Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	**Hauck, Guido (1845-1905)**
Titre	**Mein Perspectivischer Apparat**
Adresse	**Berlin : Reichsdruckerei, 1884**
Collation	**1 vol. (p. 213-232, II f. de pl.) : ill. ; 29 cm**
Cote	**CNAM-BIB 4 Tu 53 (P.4)**
Sujet(s)	**Projection (géométrie)** **Perspective**
Typologie	**Ouvrage**
Note	**Extrait de "Festschrift der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin zur Feier der Einweihung ihres neuen Gebäudes", p. 213-232. Recueil factice intitulé "Métrophotographie" ayant probablement appartenu à Aimé Laussedat et utilisé comme outil de travail pour ses publications**
Langue	**Allemand**
Date de mise en ligne	**03/10/2014**
Date de génération du PDF	**25/06/2019**
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?4TU53.4

Überreicht vom Verfasser.

4 Tu 53 (P. 4)

MEIN

PERSPECTIVISCHER APPARAT.

VON

GUIDO HAUCK.

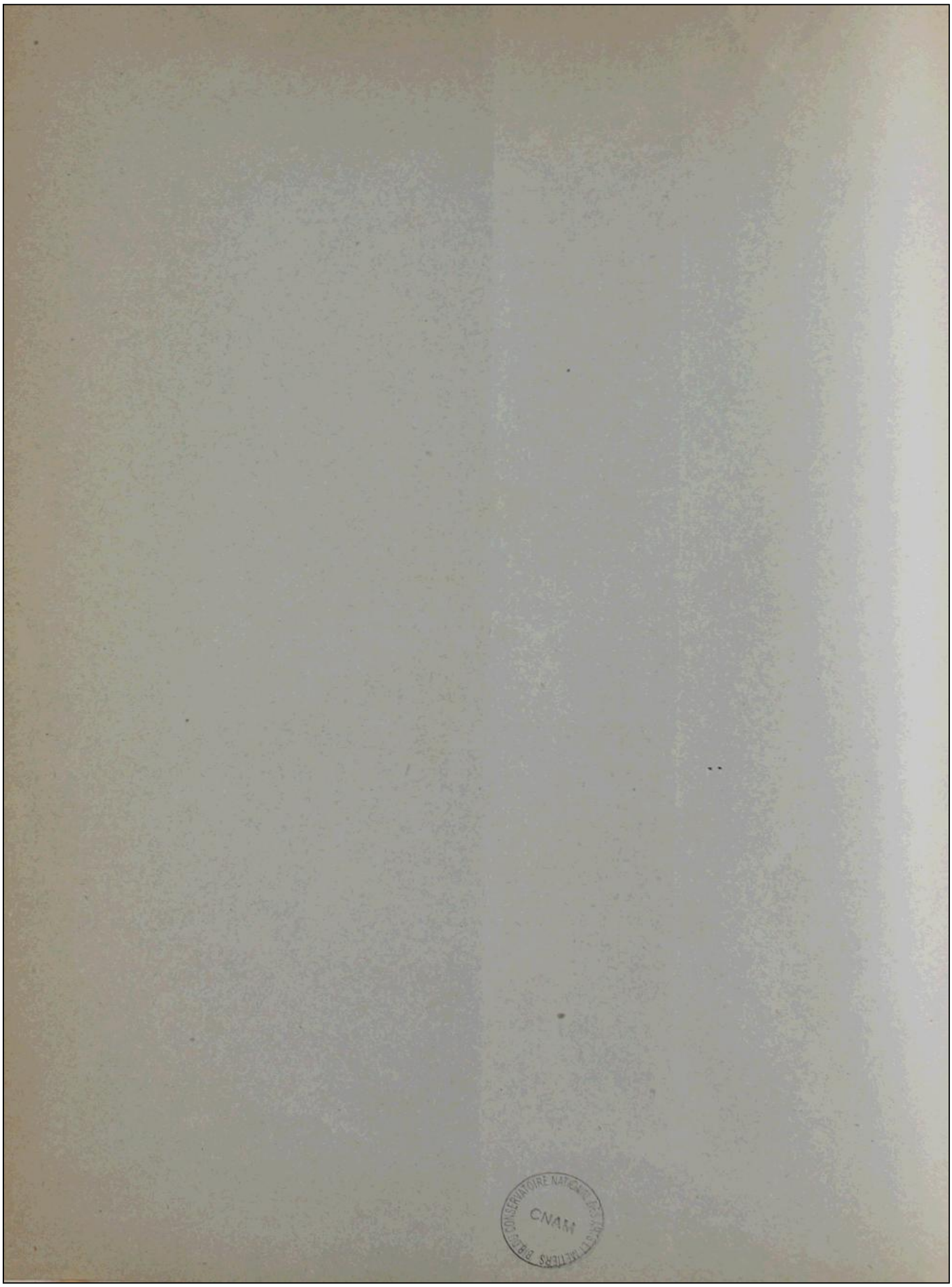
MIT 2 FIGURENTAFELN.

SEPARATABDRUCK
AUS DER FESTSCHRIFT DER KÖNIGLICHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU BERLIN
ZUR FEIER DER EINWEIHUNG IHRES NEUEN GEBÄUDES.

BERLIN 1884.

GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mein perspectivischer Apparat.

Von Guido Hauck.

(Hierzu Tafel I und II.)

I.

Einleitung.

a. Die Grundidee.

Die *darstellende Geometrie* (im engeren Sinne des Wortes) befasst sich mit der Aufgabe, gegebene räumliche Objecte in Central- oder Parallelprojection unter gegebenen Bedingungen *darzustellen*. Da aber ein räumliches Object nach Gestalt und Lage im Raum im allgemeinen selbst wieder durch zwei Projectionen bestimmt ist und in der Mehrzahl der Fälle auch wirklich durch zwei Projectionen gegeben vorliegt, so kann die Fundamentalaufgabe der darstellenden Geometrie dahin präcisirt werden:

Es ist aus zwei gegebenen Projectionen eines räumlichen Gebildes irgend eine dritte Projection zu ermitteln.

Sind speciell die zwei gegebenen Projectionen orthogonale Parallelprojectionen (z. B. Grundriss und Aufriss), und soll die gesuchte dritte Projection eine Centralprojection sein, so liegt das Problem der *technischen Perspective* vor.

Sind andererseits die zwei gegebenen Projectionen Centralprojectionen (etwa zwei Photographieen), und soll die gesuchte dritte Projection eine orthogonale Parallelprojection (Grundriss oder Aufriss) sein, so liegt das Problem der *Photogrammetrie* vor.

Es lag nun der Gedanke nahe, die Lösung der in Rede stehenden Aufgabe auf mechanischem Wege zu bewirken, das heisst: die bezüglichen geometrischen Constructionen in einen mechanischen Apparat umzusetzen, welcher — bestehend aus einem kinematisch verketteten Gestänge mit zwei Führungsstiften und einem Zeichenstift — die Constructionen in der Art mechanisch ausführt, dass, wenn man mit den zwei

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Führungsstiften die zugeordneten Linien der zwei gegebenen Projectionen durchfährt, gleichzeitig der Zeichenstift die entsprechende Linie der gesuchten dritten Projection beschreibt.

Die praktische Bedeutung eines solchen Apparates dürfte weniger in der durch ihn ermöglichten Ersparniss an Zeit und Mühe, als in dem Umstand zu erblicken sein, dass derselbe — mit der Feinheit hergestellt, deren die heutige mechanische Technik fähig ist — eine mathematische Genauigkeit der durch ihn gezeichneten Figuren gewährleistet, was namentlich für complicirtere Curvencombinationen von Wichtigkeit ist. Beispielsweise sei mit Beziehung auf die *photogrammetrische* Methode daran erinnert, dass es bisher der praktischen Geometrie nur in der Weise möglich war, Curven aufzunehmen, dass man einzelne Punkte derselben festlegte, welche dann durch einen stetigen Curvenzug aus freier Hand verbunden werden mussten. Die *Photogrammetrie* aber stellt nun mit Hilfe des in Rede stehenden Apparates die Möglichkeit in Aussicht, Curven in ihrem ganzen continuirlichen Verlauf unmittelbar aufzunehmen; nämlich dadurch, dass man von dem betreffenden Objecte zwei Photographieen herstellt und auf diesen die fragliche Curve mit den Fahrstiften des entsprechend eingestellten Apparates durchfährt, wobei dann der Zeichenstift selbständig die Grundriss- bezw. Aufrissprojection der Curve beschreibt.

b. Historisches und Kritisches.

Das erste Modell eines Apparates, welcher den vorstehend skizzirten Gedanken, und zwar für die Aufgabe: *Perspective aus Grundriss und Aufriss*, realisirte, hatte ich im August 1882 fertiggestellt und in privaten Kreisen vielfach mitgetheilt. Ein zweites, wesentlich vollkommeneres Modell wurde von mir in der Sitzung der *Physikalischen Gesellschaft* zu *Berlin* am 4. Mai 1883 publicirt.[1] Obwohl eigene Handarbeit —, zeichnete dasselbe mit einer für gewöhnliche Zwecke vollkommen ausreichenden Genauigkeit. Indessen glaubte ich mit der endgiltigen Übergabe an den Mechaniker noch zögern zu sollen, bis ausgedehntere praktische Übungen am Modelle zu noch weiterer Vervollkommnung des Apparates geführt haben würden.

