerade gibt. Es mag absonderlich klingen, daß auf Grund dieser Tatsache der gerade Verlauf der Balkenlinie auf einer entsprechenden Kurvenführung im Grundriß basieren müßte! Auf der Sehachse also, wo ja auch die geringste Distanz für die Höhenmessung liegt, erreichen die frontal liegenden Balkenlinien die größte Höhe, **s**, **i**, **k**, **l** usw., auf ihr liegt der Kulminationspunkt für sämtliche quer zur Raumachse stehenden horizontalen Raumglieder, wir bezeichnen sie darum in Figur 16 mit Scheitelachse. Wir wissen aber, daß wir diese Tatsache ebensowenig wie die Scheitelperspektive praktisch berücksichtigen können. Für das wirkliche Verständnis perspektivischer,

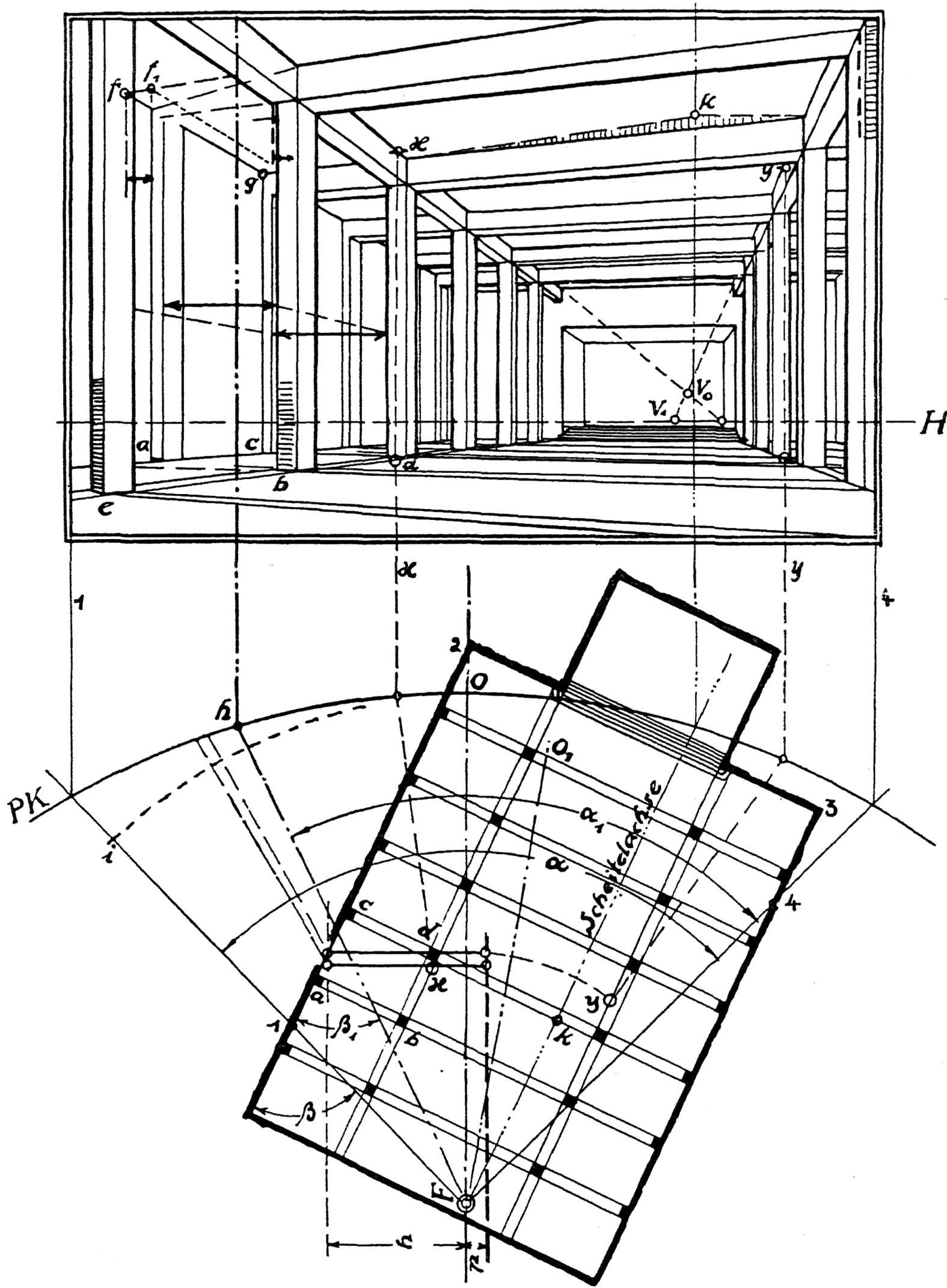
Gesetze ist die Kenntnis dieser Tatsache aber unerläßlich und in gewissen Fällen auch durchaus nicht unnütz.

Einen solchen Fall zeigt Figur 17 auf der gleichen Tafel. Derselbe Raum ist hier durch zwei Pfeilerreihen in drei Schiffe geteilt und soll vom gleichen Standpunkt unter gleichem Sehwinkel dargestellt werden.

Hier müssen wir bei der Überlegung über den Weg, der bei der Konstruktion solcher Fälle einzuschlagen ist, von dem vorhin besprochenen, wir sind versucht zu sagen — perspektivischen — Phänomen ausgehen. Würden wir, wie es beim Außenbild Regel, von den umschließenden Raumteilen, also den Außenwänden ausgehend, den Raum darstellen wollen, so ist es nach den vorausgegangenen Ausführungen zu Figur 16 einleuchtend, daß die Pfeiler eine mit dem Näherrücken zum Fußpunkt sich steigernde Verproportionierung erleiden müssen. Da sich ihre Höhen nach den geraden Verbindungslinien der Joche richten, würden sie zu niedrig dargestellt. In Figur 17 sehen wir die graphische Erläuterung dieses Vorganges an den zu Joch **a—e** gehörigen Pfeilern **c—d**. Im Sinne der Regel für die Außenperspektive ermitteln wir also die Lage der Fluchtlinie durch die perspektivische Höhe der Pfeiler, und zwar, indem wir das durch die Pfeilerreihen gebildete Mittelschiff als Raum im Raum betrachten. Die perspektivischen Höhenproportionen innerhalb der Seitenschiffe richten sich dann, entsprechend ihrer sekundären Bedeutung, nach dem Hauptraum.

Die Höhenpunkte **x** u. **y** liegen hier, da der Bühnenraum als Verlängerung des Mittelschiffes betrachtet werden kann, bei den Pfeilern **l** u. **m**. Wir projizieren zunächst die Pfeilerkanten **l** und **m** sowie die entsprechenden Punkte **5** u. **6** auf den Horizont, ermitteln die perspektivischen Höhen und zeichnen die Fluchtlinie. Dann bestimmen wir für **l** und **m** die Proportionen der Längsbalken, zeichnen diesen von ihren Fluchtpunkten **V₁** u. **V₂** aus und projizieren endlich die übrigen Pfeiler ins Bild. Zur Untersuchung für jeden Pfeiler die perspektivische Höhe ermittelnd stellen wir fest, daß die von **l—m**

Fig. 18



aus nach der Tiefe stehenden Pfeiler fast genau mit der an der betreffenden Stelle durch die Fluchtlinie bestimmten Höhe übereinstimmen. Entsprechend der immer geringer werdenden Winkel-differenz der Sehstrahlen nach der Tiefe bzw. der Mitte des Bildes hin macht sich bei ihnen die praktisch notwendige Vernachlässigung der Scheitelperspektive noch nicht stärker bemerkbar. Anders aber bei den nach dem Beschauer zu stehenden Pfeilern. Wir sehen in Figur 17 deutlich dargestellt, in welchem nach dem Fußpunkt hin zunehmendem Maße die wahren perspektivischen Höhen unter der durch den geraden Verlauf der Fluchtlinien vorgeschriebenen Höhe bleiben. Um nun diese unvermeidliche Verzerrung nicht zu sehr in die Erscheinung treten zu lassen, kann man das Bild nach oben zweckmäßig abschließen, womit diese Klippe umschifft wäre.

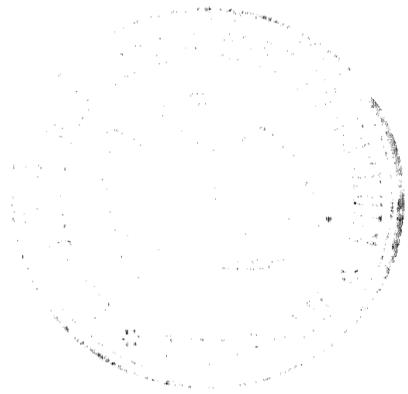
Wenden wir nun aber unsere Aufmerksamkeit den Seitenschiffen, den mit den Pfeilern korrespondierenden Lisenen der Längswände zu, so bemerken wir, wie die Verbindungspunkte der Querbalken der Joche **a—e**, **b—f** mit den zugehörigen Lisenen beträchtlich über der perspektivischen Höhe der betreffenden Stelle liegen. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte nach dem Vorausgegangenen wohl klar sein, und beschränken wir uns darum auf die zeichnerische Erläuterung. Vergleichen wir nun noch die räumliche Stellung der Lisenen, so finden wir, daß im Vordergrund eine Verzerrung aufzutreten scheint, die Spannung Lisene—Pfeiler perspektivisch abnimmt. Diese Verzerrung ist eine und doch keine! Sie hat, wie wir unschwer erkennen, ihre Ursache in dem übergroßen Sehwinkel, der zur Folge hat, daß beim Außenstrahl **F—i** die Lisene von dem korrespondierenden Pfeiler ganz verdeckt wird. Diese scheinbare Verzerrung muß an den Pfeilern selbst zum Ausdruck kommen, und wir sehen dann auch, daß der Pfeiler **c** verdreht erscheint. Die schraffierte Seite schrumpft immer mehr zusammen, um auf der Höhe des Außenstrahles **F—i** ganz zu verschwinden. Eine ausführliche Erläuterung liegt nicht im Rahmen dieser Ausführungen, läßt sich aber schon aus der Zeichnung graphisch ablesen. Wir können

darum nun wohl die folgenden Tafeln vornehmen, stellen zuvor aber noch eine wichtige Regel auf, die die Ergebnisse unserer vorherigen Feststellungen zusammenfaßt.

Regel III: Der Sehwinkel von 180° und mehr kann aus praktischen Gründen nur in ganz besonders geeigneten Fällen zur Anwendung kommen. Beim Festlegen des Sehwinkels ist darauf zu achten, daß die Außenstrahlen nicht in winkelrechte Stellung zu dem Objekt bzw. der darzustellenden Fläche stehen, da in dieser Stellung die perspektivische Beugung der Höhenlinien stärker auftritt, wodurch sich nach Regel II eine Überhöhung dieser Partien ergibt.

Bei der Betrachtung von Tafel **IX** sehen wir, daß derselbe Raum nochmals dargestellt werden soll, und zwar vom gleichen Fußpunkt aus. Unter Beachtung vorstehender Regel wählen wir das Blickfeld **1–2, 3–4**, wodurch wir einen Sehwinkel von etwa 90° erhalten.

