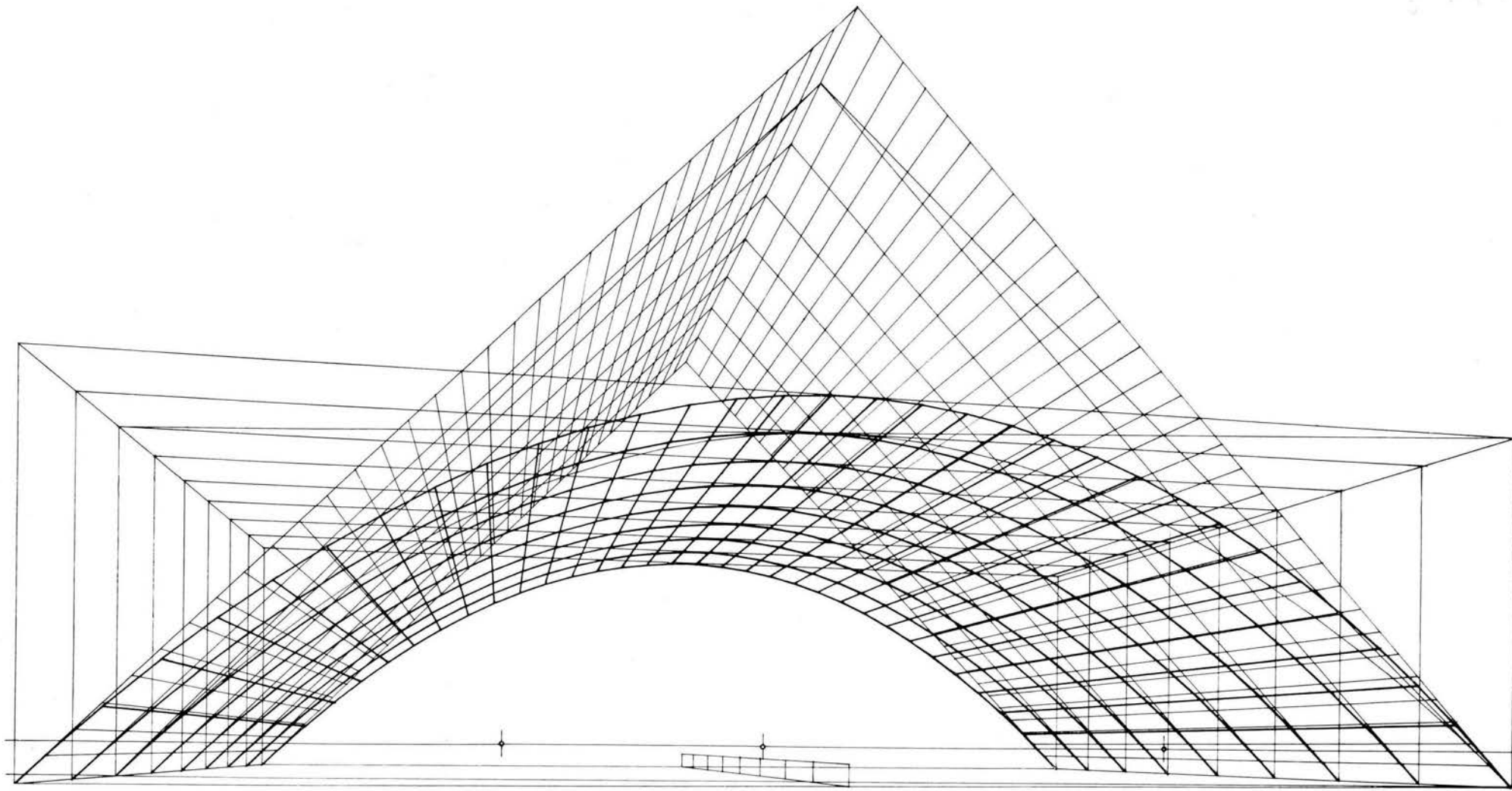
Schaarwächter

Perspektive für Architekten



Perspektive für Architekten

Verlag Gerd Hatje Stuttgart

Georg Schaarwächter

Perspektive für Architekten

© 1964 by Verlag Gerd Hatje, Stuttgart
Dritte Auflage, 1993
ISBN 3 7757 0047 1

8 **Materialvorschläge**

Vorstufe
10 Einfachste Arbeiten mit Reißschiene und Winkeln, mit Zirkel und Lineal
11 Kreisteilungen
12 Vergrößerung und Verkleinerung
13 Proportionen
14 Korbbogen
16 Ellipsenkonstruktionen
17 Parabel- und Hyperbelkonstruktionen
18 Ein Anwendungsbeispiel zu Seite 14: Stadion Wien
19 Die technische Zeichnung
20 Militärperspektive
21 Kavalierperspektive
22 Axonometrie: Isometrie, Dimetrie, Trimetrie
24 Der Perspektograf

Die Perspektive

25 **Allgemeines**
26 Objekt, Augpunkt
27 Bildebene, Sehstrahlenkegel
29 Perspektive mit Sehstrahlen, ohne Fluchtpunkte konstruiert

Gebräuchliche Perspektiven
30 Zentralperspektive mit Grundriß
34 Zentralperspektive ohne Grundriß
38 Innenraum exzentrisch zentral gesehen
39 Innenraum leicht übereck gesehen
40 Übereckperspektive mit Sehstrahlen konstruiert
44 Übereckperspektive mit Teilpunkten konstruiert
48 Beispiel: reine Umrißzeichnung
49 Beispiel: mit Strukturschraffuren
50 Korrektur und Ausbau von Übereckperspektiven

Hilfsmittel
52 Übereckperspektive mit Papierstreifen
54 Die Reile-Schiene
55 Bogenschmiege und Strahlenschiene
56 Übereckperspektive mit Strahlenschiene

Frosch- und Vogelperspektiven
58 Vogelperspektive ohne stürzende Senkrechten
59 Froschperspektive ohne stürzende Senkrechten
60 Vogelperspektive frontal, mit Teilpunkten konstruiert
61 Froschperspektive frontal, mit Sehstrahlen konstruiert
62 Perspektiven senkrecht nach unten oder nach oben
64 Vogelperspektive übereck, mit Teilpunkten konstruiert
68 Froschperspektive übereck, Umriß mit Sehstrahlen konstruiert
70 Vogelperspektive übereck, allgemeiner Fall

Schatten
71 Einführung
72 Sonne von vorn
Sonne seitlich
73 Sonne von rückwärts
Lampe im Bild
74 Lampenlicht von der Seite
75 Lampenlicht von rückwärts
76 Sonnenlicht von rückwärts auf eine Hausfassade
78 Fenstergewände übereck gesehen, Sonne von der Seite
79 Eigen- und Schlagschatten einer Röhre im Sonnenlicht
80 Haus im Gegenlicht
81 Sonnenlicht auf eine Stabbogenbrücke nach Maillart
82 Treppe frontal gesehen, Sonnenlicht von rückwärts
83 Schatten in Innenräumen
84 Schatten einer Kugel im Sonnenlicht
85 Schatten in der Vogelperspektive
86 Lampenlicht im Raum
87 Innenraum übereck gesehen, Lampe neben dem Betrachter

Spiegelung
88 Waagerechter Spiegel
89 Senkrechter Spiegel parallel zur Bildebene
Schräger Spiegel, die Bildebene waagerecht schneidend
90 Senkrechter Spiegel übereck gesehen
91 Schräger Spiegel übereck gesehen

92 **Dekorative Ebenen**
93 Quadratisches Muster waagerecht und steigend
94 Sechseck-Muster waagerecht und steigend
95 Achteck-Muster waagerecht und steigend

Räumliche Fachwerke
96 Zentralperspektive eines waagerecht schwebenden, räumlichen Fachwerks
97 Perspektive eines räumlichen Fachwerks in Form eines fünfseitigen Zeltdaches

Treppen
98 Treppe axial gesehen
99 Treppe fast frontal gesehen
100 Übereckperspektive einer eingespannten Treppe
101 Übereckperspektive einer zweiläufigen Treppe
102 Wendeltreppe
103 Spindeltreppe
104 Vierläufige Treppe quer gesehen

105 **Kreis und Kugel**
106 Waagerechte Kreise
107 Senkrechte Kreise
108 Druckgasbehälter
109 Kugellager

Gewölbe
110 Römisches Kreuzgewölbe axial gesehen
111 Romanisches Kreuzgewölbe axial gesehen
112 Parabolisches Gewölbe aus Fertigteilen leicht übereck gesehen
113 Parabolisches Gewölbe leicht übereck gesehen

114 Erklärung der Abkürzungen

115 **Geschichte und Grenzen der Perspektive**

Beispiele
117 Entwurf für eine Kirche in Remscheid
118 Innenhof einer Kunsthalle, als Zentralperspektive ohne Grundriß ausgeführt
119 Kunsthalle, als Zentralperspektive ohne Grundriß ausgeführt
120 Entwurf für das Römisch-Germanische Museum in Köln

Vorwort

Die Perspektive, deren sich der Architekt bedient, ist die Linearperspektive. Diese Darstellungslehre mündet in eine Reihe gleichwertiger Verfahren, mit denen sich Geplantes, noch nicht Gebautes, weithin dem künftigen Augenschein entsprechend aufzeichnen läßt. Wie man bei der Bildkonstruktion am genauesten und schnellsten vorgeht, hängt vom jeweiligen Objekt ab. Das Buch zeigt zu fast allen gebräuchlichen Verfahren Beispiele.

Perspektivezeichnen ist leicht. Es erfordert nur einige wenige, immer wiederkehrende Überlegungen und besteht aus einfachen Arbeitsgängen mit fast ausschließlich geraden Hilfslinien. Freilich, sollen kompliziertere Dinge genau dargestellt werden, so ist sehr geduldig und aufmerksam zu arbeiten.

Um den Leser möglichst eindeutig und ausführlich zu unterstützen, werden alle wichtigen Vorgänge in all ihren Stufen gezeigt. Jeweils Neues springt sofort ins Auge; der Stoff ist auch im Selbstunterricht leicht zu erfassen. Wort und Bild sind zur gegenseitigen Ergänzung verbunden. Rückverweise wurden auf ein Minimum beschränkt, um das lästige Blättern zu vermeiden. Lieber ist hie und da etwas wiederholt. Es wäre möglich gewesen, das Buch abstrakter zu halten und damit wesentlich zu verkürzen. Dies hätte jedoch die Ansprüche an die Kombinationsgabe des Lesers beträchtlich erhöht. Beispiele bilden leichter.

Die kurzen einleitenden Abschnitte über einfache Zirkel- und Linealzeichnungen sollen als Ergänzung und Einstimmung in die eigentliche Perspektivlehre dienen. Das Buch enthält nur reine Lineal-Umrißzeichnungen. Auf die Darstellung von Menschen, Tieren, Pflanzen, auf freihändiges Ausziehen, Kohle-, Feder- oder Pinselstriche, Folien, Farben, Muster und auf Spritztechnik wurde verzichtet. So sehr das alles belebt – hier würde es ablenken.

Die Perspektive ist nur ein Hilfsmittel des Architekten. Perspektivische Einsicht aber, das Vermögen, sich eine Planung »in jeder Hinsicht« vorzustellen, die maßgebenden und untergeordneten Gesichtspunkte zu erfassen – präzise Phantasie – gehört zur Baukunst, zu der auch dieses Buch beitragen soll.

Reißbrett.
Aus astfreiem Pappelholz, mindestens für Papierformat DIN A 2, möglichst größer, zum Beispiel 1,00 × 1,50 m, eben, glatt, sauber, mit gerader Kante.

Bespannkarton.
Dient zur Erleichterung beim Zeichnen und zum Schutz des Brettes. Er wird, die kurzen Brettkanten zum Anlegen der Reißschiene freilassend, abends gleichmäßig angefeuchtet auf das Brett gelegt, an den zwei Langseiten des Brettes von unten festgeheftet oder -geklebt und ist am nächsten Morgen gebrauchsfertig.

Papier.
Transparentpapier, 80–90 g/qm schwer (damit es nicht beim Radieren zerreißt), in Rollen oder Bogen, vor Feuchtigkeit peinlichst zu schützen.
Weißer Karton, möglichst holzfrei, verschießt sonst, Tusche darf nicht auslaufen.
Makulatur und dünnes Transparentpapier für Schmierskizzen und zum Abdecken fertiger Zeichnungsteile.

Befestigung.
Selbstklebende Streifen, film- oder kreppartig, eventuell in Abreißdose, bis dreimal zu verwenden. Reißbrettstifte, einzeln für einen Groschen, mit keilförmigem, glattem Stift ohne Bart und sanftgewölbtem Kopf, ganz eindrücken, der *Rand* hält das Papier fest. Blattecken nicht der Reihe nach, sondern über Kreuz befestigen.
Billige Reißzwecken ruinieren die Fingernägel und das Reißbrett.

Reißschiene.
Mindestens 70 cm lang. Buchenholzreißschienen werden zu rauh, transparente Kunststoffschienen waren bisher ziemlich weich.

Winkel.
30°-Winkel und 45°-Winkel, kurzer Schenkel etwa 20 cm lang, aus durchsichtigem Kunststoff, ohne Maßeinteilung (schrumpft), eventuell mit beidseitiger Kantenausfräsung = Tuschekante. Darauf achten, daß die Winkel beim Zeichnen nicht unter die Schiene oder untereinanderrutschen können.

Kurvenlineale.
Aus durchsichtigem Kunststoff, fest, meist im Dreiersatz, mit beidseitiger Tuschekante.

Maßstab.
Aus weißem Kunststoff, 30 cm lang (nicht länger) mit Millimeterteilung (Halbmillimeterteilung flimmert manchem vor den Augen), mit Griffleiste und zwei Skalen.

Latten.
Nicht über 3 mm stark, aus gerade gewachsenem I a Kiefernholz, für Fluchtlinien und große Kreise.

Zeichenstift.
Minenhalter aus stabilem Blech, für *alle* Minen, mit Mine 2 oder 4 H.

Minen.
Für Schmierskizzen: ganz weich = 6 B.
Für technische Skizzen: weich = B.
Zum Aufreißen: hart = 4 H.
Für »lichtpausreife« Zeichnungen: mittel = H.
Eine gute Spitze ist 1-1,5 cm lang und nadelspitz.

Reibchen (Reibebrettchen) zum Spitzen.
Drehendes Schleifen der Mine, grob, fein und abputzen. Man spitzt am besten in eine Dose und bewahrt das Reibchen auch darin auf.
Es gibt jetzt auch recht brauchbare Minenspitzgeräte mit auswechselbarem Rundfräser.

Reißzeug.
Zirkel mit Verlängerung für große Kreise, mit Stech-, Blei- und Tuscheeinsatz.
Nullen- oder feststellbarer Teilzirkel für kleinste oder viele kleine gleiche Kreise.
Ziehfeder mit festem Griff.
Auf Qualität achten: ein Zirkel soll jeden Kreis auch bei stärkerem Druck ohne Federn und Zittern durchstehen, die Zwinge soll nachstellbar sein. Die Zungen der Federn müssen immer gleich lang, rundlich, messerscharf und frei von Bart und Tuschekrümeln gehalten werden: mit feinem Abziehstein, notfalls auf der feinen Schmirgelseite des Reibebrettchens schleifen. Lockere Schrauben anziehen, Radierstaub aus dem Zirkelkasten entfernen.

Graphos.
Tuschefederhalter mit großer Auswahl an Federn, zum Putzen und Füllen zu öffnen, hier genügen A 0,1, A 0,2, A 0,4 zum Ausziehen, O 0,2 für kleine Schrift. Tusche trocknet sehr rasch ein. Werkzeug nach der Arbeit und bei jeder Pause mit Lappen ausputzen. Federn sollen nur inwendig voll Tusche sein, man kann sie also nicht eintunken. Beim Ausziehen zur Vermeidung von Klecksen mit der Unterseite etwas schräg an Winkel oder Schiene anlehnen. Streikt die Feder, sie auf ein feuchtes Schwämmchen tupfen.

Tuschepatrone mit Ausziehtusche.
Dient zum Füllen von Ziehfeder und Graphos durch Druck auf das Gummibällchen am Boden. Umgefallen, offen und halbleer speit sie bei Erwärmung Tusche aus.

Stecknadeln.
Sie dienen zur Fixierung von Flucht-, Dreh- und Brennpunkten. Falls die Tischfläche jedoch nicht beschädigt werden darf, verwendet man statt dessen kleine Platten mit scharf senkrechter Ecke als Fluchtpunktgelenk. Geometerdreiecke aus Stahl sind besonders geeignet: an ihrem Griffknopf kann man die Fluchtschiene mit Gummi festspannen.

Fadengummiringe.
Man kann sich die dauernde Sorge, ob die Fluchtlatte noch an der Nadel im Fluchtpunkt anliegt, sparen, wenn man sie mit einem Fadengummi oder einem aufgeklebten Papierstreifen daranhängt.

Löschpapier.

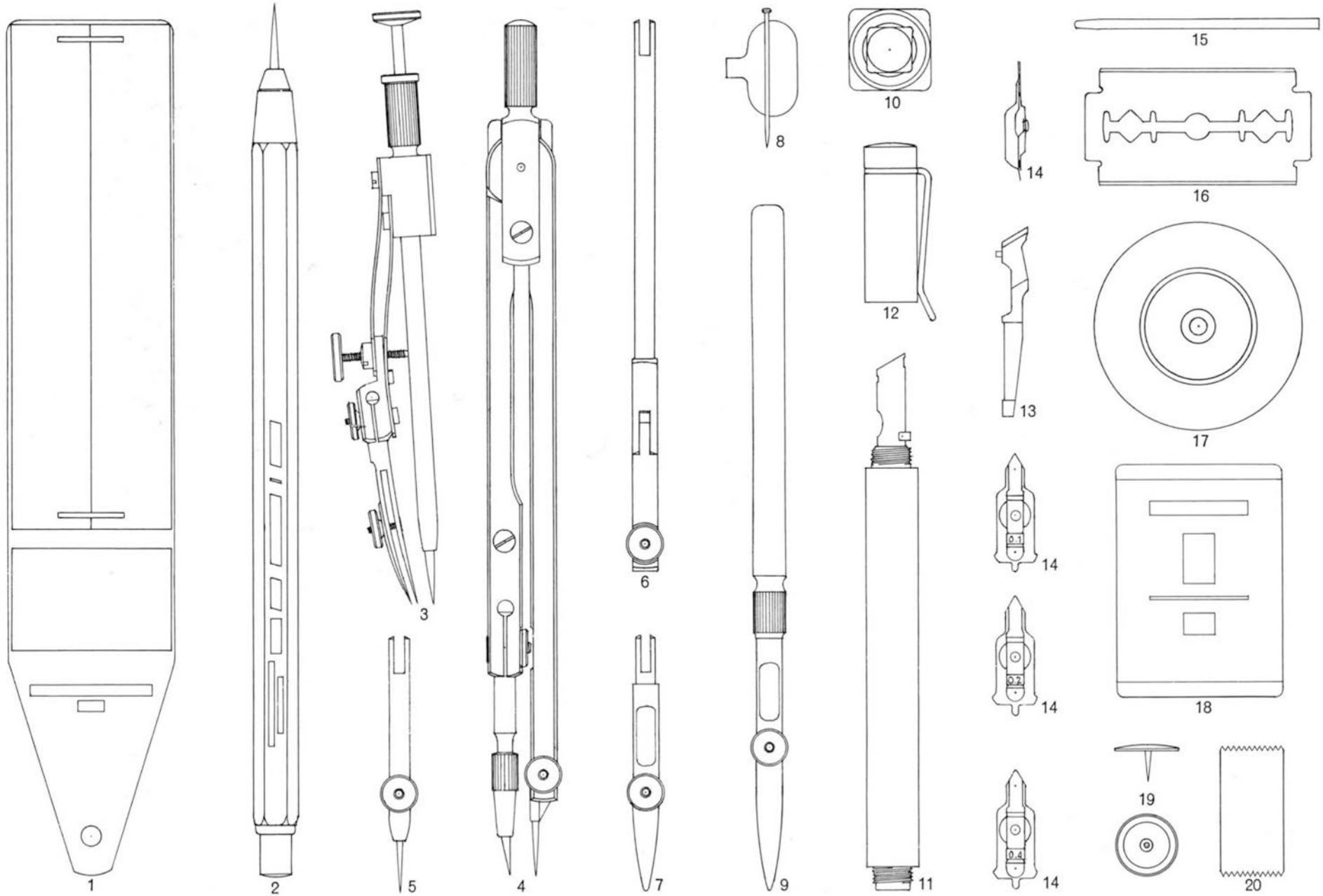
Rasierklingen.
Zum Tuscheradieren; nachradieren mit Maschinengummi, gegen Auslaufen Radierstelle mit Fingernagel oder Bleistiftmine reiben.

Radiergummi.
Für harte Striche Maschinengummi, für weiche Striche Speckgummi, für Staub Knetgummi. Für kleine Stellen eventuell Radierschablonen benutzen. Radierstaub mit Tischbesen in einen Papiereimer kehren.

Streichholz.
Gewöhnlich wird das Papier über scharfe Kanten abgerissen oder mit einer großen Papierschere abgeschnitten. Nicht längs der Reißschiene auf dem Reißbrett säbeln, eine Stahlschiene nehmen und Glas unterlegen. Notfalls kann man eine Rasierklinge vorsichtig mit einer Ecke durch ein Streichholz stoßen und damit an der gestürzten Reißschiene entlangschneiden.

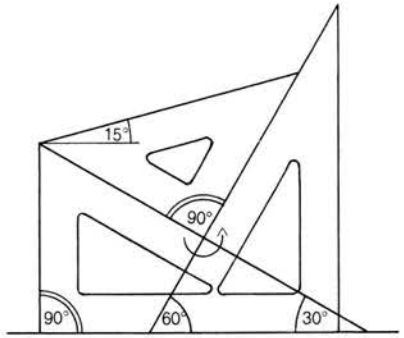
Glasplatte.
Zum Durchzeichnen, am besten mit matter Unterseite. Licht von unten macht die Vorlage sichtbar.

Licht.
Von links oder von vorn, am besten Nordlicht, Sonne blendet leicht. Lampe zum Anschrauben mit schwenkbarem, zu verlängerndem Hals, starke Birne. Bei Leuchtstoffröhren auf Lichtfarbe und Brummfreiheit achten.

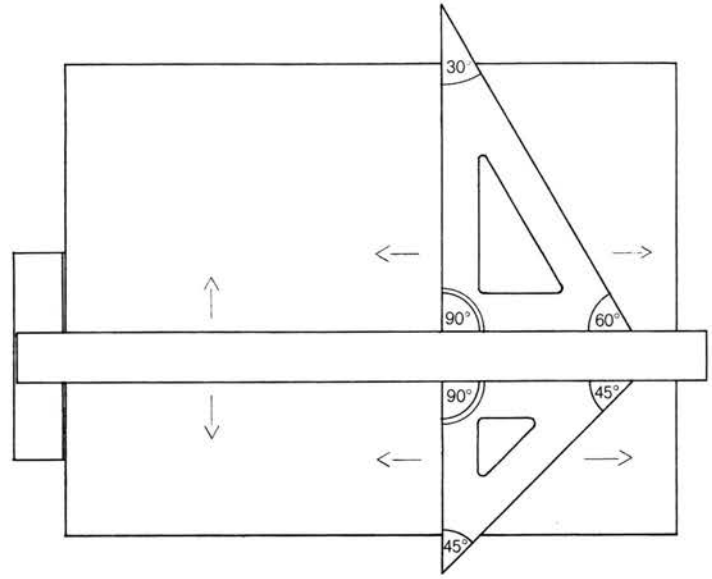


1 Reibchen
2 Zeichenstift
3 Nullenzirkel mit Ziehfedereinsatz
4 Zirkel mit Bleieinsatz
5 Stechspitze zu 4
6 Verlängerung zu 4
7 Ziehfeder zu 4
8 Schraubenzieher und Stecknadel
9 Ziehfeder mit festem Griff
10 Tuschepatrone, von oben
11 Graphos
12 Kappe zu 11
13 Einsatz zu 11
14 Federn zu 11: O 0,2, A 0,1 (0,16), A 0,2 (0,25), A 0,4
15 Streichholz ohne Kopf
16 Rasierklinge
17 Maschinengummi
18 Speckgummi
19 Reißbrettstifte
20 Selbstklebender Streifen

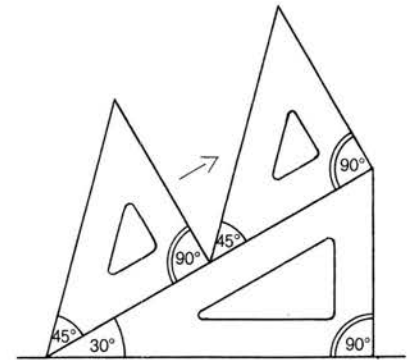
Einfachste Arbeiten mit Reißschiene und Winkeln



Zeichnen von Standardwinkeln, Senkrechten durch Winkelverschwenkung, 15° durch Winkelkombination.

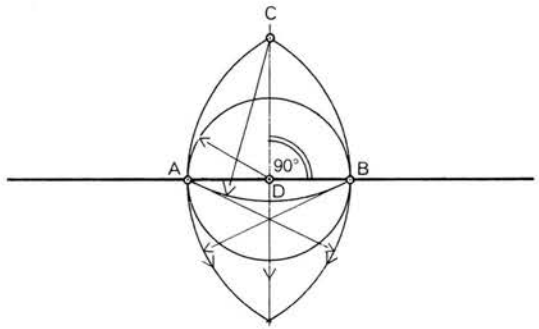


Zeichnen von Waagerechten mit der Reißschiene, Senkrechten und Standardwinkeln mit angefügten Dreiecken, Reißschienenkopf ganz anlegen!

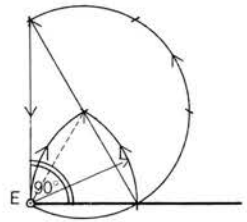


Zeichnen von Parallelen durch Winkelverschiebung, Standardwinkeln, 75° durch Winkelkombination.

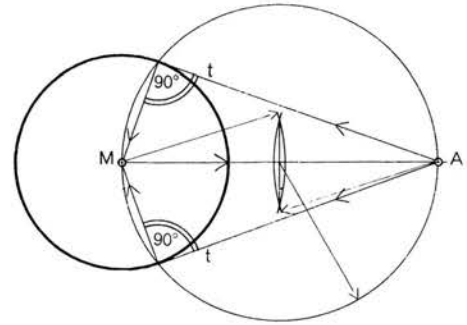
Einfachste Arbeiten mit Zirkel und Lineal



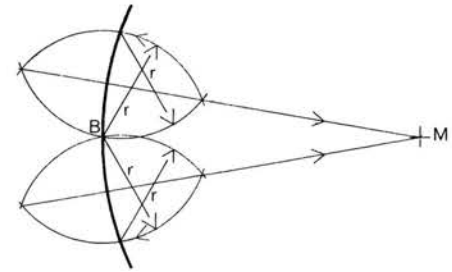
1. Mittelsenkrechte auf einer Strecke AB errichten.
2. Ein Lot von einem Punkt C auf eine Gerade fällen.
3. Ein Lot in einem Punkt D einer Geraden errichten.



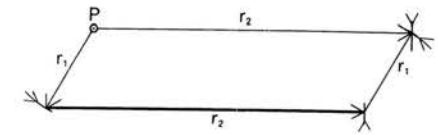
Senkrechte am Endpunkt E einer Strecke errichten.



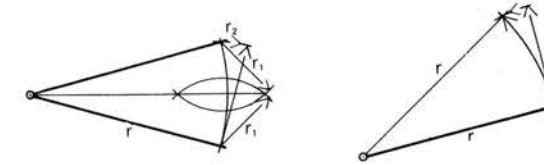
Die Berührungspunkte der Kreistangenten t, die von einem gegebenen Punkt A ausgehen, genau feststellen.



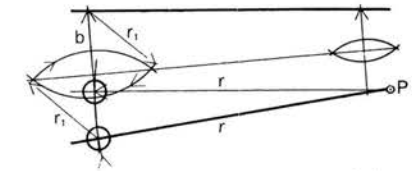
Feststellung des Mittelpunktes M eines gegebenen Kreisbogens von dem beliebigen Bogenpunkt B aus.



Eine Parallele zu einer Geraden durch einen Punkt P zeichnen.



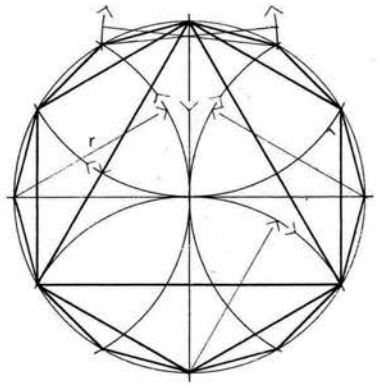
Halbierung und Wiederholung eines gegebenen Winkels mit r, r_1 (beliebig) und r_2 (zwangsläufig).



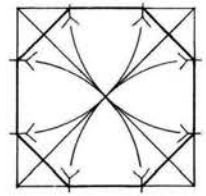
Halbieren eines Winkels mit unzugänglichem Scheitel. Die Winkelhalbierende läuft parallel zu der des Dreiecks mit den Schenkeln r, das unter der Parallele zu s durch P liegt, und ist Mittelsenkrechte zu Strecke b.

Kreisteilungen

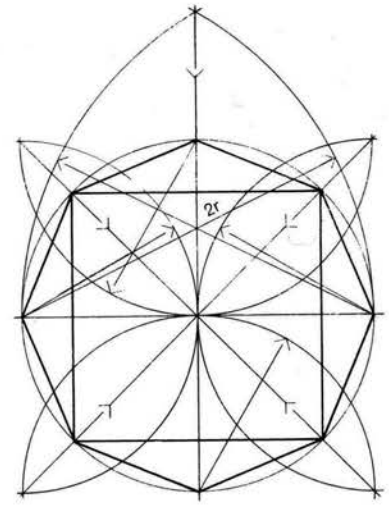
1. Korrekte Teilungen.



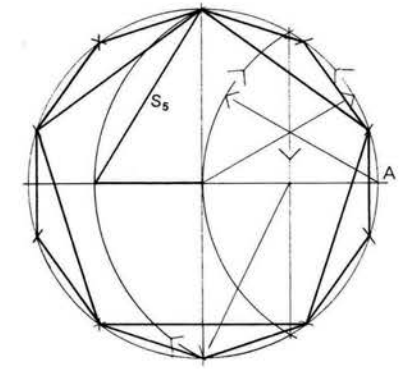
Drei-, Sechs-, Zwölfteilung.
Lauter Kreise mit Radius r.
Uhrteilung = zwölffache Fünfteilung.



Ein gleichseitiges Achteck in ein Quadrat zeichnen.

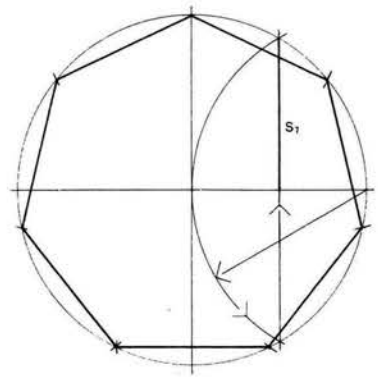


Zwei-, Vier- und Achtteilung.
Wichtig und leicht.

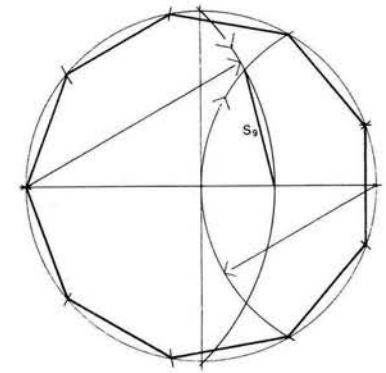


Fünf- und Zehnteilung.
Zusammenhängend mit dem Goldenen Schnitt.
A Anfangspunkt
s_5 Fünfeckseite
s_{10} Zehneckseite

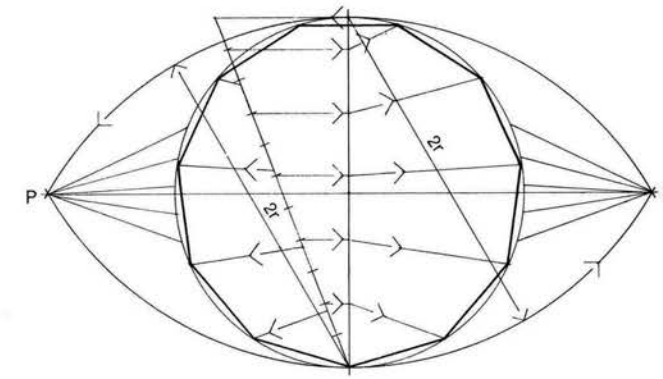
2. Annähernde Teilungen.



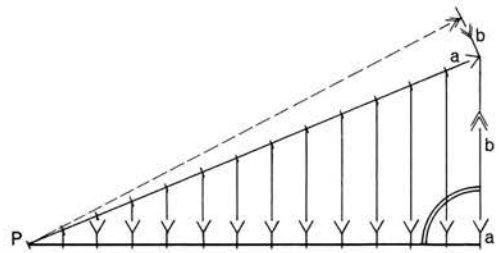
Siebenteilung.
Abweichung rechnerisch ≈ r : 2000
s_7 Siebeneckseite



Neunteilung.
Kontrolle in der Dreiteilung.
s_9 Neuneckseite



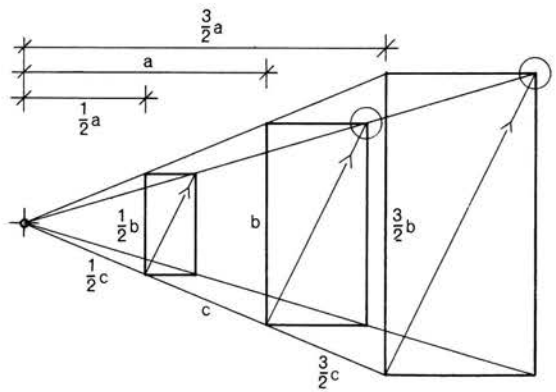
Elf-, Dreizehnteilung usw.
Durchmesser teilen (siehe Seite 12, Abbildung oben links), durch jeden zweiten Teilstrich Strahlen von den Polen P aus ziehen.



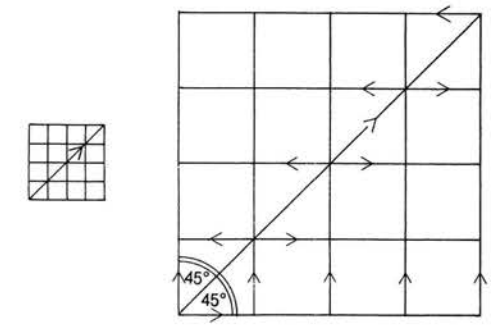
Übertragung einer gegebenen Gliederung auf eine gegebene Strecke, hier zum Beispiel einer Dreizehnteilung.

↑ mit gewählt gerichtetem, in beliebigem Maßstab eingeteilten Strahl und dadurch in ihrer Richtung bestimmten Parallelen.

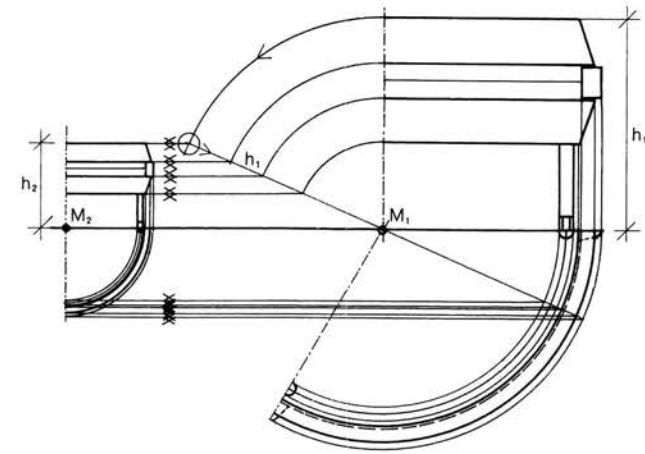
↕ mit gewählter Richtung der äußersten Parallele und daraus folgender Richtung des maßstäblich gegliederten, um P gedrehten Strahls.



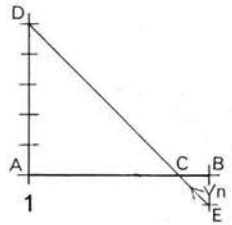
Größenveränderung durch Strahlen.
Eine Figur auf Strahlen durch einen Punkt wird um so kleiner, je näher sie zu ihm, um so größer, je ferner sie von ihm gezeichnet wird. Parallele Diagonalen erleichtern genaues Zeichnen.



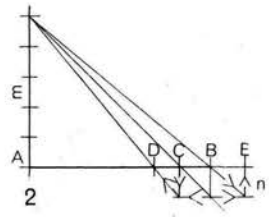
Rasterveränderung.
Über komplizierte Figuren wird ein Rasternetz gelegt, dieses nach Wunsch größer oder kleiner wiederholt und die Figuren eingetragen.
Mechanisches Hilfsmittel: Pantograph.
Graphiker vergrößern und verkleinern fotografisch, benutzen Episkop und Diaskop.



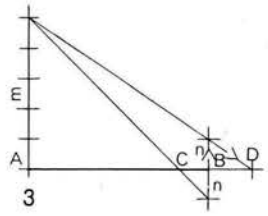
Größenveränderung von Drehkörpern mittels Kreisbogen.
Gegeben h_1 und h_2, größere oder kleinere Pläne.
Grundriß und Aufriß, hier zum Beispiel eines Radiogehäuses mit drehbarer Skala, können mit Hilfe einer Schräge, die durch Umlegen von h_1 um M_1 auf eine Waagerechte in Höhe h_2 bestimmt wird, von Höhe h_1 auf Höhe h_2 gebracht werden und umgekehrt.



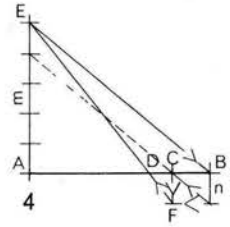
1



2

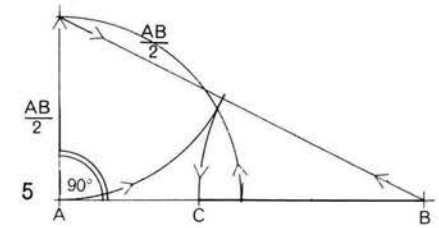


3



4

1. Teilung einer Strecke AB im Verhältnis m : n durch Verbindung DE der einander parallelen AD = m und BE = n.
AC : CB = m : n = 5 : 1
2. Stetige Verkürzung oder Verlängerung der im Verhältnis m : n = 5 : 1 geteilten Strecke AB.
AC : CB = AD : DC = AB : BE = m : n
3. Harmonische Verlängerung der im Verhältnis m : n = 5 : 1 geteilten Strecke AB.
AC : CB = AD : BD = m : n
4. Harmonische Teilung der im Verhältnis m : n = 5 : 1 geteilten Strecke AB durch Parallelen zu BE, AE, AB und einen Strahl EF.
AB : BC = AD : DC = m : n



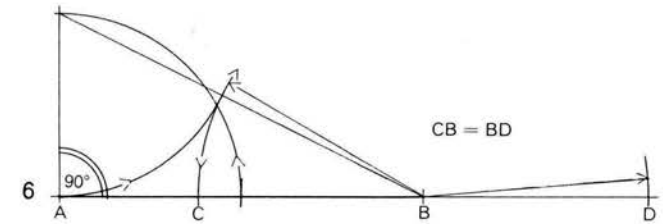
5

5. Teilung der Strecke AB im Goldenen Schnitt.

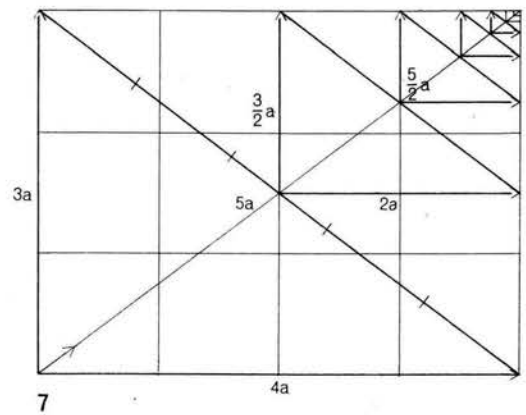
$$AC : BC = BC : AB = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 1{,}618 = k$$

$$AB : BC = \frac{\sqrt{5}-3}{2} \approx 0{,}618 = q = \frac{1}{k}$$

6. Verlängerung der Strecke AB im Goldenen Schnitt.
AC : BC = BC : AB = AB : AD



6



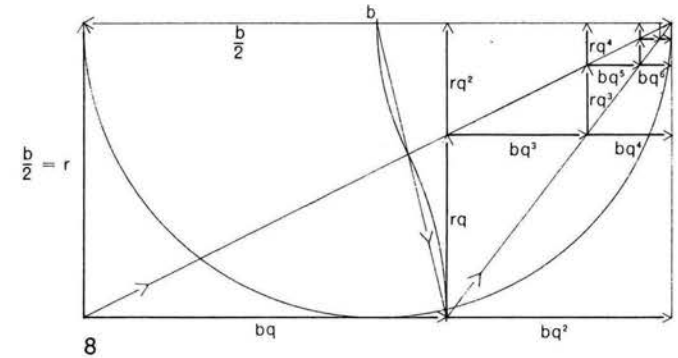
7

7. Darstellung des Kanon, der pythagoreischen Grundlage des antiken und englischen Maßsystems aus dem »Baudreieck« 3 : 4 : 5 und der Halbierung. Basis 1 Fuß (30 oder 32 cm).

120	150	180	4	5	6
60	75	90	2	2,5	3
30	37,5	45	1	1,25	1,5
	usw.			usw.	

8. Darstellung des Modulor, des von Le Corbusier unterteilten Goldenen Schnitts des Eudoxos von Knidos, Basis »Idealgröße des Menschen« = 6 Fuß = 1,829 m.
Faktoren $k = 1{,}618 = 1{,}309 \times 1{,}236$
$q = \frac{1}{k} = 0{,}618 = 0{,}809 \times 0{,}764$

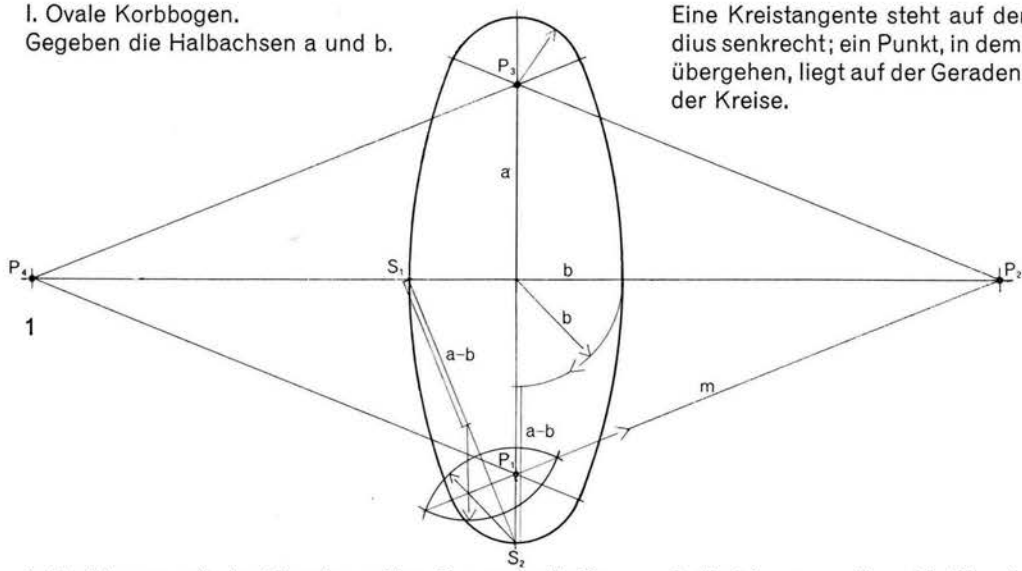
Rote Reihe r			Blaue Reihe b
182,9	x 1,236	=	226,0
			139,7
113,0	: 1,309	=	86,3
69,8			
rq^n			bq^n



8

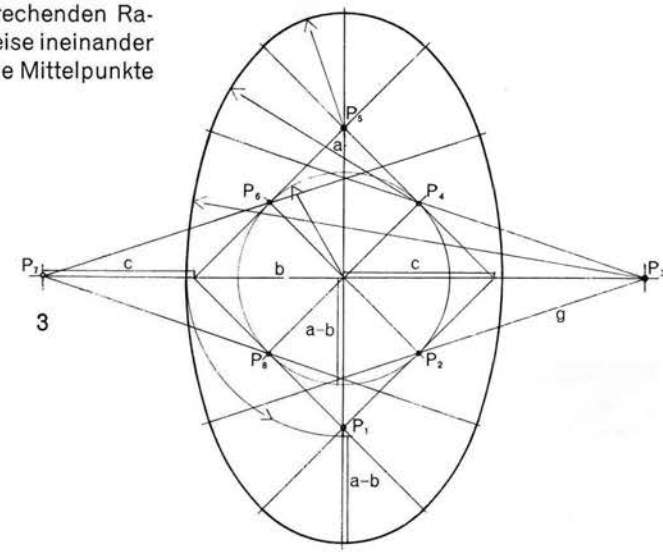
Korbbogen

I. Ovale Korbbogen.
Gegeben die Halbachsen a und b.



1

Eine Kreistangente steht auf dem entsprechenden Radius senkrecht; ein Punkt, in dem zwei Kreise ineinander übergehen, liegt auf der Geraden durch die Mittelpunkte der Kreise.

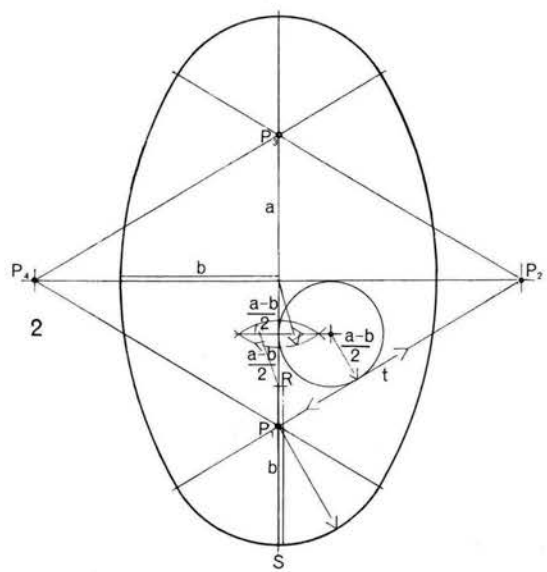


3

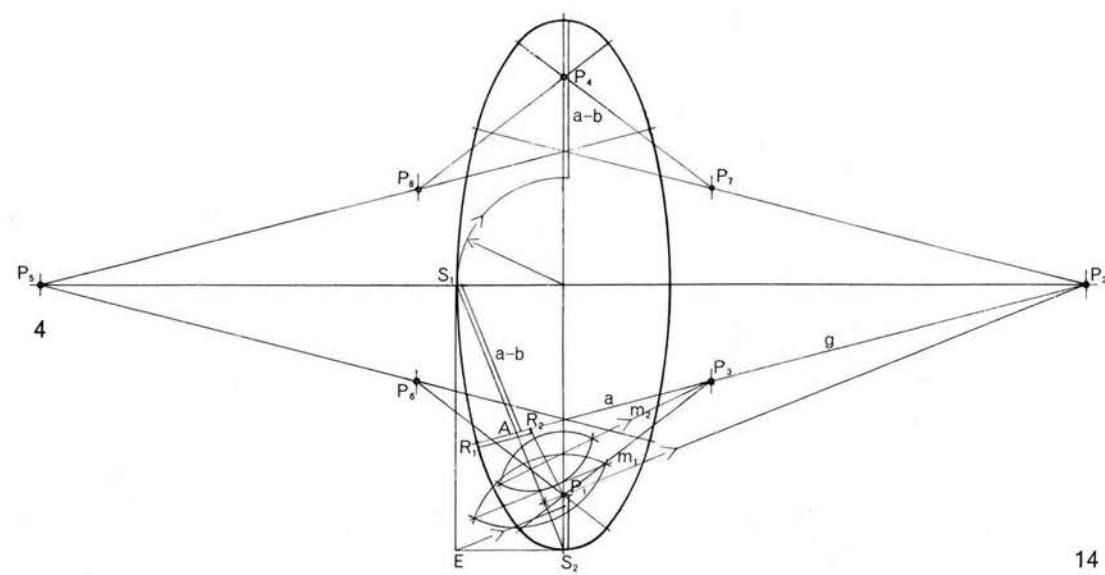
1. Korbbogen mit vier Einsatzpunkten P, zwangsläufig. Auf der Geraden S_1S_2 von S_1 aus a minus b abtragen. Die Mittelsenkrechte m auf dem Reststück gibt auf den Achsen die Zirkeleinsatzpunkte P_1 und P_2, auf ihr stoßen auch die beiden Zirkelschläge von P_1 durch S_2 und von P_2 durch S_1 zusammen.
2. Korbbogen mit vier Einsatzpunkten P, variabel.
An zwei Achsen beruhrend einen Kreis mit Radius $\frac{a-b}{2}$ zeichnen. Jede Kreistangente t, die die Strecke SR=b schneidet, gibt zwei Zirkeleinsatzpunkte P_1 und P_2.

3. Korbbogen mit acht Einsatzpunkten P, bis zum Achsenverhältnis 1 : 2,4.
Mittig auf das Achsenkreuz wird um einen Kreis mit Radius a minus b ein viergeteiltes diagonales Quadrat gezeichnet und seine Diagonale 2c verdoppelt. Damit sind alle Zirkeleinsatzpunkte ermittelt. Die Zirkelschläge zum Beispiel von P_3 und P_2 aus gehen auf der Geraden g durch diese Einsatzpunkte ineinander über.

4. Korbbogen mit acht Einsatzpunkten P für stärker gestreckte Figuren, aus Zeichnung oben links entwickelt.
Die Bestimmungsgerade für P_1 und P_2 liegt halbwegs zwischen der Mittelsenkrechten m_1 (siehe Zeichnung oben links) und der Senkrechten zu S_1S_2 durch E. Von P_2 aus wird eine Gerade g durch Punkt A gezogen, sie beendet den Kreisbogen um P_2 durch S_1 in R_1. Von R_1 aus wird Strecke P_1S_2 auf g abgetragen und gibt R_2. Wo die Gerade g durch die Mittelsenkrechte zu Strecke R_2P_1,m_2, geschnitten wird, liegt Zirkeleinsatzpunkt P_3.

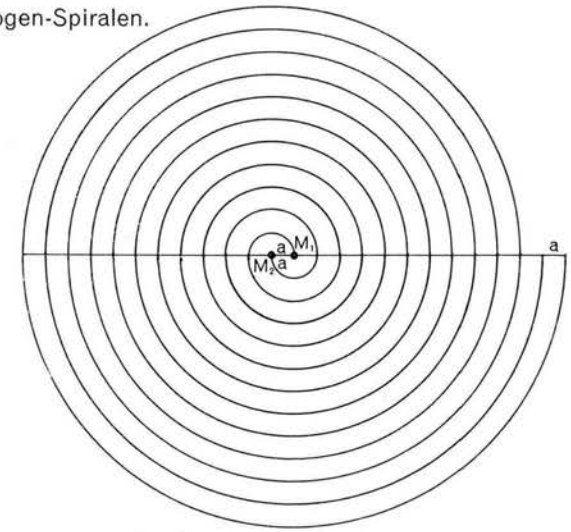


2

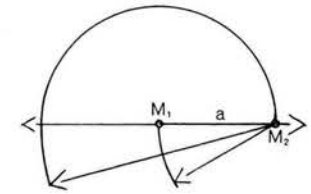


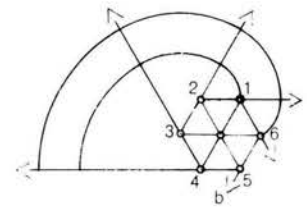
4

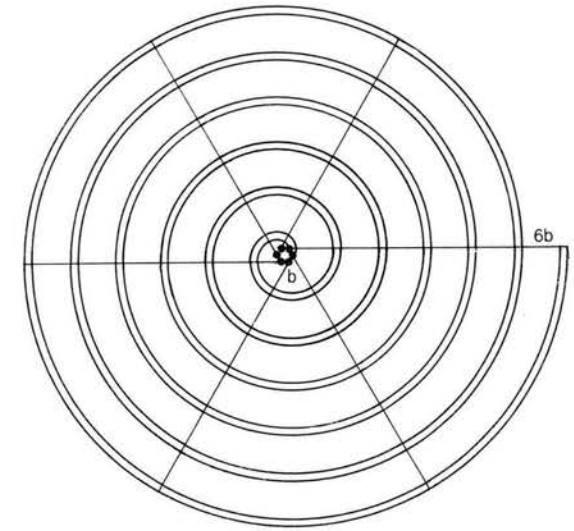
II. Korbbogen-Spiralen.



Kern jeweils in fünffacher Vergrößerung:





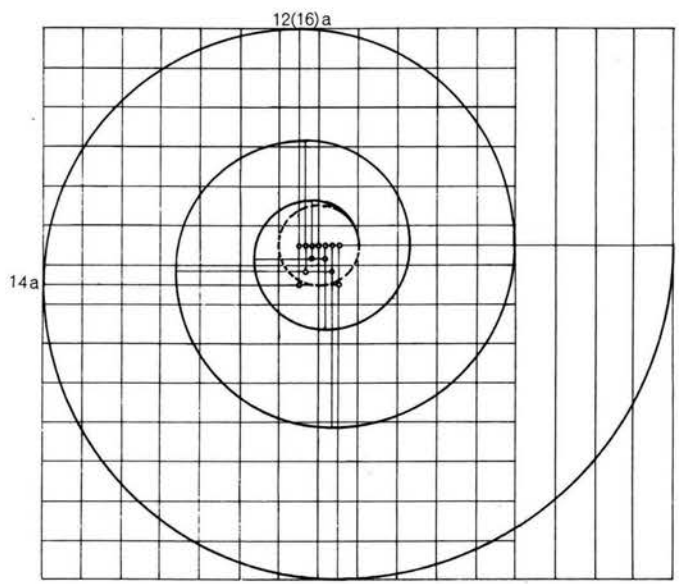


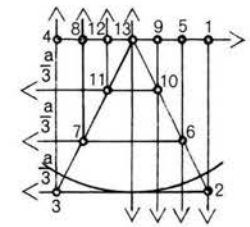
1. Gleichmäßige einfachste Doppelspirale aus lauter Halbkreisen, bei jeder ganzen Umdrehung um 2a wachsend, deutlich eiernd. Zirkelschläge immer abwechselnd von M_1 und M_2 aus, Radien a, 2a, 3a usw.

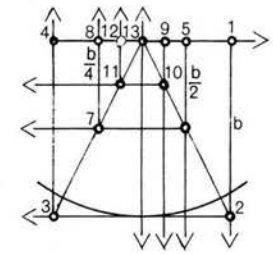
2. Rhythmisierte gleichmäßige Doppelspirale aus lauter Sechstelkreisen. Zuwachs bei jeder Umdrehung 6b = Kernumfang. Zirkelschläge mit b um 1 und 2, mit 2b um 2 und 3, mit 3b um 3 und 4 usw.

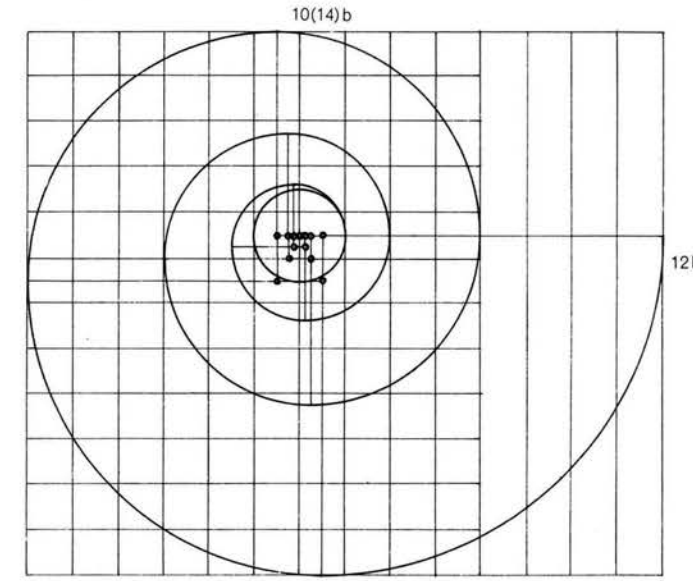
3. Spirale mit Kern: 0, $^1/_3$a, $^2/_3$a, $^3/_3$a = arithmetisch wachsend, in Rechtecke von 12 × 14 und 14 × 16 a-Quadraten passend, aus lauter Viertelkreisen, die der Reihe nach von den Kerneckpunkten (1), 2, 3 aus geschlagen werden. Der Kreis um Punkt 13 hat Radius a.

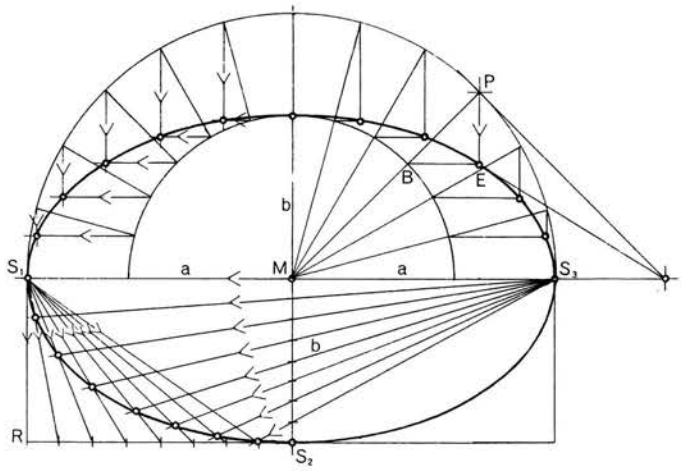
4. Spirale mit Kern: 0, $^1/_4$b, $^1/_2$b, 1b = geometrisch wachsend, in Rechtecke mit 10×12 und 12×14 b-Quadraten passend, aus lauter Viertelkreisen, die der Reihe nach von den Kerneckpunkten (1), 2, 3 aus geschlagen werden. Der Kreis um Punkt 13 hat Radius b.



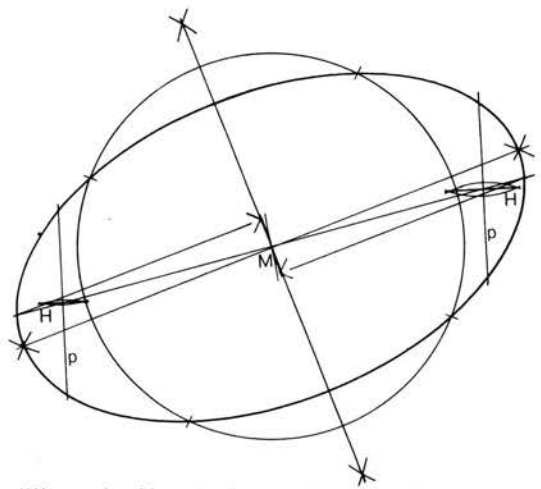




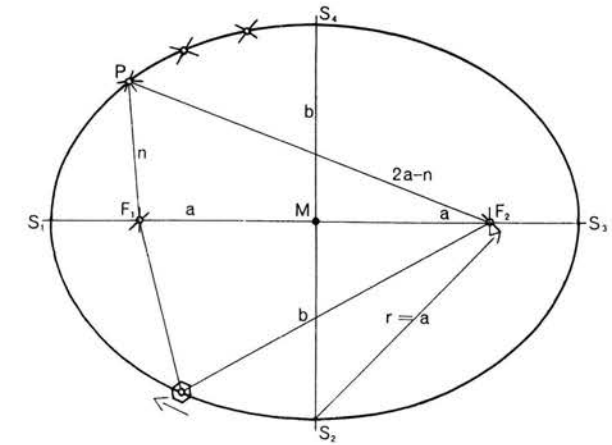




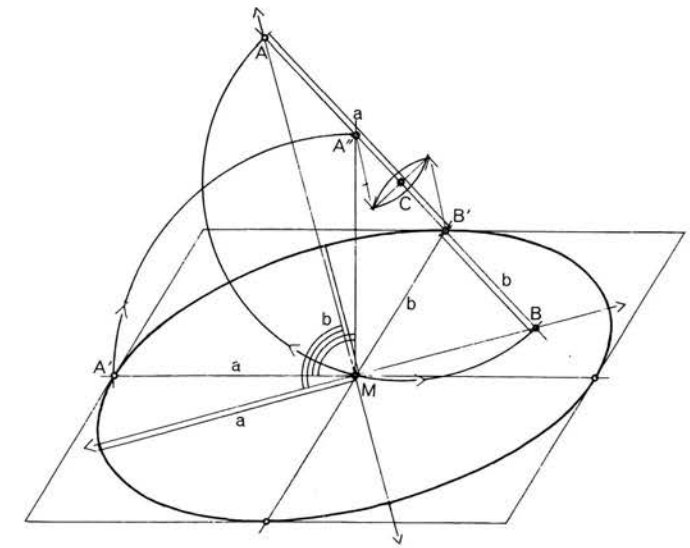
Konstruktion mit Strahlen aus den Hauptachsen 2a und 2b.
1. Um M mit a und b Kreise schlagen, sie mit Strahlen durch M schneiden. Die Schnittpunkte von Achsenparallelen zu b durch P, zu a durch B, sind Ellipsenpunkte E.
2. Strecke S_2M und Strecke RS_2 in gleich viele je gleiche Teile teilen. Strahlen von S_3 durch die Teilungen von MS_2 und von S_1 zu den Teilungen von RS_2 schneiden sich zu Ellipsenpunkten.



Ermittlung der Hauptachse in fertigen Ellipsen.
Die Ellipse mit parallelen Sehnen p schneiden, durch deren Halbierungspunkte H eine weitere Sehne legen, diese wiederum halbieren und um M einen Kreis schlagen. Die Mittelsenkrechten zwischen benachbarten Kreis-Ellipsen-Schnittpunkten sind Ellipsenachsen.



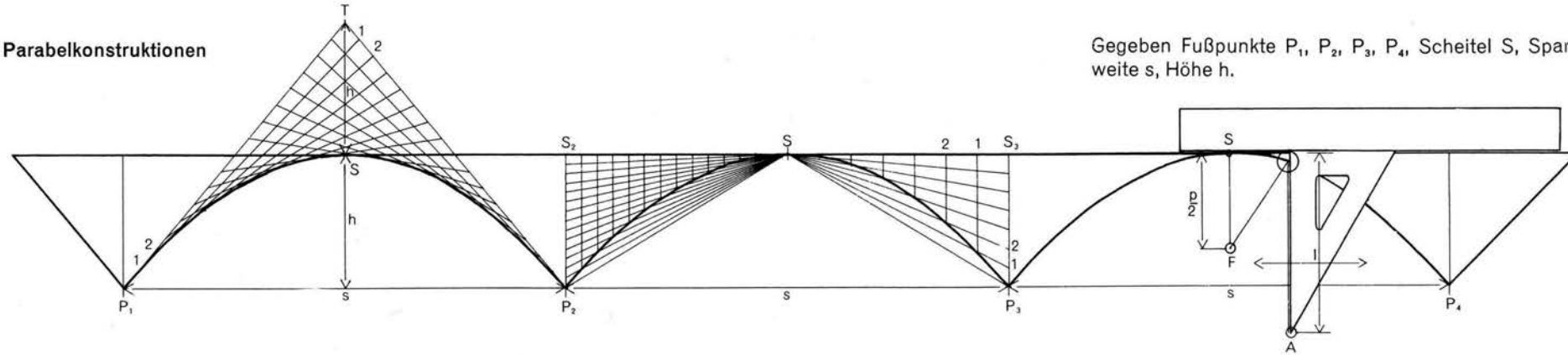
Konstruktion mit Schnur oder Zirkelschlägen aus den Hauptachsen 2a und 2b.
Ein Kreis um S_2 mit Radius a bestimmt auf Strecke S_1S_3 die Brennpunkte F_1 und F_2. Die freie Schnurlänge, beziehungsweise die Summe der Kreisradien F_1PF_2 ist 2a.



Ermittlung der Hauptachsen aus den konjugierten Achsen a′ und b′.
Punkt A′ 90° um M schwenken, durch A″ und B′ eine Gerade legen, Strecke A″B′ halbieren, ergibt C. Ein Kreis um C durch M bestimmt auf der Geraden durch A″ und B′ zwei Hauptachsenpunkte A und B und die Länge der Hauptachsen a und b, AB′ und B′B.

Parabelkonstruktionen

Gegeben Fußpunkte P_1, P_2, P_3, P_4, Scheitel S, Spannweite s, Höhe h.



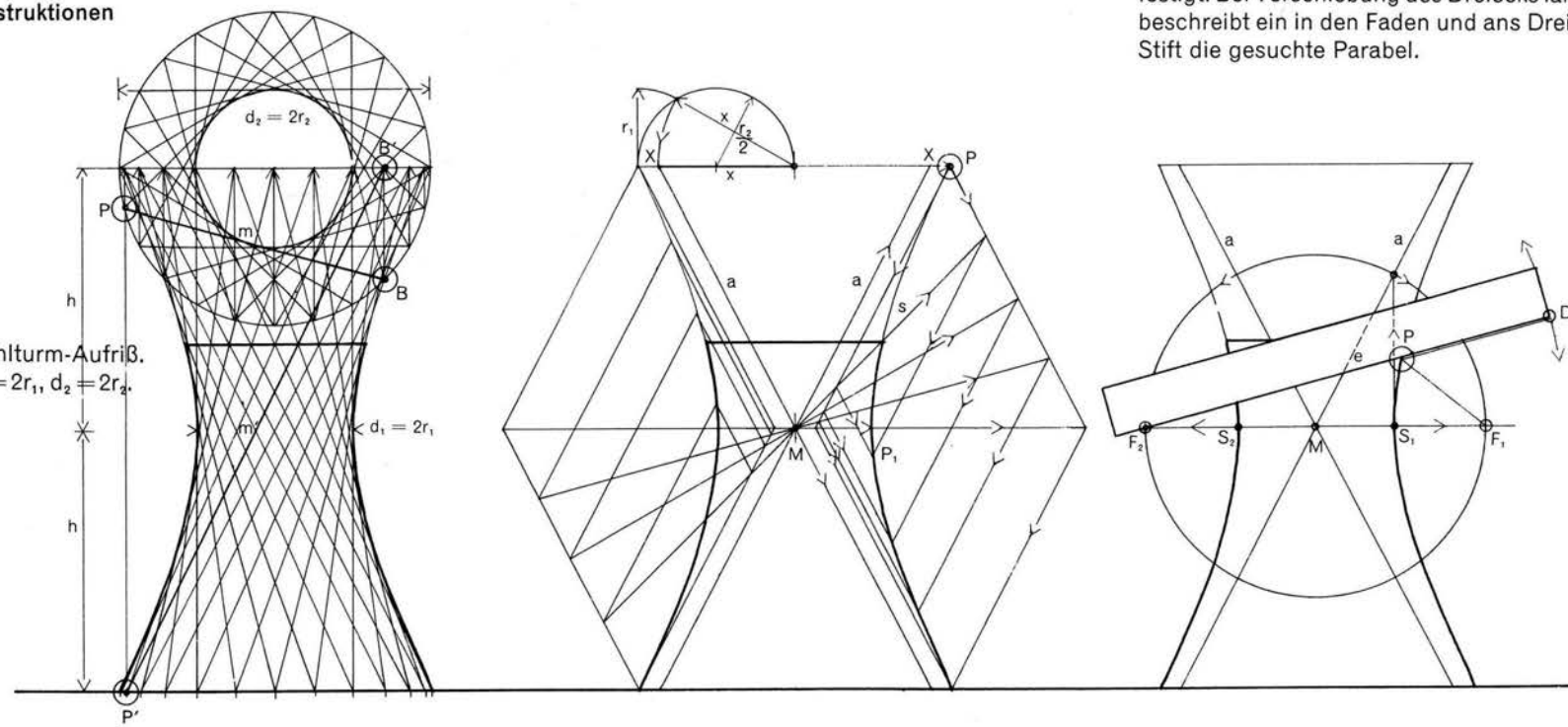
1. Mit Geradenstücken.
T liegt um h senkrecht über S. Die Strecken TP_1 und TP_2 werden in je gleichviel gleiche Teile geteilt, die Teilungen 1 und 1, 2 und 2 usw. verbunden. Es entsteht eine Parabel aus lauter kurzen Geradenstücken.

2. Mit Schnittpunkten.
Die Senkrechte mit Höhe h über P_3 und die Scheitellinie S_2S werden in je n gleiche Teile geteilt. Senkrechten durch die Punkte 1, 2 usw. und Strahlen von den Punkten 1, 2 usw. nach S schneiden sich zu Parabelpunkten.

3. Mit Faden, Nadel, Schiene und Winkel.
In F, $\frac{p}{2} = \frac{s^2}{16\,h}$ unter S, wird eine Nadel eingestochen, die Reißschiene und ein Dreieck der Länge l an die Scheitellinie gelegt, in F und A ein Faden der Länge $l + \frac{p}{2}$ befestigt. Bei Verschiebung des Dreiecks längs der Schiene beschreibt ein in den Faden und ans Dreieck gedrückter Stift die gesuchte Parabel.

Hyperbelkonstruktionen

Beispiel: Kühlturm-Aufriß.
Gegeben $d_1 = 2r_1$, $d_2 = 2r_2$.



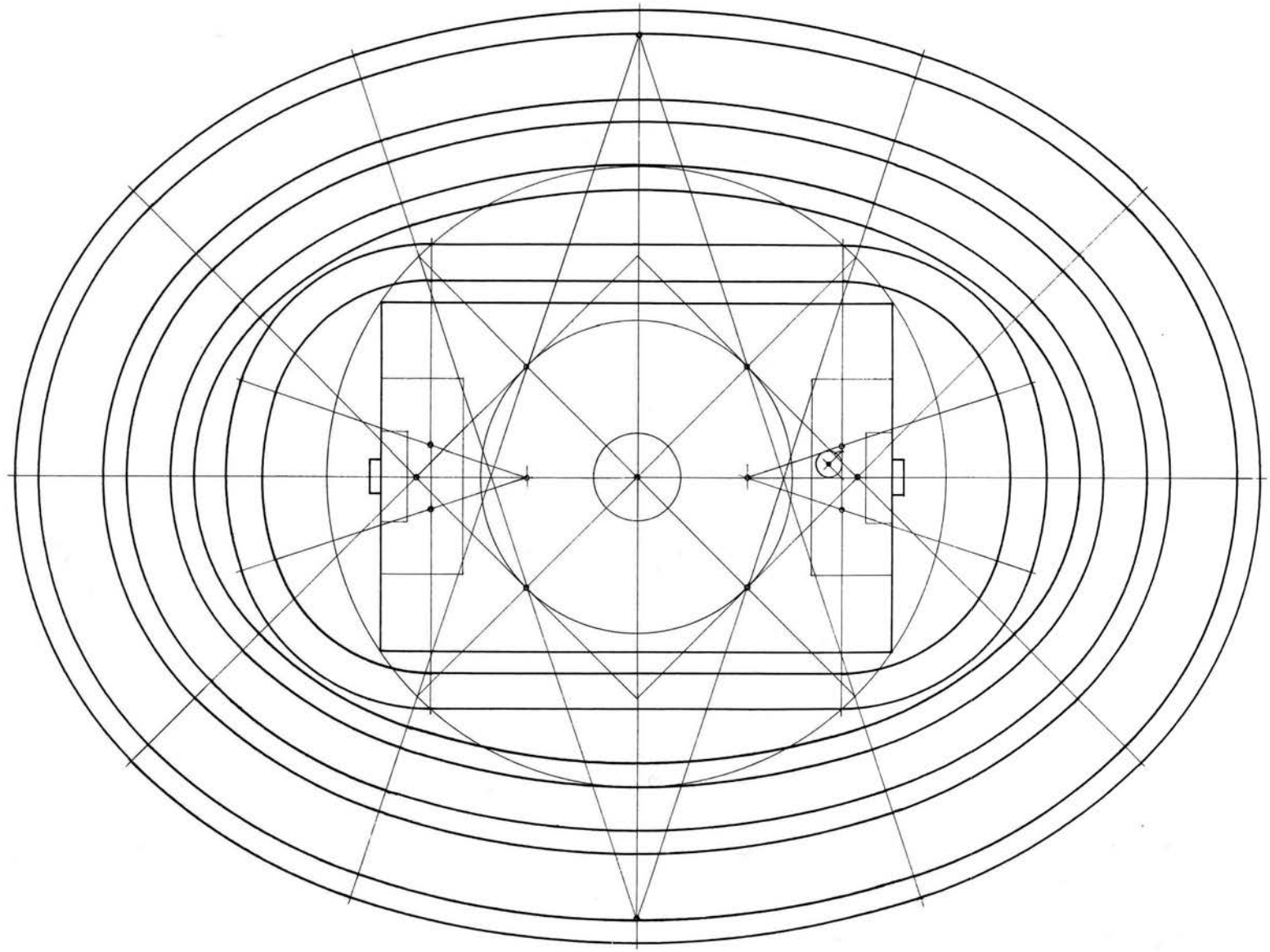
1. Mit Geradenstücken.
Über den Aufriß wird der Grundriß mit den Radien r_2 und r_1 und beliebigen, den inneren Kreis berührenden Mantellinien m gezeichnet. Übertragen der Punkte P und B samt ihrer Mantellinien in den Aufriß ergibt eine durch Geradenstücke ersetzte Hyperbel.

2. Mit Schnittpunkten.
Durch Punkt M und die Punkte X um h über und $x = \sqrt{r_2^2 - r_1^2}$ seitlich von M gehen die Geraden a. Parallelen zu ihnen durch den Hyperbelpunkt P werden mit beliebigen Strahlen s durch M geschnitten, durch die Schnittpunkte wieder a-Parallelen gezogen, deren Schnittpunkte neue Hyperbelpunkte P_1 usw. ergeben.

3. Mit Faden und Kartonstreifen.
Man ermittelt nach 2 die Geraden a und erhält mit einem Lot durch S_1 den Abstand e der Punkte F_1 und F_2 von M. In F_2 wird drehbar ein Kartonstreifen befestigt, in D und F_1 ein Faden der Länge $F_2D - F_2S_1 + S_1F_1 = DPF_1$ angeknüpft. Ein in den Faden an die Schiene gedrückter Stift zieht bei Drehung derselben die gesuchte Hyperbel.

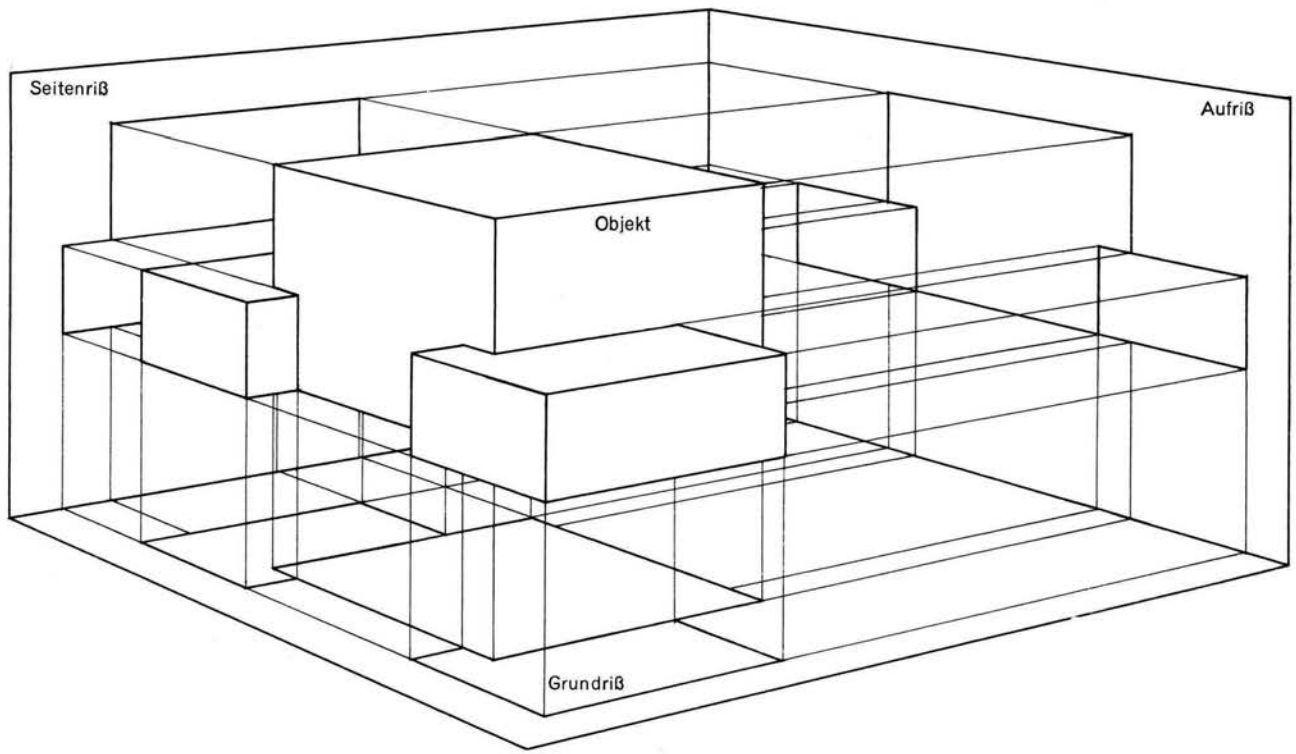
Ein Anwendungsbeispiel zu Seite 14

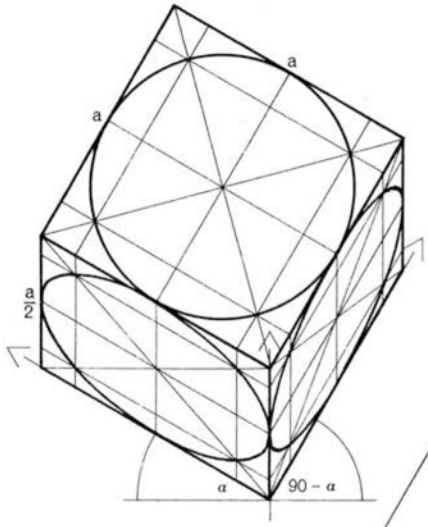
Stadion Wien (Architekt: O. E. Schweizer).
Grundriß M 1 : 1250.
Mathematische Kurven durch Korbbogen oder Züge geknickter Geraden zu ersetzen, ist natürlich eine Vergröberung, bringt aber unter Umständen bedeutende praktische Vorteile.

