

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

František Havelka

Abriss der historischen Entwicklung von mechanischen Perspektivkonstruktionen. II.

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica, Vol.
8 (1967), No. 1, 5--18

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119864>

Terms of use:

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1967

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Katedra algebry a geometrie přírodovědecké fakulty
Vedoucí katedry: prof. RNDr. Josef Metelka*

Abriß der historischen Entwicklung von mechanischen Perspektivkonstruktionen

František Havelka

(Eingelangt am 31. Mai 1966)

Zweiter Teil

I. Einleitende Bemerkungen

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts, besonders die Jahre 1870—1890, brachten neue Anregungen und Ideen auf dem Gebiete der Konstruktionstheorie von Perspektivgeräten und mechanischen Perspektivhilfsmitteln. Seither nimmt das Interesse für diese Mechanismen nicht ab. Wir wollen hier eine kurze Bemerkung zu der Entwicklungsgeschichte der Perspektive bis zu diesem Zeitpunkt anführen.

Solange die Perspektive sich nur im Zusammenhang mit der Kunst entwickelte, bestand sie aus einer Reihe unsystematischer Kenntnisse und praktischer Anweisungen, die den Künstlern zum richtigen Zeichnen dienen sollten, und das Ziel verfolgten, im Beobachter den Eindruck der Natürlichkeit zu erwecken. Einen höheren Grad der Vollendung erlangte die Perspektive, als sie das Interesse der Mathematiker und Techniker erweckte, die ihre theoretischen Grundlagen feststellten und sie zu einer geometrischen Disziplin machten. Zu diesen Theoretikern gehören insbesondere: *I. Danti, G. Desargues, S. Stevin, B. Taylor, J. H. Lambert, W. J. Gravesande* u. a.

Am Ende des 18. Jahrhunderts und in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts entwickelte sich aus der Perspektive eine neue Disziplin, die projektive Geometrie (*J. V. Poncelet*).

In der Epoche der industriellen Revolution wird auch der Höhepunkt der theoretischen Kenntnisse über die Abbildungsverfahren unter Einfluss der sich entwickelnden Industrie, militärischer Bedürfnisse u. a. erreicht. Die Kenntnisse über Projektionsmethoden von Objekten der technischen Praxis wurden in ein System geformt, in ein neues Wissenschaftsgebiet, die darstellende Geometrie. Die Verdienste um die Schaffung dieses neuen Gebietes gehören dem französischen Geometer *Gaspard Monge* (1746—1818). Zur Zeit der französischen Revolution sind also die Perspektive, die projektive Geometrie und die darstellende Geometrie wissenschaftliche Disziplinen, die sich von nun an gegenseitig beeinflussen.

Im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts geht die industrielle Revolution in die kapitalistische Industrialisation über. Die sich entwickelnde Industrie beeinflusst ausser anderen Wissenschaftsgebieten auch die darstellende Geometrie, welche

zusammen mit der projektiven Geometrie und Perspektive die Blütezeit ihrer Entwicklung antritt. Die Produktion einerseits und die Wissenschaften, besonders die Naturwissenschaften andererseits beeinflussen sich gegenseitig zu ihrem Vorteil.

Die Produktion fordert zu dieser Zeit anschauliche Abbildungen der zu erzeugenden Gegenstände und so kommen in Betracht neben der Perspektive auch die freie Parallelprojektion, die schiefe und axonometrische Projektion. Die Verdienste um die Grundlagen dieser Abbildungsverfahren sind den Geometern *J. H. Lambert* (18. Jahrh.), *W. Farish*, *G. Gregory*, *H. Soppith* u. a. (die erste Hälfte des 19. Jahrh.) zuzuschreiben. Diese Abbildungsverfahren sind einfacher als die Perspektive und dienen zum Zeichnen anschaulicher Projektionen kleinerer Gegenstände der technischen Praxis. Die Perspektive kommt zur Geltung bei Abbildung von Objekten grösserer Dimensionen.

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts bedeutet eine weitere Etappe in der kapitalistischen Industrialisation. Maschinen beherrschen alle Produktionsgebiete zusammen mit der Wissenschaft, welche zu einem wichtigen Faktor in der Entwicklung der Gesellschaft wird.

Auf dem Gebiete der Mechanisation des Zeichenprozesses von Perspektiven entsteht eine rege Bewegung, die von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Es kommt zu einer schnellen Entwicklung der darstellenden und projektiven Geometrie, an der sich auch in bedeutendem Masse tschechische Mathematiker beteiligen (*R. Skuherský*, *F. Těšer*, *K. Pele*, *J. Šoltn*, *Č. Jarolímek*, *J. Machovec*, *B. Procházka* u. a.). Weiter sind es die anwachsende technische Praxis, die Konkurrenz innerhalb der kapitalistischen Erzeugung usw., die zur Verwendung der Perspektive bei Entwurfszeichnungen führten. Die Theorie sollte das langwierige und schwierige Zeichnen dieser Pläne verkürzen und vereinfachen. Es wirkte auch der Vorsprung, der auf manchen theoretischen Gebieten erreicht wurde, z. B. in der projektiven Kollineation, die eng mit der Perspektive zusammenhängt, oder auf einigen mathematischen Gebieten, z. B. in den trilinearen Beziehungen und Verwandtschaften, die in der Perspektive und im Aufbau perspektiver Mechanismen ihr materielles Modell fanden. Die trilinearen Verwandtschaften wurden besonders von *G. Hauck* ausgenützt.

Nach den 80. Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde eine Reihe von Hilfsmitteln zum Zeichnen von Perspektiven konstruiert, auch eine Reihe komplizierterer Geräte, sinnvoller Kollineographen und Perspektographen von rein mechanischem, optisch-mechanischem und optischem Charakter. Die ersten perspektiven Mechanismen dieser Epoche entstehen in Deutschland, Frankreich, Italien, England und in anderen Ländern.