Nachdem wir die Punkte **x** u. **y** bestimmt haben und das Bild in der nun bekannten Weise konstruiert ist, bemerken wir, daß die Spannung des Seitenschiffjoches **a–b** gegenüber **c–d** zu klein erscheint. Auch entdecken wir die Ursache in der noch zu steilen Stellung der Sehstrahlen nach dem Fußpunkt hin, wie graphisch erläutert ist. Nun haben wir die Fluchtlinie der Deckenkante durch **g** und **2** bestimmt. Punkt **g** ergibt sich durch Verlängerung der entsprechenden Balkenlinie zum Schnittpunkt. Verlängern wir nun die Balkenlinie des Joches **a–b** bis zum Schnittpunkt **f** mit der Fluchtlinie **g–2**, so verschiebt sich die Stellung der Lisene **a**. Auf diese Weise wirkt der praktisch erforderliche gerade Verlauf des Balkens gewissermaßen als Korrektiv. Die von **f**₁ ausgehende punktierte Linie zeigt, daß ein Bestimmen der Fluchtlinie von dieser Stelle aus infolge der Vernachlässigung der bei Punkt **f** schon verhältnismäßig stark auftretenden Scheitelperspektive falsch ist. Siehe auch Regel I. Endlich bemerken wir wieder die an sich perspektivisch richtige, in Beziehung zum Gesamtraum jedoch schon nach außen gedrehte Stellung des Pfeilers **e**; auch beim zweitnächsten Pfeiler macht sich



diese scheinbare Drehung, wie graphisch angedeutet, noch etwas durch die Anschnittkanten des Balkens bemerkbar. Bei runden Säulen oder polygonalen Pfeilern tritt diese Erscheinung nicht auf. Die Grundursache all dieser Erscheinungen liegt zum Teil in der Tatsache, daß im Wirklichkeitsbild der Netzhaut alle Geraden eine bestimmte Beugung erfahren, die Pfeilerreihen oder Wände z. B. sich in parabelförmiger Kurve — die da, wo der Sehstrahl winkelrecht zu der Reihe oder Flucht steht, ihren Scheitelpunkt hat — dem Beschauer nähern, um sich, über die Scheitelachse hinausgehend, in der gleichen Weise zu entfernen. Dies alles sagt uns, daß Räume dieser Art bei größerem Sehwinkel unbedingt die Beachtung der gefundenen Regeln verlangen.

Da die scheinbaren Verzerrungen da auftreten, wo die Sehstrahlen sich der winkelrechten Stellung nähern, schneiden wir also die linke Bildpartie entsprechend ab. Das Bild wirkt nun harmonischer, steht jedoch, allerdings praktisch kaum bemerkbar, etwas schief zur Bildebene bzw. zum Beschauer. Um das genaue Bild zu erhalten, ist es erforderlich, auf Grund des Sehwinkels α_1 zu konstruieren.

Nach all diesen Feststellungen konstruieren wir nun endlich das Innenbild eines mehrschiffigen Innenraumes unter großem Sehwinkel.

Figur 19, Tafel **X** zeigt das Innenbild des gleichen Raumes unter einem Sehwinkel von etwa 115° , wobei der Bildausschnitt unter Beachtung obiger Feststellungen so gewählt ist, daß die Außenstrahlen mit ihrem Einfallswinkel α zur Längswand 60° nicht überschreiten. Bei der Darstellung mehrschiffiger Räume ist diese Grenze aus den oben erkannten Gründen möglichst einzuhalten, bei einfachen Räumen können wir u. U. bis an 90° herangehen. Indem wir nun das Bild in der bekannten Weise konstruieren, stellen wir fest, daß trotz des gegenüber Figur 18 Tafel **IX** bedeutend größeren Sehwinkels die Schwierigkeiten und scheinbaren Verzerrungen nicht mehr auftreten. Die Felderteilung in Fußboden und Decke werden von V_u u. bzw. V_o aus eingezeichnet. Betrachten wir nunmehr Figur 20 Tafel **XI**.

Wir haben da die Aufgabe, das Innenbild eines ovalen Raumes, welcher fächerförmig durch eine Kuppel nach oben abgeschlossen ist, zu zeichnen; im Scheitel der Kuppel ein ovales Auge. **F** auf der Längsachse des Grundrisses, Darstellung symmetrisch, d. h. Transversale des Seh winkels von etwa 90° ist gleich Längsachse, das Blickfeld ist also nur für eine Hälfte festzulegen, dergleichen das Bild zu konstruieren. Zuerst wieder Zeichnen der Außenstrahlen **F-i**, dann in der bisherigen Weise **PK** festlegen und winkelrecht zu **F-O**, **H-H** zeichnen.

Es sei hier bemerkt, daß das ganze Bild ohne jede Hilfsprojektion konstruiert wird, alle Höhenpunkte werden direkt gemessen. Zuerst werden die Pilasterkanten **1, 2, 3** usw. auf **PK** projiziert und in das Bild eingetragen, jedoch nicht, ohne vorher im Aufriß die zu ermittelnden Höhepunkte **a, b, c, d** usw. fixiert zu haben. Diese tragen wir für das Gewölbe in die entsprechenden Stellen im Grundriß ein und projizieren diese Punkte ebenfalls auf **PK**. Es ist der Übersichtlichkeit halber und zur Vermeidung von Irrtümern ratsam, in ähnlichen Fällen zur Konstruktion der Gewölbelinien in der Reihenfolge vorzugehen, also etwa Grat **I** vollständig fertig konstruieren, dann erst Grat **II** in Angriff nehmen usw. Im Bilde ist der Vorgang für zwei Grate gezeigt. Die Zahl der Hilfspunkte kann man natürlich beliebig vergrößern, der Klarheit wegen sind hier jedoch nur zwei gewählt. Nachdem wir alle Höhenpunkte über und unter dem Horizont ermittelt haben, werden die festgelegten Punkte freihändig untereinander verbunden. Das Auge ist auch ohne Hilfsprojektion zu zeichnen; **1, 2, 3** usw. werden, nachdem sie auf **PK** projiziert sind, in das Bild eingezeichnet, für jeden Punkt die Höhe **k** ermittelt und auf den entsprechenden Linien angetragen.

Damit dürfte das Wesentliche zu Figur 20 gesagt sein und beschließen wir hiermit das Thema „Innenbild“; wir sind nun wohl ohne weiteres in der Lage, das Netzhautverfahren für die Konstruktion jedes Innenbildes anzuwenden.

DIE FLIEGERPERSPEKTIVE

Die Vogelschau oder, wie wir heute richtiger sagen, Fliegerperspektive kommt da zur Anwendung, wo eine Übersicht über größere Baugruppen, Siedlungen usw. gewünscht wird. Ihrer großen Schwierigkeiten wegen, die sie beim Gebrauch verursacht, gelangt sie verhältnismäßig selten zur Darstellung. Ersterer Umstand und letztere Tatsache erklären wohl ihre stiefmütterliche Behandlung in den meisten Lehrbüchern über angewandte Perspektive. Wird sie eingehender behandelt, dann geschieht dies fast immer unter so weitgehenden Einschränkungen durch Regeln und Theorien, daß der Schaffende den Aufgaben der Praxis gegenüber fast immer in Verlegenheit gerät.

Zur Behebung all dieser Schwierigkeiten gelangt man aber bald, wenn man die klaren optischen Gesetze des Sehens auch in der Fliegerperspektive anwendet. Abgesehen von künstlerischen Erwägungen, die hier nicht zur Erörterung stehen, halten wir uns durch keinerlei Begrenzung des Seh winkels gebunden, sondern gehen auch hier grundsätzlich bis zu 180° . Dasselbe gilt auch von der Höhe des Augenpunktes bzw. der Auglinie gegenüber dem Objekt. Alle Aufgaben werden auch hier ohne die sonst notwendigen Hilfsprojektionen gelöst.

Betrachten wir Tafel **XII**. Figur 21 a zeigt ein quadratisches Feld mit gleichmäßiger Teilung **a, b, c** usw.; **1, 2, 3** usw. Es soll dies Feld genau über der Mitte, dem Zenit, vom Punkte **A** aus der Höhe **p** dargestellt werden. Der Sehkegel in der Achsenrichtung **x + y** zeigt im Lotschnitt seitlich von Figur 21 a einen Sehwinkel von etwa 50° .

Betrachten wir nun von **A** aus den einbeschriebenen Kreis, so wird er uns immer als Kreis erscheinen, da wir ihn aus seinem Mittelpunkt zentralperspektivisch sehen, die Sehstrahlen alle gleich lang sind.

Anders aber beim Quadrat oder Rechteck. Wir führen in der Achsenrichtung X einen Schnitt und erhalten links Figur 21 a den Aufriß zur Konstruktion des Feldes. (Dasselbe gilt umgekehrt für die Achse y .) Bekanntlich wird die perspektivische Größe eines Objektes durch die Entfernung vom Auge bzw. dem Sehwinkel bestimmt. Nun sind die einzelnen Quadrate des Feldes $0-7$, $a-h$, untereinander gleich groß. Wir sind nun bei Betrachtung von Figur 21 a geneigt anzunehmen, daß das perspektivische Bild des Feldes sich unverändert, nur entsprechend der Distanz p bzw. der Projektionskurve größer oder kleiner sich darstellt, schon weil es sich uns bei der Betrachtung auf der Fläche so zeigt. Tatsächlich spiegelt sich das Feld auf der Netzhaut des Auges, von A aus betrachtet, wie in Figur 21 dargestellt, ab.

Eine einfache Überlegung beweist hier schon die weiter oben mehrfach aufgestellte Behauptung von der perspektivischen Beugung aller Geraden im Sehbild. Es ist ohne weiteres klar, daß das Mittelquadrat aus den Ordinaten und Abzissen $d-e$, $3-4$ größer erscheinen muß als etwa das Quadrat $a-b-1$. Die um das Mittelquadrat geordneten Quadrate müssen, entsprechend ihrem wachsenden Abstand von A bzw. der Verkleinerung des Sehwinkels, kleiner erscheinen. Diese Behauptung findet in dem Aufriß seitlich Figur 21 a ihren deutlichen Ausdruck, wir sehen, wie die Entfernung der Abzissen bzw. Ordinaten nach außen hin zunehmend wächst, die Sehwinkel für die einzelnen Größen entsprechend kleiner werden. Wir legen nun den Schnitt durch die Achse y und erhalten so die Grundrißfigur zur Konstruktion des wissenschaftlich-exakten, oder einfach, des wahren perspektivischen Bildes zu Figur 21 a, des Netzhautbildes. Auf der Achse y der Grundrißfigur 21 tragen wir die Teilungen $0-7$ an und auf x bzw. $A-O$ die aus der Aufrißfigur herausgemessenen Entfernungen der Teilungen $a-h$. Darauf projizieren wir nach bekannter Weise und erhalten das perspektivische Bild des Feldes aus lauter, außer den Sehachsen, gekrümmten Linien. Es leuchtet ein, daß nur dieses Bild richtig sein kann, dasselbe in

