

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 28 (1963-1967)

Artikel: Perspektomat P-40, ein selbstzeichnender Apparat für
Parallelperspektive
Autor: Forster, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-585730>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

PERSPEKTOMAT P-40, ein selbstzeichnender Apparat für Parallelperspektive.

von F. FORSTER, Schaffhausen

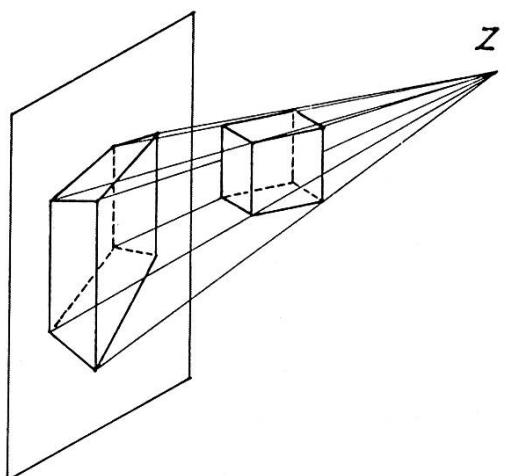
Entstehung des Apparates

Der PERSPEKTOMAT P-40 ist sozusagen ein Kind der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen. Im Januar 1963 führte ich in ihrem Kreise einen Apparat für Zentralperspektive vor. Dies ist ein Apparat, welcher die durch Grundriss und Höhenangaben festgelegten Punkte eines Körpers von einem frei wählbaren Zentrum aus auf eine Bildebene projiziert. Dort werden sie vom Zeichner fixiert und zum fertigen perspektivischen Bild verbunden. Mit Hilfe dieses Gerätes lassen sich in erstaunlich kurzer Zeit zentralperspektivische Darstellungen von Maschinen, Gebäuden, Brücken und Strassen zeichnen. In der anschliessenden Diskussion fragten mich die Herren Forstmeister Arthur Uehlinger und Kantonsschullehrer Dr. Hans Hübscher, ob es mir nicht möglich wäre, ein einfaches Gerät für Parallelperspektive zu bauen, da die herkömmliche Methode des Blockbildzeichnens sehr mühsam sei und darum wenig verwendet werde. Hätte man jedoch einen Apparat zur Verfügung, so würden mehr Blockbilder gezeichnet, was sehr wünschenswert wäre. Denn im Geographie- und Geologieunterricht kommt dem Blockbild grosse Bedeutung zu, weil es das Verständnis der morphologischen und geologischen Gestaltung wesentlich fördert.

Herr Uehlinger überliess mir das Buch von Prof. Georg Wagner «Raumbilder zur Erd- und Landschaftsgeschichte Südwestdeutschlands», in welchem die herkömmliche Methode ausführlich beschrieben ist (ich komme weiter unten auf diese Methode zurück). Ich sah sofort, dass die Verwendung des Zentralperspektivgerätes keine Zeitersparnis gebracht hätte, weshalb ich ver-

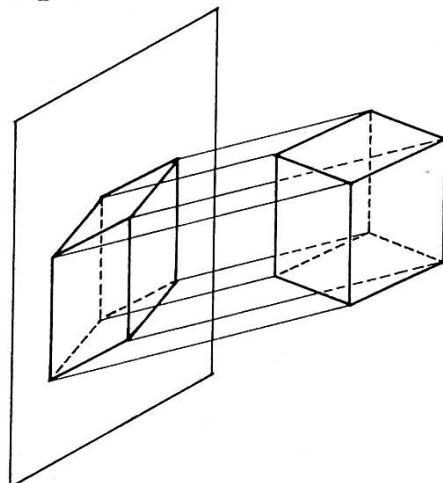
suchte, einen neuen Apparat, und zwar für Parallelperspektive, zu konstruieren. Ein erstes gebrauchsfähiges Modell für den üblichen Projektionswinkel von 30° lag bald vor, doch war es noch ein langer Weg bis zur heutigen Ausführung. Als besonders vorteilhaft erwiesen sich die Trennung von Karten- und Zeichenfläche mit Hilfe eines Parallelogrammgelenkes und eine pneumatische Abhebevorrichtung für den Zeichenstift.

Fig. 1



Zentralperspektive

Fig. 2

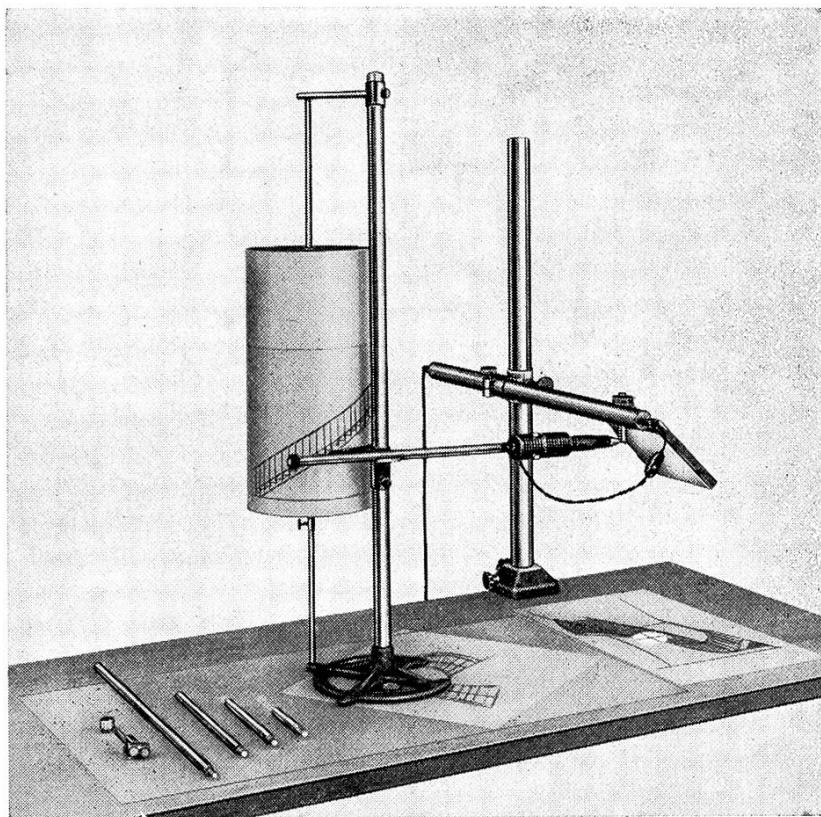


Parallelperspektive

Verschiedene wesentliche Verbesserungen sind auf Kundenwünsche zurückzuführen. Zuerst war nur Modell A vorhanden, mit 4 Bohrungen für die Projektionswinkel 40° , $35\frac{1}{4}^\circ$, 30° und 25° . Herr Professor Dal Vesco (ETH Zürich) wünschte einen grösseren Bereich des Projektionswinkels und eine feinere Abstufung desselben. Dies führte zum Modell B mit den einstellbaren Gleitschuhen und den Skalen für alle Winkel von 60° bis 9° . Herr Professor Nabholz (Universität Bern) wünschte eine Rastvorrichtung für gleichmässige Einstellung der Äquidistanz, damit man Profile rasch aus den topographischen Karten zeichnen könne. Daraus wurde dann Modell C, mit dem man auch schräg verlaufende Linien (Flüsse, Strassen, Falllinien, geologische Schichtgrenzen usw.) direkt ins perspektivische Bild eintragen kann. Und ein graphisches Büro wünschte einen Tusche-schreiber. Mit Hilfe dieses Tusche-Einsatzes und einer gelochten Acrylharzscheibe als Kreisführung lassen sich Ellipsen in Tusche bis zur grossen Achse von 400 mm zeichnen. Der Apparat eignet sich daher auch gut für Maschinoperspektive, nämlich zum Zeichnen kleiner Maschinenteile und für Ersatzteilkataloge.