Nach der Oktoberrevolution in der Sowjet-Union kommt es auch dort zur regen Entwicklung auf allen Gebieten des menschlichen Denkens. Die Entfaltung der darstellenden Geometrie in der UdSSR hängt mit den Namen *N. A. Glogolev*, *A. I. Dobryakov*, *N. M. Dušin*, *D. I. Kargin*, *E. F. Četveruchin*, *A. C. Volberg*, *N. M. Bezkin*, *E. A. Glasunov* u. a. zusammen. Die entsprechende Literatur ist reich, besonders wertvoll sind die Sammelwerke L5a, L5b. Seit dem Jahre 1923 erscheinen die ersten Mechanismen zum Zeichnen von affinen und axonometrischen Abbildungen.

II. Das Haucksche System. Der Haucksche Lehrsatz

Wie schon erwähnt wurde, wurden um die Mitte des Jahrhunderts einige geometrische Theorien geschaffen, die bei den Konstruktionen von perspektiven Mechanismen bewertet wurden. Eines der ersten dieser Geräte stammt von *G. Hauck*.

Als theoretische Grundlage dieses Apparates dient die Beziehung zwischen drei ebenen Punktsystemen, eine trilineare Verwandtschaft, die von *Rosanes, Schubert, B. Klein* u. a. analytisch bearbeitet wurde. Vom Standpunkt der darstellenden Geometrie beschäftigte sich mit dieser Theorie *G. Hauck*, Professor der technischen Hochschule in Berlin. Es wird gezeigt, dass zwischen drei Zentralprojektionen eines räumlichen Objektes aus drei Projektionszentren ${}^1O, {}^2O, {}^3O$ in drei verschiedene Projektionsebenen ${}^1\pi, {}^2\pi, {}^3\pi$ eine lineare Punktverwandtschaft existiert. Auf Grund dieser Verwandtschaft gelangt man von zwei bekannten Zentralprojektionen des Objektes zur dritten Zentralprojektion.

Die Zentralprojektionen $({}^1O, {}^1\pi), ({}^2O, {}^2\pi)$ bilden das Haucksche System mit folgenden Eigenschaften:

1. ${}^1O \neq {}^2O, {}^1\pi \neq {}^2\pi,$
2. ${}^1O \in {}^1\pi, {}^2O \in {}^2\pi,$
3. die Geraden $s \equiv {}^1O{}^2O, z \equiv {}^1\pi \cap {}^2\pi$ sind zwei windschiefe Geraden. Die Gerade $s \equiv {}^1O{}^2O$ schneidet die Ebenen ${}^1\pi, {}^2\pi$ in zwei Kernpunkten ${}^1K \in {}^1\pi, {}^2K \in {}^2\pi.$ Es gilt ein wichtiger Lehrsatz (Hauckscher Lehrsatz):

Lehrsatz I. Wenn ein Punkt $A (A \notin {}^1O, A \notin {}^2O, A \in {}^1O{}^2O)$ gegeben ist und A_1, A_2 seine Projektionen sind, dann schneiden sich die zwei Verbindungsgeraden ${}^1KA_1, {}^2KA_2$ (Ordnungslinien) auf der Geraden $z.$

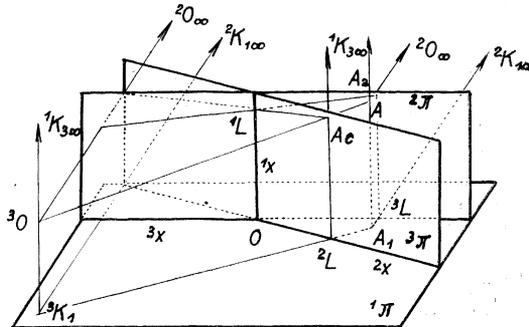


Fig. 1.

Die Abbildung des Raumpunktes im Hauckschen System ist eindeutig und deshalb sehr geeignet für die technische Praxis. Wenn wir dieses Haucksche System durch ein drittes Projektionssystem $({}^3O, {}^3\pi)$ ergänzen, erhalten wir ein projektiv-trilineares System. Die dritte Projektion des Punktraumes in diesem System ist schön ohne Projizieren eindeutig bestimmt (LA91).

In dieser trilinearen Verwandtschaft wählt Hauck für die Konstruktion seines Mechanismus die ersten zwei Projektionen orthogonal. Diese zwei Projektionen bilden das spezielle Haucksche System, auch Mongesches System genannt, in dem

die Abbildung auch eineindeutig ist. Als dritte Projektion wählt der Autor eine Zentralprojektion. In diesem speziellen Trilinearsystem wird aus beiden Mongeschen Projektionen die Perspektive des Objektes eineindeutig bestimmt (Fig. 1).

Die Ebenen π mit Kernpunkten und Grundlinien werden auf geeignete Art in derselben Ebene untereinander verbunden (Fig. 2a) und alle drei Projektionen werden mittels Ordinalen und Projektionsgeraden in gegenseitige Beziehung gebracht.

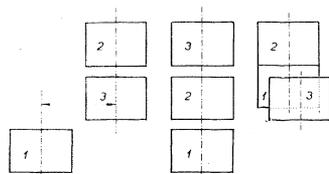


Fig. 2a, b, c.

Die Projektionsgeraden, Ordinalen und Grundlinien werden durch Holz- oder Metall-Leisten ersetzt, die drehbar und verschiebbar um feste Zapfen sind. Diese Zapfen ersetzen Kernpunkte, Schnittpunkte der Ordinalen mit den Grundgeraden und andere feste oder bewegliche Punkte. Der Apparat besteht aus drei Hauptteilen:

1. dem Grundrissteil mit der Spitze, die die Punkte des Grundrisses des abzubildenden Gegenstandes beschreibt,
2. dem Aufrissteil mit der Spitze, die analog die entsprechenden Punkte des Aufrisses beschreibt,
3. aus dem Teil, der die Perspektive zeichnet.