In der Zwischenzeit, und zwar im October 1883, wurden beim Kaiserlichen Patentamte zwei Apparate zur Patentirung angemeldet, welche einen ähnlichen Zweck verfolgen, — der eine am 12. October 1883

[1] Einen Bericht darüber habe ich in den »*Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin*«, 1883, No. 8 (Sitzung vom 4. Mai. Ausgegeben am 16. Mai) veröffentlicht. Derselbe ist in eine Reihe von wissenschaftlichen Zeitschriften übergegangen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

von Herrn *ALEXANDER BRIX* in Frankfurt a. M., (Patentschrift Nr. 27646), der andere unter der Bezeichnung *Perspectograph* am 13. October 1883 von Herrn *HERMANN RITTER* in Frankfurt a. M. (Patentschrift No. 29002). Der erstere ist mir nur aus der Patentschrift, der letztere durch eigene Anschauung bekannt. Ich beziehe mich daher im Folgenden vorzugsweise auf letzteren.

Beide Apparate lösen jedoch nicht die eigentliche Aufgabe, das perspectivische Bild eines räumlichen Objectes auf rein mechanischem Wege zu construiren, sondern beschränken sich auf die mechanische Zeichnung von ebenen Figuren. Sie bilden demgemäss ein blosses Analogon zum *Storchschnabel*. Wie dieser zu einer ebenen Figur eine ihr ähnliche zeichnet, so zeichnen die genannten Instrumente zu einer ebenen Figur eine collineare. Die Lösung der bezüglichen Aufgabe ist namentlich bei dem *RITTER*'schen Perspectographen als eine recht sinnreiche zu bezeichnen.

Die mechanische Ausführung der Perspective eines räumlichen Objectes kann von den Apparaten wenigstens theilweise dadurch bewirkt werden, dass das Object durch einzelne horizontale oder verticale Parallelschnitte in ebene Figuren aufgelöst wird, deren Perspectiven der Apparat zeichnet, während alle nicht in diesen Schnitten liegenden Linien nachträglich von der Hand eingezogen werden müssen.

Solche Parallelschichten bieten sich in der That bei architektonischen Objecten meist von selbst dar, und es können daher im allgemeinen die Perspectographen dem Architekten als praktisches Hilfsmittel entschieden empfohlen werden.

Dagegen erweisen sie sich als weniger geeignet für solche Objecte, welche ihrer Natur nach keine oder nur wenige natürliche Parallelschnitte aufweisen, wie dies z. B. schon bei Rundbauten mit verticalen Bogenstellungen, namentlich aber bei Werken der Gothik (z. B. Interieurs von gothischen Kirchen u. dgl.) vielfach der Fall ist. Hier tritt eine grosse Anzahl von Curven auf, von denen mittelst Annahme von horizontalen Schichten durch den Apparat nur einzelne Punkte geliefert werden, die nachträglich aus freier Hand verbunden werden müssen.

Was ferner die Einfachheit der Handhabung der Apparate anlangt, so ist gegen dieselbe Verschiedenes zu bemerken. Der *RITTER*'sche Perspectograph erfordert bei Anwendung von horizontalen Schichten die vorherige Anfertigung von zwei Höhenskalen des Gebäudes, welche an zwei verschiedenen Stellen des Apparates aufgeheftet werden, worauf für jede einzelne Schnittfigur zwei Markirstifte auf gleiche bezügliche Theilstriche der Skalen einzustellen sind. Dabei erfolgt der Übergang über den Horizont nicht umstandslos. Bei Anwendung von verticalen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Schichten (parallel einer Façade) erfordert ausserdem der Übergang von einer Schichte zur andern im allgemeinen ein jedesmaliges Verschieben der Originalzeichnung. Beim Übergang von horizontalen zu verticalen Schichten muss der gesammte Apparat neu aufgesetzt und eingestellt werden. Auch ist die Wahl der Bildebene nicht unbeschränkt, (sie darf das Object nicht schneiden).

Ein wesentlicher Übelstand ist ferner darin zu erblicken, dass das Durchfahren von geraden Linien im Verhältniss zur Anwendung des Lineals sehr zeitraubend ist, und zwar um so mehr, je schärfer man die Linien zu ziehen sich bemüht. Man erhält aber selbst bei der grössten Aufmerksamkeit einen zitterigen Strich, der den mit dem Lineal gezogenen nicht ersetzen kann. Bei geradlinigen architektonischen Objecten bleibt daher nichts übrig, als die Perspective zunächst nur punktweise mittelst des Apparates zu bestimmen und nachträglich sämmtliche Linien mit dem Lineal nachzuziehen.

Alle die genannten Übelstände sind bei dem von mir construirten Apparat nicht, bezw. nur in verschwindend geringem Maasse vorhanden. Wenn derselbe auch in seiner heutigen Gestalt mich selbst noch nicht vollkommen befriedigt, so zeigt er sich doch den beiden patentirten Erfindungen, vor denen er zudem die Priorität für sich in Anspruch nimmt, sowohl hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, als hinsichtlich der Einfachheit der Handhabung sowie der Schärfe der Linienzeichnung in einer Weise überlegen, dass ich mit der Veröffentlichung der Theorie nunmehr nicht länger zögern zu dürfen glaube.

Die im Folgenden gegebene Beschreibung bezieht sich auf das für die Aufgabe: *Perspective aus Grundriss und Aufriss* zugerichtete Modell, welches am 4. Mai 1883 der *Physikalischen Gesellschaft* vorgelegen hatte. Dasselbe ist auf *Taf. I* abgebildet.

II.

Die geometrische Construction.

Die Theorie des Apparates beruht auf einer geometrischen Construction, für welche ich das Princip im 95. Band des *Journals für Mathematik* veröffentlicht habe.[1] Der gegenwärtige Abschnitt giebt die bezügliche Specialconstruction in entsprechend modificirter Detailausführung.

[1] Vergl. *G. HAUCK: Neue Constructionen der Perspective und Photogrammetrie (Theorie der trilinearen Verwandtschaft ebener Systeme, I. Artikel).* Journal für Mathematik, 95. Band, S. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Fundamentalsatz.

P und P' (s. *Taf. II, Fig. 1*) seien zwei Projectionsebenen, die sich in der als *Grundschnitt* bezeichneten Linie $\mathfrak{g}$ schneiden; O und O' seien die zugehörigen Projectionscentren. Die Verbindungslinie OO' schneide die Ebenen P und P' beziehungsweise in den Punkten p und p', welche als die *Kernpunkte* der betreffenden Projectionsebenen bezeichnet werden. Dieselben haben die Bedeutung, dass jeder die seinem Projectionssystem entsprechende Abbildung des gegnerischen Projectionscentrums vorstellt.

Sind nun x und x' die beiderseitigen Projectionen irgend eines Objectpunktes X, so müssen sich die nach ihnen gezogenen *Kernstrahlen* px und $p'x'$ in einem und demselben Punkte g des Grundschnittes $\mathfrak{g}$ schneiden. Denn die drei Ebenen P, P' und $OO'X$ schneiden sich nach den Linien px, $p'x'$ und $\mathfrak{g}$; die Schnittlinien dreier Ebenen müssen aber in einem Punkte zusammentreffen.

Da das Gesagte für die Projectionen x, x' eines jeden Objectpunktes gilt, so hat man den Satz:

Die beiden Projectionsfiguren werden von den *Kernpunkten* aus durch zwei Strahlenbüschel projicirt, welche den *Grundschnitt* nach einer und derselben Punktreihe schneiden.

Der Satz erleidet keinerlei Alteration, auch wenn eines der beiden Projectionscentren, z. B. O' in's Unendliche fällt, wenn also die Projection auf P' eine Parallelprojection ist.

In dem besonderen Falle, wo hierbei das von O'_∞ ausgehende projicirende Parallelstrahlenbündel parallel zu der andern Projectionsebene P ist, fällt der Kernpunkt p in unendliche Entfernung, und wird also aus dem Kernstrahlenbüschel p ein Parallelstrahlenbüschel, welches dem projicirenden Strahlenbündel O'_∞ parallel ist.

Auf dem vorstehenden *Fundamentalsatz* beruht die ganze Construction.

b. Präcisirung der Aufgabe.

Das Object sei gegeben durch *Aufriss* P' und *Grundriss* P^0. Wir bezeichnen die horizontale Richtung parallel zur Aufrissebene als *Breitenrichtung*, diejenige senkrecht zur Aufrissebene als *Tiefenrichtung*. Bei Objecten, welche zwei besonders ausgeprägte horizontale Hauptrichtungen darbieten (wie bei geradlinigen architektonischen Objecten immer der Fall), wird im Folgenden stets angenommen, dass die Aufrissebene parallel zu einer dieser Hauptrichtungen gewählt sei, so dass also unter *Breitenrichtung* und *Tiefenrichtung* zugleich die zwei Hauptrichtungen des Gebäudes verstanden sind. — Die zwei Hauptrichtungen der Zeichen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ebene werden im Folgenden kurz durch *horizontal* und *vertical* gekennzeichnet.

Die Lage des *Auges* O und der *Bildebene* P zum Object sei in einer als Grundrissprojection aufzufassenden *Vorbereitungsfigur* (s. *Taf. II, Fig. 2*) gegeben[1]. In derselben stellen sich die Bildebene P und die Aufrissebene P' als gerade Linien, ihre Schnittlinie $\mathfrak{g}$ als Punkt dar. Die Grundrissprojection des Auges sei o, die Augenhöhe sei $= h$.

c. Beziehung zwischen Bildfigur und Aufrissfigur.