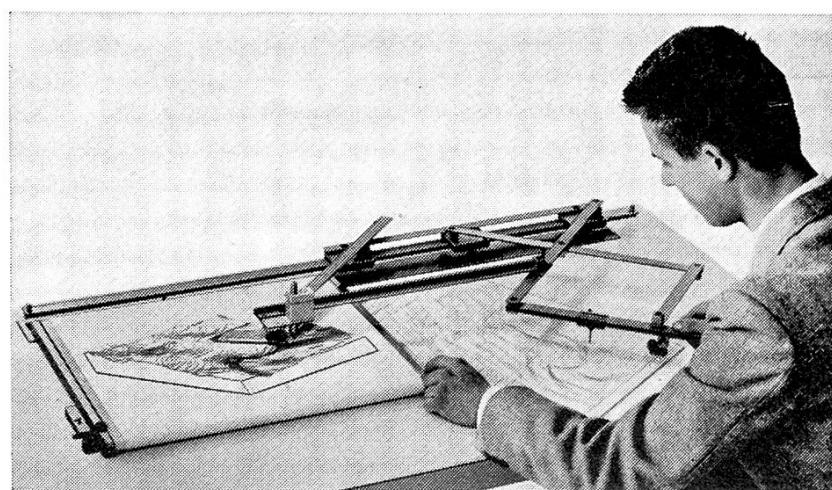
Perspektomat C-U

optisch-mechanischer Universalapparat für alle Arten von Zentralperspektiven



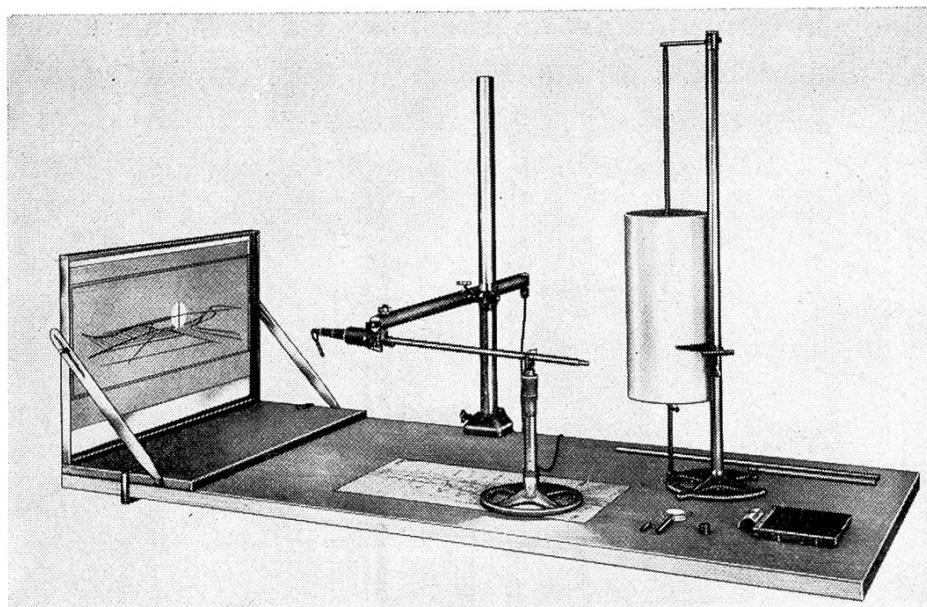
Perspektomat P-40

selbstzeichnender Apparat für Parallelperspektive



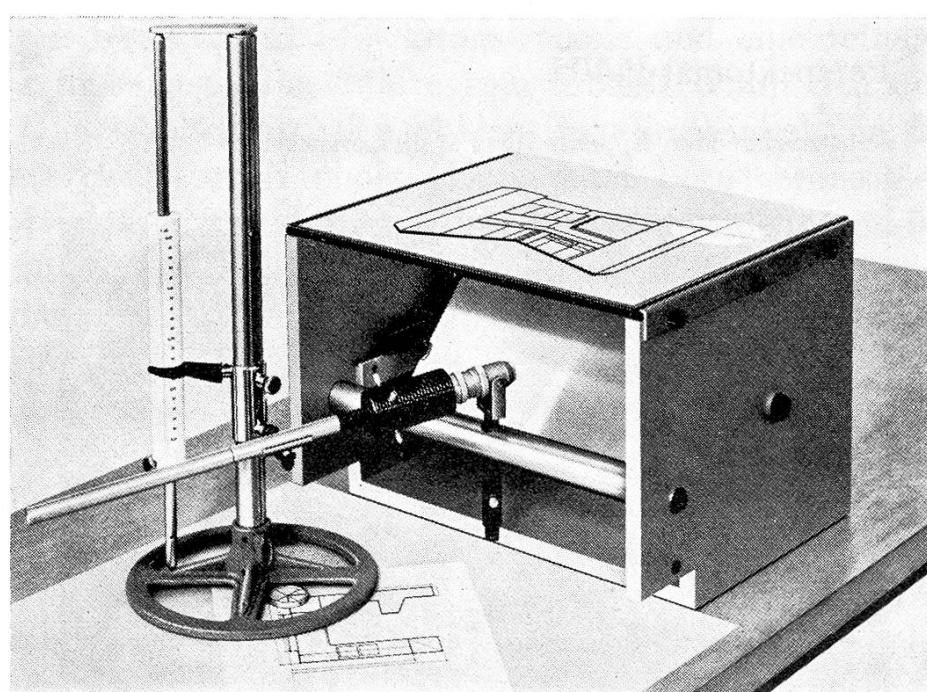
Perspektomat C-U/S

Spezialapparat für Strassenperspektive



Perspektomat C-I

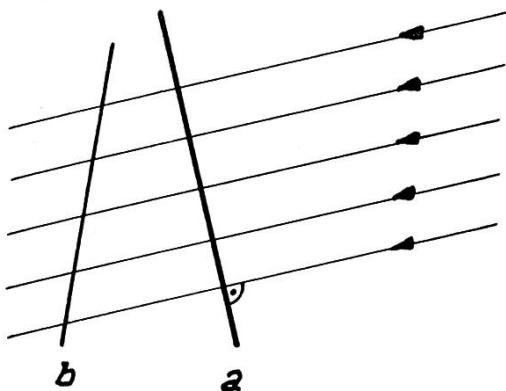
Spezialapparat für Innenperspektive



DIE THEORETISCHEN GRUNDLAGEN DES APPARATES

Im Gegensatz zur Zentralperspektive, bei welcher die Projektionsstrahlen von einem Punkt aus durch den Körper gehen, verlaufen sie bei der Parallelperspektive parallel. Man könnte auch sagen, es sei eine Zentralperspektive, bei welcher sich das Projektionszentrum im Unendlichen befindet (Fig. 1 u. 2).

Fig. 3



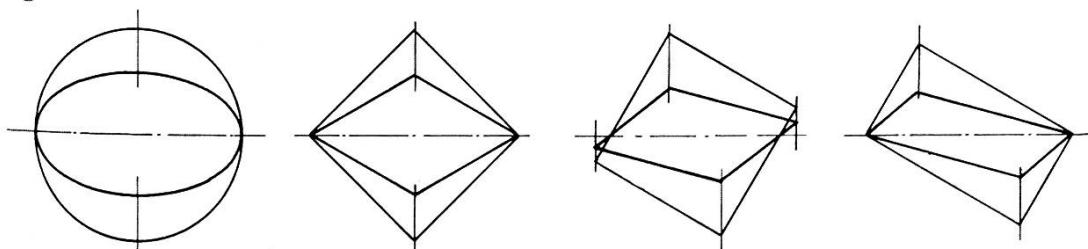
Stehen die Projektionsstrahlen senkrecht auf der Zeichenebene (Fall a in Fig. 3), so spricht man von normaler Parallelperspektive oder Axonometrie, stehen sie schief, so liegt schiefe Axonometrie vor (Fall b in Fig. 3). Der PERSPEKTOMAT P-40 liefert Bilder in normaler Axonometrie.

Parallelperspektivische Darstellungen ebener Figuren

Man kann sich die Entstehung parallelperspektivischer Bilder sehr einfach folgendermassen vorstellen:

Blickt man senkrecht von oben (genau genommen aus unendlich weiter Entfernung) auf einen Kreis, ein Quadrat, ein Rechteck oder eine andere ebene Figur (z. B. eine in sich geschlossene Höhenkurve), so sieht man die Figuren in ihrer wahren Gestalt (Grundriss). Dreht man das Zeichenblatt um eine horizontale Achse, so verändert sich der Linienzug: In der zur Drehachse parallelen Richtung bleiben die Dimensionen gleich, in der Richtung zur Achse jedoch werden sie verkürzt. Aus dem Kreis wird eine Ellipse, aus dem Quadrat wird ein Rhombus oder ein Rhomboid, je nach der Lage, aus dem Rechteck ein Rhomboid.

Fig. 4

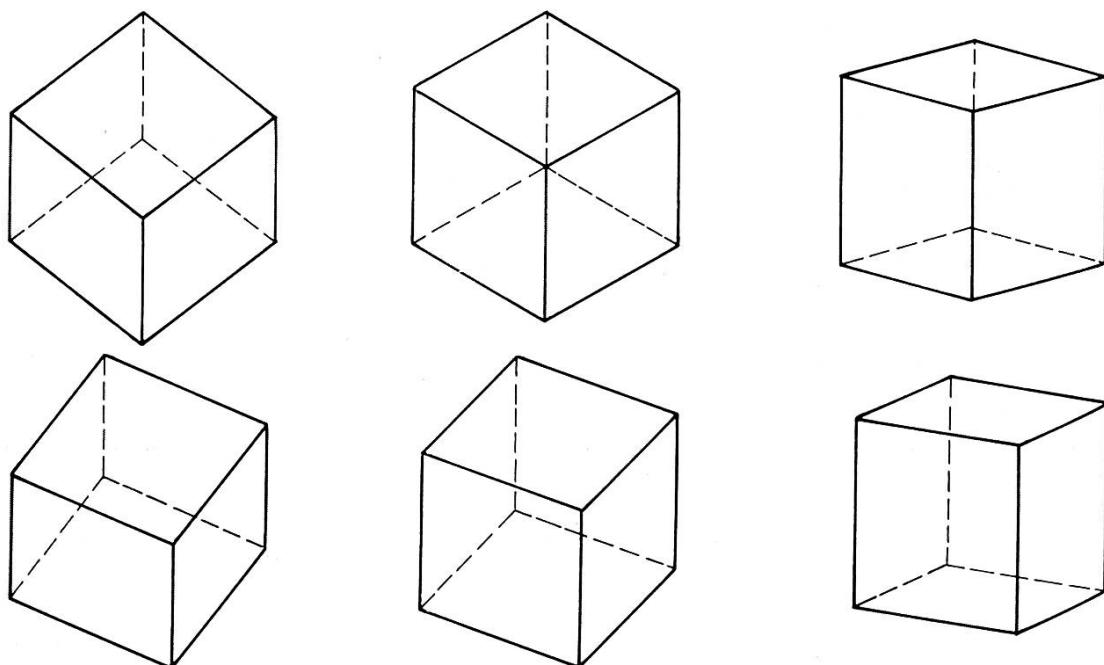


Das gleiche Ergebnis erhalten wir, wenn wir nicht das Zeichenblatt, sondern die Blickrichtung drehen, d. h. wenn wir nicht mehr senkrecht, sondern schräg auf das Blatt blicken. Die bei der Drehung entstehenden Figuren sind einander nicht mehr ähnlich, sondern affin.

Parallelperspektivische Darstellungen von Körpern

Auch hier besteht zwischen den beiden Methoden — Drehung des Objekts bei senkrechter Blickrichtung oder Drehung der Blickrichtung bei ruhendem Objekt — kein Unterschied. Der Einfachheit halber befassen wir uns hier nur mit der normalen Axonometrie, d. h. die Bildebene steht immer senkrecht auf den Projektionsstrahlen.

