Angewandte Perspektive

Kleiber, Max

Leipzig, 1912

urn:nbn:de:hbz:466:1-80387

Prof. Max Kleiber

Angewandte Perspektive

J. J. Weber
Leipzig

Webers Illustrierte Handbücher.

Jeder Band ist in Leinwand gebunden, soweit nicht anders angegeben.

Die Namen der Verfasser sind in Klammern gesetzt, die Preise in deutscher Währung angegeben. Die mit * bezeichneten Bände sind in Großoktav-, die mit *) in Lexikonoktavformat erschienen.

Abbreviaturenlexikon. (A. Cappelli.) 1901. 7.50.
Ackerbau. (Hamm-Schmitter.) 3. Aufl. 138 Abb. 1890. 3.—.
Agrikulturchemie. (M. Passon.) 7. Aufl. 41 Abb. 1901. 3.50.
Akustik s. Physik.
Algebra. (R. Schurig.) 5. Aufl. 1903. 3.—.
Algebraische Analysis. (F. Bendt.) 6 Abb. 1901. 2.50.
Alpenreisen s. Bergsteigen.
Anstandslehre s. Ästhetische Bildung und Ton, der gute.
Appretur s. Chem. Technol. u. Spinnerei.
Archäologie. (E. Kroker.) 2. Aufl. 133 Text- u. 3 Tafeln Abb. 1900. 3.—.
Archivwissenschaft s. Registratur usw.
Arithmetik, praktische. 4. Aufl. (E. Riedel.) 4 Abb. 1901. 3.50.
Ästhetik. (R. Prölß.) 3. Aufl. 1904. 3.50.
Ästhetische Bildung d. menschl. Körpers. (Guttmann.) 3. Aufl. 98 Abb. 1902. 4.—.
Astronomie. (H. J. Klein.) 10. Aufl. 135 Abb. und eine Sternkarte. 1911. 3.50.
Ätherische Öle s. Chemische Technologie.
Aufsatz, schriftlicher s. Stilistik.
Auge, das, seine Pflege im ges. u. kranken Zustande. (Heymann-Schröter.) 3. Aufl. 24 Abb. 1887. 2.50.
Auswanderung. 7. Aufl. (G. Meinecke.) 1 Taf. u. 4 Kart. 1897. 2.50.
Bakterien. (W. Migula.) 2. Aufl. 35 Abb. 1903. 2.50.
Ballspiele s. Bewegungssp., Lawn-Tennis.
Bank- u. Börsenwesen. 3. Aufl. (Schweitzer.) 1908. 4.—.
Bauführung. (K. Knöll.) 8 Abb. 1910. 3.—.
Baukonstruktionslehre. (W. Lange.) 5. Aufl. 512 Abb. u. 9 Tafeln. 1908. 4.50.
Bauschlosserei. s. Schlosserei II.
Baustile. (Sacken-Graner.) 16. Aufl. 143 Abb. 1906. 2.50.
Baustofflehre. (W. Lange.) 2. Aufl. 162 Abb. 1898. 3.50.
Beleuchtung s. Chem. Technologie, Heizung.
Bergbaukunde. (G. Köhler.) 3. Aufl. 252 Abb. 1903. 4.—.
Bergsteigen. (J. Meurer.) 22 Abb. 1892. 3.—.
Bewegungsspiele f. d. deutsche Jugend. (Lion u. Wortmann.) 29 Abb. 1891. 2.—.
Bienenkunde u. Bienenzucht. (G. und J. Kirsten.) 3. Aufl. 51 Abb. 1887. 2.—.
Bierbrauerei. (M. Krandauer.) 42 Abb. 1898. 4.—.
— s. auch Chemische Technologie.
Bilanz, kaufm. (Stern.) 2. Aufl. 1911. 3.—.
Bildhauerei. (Maison-König.) 2. Aufl. 73 Abb. 1910. 3.—.
Bleicherei s. Chem. Technologie, Wäscherei.
Bleichsucht s. Blutarmut.
Blumenbinderei. (Lange.) 28 Abb. 1903. 3.—.
Blumenzucht s. Ziergärtnerei.
Blutarmut und Bleichsucht. (H. Peters.) 2. Aufl. 2 Taf. kol. Abb. 1.50.
Blütenstauden, winterharte, u. Sträucher der Neuzeit.*) (K. Förster.) 147 schwarze u. 78 bunte Abb. 1911. 10.—.
Börsenwesen s. Bank- und Börsenwesen.
Botanik. 2. Aufl. (E. Dennert.) 260 Abb. 1897. 4.—.
— **landwirtschaftliche.** (Müller-Hermann.) 2. Aufl. 48 Text- und 4 Tafeln Abb. 1876. 2.—.
Brandmalerei s. Liebhaberkünste.
Brennerei s. Chemische Technologie.
Brennstoffe s. Dampfkessel.
Briefmarkenkunde u. Briefmarkensammelwesen. (V. Suppantschitsch.) 8 Abb. 2. Tausend. 1908. 3.—.
Brückenbau. (R. Krüger.) 612 Text- u. 20 Taf. Abb. 1905. 9.—.
Buchbinderei. (Hans Bauer.) 2. Aufl. 105 Abb. 1910. 4.—.
Buchdruckerkunst. (Aug. Müller.) 8. Aufl. 286 Abb. u. 10 farb. Beilagen. 1911. 6.—.
Buchführung, kaufmänn. (O. Klemich). 6. Aufl. 7 Abb. u. 3 Wechselformulare. 1902. 3.—.
Buchführung, landwirtschaftliche. (A. Güngerich.) 2. Aufl. 1908. 4.—.
Butter s. Chem. Technologie, Milchwirtschaft.
Chemie. (Hirzel.) 8. Aufl. 32 Abb. 1901. 5.—.
Chemie, Einführung in d. anorgan.* (A. Stähler.) 95 Abb. u. eine farb. Spektraltafel. 1910. 12.—.
Chemie, Einführung in die organische.* (O. Diels.) 34 Abb. 1907. 7.50.
Chemikalienkunde. 2. Aufl. (M. Pietsch.) 1903. 3.—.
Chemische Technologie s. Technologie.
Cholera s. Infektionskrankheiten.
Chronologie. (A. Drechsler.) 3. Aufl. 1881. 1.50.
Commercial correspondence. (F. E. Sandbach.) 1908. 4.—.
Correspondance commerciale. (J. Forest.) 2. éd. 1906. 3.50.
Dampferzeuger.* (H. Fischer u. H. Zeine.) 152 Abb. u. 3 Taf. 1908. 7.50.

Dampfkessel, Dampfmasch. u. and. Wärmekraftmasch.* (F. Seufert.) 8. Aufl. 408 Abb. u. 3 Tafeln. 1909. 9.—.
Darmerkrankungen s. Magen usw.
Destillation, trockene s. Chem. Technologie.
Dichtkunst s. Poetik.
Differential- u. Integralrechnung. (F. Bendt.) 4. Aufl. 39 Abb. 1910. 3.—.
Diphtherie s. Infektionskrankheiten.
Dogmatik. (G. Runze.) 1898. 4.—.
Dramaturgie. (Prölß.) 2. Aufl. 1899. 4.—.
Dränierung. (Löbe.) 3. Afl. 92 Abb. 1881. 2.—.
Drechslerei. (Chr. Walde u. H. Knoppe.) 392 Abb. 1903. 6.—.
Drogenkunde. 2. Aufl. (M. Pietsch u A. Fuchs.) 1900. 3.—.
Düngemittel, künstl. s. Chem. Technologie.
Düngerlehre s. Agrikulturchemie.
Einjährig-Freiwillige, der. (M. Exner.) 3. Aufl. 1906. 2.50.
Einzelwohnhaus der Neuzeit.*) (Haenel u. Tscharmann.) **I. Band.** 224 Abb. 1909. **II. Band.** 307 Abb. 1910. Je 7.50.
Eisenbahnbau. (M. Hartmann.) 300 Text- u. 20 Taf. Abb. 1900 6.—.
Eissport s. Wintersport.
Elektrizität s. Physik.
Elektrochemie. (Löb.) 2. Afl. 42 Abb. 1910. 3.—.
Elektrotechnik.* (M. Schenkel.) 8. Aufl. 310 Abb. 1910. 10.—
Entwässerung s. Dränierung.
Erd- und Straßenbau. (R. Krüger.) 260 Abb. 1904. 5.50.
Erkrankungen der Haustiere s. Hilfe, erste.
Essigfabrikation s. Chem. Technologie.
Ethik. (Fr. Kirchner.) 2. Aufl. 1908. 3.—.
Fabrikbetrieb s. Organisation, kaufmänn.
Fahrkunst. (Fr. Hamelmann.) 3. Aufl. 21 Abb. 1885. 4.50.
Familienhäuser für Stadt und Land. (Aster.) 2. Aufl. 110 Abb. u. Grundrisse. 1905. 5.—.
Farbenlehre. (E. Berger.) 2. Aufl. 36 Abb. u. 8 Farbentaf. 1909. 4.50.
Färberei. (A. Ganswindt.) 3. Aufl. 120 Abb. 1904. 6.—.
— s. auch Chem. Technologie.
— und Zeugdruck. (H. Grothe.) 2. Aufl. 78 Abb. 1885. 2.50.
Farbstoffabrikation s. Chem. Technologie.
Farbwarenkunde. (G. Heppe.) 1881. 2.—.
Fechtkunst s. Hieb-, Säbel- und Stoßfechtschule.
Feldmeßkunst. (C. Pietsch.) 7. Aufl. 70 Abb. 1903. 1.80.
Festigkeitslehre s. Statik.
Fette s. Chemische Technologie.
Feuerbestattung. (Pauly.) 31 Abb. 1904. 2.—.
Feuerlösch- und Feuerwehrwesen. (R. Fried.) 217 Abb. 1899. 4.50.
Feuerung und Feuerungsanlagen s. Dampferzeuger, Dampfkessel.
Feuerwerkerei s. Chemische Technologie und Lustfeuerwerkerei.
Fieber s. Infektionskrankheiten.
Finanzwissenschaft. (Alois Bischof.) 6. Aufl. 1898. 2.—.
Fischzucht. (A. Schröder.) 52 Abb. 1889. 2.50.
Flachs. (K. Sonntag.) 12 Abb. 1872. 1.50.
Flöte und Flötenspiel. (M. Schwedler.) 2. Afl. 24 Abb. u. Notenbeisp. 1910. 3.—.
Forstbotanik. (Fischbach-Beck.) 6. Aufl. 77 Abb. 1905. 3.50.
Frau, die junge. (W. Huber.) 1910. 3.—, Geschenkeinband 4.—.
Frauenkrankheiten. (W. Huber.) 4. Aufl. 40 Abb. 1895. 4.—.
Freimaurerei. (Smitt-Kießling.) 3. Aufl. 2.50.
Fremdwörter s. Wörterbuch, Deutsches.
Fuß s. Hand und Fuß.
Fußball s. Bewegungssp., Lawn-Tennis.
Galvanoplastik, Galvanostegie. (Langbein u. Frießner.) 4. Afl. 78 Abb. 1904. 3.50.
Gartenbau s. Nutz-, Zier-, Zimmergärtnerei und Obstverwertung.
Gartengestaltung der Neuzeit.*) (Lange.) 2. Aufl. 355 Abb. u. Pläne. 1909. 12.—.
Gasfabrikation s. Chemische Technologie.
Gasmaschinen s. Dampfkessel usw.
Gebärdensprache s. Ästhet. Bildung, Mimik.
Geburt s. Frau, die junge.
Gedächtniskunst. (Kothe-Pietsch.) 9. Aufl. 1905. 1.50.
Geflügelzucht.*) (B. Dürigen.) 2. Aufl. 120 teils farbig. Abb. 1910. 10.—.
Geisteskrankheiten. (Güntz.) 1890. 2.50.
Geldschrankbau s. Schlosserei 1.
Gemäldekunde. (Th. v. Frimmel.) 2. Aufl. 38 Abb. 1904. 4.—.
Gemüsebau s. Nutzgärtnerei.
Genickstarre s. Infektionskrankheiten.
Generatoren s. Verbrennungskraftmasch.
Geographie (Arenz, Traumüller-Hahn.) 69 Abb. 1899. 3.50.
Geographie, mathematische. (H. J. Klein.) 3. Aufl. 114 Abb. 1911. 2.50.
Geogr. Verbreitung d. Tiere s. Tiere.
Geologie. (Haas.) 244 Abb. u. 1 Tafel. 1906. 4.—.
Geometrie, analyt. (Friedrich-Riedel.) 2. Aufl. Mit 56 Abb. 1900. 3.—.
Geometrie, darstell. s. Projektionslehre.
Geometrie, ebene u. räuml. (K. und F. Zetzsche.) 4. Aufl. 242 Abb. 1905. 4.—.
Geometr. Zeichnen s. Projektionslehre.
Gerberei s. Chemische Technologie.
Gesangskunst. (Ferd. Sieber.) 6. Aufl. Mit vielen Notenbeispielen. 1903. 2.50.
Gesangsorgane s. Gymnastik d. Stimme.
Geschichte, allgemeine. s. Weltgeschichte.
Geschichte, deutsche. (Kentzler.) 1879. 2.50.

Gesellschaft, menschliche s. Soziologie.

Gesetzbuch, Bürgerliches. 1890. 2.50.

Gesteinskunde s. Geologie, Petrographie.

Gesundheitslehre, naturgemäße. (Scholz.) 7 Abb. 1884. 3.50.

— s. auch Körperpflege.

Gewerbeordnung, deutsche. 1901. 1.20.

Gicht u. Rheumatismus. (Pagenstecher.) 4. Aufl. 9 Abb. 1903. 2.—.

Girowesen. (Berger.) 3 Form. 1881. 2.—.

Glasfabrikation s. Chemische Technologie.

Glasmalerei s. Porzellan- und Glasm. sowie Liebhaberkünste.

Götterlehre s. Mythologie.

Graphologie. (R. Poppée.) Mit über 600 Schriftproben. 1908. 4.—.

Gymnastik, s. Ästhet. Bildung, Turnkunst.

Haare s. Haut, Haare, Nägel.

Hand und Fuß. (Albu.) 30 Abb. 1895. 2.50.

Handelsgesetzbuch f. d. D. Reich. 1897. 2.—.

Handelskorrespondenz s. Korresp., kaufm.

Handelsmarine, deutsche. (Dittmer.) 1 Karte u. 66 Abb. 1892. 3.50.

Handelsrecht, deutsches. (R. Fischer.) 1901. 2.—.

Handelswissenschaft. (O. Goldberg.) 7. Aufl. 1903. 3.—.

Handschriftenkunde s. Graphologie.

Harmonielehre s. Kompositionslehre.

Haustiere s. Geflügelzucht, Hilfe, erste.

Haut, Haare, Nägel. (Schulz-Vollmer.) 4. Aufl. 42 Abb. 1898. 2.50.

Heilgymnastik. (H. A. Ramdohr.) 115 Abb. 1893. 3.50.

Heizung, Beleuchtung u. Ventilation. (Schwartze.) 2. Aufl. 209 Abb. 1897. 4.—.

Heraldik. (v. Sacken- v. Weittenhiller.) 7. Aufl. 261 Abb. 1906. 2.—.

Herz, Blut- und Lymphgefäße, Nieren und Kropfdrüse. (P. Niemeyer.) 2. Aufl. 40 Abb. 1890. 3.—.

Hiebfechtschule. 2. Aufl. 64 Abb. 1901. 1.50.

Hilfe, erste, bei Erkrankungen der Haustiere.*) (Uhlich.) 71 Abb. 1908. 6.—.

Holzindustrie, technischer Ratgeber. (Stübling.) 112 Abb. 1901. 6.—.

Hufbeschlag. (H. Uhlich.) 4. Aufl. 146 Abb. 1905. 2.—.

Hühnerzucht s. Geflügelzucht.

Hunderassen. (Krichler-Knapp.) 2. Aufl. 70 Abb. 1905. 3.—

Hüttenkunde. (Dürre.) 209 Abb. 1877. 4.50.

Imker der Neuzeit.*) (O. Pauls.) 207 teils farb. Abb. 1910. 7.50.

Infektionskrankheiten. (Dippe.) 1896. 3.—.

Influenza s. Infektionskrankheiten.

Integralrechnung s. Diff.- u. Integralr.

Invalidenversicherung. (Wengler.) 1900. 2.—.

Jäger und Jagdfreunde. (Krichler-Knapp.) 57 Abb. 1902. 3.—.

Kalenderkunde. (B. Peter.) 1901. 2.—.

— s. auch Chronologie.

Kaliindustrie s. Chem. Technologie.

Kältetechnik, mod. (W. M. Lehnert.) 152 Abb. 1905. 4.—.

Käse s. Chem. Technologie, Milchwirtsch.

Kehlkopf. (Merkel-Heinze.) 2. Aufl. 33 Abb. 1896. 3.50.

Kellerwirtschaft s. Weinbau.

Keramik s. Chem. Technologie.

Keramik, Geschichte d. (Jännicke.) 417 Abb. 1900. 10.—.

Kerbschnittarbeit s. Liebhaberkünste.

Kerzen s. Chem. Technologie.

Keuchhusten s. Infektionskrankheiten.

Kind s. Sprache u. Sprachfehler.

Kindergarten, Theorie u. Praxis. (Heerwart.) 37 Abb. 1901. 2.50.

Kirchengeschichte. (Kirchner.) 1880. 2.50.

Klavierspiel, die Elemente des. (Taylor-Stegmayer.) 2. Aufl. Mit Notenbeisp. 1893. 2.—.

Klavierunterricht. (Köhler-Hofmann.) 6. Aufl. 1905. 4.—.

Klempnerei. (Dreher.) 1902. I. Teil. 330 Abb. II. Teil. 622 Abb. je 4.50.

Knabenhandarbeit. (Götze.) 69 Abb. 1892. 3.—.

Kompositionslehre. (Lobe-Hofmann.) 7. Aufl. 1902. 3.—.

Körperpflege d. Wasser, Luft u. Sport.*) (J. Marcuse.) 121 Abb. 1908. 6.—.

Korrespondenz, kaufm. (Findeisen-Spalteholz.) 8. Aufl. 1911. 2.50.

— s. auch Commercial correspondence und Correspondance commerciale.

Kosmetik s. Haut usw., Toilettenchemie.

Kostümkunde.*) (W. Quincke.) 3. Aufl. Mit 459 Kostümfig. 1908. 7.50.

Krankenpflege im Hause. (P. Wagner.) 71 Abb. 1896. 4.—.

Krankenversicherung. (Wengler.) 1898. 2.—.

Krankheiten, ansteck. s. Infektionskrankh.

Krankheiten d. Tiere s. Hilfe, erste.

Kricket s. Lawn-Tennis.

Kristallographie s. Mineralogie.

Krocket s. Bewegungssp., Lawn-Tennis.

Kulturgeschichte, allgemeine. (R. Eisler.) 3. Aufl. 1905. 3.50.

Kulturgeschichte, deutsche. (R. Eisler.) 1905. 3.—.

Kunstgeschichte. (Ehrenberg.) 6. Afl. 314 Abb. 1905. 6.—, Geschenkeinb. 6.50.

— s. auch Archäologie.

Kunstwollfabrikation s. Wollwäscherei.

Kurzschrift, mittelalt. s. Abbreviaturenlex.

Land- und Gartensiedelungen.*)(W. Lange.) 229 teils farb. Abb. 1910. 10.—.

Lawn-Tennis u. a. (Franz Presinsky.) 105 Abb. 2. Taus. 1907. 3.50.

Leimfabrikation s. Chem. Technologie.

Webers Illustrierte Handbücher.

Jeder Band ist in Leinwand gebunden.

Archäologie. Übersicht über die Entwicklung der Kunst bei den Völkern des Altertums von Dr. Ernst Kroker. 2., durchgesehene Auflage. Mit 133 Abbildungen und 3 Tafeln. 3 Mark.

Ästhetik. Belehrungen über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst von Robert Prölß. 3., vermehrte und verbesserte Auflage. 3 Mark 50 Pf.

Bildhauerei für den kunstliebenden Laien. Von Rudolf Maison. 2. Aufl., umgearbeitet von Richard König. Mit 73 Abb. 3 Mark.

Farbenlehre. Von Ernst Berger. 2., durchgesehene und verbesserte Auflage. Mit 36 Abb. und 8 Farbentafeln. 4 Mark 50 Pf.

Gemäldekunde. Von Dr. Theodor von Frimmel. 2., umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Mit 38 Abb. 4 Mark.

Kunstgeschichte. 6. Auflage, vollständig neu bearbeitet von Herm. Ehrenberg. Mit 314 Abbildungen. 6 Mark. In vornehmem Geschenkeinband mit Goldschnitt 6 Mark 50 Pf.

Malerei. Ein Ratgeber und Führer für angehende Künstler und Dilettanten. Von K. Raupp. 5., vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen und 9 Tafeln. 3 Mark.

Mythologie. Von Dr. Ernst Kroker. Mit 73 Abb. 4 Mark.

Ornamentik. Leitfaden der Geschichte, Entwicklung und charakteristischen Formen der Verzierungsstile aller Zeiten. Von F. Kanitz. 6., vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 137 Abb. 2 Mark 50 Pf.

Photographie. 6. Auflage, völlig neu bearbeitet von H. Keßler. Mit 141 Abbildungen und 8 teils farbigen Tafeln. 4 Mark 50 Pf.

Porzellan- und Glasmalerei. Von Robert Ulke. Mit 77 Abbildungen. 3 Mark.

Uniformkunde. Von Richard Knötel. Mit über 1000 Einzelfiguren auf 100 Tafeln, gezeichnet vom Verfasser. 6 Mark.

Kunstmappen.

Arnold Böcklin. 15 Holzschnitte nach Gemälden des Meisters nebst seinem Porträt nach einer Radierung von S. Landsinger, Text von Ämil Fendler. Japandrucke in Passepartouts, 54×44 cm. In Mappe 30 Mark.

Max Klinger. Seine Hauptwerke der Malerei und der Plastik nebst einer Einführung in seine Kunst. Ganzseitige und doppelseitige Holzschnitte in Künstlerdrucken mit erläuterndem illustrierten Text. In Mappe, 42×32 cm, 6 Mark.

Sascha Schneider. 18 Zeichnungen. Mit Text von Ämil Fendler. 4. Auflage. Auf Kunstdruckkarton gedruckt. In Mappe, 32½×24 cm, 6 Mark 50 Pf.

Franz Stuck. 23 Kunstholzschnitte auf Kunstdruckkarton nach Werken des Meisters. Text von Ämil Fendler. In Mappe 42½×35 cm, 10 Mark.

Die Worpsweder. 22 Kunstholzschnitte auf Kunstdruckkarton nach Gemälden, Radierungen und Zeichnungen von Fritz Mackensen, Fritz Overbeck, Karl Vinnen, Heinrich Vogeler, Otto Modersohn und Hans am Ende. Text von Ämil Fendler. In Mappe, 43×32½ cm, 10 Mark.

Plastiken und Kartons von Arnold Rechberg.

15 Tafeln mit erläuterndem Text. In Mappe 6 Mark.

Handbuch der Kostümkunde.

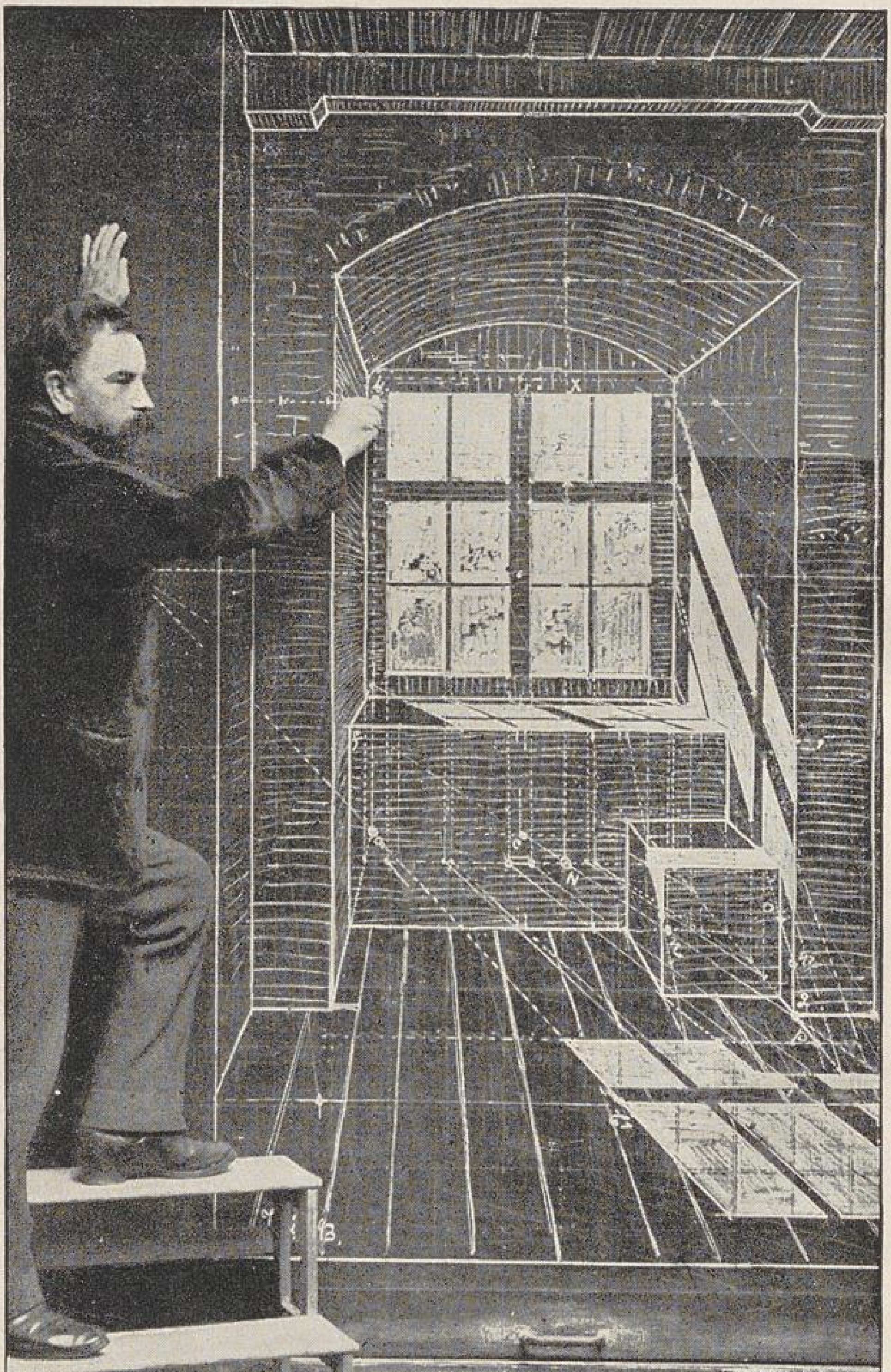
Von Wolfgang Quincke.

3., vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 459 Kostümfiguren in 152 Abbildungen. Quart. In vornehmem, mehrfarbigem Originalleinenband 7 Mark 50 Pf.

Grundriss der Kunstgeschichte

für den Gebrauch an höheren Mädchenschulen und Lyzeen. Von Prof. Dr. Hermann Ehrenberg und Dr. Heinrich Hartmann. Mit 326 Abbildungen und 4 Tafeln in Farbendruck. In Originalleinenband 4 Mark.

Angewandte Perspektive.



Ein Vortrag an der Schultafel.

Angewandte
Perspektive

Nebst Erläuterungen über Schattenkonstruktion und Spiegelbilder

von

Max Kleiber

Maler und Professor der Königl. Kunstgewerbeschule, Dozent der Königl. Akademie der bildenden Künste in München

Fünfte, durchgesehene Auflage

Mit 145 in den Text gedruckten und 7 Tafeln Abbildungen

Leipzig
Verlag von J. J. Weber, Illustrirte Zeitung
1912

Vorwort.

Der wohlwollenden Beurteilung dieses Büchleins seitens der geehrten Herren Fachgenossen wie auch der überaus freundlichen Aufnahme, die es im Kreise aller für die Perspektive sich interessierenden Leser gefunden hat, ist es wohl zu verdanken, daß in verhältnismäßig kurzer Zeit bereits die fünfte Auflage hiervon erscheinen konnte.

Eine Erweiterung und Vermehrung des Inhaltes schien weder der Verlagsbuchhandlung noch dem Autor als notwendig, und so möge denn auch diese erneute, wiederholt durchgesehene Auflage sich der gleich günstigen Aufnahme erfreuen wie die vorausgegangenen.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Angewandte Perspektive.

Einleitung.

§ 1. Begriff der Perspektive im allgemeinen.

Das Wort Perspektive ist abgeleitet von dem lateinischen perspicere, d. i. durch etwas hindurchsehen, die Gegenstände durch eine Oeffnung oder ein Absehen betrachten. Als Wissenschaft versteht man darunter die Summe aller derjenigen Gesetze und Regeln, nach welchen Gegenstände des Raumes auf einer Bildfläche so dargestellt werden können, wie sie von einem bestimmten Standpunkte aus betrachtet dem Beschauer erscheinen, so daß also die Bilder einen ähnlichen Eindruck auf unser Sehorgan hervorbringen, wie die Gegenstände selbst.

Was jedoch die Natur als Ganzes und Vollendetes in Form, Beleuchtung und Farbe dem Beschauer bietet, muß bei einem Lehrgange zunächst in seine einzelnen Bestandteile zerlegt werden; demgemäß spricht man von einer Linien-, Schatten-, Luft- und Farbenperspektive; auch die Lehre von den Reflexen gehört noch in dieses Gebiet, insofern es sich um die Darstellung von Spiegelbildern, z. B. Spiegelung auf Wasserflächen, handelt.

§ 2. Die Linienperspektive.

Man versteht darunter denjenigen Teil der Perspektive, welcher sich nur mit der Darstellung der Umrisse oder

Konturen befaßt, welcher also die Form der Gegenstände auf der Bildfläche mit Linien andeuten lehrt. Für die Darlegung derselben eignen sich fast ausschließlich geometrische oder architektonische Formen. Die Linienperspektive bildet den hauptsächlichsten Inhalt dieses Büchleins.

§ 3. Die Schatten-, Luft- und Farbenperspektive.

Sind Gegenstände auf die eine oder andere Art direkt beleuchtet, z. B. durch Sonne, Mond oder künstliches Licht (Kerze oder Lampe), so heißt die Konstruktion dieser Schatten Schattenperspektive oder perspektivische Schattenlehre. Ihre Verwertung ergiebt sich hauptsächlich bei der Architekturmalerei. Die Darlegung der Fundamentalsätze findet sich im neunten Abschnitt; die weiteren, oft sehr mannigfachen hierbei vorkommenden Konstruktionen sind lediglich eine Fortsetzung der Linienperspektive.

Die Lehre von dem Einfluß der Luft und anderer Umstände auf die Stärke des Lichtes, des Schattens und der Farbe im Verhältnis der verschiedenen Entfernungen, welche die Gegenstände vom Gesichtspunkte haben, heißt Luft- oder Farbenperspektive.

Ueber die Wirkung des Tageslichtes, sowie über Reflexe und Spiegelbilder geben ein paar Beispiele am Schlusse dieses Büchleins die nötigen Aufschlüsse.

§ 4. Nutzen der Perspektive.

Schon aus dem oben Gesagten geht zur Genüge hervor, daß diese Wissenschaft eine der unentbehrlichsten, ja geradezu die grundlegende für alle zeichnenden Künste, insbesondere für die Malkunst ist. Unser Sehen ist ein perspektivisches, und aus diesem Grunde kann auch nur dasjenige Bild — sei es nun z. B. ein Kopf, eine menschliche Figur, ein Baum oder ein architektonisches Motiv — den gewünschten subjektiven Eindruck hervorbringen und, insofern es als

Selbstzweck betrachtet werden will, unser Auge vollkommen befriedigen, in welchem diesen Gesetzen Rechnung getragen ist.

Nun ist es ja richtig, daß auch hierin vieles durch fortgesetztes Beobachten und Zeichnen nach der Natur, manches sogar fast ausschließlich auf diesem rein praktischen Wege erreicht werden kann; letzteres gilt insbesondere von der Farbenperspektive, dem Figuren- und Landschaftsmalen; handelt es sich jedoch um die Darstellung architektonischer Gegenstände, als da sind: Gebäude, Interieurs und dergl., so ist die Kenntnis des theoretischen und konstruktiven Teiles um so notwendiger, je größer die betreffenden Gegenstände dargestellt werden sollen.

Das einfachste Motiv dieser Art, ein Tisch, ein Stuhl in größerem Maßstabe gezeichnet, kann selbst den geübtesten Gefühlsperspektiviker in Verlegenheit bringen, wenn er nicht im stande ist, sich durch die Konstruktion Gewißheit und Sicherheit zu verschaffen.

§ 5. Unterscheidung einer perspektivischen Zeichnung von einer geometrischen.

Eine perspektivische Zeichnung unterscheidet sich von einer geometrischen oder sogen. Projektion dadurch, daß erstere lediglich die Erscheinung der Dinge giebt, während die Projektionszeichnung durch meist zwei oder auch mehrere Darstellungen die wahre Größe und Form eines Gegenstandes zu veranschaulichen sucht. Die Projektionszeichnung dient zu technischen, die Perspektivzeichnung zu malerischen Zwecken.

§ 6. Die für den Maler vorteilhafteste Methode der Linienperspektive.

Es ist dies die sogen. freie Perspektive, d. h. diejenige, welche von dem vorherigen Zeichnen von Grund- und Aufriß den geringsten Gebrauch macht.

Diese Methode allein gestattet dem Künstler eine freie, ungezwungene Anordnung des Gegenstandes; nur in einzelnen Fällen wird die Verwendung geometrischer Risse zweckdienlich sein. Etwas anderes ist es, wenn z. B. der Architekt nach gegebenen Plänen ein Gebäude in Perspektive setzen soll; hier mag derselbe immerhin sein Bild aus der geometrischen Zeichnung ableiten, sofern die Natur des Gegenstandes dieses Verfahren als das einfachste erscheinen läßt, aber auch hierbei wird in vielen Fällen die zuerst erwähnte Methode leichter und schneller zum Ziele führen.

§ 7. Notwendige Vorkenntnisse zur Erlernung der Perspektive.

Da die Anwendung der Linienperspektive sich zumeist auf geometrische und architektonische Formen erstreckt, so ist schon aus diesem Grunde einige Kenntnis der elementaren Geometrie und der Projektionslehre (Orthogonalprojektion) erforderlich; je vertrauter der Leser mit diesen Disziplinen ist, um so leichter wird ihm das Verständnis der perspektivischen Lehrsätze und die freie, selbständige Anwendung derselben werden. Die Eigenschaften der Winkel, Dreiecke, Vielecke, des Kreises und der darin vorkommenden Winkel und die Konstruktion dieser Figuren sollten dem Lernenden wenigstens der Hauptsache nach bekannt sein; ebenso die Elemente der Projektionslehre, als Projektion des Punktes, der Geraden, der ebenen Fläche und diejenige einfacher Körper.

§ 8. Der einzuschlagende Weg zur gründlichen Aneignung der Perspektive.

Der Anfänger soll es vor allem nicht bei dem einfachen Durchlesen des Textes und Beschauen der hier gebrachten Figuren und Beispiele bewenden lassen, falls es ihm mit der Sache wirklich Ernst ist.

Ein durchdachtes Nachzeichnen derjenigen Figuren, welche für die Perspektive grundlegend sind, dürfte für den Anfang genügen. Die Zahl der Uebungsbeispiele soll dagegen nach Möglichkeit aus eigenem Ermessen vermehrt und bereichert werden.

Uebung macht wie überall auch hier den Meister, und nur derjenige wird Perspektive wirklich lernen, welcher Perspektive zeichnet. Der Lernende versuche es einmal, nach vorausgegangenem Studium an einem nach der Natur skizzierten, zunächst einfachen architektonischen Motiv die Gesetze der Perspektive in Anwendung zu bringen — eine Arbeit, die man nachträglich zu Hause oder auch an Ort und Stelle vornehmen kann — und er wird sehr bald finden, daß dieser Weg neben dem großen Interesse, welches er an sich schon bietet, ihn am schnellsten zu der gewünschten Selbständigkeit und Freiheit in Beherrschung der perspektivischen Komposition führen wird.

Erster Abschnitt.

Entwickelung der Lehrsätze und sonstiger Regeln.

---

§ 9. Entstehen eines perspektivischen Bildes in unserem Auge.

Das Licht als die äußere Ursache unseres Sehens hat die Eigenschaft, nach allen Seiten in gerader Linie zu wirken*). Eine solche Lichtwirkung heißt ein Lichtstrahl; von einem jeden Punkte im Raume kann man sich unendlich viele Strahlen nach allen Richtungen hin denken, von allen diesen wird nun einer in das Auge des Beschauers treffen; ein solcher Strahl heißt ein Sehstrahl, weil der gedachte Punkt in der Richtung dieses Strahles gesehen wird**). Sämtliche von einem Gegenstande ausgehenden Sehstrahlen kreuzen sich in der sogen. Krystalllinse als dem optischen Mittelpunkte des Auges***) und erzeugen (indem sie nach innen wieder divergieren) auf der dunklen Rückwand desselben (der Netzhaut oder Retina) ein Bild; dieses Bild ist ein perspektivisches und für uns gleichbedeutend mit dem Sehen. Angenommen, in Fig. 1 sei ORR′ der

---

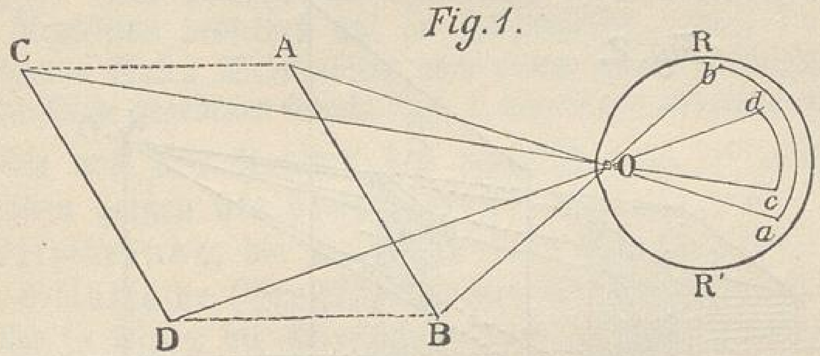
*) Wenigstens kann bei den Entfernungen und sonstigen Verhältnissen, welche hier in Betracht kommen, dieser Satz als richtig angenommen werden.

**) Jegliches Zielen oder Visieren ist ein Beweis hierfür.

***) Die perspektivische Konstruktion setzt das Sehen mit einem Auge voraus.

Durchschnitt eines Auges, O die Krystalllinse und RR′ die Retina, so ist ab das Bild der Geraden, oder richtiger der Strecke AB auf der kugelförmigen Rückwand (Bildfläche) des Auges; denkt man sich nun die betreffende Gerade in größerem Abstand vom Auge, etwa bei CD, so erscheint sie bei cd im Auge um so kleiner, je größer ihr Abstand von demselben ist. Die äußeren von A und B nach dem Auge gehenden Strahlen Aa, Bb bilden nun bei O den Winkel, unter welchem die Strecke AB gesehen wird, jene von C und D

Fig. 1.



den Sehwinkel COD*); letzterer ist, wie leicht ersichtlich, der kleinere Winkel, und daraus erhellt, daß die **scheinbare Größe** eines Gegenstandes abhängig ist von dem Winkel, unter welchem er gesehen wird, und dieser Winkel um so kleiner sein wird, je größer die Entfernung des Gegenstandes vom Auge ist.

Ein Bild aber, bei welchem **an sich gleiche Größen je nach ihrer Entfernung vom Auge ungleich groß erscheinen** (sich verjüngen), heißt ein perspektivisches**).

*) Ein Winkel wird entweder durch einen Buchstaben in der Nähe des Scheitelpunktes, oder auch durch drei Buchstaben bezeichnet, wobei der mittlere den Scheitelpunkt bedeutet, z. B. Winkel AOB oder Winkel COD gleichbedeutend mit Winkel bei O.

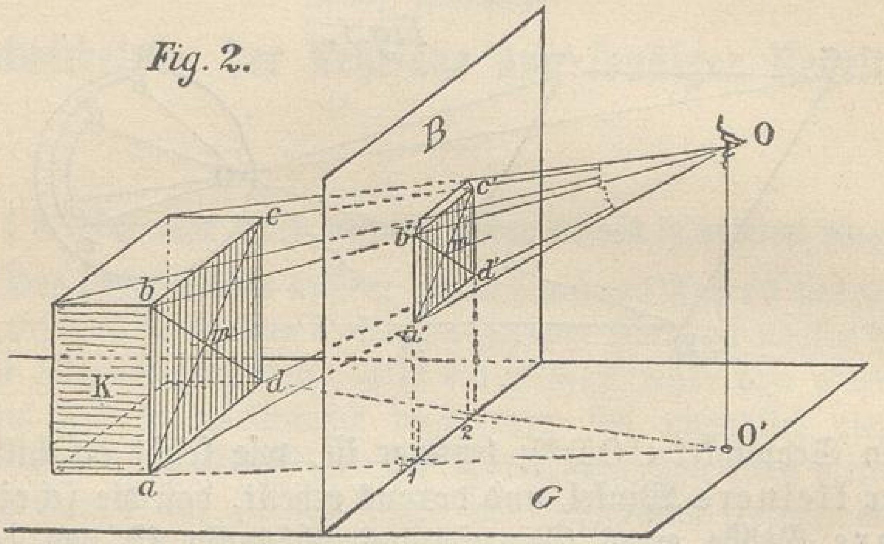
) Der Umstand, daß auf der Retina das Bild des Gegenstandes verkehrt erscheint, ändert an der Sache nichts, da wir ja infolge anderweitiger physischer und psychischer Vorgänge die Gegenstände dennoch nach ihrer **wirklichen Lage, also was oben ist, als oben, und was unten ist, als unten ꝛc. erkennen.

§ 10. Entstehen perspektivischer Umrisse auf einer vor uns gedachten oder aufgestellten Bildfläche.

Um eine klare Vorstellung von dem Entstehen perspektivischer Bilder zu gewinnen, dient am besten der sogen. Glastafel-Apparat, wie ihn Fig. 2 veranschaulicht.

Einem Körper K gegenüber, dessen Umrisse gezeichnet werden sollen, habe der Zeichner seinen Standort eingenommen. Er betrachtet den Körper nur mit einem Auge (O), welches unverändert an demselben Punkte verbleibt.

Fig. 2.



Zwischen dem Körper und dem Auge sei die als durchsichtig gedachte Zeichen- oder Bildfläche (B) aufgestellt; als solche dient in der Regel eine senkrecht stehende ebene Fläche*). Gerade Linien, welche nun aus den verschiedenen Eckpunkten a, b, c, d .... des Körpers nach dem Auge (O) gezogen oder gedacht werden, bezeichnen den Weg der aus diesen Punkten zurückgeworfenen Licht-, bezw. Sehstrahlen.

Fixiert nun der Zeichner für eine jede solche Gerade (Sehstrahl) den Ort, wo sie durch die Bildfläche dringt, wie z. B. aO in a', bO in b' rc., so sind hier, also in

*) In diesem Werkchen ist nur von einer solchen die Rede, unter der Bezeichnung Bildfläche also stets eine ebene Fläche gedacht.

a′, b′, c′, d′,.... die Bilder der einzelnen Punkte; werden diese in gleicher Ordnung, wie bei dem Körper, verbunden, (also a′ mit b′, b′ mit c′ ꝛc.), so sind die perspektivischen Umrisse des Körpers für diesen Standort (O O′) und für diese Stellung der Bildfläche gefunden.

Wird nun die Entstehung eines perspektivischen Bildes von allem entkleidet, was sich auf das physische Sehen bezieht, und rein geometrisch aufgefaßt, so gelangt man zu folgenden Erklärungen.

§ 11. Jede perspektivische Zeichnung eines Gegenstandes ist eine Projektion desselben auf die Zeichenfläche, wobei die projizierenden Linien (Sehstrahlen) nach einem festen, außerhalb der Zeichenfläche gegebenen Punkte O (d. i. dem Auge) zusammenlaufen.

Die von den Punkten des Körpers nach O laufenden Geraden heißen die projizierenden Linien, oder kurz Projizierende; die Durchschnitte der Geraden mit der Bildfläche (Projektionsebene) die Projektionen*).

Um in Fig. 2 die Durchschnittspunkte, z. B. Punkt a′, in der Bildfläche bestimmen zu können, denke man sich die Projizierende a O in die horizontale Grundebene nach a O′ niedergelegt**). Da nun die untere Fläche des Körpers, welcher der Punkt a angehört, ebenso die Kante 1 2 der Bildfläche, sowie O′ als Fußpunkt des Auges in der gleichen Grundebene liegen, so wird eine in 1 errichtete, der Bildfläche angehörige Senkrechte die Projizierende a O in a′ und ebenso b O in b′ schneiden, weil b O gleichfalls über a O′ liegt. Oder: da das Viereck O b a O′, ebenso die Bildfläche B senkrecht auf der Grundebene stehen, so müssen sich beide Ebenen nach der senkrechten Geraden 1 a′ b′ schneiden. 1 b′ ist also der geometrische Ort für die Durchschnitte der Strahlen a O, b O. Auf gleiche Weise wurden, wie aus

*) Projizieren, gleichbedeutend mit Hinwerfen. Projektion, gleichbedeutend mit Hinwurf, Entwurf.

**) Die Gerade a O′ kann als die Horizontalprojektion der Strahlen a O, b O, die Gerade d O′ als die Horizontalprojektion der Strahlen d O, c O betrachtet werden, ꝛc.

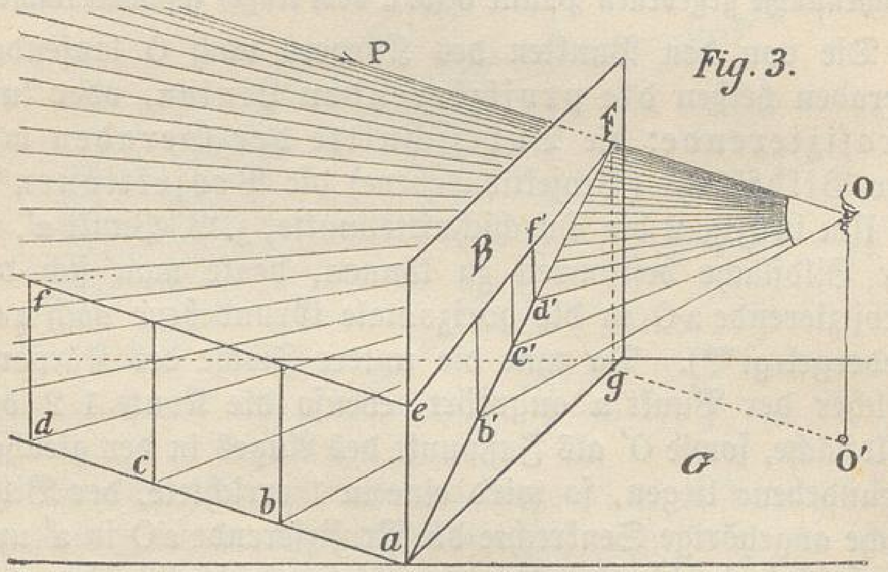
Fig. 2 leicht ersichtlich ist, auch die übrigen Durchschnittspunkte c′, d′ ... gefunden.

§ 12. Zusammenfassung des Vorstehenden.

I. **Lehrsatz:** Die perspektivische Projektion irgend eines Punktes ist da, wo die projizierende Linie (Sehstrahl) des Punktes die Bildfläche durchdringt.

§ 13. Ueber die perspektivische Projektion einer zur Bildfläche beliebig geneigten Geraden.

In Fig. 3 sei G die Grundebene, O das Auge, O′ der Fußpunkt desselben auf der Grundebene, B die Bildfläche



und a d eine in der Grundebene liegende Gerade, welche mit dem Endpunkte a an die Basiskante der Bildfläche anstößt. Man bestimme auf der Geraden a d beliebige Punkte, etwa in gleichen Abständen, und suche die Projektionen b′, c′, d′ ... (der Endpunkt a ist hier zugleich auch seine eigene perspektivische Projektion) nach der in § 11 erörterten Weise, so wird die Verbindung der Punkte a′, b′, c′, d′ ... wieder eine Gerade sein. Es bildet nämlich die Summe der Geraden (Projizierenden), welche von a d nach O gedacht werden können, eine Ebene, welche die hier gleichfalls ebene Bildfläche nach einer Geraden durchschneidet*).

§ 14. Zusammenfassung des soeben Gesagten.

II. **Lehrsatz:** Die perspektivische Projektion einer Geraden auf ebener Bildfläche ist wieder eine Gerade**).

§ 15. Weitere Folgerung aus Fig. 3.

Die auf der Geraden a d angegebenen gleichen Abschnitte a b, b c, c d ... erscheinen in ihrer perspektivischen Projektion ungleich groß; mit anderen Worten: die Projektionen der einzelnen Abschnitte von a d werden in der Richtung gegen F um so kleiner, je mehr diese einzelnen Abschnitte von der Bildfläche entfernt liegen.

§ 16. Ueber den Fluchtpunkt einer Geraden, welche sich von der Bildfläche aus ins Unendliche fortsetzt (verlängert).

Man denke sich die Teilung auf der Geraden a d in der Richtung a d beliebig bis ins unendliche fortgesetzt; es werden so die Projizierenden aus diesen Punkten die Bildfläche in der Verlängerung der Projektion a d′ schneiden, bis endlich die aus unendlicher Entfernung kommende Projizierende oder der aus unendlicher Entfernung kommende Strahl die Lage von P O einnehmen und die Bildfläche in F schneiden wird. Damit ist aber P O parallel zu der gegebenen Geraden a d geworden, oder kann wenigstens als Parallele zu a d betrachtet werden***). F ist nun die äußerste Grenze der Geraden a F, oder die Projektion des denkbar entferntest liegenden Punktes der Geraden a d.

---

*) Zwei Ebenen schneiden sich, wie bekannt, stets nach einer Geraden.

**) Als Bildfläche könnte ausnahmsweise auch eine Kuppel oder sonstige krumme Fläche gelten. In diesem Falle kann die Projektion einer Geraden eine Kurve sein, weil eine Ebene und eine krumme Fläche sich im allgemeinen nach einer krummen Linie schneiden.

***) Gerade, welche nach einem unendlich entfernt liegenden Punkte konvergieren, können immer als Parallele betrachtet werden. Da also der Konvergenzpunkt der Geraden a d und O P hier links in unendlicher Entfernung gedacht ist, so ist damit P O parallel zu d a geworden.

aF ist im perspektivischen Sinne eine unendlich lange Gerade. F heißt ihr Fluchtpunkt oder ihre Flucht*) und a ist hier ihr Anfangs- bezw. Fußpunkt. PO heißt der Parallelstrahl zu ad. Da die Gerade ad in der horizontalen Grundebene liegt, so ist offenbar ihr Parallelstrahl PO ebenfalls horizontal und der Abstand Fg von der Grundebene gleich dem Abstande OO′, d. h. gleich dem Abstande des Auges von der Grundebene. O′g ist die Horizontalprojektion von OF (O′g parallel und = OF). Hätte man also die Flucht F für die Projektion der Geraden ad ohne weiteres und direkt in Fig. 3 bestimmen wollen, so wäre dies sehr einfach in folgender Weise geschehen:

Man ziehe OF, O′g parallel zu ad, errichte in g eine Senkrechte; dann wird der Parallelstrahl durch letztere in F geschnitten werden.

§ 17. **Zusammenfassung des im § 16 Gesagten.**

III. **Lehrsatz:** Die perspektivische Projektion einer Geraden hat ihre Flucht da, wo der Parallelstrahl dieser Geraden die Bildfläche schneidet.

§ 18. **Ueber die perspektivischen Projektionen von parallelen Geraden.**

In Fig. 3 sei ef eine über ad liegende und zu ad parallele Gerade; nach Lehrsatz III hat ef den gleichen Parallelstrahl (PO) mit ad gemeinsam und somit ist F auch die Flucht dieser zweiten mit ad parallelen Geraden ef ꝛc.

§ 19. **Der hieraus folgende Lehrsatz.**

IV. **Lehrsatz:** Die perspektivischen Projektionen von parallelen Geraden haben eine gemeinsame Flucht (Fluchtpunkt).

§ 20. **Erster Zusatz.**

Die Projektionen von Geraden, welche zur Bildfläche parallel sind, bleiben geometrisch parallel (haben keine Flucht).

*) In älteren Werken auch Verschwindungspunkt genannt.

Dieser Satz bildet keineswegs eine Ausnahme von der Regel, sondern nur einen besonderen Fall. Es können nämlich solche Gerade deshalb keine gemeinsame Flucht haben, weil ihr Parallelstrahl die Bildfläche nicht schneidet*), da er ja selbst parallel mit dieser geworden ist.

Man betrachte Fig. 2; hier sind z. B. die Körperkanten ab, dc und ebenso die Kanten ad, bc paarweise unter sich und auch mit der Bildfläche parallel, und das gleiche wird man auch bei den Projektionen dieser Kanten wahrnehmen, nämlich: a′b′ parallel d′c′ und a′d′ parallel b′c′, weil hier die Parallelstrahlen zu den betreffenden Kanten die Bildfläche nicht treffen können, indem der eine in der senkrechten Richtung OO′, der andere in horizontaler, mit der Bildfläche paralleler Lage sein würde.

§ 21. **Zweiter Zusatz.**

Gleiche oder proportionierte Abschnitte auf Geraden, welche zur Bildfläche parallel sind, projizieren sich auf letzterer wieder als geometrisch gleiche oder gleich proportionierte Abschnitte. Mit anderen Worten: Auf solchen Geraden können alle Größen geometrisch angetragen werden.

Man betrachte bei dem Körper K (Fig. 2) das zur Bildfläche parallele Viereck abcd und die darin angegebenen Diagonalen ac, bd, welche, weil sie in einer zur Bildfläche parallelen Ebene liegen, deshalb auch selbst mit ersterer parallel sein müssen, und man wird ersehen, daß sich auch die perspektivischen Projektionen a′c′, b′d′ dieser Diagonalen in m′ geometrisch halbieren, wie dieses mit ac, bd bei m der Fall ist. Oder: Hätte man z. B. ab in drei, ad in zwei geometrisch gleiche Teile eingeteilt und die Projizierenden nach O gezeichnet, so würden sich auch auf a′b′ drei und auf a′d′ zwei geometrisch gleiche Teile ergeben haben. Daraus erhellt ferner, daß auch die Projektionen a′b′, d′c′ und a′d′, b′c′ ebenso wie bei dem Körper K paarweise unter

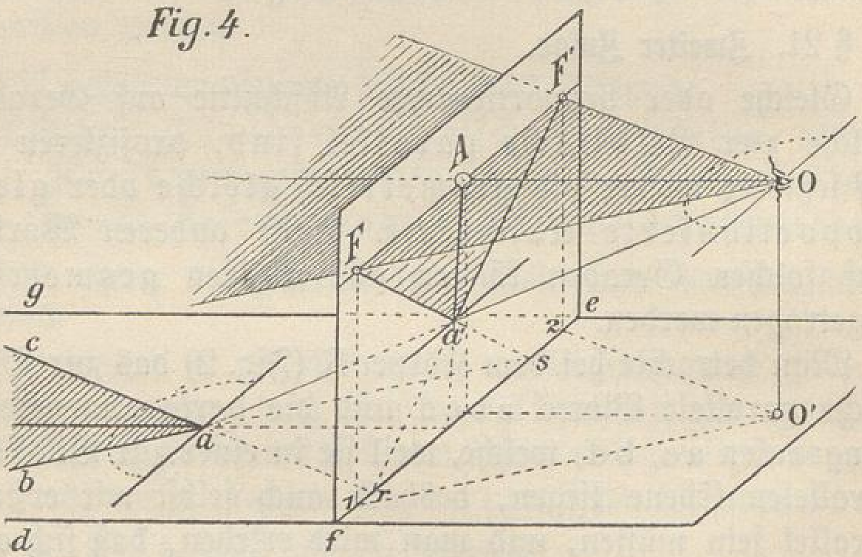
*) Siehe Lehrsatz III.

sich gleich lang sind, somit das Viereck a′b′c′d′ dem Viereck abcd geometrisch ähnlich ist. Es wird also jede ebene Flächenfigur, z. B. ein Quadrat oder ein Kreis, in diesem Falle wieder als Quadrat oder Kreis erscheinen und nur um so kleiner werden, je weiter die betreffende Figur von der Bildfläche entfernt ist.

§ 22. Erörterungen über zwei Gerade, welche beide zur Bildfläche geneigt, sich in einem Punkte schneiden, also einen Winkel bilden.

In Fig. 4 seien bas und car zwei in der Grundebene liegende, in a sich schneidende Gerade. Man ziehe durch O

Fig. 4.



den Parallelstrahl zu sab und markiere den Durchgangspunkt F dieses Strahles nach der in § 16 angegebenen Weise. Desgleichen ziehe man den Parallelstrahl zu rac und markiere F′; verbindet man nun s mit F und r mit F′, so sind diese Geraden die perspektivischen Projektionen der beiden Geraden sab, rac, wenn selbe in der Richtung von a gegen b und c ins Unendliche verlängert gedacht werden, und Fa′F′ ist die perspektivische Projektion des Winkels bac.

Betrachtet man nun den Winkel, welchen die beiden Parallelstrahlen F O, F′ O bei O bilden, so ist leicht zu erkennen, daß dieser Winkel geometrisch gleich sein muß dem Winkel b a c, d. h. gleich dem Winkel, den die beiden Geraden b a, c a bei a bilden, weil ja O F parallel zu a b und O F′ parallel zu a c gezeichnet wurde.

§ 23. **Weitere Erklärungen über Fig. 4.**

Da die Winkelebene b a c hier mit der Grundebene zusammenfällt, also horizontal ist, so wird notwendig auch die durch die betreffenden Parallelstrahlen gebildete Winkelebene eine horizontale sein und demgemäß die Bildfläche nach der horizontalen Geraden F F′ schneiden (1 F = 2 F′ = O′ O).

Diese Gerade F F′ heißt der Horizont, weil derselbe zugleich die perspektivische Projektion der äußersten Grenze einer horizontalen Ebene, z. B. der Meeresfläche ist.

Denkt man sich durch das Auge (O) eine horizontale, rechtwinklige Gerade gegen die Bildfläche gezogen, so wird letztere in A durch die betreffende Gerade geschnitten werden. A heißt der Augenpunkt, weil er auf der Bildfläche diejenige Stelle bezeichnet, welcher rechtwinklig gegenüber das Auge des Beschauers sich befindet*). Die Entfernung A O, d. h. die kürzeste Entfernung des Auges von der Bildfläche, heißt die Augendistanz, und O A, als unbegrenzte Gerade gedacht, wollen wir als den Hauptstrahl bezeichnen.

§ 24. Eine oder mehrere Gerade, welche zur Bildfläche rechtwinklig, also mit dem Hauptstrahl parallel sind, haben ihre Flucht im Augenpunkte, weil in diesem Falle O A zugleich der Parallelstrahl zu diesen Geraden ist; so würden z. B. die perspektivischen Projektionen von f d und von e g nach A konvergieren.

*) Der Augenpunkt kann als die rechtwinklige (orthogonale) Projektion des Auges auf die Bildfläche betrachtet werden.

§ 25. Alle horizontalen Geraden, sofern sie nicht mit der Bildfläche selbst parallel sind, haben ihre Flucht im Horizonte, weil alle dazu möglichen Parallelstrahlen ebenfalls horizontal, die Bildfläche in der Augenhöhe, also im Horizont schneiden müssen.

Ebenso erhellt, daß alle wagrechten Ebenen ihre Flucht im Horizonte haben, weil alle einer solchen Ebene angehörigen (in ihr liegenden) Geraden horizontale sind. Oder mit anderen Worten, der Horizont ist die Fluchtspur (Fluchtlinie) für alle im allgemeinen unbegrenzt gedachten wagrechten Ebenen*).

§ 26. Formulierung des aus Fig. 4 folgenden Lehrsatzes.

V. Lehrsatz: Jeder perspektivisch zu zeichnende Winkel kann am Auge geometrisch angetragen werden**).

§ 27. Praktische Anwendung dieses Lehrsatzes.

In Fig. 5 sei die Bildfläche nunmehr so angenommen, daß der Leser selbst als Beschauer vor derselben gedacht ist; sein Auge befindet sich dem Augenpunkte A rechtwinklig (perpendikulär) gegenüber; H H′ sei der Horizont, d. h. der Schnitt einer durch das Auge gelegten horizontalen, mithin zur Bildfläche rechtwinkligen Ebene, und die Entfernung AO, d. i. die Entfernung des Auges vom Augenpunkte, welche in Fig. 5 räumlich vor A zu denken ist, sei gleich irgend einer gegebenen Strecke, z. B. gleich A′O in Fig. 5.

Ist nun a als Eckpunkt eines Körpers gegeben, dessen linksseitige Basiskante a b in irgend einem Punkt F des Horizontes ihre Flucht hat, so wissen wir zunächst, daß a b und alle nach F laufenden Geraden in Wirklichkeit horizontal und parallel sind (siehe § 25 und Lehrsatz IV).

---

*) Dieser Satz hat übrigens für jede Lage der Ebene insofern allgemeine Gültigkeit, als die Flucht einer Ebene immer eine Gerade (Fluchtspur) ist. Näheres darüber siehe §§ 145 bis 153.

**) Für die Anwendung ist dieser Lehrsatz einer der wichtigsten.

Ferner ist auch die Lage der Geraden ab zur Bildfläche vollständig bestimmt, sofern, wie hier, der Abstand des Auges (A′O) von der Bildfläche gegeben war. Man denke sich nun die Strecke A′O senkrecht über A aufgestellt, so daß A′ nach A, und O im Raume vor A zu liegen kommt, und verbinde in Gedanken F mit O; wir erhalten so ein rechtwinkliges Dreieck FAO, dessen erste Kathete FA mit der Strecke FA des Horizontes zusammenfällt und dessen zweite

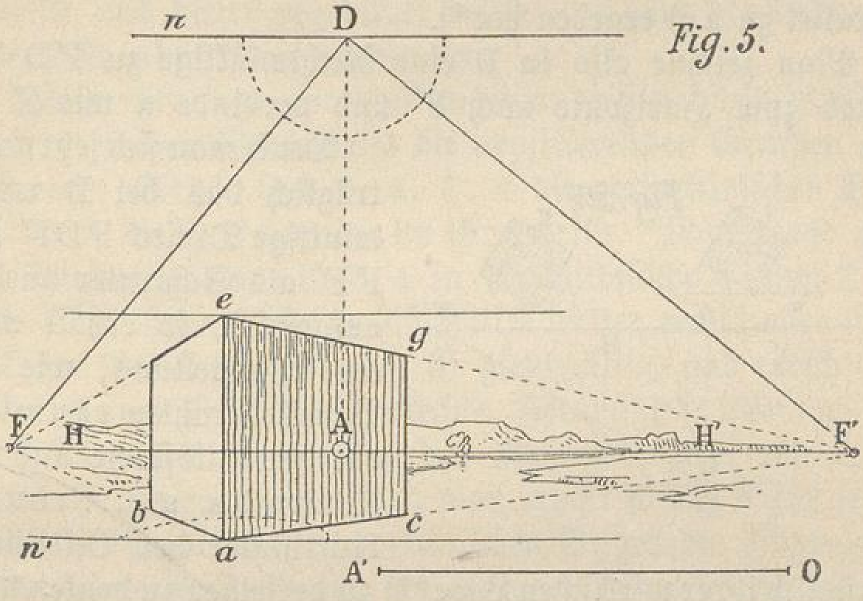


Fig. 5.

Kathete AO rechtwinklig zur Bildfläche zu denken ist, während die Hypotenuse FO schief zur Bildfläche steht*). Diese Hypotenuse ist nun nichts anderes als der Parallelstrahl zu der perspektivischen Geraden ab, und letztere bildet daher mit der Bildfläche den gleichen Winkel wie der Parallelstrahl FO.

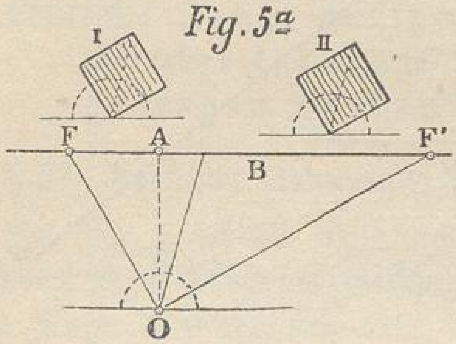
Bisher hatten wir uns das erwähnte Dreieck räumlich über FA gedacht; um jedoch weiter operieren zu können, denke man sich das Dreieck um FA als Scharnier in die

*) Der Anfänger schneide sich aus dünnem Karton (Visitenkarte) ein Dreieck gleich FAD aus und stelle es mit der Kathete FA über FA in Fig. 5 auf; so veranschaulicht die Ecke D die Stelle O, wo das Auge räumlich vor der Bildfläche gedacht ist.

Bildfläche (etwa nach aufwärts) in F A D umgeklappt; es bedeutet dann D den umgelegten Punkt O, oder was dasselbe ist, die Umlegung des Auges, F D die Umlegung des Parallelstrahles und A D die Augendistanz (Entfernung des Auges von der Bildfläche). Soll nun die Horizontale a c perspektivisch rechtwinklig zu a b sein, so muß der gewünschte rechte Winkel zuerst bei D (also am Auge) **geometrisch** angetragen werden, wodurch sich ein zweiter Fluchtpunkt F′ und damit die Richtung a c (desgleichen e g als perspektivisch parallel zu a c) ergeben hat*).

Man zeichne also in D eine Rechtwinklige zu F D bis herab zum Horizonte nach F′ und verbinde a mit F′ ꝛc.

Fig. 5a



Denkt man sich jetzt nachträglich das bei D rechtwinklige Dreieck F D F′ um F F′ als Scharnier wieder aufgestellt, so erhält man eine Vorstellung, wie die Parallelstrahlen **räumlich** vor der Bildfläche und die Kanten b a, a c ... **räumlich** hinter der Bildfläche, bezüglich ihrer wirklichen Lage**) zu derselben zu denken sind.

Des weiteren ergiebt sich hier wohl von selbst, daß die wahre Größe des perspektivischen Winkels n′a b (Fig. 5) gleich ist dem geometrischen Winkel n D F ꝛc.

Eine Gerade wie n′a heißt die **Grundlinie**, und der Winkel, den die Gerade b a mit der Grundlinie a n′ bildet,

---

*) Vergl. Lehrsatz V, Fig. 4.

) Unter der Lage eines Körpers zur Bildfläche ist hier nicht seine Entfernung von derselben, oder seine mehr oder minder seitliche Stellung zu verstehen, sondern lediglich die Lage seiner Kanten und Flächen, wenn dieselben etwa bis zur Bildfläche verlängert würden. So haben die Körper, deren Grundrisse hier in I und II (Fig. 5a) angedeutet sind, **im obigen Sinn die gleiche Lage zur Bildfläche B, weil O F, O F′ die Parallelstrahlen für die Kantenrichtungen der beiden Körper sind. O ist hier das Auge, A der Augenpunkt und A O die Augendistanz. Das Ganze hat man sich als Grundriß (Ansicht von oben) vorzustellen.

ist gleich dem Winkel, welchen die Gerade **ba** mit der Bildfläche einschließt, nämlich gleich dem Winkel nDF.

§ 28. **Es soll das perspektivische Bild eines Gegenstandes aus den geometrischen Projektionen abgeleitet und damit zugleich das in § 27 Gesagte noch weiter begründet werden.**

a) In Fig. 6 (S. 22) sei PP′ die Projektionsachse, W der Grundriß und W′ der Aufriß (Horizontal- und Vertikalprojektion) eines Würfels; die Bildfläche sei in (B, B′) aufgestellt, und dieser gegenüber bei (O, O′) habe der Beschauer seinen Standpunkt eingenommen.

Zieht man nun zunächst im Grundriß aus den Punkten a, b, c, d der Würfelbasis die projizierenden Geraden aO, bO, cO, dO, so sind 2, a, 3, 4 die perspektivischen Projektionen dieser Eckpunkte im Grundrisse. Man trage nun die Abschnitte 2a, a3, 3, 4 in die Bildfläche B″, nach 2″a″, a″3″, 3″4″ über (ob diese Abschnitte weiter rechts oder links auf der Geraden gl liegen, ist gleichgültig) und errichte in den einzelnen Punkten Senkrechte. Ferner ziehe man aus den gleichbenannten Eckpunkten des Aufrisses, also aus a′, b′, c′, d′, Projizierende nach O′; man erhält so auf B′ für jeden einzelnen Punkt des perspektivischen Bildes die Höhenlage, bezw. seinen Abstand von der Geraden (Grundlinie) gl.

Um also beispielsweise Punkt c″ zu bestimmen, errichte man aus 3″ eine Senkrechte, ziehe sodann die Projizierende c′O′ und trage den Abschnitt a′s von 3″ aus in 3″c″ auf; dann ist c″ das perspektivische Bild der Würfelecke (c, c′); auf gleiche Weise wurden alle übrigen Punkte des Bildes B″ gefunden*).

b) Ferner beachte man, daß (O, O′) gerade der Eckkante (a, a′) des Würfels gegenüber angenommen wurde**) und

*) Aus dem hier dargestellten Verfahren erklärt sich auch die Bedeutung des Wortes „Zentralprojektion", welches mitunter statt des Wortes „Perspektive" für diese Wissenschaft angewendet wird, indem hier der Punkt (O, O′) als das Projektionszentrum angenommen ist, in welchem alle Projizierenden sich vereinigen.

**) Dies geschah übrigens nur der Vereinfachung wegen und hätte (O, O′) ebensogut mehr nach der einen oder anderen Seite hin angenommen werden können.

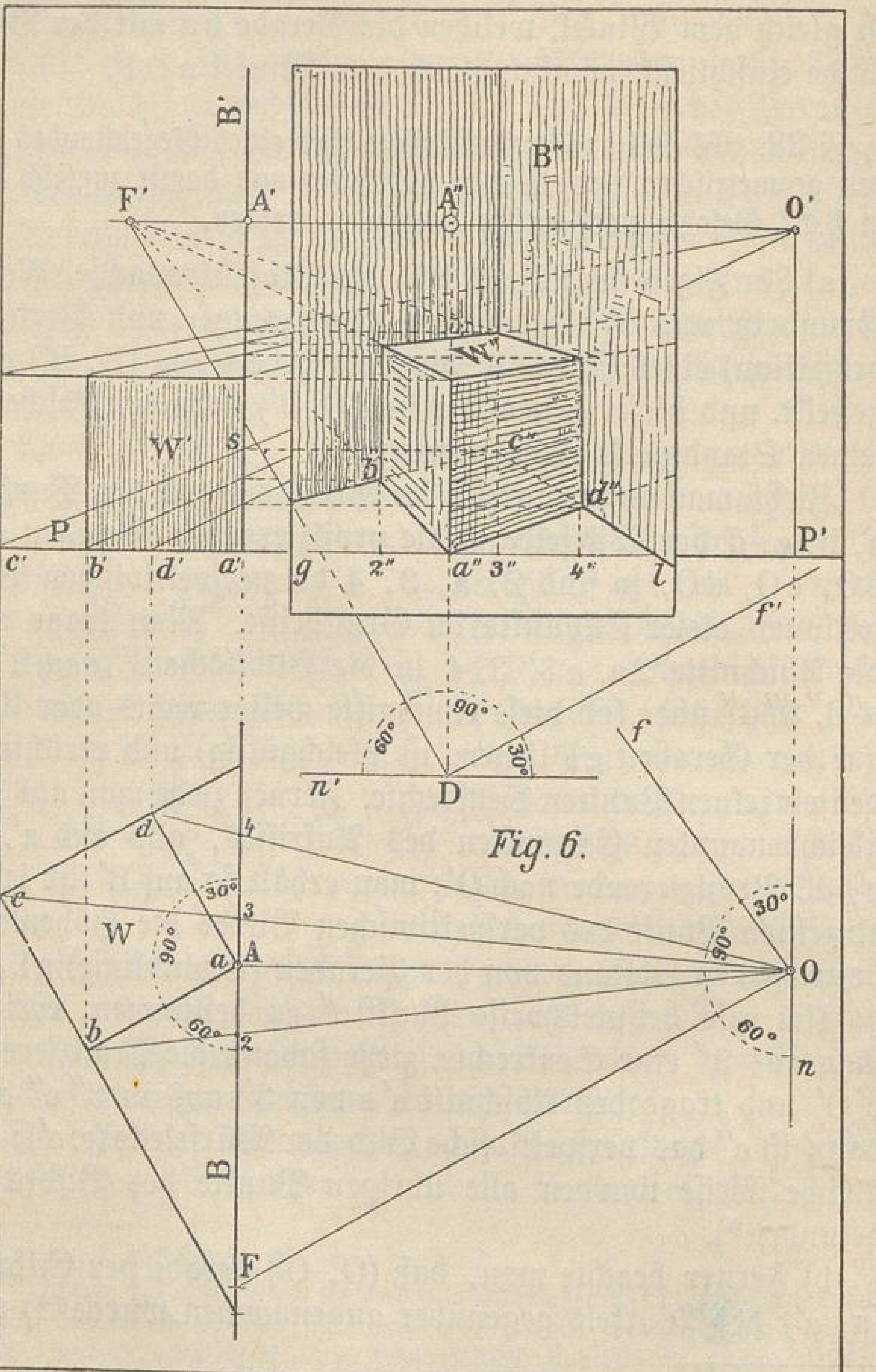


Fig. 6.

der Grundriß A des Augenpunktes deshalb mit der Ecke a zusammenfiel. Da nun P′O′ den Abstand des Auges von der Grundrißebene oder auch Grundebene darstellt, so folgt daraus, daß der Augenpunkt im Bilde B″ senkrecht über a″ nach A″ fallen und sein Abstand von der Grundlinie g l gleich der Höhe P′O′ sein mußte. Die durch A″ gehende Wagrechte ist der Horizont. Verlängert man nun die Basiskante a″b″ des Würfels bis zum Horizonte in F′, so ist F′ der Fluchtpunkt derselben, sowie aller nach links verlaufenden Würfelkanten. Trägt man jetzt die Strecke A″F′ im Grundrisse von A nach F und verbindet F mit O, so ist F O der Parallelstrahl zu a b und zu allen mit a b parallelen Geraden.

Zeichnet man Of parallel zu a d, so ist, wie leicht ersichtlich, dieses die Richtung des zweiten Parallelstrahles und der Winkel bei O ebenso wieder ein rechter, wie der Winkel a des Quadrates a b c d. Die Gerade Of entsprechend gegen den Grundriß der Bildfläche verlängert würde auf dieser den Abstand des zweiten Fluchtpunktes von dem Augenpunkte A ergeben, und dieser Abstand von A″ nach rechts auf den Horizont getragen würde den zweiten Fluchtpunkt für die Kanten a″d″, b″c″... des perspektivischen Bildes B″ ergeben haben. In Fig. 6 ist schließlich die Augendistanz (A O, A′O′)*) von A″ rechtwinklig zum Horizonte nach abwärts in A″D angetragen und F′ mit D verbunden worden, so daß nun Dreieck A″F′D kongruent dem Dreieck A F O ist.

Hätte man D f′ (rechtwinklig zu F′D) bis zum Horizont des Bildes B″ verlängert, so würde auch hierdurch der zweite Fluchtpunkt für die nach rechts laufenden Kanten**) a″d″, b″c″ .... des perspektivischen Bildes gefunden worden sein.

Bei der Betrachtung der Fig. 6 wird man leicht ersehen, daß auch die Winkel b A F und F O n im Grundrisse einander gleich und gleich dem Winkel F′D n′, hier z. B. gleich 60°, sind.

---

*) Vergl. § 27, Fig. 5.

**) Der Raum gestattet es hier nicht, diesen zweiten Fluchtpunkt anzugeben.

Um also die Richtungen der Würfelkanten (abgesehen von den Längen derselben) im Bilde B″ ohne Zuhilfenahme der geometrischen Projektionen in der gleichen Lage zu erhalten, hätte man, nachdem a″ als die erste Ecke, A″ als der Augenpunkt und A″D als die Augendistanz gegeben waren, lediglich in D an n′D denjenigen Winkel konstruiert (hier z. B. = 60°), unter welchem die Kante a″b″ zur Bildfläche, bezw. zu gl perspektivisch geneigt sein soll, und F′ wäre damit bestimmt gewesen; ebenso würde sich der Fluchtpunkt rechts durch die Verlängerung von Df′ auf dem Horizonte ergeben haben.

Zur Erklärung, wie die Perspektive eines Würfels aus seinen beiden geometrischen Projektionen abgeleitet werden kann, hätte das in § 28 unter a) Gesagte genügt. Indem wir aber unter b) den Gegenstand noch weiter verfolgt haben, sind wir, wenn auch auf etwas anderem Wege, zu dem gleichen Ergebnis gelangt, wie es in § 26 durch Lehrsatz V formuliert und in § 27 des weiteren erörtert wurde.

Weitere Erklärungen über Horizont, Augenpunkt, Distanz, Fluchtpunkt 2c.

Folgendes soll dem Leser noch einmal dasjenige vor Augen führen und ergänzen, was im Abschnitt I bisher erörtert wurde und für weiterhin von Belang ist.

§ 29. Der Horizont eines Bildes und seine Bedeutung für dasselbe.

1. Unter dem Horizont versteht man eine wagrechte Gerade, welche auf der Bildfläche die Höhe bezeichnet, in welcher das Auge des Beschauers vor derselben gedacht ist*),

*) Der Umstand, daß dies in Wirklichkeit bei Betrachtung eines Bildes selten der Fall ist, indem dasselbe z. B. meist höher angebracht ist, als der Beschauer seinen Standpunkt einnimmt, ändert so wenig etwas an dem Eindruck, den wir erhalten, als wir ja auch die in einem Bilde stehenden Figuren keineswegs als liegend betrachten, wenn die Zeichnung etwa auf einen Tisch gelegt wird. Wir verlangen von einem Bilde keine optische Täuschung, sondern nur, daß die perspektivische Einheit darin gewahrt bleibe, und können uns in diesem Falle leicht auf den gedachten Standpunkt des Zeichners versetzen.

oder auch den Schnitt einer durch das Auge gelegten, wagrechten, also zur Bildfläche rechtwinkligen Ebene.

2. Der Horizont ist die Grenzlinie einer weit ausgedehnten Ebene, oder des Meeres und der Luft. Unter dem Horizonte kann also keine Luft, über demselben keine Wasserfläche sichtbar sein.

3. Alle wagrechten, zur Bildfläche nicht parallelen Geraden haben ihre Flucht im Horizonte.

4. Von der Annahme des Horizontes ist der Eindruck, den ein Bild macht oder machen soll, vielfach abhängig; bei hoch angenommenem Horizont erhalten die Gegenstände mehr Aufsicht. Bei tiefem Horizont werden sich dieselben mehr verkürzen und die im Hintergrunde liegenden mehr verdeckt sein. Je nach dem Motiv, das dargestellt werden soll, kann er hoch oder niedrig angenommen werden, ohne daß dadurch die ästhetische Wirkung des Bildes beeinträchtigt wird. Ein dem Gegenstande nicht entsprechender, zu tiefer Horizont ist ebenso ein Fehler, wie ein zu hoher. Bei Darstellung einer niederen Bauernstube wird der Horizont im allgemeinen und im Verhältnis zur Bildhöhe jedenfalls höher liegen müssen als bei der Darstellung der Innenansicht einer Kathedrale oder eines sonstigen hohen Raumes. Eine bestimmte, für einzelne Fälle gültige Regel über die Annahme des Horizontes läßt sich überhaupt nicht aufstellen; es bleibt dies immer dem Geschmacke und der Intention des Künstlers überlassen.

§ 30. Der Augenpunkt und seine Bedeutung in Bezug auf den darzustellenden Gegenstand.

1. Der Augenpunkt bezeichnet diejenige Stelle auf dem Bilde, der gegenüber das Auge des Beschauers sich befindet oder gedacht ist. Der Augenpunkt liegt daher stets auf dem Horizont und ist durch diesen seiner Höhenlage nach bedingt.

2. Alle zur Bildfläche rechtwinkligen Geraden haben ihre Flucht im Augenpunkte (§ 24).

3. Der Augenpunkt soll im allgemeinen so ziemlich in der *Mitte der Bildbreite* liegen; indes können auch hier Gründe obwalten, welche eine nicht allzugroße Verschiebung nach der einen oder anderen Seite hin rechtfertigen. Dies trifft insbesondere bei der Darstellung von Gegenständen in sogen. gerader Ansicht (Frontstellung) zu, wenn man, wie z. B. bei Innenansichten, die eine oder die andere Seite der Architektur, um vielleicht eine monotone Symmetrie zu vermeiden, mehr hervorheben will. Auf keinen Fall aber darf der Augenpunkt allzusehr nach dem seitlichen Rande oder gar darüber hinausgerückt werden, weil dem Beschauer damit ein Standpunkt vor dem Bilde zugemutet würde, welchen er bei Betrachtung desselben sicher nicht einnehmen wird*).