Wendet man den *Fundamentalsatz* zunächst auf die Bildprojection P und die Aufrissprojection P' an (vergl. *Fig. 2*), so stellt $\mathfrak{g}$ den bezüglichen *Grundschnitt* vor; das der Bildebene P zugehörige Projectionscentrum ist O, das der Aufrissebene P' zugehörige Projectionscentrum O' fällt in's Unendliche, und zwar in der Richtung senkrecht zu P'. Der in dieser Richtung durch O gezogene Strahl schneidet die betreffenden Projectionsebenen in den *Kernpunkten* p' und p. Die Grundrissprojectionen dieser Punkte sind in *Fig. 2* durch die gleichlautenden Buchstaben bezeichnet; sie liegen in einer Höhe über der Grundrissebene gleich der Augenhöhe h. Man beachte noch, dass p' identisch ist mit der Aufrissprojection des Auges, und dass p den Fluchtpunkt der *Tiefenlinien* vorstellt, (in Übereinstimmung mit der oben gemachten Bemerkung, dass von den zwei Kernpunkten jeder die seinem System entsprechende Abbildung des gegnerischen Projectionscentrums repräsentirt).

Taf. II, Fig. 3 (obere Partie) zeigt Bildfigur P und Aufrissfigur P' in wahrer Gestalt, jede mit ihrem zugehörigen Kernpunkt p, bezw. p'. Die Lage des Grundschnittes ist in der Bildfigur durch $\mathfrak{g}$, in der Aufrissfigur durch $\mathfrak{g}'$ bezeichnet. Die durch p und p' senkrecht zu $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{g}'$ gezogenen Linien, welche $\mathfrak{g}$ in γ —, $\mathfrak{g}'$ in γ' schneiden mögen, stellen in jeder Figur die *Horizontlinie* vor. Die gegenseitigen Entfernungen des Kernpunktes p', des Grundschnittes $\mathfrak{g}'$ und der Aufrissfigur müssen übereinstimmen mit den entsprechenden Entfernungen in *Fig. 2*. Nämlich: Ist b' der äusserste auf der Horizontlinie liegende Punkt der Aufrissfigur, so müssen die Strecken $p'\gamma'$ und $\gamma' b'$ der *Fig. 3* gleich den entsprechenden Strecken $p'\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{g} b^0$ der *Fig. 2* sein. Desgleichen muss mit Beziehung auf die Bildfigur die Strecke $p\gamma$ der *Fig. 3* gleich der Strecke $p\mathfrak{g}$ der *Fig. 2* sein.

Nach dem *Fundamentalsatz* schneiden nun die zwei Strahlenbüschel, welche die Bildfigur und die Aufrissfigur beziehungsweise von p und p'

[1] Mit den Buchstaben P, P', P^0 mögen im Folgenden stets sowohl die Projectionsebenen, als die bezüglichen Projectionsfiguren bezeichnet werden.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aus projiciren, die Linien $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{g}'$ nach congruenten Punktreihen. Sind also x und x' irgend zwei entsprechende Punkte beider Figuren und schneiden die Strahlen px und $p'x'$ die Linien $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{g}'$ beziehungsweise in g und g', so ist immer: $\gamma g = \gamma' g'$.

Die gegenseitige Lage der zwei Projectionsfiguren ist an und für sich gleichgültig. Bei der für den Apparat gewählten Anordnung liegt die Aufrissfigur oberhalb der Bildfigur so, dass die zwei Grundschnitte $\mathfrak{g}'$ und $\mathfrak{g}$ in die nämliche gerade Linie fallen, welche künftig kurzweg durch $\mathfrak{g}$ bezeichnet werden mag. Es ist dann die Strecke zwischen je zwei entsprechenden Punkten g und g' der zwei congruenten Punktreihen constant, nämlich:

$$g g' = \gamma \gamma'.$$

d. Beziehung zwischen Bildfigur und Grundrissfigur.

Wendet man den *Fundamentalsatz* auf die Bildprojection P und die Grundrissprojection P° an, so ergibt sich zwischen diesen eine analoge Beziehung.

Der *Grundschnitt* zwischen P und P° werde durch $\mathfrak{h}$ bezeichnet. Derselbe fällt in *Fig. 2* mit der Linie P zusammen. Das der Bildebene P zugehörige Projectionscentrum ist O; das der Grundrissebene P° zugehörige Projectionscentrum O° fällt in's Unendliche in verticaler Richtung. Der (behufs Ermittelung der Kernpunkte) in dieser Richtung durch O gezogene Strahl schneidet die Grundrissebene in der Grundrissprojection o, die Bildebene im Unendlichen. Der eine *Kernpunkt* p° fällt also nach o, der andere p fällt in's Unendliche in verticaler Richtung.

Fig. 3 (untere Partie) zeigt Bildfigur P und Grundrissfigur P° in wahrer Gestalt, letztere mit dem Kernpunkt p°. Die Lage des Grundschnittes in der Bildfigur ist durch $\mathfrak{h}$ —, in der Grundrissfigur durch $\mathfrak{h}^\circ$ bezeichnet. Die relative Lage des Kernpunktes p° und des Grundschnittes $\mathfrak{h}^\circ$ zur Grundrissfigur in *Fig. 3* muss übereinstimmen mit *Fig. 2*.

Nach dem *Fundamentalsatz* muss nun das die Bildfigur (vom unendlich fernen Kernpunkt p aus) projicirende verticale Parallelstrahlenbüschel und das die Grundrissfigur von p° aus projicirende Strahlenbüschel die Linien $\mathfrak{h}$ und $\mathfrak{h}^\circ$ nach congruenten Punktreihen schneiden. Um dies genauer zu präcisiren, ziehe man von p° den zu $\mathfrak{h}^\circ$ senkrechten Strahl und bezeichne seinen Schnittpunkt mit $\mathfrak{h}^\circ$ durch η°, den ihm entsprechenden Punkt der congruenten Punktreihe auf $\mathfrak{h}$ durch η. Ist nun C der Schnittpunkt der zwei Grundschnitte $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{h}$, so ist die Entfernung des Punktes η von C durch *Fig. 2* bestimmt. In *Fig. 2* fällt nämlich der

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Schnittpunkt C der zwei Grundschnitte $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{h}$ in den Punkt $\mathfrak{g}$. Bestimmt man also auch in *Fig. 2* den Punkt η° als Schnittpunkt der Senkrechten von p° auf $\mathfrak{h}$, so muss die Strecke $C\eta$ der *Fig. 3* gleich der Strecke $\mathfrak{g}\eta^\circ$ der *Fig. 2* sein. Sind dann x und x° irgend zwei entsprechende Punkte der Bildfigur und der Grundrissfigur, und schneidet einerseits die durch x gezogene Verticale die Linie $\mathfrak{h}$ in h, andererseits der Strahl $p^\circ x^\circ$ die Linie $\mathfrak{h}^\circ$ in h°, so ist immer: $\eta h = \eta^\circ h^\circ$.

(Man erkennt, dass diese Beziehung zwischen Bildfigur und Aufrissfigur dieselbe ist, wie sie auch die sogenannte *Durchschnittsmethode* liefert.)

Auch hier ist die gegenseitige Lage der zwei Projectionsfiguren an und für sich gleichgiltig. Bei der für den Apparat getroffenen Anordnung ist die Lage der Grundrissfigur so gewählt, dass die Breitenlinien horizontal sind und dass p° auf der durch η gezogenen Verticalen in einem Abstand $\eta p^\circ = \eta^\circ p^\circ$ liegt. Die Lage ist also der Art, dass, wenn man von p° nach sämmtlichen Punkten h der Punktreihe $\mathfrak{h}$ Strahlen zieht, das so entstandene Strahlenbüschel mit dem die Punktreihe $\mathfrak{h}^\circ$ projicirenden Strahlenbüschel congruent ist. Es ist folglich der Winkel zwischen je zwei Strahlen, die von p° nach zwei entsprechenden Punkten h und h° führen, constant, nämlich:

$$hp^\circ h^\circ = \eta p^\circ \eta^\circ = \alpha,$$

wo α gleich dem spitzen Winkel ist, den Bildebene P und Aufrissebene P' einschliessen.

Um übrigens die Punkte η° und η bei der Construction zu umgehen, kann man einerseits im Grundriss den Schnittpunkt a° des Strahls $p^\circ\eta^\circ$ mit der Umrisslinie der Grundrissfigur —, andererseits in der Bildfigur den Schnittpunkt a des Strahls $p^\circ\eta$ mit der Horizontlinie markiren. Der Punkt a° kann in der *Fig. 2* bestimmt und aus dieser in die *Fig. 3* übertragen werden; der Punkt a kann bestimmt werden, indem γa gleich der Strecke $\mathfrak{g}\eta^\circ$ der *Fig. 2* abgeschnitten wird. Endlich bemerke man, dass, wenn man auf $\mathfrak{g}$ die Strecke $C\delta = \eta p^\circ$ macht, $\delta p^\circ = C\eta = \mathfrak{g}\eta^\circ$ (in *Fig. 2*) ist.

e. Zusammenfassung.