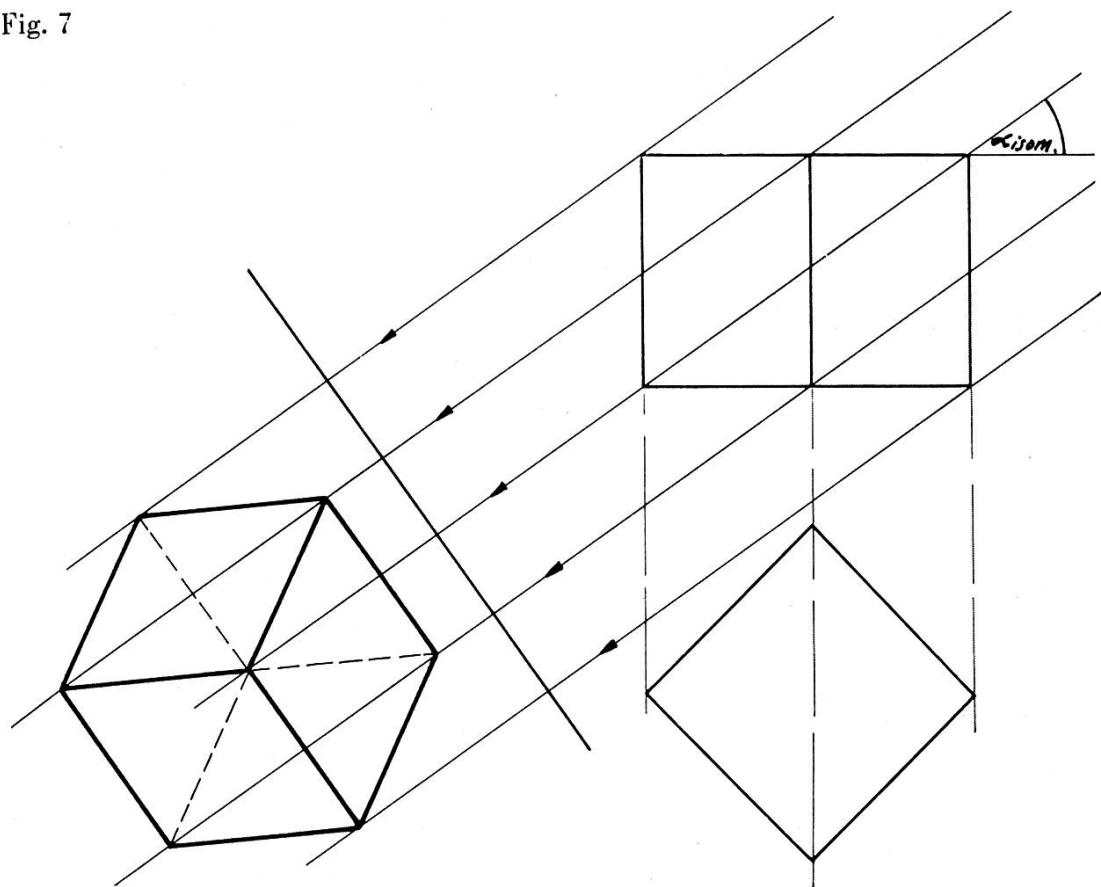
Fig. 5 und 6



In Fig. 5 sind die Projektionen eines Würfels unter drei verschiedenen Winkeln (50° , 35° , 16° , 15°) dargestellt, wobei die oberen und unteren Flächendiagonalen senkrecht, bzw. parallel zur Drehachse verlaufen. Fig. 6 zeigt die Projektionen unter den gleichen Winkeln, jedoch mit abgedrehten Flächendiagonalen.

Das mittlere Bild in Fig. 5 stellt den Spezialfall der Isometrie dar (von *iso*, d. h. *gleich*). Alle Würfelkanten erscheinen in dieser Projektionsart in gleicher Länge, die drei Raumrichtungen x, y und z werden also im gleichen Verhältnis verkürzt. Wie aus der

Fig. 7



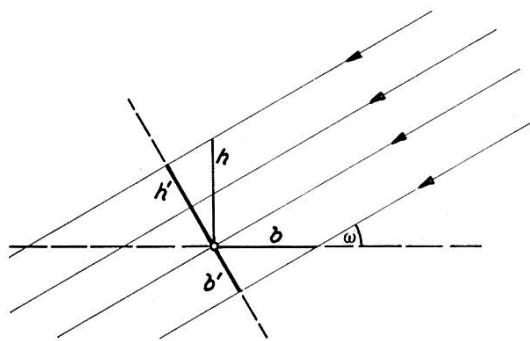
Figur hervorgeht, decken sich der vordere obere und der hintere untere Eckpunkt des Würfels, die Projektionsstrahlen verlaufen somit in der Richtung einer Körperdiagonalen. Fig. 7 zeigt, wie man das isometrische und zugleich symmetrische Würfelbild durch zweimaliges Umklappen der Grundrissprojektion erhält. Den Tangens des Projektionswinkels (Winkel zwischen Projektionsrichtung und Deck- bzw. Bodenfläche) erhält man, wenn man die Körperkante a durch die Flächendiagonale $a\sqrt{2}$ dividiert. Daraus ergibt sich ein Projektionswinkel von $35\frac{1}{4}^\circ$ (genau $35^\circ 16'$). Dieser Winkel ist auf den drei Skalen des Apparates rot eingetragen. Damit auch die Senkrechten isometrisch richtig verkürzt werden, liegt jedem Apparat ein besonderes Isometriepapier bei (verkleinertes «Millimeterpapier»). Der Isometrie kommt bei Blockbildern keine besondere Bedeutung zu, wohl aber bei der Darstellung von Maschinenteilen, weil Grund-, Auf- und Seitenriss miteinander vertauscht werden können.

Zeichnerische Konstruktion parallelperspektivischer Bilder

Sind von einem geometrischen Körper, wozu ausser mathematischen Körpern auch Maschinen und Maschinenteile gehören,

die Dimensionen in Grundriss und Höhe bekannt, so kann man durch zwei- oder mehrmaliges Umklappen gemäss Fig. 7 die gewünschte Darstellung in normaler Axonometrie erhalten. Dieses Verfahren ist jedoch bei komplizierten Gebilden schwierig oder praktisch sogar unmöglich. Bei der grossen Gruppe der prismatischen Körper ist das Verfahren nach Abb. 5 und 6 einfacher. Als prismatische Körper im allgemeinen Sinn bezeichnet man alle Körper, die von zwei parallelen, kongruenten und gleichliegenden Flächen begrenzt sind. Hiezu gehören also: Würfel, Prisma, Zylinder, ferner die Höhenstufen (Schichtstufen, Höhenschichten) eines topographischen Modells. Nach Fig. 4 zeichnet man zunächst die durch Drehung um den Projektionswinkel ω perspektivisch zusammengedrückte, also die affine Figur, worauf man diese nach Fig. 5 und 6 in der Höhe um einen bestimmten Betrag verschiebt und nochmals zeichnet, am einfachsten dadurch, dass man die perspektivische Figur der Deckfläche auf ein Transparentpapier durchzeichnet, dieses in der Höhe verschiebt und die Figur nochmals durchpaust. Ist die Grundfläche aber grösser und anders geformt als die Deckfläche, was ja bei allen Höhenkurven der Fall ist, so haben wir es nicht mehr mit einem prismatischen, sondern mit einem kegelähnlichen Körper zu tun. In diesem Fall wird auf der nächst tieferen Stufe nicht mehr die Deckfigur, sondern die neue nach Fig. 4 perspektivisch zusammengedrückte Höhenkurve gezeichnet.

Fig. 8



Die Verkürzungsverhältnisse in senkrechter und waagrechter Richtung sind vom gewählten Projektionswinkel ω abhängig. Es sind nach Fig. 8
 $b' = b \cdot \sin \omega$ und $h' = h \cdot \cos \omega$
(ω = Winkel zwischen den Projektionsstrahlen und der Horizont- oder Grundrissalebene).

Geographische und geologische Blockbilder, mit denen wir uns hier im besonderen befassen, werden meistens überhöht gezeichnet, d. h. man verschiebt Deck- und Grundfläche der Höhenschicht um mehr als die Äquidistanz, wobei die Formel $h' = h \cdot \cos \omega$ bei Projektionswinkeln von 30° und darunter keine grosse Rolle spielt. Bei steilerer Betrachtung, also bei grossem Projek-

tionswinkel (z. B. 60°), wird h' allerdings so klein, dass man die Formel nicht mehr vernachlässigen darf. Verschiebt man Grund- und Deckfläche um den der Äquidistanz entsprechenden Betrag, so erhält man wegen $h' = h \cdot \cos 60^\circ$, also $h' = 0,5 h$ bereits doppelte Überhöhung.

DIE HERKÖMMLICHE METHODE DES BLOCKBILDZEICHNENS

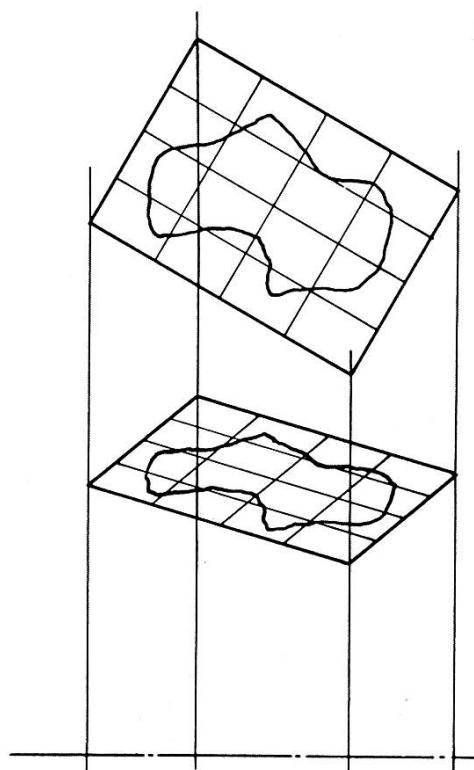
Quadrat, Rechtecke, Vielecke lassen sich nach Fig. 4 leicht in das affine Bild umzeichnen. Viel zeitraubender ist die Arbeit bei den Höhenkurven. Hier müsste man eigentlich eine unendliche Zahl von Abständen nach der Formel $b' = b \cdot \sin \omega$ reduzieren. Praktisch geht man anders vor, indem man sich mit einer *ungefährten* affinen Abbildung begnügt.

Es gibt Geographen, Geologen und Kartographen, welche durch intuitives Erfassen des Kartenbildes das Raumbild sehr rasch und mit hinreichender Genauigkeit zeichnen können. Sie wählen sich ein Netz, sei es nun parallel- oder zentralperspektivisch, tragen darauf die wesentlichen Höhen von Bergspitzen, Kammlinien, Flüssen usw. ein und zeichnen dann in künstlerisch freier Art das Blockbild. Es sei hier besonders auf die Veröffentlichungen von Prof. Ed. Imhof «Kartenverwandte Darstellungen der Erdoberfläche, Eine systematische Übersicht» und von E. Hölzel «Perspektivische Karten» im Internationalen Jahrbuch für Kartographie, III. Band, 1963, aufmerksam gemacht. In diesem Zusammenhang möchte ich nochmals das prachtvolle Werk von Prof. Georg Wagner erwähnen. Auch viele andere Autoren befassen sich gründlich mit den Methoden zur Herstellung von Blockbildern (siehe Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes). Eine wirklich einfache und nur wenig Zeit beanspruchende, rein zeichnerische Methode, die auch dem Nichtkünstler zugänglich ist, gibt es bis heute leider nicht, aus dem einfachen Grund, weil man es bei den Höhenkurven mit ausserordentlich komplizierten Gebilden zu tun hat.