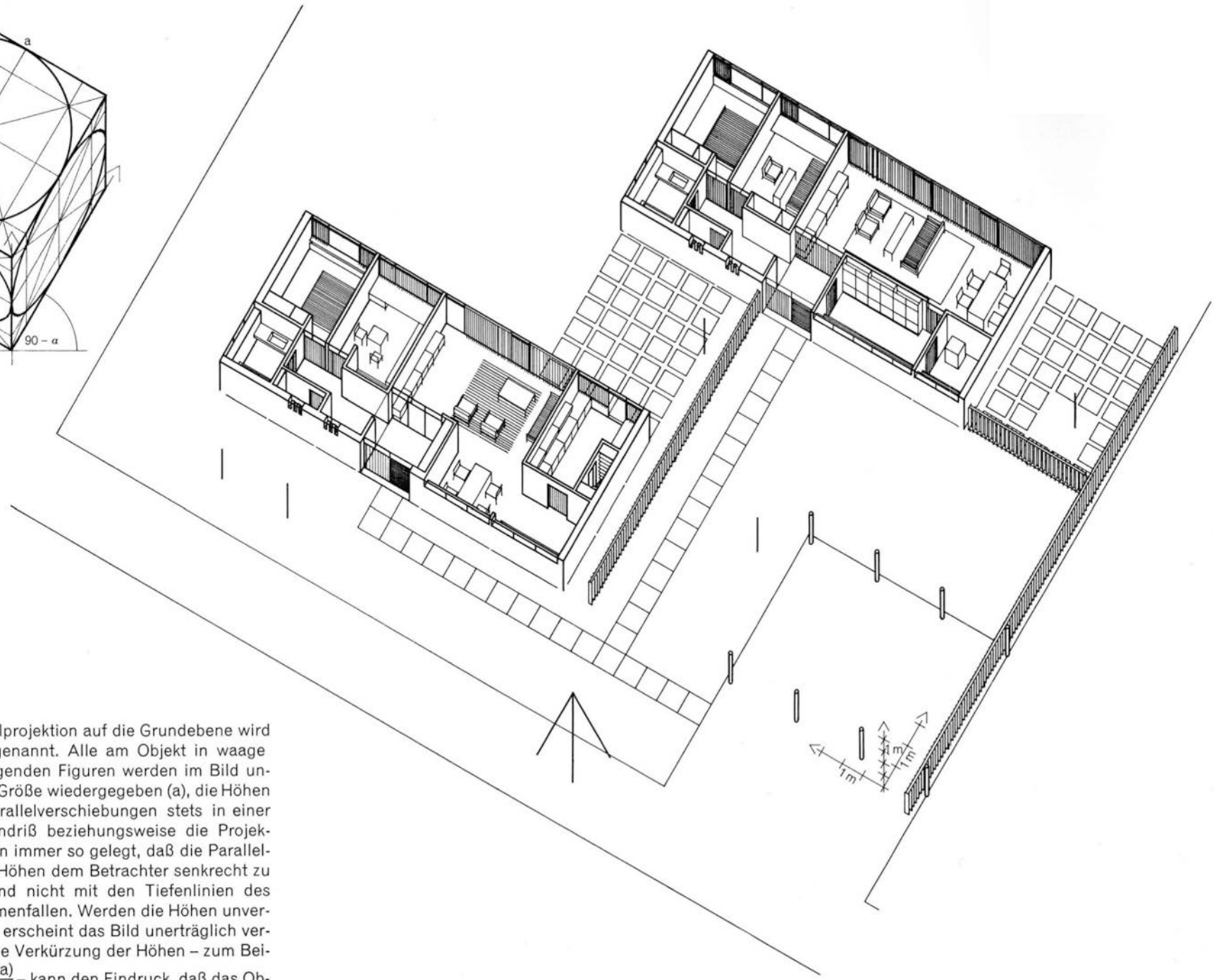


Die technische Zeichnung

In der technischen Zeichnung legen wir für Herzustellendes, halten wir von Vorhandenem, ja Vergangenem, Form und Ordnung, Maße und Werkstoffe fest.
Gleichgerichtete, gerade gedachte Strahlen übertragen alle Eigenheiten des darzustellenden Körpers auf eine bereitgestellte Ebene und machen so räumlich Vorgestelltes zum »Plan«, zur ebenen Zeichnung. Das Bild, das entsteht, wenn man unter einen Gegenstand eine waagerechte Ebene legt und alle Merkmale des Gegenstandes senkrecht darauf herunterholt, heißt Grundriß. In ihm sind also alle Breiten und Längen, aber keine Höhen enthalten. Ähnlich entstehen Aufriß und Seitenriß durch »parallele Projektion« waagerecht auf kürzestem Weg auf senkrechte Ebenen: der Aufriß ist eine Vorderansicht und enthält Höhen und Breiten richtig, aber keine Tiefen; der Seitenriß ist eine Seitenansicht und enthält Höhen und Tiefen richtig, aber keine Breiten. Grundriß und Seitenriß kann man sich auch als Schnittbild des Gegenstandes durch waagerechte oder senkrechte Ebenen vorstellen: alle einander folgenden Ebenen und Baustufen ineinander zu zeichnen, würde in den meisten Fällen zu sehr verwirren.
Technische Zeichnungen müssen eine handliche und übersichtliche Größe erhalten, deshalb werden Grundrisse usw. meist erheblich, zum Beispiel 1:1000, 1:500, 1:200, 1:100, 1:50, 1:20, 1:10, verkleinert. Verkleinerungen 1:2 geben zu Selbsttäuschungen Anlaß und sollten vermieden werden. Die Verkleinerung zwingt zum Vereinfachen: viele Einzelheiten werden nur im Umriß, symbolhaft oder schematisch wiedergegeben.

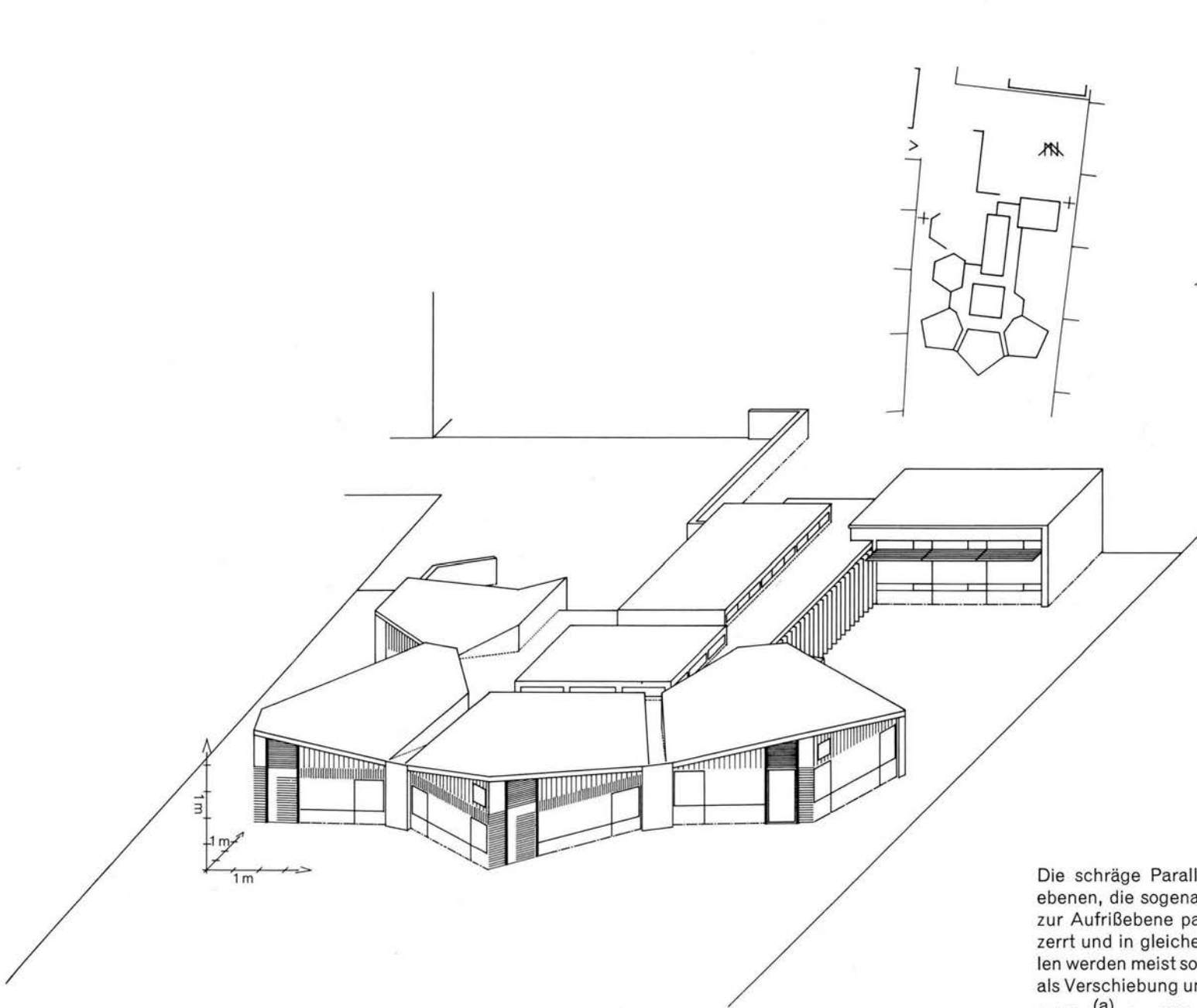


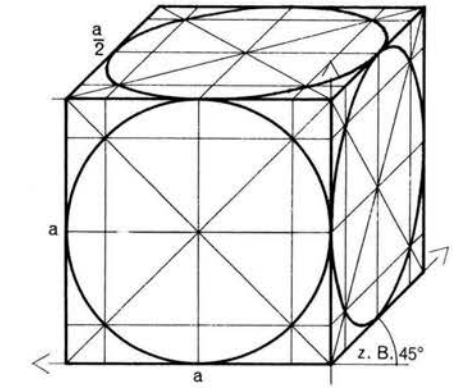




Die schräge Parallelprojektion auf die Grundebene wird Militärperspektive genannt. Alle am Objekt in waagerechten Ebenen liegenden Figuren werden im Bild unverzerrt in gleicher Größe wiedergegeben (a), die Höhen zeigen sich als Parallelverschiebungen stets in einer Richtung. Der Grundriß beziehungsweise die Projektionsstrahlen werden immer so gelegt, daß die Parallelverschiebungen = Höhen dem Betrachter senkrecht zu stehen scheinen und nicht mit den Tiefenlinien des Grundrisses zusammenfallen. Werden die Höhen unverkürzt dargestellt, so erscheint das Bild unerträglich verzerrt. Aber auch eine Verkürzung der Höhen – zum Beispiel auf die Hälfte $\frac{(a)}{2}$ – kann den Eindruck, daß das Objekt hinten auseinanderläuft, nicht vertreiben.

Einfamilienhäuser (Architekt: Gerd Schoen, Frankfurt/Main).



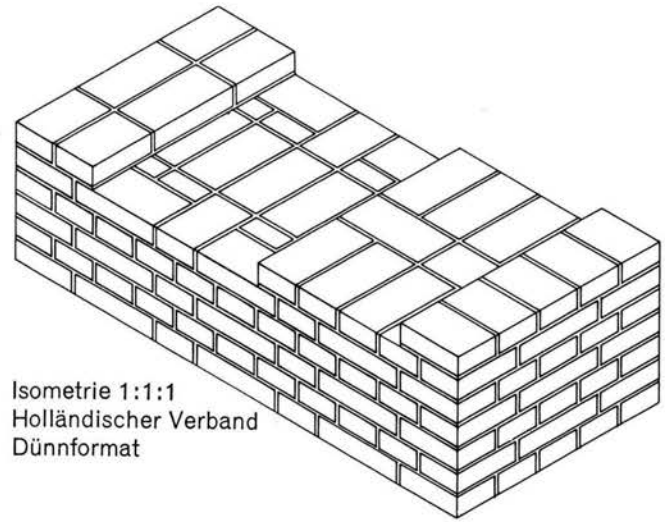


Die schräge Parallelprojektion auf senkrechte Aufrißebenen, die sogenannte Kavalierperspektive, bildet alle zur Aufrißebene parallelen Figuren des Objekts unverzerrt und in gleicher Größe ab (a). Die Projektionsstrahlen werden meist so gerichtet, daß die Tiefen des Objekts als Verschiebung unter 45° seitwärts in voller oder halber Größe $\frac{(a)}{2}$ abgebildet werden. Auch die Kavalierperspektive verzerrt so stark, daß man sie nur bedingt empfehlen kann.

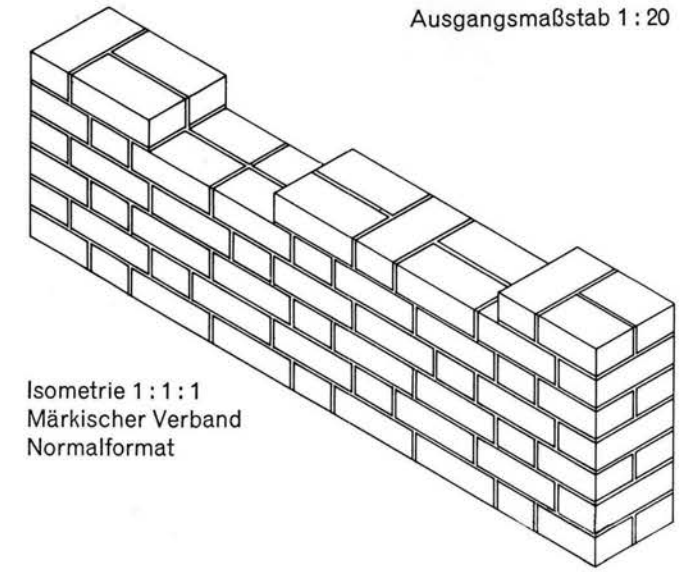
Militär- und Kavalierperspektive kann man zeichnen, ohne vom Projektionsvorgang Genaueres zu wissen.

21 Kindergarten (Architekt: Fritz Zeiger VfA, Köln).

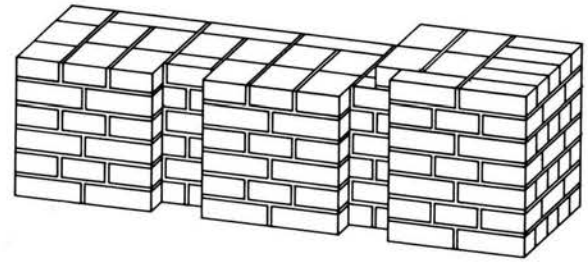
Ausgangsmaßstab 1 : 20



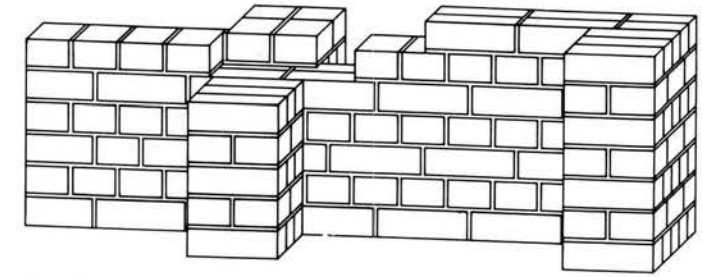
Isometrie 1:1:1
Holländischer Verband
Dünnformat



Isometrie 1 : 1 : 1
Märkischer Verband
Normalformat



Dimetrie 1 : 1 : $^1/_3$
Kreuzverband Dünnformat



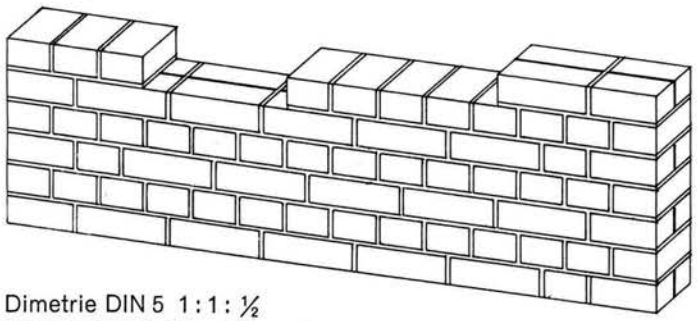
Dimetrie 1 : 1 : $^1/_4$
Kreuzverband Normalformat

Jede Parallelprojektion eines Objekts auf eine Ebene erzeugt eine sogenannte Axonometrie, jede Parallelprojektion senkrecht auf die Bildebene eine senkrechte Axonometrie desselben. Senkrechte Axonometrien wirken weniger verzerrt als schräge. Trotzdem fällt das Fehlen jeglicher Verkürzung besonders bei größeren Zeichnungen immer unangenehm auf. In der senkrechten Axonometrie werden nur Strecken, die bildebenenparallel sind, in natürlicher Größe beziehungsweise in der Größe, die sich bei dem gewünschten Maßstab, hier 1 : 20, ergeben würde, abgebildet. Alle Kanten, die zur Bildebene im Winkel stehen, werden verkürzt abgebildet, alle im gleichen Winkel stehenden im gleichen Verhältnis.
Damit Höhe und Breite dennoch im gewünschten Maßstab erscheinen, geht man von einem vergrößerten Objekt aus. Bildebenenparallele Linien, zum Beispiel Kugel- und Kreisdurchmesser, werden also vergrößert. Man kann die Projektion so einrichten, daß die Maßeinheiten der verkürzten Breiten, Höhen und Tiefen einfache ganzzahlige Verhältnisse haben, zum Beispiel

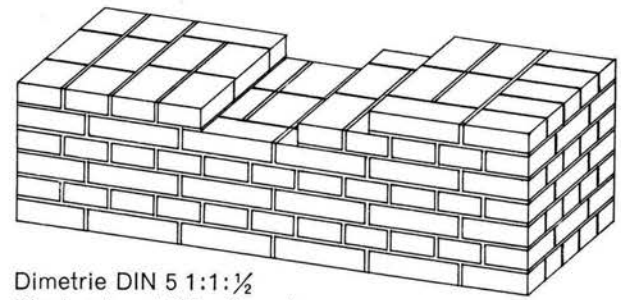
1 : 1 : 1 Isometrie Gleichmäßigkeit
1 : 1 : ½ Dimetrie (DIN 5) Zwiemäßigkeit

Dadurch wird das Zeichnen von Isometrien, Dimetrien oder Trimetrien (Dreimäßigkeiten) recht einfach. Es gelten folgende Verhältnisse:

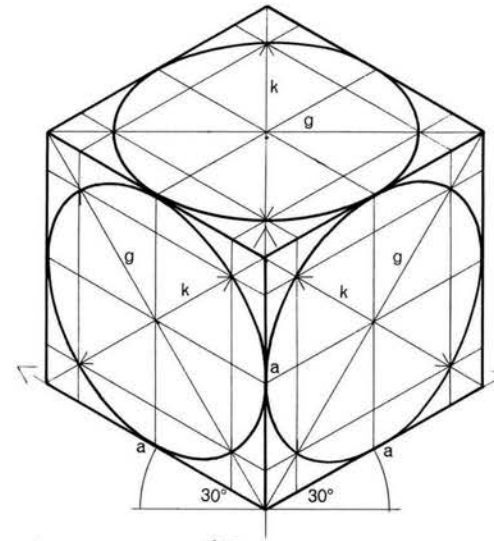
Bezeichnung	TE	BE	HE	a : b	c : d	g	k
Isometrie 1 : 1 : 1	tg 30°	tg 30°				$1{,}2247 = \frac{\sqrt{6}}{2}$	$0{,}707 = \frac{\sqrt{2}}{2}$
Dimetrie $^1/_2$: 1 : 1				~ 7 : 8	~ 1 : 8	$1{,}0607 = \frac{3\sqrt{2}}{4}$	$k_1\ 0{,}3535 = \frac{\sqrt{2}}{4}$
(DIN 5)		(41,4°)	(7,2°)				$k_2\ 0{,}935 = \frac{\sqrt{14}}{4}$
Dimetrie $^1/_3$: 1 : 1				~ 17 : 18	~ 1 : 18	1,0275	
Dimetrie $^1/_4$: 1 : 1				~ 31 : 32	~ 1 : 32	1,0155	
Trimetrie $^2/_3$: $^5/_6$: 1				~ 1 : 3	~ 1 : 5	1,0342	
Trimetrie $^1/_2$: $^9/_{10}$: 1				~ 1 : 3	~ 1 : 11	1,0148	

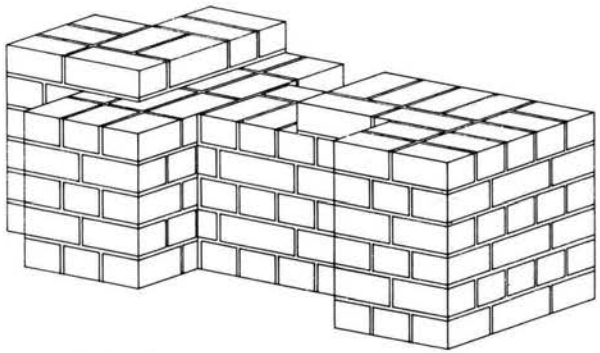


Dimetrie DIN 5 1 : 1 : ½
Kreuzverband Normalformat

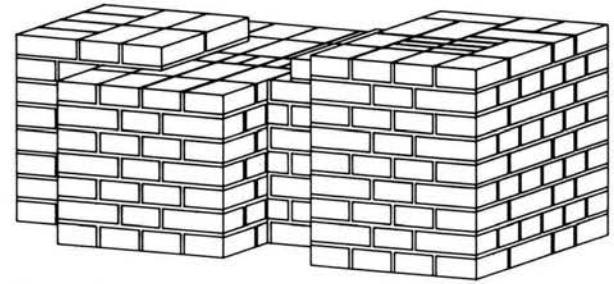


Dimetrie DIN 5 1:1:½
Blockverband Dünnformat

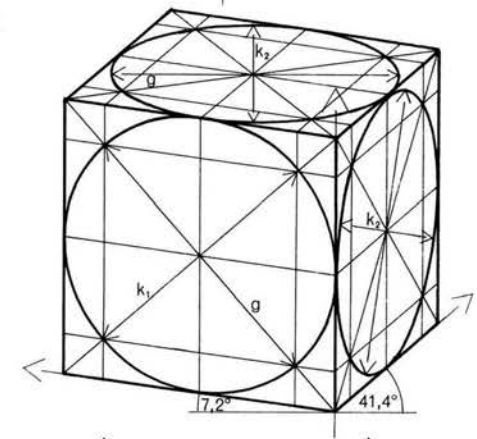




Trimetrie 1 : ⅔ : ⅚
Blockverband Normalformat



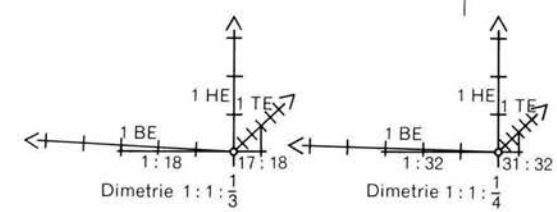
Trimetrie 1 : ½ : ⁹⁄₁₀
Blockverband Dünnformat

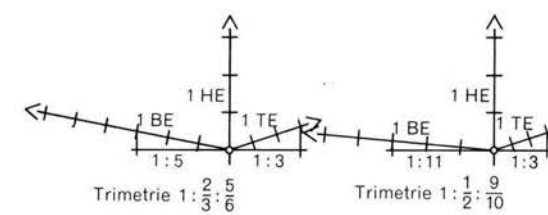


TE	Tiefen-Maßeinheit
BE	Breiten-Maßeinheit
HE	Höhen-Maßeinheit
a : b und c : d	Steigung oder Winkel der Breiten- und Tiefenachse
g	bildebenenparalleler größter Kreis- oder Kugeldurchmesser
k	kleinster Kreisdurchmesser, senkrecht dazu

Methode.
Objekthöhen werden senkrecht und in natürlicher Größe aufgetragen, Breiten in einem gegebenen Winkel zur einen, Tiefen in dem zweiten gegebenen Winkel zur anderen Seite. Es können nur Maße der drei Hauptrichtungen aufgetragen werden!

Die einfachste senkrechte Axonometrie, die Isometrie, bei der Höhen, Breiten und Tiefen in gleichem Maßstab aufgetragen werden, sieht besonders steif aus und wird bei symmetrischen Objekten ziemlich unanschaulich, weil Vorder- und Hinterkanten aufeinander zu liegen kommen. Die wohl gebräuchlichste Axonometrie ist die nach DIN 5, in der Höhen und Breiten in maßstäblicher Größe, Tiefen auf die Hälfte verkürzt gezeichnet werden. In der Isometrie wird aus einem gegebenen Kreis, gleich auf welcher Seite eines dargestellten Würfels er sitzt, immer die gleiche Bildellipse in verschiedener Lage. In der Dimetrie wird er auf zwei, in der Trimetrie auf drei verschiedene Weisen abgebildet. Zum Zeichnen von Kreisbildern für Isometrie oder Dimetrie nach DIN 5 sind Ellipsenschablonen und Normwinkel erhältlich und zu empfehlen.





Der Perspektograf

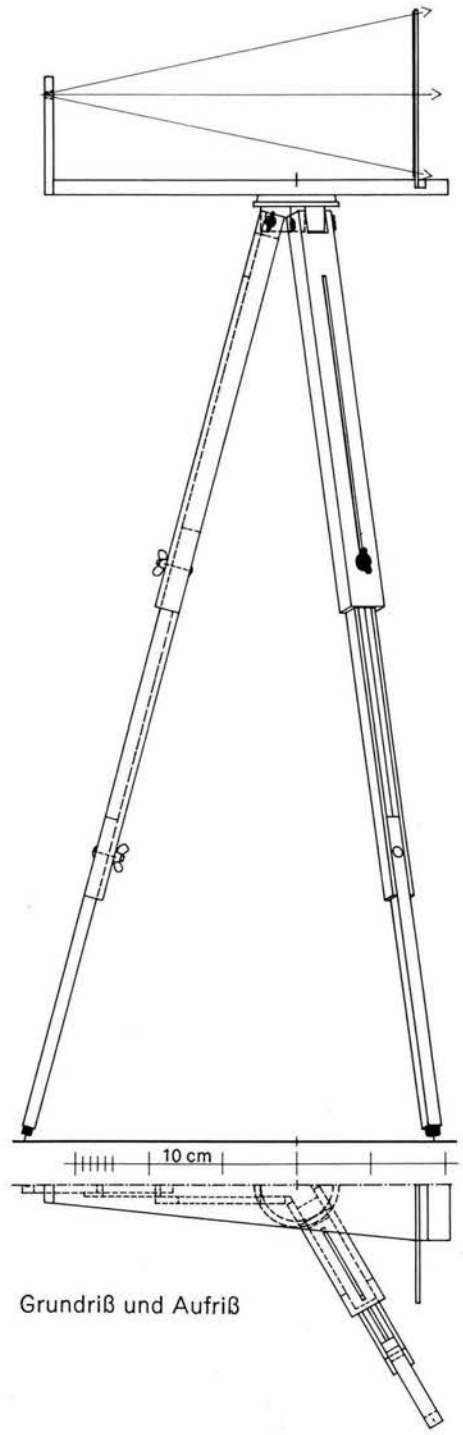
In einem großen Kegel trifft Licht aus unserer Umgebung in unser Auge. Hält man eine durchsichtige Fläche in diesen Kegel und macht darauf für jeden abgeschnittenen Lichtstrahl einen entsprechenden Farbpunkt, so erhält man ein Bild, das durchaus der Natur gleicht: eine Perspektive.

Ein recht praktisches Instrument nach diesem Prinzip ist der Perspektograf (Lambert, etwa 1752, und Victor von Ranke), den man sich leicht aus zwei Brettern oder einem Metall-Arm, einem schweren Dreibeinstativ, einem kräftigen Kugelgelenk und einer Glasplatte etwa DIN B4 basteln kann. Das Okular liegt genau vor der Mitte der Glasscheibe, die Distanz Glasplatte-Okular beträgt, der Reichweite entsprechend, 50 oder 60 cm. An die Glasplatte wird eine durchsichtige, abwaschbare Zeichenfolie geklebt und das Gerät auf das Darzustellende gerichtet. Auf der Folie zieht man mit Fettstift nach, was vom Objekt durch das Okularloch zu sehen ist, und erhält das gewünschte Bild.

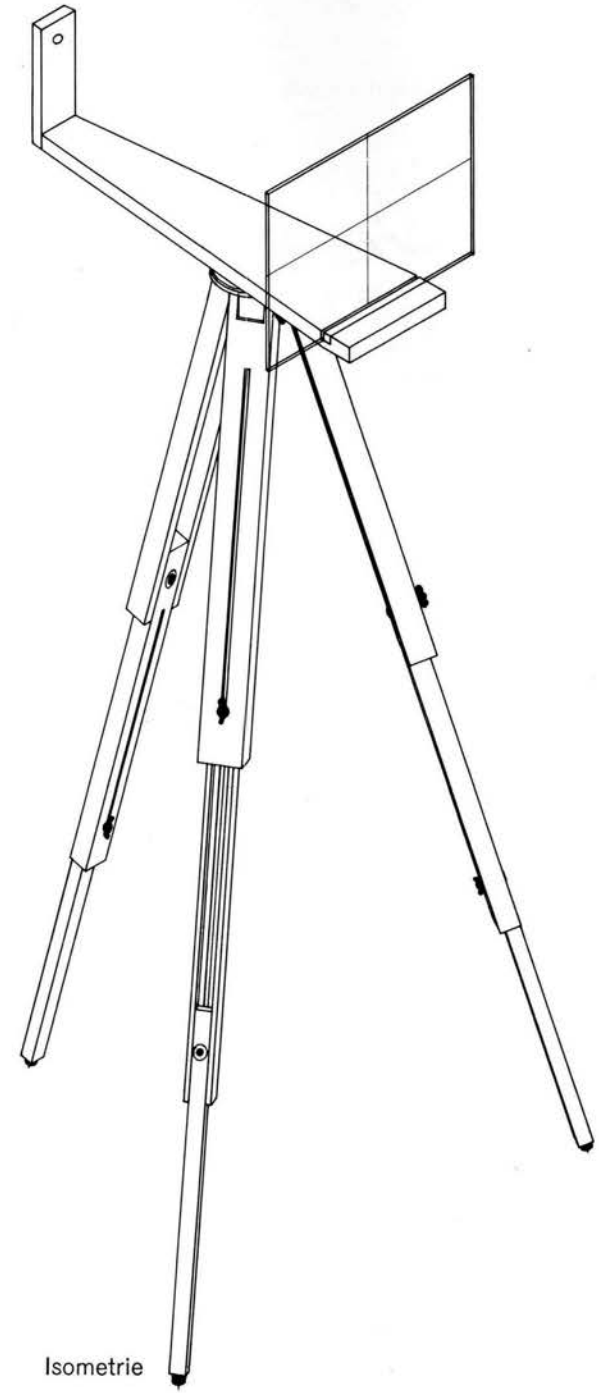
Der Perspektograf muß fest stehen; wird er zur Ergänzung konstruierter Perspektiven benützt, so müssen der wirkliche Standpunkt, die wirkliche Hauptsehrichtung und die Distanz Auge-Bildfläche genau mit den in den Plänen angewandten übereinstimmen: das Instrument wird genau eingemessen und gerichtet. Wie dies im einzelnen geschieht, ist nebst der hier nicht behandelten »rechnerischen« Perspektive, einer praktischen Ästhetik der Autobahnen und einem kurzen Abschnitt über Fotomontage in dem Buch »Perspektive im Ingenieurbau« von Ranke-Niebler, Bauverlag Wiesbaden, zu finden.

Man könnte in den Perspektograf statt der ebenen Glasscheibe auch eine zylindrisch oder kugelig gewölbte einsetzen, am besten so, daß das Okular im Mittelpunkt der Kugel beziehungsweise auf der Achse des Zylinders läge. Diese Bildschalen werden einem dem Okular entsprechenden Betrachtungspunkt in ihrer ursprünglichen Form und Lage gegenübergestellt. Man zeichnet also am besten gleich auf das Glas. In gebogenen Schalen werden fast alle geraden Objektlinien krumm abgebildet. Das ist beim Perspektograf gleichgültig, Perspektive *konstruieren* auf gebogene Flächen aber ist eine Mühe, die fast nie lohnt.

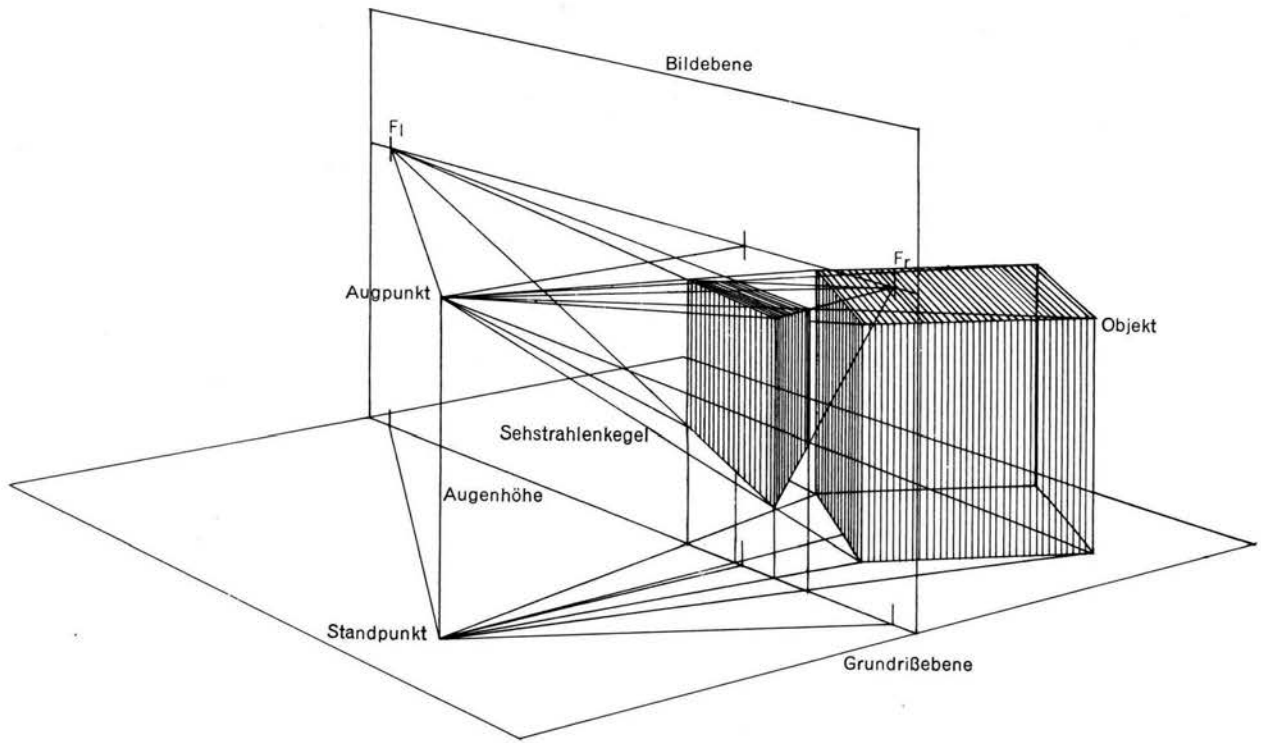
Für den »Theaterarchitekten« ist interessant, daß man im Perspektograf statt der einen außerdem auch mehrere, hintereinander gestaffelte Bildebenen einführen und auf der letzten den Hintergrund, auf den anderen die seitlichen Rahmungen einer Szene, Pflanzen, Häuser usw. abbilden kann. Dies ist der Grundgedanke der Theaterperspektive mit ihren Kulissen. Man kann sogar mit mehreren Okularen auf Parkett und Ränge Rücksicht nehmen.



Grundriß und Aufriß



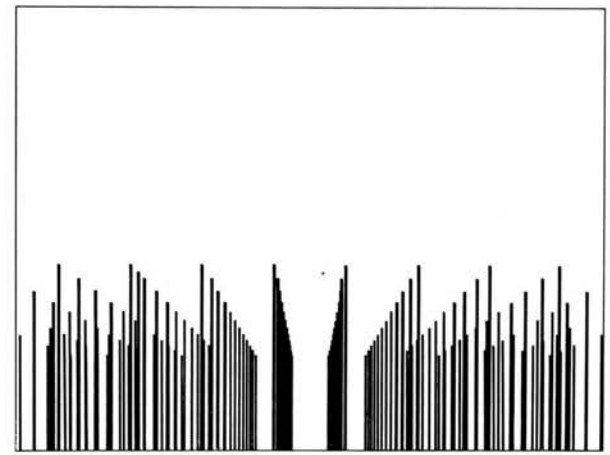
Isometrie



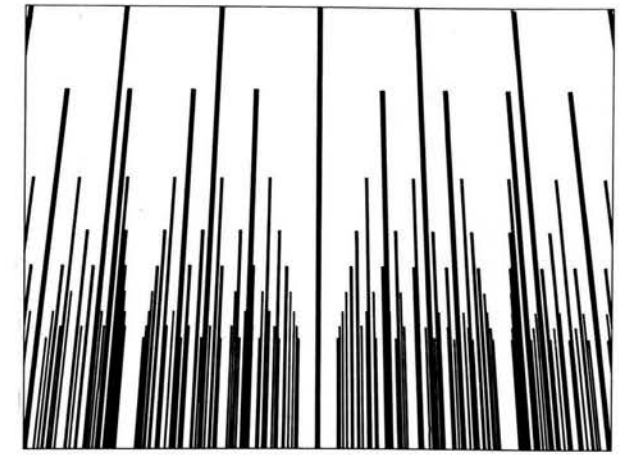
Allgemeines
Die perspektivische Konstruktion beruht auf:
1. Dem Objekt. Einfach-geradlinige, rechtwinklig-kristalline Körper sind am einfachsten darzustellen.
2. Dem Augpunkt. Seine Lage ist für den Ausdruck der Perspektive entscheidend und durch den empfehlenswerten Sehwinkel von 30–45° bestimmt, er ist zugleich auch der beste Betrachtungspunkt.
3. Der Bildebene, am besten lotrecht und möglichst senkrecht zum Sehstrahlenkegel. Ihre Entfernung vom Augpunkt bestimmt die Bildgröße, ihre Lage zum Objekt die Bildgenauigkeit, ihre Ebenheit bedingt die Abweichungen der Perspektive vom Augenschein.
4. Dem Sehstrahlenkegel, der auf der Bildebene das Bild als Summe der Durchstoßpunkte der Strahlen Objekt-Augpunkt erzeugt.

1. Das Objekt.
Je mehr linear, geradlinig, einfach-rechtwinklig, gleichmäßig, rhythmisch-kristallin ein Gegenstand ist, desto leichter ist er perspektivisch darzustellen, je mehr organisch-lebendig, zufällig oder frei geformt, desto schwieriger. Die Schwierigkeit steigt mit der Unregelmäßigkeit, zum Beispiel bei Bäumen, Pflanzen, Felsen, sofort bis zu dem Grade, daß man sich auf die Konstruktion von Anhaltspunkten, Grundrißrastern, Achsen oder größten Maßen beschränken muß, dies schon aus dem Grunde, weil zu einer perspektivischen Konstruktion Grund- und Aufriß des Objekts vorhanden, mindestens genau bekannt sein müssen.

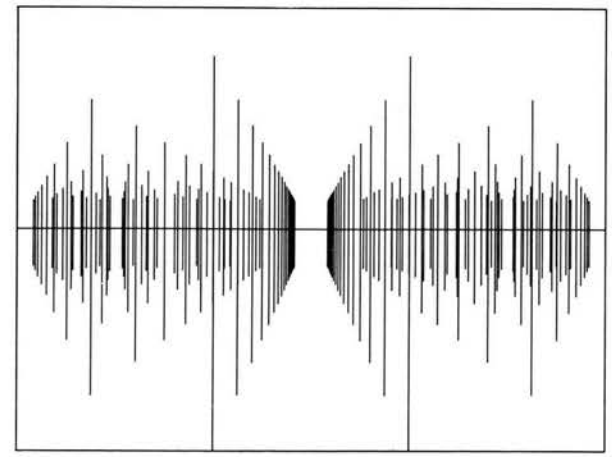
2. Der Augpunkt.
Es ist wichtig für die Bildwirkung und nicht ganz leicht, den richtigen Standpunkt und senkrecht darüber die richtige Augenhöhe für den Augpunkt zu finden. Die Richtung, die der Sehkegel, das Sehstrahlenbüschel, das vom Augpunkt aus das Objekt umfaßt, hat, gibt der Perspektive Name und Charakter. Läuft sie vom Augpunkt senkrecht nach oben, so haben wir eine Decken-, läuft sie senkrecht nach unten, eine Bodenperspektive. Perspektiven abwärts nennt man Vogelperspektive, Perspektiven aufwärts Froschperspektive. Man kann die Wirkung am besten an Bildern oder Architekturfotos studieren.
Die Froschperspektive wurde zum erstenmal 1451 von Andrea Mantegna in der Eremitanikapelle in Padua groß vorgeführt. Die Wandgemälde dort beginnen erst über Augenhöhe der Gläubigen, für die sie konstruiert sind. So kann man nirgends den Fußboden sehen, sieht von unten gegen hochragende Menschen, Häuser und Gewölbe. Die Figuren scheinen sich über den Betrachter hinwegzubewegen oder gar auf ihn zu treten und sich so seine Aufmerksamkeit mühelos zu erzwingen. Vogelperspektiven hat kaum ein Maler häufiger gemalt als Pieter Brueghel. Scheinbar oberhalb der Vorgänge schwebend, ergibt sich ein umfassender Überblick.
Man sollte möglichst nur solche Augpunkte und Sehrichtungen nehmen, die der Betrachter häufig haben würde, wenn das Objekt ausgeführt wäre. Da man beim Betrachten von Bildern nicht näher als beim Lesen herangeht, sollte der Abstand Augpunkt-Bildebene nicht geringer sein als 30 cm.
Die Verschiedenheit des Sehens von der Perspektivekonstruktion führt dazu, daß der Betrachter Perspektiven öfters als verzerrt empfindet. Die Perspektive wird von einem und für einen Punkt, den Augpunkt, konstruiert. Wir sehen aber zweiäugig. Je größer das Bild im Verhältnis zum Abstand beider Augen voneinander, desto mehr wird der Betrachter Perspektiven als verzerrt empfinden.



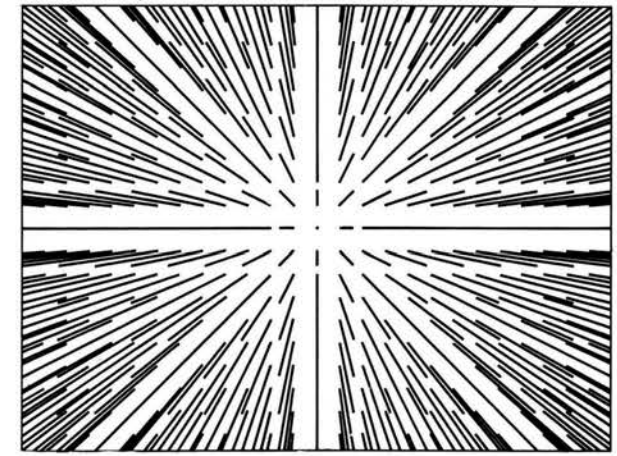
Froschperspektive.



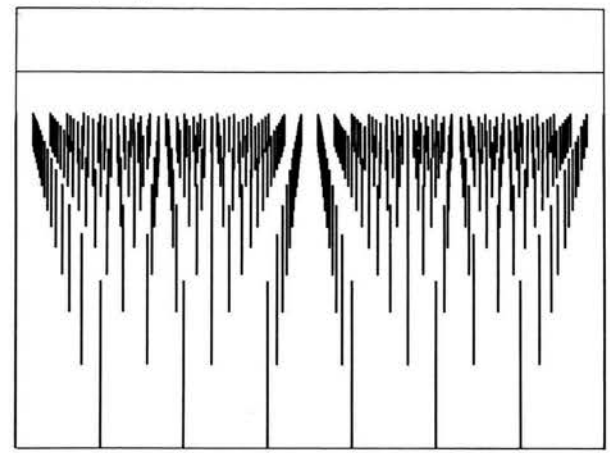
Froschperspektive mit stürzenden Senkrechten.



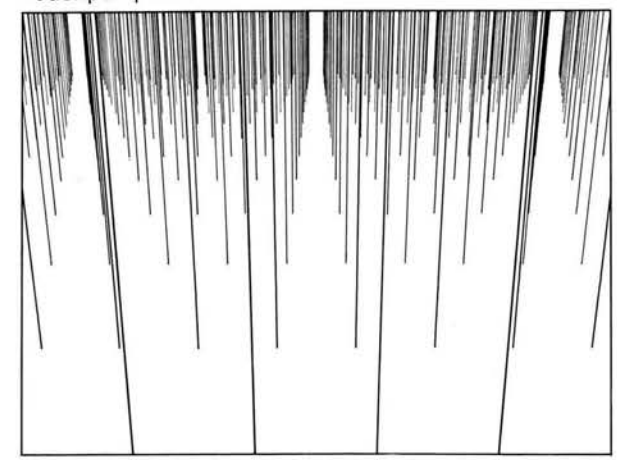
Normalperspektive.



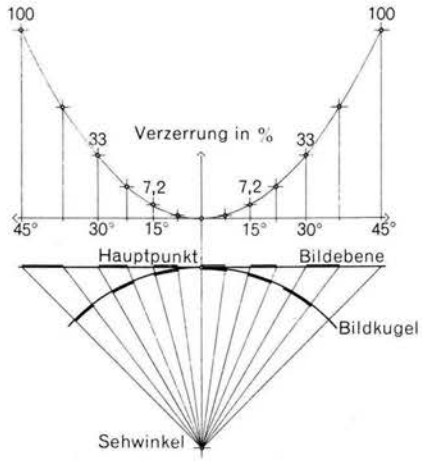
Bodenperspektive.



Vogelperspektive.



Vogelperspektive mit stürzenden Senkrechten.

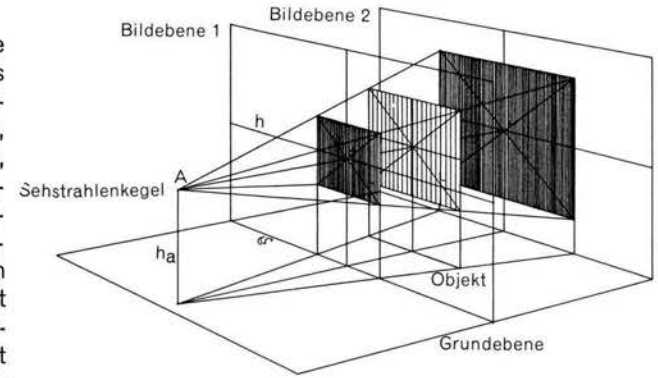


Verzerrungsdiagramm.
Die Abweichung vom Hauptstrahl bestimmt die Bildverzerrung. Je mehr ein Bild einseitig vom Hauptpunkt liegt, desto unausgewogener wird es.

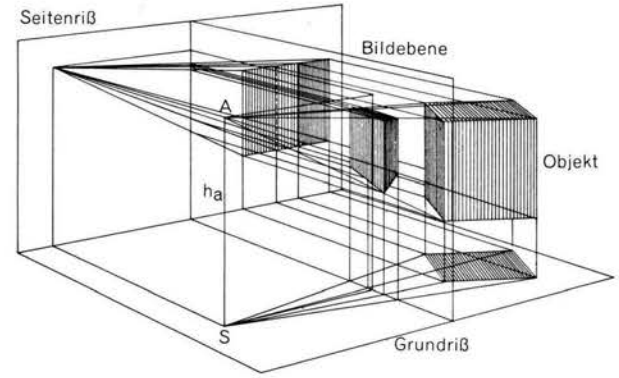
ander ist, desto näher kommt die Perspektive dem Augenschein. Wenn man dem Betrachter zumuten könnte, ein Auge zuzudrücken und sich zur Betrachtung des Bildes den Ausgangsaugpunkt zu suchen, den zugleich idealen Betrachtungspunkt, läge er bei 90° oder gar darüber. Von anderswo her gesehen erscheinen seine Einzelheiten um so verzerrter, je weiter sie auf der Bildebene vom Durchgangspunkt des Lots (Hauptstrahl) vom Augpunkt auf die Bildebene, dem Hauptpunkt, entfernt sind. Die Verzerrung entspricht dem Tangensquadrat der Winkelabweichung vom Hauptstrahl:
bei 45° bereits 100 % = $^1/_1$
bei 30° bereits 33,3 % = $^1/_3$
bei 15° bereits 7,2 % = $^1/_{14}$
Deshalb sollte man sich bei Außenperspektiven auf 30° Sehwinkel für das Objekt (weil der leere Raum noch zum Bild zählt), bei Innenräumen auf unter Umständen 45° und höchstens 60° Bildwinkel beschränken. Die wichtigste Folge der Sehwinkel-Beschränkung ist, daß man nicht zu nahe an das Objekt herangehen darf. Die notwendige Entfernung kann man leicht durch Anlegen eines 30°- oder 45°-Winkels an den Grundriß oder ein gröbstes Massenmodell feststellen. Soll bei Innenraumperspektiven von einem Raum mehr als eine Ecke gezeigt werden, so liegt der Augpunkt meist schon außerhalb dieses Raumes, an Punkten, von denen aus man in Wirklichkeit gar nichts sehen kann. Man sollte aber wenigstens die Augenhöhe und Hauptsehrichtung so nehmen, daß sie, zum Beispiel beim Eintreten in den Raum, möglich wäre.

3. Die Bildebene.
Die Bildebene soll so eingeführt werden, daß die Achse oder Winkelhalbierende des Sehstrahlenkegels, der das Objekt umfaßt, mit der kürzesten Verbindung Augpunkt-Bildebene, dem Lot von A auf BE, Hauptstrahl genannt, möglichst zusammenfällt. Der Auftreffpunkt des Lots, der Hauptpunkt H, liegt dann etwa in Bildmitte. Die Regel läßt sich aber nicht streng durchführen: bei Perspektiven ganz leicht übereck wird ein Waagerechten-Fluchtpunkt unzugänglich. Dem Blick aufwärts oder nach unten entsprechende Neigung der Bildebene erschwert die Konstruktion und ruft wie beim Fotografieren stürzende Linien hervor: Objektsenkrechten werden nicht mehr senkrecht abgebildet. Die Entfernung der Bildebene vom Augpunkt ergibt sich aus der Lage von Augpunkt und Objekt und der gewünschten Bildgröße. Je weiter man, bei gleichbleibender Entfernung Auge-Objekt, die Bildebene vom Augpunkt entfernt, um so mehr kann der Sehkegel (allerdings auch irgendein Zeichenfehler) anwachsen und desto größer wird seine Schnittfläche mit der Bildebene: das Bild – ohne daß es sich in den Verhältnissen ändert. Umgekehrt: je kürzer das Stück Hauptstrahl zwischen Augpunkt und Bildebene, die Distanz d, wird, desto kleiner auch das Bild.

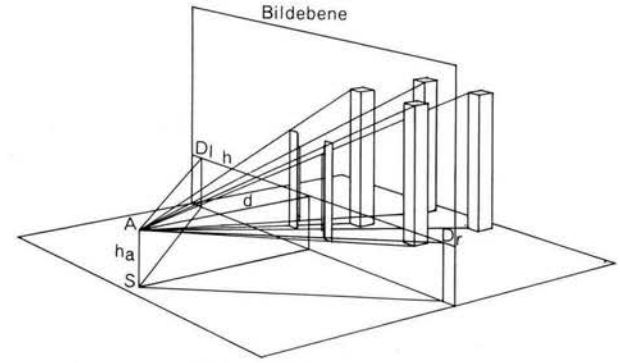
4. Der Sehstrahlenkegel.
Der Bildpunkt eines Objektpunktes entsteht da, wo der Strahl vom Objektpunkt zum Augpunkt die Bildebene schneidet. Was vom Objekt vor der Bildebene ist, erscheint im Bild vergrößert, was dahinter ist, verkleinert. Nur was in der Bildebene liegt, erscheint im Maßstab des Objekts. Es ist deshalb zweckmäßig, die Bildebene das Objekt an irgendeiner möglichst wichtigen senkrechten Kante schneiden zu lassen. Diese Kante gehört dann mit zum Bild und kann dort direkt in dem Maßstab, den der Objektgrundriß hat, zusammen mit der Augenhöhe h_a eingetragen werden. Objektfiguren in Ebenen parallel zur Bildebene werden durch die Abbildung nur vergrößert oder verkleinert, nicht in ihren Verhältnissen verzerrt. Insbesondere werden zur Bildebene stets in gleichem Abstand laufende Geraden in ihrer natürlichen Richtung (Senkrechten senkrecht, Schrägen gleich schräg, Waagerechten waagerecht) abgebildet. Die Teilstrecken auf jeder einzelnen von ihnen behalten zueinander das wahre Längenverhältnis. Objektgeraden aber, die nicht parallel zur Bildebene sind, werden nicht in ihrer wahren Neigung, in ihren wahren Längenverhältnissen abgebildet. Jedoch werden sie (abgesehen von dem Fall, sie gingen durch den Augpunkt) stets als Gerade abgebildet. Niemals werden wie in der Kugel-, Zylin-



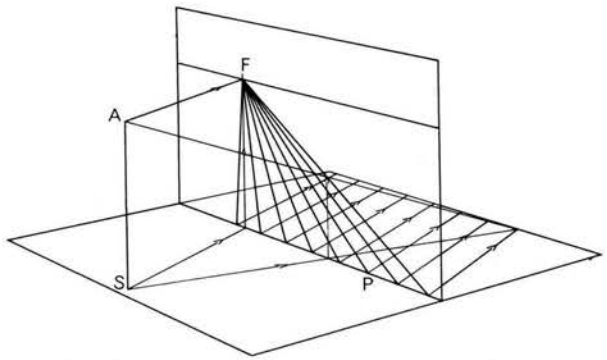
Der Abstand der Bildebene vom Augpunkt bestimmt die Bildgröße.



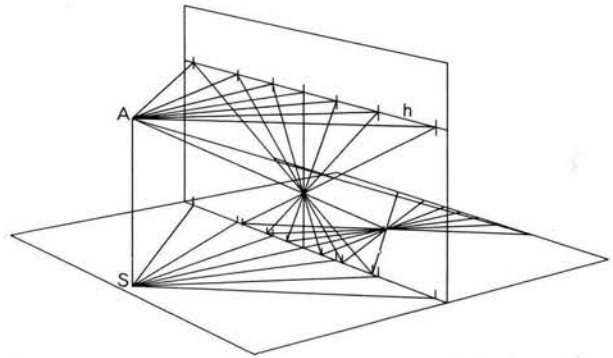
Wo ein Sehstrahl zu einem Objektpunkt die Bildebene schneidet, ist das Bild des Objektpunktes.



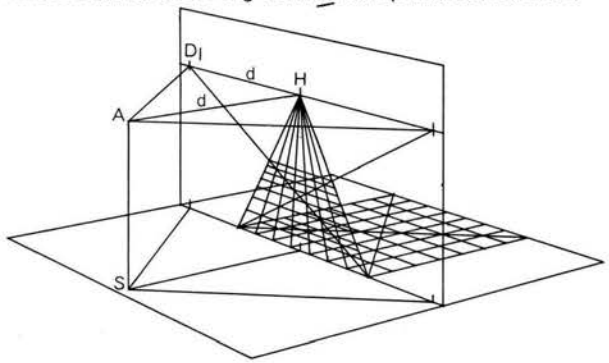
Bildebenenparalleles bleibt unverzerrt.



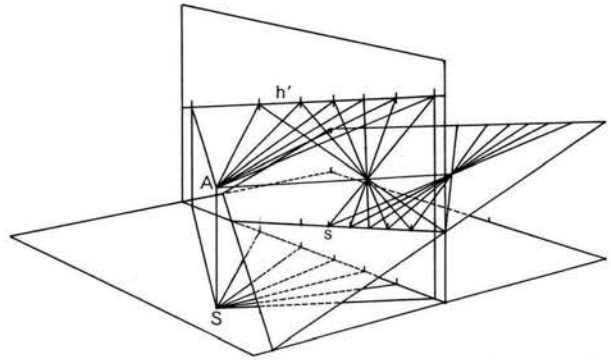
Der Fluchtpunkt paralleler Geraden wird mit einer Parallelen durch den Aug- bzw. Standpunkt konstruiert.



Die Fluchtpunkte waagerechter Geraden liegen auf dem Horizont.



Der Hauptpunkt, der Fluchtpunkt der Tiefenlinien, liegt in Bildmitte auf dem Horizont, der Distanzpunkt der Fluchtpunkte waagerechter Diagonalen um d rechts oder links davon.



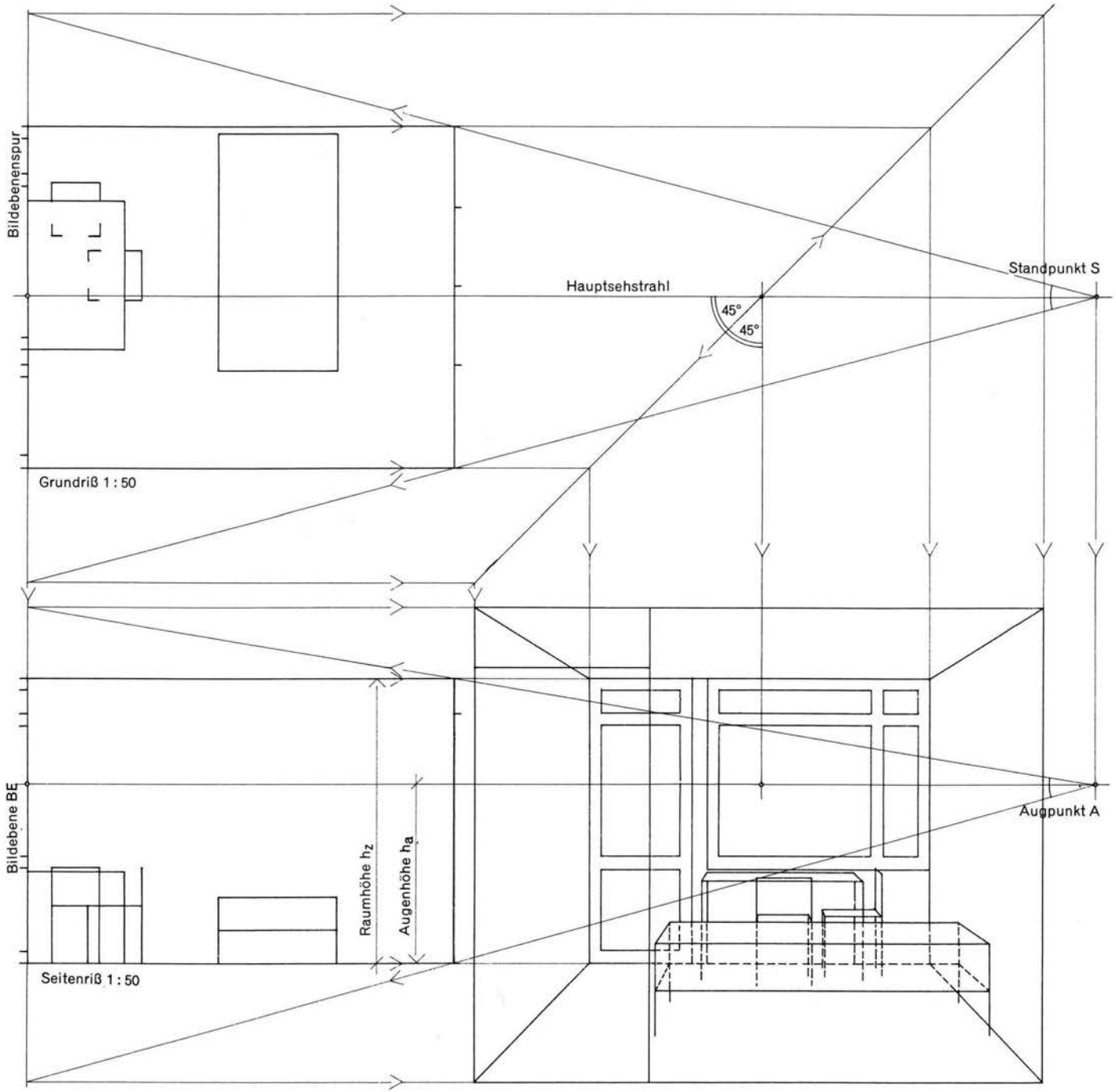
Auch die Geraden einer (oder mehrerer paralleler) schräger Ebenen haben einen »Horizont«, die Fluchtspur h'. Die Schnitte s und h' sind parallel.

der- und der sogenannten Netzhautperspektive, Geraden krumm abgebildet. Eine Objektgerade, die nicht parallel zur unbegrenzt gedachten Bildebene ist, muß stets die Bildebene schneiden, man kann also *einen* Bildpunkt von ihr ausfindig machen, zum Beispiel P. Das Bild der Objektgeraden ist eine Gerade. Geraden kann man zeichnen, wenn man zwei Punkte von ihnen hat. Da man die Bildebene häufig vor das Objekt, zwischen den Betrachter und dasselbe legt, also der Durchstoßbildpunkt ein *vorderster* Punkt der Objektlinie ist, kann man überlegen, wie man einen möglichst weit *entfernten* Punkt der Objektgeraden darstellen könnte – dann wird die Zeichnung am genauesten. Sieht man dem Verlauf einer Geraden in die Weite nach, so muß man schließlich so gut wie parallel zu ihr schauen. Dies bedeutet: Der Bildebenenschnittpunkt derjenigen Objektgeradenparallele, die den Augpunkt schneidet, kann als das Bild der quasi unendlich entfernten Punkte jener Objektlinien betrachtet werden. Objektgeraden, die in Wirklichkeit zueinander, aber nicht zur Bildebene, parallel sind, haben gerade Bilder, die in einem Punkt, dem sogenannten Fluchtpunkt F, zusammenlaufen. Jede Objektgeradenrichtung nicht parallel zur Bildebene hat einen solchen Fluchtpunkt. Denkt man sich in der Perspektive durch den Augpunkt lauter waagerechte Sehstrahlen verschiedener Richtung, so bekommt man auf der Bildebene eine Linie von lauter Punkten in Augenhöhe, den Horizont. Auf dem Horizont liegen in Augenhöhe die Fluchtpunkte aller waagerechten Linien.

Bei normalen konstruierten Perspektiven mit lotrechter Bildebene liegt der Hauptpunkt, der Fluchtpunkt aller Geraden senkrecht zur Bildebene, der sogenannten Tiefenlinien, *in Bildmitte auf dem Horizont*. Alles, was in Augenhöhe liegt, zum Beispiel auf einem großen Platz alle Köpfe in gleicher Höhe oder die Ähren eines gutstehenden Getreidefeldes im Flachland, erscheint in dieser einen Horizontlinie, die Oberes von unten Gesehenes von Unterem von oben Gesehenem scheidet.

Perspektive mit Sehstrahlen, ohne Fluchtpunkte konstruiert

Erforderlich: Grundriß und Seitenriß, Hauptsehstrahl parallel, M hier 1:50.

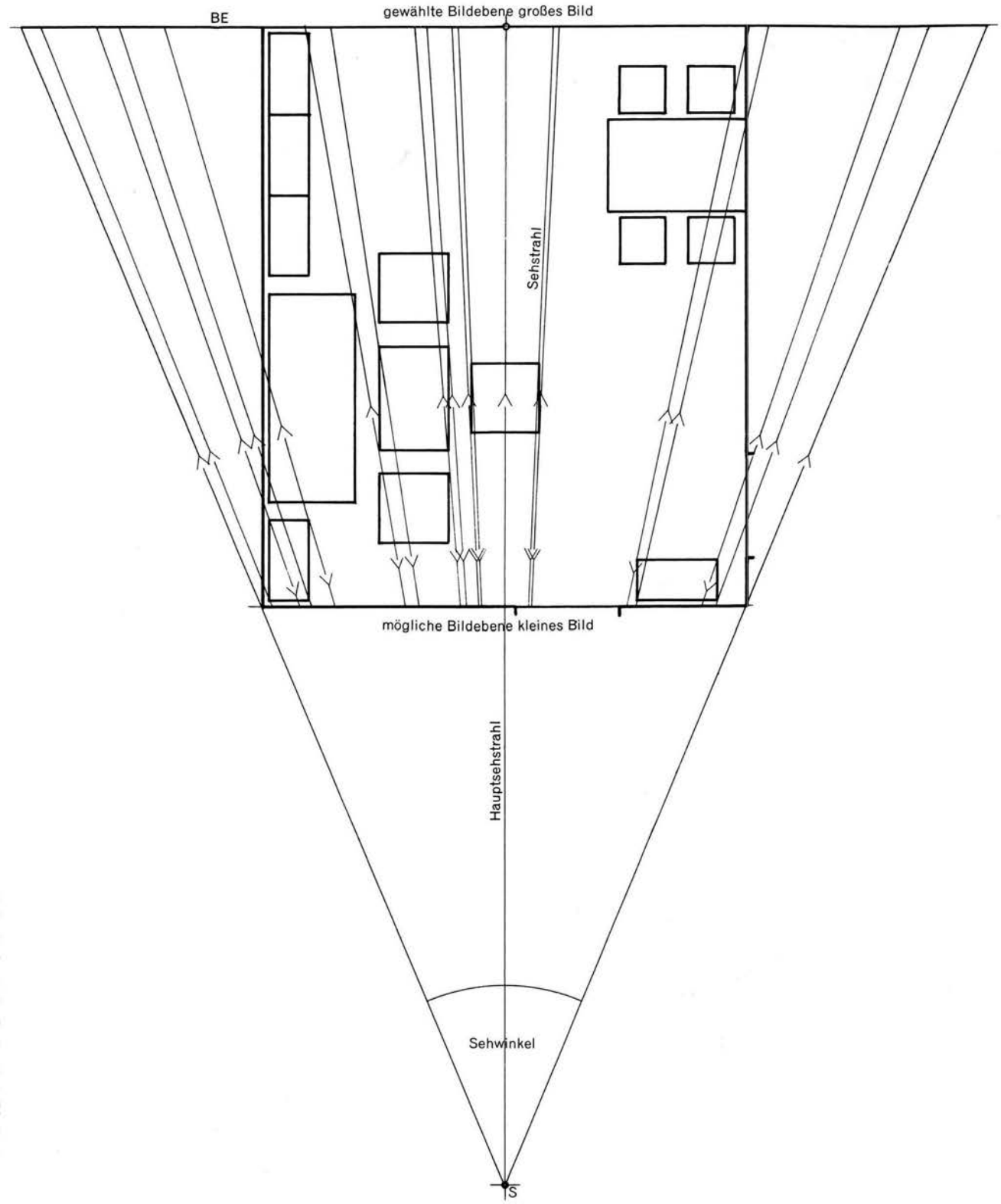


Diese Perspektive mit Sehstrahlen in Grundriß und Seitenriß, die Bildbreiten und Bildhöhen bestimmen, ist allgemein anwendbar und leicht verständlich. Da sie aber überhaupt nicht auf mögliche Erleichterungen und Kontrollen eingeht, wird sie in reiner Form selten, höchstens zur Darstellung sehr komplizierter Objekte, zum Beispiel von Wendeltreppen, benutzt.

Etwa in das obere Brettviertel wird parallel zur langen Brettkante der Hauptsehstrahl-Grundriß gesetzt, darauf der Objektgrundriß (hier M 1 : 50) und der Standpunkt, und zwar so weit entfernt, daß man von ihm aus alles Erwünschte etwa unter 30° sieht. Je nach gewünschter Bildbreite wird mehr oder weniger weit vom Standpunkt senkrecht zum Hauptsehstrahl die Bildebene, die nur als Gerade = Bildebenenspur erscheint, eingeführt. Alle Objekt-Grundrißpunkte werden durch Sehstrahlen auf die Bildebene abgebildet. Senkrecht unter den Grundriß wird im gleichen Maßstab über einer parallel zum Hauptsehstrahl-Grundriß angenommenen Grundebene ein Seitenriß aufgebaut, sofern er nicht schon vorhanden ist und einfach dort aufgeheftet werden kann. In ihm wird die Augenhöhe festgelegt, Bildebene und Augpunkt werden senkrecht von oben heruntergeholt. Sehstrahlen im Seitenriß, vom Augpunkt zu den Objektpunkten, geben an der Bildebene die Höhen aller gewünschten Punkte. Die Höhen werden waagerecht mit der Schiene herübergezogen, die senkrechte Mittelachse des gewünschten Bildes festgelegt und durch ihren Schnittpunkt mit dem Hauptsehstrahl-Grundriß eine 45°-Linie gezogen. An diese werden die Breiten waagerecht übertragen und dann senkrecht heruntergeholt. Die Verbindung der sich sinngemäß ergebenden Schnittpunkte bildet die Perspektive. Die Übertragung der Breiten vom Bildebenen-Grundriß ins Bild kann auch einzeln mit dem Zirkel, waagerecht von der senkrechten Mittelachse aus oder en bloc mit einem Papierstreifen geschehen. Die Konstruktionen im Grundriß und Aufriß müssen nicht unbedingt wie angegeben liegen, wenn sie nur ein und dieselbe Situation von oben und von der Seite darstellen: siehe Abbildungen auf Seite 102 und 103.

Zentralperspektive mit Grundriß

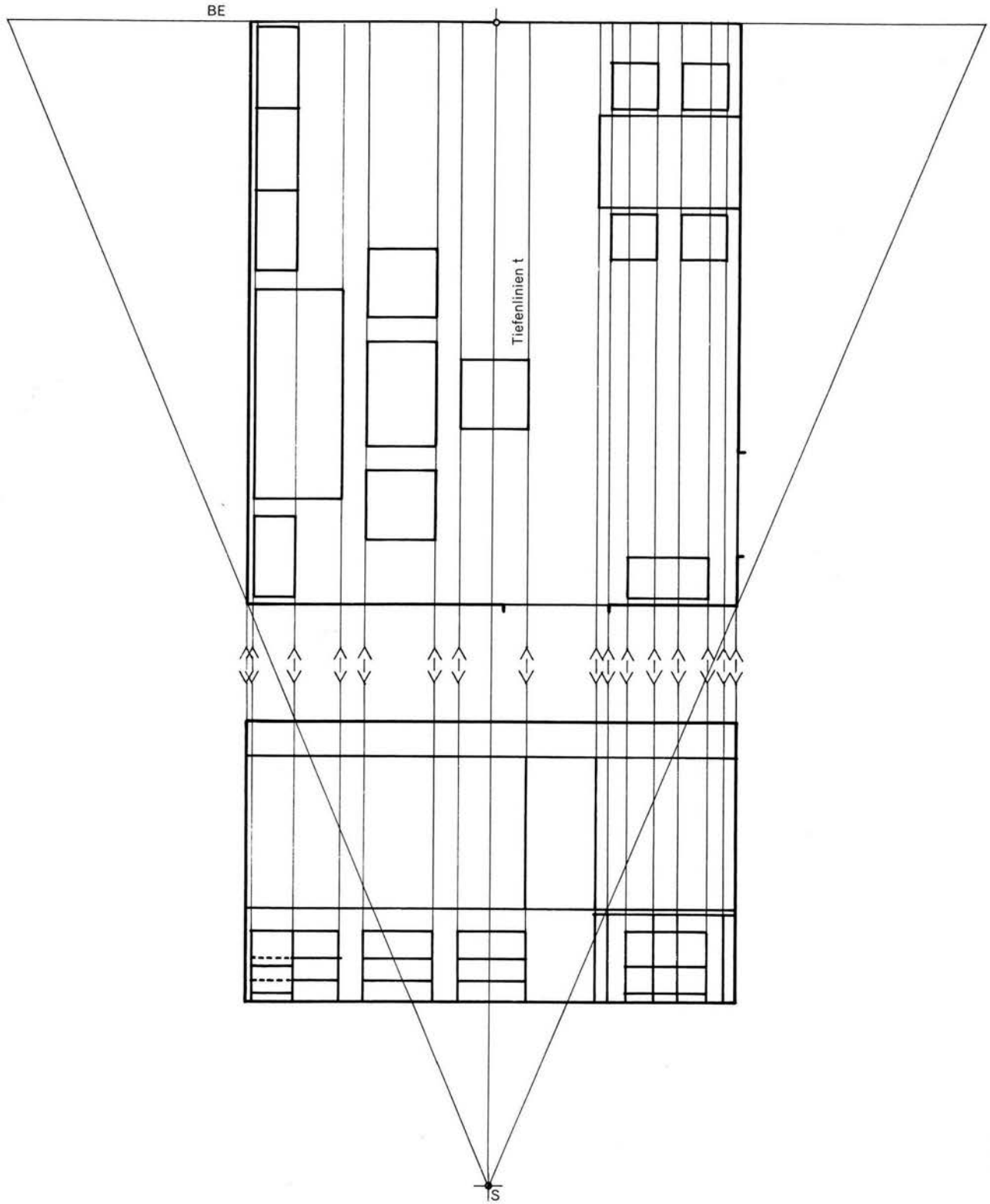
Erforderlich: Grundriß und Aufriß, Maßstab hier 1:50.



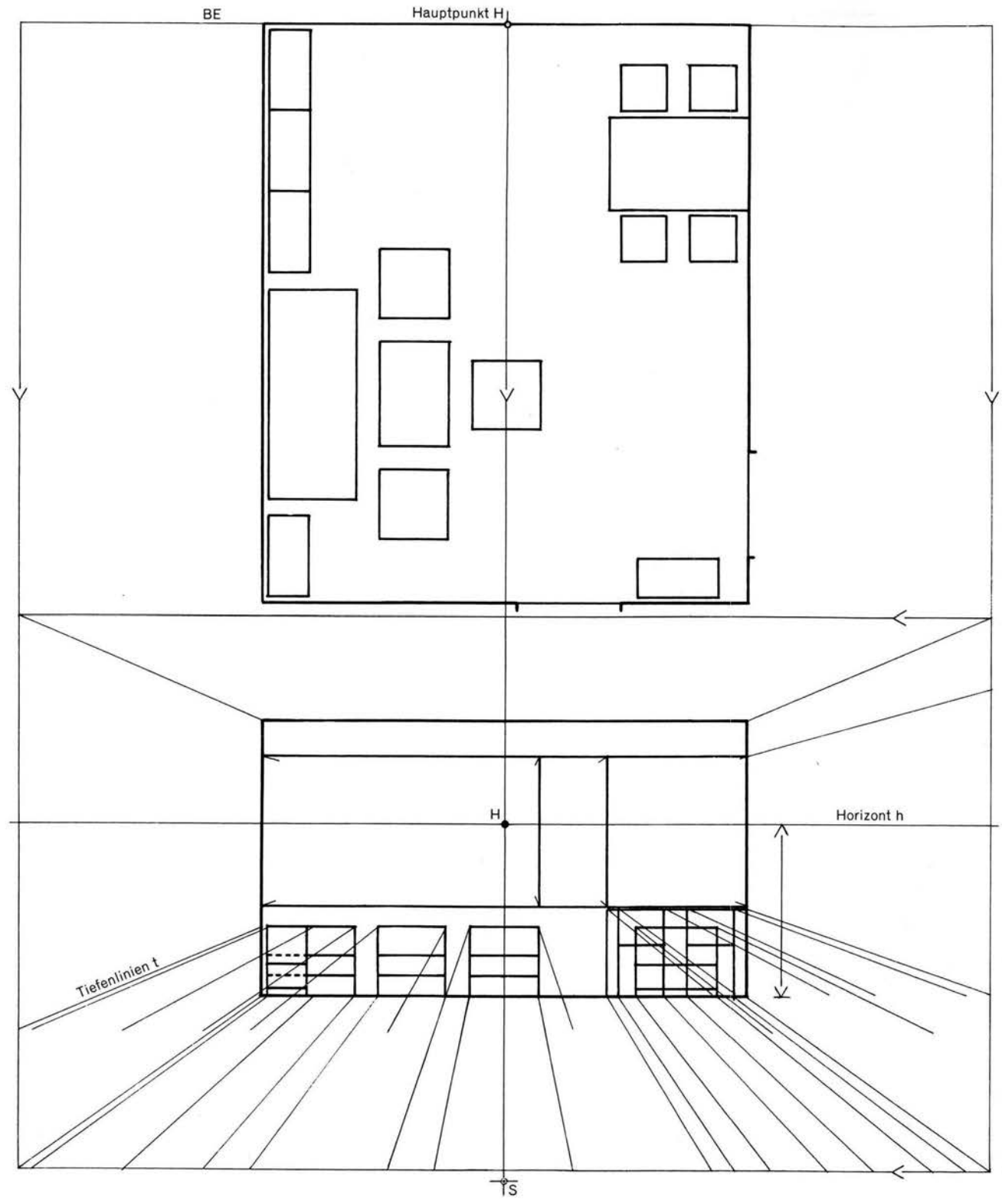
1. Grundriß, Standpunkt, Bildebene.

Zimmer	4,20 ×5,00 m	2,40 m hoch
Eßtisch	1,20 ×0,80 m	0,76 m hoch
Stühle	0,40 ×0,40 m	0,47 m hoch, Lehne 0,76 m
Sessel	0,60 ×0,60 m	0,18; 0,36; 0,60 m hoch
Couchtisch	0,90 ×0,60 m	0,48 m hoch
Couch	1,80 ×0,75 m	0,18; 0,36; 0,60 m hoch
Bord	0,70 ×0,35 m	0,06; 0,30; 0,60 m hoch

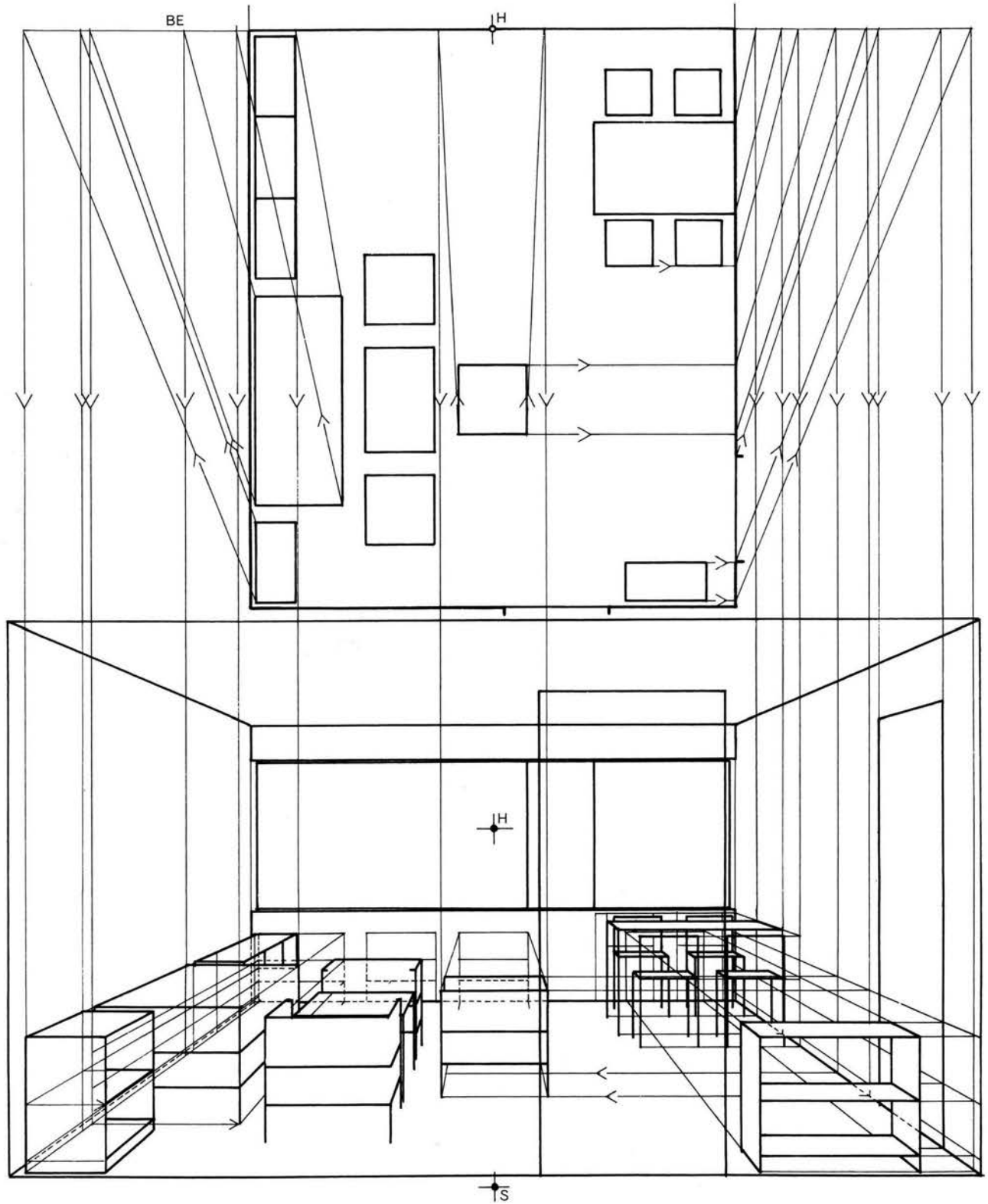
Der Grundriß wird parallel zur Brettkante aufgespannt, der Standpunkt S mittig so davor gesetzt, daß der Sehwinkel, der von ihm aus alles Darzustellende umfaßt, etwa 30–40° (bei Innenräumen bis zu 60°) beträgt. Senkrecht zur Winkelhalbierenden, dem Hauptsehstrahl, wird in beliebiger Entfernung vom Standpunkt, besonders gern in die Vorder- oder Rückwand des Raums, die notwendige Bildflächen-Bildebene BE gelegt. In ihr entsteht als Summe der Durchstoßpunkte der Sehstrahlen Objekt-Standpunkt das Bild. Objektpunkte in der Bildebene sind Bildpunkte. Eine Bildebene vom Standpunkt aus vor dem Grundriß gibt ein kleineres genaueres, eine Bildebene hinter dem Grundriß ein größeres ungenaueres Bild.