4. Im allgemeinen läßt sich sagen: Da, wo der Künstler das Hauptmoment irgend einer Handlung hinverlegt, d. h. an derjenigen Stelle, an welche er vor allem das Auge des Beschauers fesseln will, bestimme er den Augenpunkt.

§ 31. Die Augendistanz und ihr Einfluß auf die Erscheinung der dargestellten Gegenstände.

1. Unter Augendistanz versteht man die kürzeste Entfernung des Auges von der Bildfläche (dem Augenpunkt).

2. Ihre Wahl ist von größtem Einfluß in Bezug auf die größere oder geringere Verkürzung der Gegenstände. Eine zu kurze Distanz giebt den gezeichneten Gegenständen ein verzerrtes, unschönes Aussehen, indes kann auch eine zu weite Distanz zum Fehler werden.

Man legt am besten diejenige Distanz zu Grunde, welche der Beschauer einnehmen wird, um das Bild *bequem* zu übersehen.

---

*) Man könnte hier einwenden, daß dies ja auch bezüglich der Höhenlage des Horizontes nicht der Fall ist. Allein hier verhält sich die Sache doch etwas anders. Ueber die höhere oder tiefere Placierung eines Bildes werden wir uns deshalb leichter hinwegsetzen, weil wir durch den Gebrauch des Aufhängens daran gewöhnt sind. Stets aber wird der Beschauer *vor die Mitte unter dem Bilde hintreten*, weil ihm hierzu in fast allen Fällen die Möglichkeit geboten ist. Wo in den folgenden Beispielen diese Regel nicht berücksichtigt wird, geschieht es nur zwecks der Deutlichkeit der dort vorkommenden Konstruktionen.

Um dieses gleichzeitige Ueberschauen zu ermöglichen, wird der Beschauer sich zum mindesten so weit von dem Bilde entfernen, als die größte Ausdehnung desselben nach Höhe oder Breite beträgt. Bei dieser Entfernung wird sich ein Sehwinkel von ungefähr 50° ergeben, wodurch also der größte Sehwinkel, mithin die kleinste Distanz bestimmt wird, welche bei perspektivischen Zeichnungen oder Bildern angenommen werden soll.

3. Eine Distanz, welche gleich ist der eineinhalb- bis zweimaligen Längen- oder Höhenausdehnung des Bildes, dürfte am meisten zur Anwendung kommen.

4. Eine bestimmte Regel, wie die Distanz in einzelnen Fällen angenommen werden soll, läßt sich auch hier nicht geben und zwar aus den gleichen Gründen, wie sie schon bei der Erklärung von Horizont und Augenpunkt angedeutet wurden. Uebrigens wird sich in der Folge ergeben, daß die Augendistanz sehr häufig indirekt, etwa durch die Annahme einer Verkürzung, oder einer bestimmten perspektivischen Winkelgröße bedingt wird.

5. Es sei hier noch ein Umstand erwähnt, welcher leicht zu Mißverständnissen bezüglich des Vorhergehenden führen könnte. Nämlich: Es giebt bekanntlich eine Grenze der Sehweite, d. h. eine Grenze, bis zu welcher ein Gegenstand von bestimmter Größe noch erkennbar ist, jenseit welcher er aber unserem Auge entschwindet*). Aehnliches ist auch der Fall, wenn wir einen Gegenstand zu nahe betrachten; seine Umrisse werden alsdann verschwommen und undeutlich, wie sich jeder beim Lesen eines Buches überzeugen kann.

Für ein gesundes, normales Auge ist nun diese Grenze des deutlichen Sehens in der Nähe auf 24 cm festgestellt worden. Bei einem Bilde, welches also zufällig diese Ausdehnung hätte, wäre der Abstand von 24 cm schon aus

*) Selbstverständlich ist diese Grenze nicht für jedes Auge gleich; für ein normales dürfte sie erreicht sein, wenn ein Gegenstand, z. B. ein Luftballon, 3000 mal so weit entfernt ist, als seine eigene Größe oder Ausdehnung beträgt, da in diesem Falle der Sehwinkel nur noch eine Bogenminute beträgt.

diesem Grunde die kleinste Distanz, welche angenommen werden dürfte.

Jedes Bild, dessen größte Ausdehnung weniger als 24 cm beträgt, kann dagegen als mechanische Verkleinerung eines gedachten oder vorhandenen Bildes betrachtet werden, wobei sich dann auch die betreffende angenommene Distanz des Originals mit verkleinert; in diesem Sinne können Bilder unter 24 cm Ausdehnung als Miniaturbilder bezeichnet werden.

§ 32. **Ueber den Fluchtpunkt (die Flucht) einer oder mehrerer Geraden.**

Man versteht darunter einen Punkt, in welchem das Bild einer unendlich langen Geraden ihre entfernteste sichtbare Grenze erreicht hat, bezw. in welchem alle in Wirklichkeit parallelen Geraden zusammenlaufen (konvergieren). Gerade, welche eine gemeinsame Flucht haben, sind im perspektivischen Sinne parallel.

§ 33. Alle horizontalen, unter sich parallelen Geraden haben ihre Flucht in einem Punkte des Horizontes, sofern sie nicht zur Bildfläche selbst parallel sind (vergl. § 19).

Alle von der Bildfläche ansteigenden Geraden haben ihre Flucht über, und alle von der Bildfläche abfallenden (nach abwärts geneigten) ihre Flucht unter dem Horizonte.

§ 34. **Ueber die Fluchtspur einer unbegrenzt gedachten Ebene.**

Unter der Fluchtspur (Flucht) einer Ebene versteht man eine Gerade, welche im allgemeinen eine beliebige Lage auf der Bildfläche einnehmen kann, je nachdem die betreffende Ebene wagrecht, bezw. senkrecht oder schief zur Bildfläche gedacht ist*).

---

*) So ist z. B. der Horizont die Fluchtspur für alle horizontalen Ebenen und eine durch den Augenpunkt senkrecht gezeichnete Gerade die Fluchtspur für alle zur Bild- und Grundfläche senkrechten Ebenen 2c. (siehe VIII. Abschnitt).

§ 35. Ueber perspektivisch gleiche Abschnitte auf Geraden, welche zur Bildfläche geneigt sind.

Auf allen Geraden, welche zur Bildfläche nicht parallel, zu derselben somit geneigt sind, erscheinen an sich gleiche Abschnitte ungleich groß oder verkürzt.

§ 36. Ueber gleiche Abschnitte auf Geraden, welche zur Bildfläche parallel sind.

Auf allen solchen Geraden können Maße in ihrem geometrischen Verhältnis angetragen werden; so ist z. B. jede Senkrechte und jede zum Horizont in Wirklichkeit geometrisch Parallele auch parallel zur Bildfläche, und gleiche Teile hierauf sind einander geometrisch gleich.

§ 37. Begriff von Grundebene oder Grundfläche.

Man versteht darunter meist eine horizontale, erste Ebene, auf welcher die Gegenstände stehen und auf welche sich die dabei vorkommenden Höhenmaße beziehen.

§ 38. Begriff von Grundlinie.

Man versteht darunter eine Gerade, welche sowohl der Bildfläche selbst, als auch einer gedachten, perspektivischen Ebene gleichzeitig angehört und auf welcher die für die perspektivische Zeichnung geltende Maßeinheit geometrisch angetragen werden kann. Gewöhnlich ist es eine im Vordergrunde parallel mit der Bildfläche, bezw. mit dem Horizont angenommene Gerade, weil in der Praxis die meisten Operationen bezüglich des Messens perspektivischer Linien in einer horizontalen Ebene (Plan) vor sich gehen *).

---

*) Obiger Erklärung zufolge kann jede Gerade, welche in der Bildfläche oder zu ihr parallel liegt, als eine Grundlinie betrachtet werden, gleichviel ob sie im übrigen senkrecht, wagrecht oder schief ist, und gleichviel, welche Lage die durch eine solche Grundlinie gedachte Ebene hat (vergl. § 145).

Zweiter Abschnitt.

Das Antragen und Halbieren perspektivischer Winkel. Messen und Teilen von perspektivischen Geraden.

---

§ 39. Antragen perspektivisch rechter Winkel in bestimmter Lage zur Grundlinie.

In Fig. 7 sei F F′ der Horizont, A der Augenpunkt und A D die in die Bildfläche umgelegte Augendistanz*); ferner sei a die Spitze eines in horizontaler Lage**) perspektivisch zu zeichnenden rechten Winkels, von welchem z. B. der eine Schenkel a F mit der Grundlinie g l einen Winkel von 60° einschließen soll.

Man zeichne in D eine zum Horizonte parallele Gerade D n, ferner D F unter dem Winkel von 60° zu D n, und verbinde a mit F; dann bildet a F mit a g bei a den perspektivischen Winkel von 60°. Nun konstruiere man in D die zu D F rechtwinklige Gerade D F′ und verbinde a mit F′; es ist dann F a F′ der verlangte perspektivisch rechte Winkel.

---

*) Der Kürze halber werden wir künftighin die Augendistanz einfach als Distanz bezeichnen.

**) Wenn hier und in den folgenden Abschnitten vom Antragen perspektivischer Winkel die Rede ist, so sind damit stets Winkel in horizontaler Lage gemeint, sofern nicht ein anderer Fall eigens betont ist. Im allgemeinen können nämlich an einem Punkt P einer gegebenen Geraden unendlich viele Rechtwinklige zu dieser Geraden gedacht werden, deren geometrischer Ort eine durch P gelegte und zur Geraden rechtwinklige Ebene ist.

§ 40. Auffindung der Distanz, wenn ein perspektivisch rechter Winkel seiner Erscheinung nach zuerst gegeben und der Augenpunkt bestimmt ist.

Angenommen, man hätte in Fig. 7 den Winkel FaF′ seiner Erscheinung nach zuerst als perspektivisch rechten bestimmt*), so wäre die Wahl des Augenpunktes, insofern es sich nur um den Winkel FaF′ als rechten handelt, innerhalb der Strecke FF′ freigestellt, man hätte also den Augenpunkt innerhalb FF′ (nur nicht mit F oder F′ zusammenfallend) beliebig annehmen können; wäre dies nun in A geschehen, so hätte man, um nachträglich die Distanz zu finden, über, bezw. hier unter FF′ als Durchmesser einen Halbkreis beschrieben, aus A die zum Horizont Rechtwinklige (AD) gezeichnet und den so erhaltenen Distanzpunkt D mit F und F′ verbunden**).

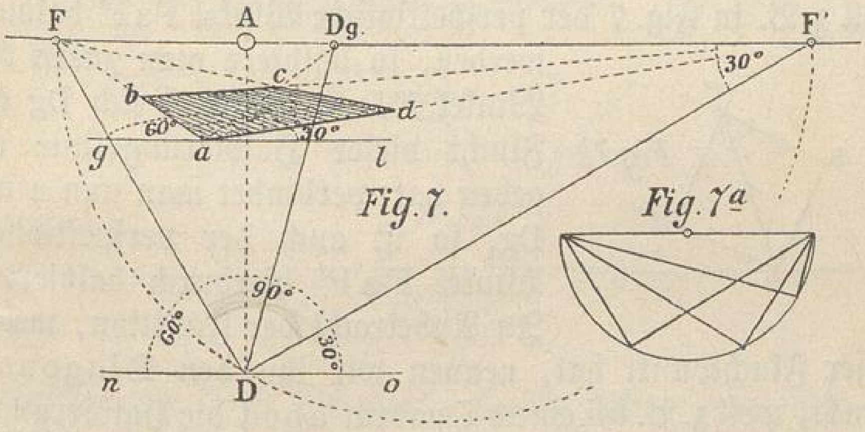


Fig. 7. Fig. 7a

§ 41. Es soll ein perspektivisch rechter Winkel in bestimmter Lage zur Grundlinie zuerst gegeben und hiernach Augenpunkt und Distanz gefunden werden.

Hätte man in Fig. 7 Winkel F a F′ als rechten und Winkel F′al als einen spitzen etwa gleich 30° angenommen,

*) Ein in der Praxis oft vorkommender Fall.

**) Das hier beschriebene Verfahren gründet sich auf den geometrischen Satz: „Alle Peripheriewinkel, deren Schenkel durch die beiden Endpunkte eines Durchmessers gehen, sind rechte Winkel“. Der Halbkreis ist also der geometrische Ort für alle rechten Winkel, welche hier unter FF′ gezeichnet werden können (siehe Fig. 7a).

so wäre damit sowohl die Lage des Augenpunktes, als auch die Distanz bedingt gewesen. Um beides zu finden, zeichne man F′D unter dem gedachten Winkel von 30° zum Horizont und beschreibe ferner den schon erwähnten Halbkreis, welch letzterer sodann die Gerade F′D in D schneidet. D ist der Distanzpunkt, und eine in D gegen den Horizont gezeichnete Senkrechte ergiebt auf diesem den Augenpunkt.

Aus der Betrachtung der Fig. 7 ergiebt sich nun leicht, daß Winkel F′Do gleich dem Winkel DF′A (als Wechselwinkel) ist, somit auch F′a mit al den perspektivischen Winkel von 30° einschließt.

§ 42. **Einen gegebenen perspektivischen Winkel zu halbieren oder sonstwie zu teilen.**

Man halbiere oder teile den betreffenden Winkel zuerst am Auge (also bei D) geometrisch. Soll z. B. in Fig. 7 der perspektivische Winkel FaF′ halbiert werden, so halbiere man zuerst den Winkel FDF′, wodurch sich Dg als Flucht dieser Halbierungslinie ergeben hat; verbindet man nun a mit Dg, so ist auch der perspektivische Winkel FaF′ hierdurch halbiert*). In Anbetracht der Funktion, welche dieser Fluchtpunkt hat, nennen wir ihn den Diagonalpunkt, weil z. B. bei einem Quadrat abcd die Halbierungslinie des rechten Winkels bei a zugleich die Diagonale des Quadrates bildet**).

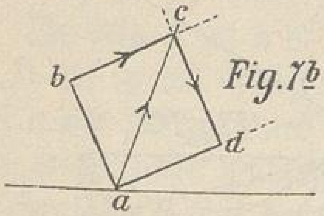


Fig. 7b

§ 43. **Antragen einer rechtwinkligen Horizontalen zu einer Geraden, welche zur Bildfläche parallel ist.**

In Fig. 8 sei gal die zur Bildfläche parallele Gerade; es ist dann aA, ebenso lA eine hierzu Rechtwinklige in der

---

*) Es wird leicht einzusehen sein, daß ebenso wie das Antragen, so auch das Halbieren der Winkel in Lehrsatz V enthalten ist.

**) Daß hier abcd wirklich ein Quadrat darstellt, wird unschwer zu erkennen sein, wenn man erwägt, daß aus dem beliebig angenommenen Punkt b die Gerade bc parallel zu ad (siehe Lehrsatz IV) und durch c die Gerade cd parallel zu ba gezeichnet wurde (vergl. Fig. 7b).

Horizontalebene, weil alle horizontal liegenden, zu g l rechtwinkligen Geraden zugleich auch winkelrecht zur Bildfläche stehen (siehe § 24).

§ 44. Halbieren der bei a liegenden Nebenwinkel.

Dies geschieht ebenso wie bei Fig. 7; das heißt, man halbiert zuerst die Nebenwinkel n D A, o D A, welche beide rechte sind, und erhält dadurch die Punkte D′, D″ als Diagonalpunkte. Die Geraden a D″ und a D′ halbieren somit die um a liegenden perspektivisch rechten Winkel. Man beachte, daß hier sämtliche Winkel, deren gemeinschaftlicher

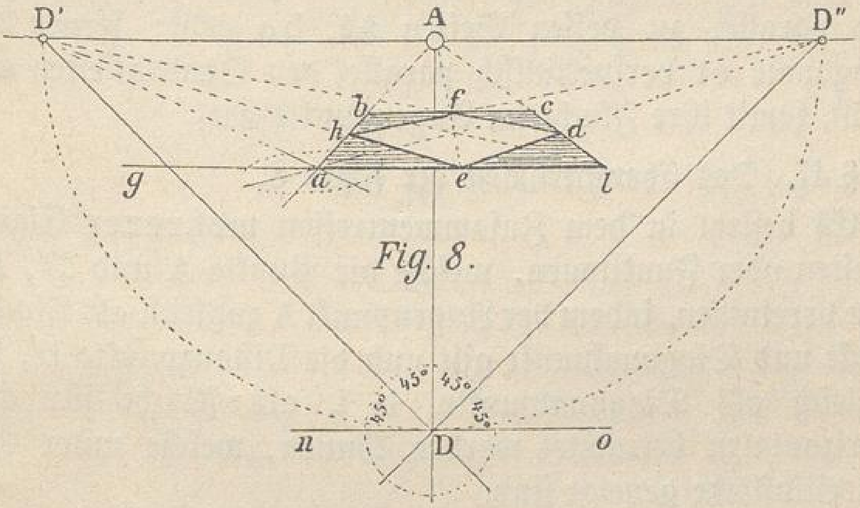


Fig. 8.

Scheitelpunkt D ist, die gleiche Größe haben, jeder also 45° beträgt, die Dreiecke D A D′, D A D″ somit gleichschenklig rechtwinklig sind und deshalb A D′ gleich A D″ gleich A D ist. Es fallen also die Diagonalpunkte D′, D″ hier mit den in den Horizont gelegten Distanzpunkten zusammen, weshalb wir sie in diesem Falle nicht mit Dg, sondern, als Umlegungen der Distanz, mit D′, D″ bezeichnet haben.

§ 45. Konstruktion eines horizontal liegenden Quadrates, wenn dessen Vorderseite zur Bildfläche parallel ist.

Ist in Fig. 8 a l die gegebene Seite, so zieht man von a und l nach dem Augenpunkte, ferner a D″, l D′, wodurch sich die rückwärts liegenden Eckpunkte c, b des Quadrates ergeben haben*).

§ 46. **In das gegebene Quadrat soll ein zweites in symmetrischer Ueberecklage einbeschrieben werden.**

Man halbiere a l in e, b c in f und ziehe durch e und f Gerade nach, bezw. aus D′ und D″; es ist dann e d f h das verlangte einbeschriebene Quadrat, dessen Seiten nun parallel den Diagonalen des ersten sind und dessen Ecken auf den Seitenmitten des ersten Quadrates liegen. Aus der Figur ist des weiteren zu ersehen, daß die Diagonale h d des innern Quadrates durch die perspektivische Mitte des ersten und parallel zu dessen Seiten a l, b c geht; ferner die Diagonale e f perspektivisch parallel den Quadratseiten a b, l c ist, somit ihre Flucht im Augenpunkte hat.

§ 47. **Das Charakteristische der Figur 8.**

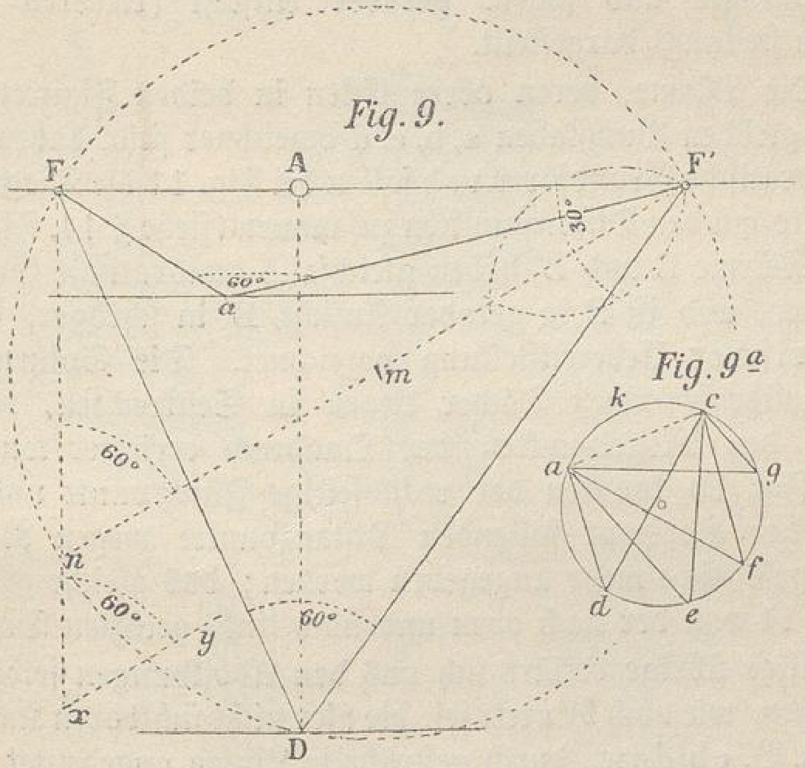
Es besteht in dem Zusammentreffen mehrerer Eigenschaften oder Funktionen, welche die Punkte A und D′, D″ hier vereinigen, indem der Augenpunkt A zugleich als Fluchtpunkt und Diagonalpunkt gilt und die Distanzpunkte D′, D″ zugleich als Diagonalpunkte, d. i. als Flucht für alle Horizontalen betrachtet werden können, welche unter 45° zur Bildfläche geneigt sind.

§ 48. **Ableitung der Distanz aus einem zuerst perspektivisch als spitz oder stumpf angenommenen Winkel und dem gleichfalls gegebenen Augenpunkt.**

Es sei F a F′ (Fig. 9) der perspektivisch beliebig gegebene Winkel, dessen Größe etwa 60° betragen soll; der Augenpunkt kann innerhalb F F′ etwa bei A beliebig angenommen werden; ist dies geschehen, so besteht nur noch die Aufgabe, über (bezw. hier unter) F F′ als Basis ein Dreieck zu konstruieren, dessen Spitze D dem Augenpunkt gegenüber liegt

*) Betrachtet man g a l als die Grundlinie, so ist a l zugleich auch die wahre Größe der Quadratseiten a b, b c, c l. Dieses Quadrat ist hier in sogen. gerader Ansicht (Frontlage) gezeichnet, während jenes in Fig. 7 eine sogen. schräge Ansicht (Ueberecklage) darstellt, wobei keine der Seiten in wahrer Größe erscheint.

und dessen Seiten hier den Winkel von 60° einschließen. Konstruiert man etwa F′n unter 30° und Fn rechtwinklig zum Horizont, so wird das rechtwinklige Dreieck FF′n bei n den Winkel von 60° einschließen; beschreibt man nun durch die Eckpunkte F′, F, n einen Kreis (dessen Zentrum m auf der Mitte der Hypotenuse liegt), so wird durch eine in A



rechtwinklig zum Horizont gezeichnete Gerade der Kreis in D geschnitten; D mit F und F′ verbunden ergiebt bei D wieder den Winkel von 60°*) und AD ist die gesuchte Distanz. Oder: man konstruiere, um zunächst das Dreieck FnF′ zu erhalten, in einem beliebigen Punkte der Senkrechten Fx den Winkel Fxy gleich 60° und ziehe aus F′ eine Parallele zu yx 2c.

*) Das Verfahren gründet sich auf den Satz der Geometrie: „In einem Kreise sind alle über dem gleichen Bogen (akc) stehenden Peripheriewinkel von gleicher Größe“ (siehe Fig. 9a: hier ist Winkel d = Winkel e = Winkel f 2c.).

Daß auch hier der Winkel F a F′ in gleicher Weise wie bei Fig. 7, § 39 und 42 angetragen und halbiert werden kann, braucht wohl nicht mehr besonders erwähnt zu werden.

§ 49. Veranschaulichung des in § 39—48 Gesagten durch ein paar einfache architektonische Motive.

In Fig. 10 und 11 ist das annähernd gleiche Motiv in schräger und sogen. gerader Ansicht (Ueberecks- und Frontstellung) dargestellt.

Die Türme, deren obere Ecken in beiden Figuren mit den gleichen Buchstaben a, b, c, d bezeichnet sind, haben eine quadratische Grundform und fallen bei Fig. 11 die Diagonalpunkte mit den Distanzpunkten zusammen (siehe § 44, Fig. 8). Die Türme B und B′ haben gleichfalls quadratische Grundformen, und ist B in gerader Ansicht, B′ in schräger, symmetrischer Ueberecksstellung gezeichnet. Die Spitzen der pyramidenförmigen Dächer liegen in Senkrechten, welche über den Mittelpunkten der Quadrate errichtet wurden. In Fig. 10 konnten der rechtsseitige Fluchtpunkt und die auf den Horizont fallenden Distanzpunkte wegen Raummangels nicht mehr angegeben werden; das gleiche gilt bei Fig. 11 von der nach oben und nach links gelegten Distanz.

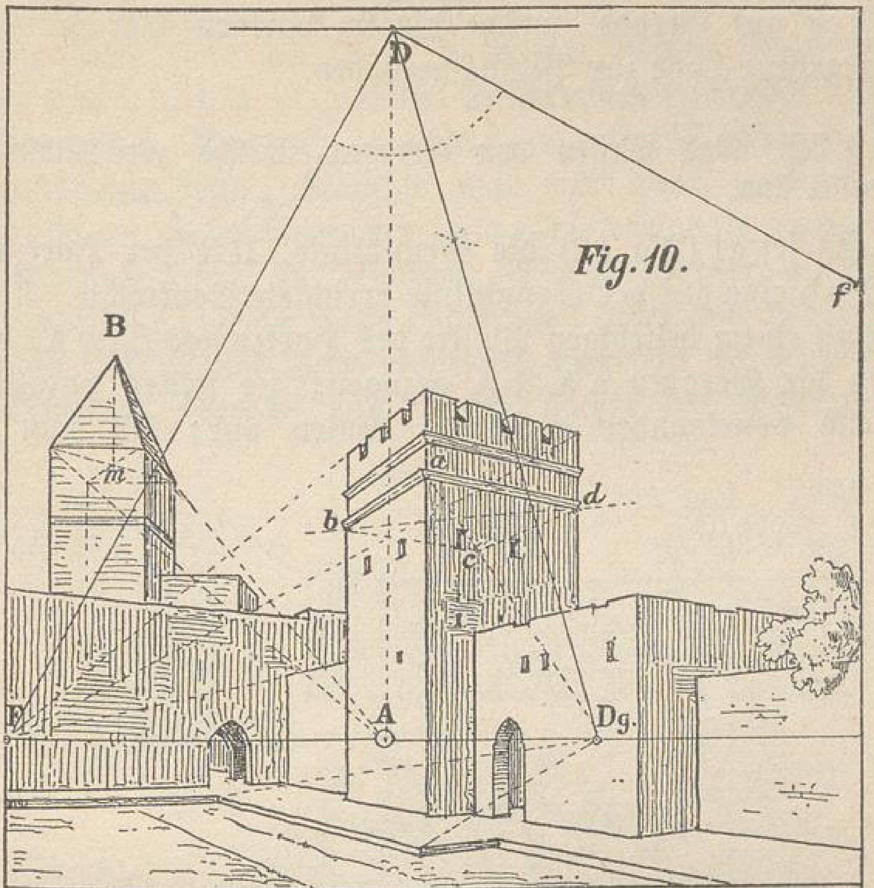
Alles übrige erklärt sich aus den Abbildungen selbst, in welchen, wie noch bemerkt sei, die hier nicht sichtbaren Kanten, wie z. B. c b, d c ꝛc., durch gestrichelte Linien angedeutet sind.

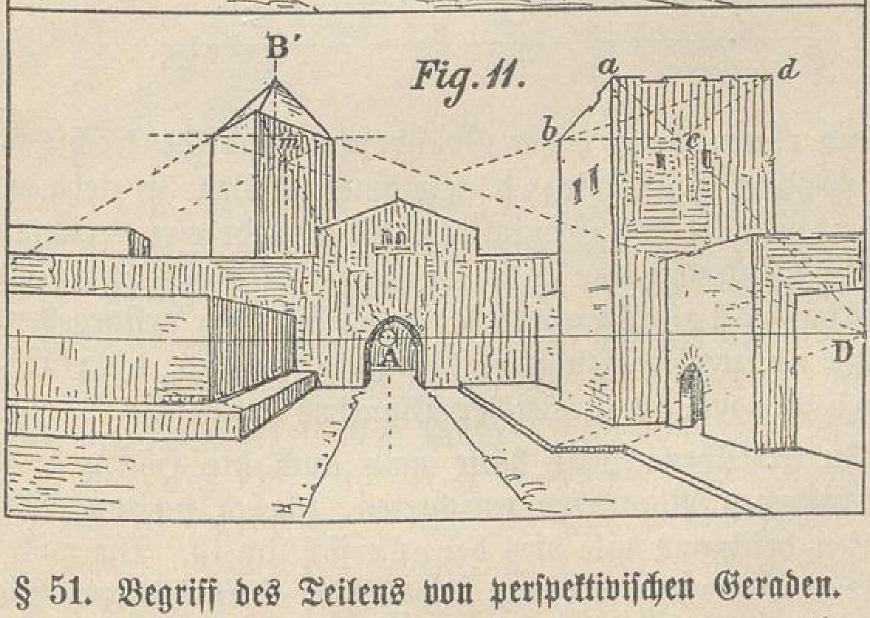
Das Messen und Teilen von perspektivischen Geraden.

§ 50. Begriff des Messens von perspektivischen Geraden.

Unter Messen versteht man das Antragen bestimmter, anfänglich gegebener, geometrischer Maße auf perspektivische Gerade, welche entweder:

1. zur Bildfläche parallel in verschiedenen Abständen (Plantiefen) von derselben sich befinden, oder:
2. zur Bildfläche geneigt sind, also gegen einen Fluchtpunkt verlaufen.





§ 51. Begriff des Teilens von perspektivischen Geraden.

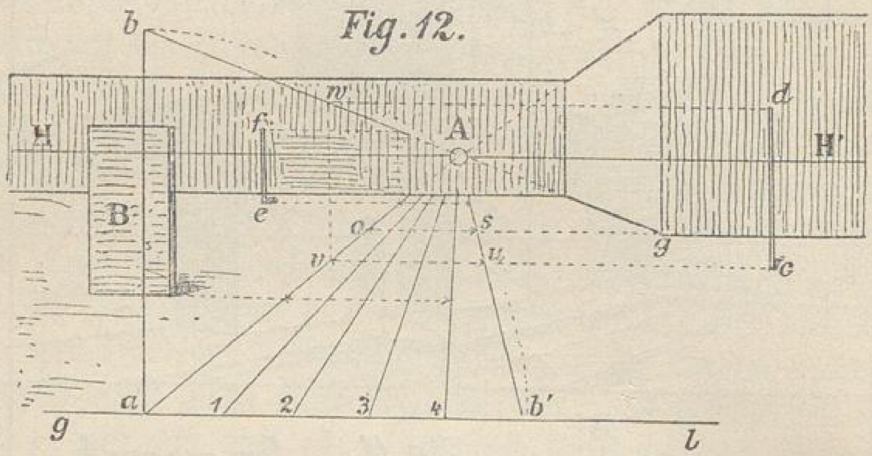
Man versteht darunter das Uebertragen von gegebenen, gleichen, ungleichen oder proportionierten Teilverhält=

nissen auf Gerade, welche die im vorigen Paragraphen angegebene Lage zur Bildfläche haben.

§ 52. **Das Messen von Geraden, welche zur Bildfläche parallel sind.**

Es sei gl (Fig. 12) die Grundlinie, HH′ der Horizont und ab eine auf der Grundlinie errichtete Senkrechte. Nach irgend einem beliebigen Punkte des Horizontes (hier A) hat man die Geraden aA, bA gezogen; sie stellen parallele (gleich voneinander entfernte) Linien vor; soll nun in

Fig. 12.

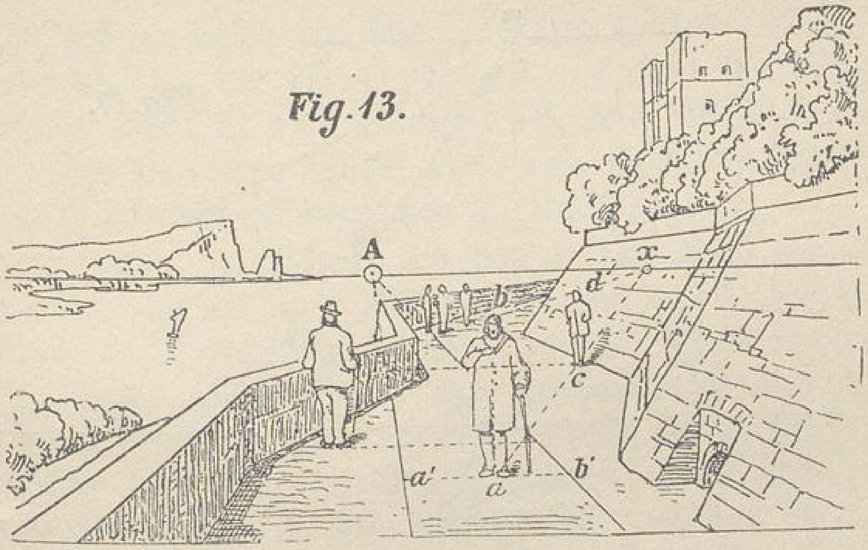


irgend einem Punkt c der Grundebene eine Senkrechte von der gleichen Höhe wie ab gezeichnet werden, so ziehe man aus c, parallel der Grundlinie, die Gerade cv, errichte in v eine Senkrechte vw und trage vw von c aus in cd auf; es ist dann cd gleich vw und deshalb gleich der erstgegebenen Größe ab, weil vw zwischen den Parallelen aA, bA parallel zu ab und wie cd in gleicher Plantiefe liegt.

In derselben Weise hätte man auch die Höhen der in verschiedenen Plantiefen errichteten, gleich hohen Senkrechten bestimmt, wie dies bei ef ersichtlich ist. Die nach A laufenden Geraden aA, bA bilden hier einen Höhenmaßstab für alle Plantiefen. Dieselbe Aufgabe kann indes auf folgende Art kürzer gelöst werden.

Legt man ab in die Grundlinie, z. B. nach ab′, nieder und zieht aA, b′A, so ist vu dieselbe Größe wie vw, weil aA, b′A in gleichen Entfernungen parallel liegen wie aA, bA. Dadurch aber, daß man den Maßstab in die Grundebene legte, brauchte man nur durch c die eine Gerade cv zu zeichnen, um in uv die verlangte, in c aufzutragende Höhe zu erhalten. Werden ferner auf der Grundlinie gl gleiche Teile angetragen (oder, wie hier z. B., ab′ in fünf gleiche Teile eingeteilt) und von den einzelnen Teilpunkten Gerade nach einem Punkt des Horizontes

Fig. 13.



(hier A) gezogen, so ist damit ein Maßstab für alle Plantiefen gegeben, wenn man die Abschnitte a 1, 1 2, . . . als irgend welche Maßeinheiten, Fuß, Meter oder dergl., betrachtet. Angenommen, es wäre ab′ gleich 5 Fuß, so hätte auch jede der Senkrechten, wie ab, vw, cd, ef, 5 Fuß Höhe, die bei g gezeichnete Mauer hätte eine Höhe von 10 (= 2 mal os) und das bei B in Frontansicht aufgestellte Rechteck eine Breite von 2 und eine Höhe von 4 Fuß.

§ 53. In Fig. 13 ist die Verwendung des Höhen-, Tiefen- oder Breitenmaßstabes bei dem Antragen gleicher Figurengrößen veranschaulicht; ab war die gegebene Höhe der ersten Figur und eine weitere Figurenhöhe cd konnte entweder mittels des in der Straßenebene liegenden Maßstabes a′A, b′A, oder auch dadurch gefunden werden, daß man durch die Fußpunkte a, c eine Gerade bis zum Horizont in x, sodann bx zeichnete und damit in d den Scheitelpunkt der zweiten Figur bestimmte. Es sei hier noch bemerkt, daß Maßstab a′Ab′ nur für die Ebene Geltung hat, in welcher die Figuren stehen, also für die bedeutend niederer, d. i. unterhalb der Straßenebene gedachte Wasserfläche nicht verwendet werden dürfte.

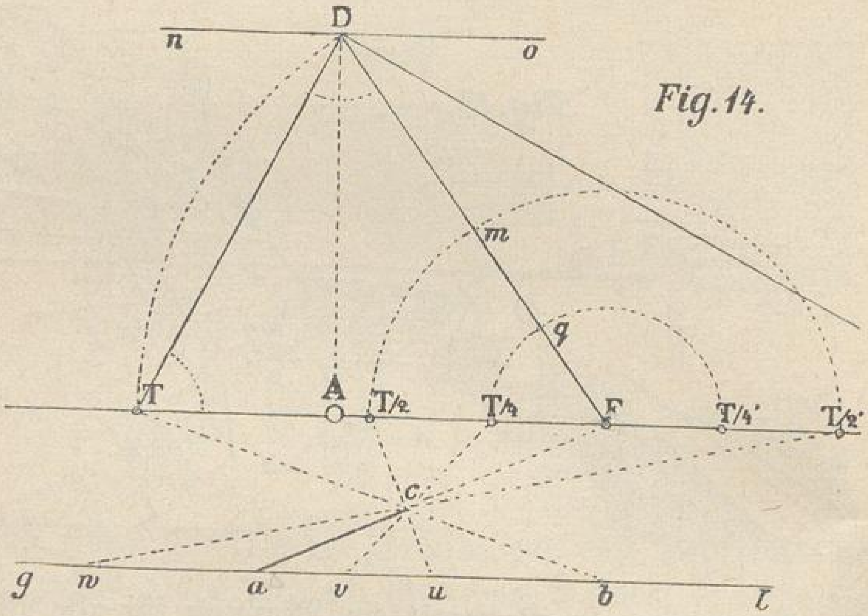


Fig. 14.

§ 54. Messen von Geraden, welche zur Bildfläche geneigt sind.

In Fig. 14 sei aF die gegebene Gerade, A der Augenpunkt und AD die Distanz; auf aF soll von a aus eine auf der Grundlinie gl gegebene, geometrische Größe ab perspektivisch übertragen werden.

Man ziehe FD und trage die Länge FD von F aus nach links oder rechts auf den Horizont, hier in FT, an. Zieht man nun von b nach T eine Gerade, welche aF in c schneidet, so ist ac perspektivisch gleich der Größe ab. Hierbei ist nun FD der in die Bildfläche nach oben umgelegte

Parallelstrahl zu aF und die Strecke DF gleich der Entfernung des Auges vom Fluchtpunkte F, welch letztere von F nach T in den Horizont gelegt wurde. Damit ist also FDT ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Spitze in F liegt, dessen Basis DT ist und dessen Schenkel die Geraden FD, FT sind.

Da nun nach § 19 und 20 die Gerade aF mit DF, die Gerade bT mit DT und die Gerade ab mit FT parallel ist, so folgt daraus, daß das Dreieck abc ähnlich dem geometrischen Dreieck FTD, somit wie dieses gleichschenklig ist*).

In dem perspektivisch gleichschenkligen Dreieck abc ist a die Spitze, bc die Basis und ab, ac sind die beiden Schenkel; somit ist auch Winkel cab gleich Winkel DFT, ferner sind die beiden Winkel abc, acb gleich den Winkeln FDT, FTD des geometrischen Dreiecks**).

Hätte man die Strecke ab von a nach links auf die Grundlinie in ab′ und FD von F nach rechts auf den Horizont in T′ angetragen und b′ mit T′***) verbunden, so wäre damit gleichfalls aF in c geschnitten worden und das stumpfwinklige, gleichschenklige Dreieck b′ac dem geometrischen Dreieck T′FD ähnlich gewesen; denkt man sich AD wieder räumlich, also perpendikulär vor dem Augenpunkte in AO†) aufgestellt (vergleiche § 27 Fig. 5), so erhellt, daß OF (=DF) die Entfernung des Auges von F und DF dessen Umlegung in die Bildfläche ist; demgemäß könnte FT als die in den Horizont gelegte Distanz für F gelten und, da T zugleich die Funktion des Messens oder Teilens für die nach F laufenden Geraden hat, FT als Maß- oder Teildistanz für aF bezeichnet werden. Da indes diese

*) Zwei Dreiecke sind ähnlich, wenn ihre Seiten paarweise parallel liegen; oder auch, wenn die Winkel des einen Dreiecks einzeln gleich sind den Winkeln des anderen Dreiecks.

**) Vergleiche § 19, 20, 26, Lehrsatz IV und V.

***) Die Punkte b′ und T′ sind hier Raummangels wegen nicht angegeben.

†) O bedeutet, wie schon früher erwähnt, den Ort des Auges vor der Bildfläche.

Bezeichnung leicht zu Verwechslungen mit der schon öfters erwähnten Augendistanz führen könnte, so benennen wir T einfach seiner Funktion gemäß als Meß- oder Teilungspunkt.

Fassen wir das hier Gesagte in Folgendem noch einmal kurz zusammen:

§ 55. 1. Das Uebertragen einer geometrischen Größe auf einer zur Bildfläche geneigten perspektivischen Geraden geschieht mittels des betr. Teilungspunktes.

2. Unter dem Teilungspunkt einer Geraden versteht man einen Punkt (T), dessen Entfernung (FT) auf der Bildfläche von der Flucht (F) dieser Geraden gleich ist der Entfernung des Auges von dieser Flucht, d. i. gleich der Strecke DF (siehe Fig. 14 S. 40).

3. Für horizontale Gerade wird der zugehörige Teilungspunkt stets auf dem Horizont angenommen.

§ 56. Verfahren, wenn der Teilungspunkt wegen Raummangels auf dem Bilde nicht mehr angegeben werden kann*).

Gesetzt, T fiele hier außerhalb des verfügbaren Raumes, so hätte man die Hälfte, ein Viertel, oder sonst einen Bruchteil der Strecke FD, von F aus auf den Horizont getragen, ebenso von a aus die Hälfte, ein Viertel, oder sonst einen Bruchteil des ursprünglichen Maßes ab angetragen und die entsprechend gleichartig liegenden Punkte miteinander verbunden.

Man halbiere z. B. bei Fig. 14 FD in m, trage Fm in $FT/_2$ an, ebenso halbiere man ab in u und ziehe u $T/_2$; dann ist ac gleich zweimal au, also gleich ab; oder: man trage $^1/_4$ FD in $FT/_4$ an, mache ebenso av gleich $^1/_4$ ab und verbinde v mit $T/_4$; dann ist ac gleich viermal av, mithin wieder gleich ab. In gleicher Weise hätte man die Konstruktion mit $^1/_3$, $^2/_3$ 2c. von FD und ab ausführen können.

*) Ein in der Praxis oft vorkommender Fall.

Der Beweis für dieses Verfahren ist aus Fig. 14 selbst zu ersehen, wenn man den Linienzug FTbaF als rein geometrische Figur betrachtet. Der Klarheit halber sei jedoch diese Figur hier separat gezeichnet. Wie nun daraus ersichtlich, werden die Parallelen tf, ab (Fig. 14a) im gleichen Verhältnis geschnitten, wenn man durch einen beliebigen, zwischen den Parallelen liegenden Punkt c Gerade zieht*), so daß also hier die Proportion au:ub = f t′ : t′ t, oder: av : vb = f t″ : t″ t besteht 2c.

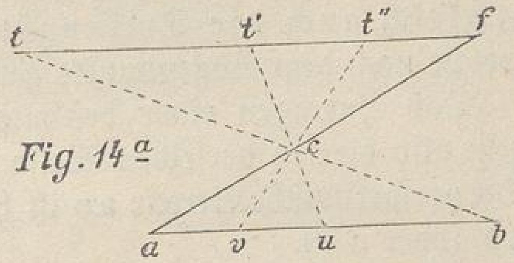


Fig. 14a

§ 57. Messen von Geraden, welche im Augenpunkte ihre Flucht haben.

Es verhält sich dabei genau so wie bei Fig. 14. Da nämlich hier (Fig. 15) der Augenpunkt zugleich Flucht

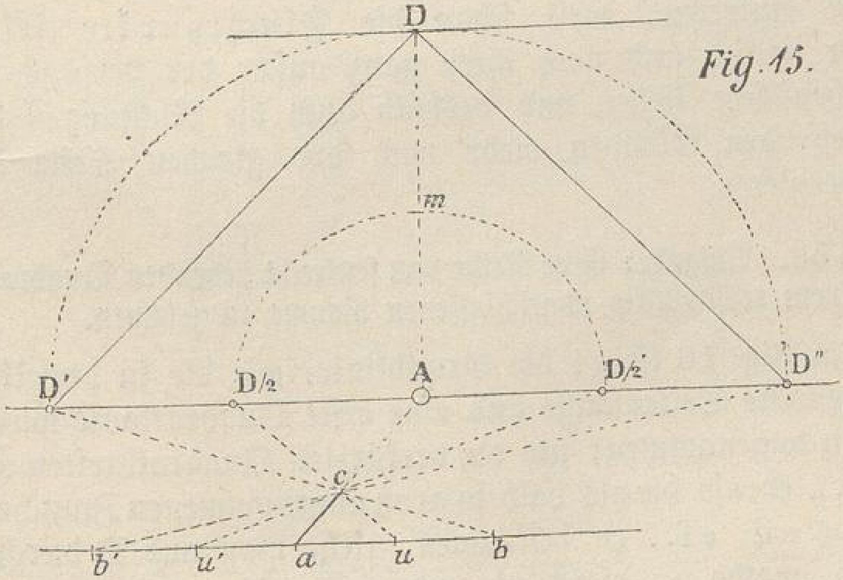


Fig. 15.

der Geraden ac ist, so folgt daraus, daß die Entfernung des Auges von diesem Fluchtpunkte (A) zugleich die kürzeste

*) Das wäre übrigens auch der Fall, wenn c außerhalb der Parallelen läge.

von der Bildfläche, mithin der Augendistanz oder kurzweg der Distanz AD gleich ist.

Trägt man daher AD von A aus nach D′ und D″, so sind hier die in den Horizont umgelegten Distanzpunkte zugleich auch die Teilungspunkte für alle Geraden, welche nach dem Augenpunkte gehen.

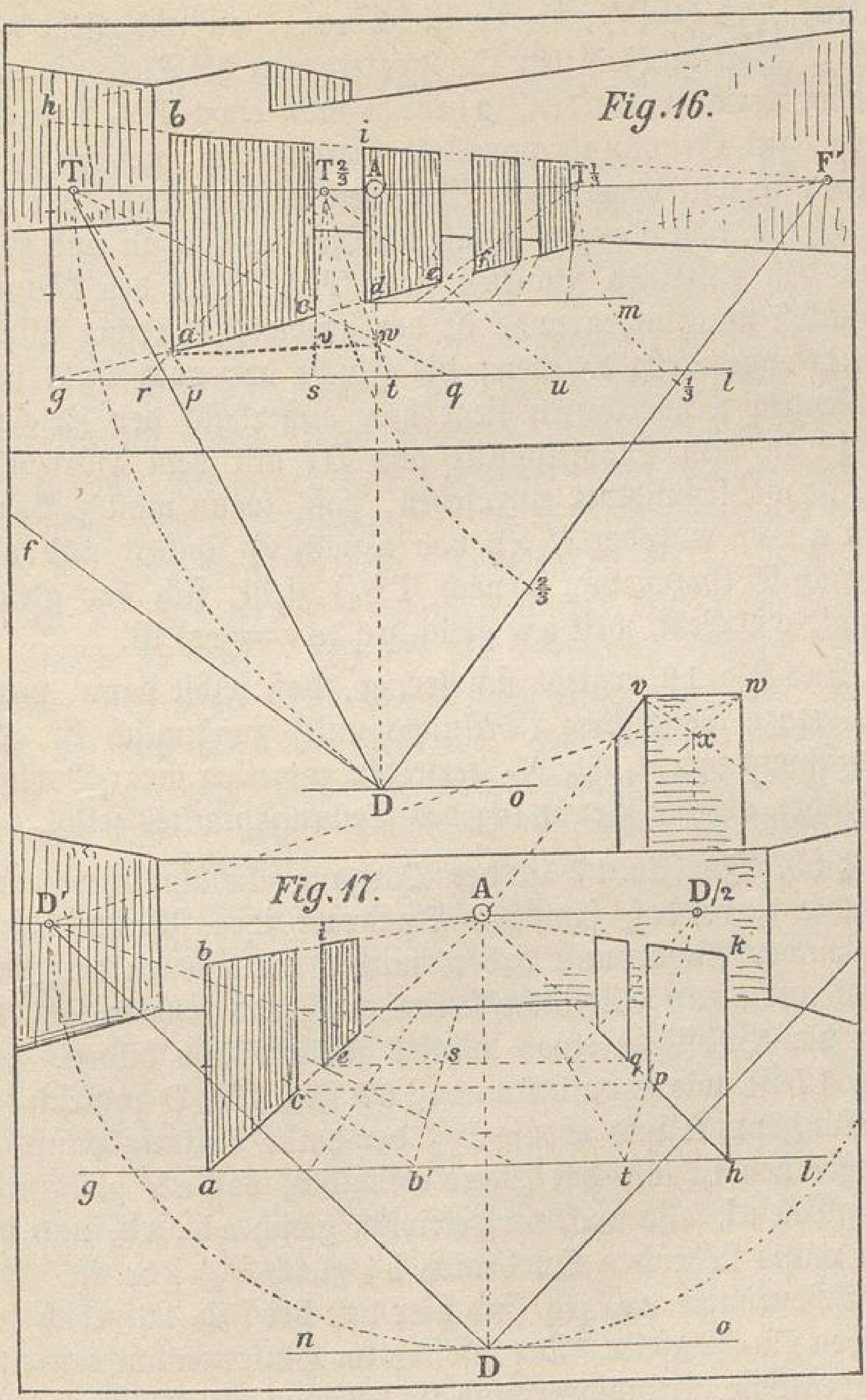
Das Antragen einer bestimmten Größe ab (oder ab′) geht also hier in derselben Weise vor sich wie bei Fig. 14. Die perspektivische Strecke ac ist hier gleich der geometrischen ab (oder ab′).

Bei dem Messen von Geraden, welche im Augenpunkt ihre Flucht haben, kann die Verwendung bald des einen, bald des andern Distanzpunktes D′ oder D″ vorteilhafter sein, je nachdem eine nach dem Augenpunkte gehende Gerade sich mehr von links nach rechts oder von rechts nach links darstellt; so hat z. B. in Fig. 15 die Hilfslinie bD′, bezw. $uD/_2$ den Schnittpunkt c sicherer und genauer ergeben, als die Hilfslinien in entgegengesetzter Richtung.

Bei Fig. 14 dagegen kann dieser Fall deshalb nicht leicht eintreten, weil schon die Fluchtpunkte selbst mehr seitlich und noch öfter ganz außer der verfügbaren Zeichenfläche liegen und deshalb auch die Richtungen der betreffenden Geraden mehr nach der gleichen Seite hin konvergieren.

§ 58. **Aufgabe: Eine Reihe von senkrecht stehenden Quadraten in einem rechtwinklig abgeschlossenen Raume zu zeichnen.**

In Fig. 16 ist gl die Grundlinie, gh die in derselben aufgestellte Seitenlänge und eine erste Quadratkante wurde in ab angenommen; um die verkürzten Quadratbreiten ac, de..., ebenso die als halb so groß angenommenen Zwischenräume cd, ef.. zu bestimmen, ziehe man aus T durch a bis p, mache pq gleich gh und ziehe qT; es ist dann ac gleich gh; die Höhen sämtlicher in einer Fluchtrichtung stehenden Quadrate sind durch die Parallelen gF′, hF′ erhalten worden. Da hier von q nach rechts hin auf der Grundlinie



die wahren Größen Raummangels wegen nicht mehr angetragen werden können, so ziehe man aus T $^2/_3$ durch a bis r, mache rs gleich $^2/_3$ gh und ziehe sT $^2/_3$; ferner trage man st gleich $^1/_2$ rs ($= ^1/_3$ gh), tu gleich rs... an und ziehe nach T$^2/_3$. Soll die Zahl der Quadrate gegen die Tiefe hin noch weiter vermehrt werden, so benütze man etwa T$^1/_3$ und eine neue, zur Grundlinie parallele Gerade dm, nehme $^1/_3$ di, ferner $^1/_6$ di, trage diese Abschnitte alternierend, d. i. abwechselnd, von d gegen m auf die Gerade dm an und ziehe von den einzelnen Punkten nach T$^1/_3$. Für den Mauerabschluß im Hintergrunde ist der geometrisch rechte Winkel bei D angetragen worden; die Flucht der nach links verlaufenden Mauerkanten liegt hier außerhalb der Zeichenfläche in dem Schnittpunkte von Df mit dem Horizonte. Es ist wohl unschwer einzusehen, daß, wenn man z. B. ab von a nach w (oder $^2/_3$ ab von a nach v) umlegt und von w nach T (bezw. von v nach T$^2/_3$) zieht, sich der gleiche Punkt c ergiebt, weil aw gleich pq (av = rs) ist.

Aus Fig. 16 ergiebt sich ferner, daß selbst dann, wenn die ganze Teildistanz (Teilungspunkt) zugänglich ist, die Benützung von $^1/_2$, $^2/_3$, $^1/_3$ derselben zuweilen mehr Vorteile gewährt, als die Benützung des Teilungspunktes selbst.

§ 59. In Fig. 17 ist der Vorgang ein ähnlicher; man beachte nur, daß sämtliche Quadrate ihre Fluchtrichtung gegen den Augenpunkt haben, mithin die Ebenen derselben winkelrecht zur Bildfläche stehen, während jene in Fig. 16 mit der Bildfläche einen Winkel gleich F′Do bilden. In Fig. 17 ist, wie schon bekannt (§ 57 Fig. 15), D zugleich der Teilungspunkt und ebenso D/$_2$ der halbe Teilungspunkt*); desgleichen ist aus der Figur ersichtlich, daß ab′ gleich ab, es gleich ei, also auch perspektivisch gleich ab′, ab, und bei den rechts stehenden Quadraten ht gleich $^1/_2$ hk ꝛc. ist. Die Zwischenräume ce, pq sind hier wie bei Fig. 16 gleich der halben Quadratseite. Der Pfosten im Hintergrunde hat eine quadratische Grundform, und ist daher wx gleich wv ꝛc.

*) Man verzeihe den Ausdruck „halber Teilungspunkt", der zwar nicht korrekt ist, aber immerhin die Funktion dieses Punktes am treffendsten und kürzesten bezeichnet.

§ 60. Aufgabe: Es sollen in der Grundebene zwei Würfel von perspektivisch gleicher Größe, sowie im Hintergrunde eine Mauer und die Hauptform eines einfachen Gebäudes dargestellt werden.

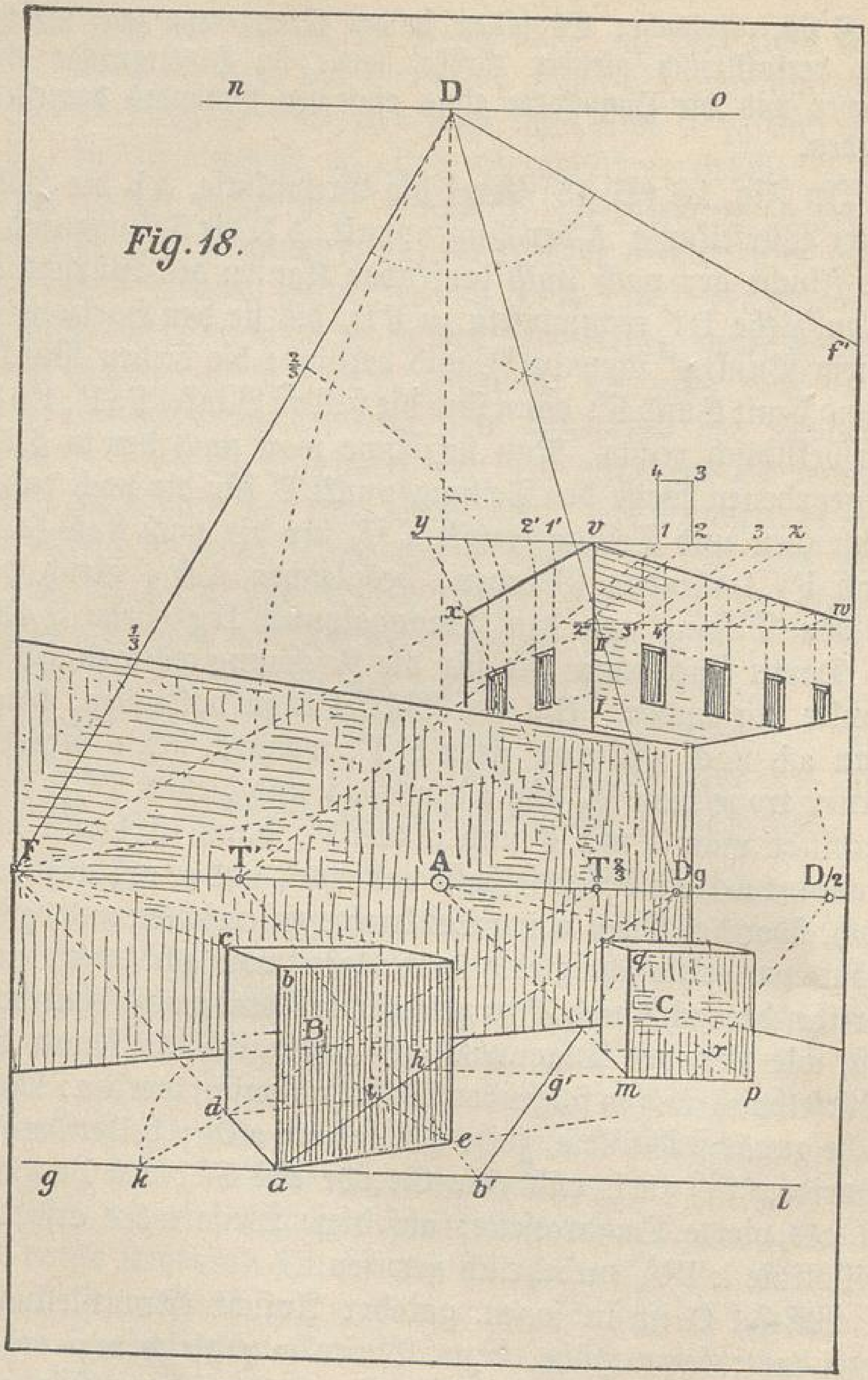
In Fig. 18 (S. 48) ist g l die Grundlinie, a b die Höhe einer Würfelkante, A der Augenpunkt, A D die Distanz und F die Flucht der nach links laufenden Kanten des Würfels B. Man ziehe D f′ rechtwinklig zu F D, bis sie den Horizont in einem Punkt F′ schneidet*), und verbinde die beiden Punkte a und b mit F und F′; dann sind die beiden Winkel F a F′, F b F′ perspektivisch rechte. Nun bestimme man nach der in § 54 angegebenen Weise den Teilungspunkt T′ für die nach rechts laufenden und Teilungspunkt $T\,^2/_3$ für die nach links (also nach F) laufenden Geraden; desgleichen $AD/_2$ gleich der halben Distanz und den Diagonalpunkt D g (siehe § 42).

Damit sind dann alle für die Zeichnung nötigen Hilfspunkte vorhanden. Um den Würfel B zu vollenden, trage man a b nach a b′ und ziehe b′ T′, wodurch sich e ergiebt; ferner trage man $^2/_3$ von a b nach a k und ziehe $k\,T^2/_3$; nun verbinde man e mit F und d mit F′, dann ist damit das Quadrat a d i e als Würfelbasis vollendet, und es erübrigt nur noch, über den Ecken e, i, d Senkrechte zu errichten und deren Höhe perspektivisch gleich derjenigen von a b durch entsprechende nach F und F′ zu zeichnende Gerade abzuschneiden. Ist, wie hier, der Diagonalpunkt zugänglich, so konnte die Würfelbasis auch in folgender Weise konstruiert werden: Man suche zunächst Punkt e, ziehe e F, sodann a D g; beide Gerade schneiden sich in i, und eine Gerade aus F′ durch i ergiebt i d als vierte Quadratseite; auf diese Weise wäre also die Hilfslinie $k\,T^2/_3$ entbehrlich gewesen.

Würfel C ist in sogen. gerader Ansicht (Frontstellung) gezeichnet; seine Höhe, bezw. Breite m q gleich m p ergab sich, nachdem m als die links liegende vordere Ecke angenommen war, in g′ h durch Ziehen der zu g l parallelen

---

*) Fluchtpunkt F′ konnte hier nicht mehr angegeben werden; derselbe liegt rechts außerhalb des Zeichenformates.

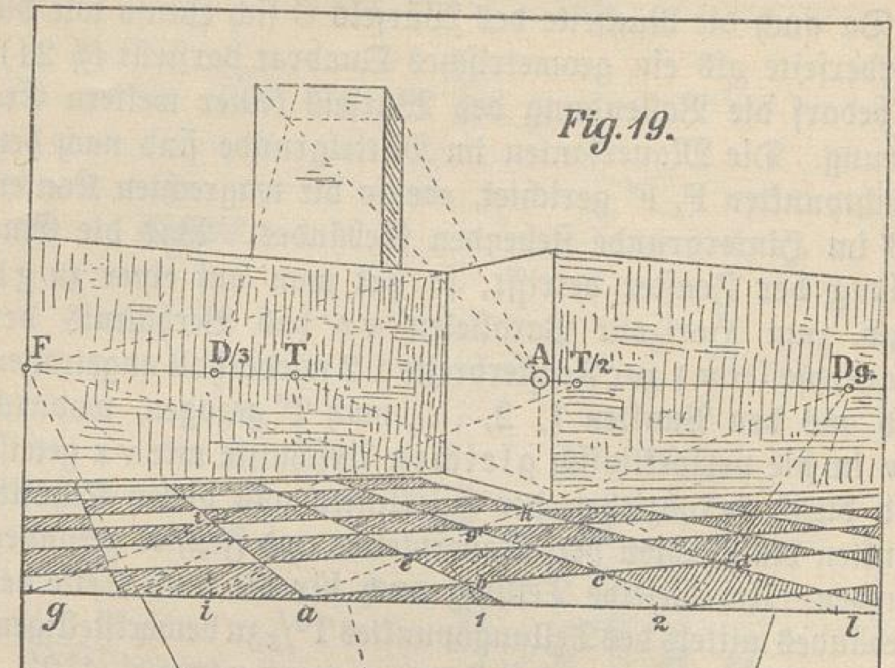


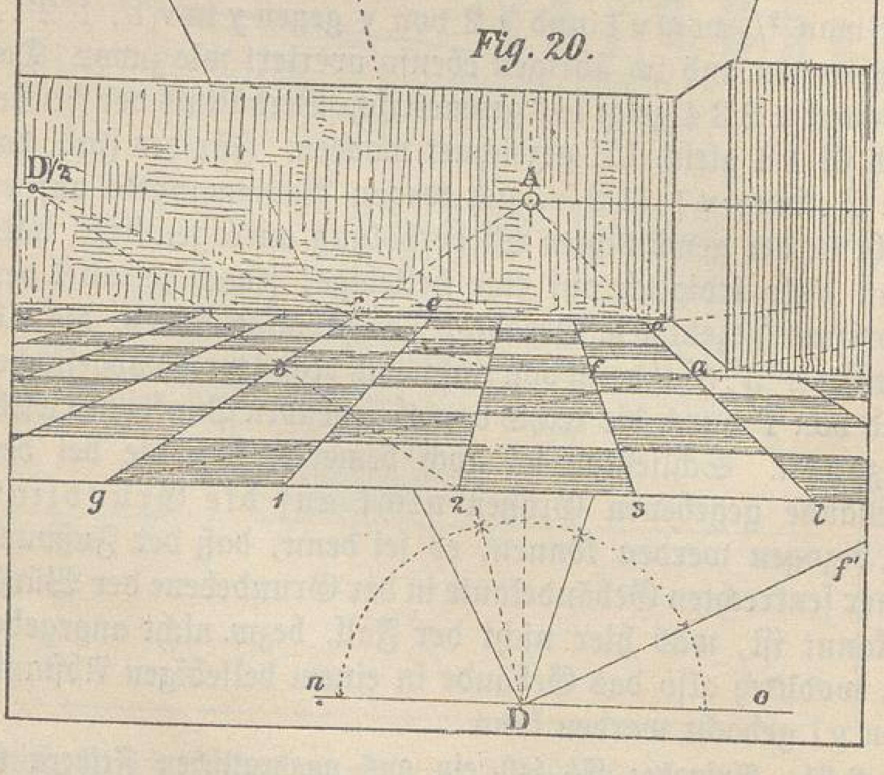
Geraden m h; g′h (= a b′ = a b) ist die in m q und m p anzutragende Größe der Würfelkanten (siehe § 52). Die Verkürzung einer Kante p r wurde mittels der halben Distanz gefunden (vergl. § 59 Fig. 17).

Da auch die Rückseite des Würfels C sich ebenso wie die Vorderseite als ein geometrisches Quadrat darstellt (§ 21), so bedarf die Vollendung des Würfels keiner weitern Erklärung. Die Mauerkanten im Mittelgrunde sind nach den Fluchtpunkten F, F′ gerichtet, ebenso die wagrechten Kanten des im Hintergrunde stehenden Gebäudes. Was die Einteilung der Fenster betrifft, so hat man auf einer zu gl, bezw. zum Horizont Parallelen vz das Verhältnis der Mauerpfeiler v 1 zur Fensterbreite 1 2 wiederholt angetragen und aus den Punkten 1, 2, ... nach T′ gezogen, wodurch vw in die perspektivisch gleichen Abschnitte wie vz geteilt und durch Herabziehen der Hilfslinien aus diesen Schnittpunkten die Breiten der Mauerpfeiler und Fenster gefunden wurden. Um dieselbe Teilung auch für die linke Seite des Gebäudes mittels des Teilungspunktes $T^2/_3$ zu bewerkstelligen, hat man $^2/_3$ von v 1 und 1 2 von v gegen y in v 1′, 1′ 2′ ... angetragen und im übrigen ebenso operiert wie zuvor. Das Rechteck 1 2 3 4 zeigt das geometrische Verhältnis der Fenster und ist 1 4 gleich I II gezeichnet worden. Für den Fall, daß die Teilung v 1, 1 2 ... sich wegen Raummangels auf vz nicht in der gewünschten Wiederholung antragen ließe, hätte man diese lediglich auf eine beliebige, jedoch parallel dem Horizont gezeichnete Gerade 2″ 4′ zurückgeschoben, die Abschnitte 2″ 3′, 3′ 4′ dann von links nach rechts weiter abgestochen und von T′ durch die rechts von 4′ liegenden Punkte herausgezogen. Schließlich sei noch bemerkt, daß die bei dem Gebäude gegebenen Größen nicht auf die Grundlinie gl bezogen werden können, es sei denn, daß der Fußpunkt einer senkrechten Gebäudekante in der Grundebene der Würfel bekannt ist, was hier nicht der Fall, bezw. nicht angegeben ist, wodurch also das Gebäude in einem beliebigen Abstande von gl gedacht werden kann.

§ 61. **Aufgabe: Es soll ein aus quadratischen Feldern bestehender Fußboden konstruiert werden.**

Gegeben ist hier (Fig. 19 S. 50) wie in der vorigen Aufgabe gl als Grundlinie, A als Augenpunkt, AD als Distanz





und F als der links liegende Fluchtpunkt; ebenso sind die weiteren Hilfspunkte, wie $D/_3$, T', $T/_2$ und Dg in bekannter Weise gefunden worden.

Von a hat man eine erste Gerade nach F′ (hier rechts außer der Zeichenfläche liegend) und eine zweite nach F gezeichnet. Auf g l wurden sodann von a nach rechts die wahren Größen a 1, 1 2, 2 1 . . . der Quadratseiten angegeben und mittels des zu F′ gehörigen Teilungspunktes T′ *) auf a d in a b, b c, c d perspektivisch übertragen.

Die Geraden b F, c F, d F und die Diagonale a Dg schneiden sich in den Punkten e, g′, h, und die von F′ durch letztere Punkte gezeichneten Geraden ergeben sowohl das Quadrat a d h i, als auch weitere Quadrate des Fußbodens innerhalb desselben; durch Wiederholung dieses Verfahrens mittels der weiteren Diagonalen d Dg, i Dg ergeben sich beliebig viele Quadrate. Alles andere ist aus der Zeichnung unschwer zu ersehen.

Es sei nur noch bemerkt, daß in diesem Beispiel die Verwendung des Diagonalpunktes die Sache wesentlich vereinfachte, indem er den Gebrauch eines zweiten Teilungspunktes für die nach F gehenden Geraden und die damit verbundenen Konstruktionen überflüssig machte.

Der Teilungspunkt T′ hätte statt durch Antragen der Strecke F′D in F′T′ auch durch Halbieren des Winkels n D f′ gefunden werden können.

§ 62. Handelt es sich, wie in Fig. 20 (welche obige Aufgabe in gerader Ansicht giebt), lediglich um das Zeichnen von Gegenständen in gerader Ansicht, so ist das Umlegen der Distanz rechtwinklig zum Horizont überflüssig, und kann diese oder ein Bruchteil derselben direkt von A aus auf den Horizont angetragen werden. Um den Fußboden zu zeichnen, trage man auf g l gleiche Teile, z. B. g 1, 1 2, 2 3, 3 1 an, betrachte g l als Seite eines größern Quadrates g b a l, dessen Konstruktion hier leicht ersichtlich ist, und ziehe

*) Durch Beifügen eines Striches rechts über T dürfte seine Zugehörigkeit zu dem ebenfalls mit Strich versehenen Fluchtpunkte hinreichend bezeichnet sein. Stets werden wir die Fluchtpunkte mit F, bezw. F′ und die entsprechenden Teilungspunkte mit T, bezw. T′ ꝛc. bezeichnen.

in dieses Quadrat eine Diagonale g a*); dann werden die von 1, 2, 3, 1 nach A gezeichneten Geraden auf g a weitere Punkte ergeben, durch welche die Parallelen zum Horizont gezeichnet sind. Quadrat a b c d zeigt die Wiederholung desselben Verfahrens. Um die kleineren Quadrate links von g c und rechts von l a bis an die Ränder des Bildes zeichnen zu können, trage man den Abschnitt c e von c aus nach links und ebenso den Abschnitt a f von a nach rechts wiederholt an und ziehe von A durch die so erhaltenen weiteren Punkte Gerade gegen den Vordergrund.

Hätte man, statt die Distanz von vornherein anzunehmen, etwa die Verkürzung eines Quadrates, wie z. B. g b a l, zuerst bestimmt, so ist leicht einzusehen, daß hiernach D/2 bedingt gewesen wäre und gefunden würde, indem man g l in 2 halbiert und die Gerade 2 b zieht.

§ 63. Teilen von perspektivischen Geraden in gleiche oder proportionierte Teile.

Sofern es sich nicht um das Antragen bestimmter geometrischer Maße, sondern lediglich um das Uebertragen gleicher oder proportionierter Teilverhältnisse handelt, kann diese Aufgabe durch Annahme beliebiger, sogen. zufälliger Teilungspunkte gelöst werden.

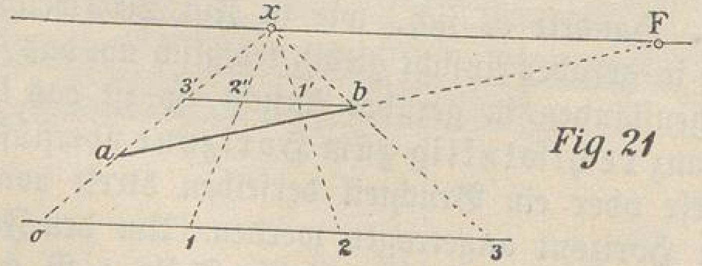


Fig. 21

In Fig. 21 sei a b eine beliebig gegebene Strecke, welche z. B. in drei perspektivisch gleiche Teile gebracht werden soll.

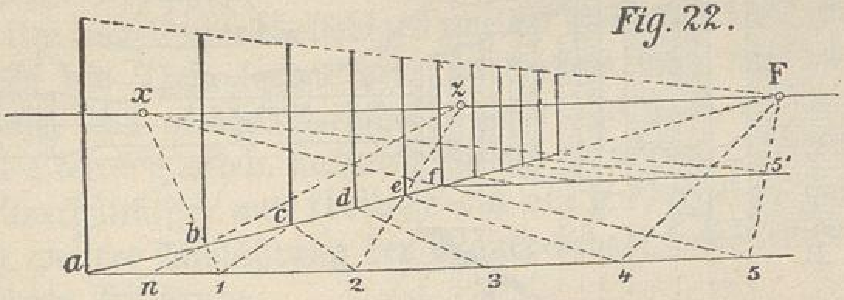
Zieht man 0 3 parallel zum Horizont, sodann aus einem beliebigen Punkte x desselben Gerade durch a und b, teilt

*) welche in dem Distanzpunkte ihre Flucht haben würde, so daß also hier Distanz- und Diagonalpunkt ein und dasselbe bedeutet (vergl. § 44).

die so erhaltene Strecke 0 3 in drei gleiche Teile 0 1, 1 2, 2 3, und zieht 1 x, 2 x, so ist a b in drei perspektivisch gleiche Teile gebracht; ebenso gut hätte man auch b 3′ parallel F x, sowie a x zeichnen und b 3′ in drei gleiche Teile bringen können &c.

§ 64. In Fig. 22 sei a F eine gegebene Gerade und a b ein erster beliebiger Abschnitt auf derselben, welcher sich gegen F wiederholen soll; in den Punkten a, b, c ... wurden Senkrechte von gleicher Höhe errichtet.

Fig. 22.



Man ziehe a 5, sodann aus einem beliebigen Punkte x des Horizontes durch b bis 1, trage den hierdurch erhaltenen Abschnitt a 1 wiederholt in 1 2, 2 3, 3 4, 4 5 .... an und verbinde 2, 3, 4, 5 ... mit x; es sind dann die perspektivisch unter sich gleichen Abschnitte a b, b c, c d ... gefunden; um die Teilung von f aus fortzusetzen, hat man f 5′ perspektivisch gleich a 5 gemacht und das eben beschriebene Verfahren wiederholt.

Statt x zuerst zu wählen, hätte man auch irgend einen Abschnitt, z. B. a n, geben, sodann von n durch b bis z ziehen können; trägt man nun die Größe a n (hier = $\frac{1}{2}$ a 1) wiederholt nach rechts an und zieht aus den betreffenden Punkten nach z, so hätten sich hierdurch die gleichen Punkte c, d, f ... ergeben.

§ 65. Fig. 23 (S. 54) zeigt die Anwendung einer alternierenden Teilung bei einer Mauer mit vorspringenden Mauerpfeilern und einem mit Zinnen gekrönten Turme.

Da hier die Basis **B A** der Mauer sehr flach gegen den Horizont verläuft, so empfiehlt es sich in diesem und allen ähnlichen Fällen, die Konstruktion des Messens oder Teilens in größerem Abstande vom Horizont, also **wie hier z. B.** nach unten in B′, zu verlegen*).

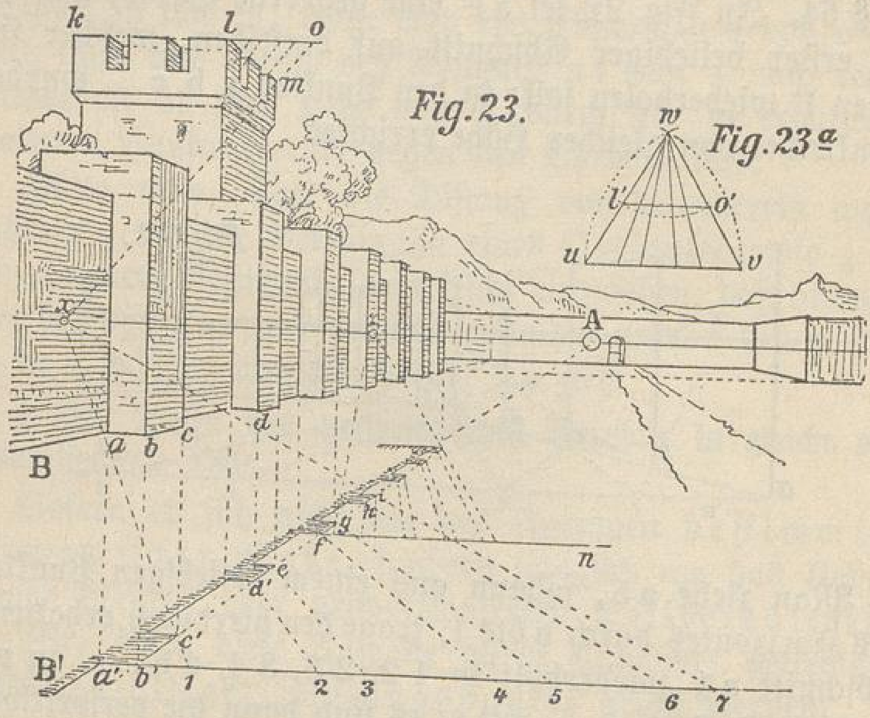


Fig. 23.

Fig. 23a

Angenommen, es sei **a b** der Vorsprung, **b c** die verkürzte Breite des Pfeilers und **c d** als Abstand zweier Pfeiler von Kante zu Kante gegeben und dieses wechselnde (alternierende) Verhältnis von Pfeilerbreite und Mauerfeld solle sich gegen den Hintergrund wiederholen, so verfahre man etwa in folgender Weise:

Man ziehe die Senkrechte **a a′**, bestimme a′ in entsprechendem Abstand vom Horizonte, mache a′b′ gleich a b, ziehe von b′ nach A, verlängere die über c stehende Kante nach abwärts bis c′, ebenso die über d stehende bis d′; dann ist das

*) Eine Linienfigur, wie die von B′ nach dem Augenpunkte verlaufende, kann als ein perspektivischer Grundriß bezeichnet werden; ein **solcher** Grundriß könnte aber auch ebenso gut in beliebiger Höhe **über** dem Horizonte gezeichnet werden.

Verhältnis der Pfeilerbreite b'c' zur Breite c'd' des Mauerfeldes perspektivisch bestimmt; um dasselbe geometrisch auf a'...7 zu finden*), wähle man einen beliebigen Punkt x auf dem Horizonte, ziehe aus x durch c' und d' Gerade gegen a'...7, und man erhält die Abschnitte b'1, 1 2; faßt man nun eine Größe wie b'2 in den Zirkel und trägt dieselbe von 1, 2... der Reihe nach von links nach rechts auf a'7 an, so erhält man die Punkte 3, 4, 5, 6, 7..., von diesen nach x gezogen, ergeben sich auf b'A die Punkte c', f', g', h'...., über welchen man nur Senkrechte zu errichten braucht &c.

Um mittels eines beliebigen zweiten Punktes z die Teilung gegen die Tiefe fortzusetzen, wiederhole man mit diesem Punkte das gleiche Verfahren, ziehe also z. B. fn, ferner aus z durch g und h, wodurch sich auf fn wieder die gleichen Teilverhältnisse, nur kleiner als auf b'7, ergeben haben. Die weitere Ausführung der Mauer bedarf wohl keiner besondern Erklärung.

§ 66. Für den Turm war die Einteilung der Zinnen an der Frontseite kl geometrisch gegeben; um die gleiche Teilung auch für die gegebene Verkürzung lm, etwa mittels des Punktes x zu finden, ziehe man aus x durch m bis o und teile lo im geometrisch gleichen Verhältnis wie kl. Mittels eines gleichseitigen Dreiecks uvw (Fig. 23a) kann diese Teilung am schnellsten ausgeführt werden. Man mache uv gleich kl, trage ebenso die Teilung von kl nach uv über (etwa mittels eines gefalzten Papierstreifens), zeichne über uv das gleichseitige Dreieck uvw und verbinde die einzelnen zwischen uv liegenden Punkte mit der Spitze w. Zeichnet man jetzt mit lo als Radius aus w einen Bogen und verbindet die Schnittpunkte desselben mit den Dreieckseiten uw, vw durch die Gerade l'o', so braucht man nur die Abschnitte

---

*) Unter den Abschnitten b'1, 12, 23... ist nicht etwa die wahre Größe, sondern nur das Verhältnis der Pfeilerbreite und der Zwischenräume zu verstehen. Nur wenn Ax zugleich als Distanz betrachtet würde, wären b'1, 12... zugleich die wahren Größen der Abschnitte b'c', c'd'....

innerhalb l'o' mittels des Papierstreifens nach lo zu übertragen rc.

Die Anwendung eines solchen gleichseitigen Dreiecks empfiehlt sich besonders dann, wenn ein und dasselbe Teilverhältnis auf Linien von verschiedener Länge zu übertragen ist.