Die von allen Autoren beschriebene, meist verwendete, aber auch zeitlich aufwendigste Methode besteht darin, dass man in einem ersten Arbeitsgang einen Kartenausschnitt «zusammendrückt», d. h. die Linien in der Blickrichtung zeichnerisch — also von Hand — verkürzt; in der dazu senkrechten Richtung

erfolgt keine Reduktion. Man erreicht dies durch ein Netz kleiner Quadrate, die man über den Kartenausschnitt legt. Danach überträgt man die Höhenlinien einzeln in ein Netz von entsprechenden Rhomben. In Fig. 9 ist dieses Umzeichnen am Beispiel einer einzigen Kurve dargestellt. Dieser erste Arbeitsgang ist ausserordentlich zeitraubend. A. G. Benzing hat daher vorgeschlagen (Geogr. Taschenbuch 1962 63), die Höhenlinien zuerst schräg zu photographieren.

Fig. 9



Auf das zeichnerisch oder photographisch verkürzte Kurvenbild wird im zweiten Arbeitsgang ein Transparentpapier aufgelegt; dann paust man zuerst die oberste Kurve durch, verschiebt danach das Pauspapier um die gewählte Äquidistanz und paust von der nächst tieferen Höhenlinie jenen Teil durch, der noch sichtbar bleibt. So werden schrittweise alle oder doch alle wichtigen Höhenlinien durchgepaust. Diese zweite Arbeit ist deshalb besonders anstrengend, weil immer sämtliche Kurven durch das Transparentpapier hindurch sichtbar bleiben, so dass die Augen rasch ermüden.

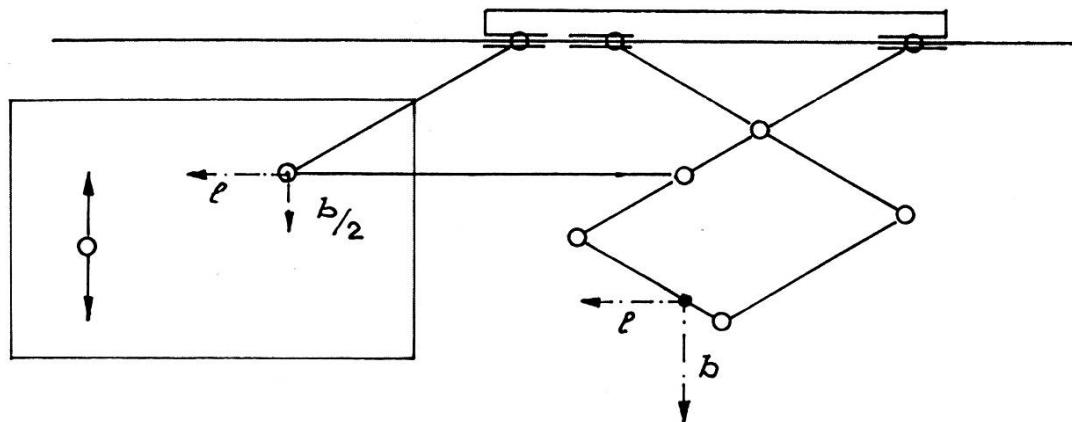
In einem dritten Arbeitsgang, beim freihändigen Überarbeiten des Blockbildes, legt man ein Transparentpapier auf das Höhenlinienblockbild, paust nur noch die markanten Kurven durch und arbeitet mit Schraffern und Geländekanten ein plastisches Bild heraus.

Georg Wagner, dem der enorme Zeitaufwand des ersten Arbeitsganges zur Genüge bekannt ist, schlägt daher vor, auf diesen ganz zu verzichten und die unverzerrten Grundrisskurven gemäss zweitem Arbeitsgang auf Transparentpapier durchzupausen. Diese Art der Darstellung heisst Militärperspektive, ein Sonderfall von schiefer Axonometrie. Die Wirkung ist nicht gut, flache Landschaften kommen plastisch kaum zur Geltung, und steile Hänge erscheinen stark verzerrt.

DAS PRINZIP DES PERSPEKTOMAT P-40

Der PERSPEKTOMAT P-40 erledigt die beiden ersten Arbeitsgänge auf mechanische Weise, führt also von der Höhenlinienkarte direkt zum Blockbild. Er erlaubt außerdem einen raschen Wechsel der Schreibstifteinsätze, so dass Flüsse, Straßen, geologische Schichtgrenzen farbig hervorgehoben werden können.

Fig. 10



Das Prinzip des Apparates ist sehr einfach. Ein aus einem Pantographen und einem Parallelogramm bestehendes System, das längs einer Geraden geführt ist, ergibt parallel zu dieser Geraden gleiche Längen wie die Originalstrecke, senkrecht dazu jedoch eine Verkürzung auf verschiedene, fest einstellbare Werte. Beim Modell A sind vier Verkürzungsverhältnisse einstellbar, welche den Projektionswinkeln 40° , $35^\circ 16'$ (Isometrie), 30° und 25° entsprechen. Modelle B und C weisen drei Skalen von 60° bis 9° auf. An die Stelle von Bohrungen treten hier drei Gleitschuhe, die alle auf den gewünschten Winkel einzustellen sind.

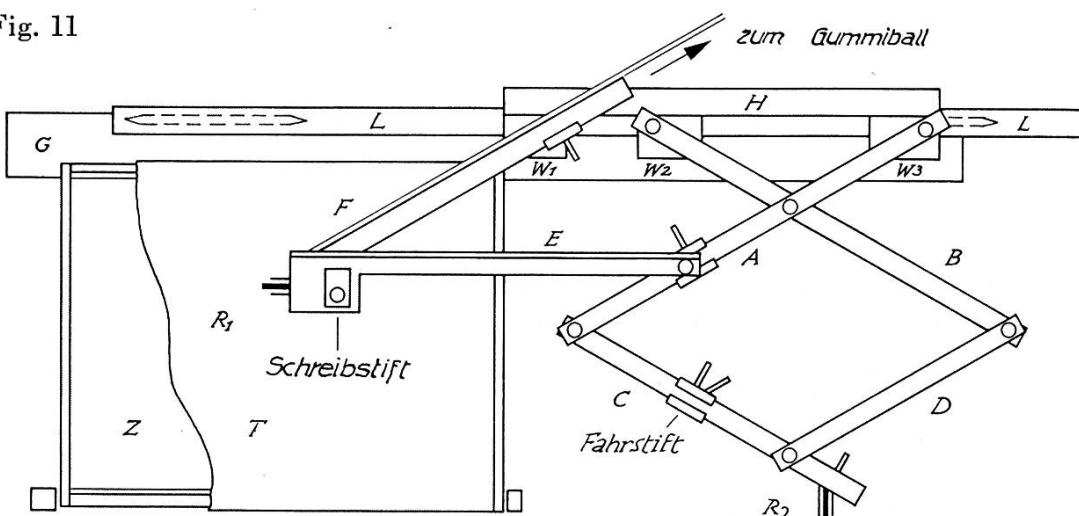
Beschreibt der Fahrstift einen Kreis mit dem Durchmesser D , so zeichnet der Schreibstift eine Ellipse mit der grossen Achse D und der kleinen Achse d , welche dem jeweiligen Verkürzungsverhältnis des eingestellten Winkels entspricht. Bezeichnet man den Projektionswinkel mit ω , so wird $d = D \cdot \sin \omega$. Entsprechend werden beliebige Polygonzüge, also auch Höhenlinien, im gleichen Verhältnis verändert. Durch Verschieben der Zeichenfläche kann man die perspektivisch verkürzten Kurven voneinander abheben, so dass ein parallelperspektivisches Bild entsteht. Der Apparat liefert Bilder in normaler Axonometrie, d. h. die Projektionsstrahlen stehen senkrecht auf der Projektionsebene.

Bestandteile und Aufbau des Apparates

Der PERSPEKTOMAT P-40 besitzt sechs wesentliche Bestandteile:

1. Grundschiene G,
2. Zeichenbrett Z mit umlaufendem Gummituch T, auf dem das Zeichenblatt befestigt wird,
3. Leitschiene L mit
4. Laufwagen W₁, W₂, W₃,
5. Pantograph ABCD mit Fahrstift und Laufrolle R₂ sowie
6. Parallelogramm AEFH mit Laufrolle R₁ und pneumatischer Abhebevorrichtung für den Schreibstift.

Fig. 11



Die übertragbare Fläche der Karte misst parallel zur Grundschiene 40 cm, senkrecht dazu 36 cm (beim Projektionswinkel 60°) bis 60 cm (Projektionswinkel 9°). Da der Apparat parallelperspektivische Bilder liefert, können diese beliebig zusammengesetzt werden, sofern immer die gleiche Blickrichtung eingehalten wird.

Zur Normalausrüstung des Apparates gehören ein Schreibstifteinsatz mit Bleistift und vier Einsätze mit verschiedenfarbigen Kugelschreibern. Zusätzlich sind Einsätze für Tusche in verschiedenen Strichstärken lieferbar. Man kann damit Blockbilder und Profile auf Transparentpapier zeichnen. Von solchen Originalen lassen sich Lichtpausen herstellen; dies ist bei kleinen Auflagen das billigste Vervielfältigungsverfahren für Zeichnungen.

Rheinfall bei Schaffhausen
Massstab 1 : 20 000

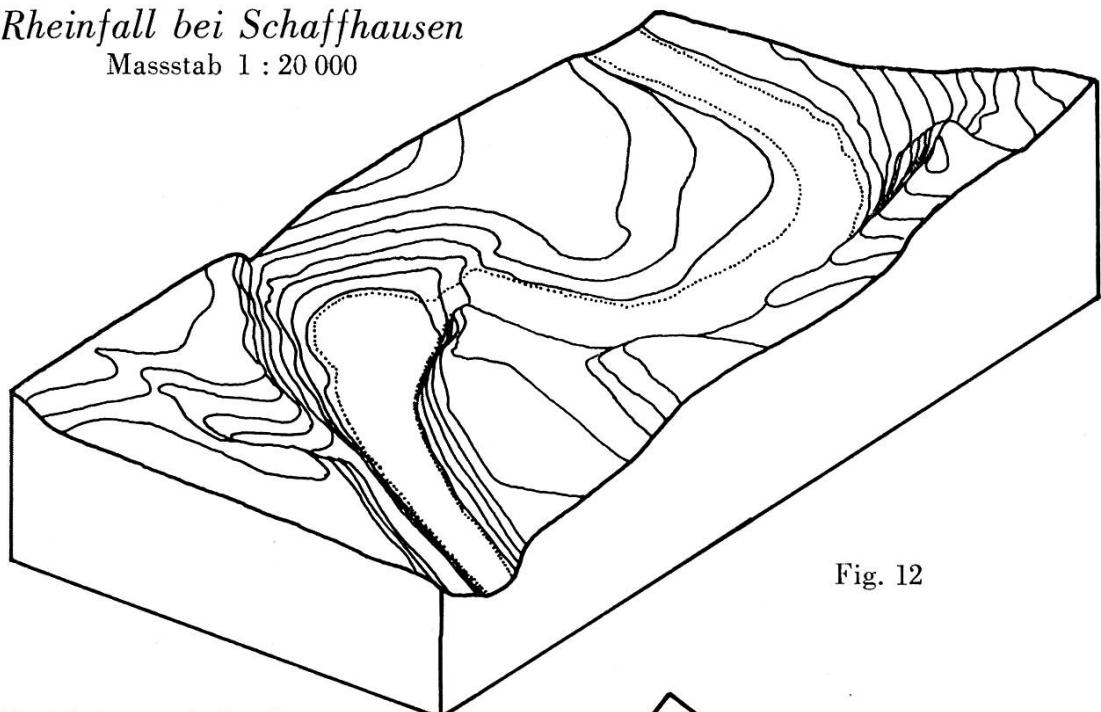
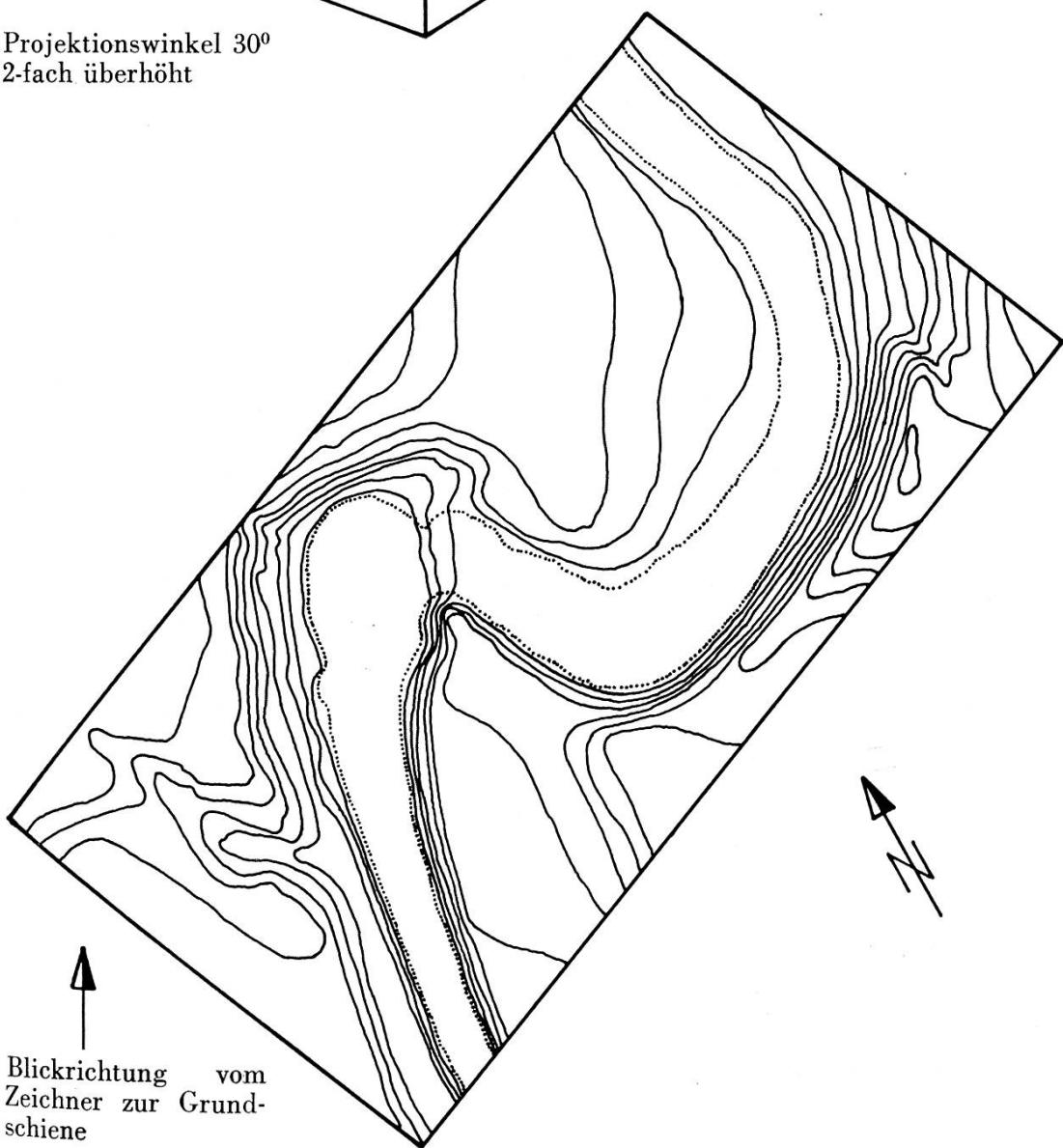


Fig. 12

Projektionswinkel 30°
2-fach überhöht



Blickrichtung vom
Zeichner zur Grund-
schiene

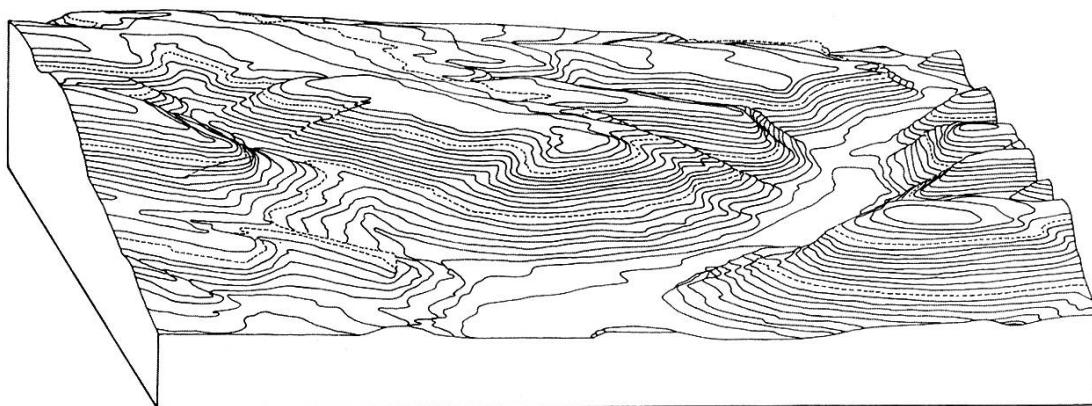
Die Arbeitsweise des Apparates

Zunächst grenzt man auf der Karte den Ausschnitt ab, den man als Blockbild darstellen will. Auf dem Zeichenbrett befestigt man mit zwei Klebestreifen ein Zeichenpapier, klebt rechts einen Streifen Millimeterpapier auf und markiert auf der rechten Randleiste des Brettes die Grundeinstellung. Die drei Gleitschuhe stellt man auf den gewünschten Projektionswinkel ein. Dann beginnt

Fig. 13

Osterfingen und Wangental

Projektionswinkel 10° , Aequidistanz 10 m, ohne Überhöhung

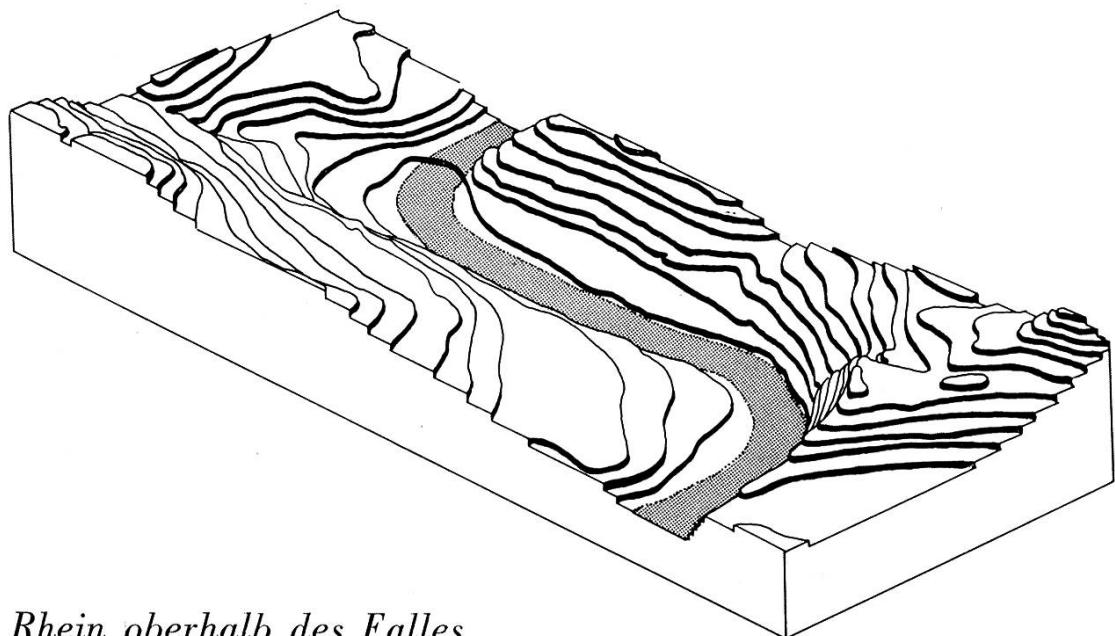


man vorn und mit der höchsten Höhenlinie, weil sie auf jeden Fall sichtbar ist. Während man mit dem Fahrstift dieser Kurve entlang fährt, zeichnet der Zeichenstift die perspektivisch verzerrte Höhenlinie auf. Durch Drehen an der Trommel bewegt man das Zeichenpapier zur nächst tieferen Höhenstufe und fährt wieder mit dem Fahrstift der entsprechenden Kurve entlang. Sobald diese Kurve hinter der ersten verschwinden will, drückt man mit dem Fuss auf den Gummiball der Pneumatik, so dass sich der Zeichenstift vom Blatt abhebt. Der Fahrstift wird weiterbewegt, und sobald die Kurve wieder sichtbar wird, senkt man durch Nachlassen des Fussdruckes den Zeichenstift. So wird Kurve an Kurve gesetzt. Der nach der herkömmlichen Methode notwendige erste Arbeitsgang (Zusammendrücken der Höhenlinien) wird also vermieden, und der zweite Arbeitsgang (Aufzeichnen der perspektivischen Kurven unter gleichzeitiger Verschiebung der Höhen) wird vom Apparat selbst besorgt. Das mühsame und die Augen so sehr anstrengende Durchpausen der Kurven entfällt.

Vervollkommnung des Blockbildes

Der Apparat liefert, wie aus Fig. 12 ersichtlich, perspektivische Kurven, die schon in dieser Form sehr plastisch wirken. Es ist jedem Zeichner freigestellt, das Blockbild auf eine ihm geläufige Weise umzugestalten. Man legt ein Transparentpapier darüber und kann unter Weglassung der Kurven durch Schraffieren und Schummern das Bild noch plastischer herausarbeiten.

Fig. 14



Rhein oberhalb des Falles

Lässt man Unwesentliches weg, so tritt das Charakteristische der Landschaft besonders deutlich hervor. In der Fachliteratur sind viele hervorragende Beispiele veröffentlicht.

Eine auch dem Ungeübten leicht zugängliche Methode besteht darin, dass man die Vorderseite der Kurven mit einer Breitbandfeder verstärkt (die Breite der Feder muss der eingestellten Äquidistanz entsprechen). Es entsteht dann der Eindruck eines aus Karton hergestellten Landschaftsmodells (Fig. 13).

Plastisches Gestalten mit Modell C

Das Modell C besitzt auf der linken Seite eine Rastvorrichtung (siehe Kunstdrucktafel), auf der man die Äquidistanz einstellen kann. Normalsatz: 0,4, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 mm; Satz Nr. 2: 1,2, 2,4, 3,0, 4,0, 6,0 mm.

Mit Modell C kann man direkt das fertige plastische Bild konstruieren, also ein Blockbild, das nur die wesentlichen Elemente der Landschaft enthält: Markante Höhenlinien, schräg verlaufende Geländekanten, Flüsse, wichtige Straßen, Bergspitzen, Abhänge mit den Schraffen in der richtigen perspektivischen Schräglage. Nach kurzer Übung bringt man es fertig, den Fahrstift z. B. einem Fluss entlang von einer Höhenkurve zur nächsten zu führen und gleichzeitig die Trommel der Höhenverstellung zu bewegen. Man hört und spürt an der Rasterung, dass jetzt die nächste Höhenlinie erreicht ist. Auf die gleiche Weise kann man geologische Schichtgrenzen, Fallinien, Straßen usw. direkt perspektivisch übertragen.

Zeichnen von Profil-Serien

Das Modell C erlaubt das schnelle und genaue Zeichnen von Profilen, entweder als Profile im Aufriss (Kartenschnitte parallel zur Grundschiene) oder perspektivisch (Kartenschnitte im spitzen Winkel zur Grundschiene). Man bewegt den Fahrstift auf dem Kartonschnitt von einer Höhenlinie zur nächsten und dreht gleichzeitig die Trommel der Rastvorrichtung. Hat man ein Profil durchgezeichnet, so verschiebt man das Zeichenpapier um einen grösseren Betrag und zeichnet das nächste Profil. Will man rasch einige Aufrissprofile zeichnen, so kann man das System blockieren. Am mittleren Wagen W 2 befindet sich ein Metallklötzchen mit einer Klemmschraube. zieht man diese an, so wird die Schiene H festgeklemmt. Das ganze Pantographensystem ist nun starr, und man kann den Fahrstift nur parallel zur Grundschiene bewegen. Es ist also nicht nötig, die Schnittlinien einzeln auf der Karte einzulegen.

Abgestufte Parallelperspektive

(Fig. 15 und 16)

Modell B und C gestatten den schnellen Wechsel des Projektionswinkels. Man erhält ein Blockbild, das einer Fliegeraufnahme ähnlich erscheint, wenn man den Kartenausschnitt in gleich breite, zur Grundschiene parallele Zonen zerlegt und jede folgende Zone mit kleinerem Winkel überträgt. Der Vordergrund wird also steil von oben gesehen, während der Hintergrund

Osterfingen und Wangental

Abgestufte Parallelperspektive
 12 Zonen mit Projektionswinkeln von 60° bis 10°
 Äquidistanz 10 m ohne Überhöhung

Fig. 15

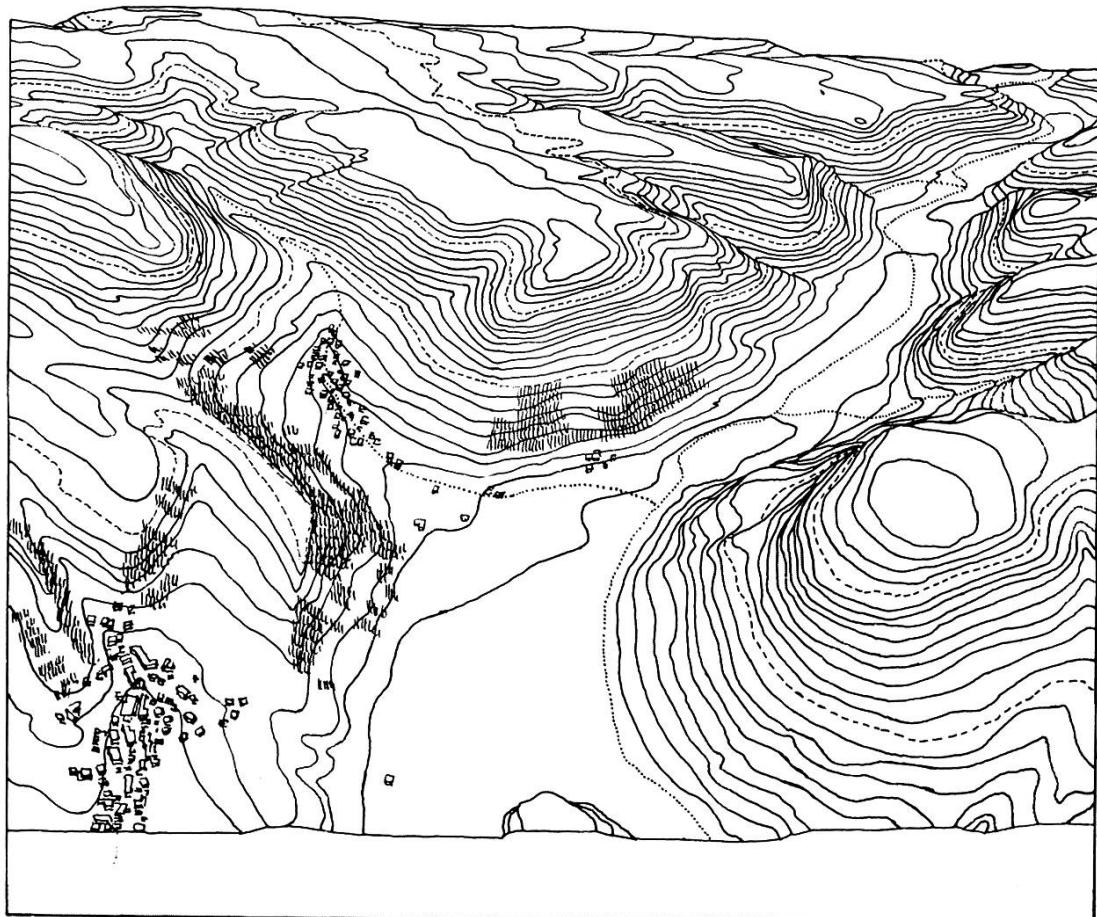
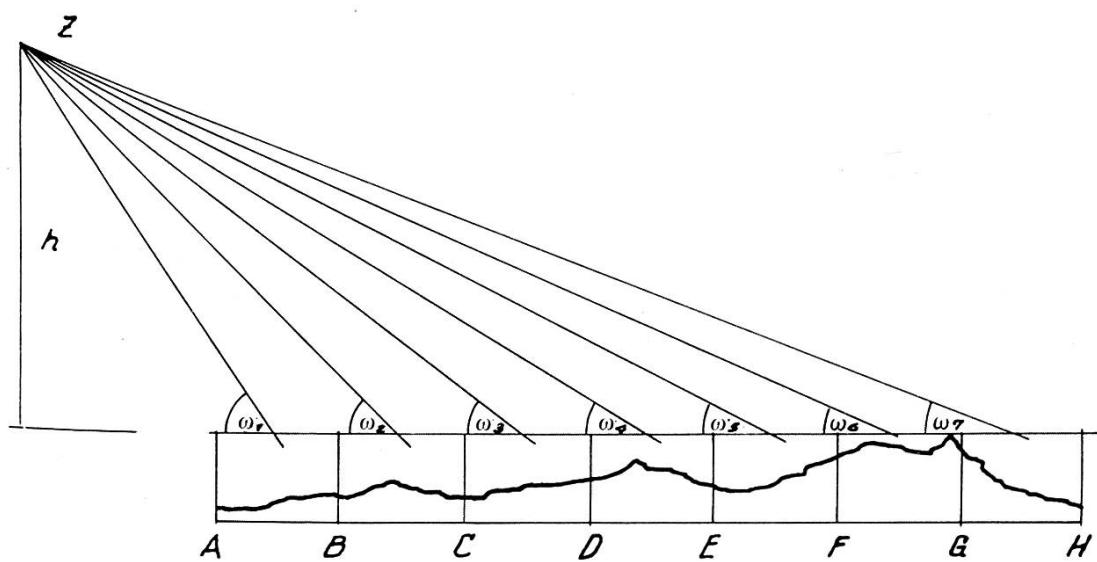


Fig. 16



horizontähnlich erscheint. Die Übergänge von einer Zone zur andern sind nicht sichtbar, sofern die Zonen nicht zu breit gewählt werden. Ein solches Blockbild sollte man nicht als schrägen, sondern als geraden, d. h. rechtwinkligen Block ausführen.

STEREO-DOPPELBILDER

Mit Hilfe einer einfachen Zusatzeinrichtung zum Modell C können Stereo-Blockbilder, d. h. zweiäugige Perspektiven, gezeichnet werden. Auf dem Tuch T (Fig. 18) laufen zwei Zeichenblätter schräg gegeneinander, wenn man zu tiefer gelegenen Kurven übergeht. Auf der Schiene E befindet sich eine zweite Pneumatik mit Zeichenstift. Fährt man nun mit dem Fahrstift einer Höhenkurve entlang, so zeichnen die beiden Schreibstifte zwei kongruente, perspektivische Bilder der betreffenden Kurve. Die nächsttiefere Kurve ergibt wieder zwei kongruente Perspektivbilder, die aber seitlich inbezug auf die obere Kurve um einen bestimmten Betrag auseinander gerückt sind. Das linke Auge sieht also die tiefere Kurve etwas mehr links, das rechte Auge sieht sie etwas mehr rechts, so dass man beim Betrachten durch zwei Prismen oder durch ein Spiegelstereoskop den Eindruck hat, die obere Kurve liege wirklich (räumlich) höher als die untere. Die Augen sehen also ein virtuelles Modell. Die kleine Verschiebung d , um welche die Kurven auseinandergeschoben werden müssen, lässt sich leicht berechnen. Obwohl der Apparat parallelperspektivische Bilder liefert, können wir bei den Stereobildern annehmen, dass wir ein *Modell* vor uns haben, das wir aus deutlicher Sehweite betrachten.