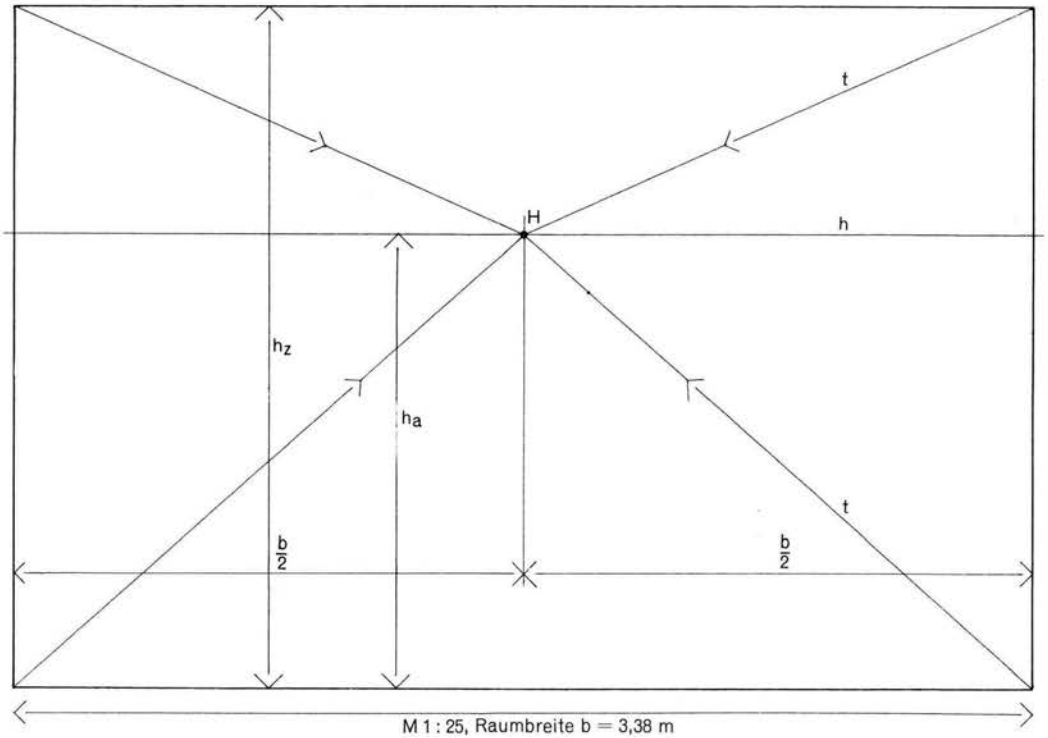
2. Der Aufriß.
Sehstrahlen allein im Grundriß genügen nicht, weil dann die Höhen der Bildpunkte fehlen. Jeder Objektpunkt liegt aber auf einer waagerechten Linie senkrecht zur Bildebene, einer Tiefenlinie t, die zusätzlich abgebildet werden kann. Die Schnittfigur der Tiefenlinien mit der Bildebene ist der Aufriß mit den maßstäblichen Breiten und Höhen; er wird genau vor den Grundriß gelegt. Durch ihn wissen wir von jeder Tiefenlinie einen Punkt. Da gerade Linien auf Ebenen gerade abgebildet werden, man Geraden aber nur zeichnen kann, wenn man zwei Punkte von ihnen hat, fehlt jetzt zu jedem Tiefenlinienbild noch ein Punkt. Glücklicherweise kann man, ohne im greifbaren Bereich einen großen Fehler zu machen, behaupten, daß Parallelen sich im Unendlichen schneiden – und diesen ihnen allen gemeinsamen Punkt in Perspektive darstellen.



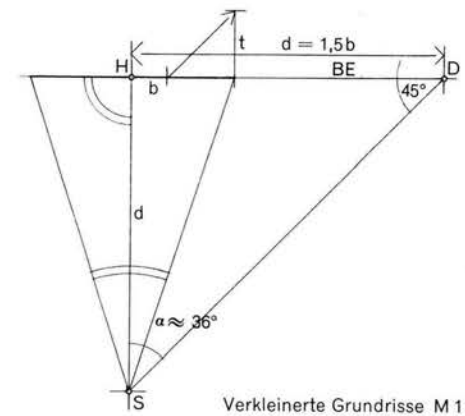
3. Der Hauptpunkt.
Der darzustellende Raum enthält nur Linien dreier Richtungen: die erwähnten Tiefenlinien und senkrechte und waagerechte Bildebenenparallelen. Die Figuren in Ebenen parallel zur Bildebene werden in der Perspektive nur in ihren Größen, nicht in ihren Winkeln und Längenverhältnissen geändert. Geraden parallel zueinander und parallel zur Bildebene bleiben parallel. Visiert man Punkte an, die auf Tiefenlinien immer weiter entfernt liegen, so rücken ihre Bilder immer näher zum Bildebenenpunkt des (tiefenlinienparallelen) Hauptsehstrahls, dem Hauptpunkt, hin, in dem sie, der Zeichenungenauigkeit wegen, endlich zusammenfallen: der Hauptpunkt in Bildmitte und Augenhöhe auf dem Horizont ist der Fluchtpunkt der Tiefenlinien. Von ihm aus werden durch alle Aufrißpunkte die Tiefenlinien-Bildgeraden gezogen.

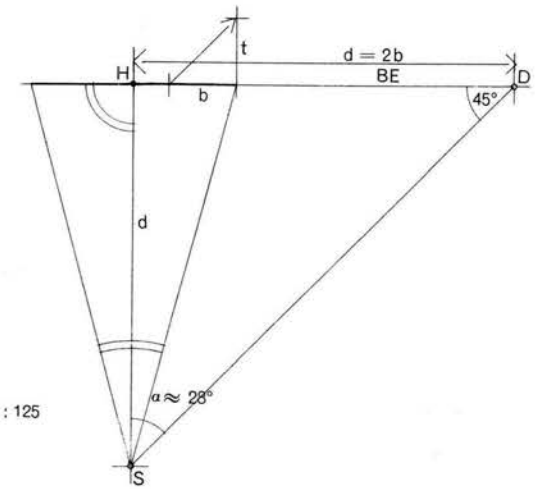


4. Das Bild.
Die im Grundriß mit Sehstrahlen erhaltenen Bildpunkte werden parallel zum Hauptsehstrahl auf die entsprechenden Tiefenlinien heruntergeholt und die fehlenden notwendigen Zwischenlinien, die Bilder der bildebenenparallelen Objektkanten, aufrißparallel eingezogen. Das Ergebnis wird aber in Bildmitte wegen der schleifenden Schnitte ungenau. Man zieht deshalb Objektgrundrißpunkte in der Mitte waagerecht quer an die Wand, projiziert sie vom Standpunkt aus an die Bildebene, holt die Bildpunkte senkrecht herunter zu den entsprechenden Tiefenlinien und schiebt sie dann waagerecht wieder zur Mitte zurück. Auch übereck stehende Möbel können ins Bild konstruiert werden, machen aber doppelte Arbeit und werden ungenau, wenn man sich nicht um ihre besonderen, wie auf Seite 40–43 zu ermittelnden Fluchtpunkte kümmert. Einzelheiten wie Polsterungen und Beinschrägen werden freihändig eingetragen.

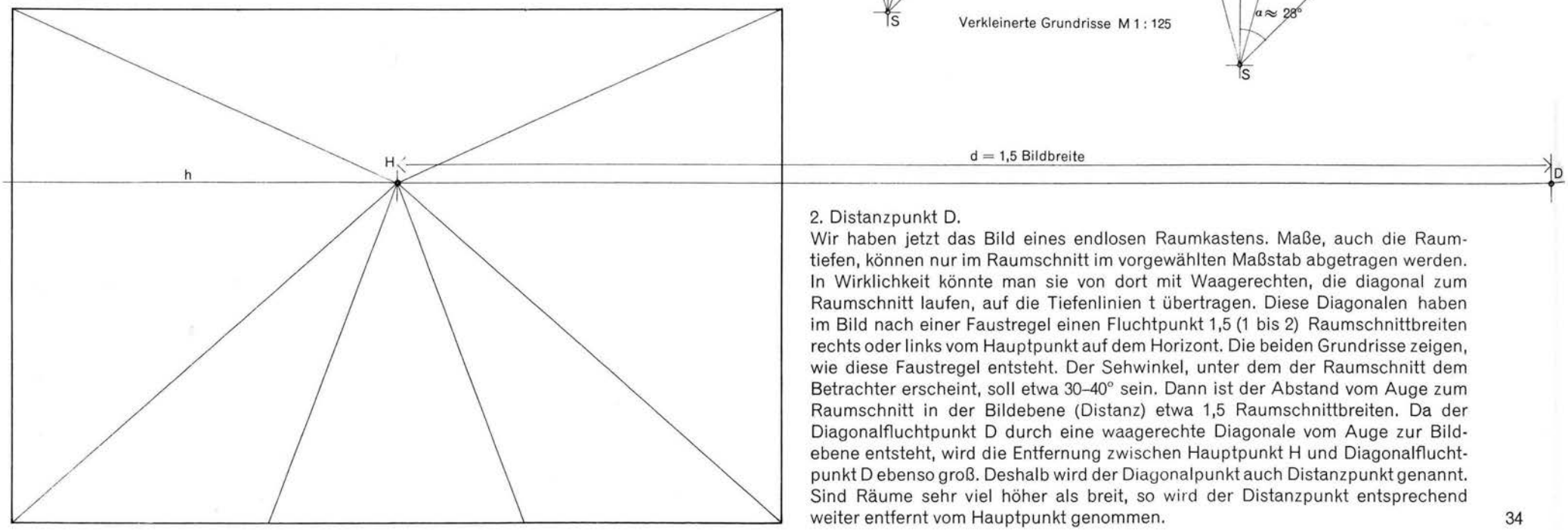


1. Raumquerschnitt, Hauptpunkt H.
Die Zentralperspektive ohne Grundriß wird aus einem Raumquerschnitt etwa in beabsichtigter Bildgröße entwickelt. Hier ist M 1 : 25 genommen, der Raum ist 3,38 m breit und 2,25 m hoch. Die Augenhöhe h_a ist 1,50 m. Das Verhältnis Augenhöhe h_a zu Zimmerhöhe h_z sollte zahlenmäßig einfach sein, hier ist es 2 : 3. In Augenhöhe = 1,50 m wird waagerecht der Horizont h gezogen. In die Mitte auf den Horizont wird der Hauptpunkt H gesetzt. Zu ihm hin zeichnet man die Bilder sämtlicher, in Wirklichkeit zum Raumquerschnitt senkrechter Geraden-Tiefenlinien t. Den Hauptpunkt außermittig ins Bild zu setzen und damit eine Raumseite hervorzuheben, ist bequem aber unkorrekt. Dazu gehört eine Übereckperspektive.

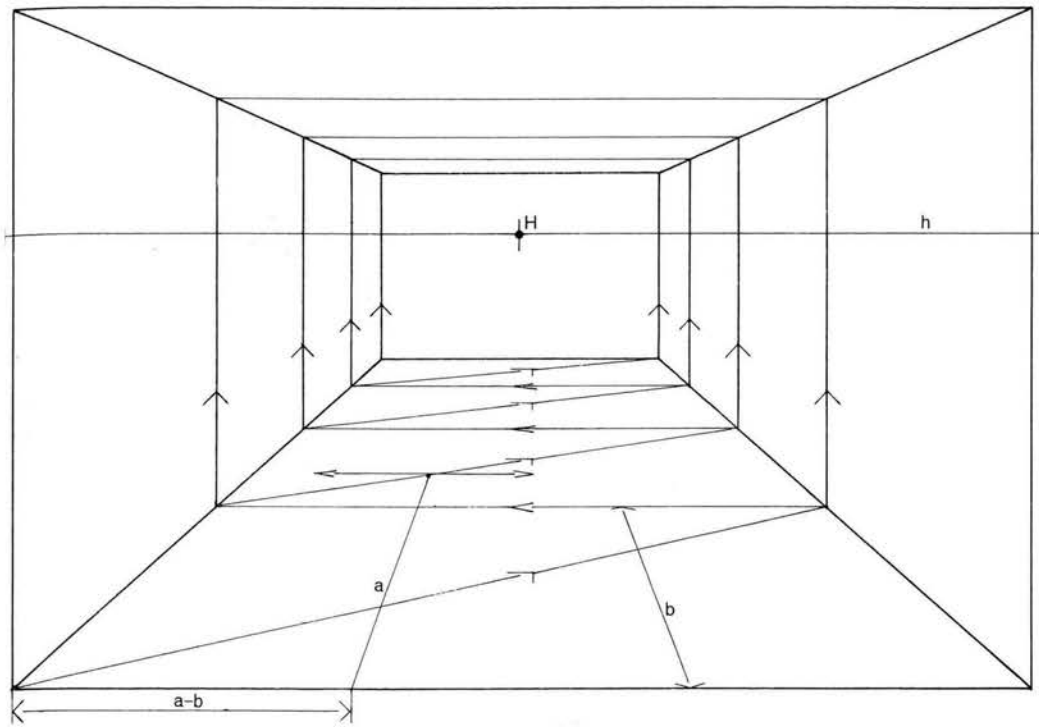




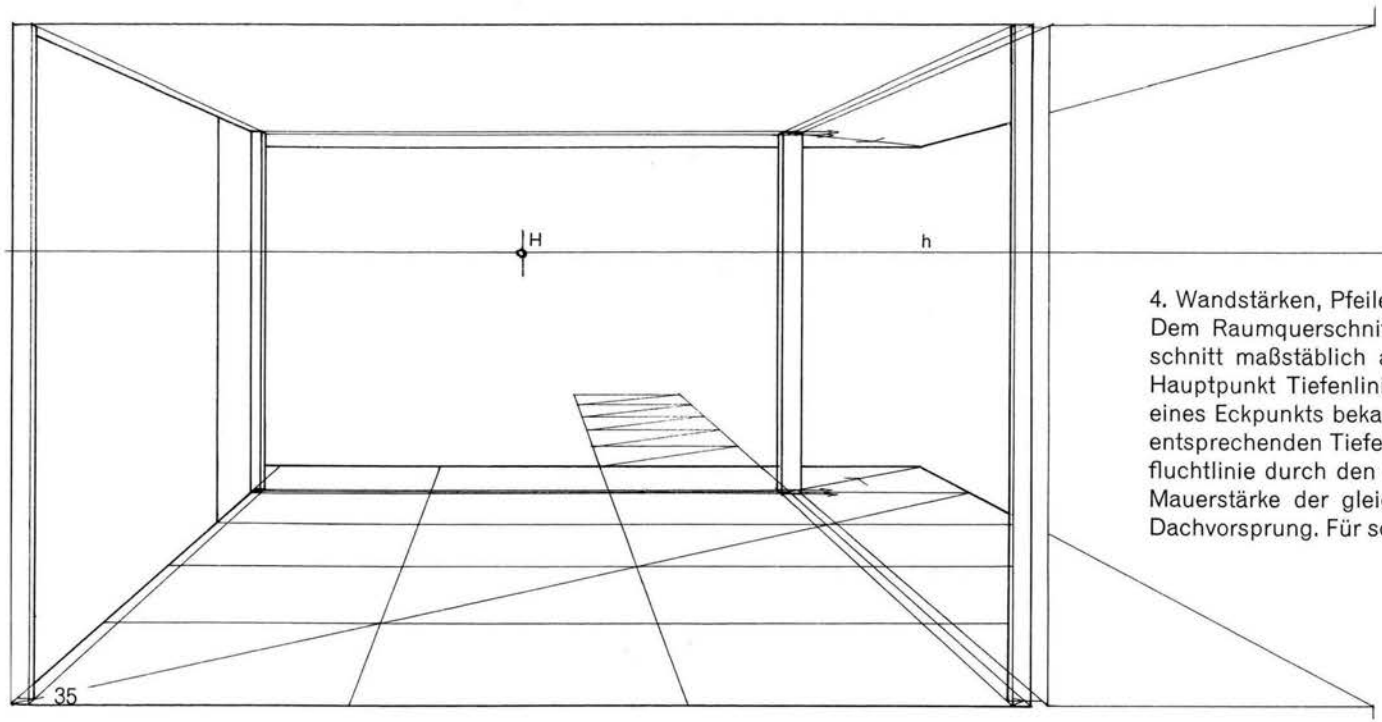
Verkleinerte Grundrisse M 1 : 125



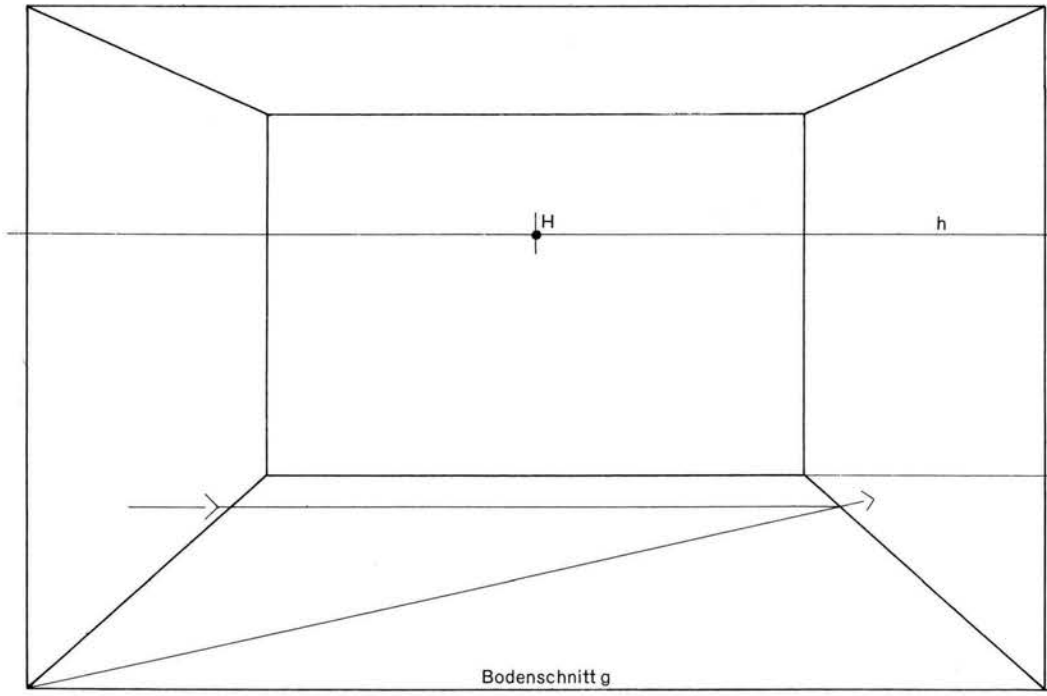
2. Distanzpunkt D.
Wir haben jetzt das Bild eines endlosen Raumkastens. Maße, auch die Raumtiefen, können nur im Raumschnitt im vorgewählten Maßstab abgetragen werden. In Wirklichkeit könnte man sie von dort mit Waagerechten, die diagonal zum Raumschnitt laufen, auf die Tiefenlinien t übertragen. Diese Diagonalen haben im Bild nach einer Faustregel einen Fluchtpunkt 1,5 (1 bis 2) Raumschnittbreiten rechts oder links vom Hauptpunkt auf dem Horizont. Die beiden Grundrisse zeigen, wie diese Faustregel entsteht. Der Sehwinkel, unter dem der Raumschnitt dem Betrachter erscheint, soll etwa 30–40° sein. Dann ist der Abstand vom Auge zum Raumschnitt in der Bildebene (Distanz) etwa 1,5 Raumschnittbreiten. Da der Diagonalfluchtpunkt D durch eine waagerechte Diagonale vom Auge zur Bildebene entsteht, wird die Entfernung zwischen Hauptpunkt H und Diagonalfluchtpunkt D ebenso groß. Deshalb wird der Diagonalpunkt auch Distanzpunkt genannt. Sind Räume sehr viel höher als breit, so wird der Distanzpunkt entsprechend weiter entfernt vom Hauptpunkt genommen.



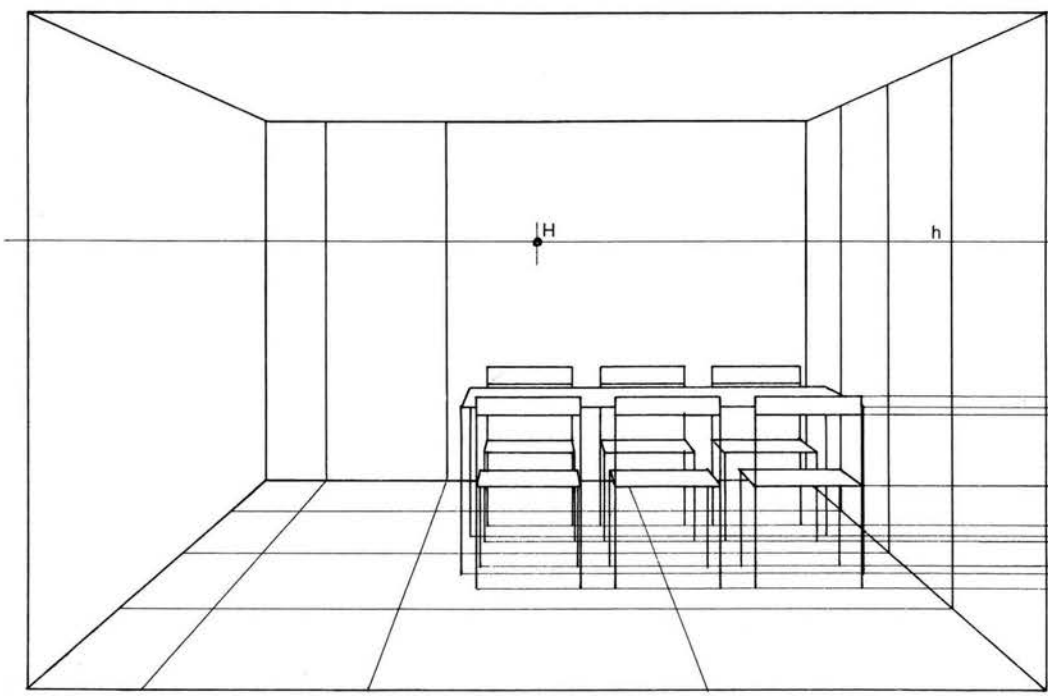
3. Raumtiefenbestimmung.
Man zieht von der linken vorderen Raumschnittecke eine Linie zum Distanzpunkt. Wo sie die rechte Raumkante schneidet, wird eine Waagerechte quer gezogen. Das abgeschnittene Bodenstück ist in Wirklichkeit quadratisch. Soll der Raum tiefer sein, so zeichnet man durch die linke hintere Ecke des Quadrates eine weitere Diagonalfluchtlinie, durch deren Schnittpunkt mit der anderen Raumkante eine weitere Waagerechte usw. Nicht rastermäßige Tiefen werden im Boden- oder Deckenschnitt von der rechten Wand aus nach links im Raumschnittmaßstab aufgetragen. Wo die perspektivische Diagonale durch den Maßpunkt die entsprechende perspektivische Wandkante schneidet, ist die gewünschte Tiefe. Man kann die Tiefen übrigens auch in der Wandebene konstruieren, indem man zum Beispiel den Distanzpunkt um d senkrecht über H setzt und die Tiefenmaße in der Wandspur von der Decke aus nach unten abträgt.



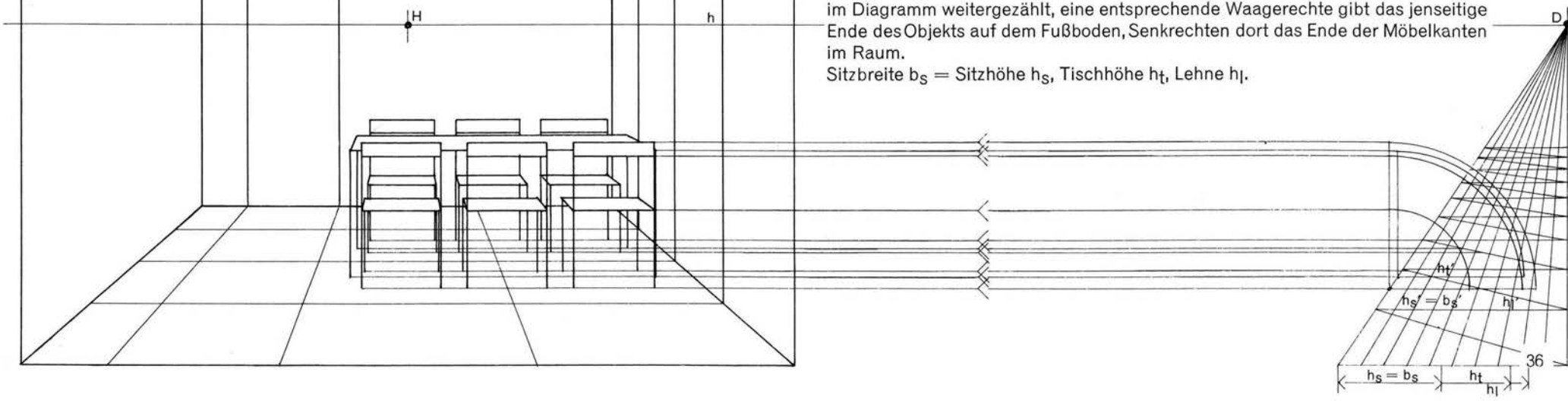
4. Wandstärken, Pfeiler, Dachüberstände.
Dem Raumquerschnitt werden Pfeiler- und Mauerstärken, Dach und Fensterschnitt maßstäblich an- oder eingefügt und durch die Schnitteckpunkte zum Hauptpunkt Tiefenlinien gezogen. Ist von einem Pfeilerfuß oder -kopf die Lage eines Eckpunkts bekannt, so gibt eine Waagerechte durch diesen Punkt auf den entsprechenden Tiefenlinien die Fensterlaibung oder Pfeilerbreite, eine Diagonalfluchtlinie durch den Punkt, falls der Pfeiler quadratisch ist, die Pfeilertiefe, die Mauerstärke der gleichstarken Rückwand oder den übers Eck gleichmäßigen Dachvorsprung. Für schwierigere Situationen ist diese Methode nicht geeignet.

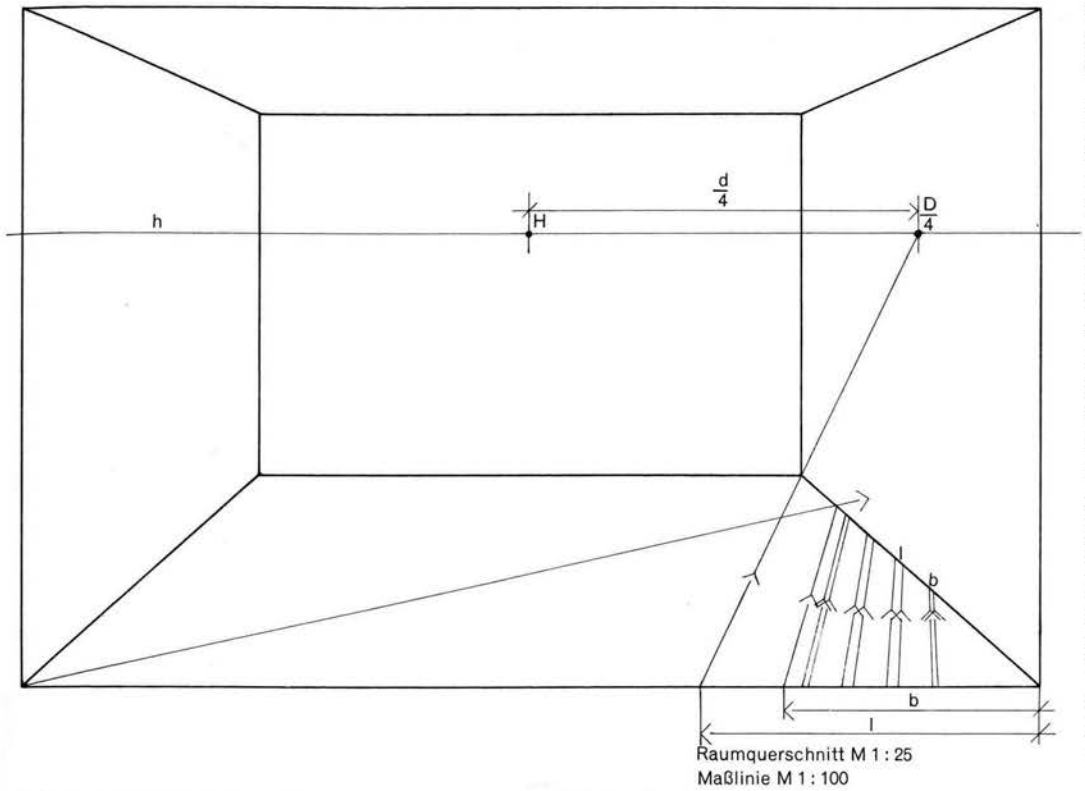


5. Gefühlsmäßige Distanzpunktermittlung, Diagramm.
Man schneidet von dem endlosen perspektivischen Raum ein Stück Boden waagerecht ab, das in Wahrheit quadratisch sein könnte. Die Verlängerung der Diagonalen darin ergibt auf dem Horizont den Distanzpunkt.
Diagramm nennt man die wiederholte Konstruktion perspektivischer Quadrate mittels Diagonalen und Tiefenlinien von dem zehngeteilten Meter oder dem Bauachsmaß in Boden- oder Deckenschnitthöhe zum Distanzpunkt hin. In dem vom Bodenschnitt aus gezeichneten Diagramm kann man die Entfernung jedes Gegenstand-Bodenpunktes vom Raumschnitt (= Bildebene) abzählen. In dem ermittelten Punkt zieht man eine Waagerechte; auf ihr könnte zum Beispiel ein Möbelstück auf dem Boden anfangen.



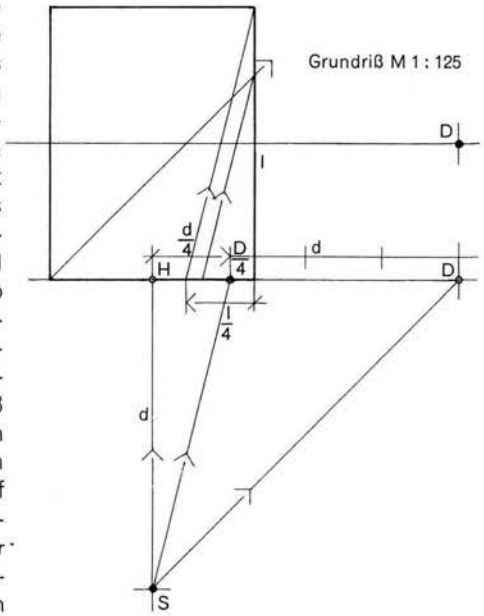
6. Höhen und Breiten.
Auf der Waagerechten kann man im Diagramm alle zu dieser Tiefe gehörigen, zum Raumschnitt parallelen Maße bis 1 m abgreifen, einerlei, ob es sich um Höhen, Breiten oder Schrägen handelt. Mit den im Diagramm verkürzten Möbel-Wand-Abständen, -Breiten und -Höhen, zum Beispiel h_S', b_S', h_t', können die vorderen Möbelseiten unschwer gezeichnet werden. Die Kanten rechtwinkliger, rechtwinklig aufgestellter Möbel laufen von dort zum Hauptpunkt. Die Möbelbreite wird im Diagramm weitergezählt, eine entsprechende Waagerechte gibt das jenseitige Ende des Objekts auf dem Fußboden, Senkrechten dort das Ende der Möbelkanten im Raum.
Sitzbreite b_S = Sitzhöhe h_S, Tischhöhe h_t, Lehne h_l.

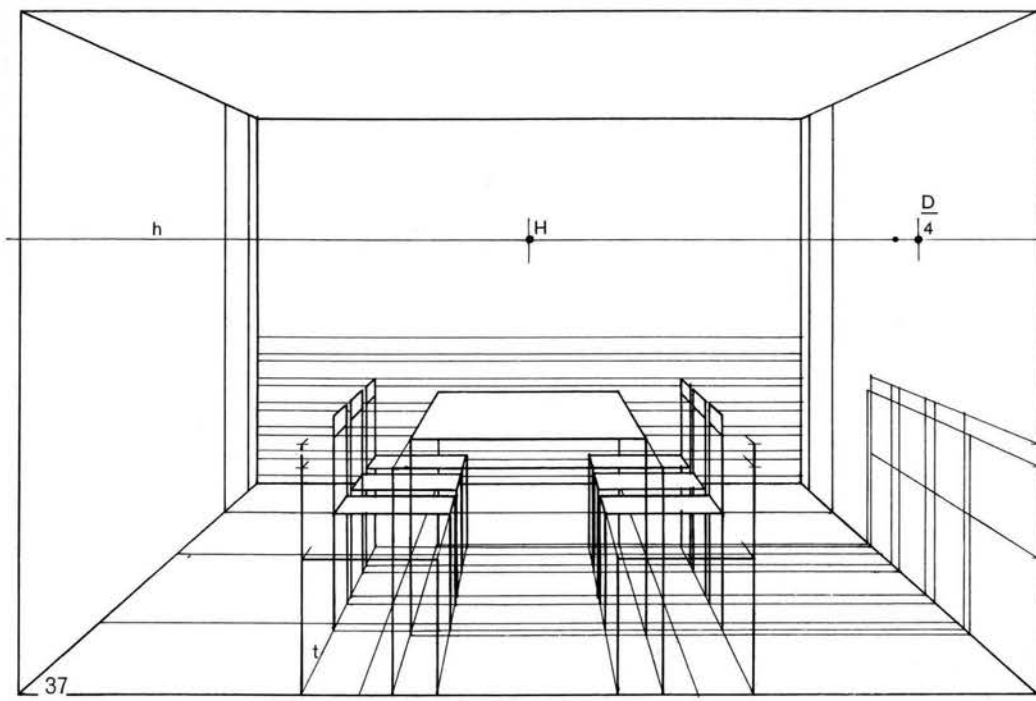




Raumquerschnitt M 1 : 25
Maßlinie M 1 : 100

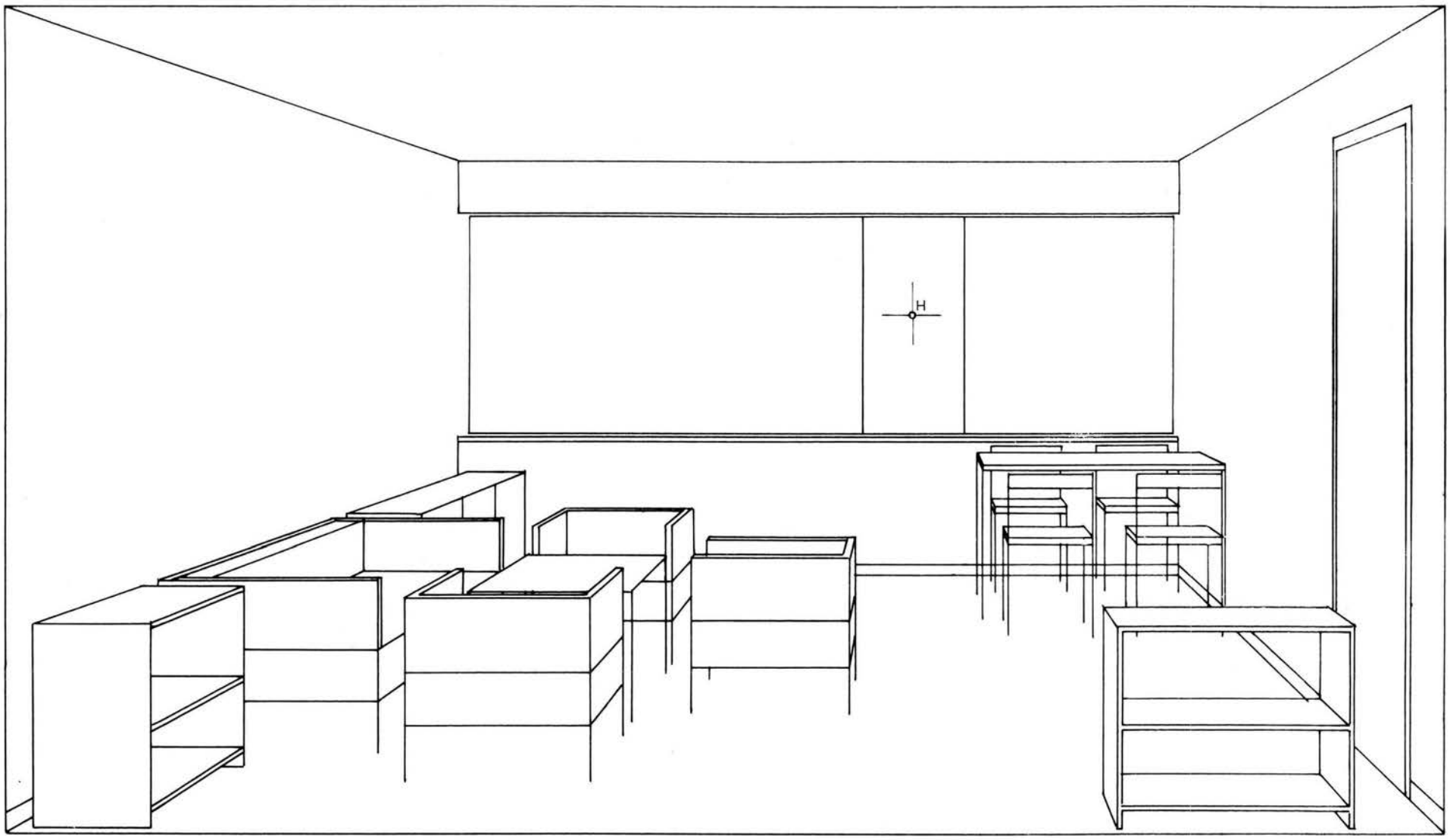
7. Teil-Distanzpunkt.
Die äußerste Freiheit bei der Anlage einer Zentralperspektive ohne Grundriß ist die, in dem gezeichneten perspektivisch endlosen Raum beliebig so viel abzuschneiden, wie für die Aufgabe richtig erscheint. Man trägt die Tiefe l des Raumes mit ihren etwaigen Unterteilungen im Raumbodenschnitt von einer Ecke aus in beliebigem Maßstab auf. Eine Gerade vom freien Maßende durch die hintere Raumecke schneidet dann den Horizont in einem Punkt, von dem aus die ganze Kante mit Strahlen zur Maßlinie perspektivisch richtig eingeteilt werden kann. Wird trotzdem noch der Distanzpunkt gebraucht, so kann er durch die Diagonale in einem quadratischen Bodenstück b × b gefunden werden. Umgekehrt: Ist man sich klar darüber, welche Distanz man braucht, das Brett aber so klein, daß der Distanzpunkt – oder die Raumtiefen im Raumschnittmaßstab – nicht gezeichnet werden können, so kann man die Distanz beliebig auf Bruchteile verkürzen, wenn man nur die im Bodenschnitt angetragenen Raumtiefen in *gleicher* Weise verkürzt. Zum Beispiel: Der Teildistanzpunkt D_4 liegt im Abstand ¼d von H. Dann müssen sich der Maßstab des Raumschnittes und der der Maßlinie wie 1 : 4 verhalten.





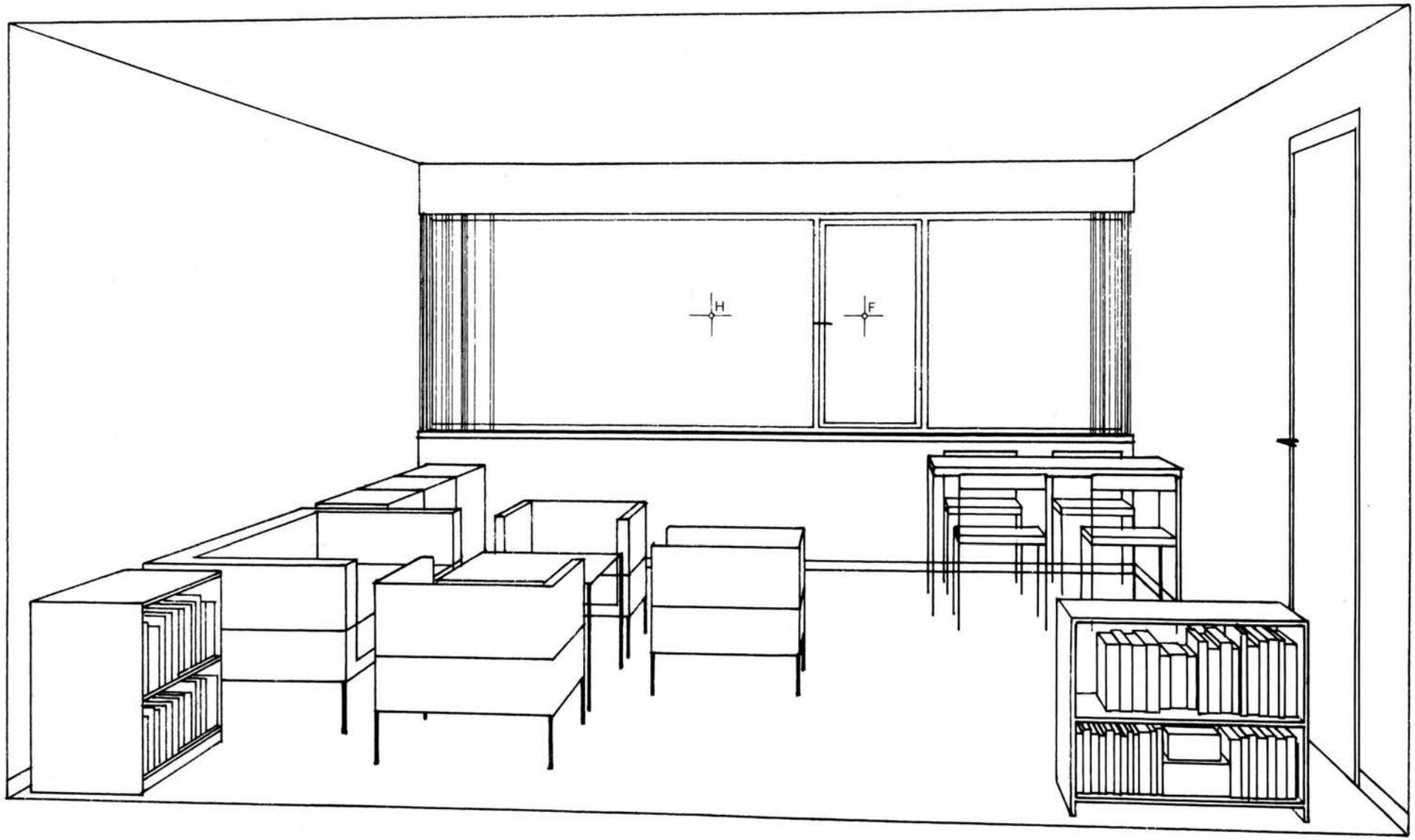
8. Konstruktion vom Raumquerschnitt aus.
Statt die Möbel im Raum vom Diagramm aus aufzubauen, kann man auch vom Raumquerschnitt, hier M 1 : 25, ausgehen. Die Möbel werden maßstäblich eingezeichnet, als wären sie durchgeschnitten. Auf den Tiefenlinien t durch die Eckpunkte zum Hauptpunkt liegen im Bild die Seitenkanten der Möbel. Die Tiefe erhält man auf dem Fußboden wie oben mittels Teildistanzpunkt oder durch Waagerechten vom Diagramm aus (siehe Seite 36 oben). Verdreht stehende Körper lassen sich ohne Grundriß schlecht konstruieren. Freie Formen kann man in Hüllkörper freihändig einzeichnen.

Innenraum exzentrisch zentral gesehen



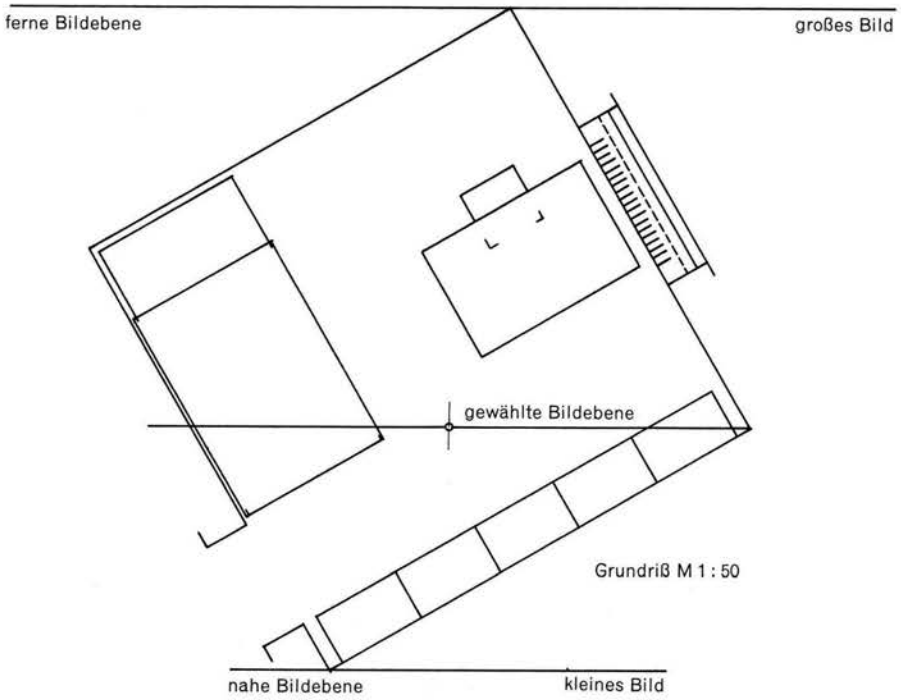
Hier ist die Perspektive von Seite 34–37 mit seitlich verschobenem Augpunkt ausgeführt. Das Ergebnis entspricht einem seitlichen Ausschnitt aus einem Weitwinkelfoto: eine Bildseite ist auseinandergezerrt hervorgehoben.

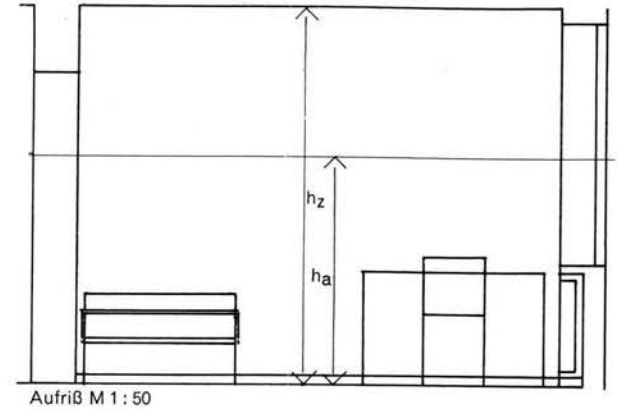
Innenraum leicht übereck gesehen

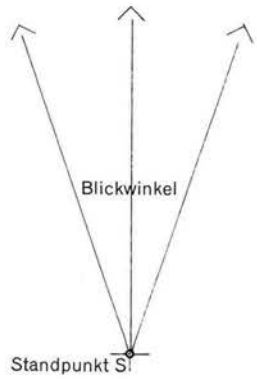


In dieser ganz leichten Übereckperspektive sieht der Raum weniger steif aus: Übereckperspektive mildert harte Ordnung und Symmetrie, Zentralperspektive strafft Unordnung und setzt sich weniger vom Bildrahmen ab.

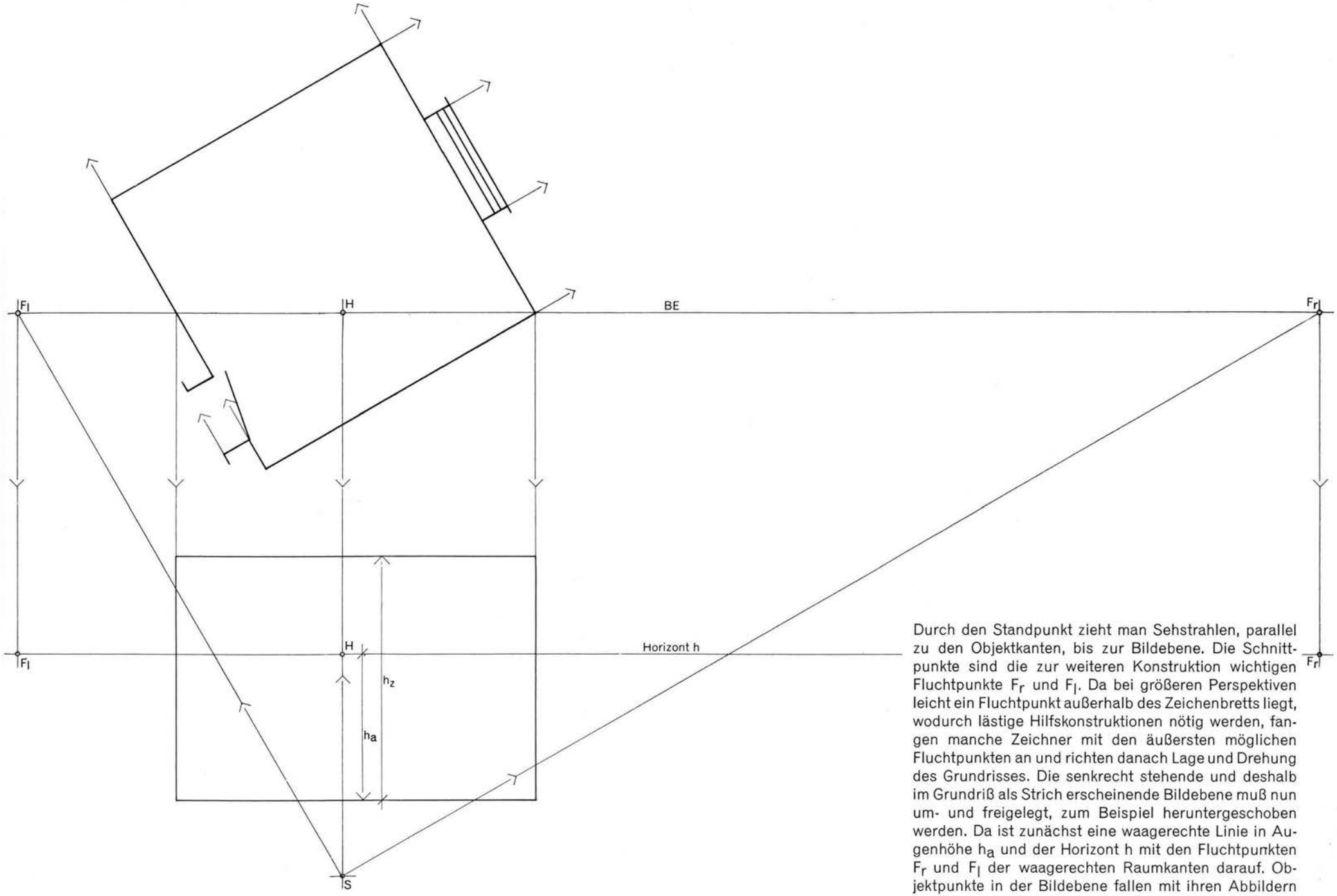
Übereckperspektive mit Sehstrahlen konstruiert



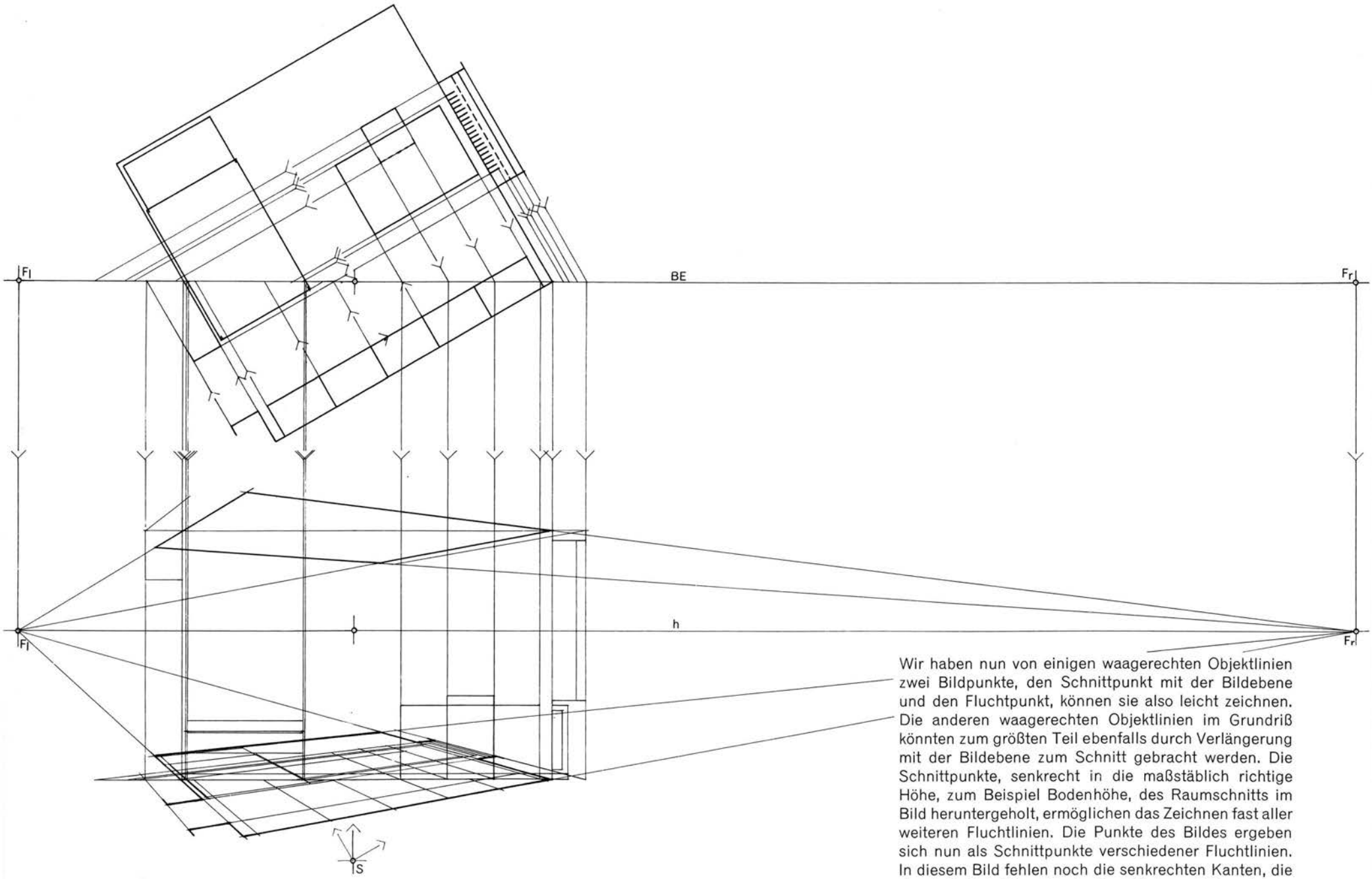




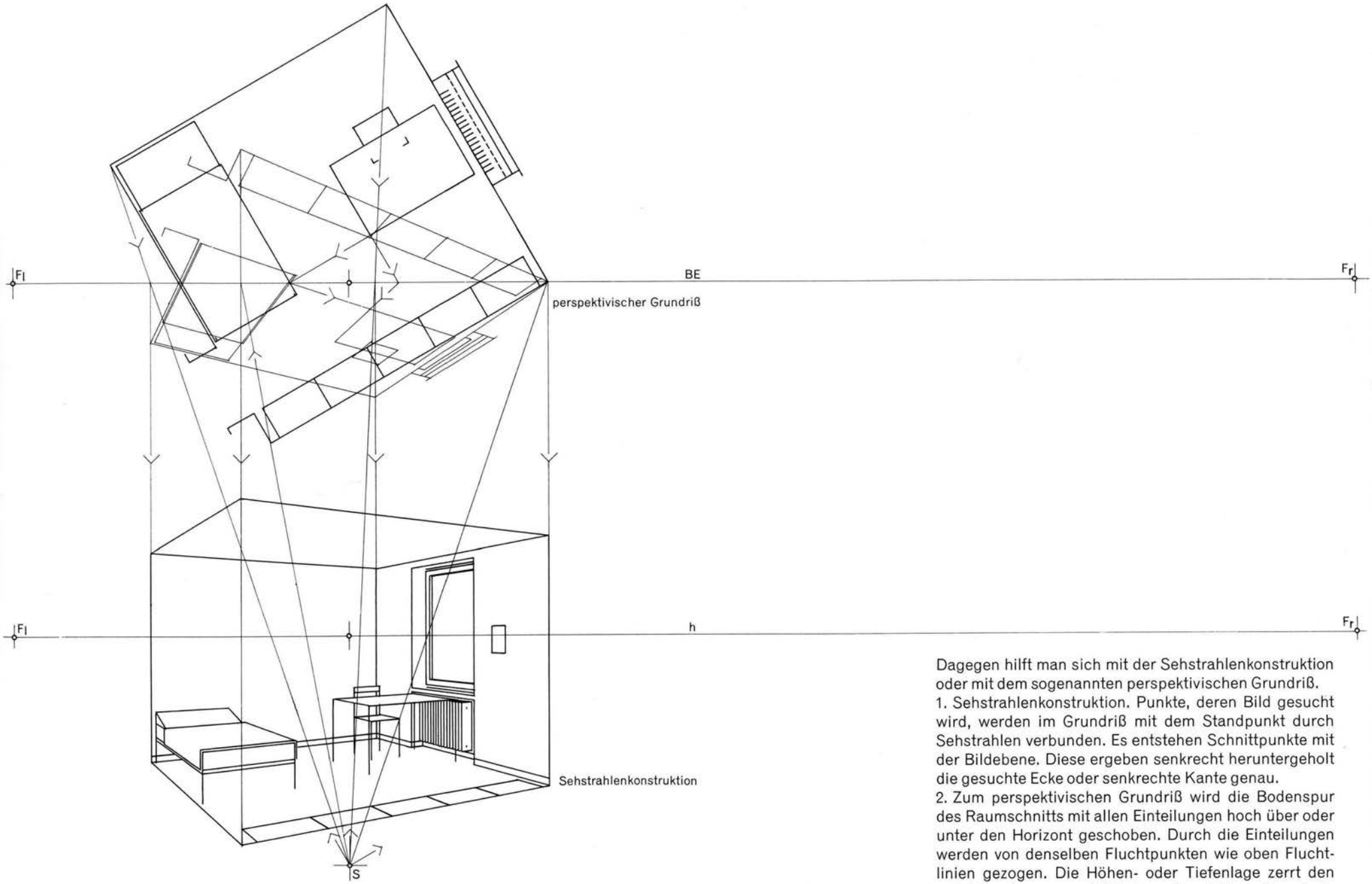
Zur Herstellung einer Übereckperspektive muß das Objekt in Grund- und Aufriß bekannt sein. Günstig sind Risse in ungefähr der beabsichtigten Bildgröße. Der Grundriß wird nach Gutdünken gedreht und ein Standpunkt so davor gesetzt, daß man alles Erwünschte zwischen 30–45° sieht. Ein kleinerer Blickwinkel gibt zu wenig Übersicht, ein größerer zuviel Verzerrung (Tele- und Weitwinkelobjektiv). Die Hauptblickrichtung nimmt man parallel zur kurzen Brettkante. Eine Bildebene wird senkrecht zur Hauptblickrichtung gestellt; Schräglage erzeugt unnötige Verzerrung. Auf der Bildebene entsteht als Summe der Durchstoßpunkte der Sehstrahlen vom Objekt zum Standpunkt das Bild. Die Entfernung Bildebene-Standpunkt bestimmt die Bildgröße oder umgekehrt, gemäß dem Strahlensatz.



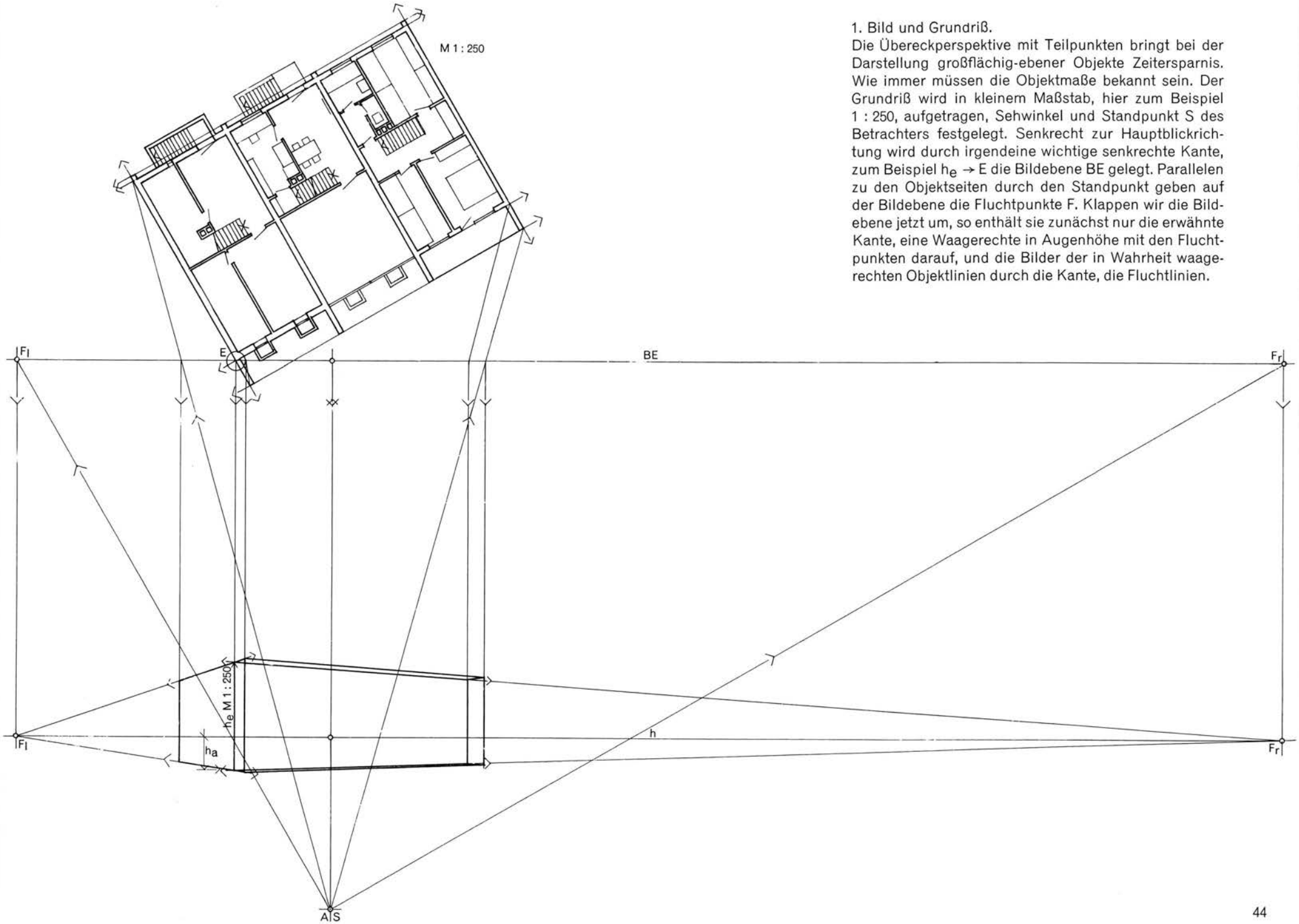
Durch den Standpunkt zieht man Sehstrahlen, parallel zu den Objektkanten, bis zur Bildebene. Die Schnittpunkte sind die zur weiteren Konstruktion wichtigen Fluchtpunkte F_r und F_l. Da bei größeren Perspektiven leicht ein Fluchtpunkt außerhalb des Zeichenbretts liegt, wodurch lästige Hilfskonstruktionen nötig werden, fangen manche Zeichner mit den äußersten möglichen Fluchtpunkten an und richten danach Lage und Drehung des Grundrisses. Die senkrecht stehende und deshalb im Grundriß als Strich erscheinende Bildebene muß nun um- und freigelegt, zum Beispiel heruntergeschoben werden. Da ist zunächst eine waagerechte Linie in Augenhöhe h_a und der Horizont h mit den Fluchtpunkten F_r und F_l der waagerechten Raumkanten darauf. Objektpunkte in der Bildebene fallen mit ihren Abbildern zusammen. Deshalb kann der Schnitt des Objekts mit der Bildebene – und nur er! – einfach vom Grundriß senkrecht heruntergeholt und mit den maßstäblichen Höhen, zum Beispiel h_z, gezeichnet werden.



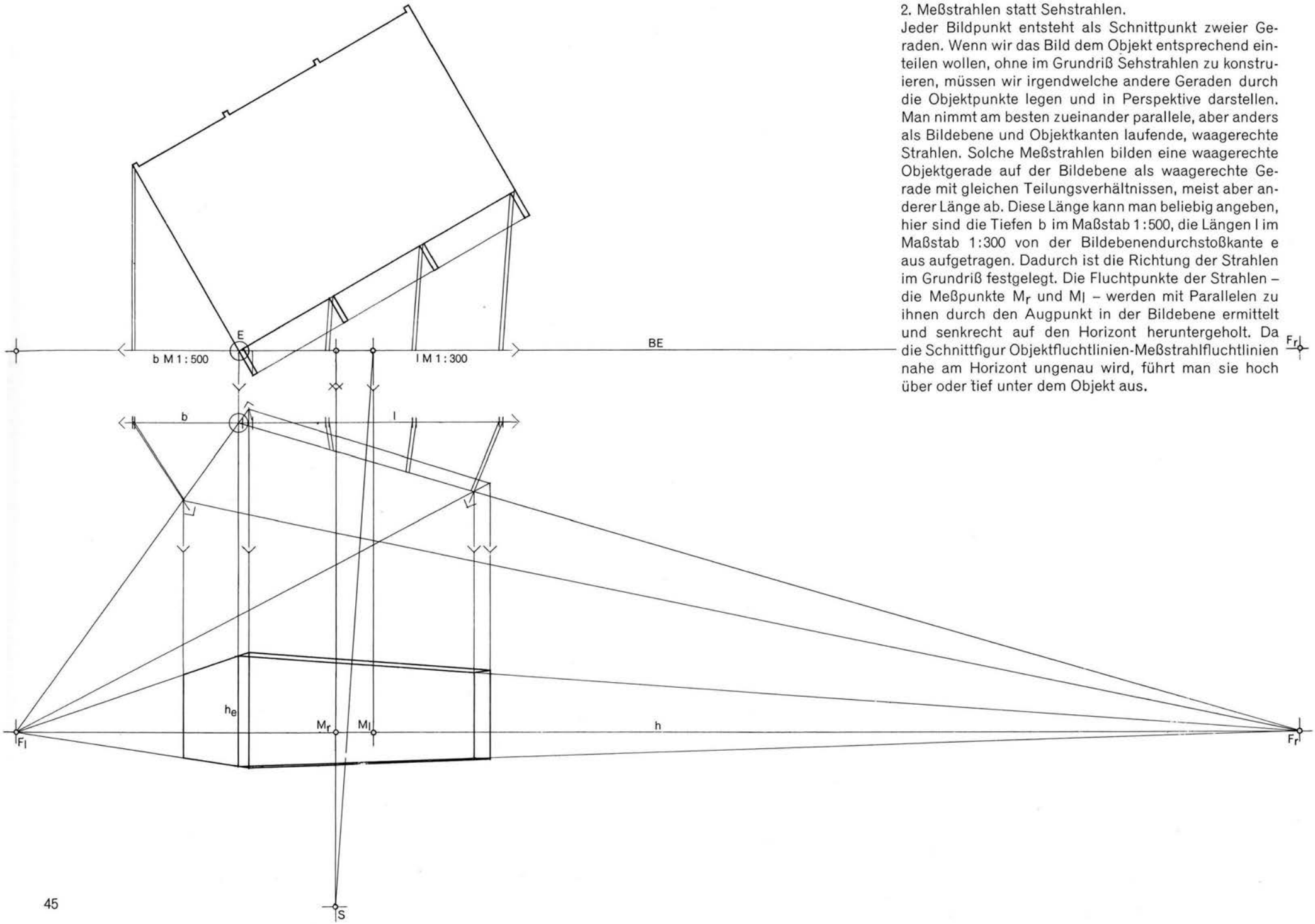
Wir haben nun von einigen waagerechten Objektlinien zwei Bildpunkte, den Schnittpunkt mit der Bildebene und den Fluchtpunkt, können sie also leicht zeichnen. Die anderen waagerechten Objektlinien im Grundriß könnten zum größten Teil ebenfalls durch Verlängerung mit der Bildebene zum Schnitt gebracht werden. Die Schnittpunkte, senkrecht in die maßstäblich richtige Höhe, zum Beispiel Bodenhöhe, des Raumschnitts im Bild heruntergeholt, ermöglichen das Zeichnen fast aller weiteren Fluchtlinien. Die Punkte des Bildes ergeben sich nun als Schnittpunkte verschiedener Fluchtlinien. In diesem Bild fehlen noch die senkrechten Kanten, die durch die Schnittpunkte der Fluchtlinien miteinander gezogen werden müssen. Leider ist der Schnittwinkel der Fluchtlinien oft so spitz, daß man die Senkrechten unmöglich genau zeichnen kann.



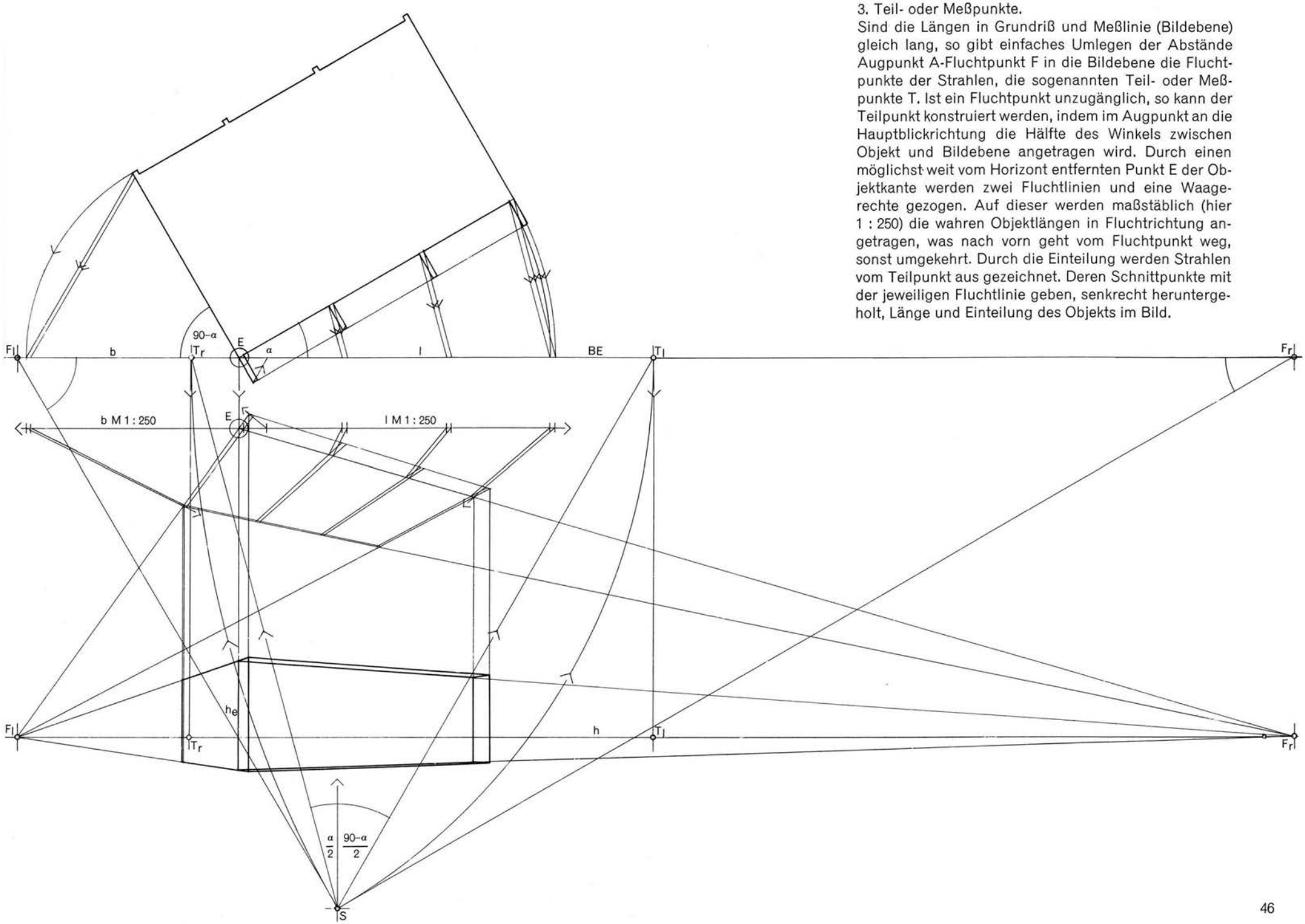
Dagegen hilft man sich mit der Sehstrahlenkonstruktion oder mit dem sogenannten perspektivischen Grundriß.
1. Sehstrahlenkonstruktion. Punkte, deren Bild gesucht wird, werden im Grundriß mit dem Standpunkt durch Sehstrahlen verbunden. Es entstehen Schnittpunkte mit der Bildebene. Diese ergeben senkrecht heruntergeholt die gesuchte Ecke oder senkrechte Kante genau.
2. Zum perspektivischen Grundriß wird die Bodenspur des Raumschnitts mit allen Einteilungen hoch über oder unter den Horizont geschoben. Durch die Einteilungen werden von denselben Fluchtpunkten wie oben Fluchtlinien gezogen. Die Höhen- oder Tiefenlage zerrt den entstehenden perspektivischen Grundriß außerordentlich auseinander, macht ihn klarer und genauer. Die Schnitte der Fluchtlinien werden senkrecht ins Bild heruntergeholt.



1. Bild und Grundriß.
Die Übereckperspektive mit Teilpunkten bringt bei der Darstellung großflächig-ebener Objekte Zeitersparnis. Wie immer müssen die Objektmaße bekannt sein. Der Grundriß wird in kleinem Maßstab, hier zum Beispiel 1 : 250, aufgetragen, Sehwinkel und Standpunkt S des Betrachters festgelegt. Senkrecht zur Hauptblickrichtung wird durch irgendeine wichtige senkrechte Kante, zum Beispiel $h_e \rightarrow E$ die Bildebene BE gelegt. Parallelen zu den Objektseiten durch den Standpunkt geben auf der Bildebene die Fluchtpunkte F. Klappen wir die Bildebene jetzt um, so enthält sie zunächst nur die erwähnte Kante, eine Waagerechte in Augenhöhe mit den Fluchtpunkten darauf, und die Bilder der in Wahrheit waagerechten Objektlinien durch die Kante, die Fluchtlinien.

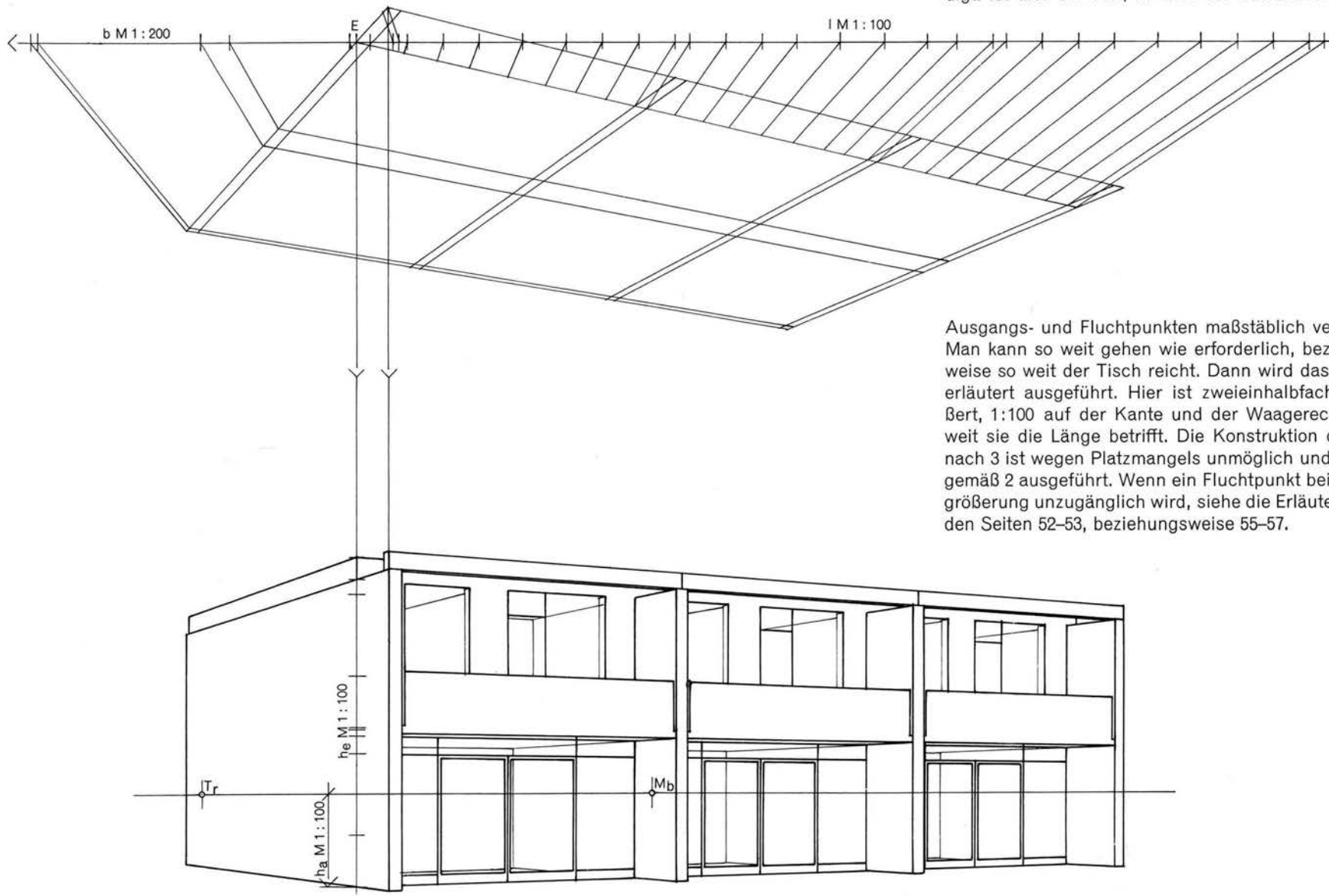


2. Meßstrahlen statt Sehstrahlen.
Jeder Bildpunkt entsteht als Schnittpunkt zweier Geraden. Wenn wir das Bild dem Objekt entsprechend einteilen wollen, ohne im Grundriß Sehstrahlen zu konstruieren, müssen wir irgendwelche andere Geraden durch die Objektpunkte legen und in Perspektive darstellen. Man nimmt am besten zueinander parallele, aber anders als Bildebene und Objektkanten laufende, waagerechte Strahlen. Solche Meßstrahlen bilden eine waagerechte Objektgerade auf der Bildebene als waagerechte Gerade mit gleichen Teilungsverhältnissen, meist aber anderer Länge ab. Diese Länge kann man beliebig angeben, hier sind die Tiefen b im Maßstab 1:500, die Längen l im Maßstab 1:300 von der Bildebenendurchstoßkante e aus aufgetragen. Dadurch ist die Richtung der Strahlen im Grundriß festgelegt. Die Fluchtpunkte der Strahlen – die Meßpunkte M_r und M_l – werden mit Parallelen zu ihnen durch den Augpunkt in der Bildebene ermittelt und senkrecht auf den Horizont heruntergeholt. Da die Schnittfigur Objektfluchtlinien-Meßstrahlfluchtlinien nahe am Horizont ungenau wird, führt man sie hoch über oder tief unter dem Objekt aus.