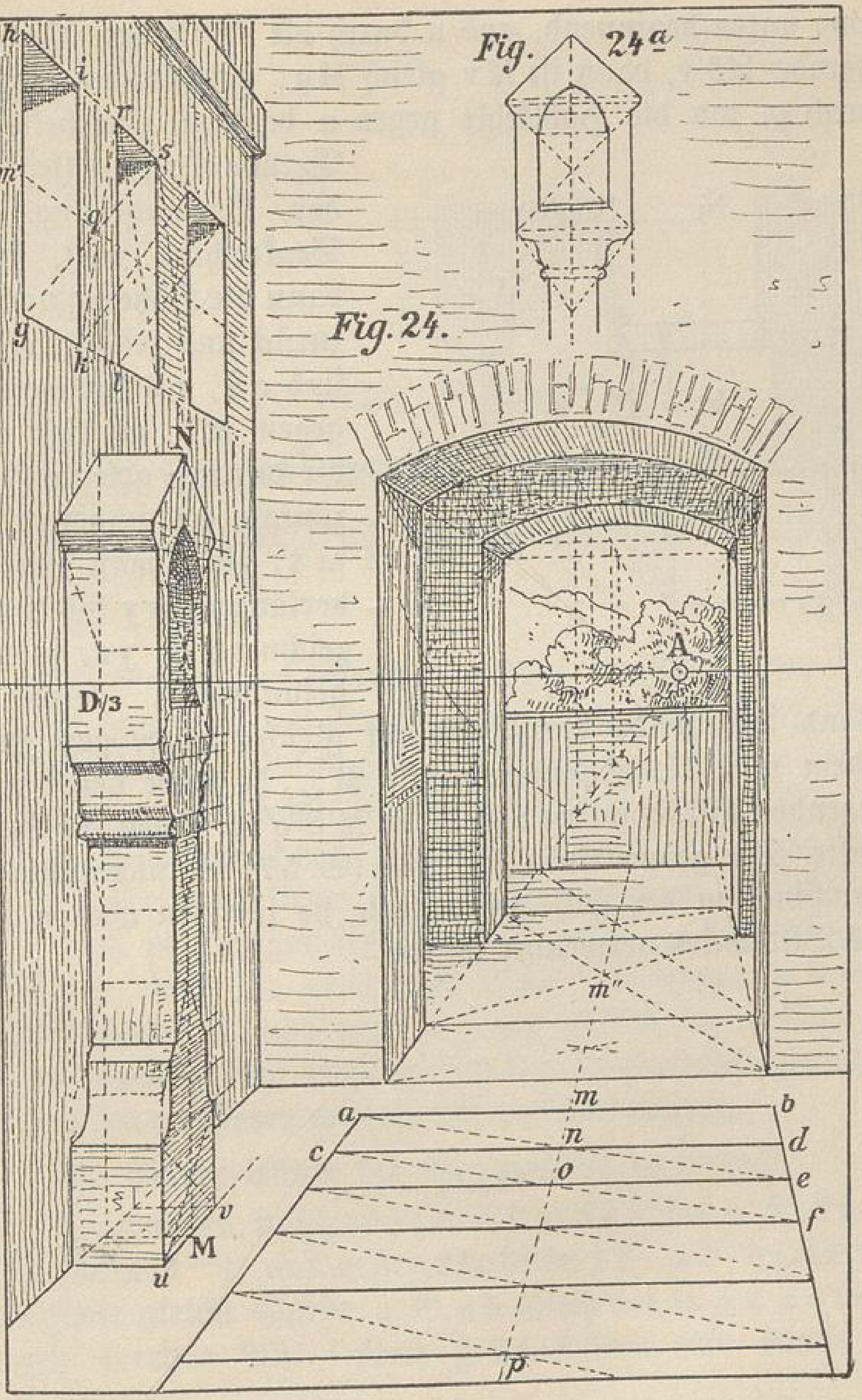
Ueber die Verwendung symmetrisch kombinierter Linien.

§ 67. Mit Hilfe von diagonalen oder sonstigen symmetrisch kombinierten Linien Aufgaben ähnlich denen in § 64—66 zu lösen.

Angenommen, es sei in Fig. 24 abdc ein gegebenes Rechteck, welches gegen den Vordergrund wiederholt gezeichnet werden soll, so kann dies sehr leicht und ohne Zuhilfenahme irgend eines Teilungspunktes ausgeführt werden.

Halbiert man ab in m und zieht m ... p, ferner von a durch n, so ergiebt sich e auf der Geraden bf; zieht man von e wieder eine Parallele zum Horizont, bezw. zu ab, und von c durch o, so ergiebt sich f rc. Oder: an der Wand links sei das Viereck ghik gegeben, ebenso in irgend einem Abstande die Gerade lr, von welcher aus das gleiche Viereck gegen den Hintergrund wiederholt werden soll. Halbiert man nun gh in m', zieht aus m' nach dem Augenpunkt, ferner die Diagonale kr, welche in q die Mitte des Vierecks klri schneidet, und von g durch q, so ist s gefunden; zieht man jetzt von s eine Senkrechte herab, so ist die Aufgabe gelöst rc.

Bei dem an der linken Wandseite stehenden Bildstock erweist sich dieses Verfahren als besonders praktisch. Angenommen, der Zeichner habe in uM die halbe Breite des Fußes oder Sockels bestimmt, sodann die Senkrechte MN als Symmetrieachse der von der Wand abstehenden flachen Seite gegeben, sowie diese Fläche etwa nach dem Gefühl im Vordergrunde profiliert, und nun sollte das gegen rückwärts gerichtete Profil entsprechend dem vorderen ausgeführt werden, so verfahre man nach dem in Fig. 25 (S. 58) gegebenen Detail wie folgt:



Man ziehe zunächst aus sämtlichen Eckpunkten des vorderen Profiles Gerade nach dem Augenpunkte*), sodann,

---

*) Um Raum zu sparen, hier nicht mehr angegeben.

etwa unten beginnend, aus n durch die Mitte von Mo eine Gerade bis v, dann ist Mv gleich Mu; zeichnet man ferner durch p, wo die Hohlkehle gegen n beginnt, eine beliebige Gerade Spq (q liegt auf der Verlängerung der Senkrechten un), trägt dann die Höhe uq nach vr zurück und zeichnet rS, so sind qS, rS symmetrisch gegen MN geneigt und die durch p gelegte Horizontale pt schneidet rS in t; zieht man nun tx, verlängert wy bis N und zeichnet xN, yz, so ist z gefunden rc. Das der Wand anliegende Profil ist auf gleiche Weise gezeichnet, indem man die Symmetrieachse M...N nebst den darauf liegenden Hilfspunkten S, o, N in M'S'o'N' gegen die Wand rückte. Die geometrische Fig. 24a (S. 57) veranschaulicht die Kombination der Hilfslinien, wie sie für den oberen Teil des Bildstockes verwendet wurde.

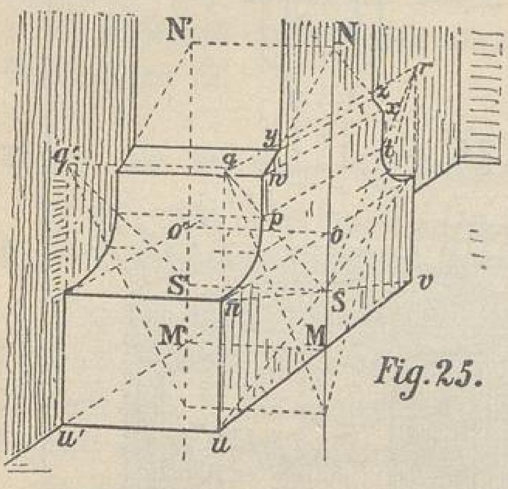


Fig. 25.

Dritter Abschnitt.

Ueber die Verwendung des Augen- oder Diagonalpunktes zum Uebertragen perspektivischer Größen*).

Das Messen von Geraden, welche verschiedene Richtungen einnehmen, mit nur einem, im allgemeinen beliebigen Punkte, bedingt lediglich die Anwendung ebenso vieler verschiedener Maßstäbe, als Richtungen gegeben sind. Da nun der Augenpunkt nach § 30 stets annähernd in der Mitte der Bildbreite zu liegen kommt, so eignet er sich bei Darstellungen in schräger Ansicht gewöhnlich am besten für die Funktion eines für zwei oder mehr Richtungen geltenden Teilungspunktes, und nur in jenen Fällen, in welchen der Diagonalpunkt nicht allzu seitlich vom Augenpunkte zu liegen kommt, kann ersterer noch zweckdienlicher werden.

§ 68. Gerade mittels des Augenpunktes zu messen.

Angenommen, in Fig. 26 (S. 60) sei F a F′ der perspektivisch rechte Winkel**), auf dessen Katheten a F, a F′ irgend eine bestimmte gleiche Größe, z. B. a b gleich a d in a c, a e übertragen werden soll. Nach § 54 wären nun hierzu die

*) Diese, seines Wissens bisher nur vom Verfasser beschriebene Methode des Messens bietet in der Praxis vermöge ihrer Einfachheit und Uebersichtlichkeit manche Vorteile gegenüber der Benützung sog. Teilungspunkte. Besonders dem Architekten, welcher häufig bestimmte Maßeinheiten in Perspektive zu übersetzen hat, dürfte sie diese Arbeit wesentlich erleichtern.

**) Vergleiche § 27 und 40.

Teilungspunkte T′, T oder Bruchteile dieser Teildistanzen F′T′, FT erforderlich. Statt derselben haben wir nun A für das Messen beider Richtungen gewählt und hierbei statt der wahren Größen ab, ad anderweitige, erst zu findende ungleiche Abschnitte ab′, ad′ auf die Grundlinie angetragen. Um diese Abschnitte, bezw. die zum Antragen weiterer Größen dienenden Maßstäbe zu finden, verfahre man wie folgt:

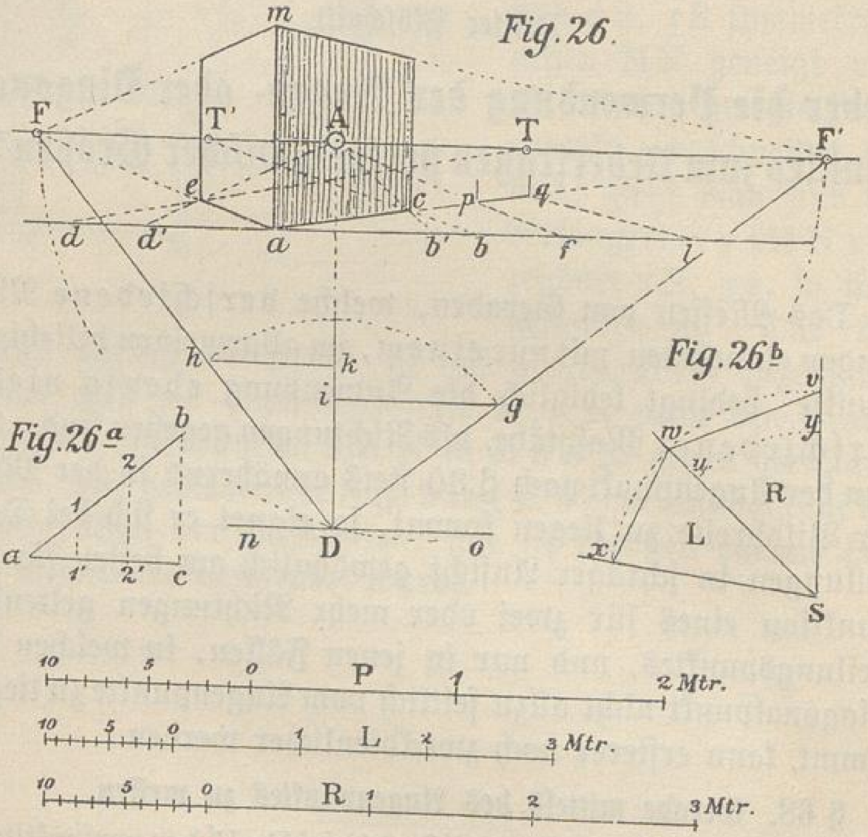


Fig. 26. Fig. 26a Fig. 26b

Man trage die gedachte wahre Größe, hier z. B. ab, von D aus in Dg, Dh an und ziehe gi, hk parallel der Grundlinie; trage ferner die Strecke ig von a nach b′ und ziehe b′A, dann ist ac gleich ab; ebenso ist ad′ gleich hk gemacht und von d′ nach A gezogen worden.

Damit sind ac, ae gleich ab, ad, also perspektivisch gleiche Strecken. Die Begründung dieses Verfahrens ergiebt sich unschwer, wenn man beachtet, daß das perspektivische Dreieck a c b′ ähnlich ist den Dreiecken D g i, D F′ A, weil a c parallel D F′, c b′ parallel A D und b′ a parallel F′ A ist (vergl. § 54).

Hieraus folgt, daß a b′ : a c gleich g i : g D gleich A F′ : F D ist, also die Katheten g i oder F′ A zu den betreffenden Hypotenusen g D oder F′ D sich stets gleich verhalten, wie der Abschnitt a b′ zur wahren Größe a b.

Ganz dasselbe kann aber auch bezüglich der Dreiecke a e d′, D h k, D F A als ähnlichen Dreiecken gesagt werden. In anderer Form ausgedrückt, können in den rechtwinkligen Dreiecken D g i, a c b′ die Größen g i, a b′ als die rechtwinkligen Projektionen der Hypotenusen auf die Katheten betrachtet werden. Die Projektionen solcher Größen verhalten sich aber stets gleich den Größen selbst, wie dies aus der geometrischen Figur 26 a leicht zu ersehen ist, wenn man a b als die gegebene wahre Größe, a c als deren Projektion und a 1′, 1′ 2′, 2′ c als die Projektionen der Abschnitte auf a b betrachtet.

§ 69. Nach dem oben Gesagten handelt es sich jetzt nur noch darum, Maßstäbe anzugeben, mittels deren eine gedachte, wahre Größe auf ihre Projektion reduziert werden kann. Man trage zu diesem Zwecke die Größe D g (= a b) in Fig. 26 b von S nach v, beschreibe mit S v als Radius einen Bogen, trage von v die Strecke g i in diesen Bogen als Sehne in v w an und ziehe S w; macht man ferner w x gleich h k, so können mittels des Dreieckes L die von a nach links anzutragenden Größen und mittels des Dreieckes R die von a nach rechts anzutragenden Größen reduziert werden. Sollte z. B. in Fig. 26 von p aus eine bestimmte Größe gleich S y (Fig. 26 b) angetragen werden, so beschreibe man mit S y als Radius den Bogen y u, ziehe sodann aus A durch p bis f, mache f l gleich einer Sehne y u und ziehe l A; infolgedessen ist p q gleich der Strecke S y in Fig. 26 b.

§ 70. Weitaus bessere Dienste, als die gleichschenkligen Dreiecke in Fig. 26 b, leisten Längenmaßstäbe, auf denen irgendwelche Maßeinheiten, z. B. Meter, angegeben sind.

Angenommen, es würde a b (= a d) in Fig. 26 als die wahre Länge von a c zugleich einen Meter bedeuten und man hätte diese Strecke auf die Gerade P als Maßeinheit aufgetragen, so wäre P der Maßstab für alle Geraden, welche zur Bildfläche parallel sind, z. B. für die Höhe a m, welche hier gleich der perspektivischen Länge a c (= a b) ist.

Um nun die Maßstäbe für die Richtungen a F, a F′ zu bestimmen, brauchte man nur die Strecken h k, g i auf die Geraden L und R als Meter aufzutragen.

Wollte man z. B. jetzt wissen, welches Maß die Strecke p q hat, so brauchte man nur die auf der Grundlinie liegende Strecke f l in den Zirkel zu nehmen und auf dem Maßstabe R von 0 nach links einzusetzen, um zu ersehen, daß f l gleich 0,80 m und somit auch p q gleich 80 cm ist.

§ 71. Gerade mittels des Diagonalpunktes zu messen.

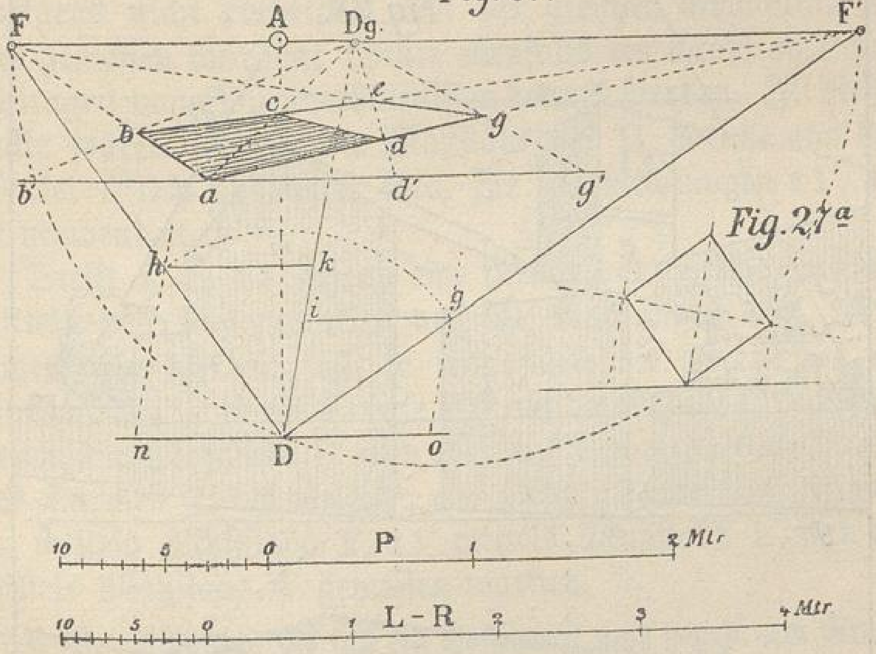
Liegt der Diagonalpunkt, wie in Fig. 27, nicht allzuweit vom Augenpunkte, so kann die Benützung des ersteren einige weitere Vorteile gewähren, welche hauptsächlich in dem gleichzeitigen Halbieren der Winkel und dem Messen von Geraden, sowie der Verwendung nur eines Maßstabes für die beiden horizontalen Richtungen a F, a F′ bestehen.

Mit der Konstruktion und Begründung dieses Verfahrens verhält es sich ähnlich wie bei Fig. 26.

Man bestimme etwa den Augenpunkt A und die Lage des perspektivischen rechten Winkels F a F′ zuerst, wodurch A D als Distanz bedingt war (siehe § 40), und halbiere den Winkel F D F′, trage sodann die Länge eines Meters aus P von D aus nach D g oder D h an, ziehe g i oder h k; dann ist g i oder h k gleich einem Meter für Maßstab L-R, und mittels dieses Maßstabes können nun beide Richtungen a F und a F′ gemessen werden; so ist z. B. a b′ gleich 1,30 m, daher auch a b perspektivisch gleich 1,30 m, und a b c d, c d g e sind Quadrate von gleicher perspektivischer Größe. Eine Diagonale d′ D g schneidet zugleich in a d und c e 1,30 m ab und halbiert die Winkel c d g, g e c des zweiten Quadrates 2c.

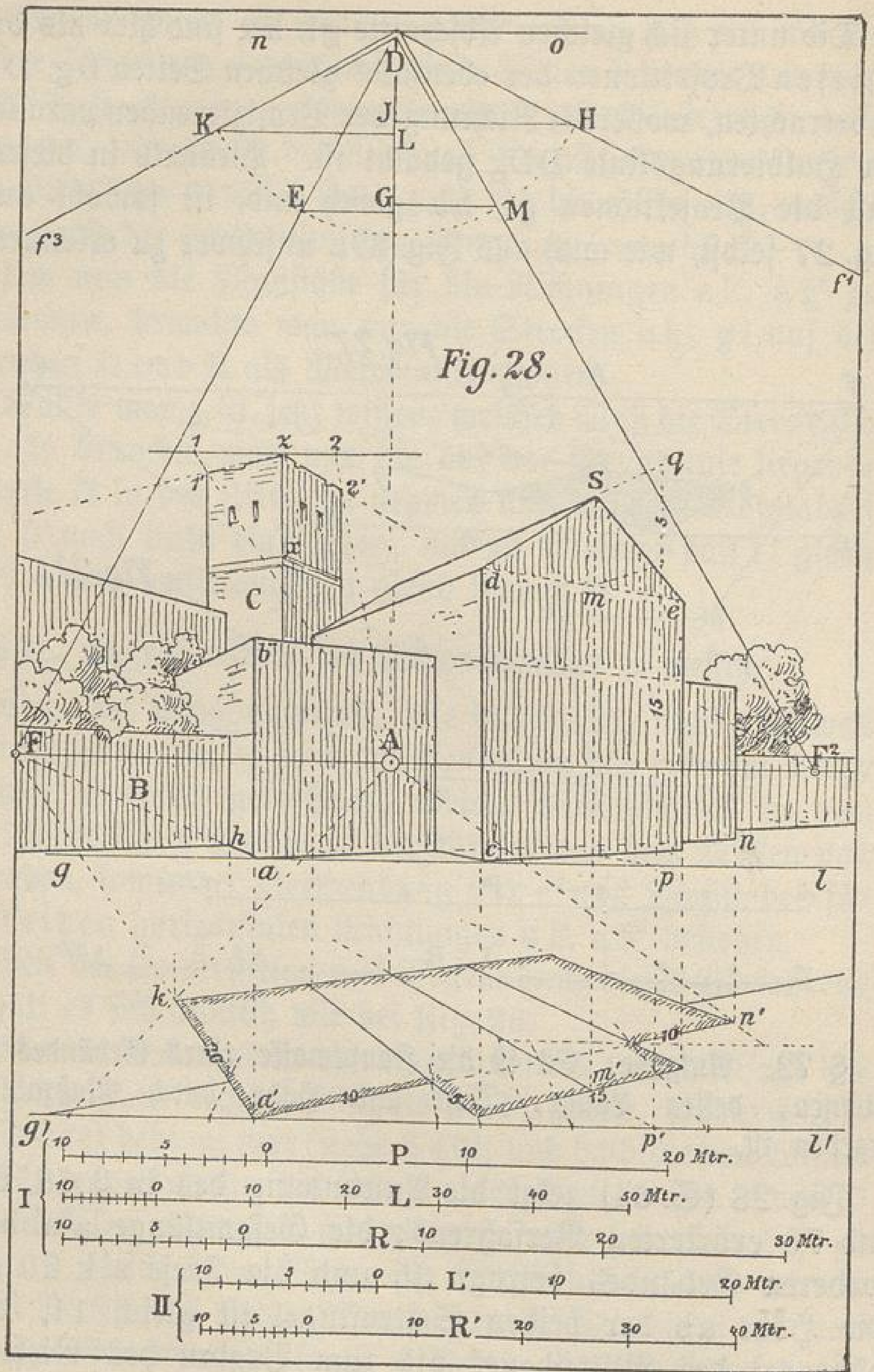
Die unter sich gleichen Abschnitte gi, hk sind hier als die schiefen Projektionen der ebenfalls gleichen Seiten Dg, Dh zu betrachten, wobei die Richtung der Projizierenden parallel der Halbierungslinie DDg gedacht ist. Weshalb in diesem Fall die Projektionen gi, hk gleich sind, ist sowohl aus Fig. 27 selbst, wie auch aus Fig. 27a unschwer zu erkennen.

Fig. 27.



§ 72. Aufgabe: Es ist die Hauptmasse eines Gebäudes zu zeichnen, dessen Länge, Tiefe und Höhe durch Maßzahlen gegeben ist.

Fig. 28 (S. 64) zeigt die Anwendung des in § 68, 69 und 70 erörterten Verfahrens; die Gesamtlänge a'n' des vorderen Gebäudes beträgt 35 und die Tiefe a'k 20 m. Die Höhe ab der beiden Seitenflügel ist gleich 11, die Höhe cd des Mittelbaues bis zum Beginn des Giebels gleich 15, die Höhe mS gleich 5 und die Breite des Mittelbaues gleich 15 m. Die Höhe der Mauer B beträgt 6, die Größe ah 5 m. Das Ganze ist von der Grundlinie gl aus gerechnet in irgend einem verjüngten Maßstab



gezeichnet. Um die Maße genau antragen zu können, ist der perspektivische Grundriß in größerem Abstande vom Horizont gezeichnet worden, und g'l' ist die Grundlinie für diesen Grundriß. Die Höhen für die Seitenflügel und für die

Mauer B sind in ab über der Grundlinie gl, die Höhen des Mittelbaues in pq über der gleichen Grundlinie angetragen worden. P gilt als Maßstab für sämtliche Höhen. Um die modifizierten Maßstäbe L und R zu finden, hat man hier mit einer Strecke gleich 10 m des Maßstabes P aus D den Bogen HMEK beschrieben und EG in Maßstab L, HJ in Maßstab R als je 10 m aufgetragen.

Für den rückwärts stehenden Turm C (dessen Dimensionen übrigens nicht einheitlich von der gleichen Grundlinie g′l′ aus gemessen wurden) konnte ebenfalls ein Maßstab P zum Antragen von Höhenverhältnissen benutzt werden. In diesem Falle wären sodann die Maßstäbe bei II, welche aus dem Winkel f^3DM abgeleitet sind, für die Richtungen z1′, z2′ zu verwenden.

Stellt z. B. xz irgend eine Größe dar, welche ebenfalls mittels des Augenpunktes auf die Richtungen zF^2, zF^3*) angetragen werden soll, so trage man die Strecke KL auf die Gerade L′ und die Strecke MG auf die Gerade R′; alsdann gelten die Maßstäbe L′ und R′ für die horizontalen Kanten des Turmes C, bei welchem z1′ gleich z2′ gleich zx ist und zx mittels Maßstabs P, z1′ mittels Maßstabs L′ und z2′ mittels Maßstabs R′ gemessen wurden.

§ 73. Aufgabe: Es soll ein Postament nach gegebenem Grund- und Aufriß perspektivisch gezeichnet werden.

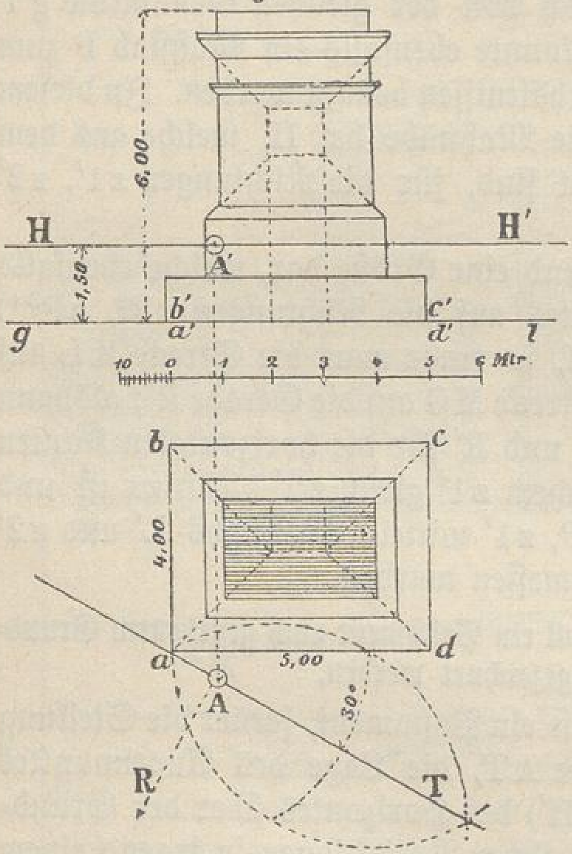
In Fig. 29 (S. 66) ist ein Postament, ferner die Stellung desselben zur Bildfläche AT, die Lage des Augenpunktes (A, A′) und die Höhe (lH′) des Horizontes über der Grundebene durch seine geometrischen Projektionen in irgend einem Maßstab gegeben. Die Kante (ad, a′d′) der untersten Stufe sei 5 m lang und unter 30° zur Bildfläche geneigt, die Kantenlänge (ab, a′b′) betrage 4 m und die Gesamthöhe des Postamentes 6 m**). Als Entfernung (Distanz) des

*) F^3 liegt hier links außerhalb der Zeichenfläche.

**) Die Maße der einzelnen Gliederungen möge man mittels des beigegebenen Maßstabes entnehmen und in Fig. 30 mittels des dortigen Maßstabes in die perspektivische Figur eintragen.

Beschauers von der Bildfläche in der Richtung A R seien 8 m angenommen und die Horizonthöhe (g H) sei gleich 1,50 m. Nach den hier gestellten Bedingungen ist nunmehr das perspektivische Bild des Postamentes in Fig. 30 vollständig bestimmt, wenn ein Punkt der Zeichnung, sei es nun der Augenpunkt A oder z. B. ein Punkt a der untersten Stufenecke, gegeben ist. Gesetzt, man hätte den Augenpunkt A als Erstes in Fig. 30 bestimmt, so verfahre man zunächst wie folgt: Man errichte in A die Senkrechte AD, mache AD gleich 8 m im angenommenen (beliebig vergrößerten) Maßstab P, konstruiere zu D o den Winkel o D f′ gleich 30°, ziehe zu f′D in D die Rechtwinklige DF und halbiere den rechten Winkel FDf′, wodurch sich der Diagonalpunkt Dg ergeben hat. Nun ziehe man gl im Abstande gleich 1,50 m (Maßstab P) parallel zum Horizonte, entnehme aus Fig. 29 den seitlichen Abstand A a der ersten, in der Bildfläche angenommenen Ecke a (hier = 1 m), trage diese Größe mit Maßstab P von A nach links in A v an und fälle von v eine Senkrechte auf gl, womit a als Eckpunkt gefunden ist. Verbindet man nun a mit F und F′ (F′ liegt hier rechts außer der Zeichenfläche), so ist F a F′ der perspektivisch rechte Winkel nach den eben gestellten Bedingungen.

Fig. 29.



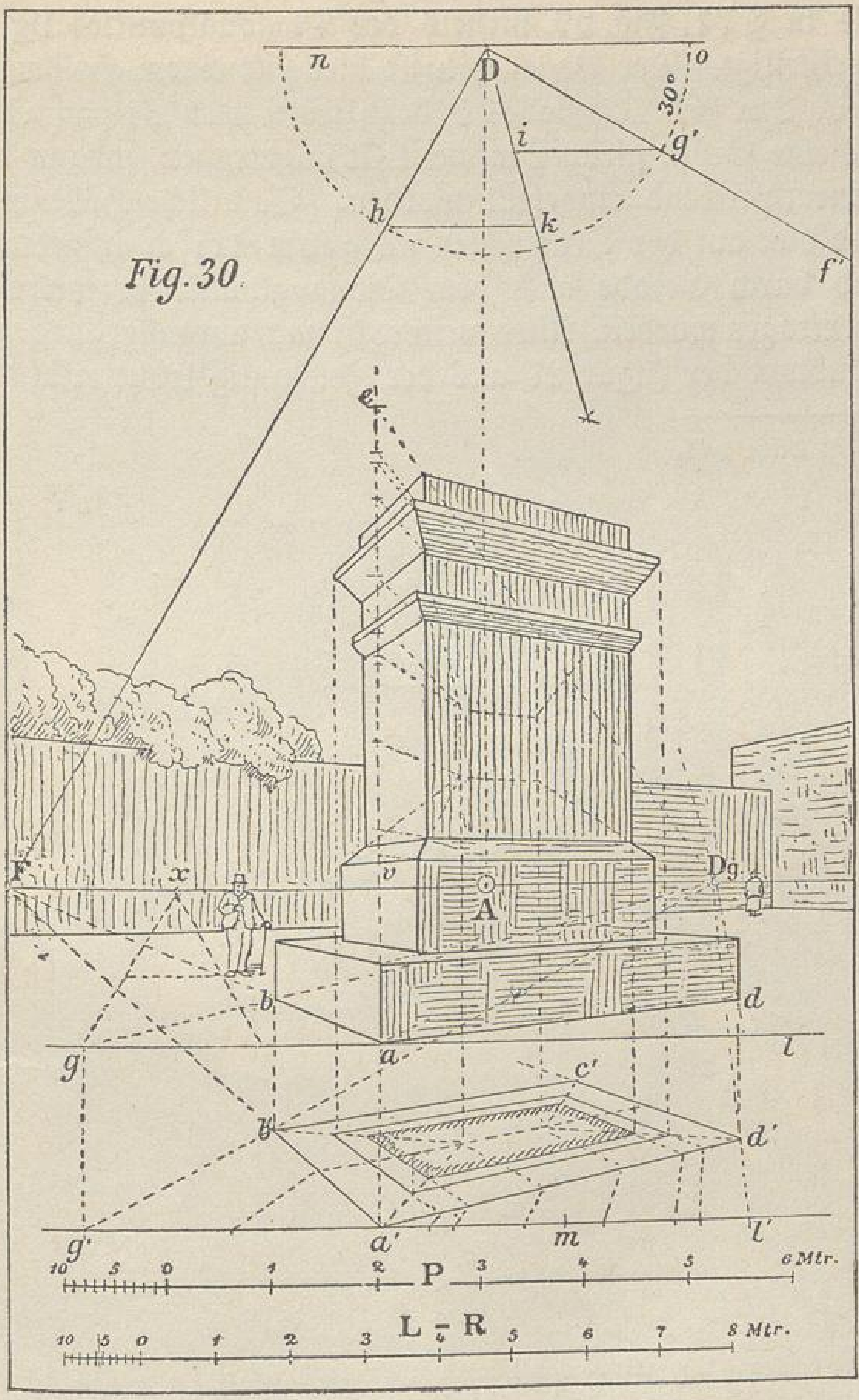
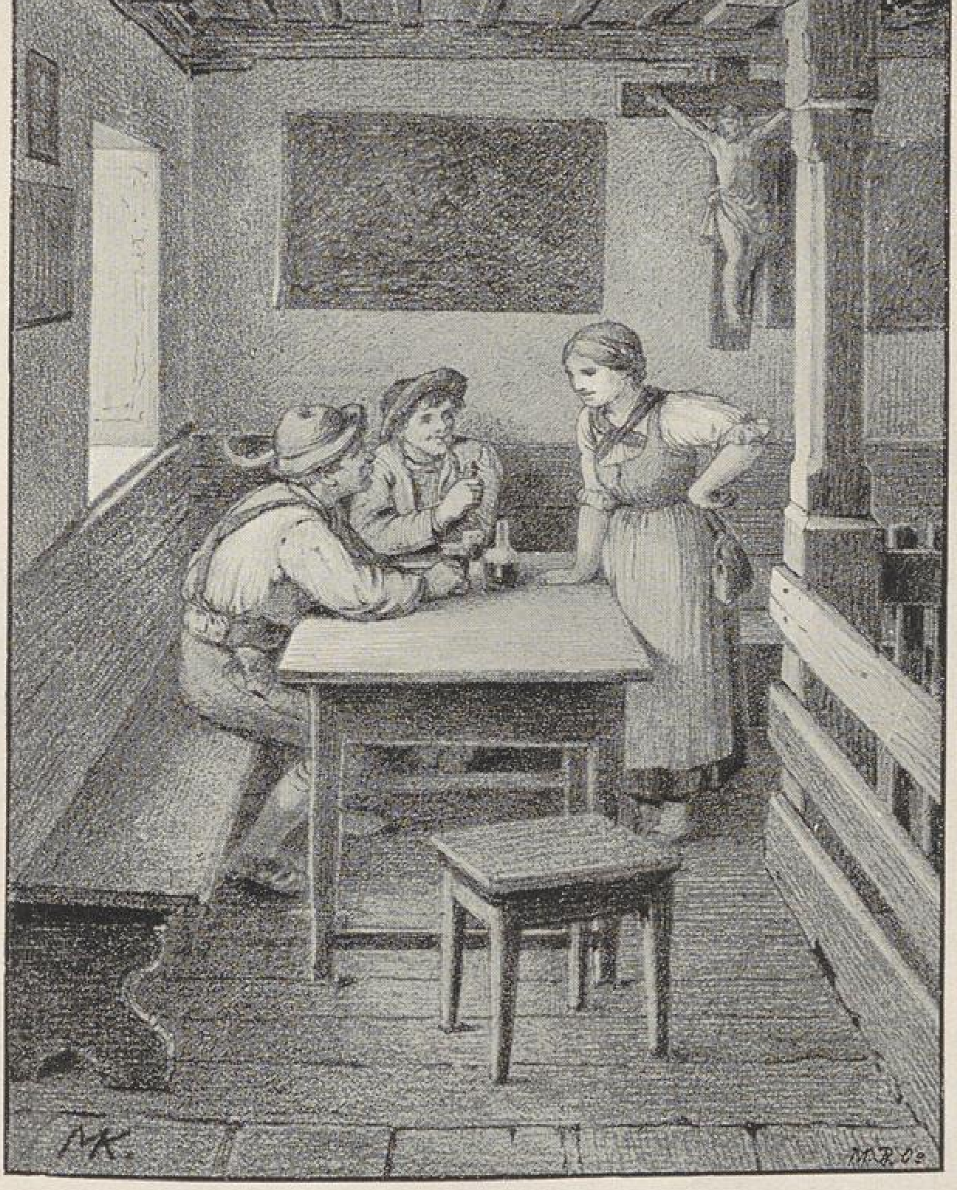


Fig. 30.

Zum Zwecke des genaueren Antragens der perspektivischen Maße wurde der Grundriß (wie bei Fig. 28) nach abwärts gerückt und daselbst das Antragen der perspektivischen Größen, wie in § 71, Fig. 27, mittels des Diagonalpunktes Dg bewerkstelligt. Der Bogen g′h ist hier mit einem Halbmesser gleich 2 m des Maßstabes P beschrieben und g′i (= kh)*) als eine Größe gleich 2 m auf L-R angetragen, sodann L-R dementsprechend eingeteilt worden. Sämtliche Höhenmaße sind hier auf der Senkrechten ae geometrisch aufgetragen und durch Gerade nach dem Diagonalpunkt perspektivisch übertragen worden. Alles weitere ist nach vorausgegangenem Studium der Figur 27 aus der Zeichnung leicht ersichtlich.

*) Siehe § 71.


II

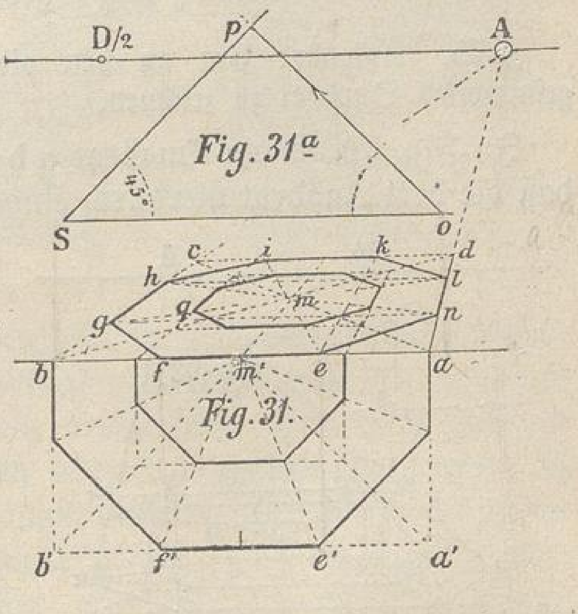
Vierter Abschnitt.

Uebungsaufgaben in gerader Ansicht (Frontstellung).

---

§ 74. Aufgabe: Konstruktion eines regulären Achteckes innerhalb eines gegebenen Quadrates.

In Fig. 31 sei a b c d das gegebene Quadrat, a a′ b′ b die Hälfte desselben als geometrische Figur. Trägt man die halbe Diagonale a′ m′ nach a′ f′ und b′ m′ nach b′ e′, so ist f′ e′ eine Achteckseite. Nun zeichne man in dem perspektivischen Quadrat die Diagonalen a c, b d, mache a f, b e gleich a′ f′, b′ e′ und ziehe von f und e nach A, dann sind e f und i k zwei Achteckseiten; da, wo f i, e k die Diagonalen schneiden, ziehe man parallel dem Horizont, woraus sich g, n, h, l ergeben; f g h i k l n e ist das reguläre, also gleichseitige Achteck.



Kürzer ist folgendes Verfahren: Man zeichne in Fig. 31 a einen Winkel gleich 45°, trage die Quadratseite a b auf einem

Schenkel des Winkels, z. B. in S o an und ziehe von o aus o p rechtwinklig gegen den andern Schenkel; es entsteht so das gleichschenklig-rechtwinklige Dreieck S o p; trägt man nun p o (= p S) von a nach f und von b nach e, so ist e f ebenfalls gefunden ꝛc.; daß in Fig. 31 a Dreieck S o p kongruent dem Dreieck b′a′m′ ist, mithin Fig. 31 a lediglich eine Vereinfachung der geometrischen Figur a′b′b a bedeutet, letztere somit entbehrlich ist, wird unschwer zu erkennen sein.

Auf welche Weise das zweite Achteck dem ersten einbeschrieben werden konnte, falls z. B. irgend ein Punkt q auf einer von der Ecke g nach m gezogenen Geraden gegeben war, ist aus der Zeichnung leicht zu ersehen. Man beachte nur, daß alle von f, g, h, i... nach der Mitte m gehenden Geraden die Winkel des Achteckes halbieren.

Ferner sei bemerkt, daß durch die angenommene Verkürzung des Quadrates a b c d die Distanz bedingt ist. Die Verlängerung einer der Diagonalen a c oder b d würde die ganze Distanz und eine durch m′c oder m′d gezeichnete Gerade die halbe Distanz $D/_2$ ergeben.

§ 75. Aufgabe: Ein an den vier Ecken gleichmäßig abgestumpftes Quadrat zu zeichnen.

In Fig. 32 ist ein Quadrat a b c d derart abgestumpft, daß die dem Quadrat hierdurch einbeschriebene Figur wieder ein Achteck bildet, in welchem jedoch nur je vier Seiten gleich groß sind. Man bestimme a e (= b f) beliebig, ziehe von e und f nach A, ferner die Diagonalen a c, b d und, wo letztere durch e A, f A geschnitten werden, die zum Horizont Parallelen g n, h l, dann ergeben sich die auf den Quadratseiten liegenden Punkte g, h, i, k, l, n des Achteckes;

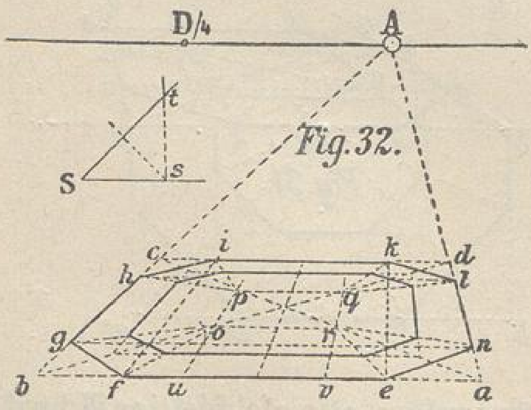
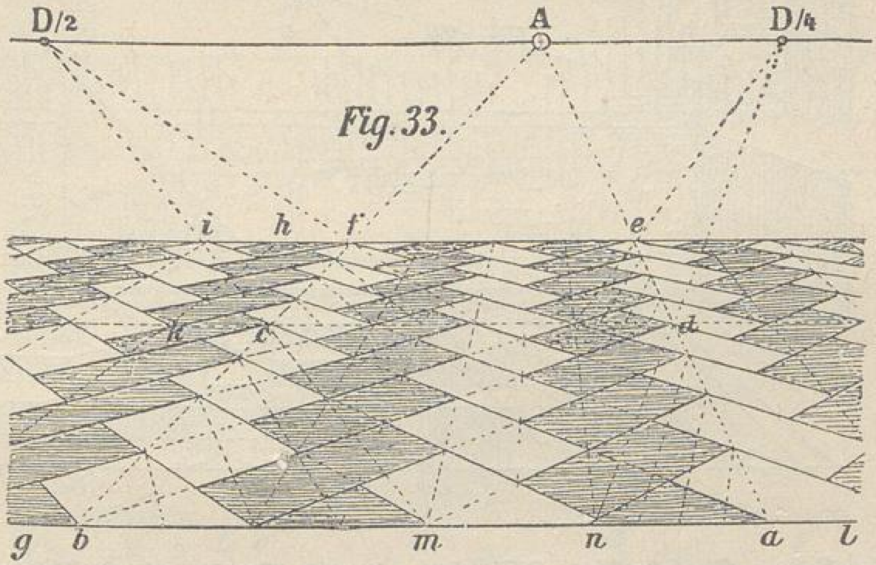


Fig. 32.

um auf den Diagonalen a c, b d die Punkte o, p, q, r zu finden, nach welchen von f, g, h, i ... die Halbierungslinien der Achteckswinkel gezeichnet werden, trage man b f (= a e) auf den nebenstehenden 45°-Winkel in S s an, errichte die Senkrechte s t, trage $1/2$ von S t nach e v, f u und ziehe v A, u A ꝛc.

§ 76. Aufgabe: Konstruktion eines aus Rechtecken zusammengesetzten Fußbodens.

Auf g l (Fig. 33) wurde irgend eine gegebene Strecke a b in eine Anzahl gleicher Teile, hier z. B. vier, eingeteilt, mit a b als Seite das Quadrat a b c d konstruiert, sodann die



Seiten b c, c d, d a ebenfalls in vier perspektivisch gleiche Teile gebracht und die betreffenden Teilpunkte in diagonaler Richtung der Reihe nach verbunden. Hierdurch entstand ein Netz von symmetrisch übereck liegenden Quadraten, in welchem je zwei solcher Quadrate, reihenweise in entgegengesetzter Richtung zusammengefaßt, das in Fig. 33 veranschaulichte Bodenmuster ergaben; des weiteren ist zu ersehen, daß c d e f wieder ein Quadrat von derselben Größe wie a b c d ist, und daß f h, h i ... perspektivisch gleich den Abschnitten a n, n m ... sind.

Die Einteilung von b c, c f wurde hier mit $D/_2$, die Einteilung von a d, d e mit $D/_4$, d. i. mit der halben, bezw. viertel Distanz bewerkstelligt, welche entweder von Anfang an gegeben, oder durch die Erscheinung des Quadrats a b c d bedingt sein konnte. Die Fluchtpunkte der Rechteckseiten fallen hier mit den Distanzpunkten D, D′ zusammen*).

§ 77. Aufgabe: Konstruktion eines romanischen Plattenbodens.

Das Bodenmuster Fig. 34 besteht aus ineinandergeschobenen regulären Achtecken, bezw. aus Quadraten und

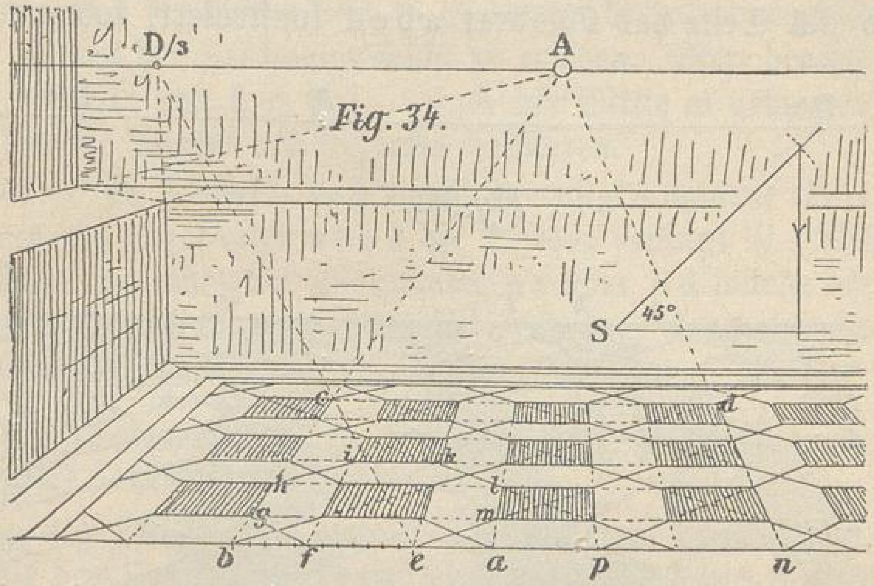


Fig. 34.

länglichen Sechsecken. Ist hier a b als Breite eines Achtecks e f g h i k l m bestimmt und dasselbe wie bei Fig. 31 konstruiert, so hat man lediglich die alternierenden Breiten, wie a e, e f (welche sich, nebenbei bemerkt, wie 5 : 7 verhalten), auf der Grundlinie des weiteren nach links und rechts aufzutragen und aus den einzelnen Punkten wie a, e, f, b … nach A zu ziehen. Es sei wie hier $D/_3$ gegeben; trägt man nun etwa b e von e noch zweimal in e p, p n an, konstruiert mit b n als Seite das Quadrat n b c d und zieht

*) D. h. mit den Umlegungen der ganzen Distanz, hier außerhalb der Zeichenfläche liegend.

die Diagonale b d, so wird letztere durch die aus b, f, e, a . . . nach A gezeichneten Geraden in einer Reihe von Punkten geschnitten; durch diese Schnittpunkte ziehe man sodann die zum Horizont parallelen Geraden ꝛc.

§ 78. **Aufgabe: Konstruktion eines aus regulären Sechsecken bestehenden Plattenbodens.**

In dieser Aufgabe (Fig. 35) handelt es sich nur um die Konstruktion eines aus g l e i c h s e i t i g e n Dreiecken

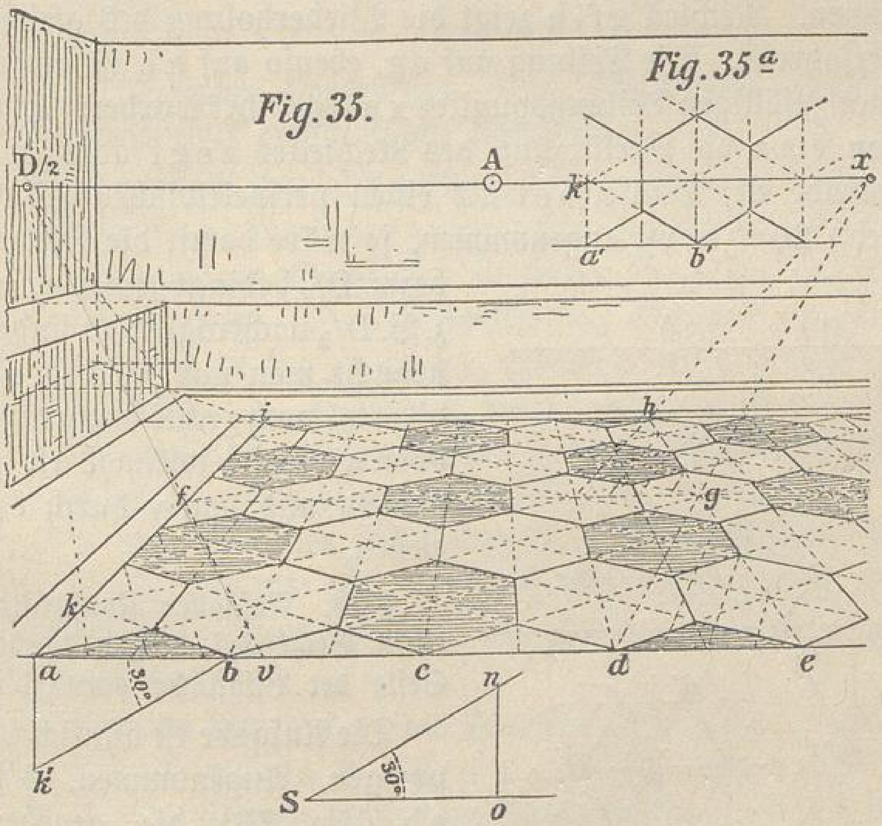


Fig. 35.
Fig. 35a

bestehenden Netzes. Ist z. B. a b als die Breite eines Sechsecks gedacht, so trage man eine solche Breite in b c, c d, d e . . . beliebig oft an, hier z. B. viermal, ziehe b k' unter einem Winkel von 30° zu a b (vergl. Fig. 35 a), ebenso a k' rechtwinklig zu a b*), und trage mittels D/2 die Strecke a k'

*) Das Dreieck a b k' könnte natürlich ebensogut für sich, d. h. als eigene Figur S n o, angegeben werden.

viermal von a nach f an, ziehe fg, eg, teile fg, eg ebenfalls in vier gleiche Teile, verbinde die auf dem perspektivischen Rechteck e a f g liegenden Punkte der Reihe nach in schiefer, zu e f und a g perspektivisch paralleler Richtung, halbiere ferner die Abschnitte a b, b c ... und ziehe von den hierdurch zwischen a b, b c ... erhaltenen Punkten weitere Gerade nach A; damit ist das aus gleichseitigen Dreiecken bestehende Netz vorhanden, in welches sodann in der aus Fig. 35 ersichtlichen Weise die Sechsecke eingezeichnet werden können. Rechteck g f i h zeigt die Wiederholung des gleichen Verfahrens. Die Teilung auf e g, ebenso auf g h ist mittels eines zufälligen Teilungspunktes x ausgeführt worden. Hätte man etwa die Verkürzung des Rechteckes a e g f oder, was dasselbe ist, Winkel a e f als einen perspektivischen Winkel gleich 30° **zuerst** angenommen, so wäre damit die Distanz, bezw. $D/_2$ bedingt gewesen; um z. B. $D/_2$ nachträglich zu finden, braucht man nur $^1/_2$ von a k′ viermal nach rechts anzutragen oder a v gleich zweimal a k′ zu machen und von v durch f zu ziehen.

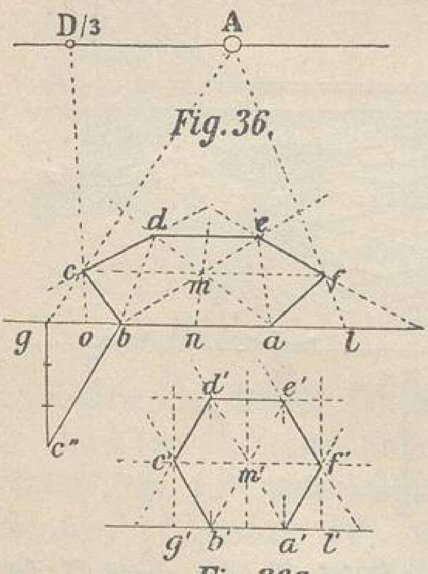


Fig. 36.
Fig. 36a.

§ 79. Aufgabe: Konstruktion eines Sechseckes, dessen vordere Seite der Bildfläche parallel ist.

Die Aufgabe ist ähnlich der vorigen. Angenommen, es sei a b (Fig. 36) die gegebene Sechseckseite; man halbiere a b in n, mache b g, a l gleich $^1/_2$ a b, ziehe von g, b, a, l nach A, bestimme etwa Punkt c auf der Geraden g A beliebig und ziehe von c parallel zu g l bis f, ferner aus a und b durch die Mitte von c f (d. i. durch die Mitte des Sechseckes); es sind damit auf a A, b A die Eckpunkte e, d gefunden (vergl. die geometrische Figur 36 a). Die Geraden b c, a d, f e, ebenso die Geraden c d, b e, a f sind in diesem Falle unter 60° zur Grundlinie geneigt, und daraus folgt, daß z. B. g c gleich g c″ und hierdurch die Distanz oder ein Bruchteil derselben nachträglich leicht zu finden ist. Man trage z. B. $^1/_3$ g c″ in g o an, ziehe von o durch c bis zum Horizont, dann ist ein Drittel Distanz in D/$_3$ gefunden.

Die Konstruktion eines Fußbodens, dessen Platten aus regulären Sechsecken bestehen und in der hier gegebenen Lage gezeichnet werden sollten, wäre demnach leicht auszuführen.

§ 80. Aufgabe: Konstruktion eines sechsseitigen regulären Prismas und einer rechtwinkligen Sockelstufe.

In Fig. 37 (S. 76) sei der Augenpunkt, die halbe Distanz, die Grundlinie g l, sowie der geometrische Grundriß (Fig. 37a) eines regelmäßigen Sechseckes in seiner Lage zur Grundlinie g′ l′ gegeben. Das perspektivische Sechseck a b c d e f soll in gleicher Lage zu g l, jedoch noch einmal so groß als a′ b′ c′ ... gezeichnet, bezw. aus dem Grundrisse Fig. 37a abgeleitet werden. Man nehme zunächst den Eckpunkt a auf der Grundlinie g l beliebig an, ziehe sodann in Fig. 37a aus sämtlichen Eckpunkten b′, c′, d′ ... rechtwinklig gegen die Grundlinie g′ l′, wodurch sich auf derselben die Abschnitte (Projektionen) a′ 2′, 2 3, 3 4 (= 4 5, 5 6, 6 a) ergeben haben.

Macht man nun auf g l die Strecken a 2, a 3, a 4 ... gleich zweimal den Strecken a′ 2, a′ 3, a′ 4 ... in Fig. 37a und zieht von 2, 3, 4 .. Gerade nach dem Augenpunkte, so sind diese ebenfalls rechtwinklig zu g l (siehe § 43) und es erübrigt nur noch, die Strecken 2 b′, 3 c′, 4 d′ .. der Figur 37a von 2, 3, 4 .. aus in doppelter Größe mittels der Distanz perspektivisch zu übertragen. Da nun in Fig. 37a das Sechseck nur die halbe lineare Größe der perspektivischen Figur a b c d e f darstellt, zugleich aber auch von der Distanz nur die Hälfte in A D/$_2$ gegeben war, so erhellt, daß man, um beispielsweise b zu finden, nur b′ 2 aus Fig. 37a von 2 nach rechts in 2 n anzutragen und von n nach $D/_2$ zu ziehen brauchte, um 2 b gleich zweimal 2 b′, somit auch a b gleich zweimal a′ b′ zu machen. In gleicher Weise hat man auch die übrigen Eckpunkte c, d, e, f gefunden. Als Höhe des Prismas wurde hier die Länge einer Sechseckseite bestimmt und demnach eine Größe wie a′ b′ von a aus zweimal in a h aufgetragen; die Höhen der übrigen Kanten konnten nach der in § 52 erklärten Weise leicht bestimmt werden.

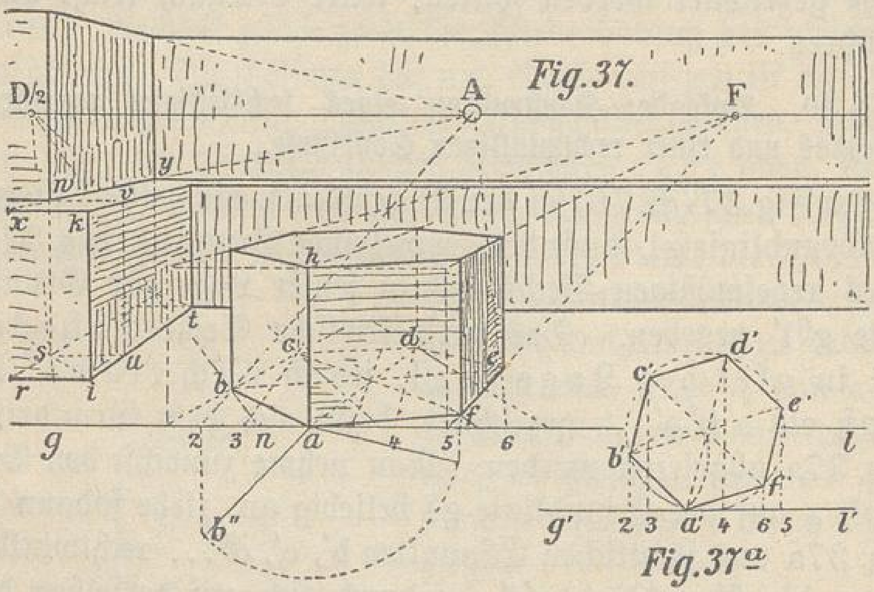


Fig. 37. Fig. 37a.

Für die Sockelstufe ist i k als die Höhe und i r als die Breite der oberen, horizontalen Fläche gegeben. Macht man r s gleich r i und zieht i s, so ist i s die Halbierungslinie des perspektivisch rechten Winkels r i t und s u gleich s r gleich r i; zeichnet man in s eine Senkrechte, ferner u v, v w, so ergiebt sich die Ecke w im gleichen Abstande von den Kanten x k und k A; in derselben Weise ist auch die weiter rückwärts liegende Ecke y bestimmt worden, und die wagrechte Oberfläche der Stufe hat demnach überall die gleiche perspektivische Breite.

§ 81. Wäre, wie es bei Bildern öfters vorkommen kann, etwa die eine perspektivische Seite eines regulären Sechseckes, z. B. hier a b, ihrer Lage und Größe nach beliebig angenommen worden und dabei A und $D/2$ dieselben geblieben, so wäre damit auch die geometrische Lage von $b''a$ zur Grundlinie, sowie deren wahre Länge und mithin auch die scheinbare Länge und Lage der übrigen Kanten wie bc, cd ... bedingt gewesen.

Um in diesem Falle das Prisma zu zeichnen, verfahre man wie folgt:

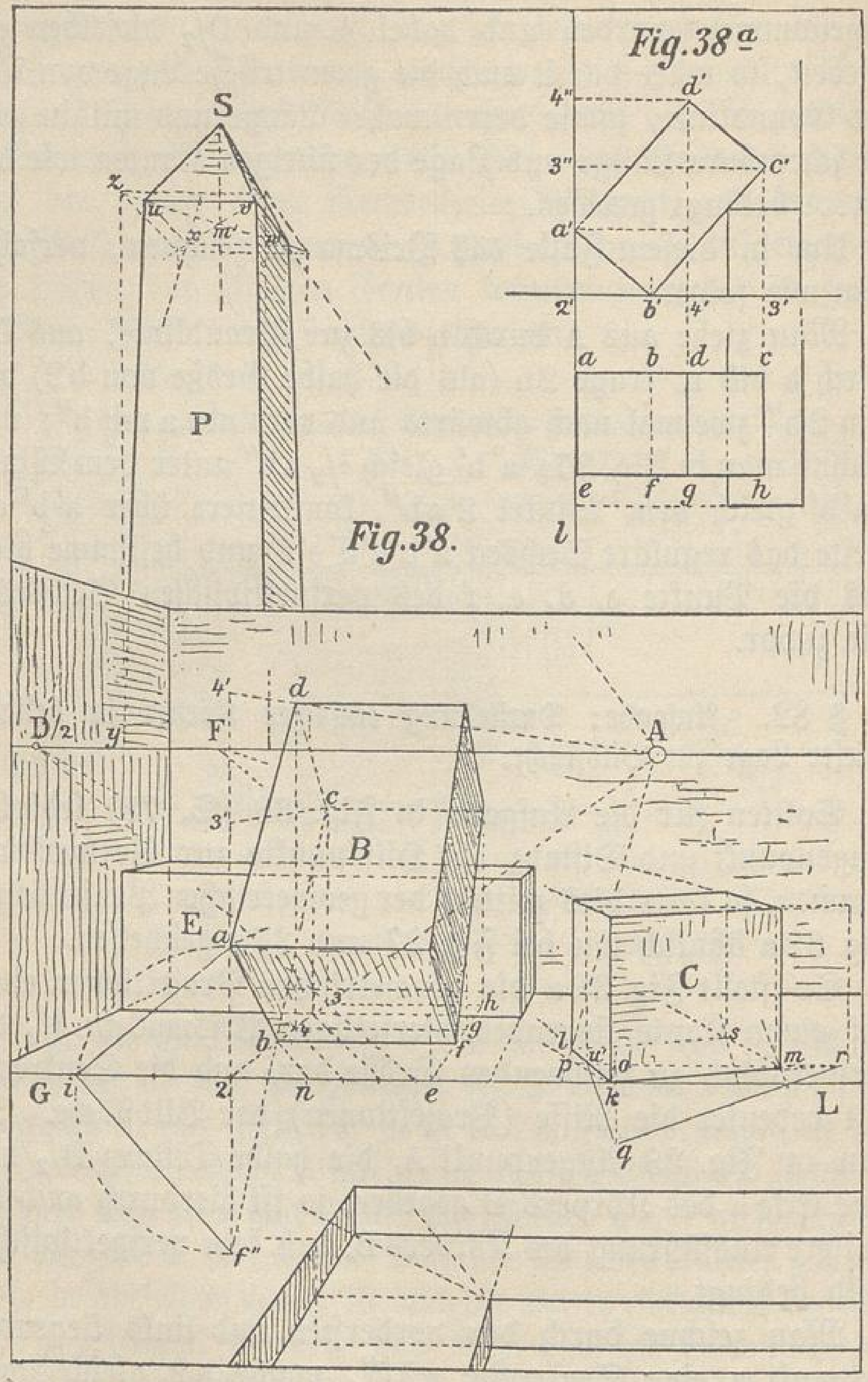
Man ziehe aus A durch b bis zur Grundlinie, aus $D/2$ durch b bis n, trage 2n (als die halbe Größe von b2) von 2 in $2b''$ zweimal nach abwärts und verbinde a mit b''; nun zeichne man in Fig. 37a $a'b'$ gleich $1/2$ ab'' unter dem Winkel $g'a'b'$ gleich dem Winkel 2 ab'', konstruiere über $a'b'$ als Seite das reguläre Sechseck $a'b'c'd'e'f'$ und bestimme hieraus die Punkte c, d, e, f des perspektivischen Sechseckes wie zuvor.

§ 82. **Aufgabe: Darstellung einfacher Körper in beliebig schiefer Lage zur Bildfläche.**

Sollten für die Aufgabe in Fig. 38 (S. 78) lediglich Augenpunkt und Distanz als Hilfspunkte zur Verwendung kommen, so kann dies mittels der geometrischen Projektionen Fig. 38a ähnlich wie bei Fig. 37 und 37a geschehen.

So stellt Fig. 38a die geometrischen Projektionen eines auf einer Kante liegenden vierseitigen Prismas in $1/2$ der perspektivisch zu zeichnenden Größe dar, und die Senkrechte $4''1$ bedeutet die Risse (Projektionen) der Bildfläche. Ist nun in Fig. 38 Augenpunkt A, die halbe Distanz $D/2$ und eine Ecke a des Körpers B gegeben, so ist hierdurch auch die weitere Ausführung des Körpers B, d. h. sein perspektivisches Bild bedingt.

Man zeichne durch den vordersten und links liegenden Eckpunkt a eine Senkrechte $a2f''$, mache a2 gleich zweimal $a'2'$ in Fig. 38a, ziehe durch 2 die Grundlinie GL, sowie eine Gerade nach dem Augenpunkt; auf letztere trage man die doppelte Größe der einzelnen Abschnitte von $2'$ bis $3'$ (oder a bis c) aus Fig. 38a nach 2 bis 3 in Fig. 38 über



(vergl. Fig. 37), ziehe durch b, 4, 3 Parallele zu GL, mache 2e gleich zweimal ae in Fig. 38a und ziehe eA, dann ist 2b43hgfe der perspektivische Grundriß des Körpers B, über dessen einzelnen Punkten 2, 4, 3 ... die betreffenden, aus Fig. 38a zu entnehmenden Höhen doppelt und in gleicher Ordnung aufzutragen sind. Um z. B. die Ecke d zu finden, entnehme man aus Fig. 38a die Größe 4′d′ oder, was dasselbe ist, 2′4″, trage sie von 2 aus in 24′ doppelt auf, ziehe 4′A und errichte über 4 eine Senkrechte; infolgedessen wird letztere die Gerade 4′A in d schneiden 2c. Hat man einmal das perspektivische Rechteck abcd konstruiert, so erübrigt nur noch, aus a, b, c, d Parallele zu GL, sowie in e, g, h Senkrechte zu zeichnen, um die Eckpunkte des über e..h stehenden, zu abcd parallelen Rechteckes zu finden. Wie der als Stütze gedachte Körper E konstruiert wurde, bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

§ 83. Das Prisma B könnte, sofern es sich nicht um bestimmte Maße handelt, auch ohne die geometrischen Projektionen Fig. 38a in folgender Weise gezeichnet werden: Man bestimme etwa die Kante ab beliebig, ziehe aus A durch b, ferner durch a eine Senkrechte, wodurch sich Punkt 2 ergeben hat; durch 2 lege man die Grundlinie GL, ziehe ferner aus $D/_2$ durch b bis n, trage die doppelte Größe 2n von 2 etwa nach links in 2i an und verbinde a mit i durch eine Gerade; zu letzterer rechtwinklig zeichne man if″, ferner aus f″ durch b eine Gerade und bestimme auf derselben die Länge bc beliebig, ziehe sodann aus A durch c bis 3′, trage die Strecke 2a von 3′ nach aufwärts in 3′4′ an und ziehe 4′A; sodann fälle man in c die Senkrechte c3, mache 34 perspektivisch gleich 2b und errichte in 4 eine Senkrechte; daraus ergiebt sich Ecke d auf der vorhin gezeichneten Geraden 4′A, und das Rechteck abcd ist damit gefunden. Soll eine Kante, wie bf 2c., perspektivisch gleich ba sein, so trage man ai nach 2e, ziehe eA und verfahre im übrigen wie vorhin.

Man beachte, daß hier lediglich das zur Grundebene vertikale, rechtwinklige Dreieck ab2 um seine Kathete 2a parallel der Bildfläche gedreht ist, was leicht auszuführen war, indem man nur die wahre Größe der zweiten Kathete 2b nach 2i zu tragen und a mit i zu verbinden brauchte, um in Dreieck a2i die wahre Größe des perspektivischen

Dreieckes a2b zu erhalten, welch ersteres sodann durch Ziehen von if″ zu dem rechtwinkligen Dreieck aif″ ergänzt und damit auch die Lage von f″bc als perspektivisch-rechtwinklig zu ab gefunden war.

Angenommen, daß eine Distanz oder $D/_2$ **nicht vorher** bestimmt gewesen wäre, so hätten auch ab, bc als rechtwinklig zu einander **beliebig** gezeichnet werden können, und in diesem Falle würde af″ die Hypotenuse, b2 die Höhe*) des rechtwinkligen Dreieckes abf″ sein. Zeichnet man nun über af″ als Durchmesser, etwa nach links, einen Halbkreis, so fällt die Drehung des Punktes b nach i in den Halbkreis (vergl. Fig. 7a), und Dreieck aif″ ist somit geometrisch gleich dem perspektivischen Dreieck abf″, woraus folgt, daß 2b wieder gleich 2i sein muß. Trägt man daher $^1/_2$ von 2i in 2n an und zieht von n durch b bis zum Horizont, so ist $D/_2$ **nachträglich** gefunden.

§ 84. Bei dem Körper C ist zunächst die Richtung und Länge einer Basiskante kl beliebig angenommen und daraus die Lage einer zu kl Rechtwinkligen und Horizontalen kr mittels $D/_2$ abgeleitet worden.

Zieht man etwa pm, d. h. eine Parallele zu GL, ferner von k nach A und $D/_2$, so ist der Abschnitt op gleich der halben Größe ko; macht man demnach oq gleich zweimal op, zieht u′q, dann qr rechtwinklig zu u′q und verbindet man k mit r, so ist lkr ein perspektivisch rechter Winkel. Auf kr nehme man irgend eine Größe km beliebig an, ziehe von m eine perspektivische Parallele (mF) zu klF und mache ms gleich kl (siehe § 63); A ist hierbei als ein zufälliger Teilungspunkt benützt worden; die weitere Ausführung des Körpers über dessen Basis klsm ist leicht zu ersehen.

Für den Obelisk bei P wurde zuerst das Quadrat uvwx konstruiert und in demselben die Diagonalen uw, vx über die Ecken hinaus verlängert; ferner uy in **beliebiger**,

*) Unter der Höhe eines rechtwinkligen Dreiecks versteht man eine von der Spitze des **rechten** Winkels auf die Hypotenuse rechtwinklig gefällte Gerade.

nach unten divergierender Richtung gegeben Errichtet man nun z. B. in y eine Senkrechte, bis die nach links verlängerte Diagonale wu in z geschnitten wird, und zeichnet von z aus ein zweites Quadrat, dessen Mitte m′ zugleich auch die Mitte des ersten ist, so ergeben sich auf den nach außen verlängerten Diagonalen in der Nähe von v, w, x weitere Eckpunkte des zweiten Quadrates; aus diesen fälle man Senkrechte bis zum Horizont und verbinde v, w mit den zuletzt erhaltenen, in der Horizonthöhe liegenden Punkten. Man beachte, daß man hier lediglich das von z aus gezeichnete Quadrat bis zur Horizonthöhe heruntergerückt hat, womit dasselbe, da es in dieser Höhe weder Untersicht noch Aufsicht bietet, als eine Gerade mit dem Horizont zusammenfällt.

§ 85. Aufgabe: Darstellung verschiedener Treppen.

In Fig. 39 (S. 82) ist das Treppenprofil parallel der Bildfläche und konnte somit geometrisch aufgetragen werden; die durch die Eckpunkte a, c, e, g und b, d, f, h gezeichneten Geraden sind ebenfalls geometrisch parallel (siehe § 20); ebenso ist ik geometrisch parallel zu ag, bh. Die Breite, bezw. hier die Tiefe der Treppe ist unbestimmt, falls eine Distanz nicht direkt oder indirekt gegeben ist. Betrachtet man jedoch lm, nm als Halbierungslinien der rechten Winkel bei l und n, so ist damit die Distanz und hierdurch auch die Tiefe der Treppe indirekt bestimmt. Man suche z. B. $D/_2$.

§ 86. In Fig. 40 liegt das Stufenprofil in einer zur Bild- und Grundfläche rechtwinkligen Ebene; die Breite bc einer jeden Stufe ist hier gleich dreimal der Stufenhöhe angenommen. Die Höhe, bezw. ein Drittel der Breite hat man hier von 0′ nach rechts viermal und die Höhe 01 (perspektivisch = ab) von 0 aus fünfmal auf die Senkrechte 0 ... 5 angetragen. Nun ziehe man $4' D/_3$, dadurch ergiebt sich d′ auf aA, errichte in d′ eine Senkrechte und ziehe 5A, 4A, woraus sich d und e ergiebt, verbinde a mit e, b mit d und ziehe von 1, 2, 3 Gerade nach A, alsdann sind auf den ansteigenden Parallelen ae, bd die Eckpunkte des Treppenprofiles gefunden.

Wie hier fn und damit das rechtsseitige Profil gefunden ward, ist unschwer aus der Zeichnung zu ersehen. Die oberste

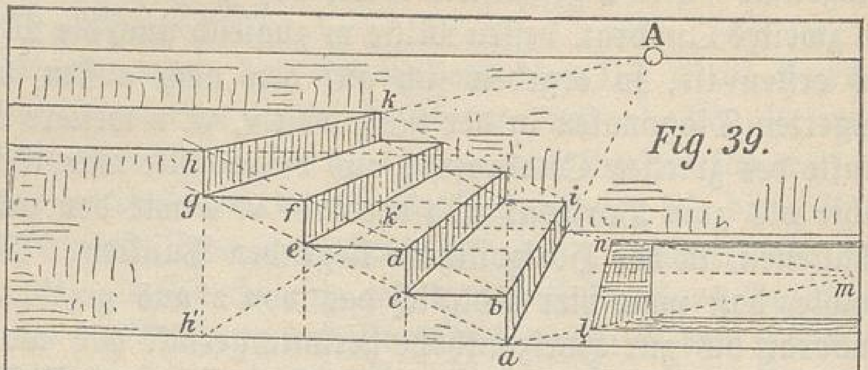


Fig. 39.

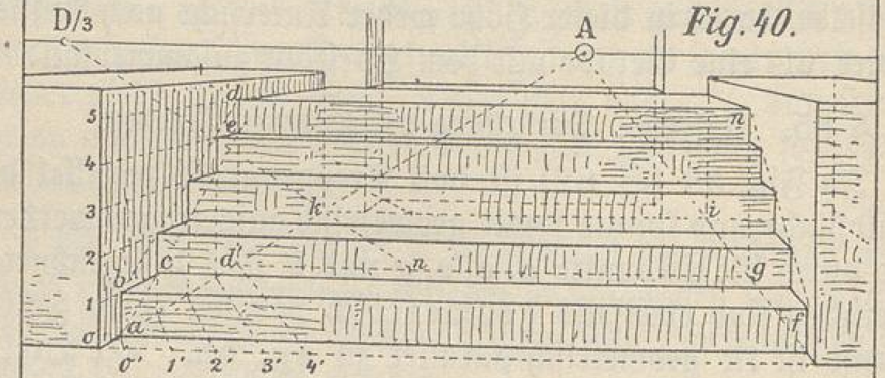


Fig. 40.

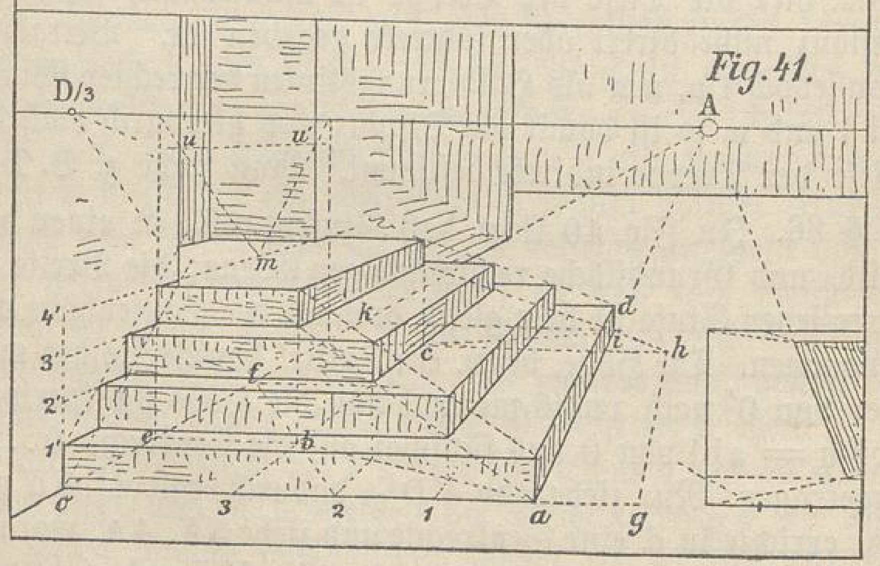


Fig. 41.

Antrittsfläche bildet ein Quadrat, welches zuerst auf der Grundfläche in d'kig konstruiert wurde.

§ 87. Die Konstruktion der von drei Seiten zugänglichen Treppe (Fig. 41) wurde, nachdem A und $D/_3$ gegeben waren, wie folgt ausgeführt.

Man trage von a nach links in a 1, 1 2, 2 3 die Breiten der einzelnen Stufen an, ziehe 3 A, ferner von 2 nach $D/_3$, alsdann ist 3 b gleich 3 a und a b die Halbierungslinie des perspektivisch rechten Winkels 3 a d. Die Länge der obersten Stufenplatte wurde gleich sechsmal der Breite b e angenommen, so daß also b c gleich sechsmal b e ist.

Nun zeichne man aus c die Gerade c h parallel zum Horizonte, mache die Strecke i h perspektivisch gleich a 1 (= a g) und ziehe von h nach $D/_3$; dann ist i d wieder gleich i c und daher d c die Halbierungslinie des rechten Winkels k d a. Zieht man noch aus 1, 2, 3 nach A, so sind damit auf a b, d c die Eckpunkte der Treppe im Grundrisse gefunden. Die Höhen der Stufen sind hier bei 0, 1′, 2′, 3′, 4′ aufgetragen worden 2c.

§ 88. **Aufgabe: Konstruktion verschiedener Simsprofile.**

Bei der Darstellung von Gesimsprofilen in kleinerem Maßstabe wird man gewöhnlich nur die Hauptmasse derselben bestimmen und die Details sodann nach dem Gefühle einzeichnen; so kann z. B. in Fig. 42 die Gerade a b als die Lage und Gesamtausladung des gegebenen Profiles betrachtet und von den einzelnen hier gegebenen Gliedern bei der perspektivischen Konstruktion zunächst Umgang genommen werden.

Fig. 42.

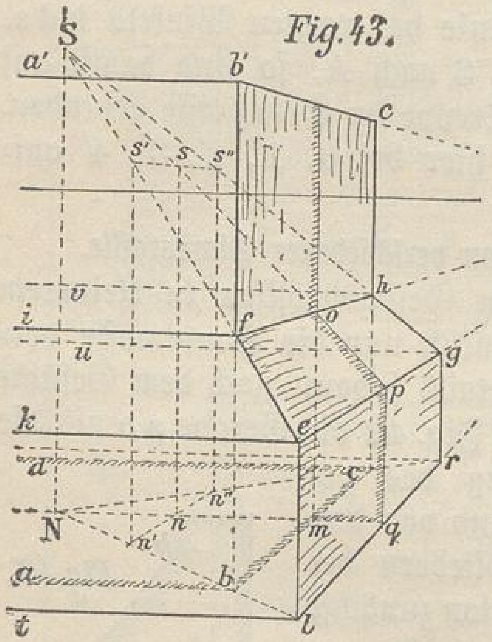
In den sehr oft vorkommenden Fällen, wo es sich darum handelt, an einem und demselben Mauerkörper Gesimse in verschiedenen Höhen zu zeichnen, kann die Benützung bestimmter Hilfslinien manche Vorteile und Abkürzungen bieten, weshalb hier folgende Erklärung den weiteren Beispielen vorausgehen soll.

Die nach drei Seiten ausladenden Gesimsflächen, wie i f e k, f h g e und h v u g (Fig. 43, S. 84) schneiden sich in den Geraden f e, h g; letztere heißen Wiederkehren, Kehrungen oder auch Kehrprofile.

Solche Kehrprofile liegen stets in den die Winkel der Mauerflächen halbierenden Ebenen, wie l e f S N b l und r g h S N c r; diese hier senkrechten Ebenen schneiden sich nun nach der senkrechten Geraden N S, welche wir der Kürze halber als die Kehrungsachse*) bezeichnen wollen; diese Achse kann nun für alle, dem Mauerkörper anliegenden Gesimse benützt werden.

Konstruktion: Es sei a b c d als Grundriß des Mauerkörpers gegeben; man halbiere zunächst den perspektivischen Winkel a b c und zeichne in m als der perspektivischen Mitte von b c die zum Horizont parallele Gerade m N, dann ergiebt sich Schnittpunkt N, aus welchem durch c die Halbierungslinie (Diagonale) N c des Winkels d c b gezeichnet wurde; über m q zeichne man das gewünschte Sockelprofil m q p o geometrisch und verlängere p o, bis die Senkrechte über N in S geschnitten wird, dann ist S als Achsenpunkt für die Kehrungen f e, h g gefunden. Zeichnet man nun aus dem Augenpunkte durch o, p, q Gerade, zieht ferner aus S durch f und h die Geraden f e, h g, sodann die Senkrechten e l, g r und aus f, e, l die Kanten f i, e k, l t 2c., so ist damit das Sockelgesimse vollendet. Statt der Senkrechten N S könnten indes auch Hilfslinien, wie n s, n′ s′, n″ s″, benützt werden, falls N S wegen Mangel an Raum unzugänglich wäre. Man

Fig. 43.



*) Worunter also die Schnittkante zweier Kehrungsebenen zu verstehen ist.

bestimme z. B. n′ beliebig auf der Diagonalen b N, ziehe von n′ nach dem Augenpunkte, wodurch sich n und n″ auf den Geraden m N, c N ergeben haben, errichte nun über den Punkten n′, n, n″ Senkrechte, verlängere p o, bis die auf n errichtete Gerade in s geschnitten wird, und ziehe aus dem Augenpunkte durch s; dadurch haben sich s′, s″ als Punkte ergeben, von welchen ebenso wie aus S die Kehrungen f e, h g gezeichnet werden können. Grundbedingung ist nur, daß solche Hilfslinien wie n′ s′, n″ s″ innerhalb derjenigen

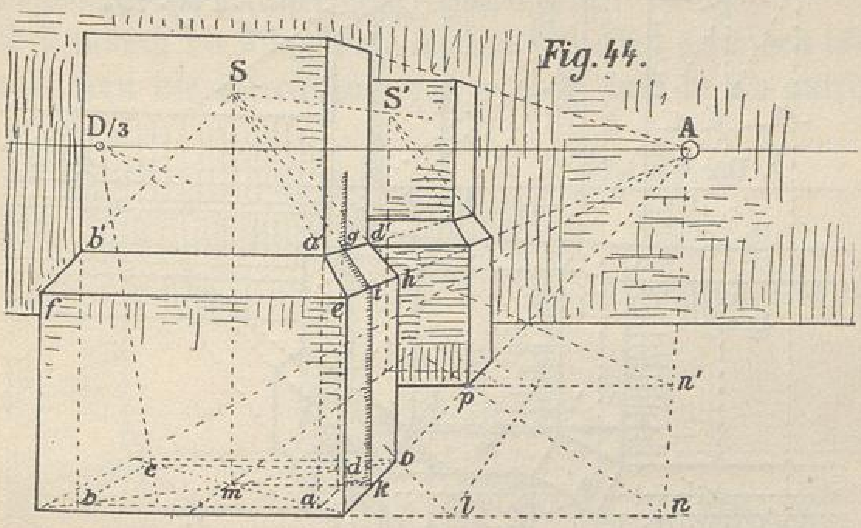


Fig. 44.

Ebenen liegen, welche die in einer Eckkante zusammenstoßenden Mauerflächen halbieren. Uebrigens sei noch bemerkt, daß es für die Ausführung des Sockels in Fig. 43 der Hilfslinien wie N S, n′ s′ ... nicht bedurft hätte, sondern, wie aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist, die Halbierungslinien b l, c r nebst dem Profil m o p q genügten, falls es sich nur um das Zeichnen dieses einen Gesimses gehandelt hätte.

§ 89. In Fig. 44 bilden die Gesimsflächen des vorderen Pfeilers (ebenso des weiter zurückstehenden) lediglich eine reguläre, abgestumpfte vierseitige Pyramide, deren Spitze über der Mitte m des quadratischen Pfeilergrundrisses a b c d liegt und deren sichtbare Basisseiten mit f e, e h bezeichnet sind. Das Sockelprofil ist in g i k m als geometrischer Durchschnitt durch die Mitte m angenommen worden. Durch die Verlängerung von i g ergab sich Punkt S, aus welchem die übrigen Kehrkanten gezeichnet wurden. Die weitere Ausführung ergiebt sich aus der Zeichnung selbst. Der Abstand des zweiten Pfeilers vom ersten, d. h. die Entfernung o p, ist gleich dreimal l n.

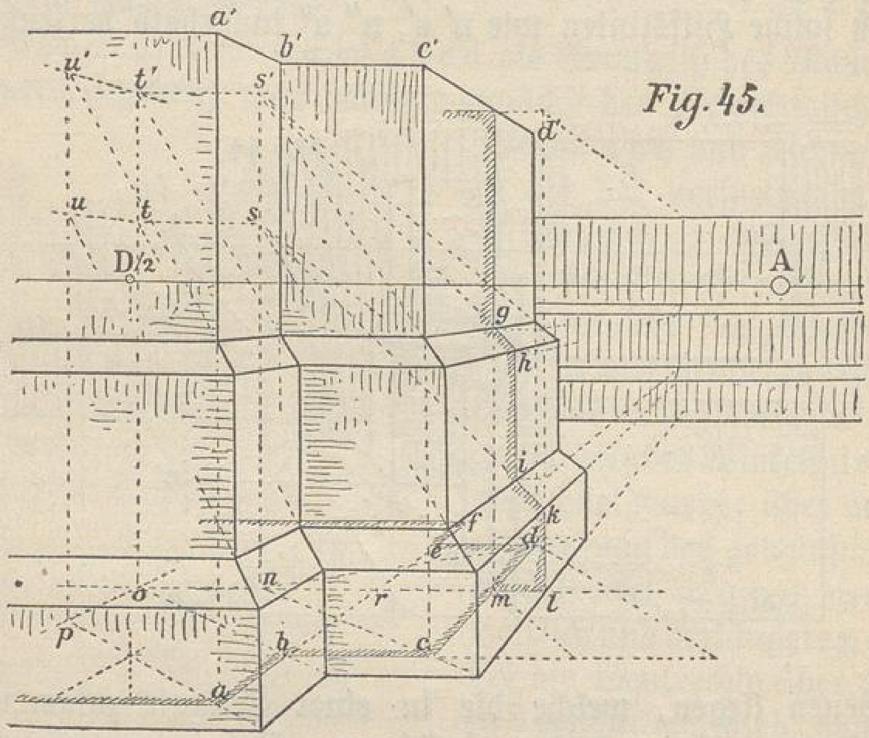
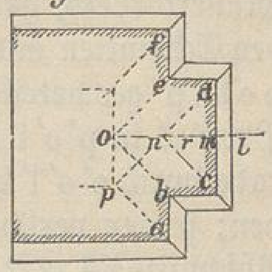


Fig. 45.

§ 90. In Fig. 45 sei a b c d e f die Basis eines Mauerprofiles. Bei der Mitte m des vorspringenden Pfeilers b c d e wurde das Sockelprofil in l k i h g geometrisch gezeichnet. Halbiert man nun die perspektivisch rechten Winkel bei a, b, c, d . . . und zieht durch m parallel dem Horizonte eine Gerade m n o, so werden die Diagonalen aus d, c, b die Gerade m o in n und o schneiden (vergl. Fig. 45a); zieht man ferner aus A durch o eine Gerade gegen den Vordergrund, so wird letztere durch die aus a gezeichnete Diagonale in p geschnitten; über den Punkten n, o, p errichte man nun

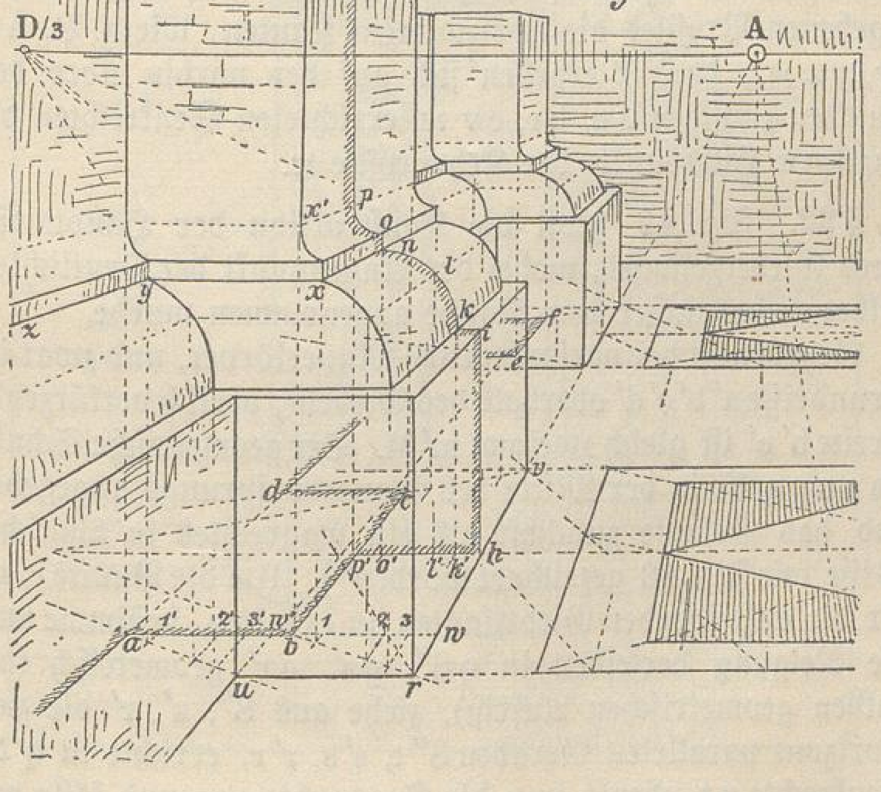
Senkrechte und verlängere zunächst k i bis s und h g′ bis s′; dadurch können aus s, s′ die zu den Eckkanten c c′, d d′ gehörigen Kehrprofile gezeichnet werden. Die zu b b′ und a a′ gehörigen Kehrungen sind aus den Punkten t, t′ und u, u′ gezeichnet, welche, wie aus der Figur ersichtlich ist, die perspektivisch gleiche Höhenlage wie s, s′ über der Grundfläche haben.

Fig. 45a



Ferner sei noch bemerkt, daß die Strecke n o gleich m r, d. h. gleich dem Vorsprung des Mauerpfeilers b c d e ist und demnach die Diagonale b o am kürzesten gefunden wird, wenn man die Strecke m r von n nach links in n o anträgt.

Fig. 46.



Die Diaganalen a p, b o, c n .... bilden die perspektivischen Horizontalprojektionen der zu den betreffenden Eckkanten wie a a′, b b′ ... gehörigen Kehrprofile (vergl. Fig 45 a).

§ 91. Fig. 46 (S. 87) veranschaulicht ein im Detail ausgeführtes Gesimse, in welchem sämtliche Eckpunkte der einzelnen Glieder durch Konstruktion gefunden sind.

Man bestimme zunächst den Grundriß a b c d ... e f des Mauerkörpers, halbiere sodann die Winkel an den betreffenden Eckpunkten mittels $D/_3$, zeichne rechts von p p′ das Profil p o l h p′ geometrisch und projiziere die einzelnen Punkte des Profiles in p′ o′ l′ k′ h auf die Grundfläche, ziehe aus A Gerade durch p′ o′ l′ k′ h, bis b r, c v hierdurch geschnitten werden; ferner verlängere man a b gegen w, trage die kleinen Abschnitte b 1, 1 2 ..., welche sich auf b w ergeben haben, von a aus in a′ 1′, 1′ 2′ ... auf und ziehe aus dem Augenpunkte durch 1′, 2′, 3′, w′, bis a u geschnitten wird; in den hierdurch auf a u, b r, c v ... erhaltenen Punkten errichte man Senkrechte und zeichne durch die Punkte o, n, l, k, i, h des gegebenen Profiles die horizontalen Kanten, wie z. B. n x, x y, y z ꝛc.; daraus ergeben sich auf den vorhin über den Punkten zwischen a u, b r, c v ꝛc. errichteten Senkrechten die einzelnen Hilfspunkte der Kehrprofile ꝛc.

§ 92. Fig. 47 zeigt die Konstruktion der Hauptmasse eines Giebelgesimses, wobei der Augenpunkt der Deutlichkeit halber rechts außer dem Rande angenommen wurde.

Gegeben ist der vorspringende Mauerkörper, und zwar im Grundrisse a′ b′ c′ d′ oberhalb des Giebels; die sich verkürzende Breite b′ c′ ist gleich zweimal m′ M. Der geometrische Schnitt l m n o p q ist in der Mitte des Mauervorsprungs angegeben und das Gesimse zunächst als ein wagrechtes in ähnlicher Weise wie Fig. 43 gezeichnet worden*). Um die Punkte r, s, t für die ansteigenden Giebelkanten zu erhalten, bestimme man die Neigung derselben in q S″, p s′, o r′ geometrisch (als halben geometrischen Aufriß), ziehe aus S″, s′, r′ die zum Horizont parallelen Geraden S″ t, s′ s, r′ r, errichte in q die Senkrechte q t, ebenso in p die Senkrechte p r s und fälle von

*) Man betrachte Fig. 43 umgekehrt, so daß der Horizont nach unten zu liegen kommt.

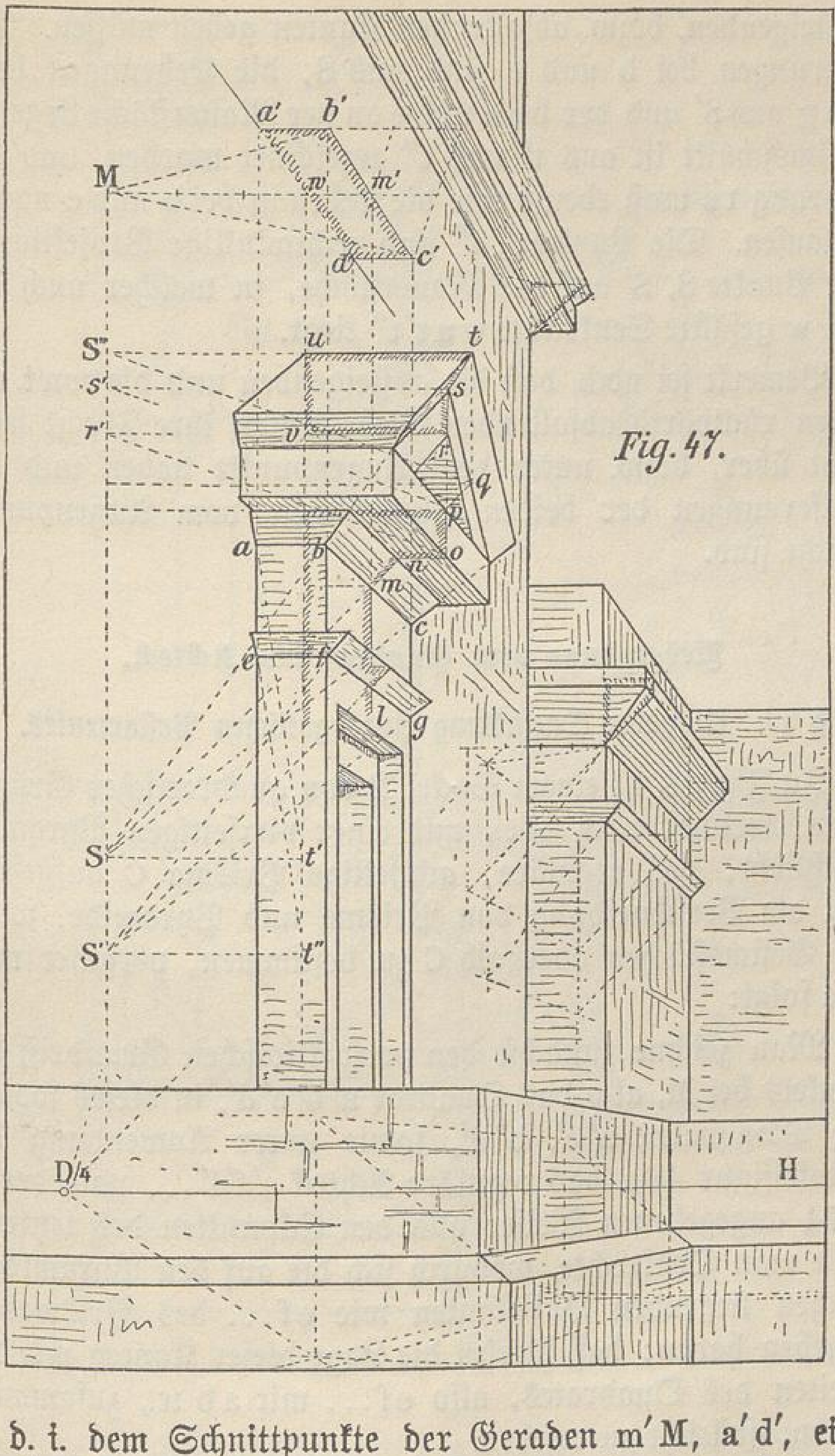


Fig. 47.

w, d. i. dem Schnittpunkte der Geraden m'M, a'd', eine Senkrechte, dann ist vutsr die Schnittfigur durch den Scheitel des Giebels, und t, s, r sind die Eckpunkte, nach welchen die aufsteigenden, bezw. abfallenden Kanten gehen müssen. Die Kehrungen bei b und c sind aus S, die Kehrungen bei f und g aus S′ und der bei a und e an der Mauerfläche liegende Gesimsschnitt ist aus t′ und t″ gezeichnet worden, und die Kehrung t s muß ebenso wie die Kehrung bei b und c nach S verlaufen. Die Punkte t′, t″ sind rechtwinklige Projektionen der Punkte S, S′ auf die Mauerfläche, in welcher auch die von w gefällte Senkrechte w u t′ t″ liegt.

Bemerkt sei noch, daß die ansteigenden und die von t, s, r gegen rückwärts abfallenden Giebelkanten ihre Flucht senkrecht über, bezw. unter dem Augenpunkte haben und die Entfernungen der beiden Fluchtpunkte vom Augenpunkte gleiche sind.

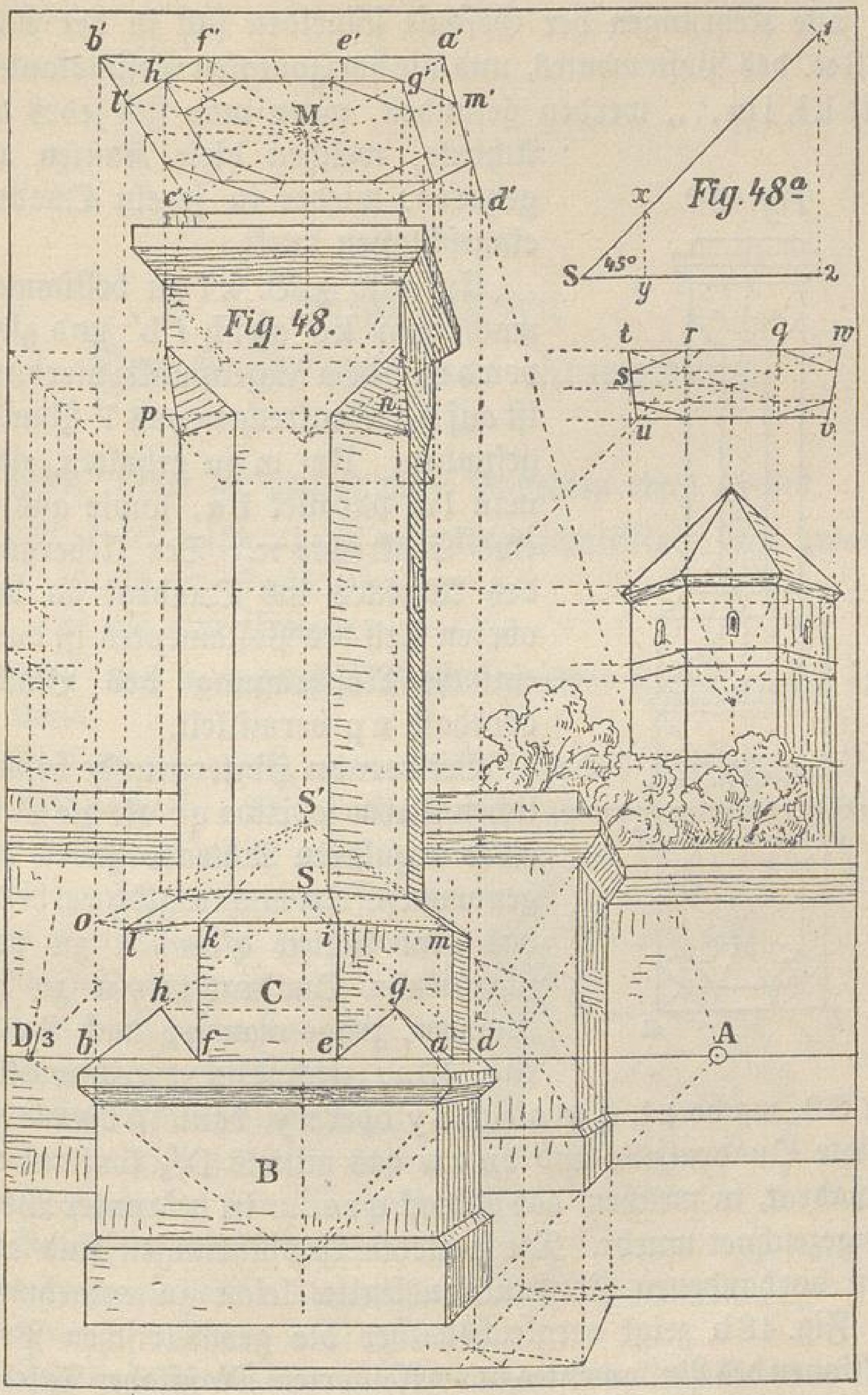
Uebergänge vom Quadrat ins Achteck.

§ 93. Aufgabe: Darstellung eines gotischen Postamentes.

In Fig. 48 ist einem Sockel B von quadratischer Grundform, welcher nach oben mit einer vierseitigen Pyramide abschließt, das reguläre, achtseitige Prisma C aufgesetzt. Um die Verschneidung von Prisma und Pyramide, sowie die Gesimsflächen oberhalb C zu bestimmen, verfahre man wie folgt:

Man zeichne zunächst den perspektivischen Grundriß des Sockels bei M, also das Quadrat a′ b′ c′ d′, in dieses sodann die Diagonalen a′ c′, b′ d′, sowie unter Anwendung der Winkelfigur 48 a das reguläre Achteck e′ f′ l′ . . . nach der in § 74 angegebenen Weise; aus den Eckpunkten des letzteren fälle man Senkrechte, wodurch sich die auf den Pyramidenflächen liegenden Basiskanten wie e f . . . des Prismas C ergeben haben; daß hierbei die Lage dieser Kanten mit den Seiten des Quadrates, also e f . . . mit a b ꝛc., zusammenfallen, ist leicht zu ersehen.

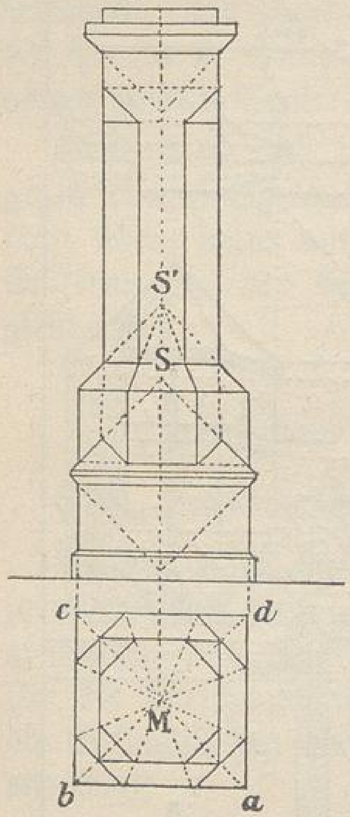
Um die Durchschnittspunkte wie g und h der Pyramidenkanten a S, b S . . . zu bestimmen, fällt man aus den Schnitt-



punkten der Achteckseiten mit den Diagonalen des Quadrates, also aus g′, h′.., Senkrechte, wodurch sich die Punkte g, h.. auf aS, bS.. ergeben haben 2c.

Die Kehrungen der Gesimse schneiden sich in der Achse MS ꝛc. des Postamentes, und die horizontalen Gesimskanten, wie kl, im..., werden gefunden, wenn man sich jedes der Achtecke, welchen diese Kanten angehören, wieder in je ein Quadrat eingeschlossen denkt.

Fig. 48b



Um also z. B. kl zu bestimmen, mache man ko gleich f'b' und ziehe von o nach dem Augenpunkt; hierdurch ist auf der Senkrechten aus l' Punkt l gefunden. Um m zu erhalten, ziehe man lm parallel **ba**, sowie aus m' eine Senkrechte ꝛc. Der Uebergang des Achteckes ins Quadrat an dem oberen Teil des Postamentes ist durch einfache Abschrägung des Blockes oberhalb np vermittelt.

Bei dem im Hintergrunde befindlichen Turm sei etwa qr als die Seite eines regulären Achteckes zuerst angenommen. Um nachträglich rs, bezw. das dem Achteck qrs... zu umschreibende Quadrat tuvw zu bestimmen, trage man qr nach Sx in Fig. 48a, zeichne xy rechtwinklig zu S2, mache rt, qw gleich Sy oder xy, dann ist tw die gesuchte Quadratseite und tuvw das mittels $D/_3$ konstruierte Quadrat, in welchem das Achteck qrs... in bekannter Weise eingezeichnet wurde. Die weiteren Ausführungen sind aus den vorhandenen Konstruktionslinien leicht zu entnehmen.

Fig. 48b zeigt vergleichshalber die geometrischen Projektionen des Postamentes in verkleinertem Maßstabe. Tafel II veranschaulicht die Verwertung des bisher Gesagten bei einem Interieur in gerader Ansicht.

Fünfter Abschnitt.

Der Kreis und seine Anwendung.

§ 94. Ueber die perspektivische Projektion eines Kreises.

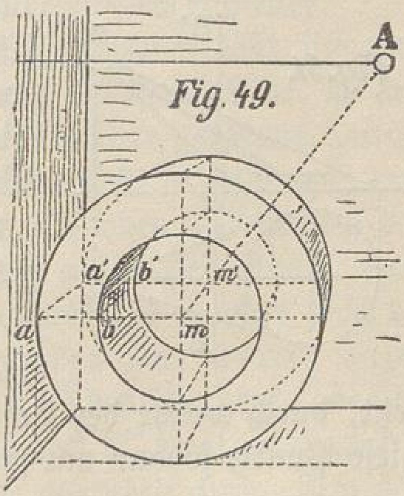
Der Kreis erscheint als eine Kegelschnittlinie, und zwar:

a) als ein Kreis, oder

b) als eine Ellipse.

§ 95. Die perspektivische Projektion eines Kreises wieder als ein Kreis.

Dies ist der Fall, wenn die Ebene des Kreises parallel der Bildfläche ist. Alle Kreise, welche also parallel der Bildfläche sind, können mit dem Zirkel gezeichnet werden, sobald deren Mittelpunkte m, m′ und deren Halbmesser m a, m b und m′a′, m′b′ gegeben sind. Fig. 49 veranschaulicht dies an einem cylindrischen Ringe (vergl. § 21).

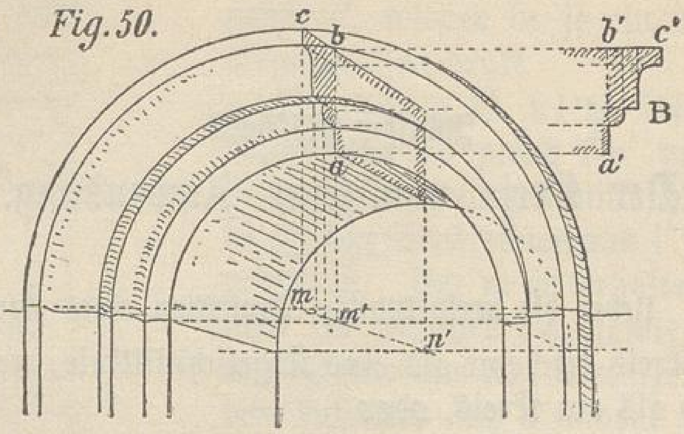


Ebenso zeigt Fig. 50 (S. 94) ein Rundgesimse in Frontstellung; das Gesimse wurde so gezeichnet, daß man zuerst das Ausladungsprofil a b c nach dem bei B geometrisch gegebenen Profil bestimmte (c b, ebenso m m′n′ gehen nach dem Augenpunkte). Aus den Profilecken wurden senkrechte Linien herabgefällt und dadurch bei m, m′.. die Mittelpunkte der verschiedenen Bögen und deren Halbmesser, wie z. B. m c, m′a ꝛc., bestimmt.

§ 96. Die perspektivische Verkürzung eines Kreises zur Ellipse.

Dies ist der Fall, wenn die Ebene des Kreises zur Bildfläche irgendwie geneigt ist.

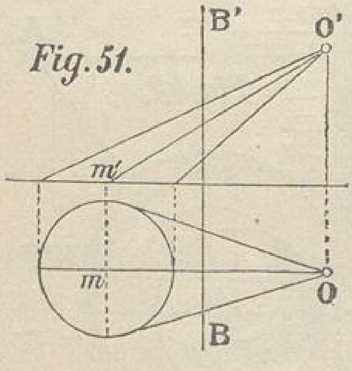
Fig. 50.



§ 97. Weshalb das perspektivische Bild eines Kreises eine Kegelschnittlinie, ein Kreis oder eine Ellipse sein muß.

Weil die Summe der von einer Kreislinie nach dem Auge gehenden Sehstrahlen einen Kegel bildet, dessen sämtliche Mantellinien von der Bildfläche nach einer Ebene geschnitten werden. Fig. 51 veranschaulicht dies in orthogonaler (geometrischer) Projektion*).

Fig. 51.



§ 98. Bestimmung der Form eines sich verkürzenden Kreises.

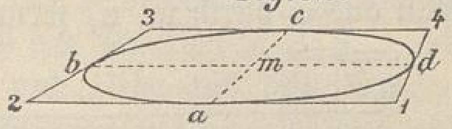
Es geschieht dies dadurch, daß man eine Anzahl von Punkten festsetzt, durch welche der Umfang des Kreises geht, und durch diese Punkte sodann mit freier Hand eine Kurve zeichnet.

*) Eine Ebene (hier die Bildfläche B, B′), welche sämtliche, aus der Spitze (hier O, O′) durch die Peripherie eines Kreises gehenden Mantellinien schneidet, ergiebt als Schnittfigur des Kegels stets eine geschlossene Kurve, nämlich einen Kreis oder eine Ellipse. In Fig. 51 ist z. B. der Schnitt eine Ellipse; wäre die Kreisebene dagegen parallel der Bildfläche aufgestellt worden, so würde sich als Schnitt des Kegels mit der Bildfläche wieder ein Kreis ergeben haben, weil parallele Schnitte eines Kegels ähnliche Figuren sind.

§ 99. **Mittel zur Erleichterung des Zeichnens solcher Kurven.**

Diese sind, wenn man zu den betreffenden Punkten auch die zugehörigen Tangenten der Kurve bestimmt. Kleinere Kreise werden häufig in ein Quadrat (vergl. Fig. 52), größere in ein reguläres Achteck, bezw. in zwei symmetrische Quadrate derart einbeschrieben, daß die Seiten der Quadrate, bezw. des Achteckes Tangenten des perspektivischen Kreises bilden.

Fig. 52.

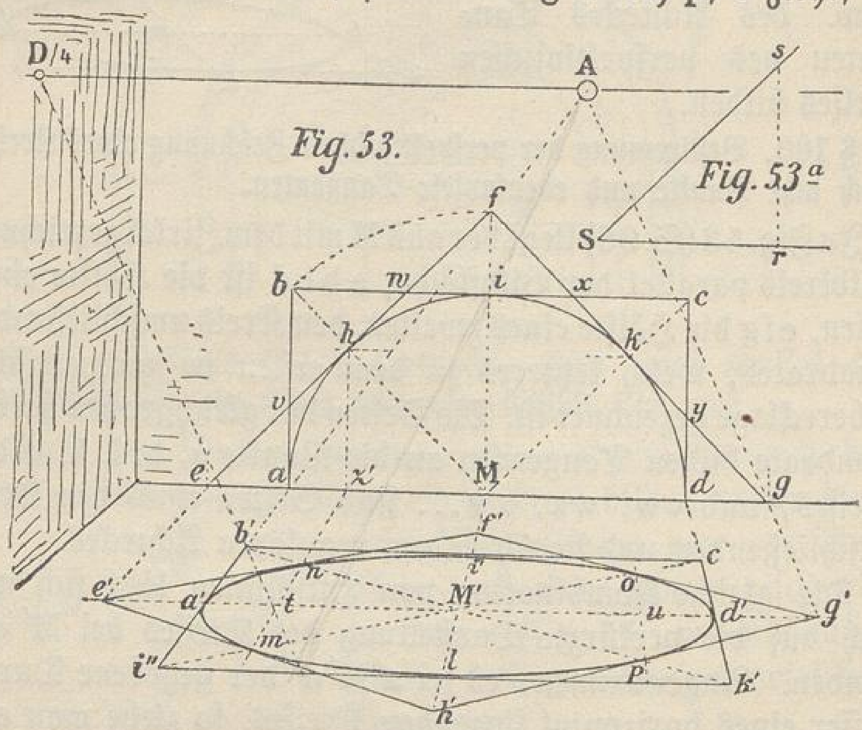


§ 100. **Bestimmung der perspektivischen Zeichnung eines Kreises durch acht Punkte und ebensoviele Tangenten.**

In Fig. 53 (S. 96) liegt der aus M mit dem Zirkel gezeichnete Halbkreis parallel der Bildfläche; a b c d ist die Hälfte eines ersten, e f g die Hälfte eines zweiten, den Kreis umschließenden Quadrates, welch letzteres zu dem ersten in symmetrischer Ueberecklage gezeichnet ist. Die Seiten der gleichgroßen halben Quadrate bilden Tangenten an die Punkte a, h, i, k, d des Kreises, und vw, wx, xy... sind Seiten eines den Kreis umschließenden und berührenden, regulären Achteckes.

Die gleiche Kombination von Hilfslinien läßt sich nun auch auf die verkürzte Darstellung des Kreises bei M′ anwenden. Angenommen, es sei a′M′d′ der gegebene Durchmesser eines horizontal liegenden Kreises, so ziehe man aus A durch a′ und d′ Gerade, mache a′b′ oder a′i″ mittels der hier gegebenen Vierteldistanz gleich a′M′, ziehe aus i″ oder b′ durch die Mitte M′ die Diagonale i″M′c′ oder b′M′k′, wodurch sich Punkt c′ oder k′ ergeben hat, worauf durch Ziehen der Wagrechten c′b′ und k′i″ das Quadrat i″b′c′k′ vollendet und, wenn man aus A durch M′ zieht, zugleich die weiteren Punkte i′l des Kreises gefunden sind. Um die Punkte m, n, o, p des Kreises nebst den hierzugehörigen Tangenten zu finden, welch letztere wieder ein Quadrat h′e′f′g′ von der gleichen Größe wie das erste bilden, zeichne man bei Fig. 53a einen Winkel von 45° als Hilfsfigur, trage den Halbmesser M′a′ (=M′d′) von S aus auf einen

Schenkel des 45°-Winkels etwa in S s an, fälle von s die Gerade s r rechtwinklig gegen den zweiten Schenkel, entnehme sodann die Strecke s r (= r S), trage sie von M′ aus in M′t, t e′ und M′u, u g′ je zweimal nach beiden Seiten an und ziehe aus A durch t und u; man erhält so die Kreispunkte m, n, o, p auf den Diagonalen des Quadrates und, indem man aus e′ durch m, n, ferner aus g′ durch p, o zieht, die



Seiten des zweiten, übereck liegenden Quadrates e′f′g′h′ als Tangenten des Kreises. Durch die so gefundenen acht Punkte nebst den zugehörigen Tangenten ist die perspektivische Kreislinie (Ellipse) mit freier Hand einzuzeichnen. Aus der bisherigen Erklärung, wie auch aus Betrachtung der Fig. 53 und 53a dürfte leicht zu entnehmen sein, daß die Konstruktion des verkürzten Kreises ohne Benützung der geometrischen Figur bei M lediglich mittels der Hilfsfigur 53a ausgeführt wurde. Man beachte nur, daß Dreieck S s r (Fig. 53a) rechtwinklig und gleichschenklig, also ähnlich dem Dreieck M h z′ in Fig. 53 ist und somit nur eine Vereinfachung oder Abkürzung der bei M vorgenommenen Konstruktion bedeutet.

§ 101. Bestimmung einer beliebigen Anzahl von Kreispunkten nebst den hierzu gehörigen Tangenten.

In Fig. 54 sei aMb der gegebene Durchmesser eines horizontal liegenden Kreises, für dessen Umfangbestimmung etwa zwölf Punkte 2c. angegeben werden sollen.

Man beschreibe aus M über dem Durchmesser ab den geometrischen Halbkreis adb, teile denselben in sechs gleiche Teile a2, 23, 3d..., fälle aus den Punkten 2, 3, d... die Senkrechten 22′, 33′, dM... und ziehe aus dem Augenpunkte durch a, 2′, 3′, M...b Gerade, nehme nun etwa cM

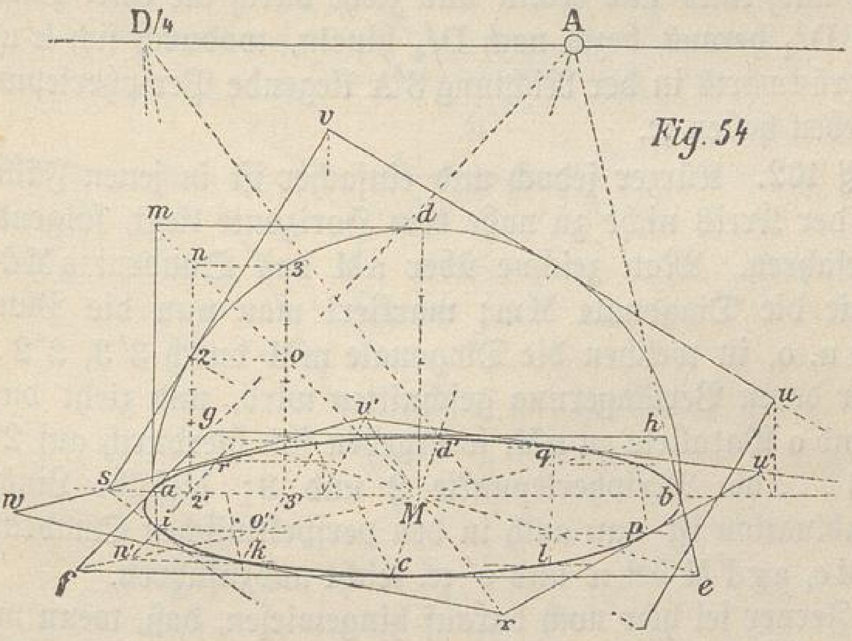


Fig. 54

als die Verkürzung des zu aM rechtwinkligen Halbmessers an, zeichne durch c die Gerade fce, ziehe aus e durch M die Diagonale eMg und durch den so erhaltenen Punkt g die Gerade gd′h; damit ist das erste umschließende Quadrat fghe nebst dem Punkte d′ bestimmt. Aus der Verkürzung dieses Quadrates läßt sich nun leicht die Distanz, bezw. ein Bruchteil derselben auf dem Horizont bestimmen. Um beispielsweise $D/_4$ zu finden, denke man sich fe in vier gleiche Teile geteilt und etwa von dem zunächst bei f liegenden Punkte durch g bis zum Horizont gezogen, so ist damit $D/_4$

gefunden. Sollen nun die weiteren noch fehlenden Peripheriepunkte wie i, k, l ... angegeben werden, so denke man sich den Halbkreis adb um seinen Durchmesser ab sowohl nach vorne, als auch nach rückwärts umgeklappt, d. h. man trage die Strecken wie 22′, 33′ ... mittels $D/_4$ in 2′i, 3′k ... und die gleichen Größen von 2′ und 3′ aus auch nach rückwärts an. In derselben Weise wurde auch die rechts liegende Kreishälfte bestimmt.

Um also beispielsweise k und den gleichliegenden Punkt rückwärts zu finden, trage man $^1/_4$ der Strecke 33′ von 3′ aus nach links und rechts und ziehe durch die betr. Punkte von $D/_4$ heraus, bezw. nach $D/_4$ hinein, wodurch sich k und der rückwärts in der Richtung 3′A liegende Peripheriepunkt ergeben haben ꝛc.

§ 102. Kürzer jedoch und einfacher ist in jenen Fällen, wo der Kreis nicht zu nahe dem Horizonte liegt, folgendes Verfahren. Man zeichne über aM das Quadrat aMdm, sowie die Diagonale Mm; markiert man nun die Punkte wie n, o, in welchen die Diagonale mM durch 3′3, 2′2 ... oder deren Verlängerung geschnitten wird, und zieht durch n und o Parallele zu aM, so ergeben sich hierdurch auf 2′2, 3′3 ... die Peripheriepunkte 2 und 3; dieselbe Linienkombination ist nun auch in den perspektivischen Quadraten faMc, agd′M bei n′ und o′ ꝛc. leicht auszuführen.

Ferner sei hier noch darauf hingewiesen, daß, wenn man durch die Endpunkte k, q, p, r zweier zu einander perspektivisch rechtwinkliger Durchmesser Tangenten legt, diese wieder ein Quadrat von derselben perspektivischen Größe wie fehg bilden, woraus zu erkennen ist, daß sich an der Erscheinung des Kreises nichts ändert, ob derselbe in ein horizontales Quadrat eingezeichnet wird, dessen Seiten zur Bildfläche parallel und rechtwinklig, oder in ein solches, dessen Seiten zur Bildfläche wie bei ru′v′w schief liegen.

§ 103. In Fig. 55 sei dieser Fall noch eingehender erörtert. Das hier gegebene Quadrat ist abcd, welches nach der in § 60 angegebenen Weise konstruiert wurde. Durch

Zeichnen der Diagonalen ac, bd ergab sich die Mitte M, und durch die aus den Fluchtpunkten F, F' durch M gezogenen Geraden ergaben sich die Punkte e, f, g, h, in welchen der Kreis die Quadratseiten berührt.

Die Geraden eMg, fMh sind zwei rechtwinklig zu einander liegende Durchmesser, also eM ein Halbmesser, dessen wahre Größe mittels des Teilungspunktes T' auf eine zum

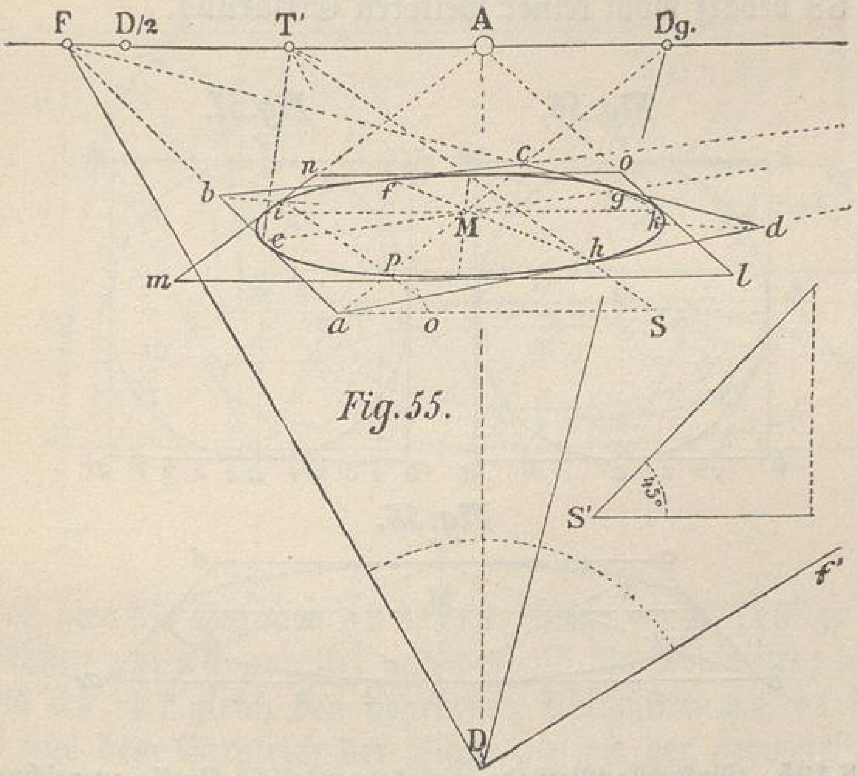


Fig. 55.

Horizont Parallele Mi in Mi übertragen wurde. Macht man nun Mk gleich Mi, so ist damit ein zur Bildfläche paralleler Durchmesser iMk gefunden, zu welchem ein den Kreis berührendes zweites Quadrat lmno wie bei Fig. 52 und 53 konstruiert wurde und, wenn nötig, noch weitere Peripheriepunkte in bekannter Weise gefunden werden können. In Fig. 55 wurden mittels des Teilungspunktes T' auf den Diagonalen ac, bd weitere Punkte wie p, i... bestimmt.

§ 104. In den geometrischen Figuren 56 und 57 sind zwei weitere Methoden nach Thibault*) angegeben, nach denen sich innerhalb eines gegebenen Quadrates Punkte des Kreisumfanges bestimmen lassen. Die gleiche Anordnung der Hilfslinien ist auch hier in der perspektivischen Figur 58 angewendet, und zwar in der von ef links liegenden Kreishälfte nach Fig. 56 und in der von ef rechts liegenden Kreishälfte nach Fig. 57. Die Ausführung der Figuren 56, 57, 58 bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

Fig. 56.

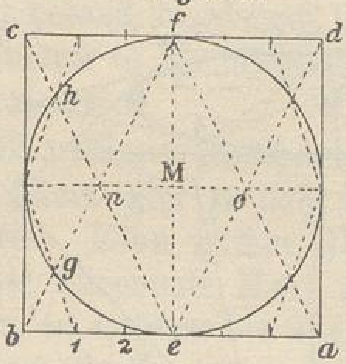


Fig. 57.

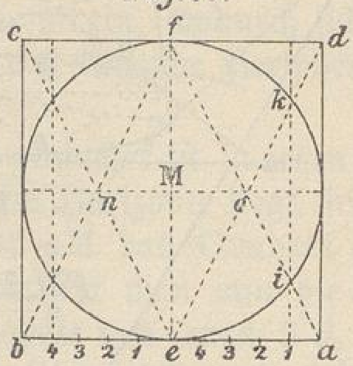
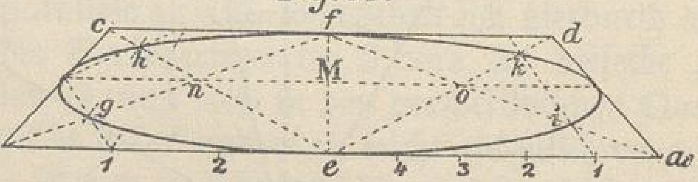


Fig. 58.



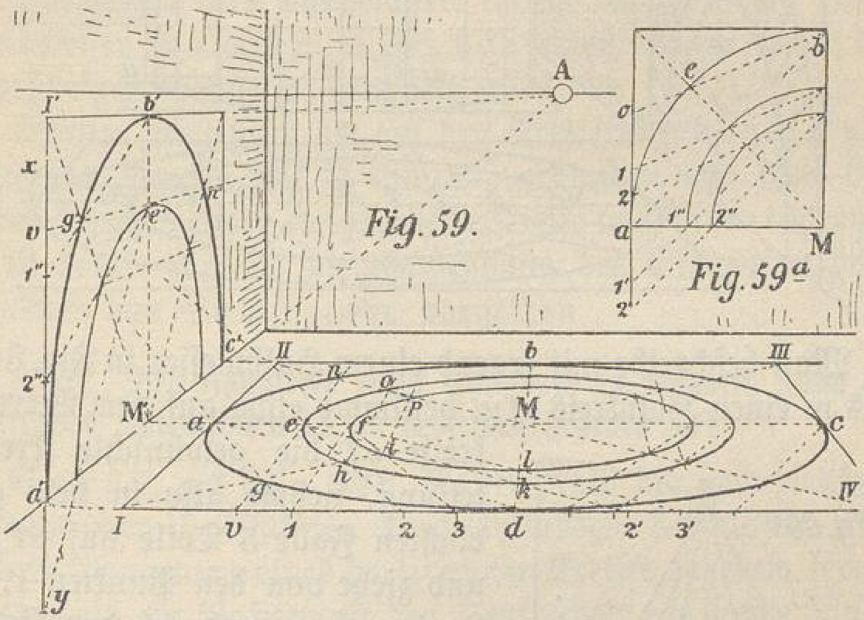
§ 105. Einfachste Methode, um konzentrische Kreise zu zeichnen.

In Fig. 59 sei a b c d ein gegebener Kreis, innerhalb dessen durch e und f weitere konzentrische Kreise konstruiert werden sollen. Man zeichne eine Sehne a g, verlängere sie bis 1, mache die Abschnitte 1 2, 2 3 perspektivisch gleich den Abschnitten a e, e f — was hier mittels eines Punktes x**) als Flucht der Geraden a g geschehen ist — und verbinde e

*) Application de la Perspective aux arts du Dessin, par **Thibault**. Paris 1827.

**) Hier nicht mehr auf der Zeichenfläche.

mit 2 und f mit 3; hierdurch ergeben sich auf dem Halbmesser g M die Punkte h, i. Trägt man ferner die Abschnitte 1 2, 2 3 von d aus in d 2′, 2′ 3′ an und verbindet nun wieder e mit 2′ und f mit 3′, so ergeben sich auf dem Halbmesser d M die Punkte k, l 2c. Wie die Punkte o, p auf dem Halbmesser n M gefunden wurden, bedarf keiner Erklärung.



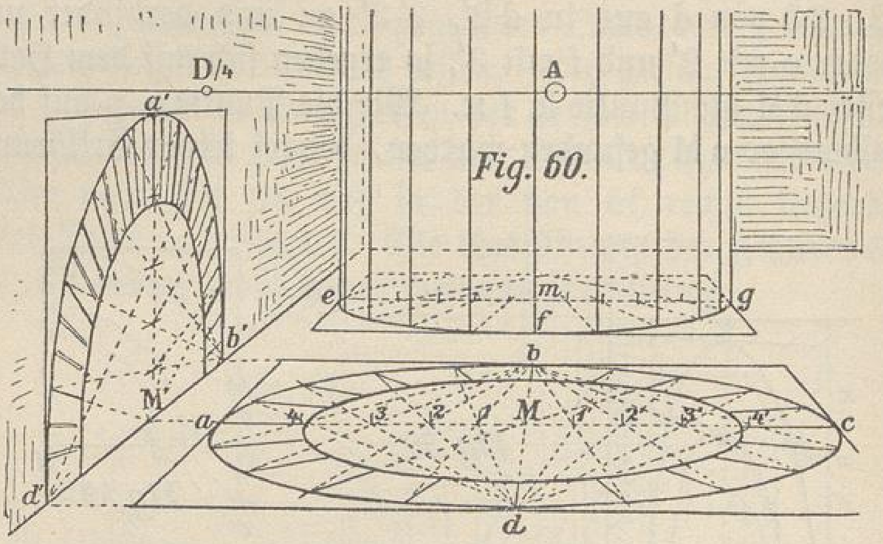
Daß hier die Geraden e h 2, f i 3, ebenso e k 2′, f l 3′ zu den Sehnen a g, a d parallel und deshalb die Abschnitte g h, h i und d k, k l gleich den gegebenen Abschnitten a e, e f sind, ist aus dem Vergleich der Figur 59 mit der geometrischen Figur 59 a unschwer zu ersehen; desgleichen, daß 1″ 2″ und a′ y gleich I′ v, also auch perspektivisch gleich b′ e′ ist 2c.

§ 106. Ausführung einer bestimmten gleichartigen Teilung auf Kreisen von verschiedenem Halbmesser.

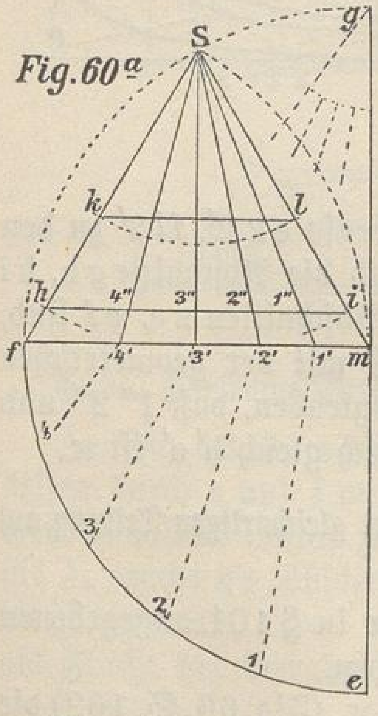
Es kann dies entweder nach der in § 101 angegebenen Methode oder auch wie folgt geschehen.

Es seien in a b c d, ebenso in g f e 2c. (Fig. 60, S. 102) die Kreislinien nach irgend einer der bereits bekannten Methoden gezeichnet, und es sollen dieselben nachträglich in die gleiche

Anzahl gleicher Teile, z. B. der ganze Kreis abcd in 20, der Halbkreis efg in 10 Teile geteilt werden.



Man beschreibe mit irgend einem Halbmesser in Fig. 60a aus m einen Halbkreis efg, bestimme etwa auf dem Viertelkreise ef die gewünschte Kreisteilung, nehme also in dem gedachten Falle 5 Teile auf ef an und ziehe von den Punkten 1, 2, 3, 4 nach g, wodurch der Halbmesser mf in die Abschnitte f4′, 4′3′ . . . gebracht ist; nun beschreibe man mit fm als Radius aus f einen weiteren Bogen mS und verbinde die Punkte f, 4′, 3′, 2′, 1′, m mit S, dann bildet das gleichseitige Dreieck fmS mit den von 4′, 3′, 2′, 1′ nach S gezogenen Geraden die Hilfsfigur, um die Halbmesser verschiedener, ungleich großer Kreise in demselben Verhältnis wie fm zu teilen.



Man beschreibe z. B. mit dem Halbmesser Ma in Fig. 60 aus S (Fig. 60a) den Bogen hi, verbinde h. i durch eine

Gerade (Sehne) und trage die auf der Sehne hi vorhandenen Abschnitte i 1″, 1″ 2″ ... in entsprechender, aus der Zeichnung ersichtlicher Ordnung auf Ma, Mc über*), ziehe durch die so erhaltenen Punkte 1, 2, 3, 4 und 1′, 2′, 3′, 4′ aus b und d Gerade, welche sodann auf dem Kreisumfang abcd die gewünschte Teilung ergeben. In gleicher Weise wurde auch die Einteilung der Halbkreise efg und d′a′b′ mittels der Hilfsfigur 60a ausgeführt, indem man z. B. mit einem Halbmesser me aus S in Fig. 60a einen Bogen nebst der zugehörigen Sehne kl zeichnete ꝛc.

Werden schließlich die auf den Kreislinien abcd, d′a′b′ liegenden Punkte mit M und M′ verbunden und diese Geraden durch weitere konzentrische Kreise nach innen begrenzt, so ist damit zugleich die Anwendung des Erörterten beim Zeichnen von Steinfugen ꝛc. dargethan.

§ 107. Den Basiskreis eines Cylinders zu zeichnen, wenn die senkrechten Umrißlinien ab, cd desselben gegeben sind).**

Sind ab, cd (Fig. 60b, S. 104) als die beiderseitigen Grenz- oder Umrißlinien eines Cylinders, d. i. als die senkrechten Tangenten eines horizontalen Kreises gegeben, ferner etwa a als ein Basispunkt der Senkrechten ab, sowie A und die nach abwärts gelegte Distanz AD***) angenommen, so verfahre man wie folgt:

Man markiere die in Horizonthöhe liegenden Punkte e, f der Geraden ab, cd, ziehe durch e und f Gerade nach D, halbiere den Winkel eDf und markiere den Schnittpunkt dieser Halbierungslinie mit dem Horizont in m′; sodann beschreibe man aus m′ einen geometrischen Kreis a″nc″ ... berührend an eD, fD, fälle von dem Berührungspunkte a″ eine Senkrechte

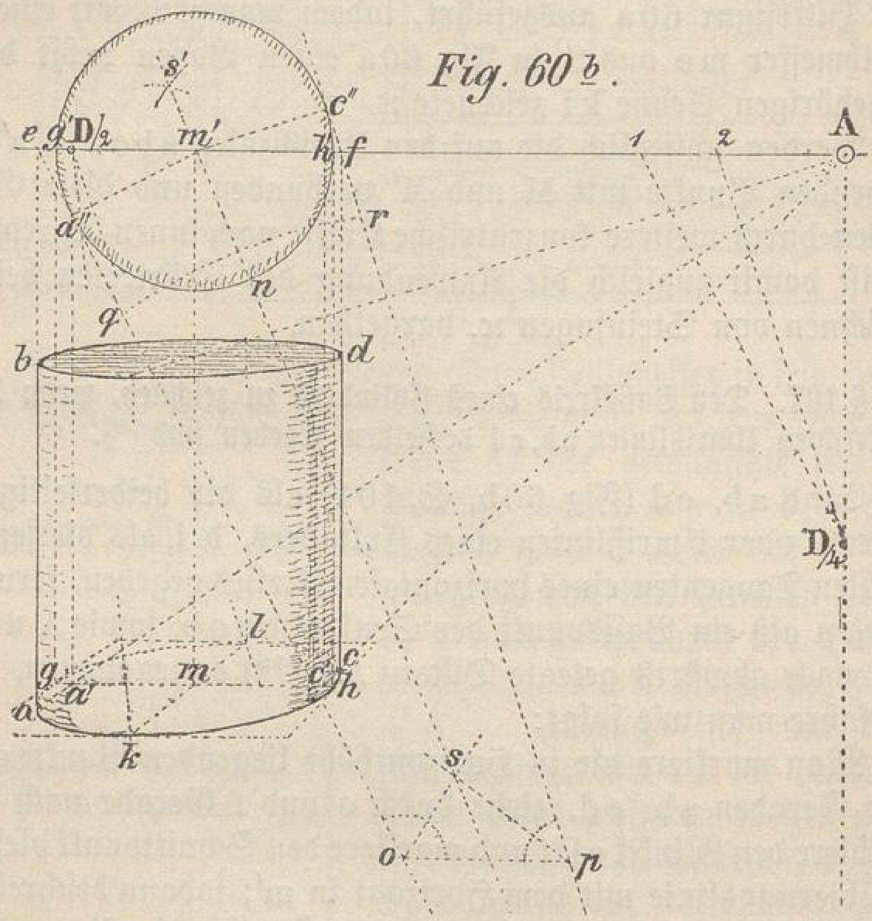
*) Es geschieht dies praktisch am kürzesten mittels eines gefalzten Papierstreifens, oder bei größeren Zeichnungen mittels eines abgefasten Lineales.

**) Für den Verfasser dieses war die Anregung zur Auffindung des Verfahrens dadurch gegeben, daß bei einem in der Komposition bereits fertigen Gemälde die gegebene, scheinbare Säulenbreite nicht verändert werden sollte.

***) Der in der Zeichnung nicht mehr angegebene Punkt D liegt senkrecht unter A in einem Abstande gleich viermal $AD/_4$.

und ziehe von a nach A; daraus ergiebt sich zunächst a′ als ein Punkt des horizontalen und zur Bildfläche parallelen Kreisdurchmessers g h; durch diesen Punkt a′ ziehe man also eine Parallele zum Horizont, fälle des weiteren von den in Horizonthöhe liegenden Punkten g′, m′, h′, sowie von c″ Senkrechte auf die durch a′ parallel dem Horizont gezeichnete Gerade

Fig. 60 b.



und markiere hierauf die Punkte g, m, c′, h; die Strecke g m h ist nun ein Durchmesser des verkürzten, durch g a k h... gehenden Kreises, und zieht man c′A, so ergiebt sich auf der rechtsseitigen Umrißlinie c d Punkt c als die Basis derselben, bezw. als der Berührungspunkt von c d mit der Cylinderbasis; weitere Hilfspunkte des Kreises, wie z. B. k, l 2c., können nun wieder in bekannter Weise, etwa mittels $D/_2$ gefunden werden.

Angenommen, es wären statt der Umrißlinien ab, cd zuerst der Kreisdurchmesser gmh, sowie der Augenpunkt und die nach abwärts umgelegte Distanz AD gegeben worden, um hiernach die Geraden ab, cd zu suchen; dann würde die Aufgabe im wesentlichen die gleiche sein wie vorher.

Man errichte nämlich in letzterem Falle von g, m, h Senkrechte bis zur Horizonthöhe, markiere dort g′, m′, h′, beschreibe mit m′g′ (= m′h′) als Radius den geometrischen Kreis g′a″nh′...*), zeichne hieran aus D die Tangenten Da″e, Dfc″, fälle von den Berührungspunkten a″, c″ die Senkrechten a″a′, c″c′ auf den Durchmesser gh, ferner von e und f, d. i. von den Schnittpunkten der Kreistangenten Da″, Dc″ mit der Horizontlinie, weitere Senkrechte; letztere sind dann die Umrißlinien, und damit ist die scheinbar größte Breite des Cylinders direkt bestimmt; die Basispunkte a und c wurden schließlich durch Ziehen der Geraden a′a, c′c aus, bezw. nach dem Augenpunkte gefunden u. s. w.

Der Grund für dieses Verfahren ist unschwer einzusehen, wenn man erwägt, daß horizontale Kreise (wie überhaupt alle horizontalen Ebenengebilde) in Horizont- oder Augenhöhe sich zu Geraden verkürzen; denkt man sich nun einen solchen Kreis in Augenhöhe, d. i. in einer durch das Auge gelegten horizontalen Ebene (welche also die Bildfläche nach dem Horizonte schneidet), und diese Ebene mit dem darin gedachten Kreis und dem Auge um den Horizont als Schnittkante oder Scharnier mit ihrem vor der Bildfläche liegenden Teile, etwa wie hier, nach abwärts geklappt, so kann D als das in die Bildfläche umgelegte Auge, die Horizontlinie als Riß der Bildfläche, ferner g′a″nh′c″ als die geometrische (orthogonale) Projektion eines Kreises und ef als die

*) Man denke sich hierbei den Kreis mit seinem Durchmesser gmh auf Horizonthöhe erhoben und hier um seinen Durchmesser g′m′h′ parallel zur Bildfläche gedreht.

perspektivische Projektion desselben in Horizont- oder Augenhöhe betrachtet werden, wobei e a″ D, c″ f D und m′ D u. s. w. die projizierenden Strahlen sind.

Für den zumeist vorkommenden Fall, daß die nach abwärts gelegte Distanz, bezw. Punkt D, wegen Raummangels unzugänglich ist, hätte man nur von der später in § 124 erklärten Methode schon hier Anwendung gemacht.

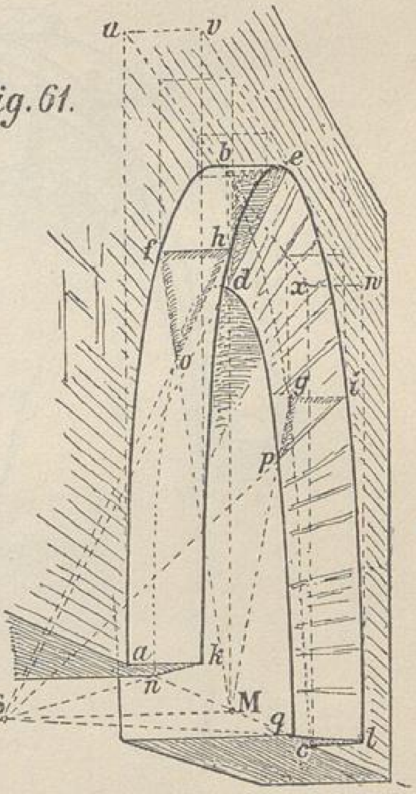
Man bestimme etwa $AD/_4$ als Viertelsdistanz, mache A 2 in Fig. 60 b gleich ein Viertel der Strecke A f, ebenso 2 1 gleich ein Viertel der Strecke f e (oder $A1 = \frac{1}{4} Ae$), ziehe $1 D/_4$, $2 D/_4$ und hierzu geometrisch parallel die durch e und f gehenden Geraden e D, f D. Die Halbierungslinie (Mediane) des Winkels e D f kann auch ohne D leicht gefunden werden; zeichnet man z. B. eine beliebige Gerade, welche die Geraden e D, f D in zwei Punkten o, p schneidet, und halbiert die auf gleicher Seite der schneidenden Geraden liegenden Winkel bei o und p, so ergiebt sich s; aus s beschreibe man mit beliebigem Halbmesser einen Bogen q r und aus q, r mit gleichem Halbmesser weitere Bögen, welche sich in s′ schneiden, dann ist s s′ die verlangte Mediane. Daß man der Kürze halber, anstatt o p zu ziehen, auch gleich die Strecke e f des Horizontes entsprechend verwenden konnte, ist leicht einzusehen.

§ 108. Zeichnen der Hauptmasse eines verkürzten Rundbogengesimses.

Ist a b c (Fig. 61) der zuerst gegebene Halbkreis, so bestimme man zunächst unter dessen Scheitelpunkt b den Durchschnitt b d e des Simsprofiles, ziehe sodann durch M eine zum Horizont parallele Gerade M S, verlängere e d bis S, bestimme auf dem Halbkreise a b c beliebige Zwischenpunkte wie f, g, ziehe aus a, f, g, c Parallele zu S M und mache die von der Wand vorspringenden Strecken a k, f h, g i, c l perspektivisch gleich der Ausladung b e des gegebenen Profiles — was hier mittels der aus dem Augenpunkte durch b, e gezeichneten Skala u v w x geschehen ist — und ziehe durch k, h, e, i, l den von der Wand abstehenden Halbkreis k e l.

Zeichnet man nun von den Punkten a, f, b, g, c Gerade (Halbmesser) nach M, ferner von k, h, i, l Gerade nach S, so ergeben sich hierdurch die Punkte n, o, p, q der innern Bogenlinie. Es ist wohl leicht zu ersehen, daß hierbei der Halbkreis kheil als die Basis und S als die Spitze eines Kegels betrachtet wurden, und daß es sich bei dieser Aufgabe nur darum handelte, das gegebene Profil bed um die Achse MS zu drehen, bezw. dieses Profil in den verschiedenen radialen Lagen wie fho, akn... darzustellen. Uebrigens hätte dieselbe Konstruktion auch ohne Benützung eines Punktes S ausgeführt werden können, in welchem Falle man nur den zu abc konzentrischen Kreis ndq nach der in § 105 erklärten Methode zu zeichnen brauchte.

Fig. 61.



§ 109. Konstruktion eines Rundgesimses im Detail.

Ist einmal ein erster Halbkreis acb (Fig. 61a, S. 108), sowie ein Schnittprofil cde gegeben, so handelt es sich nur darum, dieses Profil in die verschiedenen radialen Lagen von fgh, ikl, ano... zu bringen und die gleichartigen Punkte der Profilslagen durch Kurven (Halbkreise) zu verbinden. Die Ausführung der Zeichnung ist aus Fig. 61a auch ohne eingehende Erklärung ersichtlich; man beachte nur, daß die verkürzten radialen Größen wie fg, ik, an... nebst den dazwischen liegenden kleineren Abschnitten aus dem zuerst gegebenen Profil cde, d. h. aus c, 1′, 2′, d, nach der in § 105 angegebenen Weise bestimmt und die Ausladungen wie gh, kl, no 2c. der einzelnen Profilspunkte mittels der durch d, e gezeichneten Skala dp, eq gefunden wurden. Der Bogendurchmesser amb, sowie die Geraden pd..., qe ꝛc. verlaufen hier nach

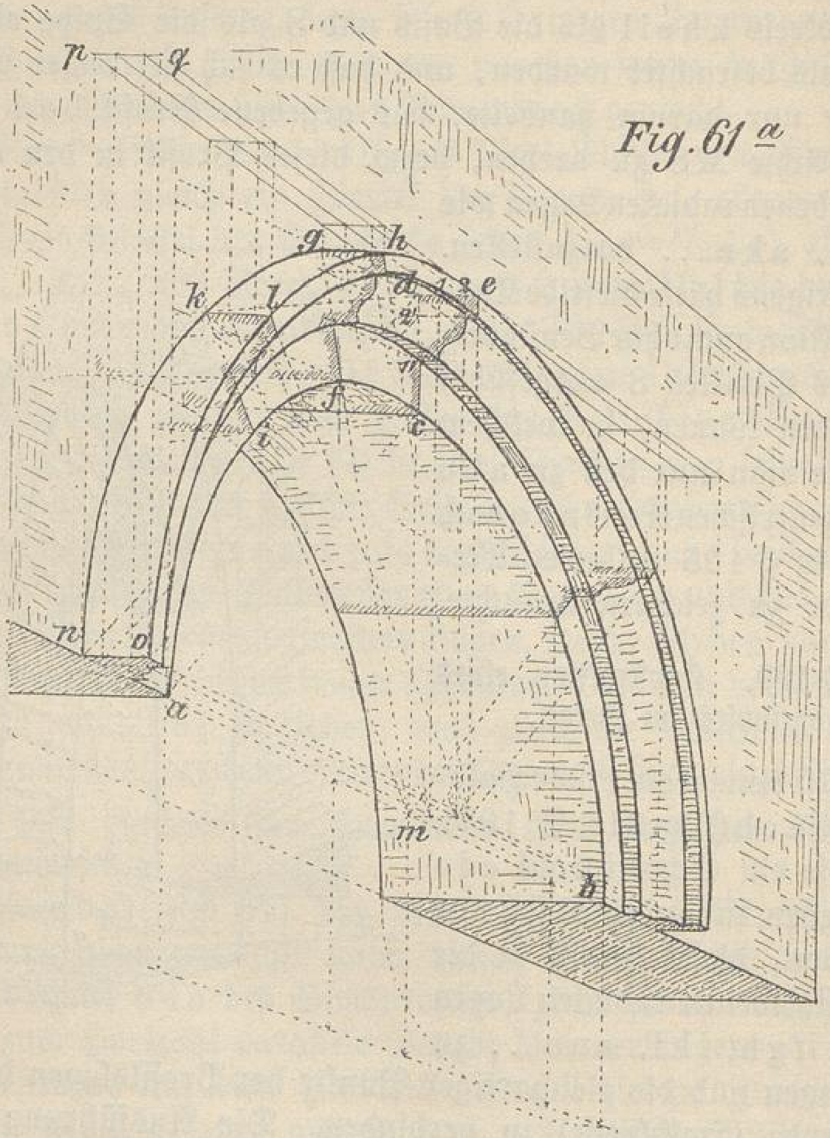


Fig. 61 a

dem Augenpunkt A*), und die Ausladungen wie de, gh... sind demnach parallel zum Horizont. An dem Verfahren würde sich im wesentlichen auch dann nichts ändern, wenn das Bogengesimse in schräger Ansicht dargestellt würde, nur

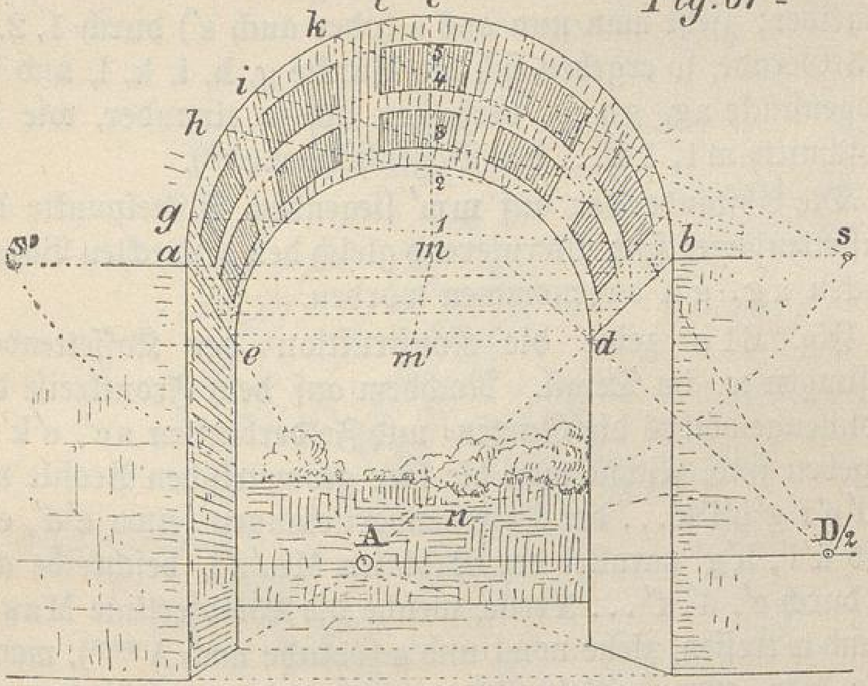
*) Horizont, sowie Augenpunkt A und die Distanz sind hier nicht angegeben.

müßten alsdann die Ausladungen wie ed, hg, lk nach einem (hier links liegenden) Fluchtpunkte konvergieren.

§ 110. Konstruktion der Kassetten eines Tonnengewölbes.

In Fig. 61b sei zunächst die Einteilung eines Tonnengewölbes in quadratische Felder erklärt. Angenommen, es seien für die Rundung acb des Tonnengewölbes fünf Kassettenfelder mit den entsprechenden Zwischenräumen, den sog. Rahmen oder Gurten, gedacht, so werden auf den

Fig. 61 b



Viertelskreis ac drei Gurten und zweieinhalb Kassetten treffen; soll nun ferner das Verhältnis der Gurtenbreiten ag, hi ... zu jenem der Kassettenbreiten gh, ik ..., etwa wie 1 : 2 (ag also halb so breit wie gh) sein, so könnte man den Viertelsbogen ac in dem speziell hier gegebenen Falle in acht gleiche Teile teilen und abwechselnd je einen Teil als Gurten- und zwei Teile als Kassettenbreite bestimmen, statt dessen aber das folgende, für **alle** Fälle mehr geeignete Verfahren einschlagen.

Man teile den senkrechten Halbmesser mc im Verhältnis der für den Viertelsbogen gedachten Gurten- und Felderbreiten (Kassettenbreite) ein, d. h. man mache im gegebenen Falle die Strecken wie m1, 12... gleich 1:2 und trage dieses alternierende Verhältnis wiederholt, zuletzt (oben) jedoch nur die halbe Größe von 12 (d. i. 5c) auf mc an*), so daß also mc so geteilt ist, wie man den Viertelsbogen ac einteilen will. Nun beschreibe man des weiteren mit einem Radius gleich dem Durchmesser ab aus c einen Bogen sns', welcher die nach beiden Seiten verlängerte Gerade ab in s, s' schneidet; zieht man nun aus s (oder auch s') durch 1, 2, 3, 4, 5 Gerade, so ergeben sich die Punkte g, h, i, k, l, und die Bogenstücke ag, gh ... verhalten sich zu einander, wie die Abschnitte m1, 12... der Bogenhöhe mc**).

Die Abstände der auf mm' liegenden Mittelpunkte der Kassettenbögen sind alternierend gleich den gestreckten Bogenstücken ag, gh angenommen worden.

Fig. 61c zeigt die Konstruktion der Kassettenvertiefungen ꝛc. im Detail. Nachdem auf dem Frontkreise des Tonnengewölbes die Gurten- und Felderbreiten ac', c'k'... gegeben sind, zeichne man die hier geometrischen Profile wie c'd'e'f'g'h'i'k'... der Kassettenvertiefungen (etwa c'd', e'f' und k'i', h'g' parallel der Radialen Mm's'), beschreibe aus M durch c', d', f'... Kreise, welche die Kämpferlinie Mas in l und n treffen, ziehe von l und n Gerade nach A***), mache, wie hier, etwa mittels $D/_2$ac, cm, mk... gleich den gestreckten Bogenlängen ac', c'm', m'k'... und ziehe durch c, m, k... Parallele zu Ma; sodann zeichne man etwa von c' durch f' und von k' durch g' Gerade, welche sich auf der

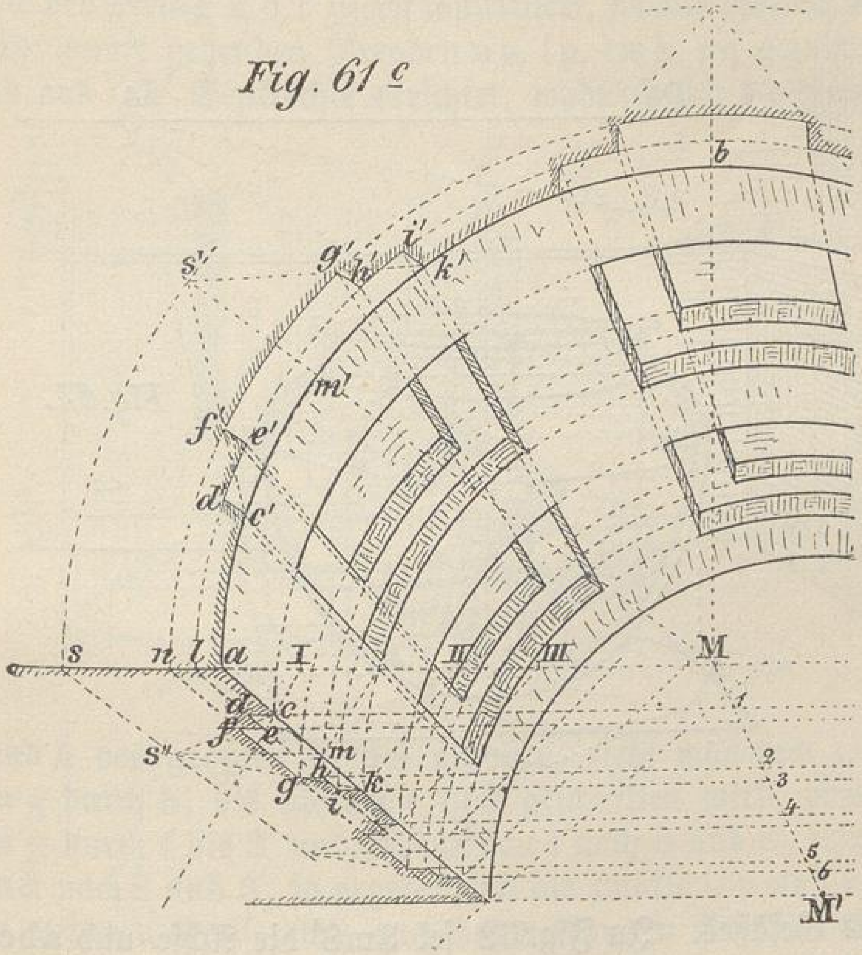
*) Wie ein derartiges, zunächst etwa auf einer beliebigen Geraden angegebenes Teilverhältnis auf die bestimmte Strecke mc übertragen werden kann, ist schon in § 65, Fig. 23 und 23a, erörtert worden.

**) Dieses der ebenen Geometrie entnommene Verfahren ist zwar nicht absolut, jedoch für derartige praktische Zwecke hinlänglich genau.

***) Der Augenpunkt A, sowie $D/_2$ ist hier aus bekannten Gründen nicht mehr angegeben.

Verlängerung von Mm′ in s′ schneiden, trage Ms′ nach Ms und ziehe sA; daraus ergiebt sich auf der vorhin durch m parallel zu Ma gezeichneten Geraden Punkt s″, und durch Ziehen von cs″, ks″ ergeben sich ferner auf nA die für das verkürzte Profil bestimmenden Punkte f und g (cd, fe, sowie ki, gh sind parallel Ma). Die Mittelpunkte der

Fig. 61 c



durch c, d, e, f, g ... gezeichneten Kreisbögen liegen, wie ersichtlich, auf der Geraden MM′ (vergl. § 95); von diesen Kreisbögen (Kassettenkanten) sind hier jedoch die durch d, e, f gehenden unsichtbar; die weitere Ausführung des Kassettengewölbes bedarf wohl keiner Erklärung. Tafel III zeigt ein vollständig ausgeführtes Beispiel hierüber.

§ 111. Runde Formen und ihre Darstellung.

Unter runden Formen versteht man solche, welche auf der Drehbank hervorgebracht werden könnten, wenn die Beschaffenheit des Stoffes (Holz, Bein, Metall ꝛc.) es zuließe. Hierher gehören also Urnen, Vasen, Säulenfüße u. dergl.