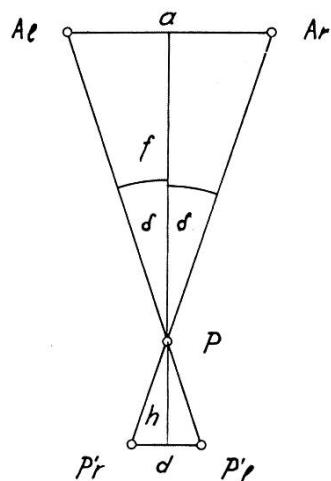
In Fig. 17 bezeichnet a den Augenabstand (ca. 65 mm), f die deutliche Sehweite (beim Apparat auf 320 mm, 400 mm und 550 mm einstellbar), h die Äquidistanz und d den Betrag, um den die nächsttiefen Kurven auseinandergeschoben werden müssen. Der Punkt P liegt auf der oberen, die Bildpunkte P'_l und P'_r liegen auf der Ebene der unteren Kurve.

Die Sehstrahlen $A_l—P$ und $A_r—P$ (Augstrahlen) schliessen den Winkel 2δ ein.

Es ergibt sich dann folgende Proportion:

$$f : h = a : d \quad \text{und daraus} \quad d = h \cdot \frac{a}{f}$$

Fig. 17



Da man mit dem Apparat nicht h , sondern h' — die schräg projizierte Äquidistanz, vergl. Fig. 8 — einstellt, so ist wegen $h' = h \cdot \cos \omega$ noch eine Korrektur vorzunehmen. Man müsste also bei steiler Betrachtung die stereoskopische Verschiebung verstärken, d. h. den Winkel δ grösser wählen. Weil man aber die Bilder meist überhöht zeichnet, genügen die am Zeichentisch einstellbaren Winkel für eine starke plastische Wirkung.

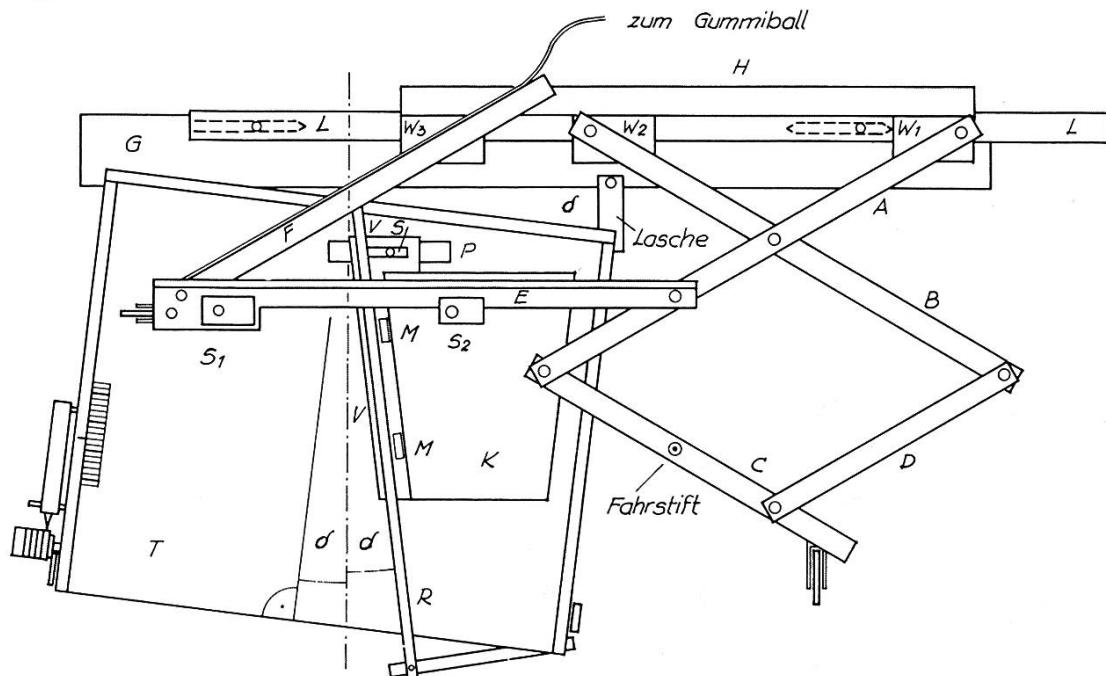
Diese Formel gilt streng genommen nur für ein einziges Kurvenpaar. Werden weitere Höhenlinien abgebildet, so verändert sich die Sehweite f . Diese Veränderung fällt aber nicht stark ins Gewicht, auch dann nicht, wenn sehr viele Kurven abgebildet werden, denn f ist gegenüber der Summe aller h immer noch sehr gross. Genau genommen müsste man die höheren Kurven auch noch etwas vergrössern, weil sie dem Auge näher liegen. Es hat sich gezeigt, dass man ohne weiteres nach der einfachen Formel $d = h \cdot \frac{a}{f}$ arbeiten kann, denn die Augen können den kleinen Fehler (parallelperspektivische Kurvenbilder bei zentralperspektivischer Betrachtung) nicht feststellen. Nur die Ränder des Blockes scheinen etwas nach oben zusammenzulaufen. Diese Erscheinung kann man vermeiden, indem man die beiden äusseren Fusspunkte des Blockes um $\frac{1}{10}$ der Gesamthöhe h nach innen versetzt, so dass die senkrechten Randlinien sich etwas nach aussen neigen. Im Stereobild scheinen sie dann genau senkrecht zu stehen.

Umstellung des Apparates auf Stereobilder (Fig. 18):

Mittels einer Lasche wird das Zeichenbrettchen gegenüber der Grundschiene um den Winkel δ abgedreht. Ungefähr in der Mitte des Tischchens wird ein eiserner Vierkantstab R befestigt. Die Befestigungselemente sind so dimensioniert, dass der Stab R mit der Randleiste des Tischchens den Winkel 2δ oder mit der Senkrechten zur Grundschiene den Winkel δ bildet. Dem Stab entlang gleiten zwei magnetische Führungen M , welche die Kunstharzfolie K mitnehmen. Diese Folie besitzt noch eine Verstär-

kung V mit Querschlitz S. Ein Metallplättchen P mit einem zylindrischen Zapfen wird so auf dem Gummituch befestigt, dass der Zapfen in den Schlitz S eingreift. Links des Führungsstabes R befestigt man mit Klebestreifen ein Zeichenpapier ungefähr in der Grösse 20×25 cm, rechts des Stabes wird ein gleiches Papier auf der Kunstharzfolie fixiert. Fährt man nun mit dem Fahrstift

Fig. 18



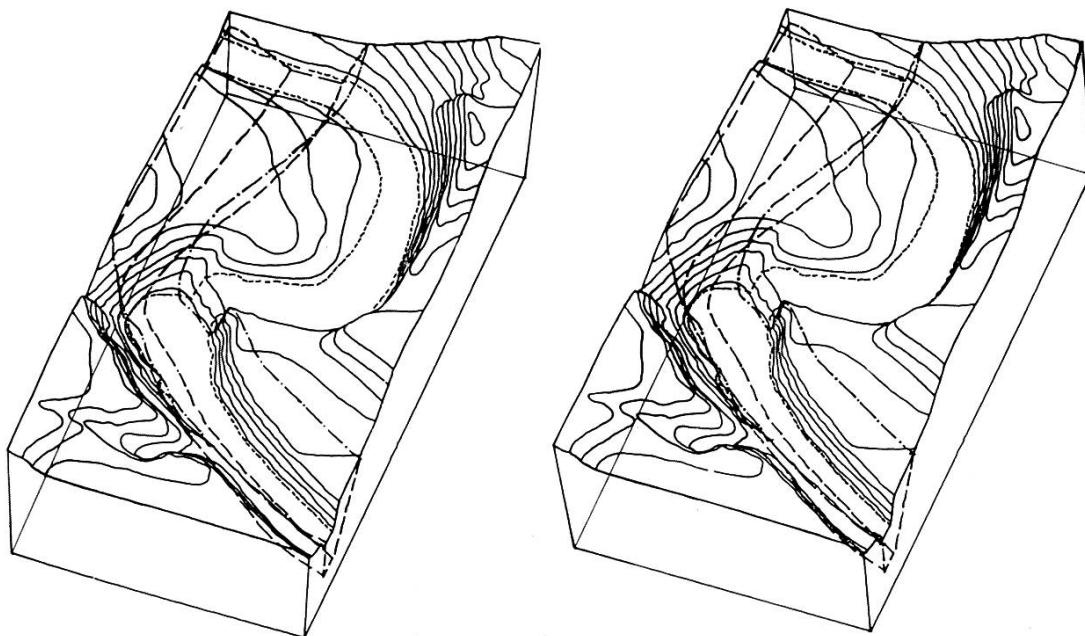
wie üblich zuerst der höchsten Kurve entlang, so zeichnen die beiden Schreibstifte die beiden kongruenten affinen Kurvenbilder. Betätigt man die Höhenverstellung (Übergang zur nächsttieferen Kurve), so schiebt der Metallzapfen Z die Folie nach oben. Das Zeichenpapier links des Führungsstabes bewegt sich um den gleichen Betrag h ebenfalls nach oben. Gleichzeitig aber bewegen sich beide Blätter gegeneinander, und zwar wegen des Winkels δ je um den Betrag $0,5 d$ (Fig. 17), zusammen also um den Betrag d . Ob man nun von höheren zu tieferen oder von tieferen zu höheren Kurven übergeht, immer erfolgt die seitliche Verschiebung im richtigen Sinn gemäss der Formel $d = h \cdot \frac{a}{f}$. Man kann also auch schräg verlaufende Linien (Fallinien, geologische Schichtgrenzen, Straßen, Flüsse) direkt und stereographisch genau ins Doppelblockbild eintragen. Es ist daher möglich, tiefer liegende Schichten, Erzlagerstätten, alte Flussläufe usw., durch die Oberfläche hindurch sichtbar zu machen, denn das

virtuelle Modell wirkt wie ein Körper aus Glas. Der Umdruck auf rot-blaue Anaglyphen ist möglich (Betrachtung mit rot-blauer Brille), doch ist die direkte Betrachtung mit Hilfe eines Spiegelstereoskopes viel schöner und klarer, weil man dabei auch Farben verwenden kann.

ANWENDUNGSGEBIETE FÜR STEREOBILDER

Geologie und Geographie

Als Beispiel für ein Doppelblockbild wurde ein Ausschnitt aus dem Rheinfallgebiet gewählt. Der Rheinlauf während der letzten Zwischeneiszeit ist strichliniert eingetragen. Projektionswinkel 50° , Überhöhung 2-fach. M. 1 : 36 000.



Stereoskopische Betrachtung: Da der Abstand der einander entsprechenden Bildpunkte kleiner als der Augenabstand ist, kann man die Bilder ohne Hilfseinrichtung zur Deckung bringen. Man stellt in die Mitte ein Stück Karton, so dass man mit jedem Auge nur *ein* Bild sieht. Richtet man die Augen gerade aus, so gehen die beiden Bilder ineinander über. Sobald sie sich decken, erscheint ein räumliches, virtuelles Modell. Der alte Rheingraben scheint tief unter der Oberfläche zu liegen. Die Augen akkommodieren wesentlich leichter und schneller, wenn man zwei Sammellinsen von 3 bis 4 Dioptrien benutzt.

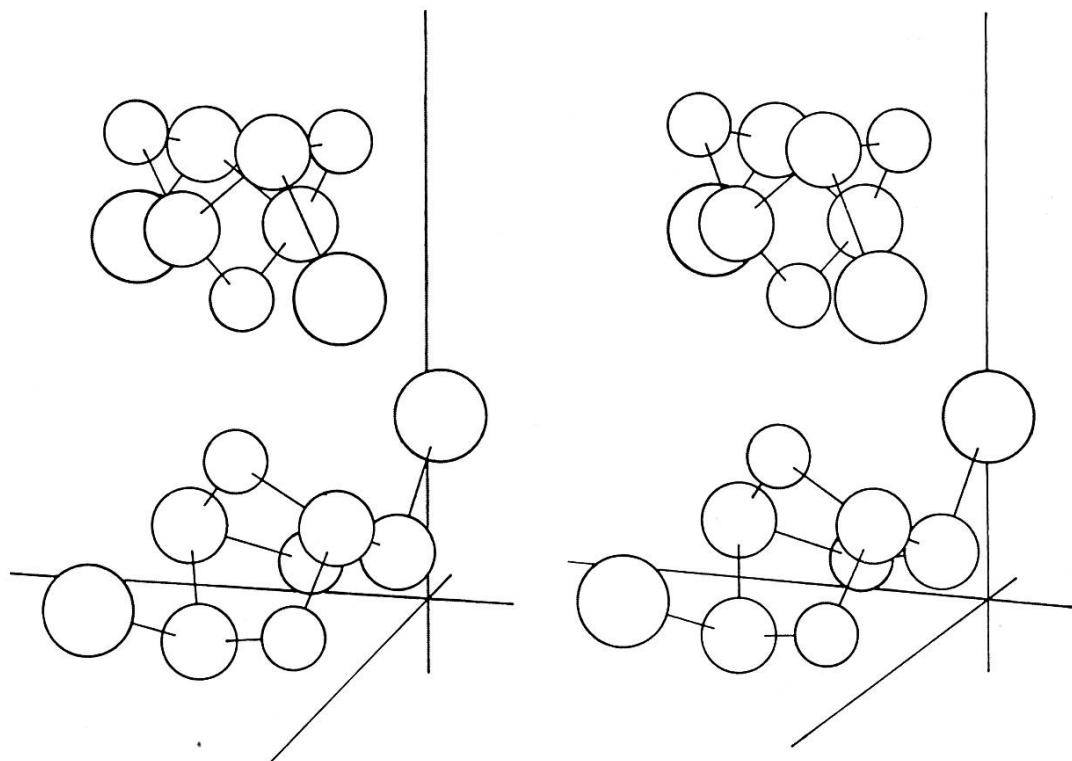
Nach dem gleichen Verfahren betrachtet man auch die nachfolgenden stereoskopischen Kristallgitter.

Kristallographie und Chemie

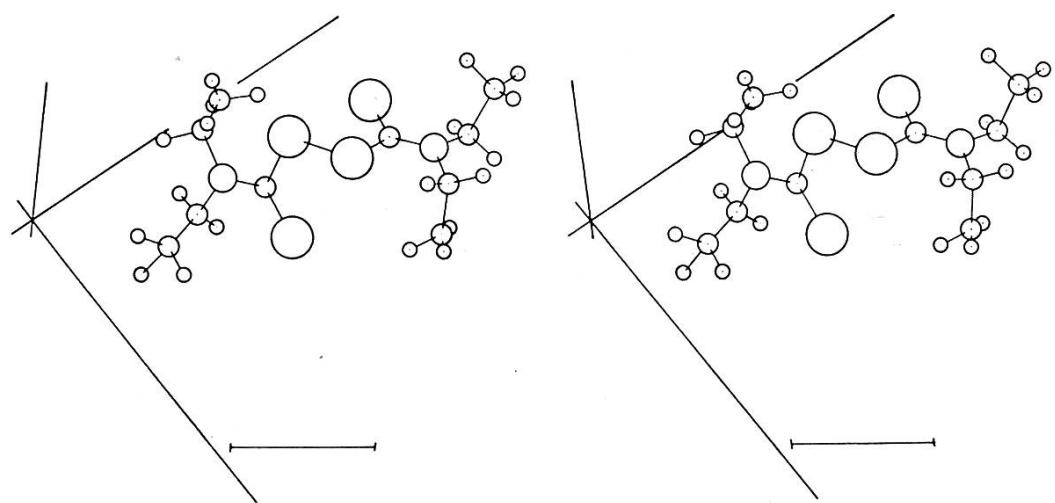
In der Fachliteratur (vor allem in der Zeitschrift «ACTA CRISTALLOGRAPHICA») werden laufend Untersuchungen über den räumlichen Aufbau kristalliner Substanzen veröffentlicht, von einfachen anorganischen bis zu komplizierten organischen Molekülen. In diesen Berichten sind jeweils auch die Atomkoordinaten zu finden. Es ist daher möglich, mit dem P-40 die Anordnung der Atome im Gitter parallelperspektivisch und stereoskopisch sichtbar zu machen. Man fixiert mit den zwei Schreibstiften nur die Atommittelpunkte und zeichnet nachher mit einem Zirkel die Atomkugeln als Kreise, wobei man für die verschiedenen Elemente verschiedene Durchmesser wählt. Die drei Kristallachsen a , b und c bilden aber nicht immer rechte Winkel, oft stehen sie schief aufeinander. Es ist mit dem Apparat möglich, jede beliebige Achsenrichtung geometrisch genau ins Raumbild zu übertragen. Mit Hilfe von transparenten Millimeterlineaturen lassen sich zwei Achsenrichtungen in der Grundriss-ebene direkt festlegen. Die dritte Achse wird dann ebenfalls im Grundriss eingetragen. Nach dieser Vorarbeit kann man die einzelnen Atomkoordinaten mit dem Apparat für beide Bilder gleichzeitig in die Perspektive übertragen, so dass höchste Genauigkeit gewährleistet ist. Es fehlt hier der Raum, um das ganze Verfahren eingehend zu erläutern. Eine ausführliche Beschreibung ist in Vorbereitung und kann vom Verfasser bezogen werden.

Die Atomkoordinaten für die nachstehenden zwei Beispiele sind den «ACTA CRISTALLOGRAPHICA» entnommen.

Phosphorthiojodid



Tetraäthylthiuram-disulfid



LITERATURVERZEICHNIS

Es existiert eine sehr reichhaltige Literatur über die zeichnerische Methode des Blockbildzeichnens. Beschrieben sind parallel- und zentralperspektivische Methoden, zum Teil im abgekürzten Verfahren. Verschiedene Autoren bieten eine Fülle von prachtvollen Darstellungen. Wer mit dem PERSPEKTOMAT P-40 Blockbilder zeichnet, zieht aus der Literatur grossen Gewinn inbezug auf die nachträgliche graphische Überarbeitung der Bilder.

- BENZING ALFRED G.: «Vereinfachtes Blockbildzeichnen», Geographisches Taschenbuch 1962/63, Seite 317—320.
- BIENZ E. F.: «Veranschaulichung mit Geländeblock (Blockdiagramm)», Jahrbuch der ostschweizerischen Sekundarlehrerkonferenz 1958, Seite 133—155.
- CARLBERG BERTHOLD: «Zeichnen kartographischer Raumbilder», Petermanns Geographische Mitteilungen, Gotha, Jahrgang 89, 1943, Seite 302—309.
- CLOOS HANS: «Blockbild und Strukturrelief», Geographisches Taschenbuch 1951/52, Stuttgart, Seite 397—398.
- FORSTER F.: «PERSPEKTOMAT P-40, ein selbstzeichnender Apparat zur Herstellung von Blockbildern und Profilen», Kartographische Nachrichten, Gütersloh, April 1966, Seite 70—72.
- HÖLZEL FRITZ: «Perspektivische Karten», Internationales Jahrbuch für Kartographie, III. Band 1963, Seite 100—119.
- IMHOFF EDUARD: «Kartenverwandte Darstellungen der Erdoberfläche. Eine systematische Übersicht», Internationales Jahrbuch für Kartographie, III. Band 1963, Seite 54—100.
- KASPER HUGO: «Die Herstellung von Raumbildern auf Agfa-Anaglyphenpapier», Wild, Heerbrugg.
- KUNSKY JOSEF: «Zemepisny nakres, Blokdiagram», Prag 1949. In tschechischer Sprache. Mit vielen Blockbildern, meist zentralperspektivisch.
- LEHMANN HERBERT: «Konstruktion von Blockdiagrammen», Geographisches Taschenbuch 1951/52, Stuttgart, Seite 395—397.
- PERSCHKE HANS: «Militärperspektive — Kavalierperspektive», Allgemeine Vermessungsnachrichten, Berlin, 1953, Seite 295—301.
- PREBOLD GEORG: «Profil und Blockbild», Braunschweig 1951.
- RELIEFKARTE: Reliefkarte der Zentralschweiz, herausgegeben vom Fremdenverkehrsverein am Vierwaldstättersee 1898, parallelperspektivische Karte.
- SCHÖRNER ERNST: «Raumbild-Lehrbuch der Darstellenden Geometrie», Oldenbourg-Verlag München 1959.
- SCHUSTER MATTHÄUS: «Das geographische und geologische Blockbild, eine Einführung in dessen Erzeichnung», Berlin 1954.
- STOLLT OSKAR: «Die Geländedarstellung im Vogelschaubild», Kartographische Nachrichten, Bielefeld 1958, Seite 123—129.
- WAGNER GEORG und KOCH ADOLF: «Raumbilder zur Erd- und Landschaftsgeschichte Südwestdeutschlands», Stuttgart 1961.
- ACTA CRISTALLOGRAPHICA, Munksgaard Kopenhagen (dieser Zeitschrift sind die Angaben über Atomkoordinaten entnommen).