3. Teil- oder Meßpunkte.
Sind die Längen in Grundriß und Meßlinie (Bildebene) gleich lang, so gibt einfaches Umlegen der Abstände Augpunkt A-Fluchtpunkt F in die Bildebene die Fluchtpunkte der Strahlen, die sogenannten Teil- oder Meßpunkte T. Ist ein Fluchtpunkt unzugänglich, so kann der Teilpunkt konstruiert werden, indem im Augpunkt an die Hauptblickrichtung die Hälfte des Winkels zwischen Objekt und Bildebene angetragen wird. Durch einen möglichst weit vom Horizont entfernten Punkt E der Objektkante werden zwei Fluchtlinien und eine Waagerechte gezogen. Auf dieser werden maßstäblich (hier 1 : 250) die wahren Objektlängen in Fluchtrichtung angetragen, was nach vorn geht vom Fluchtpunkt weg, sonst umgekehrt. Durch die Einteilung werden Strahlen vom Teilpunkt aus gezeichnet. Deren Schnittpunkte mit der jeweiligen Fluchtlinie geben, senkrecht heruntergeholt, Länge und Einteilung des Objekts im Bild.

4. Vergrößerung.
Eine Perspektive vom Maßstab 1:250 aus wird zu klein. In der Praxis wird man deshalb im kleinen höchstens den Umriß konstruieren und überlegen, ob das Bild befriedigt. Ist dies der Fall, so wird die Bildebene mit allen

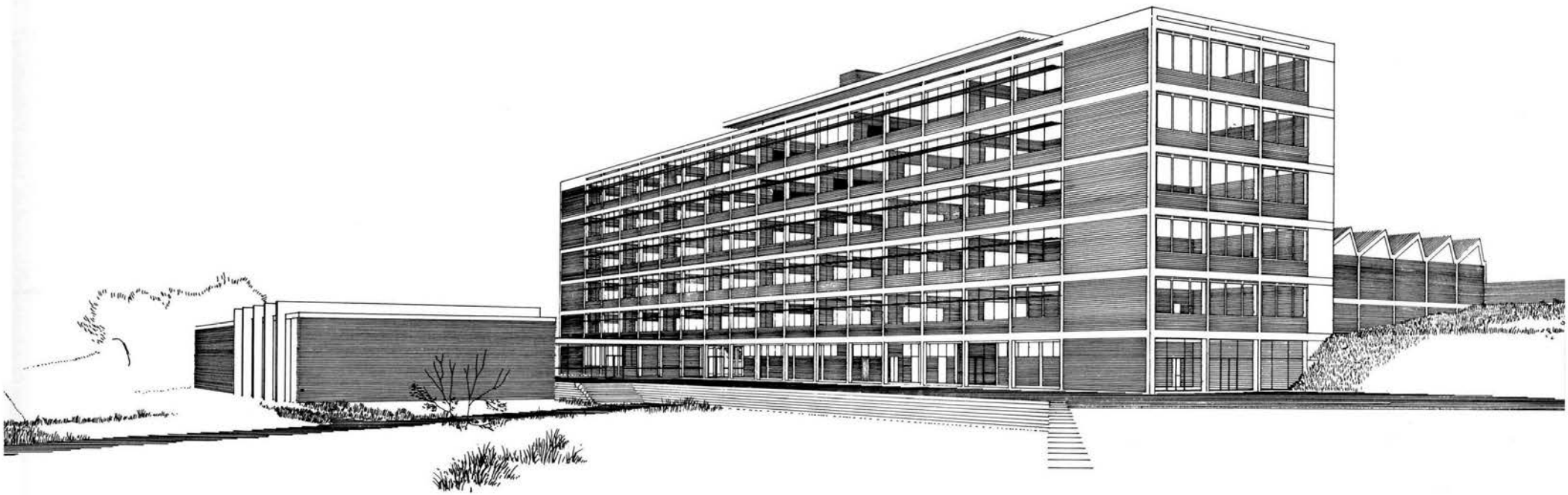


Ausgangs- und Fluchtpunkten maßstäblich vergrößert. Man kann so weit gehen wie erforderlich, beziehungsweise so weit der Tisch reicht. Dann wird das Bild wie erläutert ausgeführt. Hier ist zweieinhalbfach vergrößert, 1:100 auf der Kante und der Waagerechten, soweit sie die Länge betrifft. Die Konstruktion der Tiefe nach 3 ist wegen Platzmangels unmöglich und deshalb gemäß 2 ausgeführt. Wenn ein Fluchtpunkt bei der Vergrößerung unzugänglich wird, siehe die Erläuterung auf den Seiten 52–53, beziehungsweise 55–57.

Übereckperspektive mit Sehstrahlen konstruiert: Berufsschule

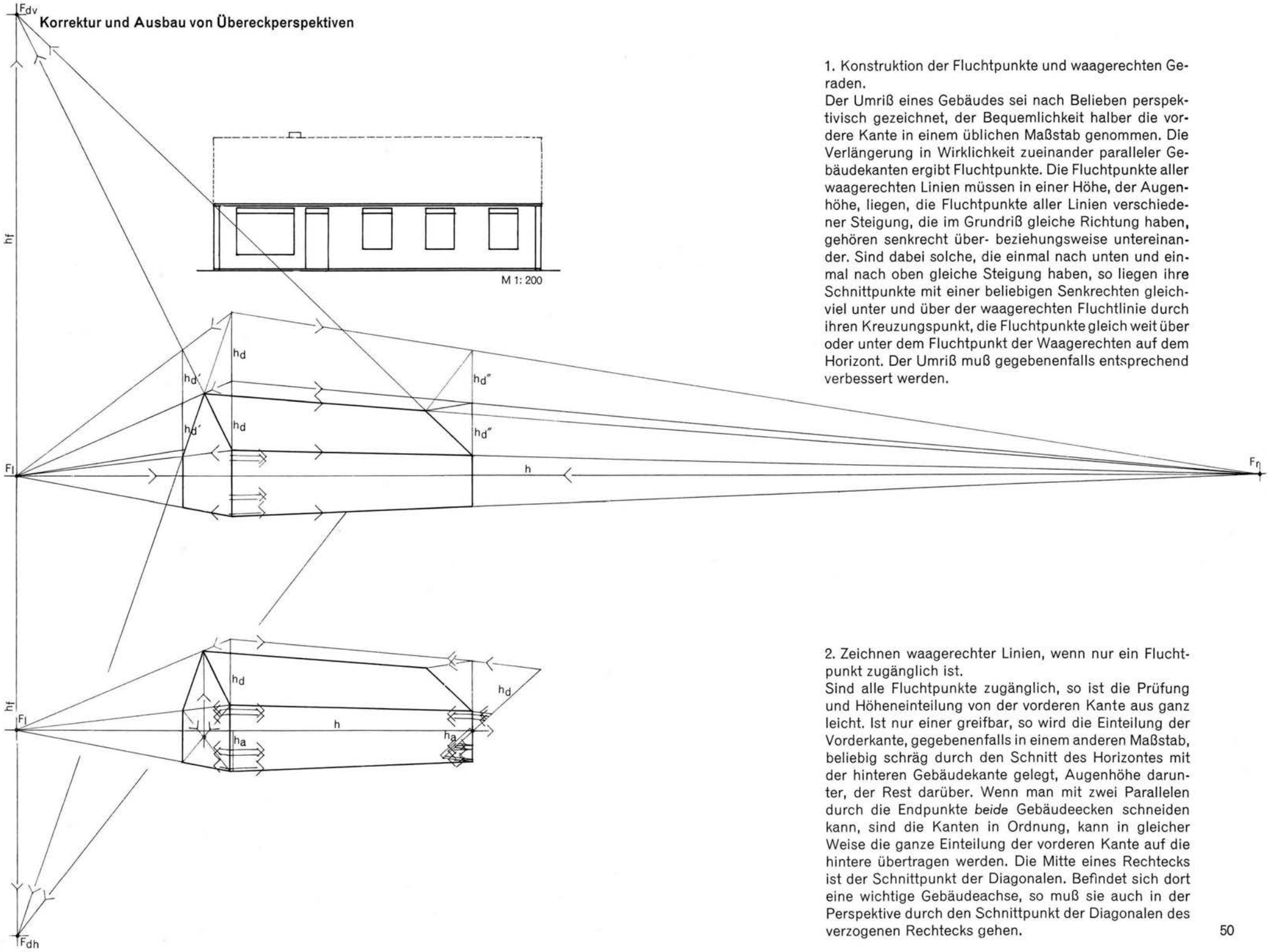
Die perspektivisch zeichnerische Darstellung wirkt nicht objektiv. Man kann ihren Zweck im vorzüglichen Bild oder vorzüglich in der Wiedergabe der Wahrheit sehen. Der eine sucht mehr den kurzen nächsten, der andere den dauernden allgemeinen Vorteil.

Übereckperspektive mit Strukturschraffuren: Berufsschule



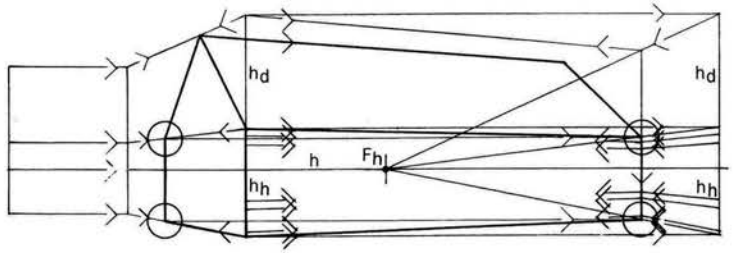
Die Linien der perspektivischen Zeichnung haben ein Eigenleben. Sie vergrößern keineswegs unbedingt die Naturähnlichkeit des Dargestellten. Man kann Strukturschraffuren nicht einfach aus dem Vordergrund eines Bildes in den Hintergrund durchziehen: Nahes hat Einzelheiten, Fernes nur eine Gesamtgestalt.

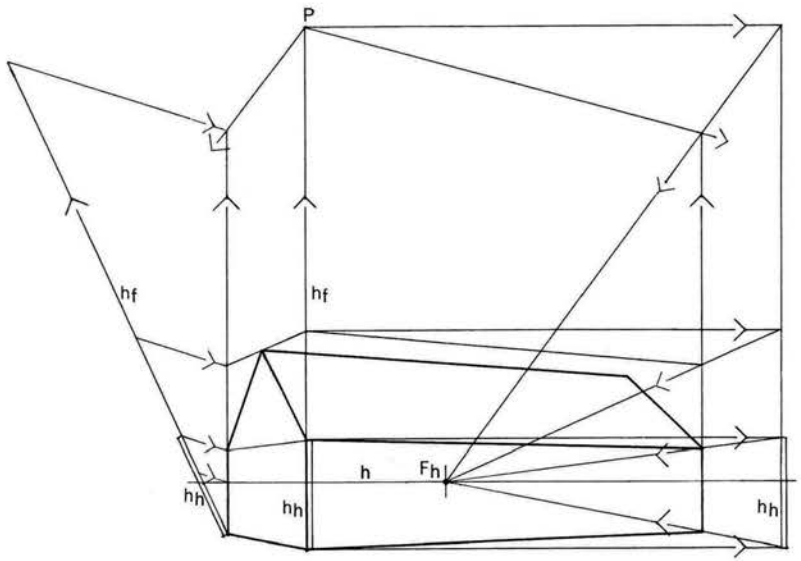
Korrektur und Ausbau von Übereckperspektiven

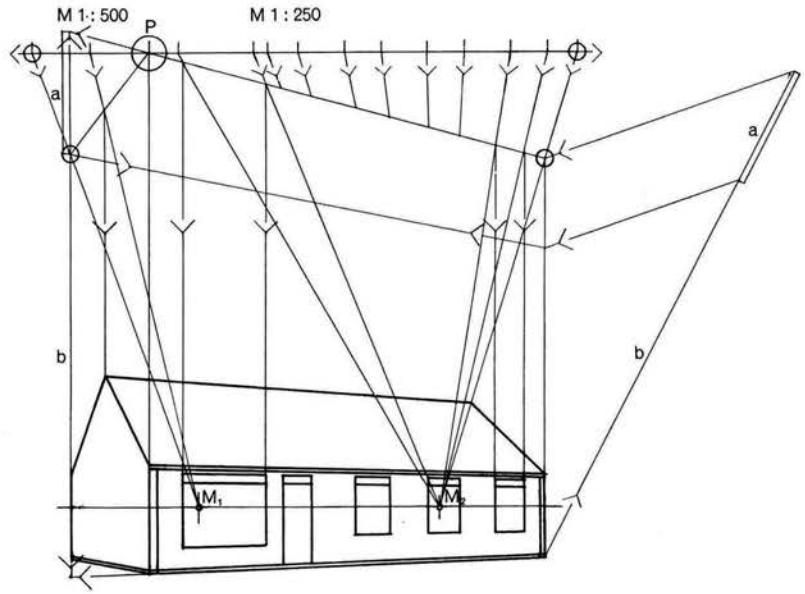


1. Konstruktion der Fluchtpunkte und waagerechten Geraden.
Der Umriß eines Gebäudes sei nach Belieben perspektivisch gezeichnet, der Bequemlichkeit halber die vordere Kante in einem üblichen Maßstab genommen. Die Verlängerung in Wirklichkeit zueinander paralleler Gebäudekanten ergibt Fluchtpunkte. Die Fluchtpunkte aller waagerechten Linien müssen in einer Höhe, der Augenhöhe, liegen, die Fluchtpunkte aller Linien verschiedener Steigung, die im Grundriß gleiche Richtung haben, gehören senkrecht über- beziehungsweise untereinander. Sind dabei solche, die einmal nach unten und einmal nach oben gleiche Steigung haben, so liegen ihre Schnittpunkte mit einer beliebigen Senkrechten gleichviel unter und über der waagerechten Fluchtlinie durch ihren Kreuzungspunkt, die Fluchtpunkte gleich weit über oder unter dem Fluchtpunkt der Waagerechten auf dem Horizont. Der Umriß muß gegebenenfalls entsprechend verbessert werden.

2. Zeichnen waagerechter Linien, wenn nur ein Fluchtpunkt zugänglich ist.
Sind alle Fluchtpunkte zugänglich, so ist die Prüfung und Höheneinteilung von der vorderen Kante aus ganz leicht. Ist nur einer greifbar, so wird die Einteilung der Vorderkante, gegebenenfalls in einem anderen Maßstab, beliebig schräg durch den Schnitt des Horizontes mit der hinteren Gebäudekante gelegt, Augenhöhe darunter, der Rest darüber. Wenn man mit zwei Parallelen durch die Endpunkte *beide* Gebäudeecken schneiden kann, sind die Kanten in Ordnung, kann in gleicher Weise die ganze Einteilung der vorderen Kante auf die hintere übertragen werden. Die Mitte eines Rechtecks ist der Schnittpunkt der Diagonalen. Befindet sich dort eine wichtige Gebäudeachse, so muß sie auch in der Perspektive durch den Schnittpunkt der Diagonalen des verzogenen Rechtecks gehen.







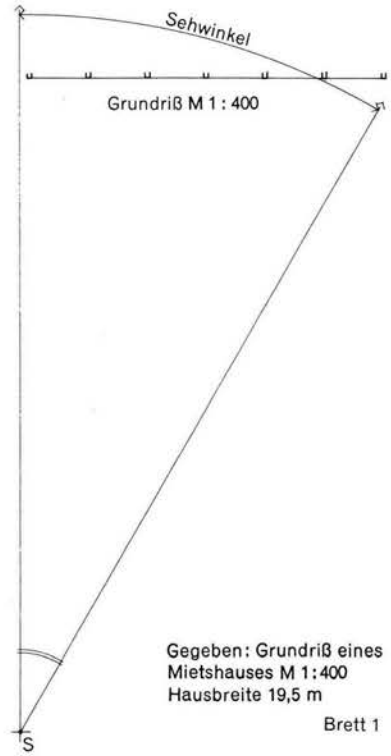
3. Konstruktion waagerechter Linien, wenn kein Fluchtpunkt zugänglich ist.
Sind alle Fluchtpunkte waagerechter Linien unerreichbar, so zeichnet man zwei Waagerechten durch die Endpunkte einer senkrechten Kante. Sie müssen an einem Gebäude das waagerechte Gesims und den waagerechten Boden an zwei senkrecht übereinanderliegenden Punkten schneiden. Ist dies der Fall, so wird die senkrechte Vorderkante waagerecht seitwärts vorschoben und mit zwei Fluchtlinien von ihren Enden durch die Enden einer Körperkante ein Hilfsfluchtpunkt F_h ermittelt, der den Horizont bestimmt. Die Körperkante wird mit Strahlen nach F_h eingeteilt.
Eine Alternative: die Umrißlinien verlängern und die vordere Kante in beliebigem Maßstab senkrecht dazwischenpassen, die Verbindungen teilen die hintere Kante ein.

M 1 : 200

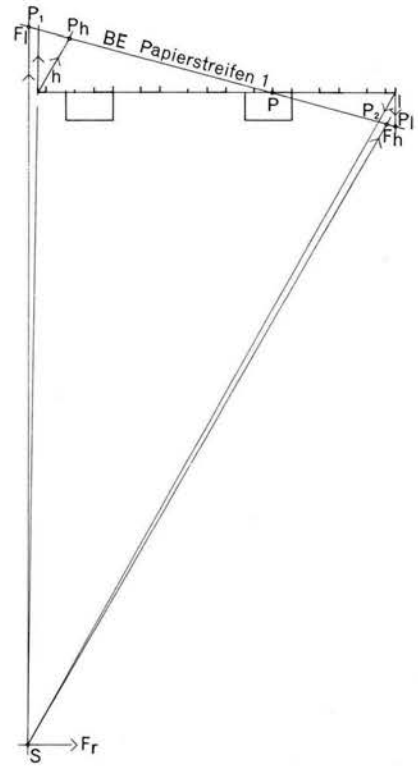
4. Konstruktion senkrechter Linien, wenn kein Fluchtpunkt zugänglich ist.
Durch einen möglichst weit vom Horizont entfernten Punkt P der Vorderkante werden eine Waagerechte und, unter Umständen mit Hilfskonstruktionen wie vorstehend beschrieben, zwei Fluchtlinien bis zur Verlängerung der Gebäudehinterkanten gezeichnet. Auf der Waagerechten werden Länge und Tiefe des Objekts von der Kante aus in beliebigem Maßstab abgetragen, nach hinten zum Fluchtpunkt, sonst umgekehrt. Wo die Gerade durch den Endpunkt der Fluchtlinie und den Endpunkt der Einteilung den Horizont schneidet, ist der Punkt, zu dem hin mit Strahlen die Fluchtlinie eingeteilt wird, hier M_1 für Tiefen, M_2 für Breiten. Mit weiteren Fluchtlinien, notfalls durch Hilfskonstruktion ermittelt, kann man eine Art perspektivischen Grundriß herstellen. Seine Einteilung wird senkrecht heruntergeholt.

Übereckperspektive mit Papierstreifen

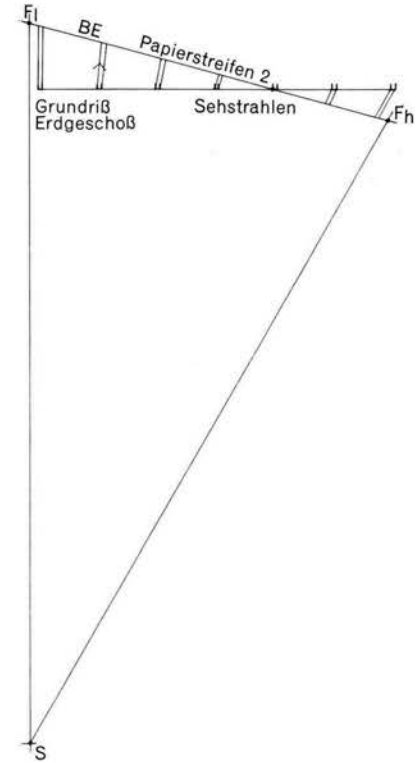
1. Mit dieser Konstruktion können Perspektiven fast bis zur halben benutzten Brettgröße, bei Verwendung der Strahlenschiene (siehe Seite 55–57) für die Sehstrahlen fast brettgroße Perspektiven ausgeführt werden. Steht noch ein zweites Brett zur Verfügung, so kann ohne Mehrarbeit auf dem einen der Grundriß anvisiert, auf dem anderen die Perspektive gezeichnet werden, was besonders sauberes Zeichnen ermöglicht. Die zur Konstruktion benutzten Papierstreifen erlauben, aufbewahrt, rasche Wiederholung einer Zeichnung ohne Durchpausen, wenn man zum Beispiel die erste Ausführung in Bleistift stehengelassen und aquarelliert, aber verdorben hat. Zur Perspektive mit Papierstreifen müssen Grundriß und Aufriß des Objekts etwa in Bildgröße beschafft werden. Objekt-Grundriß und Subjekt-Standpunkt S werden mit Sehwinkel bis 30° auf Brett 1 festgelegt. Die Wünsche für das Bild bestimmen, wie der Grundriß im Sehwinkel liegen muß. Der Sehwinkel wird durch eine Bildebene BE gleichschenklig zur gewünschten Bildbreite abgeschnitten.



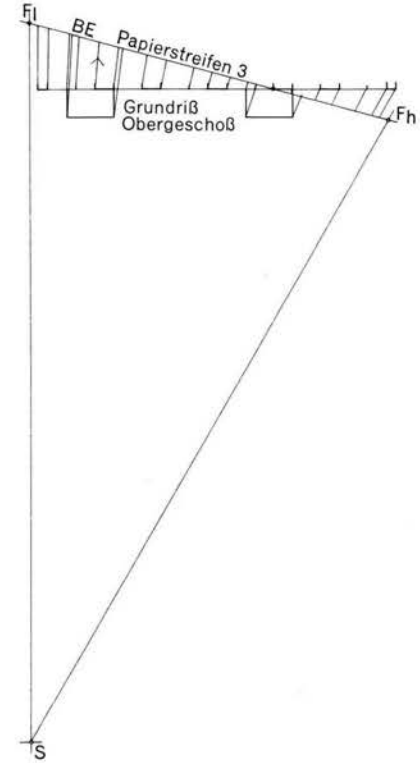
2. Längs der Bildebenenspur wird ein gerader, 1–2 cm breiter, kräftiger Zeichenkartonstreifen befestigt. An seiner Kante werden zuerst die Schnittpunkte der unter Umständen verlängerten Objektlinien mit der Bildebene (P, P_l) und die entsprechenden Fluchtpunkte ($F_l F_r$) abgetragen. Sind alle Fluchtpunkte zugänglich, so genügt dies zunächst einmal. Bei größeren Perspektiven ist aber meist F_r unerreichbar. Die äußersten Objektpunkte müssen dann außerdem durch Sehstrahlen an die Bildebene geholt werden: P_1, P_2. Objektgeraden, die im Grundriß fast auf den Standpunkt zeigen, müssen durch Hilfsgeraden ersetzt werden, weil sie im Bild kein brauchbares Ergebnis liefern. Diese Hilfsgeraden richtet man so, daß ihr Fluchtpunkt am gegenüberliegenden Bildrand liegt (h, F_h).



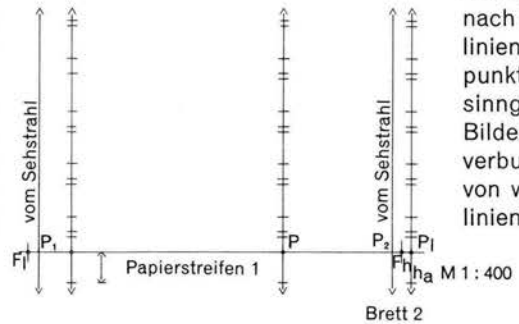
3. Das Objekt, zum Beispiel der Erdgeschoß-Grundriß, wird mit Geraden durch den Standpunkt, den Sehstrahlen, auf der Bildebene, beziehungsweise dem Papierstreifen, abgebildet. Zur Vermeidung von Irrtümern können die Schnittpunkte mit Buchstaben oder Ziffern gekennzeichnet werden.



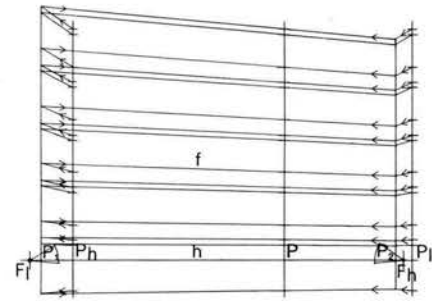
4. Falls nötig kann man für jedes neue Geschoß einen neuen Papierstreifen anlegen. Alle diese Papierstreifen müssen durchgängig einen oder zwei Festpunkte, zum Beispiel die Fluchtpunkte der Objekt- und Hilfslinien F_l und F_h, enthalten, damit sie im Bild stets ohne weiteres an die richtige Stelle kommen. Auch die anvisierten verschiedenen Grundrisse müssen peinlich genau übereinander passen und stets an derselben Stelle liegen.



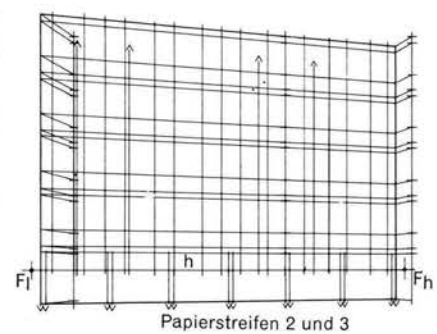
5. Ein Zeichenblatt entsprechend der Bildbreite wird auf Brett 2 gespannt und darauf der Horizont h festgelegt. Auf ihn werden die Punkte von Papierstreifen 1 übertragen und durch sie Senkrechten gezogen. Die Höhen für die Objekt-Bildebenen-Senkrechten übernimmt man aus einem Aufriß oder Schnitt in demselben Maßstab wie der Grundriß, der zu diesem Zweck entsprechend der gewünschten Augenhöhe $h_a = 1{,}60$ m neben das Bildblatt geheftet werden kann.



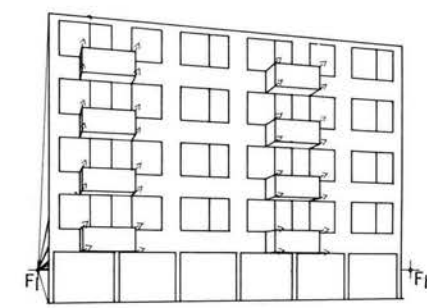
6. Durch die Punkte über P_h werden Geraden von F_h aus, durch die Punkte über P_1 Strahlen nach F_l gezogen. Die Schnittpunkte der Fluchtlinien mit den Senkrechten durch die Sehstrahlpunkte P_1 und P_2 von Papierstreifen 1 werden sinngemäß untereinander oder mit den Objekt-Bildebenen-Schnittpunkten senkrecht über P verbunden. Damit ergeben sich alle Bilder f von waagerechten Deckenkanten, Brüstungslinien usw.



7. Der Papierstreifen 2 wird entsprechend den Fluchtpunkten waagerecht unter den Horizont gelegt. Senkrechten durch seine Schnittpunkte geben die Pfosteneinteilung im Erdgeschoß. Der Papierstreifen 3 wird ebenso den Fluchtpunkten entsprechend an den Horizont gelegt. Senkrechten durch die Schnittpunkte auf ihm geben die Fenstereinteilung und die senkrechten Balkonkanten der Obergeschosse.



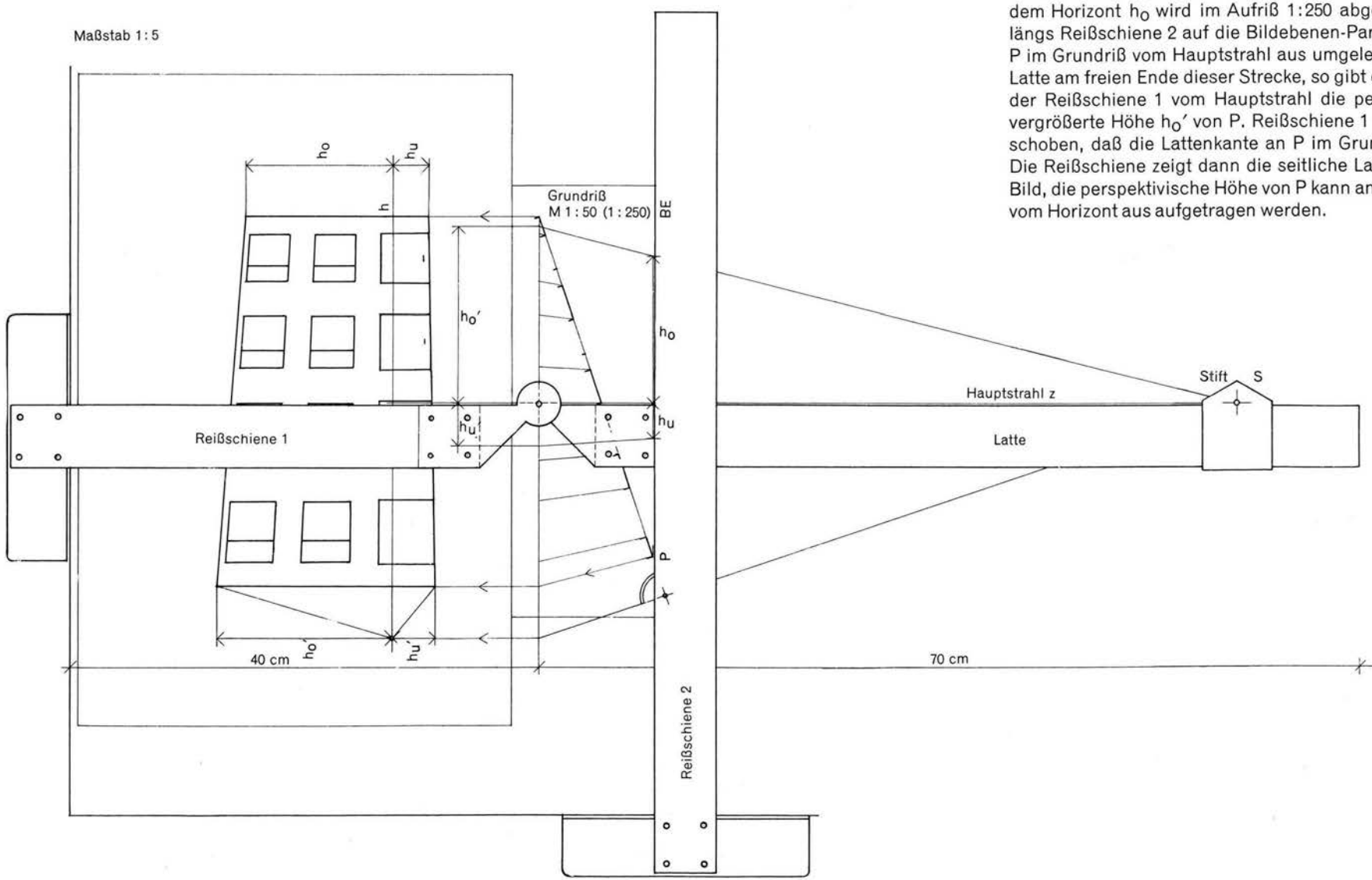
8. Die waagerechten Seitenkanten der Balkone sind Fluchtlinien vom linken Fluchtpunkt F_l aus, von den Schnittpunkten der hinteren Balkon-Senkrechten mit den Brüstungs- und Sturzlinien bis an die vorderen Balkon-Senkrechten. Die vorderen Balkonwaagerechten entstehen als Verbindung der seitlichen Eckpunkte.



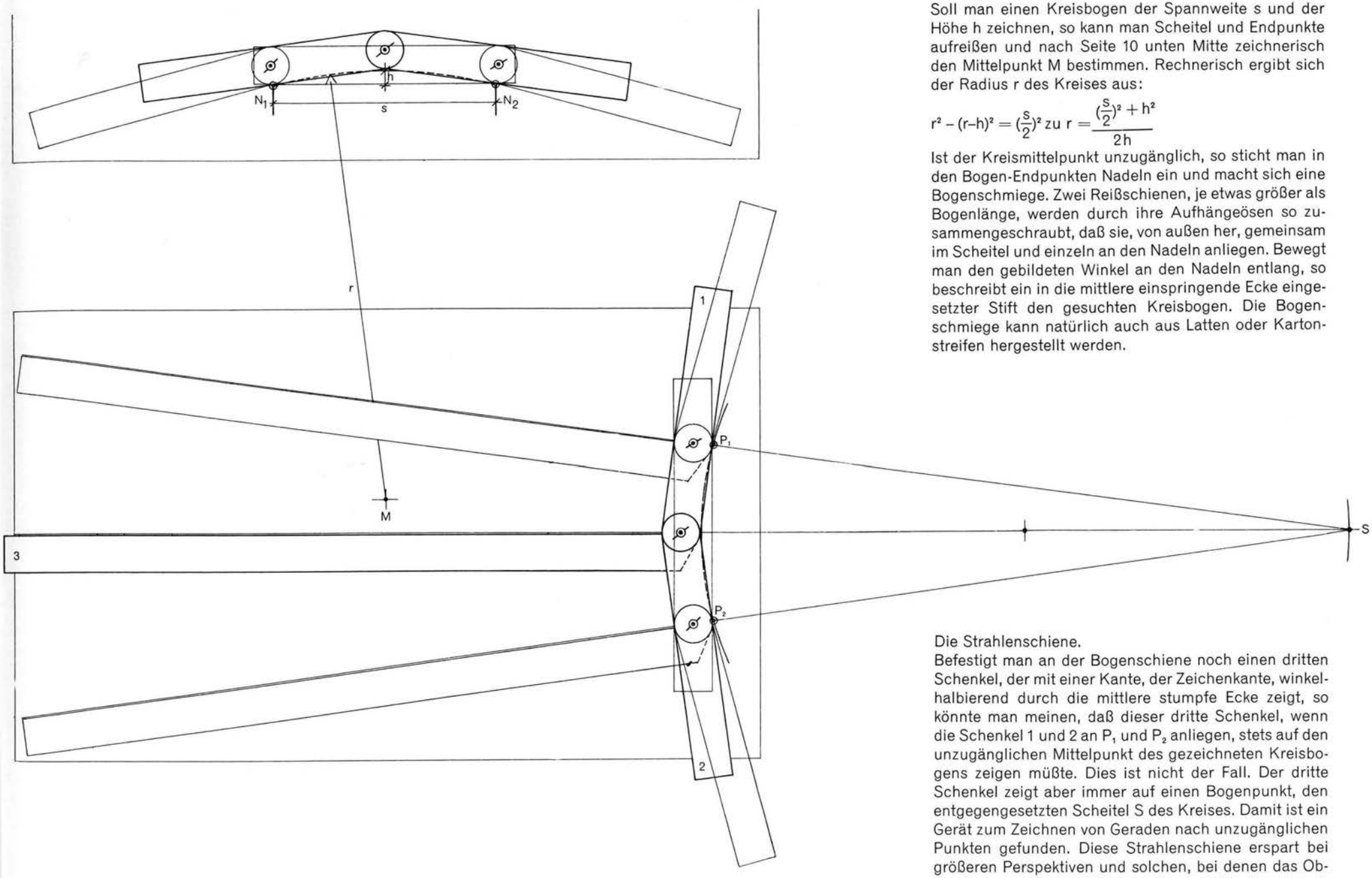
Die Reile-Schiene

Ein praktisches Perspektive-Zeichengerät ist die Reile-Schiene, die bei der angegebenen Größe für Perspektiven bis 35 cm im Quadrat geeignet ist. Der Verlag Julius Hoffmann, Stuttgart, hat ein ausführliches Buch des Erfinders, des Fachschulrats Reile, veröffentlicht, das leider nur noch antiquarisch zu erhalten ist. Den Beschlag kann man sich leicht selbst herrichten. Die Konstruktion der Schiene beruht auf dem Gedanken, das Anvisieren des Objekts und das senkrechte Heraufholen der Punkte durch dreh- und verschiebbare Befestigung einer Latte an einem Stift im gewählten Standpunkt und gelenkiges Ankuppeln einer Reißschiene an die Latte zu einem einzigen, narrensicheren Vorgang zu machen. Da man so das Reißbrett nur längs benutzen kann, wird allerdings öfter als sonst ein Fluchtpunkt unzugänglich sein, so daß die Höhen dadurch mehr Arbeit machen, zum Beispiel im Grundriß parallel zur Bildebene umgelegt und vergrößert werden müssen.

Das Wichtigste zu ihrem Gebrauch.
Die Reißschiene 1 bestreicht die Bildebene. Der Gelenkmittelpunkt liegt da, wo sich die Verlängerungen an der Latten- beziehungsweise Reißschienenkante gezogener Geraden schneiden würden. Die Bahn dieses Punktes bei Verschiebung der Reißschiene an der Brettkante bestimmt die Bildebenenspur BE. Der Grundriß (hier M 1:250) wird vor der Bildebene befestigt. Der Hauptstrahl z wird gezogen und der Standpunkt S darauf bestimmt, ein Stift hineingeschlagen. In der Bildfläche wird der Horizont h festgelegt. Die Höhe eines Punktes P über dem Horizont h_o wird im Aufriß 1:250 abgegriffen und längs Reißschiene 2 auf die Bildebenen-Parallele durch P im Grundriß vom Hauptstrahl aus umgelegt. Liegt die Latte am freien Ende dieser Strecke, so gibt der Abstand der Reißschiene 1 vom Hauptstrahl die perspektivisch vergrößerte Höhe h_o' von P. Reißschiene 1 wird so verschoben, daß die Lattenkante an P im Grundriß streift. Die Reißschiene zeigt dann die seitliche Lage von P im Bild, die perspektivische Höhe von P kann an ihr entlang, vom Horizont aus aufgetragen werden.



Bogenschmiege und Strahlenschiene

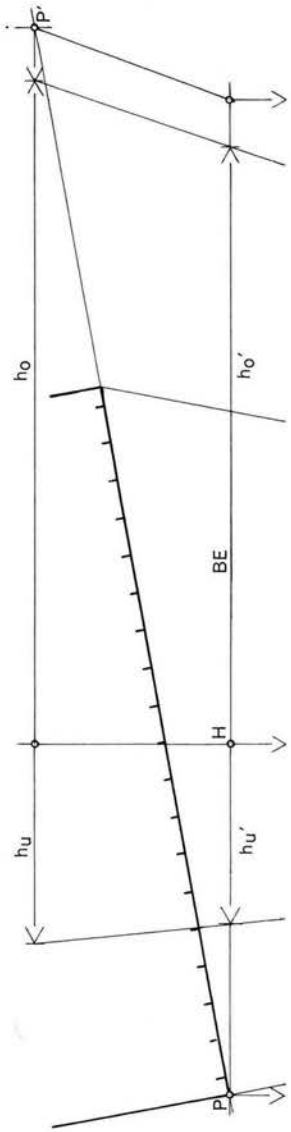


Die Bogenschmiege.
Soll man einen Kreisbogen der Spannweite s und der Höhe h zeichnen, so kann man Scheitel und Endpunkte aufreißen und nach Seite 10 unten Mitte zeichnerisch den Mittelpunkt M bestimmen. Rechnerisch ergibt sich der Radius r des Kreises aus:

$$r^2 - (r-h)^2 = (\frac{s}{2})^2 \text{ zu } r = \frac{(\frac{s}{2})^2 + h^2}{2h}$$

Ist der Kreismittelpunkt unzugänglich, so sticht man in den Bogen-Endpunkten Nadeln ein und macht sich eine Bogenschmiege. Zwei Reißschienen, je etwas größer als Bogenlänge, werden durch ihre Aufhängeösen so zusammengeschraubt, daß sie, von außen her, gemeinsam im Scheitel und einzeln an den Nadeln anliegen. Bewegt man den gebildeten Winkel an den Nadeln entlang, so beschreibt ein in die mittlere einspringende Ecke eingesetzter Stift den gesuchten Kreisbogen. Die Bogenschmiege kann natürlich auch aus Latten oder Kartonstreifen hergestellt werden.

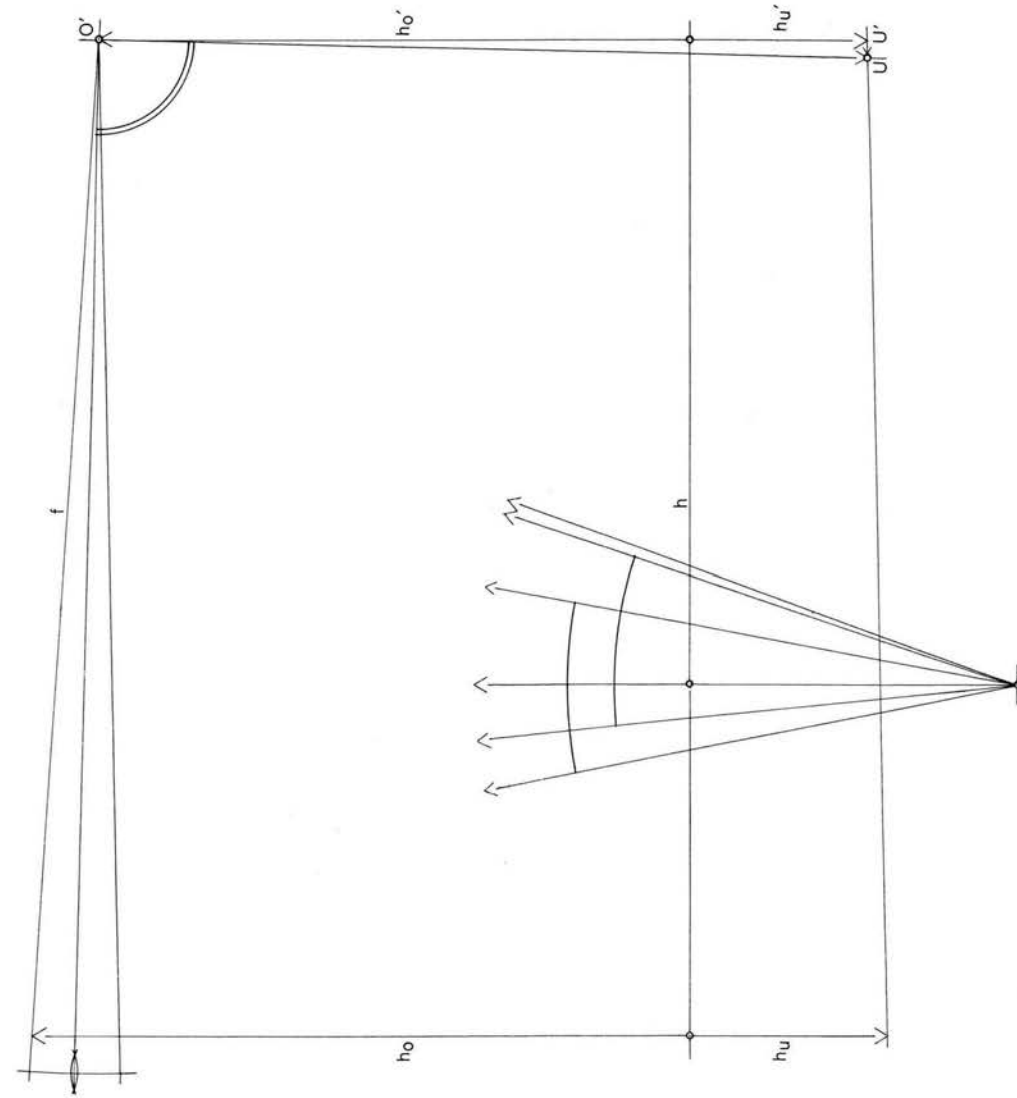
Die Strahlenschiene.
Befestigt man an der Bogenschiene noch einen dritten Schenkel, der mit einer Kante, der Zeichenkante, winkelhalbierend durch die mittlere stumpfe Ecke zeigt, so könnte man meinen, daß dieser dritte Schenkel, wenn die Schenkel 1 und 2 an P_1 und P_2 anliegen, stets auf den unzugänglichen Mittelpunkt des gezeichneten Kreisbogens zeigen müßte. Dies ist nicht der Fall. Der dritte Schenkel zeigt aber immer auf einen Bogenpunkt, den entgegengesetzten Scheitel S des Kreises. Damit ist ein Gerät zum Zeichnen von Geraden nach unzugänglichen Punkten gefunden. Diese Strahlenschiene erspart bei größeren Perspektiven und solchen, bei denen das Objekt fast parallel zur Bildebene liegt, viel lästige Arbeit. Man kann theoretisch mit ihr den Standpunkt und alle Fluchtpunkte ersetzen.

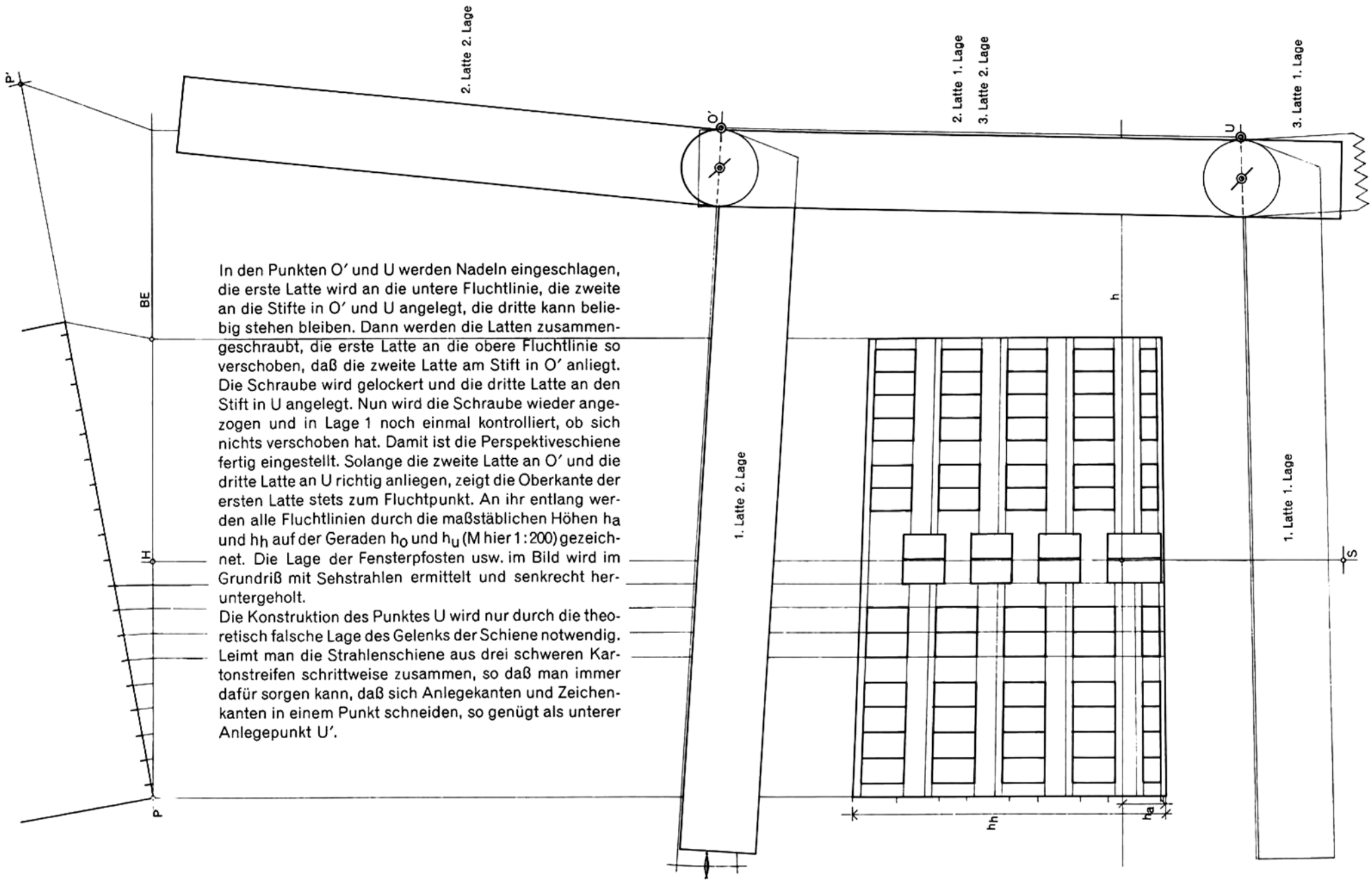


Erforderlich: Zwei starke Nadeln, drei Latten feines schlichtes Kiefernholz, gut abgerichtet und gehobelt, 1,00 bis 1,50 m lang, 6 bis 8 cm breit, 4 mm stark, sowie Objektgrundriß etwa in Bildgröße.

Beispiel: Viergeschossiges Mietshaus 19 m breit, 18 Elemente von je 1 m, 2 Elemente von 0,50 m, Sockel 1,20 m, Geschoßhöhe 2,80 m, Brüstung 0,80 m, Deckenstärke 0,30 m, Fensterhöhe 1,70 m.

Die Ausgangsstellung zur Perspektive, der Grundriß mit Bildebene BE und Standpunkt S, ist hier im Maßstab 1 : 200 angelegt. In der von der Bildebene nur wenig abweichenden Fassadenflucht werden zwei möglichst weit voneinander entfernte Punkte P und P′ angenommen. Punkt P liegt in der Bildebene. Waagerecht neben ihm wird eine beliebige möglichst große Höhe h angetragen, davon h_u unter dem, h_o über dem senkrecht genommenen Horizont. Punkt P′ wird vom Standpunkt aus anvisiert, sein Bild waagerecht herübergeholt. Zur Konstruktion der Höhen für das Bild von P′ wird durch P′ eine Parallele zur Bildebene gezogen. Sie wird durch den Hauptstrahl Standpunkt S-Hauptpunkt H geteilt. Oberhalb vom Schnittpunkt wird h_o, unterhalb vom Schnittpunkt h_u angetragen. Sehstrahlen zu den freien Enden von h_u und h_o schneiden auf der Bildebene die Bildhöhen h_o' und h_u' für P′ über und unter dem Horizont ab: wir erhalten O′ und U′. Die geradlinigen Verbindungen f der Höhen h und Bild h′ sind Fluchtlinien zu dem unzugänglichen Fluchtpunkt. Als ersten Anhaltspunkt für die Strahlenschiene nehmen wir O′. Dort wird eine Parallele zur unteren Fluchtlinie gezogen und der entstehende Winkel halbiert. Im Winkelscheitel wird eine Senkrechte zur Halbierung errichtet. Der Schnittpunkt der Senkrechten mit der unteren Fluchtlinie ist der gesuchte zweite Anhaltspunkt U.

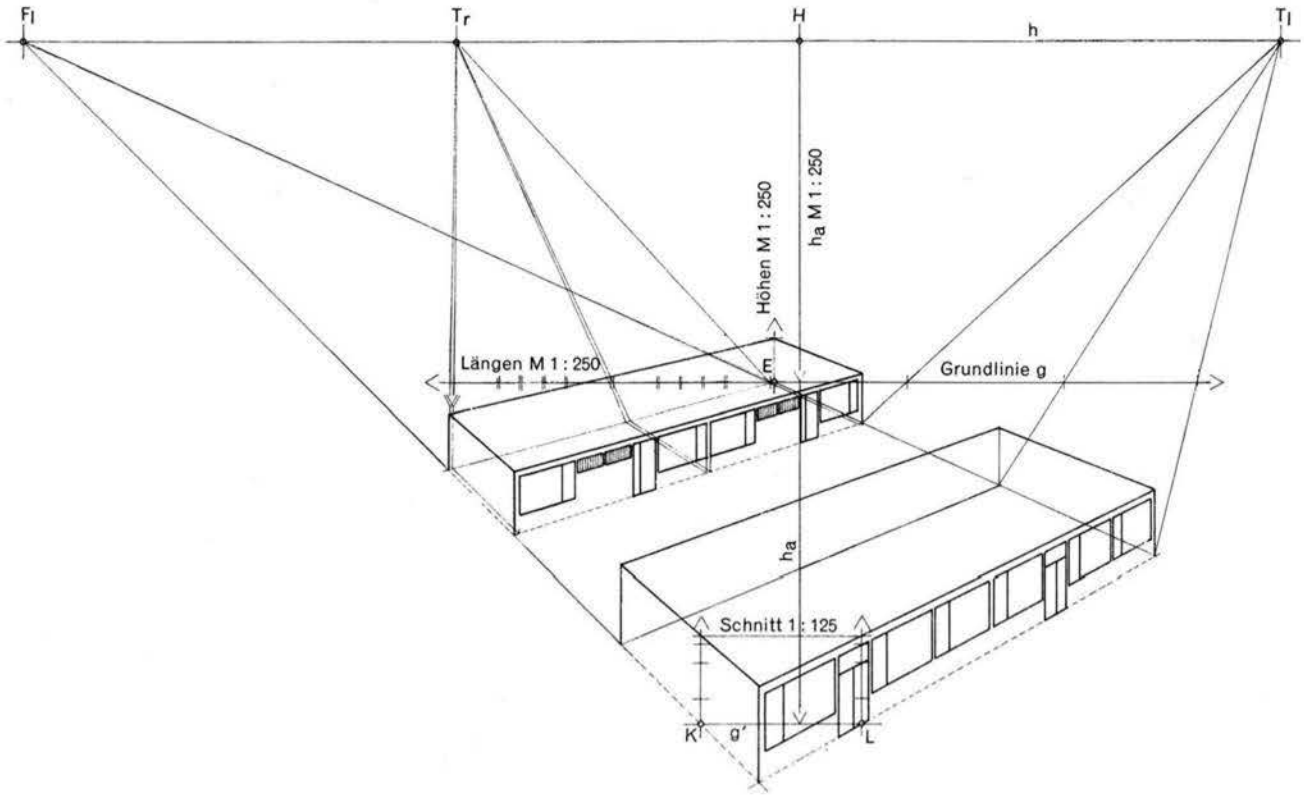


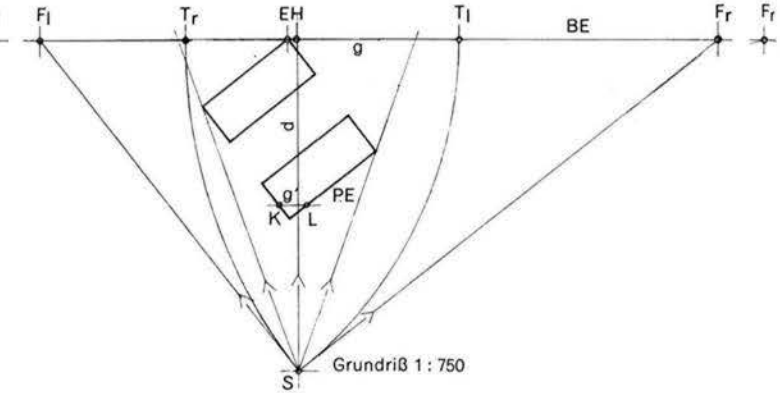


In den Punkten O′ und U werden Nadeln eingeschlagen, die erste Latte wird an die untere Fluchtlinie, die zweite an die Stifte in O′ und U angelegt, die dritte kann beliebig stehen bleiben. Dann werden die Latten zusammengeschraubt, die erste Latte an die obere Fluchtlinie so verschoben, daß die zweite Latte am Stift in O′ anliegt. Die Schraube wird gelockert und die dritte Latte an den Stift in U angelegt. Nun wird die Schraube wieder angezogen und in Lage 1 noch einmal kontrolliert, ob sich nichts verschoben hat. Damit ist die Perspektiveschiene fertig eingestellt. Solange die zweite Latte an O′ und die dritte Latte an U richtig anliegen, zeigt die Oberkante der ersten Latte stets zum Fluchtpunkt. An ihr entlang werden alle Fluchtlinien durch die maßstäblichen Höhen h_a und h_h auf der Geraden h_O und h_U (M hier 1:200) gezeichnet. Die Lage der Fensterpfosten usw. im Bild wird im Grundriß mit Sehstrahlen ermittelt und senkrecht heruntergeholt.

Die Konstruktion des Punktes U wird nur durch die theoretisch falsche Lage des Gelenks der Schiene notwendig. Leimt man die Strahlenschiene aus drei schweren Kartonstreifen schrittweise zusammen, so daß man immer dafür sorgen kann, daß sich Anlegekanten und Zeichenkanten in einem Punkt schneiden, so genügt als unterer Anlegepunkt U′.

Vogelperspektive ohne stürzende Senkrechten, mit Hilfe von Teilpunkten konstruiert

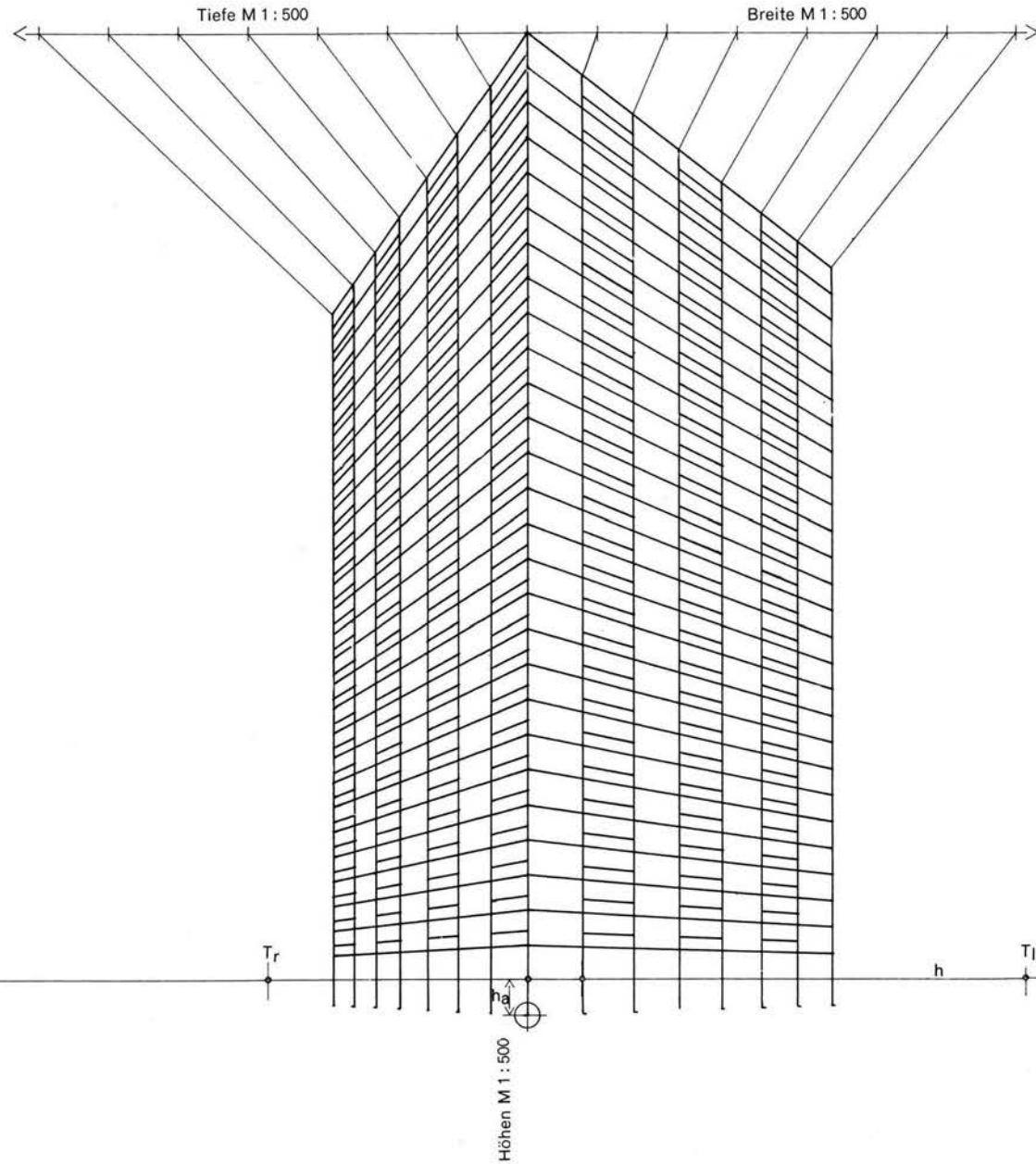


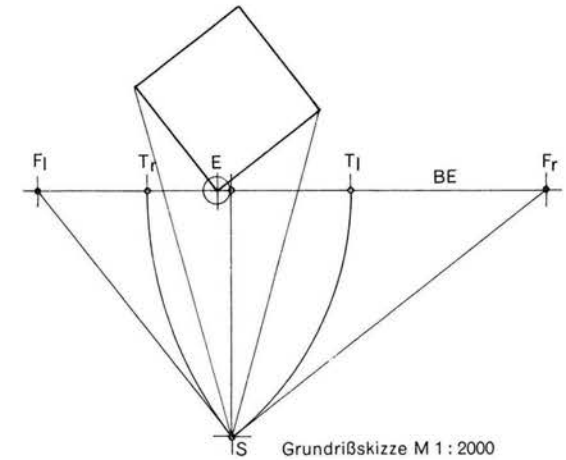


Will man ein Gebäude möglichst übersichtlich darstellen, so legt man den Augpunkt – und damit den Horizont – hoch und darüber, soll es beherrschend wirken, so legt man ihn niedrig oder gar darunter. Perspektiven mit hochliegendem Horizont heißen Vogelperspektiven, solche mit niedrigem Froschperspektiven. Meist werden sie in der gewöhnlichen Konstruktion mit senkrechter Bildebene ausgeführt. Es gilt dann aber Folgendes: je mehr das Bild einseitig vom Hauptpunkt beziehungsweise vom Horizont entfernt liegt, desto schlechter ist es ausgewogen. Je weiter Bildteile vom Hauptpunkt entfernt sind, desto unähnlicher sind sie dem Augenschein.

Wenn man Platz sparen will, legt man gern die hintere Bau- oder Raumkante in die Bildebene. Die Flucht- und Teilpunkte sind in einer Grundrißskizze M 1 : 750 ermittelt, für das Bild auf das Dreifache (M 1 : 250) auseinandergerückt. Objektstrecken in der bildebenenparallelen Ebene PE mitten zwischen Standpunkt und Bildebene werden in der Perspektive doppelt so groß abgebildet wie gleiche in der Bildebene. So kann man hier von den Bodenpunkten K und L aus, die um doppelte Augenhöhe $2h_a$ auf Bodenlinie g' unter dem Horizont liegen, Höhen-, Breiten- und Tiefenmaßlinien M 1 : 125 einrichten. Die Teil- und Fluchtpunkte bleiben dieselben wie vorher.

Froschperspektive ohne stürzende Senkrechten, mit Teilpunkten konstruiert

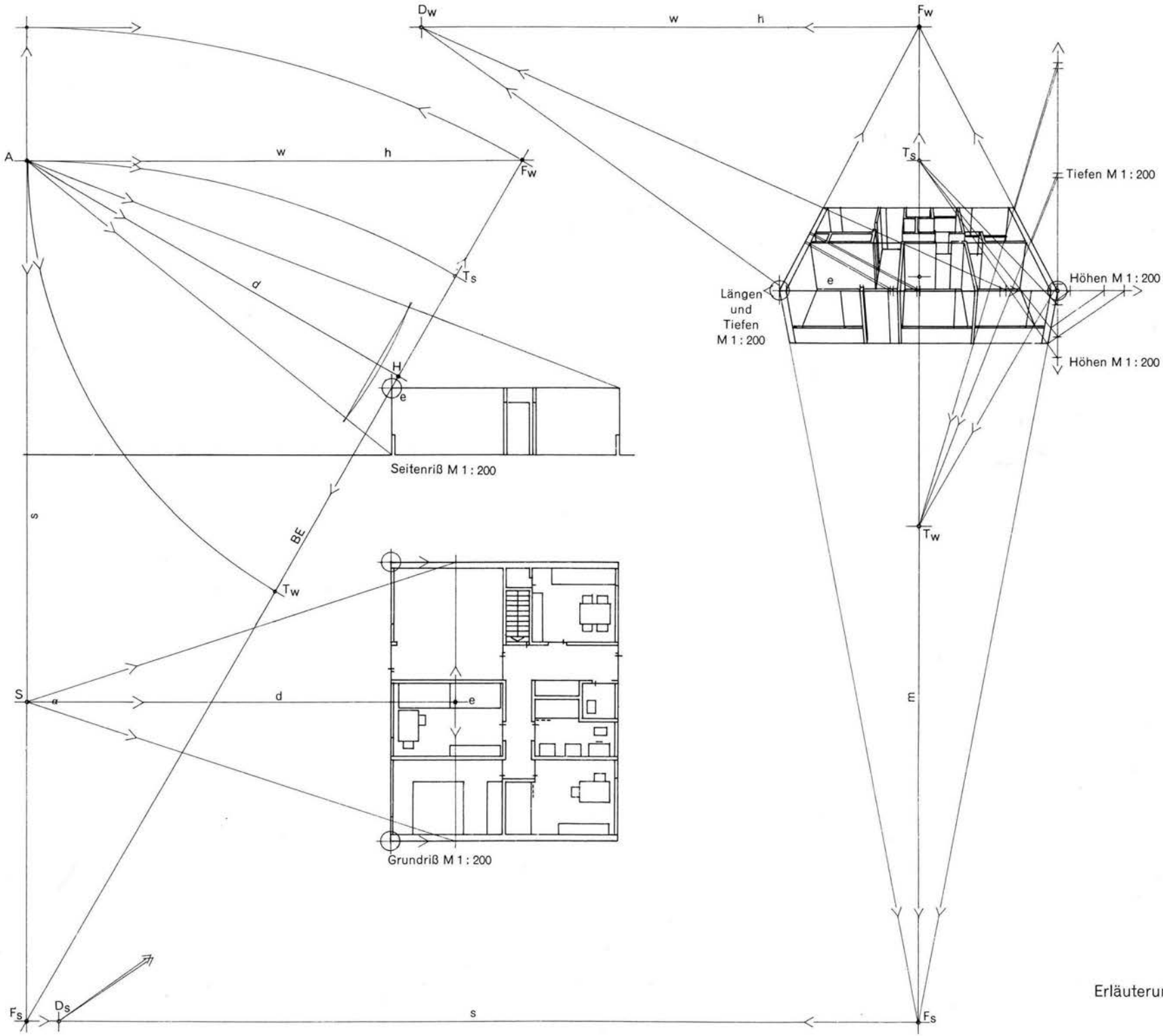




Grundrißskizze M 1 : 2000

In einem kleinen Grundriß – hier M 1:2000 – ermittelt man die Objektschnitt-, Flucht- und Teilpunkte sowie die notwendige Vergrößerung – hier vierfach. Die Punktabstände werden entsprechend vergrößert auf einer beliebigen Waagerechten aufgetragen. An dem E entsprechenden Waagerechtenpunkt wird im Maßstab $\frac{1:2000}{4} = 1:500$ die Augenhöhe nach unten, von dort die Haushöhe nach oben gesetzt. Die Fluchtlinien von der oberen Hausecke aus werden mit Teilstrahlen durch die Einteilung der Tiefen- und Breitenmaßlinien mit M1:500 perspektivisch gegliedert. Senkrechten durch die Gliederung und weitere Fluchtlinien von der vorderen Hauskante aus vollenden die Einteilung des Blocks.

Vogelperspektive frontal, mit Teilpunkten konstruiert

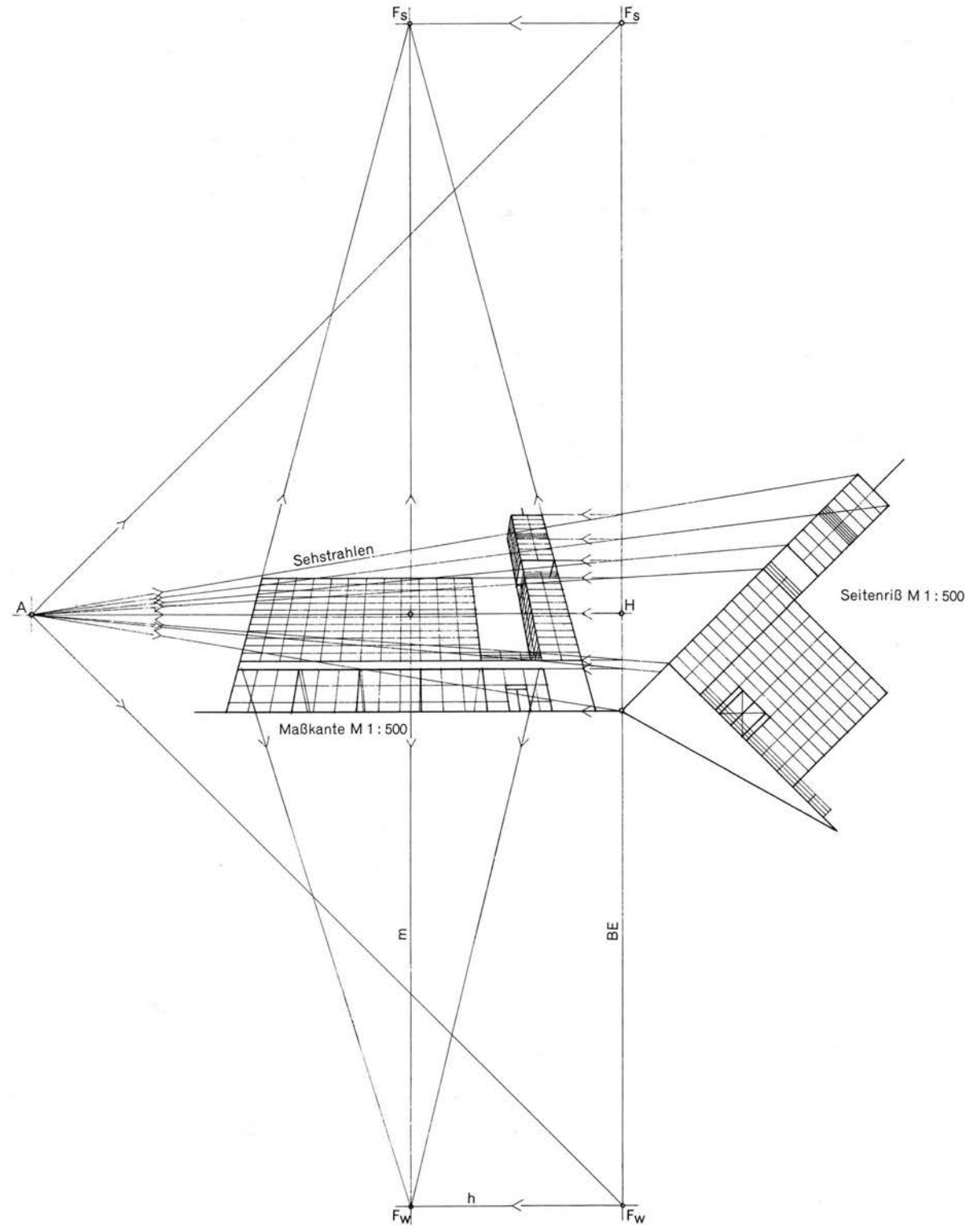


Erläuterungen siehe Seite 61.

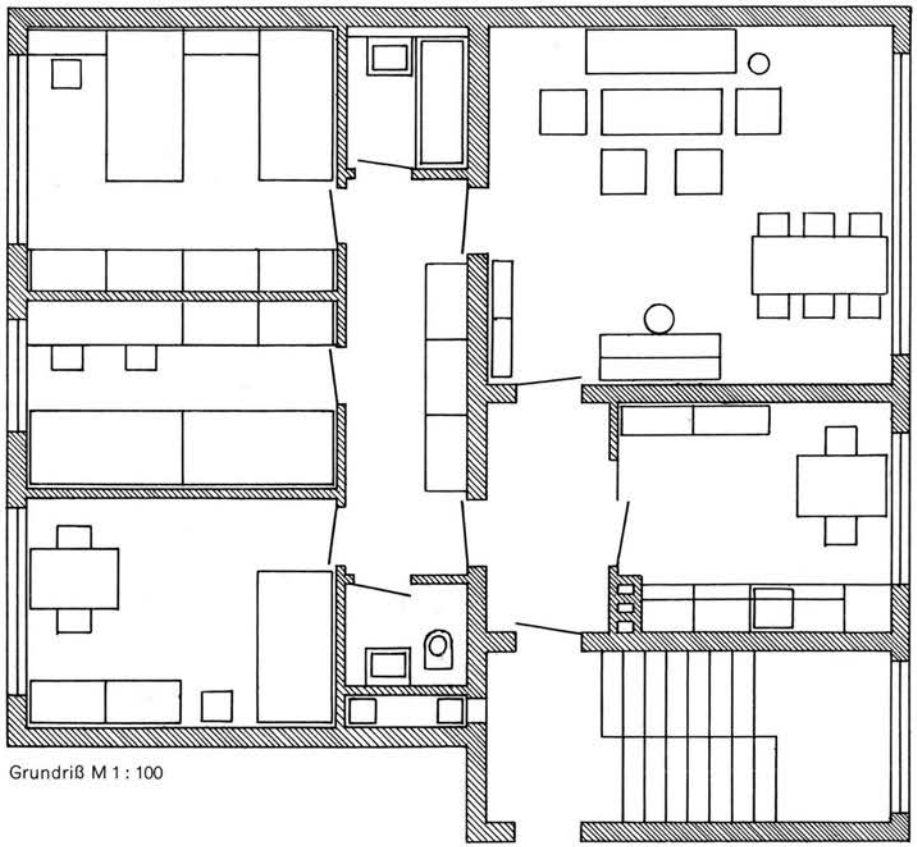
Froschperspektive frontal, mit Sehstrahlen konstruiert

Gegeben: Seitenriß- und Ansicht-Maße, M hier 1 : 500.

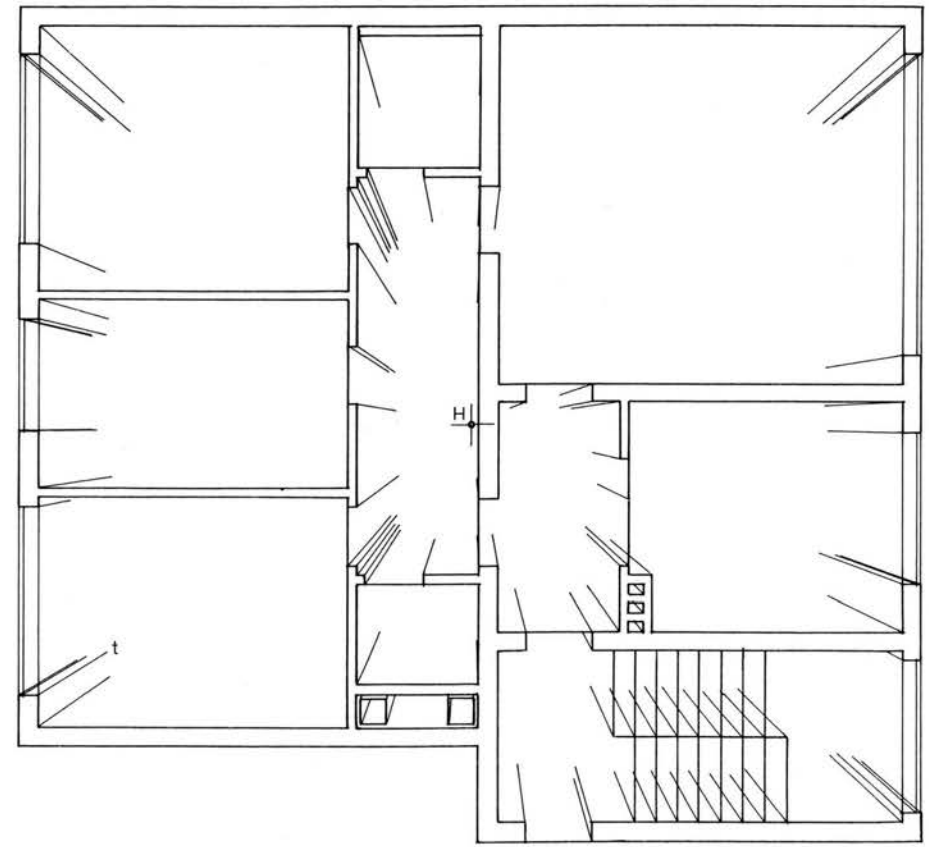
Auch diese Konstruktion wird nur selten ausgeführt. Der Sehwinkel, rund 30°, wird gleichschenklig mit der Bildebene abgeschnitten. Der Seitenriß des Bauwerks wird, möglichst mit einer Maßkante in der Bildebene, so in den Bildwinkel gelegt, daß der Augpunkt am Bauplatz möglich und wahrscheinlich wäre. Strahlen durch den Augpunkt und parallel zu den Hauskanten bestimmen auf der Bildebene BE die Fluchtpunkte F_W und F_S, die seitlich senkrecht auf die bildebenenparallele Bildachse m übertragen werden. Auch die Objektkante in der Bildebene wird senkrecht zur Bildachse herübergeholt und maßstäblich eingeteilt. Strahlen von der Maßkante zu den Fluchtpunkten und Waagerechten durch die mit Sehstrahlen zum Objekt bestimmten Bildebenenpunkte ergeben das Bild. Der Horizont des Bildes läuft waagerecht durch F_W. Bei größeren Bildern muß man Bildebenenseitenriß und Bildachse m zur langen Brettkante parallel nehmen.



Zu Seite 60.
Die selten verwendete Frontal-Vogelperspektive wird wie eine hochkant gestellte Übereckperspektive konstruiert. Man geht dabei vom Seitenriß aus. Oberhalb und vor dem Gebäudequerschnitt wird der Augpunkt A angenommen, von ihm aus der das Objekt umschließende Sehwinkel (bis 30°) gezeichnet, gleichschenklig abgeschnitten und parallel zu der Schnittlinie durch die Objektkante e die Bildebene gelegt. Die Fluchtpunkte Fs(senkrecht) und Fw(waagerecht) ergeben sich mittels Parallelen zu den Objektlinien durch den Augpunkt, die entsprechenden Teilpunkte T_S und T_W mit Hilfe der angedeuteten Übertragungen von s und w auf die Bildebene. Die im Seitenriß in der Bildebene ermittelten Abstände werden auf einer Senkrechten der Bildachse m abgetragen. Das perspektivische Bild wird von der waagerechten Objektkante e in der Bildebene aus, mit Hilfe der Fluchtlinien, Teilpunkte und senkrechter Maßlinien, konstruiert. Werden dabei die Schnitte zu flach, so kann man die Maße auch auf der waagerechten Kante e abtragen und die Höhen durch Strahlen zum Teilpunkt D_S, um s seitlich von F_S, die Tiefen durch Strahlen zum Teilpunkt D_W, um w seitlich von Fw, und entsprechenden Fluchtlinien bestimmen. Im angedeuteten Grundriß ist nachgewiesen, daß der durch AH=d und Länge l bestimmte größte Sehwinkel α in Querrichtung nicht zu groß ist.