Ueber die perspektivische Behandlung solcher Formen mag ein Beispiel genügen. Wir wählen dazu den mittleren Teil

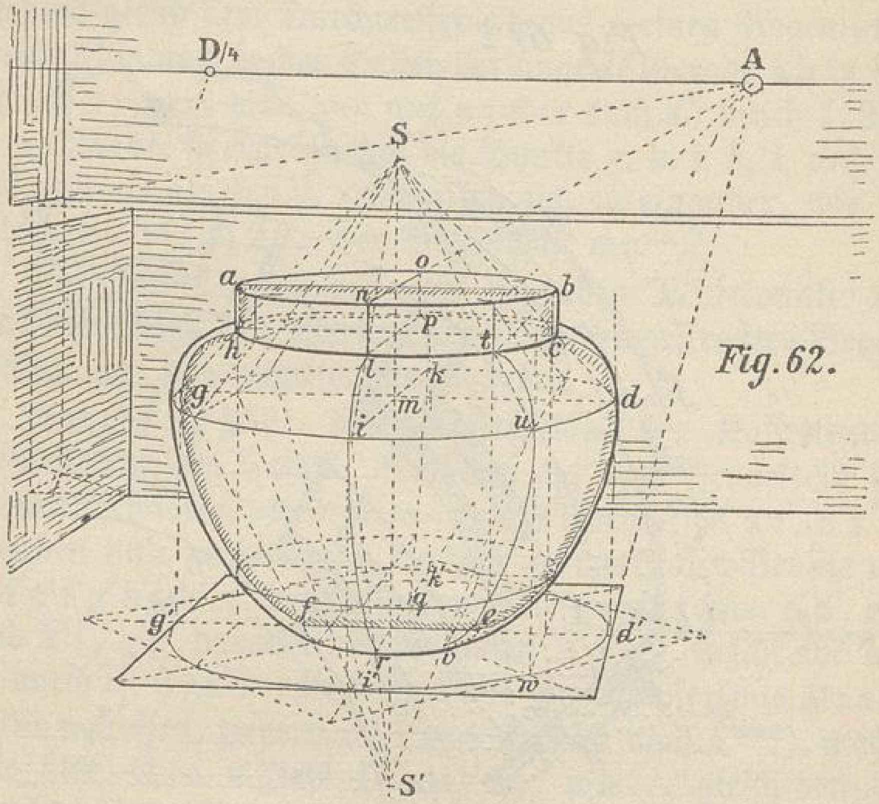


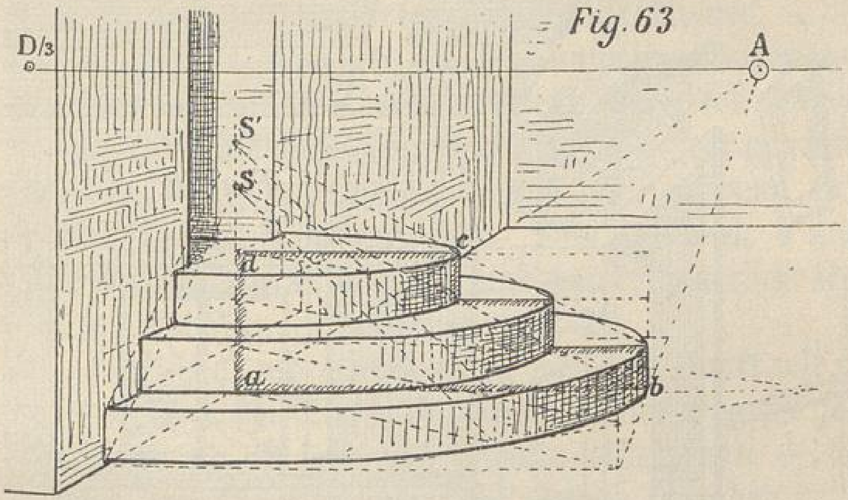
Fig. 62.

eines Gefäßes. In Fig. 62 sei SmS′ die Achse und abcd efgh der durch Schraffierung bezeichnete vertikale Durchschnitt des Körpers. Durch ab, hc, gd, fe als Durchmesser ꝛc. wurden nun die wagrechten Kreise wie fqer, gkdi... gezeichnet, welch letzterer zugleich den größten Umfang des Körpers angiebt; ferner wurde noch das verkürzte Ausladungsprofil rilnopkq angegeben. Die perspektivischen Kreise und die beiden Durchschnitte betrachte man nun als das Gerippe des Gefäßes und zeichne die Kontur derart, daß sie dieses Gerippe völlig umschließt und berührt.

Die wagrechten Kreise können einzeln, wie in Fig. 52 und 53, oder nach einer andern der schon erklärten Methoden gezeichnet werden.

Bei Fig. 62 wurde indes der Durchmesser g d des größten Kreises in die Grundfläche nach g′ d′ gelegt und hier durch g′, d′ der Kreis g′ k′ d′ i′ zuerst konstruiert, sodann die nach dem Augenpunkt gehenden Geraden n o, l p, i m k, r q gezeichnet und aus i′, k′ Senkrechte errichtet, wodurch sich die Punkte

Fig. 63



i und k des größten Kreises ergaben; zieht man nun z. B. von g durch h, bis die Achse in S geschnitten wird, ebenso von g durch f bis S′ und sodann von i nach S und S′, ferner von k nach S und S′, so ergeben sich die Punkte l, p und r, q der weiteren Kreise, wie auch des verkürzten Profiles. In ähnlicher Weise hätten auch noch weitere Schnittprofile, wie z. B. t u v, gefunden werden können. Derselbe Weg wie hier wird in allen ähnlichen Fällen einzuhalten sein, falls es sich um die genaue Konstruktion von runden Formen handelt, deren Darstellung immerhin einige Uebung erfordert und mit zu den zeichnerisch schwierigeren Aufgaben der Perspektive gehört.

§ 112. Aufgabe: Es soll eine halbrunde Treppe konstruiert werden.

In Fig. 63 (S. 113) ist abcd das gegebene Treppenprofil; die weitere Ausführung dürfte nach den vorausgegangenen Erklärungen keine Schwierigkeiten bieten.

§ 113. Aufgabe: Anwendung des Kreises bei teilweise geöffneten Thüren, Fenstern u. dergl.

In Fig. 64 sei ab das Scharnier, um welches der Thürflügel sich dreht; man mache bd gleich bc (= 2 · bn) und

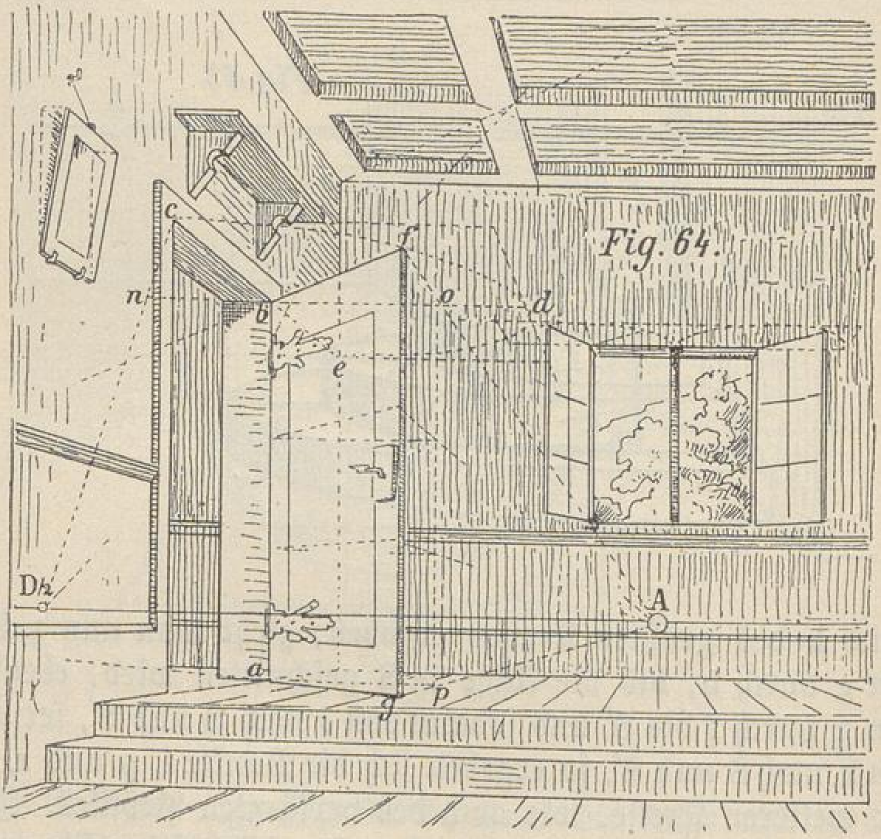


Fig. 64.

zeichne mit bd als Halbmesser den Halbkreis cde; dann ist dieser der geometrische Ort für alle Verkürzungen einer wagrechten oberen Thürkante, wie z. B. bf. Um ag zu finden, ziehe man von f nach einem beliebigen Punkte (hier A) des Horizontes eine Gerade, markiere o, auf der Geraden bd, zeichne ap parallel bd, fälle von o, ebenso von f die Senkrechten op, fg und ziehe aus A durch p; dann wird fg in g geschnitten, und ag ist als die untere wagrechte Thürkante gefunden. Wäre der Fluchtpunkt von fb auf der Zeichnung noch zugänglich, so könnte selbstverständlich ag aus dem betreffenden Fluchtpunkte durch a herausgezogen werden.

Die Oeffnungen der Fensterläden sind hier in gleicher Weise gefunden.

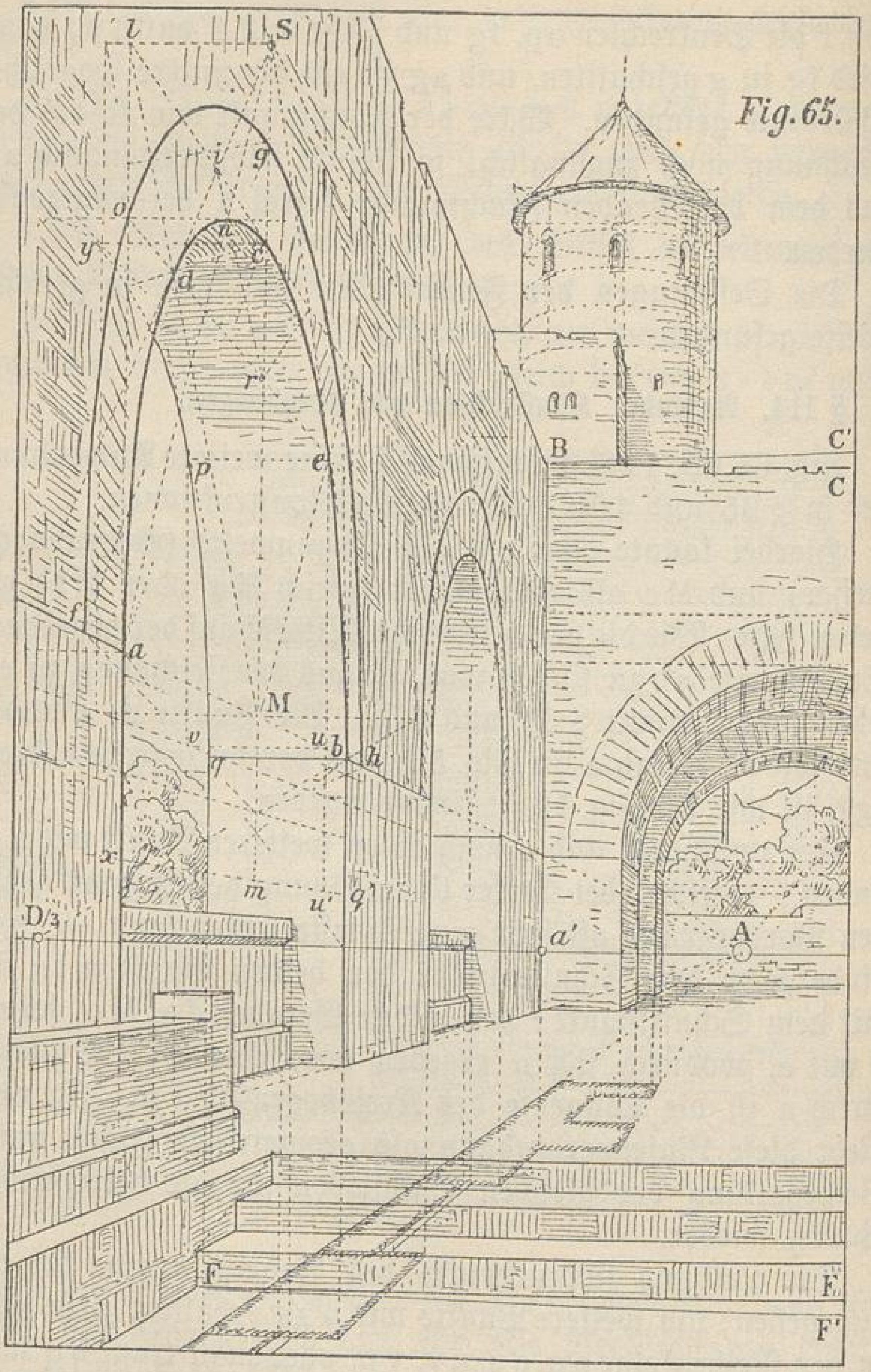
§ 114. Aufgabe: Konstruktion von Rundbögen.

Fig. 65 (S. 116) veranschaulicht eine weitere Anwendung der in § 95 und 100 erklärten Kreiskonstruktionen.

Hierbei konnte etwa ab als Spannweite (Bogendurchmesser) und Mc als Halbmesser (gleich Ma oder Mb) gegeben sein. Wie die perspektivische Mitte M auf der gegebenen Spannweite ab zu finden war, ist aus der Zeichnung zu ersehen (vergl. damit § 63 und 67). Die Punkte d, e und S sind wie m, n und e′ in Fig. 53, und der konzentrische Kreis fgh ist wie bei Fig. 59 bestimmt worden.

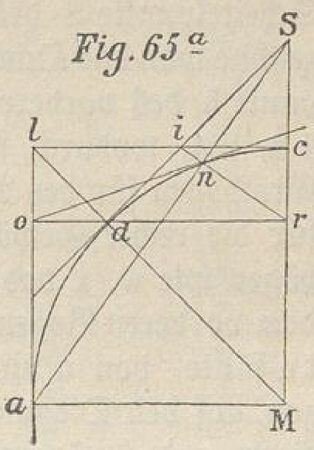
Um zwischen d und c noch einen weiteren Punkt wie n zu finden — welcher bei starker Ueberhöhung des Bogens gegen den Vordergrund oft sehr gute Dienste leisten kann —, verbinde man den Schnittpunkt i der beiden Geraden lc, dS mit dem Schnittpunkt r der beiden Geraden de, Mc, ferner S mit a, wodurch sich n ergeben hat; eine Gerade von o durch n ist die Tangente des Kreisbogens bei n. Fig. 65a giebt diese Linienverbindnng als geometrische Figur unter Beibehaltung der gleichen Buchstaben für die betreffenden Punkte wieder.

Die Leibung (Mauerdicke) des Bogens wurde bei bq angegeben; um weitere Punkte wie p zu erhalten, ziehe man in der Reihenfolge ep, eu, uv, vp, oder man trage bq nach bq′ und ziehe aus A durch q′; dann bilden ba, q′x den Breitenmaßstab für die Bogenleibungen bei e, c ... (ep = uu′ und cy = Mm ...) [vergl. § 52]. Um aus der Verkürzung des Rundbogens nachträglich die Distanz $D/_3$ abzuleiten,



brauchte man nur $^1/_3$ von M c etwa von M aus nach rechts auf eine Wagrechte (Parallele zum Horizont) anzutragen und von dem Endpunkte der angetragenen Strecke durch b bis zum Horizonte zu ziehen. Daß hier, falls es sich um ein Bild handelte, der Augenpunkt zu nahe dem Rande liegt, ist schon in § 30 erwähnt worden, ebenso, weshalb wir ihn hier so weit rechts angenommen haben (siehe Anmerkung zu § 30). Die richtige Lage wäre ungefähr bei a′, dann aber würden die Kanten, wie z. B. BC und FF, die Richtungen wie BC′ und FF′ einnehmen, falls die **Verkürzungen der Rundbögen** ꝛc. **so bleiben sollen**, und das gleiche Motiv wäre alsdann in schräger Ansicht dargestellt.

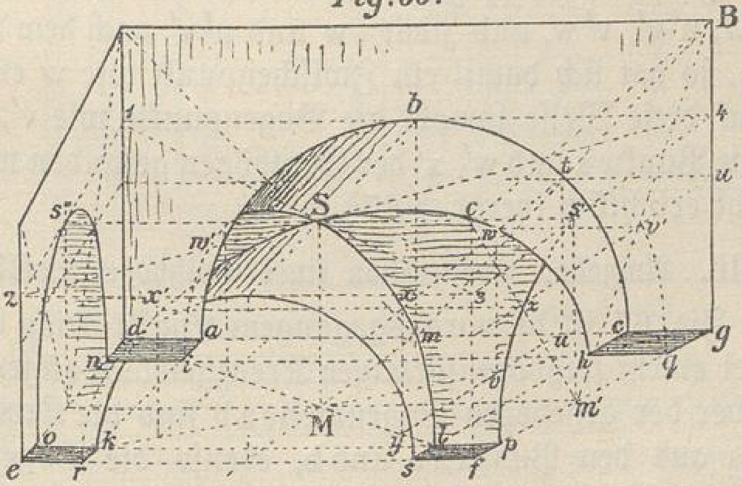
Fig. 65 a



§ 115. Aufgabe: Konstruktion eines Kreuzgewölbes von quadratischer Grundform.

Zur bessern Verständlichkeit sind in Fig. 66 die Pfeiler des Gewölbes gerade unter den Bogenanfängen abgeschnitten

Fig. 66.



worden. Der Bogen a b c konnte mit dem Zirkel gezeichnet und die Pfeilerdicken a d, c g geometrisch angenommen werden. Hierauf zeichne man das Quadrat d e f g, sowie das innere Quadrat i k l h; dadurch haben sich bestimmt: erstens der Durchmesser r s des hinteren Bogens, zweitens die verkürzten Durchmesser der Seitenbögen n s″ o, q s′ p. Um die Gratbögen oder Grate i S l, h S k zu erhalten, welche sich im Scheitelpunkte S des Gewölbes senkrecht über M kreuzen, zeichne man das Quadrat 1 2 3 4, welches durch den Scheitelpunkt b des vorderen Bogens geht, ferner die Diagonalen 1 3, 2 4, wodurch sich S und zugleich die Tangenten der Gratbögen für den Punkt S ergeben haben. Man hat ferner für die rechte Gewölbeseite zwei Zwischenpunkte der Gratbögen wie w, x dadurch bestimmt, daß man von einem auf dem vorderen Bogen angenommenen Punkte t die Senkrechte t u fällte, von u und ebenso von t nach dem Augenpunkte zog, auf den Diagonalen i l, h k die Schnittpunkte v y markierte und in letzteren die Senkrechten v w, y x errichtete; in derselben Weise sind auch die gleichartig links liegenden Zwischenpunkte w′ und x′ gefunden worden; statt dessen hätte man aber auch folgendes Verfahren einschlagen können:

Man ziehe etwa von einem Eckpunkte B die Gerade B m, ebenso B m′ auf der verkürzten Bogenseite rechts. B m schneidet den Bogen a b c in t; zieht man nun in der Reihenfolge t u′, t w, u′ v′, v′ w, und zwar t w und u′ v′ nach dem Augenpunkte, so hat sich damit ein Zwischenpunkt wie w ergeben; daß auf diese Weise sowohl die Bogenpunkte wie v′, z, als auch die Punkte x und w′, x′ der Gratbögen gefunden wurden, ist leicht ersichtlich (vergl. § 67).

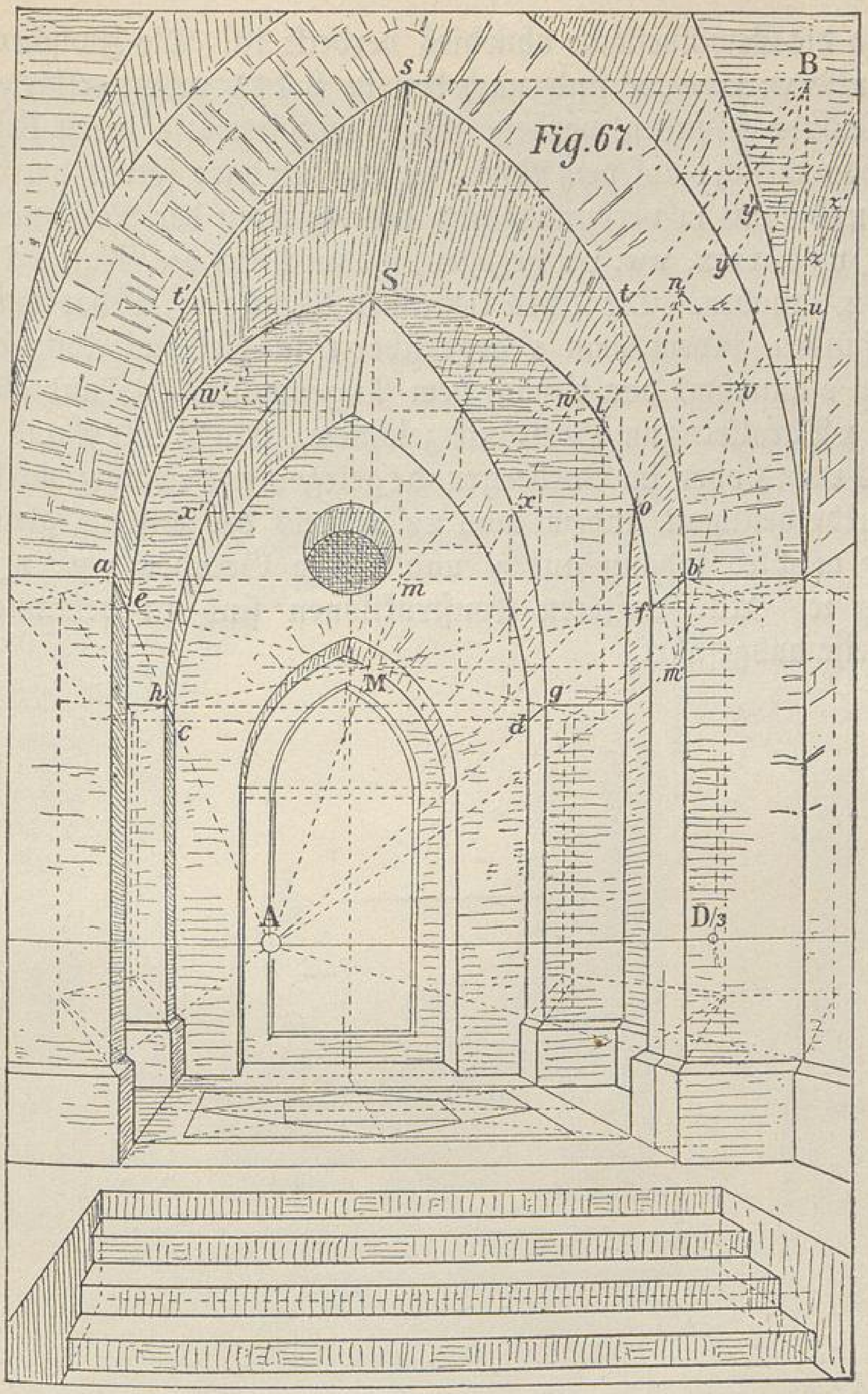
§ 116. Aufgabe: Konstruktion eines Spitzbogengewölbes.

In Fig. 67 ist die vorausgegangene Konstruktion wiederholt bei einem spitzbogenförmigen Kreuzgewölbe angewendet.

Ueber der gegebenen Bogenweite a b sind die Kreisbögen a s, b s aus den Punkten a und b, ebenso die Bögen rückwärts aus d und c mit dem Zirkel gezeichnet.

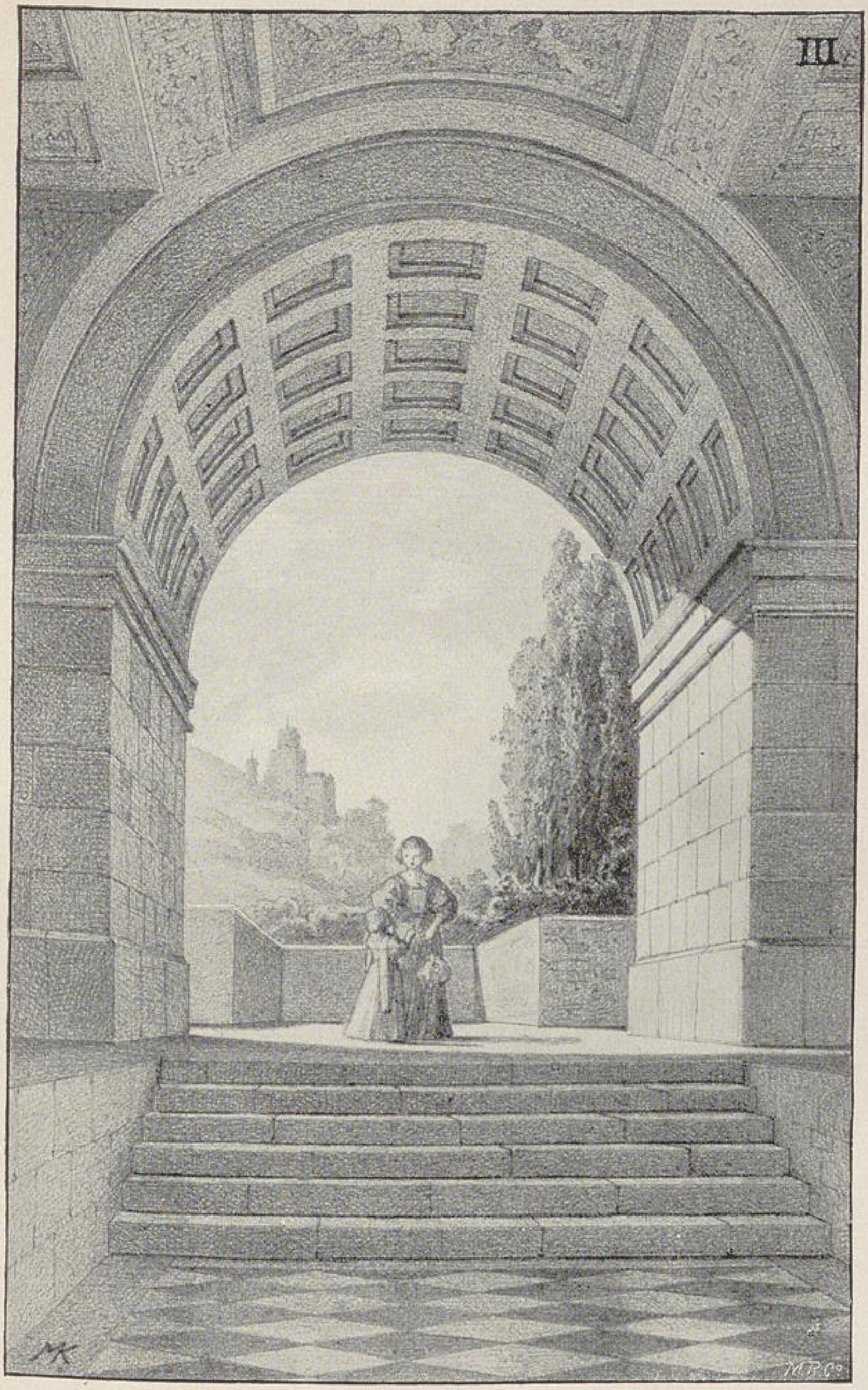
Die Gratbögen stehen über den Diagonalen e g, f h des inneren Quadrates e h g f*), und deren Scheitelpunkt S wurde

*) Es würde sich übrigens an der Konstruktion der Gratbögen ꝛc. nichts ändern, wenn auch e f g h kein Quadrat, sondern ein Rechteck wäre.



durch Ziehen der Geraden M m', m' n, n S oder durch die Geraden s A und M S bestimmt.

Von den verkürzten Seitenbögen ist hier nur der rechts liegende gezeichnet worden, weil der linke durch die Pfeiler und die Gewölbefläche ohnedies verdeckt ist. Die Zwischenpunkte w, x, w', x' sind nach der in § 115 zuletzt erklärten Methode gefunden worden. Man zeichnete also zuerst Bm, wodurch sich t auf dem Bogen bs ergeben hat; ferner wurde B und l mit m' verbunden und des weiteren der Reihe nach tu, uvo, twx, vw, ox gezogen, wodurch sich die Gratpunkte w, x ergaben. Die links liegenden Punkte w', x' hat man gefunden, indem man t' gegenüber t in gleichem Abstande von s annahm, von t' nach dem Augenpunkte zog und aus w, x Parallele zum Horizonte zeichnete. Ein Punkt y' und z' des rechts oben im Vordergrunde gelegenen Gewölbezwickels wurde bestimmt, indem man zz' mittels der Distanz gleich zy machte, sodann aus y und z' die Geraden yy', z'y' zog 2c. Alle weiteren Konstruktionen sind in bekannter Weise ausgeführt.


III
MK
M.P.Co.

Sechster Abschnitt.

Weitere Ausführungen über die schräge Darstellung von Gegenständen bei unzugänglichen Fluchtpunkten.

§ 117. Was unter schräger Darstellung oder schräger Ansicht zu verstehen sei, ist schon in der Anmerkung zu § 45, ferner in § 49 erörtert, sowie durch eine Reihe von Beispielen wie Fig. 5, 7, 10, 16, 19 ꝛc. veranschaulicht worden.

Für die Folge handelt es sich jedoch darum: erstens jene Mittel und Hilfskonstruktionen anzuführen, welche die in der Praxis sehr oft unzugänglichen Flucht- und sonstigen Hilfspunkte entbehrlich machen, zweitens das Antragen von Winkeln und Auffinden der nötigen Hilfspunkte in diesem Falle zu ermöglichen, sowie drittens einige Methoden kennen zu lernen, nach welchen man die Hilfspunkte zu einer, in der Hauptsache bereits festgestellten Zeichnung oder Komposition finden und mittels jener Hilfspunkte die Zeichnung weiter ausführen und auf ihre Richtigkeit prüfen kann.

§ 118. **Zeichnen von horizontalen, perspektivisch parallelen Geraden, wenn deren Fluchtpunkt unzugänglich ist.**

Es kann dies sowohl unter verschiedenen Bedingungen, als auch nach verschiedenen Methoden geschehen, und wird je nach dem gegebenen Falle bald die eine, bald die andere der letzteren vorteilhafter erscheinen.

In Fig. 68 sei ab eine gegebene Gerade, deren Flucht F auf dem Horizont außerhalb der Zeichenfläche liegt; yx ist der Horizont, welchen man, da auch yx durch F geht, als eine perspektivisch Parallele zu ab betrachten kann. Es sollen nun durch die beliebig gewählten Punkte c, e, g die nach F gehenden Parallelen zu ab bestimmt werden.

Man zeichne durch a, c, e, g zum Horizont geometrisch Parallele, trage darauf zwei, drei oder vier je unter sich gleiche Teile*), z. B. vier in a1, 12, 23, 34 an, ziehe

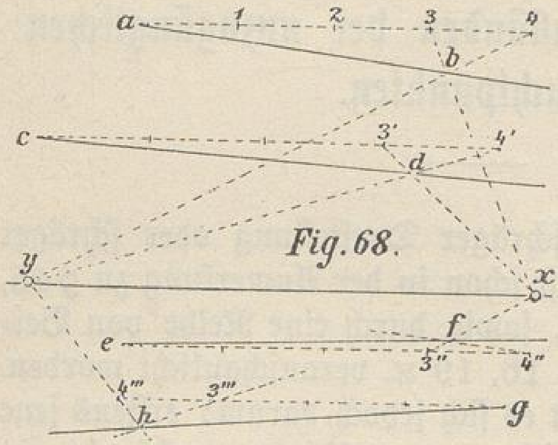


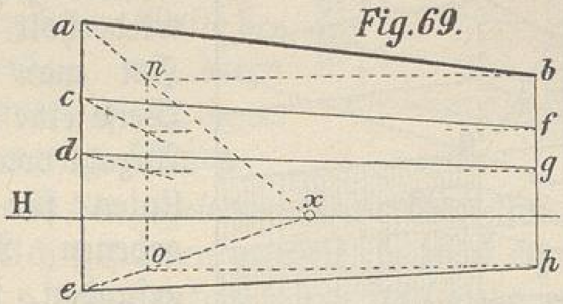
Fig. 68.

von 4 durch einen beliebigen Punkt der gegebenen Geraden, z. B. durch b, bis der Horizont in y, sodann von 3 durch den gleichen Punkt b, bis der Horizont in x geschnitten wird; dann sind y und x Punkte, mittels deren von c, e und g aus die weiteren Geraden cd, ef, hg bestimmt werden können, indem man auch von c und e aus je vier unter sich gleiche Teile anträgt und von den beiden letzten Punkten wie 3', 4' und 3'', 4'' nach x und y zieht, wodurch sich die Punkte d und f und damit die Richtungen der betreffenden Geraden ergeben haben. Für die Gerade gh war g der angenommene Punkt und h gefunden, indem man lediglich die betreffende Teilung von rechts nach links, statt wie vorher von links nach rechts, auftrug. Der Beweis für dieses Verfahren liegt in der Aehnlichkeit der Dreiecke a3b, c3'd ... und 34b, 3'4'd ... (vergl. § 19 und die erste Anmerkung zu § 54).

*) Daß es sich hier nur um das Antragen von Teilen handelt, welche immer das gleiche Verhältnis beibehalten müssen, ist aus Obigem unschwer zu entnehmen; so verhält sich in dem gegebenen Falle a3 : 34 wie 3 : 1, und dasselbe muß auch bei c4', e4'', g4''' der Fall sein.

§ 119. In Fig. 69 seien ab die gegebene Gerade, Hx der Horizont und c, d, e Punkte auf der Senkrechten ae. Um die Richtungen cf, dg, eh zu finden, ziehe man von a, c, d, e nach einem beliebigen Punkte x des Horizontes, sodann aus einem auf ab beliebig gewählten Punkte b die Wagrechte bn und fälle von n die Senkrechte no; hierdurch wird no in demselben Verhältnis wie bh geteilt, und zwar in denselben Größen, wie sie auf der in gleicher Plantiefe stehenden Senkrechten bh notwendig sind.

Fig. 69.



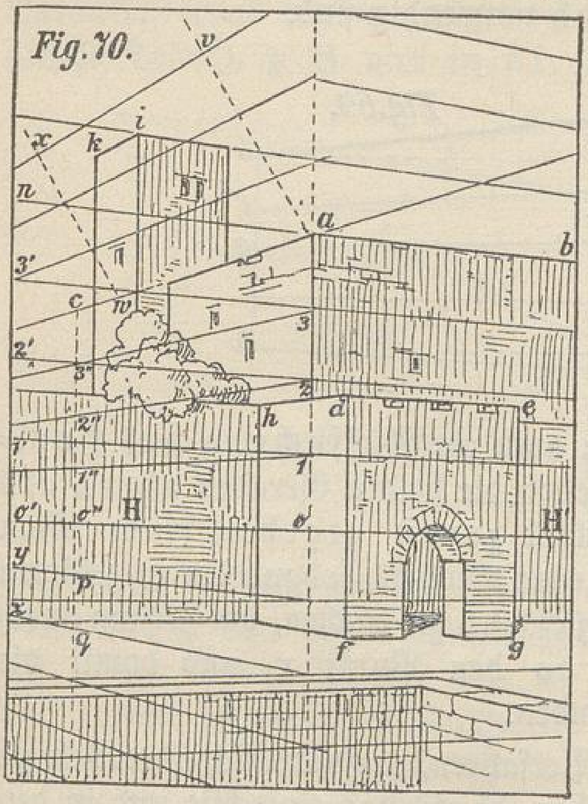
Dieselbe Figur kann auch zur **Aufsuchung des Horizontes** dienen, wenn etwa die beiden Geraden ab, eh als **perspektivisch parallel zuerst gegeben** sind. Man hätte nur an beliebig gegen abwärts, sodann bn zu zeichnen und die Senkrechte no gleich bh zu machen, um sodann durch Ziehen der Geraden eo den Punkt x und damit die Horizonthöhe xH zu finden.

§ 120. Folgendes Verfahren, perspektivisch Parallele zu konstruieren, dürfte sich wohl als das einfachste und in den meisten Fällen am besten verwendbare erweisen.

Angenommen, es seien in Fig. 70 (S. 124) ab, ac die gegebenen horizontalen Kanten eines Gebäudes und HH′ der Horizont; man verlängere eventuell ba gegen n, zeichne an willkürlichen Stellen, etwa bei n und a, Senkrechte und teile diese von n, bezw. a bis zum Horizont in je eine gleiche Anzahl gleicher Teile, z. B. in vier, und verbinde die so gewonnenen Punkte 1, 2, 3 und 1′, 2′, 3′ durch Gerade; letztere sind dann perspektivisch parallel mit nb; ebenso verfahre man mit ac. Nach Bedarf kann (wie hier) die gleiche Teilung auch nach abwärts fortgesetzt werden, um weitere Parallellinien zu erhalten. Ebenso können überall neue Zwischeneinteilungen zur Vermehrung der Linien stattfinden.

Eine solche Einteilung kann auch, wenn die Umstände es erfordern, entweder auf schiefen, jedoch unter sich geometrisch Parallelen av, wx oder, wie unten bei yz, nach abwärts fortgesetzt werden, indem man die Größen wie o″p und o′y gegen abwärts in pq..., yz... wiederholt anträgt. Hat man auf diese Weise eine genügende Anzahl von Parallellinien für die gegebenen Richtungen gefunden, so können Gegenstände, deren Kanten, wie z. B. de, fg oder dh, ik, die gleiche Richtung haben, leicht nach dem Gefühle gezeichnet werden.

Fig. 70.



Namentlich dürfte sich beim Zeichnen nach der Natur, nachdem einmal irgend welche Kanten wie ab, ac und der Horizont festgesetzt sind, die Einteilung der Bildfläche in ein solches Netz empfehlen, weil dadurch Zeit und Mühe im Abschätzen der scheinbaren Lage wagrechter Linien erspart bleibt.

§ 121. Fig. 71 zeigt, wie ein einfacher Körper auch ohne Zuhilfenahme des Horizontes richtig vollendet werden kann, wenn gewisse bestimmende Kanten beliebig angenommen sind. Die gegebenen Kanten seien hier ab, bc, cd, ad und ae; um nun die Lage von bf, fg, gc... zu finden, zeichne man zunächst die Wagrechte eo, errichte in o eine Senkrechte on und ziehe von n parallel zu oe, wodurch sich auf einer in e errichteten Senkrechten Punkt f und damit die Richtung bf ergeben hat. Teilt man jetzt ab, ef, dc je in eine gleiche Anzahl gleicher Teile, so kann, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, eine beliebige Anzahl von Netzlinien nach der in § 120 angegebenen Weise bestimmt werden, mit deren Hilfe die Kanten wie fg, cg 2c. gezeichnet werden können.

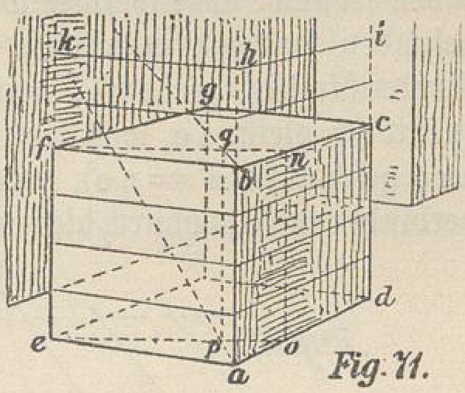


Fig. 71.

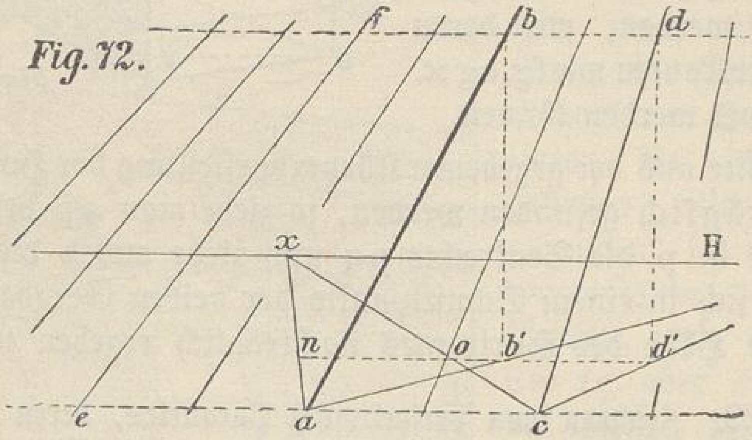
Sollte aus der gegebenen Körperdarstellung der Horizont nachträglich gefunden werden, so ziehe man ap beliebig, errichte in p die Senkrechte pq und ziehe aus b durch q, womit sich in einem Schnittpunkte der beiden Geraden ap, bq die Höhe des Horizontes nachträglich ergeben würde.

§ 122. Zeichnen von perspektivisch Parallelen, deren Flucht über oder unter dem Horizonte liegt, wenn diese Flucht unzugänglich ist.

Wie schon in § 33 erwähnt wurde, haben Gerade, welche zur Bildfläche geneigt und nicht horizontal sind, ihre Flucht über oder unter dem Horizonte; da aber auch diese Fluchtpunkte selten innerhalb des verfügbaren Flächenraumes liegen, so müssen hier ähnliche Wege eingeschlagen werden wie bei den vorhergehenden Figuren 68—71. Ist eine solche schiefe, z. B. ansteigende Gerade wie ab (Fig. 72, S. 126) gegeben, so ist auch schon eine zweite dadurch bedingt, sobald ein Punkt derselben, z. B. c, angenommen wird; hat man aber zwei Gerade, so können dieselben wieder nach Bedürfnis vermehrt und an jede Stelle des Bildes gebracht werden, wie dies ohne weitere Erklärung aus Fig. 72 zu entnehmen ist. Soll nun ab seiner Lage nach gegeben sein, so muß vor allem deren Neigungswinkel gegen die Horizontalebene bestimmt werden. Die auf letzterer liegende Gerade a b′ zeigt dies an, und b a b′ ist der betreffende Neigungswinkel.

Auf einer durch a parallel dem Horizont gezogenen Geraden sei nun c angenommen worden; alsdann muß zuerst c d′ gefunden werden; man fälle zu diesem Zweck aus b eine Senkrechte b b′, ziehe b′ d′ parallel a c und mache b′ d′ perspektivisch gleich a c, was hier mittels des Breitenmaßstabes a x c geschah (b′ d′ = n o), mache ferner d′ d gleich b′ b und verbinde c mit d, wodurch die verlangte perspektivische Parallele

Fig. 72.



zu a b gefunden ist. Um weitere Parallele zu erhalten, trage man etwa b d in b f..., ebenso a c in a e... wiederholt an 2c.; daß a b, c d Parallele sind, geht daraus hervor, daß c d′ parallel und gleich a b′, ebenso d′ d parallel und gleich b′ b, folglich auch a b, c d Parallele (und die Strecken a b, c d gleich) sind.

§ 123. In Fig. 73 hat die gegebene schiefe Gerade a b eine entgegengesetzte Neigung, wie deren Grundriß b c zeigt; die Flucht derselben und aller zu ihr Parallelen liegt also u n t e r dem Horizont. Zur Erzielung der zweiten Geraden c d hat man die Höhe des Punktes a über der Grundebene, bezw. dem Grundriß (b c), also c a nach n o getragen und den Breitenmaßstab n x o gezeichnet, mittels desselben sodann b d perspektivisch gleich a c gemacht (b d = b p) und c mit d verbunden. Um weitere Netzlinien zu erhalten, wurde ab und cd entsprechend verlängert, sodann ge, hk geometrisch parallel in beliebiger Richtung und an beliebiger Stelle gezeichnet und die hierdurch erhaltenen Abschnitte wie gf, hi in fe..., ik... weiter angetragen; durch wiederholte gleichartige Teilung der Strecken gf, fe... und hi, ik... konnten beliebig viele Netzlinien bestimmt werden*).

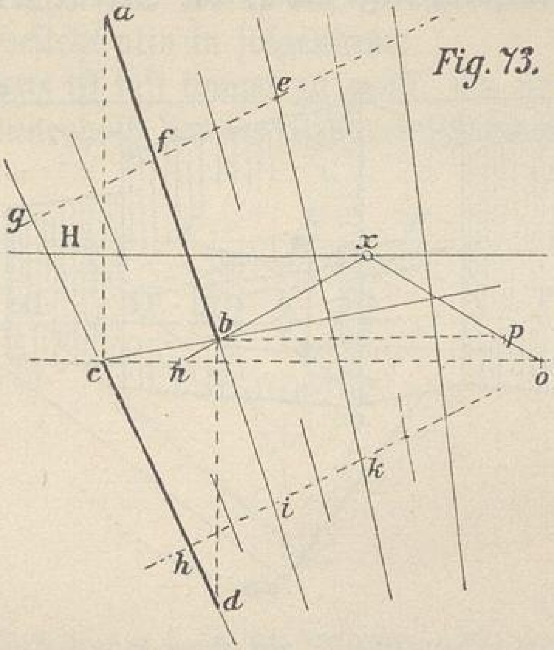


Fig. 73.

§ 124. **Zeichnen einer Rechtwinkligen zu einer gegebenen Geraden, deren Flucht unzugänglich ist.**

Erste Methode: In Fig. 74 (S. 128) sei ab eine horizontale Gerade, A der Augenpunkt und $D/_3$ als ein Drittel Distanz gegeben; es soll ac rechtwinklig zu ab in horizontaler Lage gezeichnet werden. Man ziehe von a nach dem Augenpunkte, teile aA in drei geometrisch gleiche Teile,

*) Derartige Einteilungen, wie sie Fig. 72 und 73 darstellen, finden ihre praktische Verwertung zumeist in der perspektivischen Schattenkonstruktion, wenn die betr. Lichtpunkte (Sonne, Mond) nicht innerhalb der Bildgrenze liegen (siehe Fig. 125).

falls wie hier ein Drittel der Distanz gegeben ist*), und ziehe von dem zunächst bei A liegenden Punkte a′ die zu ab geometrisch Parallele a′f, trage sodann $D/_3$ vom Augenpunkt nach abwärts (oder auch aufwärts) in $d/_3$ an, ziehe f $d/_3$ und hierzu rechtwinklig $d/_3$ f′; sodann zeichne man a′f′ und dazu wieder geometrisch parallel ac. Aus dem Anblick der Zeichnung ergiebt sich nun, daß ein Fluchtpunkt F der Geraden ab in dem gegebenen Falle dreimal so weit vom Augenpunkt entfernt liegt als f, die Strecke Af also, von f

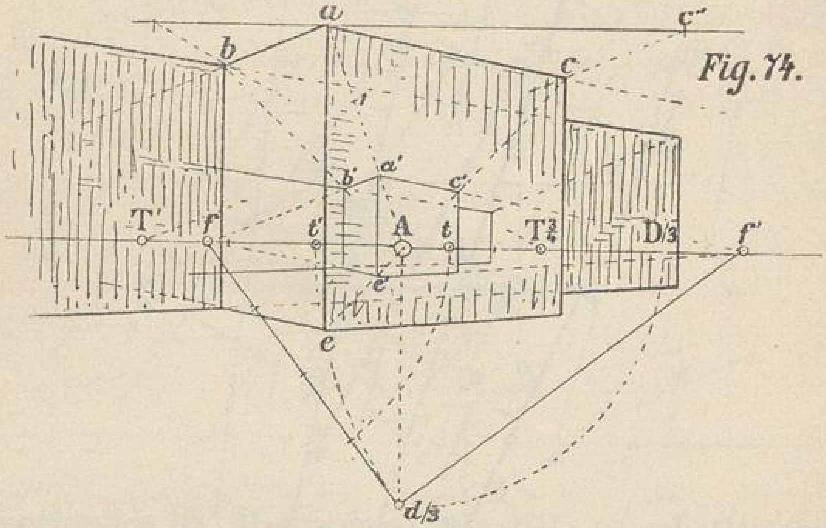


Fig. 74.

aus noch zweimal nach links auf den Horizont angetragen, den Fluchtpunkt F ergeben würde. Ebenso verhält es sich mit einem Fluchtpunkt F′ der Geraden ac, dessen Entfernung von A gleich dreimal Af′ sein müßte; daraus erhellt, daß fa′f′ lediglich eine lineare Verkleinerung der wirklichen Winkelfigur FaF′ darstellt, und dasselbe gilt auch von den übrigen Linien; so ist z. B. a′e′ ein Drittel von ae; a′b′ ein Drittel von ab und auch $fd/_3$, $d/_3f'$ ein Drittel von FD, DF′, wenn man sich unter D die nach abwärts erfolgte Umlegung der ganzen Distanz und unter F, F′ die links

*) Wäre ein halb, ein viertel, ein fünftel Distanz in Fig. 74 angenommen worden, so hätte man aA in zwei, vier oder fünf gleiche Teile geteilt.

und rechts liegenden Fluchtpunkte der Geraden a b, a c vorstellt. Mittels des verkleinerten Dreiecks f d/₃ f′ ließen sich nun auch alle sonst nötigen Hilfspunkte in ähnlicher Weise wie bei Fig. 18 und 19 bestimmen.

Um z. B. den Teilungspunkt für a c zu finden, trage man f′ d/₃ in f′ t′ auf den Horizont, sodann A t′ von A aus dreimal in der Richtung A t′ an, wodurch sich T′ ergiebt.

Auf dieselbe Weise konnte auch $T^3/_4$ 2c. bestimmt werden. Das Wesentliche der Methode, welche hier angewendet worden ist, besteht also in folgendem:

Die Distanz ist fast immer zu groß, um sie vom Augenpunkte aus innerhalb der verfügbaren Zeichenfläche angeben

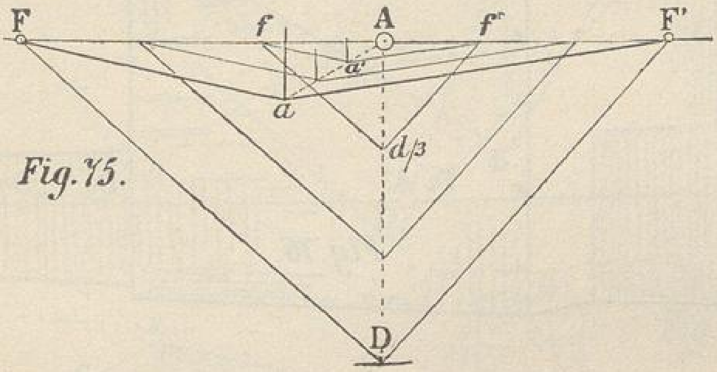


Fig. 75.

zu können; sind dabei noch die Fluchtpunkte gewisser Linien unzugänglich, so rückt man die ganze Figur gegen den Augenpunkt hin, um sie in drei-, vier-, fünfmal kleinerem Maßstabe zu zeichnen, so daß dabei, wie aus Fig. 75 ersichtlich ist, die Fluchtpunkte des verjüngten Bildes dem Augenpunkte näher rücken und somit zugänglich werden.

§ 125. **Zweite Methode:** In den meisten Fällen als praktischer erweist sich folgendes Verfahren, welches wir auch künftighin ausschließlich beibehalten wollen.

In Fig. 76 (S. 130) sei wiederum die Gerade a b, sowie Augenpunkt und D/₃ gegeben, und a c soll gefunden werden. Man lege durch a b an beliebiger Stelle eine zum Horizont parallele Gerade f f′, ziehe a A und a D/₃, trage den auf f f′

hierdurch erhaltenen Abschnitt a′d′ von a′ aus in dem gegebenen Falle **dreimal** in a′d an*), verbinde sodann f mit d und zeichne von d aus eine zu fd Rechtwinklige, wodurch sich f′ auf der Wagrechten ff′ ergeben hat; af′ ist die gesuchte Horizontale und Rechtwinklige zu ab. Um die übrigen Hilfspunkte wie T′, Dg, T zu bestimmen, verfahre man innerhalb der Figur afdf′ genau so wie bei Fig. 74; das heißt, man trage z. B. f′d in f′t′ an und ziehe nunmehr von a durch t′ bis herab zum Horizont, wodurch sich

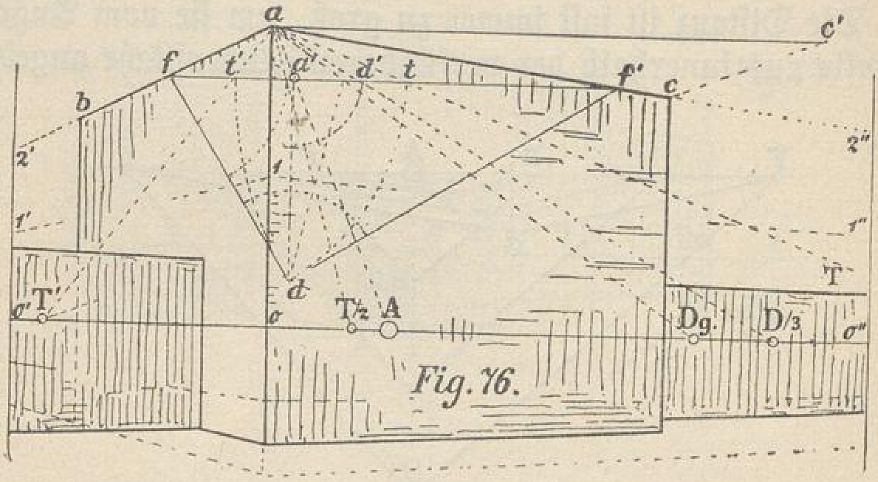


Fig. 76.

T′ als Teilungspunkt für alle mit ac parallelen Geraden ergiebt. Punkt T oder $T/_2$ wurde in gleicher Weise und Dg dadurch gefunden, daß man den Winkel fdf′ halbierte, wodurch ff′ geschnitten wurde, und sodann von a durch diesen Schnittpunkt gegen den Horizont eine Gerade zog ꝛc.

Vergleicht man nun diese Methode mit der vorhergehenden, so ergiebt sich folgende Erkärung: Statt die Winkelfigur bac gegen den Augenpunkt, bezw. gegen den Horizont zu rücken, hat man **umgekehrt** den Augenpunkt **mitsamt** dem **Horizont** gegen den Scheitelpunkt a des

*) Es ist wohl selbstverständlich, daß, wenn statt $D/_3$ etwa $D/_4$ oder $D/_5$ gegeben wäre, man den Abschnitt a′d′ vier-, beziehungsweise fünfmal von a′ herabtragen müßte.

Winkels b a c gerückt und damit in ff′ ein verkleinertes Bild des Horizontes mit allen darin liegenden Hilfspunkten erhalten.

Man betrachte noch Fig. 77, um zu ersehen, daß ff′ z. B. durch t′ und a′ in demselben Verhältnis geteilt ist wie FF′ durch T und A; ferner, daß die Linienfigur a f′d f a

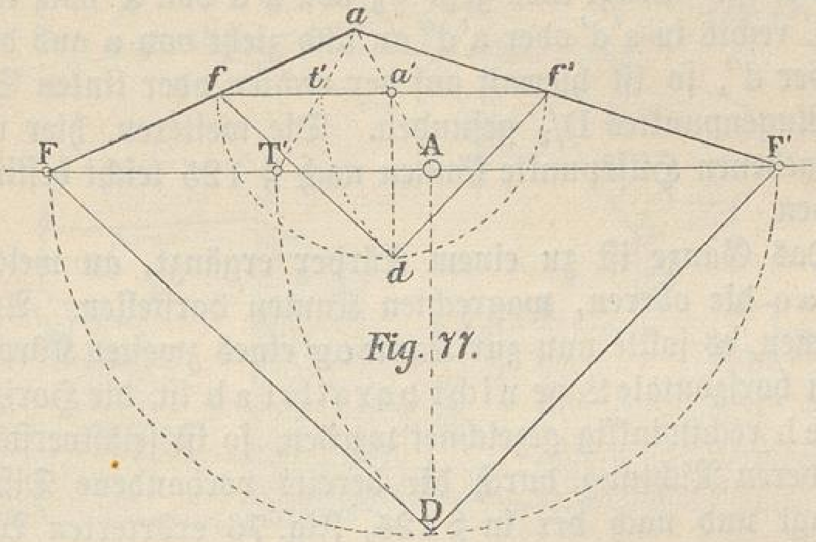


Fig. 77.

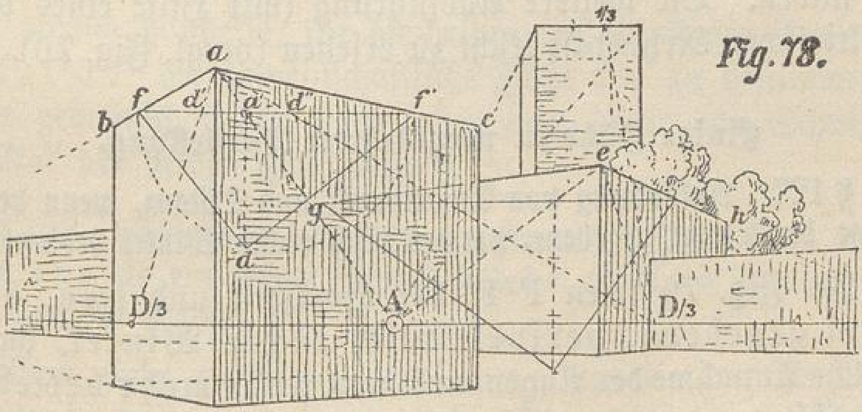


Fig. 78.

geometrisch ähnlich ist der Linienfigur a F′D F a, erstere also nur eine mechanische Verkleinerung der letzteren bedeutet.

§ 126. Aus einem gegebenen, perspektivisch rechten Winkel die Distanz ꝛc. abzuleiten.

Ist bac in Fig. 78 der gegebene rechte Winkel und A der Augenpunkt, so zeichne man ff′ an beliebiger Stelle parallel zum Horizont und so, daß die beiden Schenkel b a, a c des Winkels geschnitten werden. Hierauf beschreibe man über oder (wie hier) unter f f′ einen Halbkreis*), ziehe sodann a A, wodurch f f′ in a′ geschnitten wird; errichte oder fälle (wie hier) in a′ die Senkrechte a′d und verbinde d mit f und f′, womit das perspektivische Dreieck f a f′ in f d f′ geometrisch gezeichnet ist. Trägt man jetzt $^1/_3$ von a′d von a′ nach links, bezw. rechts in a′d′ oder a′d″ an und zieht von a aus durch d′ oder d″, so ist hiermit auf der rechten oder linken Seite des Augenpunktes $D/_3$ gefunden. Die weiteren, hier nicht angegebenen Hilfspunkte können nach § 125 leicht bestimmt werden.

Das Ganze ist zu einem Körper ergänzt, an welchem b a, a c die oberen, wagrechten Kanten darstellen. Angenommen, es sollte nun zur Kante e g eines zweiten Körpers, deren horizontale Lage nicht parallel a b ist, die Horizontale e h rechtwinklig gezeichnet werden, so ist selbstverständlich deren Richtung durch die bereits vorhandene Distanz bedingt und nach der in § 125, Fig. 76 erörterten Weise zu finden. Die weitere Ausführung (mit Hilfe eines perspektivischen Netzes) ist leicht zu ersehen (vergl. Fig. 70).

Einige Sätze in umgekehrter Darstellung.

§ 127. Auffindung von Augenpunkt und Distanz, wenn deren Lage durch zwei gegebene, perspektivisch rechte Winkel bedingt ist.

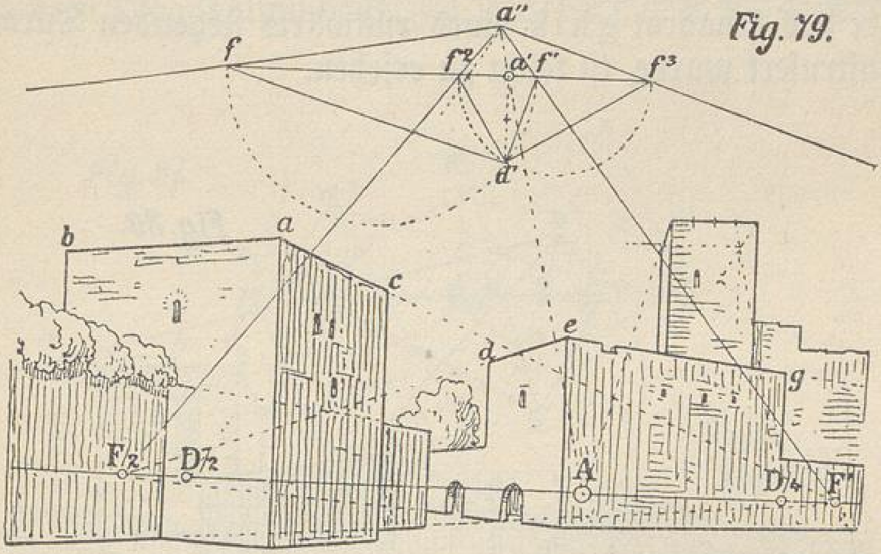
In Fig. 79 seien $F^2 F'$ der Horizont und b a c, d e g zwei gegebene, perspektivisch rechte Winkel, durch welche Annahme der Augenpunkt nun nicht mehr beliebig gewählt werden kann, sondern seine Lage erst gefunden werden muß.

Man zeichne aus einem beliebigen Punkt a″, welcher als gemeinschaftlicher Scheitelpunkt zweier rechter Winkel zu betrachten ist, a″f, a″f′F′ perspektivisch parallel zu ab, ac, ebenso $a''f^2F^2$, $a''f^3$ perspektivisch parallel zu ed, eg,

*) Vergleiche dieses Verfahren mit § 40, Fig. 7.

beschreibe über ff' und $f^2 f^3$ als Durchmesser zwei Halbkreise, welche sich in d' schneiden werden, ziehe sodann $d'a'$ rechtwinklig zu $f..f^3$ und von a'' durch a' herab zum Horizont; dann ist A als Augenpunkt bestimmt. $D/_2$ ist wie in Fig. 78 gefunden worden. Aus Fig. 79 erhellt zur Genüge, daß es sich hier

Fig. 79.



nur darum handelte, für die beiden rechtwinkligen Dreiecke $fd'f'$, $f^2 d' f^3$ die gemeinschaftliche Höhe $d'a'$ zu bestimmen; diese gemeinschaftliche Höhe aber geht durch den Schnittpunkt d' der beiden Halbkreise*).

§ 128. Auffindung des Augenpunktes rc. in Fig. 80, S. 134, wenn b a e als ein rechter Winkel und b a gleich a e oder a b c e als Quadrat gegeben ist.

Man ziehe zuerst b c parallel a e und e c parallel a b, sodann in das Quadrat a b c e die Diagonale a c, wodurch sich der Diagonalpunkt Dg ergeben hat; sodann zeichne man aus dem beliebig gewählten Punkte a'' Parallele ($a''f$, $a''f'$) zu a b, a e, ziehe ff' und beschreibe durch f, f' als Endpunkte eines Durchmessers einen Kreis, errichte in dessen Mittelpunkt m die Senkrechte m n und ziehe a'' Dg, welche ff' in d' schneidet;

*) Vergleiche zweite Anmerkung zu § 40, Fig. 7a.

von n ziehe man nun durch d′ die Gerade n d′ d, verbinde d mit f und f′, zeichne d a′ rechtwinklig zu f f′ und ziehe a″ a′ bis herab zum Horizont; dadurch wird der Augenpunkt in A nachträglich bestimmt*), und die Auffindung der Distanz, sowie der weiteren, eventuell nötigen Hilfspunkte kann nach der in § 125 erklärten Methode bewerkstelligt werden. Wie hier das Quadrat g h i k eines rückwärts stehenden Turmes konstruiert wurde, ist leicht zu ersehen.

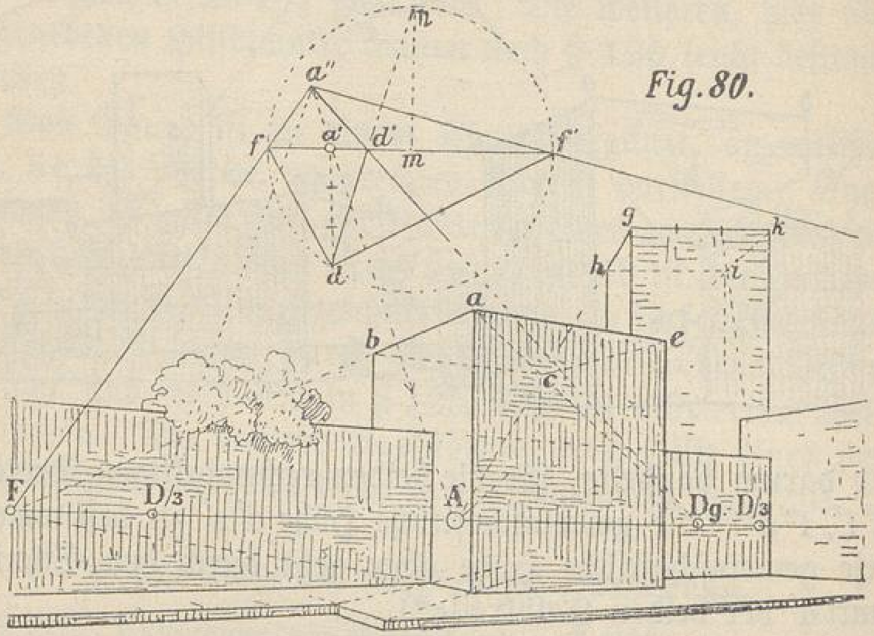


Fig. 80.

§ 129. Nachträgliche Bestimmung des Augenpunktes &c., wenn b a c in Fig. 81 als ein rechter Winkel gegeben ist und die Größe b a zur Größe a c in irgend einem bestimmten Verhältnis stehen soll.

Angenommen, es sei a c gleich zweimal a b oder, was dasselbe ist, a b gleich ein halb a c, so ergänze man b a, a c zunächst zu einem Rechteck b a c e, dessen Seiten b a, c e und a c, b e sich also wie 1 : 2 verhalten.

Durch a e denke man sich nun eine Diagonale bis zum Horizont gezogen. Die Flucht dieser Diagonalen sei mit D^x bezeichnet, weil D^x nicht ein Diagonalpunkt in dem bisher

*) Vergl. Anmerkung zu § 131, S. 138.

erwähnten Sinne ist, indem ja die Diagonale eines Rechteckes nicht auch dessen Winkel halbiert, wie dies bei einem Quadrat der Fall ist.

Ist nun D^x bestimmt, so zeichne man a″f, a″f′ parallel ab, ac, ziehe a″D^x und beschreibe durch f, f′ als Endpunkte eines Durchmessers wieder einen Kreis. Legt man nun den kleineren Diagonalwinkel B (Fig. 81a) bei f, oder den größeren

Fig. 81.

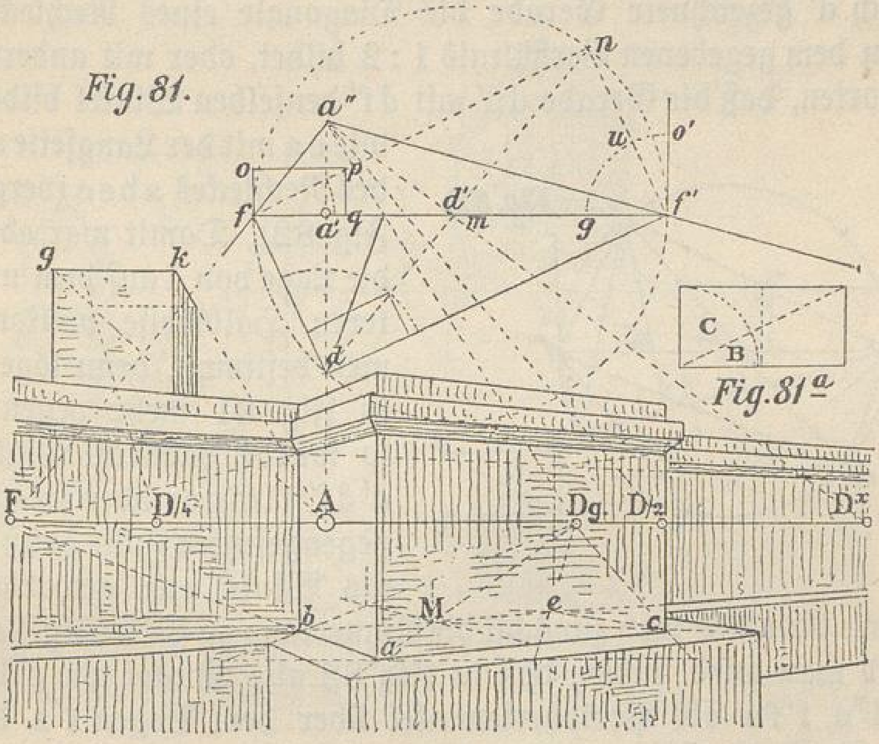


Fig. 81a.

Winkel C bei f′ an das verkleinerte Bild des Horizontes, also an ff′ an, verlängert einen dieser Schenkel, also z. B. fp oder fu, bis der Kreis in n getroffen wird, und zeichnet von n durch d′ eine Gerade, bis der entgegengesetzte Halbkreis in d geschnitten wird, ferner aus d eine zu ff′ Rechtwinklige, so ist dann wieder a′, sowie durch Ziehen von a″a′ gegen den Horizont der Augenpunkt und damit alles Weitere bestimmt*).

*) Daß hier a″a′A mit der Senkrechten da′ der Richtung nach zusammenfällt, ist rein zufällig.

§ 130. Zur Begründung und Klarlegung des hier beschriebenen Verfahrens beachte man folgendes: D^x ist die Flucht der Diagonalen eines Rechteckes, dessen Längen- und Breitenverhältnis gleich dem Rechteck Fig. 81 a angenommen wurde; d′ aber ist das verjüngte Bild von D^x auf dem nach aufwärts gerückten Horizont ff′ (vergl. § 125). Die Aufgabe bestand nun darin, den rechten Winkel fdf′ in den unteren Halbkreis derart einzuzeichnen, daß eine vom Scheitelpunkte d nach d′ gezeichnete Gerade die Diagonale eines Rechteckes von dem gegebenen Verhältnis 1 : 2 bildet, oder mit anderen Worten, daß die Gerade dd′ mit df′ denselben Winkel bildet, wie ea mit der Langseite ac des Rechteckes abec (vergl. Fig. 82). Damit war aber die Lage von d auf dem unteren Halbkreise vollkommen bestimmt, denn läge d in Fig. 81 mehr gegen f, so würde dadurch Winkel d′df′ kleiner oder im entgegengesetzten Falle größer als Winkel eac geworden sein.

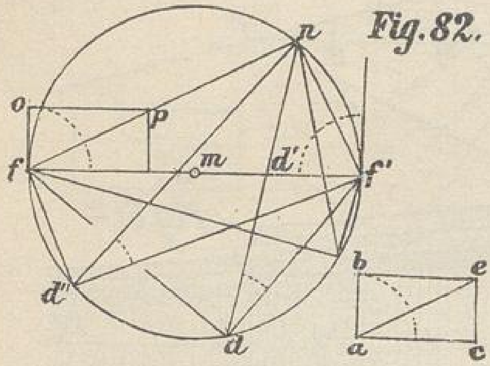


Fig. 82.

Nun lese man zunächst die Anmerkung zu § 48 (Fig. 9a), und man wird finden, daß in Fig. 82 alle Winkel wie f′dn, f′d″n, f′fn als Peripheriewinkel über dem Bogen f′n die gleiche Größe haben müssen, daß man also, um n zu erhalten, an beliebiger Stelle des Halbkreises, z. B. bei d″ oder f, zu einer aus f′ gezeichneten Geraden den betreffenden Winkel eac konstruieren konnte und der betreffende zweite Schenkel den oberen Halbkreis stets in n treffen wird. Hat man aber in Fig. 81 Punkt n, so ist durch Ziehen von nd′d die Aufgabe gelöst. Das Antragen des betreffenden Winkels geschah am einfachsten bei f, weil der eine Schenkel desselben in ff′ schon vorhanden war. Zur besseren Veranschaulichung ist sowohl in Fig. 81, wie auch in Fig. 82 das Rechteck nach dem gegebenen Verhältnis bei dem gewählten Punkte f angetragen worden.

§ 131. Konstruktion einer Rechtwinkligen ac zu einer gegebenen Geraden ab (Fig. 83), wenn der Augenpunkt und die Halbierungslinie (Diagonale) des zu zeichnenden rechten Winkels gegeben sind*).

Ist in Fig. 83 ab die gegebene Gerade und aDg die Halbierungslinie eines durch die Gerade ac erst zu bestimmenden rechten Winkels bac, so folgt daraus, daß

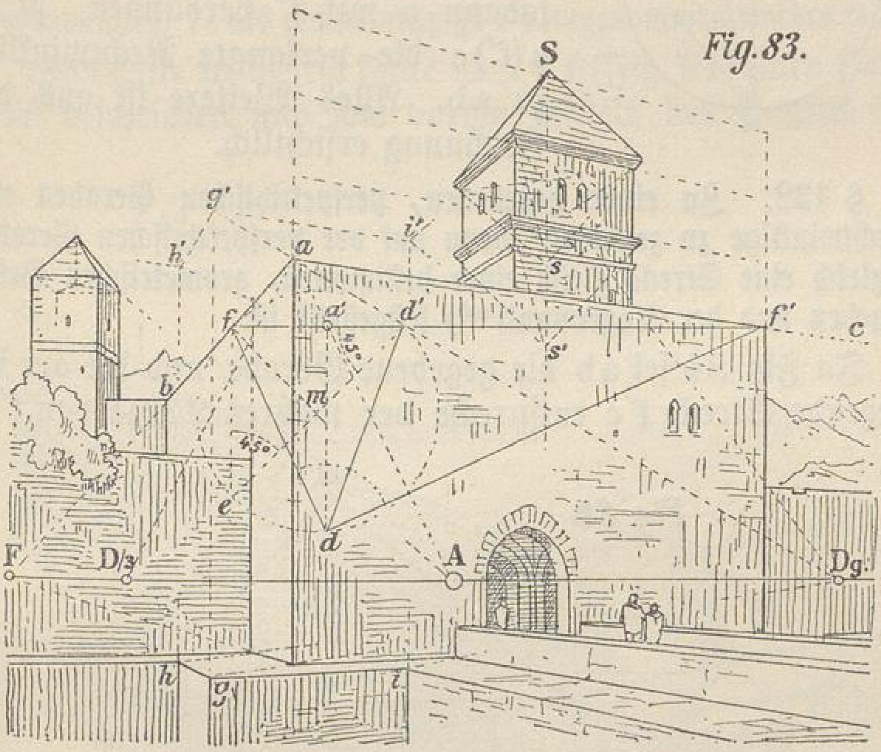


Fig. 83.

Winkel bad′ ein halber rechter (= 45°) ist, welcher durch die erst zu bestimmende Gerade ac zu einem rechten bac ergänzt wird.

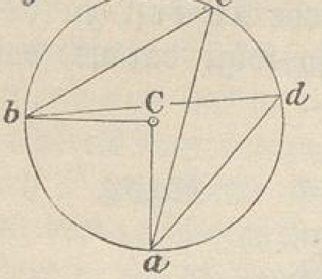
Man ziehe von a nach dem Augenpunkte, wodurch sich a′ auf einer Wagrechten ff′ ergeben hat; in f zeichne man eine Rechtwinklige zu ff′, mache hierauf fe gleich fd′, ziehe ed′

---

*) Da das Vorhandensein des Diagonalpunktes immer Vorteile bietet, so kann hierdurch oft Veranlassung gegeben sein, nebst einer Gebäudekante zuerst den Diagonalpunkt zu bestimmen und erst nachträglich die daraus resultierende Lage einer zweiten, zu ab rechtwinkligen Kante ac (Fig. 83) festzusetzen.

und beschreibe über ed' als Durchmesser einen Kreis, welcher eine von a' zu fällende Senkrechte a'd in d schneidet. Zieht man nun fd, dd', so ist Winkel fdd' gleich 45°*) und braucht nur noch durch die in d zu fd rechtwinklig gezeichnete Gerade zu einem rechten Winkel fdf' ergänzt zu werden; wird sodann a mit f' verbunden, so ist a(f')c die verlangte Rechtwinklige zu ab. Alles Weitere ist aus der Zeichnung ersichtlich.

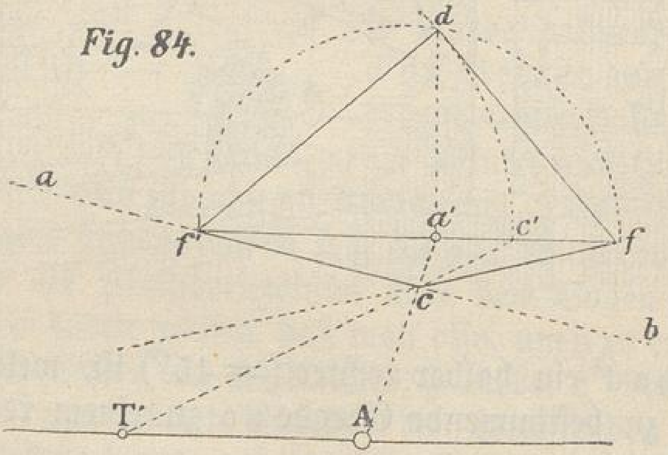
Fig. 83a



§ 132. **Zu einer gegebenen, perspektivischen Geraden eine Rechtwinklige zu zeichnen, wenn auf der perspektivischen Geraden zugleich eine Strecke gleich einer bestimmten, geometrischen Größe gegeben und der Augenpunkt**) festgestellt ist.**

In Fig. 84 sei ab die gegebene Gerade, und die auf ihr liegende Strecke f'c entspreche der wahren Länge von f'c'.

Fig. 84.



Man ziehe von c' durch c, dann ergiebt sich in T' der Teilungspunkt für ab und für alle mit ihr parallel laufenden Geraden.

*) Das Verfahren gründet sich auf den geometrischen Lehrsatz: „In einem Kreise ist der Peripheriewinkel (c oder d) halb so groß, als der mit ihm auf gleichem Bogen (ab) stehende Zentriwinkel (C)"; siehe obenstehende Figur 83a. Da nun in Fig. 83 Winkel fmd' als Zentriwinkel ein rechter ist, so ist fdd' als Peripheriewinkel über dem gleichen Bogen ein halber rechter, gleich 45°.

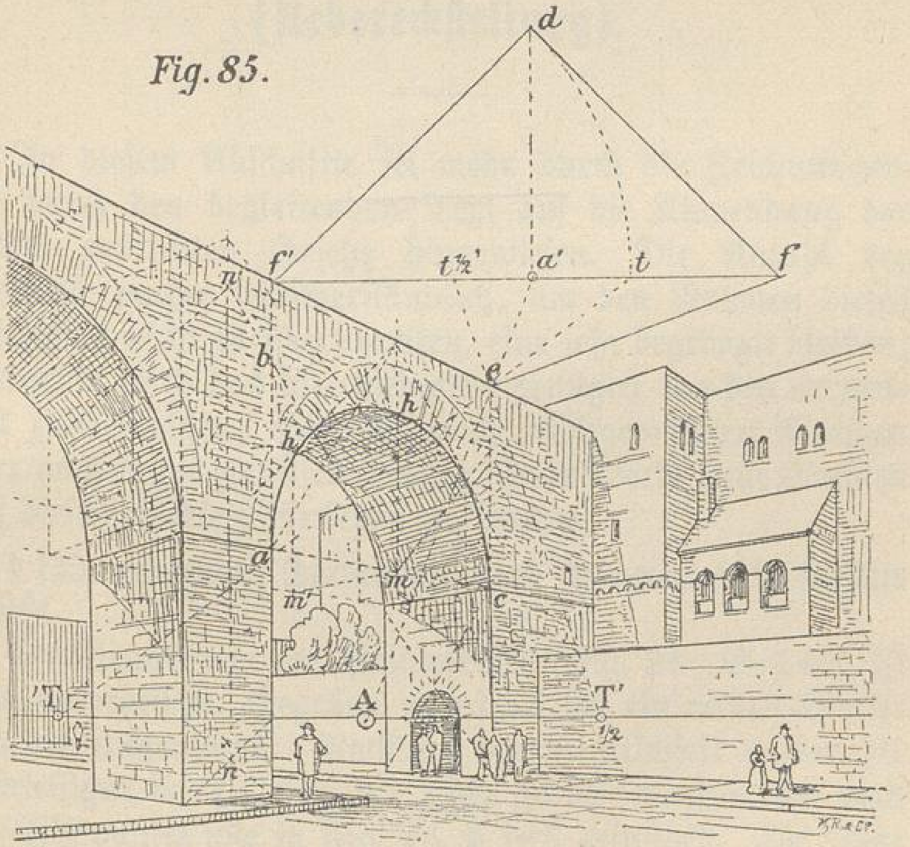
**) Der Augenpunkt muß jedoch stets zwischen dem Fluchtpunkt und dem Teilungspunkt der betreffenden Geraden liegen. Vergl. Fig. 14 rc.

Zeichnet man ferner aus A durch c eine Gerade, bis f′f in a′ getroffen wird, und errichtet hier eine Senkrechte, so wird letztere durch einen aus f′ mit f′c′ als Radius gezeichneten Bogen in d geschnitten. Verbindet man nun f′ mit d und zeichnet df rechtwinklig zu f′d, ferner fc, so ist fc die verlangte, zu f′c perspektivisch rechtwinklige Gerade.

§133. Wie die gleiche Aufgabe gelöst werden kann, wenn, statt des Augenpunktes, fc als rechtwinklig zu f′c angenommen worden wäre.

Man hätte in diesem Falle über f′f (Fig. 84) einen Halbkreis beschrieben und wie vorhin mittels des Bogens c′d

Fig. 85.



Punkt d zuerst auf dem Halbkreise, sodann durch Fällen der Senkrechten da′ und durch Ziehen und Verlängern von a′c den Augenpunkt erhalten.

Eine Begründung dieser beiden Verfahren dürfte nach allem, was vorausgegangen ist, wohl kaum nötig sein.

§ 134. Fig. 85 zeigt eine Anwendung des § 132, indem hier ab gleich ein halb ac, also ac (= f′e) gleich f′t angenommen wurde. Oder mit anderen Worten: Man hat die Höhe ab und die Verkürzung ac eines Rundbogens, sowie den Augenpunkt bestimmt, sodann die Größe ac nach f′e hinaufgerückt, die Höhe ab in f′t zweimal angetragen und durch Ziehen von te Punkt T′, oder durch Ziehen von $t^1/_2$′e Punkt $T/_2$′ erhalten &c.

Im übrigen ist die Konstruktion des Rundbogens ahc &c. wie in § 114, Fig. 65 ausgeführt worden.

Siebenter Abschnitt.

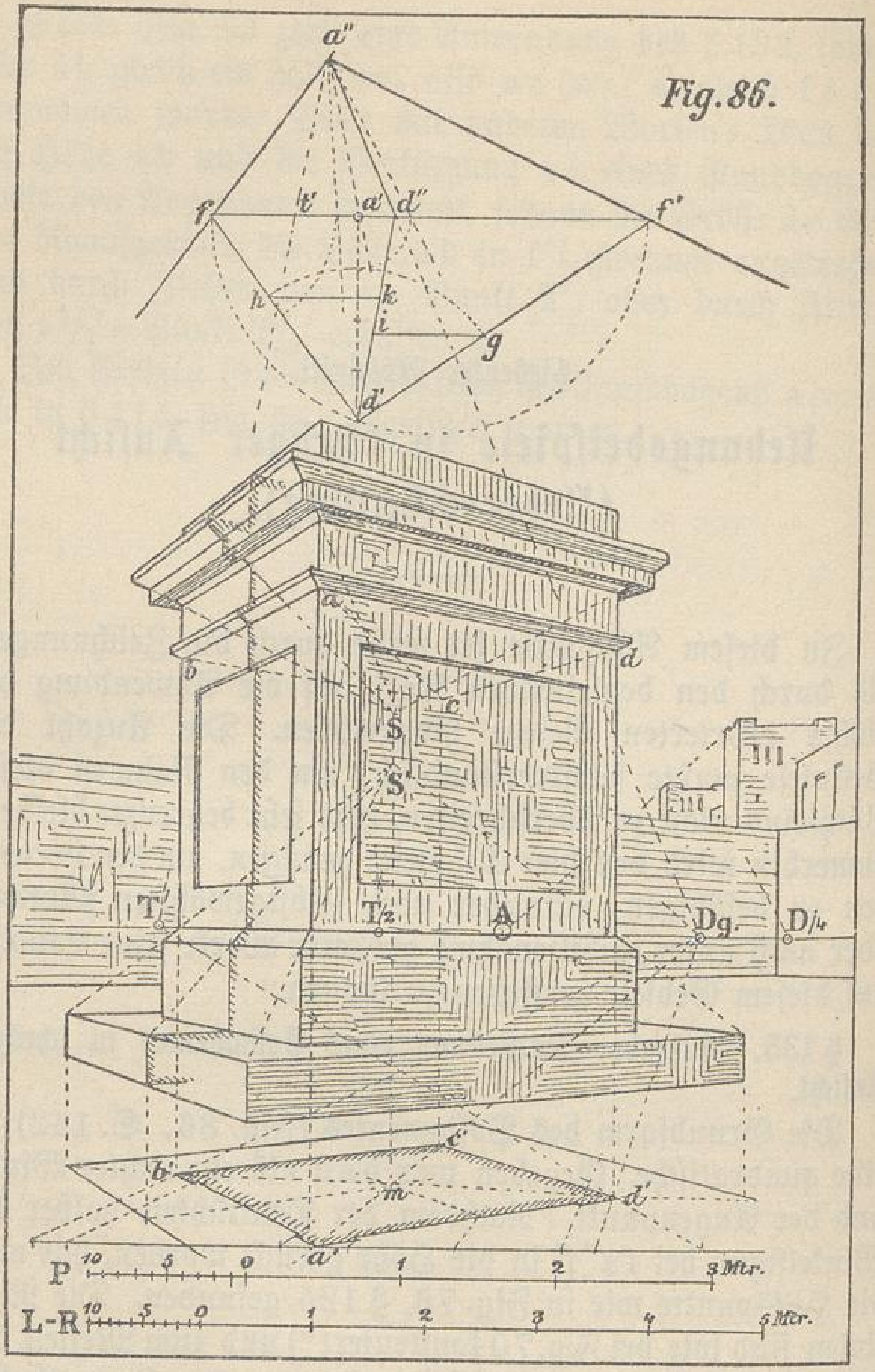
Uebungsbeispiele in schräger Ansicht (Uebereckstellung).

In diesem Abschnitte sei mehr durch die Zeichnungen, als durch den begleitenden Text auf die Anwendung der bisher erörterten Gesetze hingewiesen. Die Anzahl der Beispiele mußte selbstverständlich, um den Rahmen dieses Büchleins nicht zu überschreiten, eine sehr begrenzte bleiben; immerhin wird das hier Gebotene genügen, um den Lernenden zu befähigen, entweder nach selbstgewählten Motiven oder auch unter Zuhilfenahme größerer Werke seine Studien auf diesem Gebiete fortsetzen zu können.

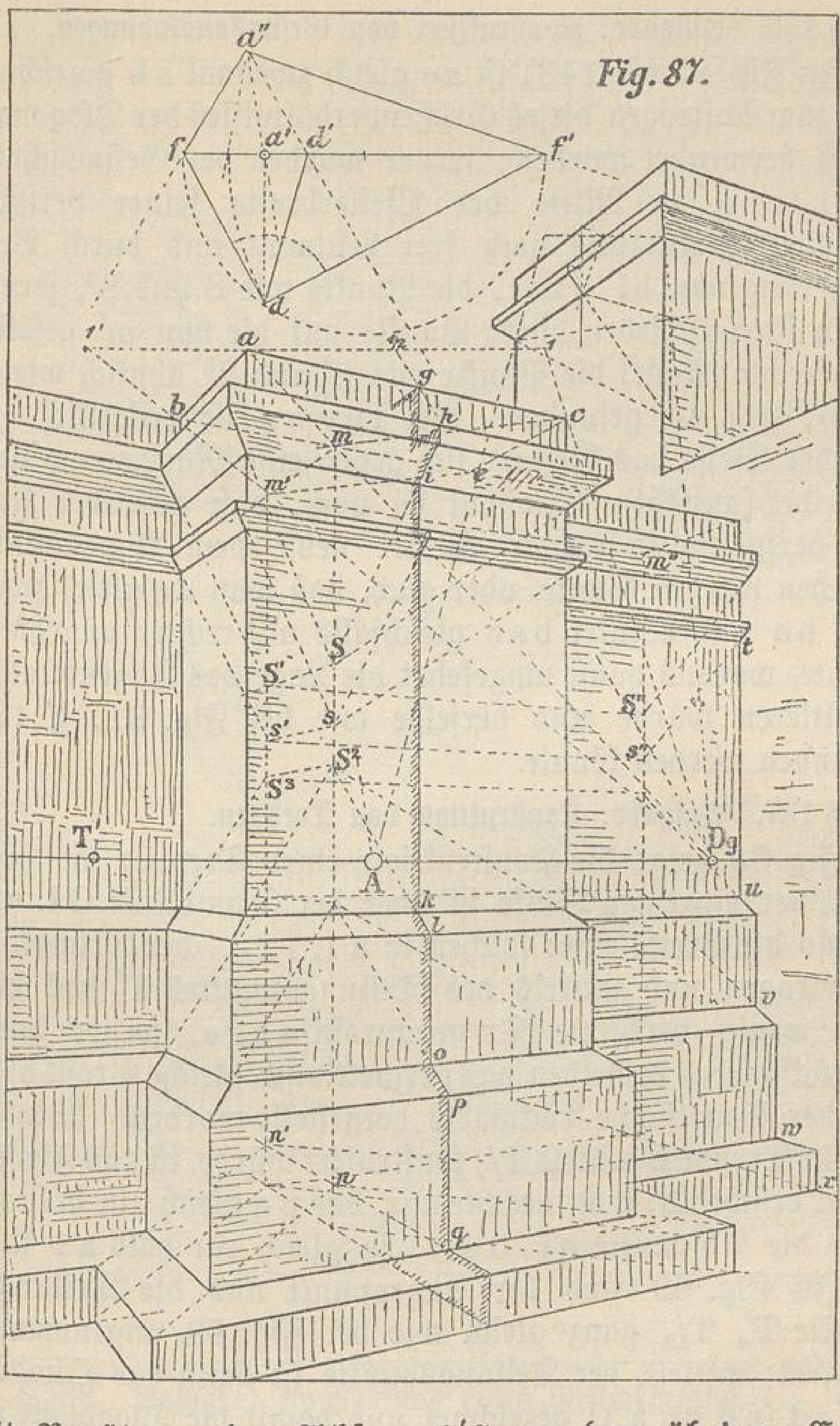
§ 135. **Aufgabe: Darstellung eines Postamentes in schräger Ansicht.**

Die Grundform des Postamentes (Fig. 86, S. 142) ist eine quadratische. Gegeben war b a d als ein rechter Winkel und der Augenpunkt. Nachdem der Deutlichkeit halber die Winkelfigur bei f a″ f′ in die Höhe gerückt worden, hat man die Hilfspunkte wie in Fig. 76, § 125 gefunden. Die Netzlinien sind wie bei Fig. 70 konstruiert*) und zum Messen der Hauptgrößen, wie a b, a d ist der Diagonalpunkt Dg ähnlich wie bei Fig. 30, § 73 verwendet worden, so daß also Maßstab P für die Höhen und für alle zur Bildfläche parallelen

*) Die Netzlinien sind hier, wie in den folgenden Figuren nicht mehr angegeben.



Geraden, Maßstab L-R für die nach F und F' laufenden Geraden gilt. Die Kehrungen der Gesimse sind frei und ohne vorherigen geometrischen Durchschnitt an den vordersten Eckkanten des Postamentes angenommen und



mit Benützung der Achse mS'S an den übrigen Ecken gezeichnet worden. Man versuche etwa nachträglich die geometrischen Projektionen zu bestimmen.

§ 136. Aufgabe: Konstruktion von Gesimsausladungen.

In Fig. 87 (S. 143) ist ac gleich zweimal ab gezeichnet und zum Auftragen dieses Größenverhältnisses der Diagonalpunkt verwendet worden; ferner wurden der Gesimsschnitt ghiklopq in Mitte der Pfeilerbreite seiner perspektivischen Verkürzung nach frei bestimmt und durch Verlängerung von hi, lk... die Punkte wie S und S^2, ferner durch Zurückschieben dieser Punkte auf die von m′ gefällte Senkrechte (Achse) die Punkte wie S′ und S^3 ähnlich wie in § 90, Fig. 45 gefunden. Bei tuvwx ist ersichtlich, in welcher Weise das Gesimse sich gegen eine Mauerwand verschneidet (anstößt). Erwähnt sei noch, daß entweder bac als perspektivisch rechter Winkel nebst dem Augenpunkte gegeben werden konnte, oder auch, daß man ac gleich zweimal ba und Winkel bac gleichfalls als rechten annehmen konnte, woraus dann umgekehrt die Lage des Augenpunktes resultieren würde und derselbe wie bei Fig. 81, § 129 gefunden werden könnte.

§ 137. Aufgabe: Konstruktion von Treppen.

Fig. 88 zeigt die Konstruktion einer Treppe; die Höhe ab einer einzelnen Stufe ist über der Grundlinie GL und ebenso die Breite einer solchen in a1, 12... der Grundlinie angetragen und mittels des Teilungspunktes T′ das hier nur wenig verkürzte Treppenprofil abge, ferner durch Zurückschieben desselben das perspektivisch gleiche Profil hikl an der Sockelfläche rückwärts hergestellt worden. Wie die zweite Treppe B mittels $T/_2$ konstruiert wurde, ist aus Fig. 88 leicht ersichtlich; man beachte nur, daß pq gleich ein halb no und die Abschnitte qr, rs... je gleich ein halb a1 sind.

In Fig. 89 sind der Augenpunkt und die Teilungspunkte T′, $T/_2$ ganz gleich wie bei Fig. 88 angenommen worden; mittels der Teilungspunkte ist dann das Quadrat ab′cd (ad = a3) gezeichnet und damit die Diagonale ac gefunden worden. Sodann wurde cd′ gleich 0 ... 4′ und c′d′ gleich 3′4′ gemacht, wodurch sich das Diagonalprofil abd′c über der Diagonalen ac ergeben hat ꝛc.

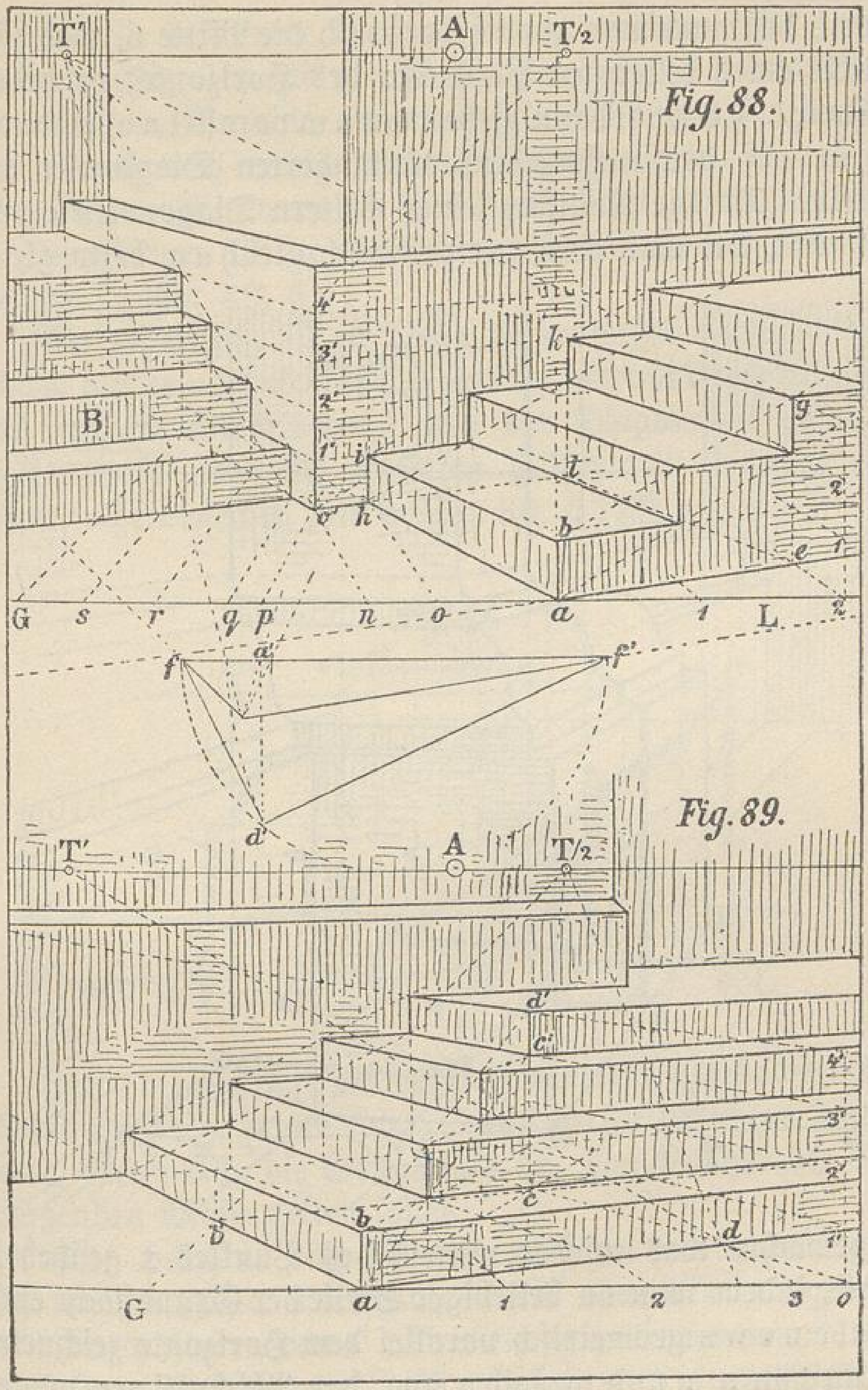
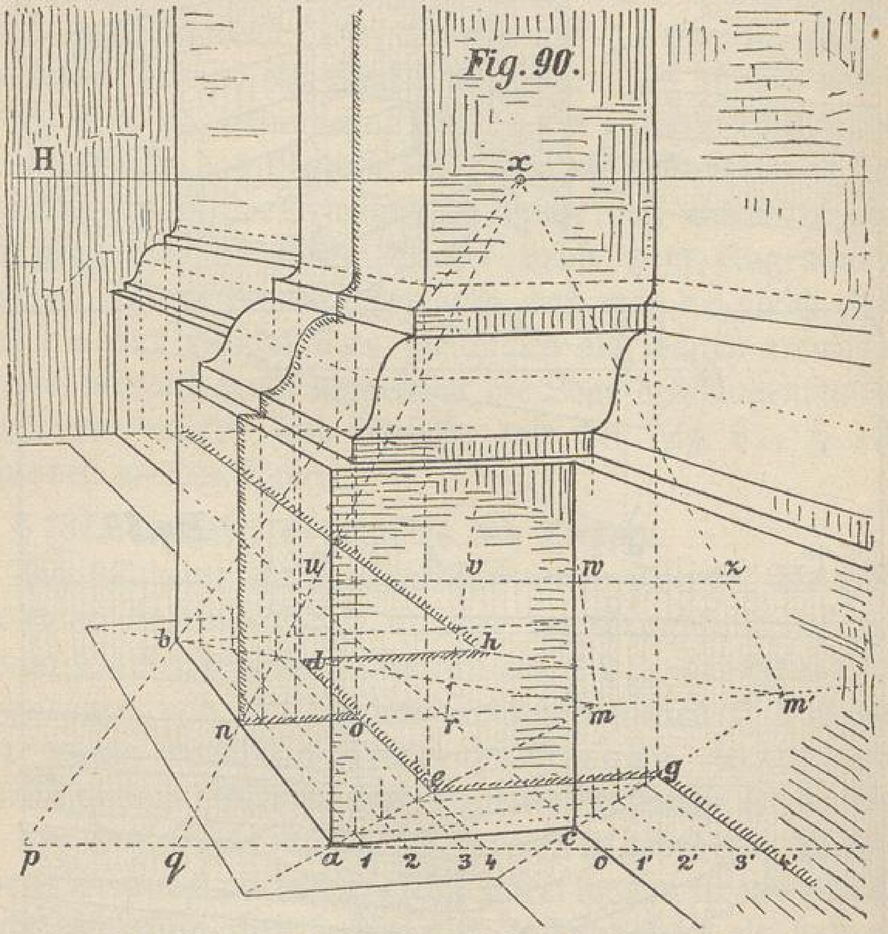


Fig. 88. Fig. 89.

§ 138. Aufgabe: Konstruktion eines Gesimsdetails.

In Fig. 90 (S. 146) sei b a c der Vorsprung eines Mauersockels und a e als Halbierungslinie (Diagonale) des rechten Winkels b a c gegeben. Um die Diagonale b m zu finden, bestimme man zunächst von a b die Mitte n, was hier mittels eines beliebigen Punktes x des Horizontes geschehen ist (vergl. § 64); sodann ziehe man n m parallel a c, wodurch sich m auf der entsprechend verlängerten Diagonalen a e ergiebt. Um die Richtung einer weitern Diagonalen c g m′ zu finden, hat man m m′ perspektivisch gleich a c, bezw. gleich



n r gemacht, was wieder mittels des Punktes x geschehen konnte, indem man an beliebiger Stelle der Grundfläche eine Gerade u v w z geometrisch parallel dem Horizonte zeichnete, sodann von n, r und m nach x zog, den Abschnitt u v von w aus nach rechts in w z versetzte und durch Ziehen einer Geraden aus x durch z Punkt m′ erhielt.

Das über n o stehende Sockelprofil konnte entweder frei oder seine Breite ꝛc. mittels eines Teilungspunktes T′ (vergl.

Fig. 91) in bekannter Weise bestimmt werden. Um innerhalb c g (Fig. 90) die gleiche Punktreihe wie innerhalb a e zu erhalten, brauchte man nur die Teilung a, 1, 2, 3, 4 von 0 aus nach rechts wiederholt anzutragen und aus den betreffenden Punkten nach dem Fluchtpunkte links zu ziehen.

Im übrigen ist die Ausführung des Gesimses gleich derjenigen in Fig. 46, § 91.

Wie ersichtlich, ist in dieser Figur außer x kein weiterer Punkt auf dem Horizonte angegeben, obwohl durch Annahme des rechten Winkels b a c und der Diagonalen a e m der Augenpunkt und alle weiteren Hilfspunkte bedingt sind. Man suche dieselben wie in Fig. 80, § 128.

Fig. 91.

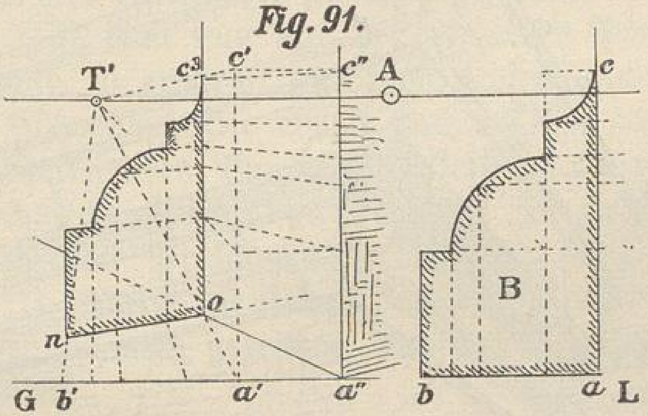
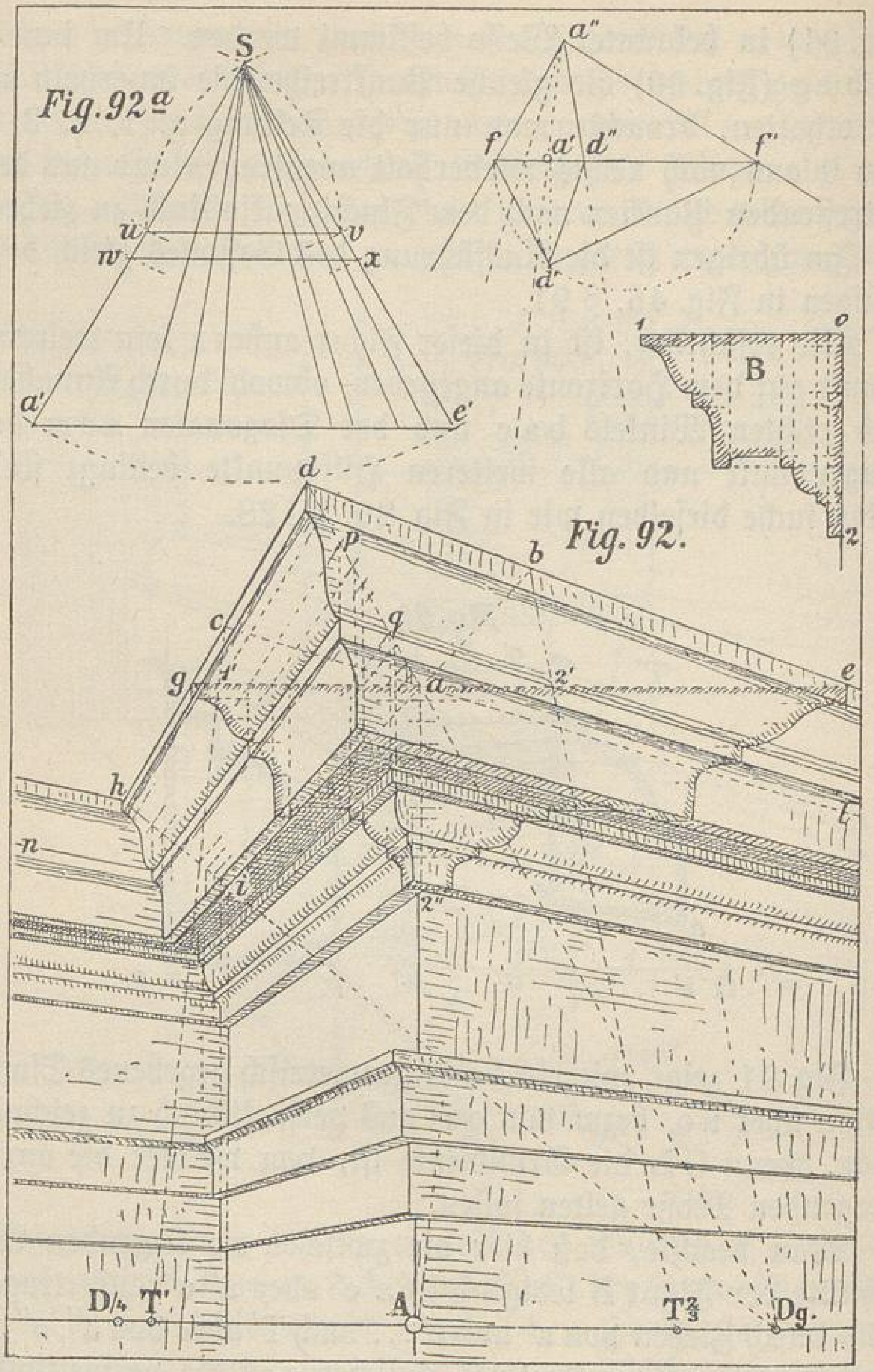


Fig. 91 zeigt, wie ein bei B geometrisch gegebenes Simsprofil über n o, bezw. von o c^3 aus perspektivisch zu zeichnen war, wenn G L die Grundlinie ist, von welcher die anzutragenden Maße gelten sollen.

Man beachte, daß hier die zwischen a c liegenden Abschnitte der Figur B lediglich in a' c' oder a'' c'' aufgetragen und durch Ziehen von a' und c' ... nach T' oder von a'', c'' ... nach dem Fluchtpunkte links zwischen o c^3 die perspektivisch gleichen Höhenabschnitte erhalten wurden. Um die Teilung zwischen n o herzustellen, wurde zunächst aus T' durch o bis a' gezogen, sodann die Abschnitte zwischen a b nach a' b' versetzt und mittels des Teilungspunktes T' nach n o übertragen.



§ 139. Aufgabe: Konstruktion eines Kranzgesimses nach einer anderen Methode.

In Fig. 92 seien i a l die oberen Kanten eines Mauerkörpers, um welchen herum ein Gesimse gezeichnet werden soll, dessen geometrischer Durchschnitt bei B gegeben ist.

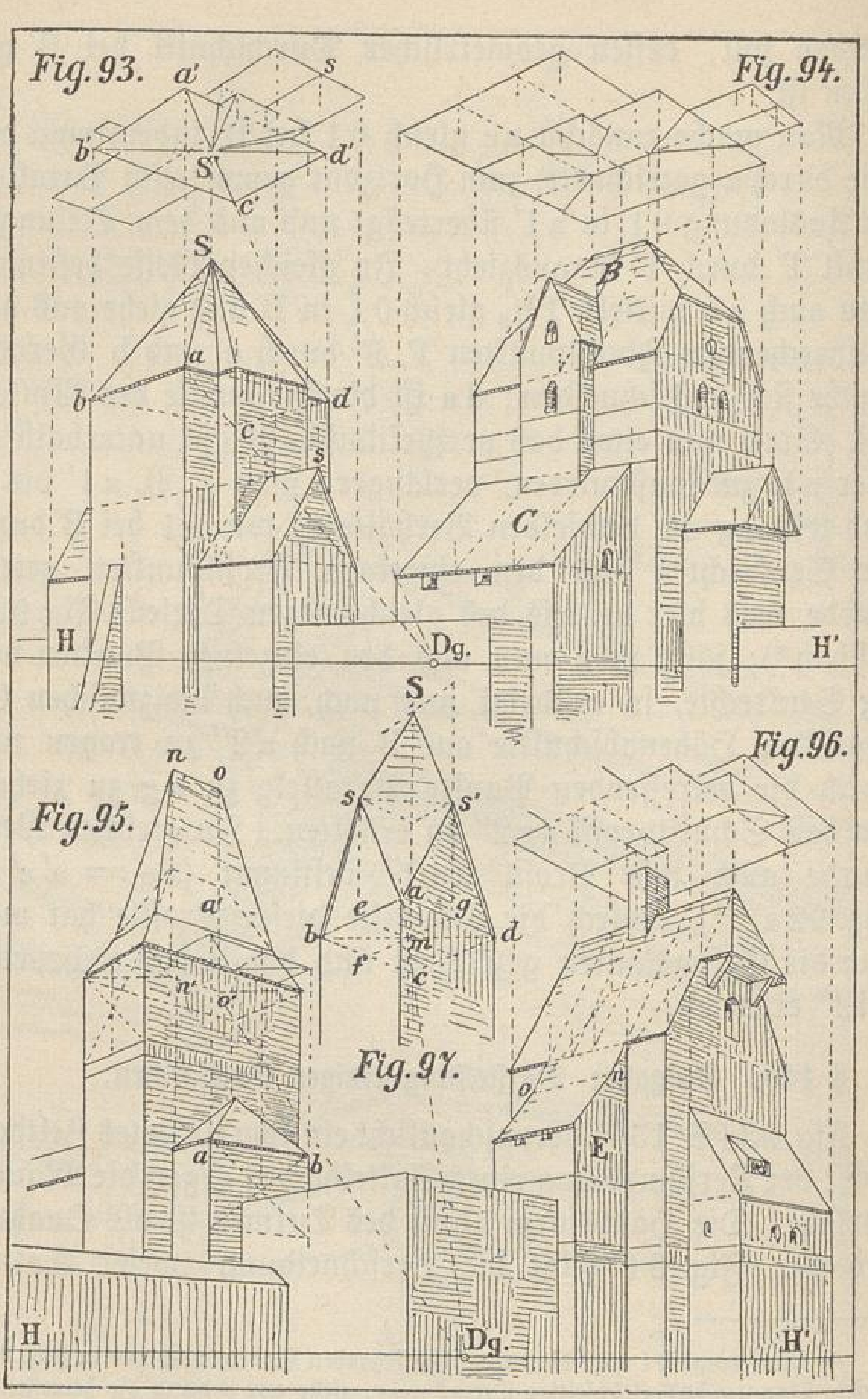
Man mache zunächst ac gleich 0 1 bei B, indem man auf eine durch a gezeichnete, zum Horizont geometrisch Parallele die Ausladung 0 1 in a 1′ überträgt und aus dem Teilungspunkt T′ durch 1′ herauszieht. In gleicher Weise bestimme man auch ab mittels $T^2/_3$ gleich 0 1 in B und ziehe aus den entsprechenden Fluchtpunkten F, F′ durch c und b Gerade, welche sich in d schneiden; da ist die Diagonale des Winkels ial. Statt nun etwa das perspektivische Profil unterhalb ac oder ab zu konstruieren, verlängere man z. B. a 1′ bis g und teile ag in demselben Verhältnis, wie 0 1 bei B durch die Senkrechten aus den einzelnen Profilpunkten geteilt wurde, was hier mittels des gleichseitigen Dreiecks Fig. 92a geschah*); fällt man nun aus den einzelnen Punkten von ag Senkrechte, so erübrigt nur noch, auch die zwischen 0 2 liegenden Höhenabschnitte aus B nach a 2″ zu tragen und durch die betreffenden Punkte Parallele zu ag zu ziehen, um das Schnittprofil ag 2″ zu erhalten. In gleicher Weise wurde auch das Profil ae 2″ bestimmt (ae = a′e′ in Fig. 92a)**). Durch die Eckpunkte dieser Profile hat man nun die Gesimskanten gezeichnet und damit das Kehrprofil ad 2″ erhalten.

§ 140. Aufgabe: Darstellung einiger Dachformen.

Fig. 93 (S. 150) veranschaulicht ein kombiniertes Zeltdach nebst der Verschneidung eines Satteldaches gegen die Mauervorlage. Die Hauptform abcd des Turmes ist als Quadrat gedacht. Fig. 94 zeigt die Verschneidung zweier Sattel=

*) Man trage 0 1 und die dazwischenliegenden Punkte nach uv in Fig. 92a, zeichne über uv das gleichseitige Dreieck uSv, ziehe aus S durch die betreffenden Punkte Gerade, beschreibe mit einem Halbmesser ag (Fig. 92) aus S einen Bogen wx und trage die Teilung der Bogensehne wx in entsprechender Ordnung auf ag über (vergl. hiermit Fig. 23 und 23a, § 65).

**) Oder man hätte auch statt dieses zweiten Profiles ae 2″ die auf ag befindlichen Abschnitte auf die Diagonale ad übertragen und aus den betreffenden Punkten, wie z. B. pq . . ., Senkrechte fällen können 2c.



oder Walmdächer, von denen das größere B als ein sogen. Krüppelwalm bezeichnet wird; die übrigen Verschneidungen, wie z. B. des Pultdaches C ꝛc., sind leicht zu ersehen.

Fig. 98.

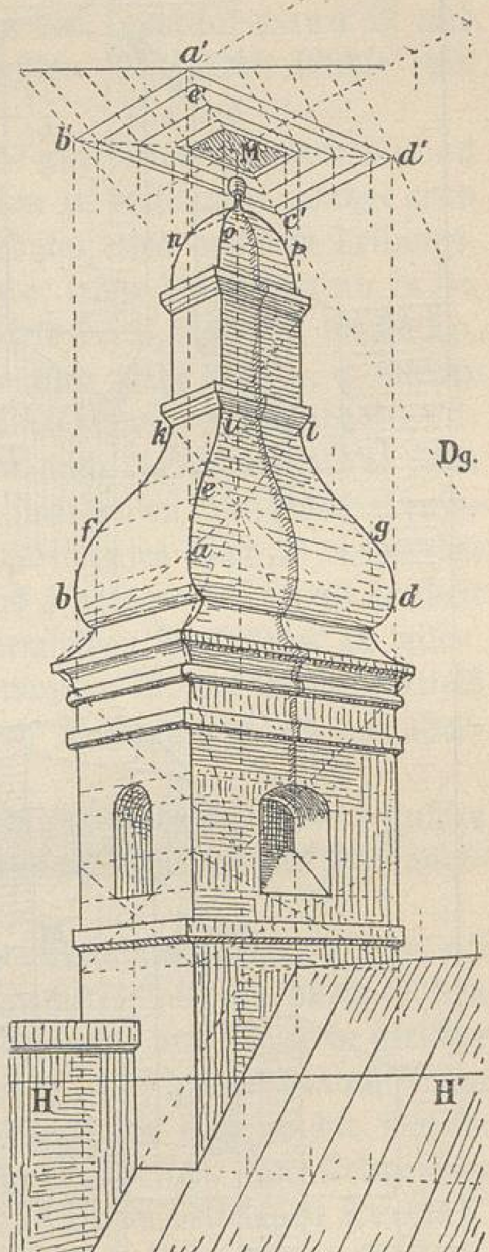
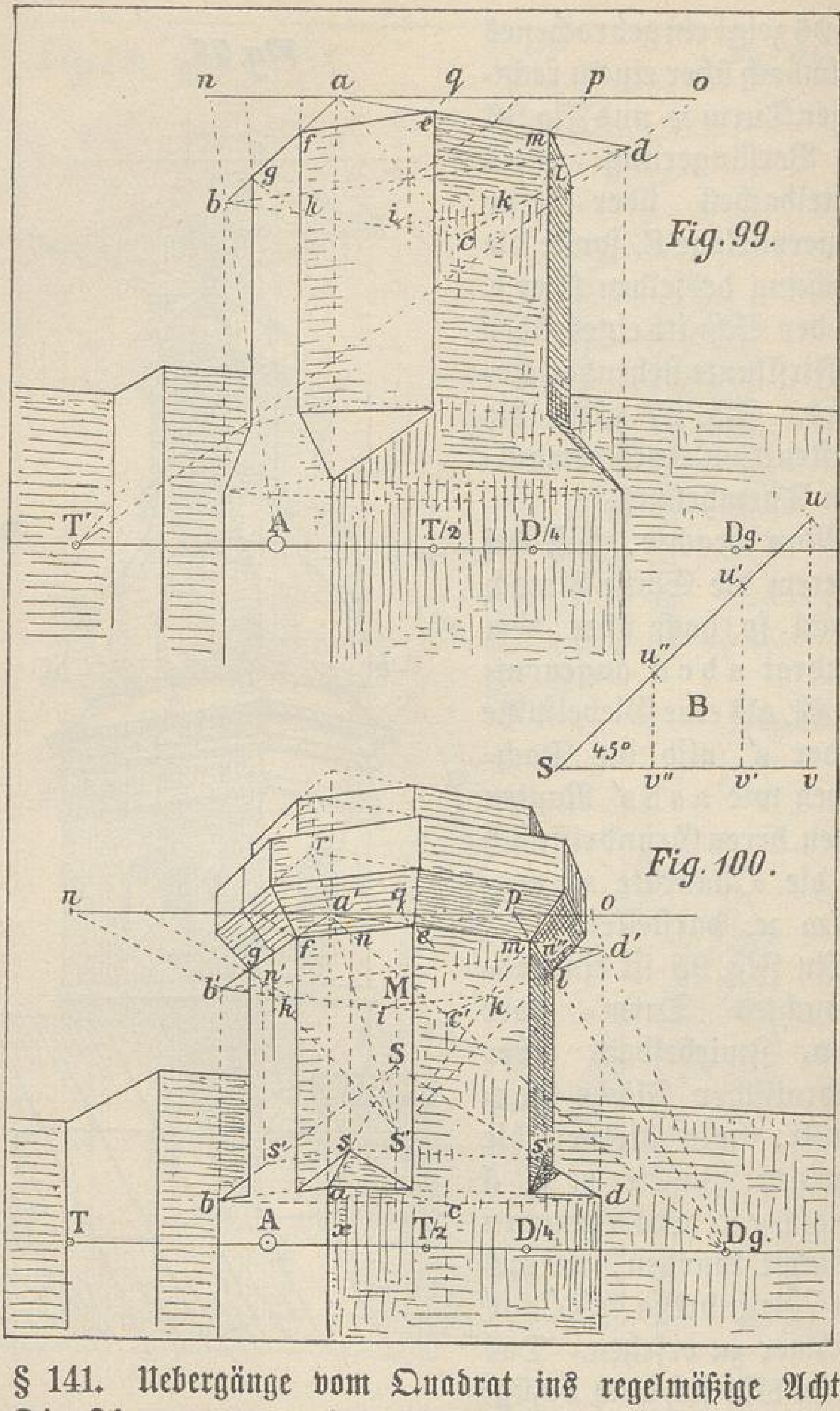


Fig. 95 zeigt ein gebrochenes Walmdach über einem rechteckigen Turm ꝛc. und Fig. 96 die Verlängerung eines Satteldaches über eine Mauervorlage E, sowie die Brechung desselben über E und den Schnitt eines über der Firstkante stehenden Kamines. Fig. 97 giebt die Konstruktion eines romanischen Turmhelmes.

Man beachte, daß bei letzterem die Spitze S noch einmal so hoch über dem Quadrat a b c d angenommen ist, als eine Giebelspitze s oder s', also die Dachflächen wie a s S s' Rauten bilden, deren Grundrisse sich als die Quadrate a e m g, e b f m ꝛc. darstellen.

In Fig. 98 ist ein ausgebauchtes Turm- oder sogen. Zwiebeldach über quadratischer Fläche dargestellt; wie hierbei die einzelnen Punkte a, b, d und e, f, g ꝛc. der Kehrungen bestimmt wurden, ist aus dem Grundrisse a'b'c'd' unschwer zu ersehen. Das gleiche läßt sich auch bezüglich der vorhergegangenen Dachformen sagen, deren Konstruktionen durch die zum Teil darüber gezeichneten Grundrisse hinreichend erklärt sind.



§ 141. Uebergänge vom Quadrat ins regelmäßige Achteck. Die Figuren 99 und 100 stellen Steinpfosten, Turmstücke oder ähnliche Formen dar, welche oben achteckig sind, unten aber in die quadratische Grundform übergehen.

Dieser Uebergang ist in Fig. 99 durch einfache Abschrägung der vier Ecken, in Fig. 100 durch Aufsetzen einer vierseitigen Pyramide, deren Basis das Quadrat a b c d ist und deren Spitze S in der senkrechten Mittellinie (Achse) des Pfostens liegt, vermittelt.

Um in Fig. 99 innerhalb des gegebenen Quadrates a b c d das reguläre Achteck e f g h i k l m zu bestimmen, zeichne man n a o parallel dem Horizont, sodann etwa aus dem Teilungspunkt T′ durch d die Gerade d o, trage die Größe a o in S u auf den Schenkel des 45°-Winkels bei B, fälle u v, mache a p, ebenso o q gleich S v oder u v und ziehe von p, q wieder nach T′; dann ist e m eine mit a d zusammenfallende Achteckseite. In gleicher Weise könnte auch die Achteckseite f g etwa mittels $T/_2$ bestimmt werden; statt dessen kann jedoch ebensogut ein beliebiger Punkt des Horizontes (hier A) verwendet werden; so wurde z. B. b n aus A gezogen, und nun handelt es sich nur darum, a n in demselben Verhältnis zu teilen, wie a o durch q und p geteilt worden ist, um sodann mittels des Punktes A die betreffende Teilung auf a b zu übertragen (vergl. § 74, Fig. 31).

Bei Fig. 100 ist das in a′b′c′d′ einbeschriebene reguläre Achteck ebenso wie bei Fig. 99, und zwar mittels des Diagonalpunktes konstruiert worden.

Die Schnittpunkte s, s′, s″ der Pyramidenkanten a S, b S, d S mit den Seiten des aufgesetzten Prismas sind durch Fällen von Senkrechten aus n, n′, n″ bestimmt und liegen in gleicher Höhe, so daß man nur etwa s″ zu bestimmen brauchte, um sodann durch Ziehen der Horizontalen s″s, s s′ die Punkte s, s′ auf den Kanten a S, b S ꝛc. zu erhalten. Die Kehrungen des obern Gesimses konnten aus einem beliebigen Punkte S′ der Achse M S S′ gezeichnet werden. Die schrägen Gesimsflächen bilden eine umgekehrte, bei e f g h … abgestumpfte Pyramide, deren Spitze S′ ist. Um die Gesimsflächen in gleicher Breite zu erhalten, hat man diese Pyramide wieder in eine solche von quadratischer Grundform eingeschlossen, deren vordere Eckkante bei a′r angegeben ist.

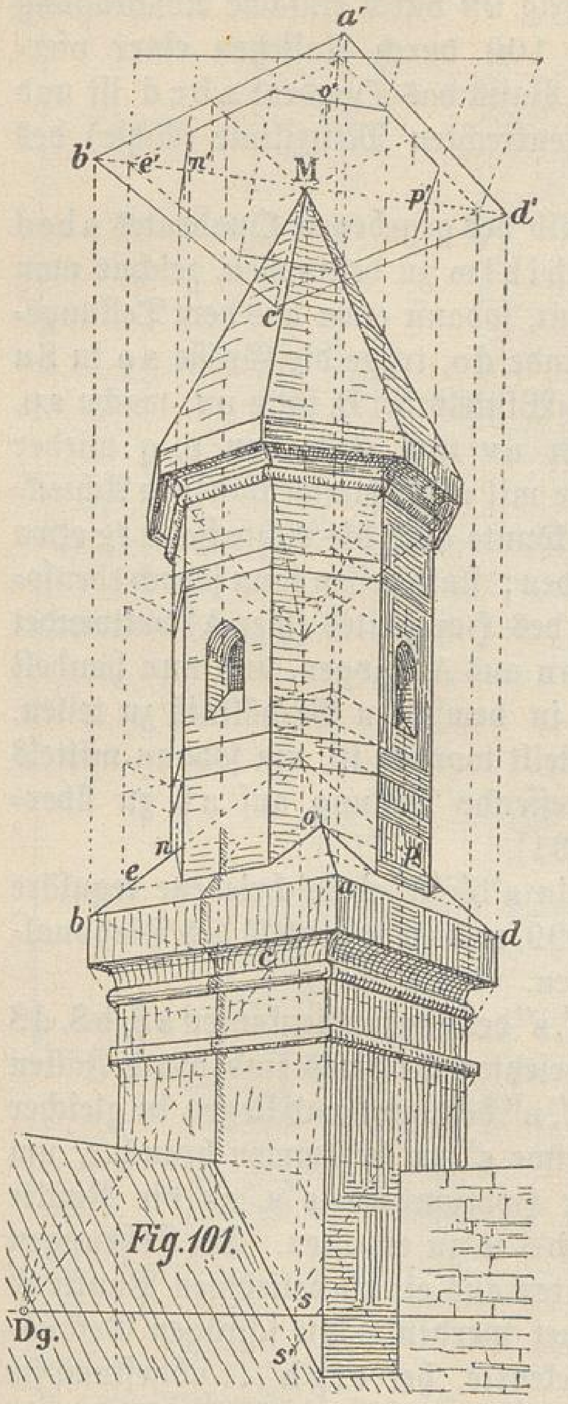


Fig. 101.

Die Konstruktion des Turmes (Fig. 101) veranschaulicht eine weitere Anwendung des soeben Erklärten.

§ 142. Aufgabe: Darstellung eines Innenraumes (Zimmer).

In Fig. 102 sind Augenpunkt, Distanz und die Richtung einer Geraden B′C′ als Grundriß der Tischkante BC gegeben, wonach die Lage einer zweiten horizontalen, zu B′C′ rechtwinkligen Geraden B′E′ resultiert und mittels D/$_4$ nach der in § 125 angegebenen Weise bestimmt wurde. Von den weiteren Hilfspunkten ist hier nur Dg angegeben und das Antragen der Maße mittels des Augenpunktes nach der in § 70 erörterten Methode bewerkstelligt worden. Die Höhe des Tisches ist gleich 80, die Breite desselben gleich 90 cm angenommen worden. Entsprechend der gegebenen Höhe des Tisches wurde Maßstab P für die übrigen vorkommenden Höhenmaße 2c. bestimmt; die Maßstäbe L und R gelten für die nach links und rechts

laufenden, mit B′C′ und B′E′ parallelen Geraden. Für den im Vordergrunde befindlichen Stuhl ist die Lage einer Basislinie c e derart bestimmt worden, daß die Ecke c in den

Grundriß der Tischkante B C, also in B′C′ zu liegen kam. Die Grundform des Stuhles bildet ein Quadrat c e g h, dessen Seitenlänge gleich 40 cm angenommen wurde; die Höhe des Stuhles bis zur Sitzfläche ist gleich $^5/_8$ der Tischhöhe, also gleich 50 cm. Die Konstruktion des Stuhles nach der gegebenen Bedingung ist bei Fig. 103 des näheren erörtert.

Die Zimmerdecke ist durch flache Balken in quadratische Felder gegliedert und die Höhe des Raumes bis zu den Balken gleich vier Tischhöhen (gleich viermal u v), also gleich 3,20 m angenommen worden. Der perspektivische Grundriß des Kastens ist bei l m n o gezeichnet. Die Profilierung des Tischfußes konnte am einfachsten nach der in § 67, Fig. 25 erklärten Methode ausgeführt werden.

Der Lernende wird gut thun, diese und ähnliche Aufgaben bedeutend größer zu zeichnen, um hierdurch auch die Angabe der Konstruktionslinien für die einzelnen Teile zu ermöglichen, was hier in Anbetracht des kleinen Formates nicht thunlich war, ohne die Klarheit des Ganzen zu beeinträchtigen.

Mit der Konstruktion des Tisches und des Stuhles beginne man, wie Fig. 103 zeigt, etwa in folgender Weise: Nachdem der Augenpunkt, ferner Distanz $^1/_4$ und die Lage von BC gegeben sind, zeichne man an beliebiger Stelle c E parallel dem Horizonte, ziehe von B nach dem Augenpunkt, sowie nach $D/_4$, wodurch sich auf c E der Abschnitt a b als der vierte Teil der Strecke B a ergeben hat; den Abschnitt a b trage man von a aus viermal in a d auf, verbinde c mit d und zeichne d E rechtwinklig zu c d, sowie B E; damit ist B E als horizontale Rechtwinklige zu B C bestimmt (vergl. § 125).

Damit eine sitzende Person in Fig. 102 für die dort gewählte Stellung den nötigen Raum hat, wurde der Grundriß des Stuhles so gezeichnet, daß eine Ecke c desselben in den Grundriß B′C′ der Tischplatte, hier (Fig. 103) gleichbedeutend mit B C, zu liegen kam, sodann die Richtung c e f beliebig angenommen und c h zunächst der Lage nach als Rechtwinklige zu cf wie vorhin BE bestimmt. Um auf den Richtungen cf, ch die gewünschten Maße, hier z. B. 40 cm, mittels des Augenpunktes antragen zu können, konstruiere man etwa die Winkelmaßstäbe Fig. 103a nach der in § 69, Fig. 26 angegebenen Methode.

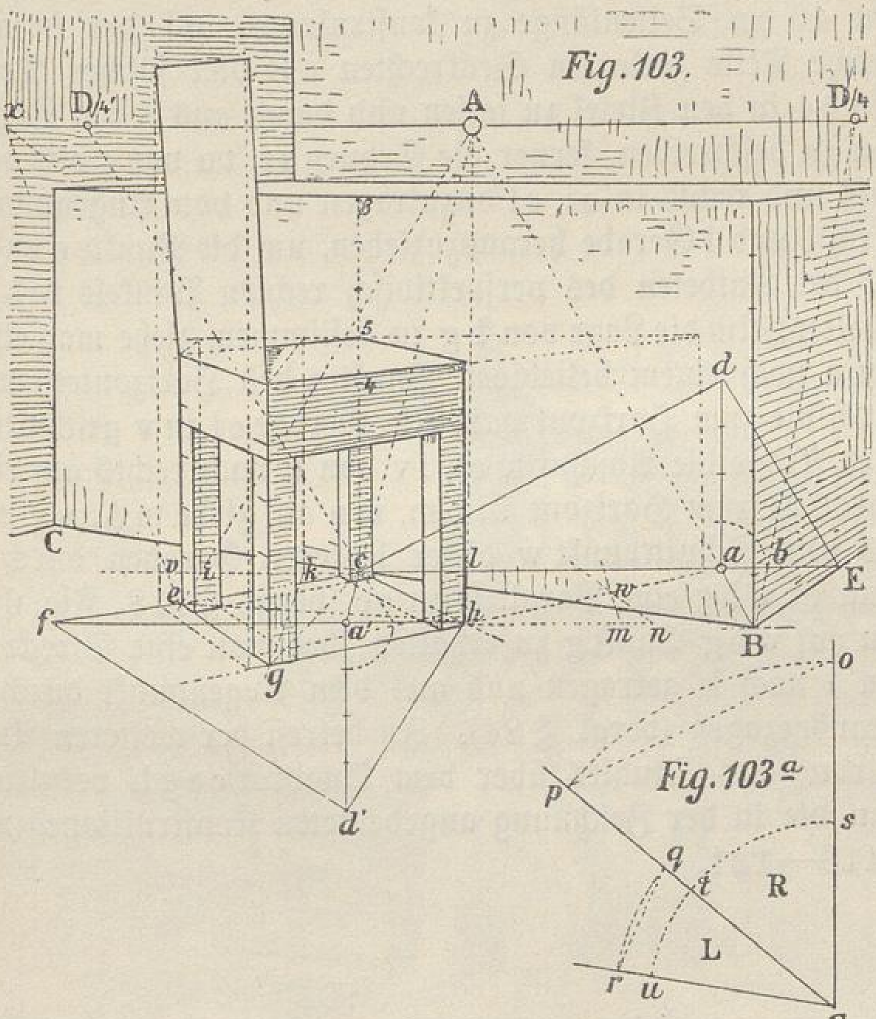


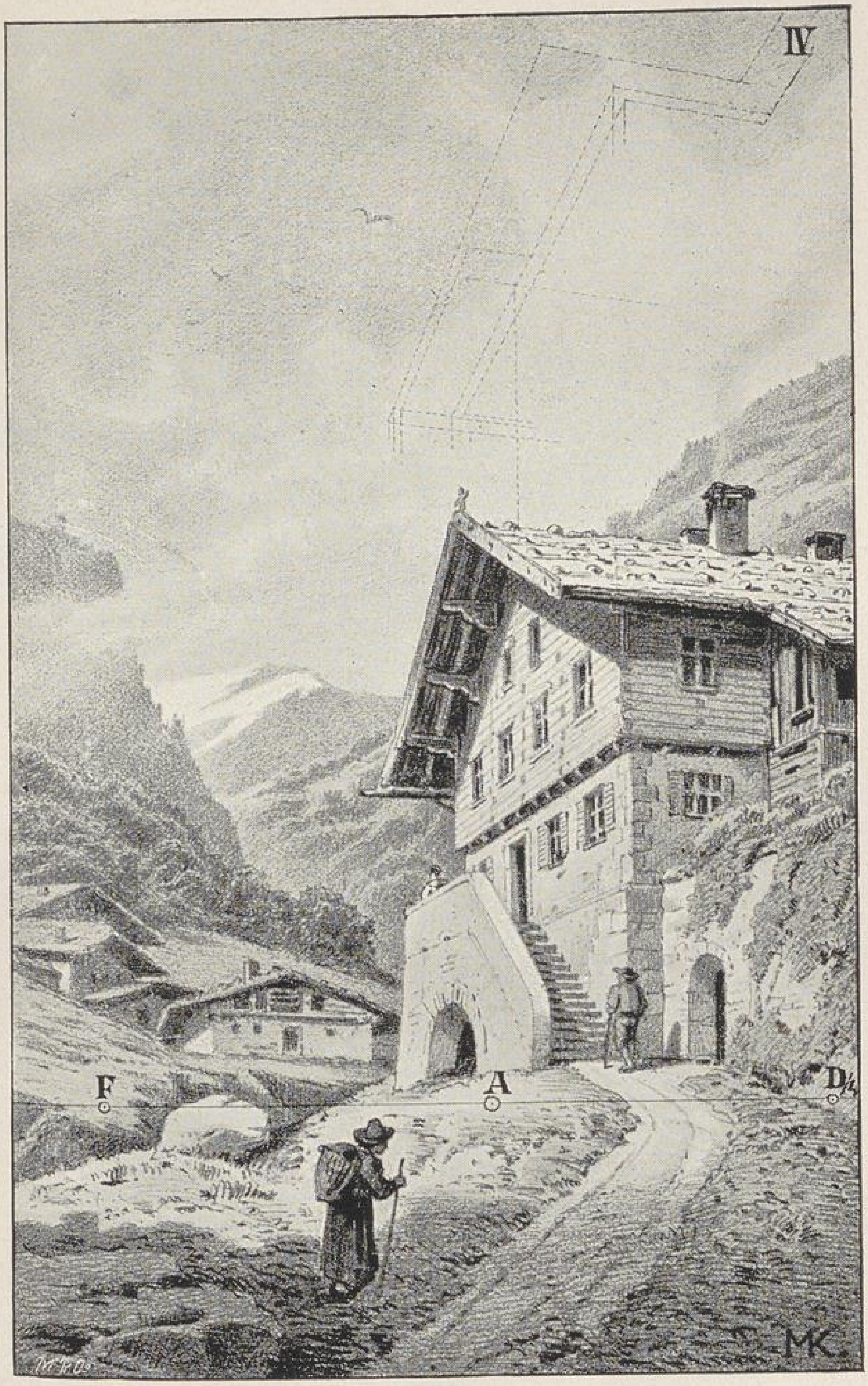
Fig. 103.

Fig. 103a

Man zeichne also eine Gerade So, beschreibe mit einem Halbmesser gleich fd' der Fig. 103 aus S (Fig. 103a) den Bogen op, mache die Sehne op gleich a'f und ziehe Sp; dann ist oSp, resp. R der Winkelmaßstab für alle nach rechts, also mit ec parallel laufenden Geraden.

In gleicher Weise wurde auch q S r, resp. Winkel L für die nach links verlaufenden Linien wie h c, g e ... gezeichnet (S q = d′ h, q r = a′ h).

Ist nun, wie hier, die Tischhöhe gleich 80 cm und das Verhältnis der Stuhlhöhe zu ersterer wie 5 : 8 angenommen worden, so braucht man nur, um c e g h als ein Quadrat von 40 cm Seitenlänge zu konstruieren, auf der in acht gleiche Teile zerlegten Senkrechten c 8 vier solcher Teile, also c 4 in den Zirkel zu fassen und damit aus S den Bogen s t u zu beschreiben, ferner die Sehnen s t, t u von c aus nach links und rechts in c i, c l anzutragen und vom Augenpunkte durch i und l Gerade herauszuziehen, um die Punkte e und h auf den Katheten des perspektivisch rechten Winkels f c h zu erhalten. Um die Lage von h g zu bestimmen, ziehe man etwa von e nach einem beliebigen Punkt x des Horizontes, wodurch die zum Horizont parallele Gerade c i in v geschnitten wird, trage die Abschnitte c i, i v von h nach rechts auf eine Parallele zum Horizont in h m, m n an, ziehe m A, n x und aus dem Schnittpunkt w dieser letzteren Geraden durch h, dann ist w h g eine Parallele zu c e (vergl. § 118, Fig. 68). Um auf w h g Punkt g zu erhalten, hat man eine Strecke c l von i nach k getragen und aus dem Augenpunkt durch k herausgezogen (vergl. § 84). In betreff der weiteren Ausführung des Stuhles über dem Quadrat c e g h vergleiche man die in der Zeichnung angedeuteten Konstruktionen mit § 119—121.


IV
F
A
D
MK

Achter Abschnitt.

Ueber das Antragen von schiefen Geraden und Ebenen, deren Fluchtpunkte und Fluchtspuren (schiefe Horizonte)*). Messen von schiefen Geraden ꝛc.

---

§ 143. Ansteigende und abfallende Linien (Gerade).

Man versteht darunter solche Gerade, welche von der Bildfläche aus gegen den Hintergrund ansteigen oder abfallen und deren Fluchtpunkte somit **über** oder **unter** dem Horizonte liegen.

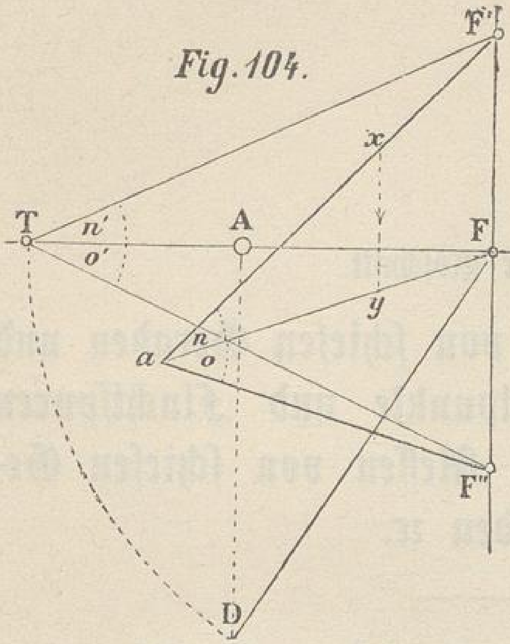
In Fig. 104 (S. 160) ist a F′ eine ansteigende, a F″ eine abfallende Gerade. a F heißt die Horizontalprojektion oder der Grundriß der betreffenden Geraden, weil die Projizierende aus einer solchen, wie z. B. x y die horizontale Grundfläche in der Geraden a F trifft; F′ a F, ebenso F″ a F ist der Neigungswinkel, den die beiden Geraden a F′, a F″ mit der Grund- oder Horizontalebene bilden. Liegen wie hier die beiden Fluchtpunkte F, F″ in gleichem Abstande von F, so sind auch die beiden Winkel n und o einander gleich. Da durch einen

---

*) Der Ausdruck „schiefer“ oder „senkrechter Horizont“ findet sich wiederholt in älteren Werken; damit sollte indes nur die Funktion derartiger Fluchtspuren angedeutet sein, welche bezüglich solcher schiefer oder senkrechter Ebenen die gleiche sein kann, wie die des wirklichen Horizontes bei Darstellung von Gebilden, die in einer horizontalen Ebene liegen.

Winkel immer auch die Lage einer Ebene bedingt ist, die Winkelebenen in Fig. 104 aber in eine senkrechte Ebene fallen, ferner F′ die Flucht der steigenden, F″ die Flucht der fallenden Geraden ist, so folgt daraus, daß F′F″ die Fluchtspur der Ebene F′aF″ ist, also sozusagen den Horizont dieser Ebene bedeutet.

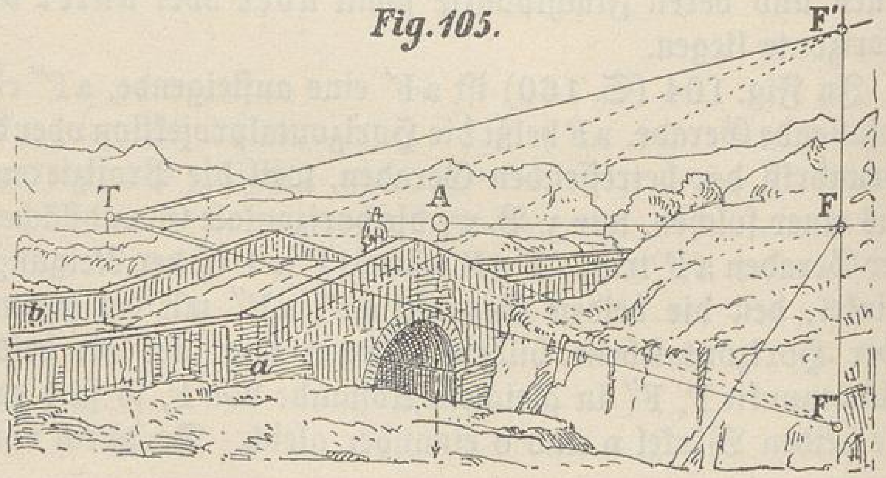
Fig. 104.



§ 144. Auffinden der wahren Größe der Winkel bei n und o.

Denkt man sich die Ebene F′aF″ um die Fluchtspur F′F″ in die Bildfläche umgeklappt, so wird a nach T, d. h. nach dem Teilungspunkt der Geraden aF fallen. Man stelle sich nur vor, daß das Auge O wieder perpendikulär über A in

Fig. 105.



einer Entfernung gleich AD von der Bildfläche liege*); dann ist OF gleich DF gleich TF die Entfernung des Auges von

*) Vergl. § 27 und Fig. 5 nebst Anmerkung hierzu.

der Fluchtspur F′F″, und TF′, TF″ sind somit die in die Bildfläche umgelegten Parallelstrahlen zu aF′, aF″, weil FT nichts anderes als die Umlegung von FO um den Punkt F, bezw. um das Scharnier F′F″ ist. Damit haben sich denn auch in n′ und o′ die wahren Größen der perspektivischen Winkel n und o ergeben (vergl. § 26, Lehrsatz V). Fig. 105 veranschaulicht die Anwendung bei einem Viadukt, wobei T etwa aus dem angenommenen rechten Winkel baF wie in Fig. 76 bestimmt werden konnte.

§ 145. Mögliche Lage von Ebenen und die Lage ihrer Fluchtspuren zum Horizont.

Hier ist zunächst folgendes zu unterscheiden:

a) In Bezug auf die Bildfläche giebt es nur drei Lagen, welche eine Ebene einnehmen kann, nämlich eine parallele, rechtwinklige und schiefe.

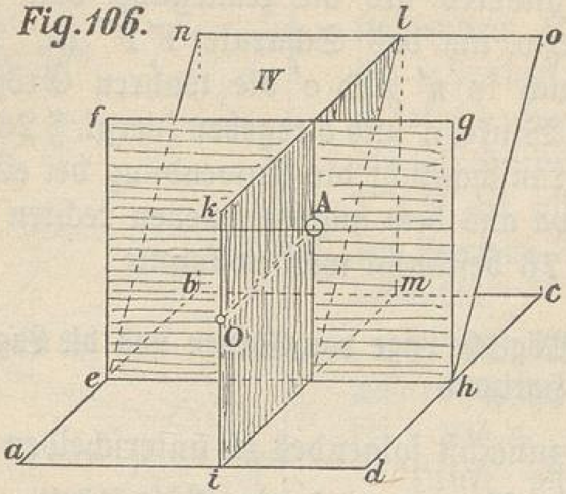
b) In Bezug auf eine horizontale Grundfläche gilt das gleiche, d. h. eine Ebene kann zu dieser wieder parallel, rechtwinklig (senkrecht) oder schief sein.

Keine dieser Erklärungen aber genügt für sich, um die Lage einer Ebene in allen Fällen deutlich genug in Worten auszudrücken, denn es kann eine Ebene z. B. rechtwinklig zur Grundfläche, zugleich aber auch schief, rechtwinklig oder parallel zur Bildfläche sein und umgekehrt.

Um also die Lage einer Ebene genau auszudrücken, müssen wir zum mindesten zwei (Bildfläche und Grundfläche), noch besser aber drei bestimmte Ebenen annehmen, auf welche die Lage der übrigen bezogen werden kann. Als dritte Hilfsebene denken wir uns nun eine solche, welche zur Bild- und Grundfläche rechtwinklig steht, so daß also alle drei Hilfsebenen rechtwinklig zu einander zu denken sind, wie dies in Fig. 106 (S. 162) durch die Flächen abcd, efgh, iklm versinnlicht ist.

Bezeichnen wir nun der Kürze halber die Fläche abcd mit A, efgh mit B und iklm mit C, so ist damit alles

Fig. 106.



Erforderliche vorhanden, um die Ebenen in Fig. 107 bezüglich ihrer Lage zu den drei gedachten Hilfsebenen zu erklären.

§ 146. Zur besseren Versinnlichung sind in Fig. 107 die betreffenden Ebenen als begrenzte Flächen I bis VIII dargestellt. Ebene I ist wie bekannt eine horizontale, steht also rechtwinklig zur Hilfsebene B und C; ihre Fluchtspur ist zugleich der Horizont. Ebene II ist parallel der Bildfläche B, mithin rechtwinklig zur Ebene A und C.

Da eine zu ihr parallele und durch das Auge gelegte Ebene die Bildfläche nicht schneidet, so hat Ebene II auch keine Fluchtspur*), und alle in II liegenden Linien sind parallel der Bildfläche und zeigen sich in ihrer geometrischen Größe und Form.

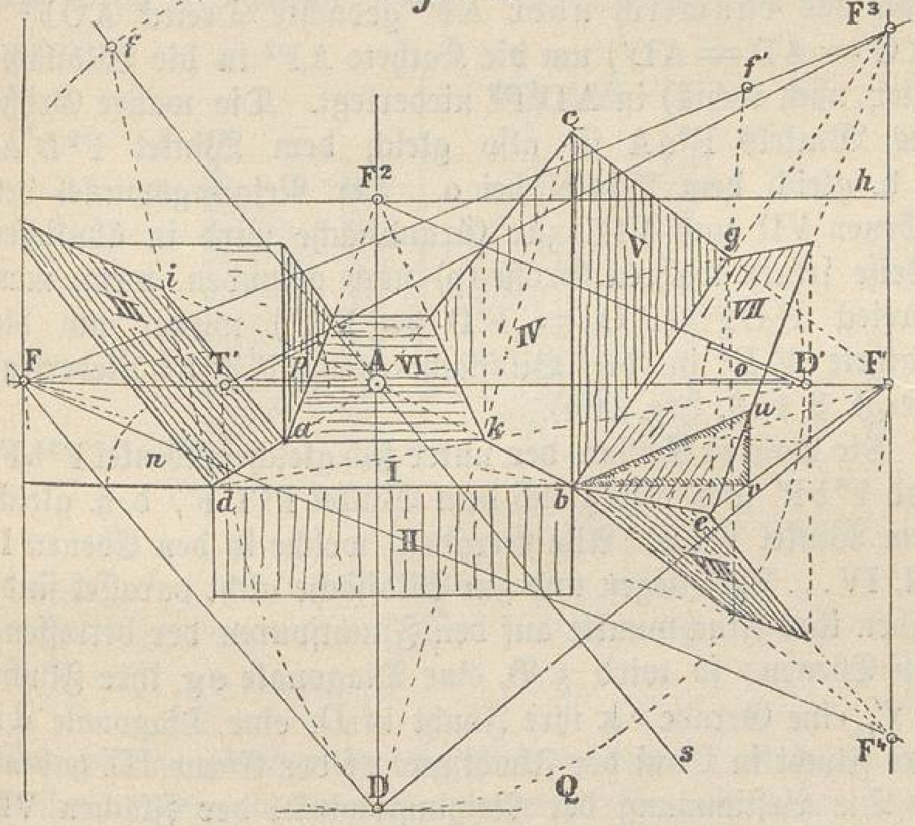
Die Ebene III ist rechtwinklig zur Bildfläche B und schief zur Ebene A und C; ihre Fluchtspur fs geht durch den Augenpunkt**) und bildet mit dem Horizont den gleichen Winkel wie Fläche III mit der Grundebene A, also den Winkel n.

*) Vergleiche § 20 mit diesem Falle.

**) Alle Fluchtspuren von Ebenen, welche rechtwinklig zur Bildfläche stehen, gehen durch den Augenpunkt, weil alle durch das Auge O gelegten, zur Bildfläche rechtwinkligen Ebenen sich im Hauptstrahl OA, ihre Fluchtspuren somit im Augenpunkte schneiden müssen.

Die Ebene IV steht ebenso wie I und III rechtwinklig zur Bildfläche B, ist jedoch auch zur Ebene A rechtwinklig (senkrecht) und parallel mit der Ebene C; ihre Fluchtspur ist die Senkrechte F^2D. Ebene V steht senkrecht zur Grundfläche A, schief zur Bildfläche B und Hilfsfläche C; ihre Fluchtspur ist die Senkrechte F^3F^4.

Fig. 107.



Ebene VI steht schief zur Bild- und Grundfläche und ist nur rechtwinklig zur Hilfsebene C (vergl. Ebene e n o h in Fig. 106); ihre Fluchtspur ist die zum Horizont parallele Gerade F^2h. Die Ebenen VII und VIII sind zu keiner der drei gedachten Hilfsebenen A, B, C parallel oder rechtwinklig, sondern schief zu allen dreien; FF^3 ist die Fluchtspur der Ebene VII, FF^4 die Fluchtspur der Ebene VIII; beide Fluchtspuren stehen also schief zum Horizont.

§ 147. Wahre Größe der Neigungswinkel, welche die Ebenen I bis VIII mit der Grundfläche A bilden.

Die Ebenen II, IV, V stehen rechtwinklig, also unter einem Winkel von 90° zur Grundfläche. Der Neigungswinkel, den Ebene III mit der Grundfläche bildet, ist bei n in seiner geometrischen oder wahren Größe ersichtlich. Der Neigungswinkel, den die Ebene VI mit der Grundfläche bildet, wird in seiner wahren Größe (o) gefunden, wenn man das räumlich über AF^2 gedachte Dreieck AOF^2*) ($AO = AD = AD'$) um die Kathete AF^2 in die Bildfläche (hier nach rechts) in $AD'F^2$ niederlegt. Die wahre Größe des Winkels F^2aA ist also gleich dem Winkel $F^2D'A$, d. h. gleich dem Winkel bei o. Der Neigungswinkel der Ebenen VII und VIII zur Grundfläche wird in ähnlicher Weise seiner wahren Größe (p) nach gefunden, wenn man Dreieck $F'OF^3$ ($F'O = F'D = F'T'$) wieder um die Kathete $F'F^3$ in die Bildfläche nach $F'T'F^3$ niederlegt (vergl. § 143, Fig. 104).

Die wahren Größen der unter sich gleichen Winkel F^3bF' und F^4bF' sind also gleich dem Winkel $F^3T'F'$, d. h. gleich dem Winkel bei p. Alle Geraden, welche in den Ebenen I, III, IV... VIII liegen und zur Bildfläche nicht parallel sind, haben ihre Fluchtpunkte auf den Fluchtspuren der betreffenden Ebenen; so wird z. B. eine Diagonale eg ihre Flucht in f', eine Gerade ck ihre Flucht in D, eine Diagonale di ihre Flucht in f auf der Fluchtspur sf der Ebene III haben.

Die Bestimmung der Neigungswinkel der Flächen VI, VII, VIII gegen die Bildfläche dürfte nach dem Vorausgegangenen nicht allzu schwierig sein; sie ist aber für die Anwendung von geringem Belang und soll daher hier nicht weiter erörtert werden. Erwähnt sei nur, daß z. B. der Winkel, welchen die Ebene V mit der Bildfläche bildet, gleich ist dem Winkel $F'DQ$ (vergl. § 39, Fig. 7); daß die Ebene II

---

*) Man entsinne sich, daß O immer das Auge räumlich vor der Bildfläche bedeutet und unter AO, gleich AD oder AD', immer die Entfernung des Auges von der Bildfläche zu verstehen ist. Vergl. § 27 nebst Anmerkung.

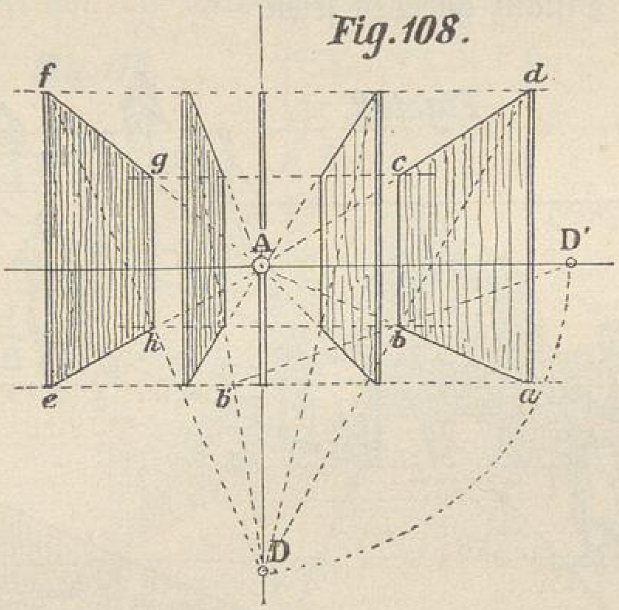
zur Bildfläche parallel und die Ebenen I, III, IV zur Bildfläche rechtwinklig sind, ist schon früher gesagt worden.

Bezüglich des Schnittes b u v siehe den Schlußsatz des § 152.

§ 148. Einige aus § 145—147 sich ergebende Nutzanwendungen.

Fig. 108 veranschaulicht in einer Reihe von Quadraten, welche senkrecht zur Bild- und Grundfläche stehen, wie z. B. eine Seite a b, welche sowohl der Quadrat- als auch der

Fig. 108.

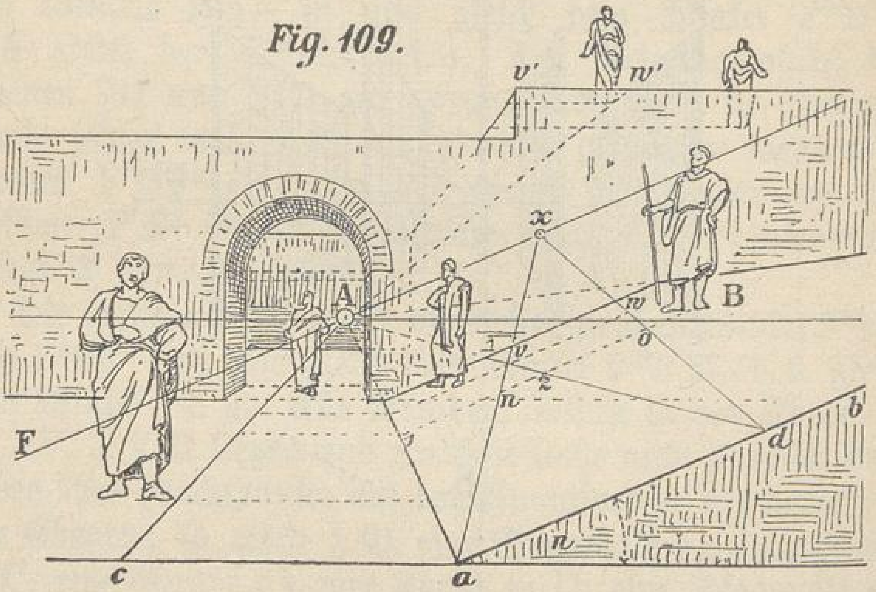


Grundebene gleichzeitig angehört, mittels D oder D′ gemessen werden kann, und wie ferner sämtliche Diagonalen der gleichgroßen Quadrate ihre Flucht D in der Fluchtspur A D dieser Quadratebenen haben müssen.

§ 149. Fig. 109 (S. 166) zeigt eine zur Bildfläche rechtwinklige, zur Grundfläche unter dem Winkel n geneigte Ebene, deren Fluchtspur F x durch den Augenpunkt geometrisch parallel mit a b geht, und auf welcher mittels des von a c nach a d übertragenen Breiten- oder Höhenmaßstabes a x d oder a A d Figurenhöhen gemessen werden können. So ist z. B. die Höhe der Figur B gleich der zu a b geometrisch parallelen Strecke n o oder 1 2 ꝛc.; ferner ist zu ersehen, daß der betreffende Maßstab auch auf die Oberfläche der zurückstehenden Mauer in v′w′, gleich v w, aufgetragen wurde, um die dort oben stehenden Figuren zu messen.

§ 150. Fig. 110 veranschaulicht eine von a g aus ansteigende Ebene, welche ebenso wie die horizontale in gleich große quadratische Felder zerlegt ist. Zunächst sei angenommen, daß die schiefe Ebene mit der Grundfläche einen Winkel von 30° bilden, also unter 30° ansteigen soll, sowie, daß Augenpunkt und Distanz gegeben seien.

Fig. 109.

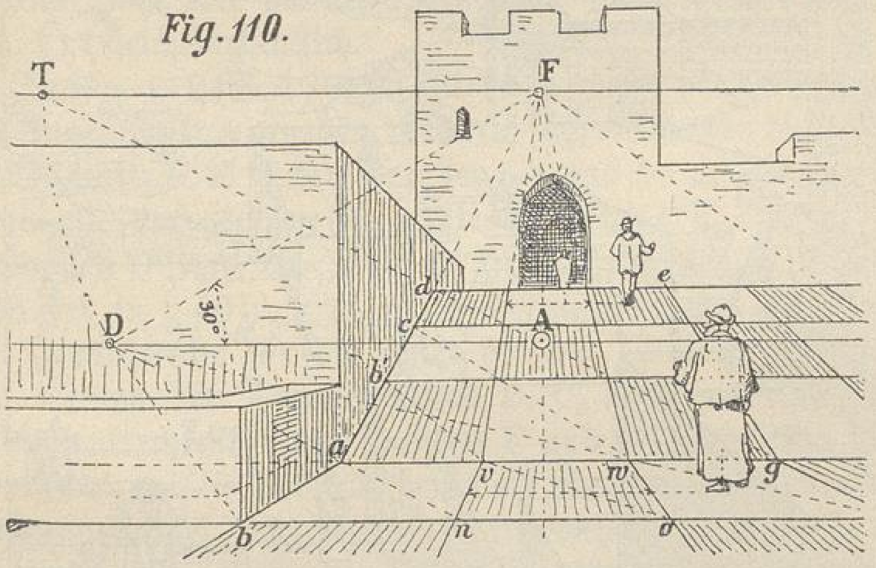


Denkt man sich wieder das Auge O in die Bildfläche nach links umgelegt, so wird O nach D fallen; in D zeichne man nun den verlangten Winkel gleich 30°, dessen ansteigender Schenkel D F die durch A errichtete Senkrechte in F trifft, und ziehe durch F eine Parallele zum Horizont; dann ist letztere die Fluchtspur der ansteigenden Ebene a d e g. Als Maßstab für die gleichen Figurengrößen ist die Seite n o eines Quadrates gewählt worden. Die Geraden n v, o w bilden den Maßstab für die horizontale Ebene, die Geraden v F, w F den gleichen Maßstab für die ansteigende Ebene.

Bezüglich der weiteren, in Fig. 110 angegebenen Konstruktionen siehe § 153.