Die gegenseitigen Bewegungen dieser Teile werden mittels verschiedener Verbindungsmechanismen übertragen, unter denen das Ewanssche Lineal grosse Bedeutung hat.

Den Apparat verfertigte der Autor selbst, führte ihn in der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin vor und beschreibt ihn in der Zeitschrift dieser Gesellschaft im Jahre 1883 (L61). Eine ausführliche Beschreibung dieses Apparates wurde veröffentlicht in der Festschrift der königlichen technischen Hochschule zu Berlin (L9). In der Literatur erschienen zahlreiche Beschreibungen dieses Apparates (L8, L16b.2., L28, L57 B. 95—1883).

Der Haucksche Perspektograph bedeutet das Anfangsstadium einiger späteren Perspektivgeräte. Er hat aber viele Mängel. Einige dieser Mängel beseitigte *E. Brauer*, Professor in Darmstadt, durch Konstruktion zweier Geräte, von denen das erste eine Verbesserung des Hauckschen Apparates bedeutet, das zweite spätere seine eigene Konstruktion darstellt.

Die Brauersche Verbesserung des Hauckschen Apparates liegt hauptsächlich in seiner technischen Vereinfachung. Brauer geht von der Hauckschen Konstruktion aus, die Projektionsebenen ordnet er aber durch Umlappen um die Grundlinien anders an (Fig. 2b). Das Gerät gewann an Leichtigkeit, Beherrschbarkeit und an Genauigkeit des Zeichnens. Leider aber bleibt die Konstruktion immer noch kostspielig, wie der ursprüngliche Apparat (L44, L8).

Bei seinem eigenen Perspektographen wurden einige Schwierigkeiten beseitigt. Dieses Gerät ist einfacher, billiger und im Handhaben geeigneter. Es ergeben sich aber bei ihm andere Nachteile. Dieser Brauersche Perspektograph ist wieder auf dem Hauckschen Grundtheorem aufgebaut, aber die Verbindung der Projektionsebenen in einer Ebene ist nun abweichend von beiden vorigen Fällen. Das Bild 2c gibt sein Schema (L46).

III. Geräte der Jahre 1884, 1885

Die Konstruktion des Hauckschen Perspektographen bedeutet den Beginn eines Zeitabschnittes, der reich an Konstruktionen verschiedener mechanischer Hilfsmittel und Perspektivapparate ist. Hierher gehören drei Geräte (zwei deutsche und eines italienischen Ursprungs) unabhängig von der Hauckschen Konstruktion. Hauck führte sein Gerät in der Physikalischen Gesellschaft im Mai 1883 vor, die zwei anderen deutschen Geräte wurden Ende 1883 patentiert und ihre Publikation folgte in den Jahren 1884 und 1885. Während das Haucksche Gerät wirklicher Perspektograph ist, also ein höheres Stadium in der Entwicklung der Perspektivmechanismen darstellt, gehören die beiden anderen Geräte eher in die Gruppe der Kollineographen.

Die beiden deutschen Apparate stammen von *Alexander Brix* und vom Architekten *Hermann Ritter*, beide aus Frankfurt a. M. Das italienische Gerät konstruierte Ingenieur *Pietro Fiorini* aus Turin und beschreibt es in *L'ingegneria civile e le arti industriali* in Turin, Bd. 16 (1890).

Diese Geräte ermöglichen das Zeichnen von Perspektiven ebener Gebilde. Beim Herstellen von Perspektiven eines räumlichen Objektes arbeitet man nach der Methode des Schichtenverfahrens, oder gebraucht die sog. Höhenskala. Diese Höhenskala kommt bei unseren Geräten häufiger vor und gehört auch zu den Bestandteilen der Hauckschen Apparate, die später behandelt werden. Bei der Anwendung der Methode des Schichtenverfahrens wird der abzubildende Gegenstand durch waagerechte oder frontale Schnitte in Schichten geteilt und dann die Perspektive jedes einzelnen Schnittes konstruiert.

Die Grundidee des Gerätes von Brix beruht auf der Projektion im Dürerschen System (L11b) ähnlich wie es beim Gerät von Lambert vom Jahre 1757 ist (L15). Der Unterschied zwischen beiden Mechanismen liegt im Umklappen der Projektionsebene und in einigen weiteren Bestandteilen. Das Gerät wurde beschrieben und abgebildet in Auszügen aus Patentschriften 1884 S. 536 (L22, L32, L45 J. 5., L45 J. 6).

Die geometrische Grundlage des Ritterschen Kollineographen ist dieselbe wie beim Brixschen Gerät. Die beiden Geräte unterscheiden sich aber in der Umklappungs- und Zeicheneinrichtung. Das Brixsche Gerät zeichnet das Perspektivbild des Punktes direkt auf die Gerade, die senkrecht zur Grundlinie z im Schnittpunkt derselben mit der orthogonalen Projektion des entsprechenden Sehstrahles auf die Grundebene ρ errichtet ist. Das Rittersche Gerät verschiebt die Perspektive des Objektes in der Richtung der Grundlinie z mit Hilfe der sog. rhomboidischen Einrichtung. Ein ähnlicher Gedanke wurde beim Apparate von *B. Bramer* verwendet. Ausserdem ist es möglich, gleichzeitig zwei Perspektiven zu zeichnen, die symmetrisch zur Grundlinie z liegen. Das Gerät ist mit dem Ewansschen Lineal verbunden. Folgende Literatur berichtet über den Ritterschen Apparat: L28II, L32, L47.