Fig. 21

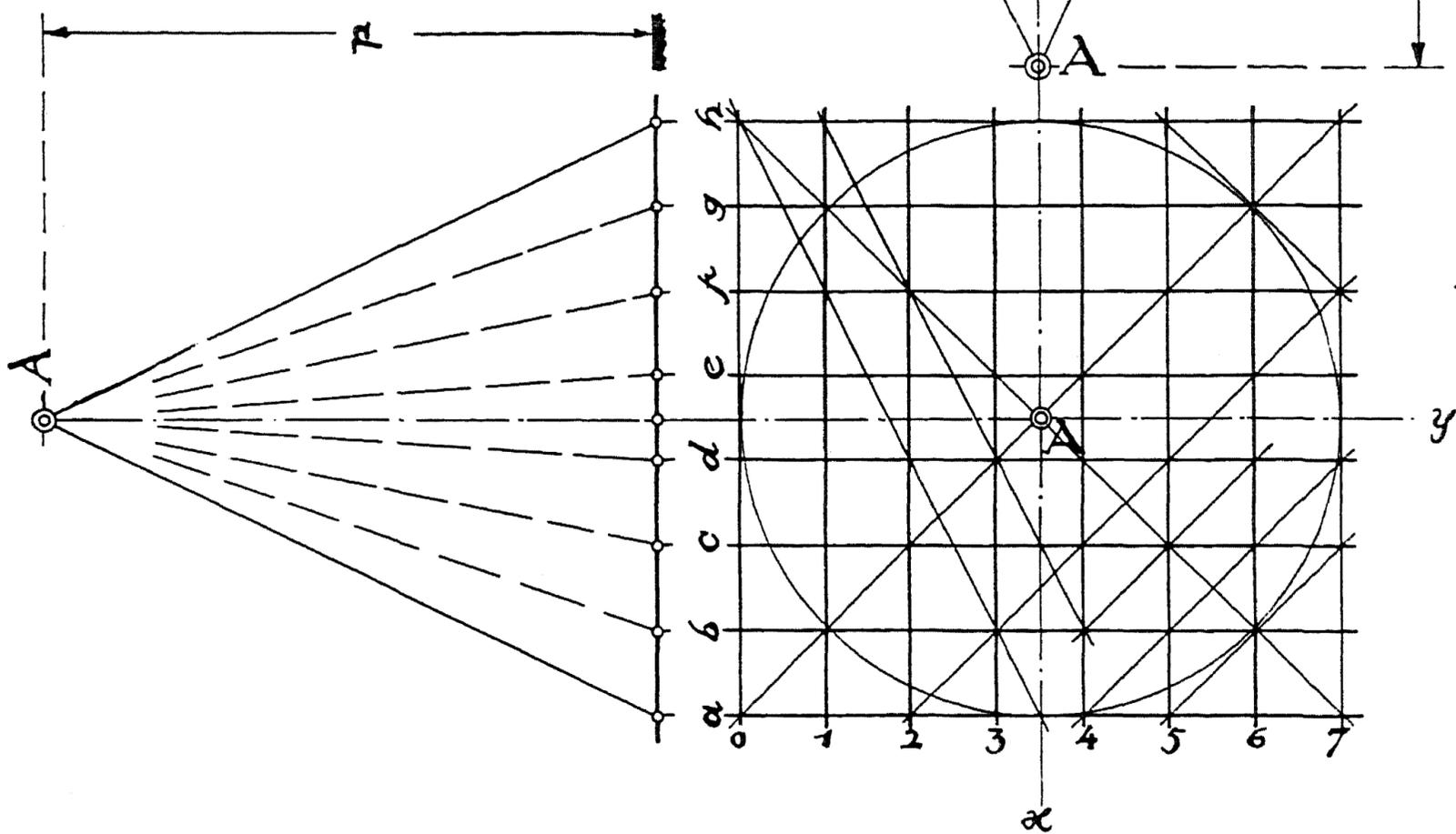
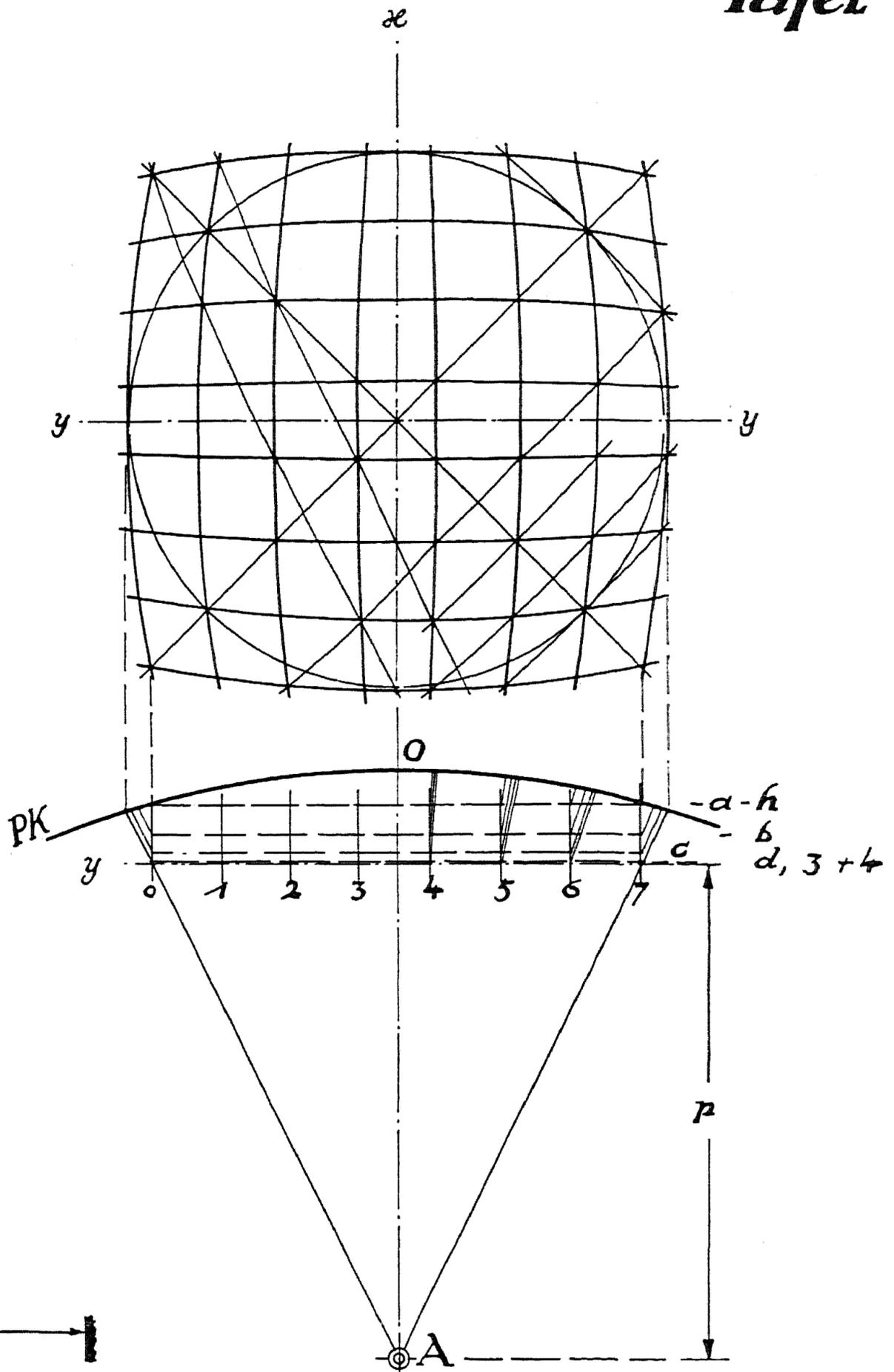
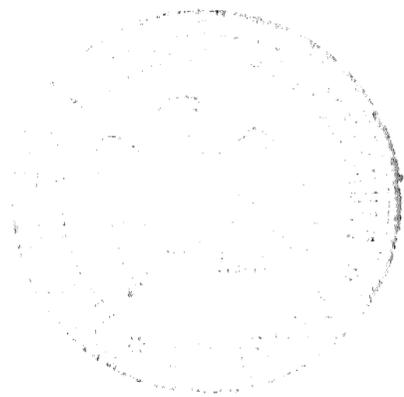


Fig. 21a



geraden Linien würde auf den Achsen x und y eine Knickung, die ja nicht vorhanden ist, bedingen, während anderseits eine Darstellung ohne diese Knickung, abgesehen von dem Mittelquadrat, nach außen hin immer schmaler werdende Rechtecke und nur in der Diagonalrichtung Quadrate ergibt. Man mache sich dies an Hand Figur 21 durch Skizzen klar!

Tragen wir jetzt noch die übrigen Linien ein, so stellen wir fest, daß die Längs- und Querachsen sowie die durch den Augenpunkt hindurchgehenden Diagonalen $7-h$ usw. als Bildachsen gerade verlaufen, während alle seitlichen Diagonalen eine mit der zunehmenden Entfernung von A wachsende Beugung erfahren. Wir sehen also, daß das durch den Linsenkörper auf die konkave Netzhaut projizierte perspektivische Bild eines geradlinig umrissenen Objektes eine durch die Größe des Seh winkels bedingte Beugung erfährt, die nicht durch die Form der Netzhaut, der hohl gewölbten Projektionsfläche hervorgerufen wird — unser Bild ist ja das abgewinkelte —, sondern im Gesetz der Perspektive begründet ist, wonach die perspektivische Verjüngung eines geradkantigen Objektes, in nach dem Verschwindungspunkte hin immer flacher werdenden Kurven erfolgt. Aus Gründen psychophysischer Natur — man denke an die Umkehrung des Sehbildes — tritt diese Tatsache jedoch nicht in unser Bewußtsein, die Sinnesreflexion wird durch die Erfahrung beeinflusst. Der sogenannte gelbe Fleck als Bewußtseinszentrum erhält jetzt noch eine ganz besondere Bedeutung. Diese Andeutungen mögen für unseren Zweck genügen. Wir haben also in Figur 21 die Wahrnehmung des Gesichtssinnes auf ihr objektives Urbild zurückgeführt und gewissermaßen die Relativitätstheorie der Perspektive bewiesen.

Nach diesen wichtigen Feststellungen, die uns das Verständnis für das Folgende erleichtern, wenden wir uns zu Tafel **XIII**, wo wir mit Figur 22 versuchen wollen, eine umfangreichere Aufgabe zu lösen. Es handelt sich, wie wir in der geometrischen Konstruktionsgrundlage sehen, darum, einen größeren Baukörper mit angrenzenden Baublöcken vom geometrischen Orte A aus der Höhe p darzustellen.

Ohne Rücksicht auf künstlerische Bildwirkung gehen wir sehr nahe an das Objekt heran und wählen einen Sehwinkel von 180° . Durch die hierdurch bedingten verhältnismäßig großen Distanzunterschiede zwischen den nächsten und den weiter zurückliegenden Bauteilen zu **A** muß natürlich das Bild perspektivisch übertrieben wirken. Die Aufgabe stellt einen Grenzfall dar, den wir wegen der bei solchen Fällen stets auftretenden Fragen absichtlich wählen, ganz abgesehen davon, daß sich auch hier, gegenüber der scheinbaren Unlösbarkeit der Aufgabe, das Verfahren bewähren soll.