§ 151. Die folgenden Figuren 111 und 112 (S. 168 und 170) sind zwei weitere Beispiele über das Antragen schiefer Ebenen, welche hier etwa als die Neigungsflächen von Treppen angesehen werden könnten. Bei Fig. 111 wurde der Augenpunkt und die halbe Distanz $D/_2$ gegeben. Die von a d nach abwärts führende Treppenfläche soll mit der nach einwärts verlängert gedachten Horizontalebene e a d g einen Winkel von 20° bilden, d. h. unter 20° abfallen.

Fig. 110.



Man konstruiere bei $D/_2$ den geometrischen Winkel **n** gleich 20°, wodurch sich f auf einer durch A gezeichneten Senkrechten ergeben hat.

Nun trage man die Strecke A f wiederholt von f aus nach abwärts in f F an; dann ist F die Flucht der Geraden **a** b und aller zu ihr Parallelen und der Winkel n' perspektivisch gleich 20°. Die Wagrechte F x ist die Fluchtspur der abfallenden Ebene; trägt man die Größe A F von A nach F', so ist F' die Flucht aller unter 20° ansteigenden Geraden und eine Wagrechte F' y die Fluchtspur aller unter 20° ansteigenden Ebenen, wie z. B. der Dachfläche bei dem im Hintergrunde gezeichneten Tempel.

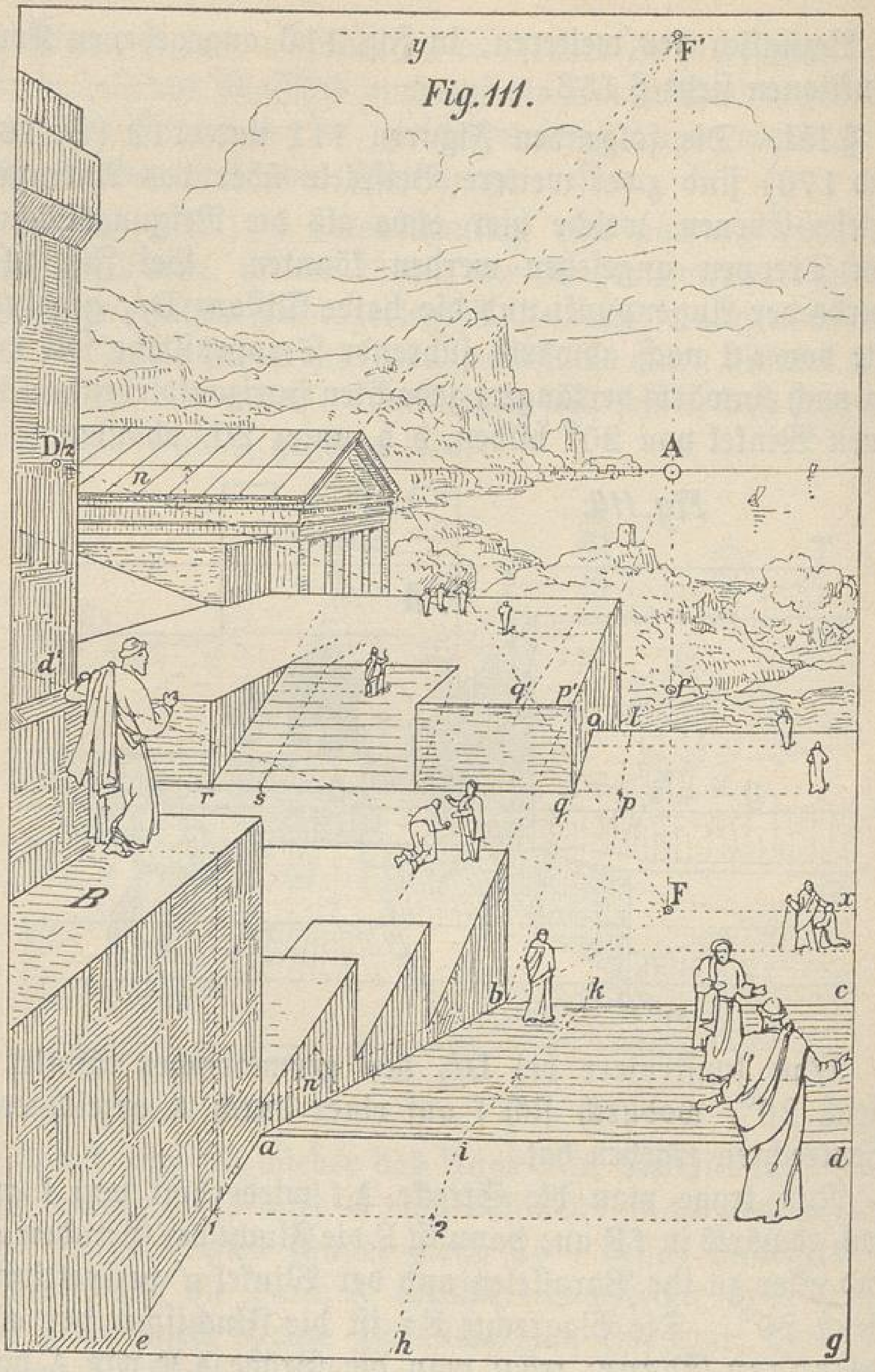


Fig. 111.

Betrachtet man die zu $f D/_2$ geometrisch parallele Gerade $F d'$, so erhellt, daß letztere den Horizont in der ganzen Distanz D schneiden wird und der durch $F D$ mit dem Horizont gebildete Winkel wieder gleich $20°$ ist. Wäre also statt $D/_2$

etwa ein Drittel oder ein Viertel der Distanz gegeben und ebenso wie vorhin verfahren worden, so hätte man aus leicht erkennbarem Grunde F in drei= oder viermal so großem Abstande wie Af von A annehmen müssen.

Das Messen der Figuren geschah mittels der jedesmal in den betreffenden Ebenen liegenden Parallelen, wie ea, hi; ab, ik; bo, kl rc.

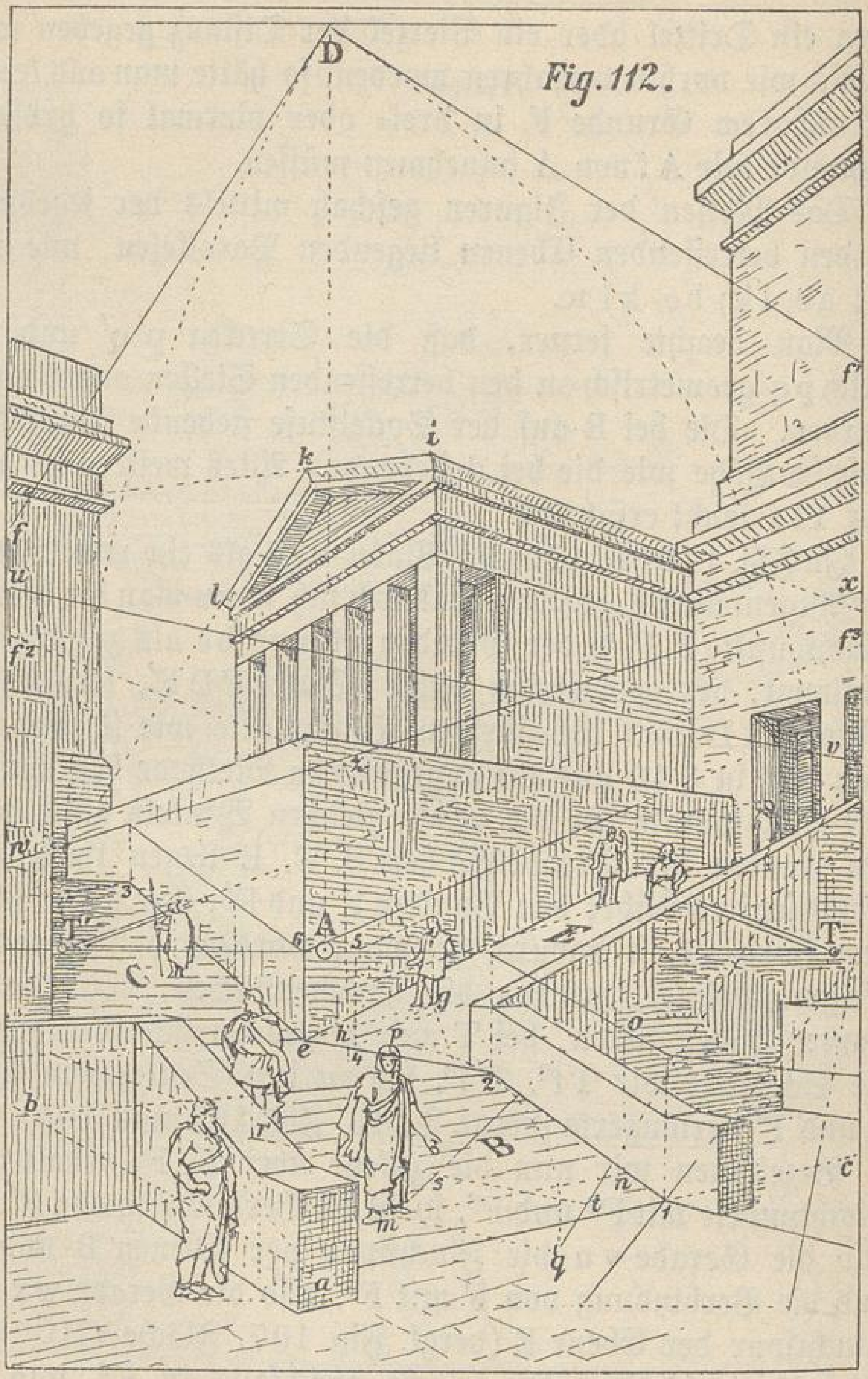
Man beachte ferner, daß die Strecken p′q′ und rs gleich pq geometrisch an den betreffenden Stellen angetragen wurden. Die bei B auf der Sockelstufe stehende Figur hat dieselbe Höhe wie die bei d stehende. Alles weitere ist aus Fig. 111 leicht ersichtlich.

In Fig. 112 (S. 170) sei Winkel bac als ein rechter und der Augenpunkt A gegeben, wodurch sich, wenn man die beiden Fluchtpunkte F, F′ *) der Geraden ab und bc als zugänglich annimmt, der geometrisch rechte Winkel FDF′, ferner die Distanz AD und die übrigen Hilfspunkte wie T und T′ nach der in § 40 und 60 angegebenen Methode bestimmen. Die Fluchtpunkte für die unter gleichen Winkeln ansteigen=den Kanten der Treppenflächen B, C, E liegen links und rechts senkrecht über den Punkten F und F′; ihre Höhe über dem Horizont ist dadurch bestimmt worden, daß man den Neigungswinkel, welchen die Treppenflächen, bezw. deren Kanten haben sollen, bei T und T′ geometrisch antrug und die Schenkel, wie Tf^2, $T'f^3$, bis zu den Senkrechten über F und F′ verlängerte (vergl. § 143, Fig. 104 und 105).

Bezeichnen wir nun die zuletzt über F, F′ erhaltenen Fluchtpunkte mit F^2 und F^3, so ist die Verbindung von $F'F^2$, also die Gerade vu die Fluchtspur der Ebenen B und C, und die Verbindung von F mit F^3, also die Gerade wx die Fluchtspur der Ebene E (vergl. Fig. 107, Fläche VII). Die Giebelkante ik hat ihre Flucht gleichfalls in F^2, und kl ihre Flucht unter dem Horizont in gleicher Entfernung von F wie F^2.

---

*) Punkt F liegt in Fig. 112 links, Punkt F′ rechts außer dem Rahmen des Bildes.



§ 152. Zum Messen der Figuren auf irgend einer der schiefen Ebenen hätte man etwa wie folgt verfahren können:

Angenommen, es sei mp eine erste Figurengröße, so ziehe man mn, po nach F′, errichte in n die Senkrechte no und ziehe aus o stets parallel den Kanten 12, 2e, e3, wodurch der Maßstab für die Figuren senkrecht zur Grundfläche aufgestellt war. Sollte nun bei g die Höhe einer Figur bestimmt werden, so ziehe man aus F^3 durch g, bis die Kante 2e in 4 geschnitten wird, errichte in 4 die Senkrechte 45 und ziehe von 5 wieder nach dem Fluchtpunkte F^3; damit ist die Höhe der Figur bei g gefunden ꝛc. Sind aber auf einer der schiefen Flächen mehrere Figuren anzugeben, so ist es einfacher und kürzer, den betreffenden Maßstab in jene Ebene niederzulegen, auf welcher die Figuren stehen. Dies geschah in der Weise, daß man z. B. von m aus die Figurengröße mp in mq geometrisch parallel mit der zu B gehörigen Fluchtspur uv niederlegte, sodann von m und q nach irgend einem beliebigen Punkte der Fluchtspur, z. B. nach v, die Parallelen mv, qv zeichnete und von einem gegebenen Standpunkte r einer auf B stehenden weiteren Figur wieder eine Gerade rst geometrisch parallel mit uv, bezw. mq zeichnete; st ist sodann die über r aufzustellende Figurenhöhe.

Auf gleiche Weise konnte auch ein Maßstab in die Ebene E gelegt und damit die Höhen der auf E stehenden Figuren gefunden werden, indem man aus den gegebenen Fußpunkten derselben geometrisch parallel mit wx in die Skala hereinzog und die so gefundenen Höhen über den entsprechenden Fußpunkten aufstellte. Zieht man z. B. durch e geometrisch parallel zur Fluchtspur wx eine Gerade, macht auf dieser Geraden irgendwo eine Strecke gh gleich e6 und zieht von g und h nach einem beliebigen Punkte z der zu E gehörigen Fluchtspur wx die Geraden gz, hz, so ist der Maßstab für die Ebene E gefunden. Ein Maßstab für die Ebene C müßte wieder ebenso wie für B gefunden werden.

Um zu sehen, daß Gerade wie mq, rst, ebenso egh ꝛc. zur Bildfläche geometrisch parallel sind, mithin bestimmte Größen geometrisch darauf angetragen werden können, vergleiche man in Fig. 107 die auf der Ebene VII liegende Gerade bu und die dazugehörige Horizontalprojektion bv, bezw. das zur **Bildfläche** parallele Schnittdreieck buv.

Ueber die Bestimmung menschlicher Figurengrößen in verschiedenen, höher oder tiefer gelegenen Ebenen (Niveaus) siehe auch noch Taf. V, zu welcher hier folgendes bemerkt sei:

Eine Figur ab sei als eine erste und a′b′ als eine zweite, tiefer stehende von an sich gleicher Größe gegeben; will man nun wissen, um wie viel tiefer die Ebene liegt, auf welcher a′b′ steht, so verfahre man wie folgt: Man ziehe durch a, a′ und b, b′ Gerade, welche sich in F schneiden, errichte in F eine Senkrechte FF′ bis zum Horizont, ziehe aF′, bF′ und verlängere a′b′ bis in die Skala aF′b, also bis 12; dann ist 12 die Plantiefe der Figur a′b′ (d. h. a′b′ steht ebensoweit im Hintergrunde wie die Gerade 12), und 1a′ ist der Höhenunterschied des Standpunktes beider Figuren ab, a′b′ in der Plantiefe von 12. In ähnlicher Weise könnten auch die betr. Niveaus **zuerst** angegeben sein und z. B. die Größe a′b′ nachträglich aus der gegebenen Figurenhöhe ab abgeleitet werden. Eine Begründung des hier Angedeuteten dürfte nach den bisherigen Erklärungen überflüssig sein.

§ 153. Unmittelbares Messen von schiefen (ansteigenden oder fallenden) Geraden*).

Legt man die Entfernung des Auges von dem betreffenden Fluchtpunkte einer solchen Geraden, und zwar von letzterem aus, nach irgend einer Seite in die Bildfläche um, so kann eine jede solche Umlegung als Teilungspunkt verwendet werden.

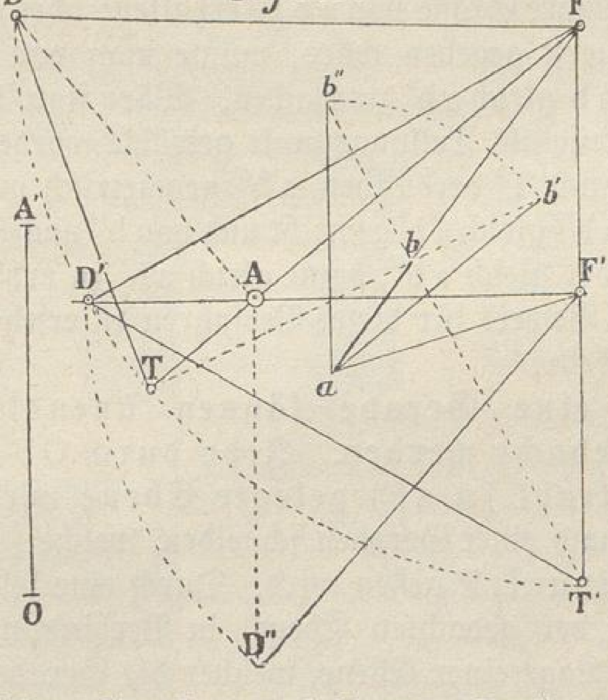
*) Das volle Verständnis des in § 153 und teilweise auch in § 152 Erörterten wird zwar dem in der darstellenden Geometrie vollständig unbewanderten Leser etwas schwer fallen; aber gerade in diesen Paragraphen liegt so zu sagen der Schlüssel für alle in der Perspektive vorkommenden schwierigeren Operationen. Ferner sei noch erwähnt, daß das in diesem Abschnitt Gebrachte keineswegs den Gegenstand erschöpfend behandeln, sondern lediglich eine Anregung zur Fortsetzung des Studiums für solche Leser sein soll, welche durch Kenntnis der darstellenden Geometrie hierzu genügend vorbereitet sind.

Es sei hier zunächst die Aufgabe im allgemeinen erklärt, um sodann auf die in Fig. 110 bereits gebrachte Anwendung in dem dort gegebenen speziellen Falle zurückzukommen.

In Fig. 113 sei a der Anfangspunkt und F die Flucht einer Geraden aF.

Ist nun nebst aF auch noch der Augenpunkt A und die Entfernung des Auges vom Augenpunkt, also die Distanz etwa gleich einer Strecke A′O bestimmt, so ist damit auch die Lage der Geraden aF, sowie die wahre Größe einer

Fig. 113.



perspektivischen Strecke ab bedingt. Denkt man sich die gegebene Distanz A′O über A perpendikulär aufgestellt und sodann F mit O verbunden, so ist FO der Parallelstrahl zu aF (vergl. § 27) und FA ist die rechtwinklige Projektion von FO gegen die Bildfläche. Es ist also OAF ein rechtwinkliges, senkrecht über AF stehendes Dreieck, dessen eine Kathete FA in der Bildfläche, dessen zweite Kathete gleich A′O in A senkrecht und dessen Hypotenuse OF schief zur Bildfläche ist. Denkt man sich nun dieses Dreieck um die Kathete AF als Scharnier in die Bildfläche umgeklappt, so fällt O nach D (AD = A′O) und FD ist die in die Bildfläche umgelegte Entfernung des Auges vom Fluchtpunkte. Beschreibt man nun mit FD als Halbmesser aus F einen Kreis, so ist dieser der geometrische Ort*) für alle Umlegungen der Entfernung FO, und **jeder beliebige Punkt dieses Kreises** (oder Kreisbogens DD′TT′) kann zum Heraustragen der **wahren Größe** von ab benützt werden. Angenommen, man hätte T auf der Verlängerung von FA gewählt, so brauchte man nur von a aus eine geometrisch Parallele zu TF und sodann aus T durch b zu ziehen, um in ab′ die wahre Größe von ab zu erhalten; oder umgekehrt: falls ab′ zuerst gegeben wäre, müßte man von b′ nach T ziehen, um ab gleich ab′ zu machen. Wäre statt T Punkt T′ auf dem Kreise als Teilungspunkt gewählt worden, so hätte man nur F mit T′ verbunden, ab″ geometrisch parallel FT′ gezeichnet, ab″ gleich ab′ gemacht und von b″ nach T′ gezogen, um ab wieder gleich ab″, bezw. gleich ab′ zu erhalten ꝛc.

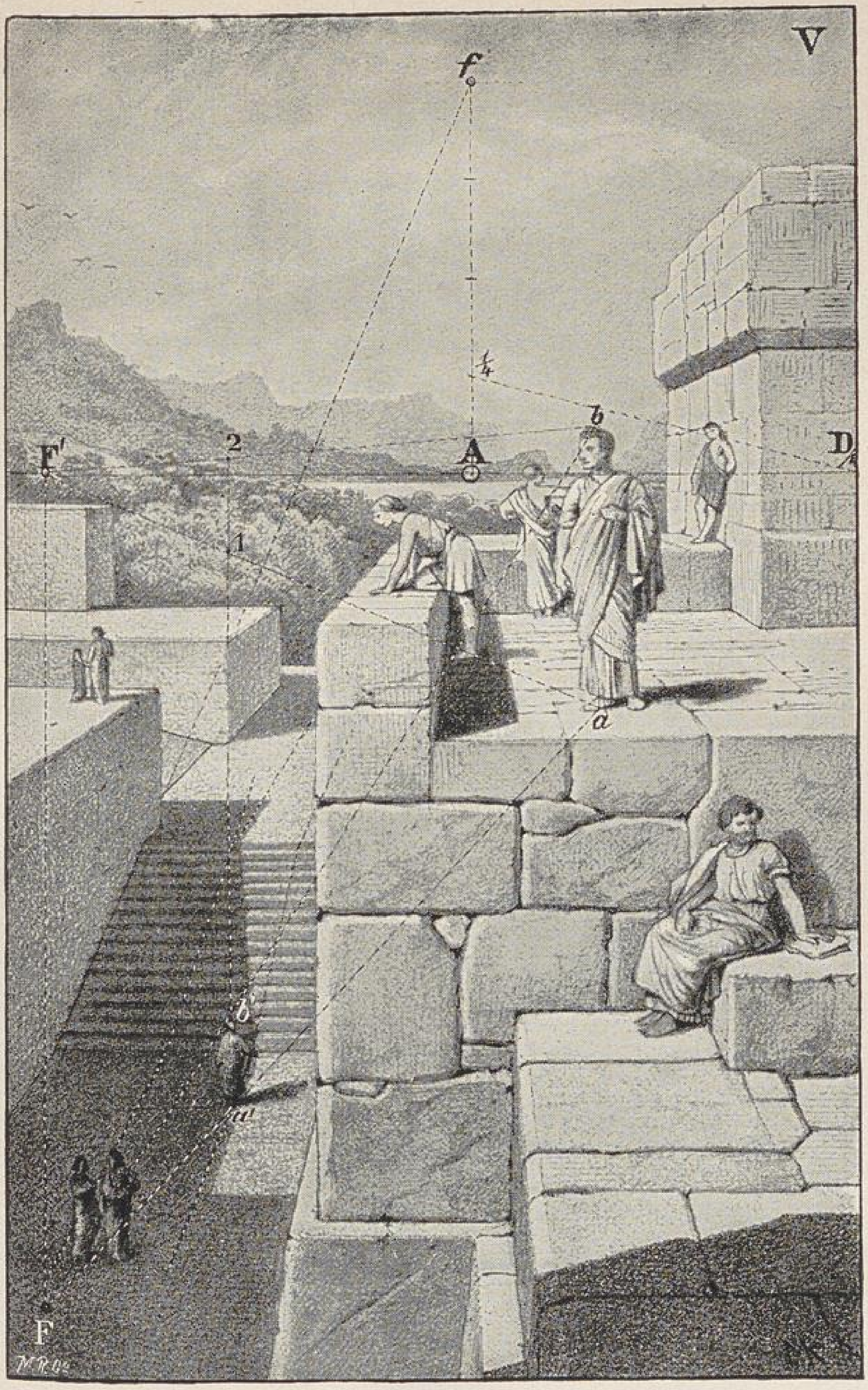
Um den Beweis für dieses Verfahren zu ersehen, erwäge man folgendes:

Durch eine Gerade können unendlich viele Ebenen gedacht werden. Jede durch OF (als dem **Parallelstrahl** zu aF) gelegte **Ebene** wird nun die Bildfläche nach einer Geraden schneiden, welche **stets** durch **den Fluchtpunkt** F gehen wird. Durch eine solche Gerade (Fluchtspur der gedachten Ebene) in Verbindung mit OF ist aber die Lage einer Ebene, welcher die Gerade aF angehören soll, fixiert**), und eine zur Fluchtspur geometrisch Parallele, welche durch einen Punkt der Geraden aF geht, liegt in der gleichen Ebene***); folglich bildet in Fig. 113 aF und die Fluchtspur FT eine Ebene, welcher auch ab′

*) Unter einem geometrischen Ort im allgemeinen versteht man irgend eine Linie oder Ebene, auf welcher ein zu suchender Punkt oder eine zu suchende Gerade liegen muß; so ist hier der Kreis der geometrische Ort für alle von F gleichen Entfernungen.

) Weil durch zwei sich schneidende Gerade, bezw. durch die Schenkel eines Winkels nur **eine Ebene gelegt werden kann.

***) Weil zwei parallele Gerade und eine sie schneidende Gerade stets in **einer** Ebene liegen.


V
f
1/4
b
F′
2
A
D
1
a
b′
a′
F

angehört und innerhalb welcher nun bezüglich des Messens und aller weiteren eventuell vorzunehmenden Operationen ebenso vorgegangen werden kann, wie in § 39 bis 48 und § 54 2c., indem man nur die Fluchtspur F T als gleichbedeutend mit einem Horizont betrachtet. Die Strecke a b ist also gleich a b′, weil Dreieck b a b′ ähnlich dem Dreieck D F T, nämlich wie dieses gleichschenklig ist (vergl. § 54, Fig. 14).

Das gleiche gilt, wenn a F als zu irgend einer anderen Ebene, z. B. zu der senkrechten T′ F a gehörig betrachtet wird. In diesem Falle klappe man nur das zur Bildfläche jetzt schief stehende Dreieck F′ O F um F′ F als Scharnier wieder in die Bildfläche, wodurch O nach D′ zu liegen kommt; alsdann ist D′ F wieder der um F′ F in die Bildfläche gelegte Parallelstrahl zur Geraden a F, somit T′ der Teilungspunkt, vermittelst dessen die wahre Größe von a b auf die zu T′ F Parallele a b″ herausgetragen werden kann. Dreieck b a b″ ist also wieder ähnlich dem Dreieck D′ F T′, somit wie dieses gleichschenklig.

Betrachtet man jetzt nachträglich die Figur 110, so wird daraus ersichtlich, daß F T nichts anderes als wieder die Umlegung der Entfernung F O in die Fluchtspur T F der ansteigenden Ebene ist und F T gleich F D, die Strecke F D aber durch Umlegen des rechtwinkligen Dreieckes A F O um seine Kathete A F gefunden wurde.

Teilungspunkt T gilt nun für alle nach F gehenden Geraden. In Fig. 110 sind demnach die Strecken a b′, b′ c, c d gleich den Größen a v, v w ... Ferner sei noch erwähnt, daß in diesem speziellen Falle F bezüglich der ansteigenden Ebene die Eigenschaft eines Augenpunktes und T die Eigenschaften eines Distanz- und Diagonalpunktes in sich vereinigt, so daß also auf der Ebene a d e g ebenso operiert werden kann, als ob F T ein Horizont, F der Augenpunkt und T die Distanz, bezw. ein Diagonalpunkt wäre. Daraus erhellt auch, daß a d e g ein Quadrat darstellt, welches in neun kleinere Quadrate zerlegt wurde.

Neunter Abschnitt.

Erläuterungen und Beispiele über Bestimmung der Schatten bei direkter Beleuchtung durch künstliches und natürliches Licht rc.

---

§ 154. Von einem jeden leuchtenden Körper breitet sich das Licht in Strahlen nach allen Seiten aus; diese Strahlen können als gerade Linien betrachtet und dargestellt werden (vergl. § 9). — Wenn nun ein Teil dieser Strahlen, welche von einem selbstleuchtenden Körper herrühren, auf einen an sich dunklen, undurchsichtigen Körper fällt, so wird diejenige Seite desselben, welche dem Lichte zugekehrt ist, beleuchtet sein, die entgegengesetzte Seite aber im Schatten liegen. Ebenso wird auch der Raum, welcher von den an den äußeren Grenzen des Körpers vorbeistreifenden Lichtstrahlen eingeschlossen wird, kein direktes Licht erhalten und deshalb auch ein innerhalb dieses Raumes liegender Körper, wie C in Fig. 114, nicht unmittelbar beleuchtet sein*).

Fallen die Lichtstrahlen von einem gegebenen Punkte L aus auf einen Körper B, so entsteht dadurch wie in

---

*) Ueber die mittelbare oder indirekte Beleuchtung der Schattenteile durch reflektiertes Licht siehe § 171 bis 175.

Fig. 114 eine Strahlenpyramide*), deren Spitze L, deren Basis hier a′b′f′g′h′e′ ist und deren Seitenflächen den gegebenen Körper B einhüllen.

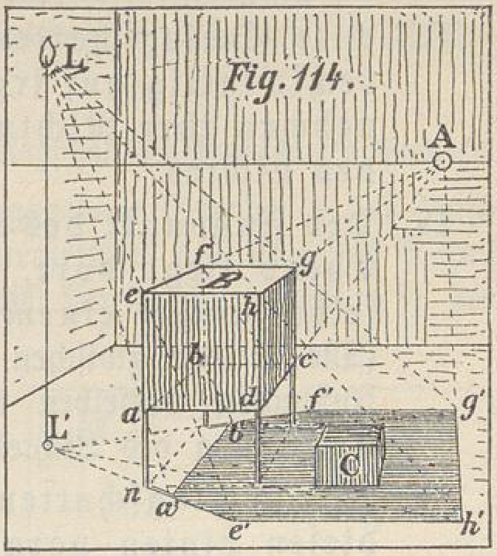


Fig. 114.

Die von den Lichtstrahlen berührten Kanten ab, bf, fg, gh, he, ea bilden die Grenze zwischen den beleuchteten und den im Schatten liegenden Teilen des Körpers. Befindet sich auf der dem Lichte entgegengesetzten Seite des Körpers eine Fläche, durch welche die Strahlenpyramide geschnitten wird, so entsteht dadurch auf dieser Fläche ein Schattenbild des beleuchteten Körpers, oder der sogenannte Schlagschatten a′b′f′g′h′e′a′ desselben.

Betrachtet man in Fig. 114 L′ als den Fußpunkt oder als die Horizontalprojektion des Lichtpunktes L, so ist unschwer zu ersehen, daß der Schatten n a′e′ einer auf der Grundfläche stehenden Geraden n a e nichts anderes ist als der Schnitt der aus L durch n a e gelegten Strahlenfläche L e′L′ mit der Grundfläche. Die Aufgabe der Schattenkonstruktion besteht somit darin, die Schnitte solcher Strahlenflächen mit anderweitigen Flächen oder Körpern zu bestimmen.

§ 155. Ehe wir nun das soeben Gesagte durch nachstehende Beispiele in Kürze erläutern, seien folgende, für die Schattenlehre allgemein gültige Sätze hier aufgestellt.

I. Der Schlagschatten eines Punktes liegt dort, wo der durch diesen Punkt gehende Lichtstrahl (Gerade) die Fläche irgend eines Gegenstandes trifft.

---

*) Oder falls der Körper rund, z. B. eine Kugel ist, ein Strahlenkegel.

II. Der Schlagschatten einer Geraden auf ebener Fläche ist wieder eine Gerade (vergl. § 13 und 14).

III. Alle Schlagschatten von Geraden, welche rechtwinklig auf irgend einer Ebene stehen, nehmen ihre Richtung aus dem Fußpunkte des Lichtes.

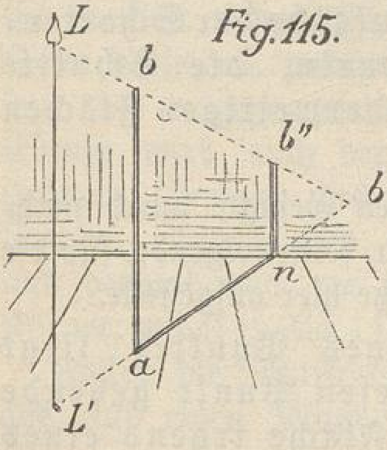
IV. Der Fußpunkt des Lichtes auf irgend einer Ebene liegt dort, wo ein Lichtstrahl dieselbe unter einem rechten Winkel trifft. (Die Strecke zwischen dem Lichtpunkte und dem Fußpunkte desselben ist also immer die kürzeste Entfernung des Lichtes von dieser Fläche.)

V. Alle Schlagschatten von Linien bleiben zu diesen Linien parallel, wenn die Flächen, auf welche dieselben fallen, mit den schattenwerfenden Linien gleichfalls parallel sind.

Die nun folgenden Beispiele sollen diese Sätze illustrieren und noch weiter ergänzen.

§156. Bestimmung des Schlagschattens einer senkrechten Geraden.

Fig. 115.



In Fig. 115 sei a b eine senkrechte Gerade, L etwa das Licht einer Kerze und L′ der Fußpunkt des Lichtes auf der Bodenebene (L′L gleich der kürzesten Entfernung des Lichtes von der Bodenfläche). Der Schlagschatten von a b nimmt seine Richtung aus L′ und seine Länge a b′ auf der horizontalen Ebene wird durch den von L durch b gehenden Lichtstrahl in b′ erhalten. Nun befindet sich aber rückwärts eine senkrechte, mithin zu a b parallele Wand, und demgemäß wird der Schatten von n aus gleichfalls senkrecht, also parallel mit ab verlaufen, weil die aus L durch ab gedachte Strahlenebene eine senkrechte ist, daher die gleichfalls senkrechte Rückwand wieder nach einer senkrechten Geraden nb″ schneiden muß.

§ 157. Bestimmung des Schlagschattens einer schiefen Geraden.

In Fig. 116 ist ab die gegebene Gerade, c der Fußpunkt oder die Horizontalprojektion des Punktes b auf der Bodenfläche, ac also die Horizontalprojektion*) der Geraden ab. Nun bestimme man zunächst den Schatten der senkrechten Hilfslinie (Projizierenden) bc in der gleichen Weise wie vorher bei Fig. 115; b′ ist sodann der Schlagschatten von b, und a mit b′ verbunden der Schatten der Geraden ab auf der Bodenfläche. Punkt b″ aber ist der Schatten von b auf der gegebenen senkrechten Wandfläche, und folglich verläuft der Schatten von o aus gegen b″, weil o der Wandfläche und der Bodenfläche gemeinschaftlich angehört. Die Schattenlinie aob″ ist, wie leicht ersichtlich, wieder nichts anderes als der Schnitt der aus L durch ab gelegten Strahlenebene mit der Boden- und Wandfläche.

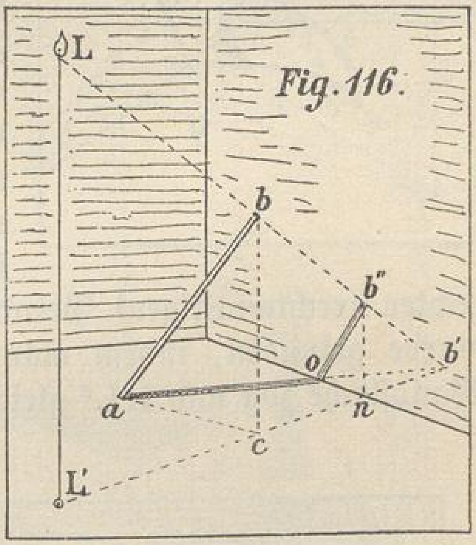


Fig. 116.

§ 158. Bestimmung des Schattens irgend einer krummen Linie.

Man bestimme (Fig. 117, S. 180) die Horizontalprojektion e, f, g der einzelnen Punkte b, c, d und die

*) Vergl. Anmerkung zu § 11.

Schatten der Punkte b, c, d ebenso, wie bei b′ oder b″ in Fig. 116.

§ 159. Schlagschatten von Geraden, welche rechtwinklig auf verschiedenen Ebenen oder Wandflächen stehen.

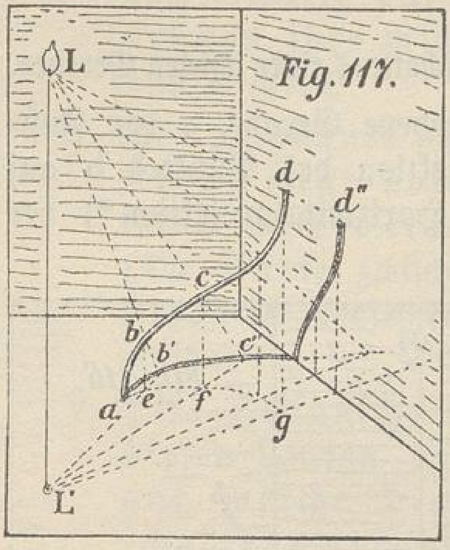


Fig. 117.

Man findet die Schatten in der Weise, daß man von einer Geraden, wie z. B. a b in Fig. 118, welche rechtwinklig zur linken Wandfläche steht, den Schatten der Senkrechten a c wie bei Fig. 115 bestimmt, oder indem man den Fußpunkt L^2 des Lichtes auf der Wandfläche angiebt und dann mittels L^2 ebenso operiert wie mit L′ bei den zur Bodenfläche senkrechten (rechtwinkligen) Geraden. Der Fußpunkt L^2 aber wurde gefunden, indem man LL^2, L′n rechtwinklig zur Wandfläche zog und LL^2 gleich L′n machte.

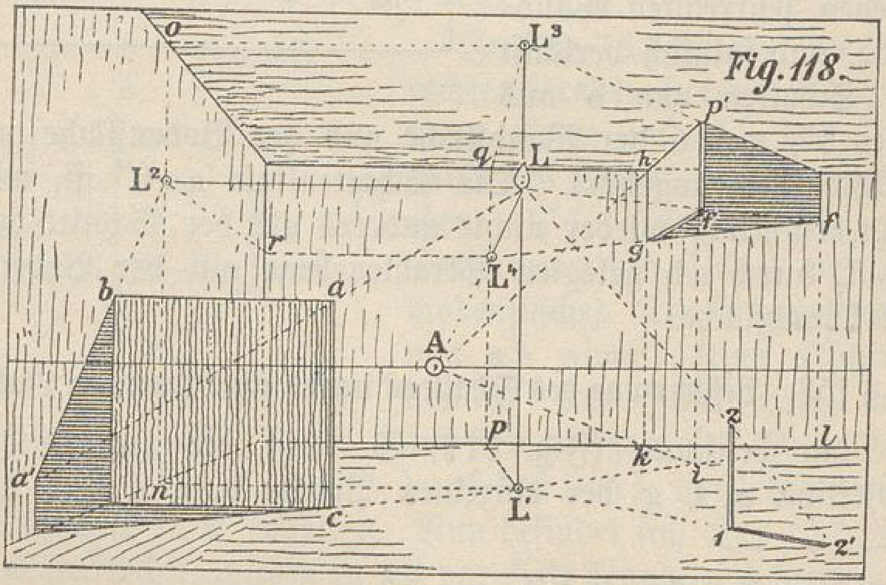


Fig. 118.

In ähnlicher Weise sind auch die Fußpunkte L^3, L^4, welche an der Zimmerdecke und Rückwand liegen, bestimmt und die Schatten solcher Geraden, welche zu den betreffenden Flächen rechtwinklig stehen, gefunden worden. Man beachte nur noch, daß eine aus L zur Rückwand rechtwinklig gezeichnete Gerade ihre Flucht im Augenpunkte hat.

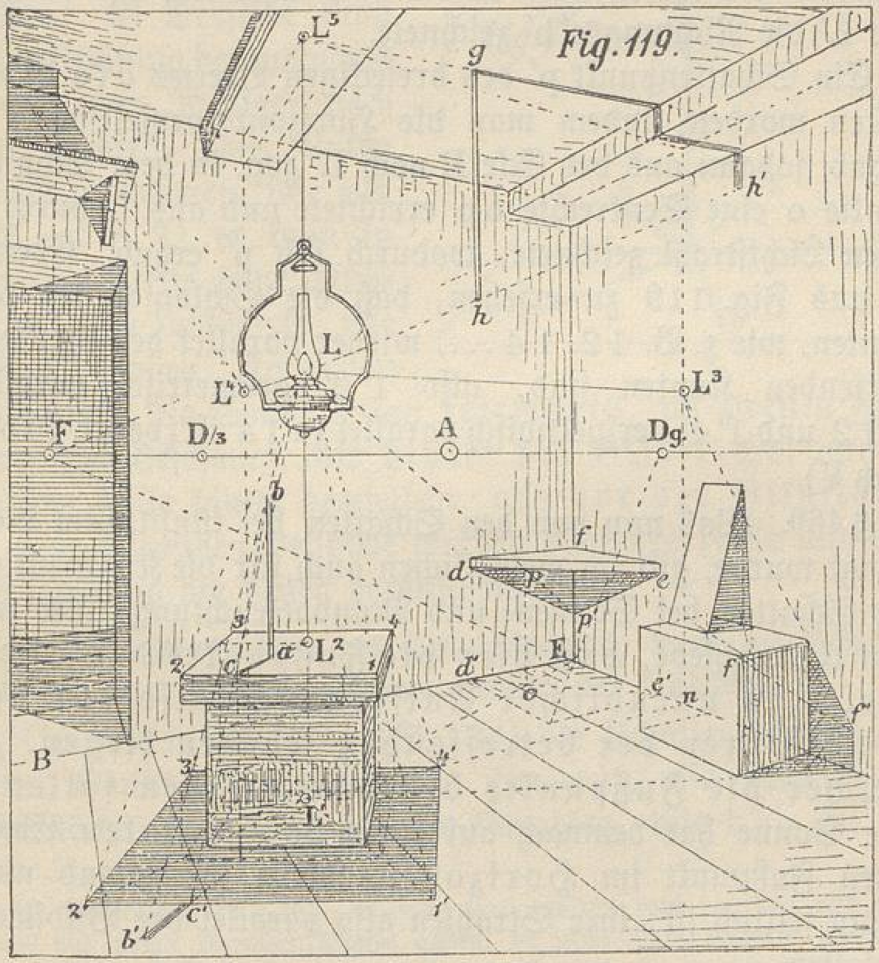


Fig. 119 zeigt eine weitere Anwendung des soeben Erklärten. L' ist der Fußpunkt des Lichtes auf der Bodenfläche, L^2 auf der Oberfläche des Körpers, auf welcher die Senkrechte a b steht, und L^3, L^4, L^5 sind die Fußpunkte an den beiden Seitenwänden und der Decke des Zimmers; daß die zur Seitenwand Rechtwinklige LL^3 nach einem Fluchtpunkte rechts, also perspektivisch parallel mit einer Kante BE, und LL^4 nach F &c. gezeichnet werden mußte, ist aus Fig. 119 leicht zu entnehmen. Die Schattenfortsetzung $c'b'$ der Geraden ab auf der Bodenfläche konnte am einfachsten dadurch gefunden werden, daß man den Schatten- und Kantenpunkt c mittels des Lichtstrahles cc' auf den Schatten der betreffenden Kante in c' übertrug und sodann aus L' die Richtung $c'b'$ zeichnete.

Ein Schattenpunkt p' des dreieckigen Brettes dfe ist erhalten worden, indem man die Horizontalprojektion $d'e'$ angab, sodann aus der Ecke E nach L' zog, in dem Schnittpunkte o eine Senkrechte op errichtete und aus L durch p einen Lichtstrahl zeichnete, wodurch sich p' ergab. Ebenso ist aus Fig. 119 zu ersehen, daß die Schlagschatten der Kanten, wie z. B. 12, $14 \ldots$, wieder parallel den schattenwerfenden Kanten sind, also $1'2'$ geometrisch parallel zu 12 und $1'4'$ perspektivisch parallel zu 14 ist (vergl. § 155, Satz V).

§ 160. Was nun von den Schatten bei künstlichem Licht gesagt wurde, gilt im wesentlichen auch für die Konstruktion der Schatten bei Sonnen- und Mondbeleuchtung, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Fußpunkte der Lichtquelle in unendlicher Entfernung, also auf den Fluchtspuren der betreffenden Ebenen liegen, zu welcher die Fußpunkte bestimmt werden sollen*). Die Sonne hat demnach auf einer horizontalen Ebene ihren Fußpunkt im Horizonte, sofern ihr Stand nicht genau seitlich ist, ihre Strahlen also parallel der Bildfläche einfallen.

---

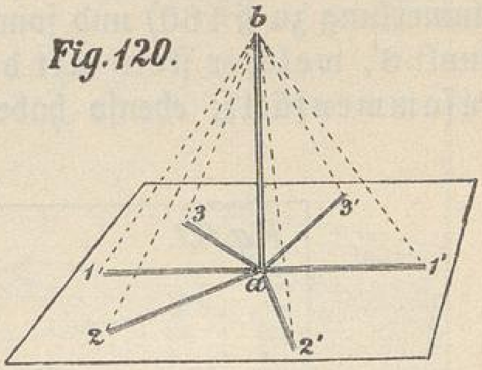
*) Bei Sonnenbeleuchtung fällt die Annahme verschiedener Fußpunkte für höher oder tiefer liegende Parallelebenen deshalb weg, weil bei der außerordentlich großen Entfernung der Sonne (149 Millionen km) diese Entfernung gegenüber der Größe von terrestrischen Gegenständen als unendlich bezeichnet werden darf. Aus demselben Grunde sind auch die Schatten von parallelen Kanten wieder unter sich parallel, weil die Lichtstrahlen, als aus unendlicher Entfernung kommend, wieder als Parallele betrachtet werden können

§ 161. Mögliche Richtungen des Schlagschattens bei Sonnenbeleuchtung.

Bei Sonnenschlagschatten sind dreierlei Fälle zu unterscheiden, welche sich auf den Standpunkt beziehen, den wir mit unserer Bildfläche gegen den Stand der Sonne einnehmen.

Nämlich: 1) der Schlagschatten einer senkrechten Geraden ab (Fig. 120) kann wie a 1 oder a 1′ parallel der Bildfläche nach rechts oder links fallen. 2) Derselbe kann seine Richtung herauswärts mehr oder weniger nach der rechten oder linken Seite zu nehmen, wie a 2, a 2′, oder 3) er kann in gleicher Weise seine Richtung nach einwärts wie a 3, a 3′ haben. Im ersten Falle steht die Sonne genau seitwärts, im zweiten Falle vor dem Beschauer, also hinter der Bildfläche, und im dritten Falle hinter demselben, also vor der Bildfläche.

Fig. 120.



Die folgenden Beispiele werden diese drei Fälle und ihre Behandlung am besten veranschaulichen.

§ 162. Konstruktion des Schlagschattens, wenn die Schattenrichtung einer senkrechten Kante parallel der Bildfläche ist.

Ist wie in Fig. 121 (S. 184) die Schattenrichtung ab′ einer Kante ab parallel dem Horizont, also parallel der Bildfläche, so sind sowohl die Strahlen, wie bb′, dd′...,

---

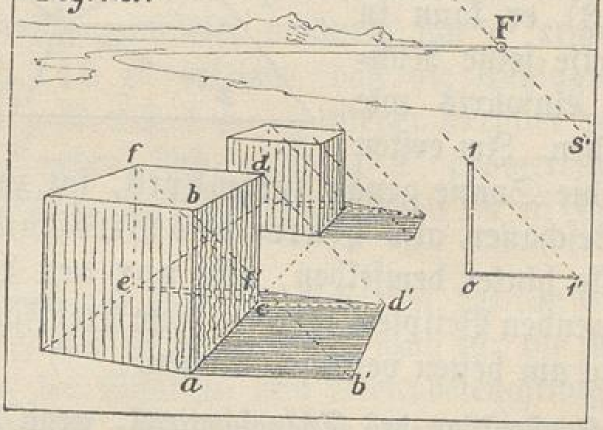
(vergl. Anmerkung zu § 16). Dasselbe kann praktisch auch von dem uns allerdings viel näher liegenden Monde gelten, da seine Entfernung, gegenüber den irdischen Größen, immer noch derart ist, daß sie in obigem Sinne als unendlich angenommen werden kann. Der charakteristische Unterschied bei künstlicher und natürlicher Beleuchtung liegt also darin, daß der Schlagschatten eines Körpers in ersterem Falle um so größer wird, je weiter der betreffende Körper von der Schlagschattenebene entfernt liegt, während im zweiten Falle unter derselben Bedingung die Größe des Schlagschattens stets gleich bleibt der Größe des schattenwerfenden Körpers, weil bei künstlichem Lichte die den Körper umhüllenden Strahlen divergieren, während sie bei natürlichem Lichte parallel bleiben.

als auch alle weiteren Schattenrichtungen von senkrechten Kanten unter sich geometrisch parallel (vergl. § 20).

§ 163. Schlagschatten von Körpern, wenn die Schattenrichtung einer senkrechten Kante herauswärts geht.

Ist letzteres, wie in Fig. 122, auf einer horizontalen Ebene der Fall, so haben die Schatten aller Senkrechten eine horizontale, perspektivisch parallele Lage (siehe Anmerkung zu § 160) und somit einen gemeinsamen Fluchtpunkt S′, welcher stets mit dem Fußpunkt der Sonne zusammenfällt; ebenso haben auch alle Sonnenstrahlen

Fig. 121.



als in Wirklichkeit Parallele ihre Flucht S in der Sonne selbst. War also der Stand der Sonne in S und ihr Fußpunkt S′ auf dem Bilde gegeben, so brauchte man nur aus S′ durch a die Richtung des Schattens und mittels des Strahles S b b′ dessen Länge a b′ zu bestimmen. Wie hier der Schatten der Körper, sowie der nach rückwärts abschließenden Mauer gefunden wurde, ist nach dem oben Gesagten leicht zu erkennen.

Um zu erfahren, ob eine Dachfläche bei B auf der vorderen, sichtbaren Seite noch beleuchtet ist oder nicht, denke man sich an beliebiger Stelle den Dachkörper durch eine senkrechte Strahlenebene geschnitten; konstruiert man also einen sogen.

Lichtdurchschnitt u v w, dessen Ebene die Senkrechte S′S, bezw. deren Verlängerung zur Fluchtspur hat, so wird die Verlängerung von v w diese Fluchtspur entweder: 1) über S, wie hier, oder 2) in S selbst oder 3) unterhalb S schneiden.

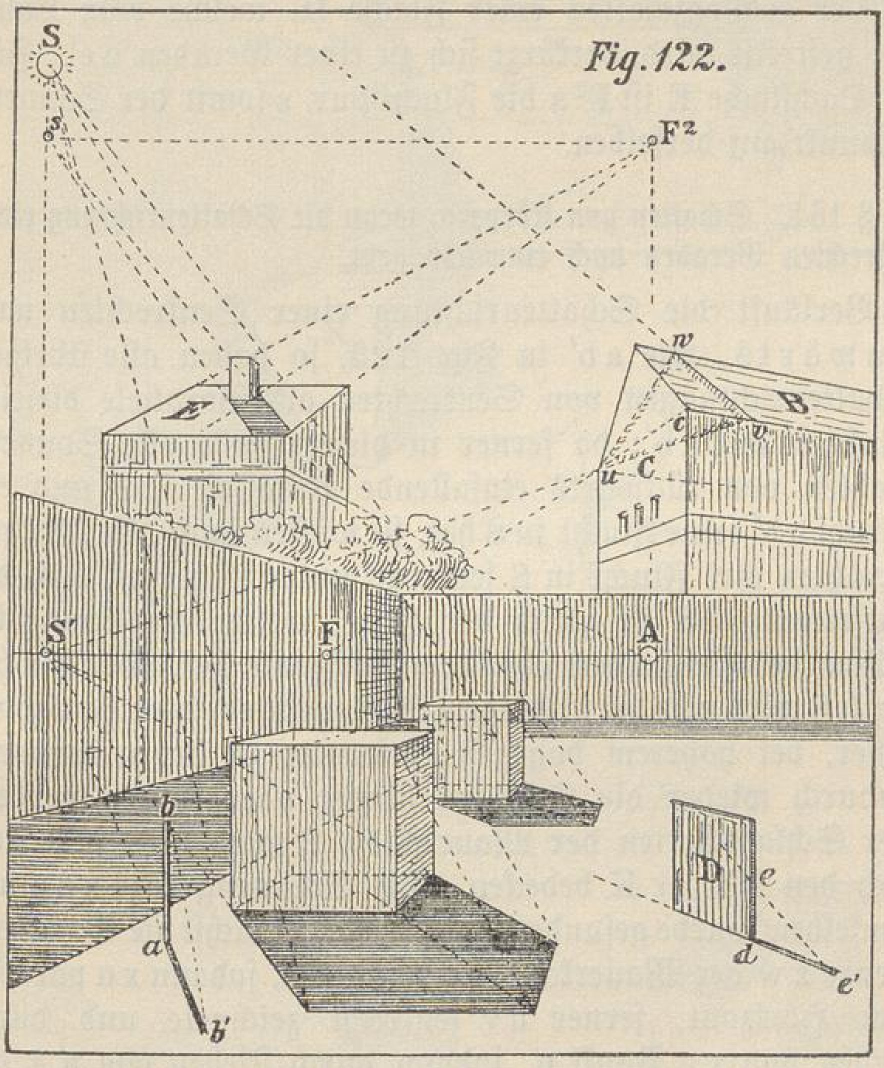


Fig. 122.

Im ersten Falle ist die Dachfläche B, wie hier, im Schatten; im zweiten wird sie von den Sonnenstrahlen berührt, d. h. sie fällt mit einer aus S durch die Firstkante gelegten Strahlenebene zusammen*); im dritten Falle würde sie beleuchtet

*) Die Dachfläche wird also von den Sonnenstrahlen nicht durchschnitten, sondern nur gestreift; solche Flächen liegen in einer Art Halbschatten, dessen größere oder geringere Helligkeit von der Struktur der Fläche, wie auch von ihrer höheren oder tieferen Lage 2c. abhängig ist.

sein. Ebenso würde auch die Mauerfläche C des Gebäudes vom Lichte gestreift oder **nicht mehr** beleuchtet sein, je nachdem die Flucht F der horizontalen Kante c u entweder mit S′ zusammenfiele, oder links von S′ zu liegen käme.

Der Schlagschatten einer Fläche D, welche vom Lichte nur gestreift wird, verkürzt sich zu einer Geraden d e′. Für die Dachfläche E ist F^2 s die Fluchtspur, s somit der Sonnenfußpunkt auf derselben.

§ 164. Schatten von Körpern, wenn die Schattenrichtung einer senkrechten Geraden nach einwärts geht.

Verläuft die Schattenrichtung einer Senkrechten nach **einwärts**, wie a b′ in Fig. 123, so haben alle übrigen Schattenrichtungen von Senkrechten als Parallele dieselbe Flucht S′ wie a b′; da ferner in diesem Falle alle Sonnenstrahlen von rückwärts einfallende Parallele sind und ein Strahl b b′ seine Flucht in S hat, so müssen auch alle übrigen Strahlen ihre Flucht in S senkrecht unter S′ haben, und die Entfernung SS′ ist gleich der Höhe, welche die Sonne im Rücken des Beschauers über dem Horizonte hat. Der Fluchtpunkt S wird also bei niedrigem Sonnenstande dem Horizonte näher, bei höherem dagegen entfernter zu liegen kommen, wodurch wieder die Schatten länger oder kürzer werden. Der Schlagschatten der Mauerfläche B wird hier zum Teil auch den Körper K bedecken. Die Schattengrenze x n o auf demselben wurde gefunden, indem man zunächst die Schattengrenze x w der Mauerkante v e bestimmte, sodann x u parallel dem Horizont, ferner u v senkrecht zeichnete und durch Ziehen von x v Punkt n, sodann durch Ziehen von n A die Schattengrenze n o erhielt.

§ 165. In Fig. 124 ist S, die Sonne, wieder hinter dem Bilde, die Schattenrichtung also gegen den Vordergrund zu angenommen worden. Für eine Mauerfläche B, deren Fluchtspur A S″ ist (vergl. § 146, Fig. 107, Fläche IV), wurde der Fußpunkt S″ in gleicher Weise wie bisher für den Horizont bestimmt. Die Schlagschatten von

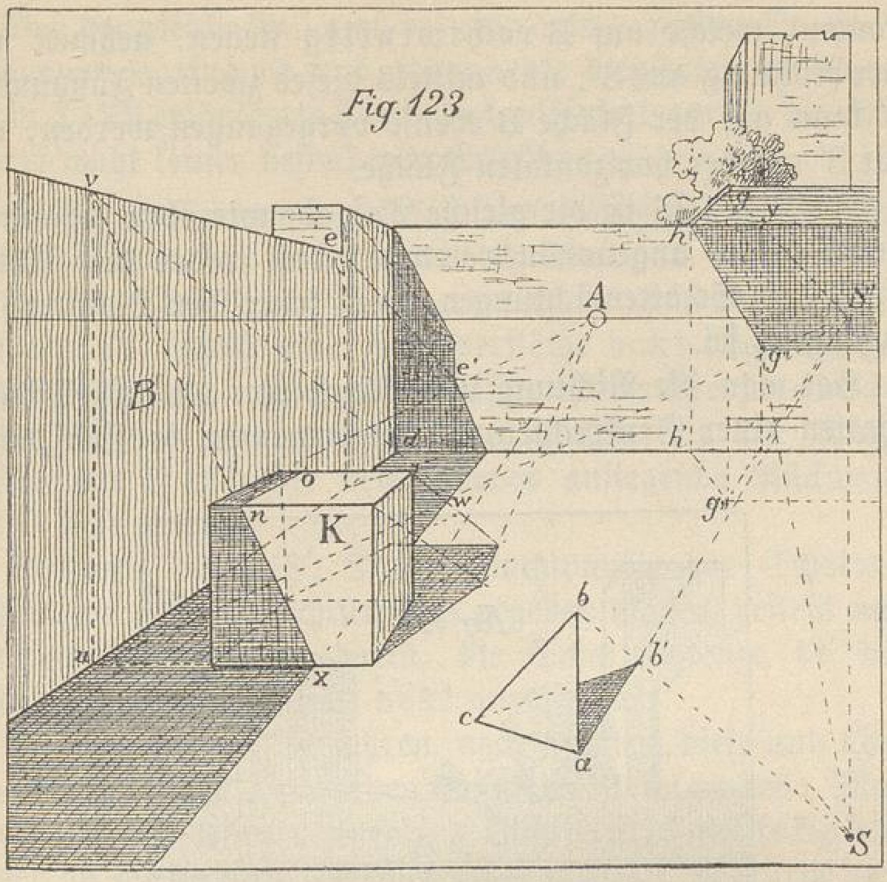
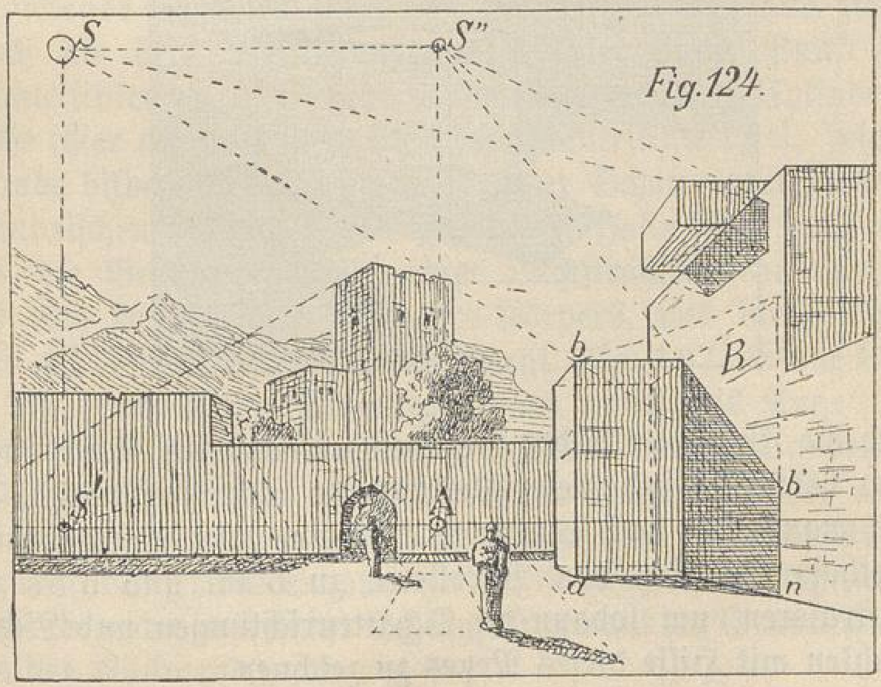


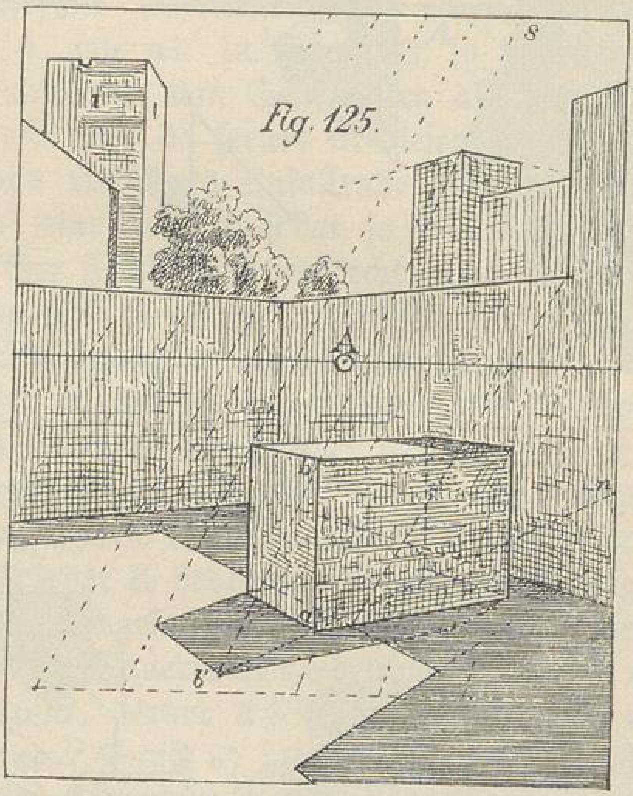
Fig. 123
v
e
A
B
e'
g'
h'
d
o
n
K
w
g''
b
b'
c
a
u
x
S
g
y
h
S''


S
S''
Fig. 124.
b
B
b'
S'
A
d
n

Kanten, welche auf B rechtwinklig stehen, nehmen nun ihre Richtung aus S'', und mittels dieses zweiten Fußpunktes S'' kann auf der Fläche B ebenso vorgegangen werden, wie mit S' auf der horizontalen Fläche.

In Fig. 125 ist die gleiche Aufgabe wie oben behandelt, wobei jedoch angenommen wurde, daß weder der Fluchtpunkt der Schattenrichtungen, noch jener der Lichtstrahlen zugänglich sei.

Hat man die Richtung und Länge von a b' als Schlagschatten einer Senkrechten a b angenommen, so sind damit



auch die Fluchtpunkte der Geraden a b' und b b' ihrer Lage nach bedingt; sind diese Fluchtpunkte nicht zugänglich, so hat man nur nach der in § 120 und 122 angegebenen Methode ein Netz von Parallelen zu b' a n und b' b s zu konstruieren, um sodann die Schattenrichtungen und Lichtstrahlen mit Hilfe dieses Netzes zu zeichnen.

Daß der gleiche Fall auch bei einwärts gehenden Schattenrichtungen vorkommt und sodann die Netzlinien etwa nach der in § 123 erläuterten Methode konstruiert werden könnten, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

§ 166. Konstruktion der Selbst- und Schlagschatten bei cylindrischen Flächen, wie Tonnengewölben, Säulen ꝛc.

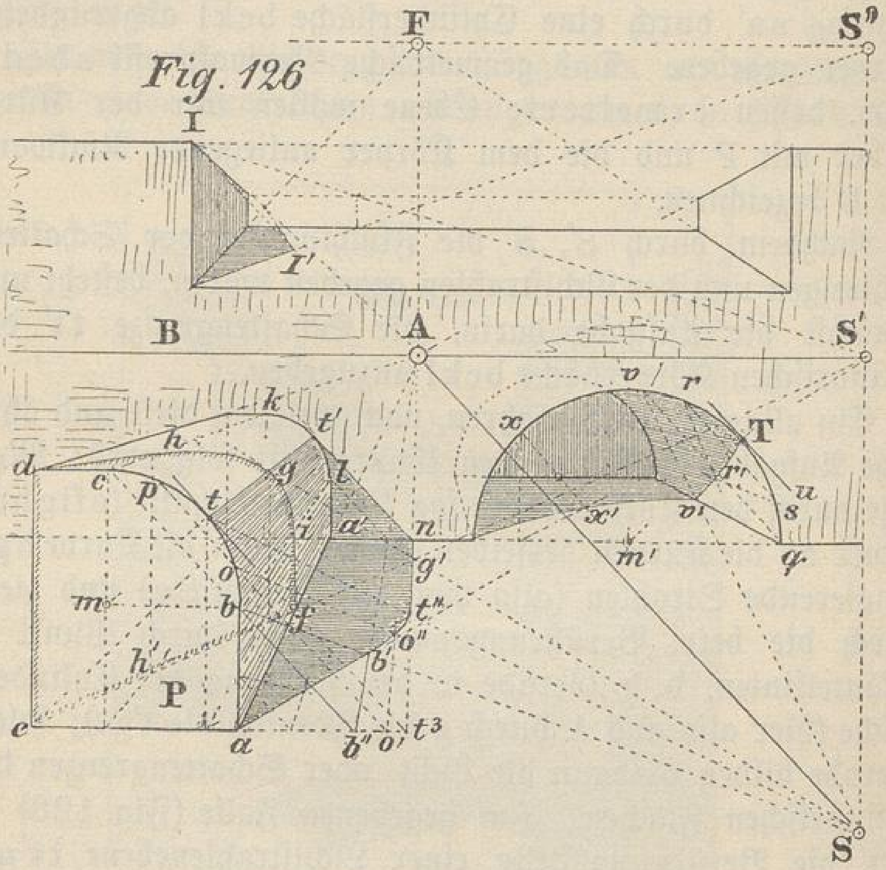
In Fig. 126 (S. 190) ist ein parallel mit der Längenrichtung aa′ durch eine Cylinderfläche bckl abgerundeter Körper gegeben. Das geometrische Normalprofil abcde, bezw. dessen erweiterte Ebene wollen wir der Kürze halber mit P und die dem Körper anliegende Rückwand mit B bezeichnen.

Nachdem durch S′, S die Fluchtpunkte der Schattenrichtungen und der Lichtstrahlen gegeben waren, besteht nun zunächst die Aufgabe darin, die Schattengrenze tt′ der cylindrischen Körperfläche bckl anzugeben.

Ein allgemeines Verfahren, nach welchem diese und ähnliche Aufgaben gelöst werden könnten, ist folgendes: Man lege durch den Körper einen sog. Lichtdurchschnitt (efighd), ferner an die Kurven desselben (hier z. B. an die Kurve hgi) tangierende Strahlen (also hier den Strahl Sg) und ziehe durch die betr. Berührungspunkte (hier durch Punkt g) Mantellinien, d. h. Gerade in der Richtung der Cylinderfläche (hier also aus A durch g die Mantellinie t′gt); solche Gerade bilden alsdann die Licht- oder Schattengrenzen der cylindrischen Flächen. Im gegebenen Falle (Fig. 126) ist tgt′ die Berührungsstelle einer Lichtstrahlenebene tt′nt³ mit dem cylindrischen Teile des Körpers, und die Fluchtspur AS dieser Strahlenebene (vergl. Fig. 107, Ebene III) ist die rechtwinklige Projektion eines durch das Auge (O) gehenden Lichtstrahles auf die Bildfläche, oder mit anderen Worten: der Schnitt einer durch das Auge gehenden und mit den Lichtstrahlen parallelen Ebene mit der Bildfläche. Die Gerade tgt′ als Schattengrenze ist zugleich eine schattenwerfende und t″nt′ ist ihr Schlagschatten auf der Grundfläche und der Rückwand.

Statt nun einen Lichtdurchschnitt, wie edhgif, zu konstruieren, wird die Ausführung in fast allen Fällen einfacher und zugleich genauer, wenn man eine Strecke des Lichtstrahles, hier z. B. bb′, in die schon vorhandene Ebene P des Profiles, perspektivisch rechtwinklig zu derselben nach bb″ projiziert, also aus A durch b′ bis b″, d. i. bis zur

Fig. 126



Grundlinie der Ebene P zieht und b″ mit b verbindet; zieht man nun geometrisch parallel mit bb″ eine Tangente tt^3 an den Viertelskreis btc, so ist t der Berührungspunkt und die von t nach A gezeichnete Gerade die Schattengrenze; zieht man ferner von t^3 nach A, sowie den Lichtstrahl tS, so ist damit t″ als Schlagschatten von Punkt t und durch Ziehen von poo′, o′A, oS ein Zwischenpunkt o″ der Schattenkurve b′o″t″ gefunden.

Der Grund für dieses Verfahren ist leicht einzusehen, wenn man beachtet, daß tt' parallel der Grundfläche ist, somit nach § 155 der Schlagschatten dieser Geraden, soweit er auf diese Grundfläche fällt, ebenfalls parallel mit tt' sein muß; ferner die durch tt', nt^3 gedachte Strahlenebene die Ebenen P und B rechtwinklig und daher nach den geometrisch Parallelen t^3t, nt' schneidet, diese Schnittlinien somit rechtwinklige Projektionen des in der Ebene $tt'nt^3$ liegenden Strahles tt'' auf den zu einander parallelen Ebenen P und B darstellen, sowie, daß alle zu $tt'nt^3$ parallelen und durch den Körper gehende Ebenen, diesen nach Mantellinien, sowie nach Geraden wie op, bc ꝛc. schneiden, welch letztere parallel zu bb'', also auch parallel zu tt^3 oder AS sind.

Da AS, wie schon erwähnt, die rechtwinklige Projektion eines durch das Auge gehenden Lichtstrahles auf die Bildfläche und diese, wie bekannt, mit der Fläche P oder B parallel ist, so folgt daraus, daß man, falls S zugänglich ist, nur AS und damit geometrisch parallel tt^3, ferner tt', t^3nt' ꝛc. zu ziehen brauchte, um die Grenzen des Selbst- und Schlagschattens zu finden.

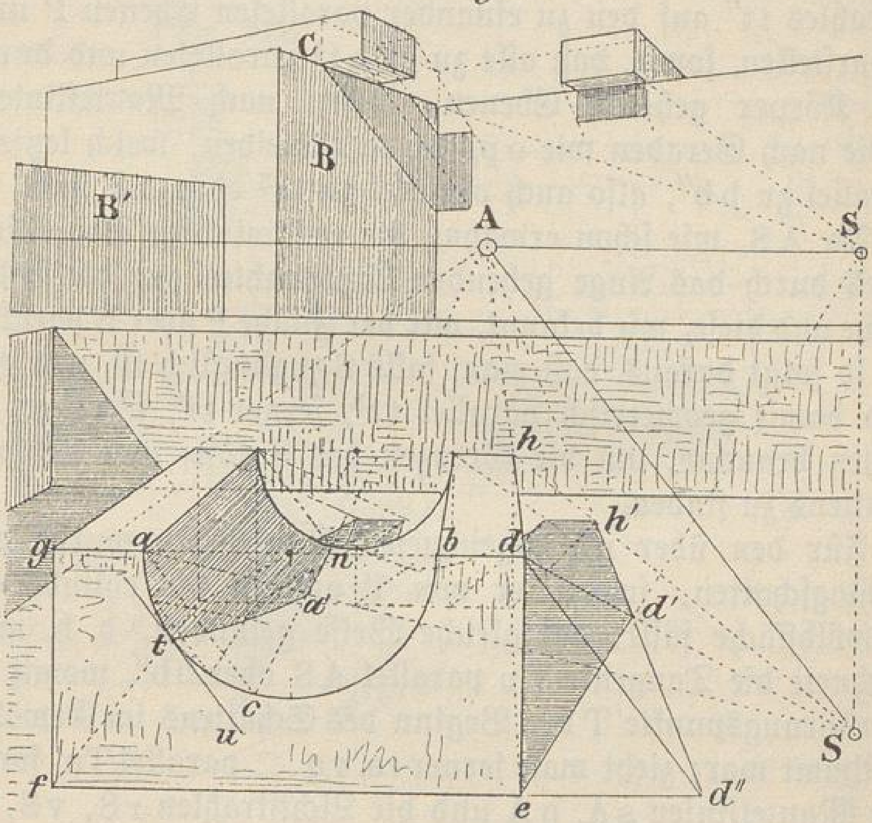
Für den über nq gezeichneten Rundbogen wurde der Schlagschatten, soweit er von T aus in die cylindrische Gewölbfläche fällt, auf gleiche Weise gefunden, d. h. man zeichnete die Tangente Tu parallel AS oder bb'', womit im Berührungspunkte T der Beginn des Schattens im Gewölbe bestimmt war; zieht man ferner rs, vq ... parallel Tu, sowie die Mantellinien sA, qA und die Lichtstrahlen rS, vS, so ergeben sich hierdurch die Schattenpunkte r', v'; ein auf der Grundfläche liegender Schattenpunkt x' ist in bekannter Weise gefunden worden (vergl. § 158, Fig. 117).

Dieses Verfahren, nämlich die Licht- oder Sonnenstrahlen in die schon vorhandene Schnittebene eines Körpers (Fig. 126 und 127) oder, wie z. B. bei Fig. 131, in die Ebene $abcde$ des Rundbogens zu projizieren, kann überall angewendet werden, wo es sich um das Bestimmen der Selbst- und Schlagschatten an cylindrischen Flächen handelt.

§ 167. Aufgabe: Es ist der Schatten einer Hohlkehle ꝛc. zu konstruieren.

In Fig. 127 ist d d′S ein Lichtstrahl, e d′ der Schlagschatten der senkrechten Körperkante e d, und d d″ die rechtwinklige Projektion des Lichtstrahles d d′ auf die Profilebene a c b d e f g. Zeichnet man die Tangente t u geometrisch

Fig. 127.



parallel mit d d″ oder A S, so ist t der Beginn des Schlagschattens in der Hohlkehle; zeichnet man ferner a c parallel t u und zieht c A und a S ꝛc., so ist damit durch t a′n ꝛc. die Schattengrenze in der Hohlkehle bestimmt.

Die Mauerflächen B, B′ haben ihre Fluchtspur in S′S, sind also mit einer senkrechten Strahlenebene parallel, weshalb die Flächen von den Strahlen nur gestreift werden, d. i. mit der Strahlen- oder Schattenrichtung zusammenfallen.

Der Schlagschatten eines von der Mauerfläche vorstehenden Körpers C nimmt sodann seine Richtung nach S und würde, solange er auf die Fläche B fällt, nach abwärts unbegrenzt sein. Die Flächen B, B' werden nur vermöge ihrer Textur, d. h. durch die auf jeder Fläche mehr oder weniger vorspringenden kleinen Körperchen oder Rauhigkeiten, Licht erhalten und demgemäß um so weniger beleuchtet sein, je glatter sie sind, sich daher vom Schlagschatten des Körpers C bezüglich ihrer Helligkeit nur wenig unterscheiden.

§ 168. Aufgabe: Es soll der Schatten eines senkrechten und eines liegenden Cylinders konstruiert werden.

In Fig. 128 (S. 194) ist S', S der Sonnenstand, ab der unverkürzte Kreisdurchmesser der Cylinderbasis. Man ziehe zunächst aus S' Tangenten an den Basiskreis, welche denselben in t, t' berühren; um nun die Berührungsstelle t und damit die sichtbare Schattengrenze tu mit der nötigen Genauigkeit angeben zu können, drehe man den Halbkreis acb um seinen Durchmesser ab in ac'b parallel der Bildfläche, verlängere ab (hier nach rechts), markiere den Schnittpunkt s der Geraden tS', zeichne die Kreistangente st'' und ziehe t''n rechtwinklig zu ab, sowie aus A durch n, dann ergiebt sich t und durch Errichten von tu die Schattengrenze auf dem Cylinder; zieht man ferner von t durch m, so ergiebt sich t' als die Berührungsstelle der Tangente St' rc.

Wie hier sowohl der Schlagschatten des Cylinders vollendet, als auch jener der Seitenwand auf demselben gefunden wurde, ist aus der Zeichnung unschwer zu entnehmen (de parallel ba, und ff' parallel AS rc.).

Bei Fig. 129 (S. 194) ist die Sonne S*) wieder vor dem Beschauer, S' ist der Fußpunkt derselben auf der horizontalen Grundebene und S'' der Fußpunkt auf der zur Bildfläche senkrechten Ebene S''tt³A, deren Fluchtspur AS'' ist (vergl. § 165, Fig. 124); um die Schattengrenze tu auf dem Cylinder zu finden, ziehe man aus S'' eine Tangente S''tt³

*) Die Punkte S, S'' liegen hier im Raume der Figur 128.

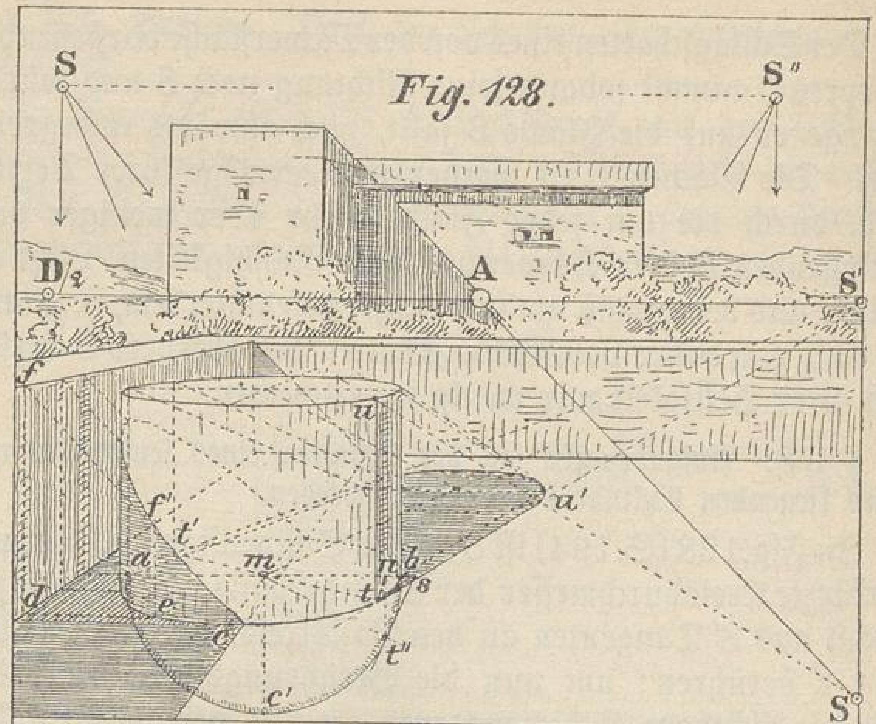


Fig. 128.

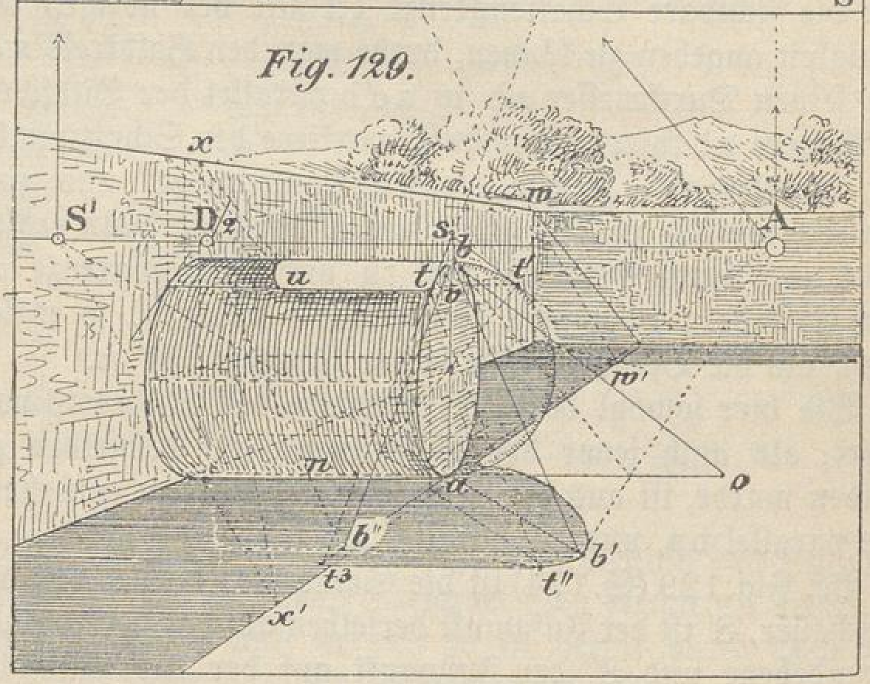


Fig. 129.

an den verkürzten Kreis a t b, markiere s auf der Verlängerung des Durchmessers a b, drehe den Halbkreis b t a um seinen Durchmesser a b in a t′ b parallel zur Bildfläche, ziehe s t′ und t′v, sowie aus A durch v, wodurch sich t und damit auch t u 2c. ergeben hat. Wäre S″ unzugänglich gewesen, so hätte man etwa durch b einen Lichtstrahl b b′ bis zur Bodenfläche gezogen, b b′ wieder in b b″ rechtwinklig zur Kreisebene projiziert, sodann a o (z. B. mittels der halben Distanz $D/_2$) gleich a b″ gemacht (a o = 2 mal a n), ferner die Gerade o b, und hiermit geometrisch parallel die Tangente t′s, sowie s t t³ gezeichnet 2c.