Die geometrische Theorie, die dem Fiorinischen Gerät zu Grunde liegt, besteht aus der Mongeschen Abbildung des zentralprojizierenden Prozesses, wobei sich die Grundebene ρ , die Projektionsebene π und das Zentrum O in derselben gegenseitigen Lage befinden wie bei vorangehenden Geräten. Mit dem Fiorinischen Kollineographen zeichnet man die Perspektive des ebenen Gebildes, das inzident mit der Grundebene ρ ist, in seiner natürlichen Grösse. Die Ebenen sind aber anders verbunden als in den vorangehenden Fällen. Die Beschreibung des Geräts ist zu finden in L8, L22, L32.

IV. Perspektivgeräte um die Jahrhundertwende

In den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden vier weitere Perspektivgeräte und einige einfache mechanische Hilfsmittel konstruiert. Alle diese Geräte wurden beim Patentenamt in Berlin gemeldet. Zwei dieser Mechanismen sind deutschen, ein österreichischen und ein französischen Ursprungs. Im Jahre 1891 patentierte seinen Zeichenapparat *B. O. Holder* von Dresden (L37), im Jahre 1892 ist ein Perspektivmechanismus von dem Franzosen *J. Jechoux* in Terre-Noir zusammengestellt worden (L39). Dieses Gerät gehört in die Gruppe optisch-mechanischer Einrichtungen. Im Jahre 1893 erscheint in Wien ein Perspektivgerät, das sich des Grund- und Aufrisses bedient, von *Leopold Dietmann* (L36) und im Jahre 1889 erscheint eine weitere Einrichtung zum direkten Zeichnen von Perspektiven in beliebigem Massstab von *Martin Stühler* in Würzburg (L41).

Obwohl man alle die angeführten Geräte in verschiedene Gruppen einteilen und sie verschieden werten kann, sieht *W. Dyck* in seinem Katalog (L8) unter ihnen keinen Unterschied.

Die Geräte von Stühler und Jechoux ermöglichen das Zeichnen von Perspektivbildern des Gegenstandes durch direkte Beobachtung. Stühler bedient sich eines Diopters, Jechoux eines Fernrohrs. Hierher gehört auch der frühere Zeichenapparat von *Chr. Schröder* aus Frankfurt (L45). Dieser Apparat hat geringere Bedeutung, ebenso der Apparat von *J. Schueri* aus der Schweiz, der in Berlin im Jahre 1890 patentiert wurde (4. 10. 1890, Nr. 58 972).

Die Apparaturen von Holder und Dietmann sind mechanische Perspektographen. Das Holdersche Gerät ist verhältnismässig kompliziert und seine Abbildung findet man in der Patentschrift vom 18. 10. 1889 Nr. 63 721. Es dient zum Zeichnen von Perspektiven, schiefwinkligen Projektionen, zu Streckenverkürzungen und -verlängerungen in diesen Projektionen, zum Zeichnen von Kegelschnitten, es kann auch als Pantograph dienen usw. Bei Perspektivgeräten kommt es selten vor. Die theoretische Grundlage des Apparates beruht auf dem Inzidenzsatze beim Projizieren (L34, L45 — 1893, S. 75).

Der Dietmannsche Apparat weicht in seiner Konstruktion von den damaligen Perspektivgeräten ab. Aus der kurzen Beschreibung in der Patentschrift ergibt sich, dass diesem Gerät die Mechanisation einiger Elementaraufgaben der darstellenden Geometrie in der Zentralprojektion zugrunde liegt. Zu solchen Elementaraufgaben gehören z. B. die Konstruktion eines ebenen Gebildes in der Grundebene des Dürerschen Systems, die Konstruktion einer Geraden in dieser Grundebene, welche die Perspektivebene π unter gegebenem Winkel schneidet usw. (L36, L45 — 1895, S. 270).

In derselben Zeit wurden in Berlin drei Hilfsmittel patentiert, die zur Erleichterung des Zeichnens von Perspektivabbildungen dienen sollen. Eines von diesen Hilfsmitteln war das Perspektivlineal von *Paul Biller* aus Břeclav (L35), ein anderes stammt von *John Varley* aus London (L42) und im Jahre 1893 erschien das Perspektivlineal von *Andreas Hohensinner* aus Wien (L38). Besondere Beachtung verdient das Varleysche Gerät, denn es ermöglicht die Lösung einiger Teilaufgaben beim Perspektivzeichnen von Objekten, wie die Patentschrift angibt. Man kann es auch dann gebrauchen, wenn man nicht über grössere Vorkenntnisse verfügt und auch dann, wenn es an komplizierten Geräten mangelt. Auch das Billersche Lineal hat breitere Anwendung, dagegen das Hohensinnersche Gerät dient nur zum Zeichnen von Perspektivbildern der Parallellinien, ähnlich wie es bei der Nicholsonsschen Fluchtpunktschiene war.

V. Mechanische Konstruktionen von Perspektiven vom Anfang des 20. Jahrhunderts

Auf der internationalen Ausstellung in Paris im Jahre 1900 wurde ein Perspektograph von *Ch. Ziegler*, Professor in Genf, ausgestellt. Der Autor konstruierte eigentlich zwei Apparate, den sog. *perspecteur panoramique* und den *perspecteur d'architect*. Beide beruhen auf demselben Prinzip (L16). Von den Geräten berichtet die Broschüre *Perspecteur mécanique*.

Im Jahre 1901 beschreibt *J. J. Pillet* in seinem Buche „*Traité de perspective linéaire*“ (L22) ein eigenes Gerät, den sog. bipolaren Perspektographen. Die Benennung stammt von der Anwendung zweier Punktpaare, die der Autor Perspektivpole nennt. Der Pilletsche Mechanismus beruht auf demselben Prinzip, wie der Holdersche, weicht aber in der Mechanisierung der geometrischen Konstruktion und in der technischen Ausstattung ab. Es kommt hier die Invarianz der Inzidenz in bezug auf das Projizieren zur Geltung. Einige Mängel dieses Apparates, z. B. das Zeichnen kleiner Perspektiven, beseitigte *M. C. Coquelet* durch Zufügung eines Pantographen (L22, L32).