Aus den vorangehenden Erörterungen ergibt sich ein Gang der Construction, der im Folgenden in derjenigen Form dargestellt werden soll, wie er bei dem Apparat direct zur Anwendung gelangt:

1. In einer *Vorbereitungsfigur* (*Fig. 2*), welche eine Umrissskizze des Grundrisses enthält, wählt man den Standpunkt o und die Bildebene P. Auf deren Spur $\mathfrak{h}$ fällt man die Senkrechte $o\eta^\circ$ und

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

markirt deren Schnittpunkt a° mit der Umrisslinie des Grundrisses. Hierauf wählt man die Aufrissebene P' in geeigneter Lage, und zwar so, dass ihr Schnitt $\mathfrak{g}$ mit der Ebene P noch ausserhalb des Sehstrahlenbüschels, aber nicht weit von dem äussersten Grenzstrahl fällt. Bietet das Object zwei besonders ausgeprägte horizontale Hauptrichtungen dar, so wird die Aufrissebene parallel zu einer dieser Hauptrichtungen gelegt. Endlich zieht man durch o eine Senkrechte zu P' und markirt deren Schnittpunkte p' und p mit bezw. P' und P.

2. In der *Constructionsfigur* (*Fig. 3*) zieht man die Verticale $\mathfrak{g}$ und die Horizontale $\mathfrak{h}$ und markirt deren Schnittpunkt C. Hierauf zieht man durch die auf $\mathfrak{g}$ passend gewählten Punkte γ' und γ zwei horizontale Linien und schneidet auf denselben die Strecken $\gamma'p'$ und γp beziehungsweise gleich den Strecken $\mathfrak{g}p'$ und $\mathfrak{g}p$ der *Vorbereitungsfigur* ab. Ferner macht man auf der Linie $\mathfrak{g}$ die Strecke $C\delta$ = der Strecke $\eta^\circ o$ der *Vorbereitungsfigur* und auf der durch δ gezogenen Horizontalen die Strecke δp° gleich der Strecke $\mathfrak{g}\eta^\circ$ der *Vorbereitungsfigur*. Ebenso wird auf der Horizontalen durch γ die Strecke γa gleich $\mathfrak{g}\eta^\circ$ abgetragen.

3. Man heftet die Aufrissfigur P' und die Grundrissfigur P° in richtiger Lage auf's Reissbrett auf, nämlich die Aufrissfigur so, dass die auf ihr markirte Horizontlinie die Horizontale durch γ' deckt und dass ihr äusserster auf der Horizontlinie liegender Punkt denselben Abstand von der Linie $\mathfrak{g}$ hat wie in der *Vorbereitungsfigur* ($\gamma'b'$ der *Fig. 3* gleich $\mathfrak{g}b^\circ$ der *Fig. 2*), — die Grundrissfigur (in welche der Punkt a° eingetragen worden ist,) so, dass ihre Breitenlinien horizontal liegen und dass zwei in ihr markirte, zur Breiten- und Tiefenrichtung parallele Linien die nämlichen bezüglichen Abstände von Punkt p° haben wie in der *Vorbereitungsfigur*.

4. Sind nunmehr x' und x° zwei zugeordnete Punkte des Aufrisses und Grundrisses, so ergibt sich der entsprechende Punkt x der Bildfigur durch folgende Construction:

Man zieht $p'x'$, markirt deren Schnittpunkt g' mit der Linie $\mathfrak{g}$, schneidet auf letzterer die Strecke $g'g = \gamma'\gamma$ ab und zieht pg. Man zieht ferner $p^\circ x^\circ$, dreht diesen Strahl um p° um den Winkel $\alpha = a^\circ p^\circ a$, markirt den Schnittpunkt h des gedrehten Strahls mit der Linie $\mathfrak{h}$ und zieht durch h eine Verticale. Der Schnittpunkt dieser Verticalen mit der Linie pg stellt den Punkt x vor.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III.

Beschreibung des Apparates.

Bei der im vorigen Abschnitt besprochenen Construction fungiren als Constructionslinien: 1. die *Grundschnitte* $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{h}$, 2. die *Kernstrahlen* $p'x'$, px, $p^\circ x^\circ$, $p^\circ h$, hx.

Die Construction wird nun in einen mechanischen Apparat übertragen, indem die genannten Constructionslinien durch Stangen ersetzt werden, welche die den Aufriss und den Grundriss durchfahrenden *Fahrstifte* x' und x°, sowie den die Bildfigur beschreibenden *Zeichenstift* x tragen und welche entsprechend der geometrischen Construction mit einander kinematisch verkettet sind.

a. Einzelbestandtheile des Apparates.

Die wichtigsten Einzelbestandtheile des Apparates sind folgende:

1. Eine Anzahl *Lineale* mit durchweg gleich breitem *Schlitz*, dessen Ränder genau geradlinig und parallel sind; am einen Ende zum Theil mit einer kreisrunden *Öse* versehen von einem Durchmesser gleich der Schlitzbreite und mit dem Mittelpunkt genau in der Längenachse des Schlitzes.

2. Eine Anzahl *Reissnagelstifte* (vergl. *Taf. II, Fig. 4)*, das heisst Reissnägel, auf deren Kopf ein cylindrischer Stift so aufgesetzt ist, dass die Achse des Stiftes zur Grundfläche des Reissnagelkopfes genau senkrecht ist und mit der Achse des Reissnagelspiesses genau übereinstimmt. Der Durchmesser des Stiftes ist um ein Minimum (die Dünne eines feinen Seidenpapiers) kleiner als die Schlitzbreite der Lineale, so dass der Stift in dem Schlitz leicht, doch ohne Spiel gleiten kann.[1] An seinem oberen Ende trägt der Stift ein Schraubengewinde zum Umschrauben eines hohlen *Hütchens*. — Zum Einsetzen der Reissnagelstifte in's Reissbrett dient eine besondere Vorrichtung — das *Einsetzgestell*, durch welches eine zur Reissbrettfläche genau senkrechte Stellung der Stifte garantirt wird.

[1] Um dies zu bewirken, und namentlich um eine vollkommene Gleichförmigkeit des Schlitzes in den Linealen zu erzielen, sind die letzteren dadurch hergestellt, dass die zwei Hälften rechts und links vom Schlitz zunächst getrennt mit genau geradlinigen Kanten angefertigt und nachträglich durch aufgeleimte Querbänder vereinigt wurden. Letzteres geschah in einer Lage, bei welcher die zwei Theile zu beiden Seiten zweier in's Reissbrett eingesetzter Reissnagelstifte lagen und durch umgelegte Gummibänder gegen die Stifte leicht angedrückt wurden, wobei auf einer Seite zwischen der Linealkante und den Stiften ein feines Seidenpapier eingefügt war.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. Eine Anzahl *Einsatzstücke* mit cylindrischen Stiften (vergl. *Taf. II, Fig. 5*), welche an beliebiger Stelle eines geschlitzten Lineales so festgeklemmt werden können, dass der Stift, dessen Durchmesser gleich demjenigen der Reissnagelstifte ist, senkrecht zur Linealfläche steht, und seine Achse die Längenachse des Schlitzes schneidet. Der Stift trägt an seinem oberen Ende ein Schraubengewinde zum Umschrauben eines hohlen *Hütchens*.

Bei drei Einsatzstücken ist der Stift cylindrisch ausgebohrt behufs Aufnahme der *Fahrstifte*, beziehungsweise des *Zeichenstiftes*.

4. Eine Anzahl kreisrunder dünner *Scheibchen* mit kreisrunder Öse von einem Durchmesser gleich der Schlitzbreite, zum Einstülpen in die Stifte der Einsatzstücke und Reissnagelstifte. Ein solches Scheibchen ist in *Taf. I.* bei Buchst. *H.* (rechts) sichthar.

5. Eine Anzahl *gleichschenkliger Schubkurbeln* mit verlängerter Schubstange (vergl. *Taf. I:* das Gestänge $hvwx$), bestehend aus zwei durch Scharnier v verbundenen Stangen hv und wx, an deren Endpunkten kreisrunde Ösen h, w, x von einem Durchmesser gleich der Schlitzbreite eingeschnitten sind. Die Mittelpunkte der drei Ösen haben gleiche Abstände vom Mittelpunkt des Scharniers v und liegen bei der *Schubstange* wx mit letzterem in gerader Linie. Die Öse h des *Kurbelarms* wird in den Stift eines Einsatzstückes eingeschoben, das in ein geschlitztes Lineal eingeklemmt ist. In die Öse w der Schubstange ist das *Gleitstück* eingesetzt, das in dem Schlitz des Lineales gleitet. Bei der Bewegung der Schubkurbel beschreibt der Mittelpunkt der Öse x eine Senkrechte zum Lineal durch den Mittelpunkt h. Am Scharnier v ist ein *Klemmschräubchen* angebracht, durch dessen Anziehen bewirkt wird, dass Kurbelarm und Schubstange in beliebiger unveränderlicher Stellung festgehalten werden.

6. Ein *Winkelhacken* von verstellbarer Öffnung; im Scheitel und auf jedem Schenkel ist eine kreisrunde Öse eingeschnitten von einem Durchmesser gleich der Schlitzbreite. Die zwei Schenkel sind durch eine Querstange mit Klemmschräubchen verbunden, mittelst dessen das Verstellen und Fixiren der Schenkel bewirkt wird.

b. Zusammenstellung des Apparates.

Der Gesammtmechanismus kann in drei Theilmechanismen aufgelöst werden, von denen

der I. die Bewegungen des Fahrstiftes x' und des Zeichenstiftes x —,
der II. die Bewegungen des Fahrstiftes x° und des Zeichenstiftes x —,
der III. die Bewegungen der beiden Fahrstifte x' und x°

zu einander in Beziehung setzt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diese drei Theilmechanismen mögen im Folgenden kurz als Mechanismus $(x'x)$, — $(x^\circ x)$, — $(x'x^\circ)$ bezeichnet werden.