Zuerst bestimmen wir die Richtung des Hauptstrahles **A—O** der Bildachse. Dann zeichnen wir winkelrecht dazu durch **A** den Außenstrahl **A—i**, legen die Bildgröße fest und konstruieren nach den Angaben zu Tafel **II** in Abschnitt e die Projektionskurve PK_1 . Dann, nachdem das Ganze normal zur Reißschiene gedreht, zeichnen wir seitlich, am handlichsten rechts von **A—O** die Terrainlinie **T**, falls das Gelände eben, parallel zum Hauptstrahl in der maßstäblichen Höhe **p** unter **A**. **A—O** ist bekanntlich als Horizont bzw. als Libelle zu betrachten, Geländebewegungen sind darum entsprechend einzutragen bzw. an den Maßstellen zu berücksichtigen. Wir gehen bei der Bearbeitung unserer Aufgabe von dem mittleren Baukörper aus und tragen aus dem geometrischen Grundplan die wahren Distanzen **a**, **b**, **c** usw. nach den früheren Weisungen als Meßkanten in ihren maßstäblichen Größen auf **T** an, zur Ermittlung der perspektivischen Tiefen auf PK_1 .

Wie zu Figur ⁸ ~~9~~, Tafel ^{IV} ~~III~~, schon betont wurde, ist das dort angegebene Verfahren sehr primitiv und kann nur innerhalb der dort angegebenen Grenzen ein der Wirklichkeit angenähertes Bild ergeben. Wir wollen nun versuchen, die Fragen, die wir dort noch zurückstellten, zu klären.

Zuerst bemerken wir bei der Fliegerperspektive die grundsätzlich andere Stellung des Objektes zum Auge, welches in bezug auf den Horizont (der bei dem Normalbild die wagerechte Sehachse des Sehkegels darstellt) je nach Höhe **p** mehr oder weniger schräg zu

Fig. 22 б

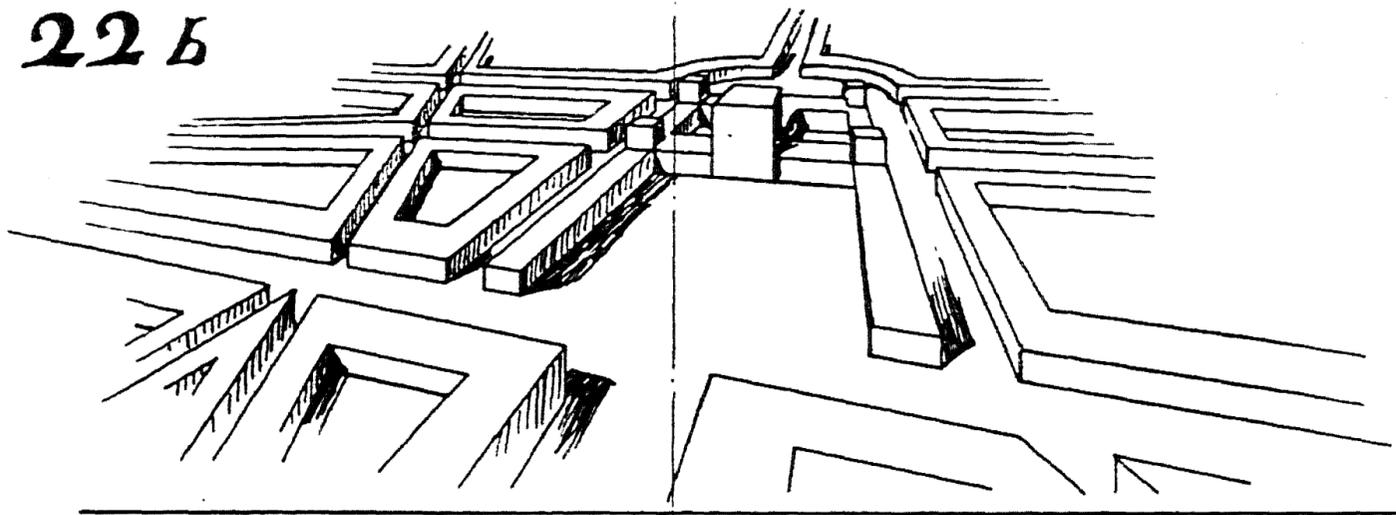


Fig. 22а

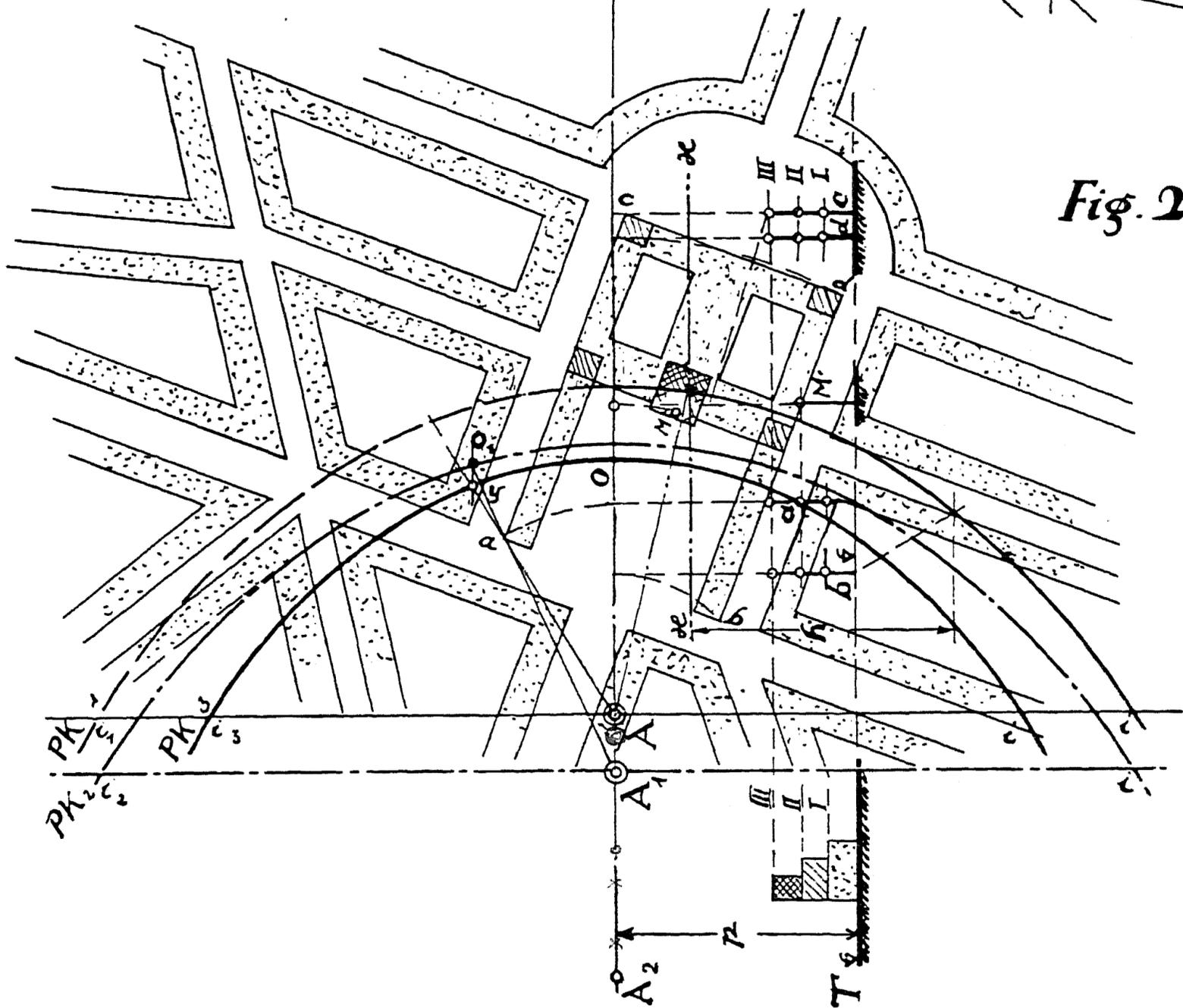
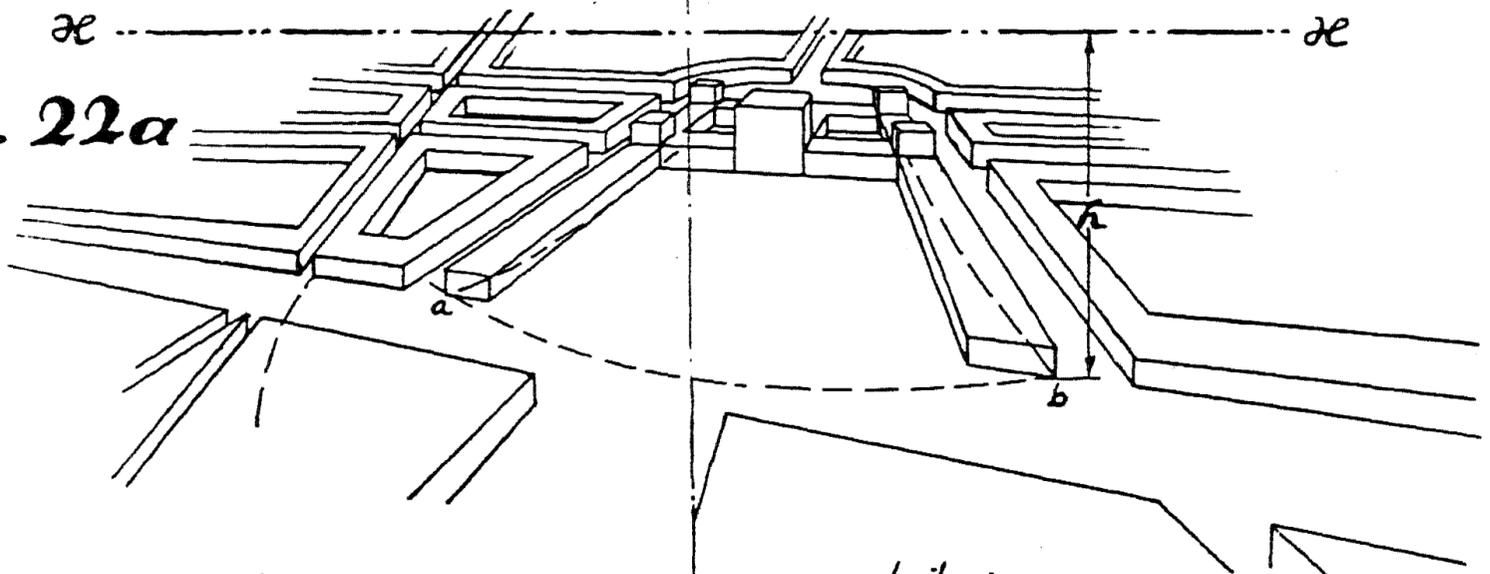


Fig. 22

der Achse des Sehkegels liegt. Der Horizont, sonst die Grundlage für den Aufbau des Bildes, tritt mit dem Wachsen der vertikalen Distanz gegenüber der geometrischen horizontalen Distanz immer mehr in den Hintergrund. Je größer p , um so höher liegt er über dem Objekt. Diese Eigenschaften des Fliegerbildes erschwerten bisher die perspektivische Darstellung derart, daß es nur innerhalb sehr enger Grenzen, höchstzulässiger Sehwinkel 25° usw., möglich war, richtig wirkende Bilder zu erzielen.