In seinem Buche erwähnt *Pillet* auch die Apparaturen von *Brix*, *Ritter*, *Fiorini* und *Arrigunaga*. Es ist interessant, dass dieser Autor die Verfertigung solcher Geräte verlangt, die auch die Lösung des umgekehrten Problems ermöglichen würden, d. h. die Konstruktion orthogonaler Projektionen aus perspektiven Projektionen, insbesondere aus Photographien. Dieses Problem wird nicht zum ersten Mal gestellt. Schon *J. H. Lambert* und später *G. Hauck* befassten sich mit dem Problem der Photogrammetrie.

Zur selben Zeit (1900) konstruierte *G. Buchberger* von Landshut ein Gerät zum mechanischen Zeichnen von Perspektiven, wobei er sich des Aufrisses und waagerechter Schnitte, oder des Grundrisses und Camera clara bedient (L51).

Auch den Diagraphen wurde Aufmerksamkeit gewidmet. In Patentschriften dieser Zeit werden zwei Apparate zum Perspektivzeichnen erwähnt, ein Apparat von *A. Chasserat* aus Paris (L53) und ein von *P. Gapolin* aus Genf (L52). Beide Apparaturen wurden im Jahre 1901 patentiert. In den folgenden Jahren meldete *E. Mayer* aus Schweningen beim Patentamt einen Apparat, der beim Zeichnen von Perspektivbildern die Mongeschen Projektionen benützt (L54).

Der Perspektograph des Mexikaners *M. de Arrigunaga* bildet einen Übergang von Diagraphen zu rein-mechanischen Geräten. Die einzelnen Punkte des abzubildenden Gegenstandes werden durch Koordinaten-Tripel in bezug auf ein passend gewähltes Koordinatensystem mit dem Anfangspunkt im Zentrum der perspektiven Projektion ausgedrückt. Die Perspektivbilder dieser Punkte werden wieder durch Koordinaten eines Ebenensystems ausgedrückt, das inzident mit der Projektionsebene π ist. Auf Grund von Relationen zwischen Raumkoordinaten der Punkte des Objektes und der Ebenenkoordinaten ihrer Perspektivbilder beruht die Konstruktion des Mechanismus (L22).

Im ersten und zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurden einige Geräte konstruiert, die auf anderer geometrischer Basis beruhen. Die perspektive Abbildung der Grundebene ρ auf die Projektionsebene π des Dürerschen Systems wird hier als eine Zentralkollineation zwischen beiden Ebenen-Systemen interpretiert. Im Jahre 1908 konstruierte *C. Fresnaye* das Perspektivbild eines Ebenengebildes in der Grundebene ρ als zentralkollineare Abbildung in die Projektionsebene π nach dem Lehrsatz von *Stevin*. Dabei wurde die perspektive Kollineation zweier kollokalen Ebenensysteme in π in eine allgemeine Kollineation durch die sog. Spaltung der

perspektiven Kollineation überführt (L11). Beim Zeichnen der Perspektive kommen dann einige Eigenschaften dieser allgemeinen Kollineation zur Geltung. Die Beschreibung dieser Frenayeschen Konstruktion findet man in der Arbeit „*Les faisceaux à projeter*“ (L10).

Diese Konstruktion führt zur Herstellung eines besonders einfachen mechanischen Hilfsmittels, worauf einige zeitgenössische Geometer wie *K. Bartel* (L1) und *S. A. Smirnov* (L5b) aufmerksam machen.

Dieses Frenayesche Hilfsmittel dient in seiner ursprünglichen Form zum Perspektivzeichnen von in der Grundebene ϱ liegenden Gebilden, so dass wir mit einem Kollineographen zu tun haben. Die Perspektiven von Senkrechten zur Grundebene ϱ lassen sich mit Hilfe des Zirkels, des Dreiecklineals und der Reisschiene konstruieren (L1). Bei einer Umgestaltung dieses Frenayeschen Geräts, die in den Abhandlungen (L11) vorgeschlagen wird, ermöglicht dieser Mechanismus das Perspektivzeichnen eines Raumgebildes beinahe ausschliesslich auf mechanischem Wege, wobei also das Frenayesche Gerät als Perspektograph angewendet wird.

Dieser Frenayesche Kollineograph wird hoch geschätzt von *K. Bartel* (L1). Auch wenn man bescheidener in der Abschätzung dieses Hilfsmittels sein will, muss man den Witz und Scharfsinn des Autors bewundern. An dem Gerät ist seine Einfachheit und seine vielseitigen Applikationsmöglichkeiten bemerkenswert, was die Mechanisation anderer elementar-geometrischen Transformationen betrifft. *S. A. Smirnov* (L5b) empfiehlt bei der Spaltung der gegebenen perspektiven Kollineation eine Umdrehung um den Winkel $\gamma = 90^\circ$, was sich wirklich bewährt (L11b).

Weitere drei Geräte stammen von *Karl Mack*, Professor der technischen Hochschule in Prag. Im Jahre 1918 konstruierte er zusammen mit seinen Mitarbeitern *Schiebel* und *Tüma* und bei Unterstützung des tschechoslowakischen Unterrichtsministeriums einen Perspektographen zum Teil aus Metall, dessen Beschreibung er in den Sitzungsberichten der Akademie in Wien (L43) und in dem Jahresberichte der deutschen Mathematikervereinigung (L56) vorlegte und zum erstenmal auf der Versammlung deutscher Mathematiker in Jena im Jahre 1921 demonstrierte. Von seiner Anwendung in der Photogrammetrie berichtet *K. Mack* in den Technischen Blättern (L60).

Gleichzeitig konstruiert *K. Mack* einen Perspektographen mit Pauspapier, das durch eine Celluloidplatte ersetzbar ist. Einige Jahre später konstruierte dieser Autor noch einen Perspektographen, den sog. *Fadenperspektographen*, dessen Beschreibung wir auch in den Sitzungsberichten der Akademie in Wien im Jahre 1922 vorfinden (L43).

VI. Affingeräte. Einige neueste mechanische Perspektivkonstruktionen

Die zwanziger Jahre bringen in der UdSSR eine rege Bewegung auf dem Gebiet der Konstruktion von Perspektiv- und Affingeräten. Die russischen Konstrukteure wenden sich vor allem der Konstruktion von Affingeräten zu. Die ersten sowjetischen Geräte stammen vom Jahre 1923 und wurden durch wachsendes Interesse an der darstellenden Geometrie hervorgerufen (L50) und natürlich auch durch die Forderungen der stürmisch sich auf allen Gebieten entwickelnden Industrie. *D. G. Tamboccev* konstruierte ein mechanisches Gerät zum Zeichnen von axonometrischen Projektionen, nach ihm im Jahre 1933 Ingenieur *J. N. Večjaminov* einen weiteren Axonographen zur Abbildung von Körpern. Auch die Konstruktion von Perspektographen liess auf sich nicht warten. Im Jahre 1937 konstruierte einen Perspekt-

graphen *N. S. Rosental* im Bergwerk-Institut in Sverdlovsk, der auch zum Zeichnen von Parallelprojektionen geeignet ist. Einen anderen Perspektographen konstruierten in diesen Jahren auch *D. G. Baryšev* und *A. A. Kon*. Eine Reihe von Affinographen und Axonographen wurde im Bergwerk-Institut in Charkov unter der Führung von *G. B. Vale* konstruiert. An den Arbeiten nahmen Teil: *G. E. Timčenko*, *A. N. Podzimskaia*, *A. G. Antipčev*, *A. A. Allo*, *A. G. Ušakov*, *I. D. Goldin*, *N. N. Judickij*, *K. S. Kipšidze*, *A. A. Kon*, *A. M. Krot*, *M. I. Andrejev*, *A. C. Gluzbar* u. a. (L32).

Auch in dem Bergwerk-Institut von Sverdlovsk wird weiter an der Zeichenmechanisation von Perspektiven und Parallelprojektionen gearbeitet. Mit diesen Problemen befasst sich *G. O. Vilesov* (1951) und *N. L. Ruskevič* (L26). Das Verzeichnis der Konstruktionen auf diesem Gebiete findet der Leser im Buche L32.

Im Jahre 1953 wurde der tschechoslowakische Perspektograph des *Ing. Artur Salner* (L27) beschrieben und patentiert, der von orthogonalen Mongeschen Projektionen ausgeht. Dieser Perspektograph ist bemerkenswert durch seine Konstruktion und durch die Anwendung eines Rasters, der für verschiedene Zentrum-Distanzen gezeichnet werden kann. Er erweckte an der Messe von Brno wohlverdiente Aufmerksamkeit.

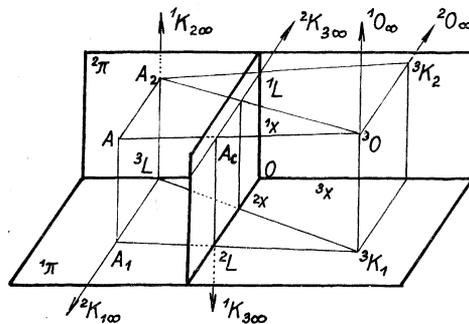


Fig. 3.

In den letzten Jahren (seit 1958) befassten sich mit dem Problem der Mechanisation von Perspektivkonstruktionen auch Mitglieder des Lehrstuhls für Algebra und Geometrie an der Palacký-Universität in Olomouc. Ihr Interesse galt besonders den Konstruktionen von Frenay, Mack und Salner. Es gelang, das Frenayesche Perspektiv-Lineal zu vervollkommen und weiter wurde ein einfacher Perspektograph konstruiert, der verschiedene Gestaltung zulässt auf Grund der Eigenschaften des Dürerschen Systems und der perspektiven Kollineation, was äquivalente Begriffe sind (L11b). Auch das Nicholson'sche Lineal wurde verwendet, nachdem es auf Grund Frenayescher Konstruktion zu einem einfachen Perspektographen umgestaltet wurde.

Die Frenayesche Konstruktion wurde auch auf spezielle Transformationen wie Affinität, Homothetie und andere elementare Transformationen erweitert. Es wurden

einige *Affinographen, Pantographen, Symmetrographen* und *Kopiergeräte* entworfen. Weiter wurde die Spaltung der perspektiven Kollimation durch Verschiebung einer der kollinearen Systeme längs Kollineationsachse o behandelt. Dadurch wird die Kollineationsachse o zu einer schwach-invarianten Geraden der neuen Kollineations-Verwandtschaft und das Zentrum O verliert seine Invarianz. Auch bei dieser Spaltung ergeben sich Mechanisationsmöglichkeiten des perspektiven Zeichnens, aber in kleinerem Umfang als bei der früheren Fresnayschen Spaltung. Auch hier befasste man sich mit Spezialfällen der projektiven Transformationen (L11c).

Ebenfalls befasste man sich mit Perspektivkonstruktionen mittels *Netze* und *Raster*. Wie bekannt, wurden Netze schon bei *L. Battista Alberti* (perspektive Netze), *A. Dürer* (geometrische Netze) und *L. da Vinci* angewendet. In der letzten Zeit wurden diese Netze in grösserem Umfang verwendet, insbesondere bei *H. W. Roberts* (L25), *W. Körber* (L12), *František Kalefávek*, Professor der technischen Hochschule in Prag (L12), bei *Artur Salner* u. a.

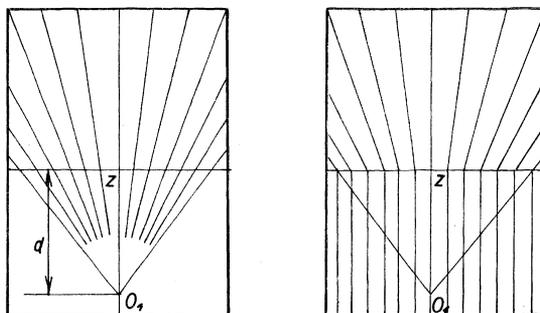


Fig. 4a, b.

Es wurde gezeigt, dass es bei der Salnerschen Verbindung der Projektionsebenen ${}^1\pi, {}^2\pi, {}^3\pi$ des trilinearen Systems (Fig. 3) möglich ist, das Perspektivbild des Objektes aus den Mongeschen Projektionen zu zeichnen auf Grund der Eigenschaften der trilinearen Beziehung zwischen diesen drei Ebenen. Dabei wurden Raster angewendet. Bei Anwendung zweier einfacher Raster (Fig. 4a) erfordert die Konstruktion des Perspektivbildes eines Punktes das Zeichnen zweier Geraden. Ersetzen wir einen der Raster durch einen Doppelraster (Fig. 4b), genügt das Zeichnen einer einzigen Geraden und im Falle zweier Doppelraster erhalten wir das Perspektivbild eines Punktes ohne jedes Zeichnen. Das Perspektivbild eines Punktes erhält man durch blosser Verfolgung der Geraden der Raster (L11d).

In der Gegenwart befassen sich mit mechanischen Perspektivkonstruktionen auch slowakische Geometer, wie aus einem Referat auf der Konferenz für konstruktive und darstellende Geometrie in Žilina im Jahre 1965 ersichtlich ist.

Mit dem Problem der Mechanisation des Zeichnens von Perspektiven und Parallelprojektionen befasst man sich zu dieser Zeit auch in anderen Ländern, wie aus Katalogen und entsprechender Literatur ersichtlich ist. Siehe z. B. Nr. 75 223, Nr. 30 109, der Abteilung der Kataloge der technischen Bibliothek in Prag.

Preklad: Božena Věchtová

Ergänzung der Literatur

- [47] *Doehlemann K.—Obrich W.*: Geometrische Transformationen. Göschens Lehrbücherei Walter de Gruyter, Berlin—Leipzig 1930.
- [48] *Foz E.*: Die Anwendung der Affinität zur Herstellung von Raumbildern und der Affinzeichner. Zeitschrift für Instrumentenkunde, J. 54 (1934), S. 76.
- [49] *Müller E.—Kruppa E.*: Vorlesungen über darstellende Geometrie. Franz Deuticke, Leipzig und Wien 1923.
- [50] *Volberg A. O.*: Deskriptivní geometrie. Nakladatelství českoslov. akademie věd, Praha 1953.

Patentschriften Kl. 42

- [51] *Buchberger G.*: Apparat zur Herstellung perspektivischer Zeichnungen nach geometrischen Rissen mit Hilfe einer Camera ludica. Patentschrift Nr. 124 563 vom 12. 5. 1910.
- [52] *Galopin P., Genf.*: Einrichtung zum Zeichnen anvisierter Gegenstände. Patentschrift Nr. 134 063 vom 22. 9. 1901.
- [53] *Chasserau A., Paris.*: Einrichtung zum Zeichnen anvisierter Gegenstände auf einem horizontalen Zeichenblatt. Patentschrift G 16 097 vom 16. 9. 1901.
- [54] *Mayer E.*: Zeichenapparat zur Herstellung perspektivischer Ansichten aus Grundriss und Aufriss. Patentschrift Nr. 195 820 vom 23. 3. 1907.

Zeitschriften

- [55] Deutsche Bauzeitung, Berlin, J. 18 (1884).
- [56] Jahresbericht der deutschen Mathematikervereinigung, J. 31 (1922).
- [57] Journal für reine und angewandte Mathematik, J. 95 (1883).
- [58] Mitteilungen des k. k. militärgeographischen Institutes, Wien J. 30 (1910).
- [59] Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 4 (1959), č. 1. L. Drs: Metody užívvané v perspektívě.
- [60] Technische Blätter, J. 51 (1919).
- [61] Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin, J. 1883.
- [62] Zentralblatt der Bauverwaltung, Berlin, J. 4 (1884).

Shrnutí

Nástin historického vývoje mechanických konstrukcí perspektiv

2. část

FRANTIŠEK HAVELKA

Druhá polovina 19. stol. přinesla nové podněty a myšlenky v oboru teorie a konstrukce perspektivních přístrojů. Od té doby zájem o tyto mechanismy trvá ve všech kulturních zemích. V tomto období dosahuje kapitalistická industrialise dalšího stupně vývoje. Strojová technika ovládá všechna výrobní odvětví a společně s vědou se stává důležitým činitelem v rozvoji kapitalistické společnosti.

I mechanisace procesu rýsování perspektiv je ovlivněna touto technikou i dalšími činiteli, jako jsou např. potřeby praxe, vyžadující kreslení názorných projekcí, konkurence uvnitř kapitalistické výroby, rozvoj deskriptivní a projektivní geometrie i některé nové matematické teorie jako jsou trilineární vztahy atp.

Od 80. let je konstruována řada perspektivních pomůcek a složitých důmyslných přístrojů k rýsování perspektiv. První z nich je přístroj *G. Haucka*, sestrojený na základě trilineárního vztahu tří středových projekcí. Přístroj *Hauckův* zdokonalil *E. Brauer*, který sestrojil i svůj vlastní přístroj na téměř teoretickém základě. V těchto letech byly sestrojeny další perspektivní mechanismy v Německu (*H. Ritter, A. Brise*) a v Itálii (*P. Fiorini*) na základě jiných geometrických vztahů.

V 90. letech byly hlášeny u patentního úřadu v Berlíně čtyři přístroje, dva německé (*O. Holder, M. Stühler*), jeden rakouský (*L. Dietmann*) a jeden francouzský (*J. Jechoux*) a několik významných perspektivních pomůcek (*P. Biller* z Břeclavi, *J. Farley* z Londýna, *A. Hohensinner* z Vídně aj.) Koncem 19. stol. sestrojil dva své perspektivní přístroje *Ch. Ziegler* v Ženevě.

Počátkem 20. stol. popisují své mechanismy *J. J. Pillet, A. Chasseriau, P. Galopin* a *E. Mayer*. V téže době sestrojil perspektograf *M. Arrigunaga*, plukovník mexické armády.

Významné jsou perspektivní přístroje sestrojené v 1. a 2. desetiletí *C. Fresnayem* v Paříži a *K. Mackem* v Praze. Přístroj *Fresnayův*, který oceňují *K. Bartel* a *S. A. Smirnov*, je východiskem řady mechanismů pro konstrukci středových a rovnoběžných projekcí navržených na katedře geometrie v Olomouci v letech 1958—60.

V r. 1953 byl popsán československý přístroj *A. Salnera*. V souvislosti s ním byla navržena na katedře geometrie v Olomouci konstrukce perspektiv pomocí drastrů na teoretickém základě trilineárního vztahu. Podobných pomůcek (sítí) užívali dříve *L. B. Alberti, L. Vinci, A. Düver*, později *H. W. Roberts, W. Körber, F. Kadeřávek* aj.

Po Velké říjnové socialistické revoluci nastává v SSSR všeobecný rozvoj. Mechanismy ke kreslení středových a rovnoběžných projekcí jsou konstruovány už od r. 1923. Můžeme uvést jména mnoha sovětských učenců, jako je *D. G. Tambovcev, J. N. Veřjaminov, M. S. Rosental, G. O. Vilesov, N. L. Ruskevič* aj., kteří se teorií a konstrukcí přístrojů zabývali. V charkovském horním institutu vede, jak soudíme, výzkum těchto mechanismů *G. B. Valc*. Práce se účastní řada vědců, jejichž jména jsou uvedena v textu. V r. 1960 vyšel obsáhlý spis od *Valce* a *Ušakova* o mechanismech sloužících ke kreslení projekcí (L32).

Četná vědecká a firemní literatura ukazují, že zájem o mechanisaci procesu rýsování projekcí je stále živý.

Резюме

Очерк исторического развития механических конструкций перспективных изображений

2-ая часть

ФРАНТИШЕК ГАВЕЛКА

Вторая половина 19 века принесла новые импульсы и идеи в области теории и конструирования перспективных аппаратов. С этого времени интерес к этим механизмам продолжается во всех культурных странах. В этот период достигает капиталистическая индустриализация дальнейшей ступени развития. Машинная техника овладевает всеми отраслями производства и вместе с наукой становится важным фактором в развитии капиталистического общества.

Также и на механизацию процесса черчения перспектив оказала влияние эта техника и дальнейшие факторы, какими являются, например, потребности практики, нуждающейся в черчении наглядных проекций, конкуренция внутри капиталистического производства, развитие начертательной и проективной геометрии, а также и некоторые новые математические теории, как напр. трилинейная родственность.

Начиная с 80-х лет конструируется ряд перспективных пособий и сложных остроумных приспособлений для черчения перспектив. Первым из них является прибор Г. Гаука, построенный на основе трилинейной родственности трех центральных проекций. Прибор Гаука усовершенствовал Е. Брауер, построивший также и свой собственный аппарат на той же самой теоретической основе. В те же годы были построены дальнейшие перспективные механизмы в Германии (Г. Риттер, А. Бриксс) и в Италии (П. Фиорини) на основе других геометрических отношений.

В 90-е годы была в государственном реестре патентов в Берлине сделана заявка на четыре аппарата, из которых два аппарата были немецкие (О. Голдер, М. Штюлер), один был австрийский (Л. Дитмани) и один французский (Ж. Жешу), и на несколько важных перспективных пособий (П. Билдер из Бржецлави, Дж. Варли из Лондона, А. Гогеншпер из Вены и др.). В конце 19 века сконструировал два своих перспективных приспособления Х. Зиглер в Женеве.

В начале 20-го века описывают свои механизмы Ж. Ж. Пилле, А. Шассеро, П. Галопен и Е. Майер. В то же время сконструировал персептограф М. Арригунага, полковник мексиканской армии.

Выдающимися являются перспективные приборы сконструированные в 1 и 2 десятилетиях Ц. Френе в Париже и К. Маком в Праге. Прибор Френе, оцениваемый К. Бартелом и С. А. Смрнновым, является исходным пунктом ряда механизмов для конструирования центральных и параллельных проекций, предложенных на кафедре геометрии в Оломоуце в 1958 до 1960 гг.

В 1953 г. был описан чехословацкий аппарат А. Салнера. В связи с ним была предложена на кафедре геометрии в Оломоуце конструкция перспектив с помощью растров на теоретической основе трилинейной родствен-

ности. Подобными пособиями (сетями) пользовались раньше Л. Б. Альберти, Л. да Винчи, А. Дюрер, потом Г. В. Роберте, В. Кербер, Ф. Кадержабек и др.

После Великой Октябрьской социалистической революции наступило всеобщее развитие. Механизмы для черчения центральных и параллельных проекций конструируются уже с 1923 года. Можно привести имена многих советских ученых, таких, как Д. Г. Тамбовцев, И. Н. Веньяминов, М. С. Розенталь, Г. О. Вилесов, Н. Л. Рускевич и др., которые занимались теорией и конструированием аппаратов. В харьковском горном институте руководит, как мы думаем, исследованием этих механизмов Г. Б. Валц. В работе участвует ряд ученых, фамилии которых приводятся в тексте. В 1960 г. вышел обширный труд Валца и Ушакова о механизмах, служащих черчению проекций.

Многочисленная научная и фирменная литература показывают постоянный живой интерес к механизации прогресса черчения проекций.

(Перевод: А. Судан)