Zur Illustration diene die Abbildung des Modells auf *Taf. I*, mit welcher die *Fig. 3* der *Taf. II* sowohl hinsichtlich der Dimensionen als hinsichtlich der Buchstabenbezeichnung genau übereinstimmt. Bei der folgenden Beschreibung fasse man stets beide Figuren, welche sich gegenseitig erläutern, gleichzeitig ins Auge.

c. Mechanismus $(x'x)$.

In den Punkten p' und p, sowie in zwei passend gewählten Punkten G' und G der Linie $\mathfrak{g}$ sind *Reissnagelstifte* in das Reissbrett eingesetzt. In die Stifte G' und G ist sodann der Schlitz eines Lineales eingeschoben, welches nunmehr längs der Linie $\mathfrak{g}$ schlittenartig gleiten kann und als *Gleitstange* $\mathfrak{g}$ bezeichnet werden mag. In zwei Punkten g' und g derselben, deren Abstand gleich $\gamma'\gamma$ ist, sind *Einsatzstücke* festgeklemmt. Endlich sind einerseits in die Stifte p' und g', andererseits in die Stifte p und g geschlitzte Lineale eingelegt, welche als *Fahrstangen* bezeichnet werden und an ihren Enden durchbohrte Einsatzstücke tragen zur Aufnahme des *Fahrstiftes* x' und des *Zeichenstiftes* x. — Durch zwischen- und untergelegte *Scheibchen*, die nach Bedürfniss in die einzelnen Stifte eingestülpt wurden, ist dafür gesorgt, dass sämmtliche Lineale in geeigneter Höhe genau parallel zur Reissbrettfläche liegen, so dass sie sich ohne gegenseitige Reibung bewegen. Ausserdem sind an den zwei Fahrstangen in der Nähe des Fahrstiftes und des Zeichenstiftes *Unterstützungsbänkchen* angebracht. — Sämmtlichen Stiften sind schliesslich die *Hütchen* umgeschraubt worden. — Durchfährt man nunmehr mit dem Fahrstift x' die Aufrissfigur, so wirkt dabei zunächst die Fahrstange $p'x'$ hebelartig auf die Gleitstange $\mathfrak{g}$, deren Bewegung dann ihrerseits die entsprechende Bewegung der Fahrstange px bewirkt.

d. Mechanismus $(x^\circ x)$.

Im Punkt p°, sowie in zwei passend gewählten Punkten H, H der Linie $\mathfrak{h}$ sind *Reissnagelstifte* eingesetzt; in die Stifte H, H ist sodann ein geschlitztes Lineal — die *Gleitstange* $\mathfrak{h}$ — eingelegt, in welche in einem Punkt h ein *Einsatzstück* festgeklemmt ist. In den Stift p° ist zunächst die Scheitel-Öse des *Winkelhackens* eingeschoben, in dessen Schenkel-Ösen *Einsatzstücke* r° und r eingeklemmt sind. Demnächst ist einerseits in die zwei Stifte p° und r°, andererseits in die zwei Stifte p° und r je ein geschlitztes Lineal eingelegt. Das erstere $p^\circ r^\circ$ trägt an

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seinem Ende ein durchbohrtes Einsatzstück zur Aufnahme des *Fahrstiftes* x°; das letztere $p^\circ r$ trägt an seinem Ende eine Öse, welche in den Stift des Einsatzstückes h eingeschoben ist. Endlich ist in den Stift h noch die Öse des Kurbelarms einer *gleichschenkligen Schubkurbel* eingefügt, deren Gleitstück w in dem Schlitz der Gleitstange $\mathfrak{h}$ läuft, während die Öse am andern Ende der Schubstange in den Stiel des Einsatzstückes x eingeschoben ist. — Durch zwischen- und untergelegte *Scheibchen*, die in die verschiedenen Stifte eingestülpt wurden, ist wieder dafür gesorgt, dass sämmtliche Lineale in geeigneter Höhe parallel zur Reissbrettfläche liegen und sich ohne gegenseitige Reibung oder Collision bewegen. Auch ist der *Fahrstange* $p^\circ x^\circ$ in der Nähe des Fahrstiftes ein *Unterstützungsbänkchen* untergelegt. — Sämmtlichen Stiften sind schliesslich die *Hütchen* umgeschraubt worden. — Durchfährt man nunmehr mit dem Fahrstift x° die Grundrissfigur, so überträgt sich zunächst die Bewegung der Fahrstange $p^\circ x^\circ$ durch Vermittelung des Winkelhackens auf die Stange $p^\circ h$, welche ihrerseits die Bewegung der Gleitstange $\mathfrak{h}$ bewirkt. Durch die gleichschenklige Schubkurbel wird dann der Zeichenstift x stets vertical über dem Punkt h geführt.

Anmerkung. Bei einem ausgedehnteren Grundriss könnte möglicherweise der Fall eintreten, dass die Fahrstange $p^\circ x^\circ$ und die Gleitstange $\mathfrak{h}$ bei der Bewegung in Collision gerathen. Um dem vorzubeugen ist folgende (an dem vorliegenden Modell noch nicht angewendete) Modification zu empfehlen: Man klemmt am äussersten linken Ende der Gleitstange $\mathfrak{h}$ ein Einsatzstück i fest, verschiebt den Grundriss P° sowie den Reissnagelstift p° in horizontaler Richtung je um eine Strecke $= h\,i$ nach links und setzt die Öse der Stange $p^\circ r$ (statt in h) in den Stift i ein, während die Öse des Kurbelarms in h verbleibt. — Oder auch kann man (vergl. *Taf. II*, *Fig. 3a*) auf der Horizontalen durch p° links von p° einen zweiten Reissnagelstift π° einsetzen, den Grundriss P° um eine Strecke $= p^\circ\pi^\circ$ in horizontaler Richtung nach links verschieben und in die Stifte p°, π° die Eck-Ösen eines beweglichen Parallelogrammgestänges $p^\circ\pi^\circ\rho^\circ r^\circ$ einlegen, dessen Seite $p^\circ r^\circ$ von dem linken Schenkel des Winkelhackens gebildet wird. Legt man dann die Fahrstange mit dem Fahrstift x° statt in die zwei Stifte p° und r° — in die Stifte π° und ρ° ein, so ist bei der Bewegung die Fahrstange $\pi^\circ x^\circ$ stets parallel mit $p^\circ r^\circ$, und es wird folglich, wenn man mit dem Fahrstift x° den Grundriss durchfährt, die Bewegung der Stange $p^\circ h$ genau in derselben Weise bewirkt wie vorhin. — Es empfiehlt sich dann ferner, auch den Aufriss nach links zu verschieben und die Bewegung der ihn durchfahrenden, mit $p'g'$ parallelen Fahrstange durch eine ähnliche Parallelogrammverbindung auf die Stange $p'g'$ zu übertragen.

BIBLIOTHÈQUE CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS CNAM

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

e. Mechanismus $(x' x^\circ)$.

Bezüglich der seither beschriebenen Mechanismen $(x' x)$ und $(x^\circ x)$ geht aus den Erörterungen des *Abschnittes II* unmittelbar hervor, dass, wenn man mit den Fahrstiften x' und x° zwei zugeordnete Punkte des Aufrisses und Grundrisses markirt, der Zeichenstift x sich vermöge der combinirten Mechanismen $(x' x)$ und $(x^\circ x)$ auf den entsprechenden Bildpunkt einstellt. Denn der Mechanismus $(x' x)$ bewirkt, dass der Zeichenstift sich auf den richtigen Kernstrahl durch p stellt, während der Mechanismus $x^\circ x$ ihn auf die richtige Verticale stellt. Der erstere liefert für die Bewegung des Zeichenstiftes die verticale —, der letztere die horizontale Componente.

Indessen kann mittelst dieser Combination die Bildfigur zunächst nur punktweise bestimmt werden. Um eine Linie continuirlich zu beschreiben, würde erforderlich sein, die beiden Fahrstifte x' und x° entlang der Aufriss- und Grundrissprojection der betreffenden Linie gleichzeitig so zu führen, dass sie in jedem Moment auf entsprechenden Punkten der zwei Projectionen stehen. Um dies zu ermöglichen, müssen die Bewegungen der zwei Fahrstifte x' und x° durch einen weiteren Mechanismus zu einander in Beziehung gesetzt werden, welcher bewirkt dass dieselben stets nur entsprechende Punkte markiren können. — Die Grundrissfigur ist gegen die Aufrissfigur seitlich verschoben; die Grösse der Verschiebung sei s. Denkt man sich also durch irgend zwei entsprechende Punkte x' und x° zwei Verticalen gezogen, so ist deren Entfernung stets gleich s. Der zwischen P' und P° einzuschaltende Mechanismus muss folglich die zwei Fahrstifte zwingen, stets einen horizontalen Abstand $= s$ einzuhalten. Dies ist in dem Apparate folgendermaassen bewirkt (vergl. *Taf. I.*):

Auf einer zwischen der Aufrissfigur und der Bildfigur gezogenen horizontalen Linie $\mathfrak{k}$ sind zwei Punkte K, K passend gewählt und in denselben zwei Reissnagelstifte eingesetzt, in welche ein geschlitztes Lineal — die *Gleitstange* $\mathfrak{k}$ — eingelegt ist. Dieselbe trägt (behufs Vermeidung von Collisionen) ausser dem Hauptschlitz noch einen zweiten, mit dem Hauptschlitz parallelen Nebenschlitz. In dem Hauptschlitz und in der Verlängerung des Nebenschlitzes ist je ein Einsatzstück eingeklemmt und in dessen Stift u°, bezw. u' die Öse des Kurbelarms je einer gleichschenkligen Schubkurbel eingefügt. Die bezüglichen Gleitstücke w° und w' laufen in den betreffenden Schlitzen; die Ösen am anderen Ende der Schubstangen sind beziehungsweise in die Stifte der Einsatzstücke x° und x' eingeschoben. Der horizontale Abstand der Mittelpunkte der zwei Stifte u° und u' ist gleich der Verschiebungs-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grösse s. — Die Klemmschräubchen an den Scharnieren der Schubkurbeln seien durch v° und v' bezeichnet. — Durch unter- und zwischengelegte *Scheibchen* ist wieder für eine zur Reissbrettfläche durchweg parallele Lage der Stangen in geeigneter (Reibung und Collision ausschliessender) Höhe gesorgt.