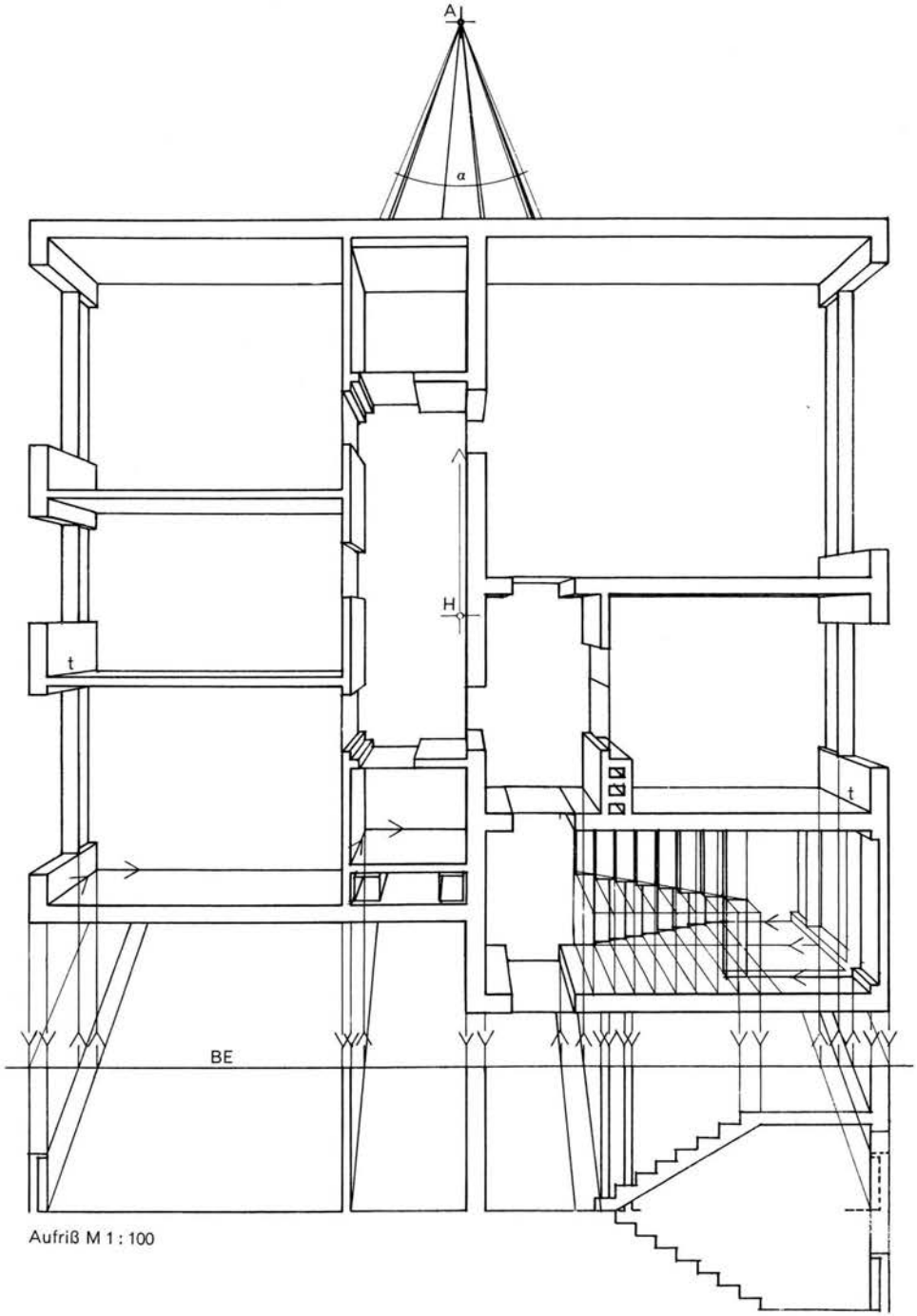
Grundriß M 1 : 100



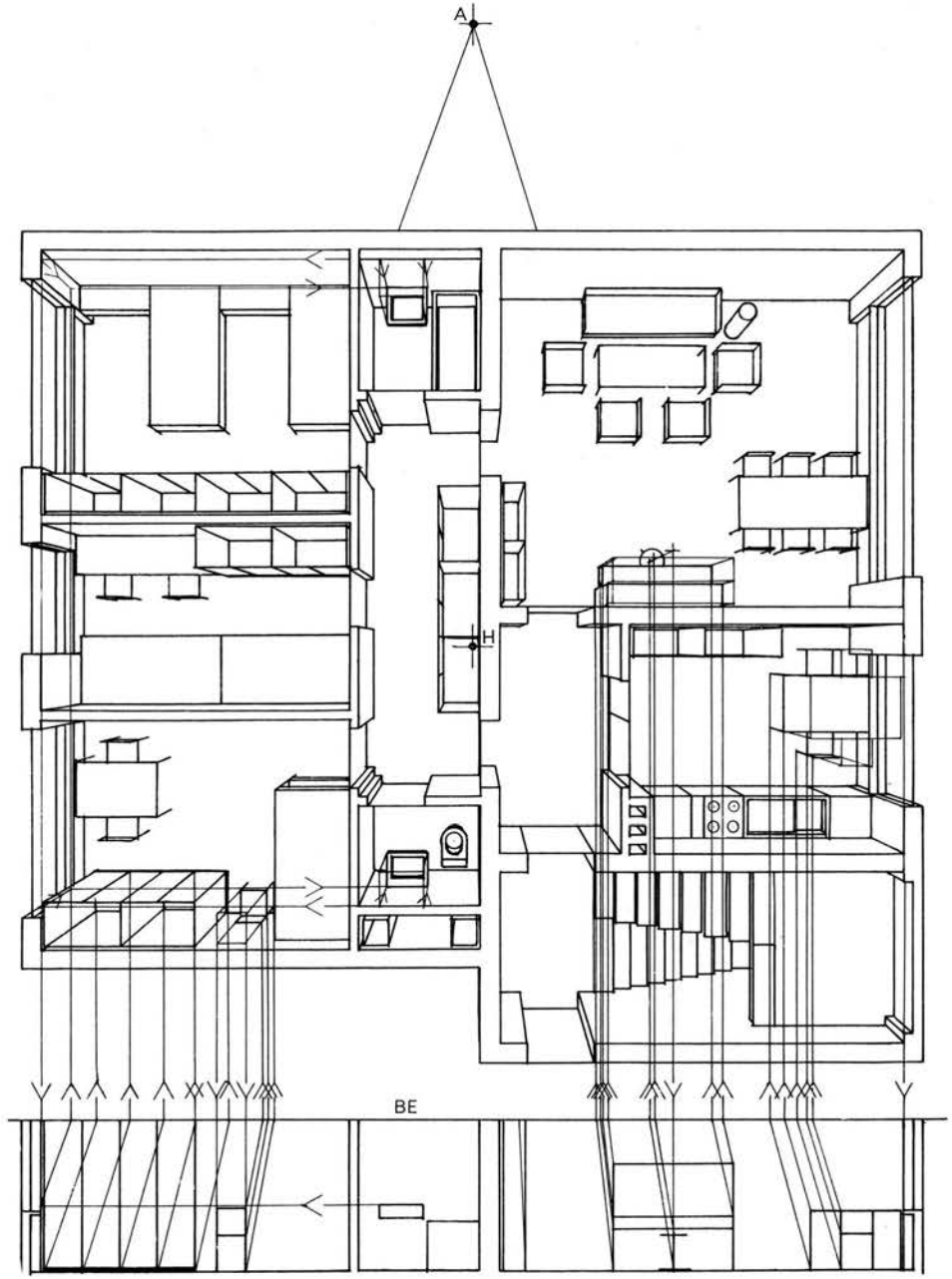
Bilder mit senkrechter Hauptsehrichtung, also mit waagerechter Bildebene, gehen vom Grundriß, hier zum Beispiel im Maßstab 1 : 100, aus und sind nichts anderes als Zentralperspektiven: die Bodenperspektive von oben, die Deckenperspektive von unten. In ihnen erscheinen alle waagerechten Figuren – Rechtecke, Kreise, Sterne, Schlangenlinien – in ihren ursprünglichen Verhältnissen. Nur die Größe ist verändert, bei allen Dingen gleicher Höhe gleich. In der Mitte oder dem Schwerpunkt des Grundrisses wird der Hauptpunkt H angenommen. Zu ihm gehen alle Tiefenlinien, von der Bildebene aus Tieferliegendes läuft nach innen, Höherliegendes nach außen.

Zu Seite 63.
Zur Ermittlung der Höhen muß unter den Grundriß ein Aufriß gezeichnet, in ihm die Lage der Bildebene BE und die Lage des Augpunktes A darüber eingetragen werden, die sich aus dem bereits gezeichneten Hauptpunkt H und dem gewünschten Bildwinkel ergibt. Soll das Bild nicht verzerrt aussehen, so ist dabei wieder der maximale Blickwinkel zu beachten. Da man aber zur Bodenperspektive kaum Vergleichserfahrungen hat, so kann man hier wohl ohne Bedenken bis 45° gehen. Man visiert die Objektpunkte im Aufriß an und holt die Bildebenenschnittpunkte senkrecht herauf ins Bild auf die entsprechenden Tiefenlinien t, die perspektivischen senkrechten Kanten.

Bei Objektpunkten auf der Linie Augpunkt A – Hauptpunkt H wird diese Konstruktion unmöglich, direkt daneben ungenau. Solche Punkte verschiebt man in Aufriß und Grundriß waagerecht an eine zu beiden Rissen senkrechte und möglichst außen liegende Objekt- oder Hilfswand. Dort werden sie im Aufriß anvisiert, im Grundriß mit Tiefenlinien gekreuzt. Die Bildebenenschnittpunkte der Sehstrahlen im Aufriß werden an die Tiefenlinien im Bild senkrecht heraufgeholt. Der Schnittpunkt wird in Richtung der ursprünglichen Verschiebung an die Tiefenlinie, die durch seinen ursprünglichen Platz geht, zurückgeholt. Parallelen zu den Grundrißlinien durch die Tiefenlinienschnittpunkte vollenden das Bild.

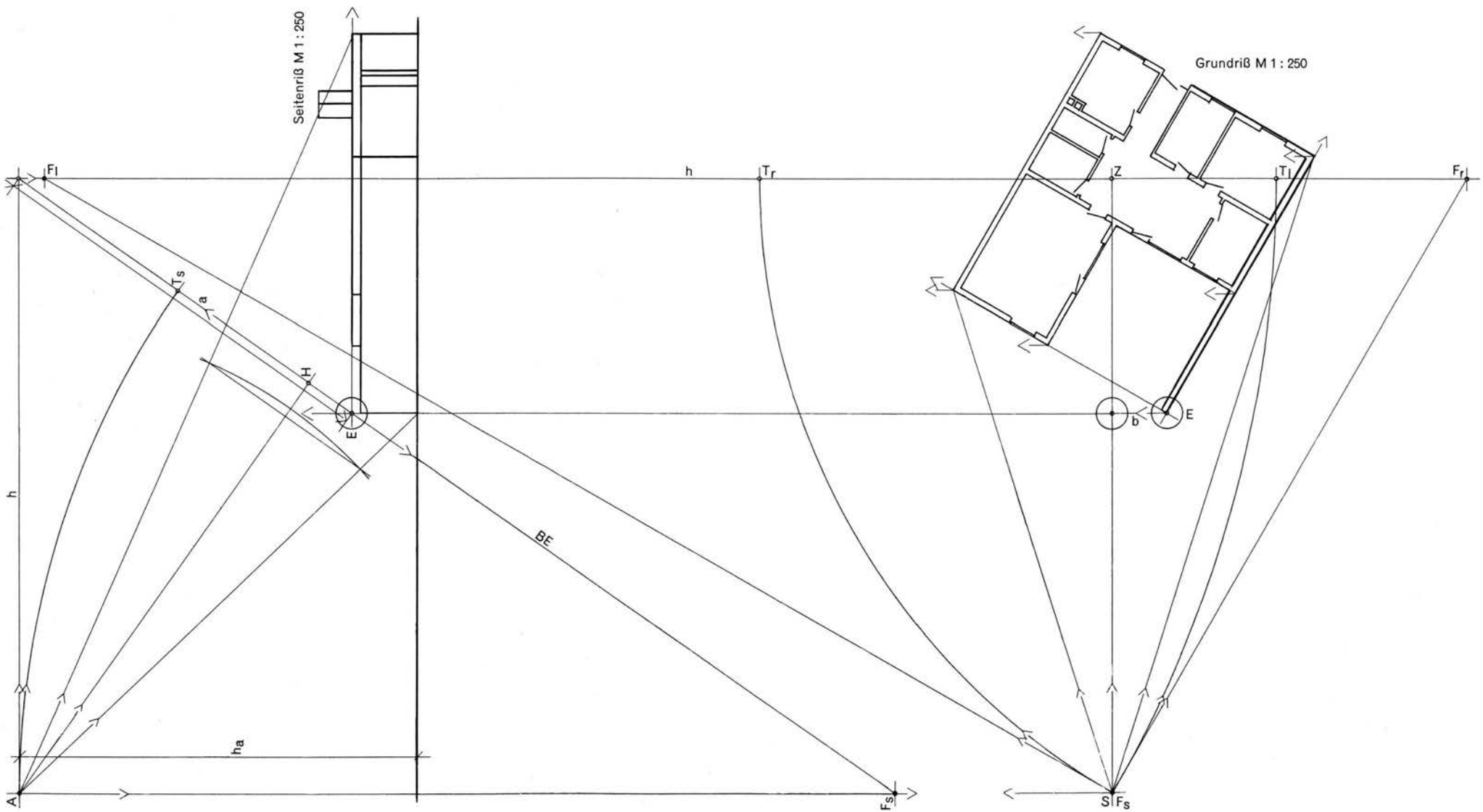


Aufriß M 1 : 100

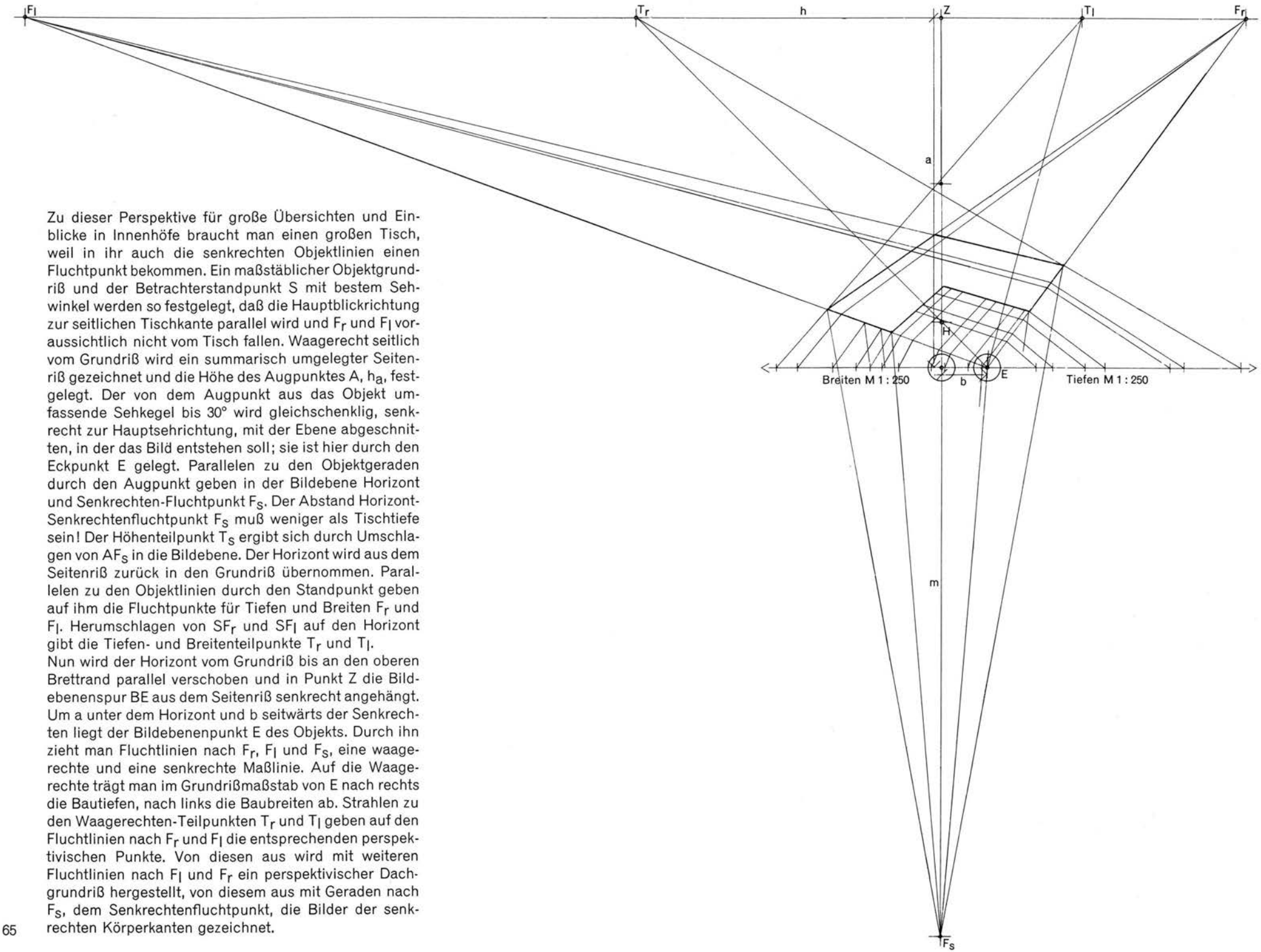


Aufriß M 1 : 100

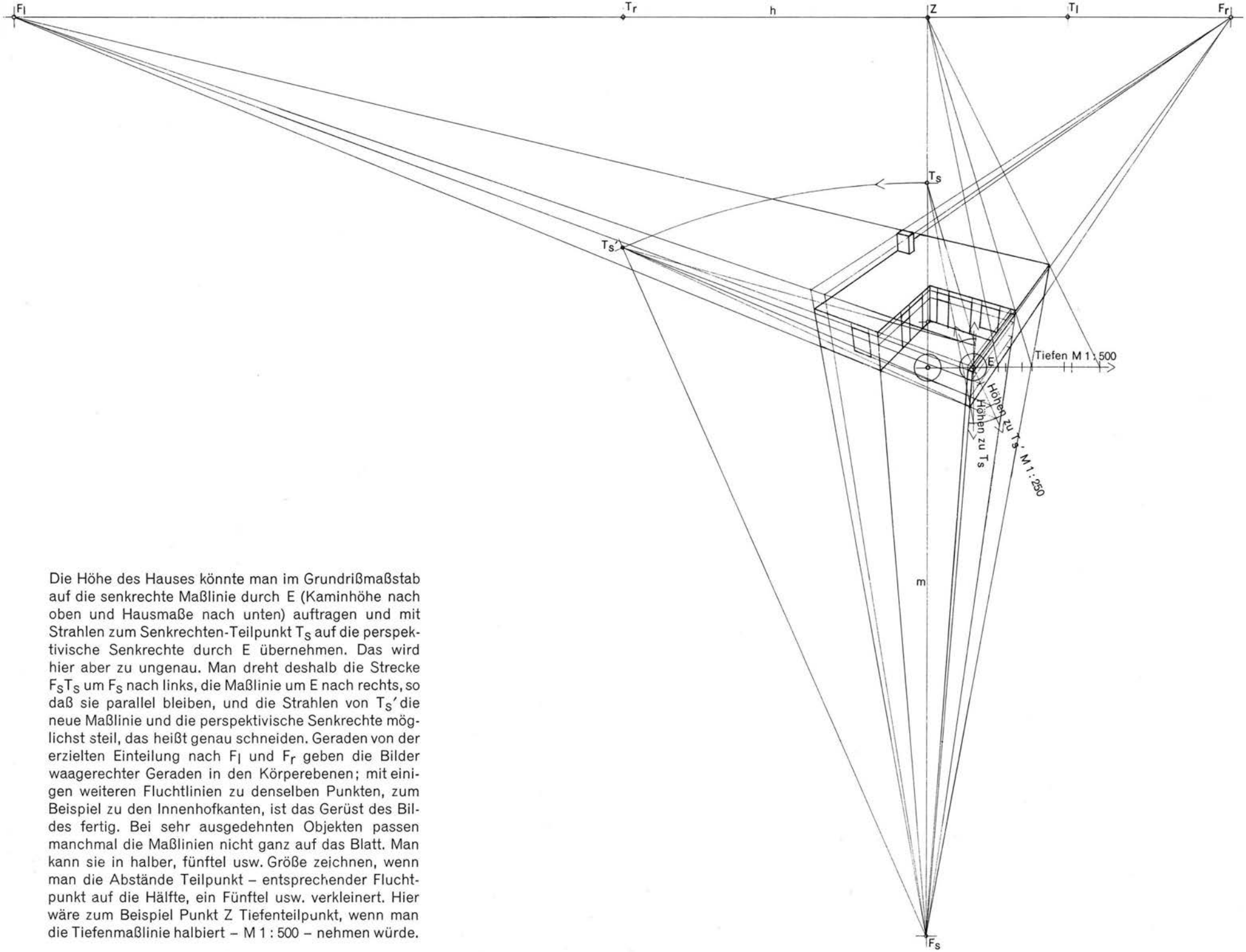
Vogelperspektive übereck, mit Teilpunkten konstruiert



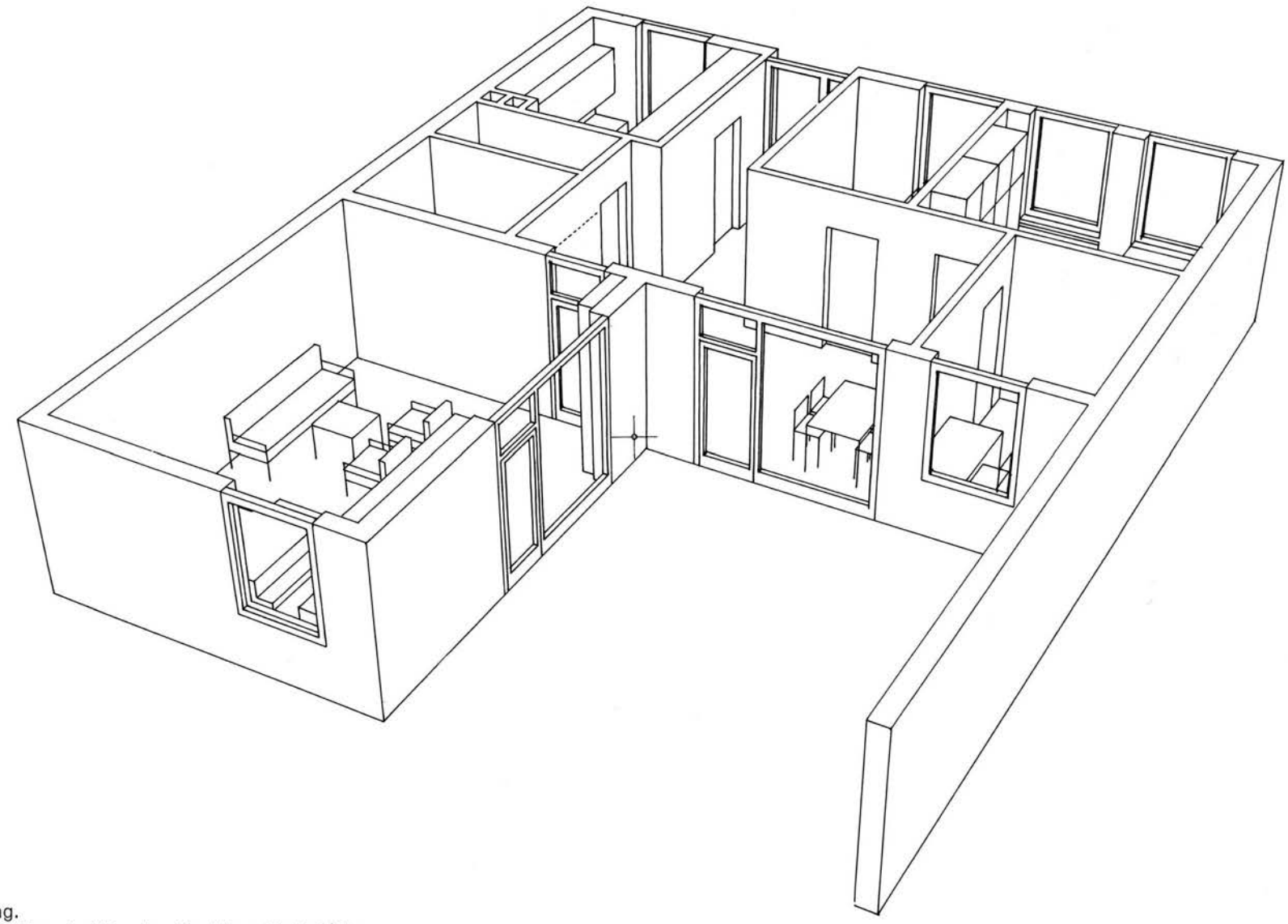
Erläuterungen siehe Seite 65.



Zu dieser Perspektive für große Übersichten und Einblicke in Innenhöfe braucht man einen großen Tisch, weil in ihr auch die senkrechten Objektlinien einen Fluchtpunkt bekommen. Ein maßstäblicher Objektgrundriß und der Betrachterstandpunkt S mit bestem Sehwinkel werden so festgelegt, daß die Hauptblickrichtung zur seitlichen Tischkante parallel wird und F_r und F_l voraussichtlich nicht vom Tisch fallen. Waagerecht seitlich vom Grundriß wird ein summarisch umgelegter Seitenriß gezeichnet und die Höhe des Augpunktes A, h_a, festgelegt. Der von dem Augpunkt aus das Objekt umfassende Sehkegel bis 30° wird gleichschenklig, senkrecht zur Hauptsehrichtung, mit der Ebene abgeschnitten, in der das Bild entstehen soll; sie ist hier durch den Eckpunkt E gelegt. Parallelen zu den Objektgeraden durch den Augpunkt geben in der Bildebene Horizont und Senkrechten-Fluchtpunkt F_S. Der Abstand Horizont-Senkrechtenfluchtpunkt F_S muß weniger als Tischtiefe sein! Der Höhenteilpunkt T_S ergibt sich durch Umschlagen von AF_S in die Bildebene. Der Horizont wird aus dem Seitenriß zurück in den Grundriß übernommen. Parallelen zu den Objektlinien durch den Standpunkt geben auf ihm die Fluchtpunkte für Tiefen und Breiten F_r und F_l. Herumschlagen von SF_r und SF_l auf den Horizont gibt die Tiefen- und Breitenteilpunkte T_r und T_l.
Nun wird der Horizont vom Grundriß bis an den oberen Brettrand parallel verschoben und in Punkt Z die Bildebenenspur BE aus dem Seitenriß senkrecht angehängt. Um a unter dem Horizont und b seitwärts der Senkrechten liegt der Bildebenenpunkt E des Objekts. Durch ihn zieht man Fluchtlinien nach F_r, F_l und F_S, eine waagerechte und eine senkrechte Maßlinie. Auf die Waagerechte trägt man im Grundrißmaßstab von E nach rechts die Bautiefen, nach links die Baubreiten ab. Strahlen zu den Waagerechten-Teilpunkten T_r und T_l geben auf den Fluchtlinien nach F_r und F_l die entsprechenden perspektivischen Punkte. Von diesen aus wird mit weiteren Fluchtlinien nach F_l und F_r ein perspektivischer Dachgrundriß hergestellt, von diesem aus mit Geraden nach F_S, dem Senkrechtenfluchtpunkt, die Bilder der senkrechten Körperkanten gezeichnet.

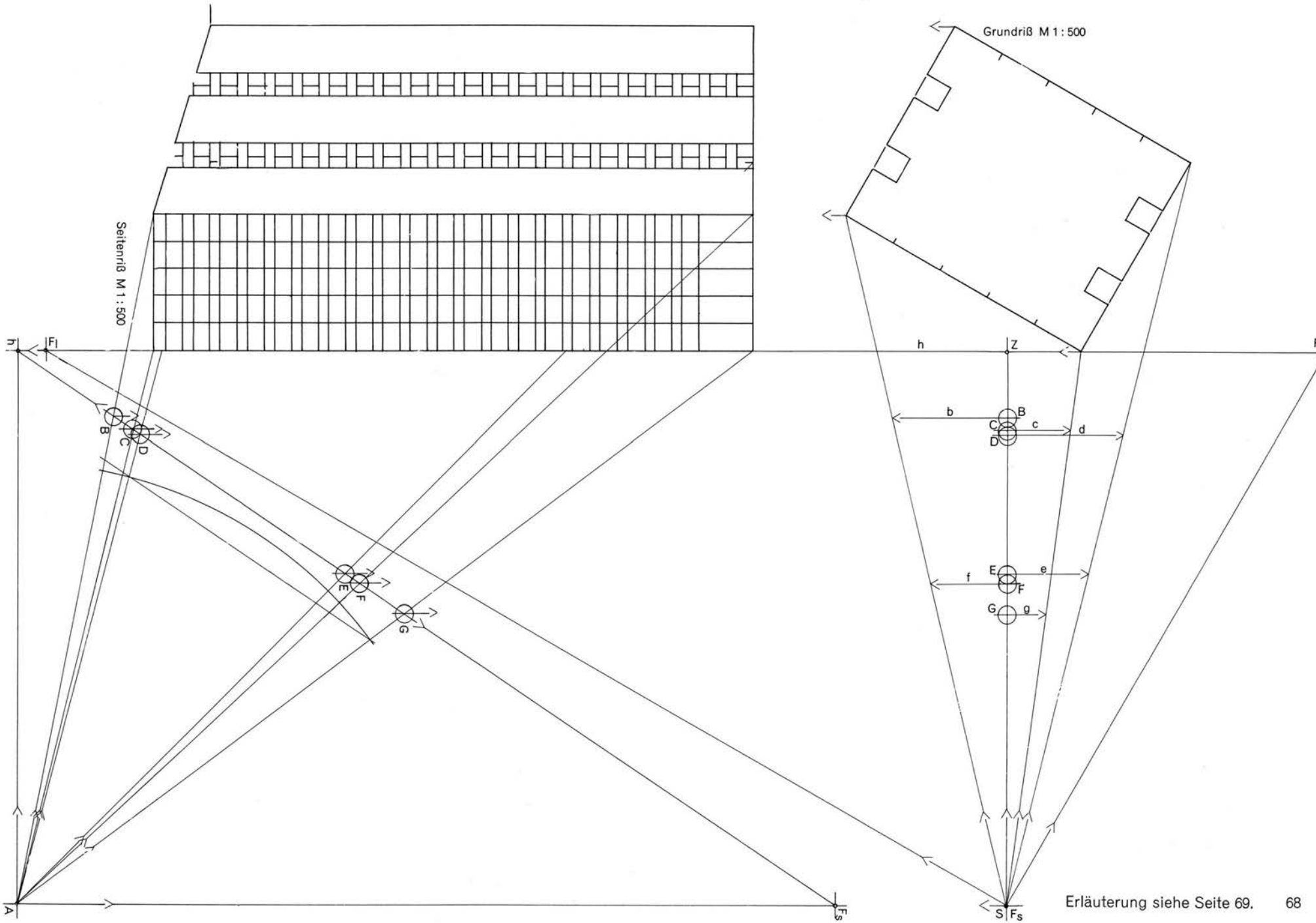


Die Höhe des Hauses könnte man im Grundrißmaßstab auf die senkrechte Maßlinie durch E (Kaminhöhe nach oben und Hausmaße nach unten) auftragen und mit Strahlen zum Senkrechten-Teilpunkt T_S auf die perspektivische Senkrechte durch E übernehmen. Das wird hier aber zu ungenau. Man dreht deshalb die Strecke $F_S T_S$ um F_S nach links, die Maßlinie um E nach rechts, so daß sie parallel bleiben, und die Strahlen von T_S' die neue Maßlinie und die perspektivische Senkrechte möglichst steil, das heißt genau schneiden. Geraden von der erzielten Einteilung nach F_l und F_r geben die Bilder waagerechter Geraden in den Körperebenen; mit einigen weiteren Fluchtlinien zu denselben Punkten, zum Beispiel zu den Innenhofkanten, ist das Gerüst des Bildes fertig. Bei sehr ausgedehnten Objekten passen manchmal die Maßlinien nicht ganz auf das Blatt. Man kann sie in halber, fünftel usw. Größe zeichnen, wenn man die Abstände Teilpunkt – entsprechender Fluchtpunkt auf die Hälfte, ein Fünftel usw. verkleinert. Hier wäre zum Beispiel Punkt Z Tiefenteilpunkt, wenn man die Tiefenmaßlinie halbiert – M 1 : 500 – nehmen würde.



Vergrößerung.
Man kann die Konstruktion der Fluchtpunkte in kleinerem Maßstab machen und dann die Perspektive mehrfach, hier vierfach, vergrößert ausführen. Die Entfernung Bildebene–Augpunkt sollte mindestens 30 cm betragen.

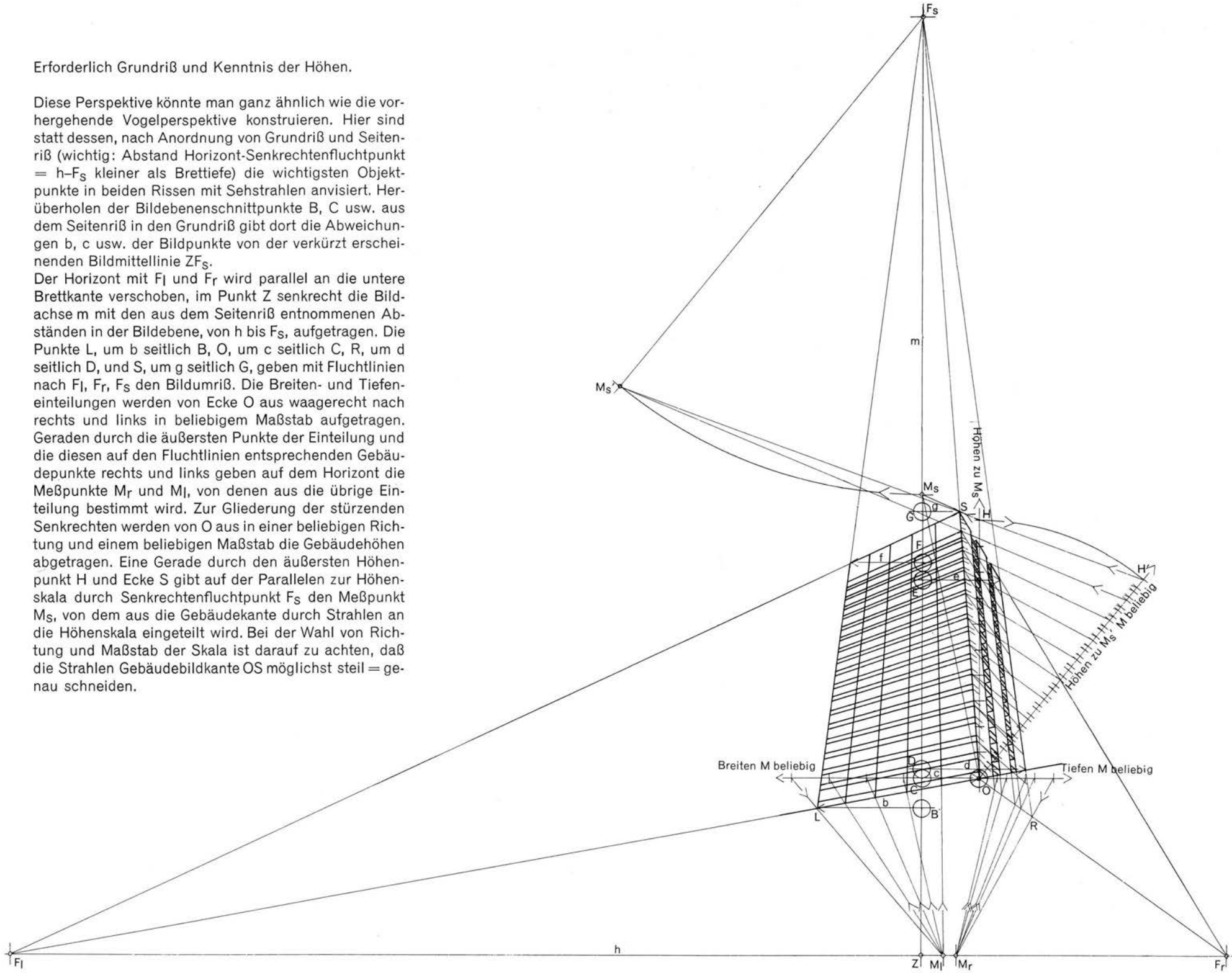
Froschperspektive übereck, Umriß mit Sehstrahlen konstruiert



Erläuterung siehe Seite 69.

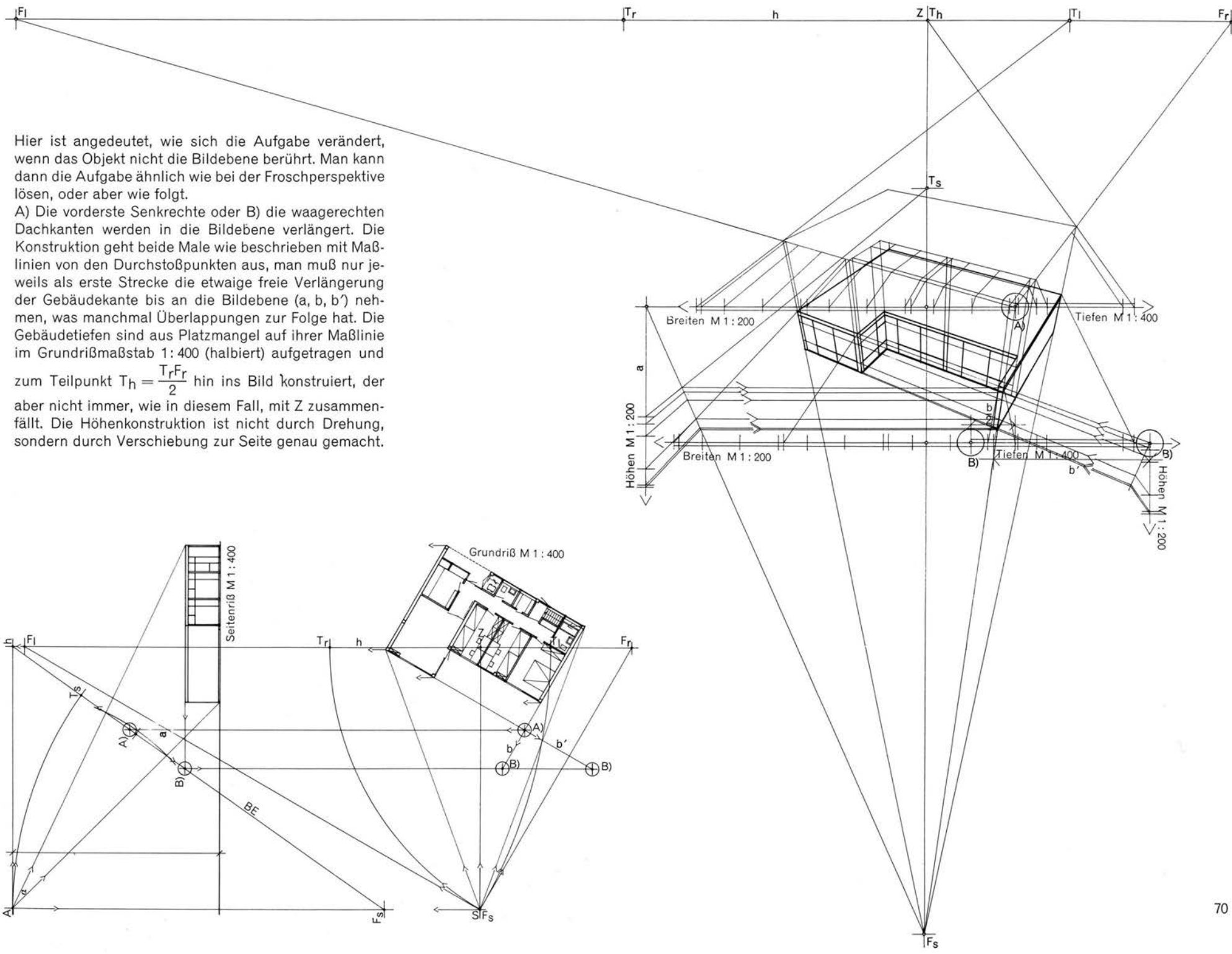
Erforderlich Grundriß und Kenntnis der Höhen.

Diese Perspektive könnte man ganz ähnlich wie die vorhergehende Vogelperspektive konstruieren. Hier sind statt dessen, nach Anordnung von Grundriß und Seitenriß (wichtig: Abstand Horizont-Senkrechtenfluchtpunkt = h–F_S kleiner als Brettiefe) die wichtigsten Objektpunkte in beiden Rissen mit Sehstrahlen anvisiert. Herüberholen der Bildebenenschnittpunkte B, C usw. aus dem Seitenriß in den Grundriß gibt dort die Abweichungen b, c usw. der Bildpunkte von der verkürzt erscheinenden Bildmittellinie ZF_S.
Der Horizont mit F_l und F_r wird parallel an die untere Brettkante verschoben, im Punkt Z senkrecht die Bildachse m mit den aus dem Seitenriß entnommenen Abständen in der Bildebene, von h bis F_S, aufgetragen. Die Punkte L, um b seitlich B, O, um c seitlich C, R, um d seitlich D, und S, um g seitlich G, geben mit Fluchtlinien nach F_l, F_r, F_S den Bildumriß. Die Breiten- und Tiefeneinteilungen werden von Ecke O aus waagerecht nach rechts und links in beliebigem Maßstab aufgetragen. Geraden durch die äußersten Punkte der Einteilung und die diesen auf den Fluchtlinien entsprechenden Gebäudepunkte rechts und links geben auf dem Horizont die Meßpunkte M_r und M_l, von denen aus die übrige Einteilung bestimmt wird. Zur Gliederung der stürzenden Senkrechten werden von O aus in einer beliebigen Richtung und einem beliebigen Maßstab die Gebäudehöhen abgetragen. Eine Gerade durch den äußersten Höhenpunkt H und Ecke S gibt auf der Parallelen zur Höhenskala durch Senkrechtenfluchtpunkt F_S den Meßpunkt M_S, von dem aus die Gebäudekante durch Strahlen an die Höhenskala eingeteilt wird. Bei der Wahl von Richtung und Maßstab der Skala ist darauf zu achten, daß die Strahlen Gebäudebildkante OS möglichst steil = genau schneiden.



Hier ist angedeutet, wie sich die Aufgabe verändert, wenn das Objekt nicht die Bildebene berührt. Man kann dann die Aufgabe ähnlich wie bei der Froschperspektive lösen, oder aber wie folgt.

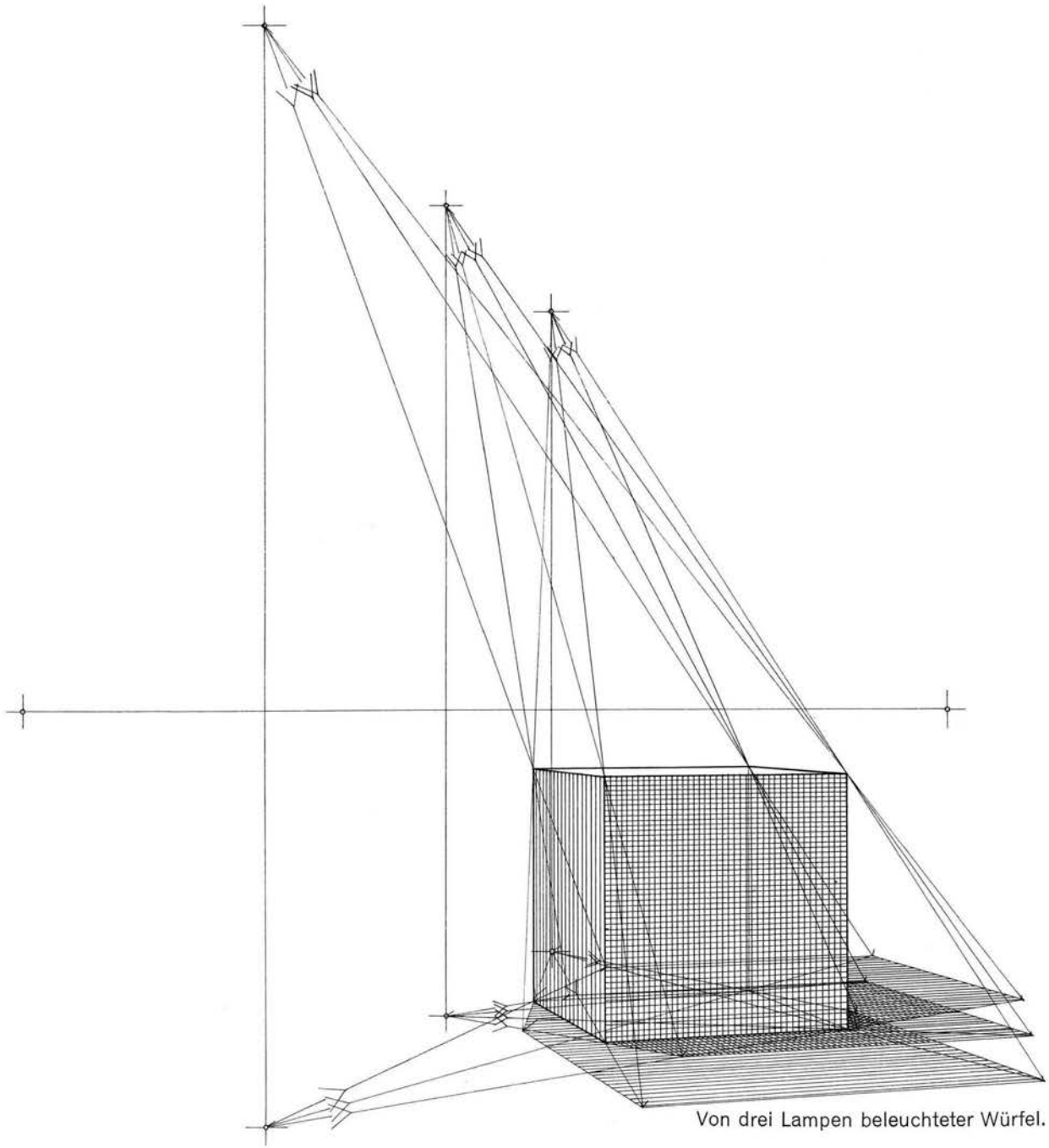
A) Die vorderste Senkrechte oder B) die waagerechten Dachkanten werden in die Bildebene verlängert. Die Konstruktion geht beide Male wie beschrieben mit Maßlinien von den Durchstoßpunkten aus, man muß nur jeweils als erste Strecke die etwaige freie Verlängerung der Gebäudekante bis an die Bildebene (a, b, b′) nehmen, was manchmal Überlappungen zur Folge hat. Die Gebäudetiefen sind aus Platzmangel auf ihrer Maßlinie im Grundrißmaßstab 1:400 (halbiert) aufgetragen und zum Teilpunkt $T_h = \frac{T_r F_r}{2}$ hin ins Bild konstruiert, der aber nicht immer, wie in diesem Fall, mit Z zusammenfällt. Die Höhenkonstruktion ist nicht durch Drehung, sondern durch Verschiebung zur Seite genau gemacht.



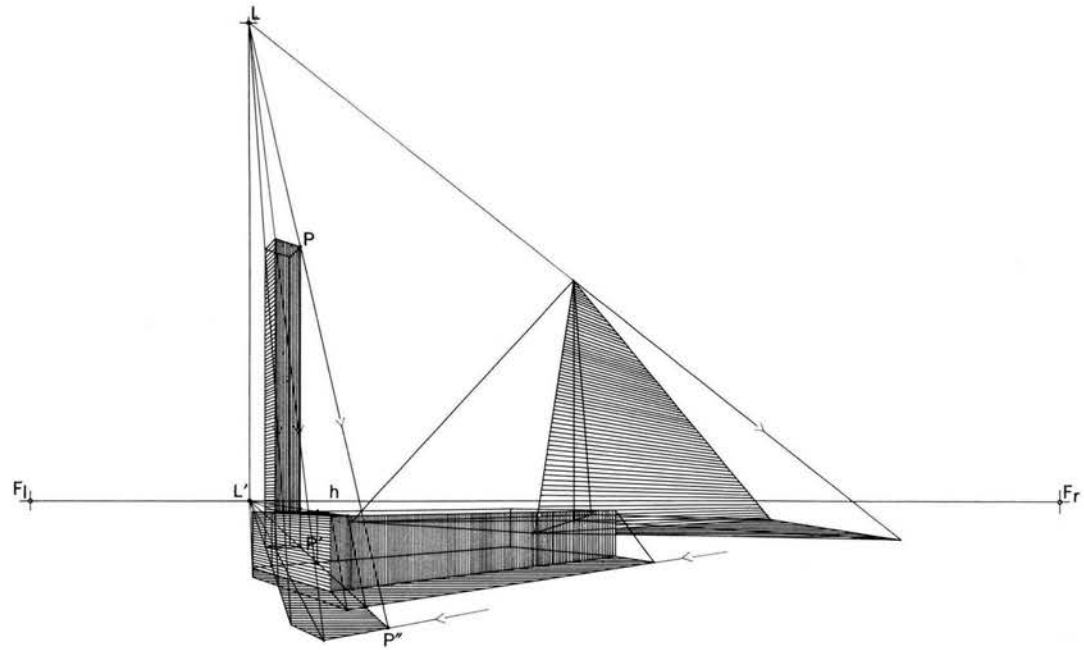
Schatten in der Perspektive

Einführung.
Will man Schatten in Perspektiven einführen, so muß man die Natur vereinfachen. Man sieht Lampen als punktförmig an und die Sonnenstrahlen als parallel. Schatten, wie sie unter Leuchtdecken und Lichtbändern entstehen, werden nicht in Perspektive dargestellt, weil die Mühe nicht lohnt. Es sind dann sechs verschiedene Beleuchtungsfälle denkbar:
1. Sonne vor dem Augpunkt.
2. Sonne bildebenenparallel.
3. Sonne hinter dem Augpunkt.
4. Lampe vor dem Augpunkt.
5. Lampe neben dem Augpunkt.
6. Lampe hinter dem Augpunkt.
Die Fälle 5 und 6 kommen in der Fotografie bei Blitzaufnahmen, in der Perspektive jedoch sehr selten vor.

Schatten wird im allgemeinen auf folgende Weise konstruiert:
1. Die Richtung oder der Fluchtpunkt der Lichtstrahlen wird willkürlich festgesetzt oder nach Winkelangaben ermittelt. Durch den Punkt, dessen Schatten gefunden werden soll, wird ein Lichtstrahl gezogen.
2. Man denkt sich eine Ebene, die den Lichtstrahl enthält und die Schatten erwartenden Flächen schneidet. Die Schnittfigur der Ebene mit den Flächen wird konstruiert.
3. Wo der Lichtstrahl die Schnittfigur der Ebene mit den zu beschattenden Flächen schneidet, liegt der gesuchte Schattenpunkt, zuweilen: nirgendwo!

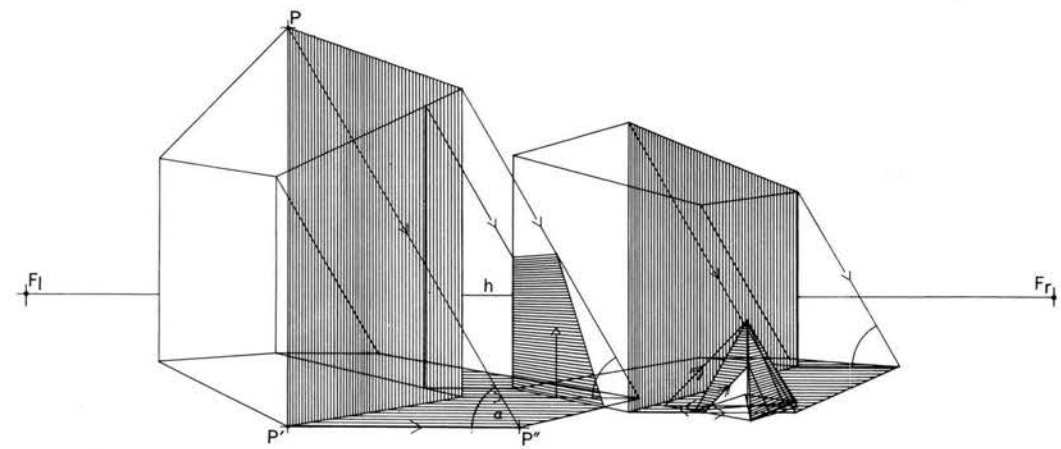


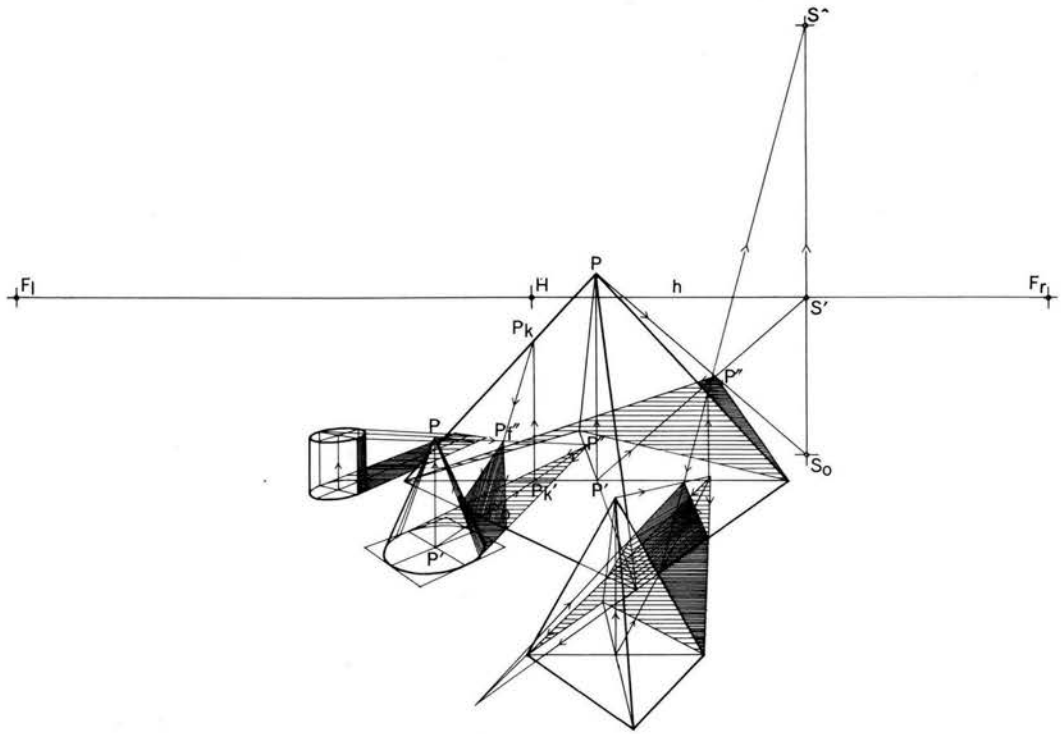
Von drei Lampen beleuchteter Würfel.



Sonne von vorn.
Die von vorn durch die Bildebene parallel zueinander einfallenden Lichtstrahlen haben in der Perspektive einen Fluchtpunkt L. Er liegt da, wo der Lichtstrahl durch den Augpunkt die Bildebene schneidet – immer über dem Horizont – und kann beliebig eingesetzt werden, allerdings nicht zu nahe am Horizont, sonst werden die Schatten zu lang. Senkrecht unter L auf dem Horizont sitzt dann der Fluchtpunkt L′ aller Lichtstrahlengrundrisse, das heißt aller Schatten von senkrechten Geraden auf waagerechte Ebenen, auch Sonnenfußpunkt genannt. L, L′ und ein Lichtstrahl, zum Beispiel durch Punkt P, bestimmen eine senkrechte Ebene, die alle Schatten erwartende Flächen schneidet, die Bodenebene zum Lichtstrahlengrundriß vom Fußpunkt L′ zum Lotpunkt P′, senkrechte Wände von ihrer Bodenkante senkrecht herauf, die obere Quaderebene wieder in Richtung nach L′. Wenn es einen Schattenpunkt gibt, ist es der Treffpunkt P″ des Lichtstrahls mit dem Objektschnitt. Liegt P auf der Linie L L′, so wird die beschriebene Konstruktion unmöglich. Man kann sich aber meist damit helfen, daß der Schatten der anderen Punkte konstruierbar ist und die Fluchtpunkte der Schattengrenze bekannt sind: Die Schatten von Geraden auf Ebenen, die zu ihnen parallel sind, sind zu den schattenwerfenden Geraden parallel.

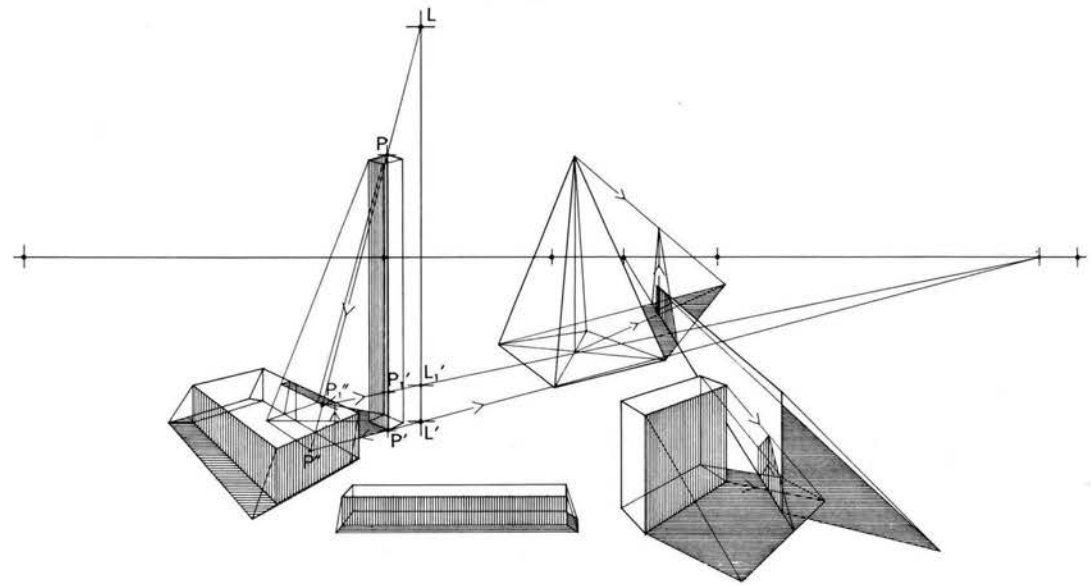
Sonne seitlich.
Fallen Sonnenstrahlen parallel zur Bildebene ein, so bleiben sie auch in der perspektivischen Darstellung parallel. Auch die zur Schattenkonstruktion notwendige Hilfsfigur wird durch die Perspektive nicht verzerrt, sondern nur in ihrer Größe verändert. Sie besteht für jeden Punkt P aus dem Lichtstrahl mit vorgegebenem Winkel α, dem Lot P P′ und einer waagerechten Bodenlinie beziehungsweise einem Querschnitt durch die betroffenen Objektbildteile, bis zu dem Punkt P″, wo der Lichtstrahl auftrifft. Die Richtung des Schattens der senkrechten Quaderkante auf der kleinen Pyramide ist hier von einer Parallelen durch die Pyramidenspitze übernommen, die man erhält, indem man mit einem bildebenenparallelen Querschnitt durch die Pyramidenachse die belichtete Pyramidenfläche schneidet. So wird die Zeichnung genauer. An einer senkrechten Fläche wäre der Schatten senkrecht hochgelaufen.
Geraden und ihre Schatten auf ihnen parallelen Wänden oder Böden haben gleiche Fluchtpunkte beziehungsweise sind parallel.





Lampe im Bild.
Liegt die Lichtquelle vor dem Betrachter, so wird ihr Zentrum L mit in Perspektive dargestellt. Zur Bestimmung der Schatten der Dinge aufeinander, zum Beispiel von Kanten auf eine Ebene, genügen die Bilder der Lichtstrahlen allein nicht. Man muß sich zu jedem Lichtstrahl eine Hilfsebene denken, deren Schnitt mit den Objekten perspektivisch dargestellt wird und, falls er von dem Lichtstrahl getroffen wird, den Schattenpunkt bestimmt. Die einfachsten Hilfsebenen zur Konstruktion der Lichtgrenzen auf einer Ebene stehen auf dieser wirklich senkrecht, drehen sich wie eine Windfahne um die Lotrechte vom Lichtpunkt L auf die betreffende Wand, Decken- oder Bodenfläche. Der Schnitt einer Hilfsebene durch P, zum Beispiel mit der Bodenebene, läuft durch den Lotpunkt L′ des Lichtpunktes L und den Lotpunkt P′ des schattenwerfenden Punktes P. Er ist der Schatten der Senkrechten durch P auf die Bodenebene; wo er von dem Lichtstrahl durch P getroffen wird, liegt Schattenpunkt P″. Jede Ebene hat ihren eigenen Lotpunkt L′l

Sonne von rückwärts.
Der Sonnenstrahlenfluchtpunkt S_o liegt unter dem Horizont, irgendwo auf der Seite, wo der Schatten hinfallen soll. Schatten senkrechter Strecken auf waagerechten Ebenen laufen zum Sonnenfußpunkt S′ hin, der senkrecht über S_o auf dem Horizont liegt. Um den Schatten eines Punktes P zu ermitteln, wird durch P ein Lichtstrahl nach S_o gezogen. Der perspektivische Grundriß des Lichtstrahls von P′ nach S′ schneidet den Lichtstrahl zum gesuchten Schattenpunkt P″.
Der Schatten von Kegeln oder Pyramiden auf waagerechte Ebenen ergibt sich, wenn man den Schattenpunkt der Spitze konstruiert und von ihm aus Tangenten an den perspektivischen Grundriß der Pyramide zieht. Sie sind die Schlagschattenkanten auf dem Boden, Geraden von ihren Berührungspunkten zu den Spitzen der Körper die Grenzen des Eigenschattens. Fällt der Schatten der Pyramidenspitze in den perspektivischen Grundriß hinein, so ist die Pyramide schattenlos. Um den Schatten der vorderen Pyramide auf die hintere zu erhalten, wird zu jedem Lichtstrahl ein senkrechter Schnitt durch die Pyramiden gemacht. Man zieht durch die Schnittpunkte des Lichtstrahlgrundrisses mit den Kantengrundrissen, zum Beispiel P_k', ein Lot hinauf bis zur Kante und verbindet P_k und P_p. Wo der Lichtstrahl die Verbindungen schneidet, ist der Schattenpunkt P_f''. Der Schnitt der Verlängerung der Verbindung mit dem Lot durch S′, S^, ist der Fluchtpunkt aller zu der Verbindung parallelen Strecken auf der jeweiligen Pyramidenfläche.



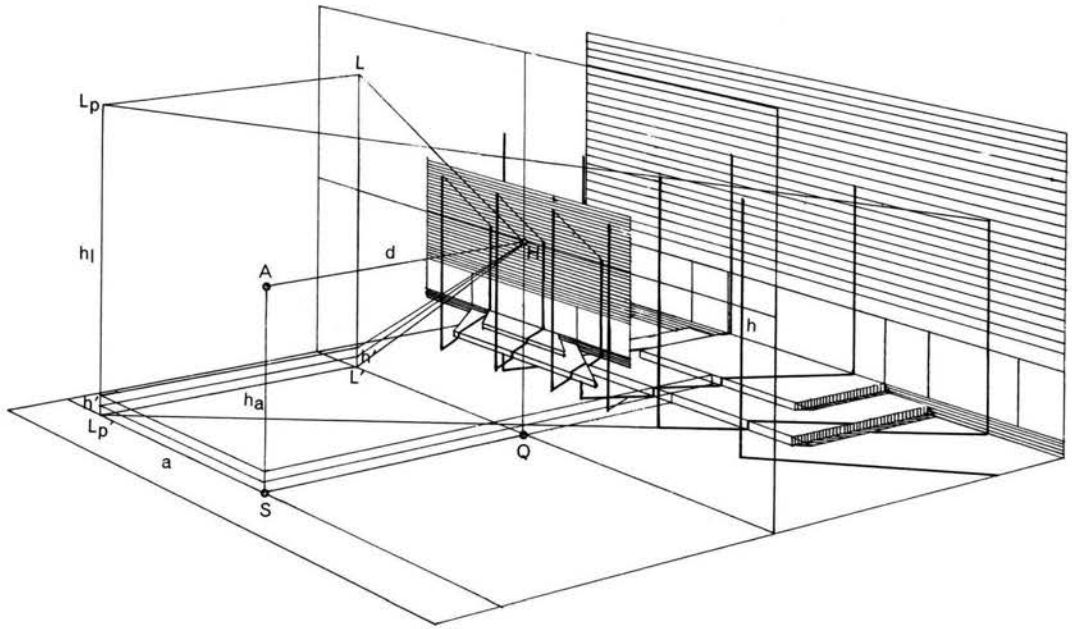
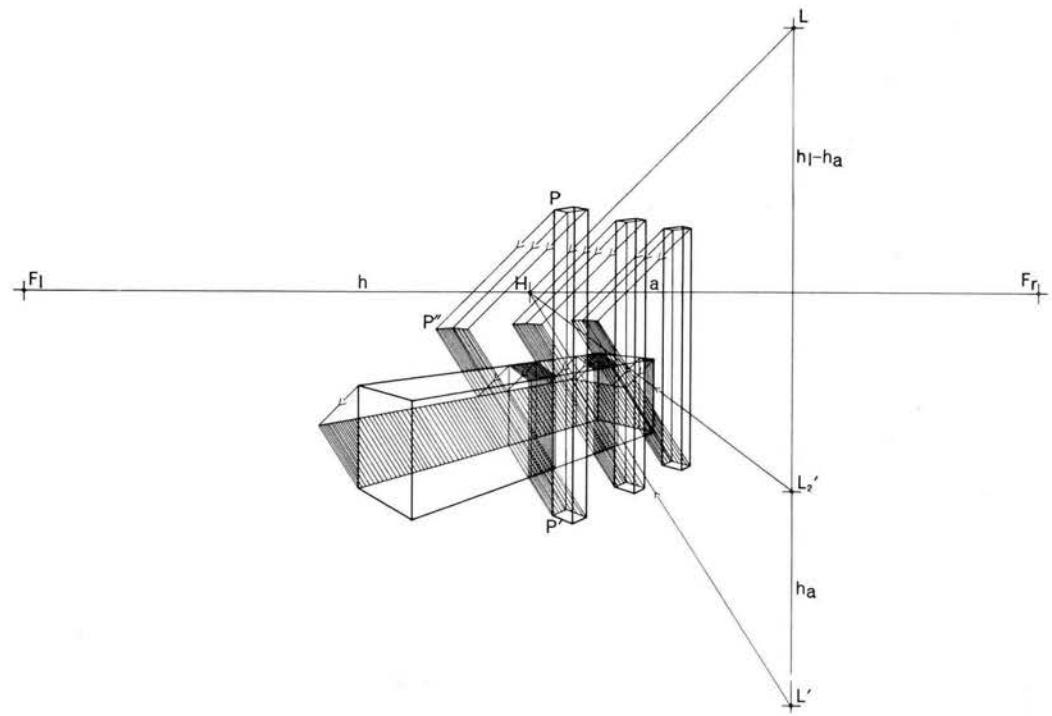
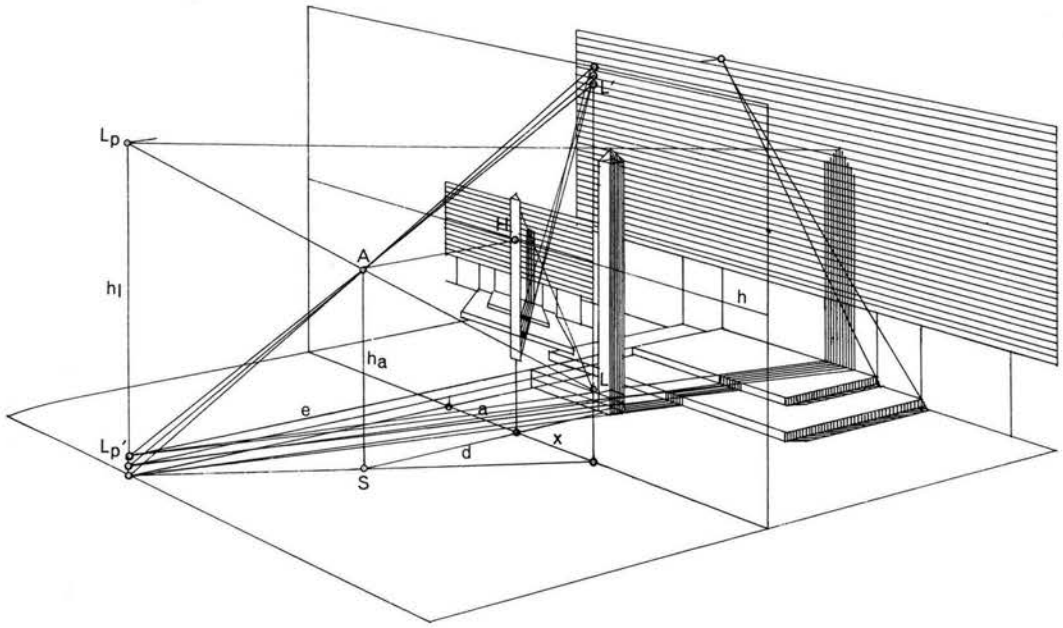


Schaubild.
Das Schaubild zeigt den Schattenwurf einer Lampe L_p, um a seitlich neben dem Standpunkt, in Perspektive. Gegeben sind die Lampe L_p in Höhe h_l mit Fußpunkt L_p', der Augpunkt A, um h_a über Standpunkt S, alles im Abstand d von der Bildebene, mit den zugehörigen Aufrißpunkten L und L', H und Q, die sich alle durch waagerechte Parallelprojektion senkrecht auf die Bildebene ergeben. In der Perspektive werden dann die Bilder aller Lichtstrahlen parallel zu AL_p, beziehungsweise HL, und die Bilder der Lichtstrahlengrundrißschatten senkrechter Geraden in den Höhen h' jeweils zu den Geraden AL_p' beziehungsweise HL' parallel.
Alle Strahlen, die von einem Punkt der bildebenenparallelen Ebene durch den Augpunkt, der sogenannten Verschwindungsebene, ausgehen, werden in der Perspektive parallel abgebildet.



Konstruktion.
Die Perspektive wird gezeichnet, der Hauptpunkt H, die Punkte L und L' werden eingetragen. Sie liegen um a (aus dem Grundriß entnommen) seitlich von H. L' sitzt um Augenhöhe h_a unter dem Horizont, L um h_l senkrecht über L': Maßstab wie im Aufriß. Durch den Bildpunkt P wird ein Lichtstrahl parallel zu LH und durch seinen Fußpunkt P' ein Lichtstrahlengrundriß parallel zu L'H gezogen. Wo sich der Lichtstrahl mit seinem Grundriß schneidet, liegt der gesuchte Schattenpunkt P''. Jede beschattete Ebene hat eine eigene Lichtstrahlenrichtung und einen besonderen Fußpunkt P' von P.
Schatten von Geraden auf ihnen parallelen Ebenen sind zu ihren Urbildern parallel beziehungsweise haben denselben Fluchtpunkt.

Lampenlicht von rückwärts.



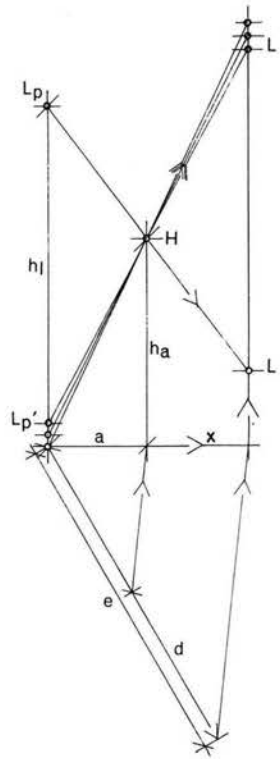
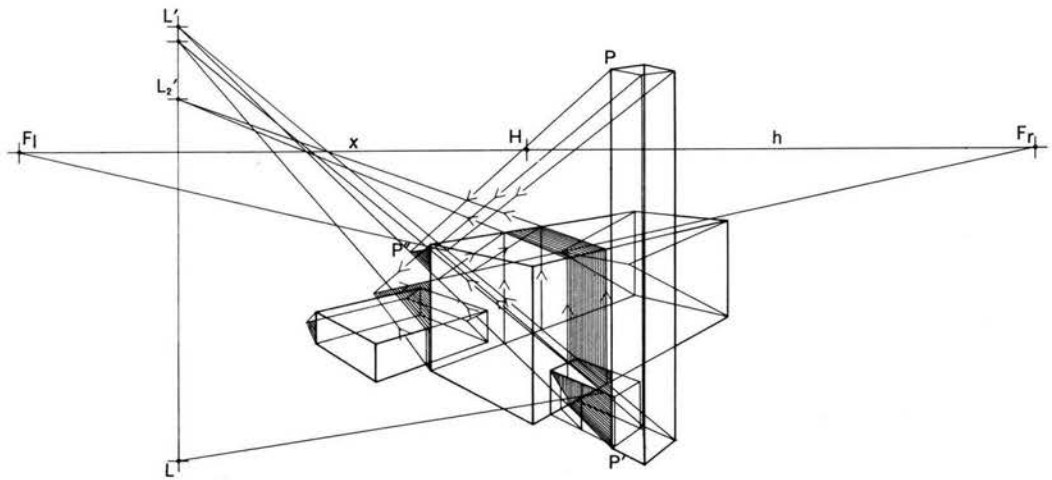


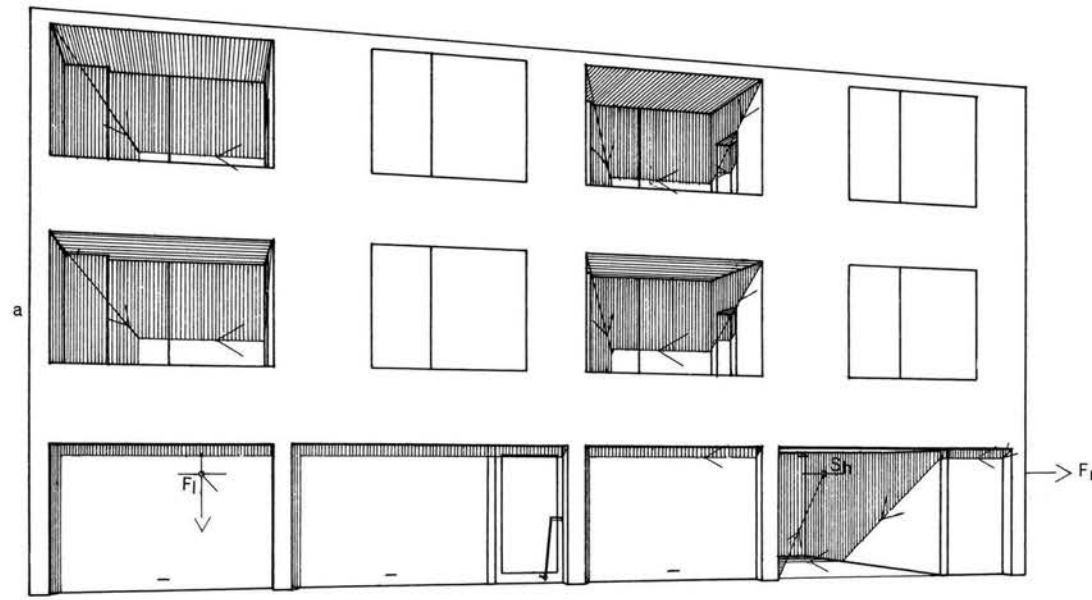
Schaubild.
Das Schaubild zeigt, wie man zu den für diesen Fall notwendigen Fluchtpunkten kommt. Gegeben seien Objekt und Bildebene, der Augpunkt A, der Standpunkt S, der Lichtpunkt L_p und seine Fußpunkte, L_p' usw., in den verschiedenen Boden-, gegebenenfalls auch Deckenhöhen. Der Lichtstrahlenfluchtpunkt L entsteht dann als Schnittpunkt der verlängerten Geraden L_pA mit der Bildebene. Den Fluchtpunkt L′ der Lichtstrahlengrundrisse in Höhe von L_p' erhält man als Schnittpunkt der verlängerten Geraden $L_p'A$ mit der Bildebene, zu jeder anderen Boden- oder Deckenhöhe einen weiteren.
Die kleine Skizze zeigt, wie die Fluchtpunkte L und L′ auch ohne Grundriß aus der Augenhöhe h_a, der Lichthöhe h_l und den Abständen Augpunkt-Bildebene d, Lichtpunkt-Bildebene e und dem waagerechten Abstand a der Linien d und e ermittelt werden können.

$$x = \frac{d \cdot a}{e - d}$$

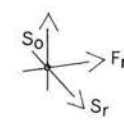
Die Fluchtpunkte von Lichtstrahlseitenrissen an irgendwelchen Wänden wären durch Verlängerung der Wände, Lote von Lp auf die Wände und Strahlen von den Lotpunkten durch Augpunkt A auf der Bildebene zu erhalten.



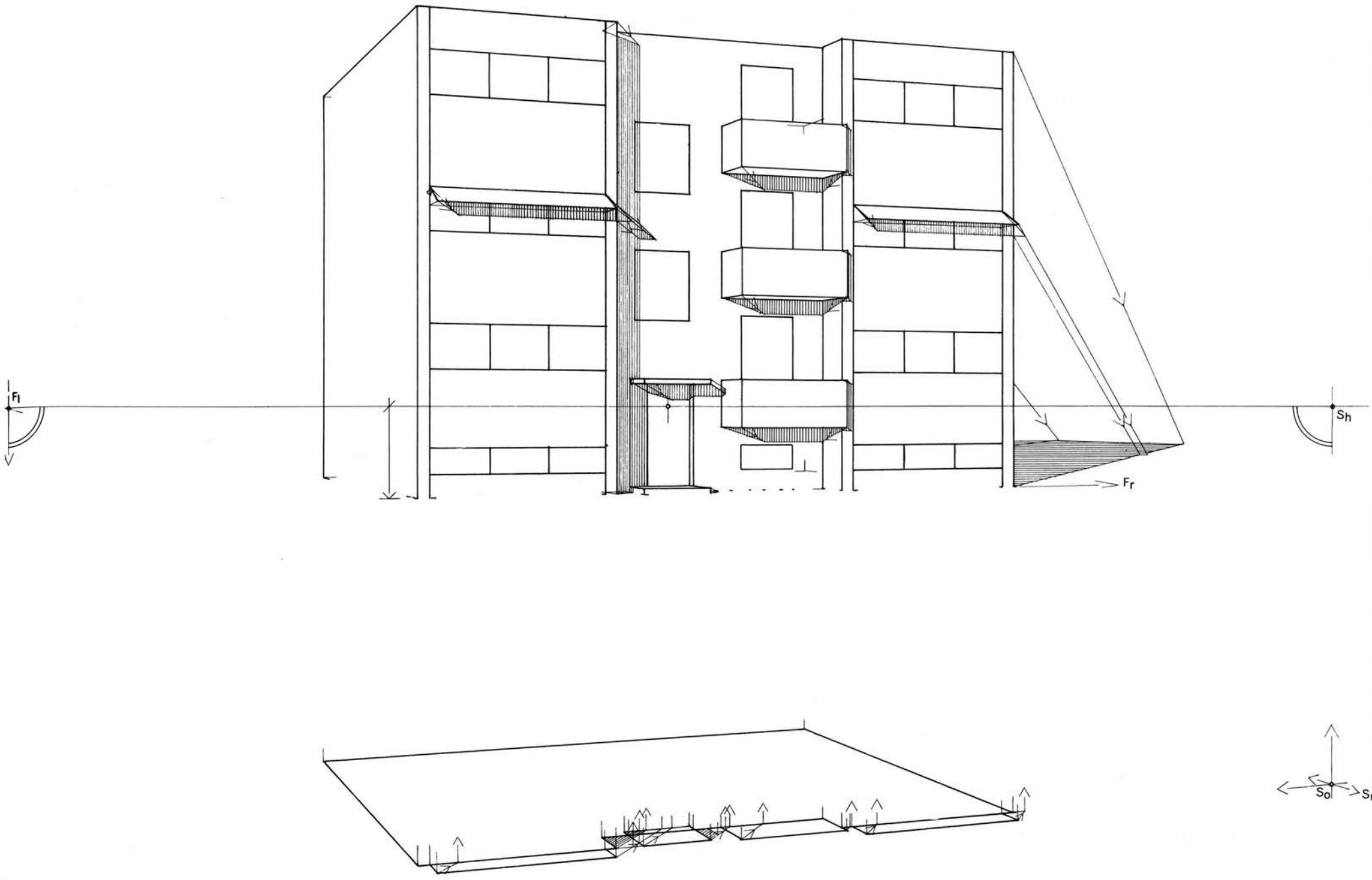
Konstruktion.
In dem gezeigten Beispiel sind zunächst nur L und L′ entsprechend der Erläuterungsskizze zum Schaubild festgelegt. Der Schatten P″ eines Punktes P ergibt sich dann als Schnittpunkt der Geraden PL und P′L′. Durch die Schnittpunkte von P′L′ mit dem perspektivischen Quadergrundriß werden Senkrechten bis an die Oberkanten gezogen.
Wo die verlängerte Verbindung der Dachkanten-Schnittpunkte die Senkrechte LL′ schneidet, ist der Fluchtpunkt L_2' aller Schatten von Lotrechten auf die obere Quaderfläche.



Beispiel 1.
Die Perspektive ist mit Grundriß und Sehstrahlen gemacht, die Kante a hat Maßstab 1 : 100. Die Sonnenstrahlen laufen zu dem frei gewählten Punkt S_O, die Schatten senkrechter Kanten auf waagerechtem Boden nach S_h, senkrecht über S_O auf dem Horizont, die Schatten waagerechter Sturzkanten und so weiter auf Querwänden nach S_l, senkrecht unter F_l, auf der Geraden von F_r durch S_O. Die Schatten von Geraden auf einer zu ihnen parallelen Wand zeigen auf denselben Fluchtpunkt wie die Geraden. Die Konstruktion bietet, bei Kenntnis der Fluchtpunkte, keine Schwierigkeiten.

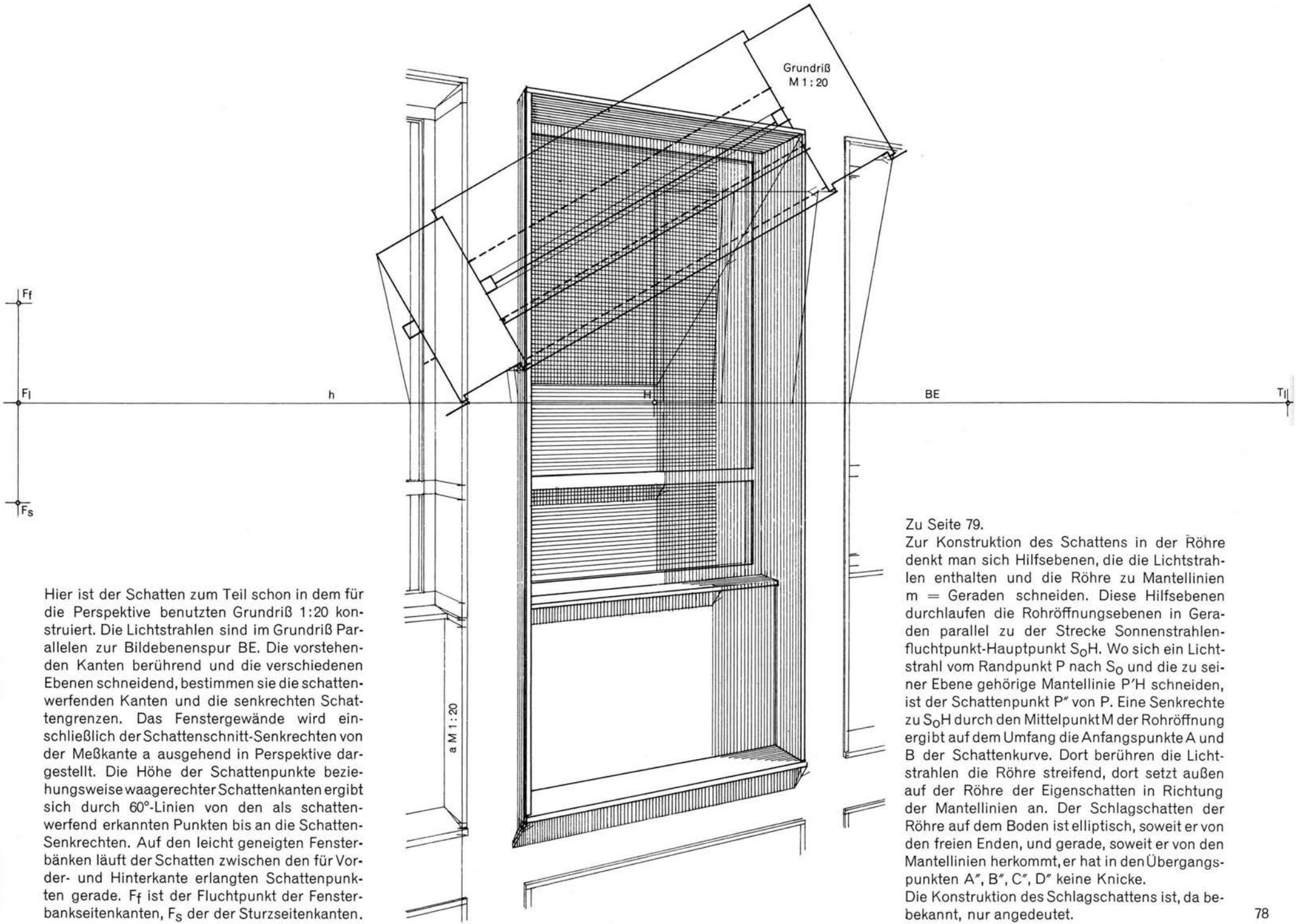


Beispiel 2 (Abbildung Seite 77).
Das Haus ist mit Hilfe eines perspektivischen Grundrisses, dieser mit Hilfe einer Maßlinie, der Teil- und Fluchtpunkte gemacht. Die Hauskante a liegt in der Bildebene. Die Sonnenstrahlen laufen zu dem frei angenommenen Punkt S_O. Die Grundrisse der Lichtstrahlen-Schatten senkrechter Kanten auf waagerechten Ebenen gehen nach S_h, senkrecht über S_O auf dem Horizont. Die Lage der Schattenpunkte an der Fassade wird mit Geraden nach S_h im perspektivischen Grundriß ermittelt. Wo Senkrechten von dort die im Bild entsprechenden Lichtstrahlen schneiden, liegen die gesuchten Schattenpunkte.
Der Schatten senkrecht aus der Fassade vorstehender Kanten auf diese zeigt nach S_r, senkrecht unter F_r auf der Geraden durch F_l und S_O. Der Schatten waagerechter Längskanten auf senkrecht vorstehende Querwände zeigt nach S_l, senkrecht unter F_l, auf der Geraden durch F_r und S_O.



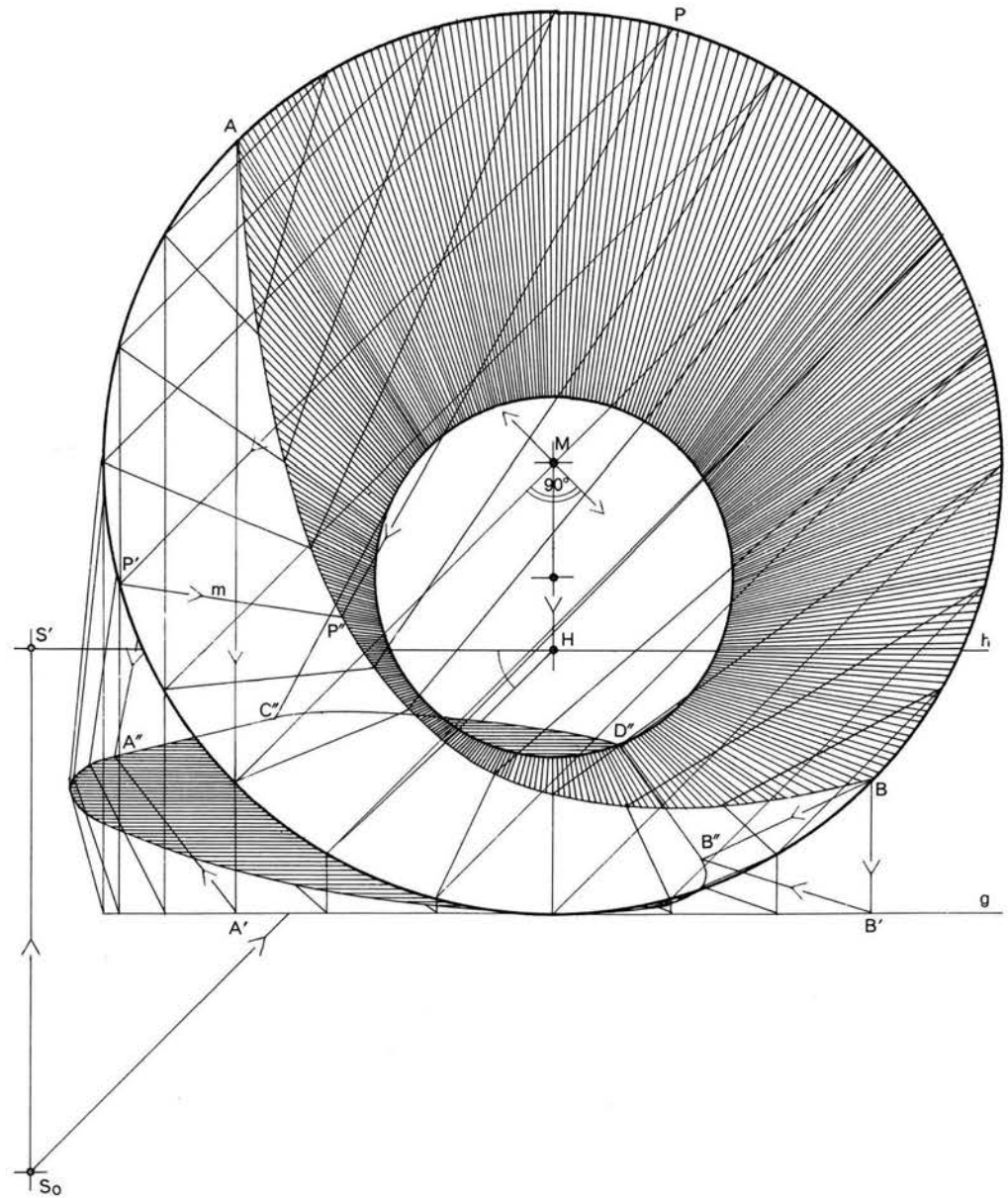
Erläuterungen siehe Seite 76.

Fenstergewände übereck gesehen, Sonne von der Seite, Einfallswinkel 60°



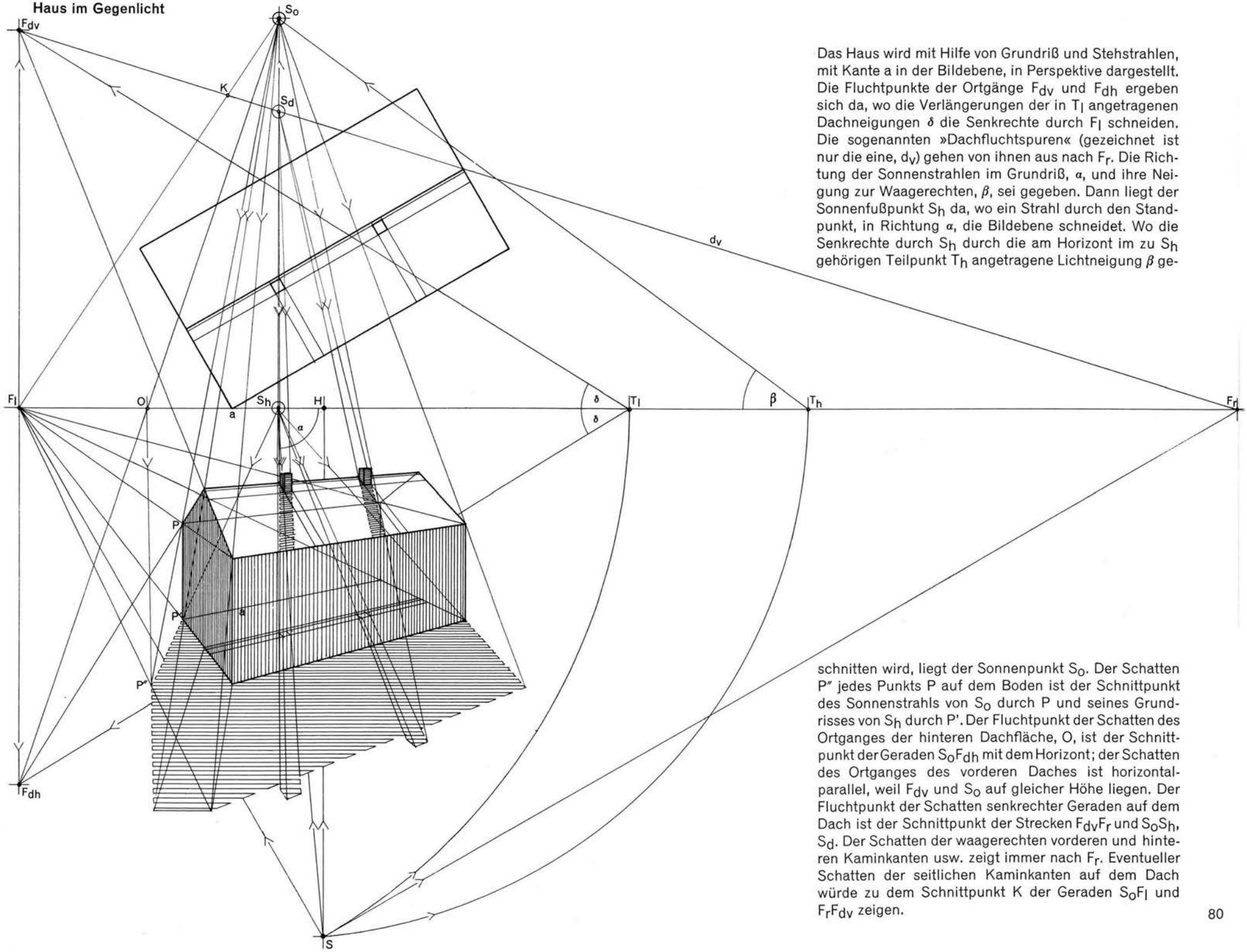
Hier ist der Schatten zum Teil schon in dem für die Perspektive benutzten Grundriß 1:20 konstruiert. Die Lichtstrahlen sind im Grundriß Parallelen zur Bildebenenspur BE. Die vorstehenden Kanten berührend und die verschiedenen Ebenen schneidend, bestimmen sie die schattenwerfenden Kanten und die senkrechten Schattengrenzen. Das Fenstergewände wird einschließlich der Schattenschnitt-Senkrechten von der Meßkante a ausgehend in Perspektive dargestellt. Die Höhe der Schattenpunkte beziehungsweise waagerechter Schattenkanten ergibt sich durch 60°-Linien von den als schattenwerfend erkannten Punkten bis an die Schatten-Senkrechten. Auf den leicht geneigten Fensterbänken läuft der Schatten zwischen den für Vorder- und Hinterkante erlangten Schattenpunkten gerade. F_f ist der Fluchtpunkt der Fensterbankseitenkanten, F_S der der Sturzseitenkanten.

Zu Seite 79.
Zur Konstruktion des Schattens in der Röhre denkt man sich Hilfsebenen, die die Lichtstrahlen enthalten und die Röhre zu Mantellinien m = Geraden schneiden. Diese Hilfsebenen durchlaufen die Rohröffnungsebenen in Geraden parallel zu der Strecke Sonnenstrahlenfluchtpunkt-Hauptpunkt S_0H. Wo sich ein Lichtstrahl vom Randpunkt P nach S_0 und die zu seiner Ebene gehörige Mantellinie P'H schneiden, ist der Schattenpunkt P″ von P. Eine Senkrechte zu S_0H durch den Mittelpunkt M der Rohröffnung ergibt auf dem Umfang die Anfangspunkte A und B der Schattenkurve. Dort berühren die Lichtstrahlen die Röhre streifend, dort setzt außen auf der Röhre der Eigenschatten in Richtung der Mantellinien an. Der Schlagschatten der Röhre auf dem Boden ist elliptisch, soweit er von den freien Enden, und gerade, soweit er von den Mantellinien herkommt, er hat in den Übergangspunkten A″, B″, C″, D″ keine Knicke.
Die Konstruktion des Schlagschattens ist, da bebekannt, nur angedeutet.



Erläuterungen siehe Seite 78.

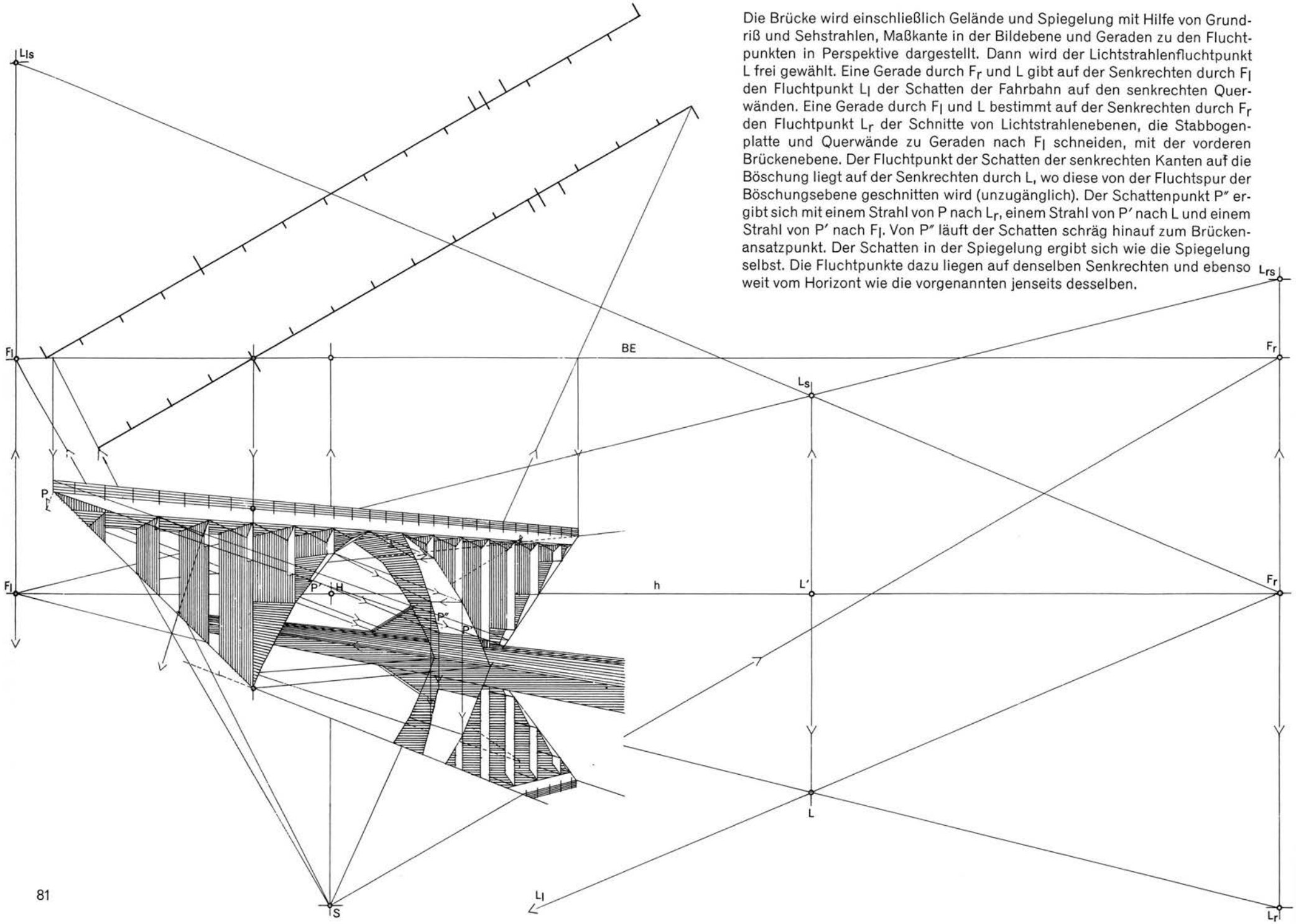
Haus im Gegenlicht



Das Haus wird mit Hilfe von Grundriß und Stehstrahlen, mit Kante a in der Bildebene, in Perspektive dargestellt. Die Fluchtpunkte der Ortgänge F_{dv} und F_{dh} ergeben sich da, wo die Verlängerungen der in T_l angetragenen Dachneigungen δ die Senkrechte durch F_l schneiden. Die sogenannten »Dachfluchtspuren« (gezeichnet ist nur die eine, d_v) gehen von ihnen aus nach F_r. Die Richtung der Sonnenstrahlen im Grundriß, α, und ihre Neigung zur Waagerechten, β, sei gegeben. Dann liegt der Sonnenfußpunkt S_h da, wo ein Strahl durch den Standpunkt, in Richtung α, die Bildebene schneidet. Wo die Senkrechte durch S_h durch die am Horizont im zu S_h gehörigen Teilpunkt T_h angetragene Lichtneigung β geschnitten wird, liegt der Sonnenpunkt S_o. Der Schatten P'' jedes Punkts P auf dem Boden ist der Schnittpunkt des Sonnenstrahls von S_o durch P und seines Grundrisses von S_h durch P'. Der Fluchtpunkt der Schatten des Ortganges der hinteren Dachfläche, O, ist der Schnittpunkt der Geraden S_oF_{dh} mit dem Horizont; der Schatten des Ortganges des vorderen Daches ist horizontalparallel, weil F_{dv} und S_o auf gleicher Höhe liegen. Der Fluchtpunkt der Schatten senkrechter Geraden auf dem Dach ist der Schnittpunkt der Strecken $F_{dv}F_r$ und S_oS_h, S_d. Der Schatten der waagerechten vorderen und hinteren Kaminkanten usw. zeigt immer nach F_r. Eventueller Schatten der seitlichen Kaminkanten auf dem Dach würde zu dem Schnittpunkt K der Geraden S_oF_l und F_rF_{dv} zeigen.

Sonnenlicht auf eine Stabbogenbrücke nach Maillart

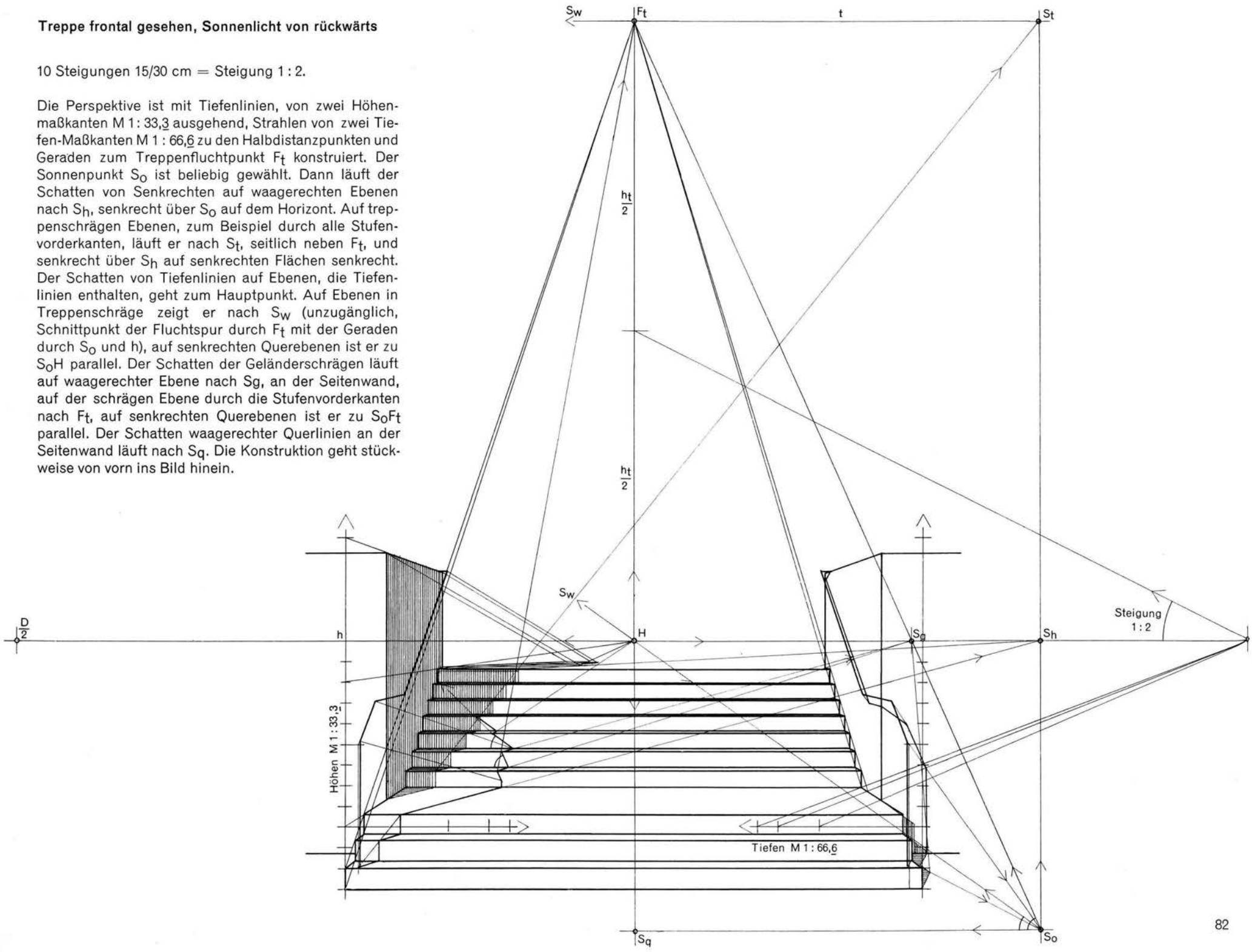
Die Brücke wird einschließlich Gelände und Spiegelung mit Hilfe von Grundriß und Sehstrahlen, Maßkante in der Bildebene und Geraden zu den Fluchtpunkten in Perspektive dargestellt. Dann wird der Lichtstrahlenfluchtpunkt L frei gewählt. Eine Gerade durch F_r und L gibt auf der Senkrechten durch F_l den Fluchtpunkt L_l der Schatten der Fahrbahn auf den senkrechten Querwänden. Eine Gerade durch F_l und L bestimmt auf der Senkrechten durch F_r den Fluchtpunkt L_r der Schnitte von Lichtstrahlenebenen, die Stabbogenplatte und Querwände zu Geraden nach F_l schneiden, mit der vorderen Brückenebene. Der Fluchtpunkt der Schatten der senkrechten Kanten auf die Böschung liegt auf der Senkrechten durch L, wo diese von der Fluchtspur der Böschungsebene geschnitten wird (unzugänglich). Der Schattenpunkt P″ ergibt sich mit einem Strahl von P nach L_r, einem Strahl von P′ nach L und einem Strahl von P′ nach F_l. Von P″ läuft der Schatten schräg hinauf zum Brückenansatzpunkt. Der Schatten in der Spiegelung ergibt sich wie die Spiegelung selbst. Die Fluchtpunkte dazu liegen auf denselben Senkrechten und ebenso weit vom Horizont wie die vorgenannten jenseits desselben.

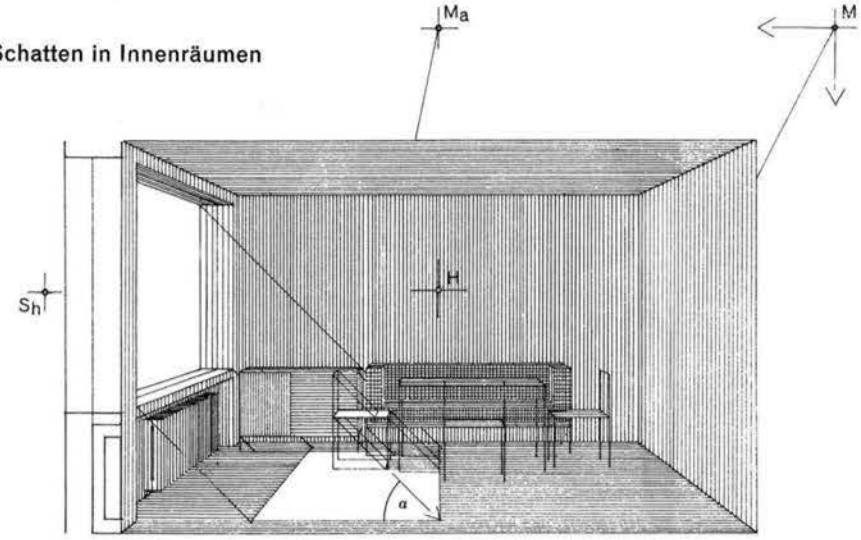


Treppe frontal gesehen, Sonnenlicht von rückwärts

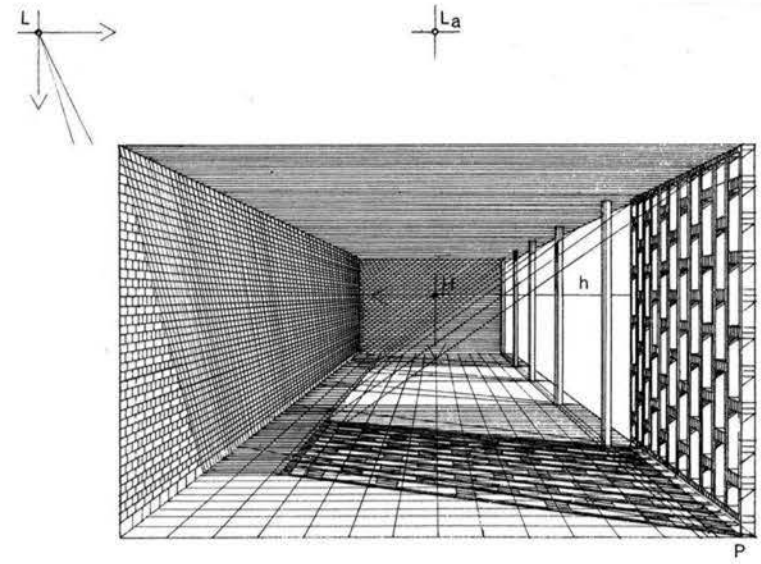
10 Steigungen 15/30 cm = Steigung 1 : 2.

Die Perspektive ist mit Tiefenlinien, von zwei Höhenmaßkanten M 1 : 33,3 ausgehend, Strahlen von zwei Tiefen-Maßkanten M 1 : 66,6 zu den Halbdistanzpunkten und Geraden zum Treppenfluchtpunkt F_t konstruiert. Der Sonnenpunkt S_o ist beliebig gewählt. Dann läuft der Schatten von Senkrechten auf waagerechten Ebenen nach S_h, senkrecht über S_o auf dem Horizont. Auf treppenschrägen Ebenen, zum Beispiel durch alle Stufenvorderkanten, läuft er nach S_t, seitlich neben F_t, und senkrecht über S_h auf senkrechten Flächen senkrecht. Der Schatten von Tiefenlinien auf Ebenen, die Tiefenlinien enthalten, geht zum Hauptpunkt. Auf Ebenen in Treppenschräge zeigt er nach S_w (unzugänglich, Schnittpunkt der Fluchtspur durch F_t mit der Geraden durch S_o und h), auf senkrechten Querebenen ist er zu S_oH parallel. Der Schatten der Geländerschrägen läuft auf waagerechter Ebene nach Sg, an der Seitenwand, auf der schrägen Ebene durch die Stufenvorderkanten nach F_t, auf senkrechten Querebenen ist er zu S_oF_t parallel. Der Schatten waagerechter Querlinien an der Seitenwand läuft nach S_q. Die Konstruktion geht stückweise von vorn ins Bild hinein.

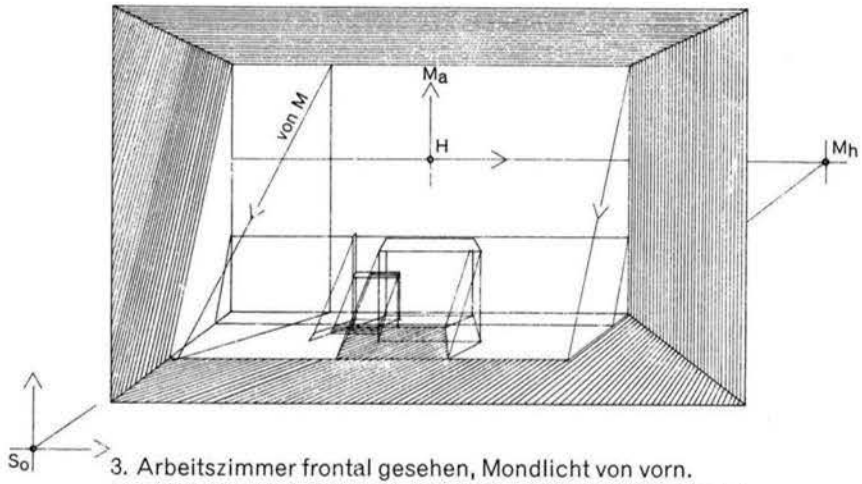




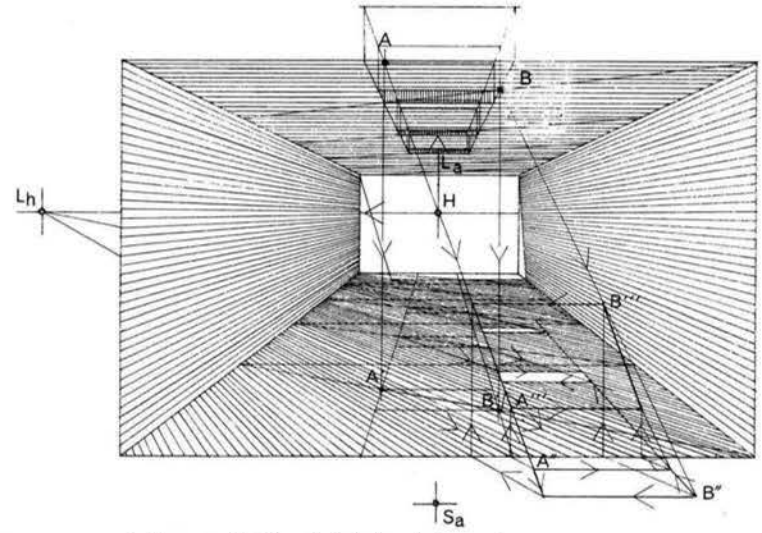
1. Wohnzimmer frontal gesehen, Sonne seitlich.
Alle Lichtstrahlen haben die gleiche Neigung α, alle Lichtstrahlgrundrisse = Schatten senkrechter Kanten auf dem Boden laufen waagerecht. Die Schatten von Tiefenlinien sind wieder Tiefenlinien. Für die Größe des Lichtflecks auf dem Boden ist am Fenstersturz die Außenkante, an der Brüstung die Innenkante maßgebend.



2. Pausenhalle frontal gesehen, Sonne von rückwärts.
Das Licht läuft zu dem frei gewählten Punkt S_o, der Schatten senkrechter Kanten auf dem Boden von den perspektivischen Grundrißpunkten P aus nach S_h, senkrecht über S_o auf dem Horizont h, der Schatten waagerechter Querlinien auf der seitlichen Wand nach S_a, waagerecht neben S_o, senkrecht unter H. Der Schatten des Sturzes auf der Rückwand und die Schattenkanten in den Waben sind zu HS_o parallel.

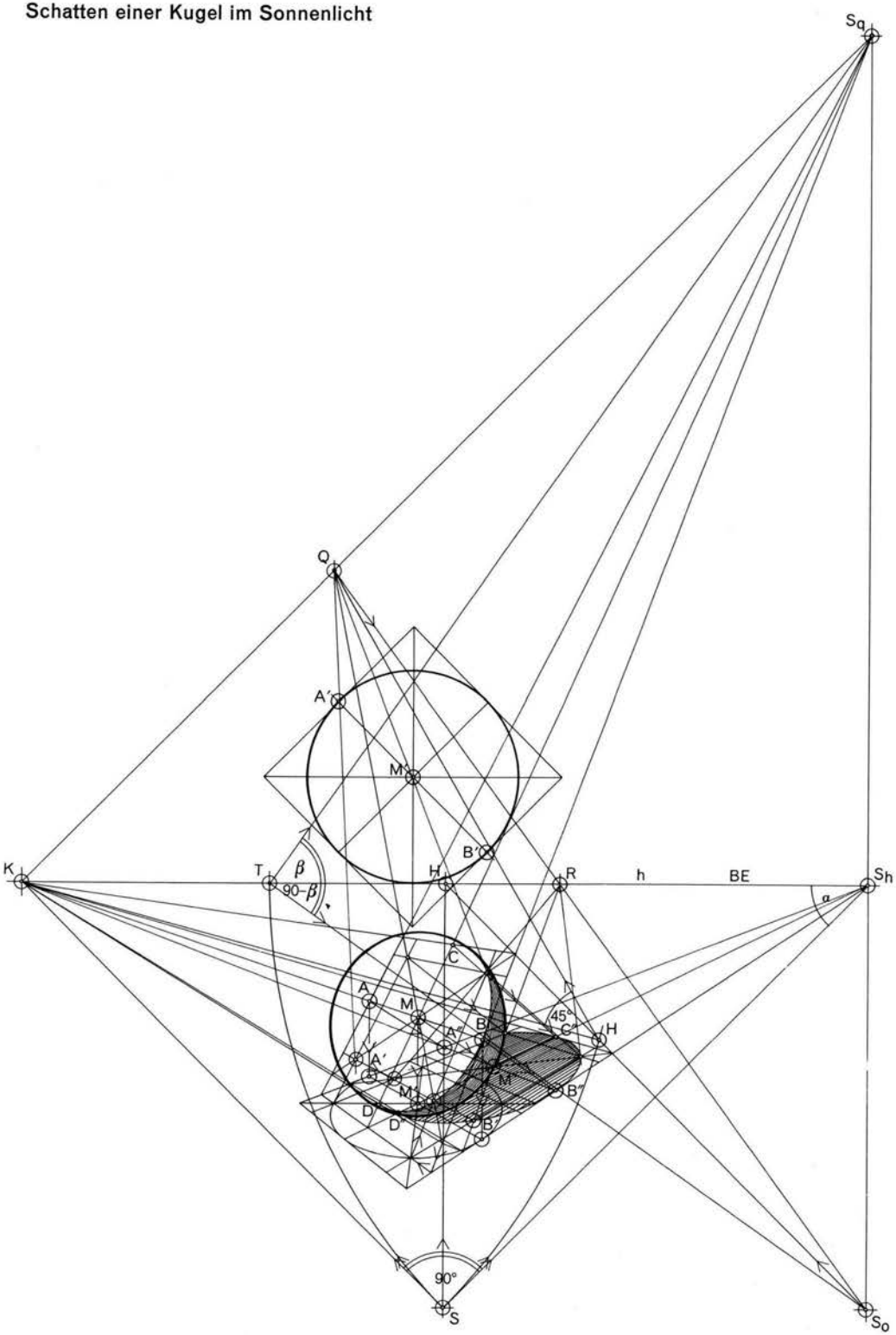


3. Arbeitszimmer frontal gesehen, Mondlicht von vorn.
Die Lichtstrahlen kommen von dem frei gewählten Punkt M. Die Schatten senkrechter Kanten auf dem Boden, die Lichtstrahlgrundrisse, laufen nach M_h, die Schatten waagerechter Querlinien auf seitliche Wände nach M_a. M_h liegt senkrecht unter M auf dem Horizont, M_a waagerecht seitlich M auf der Bildachse, senkrecht über H.



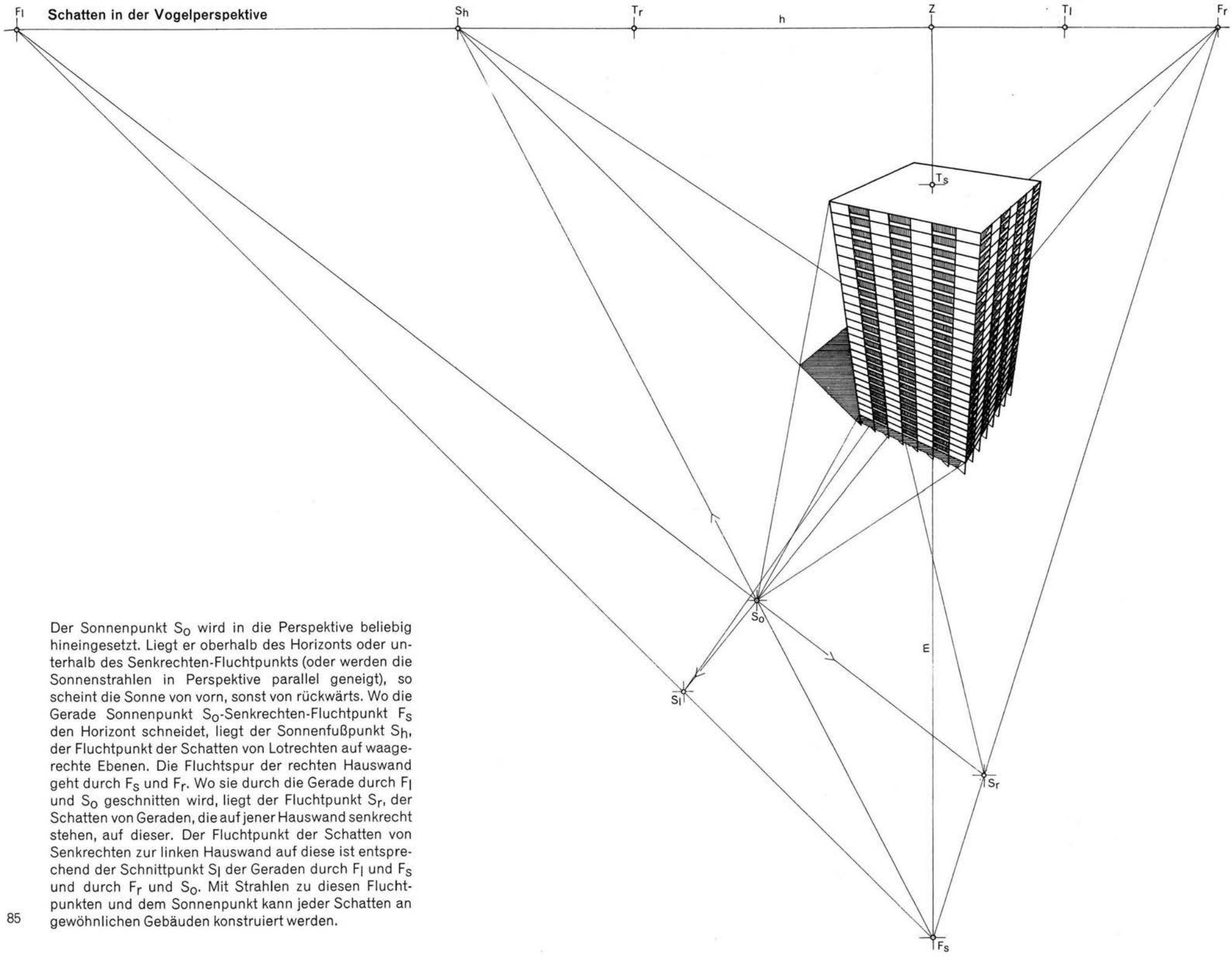
4. Gang mit Oberlicht, frontal gesehen.
Das Licht kommt von Punkt L. Man braucht nur den Schatten der Randpunkte A und B eines Fensters mit Lichtstrahlen und Lichtstrahlgrundrissen nach L_h zu konstruieren. Die übrigen Schattengrenzen können allein mit Tiefenlinien, Grundrißgeraden und Senkrechten ermittelt werden.

Schatten einer Kugel im Sonnenlicht



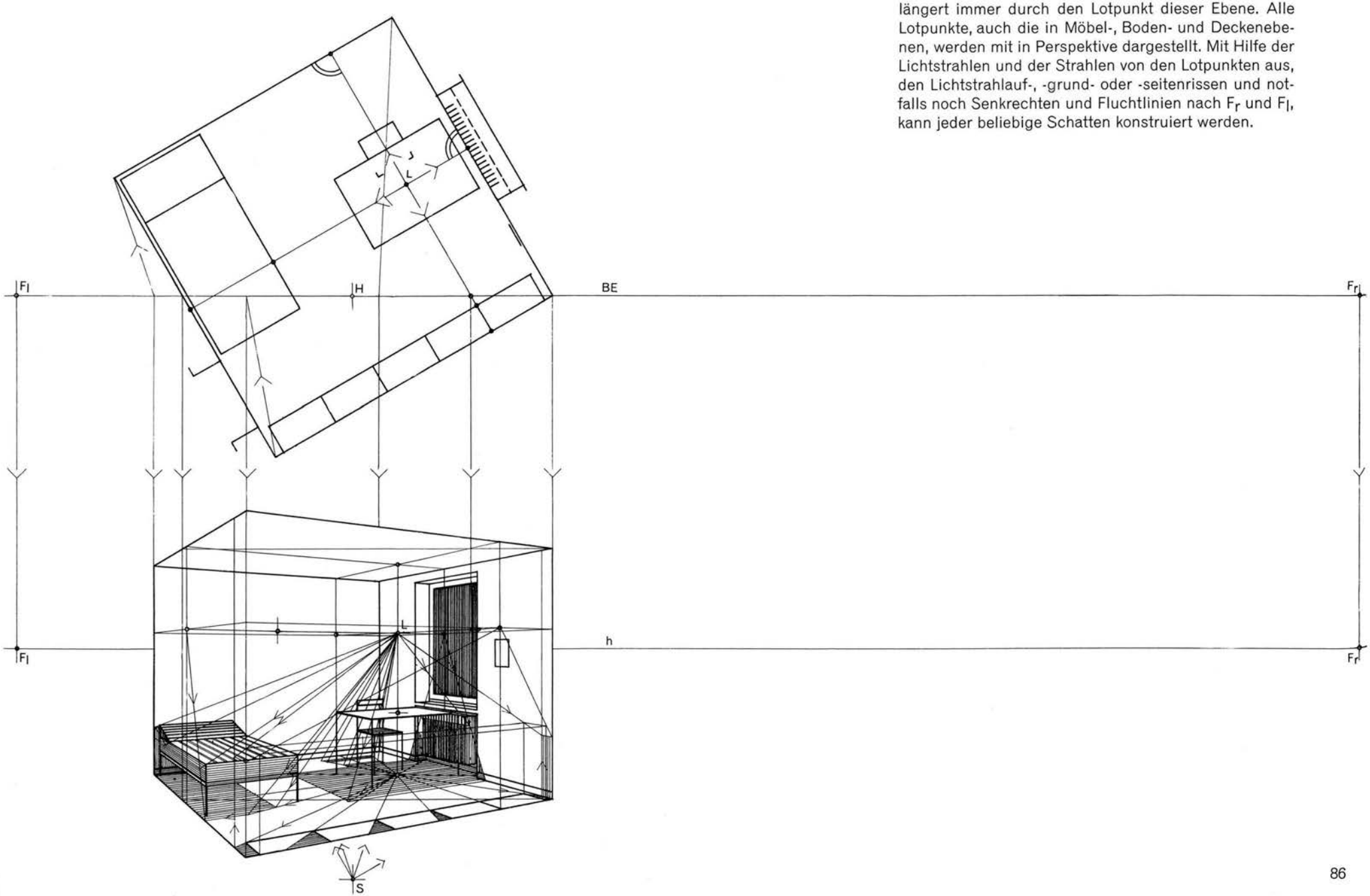
Man konstruiert das Bild der Kugel einschließlich ihres perspektivischen Grundrisses (siehe Seite 108). Dann werden der Durchmesser AMB und sein Grundriß A′M′B′, beide senkrecht zur Lichtstrahlenrichtung im Grundriß, α, in Perspektive dargestellt. Eine Parallele und eine Senkrechte zur Lichtrichtung im Grundriß, beide durch den Standpunkt S, geben auf der Bildebenenspur (hier = Horizont) die Fluchtpunkte K und S_h. Ein Kreis um S_h durch den Standpunkt gibt den Teilpunkt T, durch den ein Strahl im wahren Neigungswinkel β des Lichts und ein dazu senkrechter Strahl gelegt wird. Die Strahlen ergeben auf der Senkrechten durch S_h den Sonnenstrahlen-Fluchtpunkt S_o und den Punkt S_q. Die Eigenschattengrenze der Kugel, ein Kreis, wird als Schnitt der Kugel mit einer Ebene konstruiert, die zu den Sonnenstrahlen senkrecht steht und den Durchmesser AMB enthält. Geraden von A, M und B nach S_q bilden zwei Seiten und die zweite Achse des Quadrats, das den Schnittkreis einschließt. Geraden von A′, M′ und B′ nach S_h bilden eine Achse und zwei Seiten des Rechtecks, das die Schlagschattenellipse einschließt. Geraden von A, M und B nach S_o bilden auf den Geraden nach S_h die Schattenpunkte A″, M″ und B″ und damit die zweite Achse des Rechtecks, das den Schlagschatten einschließt. Die Fluchtpunkte Q und R der Rechteckdiagonalen werden wie folgt ermittelt: ein Lot von S_o auf KS_q und ein Kreis um K durch Standpunkt S_o geben Punkt H. Ein 45°-Winkel in H an KH angetragen, gibt auf KSq Punkt Q. Eine Gerade durch Q und S_o gibt auf dem Horizont Punkt R. Geraden durch M nach Q und durch M″ nach R geben auf den Geraden nach S_q beziehungsweise nach S_h die Länge der Hüllrechtecke an, die mit Geraden nach K durch die Schnittpunkte geschlossen werden. Die Schattengrenzen, auch der Kugelkreis, erscheinen als Ellipsen. Sie werden in die Rechtecke eingezeichnet und gehen durch die Punkte A, B, C ,D, beziehungsweise A″, B″, C″, D″. Weitere unter Umständen notwendige Zwischenpunkte und Tangenten sind leicht herzustellen.

Schatten in der Vogelperspektive



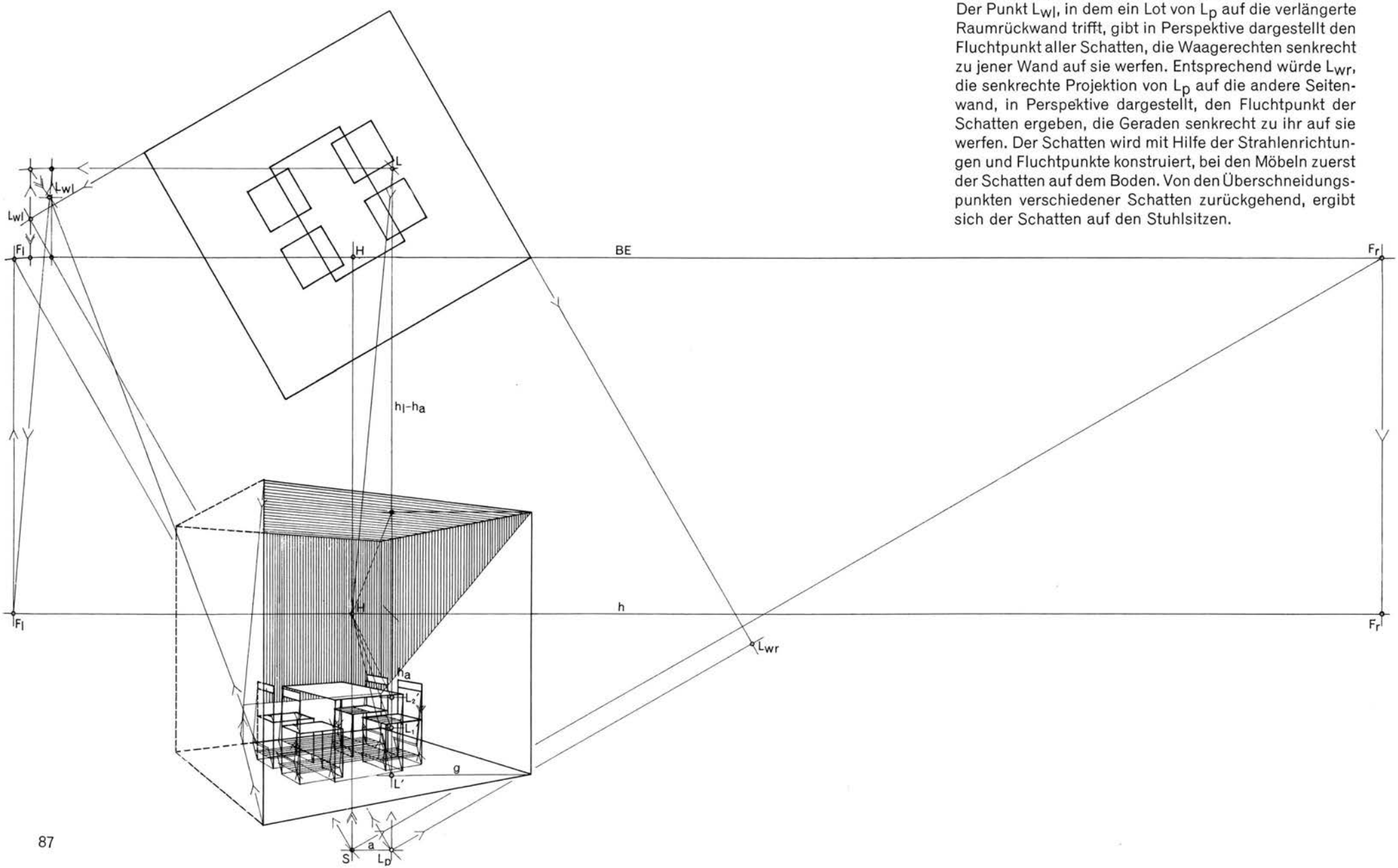
Der Sonnenpunkt S_O wird in die Perspektive beliebig hineingesetzt. Liegt er oberhalb des Horizonts oder unterhalb des Senkrechten-Fluchtpunkts (oder werden die Sonnenstrahlen in Perspektive parallel geneigt), so scheint die Sonne von vorn, sonst von rückwärts. Wo die Gerade Sonnenpunkt S_O-Senkrechten-Fluchtpunkt F_S den Horizont schneidet, liegt der Sonnenfußpunkt S_h, der Fluchtpunkt der Schatten von Lotrechten auf waagerechte Ebenen. Die Fluchtspur der rechten Hauswand geht durch F_S und F_r. Wo sie durch die Gerade durch F_l und S_O geschnitten wird, liegt der Fluchtpunkt S_r, der Schatten von Geraden, die auf jener Hauswand senkrecht stehen, auf dieser. Der Fluchtpunkt der Schatten von Senkrechten zur linken Hauswand auf diese ist entsprechend der Schnittpunkt S_l der Geraden durch F_l und F_S und durch F_r und S_O. Mit Strahlen zu diesen Fluchtpunkten und dem Sonnenpunkt kann jeder Schatten an gewöhnlichen Gebäuden konstruiert werden.

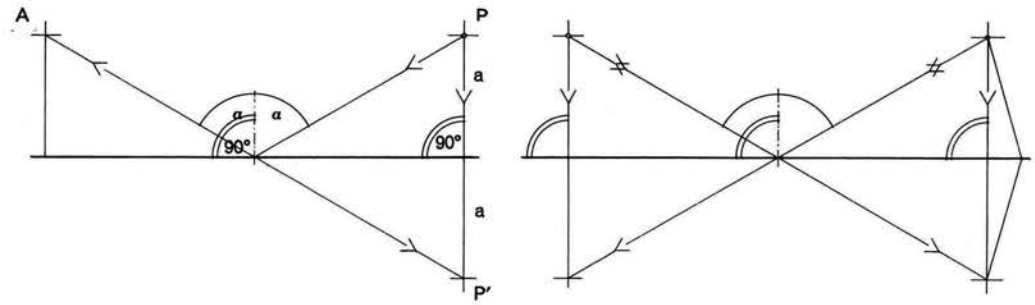
Der Lichtpunkt L wird im Grundriß eingetragen und von ihm aus auf jede Ebene, in der Schatten zu konstruieren ist, ein Lot gefällt. Der Schatten, den Geraden, die senkrecht zu einer Wand stehen, auf diese werfen, zeigt verlängert immer durch den Lotpunkt dieser Ebene. Alle Lotpunkte, auch die in Möbel-, Boden- und Deckenebenen, werden mit in Perspektive dargestellt. Mit Hilfe der Lichtstrahlen und der Strahlen von den Lotpunkten aus, den Lichtstrahlauf-, -grund- oder -seitenrissen und notfalls noch Senkrechten und Fluchtlinien nach F_r und F_l, kann jeder beliebige Schatten konstruiert werden.



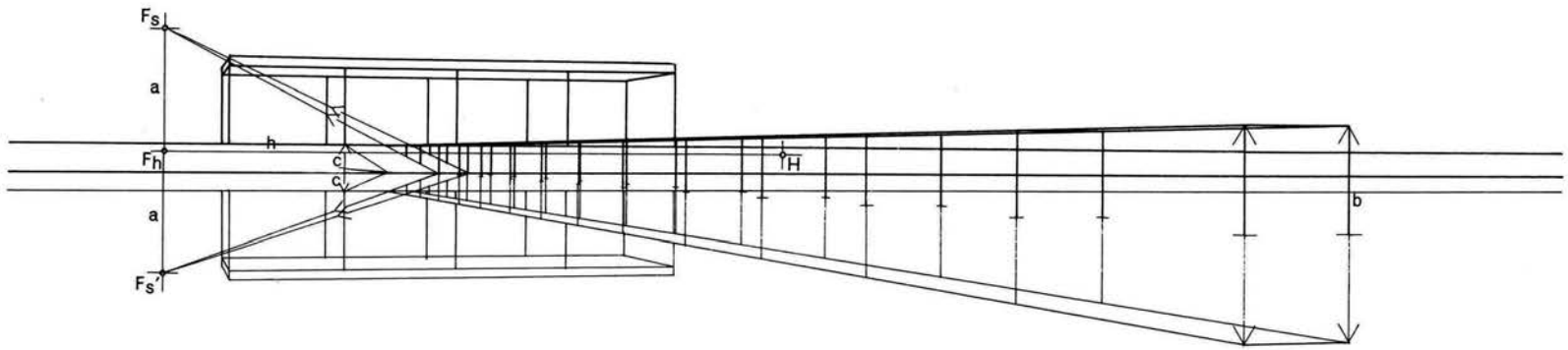
Innenraum übereck gesehen, Lampe neben dem Betrachter

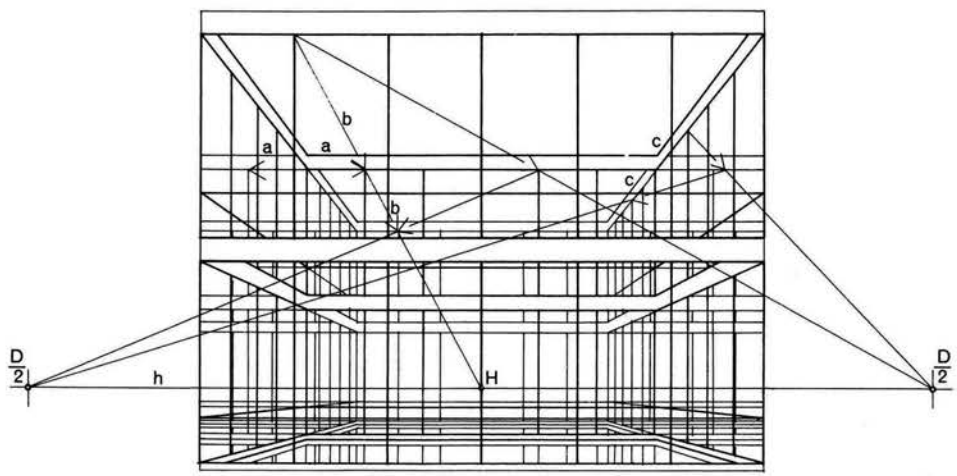
Der Lichtpunkt L liegt um a neben und um h_l über dem Standpunkt. Die Lichtfußpunkte in der Bildebene L′, L_1′, L_2′ liegen im Bodenschnitt (g), Stuhlsitz- und Tischhöhe senkrecht unter L. Alle Lichtstrahlen laufen parallel zu LH, die Schatten senkrechter Kanten auf dem Boden parallel zu L′H, auf den Stuhlsitzen parallel zu L_1′H usw. Der Punkt L_{wl}, in dem ein Lot von L_p auf die verlängerte Raumrückwand trifft, gibt in Perspektive dargestellt den Fluchtpunkt aller Schatten, die Waagerechten senkrecht zu jener Wand auf sie werfen. Entsprechend würde L_{wr}, die senkrechte Projektion von L_p auf die andere Seitenwand, in Perspektive dargestellt, den Fluchtpunkt der Schatten ergeben, die Geraden senkrecht zu ihr auf sie werfen. Der Schatten wird mit Hilfe der Strahlenrichtungen und Fluchtpunkte konstruiert, bei den Möbeln zuerst der Schatten auf dem Boden. Von den Überschneidungspunkten verschiedener Schatten zurückgehend, ergibt sich der Schatten auf den Stuhlsitzen.





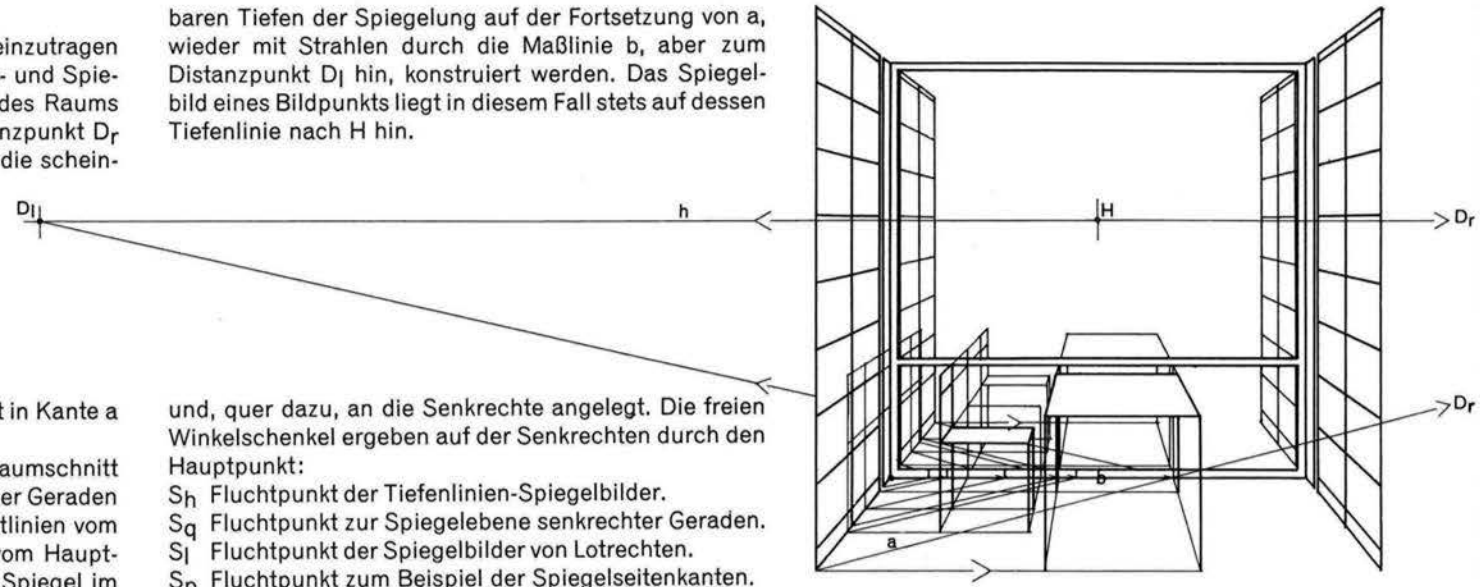
Allgemeines.
Spiegelungen in Perspektive zu konstruieren ist einfach, solange die Spiegel nicht ungewöhnlich geneigt stehen, gebogen sind oder einander ihre Spiegelbilder wüst verworren immer wieder zuwerfen.
So weit ein Punkt senkrecht vom notfalls ebenflächig ausgedehnt gedachten Spiegel entfernt ist, so weit scheint auch sein Spiegelbild auf derselben Senkrechten vom Spiegel nach der anderen Seite entfernt zu sein.



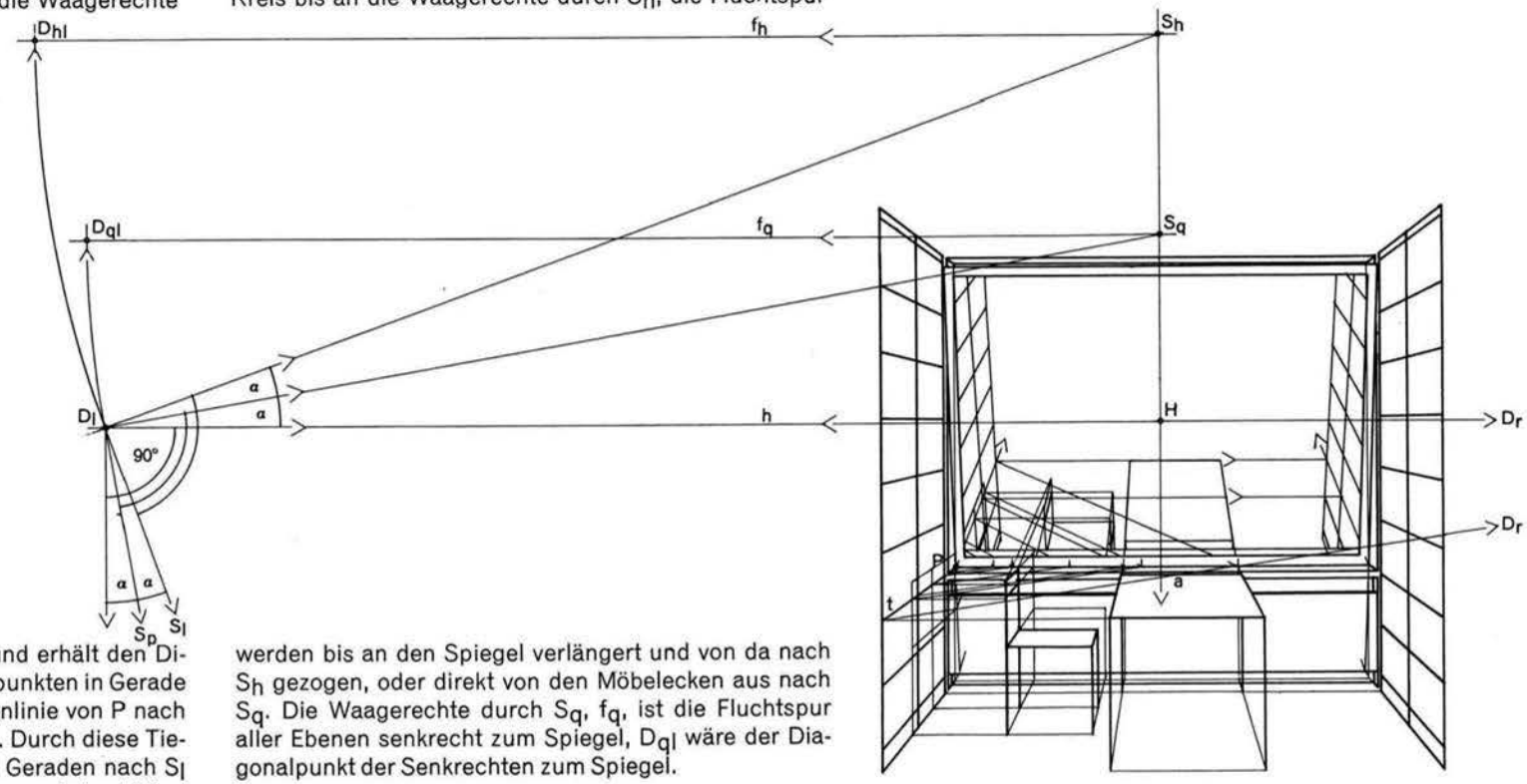


Waagerechter Spiegel.
Spiegelung im Wasser, auf polierten Böden, waagerechten Deckenspiegeln usw.
Die Perspektive wird bis zum Wasserspiegel konstruiert, zu jedem Bildpunkt sein lotrecht darunterliegender Grundrißpunkt auf dem notfalls hinter das Ufer verlängerten Wasserspiegel ermittelt. Die Länge des Lots wird nach unten verdoppelt, das gibt den Spiegelbildpunkt. Fluchtpunkte von Spiegelbild-Geraden liegen auf derselben Lotrechten wie die ihrer Urbilder, entgegengesetzt gleichweit vom Horizont entfernt: Spiegellinien von waagerechten Geraden sind zu ihren Originalen parallel – haben gleiche Fluchtpunkte.

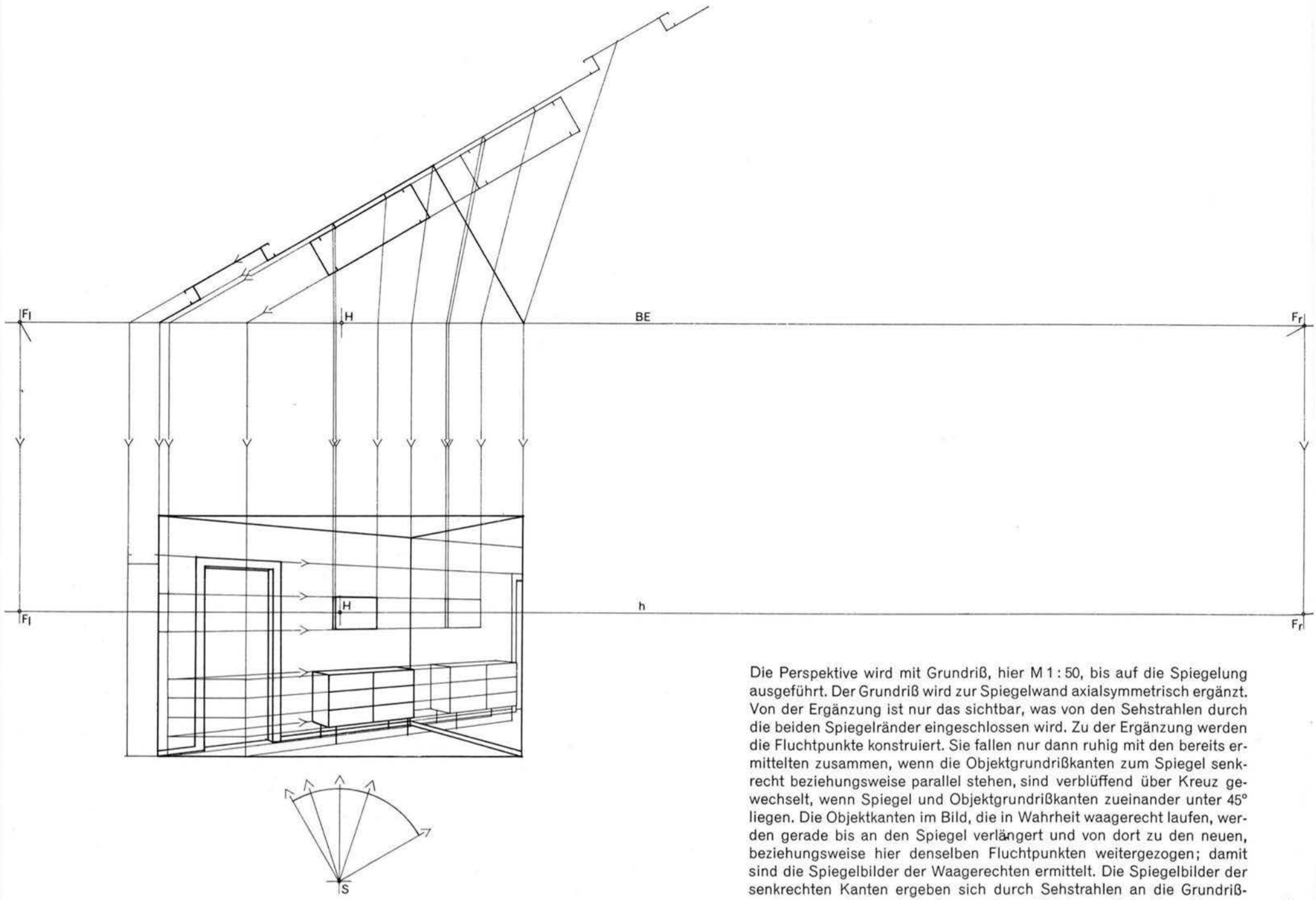
Senkrechter Spiegel parallel zur Bildebene.
Ein Spiegelbild in eine Zentralperspektive einzutragen fällt besonders leicht, wenn – wie hier – Bild- und Spiegelebene zusammenfallen. Sind die Tiefen des Raums auf der Tiefenlinie a mit Strahlen vom Distanzpunkt D_r durch die Maßlinie b konstruiert, so können die scheinbaren Tiefen der Spiegelung auf der Fortsetzung von a, wieder mit Strahlen durch die Maßlinie b, aber zum Distanzpunkt D_l hin, konstruiert werden. Das Spiegelbild eines Bildpunkts liegt in diesem Fall stets auf dessen Tiefenlinie nach H hin.



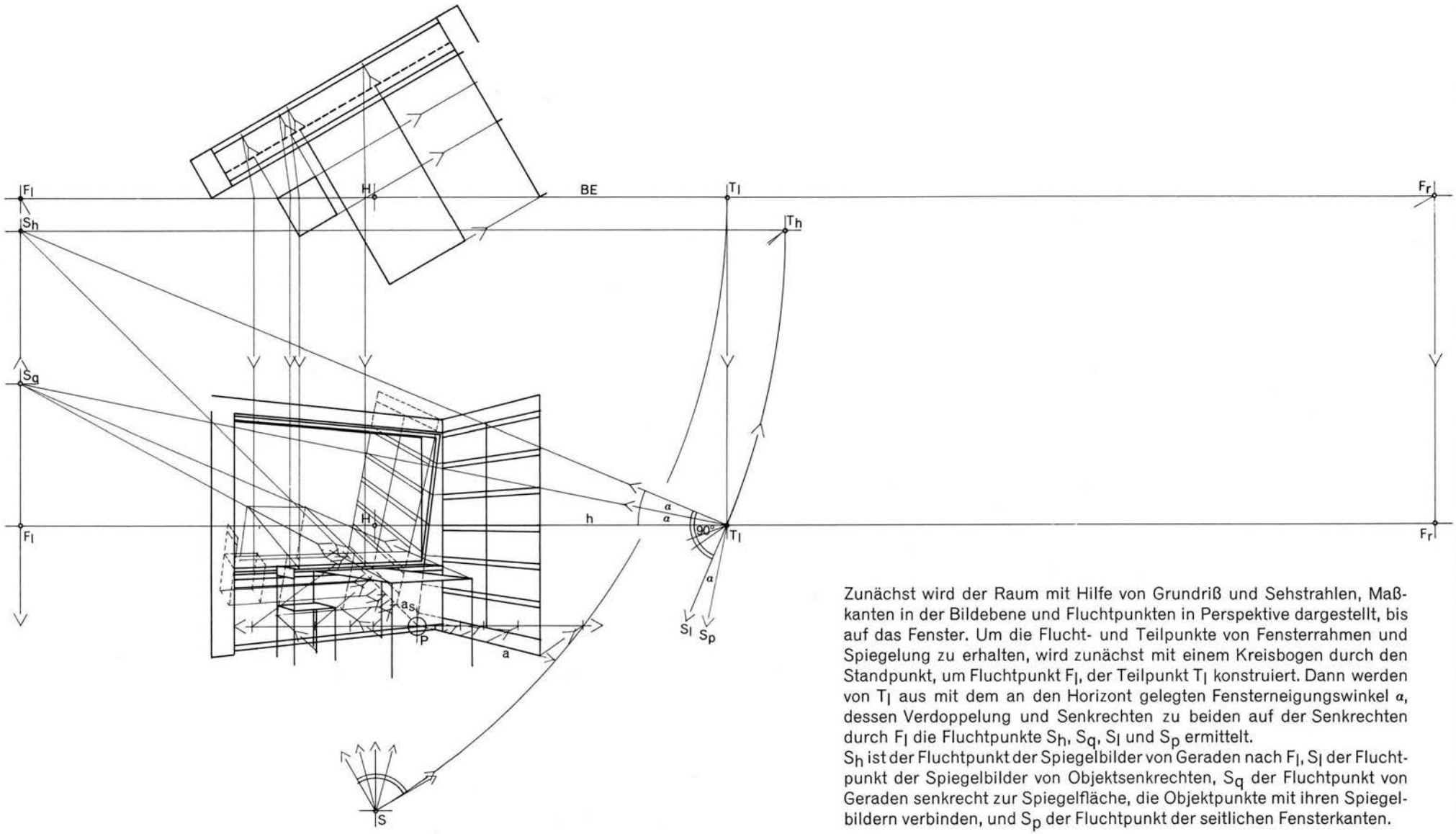
Schräger Spiegel, die Bildebene waagerecht in Kante a schneidend.
Die Perspektive ist mit Tiefenlinien vom Raumschnitt aus konstruiert: die Raumtiefen werden auf der Geraden a von Punkt P aus aufgetragen und mit Fluchtlinien vom Distanzpunkt D_r aus auf die Tiefenlinie t, vom Hauptpunkt H durch Punkt P, übertragen. Ist der Spiegel im Winkel α zur Senkrechten geneigt, so werden im Distanzpunkt D_l die Winkel α und 2 α an die Waagerechte und, quer dazu, an die Senkrechte angelegt. Die freien Winkelschenkel ergeben auf der Senkrechten durch den Hauptpunkt:
S_h Fluchtpunkt der Tiefenlinien-Spiegelbilder.
S_q Fluchtpunkt zur Spiegelebene senkrechter Geraden.
S_l Fluchtpunkt der Spiegelbilder von Lotrechten.
S_p Fluchtpunkt zum Beispiel der Spiegelseitenkanten.
Durch den Distanzpunkt D_l schlägt man um S_h einen Kreis bis an die Waagerechte durch S_h, die Fluchtspur f_h aller gespiegeiten Waagerechten, und erhält den Distanzpunkt D_{hl}. Strahlen von den Maßpunkten in Gerade a nach D_{hl} geben auf der Spiegeltiefenlinie von P nach S_h die scheinbaren Spiegelraumtiefen. Durch diese Tiefenteilung werden Waagerechten und Geraden nach S_l gezogen. Die Tiefenlinien des Raumes und der Möbel werden bis an den Spiegel verlängert und von da nach S_h gezogen, oder direkt von den Möbelecken aus nach S_q. Die Waagerechte durch S_q, f_q, ist die Fluchtspur aller Ebenen senkrecht zum Spiegel, D_{ql} wäre der Diagonalpunkt der Senkrechten zum Spiegel.



Senkrechter Spiegel übereck gesehen



Die Perspektive wird mit Grundriß, hier M 1 : 50, bis auf die Spiegelung ausgeführt. Der Grundriß wird zur Spiegelwand axialsymmetrisch ergänzt. Von der Ergänzung ist nur das sichtbar, was von den Sehstrahlen durch die beiden Spiegelränder eingeschlossen wird. Zu der Ergänzung werden die Fluchtpunkte konstruiert. Sie fallen nur dann ruhig mit den bereits ermittelten zusammen, wenn die Objektgrundrißkanten zum Spiegel senkrecht beziehungsweise parallel stehen, sind verblüffend über Kreuz gewechselt, wenn Spiegel und Objektgrundrißkanten zueinander unter 45° liegen. Die Objektkanten im Bild, die in Wahrheit waagerecht laufen, werden gerade bis an den Spiegel verlängert und von dort zu den neuen, beziehungsweise hier denselben Fluchtpunkten weitergezogen; damit sind die Spiegelbilder der Waagerechten ermittelt. Die Spiegelbilder der senkrechten Kanten ergeben sich durch Sehstrahlen an die Grundrißergänzung und Herunterholen von deren Bildebenen-Schnittpunkten.



Zunächst wird der Raum mit Hilfe von Grundriß und Sehstrahlen, Maßkanten in der Bildebene und Fluchtpunkten in Perspektive dargestellt, bis auf das Fenster. Um die Flucht- und Teilpunkte von Fensterrahmen und Spiegelung zu erhalten, wird zunächst mit einem Kreisbogen durch den Standpunkt, um Fluchtpunkt F_l, der Teilpunkt T_l konstruiert. Dann werden von T_l aus mit dem an den Horizont gelegten Fensterneigungswinkel α, dessen Verdoppelung und Senkrechten zu beiden auf der Senkrechten durch F_l die Fluchtpunkte S_h, S_q, S_l und S_p ermittelt.
S_h ist der Fluchtpunkt der Spiegelbilder von Geraden nach F_l, S_l der Fluchtpunkt der Spiegelbilder von Objektsenkrechten, S_q der Fluchtpunkt von Geraden senkrecht zur Spiegelfläche, die Objektpunkte mit ihren Spiegelbildern verbinden, und S_p der Fluchtpunkt der seitlichen Fensterkanten.

Waagerechte Fußböden, axial gesehen.
Dekorative Flächen, regelmäßig aus drei- und sechs- oder vier- und achteckigen Platten zusammengesetzt, kann man ohne Grundriß perspektivisch darstellen. Man legt beliebig waagerecht den Horizont, um Augenhöhe darunter die Grundlinie oder Bodenspur (Schnitt des Bodens mit der Bildebene) und macht auf ihr die Platteneinteilung in demselben Maßstab wie die Augenhöhe. Mitten über die Platteneinteilung wird auf den Horizont der Augpunkt gesetzt. Gleich weit rechts und links neben ihn setzt man außerhalb der Einteilung die Diagonal- oder 60°-Fluchtpunkte und sticht dort Nadeln ein. Sanft und genau werden mit spitzem, hartem Bleistift die Fluchtlinienscharen gezogen. Damit ist ein Teil des Fußbodens schon fast fertig. Die seitlich noch fehlenden Fluchtlinien gehen durch die Schnittpunkte der schon vorhandenen mit waagerechten, die von den Schnittpunkten im mittleren Teil aus gezogen werden, oder mit Tiefenlinien zum Hauptpunkt, von der Einteilung der Grundlinie aus. Bei komplizierteren Böden und Perspektiven muß man Flucht- und Teilpunkte, wie in den Beispielen gezeigt, im Grundriß konstruieren.
Die perspektivische Darstellung von Mustern an waagerechten Decken vollzieht sich entsprechend, gleichsam kopfstehend, von einer waagerechten Deckenlinie aus, Raumhöhe minus Augenhöhe über dem Horizont, die Konstruktion an Seitenwänden senkrecht zur Bildebene ist die gleiche Konstruktion auf die Seite gelegt.
Die Konstruktion von Mustern auf Böden und Decken, die in die Tiefe hinein waagerecht, quer jedoch schräg verlaufen, beginnt mit einem Raumquerschnitt mit Maßeinteilung und der Angabe von Horizont und Hauptpunkt. Die Fluchtpunkte schräg verlaufender Bodenlinien liegen aber nicht auf dem angegebenen Horizont, sondern auf Schrägen parallel zu den Decken- und Bodenschnitten, durch den Hauptpunkt. Es kommt nun darauf an, ob das Muster in der Quere gestreckt wird, weil die Schräge länger ist als ihr waagerechter Grundriß, oder ob es sich ganz nach gegebenen, gleichmäßigen Platten richten muß.
Im ersten Fall wird der Abstand der Fluchtpunkte vom Hauptpunkt entsprechend den Winkeln des waagerecht gedachten Musters im Grundriß konstruiert und senkrecht zum Horizont, auf den Horizont der schrägen Ebene, Fluchtspur genannt, gebracht.
Im zweiten Fall werden die wie oben ermittelten Fluchtpunkte vom wahren Horizont durch Zirkelschläge um den Hauptpunkt auf die schrägen Horizonte übertragen.

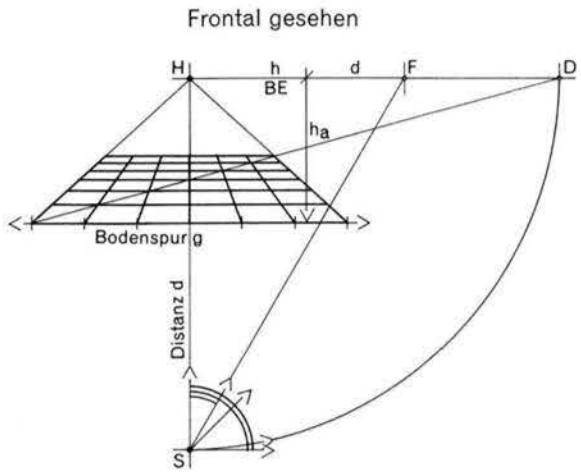
Steigende Fußböden, frontal gesehen.
Fußböden, die quer waagerecht liegen, ins Bild hinein jedoch steigen oder fallen, haben waagerechte Horizonte = Fluchtspuren h′, um Distanz x Steigung über oder unter dem Horizont. Die Fluchtspurhöhe kann auf zweierlei Weise konstruiert werden. Entweder legt man Winkel oder Steigung α im Diagonalpunkt D, d seitlich von H, an den Horizont und erhält so senkrecht über H den Fluchtspurpunkt H′, oder man legt α im Standpunkt S an den Hauptstrahl (siehe Seite 95 links unten) und bekommt auf der Bildebene die Fluchtspurhöhe a.
Die Konstruktion von Flucht- und Teilpunkten geht verschieden vor sich, weil die Fluchtpunkte durch Winkelangaben, die Teilpunkte aber durch die Lage der Fluchtpunkte und deren Abstand vom Augpunkt bestimmt sind. Um die Fluchtpunkte eines steigenden Musters zu bekommen, werden zunächst die auf den Horizont gehörenden Fluchtpunkte des in die Waagerechte umgedachten Musters F . . . konstruiert. Wird die Ebene des Musters um α Grad hochgedreht, so steigen die Muster-Parallelen durch den Augpunkt in gleicher Weise. Dabei rücken die Fluchtpunkte auf hyperbolischen Bahnen auseinander. Die geschickteste Ermittlung der Verschiebung ist auf Seite 95 links unten gezeigt. Man dreht den Hauptpunkt (der im Seitenriß für den ganzen Horizont steht) bis auf den freien Schenkel des Winkels α heraus. Durch den getroffenen Punkt zieht man eine Bildebenenparallele. Sie ist, in etwas anderer Weise, auch auf Seite 93 und 94 links unten ermittelt. Auf sie werden alle Fluchtpunkte senkrecht übertragen, dann mit Sehstrahlen wieder an die Bildebene projiziert, von dieser aus senkrecht auf die Fluchtspur des steigenden Fußbodens gezogen. Um die Teilpunkte, zum Beispiel Diagonalpunkt D′, zu bekommen, werden ebenfalls zunächst die Teilpunkte des in die Waagerechte umgelegten Musters konstruiert, sie liegen auf dem Horizont h. Die Teilpunkte des steigenden Musters ergeben sich mit Kreisbogen durch sie, um den neuen Hauptpunkt H′, auf der waagerechten Fluchtspur des steigenden Musters h′. Sind die Flucht- und Teilpunkte ermittelt, die Ausgangspunkte auf der Grundlinie eingemessen, so geht die Konstruktion wie bei waagerechten Fußböden weiter.

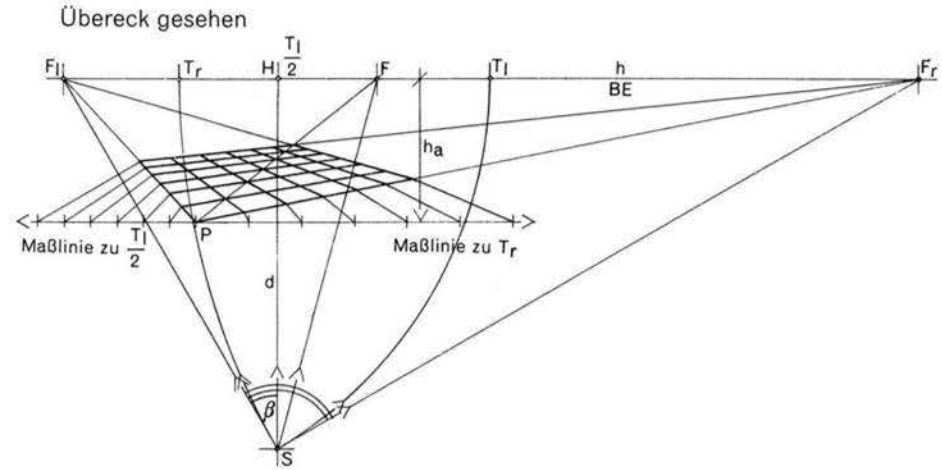
Waagerechte Fußböden, übereck gesehen.
Man überlegt zunächst, wie das unverzerrte Muster am leichtesten herzustellen ist. Die Fluchtpunkte F. . . der gefundenen Richtungen werden mit Parallelen durch den Standpunkt an der Bildebenenspur BE erhalten und, wenn Horizont und Bildebene nicht eins sind, auf diesen senkrecht übertragen. Sind alle Fluchtpunkte zugänglich, so gibt es keine Schwierigkeiten. Der Flächenumriß und seine Einteilung ergeben sich wie gewöhnlich mit Fluchtlinien, Sehstrahlen und Senkrechten, oder mit Maßlinien im Bodenschnitt g, von Bildebenenpunkt P aus, Fluchtlinien und Teilstrahlen, wie im Beispiel gezeigt. Unzugängliche Fluchtpunkte müssen mit Strahlenschiene oder durch perspektivische Einteilung einer seitlichen Fluchtlinie ersetzt werden. Die Teilpunkte unzugänglicher Fluchtpunkte ergeben sich durch Antragen der halbierten Flucht-Bildebenenwinkel β vom Standpunkt aus an den Hauptsehstrahl.

Steigende Flächen mit Mustern, übereck gesehen.
Zur Konstruktion werden auch hier die Fluchtpunkte F des in die Waagerechte umgelegten Musters ermittelt. Wird dann die Fläche um eine Kante parallel zur Fluchtrichtung AF_r, die im Grundriß mit SF_r zusammenfällt, im Winkel α gehoben, so dreht sich auch die Fluchtspur der Ebene im Bild um den Punkt F_r hoch. Die Richtung dieser neuen Fluchtspur h′ wird durch den Schnittpunkt der Senkrechten durch F_l mit dem freien Schenkel des in T_l an den Horizont gelegten Winkels α bestimmt. Alle Fluchtpunkte auf dem Horizont drehen sich bei der Hebung auf einem Kegel mit Achse AF_r in Kreisen verschiedener Größe, die im Grundriß als Parallelen zu SF_l erscheinen. Dreht man F_l um T_l bis an den freien Schenkel des Winkels α, holt den erhaltenen Punkt auf die Bildebene herunter, schlägt ihn dann um F_l auf F_lS herum, so sieht man im Grundriß an $F_l°$, wie weit F_l sich bei der Drehung von der Bildebene entfernt. Der Grundriß des hochgedrehten Horizonts geht durch den gewonnenen Punkt und F_r. Nun unterscheidet sich wieder die Behandlung der Flucht- und Standpunkte. Alle Fluchtpunkte, zum Beispiel D_r, F_1, F_k, werden parallel zu F_lS auf den Grundriß des hochgedrehten Horizonts übertragen, dann von St_p aus an die Bildebene projiziert und senkrecht auf die Fluchtspur $F_l'F_r$ hochgeholt. Die Teilpunkte T_l', T_l'' usw. erhält man einfach durch Herumschlagen der früheren Waagerechten-Teilpunkte um ihre neuen Fluchtpunkte auf die neue Fluchtspur. Die Konstruktion des Fußbodens geht nach Ermittlung der Flucht- und Teilpunkte wie bei waagerechten Fußböden. Maßlinien sind immer zu den Fluchtspuren = Geraden durch den Fluchtpunkt und seinen Teilpunkt parallel. Die Maßeinteilung fängt immer am Bildebenen-Durchstoßpunkt an. Ist für die Maßlinie zu wenig Platz, so kann sie auf $\frac{l}{n}$ verkleinert werden, wenn man auch den Teilpunkt auf $\frac{l}{n}$ seiner Entfernung zum Fluchtpunkt heranrückt.

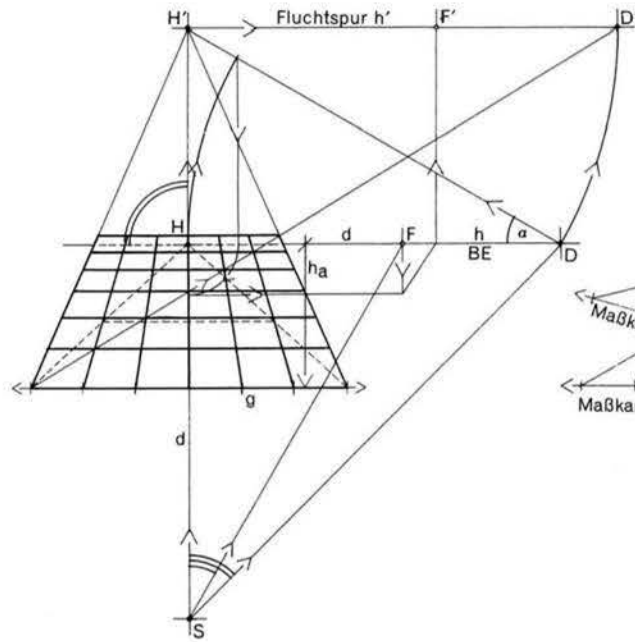
Beispiele siehe Seite 93–95.

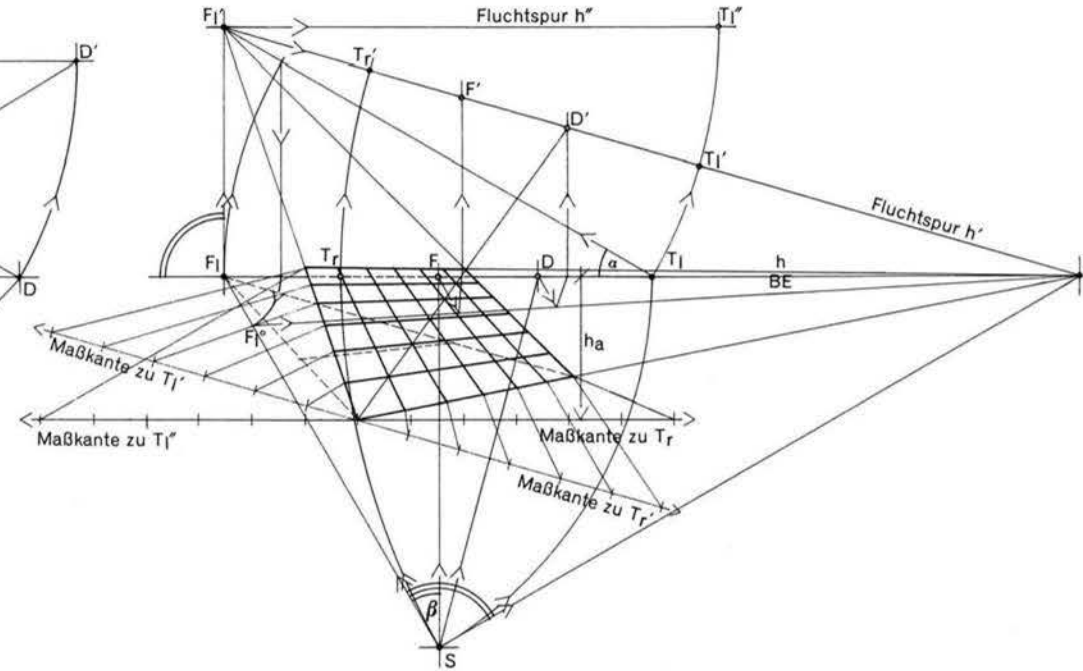
Quadratisches Muster waagerecht





Quadratisches Muster steigend

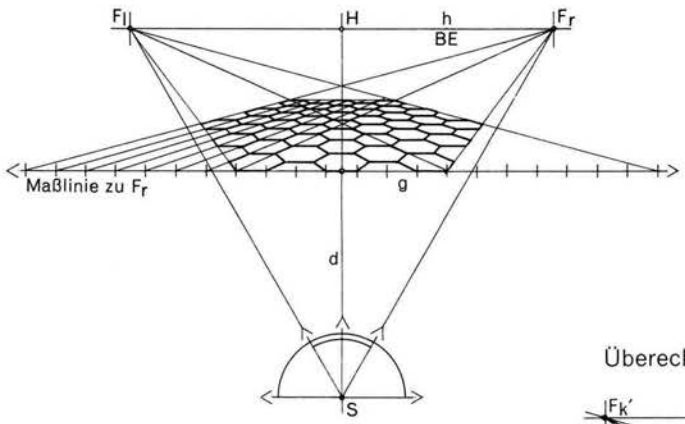




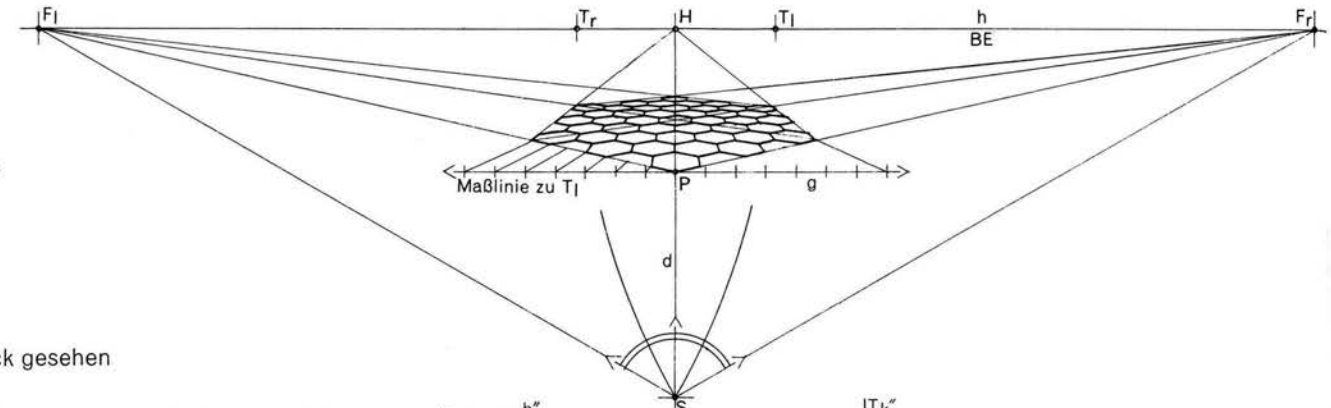
Erläuterungen siehe Seite 92.

Sechseck-Muster waagerecht

Frontal gesehen

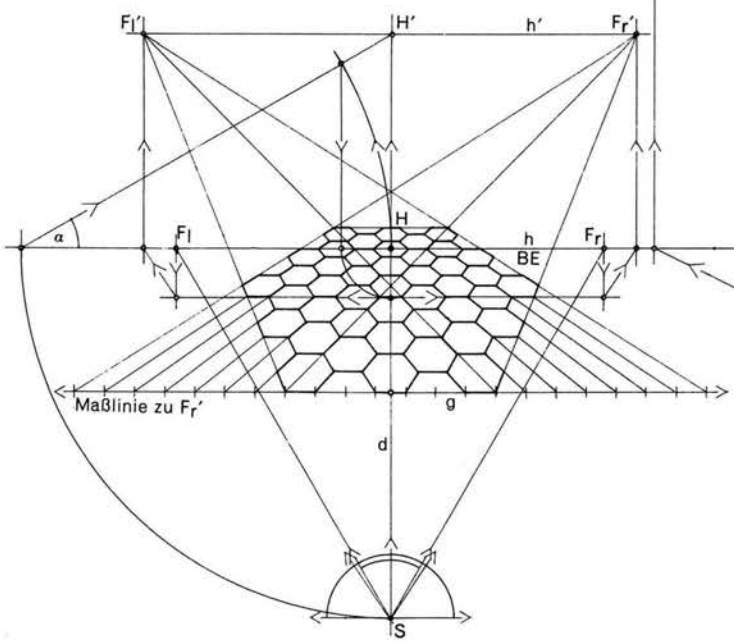


Übereck gesehen

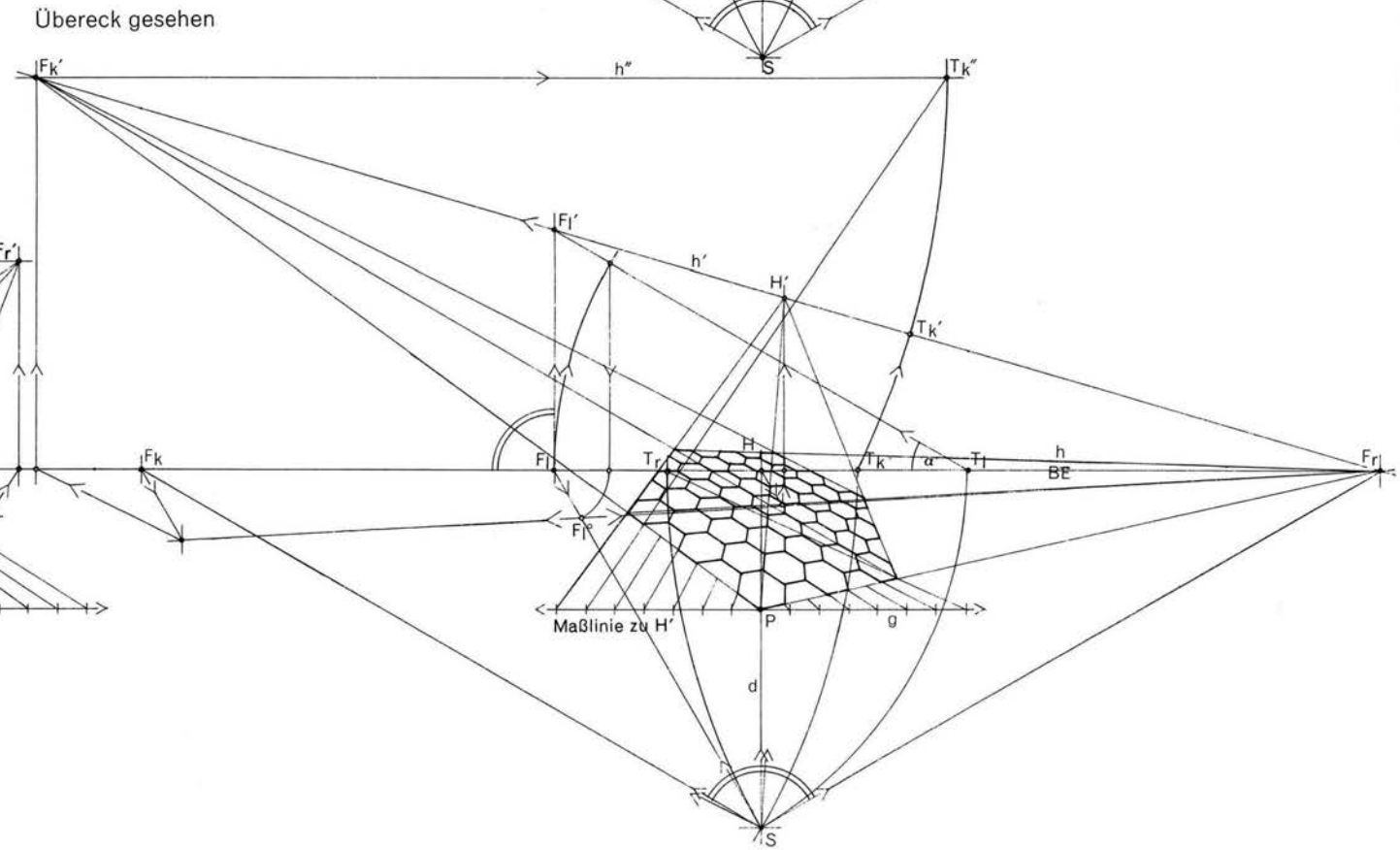


Sechseck-Muster steigend

Frontal gesehen



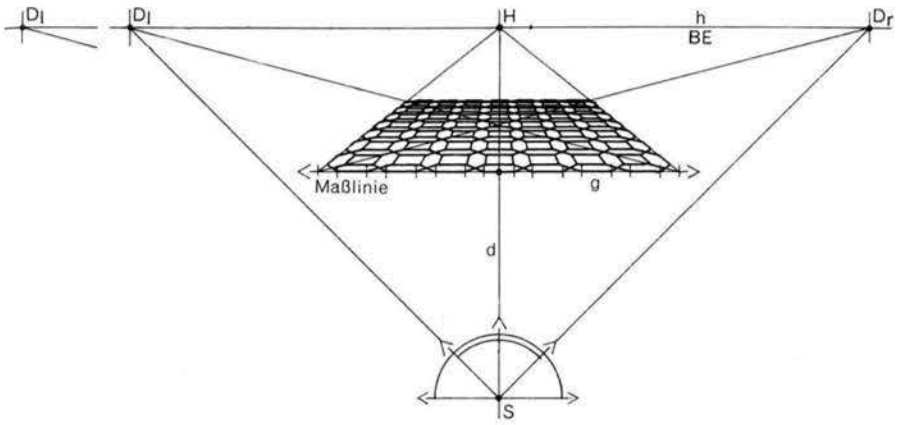
Übereck gesehen



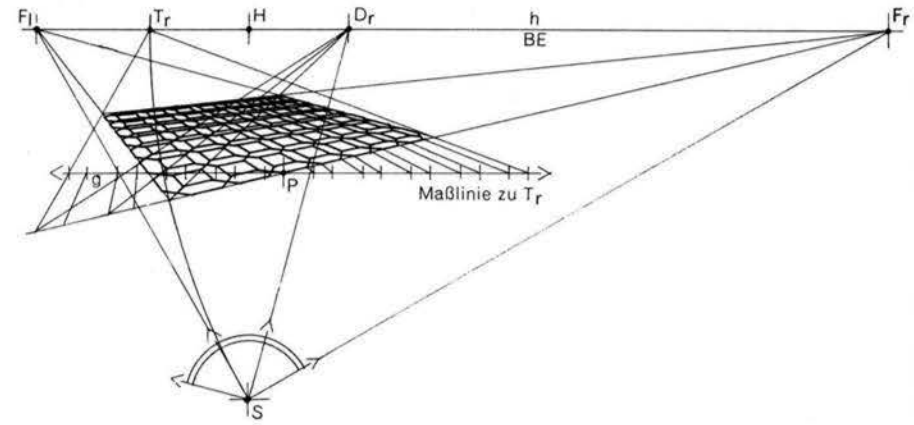
Erläuterungen siehe Seite 92.

Achteck-Muster waagerecht

Frontal gesehen

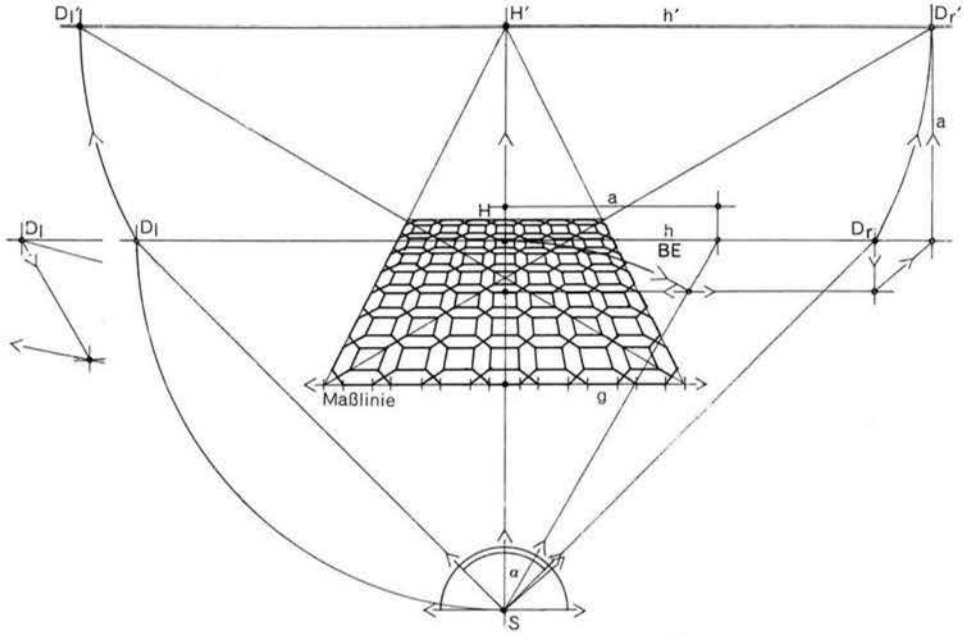


Übereck gesehen

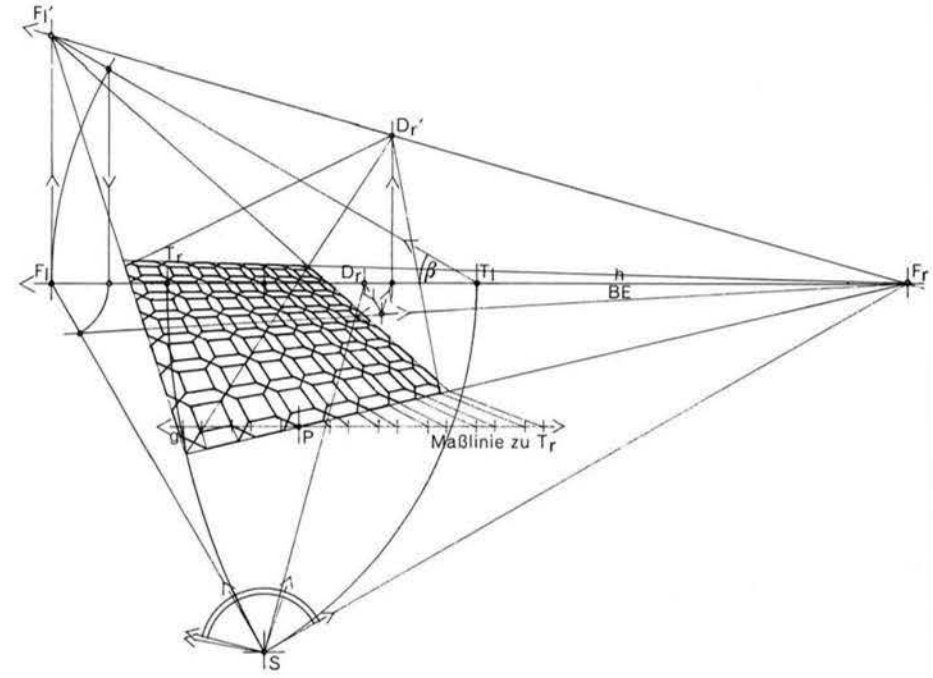


Achteck-Muster steigend

Frontal gesehen

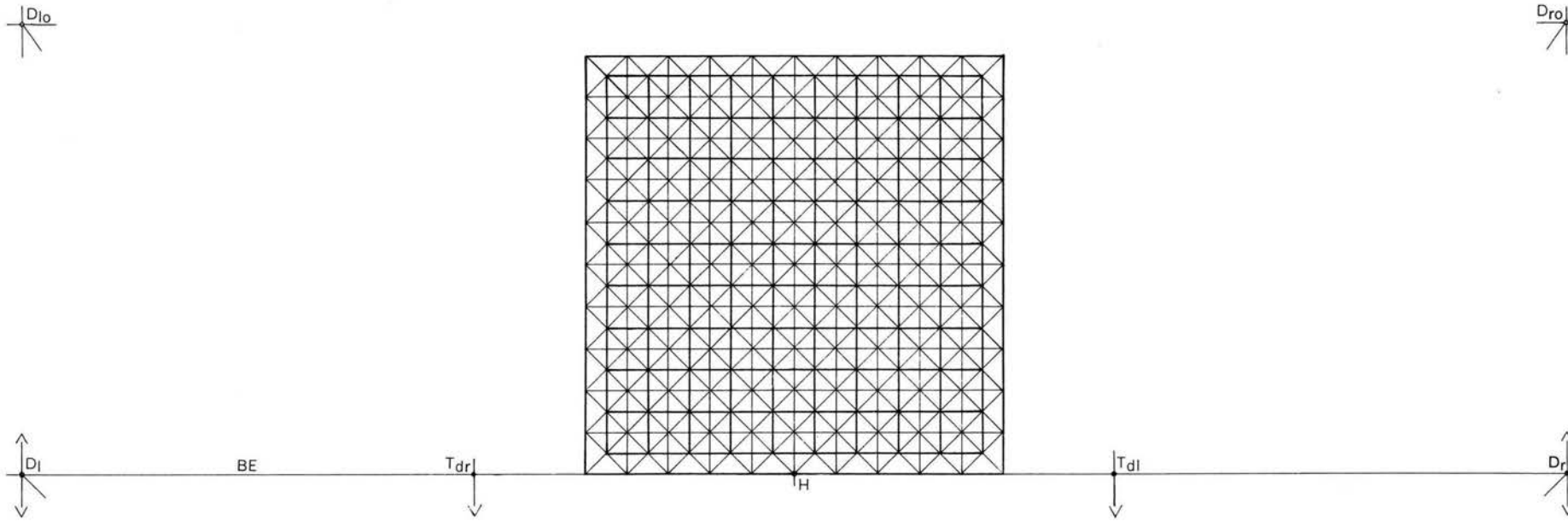


Übereck gesehen

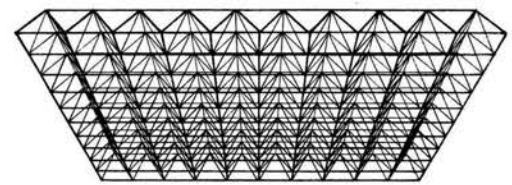


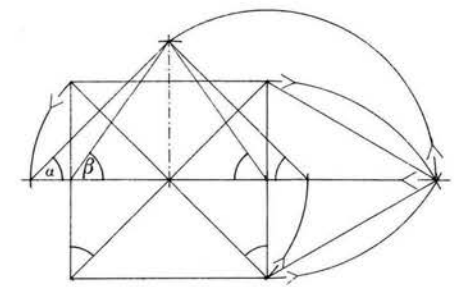
Erläuterungen siehe Seite 92.

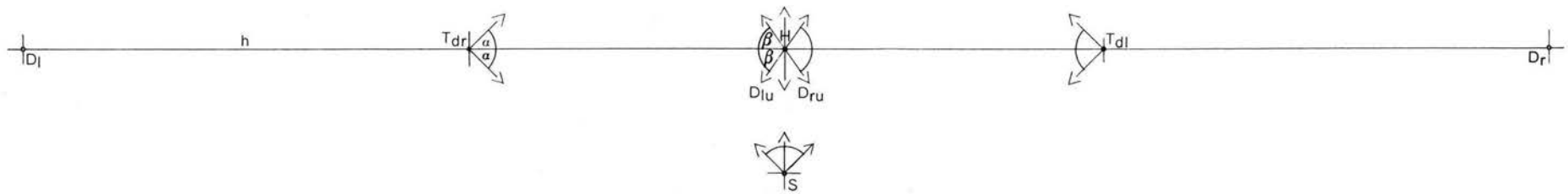
Zentralperspektive eines waagerecht schwebenden, räumlichen Fachwerks



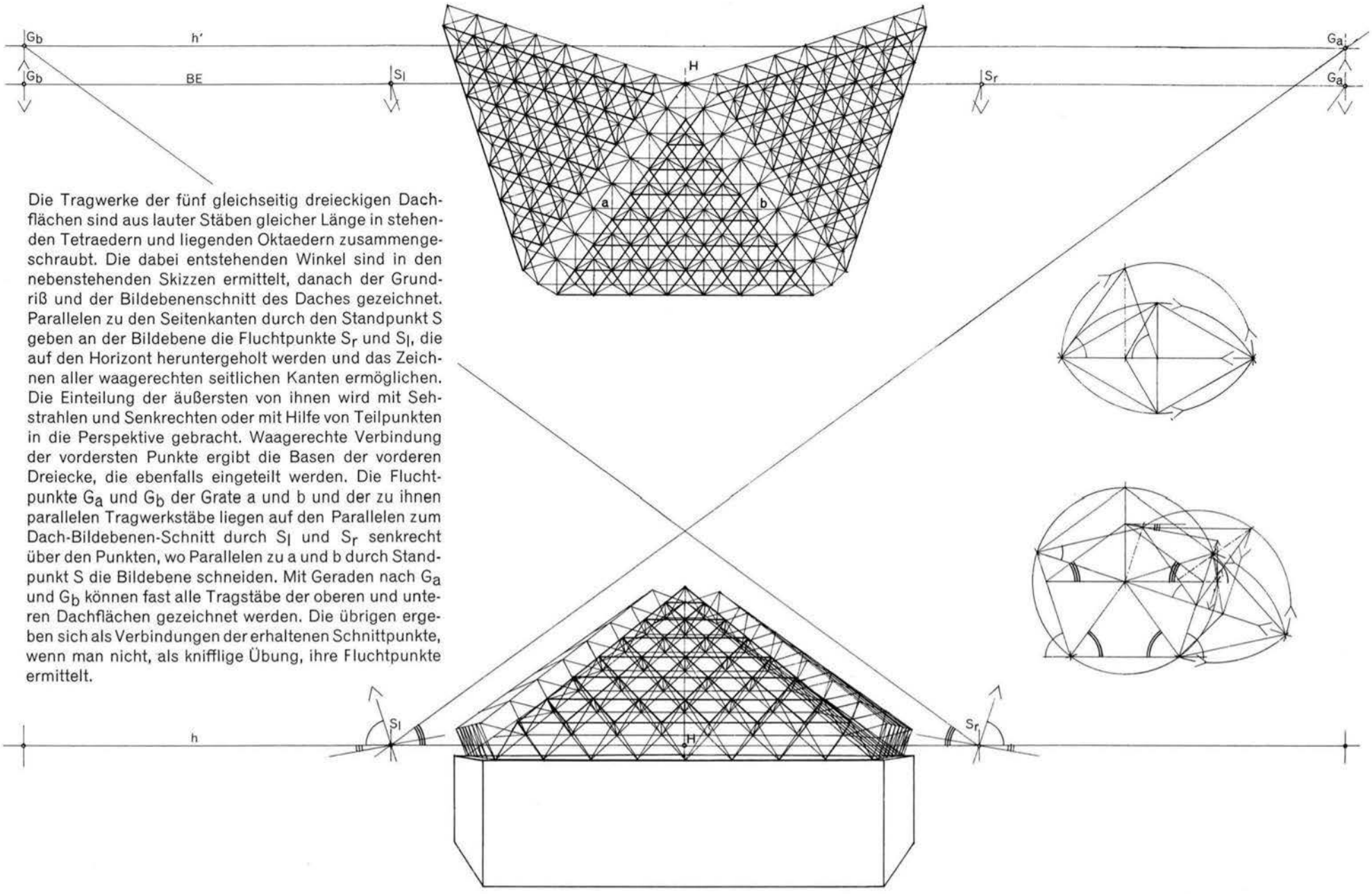
Das Fachwerk besteht aus lauter Stäben gleicher Länge, zu halben Oktaedern zusammengeschraubt. Die Winkel α und β der steigenden Oktaederkanten und -flächen zur Waagerechten sind in der nebenstehenden Zeichnung ermittelt. Die unteren waagerechten Fachwerkstäbe werden wie ein quadratischer Fußboden in Zentralperspektive dargestellt: von der Bildebene aus mit Tiefenlinien und einer Diagonalen konstruiert. Im Hauptpunkt H die Neigung β der Oktaederflächen an den Horizont gelegt, ergibt die Fluchtspuren der seitlichen Oktaederflächen. Wo sie oder die in den Diagonalteilpunkten T_d an den Horizont gelegten Winkel α der Kanten die Senkrechten durch die Diagonalpunkte schneiden, liegen die Fluchtpunkte D_{lo}, D_{ro}, (D_{lu}, D_{ru}) der steigenden (fallenden) Fachwerkstäbe. Die obere waagerechte Versteifung wird wieder wie ein quadratischer Fußboden in Zentralperspektive konstruiert.







Perspektive eines räumlichen Fachwerks in Form eines fünfseitigen Zeltdaches



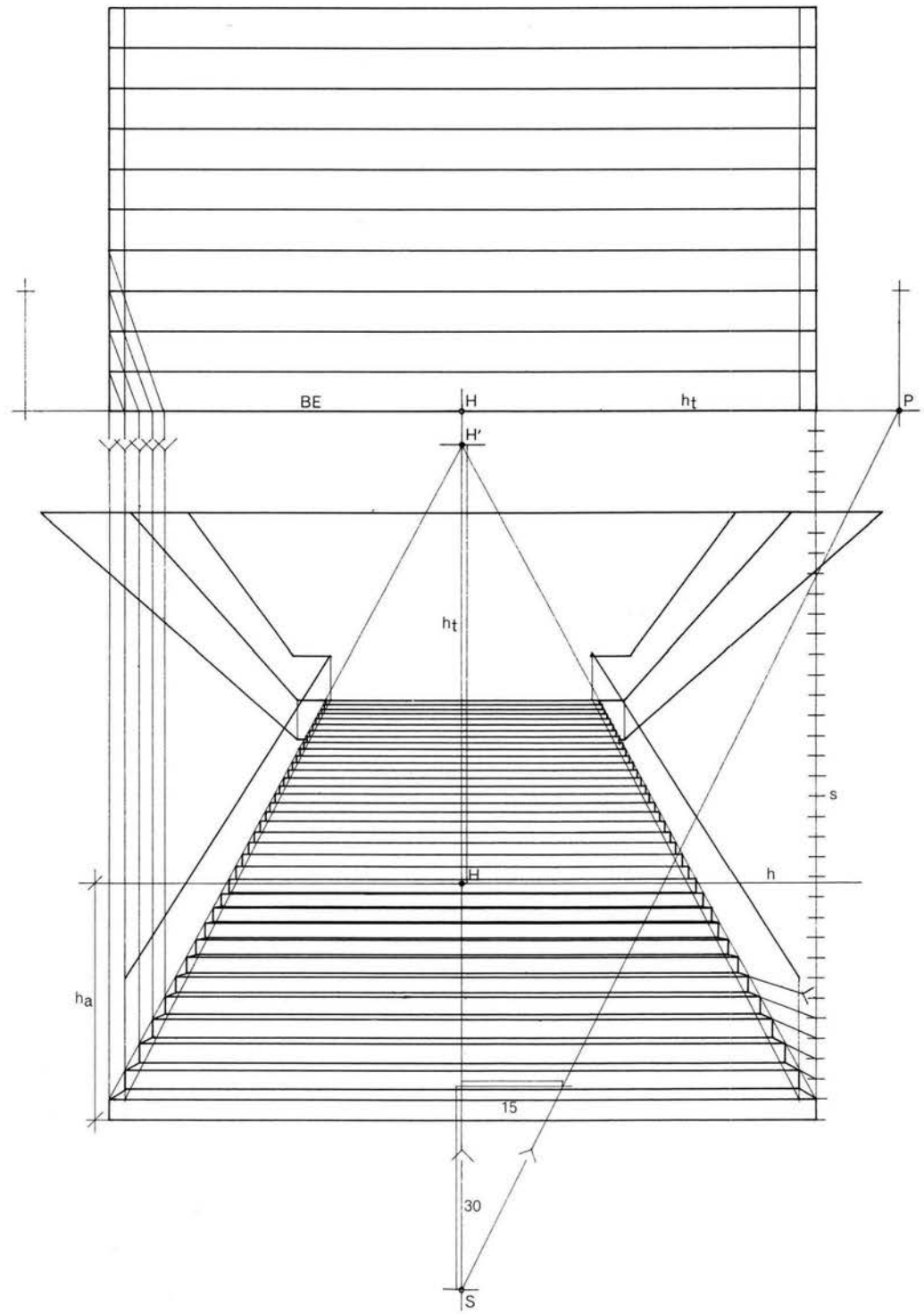
Die Tragwerke der fünf gleichseitig dreieckigen Dachflächen sind aus lauter Stäben gleicher Länge in stehenden Tetraedern und liegenden Oktaedern zusammengeschraubt. Die dabei entstehenden Winkel sind in den nebenstehenden Skizzen ermittelt, danach der Grundriß und der Bildebenenschnitt des Daches gezeichnet. Parallelen zu den Seitenkanten durch den Standpunkt S geben an der Bildebene die Fluchtpunkte S_r und S_l, die auf den Horizont heruntergeholt werden und das Zeichnen aller waagerechten seitlichen Kanten ermöglichen. Die Einteilung der äußersten von ihnen wird mit Sehstrahlen und Senkrechten oder mit Hilfe von Teilpunkten in die Perspektive gebracht. Waagerechte Verbindung der vordersten Punkte ergibt die Basen der vorderen Dreiecke, die ebenfalls eingeteilt werden. Die Fluchtpunkte G_a und G_b der Grate a und b und der zu ihnen parallelen Tragwerkstäbe liegen auf den Parallelen zum Dach-Bildebenen-Schnitt durch S_l und S_r senkrecht über den Punkten, wo Parallelen zu a und b durch Standpunkt S die Bildebene schneiden. Mit Geraden nach G_a und G_b können fast alle Tragstäbe der oberen und unteren Dachflächen gezeichnet werden. Die übrigen ergeben sich als Verbindungen der erhaltenen Schnittpunkte, wenn man nicht, als knifflige Übung, ihre Fluchtpunkte ermittelt.

Treppe axial gesehen

Allgemeines.
Die Fluchtpunkte von Dachschrägen und Treppen erhält man, indem zunächst eine Senkrechte durch den Fluchtpunkt gelegt wird, auf den die waagerechten Seitenkanten der Stufen oder waagerechte Linien der Giebelwand zeigen. Dann wird in dem Teilpunkt, der den Abstand dieses Fluchtpunkts vom Standpunkt angibt, der Winkel oder die Steigung angetragen. Wo die Steigungslinie die Senkrechte schneidet, ist der Fluchtpunkt der Schräge oder Treppe.

Grundriß und Schnitt M 1:50, Treppenbreite 5 m, 35 Steigungen 15/30 cm.

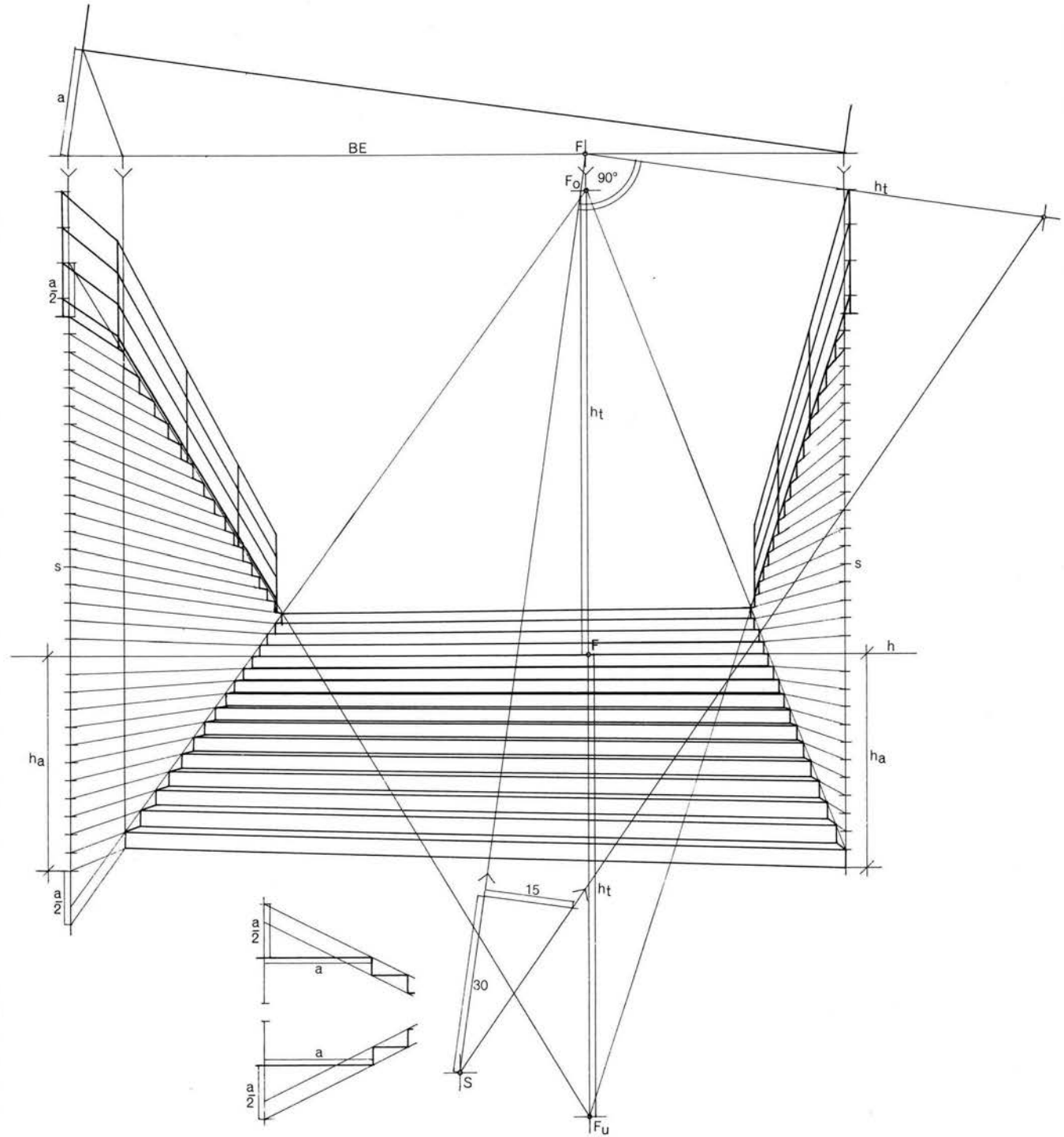
Der Standpunkt vor der Treppe wird, entsprechend der Sehwinkelbegrenzung auf 30–40°, im Grundriß bestimmt. Die Bildebene legt man möglichst durch eine Stufenvorderkante. Diese Stufenvorderkante wird senkrecht unter den Grundriß, um Augenhöhe h_a unter den beliebig festgesetzten Horizont, gelegt. Die Bilder der waagerechten seitlichen Stufenkanten laufen zum Hauptpunkt H. Die Bilder der Treppenschrägen müssen nach Punkt H′ gezogen werden, der senkrecht über H liegt. Um seine Höhe h_t zu erhalten, trägt man die Treppensteigung, hier 15/30 = 1 : 2, von Standpunkt S aus am Hauptsehstrahl an. h_t ist gleich der von der Verlängerung der Steigungslinie auf der Bildebene abgeschnittenen Strecke HP. Die seitlichen Stufenkanten zwischen den Treppenfluchtlinien bekommt man entweder durch Anvisieren ihrer Grundrißpunkte und senkrechtes Herunterholen der Bildebenenschnittpunkte, oder durch Tiefenlinien zum Hauptpunkt, von der maßstäblichen Höheneinteilung, der verlängerten senkrechten Seitenkante s der Ausgangsstufe (in der Bildebene) aus. Handläufe haben gewöhnlich etwa 90 cm über und 5–10 cm seitlich der Ausgangsstufen-Vorderkante ihren Durchgangspunkt durch die Bildebene. Sie laufen zum Treppenfluchtpunkt H′. Aus der Linie, die senkrecht unter dem Handlauf durch alle Stufenvorderkanten oder die waagerechte Bodenfläche geht, können die Enden und Knicke des Geländers senkrecht heraufgeholt werden.



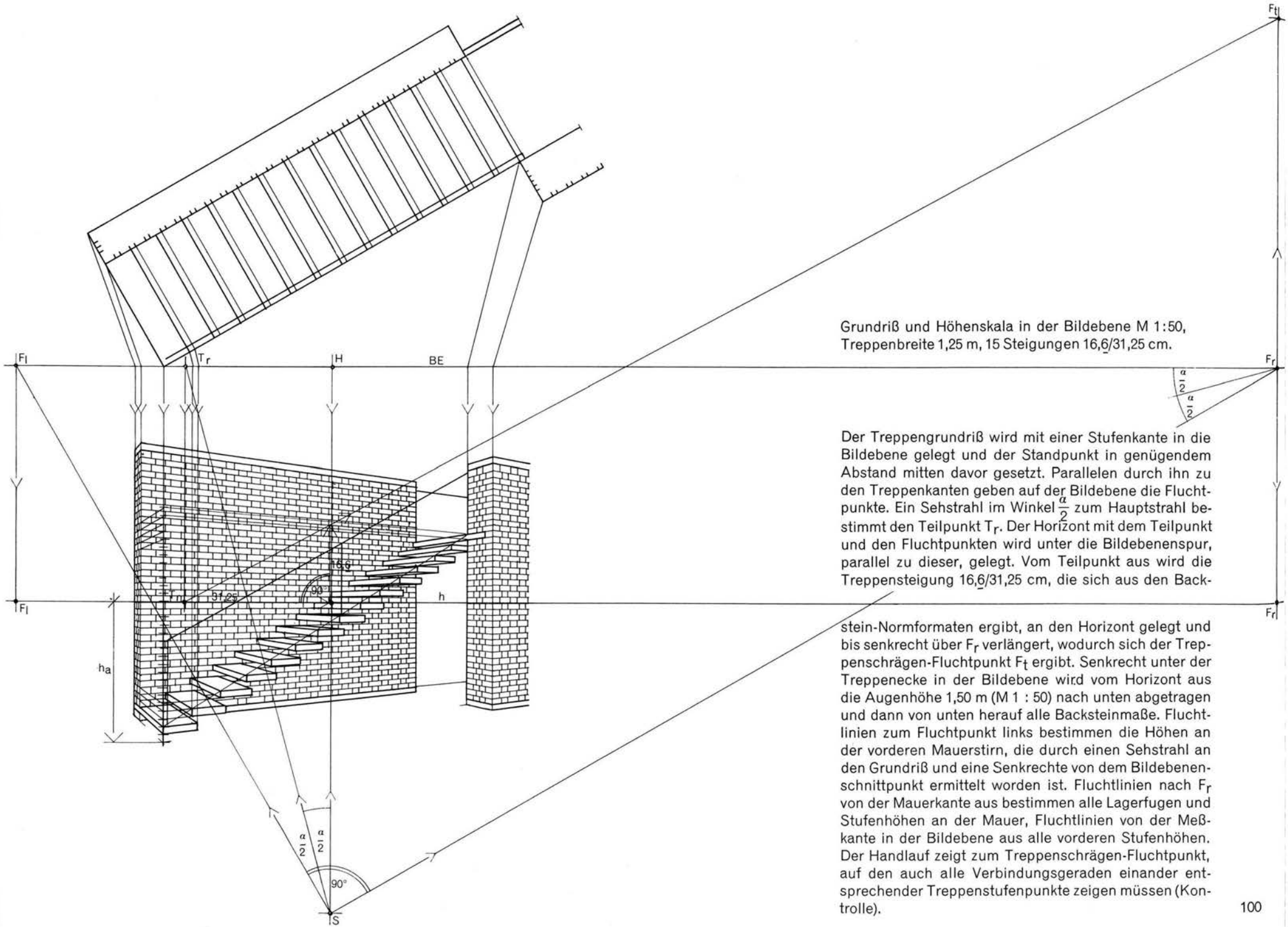
Treppe fast frontal gesehen

Pläne M 1:50, Treppenbreite 6,50 m, 2 ×16 Steigungen 15/30 cm.

Wenn eine Treppe fast frontal von vorn aber doch nicht steif axial abgebildet werden soll, entstehen Schwierigkeiten, weil ein Fluchtpunkt unzugänglich wird. Man legt dann am besten den Treppengrundriß mit einer Stufenecke an die Bildebene, bestimmt (Blickwinkel usw.) den Standpunkt S und zieht durch ihn eine Parallele zur Treppenrichtung. Wo sie die Bildebene schneidet, wird zu ihr eine Senkrechte errichtet und vom Standpunkt S aus an sie die Treppensteigung, hier 15/30 = 1 : 2, angelegt. Das Stück der Senkrechten, das von der Steigungslinie abgeschnitten wird, ist die Höhe h_t des Treppenfluchtpunktes über oder unter dem Fluchtpunkt der seitlichen Treppenstufenkanten auf dem Horizont, je nachdem, ob die Treppe steigt oder fällt. Der Horizont wird so unter den Grundriß gelegt, daß die beiden Fluchtpunkte, um h_t darüber und darunter, noch auf das Brett fallen. Die Lage der Fluchtpunkte ergibt sich durch eine Senkrechte aus dem Grundriß. Die beiden senkrechten Ebenen, die seitlich die Treppe begrenzen, schneiden die Bildebene zu zwei Senkrechten s, die ebenfalls heruntergeholt werden. Auf ihnen können alle Höhen M 1 : 50 aufgetragen werden, zunächst die Augenhöhe (hier 1,80 m) und dann vom Boden aus die Stufenhöhenskala. Die waagerechten seitlichen Treppenstufenkanten liegen alle auf den Geraden von der Skala zum Fluchtpunkt F auf dem Horizont. Auf der Seite, wo die Treppe in der *Bildebene* anfängt, ist die Konstruktion mit je zwei Fluchtlinien zum unteren und oberen Fluchtpunkt schon beendet. Auf der gegenüberliegenden Seite muß berücksichtigt werden, daß die Treppen, wenn man sie bis zur Bildebene verlängert, noch um $a \times \frac{15}{30} = a \times \frac{1}{2}$ steigen beziehungsweise sinken. Zeichnet man die Treppenfluchtlinien mit entsprechend $\frac{a}{2}$ höher und tiefer gesetzten Anfangspunkten, so ist auch hier die Konstruktion beendet. Die Verbindungslinien zweier nächstliegender Schnittpunkte müssen als senkrechte Stufenkanten bei genauem Zeichnen senkrecht übereinander liegen. Die Stufenvorder- und -innenkanten ergeben sich als geradlinige Verbindungen der rechts und links festgestellten Punkte.



Übereckperspektive einer eingespannten Treppe



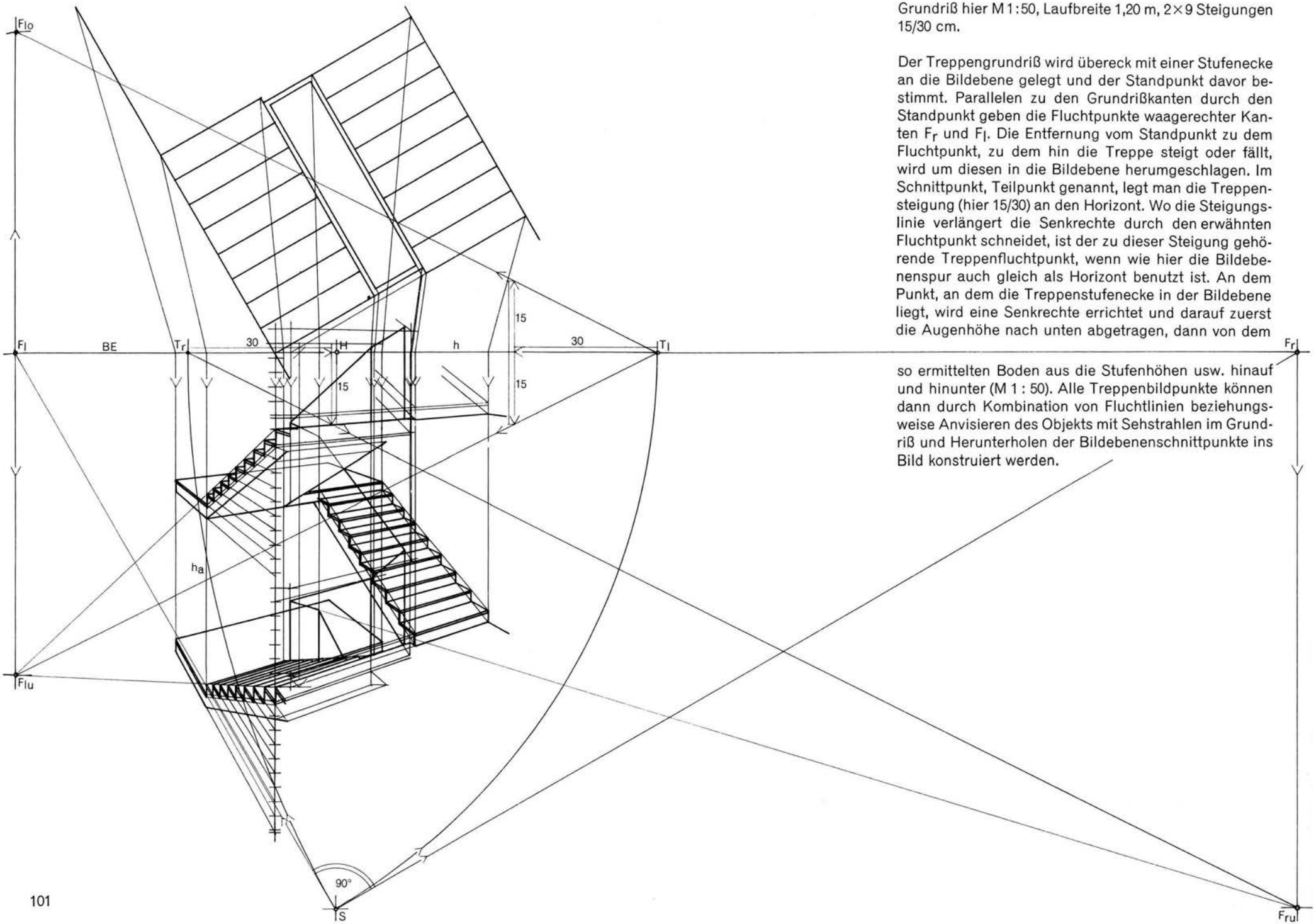
Grundriß und Höhenskala in der Bildebene M 1:50, Treppenbreite 1,25 m, 15 Steigungen 16,6/31,25 cm.

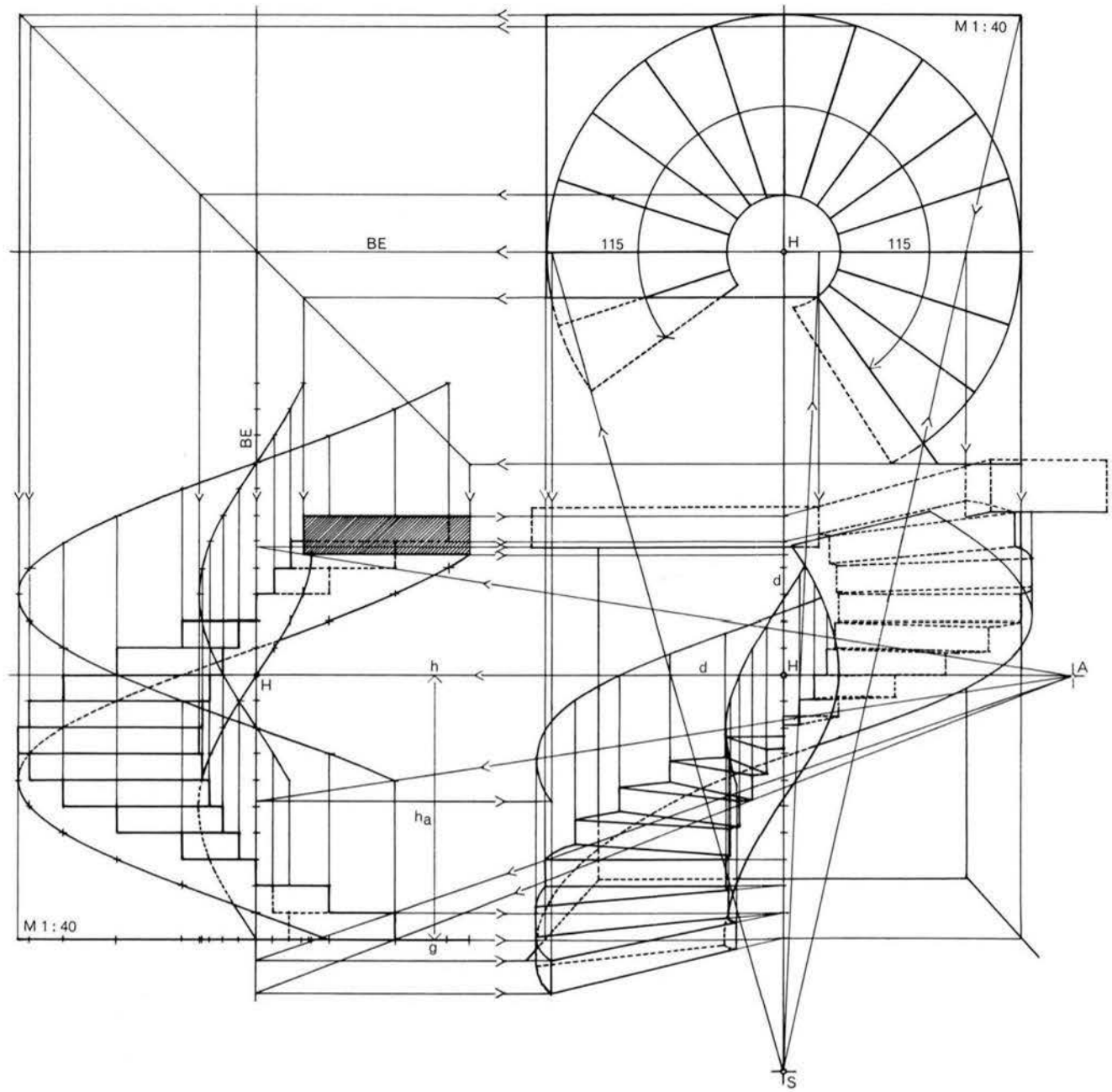
Der Treppengrundriß wird mit einer Stufenkante in die Bildebene gelegt und der Standpunkt in genügendem Abstand mitten davor gesetzt. Parallelen durch ihn zu den Treppenkanten geben auf der Bildebene die Fluchtpunkte. Ein Sehstrahl im Winkel $\frac{\alpha}{2}$ zum Hauptstrahl bestimmt den Teilpunkt T_r. Der Horizont mit dem Teilpunkt und den Fluchtpunkten wird unter die Bildebenenspur, parallel zu dieser, gelegt. Vom Teilpunkt aus wird die Treppensteigung 16,6/31,25 cm, die sich aus den Backstein-Normformaten ergibt, an den Horizont gelegt und bis senkrecht über F_r verlängert, wodurch sich der Treppenschrägen-Fluchtpunkt F_t ergibt. Senkrecht unter der Treppenecke in der Bildebene wird vom Horizont aus die Augenhöhe 1,50 m (M 1 : 50) nach unten abgetragen und dann von unten herauf alle Backsteinmaße. Fluchtlinien zum Fluchtpunkt links bestimmen die Höhen an der vorderen Mauerstirn, die durch einen Sehstrahl an den Grundriß und eine Senkrechte von dem Bildebenenschnittpunkt ermittelt worden ist. Fluchtlinien nach F_r von der Mauerkante aus bestimmen alle Lagerfugen und Stufenhöhen an der Mauer, Fluchtlinien von der Meßkante in der Bildebene aus alle vorderen Stufenhöhen. Der Handlauf zeigt zum Treppenschrägen-Fluchtpunkt, auf den auch alle Verbindungsgeraden einander entsprechender Treppenstufenpunkte zeigen müssen (Kontrolle).

Übereckperspektive einer zweiläufigen Treppe

Grundriß hier M 1:50, Laufbreite 1,20 m, 2×9 Steigungen 15/30 cm.

Der Treppengrundriß wird übereck mit einer Stufenecke an die Bildebene gelegt und der Standpunkt davor bestimmt. Parallelen zu den Grundrißkanten durch den Standpunkt geben die Fluchtpunkte waagerechter Kanten F_r und F_l. Die Entfernung vom Standpunkt zu dem Fluchtpunkt, zu dem hin die Treppe steigt oder fällt, wird um diesen in die Bildebene herumgeschlagen. Im Schnittpunkt, Teilpunkt genannt, legt man die Treppensteigung (hier 15/30) an den Horizont. Wo die Steigungslinie verlängert die Senkrechte durch den erwähnten Fluchtpunkt schneidet, ist der zu dieser Steigung gehörende Treppenfluchtpunkt, wenn wie hier die Bildebenenspur auch gleich als Horizont benutzt ist. An dem Punkt, an dem die Treppenstufenecke in der Bildebene liegt, wird eine Senkrechte errichtet und darauf zuerst die Augenhöhe nach unten abgetragen, dann von dem so ermittelten Boden aus die Stufenhöhen usw. hinauf und hinunter (M 1 : 50). Alle Treppenbildpunkte können dann durch Kombination von Fluchtlinien beziehungsweise Anvisieren des Objekts mit Sehstrahlen im Grundriß und Herunterholen der Bildebenenschnittpunkte ins Bild konstruiert werden.

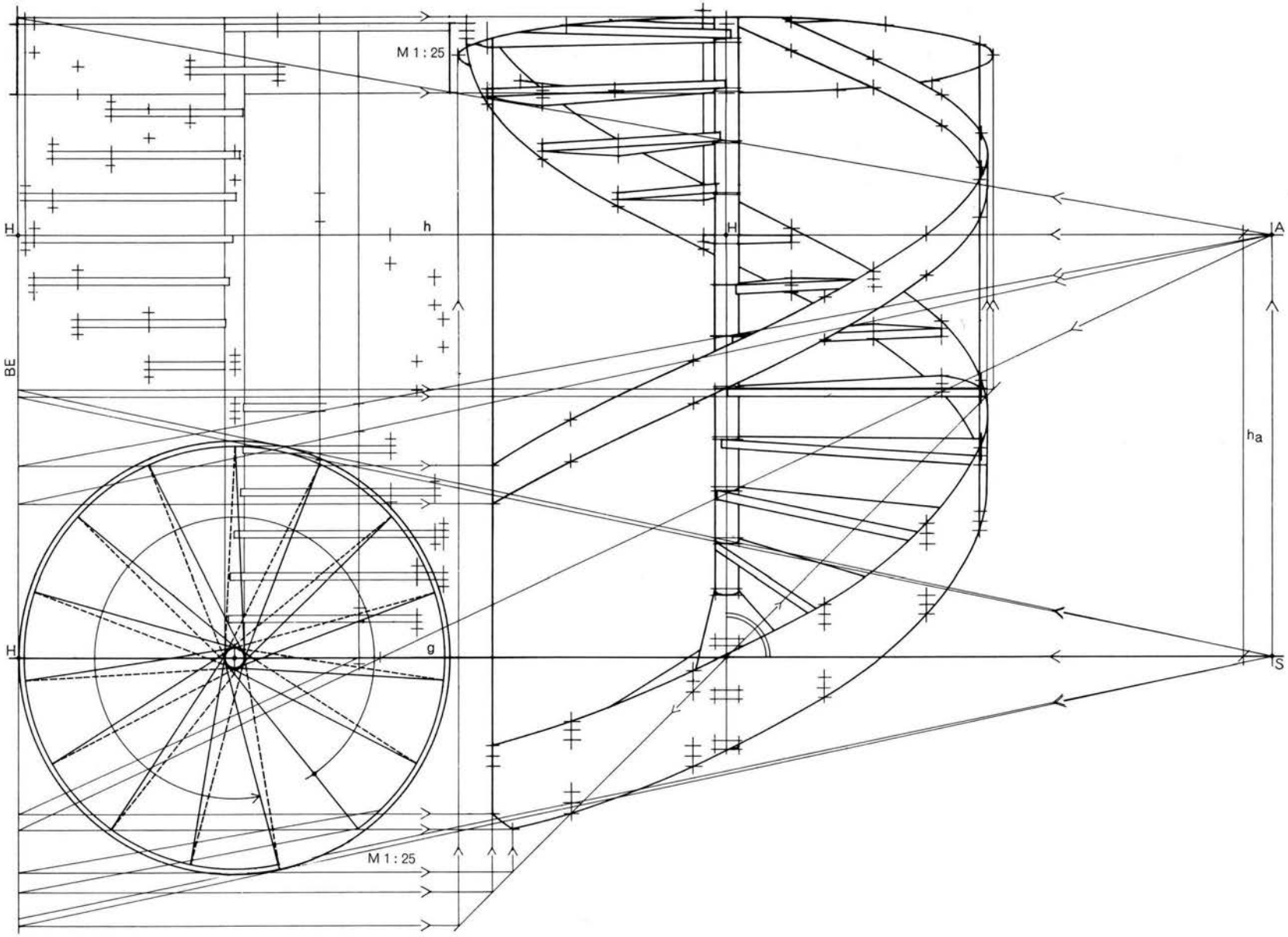




Grund- und Seitenriß M 1:40, Breite 1,15 m, Auge 0,70 m, Geländer 0,83 m, 16 Steigungen 16,6/30 cm.

Die Bildebene geht durch die Treppenachse und der Standpunkt ist, senkrecht davor, so weit abgesetzt, daß der Blickwinkel 40° nicht übersteigt. Die Bildebenen-Durchstoßpunkte der Sehstrahlen vom Standpunkt an die Objektpunkte im Grundriß ergeben senkrecht heruntergeholt die Lage der Bildpunkte in bezug auf rechts und links. Ein genauer Seitenriß der Treppe, unter Umständen aus einer 45°-Spiegelung des Grundrisses und den Höhenangaben aufgebaut, wird seitlich in beliebigem Abstand unter die Bildebenenspur gesetzt. Auch hier schneidet die Bildebene die Achse und wird nur als gerade Linie gesehen. Der Augpunkt, in Augenhöhe h_a = 1,66 m, hat dieselbe Distanz wie im Grundriß: d = HA = HS. Die Bildebenen-Durchstoßpunkte der Sehstrahlen vom Augpunkt an die Objektpunkte im Seitenriß geben, waagerecht übernommen, die Höhenangaben für das Schaubild. Durch gleiches Bezeichnen oder Numerieren der Objektpunkte in Grund- und Seitenriß kann man sonst leicht vorkommende Verwechslungen vermeiden. Die Arbeit, die Höhen der Stufen und des Geländers am Treppenauge im Bild zu konstruieren, kann man sich sparen, wenn man zunächst die Höhen an der Außenwange ermittelt und dann daran denkt, daß alle Treppenstufenkanten und Verbindungen gleicher Geländerhöhen auf die Skala in der Achse zeigen, die hier maßstäblich (1 : 40) erscheint, weil sie in der Bildebene liegt. Geradlinige Waagerechten in den Unterflächen der Treppenplatten, wenn es solche gibt, können nicht auf die Treppenaugachse zeigen.

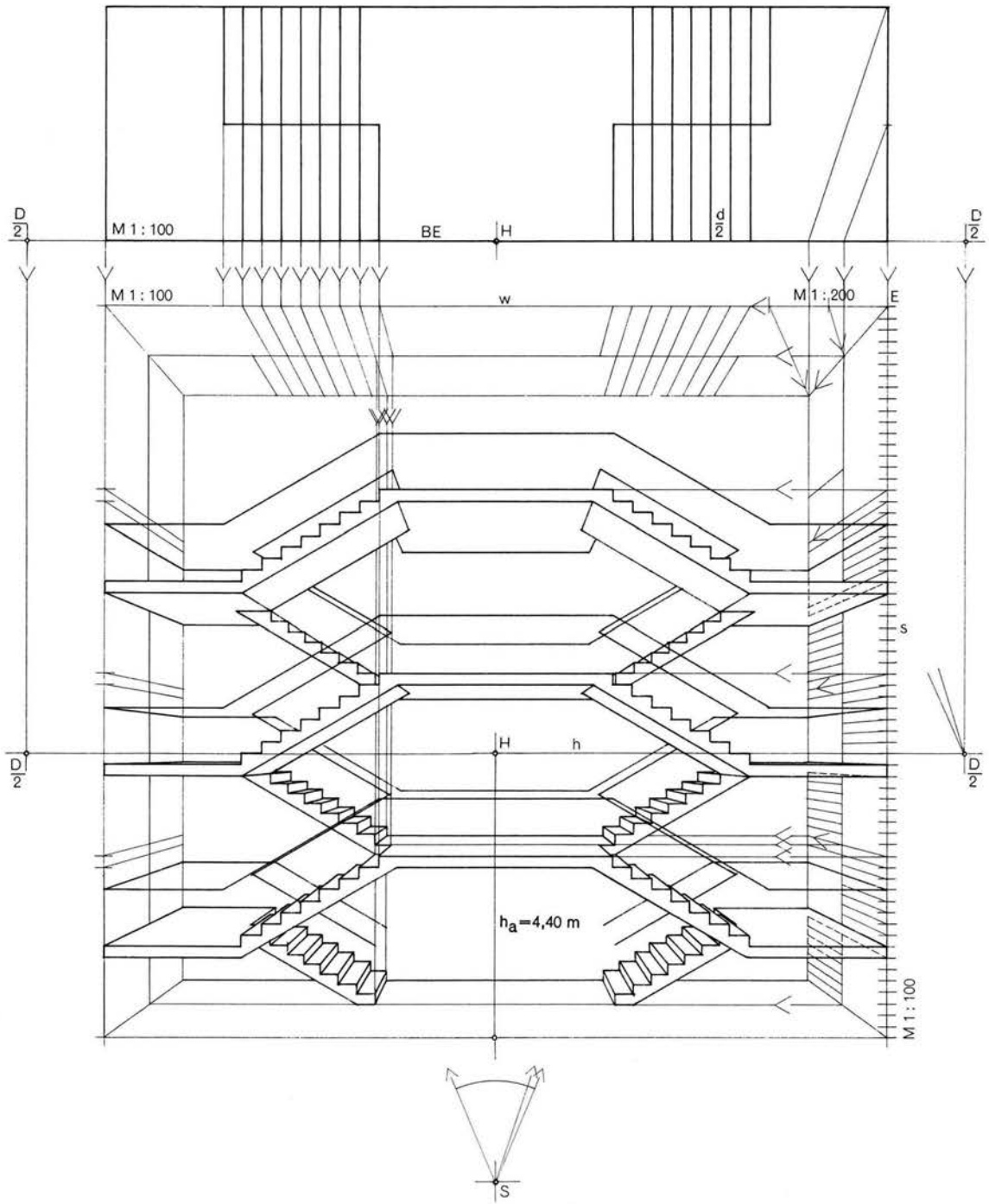
Spindeltreppe
(Kunsthalle Darmstadt, Architekt: Theo Pabst)



Geschoßhöhe 2,70 m, Durchmesser 1,90 m, 15 Steigungen 18/26 cm.

Grund- und Seitenriß der Treppe sind im Maßstab 1:25 genau untereinander am linken Zeichenflächenrand aufgetragen. Zur Vereinfachung ist der innere Teil des Handlaufs weggelassen. Die Bildebene BE ist ganz außen, den Deckendurchbruch streifend, der Augpunkt A in genügender Entfernung, in Augenhöhe 1,80 m, zur anderen Seite in den Seitenriß gesetzt. Sehstrahlen von ihm durch die Objektpunkte geben an der Bildebene die Bildpunkthöhen. Der Standpunkt sitzt senkrecht unter dem Augpunkt, axial seitwärts des Treppengrundrisses. Sehstrahlen von ihm aus durch das Objekt geben an der Bildebene die Bildbreiten. Die Bildhöhen werden waagerecht herübergeholt und die Bildbreiten mit Papierstreifen, Stechzirkel oder, wie im Beispiel gezeigt, mit Waagerechten an eine 45°-Spiegelebene und Senkrechten durch die Schnittpunkte dort auf die Waagerechten übertragen. Das Bild entsteht als Verbindung der so konstruierten Punkte.

Vierläufige Treppe quer gesehen, mit perspektivischen Hilfsrissen konstruiert



Geschoßhöhe 2,80 m, Laufbreite 1,80 m, 6 × 8 Steigungen 17,5/30 cm.

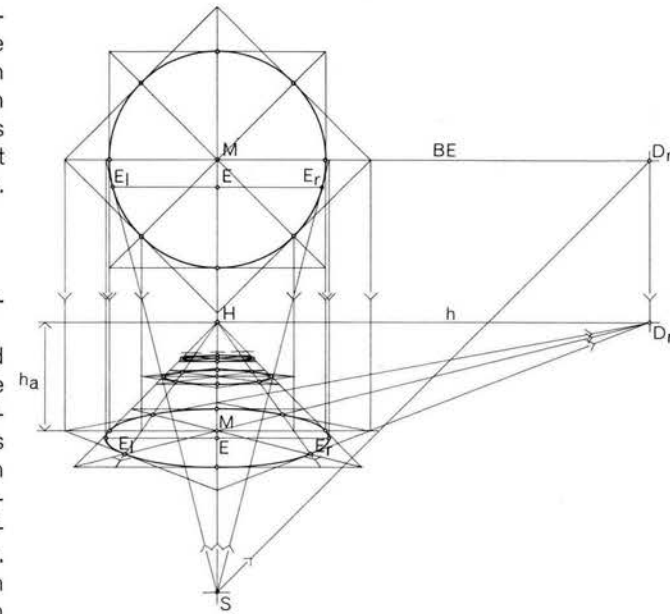
Der Grundriß M 1 : 100 ist mit der Treppenvorderkante an die Bildebene gelegt, dadurch erscheint die ganze vordere Treppenwange im Bild wie der Aufriß 1 : 100. Der Horizont ist zur Minderung der Verzerrung in 4,40 m Höhe angenommen. Der Standpunkt wird in genügender Entfernung d vor die Bildebene gesetzt, Hauptpunkt und Halbdistanzpunkt werden bestimmt und auf den Horizont heruntergeholt. Tiefenlinien von der Treppenvorderfläche zum Hauptpunkt geben die perspektivischen Bilder der Stufenkanten. Oben, von der Maßlinie w aus, bildet man mit Tiefenlinien einen perspektivischen Grundriß, seitlich, von Gerade s aus, ebenso einen perspektivischen Seitenriß. Die Tiefen werden A) auf der Tiefenlinie durch E mit Strahlen von einer Tiefenmaßlinie $\frac{1}{2} : 100 = 1 : 200$ zum Halbdistanzpunkt ermittelt, oder B) mit Sehstrahlen und Senkrechten von deren Bildebenenschnittpunkten. Die Bildbreiten werden senkrecht aus dem perspektivischen Grundriß, die Bildhöhen waagerecht aus dem perspektivischen Seitenriß übernommen. Alle Linien parallel zur Bildebene werden in natürlicher Gestalt und Neigung abgebildet!

Bei der Darstellung von Kreisen in Perspektive können alle Kegelschnittlinien entstehen. Schneidet die Ebene eines Objektkreises den Augpunkt, so wird er als gerade Strecke abgebildet. Liegt ein Kreis parallel zur Bildebene und vor dem Augpunkt, so ist auch sein Abbild ein Kreis. Die Bilder sonstiger Kreise hinter der Bildebene sind immer Ellipsen, manchmal auch Kreise-Ellipsen mit gleichlangen Hauptachsen. Kreise, die die durch den Augpunkt gehende, zur Bildebene parallele sogenannte Verschwindungsebene berühren, werden als Parabeln, solche, die sie durchdringen, als Hyperbeln abgebildet. Die Abbildung von Kreisen als Kreis oder Gerade ist nicht schwer, die in Hyperbel- und Parabelgestalt überaus selten. Will man Kurven, zum Beispiel Kreise, in Perspektive abbilden, so markiert man wichtige oder leicht zu konstruierende Punkte, Tangenten, Achsen, Durchmesser und stellt dieses Liniennetz perspektivisch dar. So kommt die Darstellung kleiner Kreise auf die eines Quadrats, die etwas größerer auf die eines vierfachen Quadrats, die mittelgroßer auf die Darstellung eines vierfachen Quadrats mit zwei Diagonalen und die noch größerer auf die eines Achtsterns von zwei gleichen, mittig diagonal aufeinander gelegenen, vierfachen Quadraten heraus. Das entsprechende Bild ist zunächst nur ein Trapez, in das eine Ellipse, etwa die Mitten aller Ränder berührend, hineingezeichnet werden muß, dann sind vier Berührungspunkte genau bestimmt, endlich zusätzlich vier weitere Kreispunkte und die Richtung der Kreislinie in diesen Punkten (siehe oberes Bild).

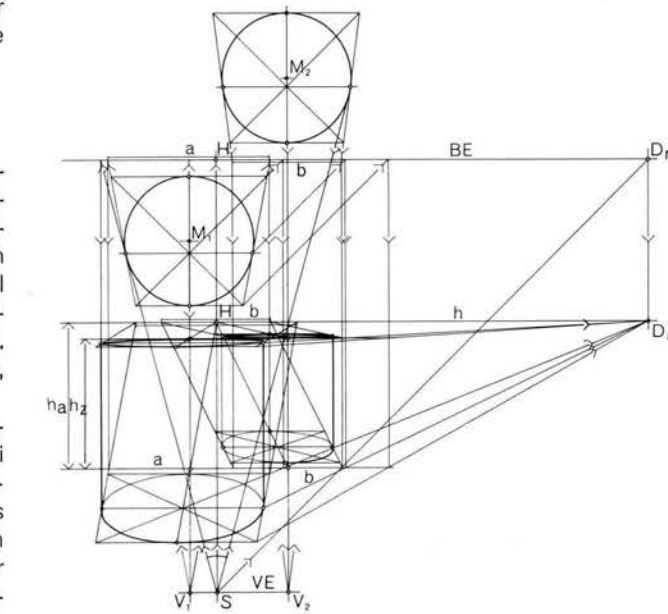
Ermittlung der Bildellipsen-Achsen.
Schneidet die Drehachse eines Objektkreises den Hauptstrahl, zum Beispiel liegt er waagerecht genau vor dem Standpunkt, oder senkrecht, mit dem Mittelpunkt in Augenhöhe, so wird das Bild des Umhüllungsquadrats (aus Tiefenlinien und Bildebenenparallelen) symmetrisch, und es wird besonders leicht, die *Achsen* der Bildellipse zu bestimmen. Sind diese Achsen bekannt, so kann man mit der Fadenmethode (siehe Seite 16 oben rechts) auch größte Ellipsen schnellstens zeichnen. Die eine Achse ist als Symmetrie- und Tiefenlinie bereits gegeben. Die andere ist die Mittelsenkrechte zu ihr, denn die Ellipse ist ja zu *zwei* zueinander senkrechten Achsen symmetrisch. Die Sehstrahlen, die die äußersten Ellipsenachsenpunkte im Bild ergeben, sind im Grundriß Tangenten an den Kreis: der Berührungspunkt der Sehstrahlen liegt *nicht* auf dem umschließenden Quadrat, ebensowenig wie der Mittelpunkt des Objektkreises in den Mittelpunkt der Bildellipse übergeht.

Wäre das trapezförmige, perspektivisch verformte Tangentenviereck asymmetrisch, so wäre die Aufgabe, die Hauptachsen zu finden, schwieriger. Man würde dann am besten anders anfangen, und zwar den Kreis in ein Tangententrapez einschließen, das in Perspektive als Parallelogramm abgebildet wird; die Konstruktion ist aber nur bei einzelnen waagerechten Kreisen praktisch.

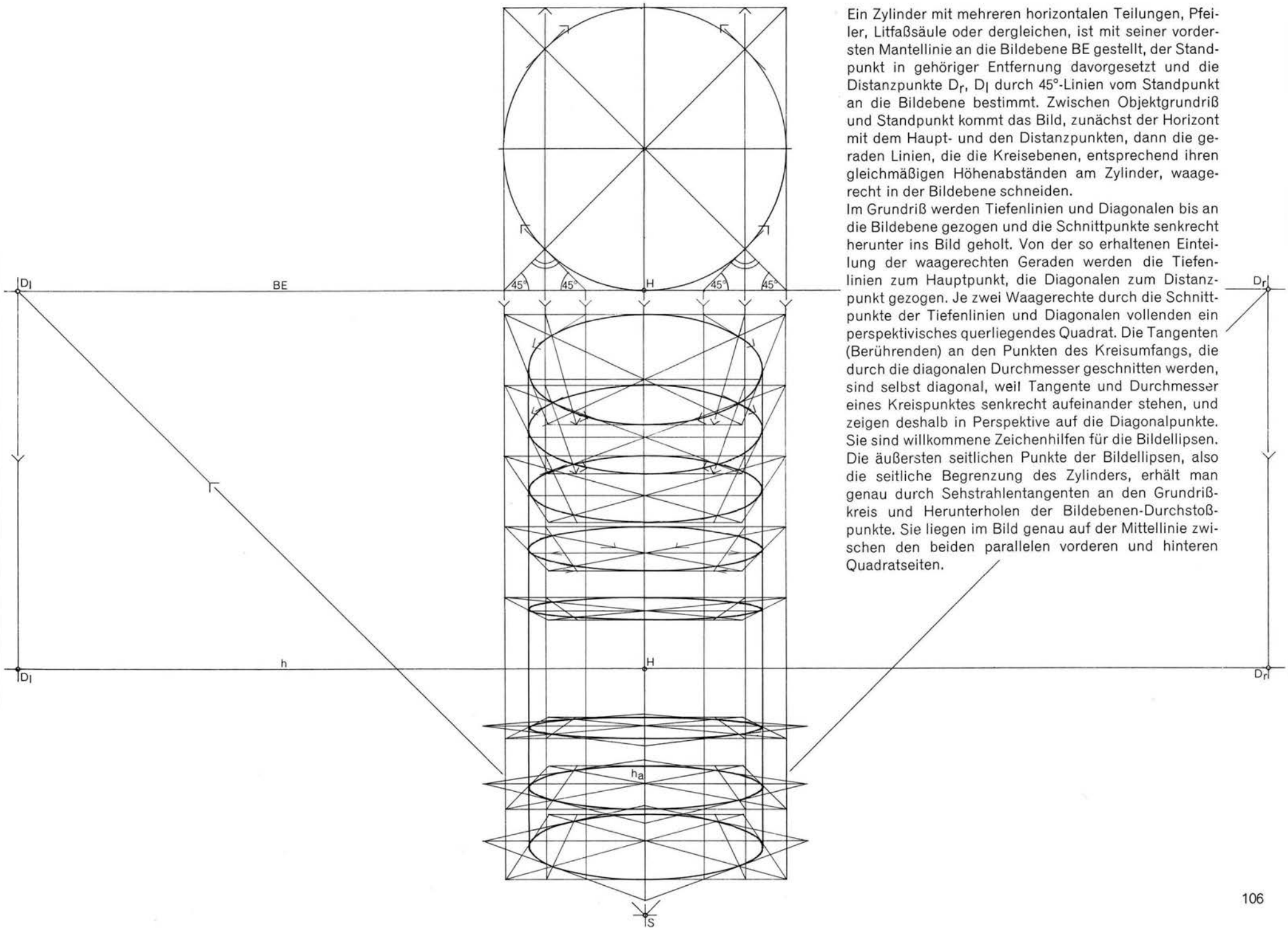
Kreisdarstellung mit Tangententrapez (siehe untere Abbildung).
Durch den Mittelpunkt des darzustellenden Kreises wird eine Tiefenlinie gezogen. Von dem Punkt V aus, wo sie im Grundriß neben dem Standpunkt S die Verschwindungsebene schneidet, werden Tangenten an den Kreis gelegt. Die Durchstoßpunkte der Geraden werden in Aufrißhöhe des Kreises (h_a, h_z) in die Perspektive eingetragen, durch den mittleren eine Gerade zum Hauptpunkt H, durch die anderen Parallelen dazu gezogen. Der Kreisgrundriß wird mit zwei bildebenenparallelen Tangenten vollends eingeschlossen. Ihre Darstellung in Perspektive ergibt das gesuchte, den Kreis einschließende Parallelogramm, in dem man durch den Schnittpunkt der Diagonalen die zweite, bildebenenparallele, konjugierte Achse einzeichnen kann. Aus dem entstehenden schiefwinkligen Achsenkreuz lassen sich mit der Konstruktion nach Rytz (siehe Seite 16 unten links) die wahren rechtwinkligen Achsen der Ellipse bestimmen.



Eine Kugel wird in Perspektive nur dann als Kreis abgebildet, wenn ihr Mittelpunkt auf dem Hauptstrahl Augpunkt-Hauptpunkt liegt, und sie gänzlich vor dem Augpunkt sitzt. Liegt sie vor dem Augpunkt, aber exzentrisch im Bild, so erscheint sie als Ellipse. Berührt die Kugel die sogenannte Verschwindungsebene (durch den Augpunkt, parallel zur Bildebene), so ist ihr Bild eine Parabel. Durchschneidet die Kugel die Verschwindungsebene, so erscheint sie als Hyperbel.
Von diesen vier Lagen wird hier nur die zweite behandelt, weil sie bei weitem am häufigsten vorkommt. Bei der Abbildung der Kugel sind die Abbilder des bildebenennächsten und bildebenenfernsten Kugelpunktes am wichtigsten. Sie verwandeln sich in jedem Fall in Brennpunkte der Bildfiguren. Kugeln, die schräg vor dem Augpunkt am Rand von Bildern mit großen Blickwinkeln sitzen, sehen unwahrscheinlich zum Hauptpunkt hin langgezogen aus: eine der auffälligsten Abweichungen der Perspektive vom Augenschein.

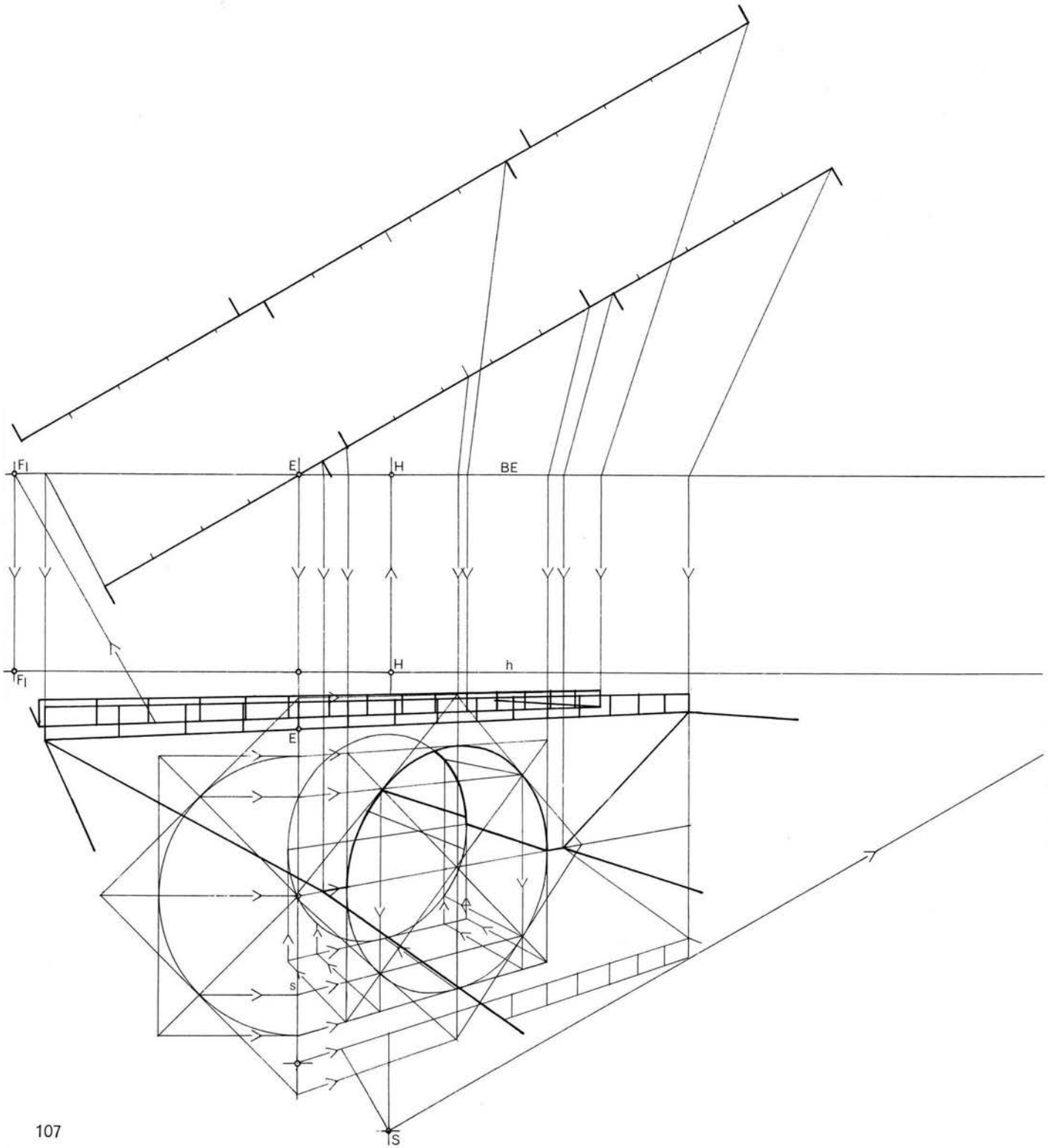


Waagerechte Kreise



Ein Zylinder mit mehreren horizontalen Teilungen, Pfeiler, Litfaßsäule oder dergleichen, ist mit seiner vordersten Mantellinie an die Bildebene BE gestellt, der Standpunkt in gehöriger Entfernung davorgesetzt und die Distanzpunkte D_r, D_l durch 45°-Linien vom Standpunkt an die Bildebene bestimmt. Zwischen Objektgrundriß und Standpunkt kommt das Bild, zunächst der Horizont mit dem Haupt- und den Distanzpunkten, dann die geraden Linien, die die Kreisebenen, entsprechend ihren gleichmäßigen Höhenabständen am Zylinder, waagerecht in der Bildebene schneiden.

Im Grundriß werden Tiefenlinien und Diagonalen bis an die Bildebene gezogen und die Schnittpunkte senkrecht herunter ins Bild geholt. Von der so erhaltenen Einteilung der waagerechten Geraden werden die Tiefenlinien zum Hauptpunkt, die Diagonalen zum Distanzpunkt gezogen. Je zwei Waagerechte durch die Schnittpunkte der Tiefenlinien und Diagonalen vollenden ein perspektivisches querliegendes Quadrat. Die Tangenten (Berührenden) an den Punkten des Kreisumfangs, die durch die diagonalen Durchmesser geschnitten werden, sind selbst diagonal, weil Tangente und Durchmesser eines Kreispunktes senkrecht aufeinander stehen, und zeigen deshalb in Perspektive auf die Diagonalpunkte. Sie sind willkommene Zeichenhilfen für die Bildellipsen. Die äußersten seitlichen Punkte der Bildellipsen, also die seitliche Begrenzung des Zylinders, erhält man genau durch Sehstrahlentangenten an den Grundrißkreis und Herunterholen der Bildebenen-Durchstoßpunkte. Sie liegen im Bild genau auf der Mittellinie zwischen den beiden parallelen vorderen und hinteren Quadratseiten.



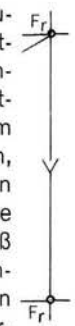
Senkrechte Kreise

Grundriß, hier M 1:200, und Bild sind wie gewöhnlich angelegt. Die Ebene eines senkrechten, nicht bildebenenparallelen Objektkreises schneidet die Bildebene zu einer senkrechten Geraden, s.

1. Geschieht dies in der Zeichenfläche, so verschiebt man den Kreis in seiner Ebene, bis der Mittelpunkt in die Bildebene kommt, gibt im Bild dessen Höhenlage an und zeichnet eine Kreishälfte mit den notwendigen Punkten und Hilfslinien im Grundrißmaßstab.

Die Höhen der Kreispunkte werden waagerecht an den Schnitt Bildebene-Kreisebene, s, übertragen und dann zum Fluchtpunkt gezogen. Der waagerechte Abstand der Kreispunkte von der Kreisachse wird im Objektgrundriß markiert, mit Sehstrahlen an die Bildebene und mit Senkrechten von dort ins Bild heruntergeholt. Die Schnittpunkte der Senkrechten mit den Fluchtlinien geben Bildpunkte des Achtsterns um den Objektkreis, die zum Teil noch verbunden werden müssen.

2. Schneidet die Kreisebene die Bildebene nicht im zugänglichen Bereich und ist womöglich auch der Fluchtpunkt der Waagerechten in der Kreisebene unerreichbar, so kann man trotzdem den halben Kreis in Objektgröße, richtiger Höhe und beliebiger Seitenlage im Bilde zeichnen, Punkte und Hilfslinien darauf annehmen, Waagerechten dadurch ziehen und die waagerechten Abstände der Punkte von der senkrechten Kreisachse im Grundriß eintragen. Die Kreispunkte im Grundriß werden mit Sehstrahlen angepeilt und die Bildebenenschnittpunkte senkrecht heruntergeholt. Zieht man nun durch die Kreisgrundrißpunkte noch zueinander parallele waagerechte Hilfsgeraden beliebiger Richtung bis an die Bildebene, holt die Schnittpunkte auf die Waagerechten durch den Aufrißkreis im Bild herunter und zieht von den Schnittpunkten dort Geraden zum Fluchtpunkt der Hilfsgeraden, so gibt der Schnitt der Senkrechten von den Sehstrahl-Bildebenenpunkten mit den Hilfsfluchtlinien die gesuchten Kreispunkte. Nimmt man die parallelen Hilfslinien senkrecht zur Winkelhalbierenden Kreisebene-Bildebene, so werden die Schnittfiguren der Hilfslinien auf der Bildebene Kreise, der Fluchtpunkt der Hilfslinien wird zum Teilpunkt.

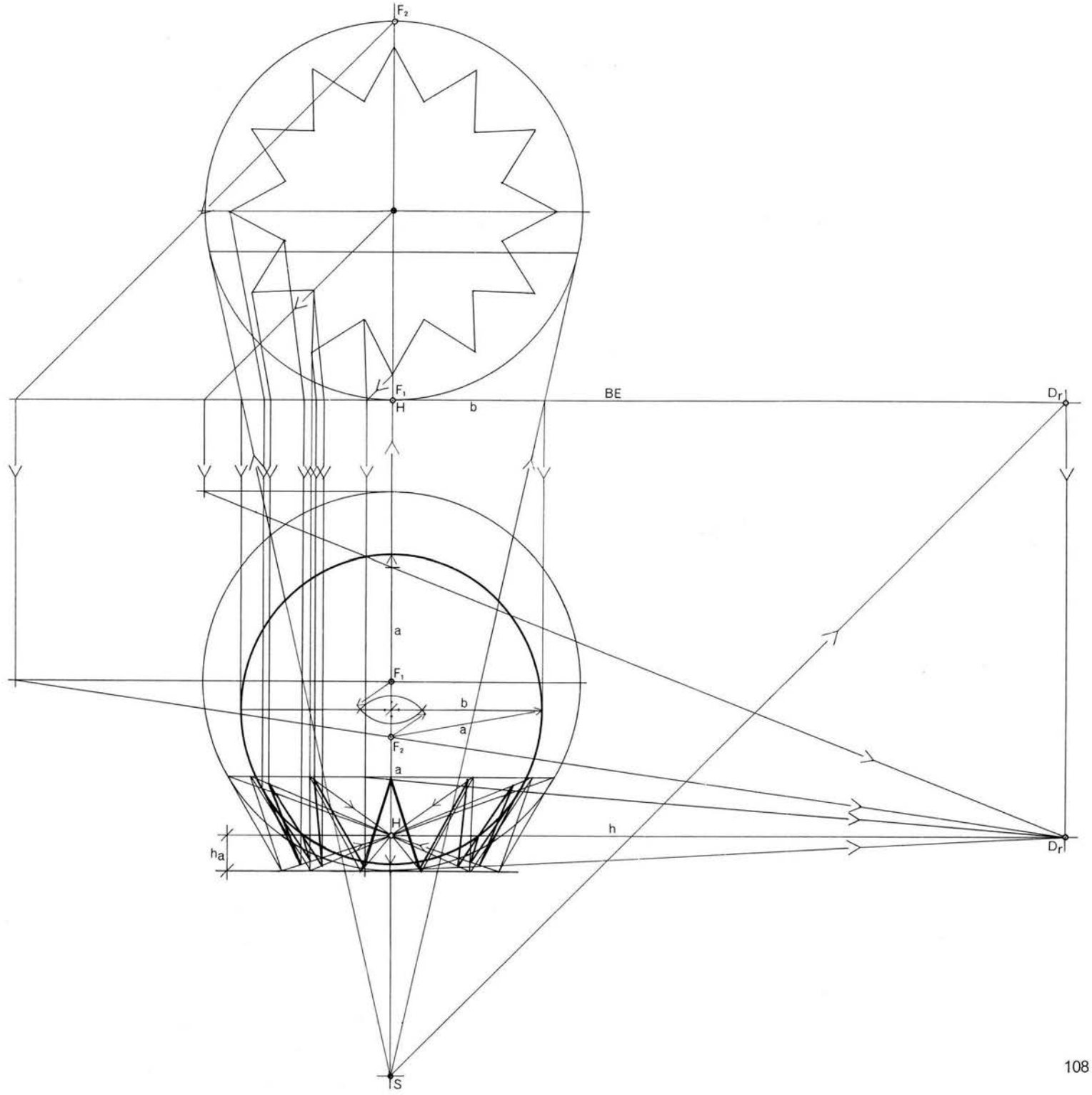


Druckgasbehälter

Die Kugel, Bildebene BE und Standpunkt S werden grundrißlich festgelegt, Hauptpunkt H und Diagonalpunkt D bestimmt. Der Blickwinkel der Gesamtperspektive, ungefähr 30°, stehe senkrecht zu BE.

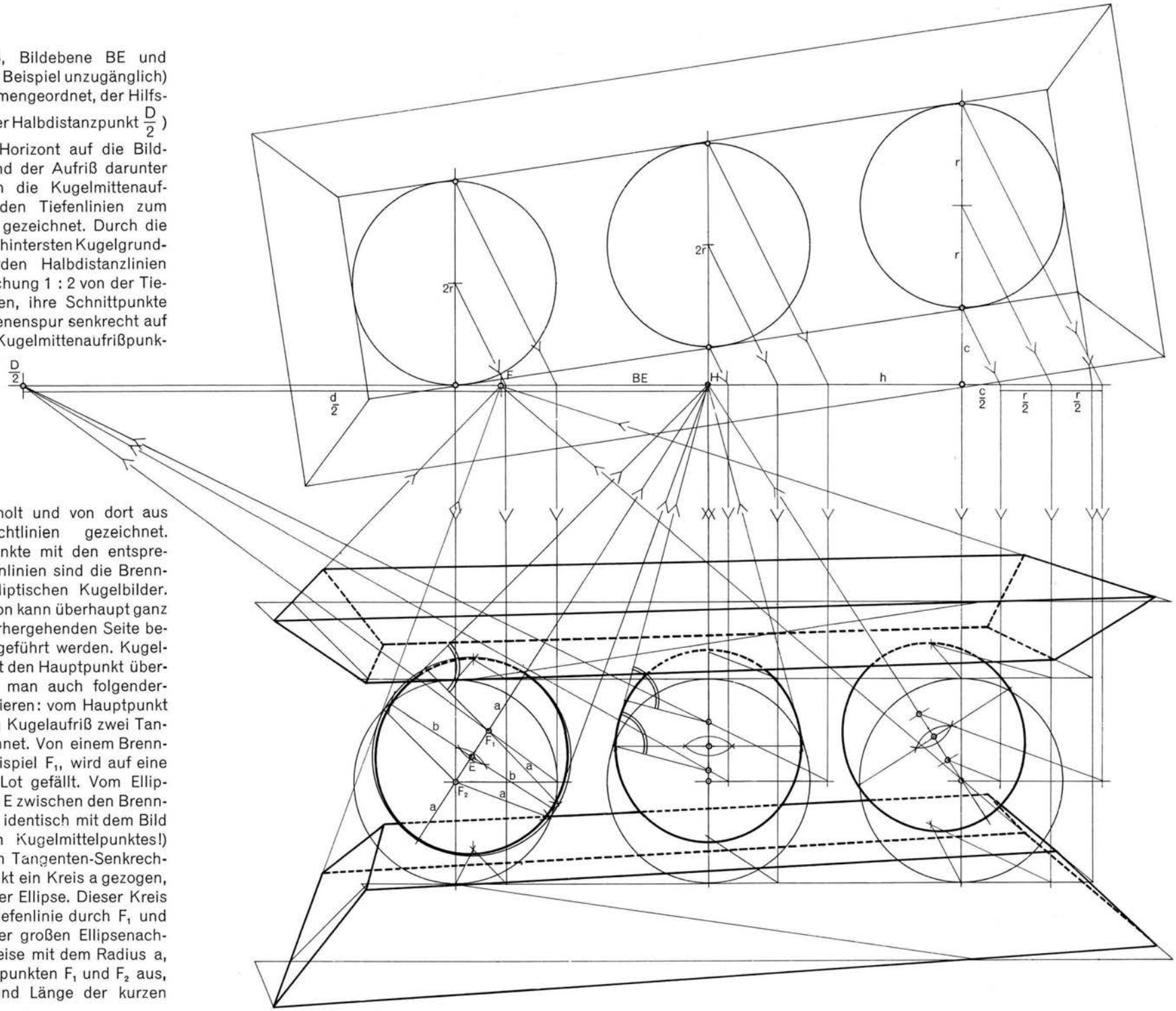
Die Punkte H und D werden auf den parallel zu BE untergelegten Horizont h gelotet, die Augenhöhe h_a und der Aufriß – Kugel mit Gestell – im Grundriß-Maßstab eingezeichnet. Vom Aufriß des Kugelmittelpunktes wird eine Tiefenlinie nach H gezogen. Der vorderste und hinterste Punkt der Kugel werden im Grundriß unter 45° an die Bildebene geholt, auf die Waagerechte durch den Kugelmittenaufrißpunkt gelotet und von dort Geraden nach D gezogen. Wo sie die Tiefenlinie vom Kugelmittenaufrißpunkt schneiden, sind die Brennpunkte F_1 und F_2 der Bildellipse der Kugel. Auf der Mittelsenkrechten zwischen F_1 und F_2 liegt die kleine Ellipsenachse. Ihre Länge 2b erhält man – wenn die Kugel wie im Beispiel axial gesehen wird – als die Strecke, die die Sehstrahlentangenten an die Kugel im Grundriß auf BE abschneiden. Liegt die Kugel im Grundriß nicht axial zum Standpunkt S, so muß S zur Ermittlung der kleinen Ellipsenachse parallel zu BE axial vor sie geschoben werden, b ergibt sich dann wie oben beschrieben. Die Länge a der großen Ellipsenhalbachse ist gleich der Entfernung der Scheitel der kurzen Achse von den Brennpunkten. Das elliptische Kugelbild kann nun gemäß Seite 16 gezeichnet werden, ist aber als Korbbogen nach Seite 14 (1) ausgeführt. Das spart Arbeit und ist hier genau genug.

Die Bildpunkte der Stützschrägen liegen auf den Tiefenlinien vom Aufriß nach H, senkrecht unter den Schnittpunkten der Sehstrahlen mit der Bildebenenspur BE.

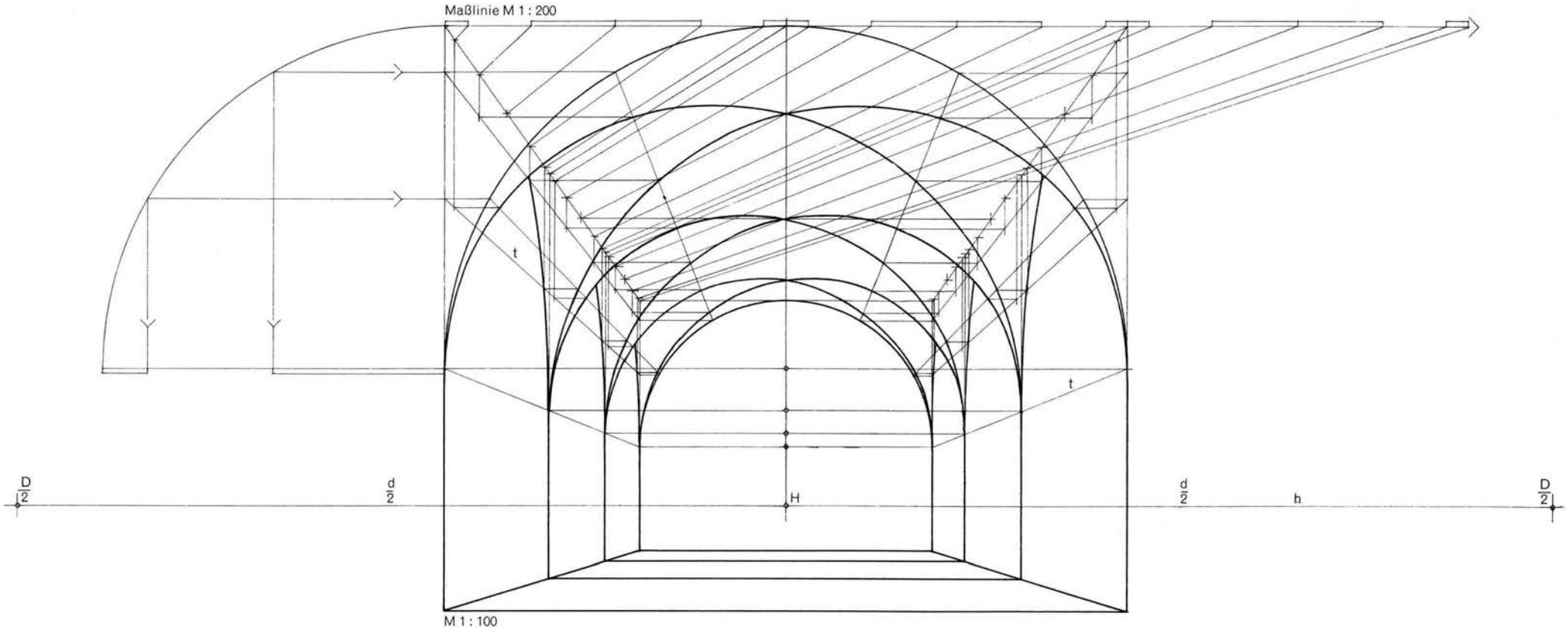


Kugellager

Objektgrundriß, Bildebene BE und Standpunkt (im Beispiel unzugänglich) werden zusammengeordnet, der Hilfsfluchtpunkt (hier Halbdistanzpunkt $\frac{D}{2}$) ermittelt, der Horizont auf die Bildebenenspur und der Aufriß darunter gesetzt. Durch die Kugelmittenaufrißpunkte werden Tiefenlinien zum Hauptpunkt H gezeichnet. Durch die vordersten und hintersten Kugelgrundrißpunkte werden Halbdistanzlinien mit der Abweichung 1 : 2 von der Tiefenlinie gezogen, ihre Schnittpunkte mit der Bildebenenspur senkrecht auf die Höhe der Kugelmittenaufrißpunkte heruntergeholt und von dort aus Halbdistanzfluchtlinien gezeichnet. Ihre Schnittpunkte mit den entsprechenden Tiefenlinien sind die Brennpunkte der elliptischen Kugelbilder. Die Konstruktion kann überhaupt ganz wie auf der vorhergehenden Seite beschrieben ausgeführt werden. Kugelbilder, die nicht den Hauptpunkt überdecken, kann man auch folgendermaßen konstruieren: vom Hauptpunkt werden an den Kugelaufriß zwei Tangenten gezeichnet. Von einem Brennpunkt, zum Beispiel F_1, wird auf eine Tangente ein Lot gefällt. Vom Ellipsenmittelpunkt E zwischen den Brennpunkten (nicht identisch mit dem Bild des wirklichen Kugelmittelpunktes!) wird durch den Tangenten-Senkrechten-Schnittpunkt ein Kreis a gezogen, der Umkreis der Ellipse. Dieser Kreis gibt auf der Tiefenlinie durch F_1 und F_2 die Länge der großen Ellipsenachse, 2a, an. Kreise mit dem Radius a, von den Brennpunkten F_1 und F_2 aus, geben Lage und Länge der kurzen Ellipsenachse.



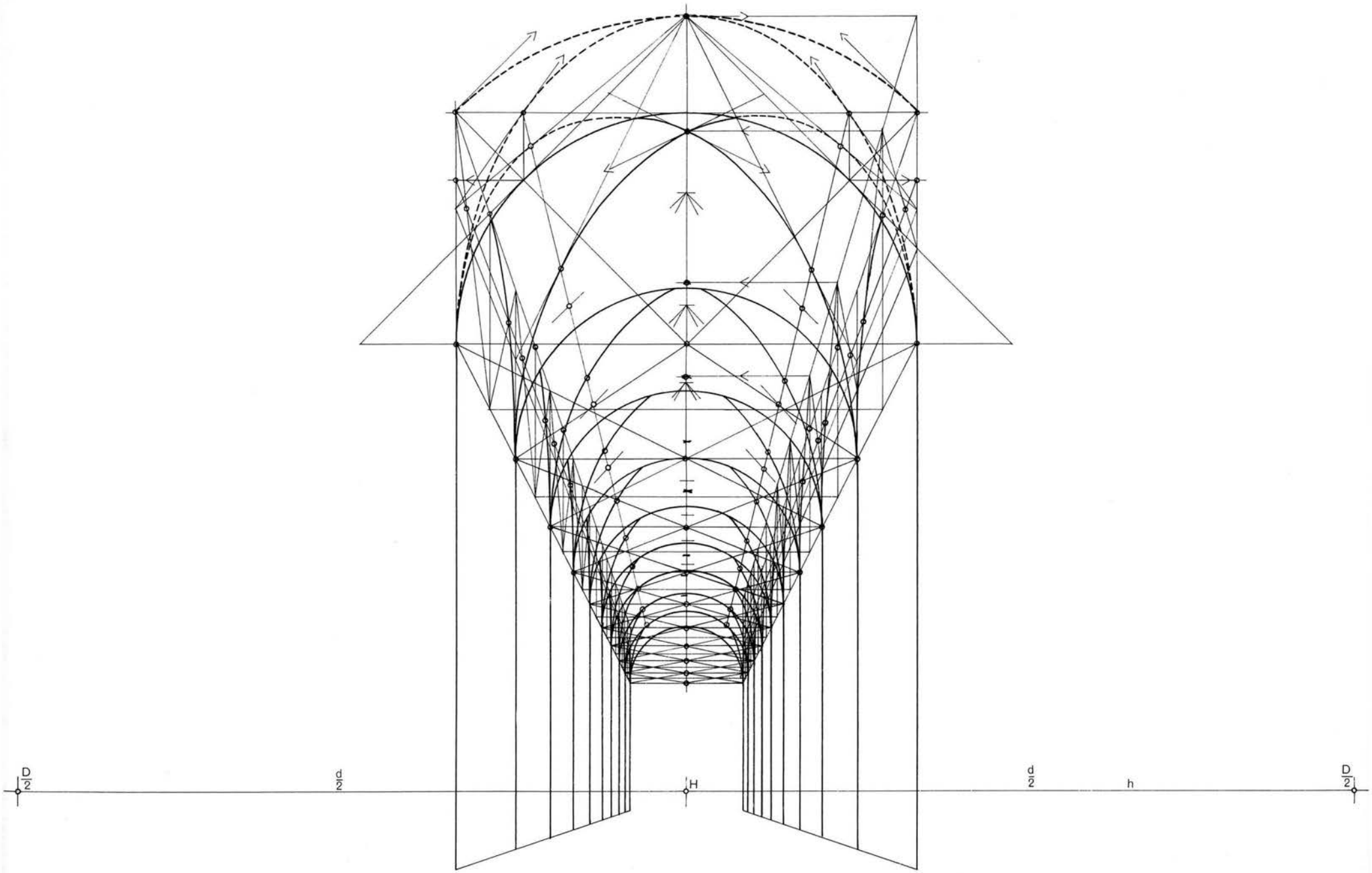
Römisches Kreuzgewölbe axial gesehen



Ein römisches Kreuzgewölbe, eine Halbtonne, die von ebenso großen rechtwinklig in gleicher Höhe gekreuzt wird, ist hier in Zentralperspektive mittels Maßlinie und Halbdistanzpunkt dargestellt. Zunächst werden der Tonnen-Bildebenenschnitt, der Hauptpunkt und rechts und links davon in halber gewünschter Distanz ½ d die Halbdistanzpunkte festgelegt. Durch alle wichtigen Tonnen-Bildebenenpunkte werden Tiefenlinien und Waagerechten gezogen. Der Bogen wird in ein Rechteck mit entsprechend geteilten senkrechten Seiten, die Tonne in einen Kasten aus Tiefenlinien eingeschlossen. Die *waagerechten* Abstände der Tonnen-Bildebenenpunkte von der Bildebene werden halb so groß, als sie dem Grundriß entsprechend sein müßten, auf der Maßlinie von der einen Kastenecke aus abgetragen, einschließlich eventueller Pfeilertiefen.
Fluchtlinien zum Halbdistanzpunkt teilen auf der entsprechenden Tiefenlinie die Tiefen ab. Senkrechten durch diese Einteilung geben mit den anderen Kastentiefenlinien Schildbogenpunkte auf der einen Seite, Waagerechten übertragen die Einteilung auf die andere Seite, deren Schildbogenpunkte mit analogen Senkrechten ermittelt werden. Waagerechten von den Schildbogenpunkten aus geben auf den Tiefenlinien der Tonne selbst die Lage der Diagonalbogenpunkte. Zuerst werden die unverzerrten Kreise, dann die Diagonalbogen, anschließend die Schildbogen ausgezogen, gerade Linien zuletzt.

Zu Seite 111.
Die 1 : 2 elliptischen Diagonalbögen des römischen Kreuzgewölbes sind im romanischen Kreuzgewölbe zu Kreisen erhöht. Das Bild könnte genau wie das vorhergehende mit den Halbdistanzpunkten und einer Maßlinie konstruiert werden. Weil die Maßlinie nicht auf das Blatt passen würde, sind die Tiefen hier mit abwechselnden Halbdiagonalen und Waagerechten in der Kämpferebene konstruiert. Die parallel zur Bildebene gelegenen und deshalb unverzerrten Gurtbogen müssen hier, im Gegensatz zum römischen Kreuzgewölbe, gezeichnet werden. Die 45°-Punkte der seitlichen Schildbogen sind links durch den Schnitt der Diagonalen in den perspektivischen Seitenflächenquadraten mit der dorthin herausgeschobenen Tiefenlinie, rechts durch den Schnitt der hierhin verschobenen Tiefenlinie mit den perspektivischen Bildern der 45°-Tangentendreiecke bestimmt. Es ist überhaupt zweckmäßig, nur wenig Bogenpunkte zu konstruieren, aber die Bogenrichtung in diesen Punkten festzustellen, wenn möglich mit Fluchtpunkten, sonst durch Darstellung von über jedes Gewölbequadrat gesetzten, die Diagonalbogen in den konstruierten Punkten berührenden Zeltdächern. Die Spitze des Zeltdachs für die 45°-Punkte der Diagonalbogen erhält man durch 45°-Linien von den Scheiteln der seitlichen Schildbogen.

Romanisches Kreuzgewölbe axial gesehen



 Erläuterungen siehe Seite 110.

Parabolisches Gewölbe aus Fertigteilen axial gesehen

Die Konstruktion ist als Zentralperspektive ohne Grundriß mit Halbdistanzpunkten ausgeführt. Der vordere Gewölberand liegt in der Bildebene und ist im Maßstab 1 : 400 gezeichnet. Spannweite 108 m, Scheitelhöhe 27 m, Achsenabstand 12 m.

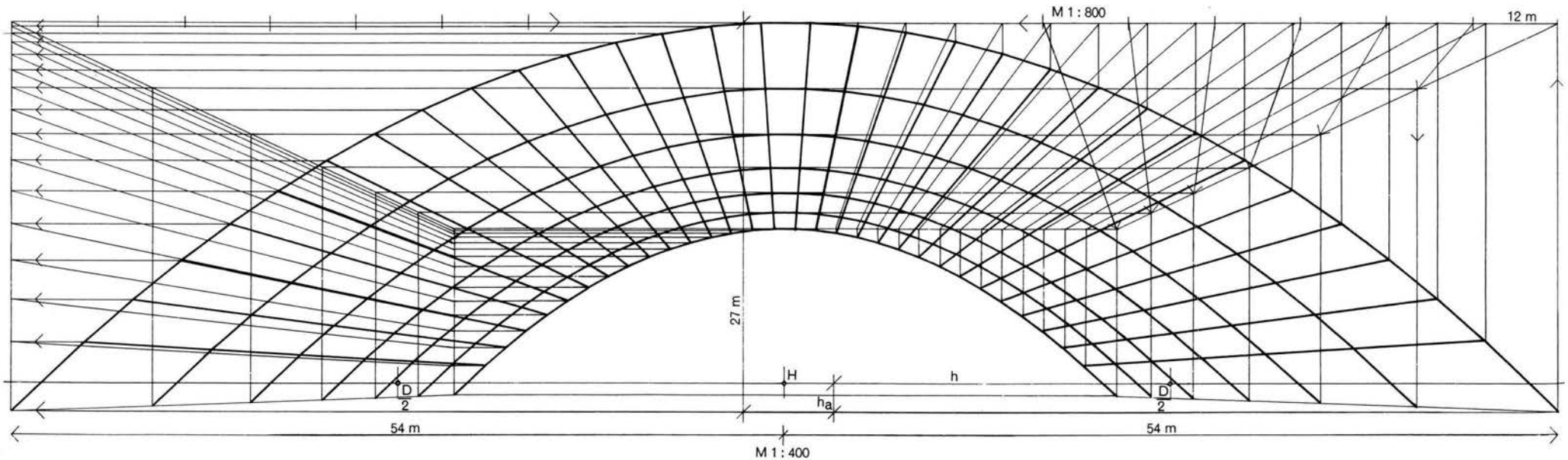
Die Parabel wird nach Seite 17 oben (1) aus einem Dreieck doppelter Höhe mit zwei in 32 gleiche Teile geteilten, gleichen Schenkeln konstruiert. Die Augenhöhe h_a ist 2 m, der Hauptpunkt mittig angenommen. Rechts und links davon liegen in halber Standpunkt-Bildebenen-Distanz die Halbdistanzpunkte $\frac{D}{2}$. Wegen der Größe und starken Gliederung des Objekts ist als Blickwinkel 90° genommen: Distanz = ½ Spannweite. Die Parabel wird in ein Rechteck eingeschlossen, durch jeden Parabelpunkt eine Tiefenlinie zum Hauptpunkt und eine Waagerechte oder Senkrechte an die Rechteckkanten gezogen. Durch die Schnittpunkte dort werden ebenfalls Tiefenlinien gezogen. Auf der oberen Kante des Rechtecks werden von den Ecken her alle Tiefen im Maßstab $\frac{1:400}{2}$ = 1 : 800 abgetragen. Fluchtlinien durch diese Maßkante zu den Halbdistanzpunkten geben auf der entsprechenden Tiefenlinie die perspektivische Tiefenteilung, Senkrechten oder Waagerechten durch diese Tiefenteilung perspektivische Seitenrisse oder einen perspektivischen fliegenden Grundriß der Parabelbogen. Von den Seitenrißpunkten hereingezogene Waagerechten oder von dem perspektivischen Grundriß heruntergezogene Senkrechten ergeben auf den Parabeltiefenlinien die gesuchten Punkte, die nur noch miteinander verbunden werden müssen. Die Konstruktion aus dem Seitenriß ist am Gewölbescheitel, die aus dem fliegenden Grundriß am Fußpunkt am genauesten. Setzt man die Parabel aus lauter geraden Stücken zusammen, so sind alle, die in Wirklichkeit gleiche Höhen haben, hier parallel!

Zu Seite 113.

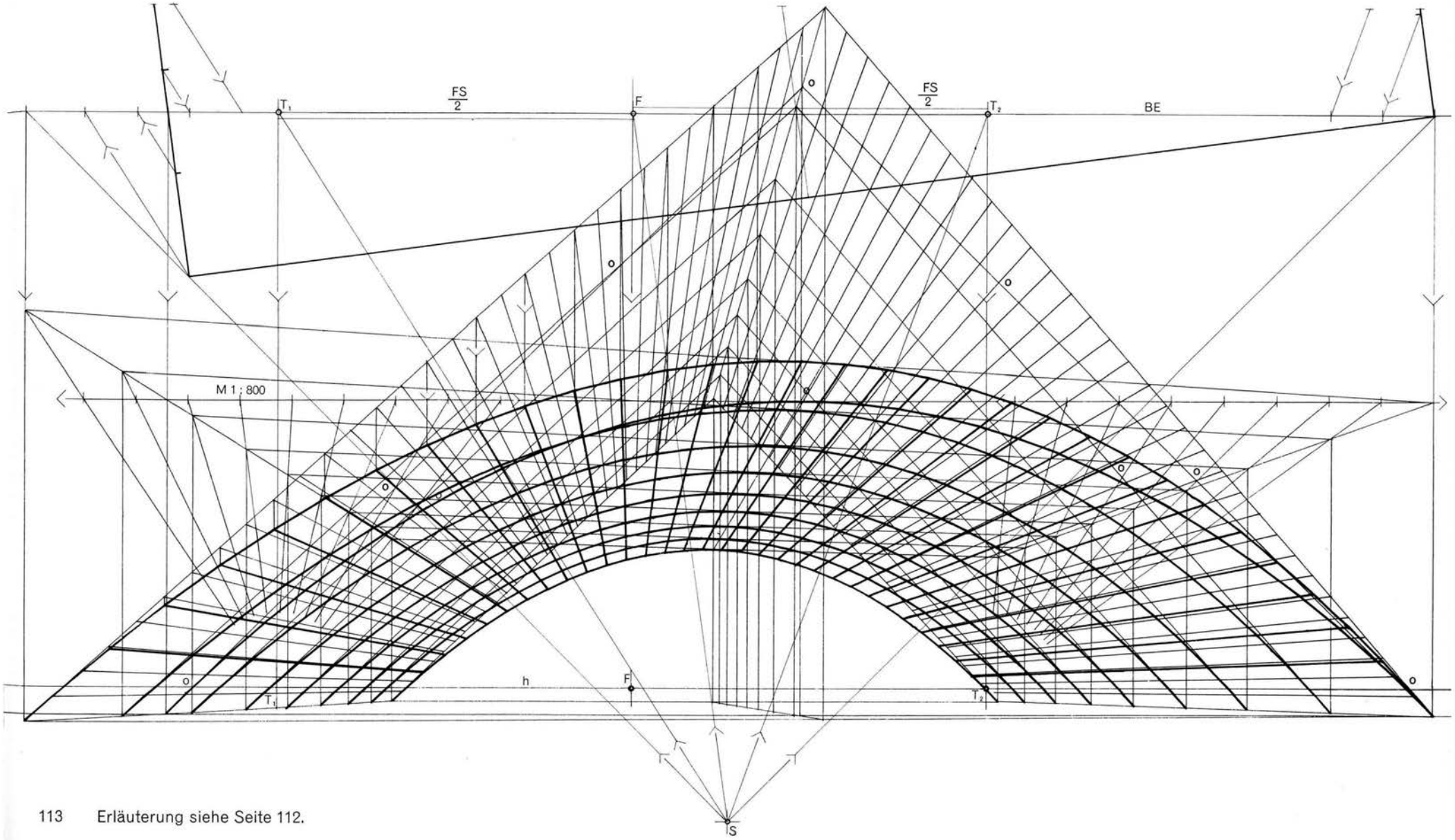
Für diese Darstellung eines ähnlichen Objekts wie auf Seite 112 braucht man den Grundriß, hier M 1 : 400, in der gewünschten Lage.

Ein oder zwei Sehstrahlen bestimmen die Bildgröße, der Standpunkt soll mittig vor dem Bild liegen. Die Schnittpunkte des Objektes mit der Bildebene legen die symmetrische parabolische Objekt-Bildebenen-Schnittkurve o fest und eine Parallele zu der Objektachse durch den Standpunkt den Fluchtpunkt F.

Die ermittelten Punkte werden senkrecht auf den Horizont beziehungsweise auf die ihnen im Maßstab 1 : 400 darüber oder darunter zukommenden Höhen heruntergeholt, die Parabel wird nach Seite 17 oben (2) in ein Dreieck mit zwei 32-geteilten Seiten eingezeichnet. Rechts und links vom Fluchtpunkt werden im halben Abstand Fluchtpunkt-Standpunkt die Teilpunkte T_1 und T_2 festgelegt. Die Parabel wird in ein Rechteck eingeschlossen, durch alle Rechteck- und Parabelpunkte werden Fluchtlinien gezogen. Auf der oberen Rechtecklinie werden von den Ecken aus in halbem Maßstab, hier 1 : 800, die Objekttiefen abgetragen, vor die Bildebene vorstoßende nach außen, die übrigen nach innen. Geraden von den Teilpunkten durch diese Meßkantenpunkte teilen auf den entsprechenden Fluchtlinien die Tiefen ab. Diese Schnittpunkte geben verbunden die Tiefeneinteilung des Gewölbescheitels und senkrecht heruntergeholt die Tiefenlage der Gewölbefußpunkte. Zieht man durch die Gewölbescheitelpunkte Senkrechten, so ergibt sich die Tiefeneinteilung des Firstes der Hilfsfigur. Die gerade Verbindung der Firstpunkte mit den dazugehörigen Fußpunkten gibt Dreiecke, deren Seiten mit Geraden nach F von dem Dreieck um o aus 32-geteilt werden und in denen nach Seite 17 (2) zwischen den Gewölbefluchtlinien die Gewölbestücke eingezeichnet werden können.



Parabolisches Gewölbe leicht übereck gesehen



113 Erläuterung siehe Seite 112.

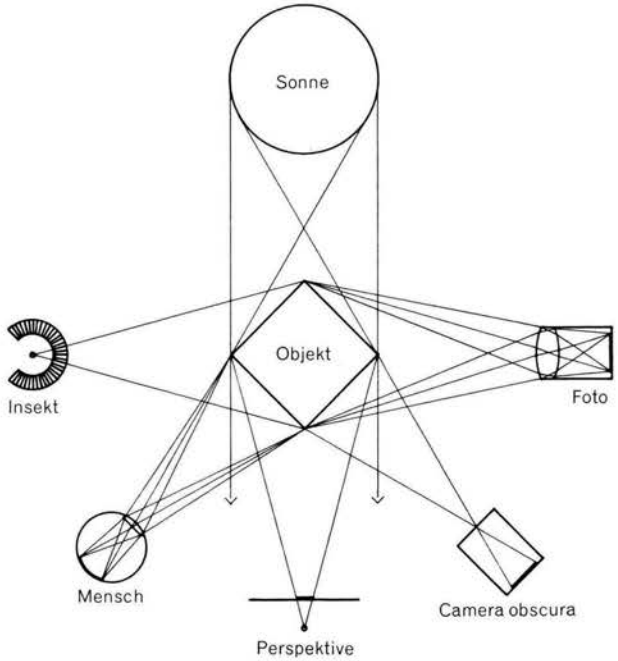
Aufbau und Bedeutung der verwendeten Abkürzungen

Großbuchstaben kennzeichnen Punkte, Kleinbuchstaben Geraden oder Strecken. Zwei unmittelbar nebeneinander stehende Großbuchstaben bezeichnen jeweils eine Strecke. Griechische Buchstaben (α, β usw.) sind für Winkel verwendet.
Zur näheren Bestimmung dienen tiefgestellte Buchstaben und hochgestellte Zeichen.
Beispiele:

1. tiefgestellte Buchstaben
   - h_o Höhe über dem Horizont
   - h_u Höhe unter dem Horizont
   - F_r Fluchtpunkt rechts
   - F_l Fluchtpunkt links
   - T_r Teilpunkt zum Fluchtpunkt rechts
   - T_l Teilpunkt zum Fluchtpunkt links
   - F_s Fluchtpunkt der Senkrechten
   - T_s Teilpunkt der Senkrechten
2. hochgesetzte Zeichen
   - P Punkt
   - P′ Lotpunkt
   - P″ Schattenpunkt
   - h Horizont
   - h′, h″ Fluchtspuren

Liste der wichtigsten Abkürzungen:

- A Augpunkt
- S Standpunkt
- h_a Strecke AS = Augenhöhe
- BE Bildebene
- h Horizont
- H Hauptpunkt
- D Diagonal- oder Distanzpunkt
- d Strecke AH = Strecke HD = Distanz
- F Fluchtpunkt
- g Grundlinie oder Bodenspur, um h_a unter h
- t Tiefenlinie
- h_z, h_d... Zimmerhöhe, Dachhöhe usw.
- T Teilpunkt
- L, S_o Lichtpunkt, Sonnenpunkt
- m Bild-Mittellinie
- Z Zentrum: Schnittpunkt Bildachse-Horizont



Unser Wort »Perspektive« ist dem italienischen »prospettiva« (Schaubild) nachempfunden. Der Gedanke an gewisse Perspektivegeräte hat dabei aus dem Anschauen ein Durchschauen werden lassen. Vielleicht war es aber auch die barocke Überzeugung, daß die Perspektive nicht einfach irgendeine, sondern die einzig regelrechte und wahre, tiefstgründende und höchstmögliche Schau, die »beste aller Welt-Darstellungen« sei.
Diese Überzeugung ist inzwischen gründlich erschüttert worden. Automatik und chemisch-physikalische Vorgänge nehmen dem Fotografen, Elektronengehirne dem Mathematiker die gesetzmäßig-mechanischen Arbeiten des Perspektivezeichners ab. Der Architekt erinnert sich seiner Schulkenntnisse nur, wenn dem Bauherrn alle vorgelegten Pläne unbegreiflich bleiben und Modelle und Aufnahmen zu teuer wären. Auch die Maler wollen weithin nichts mehr von Perspektive wissen. Sie erscheint ihnen selbst in der einfachsten Form nutzlos und überflüssig, und sie berufen sich darauf, daß die Künstler der ganzen Welt bis zur Renaissance keine Perspektive gebraucht haben.
Es wäre zu billig, zu sagen, sie hätten eben keine gekonnt: es gibt Aufgaben, Vorhaben und Anschauungen, die die Perspektive nicht zulassen. In der folgenden Skizze über die Geschichte der Perspektive wird davon zu sprechen sein.

Auge und Vernunft.

Die Welt wirft uns ihren Abglanz zu, die Augen machen uns daraus ein Bild: eine geordnete Auswahl. Der größte Teil unserer Augenwelt ist nur Überblick, Achtung auf jähes Neue: Gefahr! Einzig der Punkt, den wir augenblicklich betrachten, in Armlänge Entfernung ein Daumennagel groß, erscheint deutlich. Für alles andere in der gleichen Blickrichtung müssen sich die Augenlinsen noch verformen und die Augachsen richtig einstellen: deshalb übersehen wir Tiere im Freien so leicht. Mancher hat angeborene oder durch Überanstrengung, Krankheit, Alter entstandene Sehfehler, ist farbenblind, kurz- oder weitsichtig. Selbst gesunde Augen zeigen sich im Wechsel zwischen Hell und Dunkel träg und überfordert. Starke Augeneindrücke klingen in Helligkeits- und Farbumkehrung nach und mögen so das Trugbild der fliegenden Untertassen erzeugt haben.
Wie in allen Projektionen – Grundriß, Aufriß, Axonometrie und Perspektive – ganz verschiedene Dinge gleiche Bilder haben können, so erscheint auch unseren Augen zuweilen ganz Verschiedenes – Wahres und Vorgespieltes, Lebendiges und Totes, Körperliches und Flaches – fast gleich. Wie oft der Verstand, der ja erst über das reine »Gucken« hinaus Einsicht gibt, durch solche Ähnlichkeit getäuscht wird, ist schwer zu schätzen. Bei Bildern ist meist sofort klar, daß sie Wirkliches nur vertreten, auf Wirkliches nur anspielen. Die Anspielungen genügen aber schon, um unsere Phantasie in Bewegung zu setzen.
Gelungene Anspielungen, gelungene »Repräsentationen« wie die Perspektive, machen Freude; sie zu erdichten macht Mühe. Da jedem nur ein gewisses Maß Kraft gegeben ist, so muß jede Beschäftigung mit dem Scheinbaren, zum Beispiel eben mit der darstellenden Kunst, von der »Wirklichkeit« ablenken. Je einseitiger, logischer und ängstlicher nun ein Mensch das »Wirkliche« beachtet, desto mehr muß seine Abscheu vor der Kunst, sein Haß auf Bilder steigen. Aus diesem Grund wohl haben Moses (2. Mose 20, 4–6), Platon, Mohammed, Bernhard von Clairvaux und Calvin Kunst und Bilder – und Perspektive ist Bild schlechthin! – mit zum Teil unüberbietbarer Schärfe verworfen und verboten. Wo ihre oder ähnliche Gedanken sich durchsetzten, braucht man nach Perspektive nicht zu suchen.

Geschichtliches.

Als um 2800 vor Christus der Wesir Imuthes für Pharao Zoser das Bauen im Großen erfand und organisierte, mag er sich die Pyramide von Sakkara auch als Darstellung der Machtstufen-Ordnung seines Staates gedacht haben. Und König Cheops bildete später mit seiner Pyramide die »große Einheit« seines Volkes ab. Da war Perspektive nicht denkbar. Die Pyramide war ein großer Ruf an alle; die Perspektive aber wendet sich eigentlich nur an einen einzelnen: an den optimal plazierten Betrachter. Auf ihn wird alles nach dem Prinzip ausgerichtet: Nahes groß, Fernes klein. Bei Hofe hingegen geht es nach Amt und Würden, nach der Größe von Ansehen oder Gefürchtetsein. Die Bildgrößenverhältnisse ägyptischer Wandreliefs spiegeln ganz folgerichtig die Machtverhältnisse. Perspektive verbot sich von selbst.
Der erste große griechische Maler, dessen Name überliefert ist, Polygnot von Thasos, stellte Götter und Heroen aufrißartig dar, etwa so wie es uns auf Vasenbildern überliefert ist. Schon wenig später, zur Zeit des Perikles, malten die Künstler Agatharchos und Apollodoros täuschend naturähnlich, das heißt, sie müssen wenigstens die einfachsten Perspektiveregeln gekannt haben. Sie wurden zunächst verspottet, erlebten dann aber einen Triumph ohnegleichen. Die geradezu fabelhafte Naturähnlichkeit ihrer Bilder war freilich nicht jedermanns

Sache. Aristoteles sah darin einen Abstieg vom Idealismus, einen Verzicht auf Großzügigkeit, Beständigkeit und tieferen ernsten Sinn, Hinwendung zur leeren Scheinkunst. Wie um ihm recht zu geben, ist von dieser ganzen griechischen Malerei nichts geblieben als der Nachruhm und ein später Abglanz in den Ruinen von Pompeji.

Die Wandmalereien von Pompeji zeigen einen Höhepunkt von Kultur und Wohlleben, Grazie und Geist, überraschendes, im Handwerk verbreitetes Geschick in Perspektive. Die Perspektiven stimmen freilich nicht ganz: man sagt, daß die mathematischen Grundsätze unbekannt waren. Das ist ein bißchen ungerecht, denn es ist strenggenommen nicht möglich, Wände wie die in Pompeji ganz mit Perspektiven zu bedecken. Die Schwierigkeiten erschienen aber auch bei kleineren Bildern unlösbar. Man gab sich deshalb mit ungefähr Richtigem zufrieden oder wandte sich anderem zu: stilisierter Dekor war prächtiger, leichter zu schnitzen oder in Mosaik herzustellen.

Das Christentum brachte da keinen Wandel. Zur Darstellung der kirchlichen Anliegen war systematische Perspektive nicht notwendig. Sie wurde erst am Ende des Mittelalters entwickelt, als man in Flandern, Burgund und Italien Räume und Bauten malen wollte. Die Gebrüder van Eyck, Filippo Brunelleschi, der Baumeister der Florentiner Domkuppel, und das Universalgenie Leon Battista Alberti (1404–1472) haben dabei Pate gestanden, Piero della Francesca (1420–1472) hat das erste bekannte Lehrbuch geschrieben. Schon vor 1500 war die Zentralperspektive mit all ihren Möglichkeiten erprobt.

Das perspektivische Bauen, die perspektivische Malerei und auch die perspektivischen Lehrbücher kamen zu unbekümmert-einzigartiger Blüte im Barock.

In der Barockzeit wurde Europa auch zum erstenmal enger mit der Malerei Chinas bekannt. Dieser Malerei fehlt trotz großer Naturähnlichkeit die regelrechte Perspektive. Daß sie fehlen mußte, läßt sich recht zwingend aus den chinesischen Gebräuchen folgern. In China werden Bilder aufgerollt aufbewahrt und nur zur Betrachtung hervorgeholt. Rollbilder lassen sich am besten handhaben, wenn sie als lange Bänder auf kurze Stäbe gewickelt sind. Es gibt Querrollen, zum Abwickeln von einer Hand in die andere, und Hängerollen. Bei Betrachtung der Querrollen wandert der Augpunkt. Damit entfällt die Voraussetzung für perspektivische Konstruktion überhaupt. Konstruiert man aber eines der schmalhohen Hängebilder perspektivisch, so wirkt es an seinen langen Enden unerträglich verzerrt, wenn man nicht den Standpunkt so weit abrückt, daß sich das Bild der Parallelprojektion (senkrechte Axonometrie) annähert. Diese bestimmt in fast allen chinesischen Gemälden die Darstellung im einzelnen. Das Bild wird aus Motiven mit jeweils eigener Größenerscheinung und Projektionsrichtung gelenkig zusammengebaut. Entfernt diesen Bildern vergleichbar sind unsere aus mehreren Teilen zusammengewachsenen Rokoko-Deckengemälde: Perspektiven mit mehreren Hauptpunkten. Den Menschen des neunzehnten Jahrhunderts erschienen solche Systeme zu künstlich, zu umständlich und zugleich nicht genau genug. Sie entwickelten die Fotografie.

Ist nun die Perspektive überholt?

Fast jeder, der heute mit Perspektive zu tun bekommt, hat vorher schon fotografiert. Der Apparat dazu ist aus der sogenannten Camera obscura entstanden, die Johann Baptist Porta 1560 beschrieben hat, deren Prinzip aber vielleicht schon zu Zeiten Belsazars in Babylon benutzt wurde. Ein Loch in der Vorderseite eines sonst verschlossenen Kastens läßt vom Licht des Tages einen Kegel ein, der auf der ebenen Rückwand ein kopfstehendes, seitenverkehrtes, aber nur schwaches Bild der außen gegenüberliegenden Objekte erzeugt. Denkt man auch an den Lauf der Lichtstrahlen vor ihrem Eintritt in den Kasten, so kann man von einem Strahlen-Doppelkegel sprechen. Im Fotoapparat wird das Loch der Camera obscura zu immer größeren Linsensystemen erweitert, die das Bild, ohne es zu ändern, immer mehr verstärken, leider aber einen immer kleineren Bereich wirklich scharf abbilden. Der Strahlengang in der Perspektive ist anders, ein einfacher Kegel, der schon vor der Spitze eben abgeschnitten ist, und dennoch läßt sich beweisen, daß Foto, Camera-obscura-Bild und Perspektive nach denselben Gesetzen entstehen und gesehen werden müssen, so daß man ohne weiteres in Fotos perspektivisch hineinzeichnen oder in Perspektiven entsprechende Fotos einkleben kann.

Die Fotografie, Tochter der Perspektive und des Proteus Technik, hat mit ihrer immer glänzenderen, farbigeren Entwicklung ihre Mutter ganz auf das schmale Altenteil – Darstellung zukünftiger oder utopischer Architektur – zurückgedrängt.

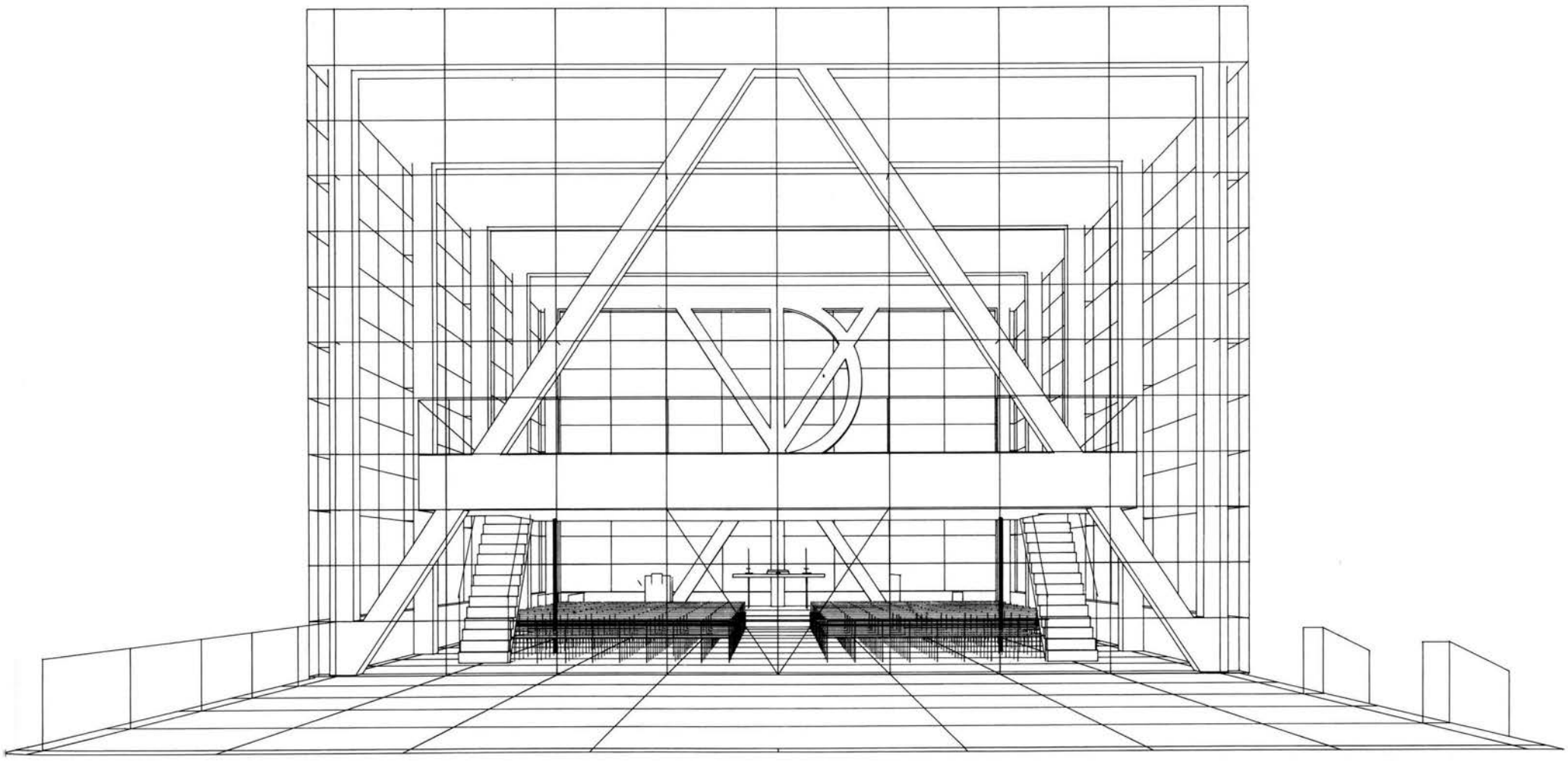
So muß man sich auf die wahren Leistungen der Perspektive besinnen.

Richtige Fluchtpunkte sind gut, richtige Standpunkte besser.

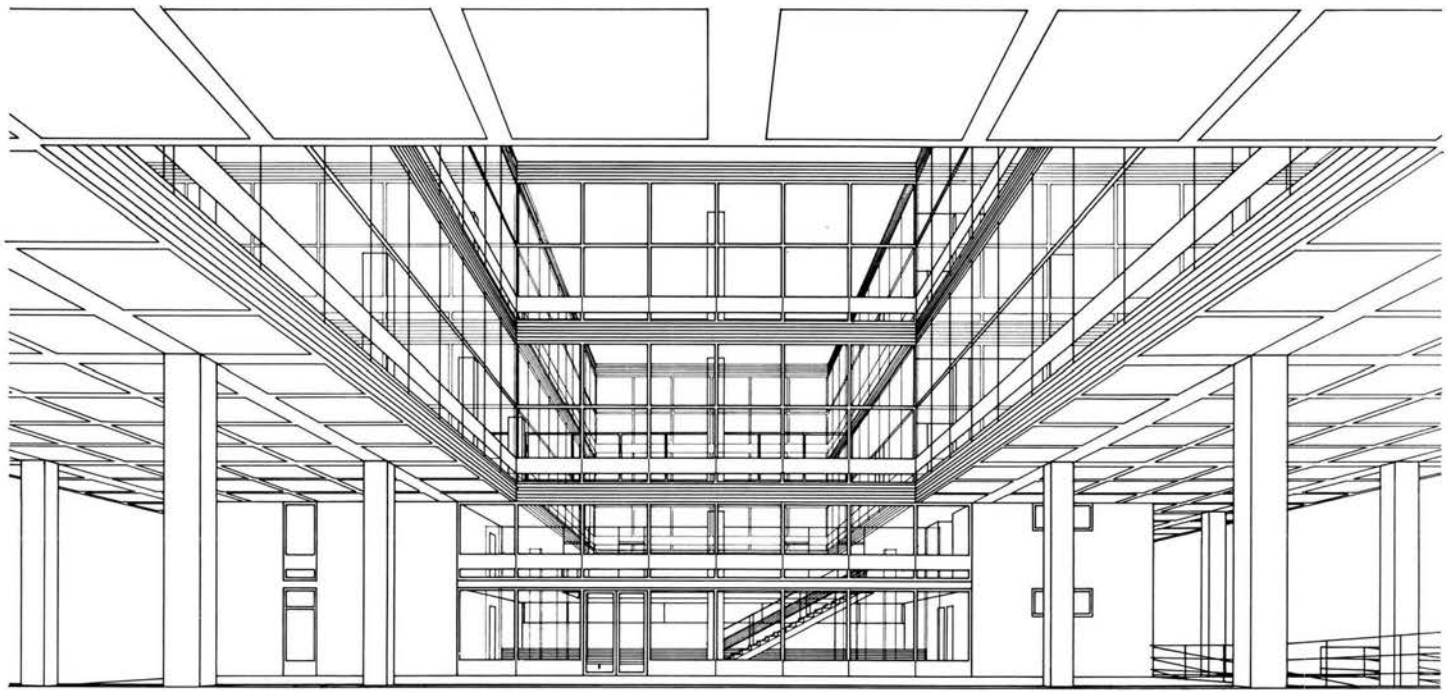
Glänzende Traumbilder sind schön, wahre Vorbilder schöner.

Die Perspektive gibt – rechtzeitige – Selbstprüfung.

Entwurf für eine Kirche in Remscheid

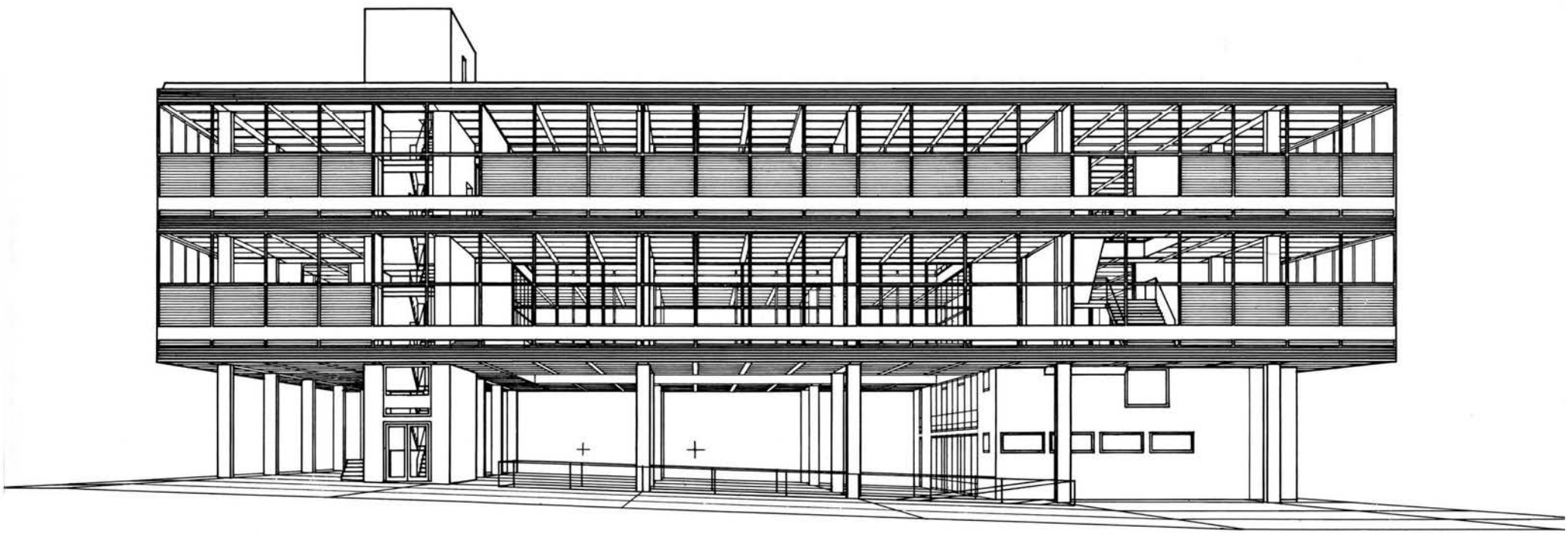


Entwurf für eine Kunsthalle in Düsseldorf, Innenhof

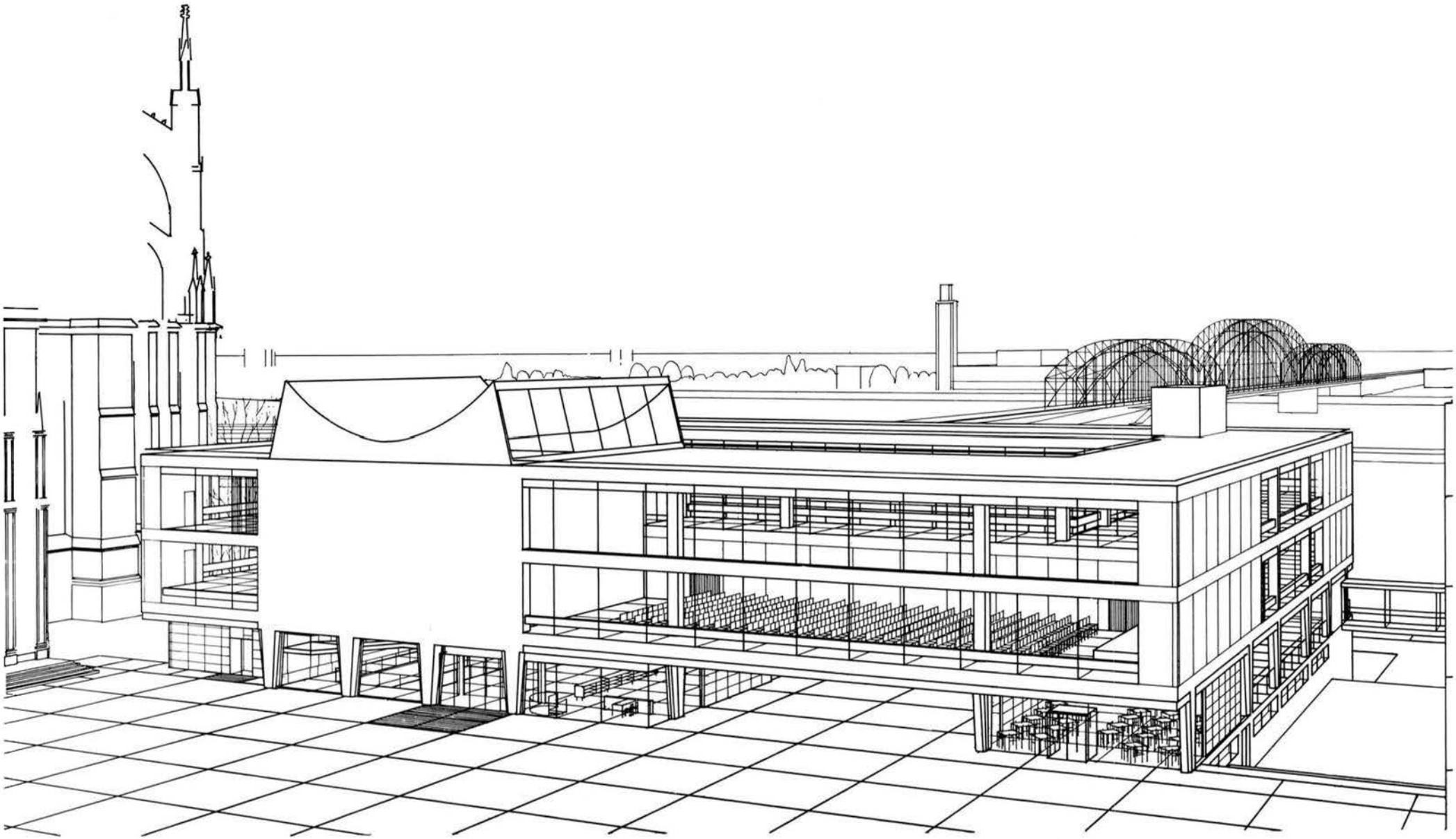


Zentralperspektive, ohne Grundriß ausgeführt, in verkleinerter Wiedergabe. Der Blickwinkel dieser Perspektive ist größer genommen, als sonst im Buch empfohlen, um dadurch die gegenüberliegende Innenhoffassade ganz sichtbar zu machen.

Entwurf für eine Kunsthalle in Düsseldorf, Außenansicht



Zentralperspektive, ohne Grundriß ausgeführt, in verkleinerter Wiedergabe.



Mit Strahlenschiene konstruierte Übereckperspektive in verkleinerter Wiedergabe.