Die in Figur 22 der Konstruktion zugrunde gelegte Projektionskurve PK_1 stellt, wie wir wissen, den Projektionsschnitt durch die Netzhaut für das Flächenbild dar. Wenn wir nun auf dieser Kurve die Höhe bzw. Tiefen abmessen, so müssen wir für die Horizontalprojektion eine besondere Kurve suchen. Bei der Projektion auf PK_1 würden die perspektivischen Horizontalproportionen mit dem Wachsen von p gegenüber der geometrischen Distanz in ein steigendes Mißverhältnis zu den perspektivischen Höhenproportionen geraten. Figur 22a ist auf diese Weise konstruiert, die perspektivischen Horizontalproportionen sind gegenüber den perspektivischen Höhen zu groß, denn je höher A liegt, um so kleiner wird, vertikal betrachtet, das Objekt. Wir ermitteln also aus der ungefähren Mitte M des Objektes die Diagonaldistanz $A-M$ im Höhenschnitt, tragen diese von M aus auf $A-O$ an und erhalten so den Punkt A_1 . A ist geometrisch nach A_1 verschoben, rücken wir mit PK_1 entsprechend nach, so erhalten wir PK_2 . Nun können wir von A_1 auf PK_1 oder PK_2 projizieren, beides aber ist falsch. Figur 22b ist von A_1 auf PK_2 projiziert, wir sehen, daß die übertriebene Vordergrundperspektive bedeutend gemildert ist, ein Ergebnis, welches für die Richtigkeit dieser Projektion zu sprechen scheint. Die Grundbedingung für eine richtige Projektion ist aber, daß das durch den Standort bedingte Winkelverhältnis der Sehstrahlen gewahrt bleibt. Dieses geschieht aber bei dem zuletzt angegebenen Verfahren nicht. Denken wir uns auf diese Weise infolge bedeutender Höhe p die Projektion von A_2 aus, so würde z. B. die Seite $b-d$, welche nach der geometrischen

Lage von **A** nicht sichtbar sein kann, schon zur Darstellung gelangen. Der geometrische Sehwinkel muß also gewahrt werden, es ist falsch, den stets kleineren Sehwinkel des schräg zur geometrischen Ebene liegenden Sehkegels mit der Achse **A—M** in die geometrischen Verhältnisse zu übertragen, wie es bei der Projektion von Figur 22_b geschehen ist.

Wir müssen also von **A** aus projizieren und die Kurve ermitteln, welche das Objekt im horizontalen Sinne in das der Höhe entsprechende Verhältnis bringt. Mit anderen Worten, je höher **p**, desto kleiner die Horizontalprojektionskurve gegenüber der Höhenkurve: **p** = unendlich groß, **PK** = unendlich klein. Folgende Überlegung führt zur Ermittlung der Horizontalprojektionskurve der Fliegerperspektive.

Figur 23, Tafel **XIV** zeigt den geometrischen Grundriß einer durch das Rechteck **1, 2, 3** u. **4** umschriebenen Gebäudegruppe, welche aus der Höhe **p** dargestellt werden soll. Wir sehen hier sofort, daß die Projektionskurve **PK** für die Horizontalprojektion zu groß, und wollen diese nun suchen.

Nachdem **PK'** festgelegt, die Höhenmaßkanten auf **T** projiziert, ermitteln wir den Schwerpunkt bzw. Mitte **M** des Objektes oder der sich mittels Verbinden der äußeren Ecken durch Geraden ergebenden Fläche eines jeweiligen Objektes. Punkt **M** wird dann in seiner wirklichen Distanz vom Auge, und zwar stets in Zweidrittelhöhe des Objektes auf **T** projiziert, diese **A—M'** von **M** aus auf **A—O** angetragen, wodurch wir **A₁** erhalten. Von den Tangentenpunkten **2** u. **3** der Außenstrahlen **A—i** fällen wir Lotrechte zu **A—O** und erhalten die Größe **Q**, diese wird halbiert und durch die Mitte wieder lotrecht zu **A—O** die Resultante gelegt und bis zu den Schnittpunkten **s₁**, **s₂** auf den Außenstrahlen verlängert. Dann wird die zu **A** gehörige **PK'** in die entsprechende Lage zu **A₁** gebracht und von **A₁** die Diagonal-Außenstrahlen nach **s₁**, **s₂** gezogen, wodurch wir auf **PK'** die Punkte ^{r, r'}**p** erhalten. Darauf wird **r** parallel zu **A—O** auf den geometrischen Außenstrahl **A—i** projiziert. Der so ermittelte Punkt **r'** ist der Durchgangspunkt für die der Höhe **p** entsprechende Horizon-

talprojektionskurve. Projizieren wir nun r' auf $A-O$, setzen je nach Größe des Seh winkels den Punkt O' etwas tiefer, durchschnittlich $1/10-1/20$ von $A-r'$, so finden wir bald in der bekannten Weise die Kurve PK , die durch r' geht, worauf wir dann zur Horizontalprojektion schreiten können. Der Sehwinkel α (als α' verkürzt gesehen) ist der Schnitt durch den Sehkegel in der Achsenrichtung $A-M$; PK ist die zu A_1 gehörige PK' in die geometrische Projektion zu A übertragen, auf ihr sind die Grundrißproportionen im richtigen Verhältnis zur Höhe p gebracht. Zu der Ermittlung von PK sei noch gesagt, daß wir in der Praxis natürlich von PK ausgehen.

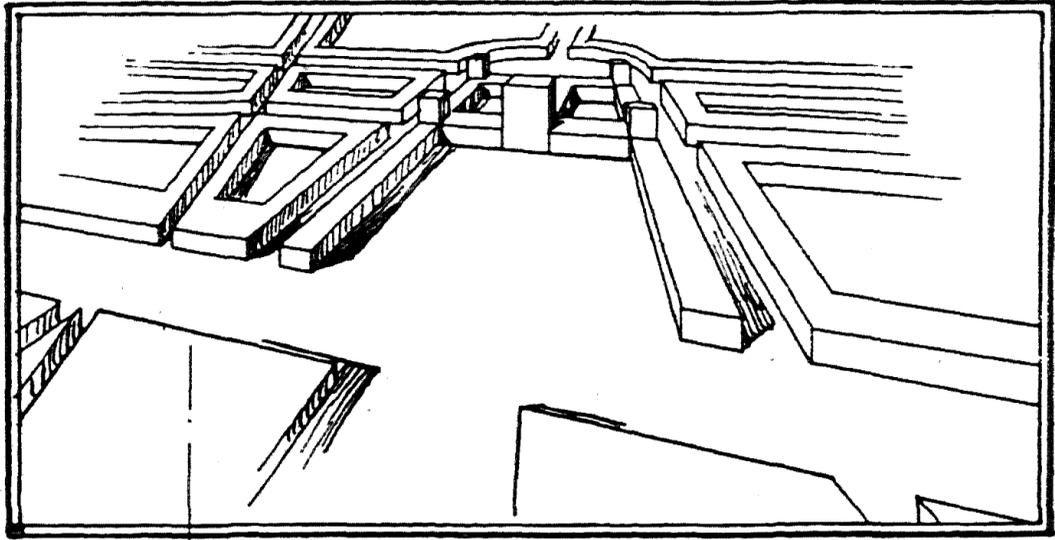
Kehren wir nun zu Figur 22, Tafel XIII zurück. Um für den Sehwinkel von 180° die Horizontalprojektionskurve zu finden, wählen wir einen im vorderen Drittel der darzustellenden Partie liegenden Hilfspunkt, hier den Punkt a . Wir haben zu A_1 der Diagonaldistanz $A-M$ die Projektionskurve $PK_2 = PK_1$ bereits bei unseren vorherigen Versuchen schon eingezeichnet. Wie schon vorher bei Figur 23, projizieren wir also nun Punkt a von A_1 auf PK_2 , erhalten so den Punkt O_1 und ermitteln von hier aus durch eine Parallele zu $A-O$ auf den Sehstrahl $A-a$ den Punkt y , den Durchgangspunkt für die Horizontalprojektionskurve, die wir nunmehr in der schon angegebenen Weise konstruieren. Jetzt können wir das praktisch wahre Netzhautbild von A aus auf PK_3 und PK_1 projizieren und erhalten das Bild Figur 22 c, Tafel XIV. Vergleichen wir nun Figur 22 a, b und c, so bemerken wir unschwer die bedeutenden Unterschiede und die den Aufrißverhältnissen entsprechende Richtigkeit der Proportionen (wir vergleichen den mittleren Turmkörper) in Figur 22 c. Die Höhenproportionen werden naturgemäß mit dem Näherrücken nach A in zunehmendem Maße verkürzt gesehen, was in allen Bildern zum Ausdruck kommt. Lotrecht unter A ist $h = 0$. So ist auch verständlich, daß die Vordergrundperspektive in unserem Beispiel Figur 22 stark übertrieben wirken muß, schon aus dem Grunde, weil wir das Bild praktisch wahr, d. h. ohne Berücksichtigung der bei solch großem Sehwinkel auftretenden starken Beugungen der vor-

deren Objektpartien darstellen. In Figur 22a ist diese Beugung an einigen Stellen durch gestrichelte Linien angedeutet. Dies möge nach dem bisher Ausgeführten für den Praktiker zur Erklärung der vielleicht befremdlich erscheinenden Konstruktionsergebnisse genügen.

Der Hilfshorizont. Bei der Wahl eines sehr hohen Augenpunktes liegt nun der Horizont häufig so hoch, daß er im Bilde nicht dargestellt wird, wie dies z. B. auch bei Fliegeraufnahmen öfter der Fall ist. Da ist es denn meist sehr umständlich, von dem hochliegenden Horizont herunter die Höhenmaße im Bilde anzutragen. Um uns diese Arbeit zu erleichtern, wählen wir an beliebiger Stelle auf der Höhenprojektionskurve einen Hilfshorizont. In Figur 22 ist auf \mathbf{PK}_1 (im mittleren Turm) durch einen Punkt die Stelle bezeichnet, durch die wir parallel zu $\mathbf{A-O}$ den Hilfshorizont $\mathbf{x-x}$ legen, auf dem nun statt auf $\mathbf{A-O}$ die perspektivischen Höhen bezogen werden. In Figur 22a ist $\mathbf{x-x}$ eingezeichnet, die auf \mathbf{PK}_1 projizierten Höhen werden als Lote auf $\mathbf{x-x}$ gemessen und dann in ihrem entsprechenden perspektivischen Ort im Bilde angetragen. Auf diese Weise erfährt die zeichnerische Arbeit oft eine bedeutende Erleichterung.

Wir wenden uns jetzt wieder Tafel **XIV** zu, wo wir den Sonderfall der Fliegerperspektive noch von einer anderen Seite beleuchten wollen. An den Ecken **1, 2, 3** u. **4** denken wir uns hohe Maste oder Schornsteine, die mit der Spitze in ziemliche Nähe des Horizontes, hier $\mathbf{A-O}$, reichen. Nach dem Zeichnen der Außenstrahlen halbieren wir den Sehwinkel α' , richten das Ganze mit der Transversale $\mathbf{A-O}$ winkelrecht zur Reißschiene, bestimmen die Größe der Darstellung und konstruieren \mathbf{PK} . Dann tragen wir lotrecht zu $\mathbf{A-O}$ die maßstäbliche Höhe \mathbf{p} an und zeichnen die Geländelinie \mathbf{T} . Etwaige Geländebewegungen sind durch Projektion entsprechend zu berücksichtigen. Darauf ermitteln wir den Schwerpunkt der Objektgrund- bzw. Oberfläche und projizieren \mathbf{M} in $\frac{2}{3}$ Gebäudehöhe, ist (\mathbf{M}') in der wahren Distanz von \mathbf{A} auf \mathbf{T} . Die hierdurch gefundene Dia-

Fig. 22 c



H ————— H

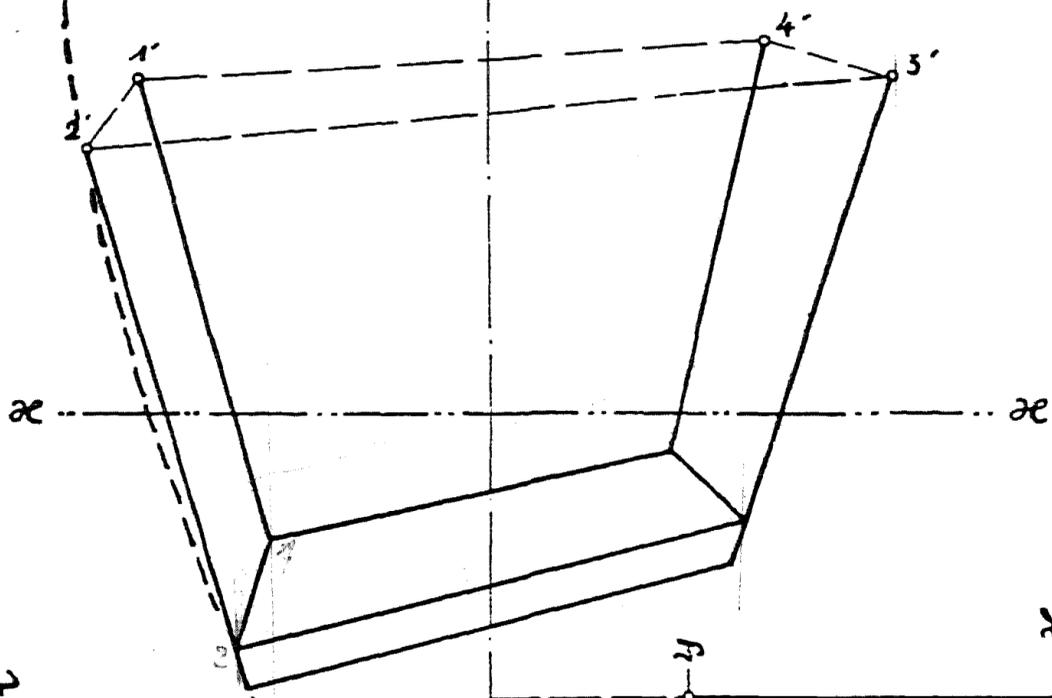
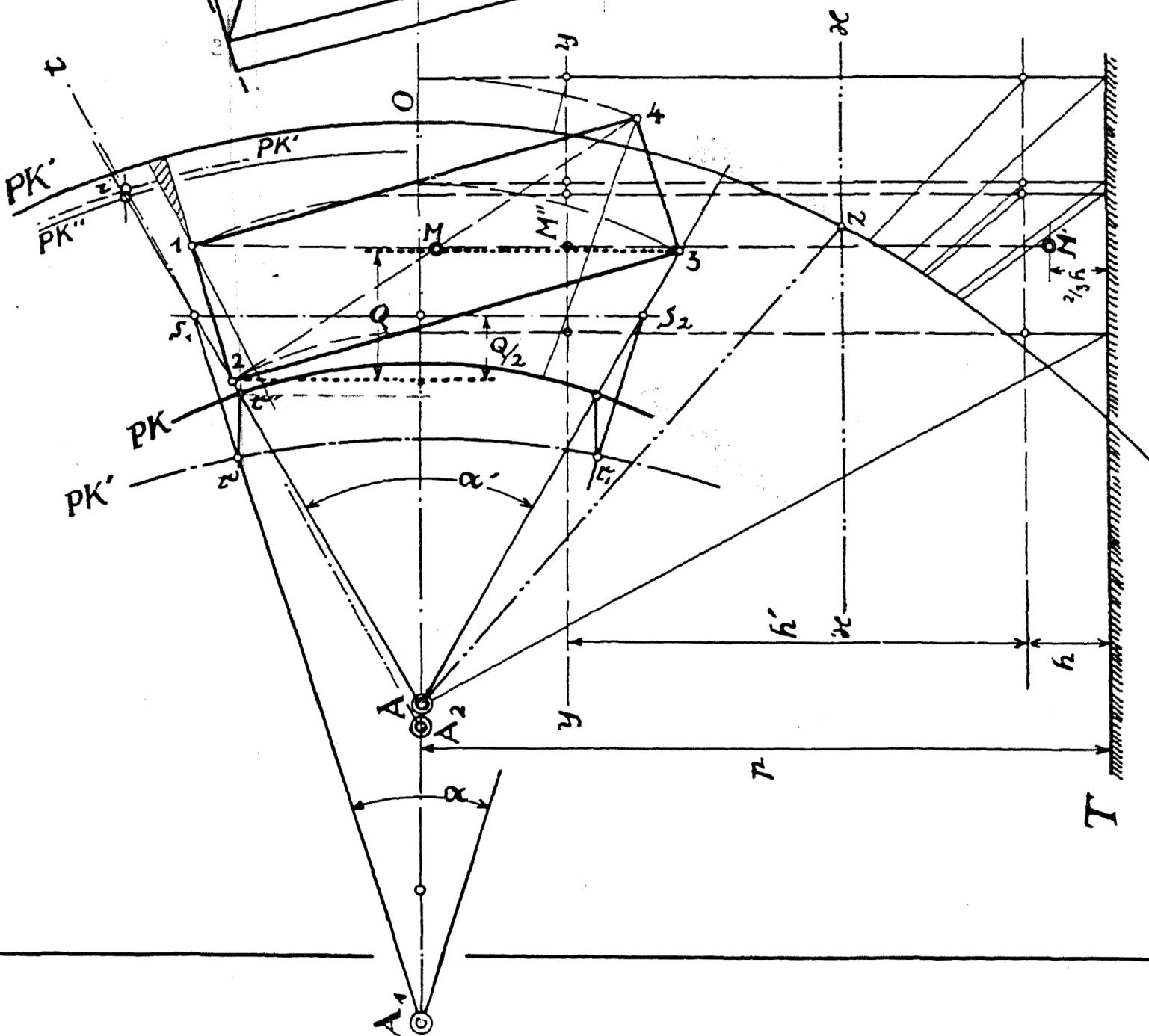
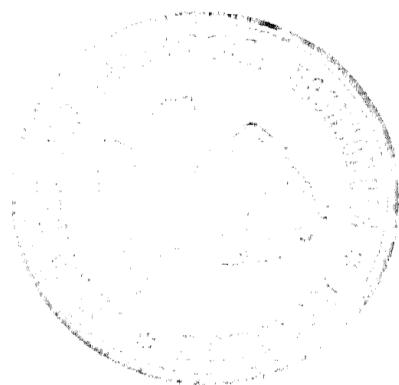


Fig. 23





gonaldistanz $\mathbf{A-M'}$ wird dann von \mathbf{M} im geometrischen Grundriß aus auf die Transversale $\mathbf{A-O}$ angetragen, wodurch wir $\mathbf{A_1}$ erhalten, in der schon bekannterweise die Punkte $\mathbf{s_1, s_2}$ auf den geometrischen Außenstrahlen ermittelt und von $\mathbf{s_1, s_2}$ die Diagonalaußenstrahlen nach $\mathbf{A_1}$ gezeichnet. Nun zeichnen wir vom Schnittpunkt $\mathbf{r'}$ der \mathbf{PK} auf $\mathbf{A-i}$ eine Parallele zu $\mathbf{A-O}$ nach dem Diagonalaußenstrahl $\mathbf{A_1-s_1}$ und finden \mathbf{r} als Durchgangspunkt für die Höhenprojektionskurve zu $\mathbf{A_1}$. Diese konstruieren wir von $\mathbf{A_1}$ aus, bringen sie dann jedoch in die entsprechende Lage zu \mathbf{A} , wodurch wir $\mathbf{PK'}$ für die Höhenprojektion erhalten. Wir können nun an die Projektion der Gebäudeanlage gehen, indem wir auf \mathbf{PK} den Grundriß und auf $\mathbf{PK'}$ die Höhen projizieren. Nun wissen wir, daß im wahren Sehbild jedes Objekt eine von der Größe des Seh winkels abhängende Beugung erfährt, die wir im angewandten Sehbild jedoch nicht berücksichtigen können. Bei der Fliegerperspektive nun ist es möglich, dieser Tatsache weitgehendst Rechnung zu tragen. Wir erhalten dann ein Bild, welches wirklich perspektivisch keine Parallelen aufweist und so dem wahren Sehbild am nächsten kommt. (In diesem sind ja Parallelen nicht denkbar!) Es sei hier an die in letzter Zeit beliebten photographischen „Schrägaufnahmen“ erinnert und daran, daß auch häufig bei Nahaufnahmen von Gebäuden usw. eine Verjüngung nach oben bzw. beim Fliegerbild nach unten wahrnehmbar ist.

Betrachten wir aufmerksam den Grund- und Höhenaufriß Figur 23, so leuchtet es ohne weiteres ein, daß die in Höhe $\mathbf{h'}$ aufragenden lotrechten Ecken nicht parallel zu $\mathbf{A-O}$ verlaufen können, weil die durch die Masten in die Höhe \mathbf{h} getragene Grundrißausdehnung entsprechend ihrem Näherrücken nach \mathbf{A} wächst, um in Hori-zonthöhe $\mathbf{H-H}$ ihre größte perspektivische Größe zu erreichen. Diese Vertikalperspektive läßt sich darstellen, praktisch geradlinig, indem wir die der Höhenlage \mathbf{h} u. $\mathbf{h'}$ entsprechende Grundrißprojektionskurve wie folgt ermitteln.

Die Diagonaldistanz $\mathbf{A-M''}$ von \mathbf{M} aus auf $\mathbf{A-O}$ antragen, ergibt $\mathbf{A_2, PK'}$ um $\mathbf{A-A_2}$ herunterrücken und auf dieser den von $\mathbf{A_2}$ durch

S_1 gelegte Diagonalsehstrahl A_2-t zum Schneiden bringen, den gefundenen Schnittpunkt dann parallel zu $A-O$ auf den geometrischen Außenstrahl $A-i$ projizieren, wodurch sich auf diesem der Durchgangspunkt für die der geometrischen Ebene $y-y$ entsprechenden Projektionskurve PK'' ergibt. PK' entspricht der Horizontebene, als Maximalkurve dient sie zur Ermittlung der perspektivischen Höhen. Für jede zwischen T und $A-O$ bzw. dem Horizont liegende Ebene liegt zwischen PK' und PK eine entsprechende Projektionskurve. Konstruieren wir das Bild auf Grund dieser Feststellung, so verlaufen alle Linien, wie für die Ecke $2-2'$ angedeutet, kurvenartig. Wir projizieren nun die Grundrisse der Ebene T und y auf PK und PK'' , ermitteln die Höhen auf der Maximal- oder Horizontal- gleich Höhenkurve PK' und erhalten das horizontal und vertikalperspektivische Bild des Objektes in Figur 23 vom Augenpunkt A aus gesehen.

Wir sehen an dem unteren Körper, wie selbst bei der noch relativ geringen Höhe h die Vertikalperspektive (oder Scheitelperspektive beim Horizontalbild) in der Schrägstellung der Ecken schon stark zum Ausdruck kommt. Deshalb wählen wir auch, falls die Vertikalperspektive, wie meist aus praktischen Gründen, nicht berücksichtigt werden soll, stets zwecks Feststellung der Mitteldiagonaldistanz die Zweidrittelhöhe des Objektes zur Ausmittlung. Da uns jedoch durch die moderne Fliegerphotographie diese Sehtatsachen immer mehr vertraut werden, so sollte man, wo es eben angängig, nach dem in Figur 23 gezeigten Beispiel verfahren, also mit zwei Horizontalprojektionskurven arbeiten, wobei naturgemäß die Lage der zweiten Horizontalprojektionskurve durch die nach der größten Objekthöhe sich richtenden Lage der Hilfsebene bestimmt wird.

Alle zwischen der Grundriß- und der Höhenebene liegenden Zwischenhöhenpunkte werden auf beide Projektionskurven projiziert, wonach sich aus dem Schnittpunkt der horizontalen Höhen- und vertikalen Grundrißverbindungslien die perspektivische Lage des betreffenden Punktes im Bild ergibt. Diese doppelte Projektions-

arbeit können wir vermeiden, wenn der Platz die Benutzung von Fluchtpunkten erlaubt. Dann ermitteln wir durch entsprechendes Verlängern der umschließenden Kanten den Fluchtpunkt für jede Fläche, der meist nur bei symmetrischen Bildern auf den Sehachsen liegt. Dann brauchen wir nach dem Strahlenbündelgesetz alle Zwischenpunkte nur einmal zu projizieren.

Für die horizont- und vertikalperspektivische Darstellung des Fliegerbildes fassen wir die Ergebnisse von Figur 23 zu folgender wichtiger Regel zusammen:

1. Bei der horizontal- und vertikalperspektivischen Darstellung des Fliegerbildes wird zuerst die Projektionskurve für die Grundrißebene festgelegt, sodann die Resultante der auf die Sehachse geloteten Außenstrahl-Tangentenpunkte winkelrecht zur Sehachse auf die geometrischen Außenstrahlen projiziert, worauf die Höhendistanz für den Schwerpunkt der Grundrißfläche aus dem Grundriß auf die Sehachse angetragen wird.
2. Aus dem hierdurch sich ergebenden Diagonal-Distanz-Augenpunkt wird der Sehkegel-Außenstrahl durch den Resultantenpunkt auf den geometrischen Außenstrahl gelegt, der Schnittpunkt der Grundrißprojektionskurve auf diesem parallel zur Sehachse auf den Sehkegel-Außenstrahl projiziert, wodurch sich der Durchgangspunkt für die Maximal- oder Höhenprojektionskurve ergibt. Diese wird dann mit ihrem Diagonal-Augenpunkt nach dem geometrischen Augenpunkt für die Höhenprojektion verlegt.
3. Rücken wir dann die Höhen- oder auch Horizontebene-Projektionskurve vom geometrischen Augenpunkt nach dem für eine Zwischenebene ermittelten Diagonal-Distanz-Augenpunkt, legen von diesem wieder den Sehkegel-Außenstrahl durch den Resultantenpunkt bis zu ihrem Schnittpunkt mit der nach dem Diagonal-Distanz-Augenpunkt verschobenen Höhen- oder Maximalprojektionskurve, projizieren diesen Schnittpunkt parallel zur Sehachse auf den geometrischen Außenstrahl, so erhalten wir auf

diesem den Durchgangspunkt für die gesuchte **PK** der Zwischen-ebene. Auf dieser sowie auf der **PK** der Grundrißebene werden dann alle aus dem Grundriß zu projizierenden Punkte projiziert und im Bilde mittels Geraden verbunden.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß Satz 1 und 2 der Regel umkehrbar ist, wie wir bei Figur 22 eventuell auch in umgekehrter Reihenfolge konstruieren können.

DAS WISSENSCHAFTLICH- EXAKTE NETZHAUTBILD ANGEWANDT AUF DIE FRONTALPERSPEKTIVE

Tafel **XV** zeigt in Figur 24 ein Bild, welches uns schon bekannt ist. Wir sehen hier das wissenschaftlich-exakte Netzhautbild nach unserem Verfahren und zugleich, daß diese Form der Darstellung praktisch nicht anwendbar ist, wir das Sehbild der Seh wahrnehmung angleichen müssen. Über das „Wie“ haben uns die bisherigen Ausführungen wohl alles gesagt, und wir können darum unverzüglich darangehen, unsere Seh wahrnehmung oder das praktisch angewandte Netzhautbild auf das Urbild zurückzuführen.

Betrachten wir also Figur 24 näher. Die zu dieser Figur gehörige Ansicht und Grundriß zeigen Figur 24 ~~a~~ und ^ab. Wir haben die Aufgabe, das Objekt frontalperspektivisch darzustellen. **F** liegt vor der Mitte der Front des darzustellenden Gebäudes. Wir legen die Entfernung von **F** fest und zeichnen in der üblichen Weise die Projektionskurve. Die rechte Hälfte der Konstruktionszulage benutzen wir für die Höhenermittlung. Wir beginnen nun mit der Konstruktion der Darstellung, jedoch vereinfachen wir uns hier die Arbeit insofern, als wir nicht für jede Ebene, hier Geschoß, eine besondere **PK** ermitteln, sondern die einzelnen Geschoß-Diagonaldistanzen aus dem Aufriß von **F** abmessen und in den Grundriß eintragen und auf diese Weise jedes Geschoß für sich auf **PK** projizieren. Die dadurch entstehenden Abweichungen gegenüber dem zu Figur 23 besprochenen Verfahren, welches auch hier das wissenschaftlich Richtige ist, nehmen wir ihrer Geringfügigkeit wegen zuliebe größerer Klarheit in Figur 24 in Kauf.

Die Projektionsgröße eines Gegenstandes hängt, wie wir wissen, von der Entfernung vom Standorte bzw. Fußpunkte ab. Bei der praktisch angewandten Perspektive nun konstruieren wir das Bild unter Zugrundelegung der in Horizont bzw. Augenhöhenstrahl liegenden geometrischen Entfernung. Im Aufriß betrachtet, wächst nun, wie Figur 15a zeigt, diese Entfernung **E**, hier **L** und **L₁**, progressiv mit der Vertikalausdehnung des Objektes über und unter dem Horizont.

Bei Figur 24b sehen wir links von **F—O** eine Hälfte der Grundrißkontur des Gebäudes, rechts die verschiedenen Entfernungen **1, 2, 3** usw. der Vertikalteilungen von **F** mit den angemerkten Höhen **a, b, c, d** usw. aufgezeichnet. Während uns die rechte Hälfte der Konstruktionszulage nichts Neues zu sagen hat, sehen wir in der linken als das Ergebnis obiger Überlegung die Grundrißkontur mehrere Male hintereinander aufgezeichnet. In Figur 24^b seien die Höhen **a, b, c** usw. die Geschoßhöhen des Gebäudes, **L** und **L₁** sind die entsprechenden Entfernungen der Figur 24b. Die Entfernungen der einzelnen Geschosse **F—a, F—b, F—c** usw. sind nun graphisch oder rechnerisch zu messen und in Figur 24b entsprechend einzutragen. Darauf projizieren wir jedes Geschoß für sich, tragen die entsprechenden wahren perspektivischen Höhen in ihrem wirklichen perspektivischen Ort — nicht mehr, wie bei der angewandten Perspektive in ihrem, auf **H—H** bezogen, perspektivisch-geometrischen Ort — an und erhalten die sich ergebenden Punkte verbindend, das wahre Netzhautbild aus lauter gekrümmten Linien.

Es bedarf wohl keiner besonderen Betonung mehr, daß dafür durchaus nicht die Projektionskurve oder etwa die sphärisch-konkav-gewölbte Netzhaut verantwortlich ist. Vielmehr erhält man bei dem Versuch, dasselbe Bild mittels der „Bildebene“ nach Prinzip Figur 1, Tafel I zu konstruieren, ein ähnliches Ergebnis, nur noch mit den entsprechenden Verzerrungen. Gerade aber daraus wieder ergibt sich der Schlußbeweis, daß die Projektion auf der „Geraden“ kein „richtiges“ Bild ergeben kann.

Fig. 25 c

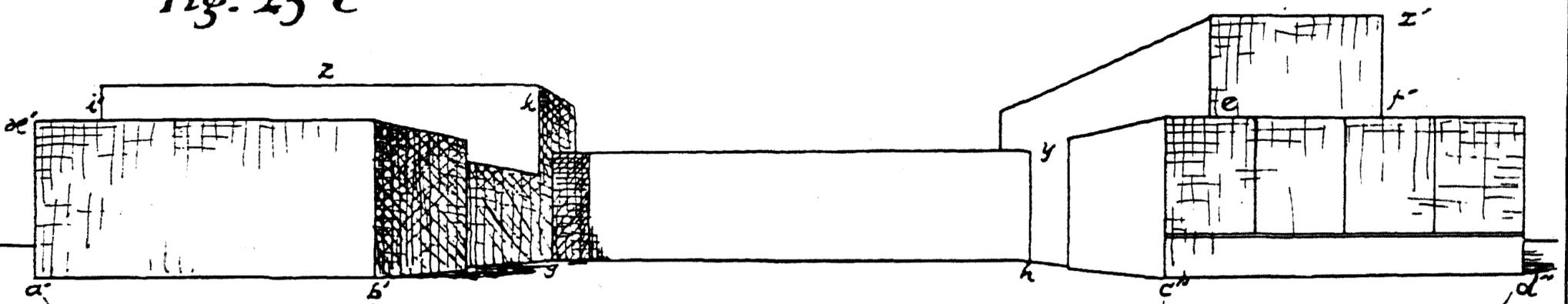


Fig. 25 b

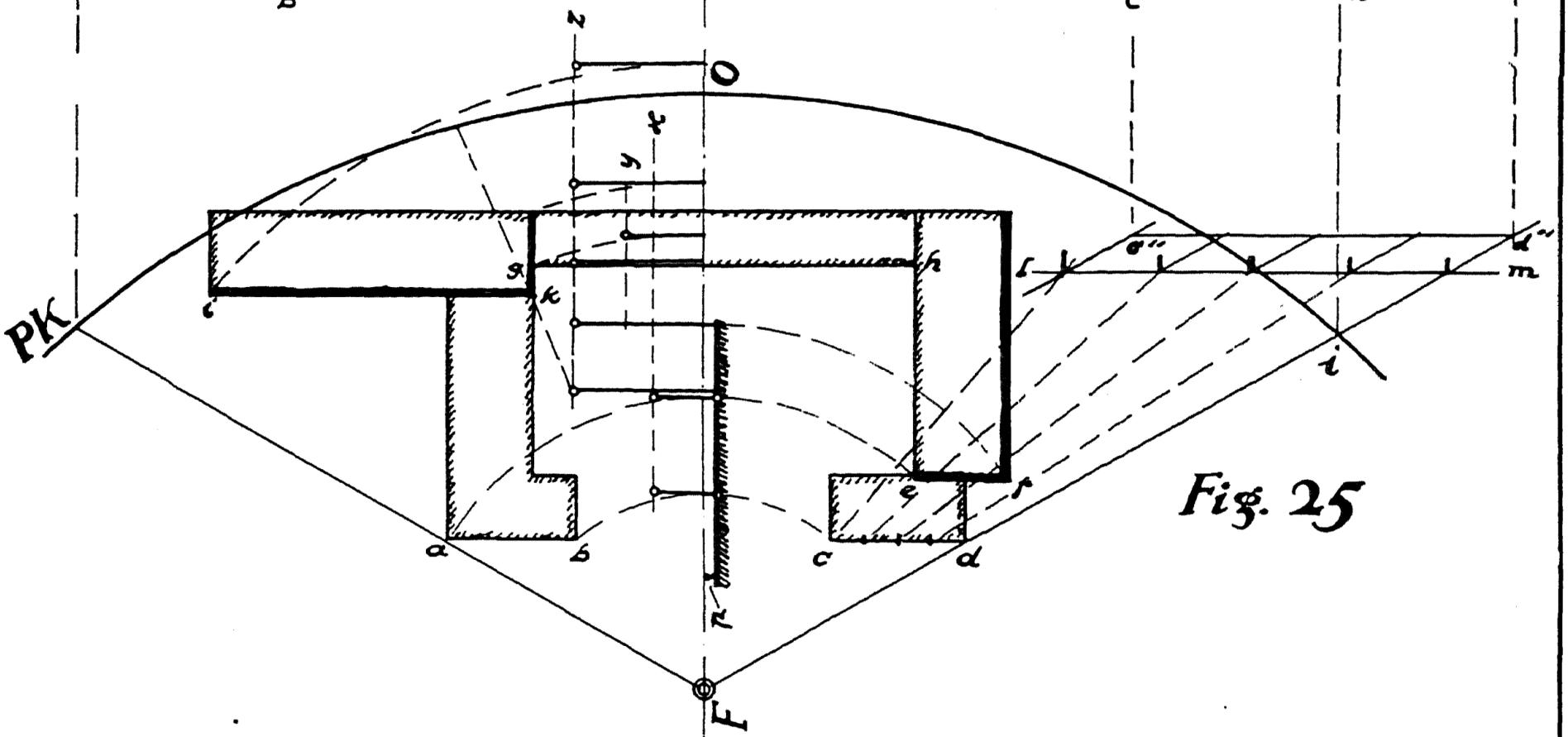
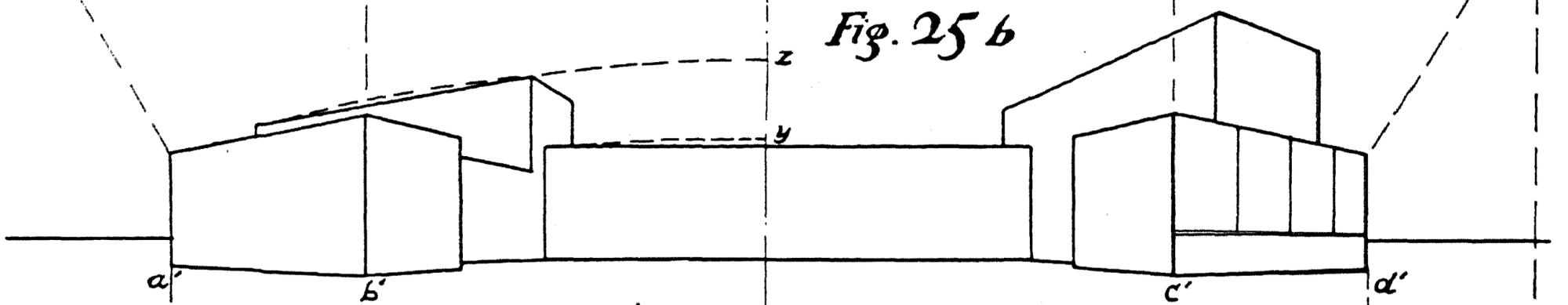
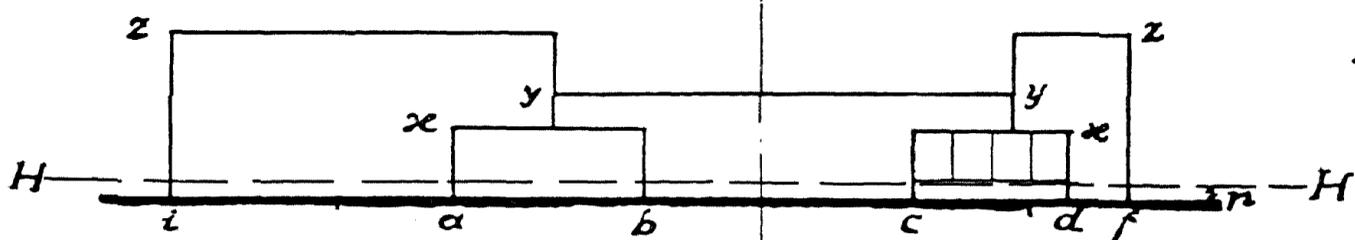


Fig. 25

Fig. 25 a





Haben wir nun die Aufgabe, ein Bauwerk frontalperspektivisch darzustellen, dann erkennen wir auf Grund aller bisherigen Feststellungen, daß sich hierfür nur mehrflügelige Bauanlagen mit den damit verbundenen Vorsprüngen, Hofbildungen usw. eignen, außerdem, daß wir die Gesetze der Perspektive nur bedingt anwenden können.

Auf Tafel **XVI**, Figur 25 ist eine Baugruppe darzustellen, welche mit dem durch die beiden vorspringenden Flügel gebildeten Hof der Straße zu liegt. Durch die Breite der Straße ist die Wahl des Standpunktes in engen Grenzen vorgeschrieben, er liegt also bei Frontaldarstellung in sehr großer Nähe des Objektes. Die Baugruppe ist möglichst umfassend darzustellen, wobei das Hauptgewicht auf den Hofraum zu legen ist.

Wir wählen den Standpunkt **F**, halbieren den etwa 120° großen Sehwinkel, richten dann das Ganze mit der Transversale lotrecht zur Reißschiene, bestimmen die Bildgröße und konstruieren **PK** und tragen endlich die zur Höhenermittlung dienenden Ecken **a, b, f, i** usw. in ihrer Augendistanz auf **F—O** an, worauf wir in der bekannten Weise projizieren und das Bild Figur 25 b erhalten. Nach unseren bisherigen Feststellungen können wir uns das Resultat nun leicht erklären, für die Höhe **y** und **z** ist der kurvenartige Verlauf der betreffenden Fluchtlinien angedeutet. Figur 25 b ist das „praktischrichtige Wirklichkeitsbild“ des Objektes von **F** aus gesehen. Infolge des schon mehrfach erwähnten psychophysischen Vorganges bei der Sehwahrnehmung tritt jedoch in der Natur diese tatsächliche Verjüngung bzw. Verkürzung der Frontwände nicht über die Schwelle des Bewußtseins. Obwohl wir das Bauwerk in der Natur von **F** aus ganz übersehen, ist doch der Sehwinkel des bewußten Sehens erheblich kleiner. Darum müssen wir die perspektivische Breite der Wände in das geometrische Verhältnis zu der perspektivischen Höhe der nächsten Ecken bringen, also zu **b, c, e, k**, so daß z. B. $bx : ba = b'x' : b'a'$ usw., wodurch wir das Bild Figur 25 c erhalten. Zu den perspektivisch-richtigen Proportionen des Hofes sind die anstoßenden Frontwände in das geometrische Aufrißverhältnis gebracht. Es

ist noch zu bemerken, daß die beim Netzhautbildverfahren sich ergebende perspektivische Höhenproportionierung im vorliegenden Falle nicht verwendet werden kann, vielmehr sind alle Proportionen mittels Vergatterung im geometrischen Verhältnis, wie es bisher fälschlich bei fast allen früheren Perspektivsystemen geschah, einzuzeichnen.

In der Konstruktionsgrundlage Figur 25 ist an einem Beispiel gezeigt, wie wir Vertikalgliederungen der Fläche **c-d** usw. auf die einfachste Art aus dem Grundriß in die jeweilige Größe der entsprechenden Bildfront übertragen. Die dem Grundriß entsprechende Strecke **c''-d''** im Bild wird parallel zur Sehachse **F-O** und zur Grundrißlage nach ihrem Schnittpunkt **d''** auf den Außenstrahl **F-i** gelotet, dann auf diesem der Grundrißlage parallel bis zum Schnitt der Ecke **c''** mit dem Sehstrahl von **c** verschoben, wodurch wir die Hilfslinie **l-m** erhalten. Auf **l-m** werden alle Vertikalteilungen von **c-d** von **F** aus projiziert, worauf wir sie parallel zu **F-i** auf **c''-d''** übertragen, um sie dann in die perspektivische Ansicht einzuzeichnen, oder, noch einfacher, durch Abgreifen von **l-m** direkt ins Bild eintragen.

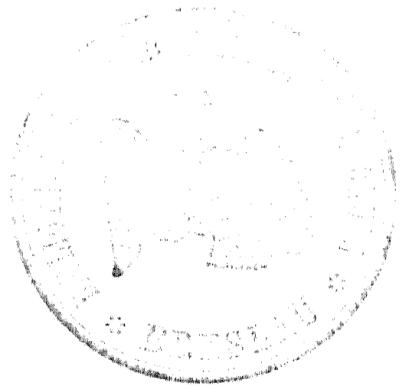
Wie die verschiedenen Beispiele des Lehrganges gezeigt haben, fallen alle, bisher in bezug auf Sehwinkelgröße bzw. Abstand vom Objekt geltende Begrenzungen fort. Das auf biotechnischer Grundlage aufgebaute Netzhautbild-Verfahren gestattet bei denkbar einfachster Projektionsarbeit den Standpunkt zum Objekt beliebig nahe zu wählen, ohne daß Verzerrungen auftreten, die in einer Unzulänglichkeit des Verfahrens ihre Ursache haben. Wir erhalten immer das dem gewählten Standpunkt entsprechende, proportionswahre Bild.

Die den Gesetzen des Sehens abgelauschte Art der Höhenermittlung ergibt die wahren perspektivischen Höhenproportionen im Gegensatz zu den bisherigen Verfahren, wo diese nicht berücksichtigt werden, die geometrisch eingezeichneten Höhen zu den perspektivischen Grundrißproportionen je nach Art des Falles in ein mehr oder weniger großes Mißverhältnis stehen. Damit ist wohl ohne weiteres

verständlich, daß von einer verläßlichen Prüfung der Proportionen keine Rede sein konnte.

Ferner ist wichtig, daß alle Hilfsproportionen fortfallen, die Höhen durch direkte Messung ermittelt werden und so z. B. die Darstellung kreis- bzw. kurvenförmiger Objekte eine kaum noch zu überbietende Vereinfachung erfahren hat. Die scheinbar geringe Mehrarbeit, die das Zeichnen der Projektionskurve gegenüber der einfachen, aber verzerrenden geraden Projektionslinie, der „Bild-ebene“, verursacht, wird allein dadurch schon um ein Mehrfaches aufgehoben.

Mit solchen Eigenschaften ausgerüstet, liefert das Netzhautbildverfahren das praktisch wahre Sehbild des Objektes, erfüllt endlich die Perspektive den Hauptzweck ihrer Bestimmung: dem Schaffenden bei allen Fällen der Praxis in einfachster Form unbedingt zuverlässig Aufschluß zu geben über die räumlich-proportionale Wirkung seiner in geometrischen Rissen aufgezeichneten Raumvorstellung.





BIBLIOTEKA GLOWNA

D-1122 m