IV.

Handhabung des Apparates.

a. Einstellung für eine bestimmte Aufgabe.

Für verschiedene Aufgaben, bei welchen Auge und Bildebene verschiedene Lagen zum Object haben, bleiben die drei *Gleitstangen*, sowie die zwei horizontalen Linien durch γ' und γ stets unverändert. Geändert wird nur: die Lage der drei Reissnagelstifte p', p, p°, die Öffnung α des Winkelhackens und die Verschiebungsgrösse $s = u'u^\circ$. Die bezügliche Einstellung des Apparates geschieht folgendermaassen:

1. Die zu der Einstellung erforderlichen Daten werden von einer *Vorbereitungsfigur* (s. *Taf. II, Fig.* 2) geliefert, die genau in derselben Weise construirt wird, wie im *Abschnitt II, e* unter *Nr. 1* (s. S. 184) angegeben wurde. Sofort werden die den *Aufriss* und *Grundriss* enthaltenden Blätter auf das den Apparat tragende Reissbrett in der richtigen, aus der *Vorbereitungsfigur* ersichtlichen Lage aufgeheftet, wie dies in *Abschnitt II, e* unter *Nr. 3* (s. S. 185) näher ausgeführt wurde. In die Grundrissfigur wird der Punkt a° aus der *Vorbereitungsfigur* eingetragen. Endlich wird in dem von den drei *Gleitstangen* eingeschlossenen Raum das Zeichenblatt für die Bildfigur aufgeheftet.

2. Auf dem Reissbrett werden die Strecken $\gamma'p'$, γp, $C\delta$, δp° und γa gleich den entsprechenden Strecken der *Vorbereitungsfigur* (vergl. *Abschn. II, e, Nr.* 2) mit dem Zirkel abgestochen,[1] hierauf in den Punkten p', p, p° die Reissnagelstifte mittelst des *Einsetzgestells* eingesetzt und in dieselben die betreffenden Lineale eingelegt.

3. Demnächst wird bei loser Stellung der Schenkel des *Winkelhackens* der Fahrstift x° in den Punkt a° des Grundrisses —, der Zeichenstift x in den Punkt a des Zeichenblattes gestellt und werden die Schenkel

[1] Man kann mit den Spitzen eines Zirkels bequem in die Schlitze der Lineale eingreifen. Dagegen würde es mit Schwierigkeiten verbunden sein, durch einen unterhalb einer Gleitstange liegenden Punkt mittelst Anlegens eines untergeschobenen Lineals eine Linie zu ziehen. Dies der Grund, warum (vergl. II, d, Schluss) die Benutzung des Punktes γ bei der Construction umgangen wurde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des Winkelhackens in derjenigen Stellung, die sie hierbei einnehmen, durch Anziehen des bezüglichen (unterhalb r^o liegenden) *Klemmschräubchens* fixirt.

4. Endlich wird das locker geschraubte Einsatzstück u^o innerhalb des Schlitzes der Gleitstange $\mathfrak{k}$ so verschoben, dass die zwei Fahrstifte x' und x^o auf irgend zwei entsprechende Punkte des Aufrisses und Grundrisses gestellt werden können; in der also bestimmten Lage wird dann das Einsatzstück u^o festgeklemmt.

Nachdem einmal der Apparat in der angegebenen Weise eingestellt ist, bleibt die Einstellung während der ganzen Construction dieselbe, ohne dass irgend welche Änderung vorgenommen werden müsste.

b. Ausführung der Construction.

Der Umstand, dass der Apparat zwei Führungsstifte besitzt, macht seine Handhabung keineswegs complicirter im Vergleich zu den in *Abschnitt I, b* besprochenen, weniger leistungsfähigen Instrumenten. Es kommt nämlich nur in seltenen Fällen — und zwar nur in solchen Fällen, für welche die anderen Apparate die Anwendbarkeit gänzlich versagen — vor, dass beide Fahrstifte zugleich geführt werden. In der Regel wird nur einer geführt, während der andere leer läuft, beziehungsweise vermöge des Mechanismus sich selbst führt.

Um bei der Construction nach einem bestimmten Plane vorzugehen, empfiehlt sich, in der schon im *Abschnitt I, b* besprochenen Weise das Object in Gedanken in einzelne horizontale oder verticale Parallelschichten aufzulösen, zuerst diese der Reihe nach in Perspective zu setzen und demnächst die übrigen Linien zu behandeln.

Das Constructionsverfahren bei Anwendung von horizontalen Schichten ist folgendes: Man stellt den Fahrstift x' in irgend einen Punkt der Aufrissprojection des betreffenden Horizontalschnittes und zieht das Klemmschräubchen v' am Scharnier der zugehörigen Schubkurbel an. Hierdurch wird die Schubkurbel festgelegt, so dass nunmehr der Fahrstift x' nur noch eine horizontale Linie, und zwar diejenige horizontale Linie, welche die Aufrissprojection des betreffenden Horizontalschnittes vorstellt, beschreiben kann. Umfährt man also jetzt mit dem Fahrstift x^o die Grundrissprojection des Horizontalschnittes, so stellt sich vermöge des Mechanismus $(x' x^o)$ der Fahrstift x' in jedem Augenblick ganz von selbst in den richtigen Punkt der Aufrissprojection, und der Zeichenstift x beschreibt die Perspective. Beim Übergang von einer Schichte zur nächsten hat man nur das Klemmschräubchen v' zu lösen, den Fahrstift x' auf die Höhe der nächsten Schichte zu stellen und das Schräubchen wieder anzuziehen. Sind sämmtliche Horizontalschichten

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

in Perspective gesetzt, so werden sofort die Verticalen gezogen, indem man den Fahrstift x^o in die einzelnen Punkte des Grundrisses stellt, in welchen sich dieselben projiciren, und mit dem Fahrstift x' im Aufriss die betreffenden Verticalen durchfährt.

Ganz analog ist das Verfahren bei Anwendung von verticalen Schichten parallel zur Aufrissebene: Man stellt den Fahrstift x^o in irgend einen Punkt der Grundrissprojection des betreffenden Verticalschnittes und zieht das Klemmschräubchen v^o am Scharnier der zugehörigen Schubkurbel an. Der Fahrstift x^o kann jetzt nur noch die Breitenlinie beschreiben, welche die Grundrissprojection des Verticalschnittes vorstellt. Umfährt man also mit dem Fahrstift x' die betreffende Aufrissprojection, so regulirt sich die entsprechende Bewegung des Fahrstiftes x^o von selbst, und der Zeichenstift x beschreibt die Perspective. Schliesslich werden die Tiefenlinien gezogen, indem man den Fahrstift x' in die einzelnen Punkte des Aufrisses stellt, in welche sich dieselben projiciren, und mit dem Fahrstift x^o im Grundriss die betreffenden Tiefenlinien durchfährt.

Hinsichtlich der Schärfe der vom Apparat gezeichneten geraden Linien ist hervorzuheben, dass sämmtliche gerade Linien in den drei Hauptrichtungen: Breitenlinien, Tiefenlinien, Höhenlinien, (welche ja bei geradlinigen architektonischen Objecten stets von hervorragender Bedeutung und Häufigkeit sind), vom Apparate mit einer dem Lineal gleichkommenden Schärfe und Schnelligkeit geliefert werden.

Eine Höhenlinie wird dadurch erhalten, dass der Fahrstift x^o auf einen bestimmten Punkt des Grundrisses festgestellt wird. Damit ist die Fahrstange $p^o x^o$ und durch sie die Stange $p^o h$ —, also auch die Gleitstange $\mathfrak{h}$ mit dem Punkt h festgelegt. Der Zeichenstift x kann sich also gar nicht anders bewegen als auf der Verticalen durch h, das heisst: er beschreibt diese (bei beliebiger Geschwindigkeit) mit absoluter Schärfe.

Bei einer Tiefenlinie wird der Fahrstift x' auf einem bestimmten Punkt des Aufrisses festgehalten. Dadurch ist die Fahrstange $p' x'$ und durch sie die Gleitstange $\mathfrak{g}$ mit dem Punkt g festgelegt. Die Fahrstange px kann sich also gar nicht anders als entlang der zwei Stifte g und p bewegen, das heisst: der Zeichenstift x beschreibt die Linie gp mit absoluter Schärfe.