Fig. 130.

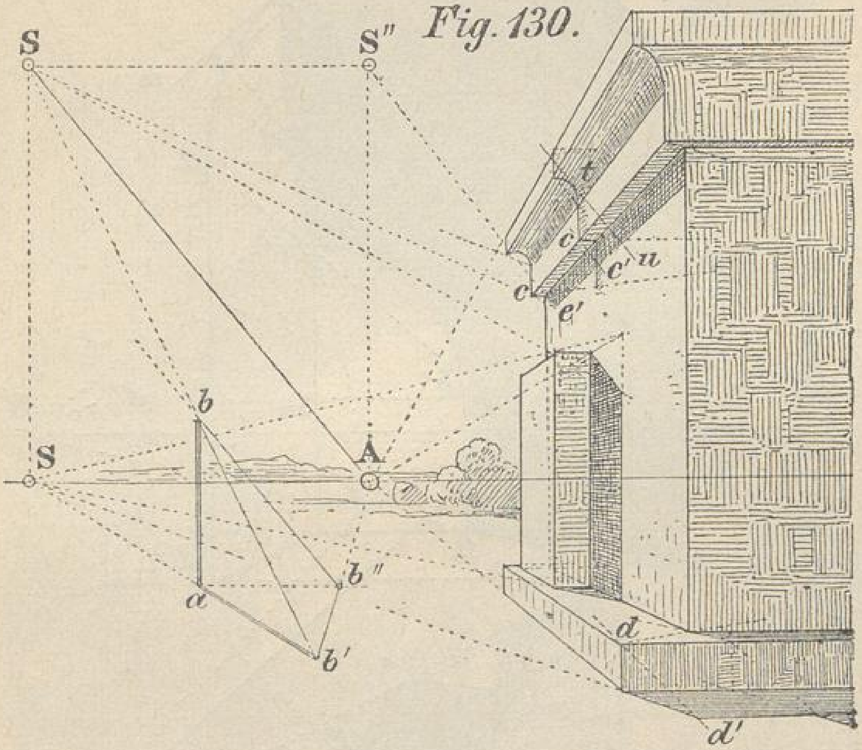


Fig. 130 zeigt eine weitere Anwendung des von § 166 bis hierher erörterten Verfahrens.

§ 169. Aufgabe: Konstruktion des Schattens bei Rundbögen in gerader Ansicht.

Die Aufgabe bei Fig. 131 (S. 196) ist gleich derjenigen in Fig. 126 (§ 166).

Die Kreistangente t u, sowie die Geraden e f, c d .... sind geometrisch parallel der Strahlenprojektion AS oder 22″; um 22″ zu finden, wurde wiederum der Schatten einer Senkrechten 1 2 in 1 2′ bestimmt und sodann der Lichtstrahl 2 2′ rechtwinklig zur Kreisebene 0 2 3 4 nach 2 2″ projiziert. Bei dem Rundbogen wurde von den unteren Endpunkten f, d... der Sehnen e f, c d... nach A und von

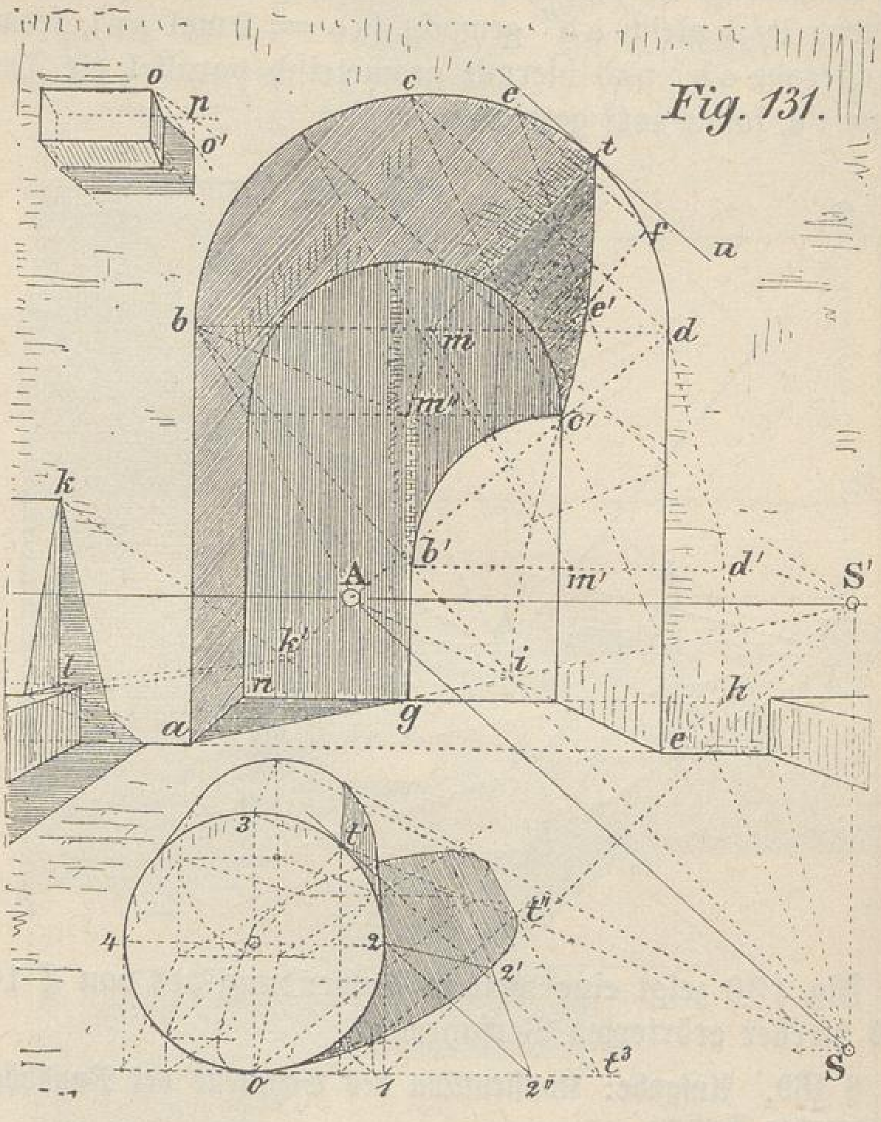


Fig. 131.

e und c... aus nach S gezogen, wodurch sich die Schattenpunkte e′, c′... in der Gewölbefläche ergeben. Die Linienfigur a g b′ c′ e′ t ist der Schlagschatten der Bogenkante a b t auf der Grundfläche, der Rückwand und dem Gewölbe, während die Fortsetzung c′ i der Linie t e′ c′ den Schatten auf der eventuell nach rückwärts erweiterten Leibungsfläche des Rundbogens, und c′d′he den Schatten der Bogenkante ctde auf der nach rechts erweitert gedachten Rückwand und der Grundfläche andeutet. Wäre in Fig. 131 etwa die Schattenrichtung aS′ einer Kante ab und der Beginn des Bogen-

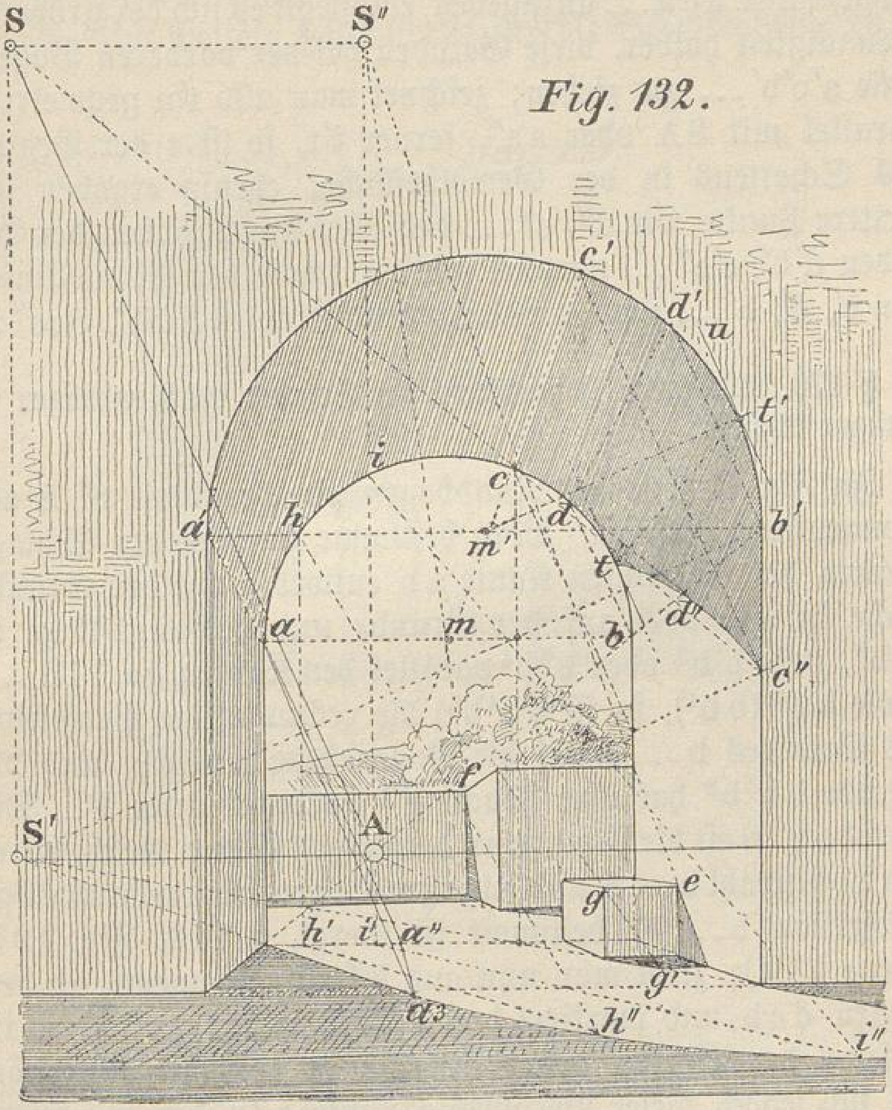


Fig. 132.

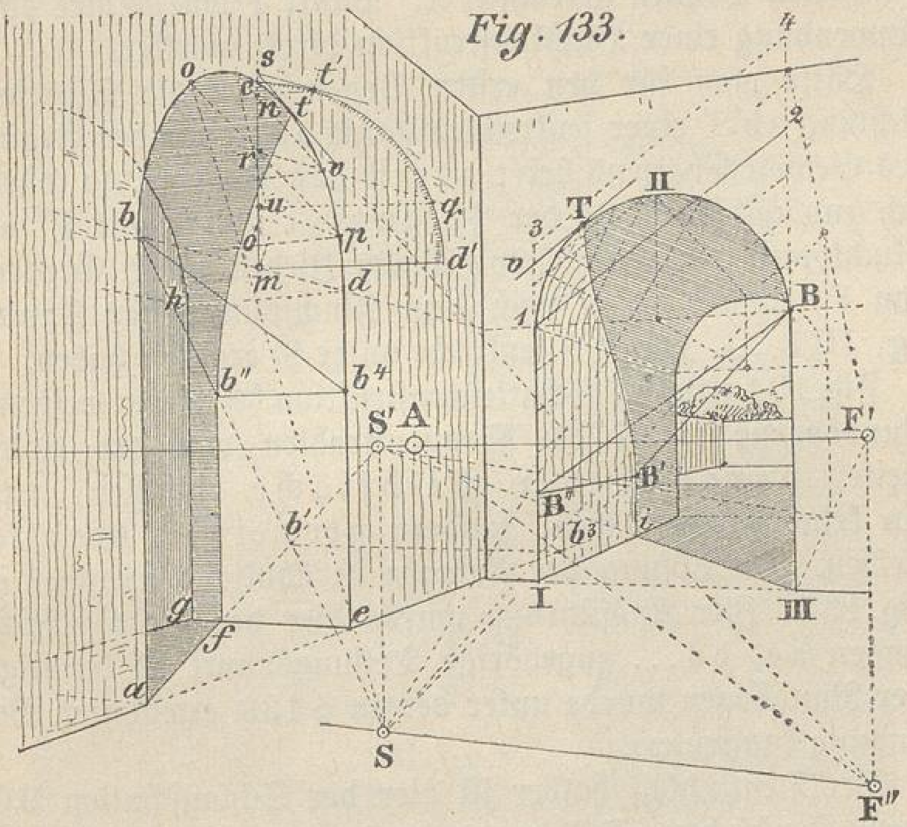
schattens bei t zuerst angenommen worden, so würde sich die Flucht S der Sonnenstrahlen nachträglich dadurch ergeben haben, daß man an t die Kreistangente tu, sowie zu ihr geometrisch parallel durch A die Gerade AS zeichnete und S auf der von S′ gefällten Senkrechten markierte.

Fig. 132 (S. 197) zeigt die gleiche Aufgabe nur mit dem Unterschiede, daß hier die Sonne S wieder hinter der Bildfläche steht und daher die Schatten gegen den Vordergrund fallen. Anstatt die zu SA oder auch aa″ geometrisch parallelen Sehnen nebst der Tangente bei der rückwärtigen Bogenkante acb... anzugeben, empfiehlt es sich der größeren Genauigkeit halber, diese Geraden bei der vorderen Bogenlinie a′c′b′... zu ziehen; zeichnet man also t′u geometrisch parallel mit SA oder aa″, ferner t′t, so ist t der Beginn des Schattens in der Gewölbefläche; ebenso ergaben sich weitere Punkte wie d″, c″... desselben durch Ziehen der Geraden d′b′, c′c″... parallel mit tu, sowie der Mantellinien von c′, d′, b′... nach A und der Lichtstrahlen Sdd″, Scc″ ꝛc.

§ 170. Aufgabe: Konstruktion der Schatten bei Rundbögen in schräger Ansicht.

In Fig. 133 ist der Rundbogen abcde, sowie S′, S als Sonnenstand gegeben. Man bestimme zunächst den Schlagschatten der senkrechten Kante ab entweder auf der Grundfläche in ab′ oder auf der Grund- und Leibungsfläche in afb″, ziehe $b'b^3$ oder $b''b^4$ parallel den Kanten ge, I III..., sowie bb^3 (bb^4), so ist bb^4b^3) die rechtwinklige Projektion des Strahles b... S auf die Bogenebene abcde, und die Gerade bb^4b^3 hat ihre Flucht F″ senkrecht unter F′. Die Gerade F″S ist die Fluchtspur derjenigen Ebene, welche durch den Lichtstrahl b... S und seine zur Bogenebene rechtwinklige Projektion b... F″ bestimmt ist (vergl. § 146, Fig. 107, Ebene VIII); zieht man nun aus F″ eine Tangente an den Bogen dcb und markiert deren Berührungspunkt t, so ist letzterer der Beginn des Schattens in der Gewölbefläche. Da sich jedoch dieser Berührungspunkt t in den wenigsten Fällen unmittelbar genau angeben läßt, weil die Berührende und der Bogen sehr oft auf eine kleine Strecke scheinbar zusammenfallen, so benötigt man zumeist noch eine Hilfskonstruktion, um Punkt t und damit den oberen Anfang des Gewölbeschattens genau angeben zu können. Man verlängere zu diesem Zwecke die Tangente F″t nach oben, bis sie die gleichfalls nach oben verlängerte Gerade mc in s schneidet, drehe ferner den Viertelsbogen cd um mc parallel zur Bildfläche nach cd′ (zeichne also den Viertelskreis ct′d′), lege aus s an cd′ die Tangente st′, ziehe t′n parallel d′m und von n nach F′; damit ist der Berührungspunkt t genau bestimmt. Um weitere Hilfspunkte für die Schattenkurve tb″,

Fig. 133.



z. B. einen Punkt o′ zu erhalten, ziehe man die zu stF″ parallele Sehne op, ferner die Mantellinie po′ und den Strahl oo′S ꝛc.

Wäre F″ unzugänglich, so hätte man eine Sehne op auch auf folgende Weise ihrer Lage nach finden können: Man zeichne qr geometrisch parallel mit st′, ziehe qu und up, sowie aus p durch r bis o ꝛc. Wäre auch S′, S, oder S allein unzugänglich, so müßte man eben Netzlinien, welche gegen die betr. Punkte konvergieren, nach der in § 118 bis 123 angegebenen Weise konstruieren.

Der Schatten TB′iIII eines zweiten Bogens wurde in ähnlicher Weise gefunden; nämlich BB′ nach BB″ rechtwinklig auf die betr. Bogenebene projiziert, sodann wurden parallel BB″ Netzlinien wie 12, 34... konstruiert (z. B. B2 perspektivisch = B″1 ꝛc.) und hiermit parallel die zu Tv parallelen Sehnen gezeichnet ꝛc. Punkt T wurde hier ohne Anwendung einer Hilfskonstruktion direkt markiert.

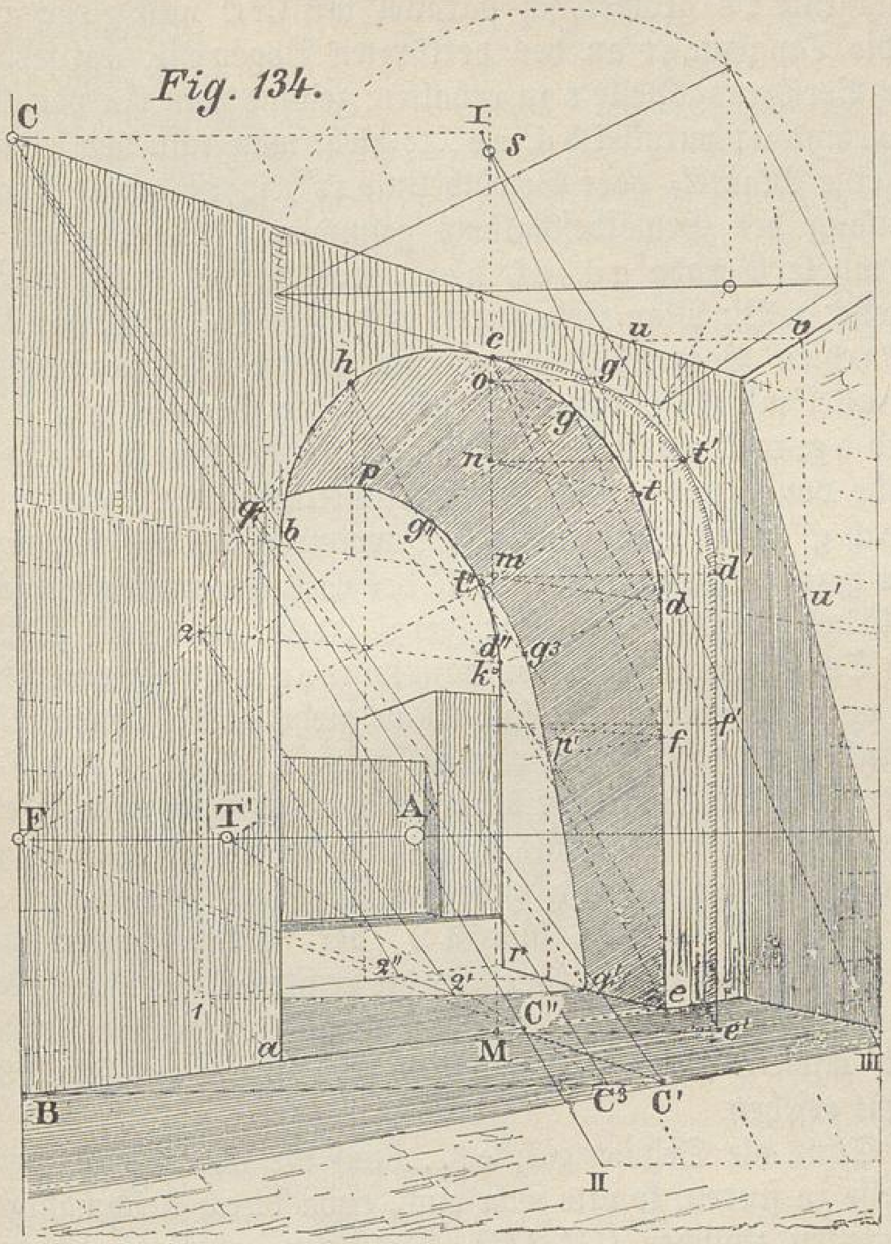
Hätte man für den ersten Bogen etwa die Schattenrichtung ab′S′ einer senkrechten Kante ab, sowie den Beginn des Gewölbeschattens bei t zuerst angenommen, so würde sich zunächst die Lage der Tangente st und damit F″ als Fluchtpunkt derselben, sowie durch Ziehen einer Geraden von F″ nach F (d. i. nach dem Fluchtpunkte der Kanten eg, IIII...), Punkt S senkrecht unter S′ ergeben haben.

Fig. 134 zeigt die Schattenkonstruktion bei einem weiteren Rundbogen, wobei die Sonnenstrahlen von der linken Seite, parallel der Bildfläche einfallen, mithin keine Flucht haben, sondern geometrisch parallel bleiben. Die Lösung der Aufgabe ist ähnlich derjenigen in Fig. 133. Zur Ausführung wurde hier der für die Richtungen ae, bd... zugehörige Teilungspunkt T′ benötigt. Der Rundbogen wurde unter der in § 133 erwähnten Bedingung konstruiert.

Der Deutlichkeit halber ist hier der Schlagschatten BC′ einer Senkrechten BC angenommen, und hierdurch die Richtung eines Strahles CC′ bestimmt worden; indem man nun von C′ nach F eine Gerade zog und auf ae Punkt C″ markierte, erhielt man durch Verbinden von C, C″ die rechtwinklige Projektion des Lichtstrahles auf der Bogenebene abcde; die Strahlenprojektion CC″ hat nun ebenso, wie eine Bogentangente st ihre Flucht (F″) senkrecht unter dem hier rechts außer der Zeichnung liegenden Fluchtpunkte (F′) der Geraden ae, bd... (vergl. Fig. 133).

Um nunmehr die Tangente $s\,t$, sowie die zu ihr parallelen Geraden $g\,d$, $c\,f$ ... (welche nach dem hier unzugänglichen

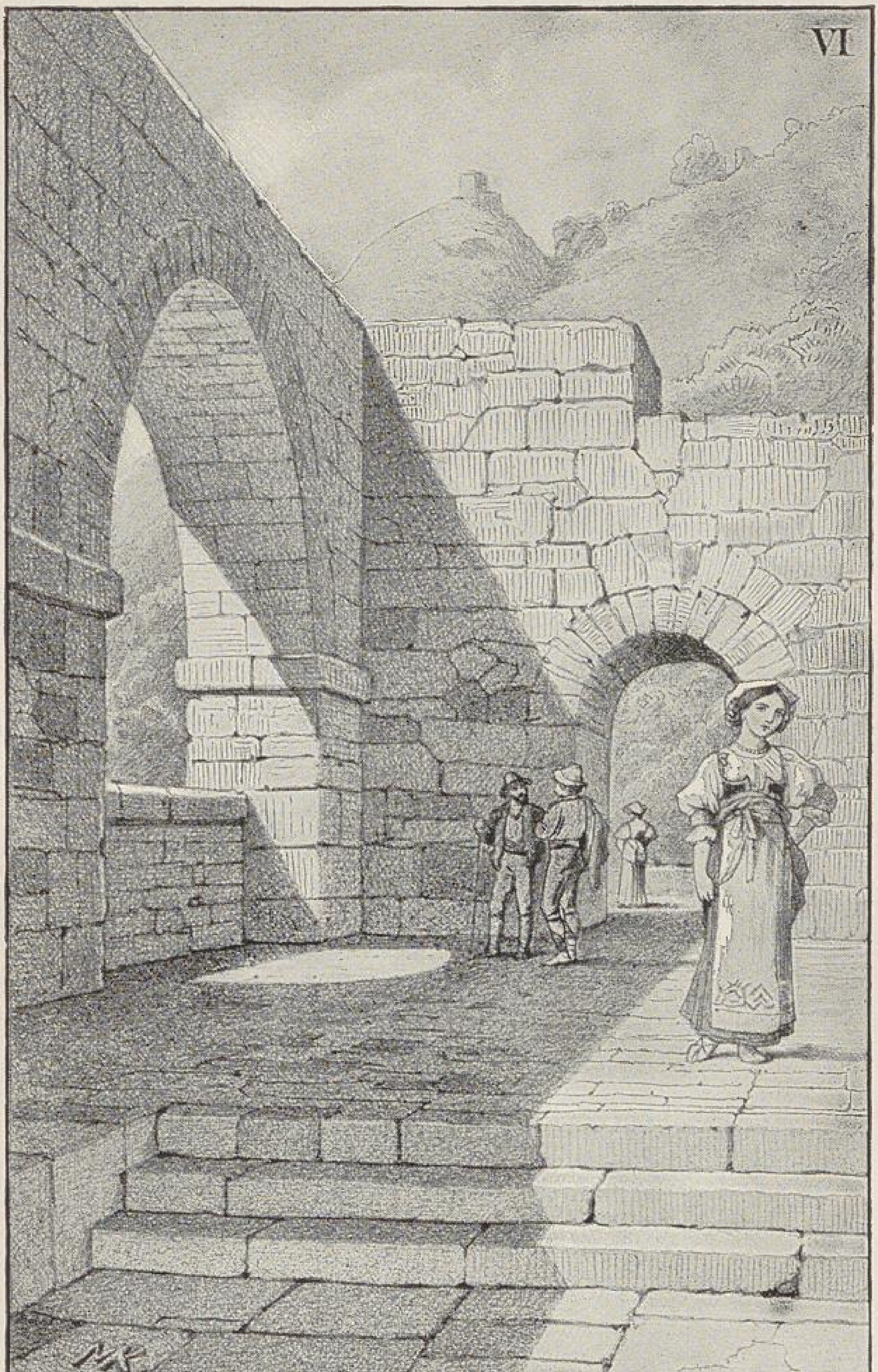
Fig. 134.



Fluchtpunkt F'' gehen) ihrer Richtung nach zu finden, verfahre man wie folgt: Man drehe zuerst das Dreieck B C C'' um seine senkrechte Seite B C nach B C C³ pararallel zur Bildfläche, mache also BC^3 mittels des Teilungspunktes T' gleich BC'' und verbinde C mit C^3 durch eine Gerade, sodann beschreibe man aus m den Viertelskreis $c\,d'$, lege hieran die Tangente $t's$ geometrisch parallel mit C^3C und ziehe aus s die Tangente s t an den verkürzten Bogen c d; um ferner die Berührungsstelle t zu erhalten, zeichne man $t'n$ parallel $d'm$ und n t parallel b d, a e...; zieht man nun von t nach F eine Mantel- oder Gewölbelinie $t\,t''$, so ist damit t'' als Anfang des Gewölbeschattens gefunden. Weitere zu s t parallele Gerade g d, c f, h e... erhält man auf ähnliche Weise; z. B.: Man ziehe zuerst in der zur Bildfläche parallel gedrehten Bogenhälfte $c\,d'\,e'$ eine Sehne $d'g'$ geometrisch parallel mit $C\,C^3$, bezw. $s\,t'$, sodann die Geraden $g'o$, $d'm$ und o g, m d, markiere auf dem Bogen die Punkte g und d, ziehe von g und d nach F die Mantellinien $g\,g''$, $d\,d''$ und durch g'' einen Lichtstrahl $g''g^3$, wodurch sich auf der vorhin gezogenen Mantellinie $d\,d''$ der Schattenpunkt g^3 innerhalb des Gewölbes ergiebt 2c. (vergl. § 168, Fig. 129). Sollte ein Schattenpunkt q' in der Basiskante e r angegeben werden, so verfahre man wie folgt: Man ziehe aus e' geometrisch parallel mit C^3C (bezw. parallel mit $t's$, $d'g'$...) eine Gerade, bis die Senkrechte M m c in k geschnitten wird, ziehe ferner von e durch k bis h, sodann die Gewölbelinie h q; dann wird ein durch q gehender Lichtstrahl die Kante e r in q' treffen. Daß hier $1\,2'$ der Schlagschatten der Kante 1 2, sowie $2\,2''$ ebenfalls die rechtwinklige Projektion eines Strahles $(2\,2')$ auf die äußere Bogenebene, daher $2\,2''$ mit $C\,C''$, st, g d... parallel ist, läßt sich aus Fig. 134 leicht ersehen.

Statt die Sehnen g d, c f... auf die oben beschriebene Weise zu finden, konnte man auch, etwa durch gleichmäßiges Einteilen zwischen C II, I III, Netzlinien erhalten und mit Hilfe derselben die betr. Sehnen direkt zeichnen (vergl. Fig. 73).

Tafel VI veranschaulicht eine ähnliche Aufgabe unter Weglassung der betr. Konstruktionen.


VI

Erläuterungen über die Wirkung des atmosphärischen Lichtes.

§ 171. Beleuchtung durch atmosphärisches Tageslicht und die hierdurch erzeugten Schatten.

Eine Beleuchtung, wie sie etwa bei bedecktem Himmel oder da erfolgt, wo direkte Sonnenstrahlen nicht hinkommen, nennen wir atmosphärische oder Tageslichtbeleuchtung. Hierbei gilt für Gegenstände im Freien das ganze Himmelsgewölbe (Firmament) als Lichtquelle. Da nämlich die Durchsichtigkeit und damit auch die Durchlässigkeit der direkten Lichtstrahlen bei der Atmosphäre keine vollkommene ist, sondern der darin enthaltene, mehr oder weniger verdichtete Wasserdampf, ferner Staubteilchen, Wolkenbildungen rc. die Lichtstrahlen nach den verschiedensten Richtungen ablenken, d. h. mehr oder weniger reflektieren, so ist dies einerseits die Ursache, daß Schatten nicht vollständig schwarz erscheinen und im Schatten liegende Gegenstände damit unsichtbar, sondern zum Teil wieder erhellt sind, sowie anderseits, daß an Stellen, welche auch von solchen reflektierten oder indirekten Strahlen gar nicht oder nur spärlich getroffen werden können, wieder mehr oder weniger dunkle Schatten entstehen. So ist z. B. leicht einzusehen, daß die oberen Seiten horizontaler Flächen in der Regel am hellsten und die unteren Seiten derselben am dunkelsten sind, weil letztere nur einen verhältnismäßig kleinen Teil des vom Erdboden rc. reflektierten Lichtes erhalten, oder: daß die Wände hoher Gebäude in einer engen Straße besonders nach unten zu weniger Lichtstrahlen erhalten, als solche auf weiten Plätzen oder an breiten Straßen, weil bei ersteren nur ein kleiner Teil des vom Himmelsgewölbe reflektierten Lichtes zur Wirkung gelangen kann rc. Da nun je nach der Tageszeit, der Bewölkung, oder einer mehr oder weniger klaren Luft eine Reihe von Modifikationen für einen und denselben Fall eintreten können, so lassen sich für die indirekte Beleuchtung im Freien und für die hierdurch bedingten Schatten bestimmte Regeln überhaupt nicht aufstellen; hier wird man stets auf die durch das Studium nach der Natur gewonnene Erfahrung oder auf das unmittelbare Nachahmen derselben angewiesen bleiben.

§ 172. Regeln für die indirekte Beleuchtung von Innenräumen.

Bei der indirekten Beleuchtung abgeschlossener, lediglich durch Oeffnungen, wie Fenster ꝛc., erhellten Innenräume ist die Aufstellung bestimmter Regeln deshalb leichter möglich, weil die betr. Lichtöffnung eine durch ihre Form begrenzte und bedingte Größe ist und daher als fixe Lichtquelle von stärkerer oder geringerer Intensität betrachtet werden kann.

Angenommen, bei einem Interieur (Fig. 136, S. 207) sei nur eine Lichtöffnung 1 2 3 4, und zwar der Einfachheit halber ohne Mauerdicke (Leibung), angenommen, so besteht bezüglich des Schlagschattens der Flächen B, C, D die Aufgabe darin:

1. Die Grenzen derjenigen Stellen anzugeben, welche von keinem der von allen Punkten der Lichtöffnung möglichen Strahlen getroffen werden können; solche Stellen, wie $ab'c''d$, $ikl'm$, $nopq$, bezeichnen wir als Kernschatten.
2. Diejenigen Stellen anzugeben, welche nicht von allen durch die Lichtöffnung möglichen Strahlen getroffen werden; diese Stellen, z. B. $b'c''e$ oder $c'c''eb^3c^5c'$ ꝛc., bezeichnen wir als Halbschatten, wobei jedoch zu bemerken ist, daß letztere von verschiedener Helligkeit sind, sowie mit zunehmender Entfernung vom Kernschatten immer schwächer und verschwommener werden, so daß deren äußerste Grenzen um so weniger wahrnehmbar sind, je geringer die Intensität des Lichtes ist.

Es werden also weder die Grenzen des Kernschattens, noch weniger aber jene des Halbschattens in so bestimmter, abgegrenzter Form erscheinen, wie sie in Fig. 136 wegen der Erklärung des Prinzipes und der Deutlichkeit halber angegeben sind. Für die Praxis genügt schon die Angabe der Kernschatten, und wenn man auch diese in den seltensten Fällen konstruiert, so wird doch die Kenntnis des hier und in den folgenden Paragraphen erörterten Gesetzes für die Schärfe der Beobachtung von wesentlichem Vorteil sein, denn wo das innere, geistige Verständnis für eine Erscheinung vorhanden ist, wird auch deren künstlerische Wiedergabe leichter und sicherer von statten gehen.

§ 173. Da die konstruktive Behandlung der Aufgabe gleich ist der Konstruktion des Schattens bei dem Vorhandensein mehrerer Lichtpunkte, z. B. des Schattens einer Fläche a b c d (Fig. 135, S. 206), wenn etwa drei Lichter L′, L″, L^3 gegeben sind, so wollen wir zunächst diese Aufgabe in Betracht ziehen.

Man konstruiere die einzelnen, von je einem Lichte L′, L″ und L^3 verursachten Schlagschatten a b′ c′ d, a b″ c″ d, a b^3 c^3 d nach der in § 156 angebenen Weise (l′, l″, l^3 sind Fußpunkte der Lichter L′, L″, L^3); übergeht man sodann jedes dieser Schattenbilder mit einer gleichmäßigen Ton- oder Strichlage, so daß also a e c″ d drei solcher Tusch- oder Strichlagen, andere Teile zwei und die hellsten Schatten nur eine Lage erhalten, so ist leicht zu ersehen, daß ein jedes der durch L′, L″, L^3 verursachten Schattenbilder zum Teil wieder von dem einen oder anderen, oder auch von zweien der gegebenen Lichter erhellt wird, während da, wo die sämtlichen Schattenbilder sich gegenseitig decken oder ineinanderfallen, nämlich innerhalb a e c″ d, keine Lichtstrahlen aus L′, L″ oder L^3 hintreffen können, die Flächenfigur a e c″ d somit im Kernschatten liegt.

In Fig. 135 wurde (ebenso in Fig. 136 und 137) jede der einzelnen Schattenfiguren durch eine andere Strichlage angedeutet, woraus zu ersehen ist, daß z. B. die Flächenfigur a e b″ nur von dem einen Licht L′, die Flächenfigur a b^3 c^3 f b′ e b″ a jedoch von den beiden Lichtern L′, L″ Strahlen erhält 2c.

§ 174. Die Konstruktion des Tageslichtschattens in Fig. 136 enthält nun die gleiche Aufgabe bei gleicher Lösung wie oben, wobei 1, 2, 3, 4 als die äußersten Lichtpunkte, bezw. 1 2, 2 3, 3 4, 4 1 als Leuchtkanten der Fensteröffnung in Betracht kommen; I, II sind Fußpunkte von 1, 2 und 4, 3

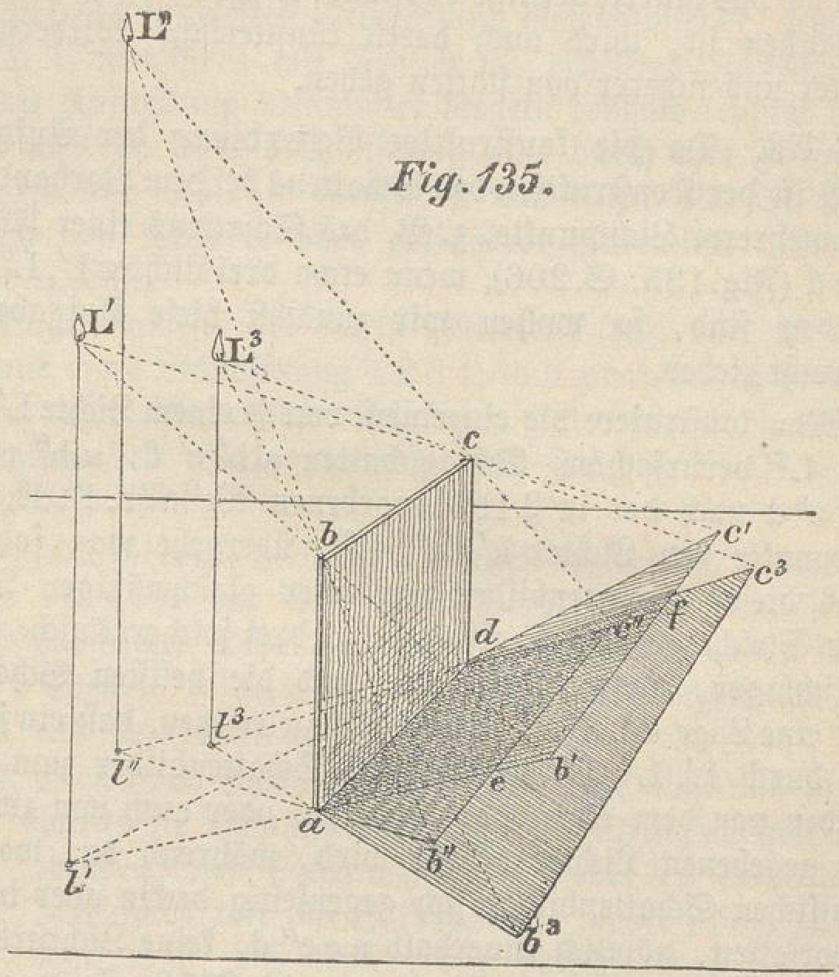
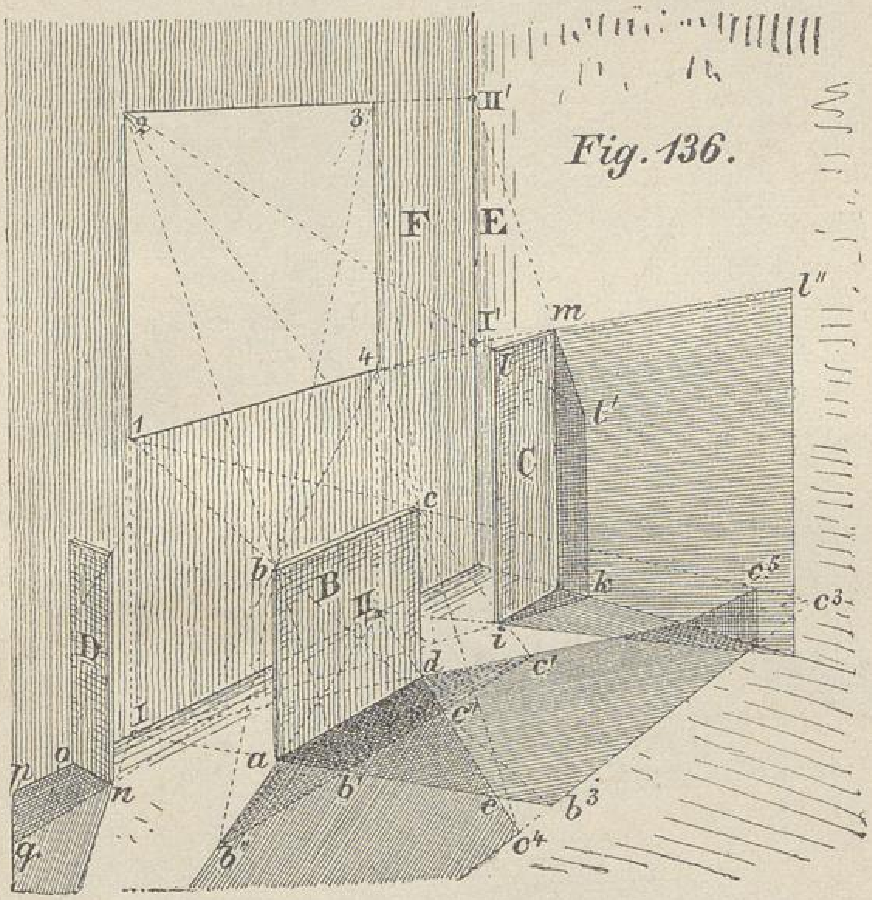


Fig. 135.

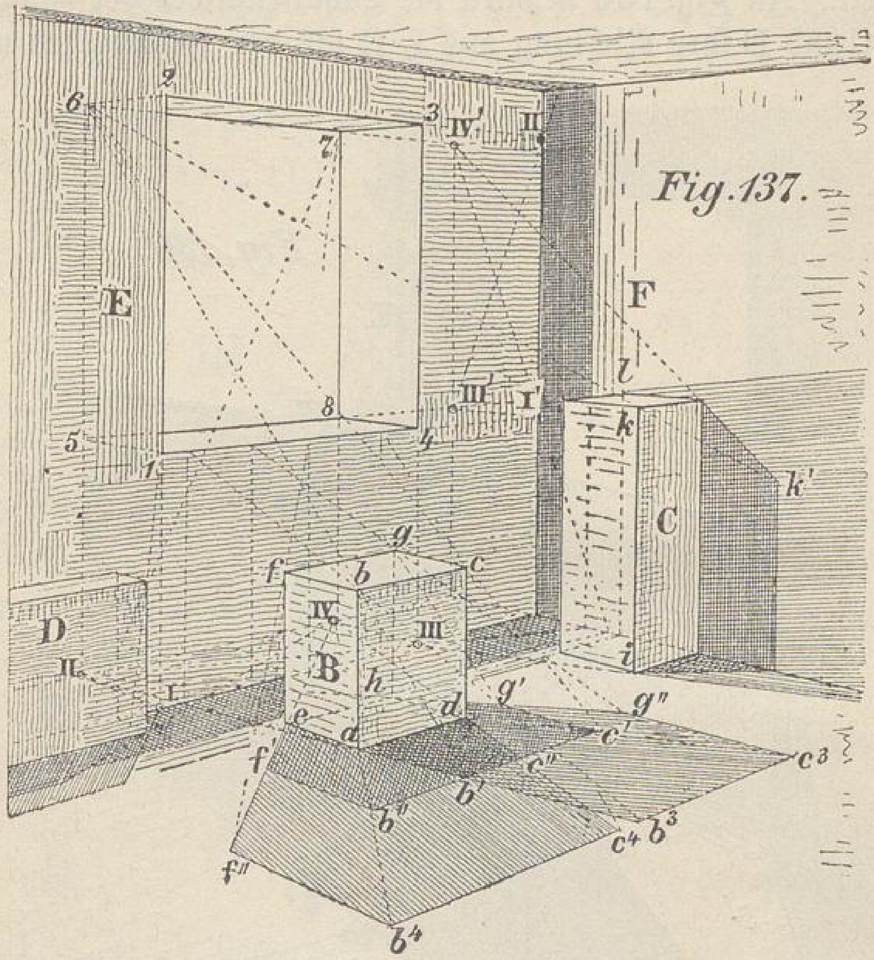
auf der Bodenfläche; I', II' sind Fußpunkte von 4, 1 und 3, 2 auf der Seitenwand E; im übrigen wurde bezüglich der Punkte 1, 2, 3, 4 als Lichtpunkte ebenso verfahren wie bei Fig. 135 (vergl. § 159, Fig. 118 und 119). Da ferner hier nicht nur die Eckpunkte 1, 2, 3, 4, sondern auch die Kanten und jeder in dem Viereck 1 2 3 4 liegende Punkt als leuchtend gilt, so folgt daraus, daß in Fig. 136 zwischen den Grenzen der Kernschatten und jenen der Halbschatten sehr viele Abstufungen vom Dunkeln zum Hellen stattfinden müssen und die äußersten Grenzen der Halbschatten nur sehr schwach oder auch gar nicht mehr wahrnehmbar sind, je nachdem das Lichtviereck 1 2 3 4 mehr oder weniger intensiv wirkt. In Fig. 136 nehmen die Schattenbilder der Flächen B, C und D ihre Richtung aus I, II als den Fußpunkten von



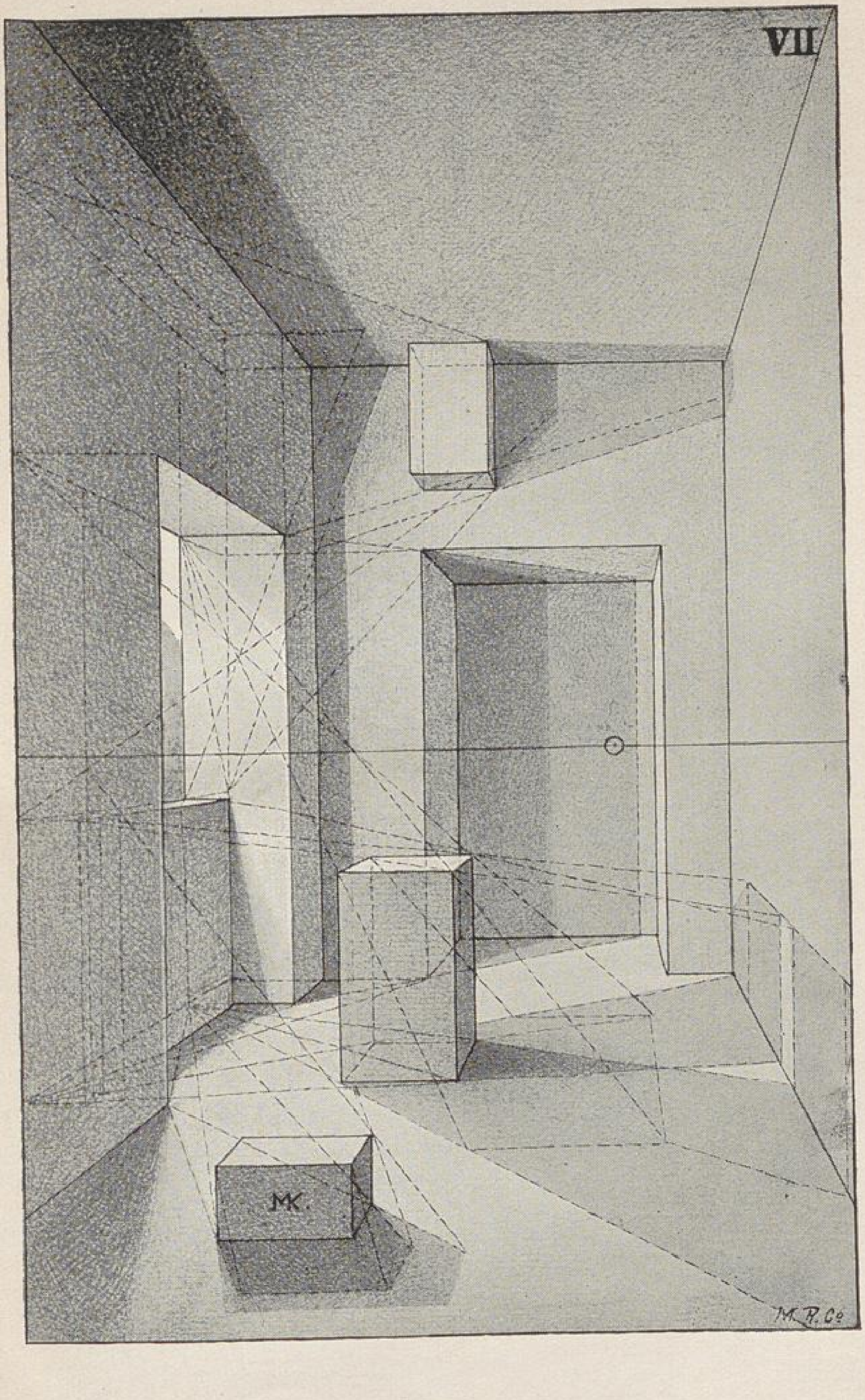
1, 2 und 4, 3 und für die Bestimmung der Schattengrenzen ml′, ml″ konnten auch die Fußpunkte II′, I′ auf der Wand E verwendet werden (vergl. § 159). Die Kernschatten der Flächen B, C, D sind a b′ c″ d, i k l′ m, n o p q. Da hier, der leichteren Erklärung halber, von einer Leibung der Fensteröffnung abgesehen wurde, so kann von der Wand F auch kein bestimmter Kernschatten angegeben werden.

§ 175. Aufgabe: Es sollen die Kern- und Halbschatten einfacher Gegenstände in einem Zimmer gefunden werden.

In Fig. 137 beachte man vor allem, daß sowohl die inneren Kanten 1 2, 2 3, 3 4, 4 1, wie auch die äußeren 5 6, 6 7, 7 8, 8 5 des Fensters für die Konstruktion der



Kern- und Halbschatten je nach Lage und Größe der schattenwerfenden Körper in Betracht kommen; so sind z. B. für den Körper B, dessen Höhe geringer ist als die Brüstungshöhe 1 1, die äußeren Punkte 6, 7, bezw. die Kante 6 7, sowie die Senkrechten 5 6, 7 8 für die Schattenbilder $a b' c' g' h$, und $e f' b'' c'' d$ und damit auch für den Kernschatten $a b' c'' d$ maßgebend, während für die äußersten Grenzen der Halbschatten gegen den Vordergrund zu, auch noch die Kante 1 4


VII
MK.
M. R. Co

insofern in Betracht kommt, als sie höher liegt wie die Kanten fb, bc, cg des Körpers B.

Zur Vereinfachung des Verfahrens sei noch bemerkt, daß auch hier Satz V des § 155 Geltung hat, somit, wenn z. B. ein Schattenpunkt b' oder b'' oder b^3 der Ecke b gefunden ist, die Schlagschattengrenzen von diesen Punkten aus parallel sind den in b zusammenstoßenden horizontalen Kanten fb, bc &c., also Schattengrenzen wie $b'c'$ oder b^3c^3, b^4c^4 &c. parallel bc bleiben, mithin $b'c'$, b^3c^3... und bc nach dem gleichen Fluchtpunkt konvergieren.

Für die auf dem Boden stehenden Gegenstände gelten, ebenso wie bei der Beleuchtung durch Kerzenlicht (siehe § 159), I, II, III, IV als Fußpunkte auf der Bodenfläche, und für die der Fläche F anliegenden Körper (z. B. für Körper C) gilt das gleiche von den Punkten I', II', III', IV'.

Infolge der Leibung des Fensters wirft hier auch die Wand E einen Kernschatten auf Boden, Seitenwand und Decke, wobei für den Kernschatten auf der Bodenfläche die Gerade 67 eine Leuchtkante und 14 die schattenwerfende oder Schattenkante ist; das Gleiche gilt auch von 56 und 43 bezüglich des Schattens auf der Wand F und von 58, 23 bezüglich des Schattens an der Zimmerdecke.

Tafel VII veranschaulicht ein in der Abtönung genauer ausgeführtes Beispiel über die Wirkung des Tageslichtes bei einem einfachen Interieur.

Einige Worte über Spiegelbilder.

§ 176. Wenn Lichtstrahlen auf undurchsichtige Körper oder Flächen fallen, so werden sie zurückgeworfen oder reflektiert, und zwar unter dem nämlichen Winkel, unter welchem sie auffallen; das heißt, der Reflexionswinkel ist gleich dem Einfallswinkel.

Ist die Fläche, auf welche Lichtstrahlen einfallen, rauh und uneben, so werden die Reflexionswinkel auf den verschiedenen Punkten der Fläche ebenfalls verschieden, und die zurückgeworfenen Strahlen zerstreuen sich, so daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, wodurch eine unbestimmte Reflexion entsteht. Die letztere ist nun auch, wie schon erwähnt (§ 171), der Grund, weshalb Schatten niemals absolut dunkel sind, weil sie das von der Atmosphäre und von den verschiedensten Gegenständen, als Häusern, Wolken 2c., zurückgeworfene (reflektierte) Licht zum Teil mehr oder weniger wieder erhellt. Ist hingegen die reflektierende Fläche vollständig glatt, wie z. B. eine polierte Stahlplatte, eine Spiegelscheibe oder eine ruhige Wasserfläche, so werden die von einem Punkte nach allen Seiten ausgehenden Strahlen (vergl. § 9) in bestimmter Richtung zurückgeworfen, und hierdurch entsteht das sogenannte Spiegelbild eines Gegenstandes, welcher sich vor oder über einer Spiegelfläche befindet.

Ein solches Bild giebt die Form und Farbe des Originals um so vollkommener wieder, je glatter, reiner und farbenfreier die Spiegelfläche ist.

Um zu ersehen, wie Spiegelbilder in perspektivischen Zeichnungen gefunden werden, betrachte man in der geometrischen Zeichnung Fig. 138 die Gerade ab als den Riß einer ebenen Fläche; über dieser Fläche befindet sich ein Originalpunkt P und bei O das Auge des Beschauers. Von allen aus P auf die Fläche ab fallenden Strahlen wird nur einer, nämlich Pc, in das Auge O zurückgeworfen, und das Bild des Punktes P wird also vom Auge auf derjenigen Stelle des Spiegels gesehen werden, wo der Reflexionswinkel v gleich dem Einfallswinkel u sein wird. Dies

Fig. 138.

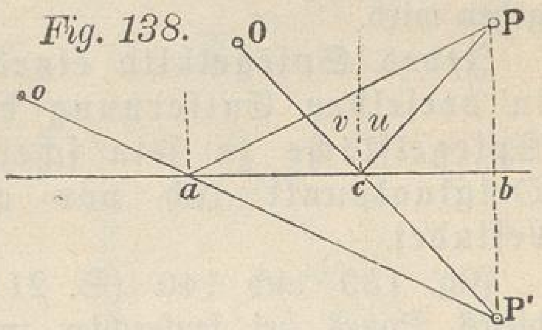


Fig. 139.

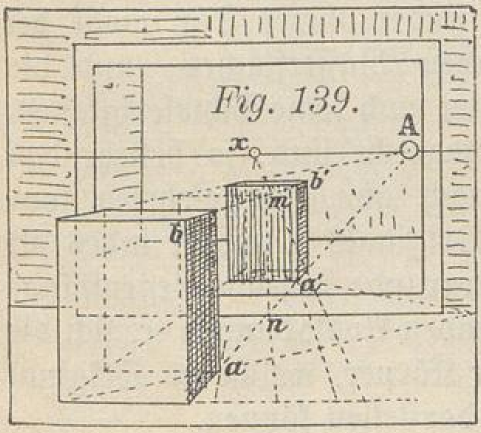
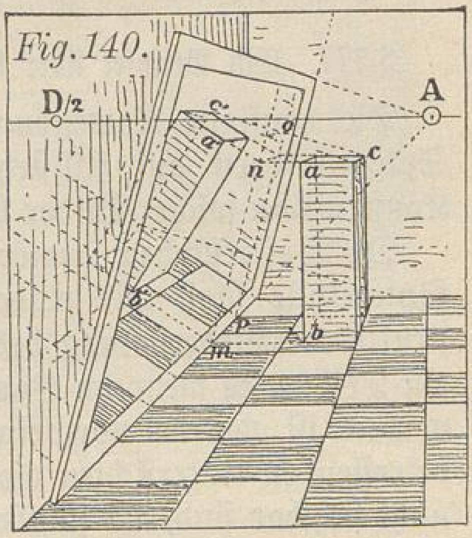


Fig. 140.



wird in Punkt c stattfinden, welchen man, wenn P und O gegeben sind, dadurch erhält, daß man P′b gleich Pb macht und von P′ nach O zieht. Dem Auge wird es nun scheinen, als ob sich das Spiegelbild von P in P′ befände, welcher Punkt in der verlängerten Geraden O c liegt, wodurch dem Auge O, c und P′ nur als ein Punkt erscheint. An der Erscheinung von P′ wird sich nun auch nichts ändern, wenn das Auge an einer anderen Stelle, z. B. bei o sich befindet, indem die Verlängerung eines jeden nach dem Auge gelangenden Strahles, wie z. B. o a, stets durch P′ gehen wird.

Jedes Spiegelbild eines Punktes wird also in derselben Entfernung hinter oder unter der Spiegelfläche zu sein scheinen, in welcher der Originalpunkt sich vor oder über derselben befindet.

Fig. 139 und 140 (S. 211) zeigen Anwendungen dieses Satzes bei senkrechter und schiefer Stellung der Spiegelflächen.

Man beachte nur, daß in Fig. 139 n a′ gleich n a, ebenso m b′ gleich m b gemacht wurden und in Fig. 140 die Gerade c o c′ rechtwinklig zu p o, d. h. rechtwinklig zur Spiegelfläche, und o c′ gleich o c ist ꝛc.

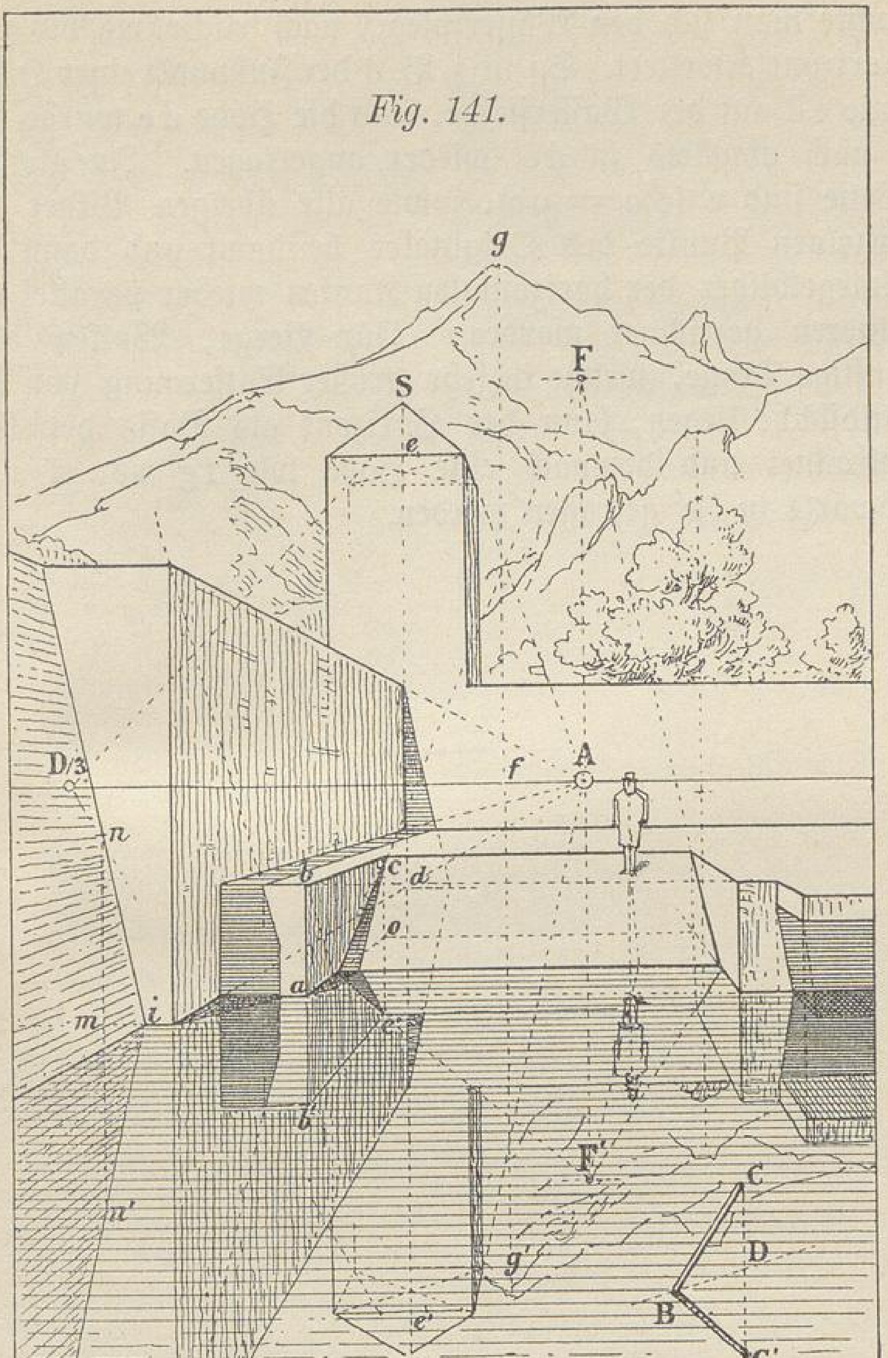
§ 177. Ein Beispiel über Wasserspiegelung.

Die häufigste Anwendung findet obiger Satz wohl bei Spiegelbildern auf stillstehenden Wasserflächen, und die Konstruktion solcher Bilder bietet auch keine Schwierigkeiten.

Da Wasserflächen immer wagrecht sind, so besteht das Spiegelbild bloß aus einer nach abwärts gekehrten konstruktiven Wiederholung des Originals*), wobei indes oft ein Teil durch mehr im Vordergrunde stehende Gegenstände verdeckt ist oder bei vorspringenden Ausladungen ꝛc. sich die betreffenden Untersichten dieser Körper, welche im Original nicht sichtbar sind, als sichtbar darstellen können.

---

*) Unter einer solchen Wiederholung ist jedoch nicht zu verstehen, daß etwa das Spiegelbild seiner perspektivischen Erscheinung nach dem Original völlig gleich sei, sondern es kann, je nach Horizonthöhe, Lage des Objektes ꝛc. sich sehr verschieden vom Originale darstellen, oder überhaupt nicht mehr sichtbar sein.



So ist z. B. in Fig. 141 a b′ gleich a b; m n′ gleich m n, wodurch man die Richtung i n′ als Spiegelbild der Böschungskante erhielt. Um das Bild e′ der Turmkante zu erhalten, dachte man sich den Wasserspiegel nach rückwärts bis zum Horizont erweitert. Es ist z. B. d der Fußpunkt einer Hilfslinie ed auf der Wasserfläche, und die Höhe de wurde von d nach abwärts in de′ wieder angetragen. In gleicher Weise sind c′ (c′o = oc), sowie alle übrigen Bilder der einzelnen Punkte des Originales bestimmt und dann die Spiegelbilder der horizontalen Kanten wieder parallel mit letzteren gezeichnet worden. Für Berge, Wolken oder sonstige Dinge, welche in sehr großer Entfernung von der Bildfläche liegen, kann der Horizont als Basis derselben betrachtet und demnach eine Höhe wie fg von f nach abwärts in fg′ getragen werden.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Liebhaberkünste. (W. Friedrich.) 2. Aufl. 210 Abb. 1905. 2.50.
Literaturgeschichte, allgem. (A. Stern.) 4. Aufl. 1906. 4.—.
Literaturgeschichte, deutsche. (Möbius-Klee.) 7. Aufl. 1896. 2.—.
Logarithmen. (M. Meyer.) 3 Taf. u. 7 Textabb. 1898. 2.50.
Logik. (Kirchner.) 3. Aufl. 36 Abb. 1900. 3.—.
Luftsport s. Körperpflege.
Lunge. (Niemeyer-Gerster.) 9. Aufl. 41 Abb. 1900. 3.—.
Lungenkrankheiten s. Infektionskrankh.
Lustfeuerwerkerei. (G. A. v. Nida.) 124 Abb. 1883. 2.—.
Magen u. Darm. (E. v. Sohlern.) 2 Abb. u. 1 Taf. 1895. 3.50.
Magnetismus s. Physik.
Malaria s. Infektionskr.
Malerei. (K. Raupp.) 5. Aufl. 55 Abb. u. 9 Tafeln. 1911. 3.—.
— s. auch Liebhaberk., Porzellan- u. Glasm.
Mandelentzündung s. Infektionskrankh.
Markscheidekunst. (O. Brathuhn.) 2. Aufl. 190 Abb. 1906. 3.—.
Maschinen s. Dampferzeuger, Dampfkessel, Verbrennungskraftmaschinen.
Maschinenelemente. (Ofterdinger.) 595 Abb. 1902. 6.—.
Maschinenlehre, allg. (Th. Schwartze.) 327 Abb. 1903. 6.—.
Masern s. Infektionskrankheiten.
Massage. (Preller-Wichmann.) 2. Aufl. 89 Abb. 1903. 3.50.
Mechanik. (Huber-Lange.) 8. Aufl. 233 Abb. 1910. 3.50.
Mechan. Technologie s. Technologie.
Meereskunde, allgem. (J. Walther.) 72 Abb. u. 1 Karte. 1893. 5.—.
Metallurgie. (Fischer.) 29 Abb. 1904. 5.—.
Metaphysik. (G. Runze.) 1905. 5.—.
Meteorologie. (Bebber.) 3. Aufl. 63 Abb. 1893. 3.—.
Mikroskopie. (S. Garten.) 2. Aufl. 152 Abb. u. 1 farb. Taf. 1904. 4.—.
Milch, künstl. s. Chem. Technologie.
Milchwirtschaft. (Eug. Werner.) 23 Abb. 1884. 3.—.
Mimik und Gebärdensprache. (K. Skraup.) 2. Aufl. 58 Abb. 1907. 3.50.
Mineralogie. (Eug. Hussak.) 6. Aufl. 223 Abb. 1901. 3.—.
Motoren s. Dampferzeuger, Dampfkessel. Verbrennungskraftmaschinen.
Münzkunde. (H. Dannenberg.) 2. Aufl. 11 Taf. Abb 1899. 4.—.
Musik. (Lobe-Hofmann.) 29. Aufl. 1910. 1.50.
Musikgeschichte. (Musiol-Hofmann.) 33 Abb. 1905. 4.50.
Musikinstrumente. (R. Hofmann.) 6. Aufl. 1205 Abb. u. Notenbeispiele. 1903. 4.—.
Musterschutz s. Patentwesen usw.
Mythologie. (Kroker.) 73 Abb. 1891. 4.—.
Nagel s. Haut, Haare, Nägel.
Nahrungsmittelchemie.* (Varges.) 178 Abb. u. 3 farb. Taf. 1907. 10.—.
Naturlehre. (C. Brewer.) 4. Aufl. 53 Abb. 1893. 3.—.
Nautik. (R. Zeltz.) 68 Abb. 1906. 4.—.
Nervosität. (Möbius.) 3. Aufl. 1906, 2.50.
Nivellierkunst. (C. Pietsch.) 6. Aufl. 61 Abb. 1908. 2.—.
Numismatik s. Münzkunde.
Nutzgärtnerei. (Jäger-Wesselhöft.) 6. Aufl. 75 Abb. 1905. 3.—.
Obstbau s. Nutzgärtnerei.
Obstverwertung. (Joh. Wesselhöft.) 45 Abb. 1897. 3.—.
Ohr, das. (E. R. Hagen.) 2. Aufl. 45 Abb. 1883. 2.50.
Öle s. Chemische Technologie.
Optik s. Physik.
Orden s. Ritter- und Verdienstorden.
Organisation, die kaufmänn. i. Fabrikbetriebe. (Stern.) 30 Abb. 1910. 4.50.
Orgel. (Richter-Menzel) 24 Abb. 1896. 3.—
Ornamentik. (F. Kanitz.) 6. Aufl. 137 Abb. 1902. 2.50.
Pädagogik. (F. Kirchner.) 1890. 2.—.
Pädagogik, Geschichte der. (Friedr. Kirchner.) 1899. 3.—.
Paläontologie. s. Versteinerungskunde.
Patentwesen. (Sack.) 3 Abb. 1897. 2.50.
Perspektive, angewandte. (Kleiber.) 5. Aufl. 152 Abb. 1911. 3.—.
Petrefaktenkunde s. Versteinerungskunde.
Petrographie. (J. Blaas.) 2. Aufl. 86 Abb. 1898. 3.—.
Pferdedressur. s. Fahrkunst u. Reitkunst.
Pflanzen, d. leucht. s. Tiere.
Pflanzenmorphologie, vergleichende. (E. Dennert.) 600 Abb. 1894. 5.—.
Philosophie (J. H. v. Kirchmann.) 4. Aufl. 1897. 3.—.
Philosophie, Geschichte d. (Kirchner-Runze.) 4. Aufl. 1911. 4.50.
Photographie, praktische. (H. Keßler.) 6. Aufl. 149 Abb. 1906. 4.50.
Phrenologie. (G. Scheve.) 8. Aufl. 19 Abb. 1896. 2.—.
Physik. (Kollert.) 6. Aufl. 164 Abb. 1903. 7.—.
Physik, Geschichte der. (E. Gerland.) 72 Abb. 1892. 4.—.
Physiologie d. Mensch. (Fr. Scholz.) 58 Abb. 1883. 3.—.
Planetographie. (Lohse.) 15 Abb. 1894 3.50.
Planimetrie. (Riedel.) 190 Abb. 1900. 4.—.
Pocken s. Infektionskrankheiten.
Poetik, deutsche. (Joh. Minckwitz.) 3. Aufl. 1899. 2.50.
Porzellan- und Glasmalerei. (R. Ulke.) 77 Abb. 1894. 3.—.

Projektionslehre. (Hoch) 3. Aufl. 155 Abb. 1907. 2.50
Psychologie. (Kirchner.) 2. Aufl. 1896. 3.—.
Pulverfabrikation s. Chem. Technologie.
Pyrotechnik s. Lustfeuerwerkerei.
Radfahrsport. (K. Biesendahl.) 105 Abb. 1897. 3.—.
Raumberechnung. (E. Pietsch.) 4. Aufl. 55 Abb. 1908. 1.80.
Rechnen s. Arithmetik.
Rechnen, kaufm. (R. Stern.) 1904. 5.—.
Redekunst. (Benedix.) 6. Aufl. 1903. 1.50.
Registratur- und Archivwissenschaft. (Holtzinger u. Leist.) 2. Aufl. 1908. 4.—.
Reich, das Deutsche. (Zeller-Sala.) 3. Aufl. 2. Bände. 1909. 8.—.
Reitkunst. (A. Kästner.) 4. Aufl. 73 Abb. 1892. 6.—.
Religionsphilosophie. (Runze.) 1901. 4.—.
Rheumatismus s. Gicht, Infektionskr.
Ritter- und Verdienstorden. (M. Gritzner.) 760 Abb. 1893. 9.—., Pergamentbd. 12.—.
Rodelsport s. Wintersport.
Rosen und Sommerblumen.*) (W. Mütze.) 160 teils farb. Abb. 1910. 10.—.
Ruder- und Segelsport. (O. Gusti.) 66 Abb. u. 1 Karte. 1908. 4.—.
Ruhr s. Infektionskrankheiten.
Säbelfechtschule. 27 Abb. 1907. 1.50.
Säugetiere, Vorfahr. der. (A. Gaudry-Marshall.) 40 Abb. 1891. 3.—.
Schachspielkunst. (Portius.) 12. A. 1901. 2.50.
Scharlach s. Infektionskrankheiten.
Schattenkonstruktion s. Perspektive.
Schauspielkunst s. Dramaturgie.
Schlitten-, Schlittschuhsport s. Wintersp.
Schlosserei. (Hoch.) 1. Teil. 256 Abb. 1899. 6.—. 2. Teil. 288 Abb. 1899. 6.—. 3. Teil. 201 Abb. 1901. 4.50.
Schneeschuhsport s. Wintersport.
Schönheitspflege s. Haut, Toilettenchemie.
Schornsteine s. Dampferzeuger, Dampfk.
Schreibunterricht. (G. Funk.) 3. Aufl. 82 Fig. 1893. 1.50.
Schwangerschaft s. Frau, die junge.
Schwimmkunst. (Krohn.) 3. Aufl. 105 Abb. 1911. 2.—.
Schwindsucht s. Infektionskrankheiten.
Segelsport s. Ruder- und Segelsport.
Seifenfabrikation s. Chem. Technologie.
Selbsterziehung. (Blackie-Kirchner.) 3. Aufl. 1903. 2.—.
Sinne u. Sinnesorgane der nied. Tiere. (Jourdan-Marshall.) 48 Abb. 1891. 4.—.
Sitte, die feine s. Ton, der gute.
Sittenlehre s. Ethik.
Ski s. Wintersport.
Sozialismus. (Haushofer.) 1896. 3.—.
Soziologie. (R. Eisler.) 1903. 4.—.
Spiele s. Bewegungssp., Kindergarten, Lawn-Tennis.
Spinnerei, Weberei u. Appretur. (R. Reiser.) 4. Aufl. 348 Abb. 1901. 6.—.
Spiritusbrennerei s. Chem. Technologie.
Sport s. Bergsteigen, Fahrkunst, Hiebfechtschule, Jagdkunde, Körperpflege, Radfahrsport, Reitkunst, Ruder- und Segelsp., Säbelfechtschule, Schwimmkunst, Stoßfechtschule, Turnkunst und Wintersport.
Sprache und Sprachfehler des Kindes. (H. Gutzmann.) 22 Abb. 1894. 3.50.
Sprache, deutsche s. Wörterbuch, deutsch.
Sprachlehre, deutsche. (Michelsen-Nedderich.) 4. Aufl. 1898. 2.50.
Sprachorgane s. Gymnastik d. Stimme.
Sprengstoffe s. Chem. Technologie.
Sprichwörter s. Zitatenlexikon.
Staatsrecht s. Reich, das Deutsche.
Städtebau s. Erd- und Straßenbau.
Stalldienst u. Stallpflege s. Fahrkunst.
Statik. (W. Lange.) 284 Abb. 1897. 4.—.
Stenographie. (Krieg.) 3. Aufl. 1900. 3.—.
Stereometrie. (R. Schurig u. E. Riedel.) 159 Abb. 1898. 3.50.
Stile s. Baustile u. Ornamentik.
Stilistik. (Michelsen-Nedderich.) 3. Aufl. 1908. 2.50.
Stimme, Gymnastik der. (O. Guttmann.) 7. Aufl. 26 Abb. 1908. 3.50.
Stoßfechtschule. 42 Abb. 1892. 1.50.
Stottern s. Sprache und Sprachfehler.
Straßenbau s. Erd- u. Straßenbau.
Sträucher s. Blütenstauden.
Tanzkunst. (Klemm-Engelhardt.) 8. Aufl. 93 Abb. u. zahlr. Notenbeisp. 1910. 3.50. — s. auch Ästhetische Bildung.
Technologie, chem. (P. Kersting u. M. Horn.) 1. Teil. Anorgan. Verbind. 70 Abb. 1902. 5.—. 2. Teil. Organ. Verbind. 72 Abb. 1902. 5.—. 3. Teil s. Hüttenkunde. 4. Teil s. Metallurgie.
Technologie, mech. (A. v. Ihering.) 2. Aufl. 349 Abb. 104. 4.—.
Teichwirtschaft s. Fischzucht usw.
Telegraphie elektr. (G. Schmidt.) 7. Aufl. 484 Abb. 1906. 6.—.
Textilindustrie s. Spinnerei usw.
Tiefbrand s. Liebhaberkünste.
Tiere, geograph. Verbreitung der. (Trouessart-Marshall.) 1892. 4.—.
Tiere u. Pflanzen, die leuchtend. (H. Gadeau de Kerville, deutsch von W. Marshall.) 28 Abb. 1893. 3.—.
Tierheilkunde, landwirtsch. s. Hilfe, erste.
Tierzucht, landwirtsch. (E. Werner.) 20 Abb. 1880 2.50.
Tintenfabrikation s. Chem. Technologie.
Toilettenchemie. (Hirzel.) 4. Aufl. 89 Abb. 1892. 7.50., in Halbfranzband 9.—.
Ton, der gute, und die feine Sitte. (E. v. Adlersfeld-Ballestrem.) 4. Afl. 1906. 2.—. s. auch Ästhetische Bildung usw.

Tonwarenindustrie s. Chem. Technologie.
Trichinenkrankheit s. Infektionskrankh.
Trichinenschau. (F. W. Rüffert.) 3. Aufl. 52 Abb. 1895. 1.80.
Trigonometrie. (F. Bendt.) 4. Aufl. 42 Figuren. 1911. 2.—.
Tuberkulose s. Infektionskrankheiten.
Turnkunst. (Kloß-Schlenker.) 7. Aufl. 105 Abb. 1905. 4.—.
Typhus s. Infektionskrankheiten.
Überhitzer s. Dampferzeuger.
Uhrmacherkunst. (Rüffert.) 4. Aufl. 252 Abb. u. 5 Tabellen. 1891. 4.—.
Unfallversicherung. (Wengler.) 1898. 2.—.
Uniformkunde. (R. Knötel.) Mit über 1000 Einzelfiguren. 1890. 6.—.
Ventilation s. Heizung usw.
Verbrennungskraftmasch. u. Generatoren.* (F. Spielmann.) 100 Abb. 1907. 6.—.
Verfassung d. D. R. s. Reich.
Versicherungswesen s. Invalid.-, Kranken- u. Unfallversicherung.
Verskunst, deutsche. (Rod. Benedix.) 3. Aufl. 1894. 1.50.
Versteinerungskunde. (Hipp. Haas.) 2. Aufl. 234 Abb. u. 1 Taf. 1902. 3.50.
Villen u. kl. Familienhäus. (Aster.) 11. Aufl. 122 Abb. 1906. (Fortsetzung dazu s. Familienhäuser für Stadt u. Land.) 5.—.
Violine u. Violinspiel. (R. Jockisch.) 19 Abb. u. zahlr. Notenbeispiele. 2. Afl. 1911. 2.50.
Vögel, d. Bau der. (W. Marshall.) 229 Abb. 1895. 7.50.
Völkerkunde. (Schurtz.) 67 Abb. 1893. 4.—.
Völkerrecht. (A. Zorn.) 2. Aufl. 1903. 4.—.
Volkswirtschaftslehre. (Schober-Schulze.) 6. Auflage. 1905. 6.—.
Vortrag, d. mündl. (R. Benedix.) 1. Teil. Reine u. deutl. Aussprache. 11. Aufl. 1911. 1.50. 2. Teil. Richtige Betonung und Rhythmik. 5. Aufl. 1904. 3.—. 3. Teil. Schönheit des Vortrages. 5. Aufl. 1901. 3.50.
— s. Redekunst, Gymnastik der Stimme.
Vorwärmer s. Dampferzeuger.
Wappenkunde s. Heraldik.
Warenkunde. (Pietsch.) 7. Aufl. 1909. 3.50.
Wärmekraftmaschinen s. Dampfkessel.
Warenzeichenschutz s. Patentwesen.
Wäscherei, Reinigung und Bleicherei. (H. Grothe.) 2. Aufl. 41 Abb. 1905. 7.50.
— s. a. Chem. Technologie, Wollwäsch.
Wasserbau. (K. Schiffmann.) 605 Text- u. 8 Tafeln Abb. 1905. 7.50.
Wasserkur. (E. Preller.) 38 Abb. 1891. 3.50.
— s. auch Körperpflege.
Wasserversorgung d. Gebäude. (W. Lange.) 282 Abb. 1902. 3.50.
Wechselrecht, allgemein. deutsches. (Arenz.) 3. Aufl. 1884. 2.—.
Weinbau, Rebenkultur, Weinbereitung u. Kellerwirtschaft. (Dochnahl-Babo.) 3. Aufl. 55 Abb. 1896. 2.50.
Weinbereitung s. a. Chem. Technologie.
Weltgeschichte. (Flathe.) 3. Aufl. 1899. 3.50.
Wintersport. (Luther.) 156 Abb. 1912. 3.—.
— s. auch Körperpflege.
Wissenschaften, Geschichte d. (Rud. Eisler.) 1906. 6.—.
Witterungskunde s. Meteorologie.
Wochenbett s. Frau, die junge.
Wohnung d. Neuzeit.*) (E. Haenel u. H. Tscharmann.) 244 teils farb. Abb. 1908. 7.50.
Wollwäscherei u. Karbonisation. Mit Anh. Kunstwollfabrikation. (A. Ganswindt.) 80 Abb. 1905. 4.—.
Wörterbuch, deutsches. (Kaltschmidt-Lehnert.) 1900. 7.50.
Zeichnen, geometr. s. Projektionslehre.
Zeugdruck s. Färberei und Zeugdruck.
Ziegelfabrikation s. Chem. Technologie.
Ziergärtnerei. (Jäger-Wesselhöft.) 104 Abb. 1901. 3.50.
Zimmergärtnerei. (Lebl.) 2. Aufl. 86 Abb. 1901. 3.—.
Zitatenlexikon. (D. Sanders.) 3. Aufl. 1910. 5.—, in Geschenkeinband 6.—.
Zoologie. (Marshall.) 207 Abb. 1901. 7.50.
Zuckerfabrikation s. Chem. Technologie.
Zündhölzerfabrikation s. Chem. Technol.
Zündmittel s. Chem. Technologie.

Verzeichnisse mit Inhaltsangabe jedes Bandes stehen unentgeltlich zur Verfügung.

ngewandte Perspektive