Was endlich die Breitenlinien anlangt, so werden dieselben auf folgende Weise behandelt: Man stellt die Fahrstifte x' und x^o auf die bezüglichen Projectionen der betreffenden Breitenlinie und zieht an beiden zugehörigen Schubkurbeln die Klemmschräubchen v' und v^o an. Damit sind nunmehr die zwei Fahrstifte gezwungen, die zwei Projectionen der Breitenlinie zu beschreiben. Man durchfährt sie, indem man mit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

der Hand die Gleitstange $\mathfrak{k}$ führt, und erhält dadurch die Perspective der betreffenden Linie mit absoluter Schärfe.

Bei solchen geraden oder ebenen krummen Linien, welche keiner der zwei Projectionsebenen parallel sind, sowie bei Raumkurven sind beide Fahrstifte gleichzeitig zu führen. Man hat hiezu die Hilfe einer zweiten Person in Anspruch zu nehmen; im übrigen bietet die Führung nicht mehr Schwierigkeit als die Führung eines einzigen Fahrstiftes. Denn da vermöge des Mechanismus $(x' x^0)$ die Führung des einen Stiftes auch den andern beeinflusst, in der Art, dass beide Stifte stets entsprechende Punkte des Aufrisses und Grundrisses markiren, so ist die eine Projection (und zwar diejenige, welche mehr entwickelt ist) mit dem betreffenden Fahrstift zu durchfahren ganz ebenso, wie wenn sie allein vorhanden wäre; dabei wird der andere Fahrstift mitgezogen, so dass die zweite Person, welche diesem Zuge nachgebend den Stift leicht hält, nur darauf zu achten hat, dass derselbe nicht rechts oder links von seiner vorgeschriebenen Bahn abweicht.

c. Besondere Fälle.

In dem Falle, dass der Punkt p' in's Innere der Aufrissfigur — und demgemäss auch der Punkt p in's Innere der Bildfigur zu liegen kommen sollte, würde sich die Schwierigkeit ergeben, dass nicht sämmtliche Partieen der Figur mit dem Fahrstift, bezw. Zeichenstift erreicht werden können. Man hilft sich in einem solchen Falle einfach dadurch, dass man der Aufrissebene eine andere Lage gibt, bei welcher der genannte Übelstand nicht vorhanden ist. Speciell bei geradlinigen architektonischen Objecten wird die Aufrissebene parallel zu der anderen horizontalen Hauptrichtung (Tiefenrichtung) gelegt, also ein Aufriss benutzt, der mit Beziehung auf die ursprüngliche Annahme als Seitenriss zu bezeichnen wäre. Dadurch ist die Schwierigkeit beseitigt, während alle vom Apparate gebotenen Constructionsvortheile gewahrt bleiben.

Es kann aber hierbei geschehen, dass der Kernpunkt p in allzu grosse Entfernung über das Reissbrett hinaus fällt. Bei einer *Frontansicht* fällt p sogar in's Unendliche.

Für diese Fälle ist dem Apparate noch eine vierte Gleitstange und noch eine vierte Schubkurbel beigegeben.

Die Gleitstange, an welcher seitlich ein Arm mit versetzbarem Einsatzstück l angebracht ist, dient dazu, falls der Punkt p in zu grosse Entfernung fällt, für die Fahrstange px noch einen zweiten Führungspunkt l (neben dem Punkt g) zu liefern. Sind nämlich $\mathfrak{l}'$ und $\mathfrak{l}$ zwei zu $\mathfrak{g}$ parallele Linien, welche bezw. die Strahlenbüschel p' und p nach congruenten Punktreihen schneiden, (— welche also die Strecken $p'\gamma'$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

und $p\gamma$ proportional theilen), so wird das Einsatzstück l am Seitenarm der Gleitstange so gestellt und ferner in den Schlitz der Gleitstange ein zweites Einsatzstück l' in solcher Stellung festgeklemmt, dass, wenn man nun die Gleitstange längs der Linie $\mathfrak{l}'$ in zwei Reissnagelstifte einlegt und gleiten lässt, die zwei Stifte l' und l die zwei congruenten Punktreihen auf $\mathfrak{l}'$ und $\mathfrak{l}$ beschreiben. Von den zwei Fahrstangen wird dann die eine in die drei Stifte p', l' und g' —, die andere in die zwei Stifte l und g eingelegt.

Die Schubkurbel kommt bei Frontansichten zur Verwendung. Fällt nämlich p in unendliche Entfernung, so ist der Strahl px in jeder Lage horizontal. Man hat demgemäss die Fahrstange px durch eine gleichschenklige Schubkurbel zu ersetzen, deren Kurbelarm-Öse in den Stift g eingeschoben wird und deren Gleitstück in dem Schlitz der Gleitstange $\mathfrak{g}$ läuft, während die Öse am andern Ende der Schubstange das Einsatzstück mit dem Zeichenstift trägt.

Die Benutzung der vierten Gleitstange oder Schubkurbel ist übrigens nur erforderlich, wenn man sich den Vortheil der linealischen Schärfe der Geradenzeichnung wahren will. Denn nur dann ist es nothwendig, die Aufrissebene parallel zu einer der zwei horizontalen Hauptrichtungen zu legen, wodurch das Hinausfallen des Kernpunktes p veranlasst wird. Will man sich aber hinsichtlich der Geradenzeichnung mit der geringeren Genauigkeit begnügen, wie sie auch die Instrumente von *Ritter* oder *Brix* liefern, oder weist das vorliegende Object (z. B. ein Rundbau) keine ausgeprägten horizontalen Hauptrichtungen auf: so wird dem Hinausfallen des Kernpunktes p einfach durch geeignete willkürliche Wahl der Aufrissebene vorgebeugt. Man bemerke hierbei, dass es keineswegs nöthig ist, die einer willkürlichen Annahme der Aufrissebene entsprechende Aufrissfigur vorher besonders zu zeichnen. Denn bei Anwendung von horizontalen Schichten ist die Aufrissfigur nur dazu erforderlich, den Fahrstift x' auf die Höhe der betreffenden Schichten zu stellen. Hierzu kann aber jede beliebige Aufrissfigur, ja sogar eine blosse Höhenskala benützt werden. Auch zum Ziehen der Verticalen ist nur der Grundriss erforderlich.

V.

Weitere Ausbildung des Apparates.

Die Beweglichkeit des Apparates ist eine sehr leichte und genaue, insofern einerseits die Führung des Fahrstiftes x' stets eine starke verticale Componente —, andererseits die Führung des Fahrstiftes x^o stets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eine starke horizontale Componente für die Bewegung des Zeichenstiftes x liefert. Ein todter Gang ist gänzlich ausgeschlossen.

Eben mit Rücksicht hierauf ist der Apparat einer sehr feinen mechanischen Ausbildung fähig.

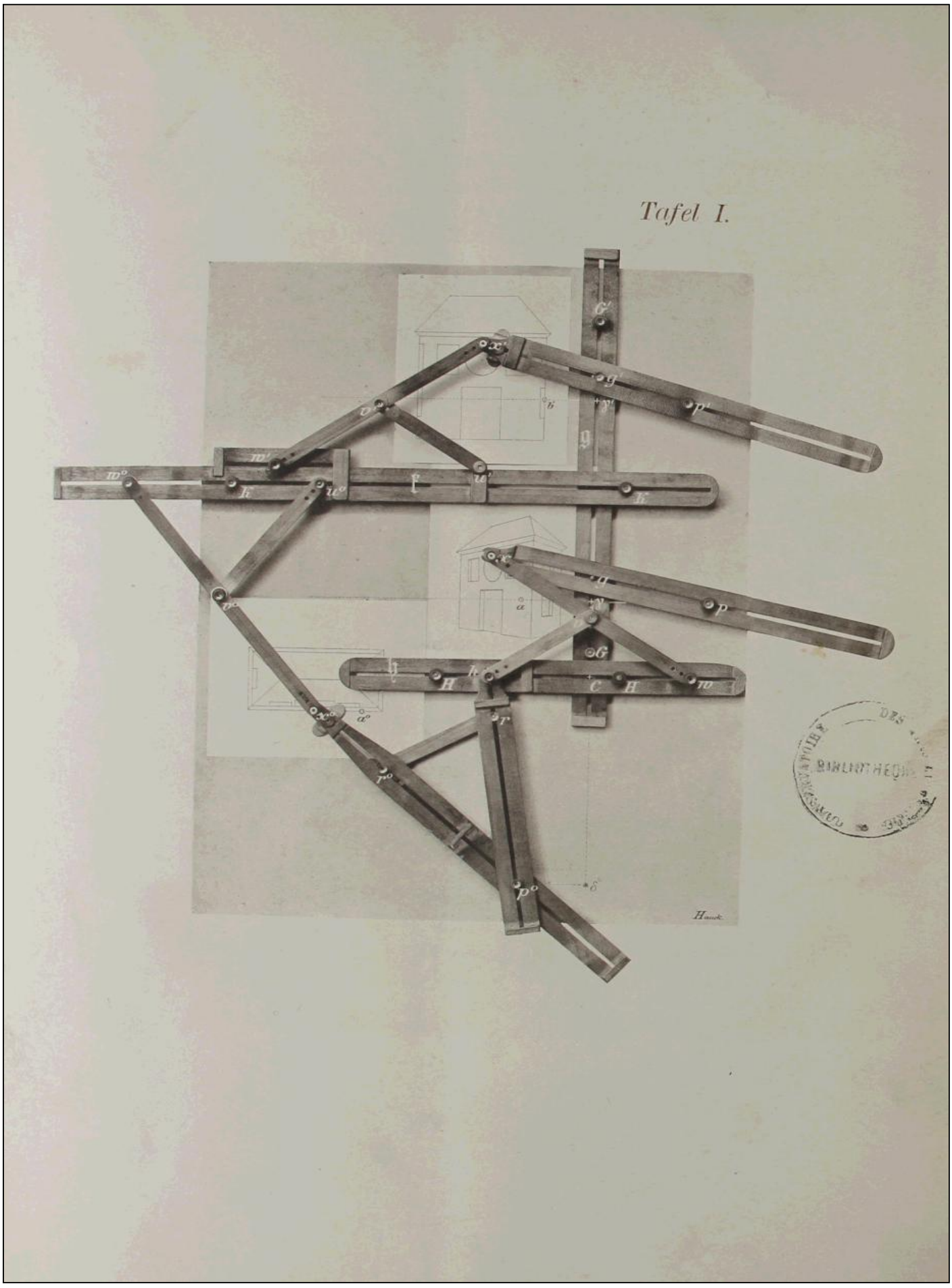
Dass in dem vorliegenden Modell die Aufgabe der Umsetzung der geometrischen Construction in einen Mechanismus durch das Mittel der geschlitzten Lineale, deren Schlitze in cylindrischen Stiften gleiten, gelöst wurde, hatte seinen Grund lediglich in der Nothwendigkeit, zunächst ein Modell in Holz durch Handarbeit herzustellen, um an demselben das zweckmässigste Arrangement zu ermitteln, sowie die Eigenthümlichkeiten der bezüglichen Bewegungsvorgänge zu studiren.

Bei der Ausführung des Apparates in Metall durch den Feinmechaniker würden an Stelle der geschlitzten Lineale zweckmässiger Rundstäbe — und an Stelle der Stifte horizontale, um eine verticale Achse drehbare Hülsen gesetzt werden, in welchen sich die Rundstäbe verschieben. Die Hülsen würden mit Frictionsrollen versehen und an allen Unterstützungspunkten (z. B. namentlich als Ersatz für die *Unterstützungsbänkchen*) würden Laufrollen angebracht werden, so dass jegliche gleitende Reibung beseitigt wäre. Alle bei den neueren Pantographen angewendeten Feinheiten würden zur Verwerthung gelangen. Die Subtilität der Bewegung kann dadurch auf's äusserste gesteigert werden.

Der vorgeführte Apparat stellt nur eine Specialform einer allgemeineren Gattung von Apparaten *(Trikolographen)* vor, welche alle auf dem Princip beruhen, dass die auf den *Fundamentalsatz II, a* sich gründende geometrische Construction der Aufgabe: aus zwei gegebenen Projectionen eines räumlichen Objectes eine beliebige dritte Projection herzustellen, — in einen Mechanismus übertragen wird. So kann aus den nämlichen Einzelbestandtheilen, aus denen sich der vorgeführte Apparat zusammensetzt, ein Apparat zusammengestellt werden, welcher die Perspective aus gegebenem Aufriss und Seitenriss liefert, oder ein solcher, welcher die photogrammetrische Aufgabe löst, den Grundriss oder Aufriss aus zwei Perspectiven zu ermitteln, u. s. f.

Hierüber bleibt weitere Mittheilung vorbehalten.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tafel II.

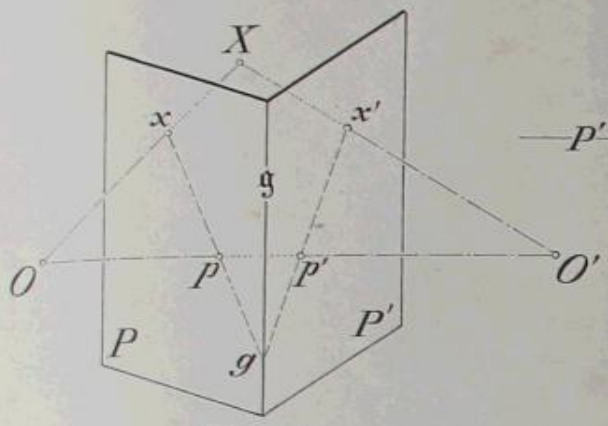
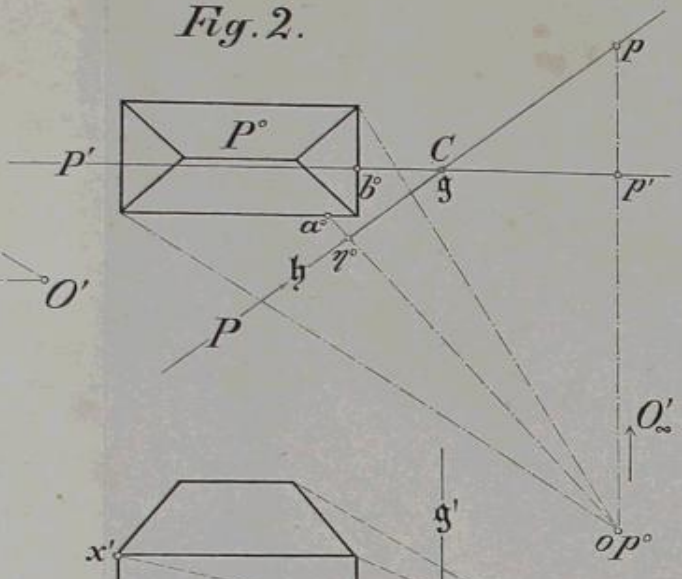


Fig. 1.

Fig. 2.



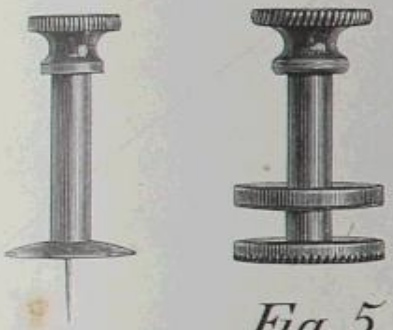
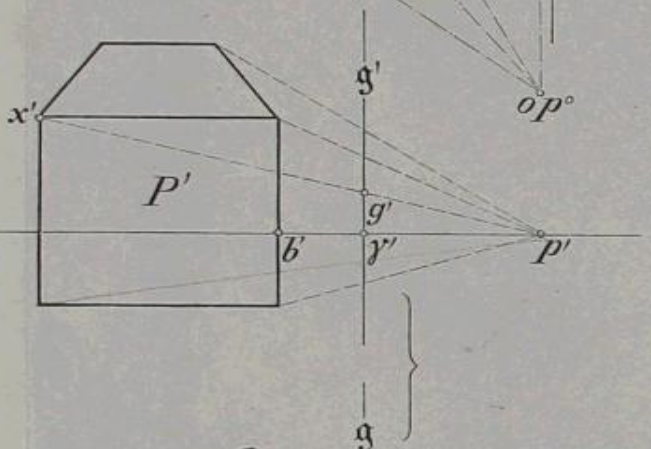


Fig. 4.

Fig. 5.



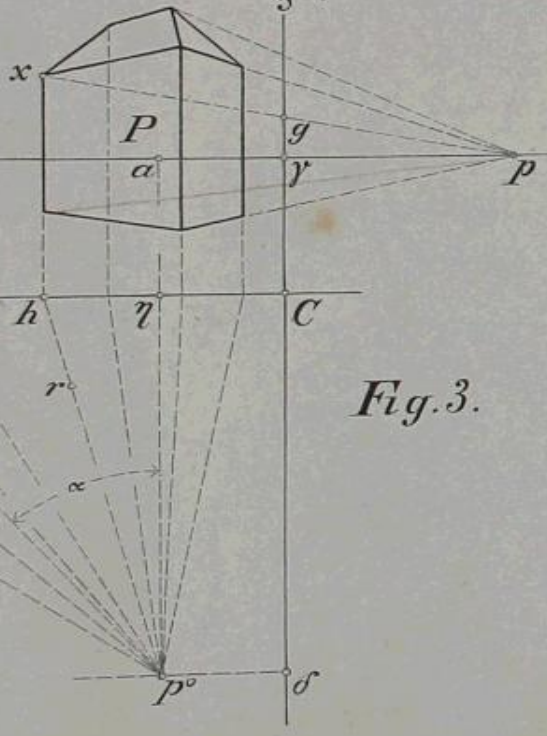


Fig. 3.

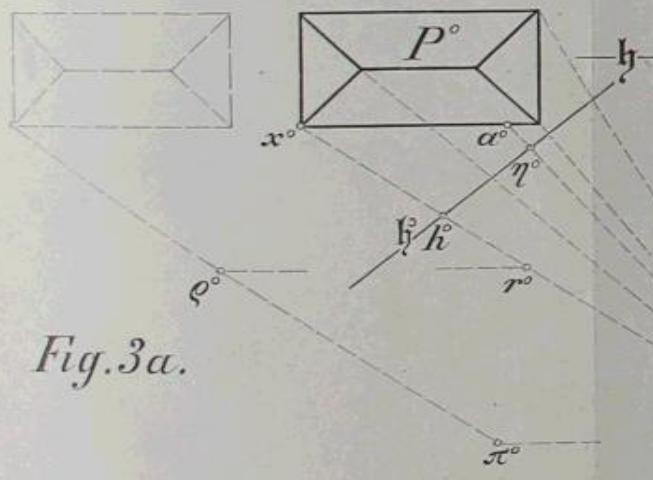


Fig. 3a.

G. Hauck.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires