# Photogrammetrie und Phototopographie

Autor(en): **Pollack, Vincenz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **19/20 (1892)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-17423

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

INHALT: Photogrammetrie und Phototopographie. — Le projet de pont sur la Manche. — Wettbewerb für ein neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich. II. — Miscellanea: Ueber den Werth der Belastungsproben eiserner Brücken. Verein deutscher Ingenieure. Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Flusseisenproduction. Ueber den Werth des mechanischen Aequivalentes der Wärme. Die Berner Brückenfrage. Sihlthalbahn. — Concurrenzen: Neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Neuenburg. Schulhaus in Bremgarten.

Hierzu eine Lichtdrucktafel: Wettbewerb für ein neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich.

## Photogrammetrie und Phototopographie.

Von *Vincenz Pollack*,
Oberingenieur der k. k. Generaldirection der österr. Staatsbahnen.

Tritt der nicht allzuseltene Fall ein, dass irgend eine Architektur- oder Terrainaufnahme durch die möglichst kleinste Feldarbeit zu bewerkstelligen ist, oder sollen aus irgend welchen Gründen unzugängliche oder unbetretbare Gebiete oder Gegenstände aufgenommen werden, oder ist die Aufgabe gestellt, dass nach Bedarf später auch Planergänzungen ohne Neuaufnahmen möglich sein sollen, dass ferner die Beschaffenheit des Terrains in geologischer Beziehung, sowie in Bezug auf die Cultur des Baumwuchses u. dergl. ersichtlich wird, oder dass von bewegten Gegenständen, d. h. Schiffen und Ballons, Aufnahmen stattfinden sollen, so versagen die bisher meist üblichen Aufnahmsmethoden, und es muss mittelst photographischer Bilder die Aufnahme zur Durchführung gelangen.

Das Verfahren, mittelst welchem aus solchen sowol der Grundriss, als auch nach Bedarf die Höhenverhältnisse aufgenommener Objecte dargestellt wird, bildet die Photogrammetrie, die Lichtbildmesskunst oder das Messbildverfahren. Ein wichtiger Zweig davon, der die Ortsbestimmung und Terraingestaltung für kartographische Verwerthung bezweckt, ist die Phototopographie. Letztere ist insbesondere dort, wo bedeutende Verticalerhebungen auftreten, also in allen Gebirgsgegenden berufen, ganz hervorragende Dienste zu leisten. Sie machte in der Verwendung für Kartenaufnahmen in Italien die unbestritten grössten Fortschritte und es gelang dem ausgezeichneten Ingenieur-Topographen L. P. Paganini im Lauf eines Decenniums die Photogrammetrie zu einem officiell anerkannten Hülfsmittel des geographischen Institutes zu machen. Es gelten dessen Detail-Karten bezüglich Charakterisirung des Terrains und Richtigkeit als das Beste, was auf diesem Gebiete zu finden ist.

Nur langsam bahnt sich die von Laussedal in Paris und von Meydenbauer in Berlin begründete Methode in den andern Ländern, ihren Weg zu entsprechender grösserer Anwendung.

In Oesterreich waren in Folge der grossen Lawinenabgänge am Arlberg im Jahre 1888 die k. k. Staatsbahnen vor die Aufgabe gestellt, die Lawinenverhältnisse zu studiren, zu welchem Behufe eine zweckentsprechende Aufnahme der Lawinengebiete nöthig war. Da hier steile Lehnen von 1000 bis 2400 *m* Seehöhe in Betracht kamen, so konnte nur die Photographie am besten zum Ziele führen, sollten die ausserordentlichen Beschwerlichkeiten durch die Höhenbegehungen auf vielen sehr schwer gangbaren Gebirgstheilen nicht ins Menschenunmögliche wachsen, ganz abgesehen von einem eventuellen grossen Aufwand an Zeit und Arbeitskräften, sowie zum Theil der totalen Unmöglichkeit, viele der Partien ohne besondere und kostspielige Massnahmen zu begehen, wie z. B. die felsigen, steilen und ununterbrochen steinschlägigen Runsen zunächst des Spreubaches.

Man hat schon durch die vielstündigen, mit theilweiser Benützung von Seil und Eisen vorzunehmenden Recognoscirungen im Hochgebirge, ohne nur die Spur eines Weges benützen zu können, gerade genug, um jeder langathmigen Aufnahme schon aus practischen Gründen gerne aus dem Wege zu gehen. Hier war die Methode ebenso, wie später im Reichensteingebiet in Steiermark ganz eminent am Platze und das Resultat vollkommen befriedigend.

Die seitherige Vorführung der gemachten Erfahrungen in Vorträgen und Publicationen, die theilweise Ausstellung der umfangreichen Arbeiten vom Arlberg und Reichenstein, sowie der vervollkommten Instrumente nahm endlich die öffentliche Aufmerksamkeit in Anspruch, und es schickt sich nunmehr auch das österreichische militär-geographische Institut an, der Methode näher zu treten.

Auch bei der im Zuge befindlichen Landesvermessung von Griechenland ist der Photogrammetrie eine Stelle angewiesen.

Frägt es sich nun, wie es kommt, dass die Methode trotz vieler Vorzüge nur langsam Eintritt in die Praxis findet, so mögen es wol hauptsächlich zwei Ursachen sein, die hier wirken:

1. Mangel an Kenntniss in der photographischen Technik und
2. Mangel an guten Instrumenten.

Was den ersten Punkt betrifft, der hauptsächlich in der Erlernung der Photographie besteht, so ist heutzutage im Zeitalter der käuflichen lichtempfindlichen Trockenplatten oder Celluloidfolien und einfachen Entwickler die Erlernung ganz ausserordentlich erleichtert.

Der zweite Punkt ist heute als überwunden zu betrachten, indem bereits gute Instrumente nach den neuesten Erfahrungen im Handel sind.*)

Die nachfolgenden Zeilen verfolgen den Zweck auch in der Schweiz Anhänger der Photogrammetrie zu werben, weil sie dort noch weit mehr als in jedem anderen Lande ein grosses Feld der Thätigkeit vor sich hat.

Wie im letzten Jahrgang dieser Zeitung**) zu lesen, hat eine Commission des Zürcher Ingenieurvereins unter zahlreichen anderen Wünschen bezüglich der anzubahnenden Fortschritte der Kartographie sich auch für die Aufnahme und Veröffentlichung *technisch brauchbarer* Karten ausgesprochen, ein Ruf der auch in andern Ländern Widerhall gefunden***), und haben insbesondere die Professoren *Becker* und *Amrein* und Oberst *Fahrländer* neue Ziele und Aufgaben der Kartographie angeregt. Es ist wol kein Zweifel, dass hier die Photogrammetrie kräftig mithelfen wird. Der Topograph muss vom blossen Zeichner zum wirklichen Constructeur avanciren und das Terrain muss aufhören ein Spiel der Phantasie zu werden, welches individueller Ansicht unterliegt.

Die Anwendung der Photographie in der Messkunst basirt auf der bekannten Methode des Vor- oder Seitwärtseinschneidens, vermittelst welcher irgend ein Punkt durch den Schnitt zweier oder mehrerer Visuren von bekannten Punkten aus festgelegt wird. Jede mit einer winkeltreu, also richtig zeichnenden Objectivlinse aufgenommene Photographie ist nämlich eine geometrisch richtige Perspective, eine centrale Projection des aufgenommenen Objectes, und sobald die Lage des Centrums der Perspective gegenüber der Bildebene bekannt ist, hat man ein ganzes Bündel von Visirstrahlen, die vom Centrum zu den einzelnen Punkten gehen, gegeben. Bringt man nun diese Visirstrahlen *eines* Standpunktes mit den correspondirenden Strahlen eines *zweiten* Standpunktes zum Schnitte, so ist dadurch die Lage der gesuchten Punkte im Raume fixirt.

Es seien $A$ und $B$ (Fig. 1) die der Höhe und Lage nach durch Messung, Triangulirung u. s. w. genau bekannten Standpunkte, von welchen aus, unter der Voraussetzung von lothrecht gestellten lichtempfindlichen Platten, die photographischen Aufnahmen eines Punktes $C$ gemacht wurden, wobei der Mittelpunkt der Objectivlinse centrisch über dem Punkte der Natur aufgestellt war. Es seien $c$ und $c_1$ die Bilder des Punktes $C$ auf den Bildebenen $P\,P$ und $P'\,P'$.

*) Beispielsweise hat die photographische Manufactur R. Lechner (Wilhelm Müller), Wien, eine eigene Werkstätte für einschlägige solide Instrumente eingerichtet und stammen die später beschriebenen Instrumente von dieser Firma.

**) Schweizerische Bauzeitung 1891.

***) V. Pollack. Mittheil. der k. k. geograph. Gesellschaft Wien 1891.

Der Fusspunkt $M$ der Senkrechten vom Mittelpunkte der Objectivlinsen auf die Bildfläche wird als Aug- oder Hauptpunkt bezeichnet; die Länge dieser Senkrechten ist die Bildweite. Um die Lage der einzelnen Bildpunkte auf den (negativen oder positiven) photographihschen Bildern messen oder abgreifen zu können, ist durch den Hauptpunkt ein rechtwinkliges Coordinaten-System (der Horizont und die Hauptverticale) gelegt. Die Orientirung der Platten muss durch Winkelmessungen oder nach Punkten vorgenommen werden, die in den photographischen Bildern erscheinen, deren gegenseitige Lage bekannt ist oder nachträglich bestimmt wird. Denkt man sich in beiden Standpunkten $A$ und $B$ statt dem (negativen verkehrten) Bild auf der Bildebene der Camera *vor* derselben die (positiven aufrechten) Bilder, also die Bildweiten nach aussen aufgetragen, so wird $Am = AM$, $Bm = BM$ und die Ebenen $pp$ und $p'p'$ sind parallel zu $PP$ und $P'P'$. Um nun die Horizontalprojection des Punktes $C$ zu construiren, wird der Abstand der Punkte $A$ und $B$ in dem Masstabe, den der Plan bekommen soll, auf einer Zeichenfläche aufgetragen, durch $A$ die Richtung $Am$, durch $B$ die Richtung $Bm$ gezogen, dann im Abstande der Bildweite in Naturgrösse $Am = Bm = F$ die Richtungen $pp \perp Am$, $p'p' \perp Bm$ gezogen. Sucht man hierauf in beiden Photographien die Bildpunkte $c$ und $c_1$ auf, trägt deren Abstände $x$ und $x_1$ von der Hauptverticalen von $m$ aus nach $c$ und $c_1$, zieht die Strahlen $cA$ und $c_1B$, so schneiden sich dieselben in dem gesuchten Punkte $C$. Dasselbe gilt für alle anderen zu bestimmenden Punkte.

Fig. 1.

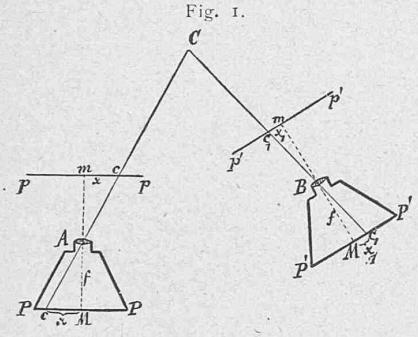
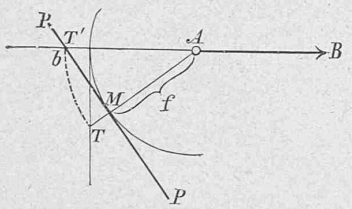
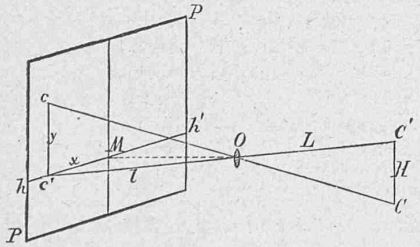



Fig. 2.




Sind zur Orientirung der Platten bloss die Basispunkte vorhanden, beispielsweise (Fig. 2), das Bild des Punktes $B$ in $b$, so wird $B$ mit $A$ verbunden und verlängert, in $A$ ein Kreis mit dem Halbmesser der Bilddistanz $F$ beschrieben, im Schnittpunkte desselben mit $AB$ eine senkrechte bis $T$ errichtet, aus dem photographischen Bilde das $Mb\ (= x)$ entnommen und bis $T$ aufgetragen und $AT$ gezogen. In $M$ ist sodann der Hauptpunkt und es gibt die Verbindung $T'$ mit $M$ die Lage der Platte $PP$.

Fig. 3.




Wenn auch die Höhen von im Grundriss festgelegten Punkten bestimmt werden sollen, wird folgender Vorgang eingeschlagen:

In der perspectivischen Skizze Fig. 3, wo $O$ die Objectivelinse, $PP$ die liehtempfindliche Platte, $C$ den aufgenommenen Punkt im Raume, $c$ dessen Bild, $hh'$ den durch den Augpunkt $M$ gelegten Horizont, $C'$ und $c'$ die Horizontalprojection des Punktes $C$ und seines Bildes $c$ darstellt, ergibt sich aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $CC'O$ und $cc'O$:

$$CC' = \frac{cc' \cdot OC'}{Oc'} \quad \text{oder}$$

$$H = y \cdot \frac{L}{l},$$

wobei $H$ die gesuchte Höhe des Punktes $C$ im Raum unter oder über dem Horizonte des Instrumentes bedeutet. Nachdem $y$ am photographischen Bilde mittelst Millimetermassstab gemessen, $L$ und $l$ der Grundrissconstruction entnommen werden, kann obige Gleichung in practischer Weise mittelst eines Rechenschiebers mit einer einzigen Einstellung aufgelöst werden. Bei Architekturaufnahmen kann auch eine graphische Bestimmung sich empfehlen.

Weil sich im Grundrisse von beiden Standpunkten bis zur Projection $C'$ des Punktes $C$ zwei Längen $L$ ergeben, ausserdem auch zwei dazu gehörige Höhen $y$ den Platten oder Photographien zu entnehmen sind, so wird $H$ doppelt zu rechnen möglich sein, wodurch nicht nur die Genauigkeit der Arbeit erhöht, sondern auch die Zusammengehörigkeit zweier Bildpunkte $cc_1$ (Fig. 2) für denselben Gegenstandspunkt $C$ geprüft wird. Die erhaltene Höhe $H$ wird zu der Meereshöhe des Objectiv-Horizontes algebraisch addirt, um die Meereshöhe des Punktes in der Natur zu erhalten, welche, wenn ein Coten- oder Schichtenplan angefertigt werden soll, zu dem betreffenden Punkte auf dem Papier hinzugeschrieben und zur Entwickelung der Schichtenlinien in der üblichen Weise verwendet wird.

Fehler, wie sie bei der Tachymetrie vorkommen können und mitunter ganz sonderbare Niveaucurven in der Umgebung eines einzigen falschen Punktes geben, sind durch sich selbst ergebende fortwährende Controle in der Photogrammetrie ausgeschlossen.

Das zumeist auf Grund der Kennzeichen signalloser Punkte erfolgende Zusammensuchen identischer Punkte auf zwei oder mehr Aufnahmsbildern oder Platten lässt sich in folgender Art bewerkstelligen: Man lege die betreffenden Aufnahmsbilder — oder die Platten auf einem Retouchirpult — nebeneinander, beginne mit einem der markantesten Terrainpunkte, suche denselben auf den betreffenden Aufnahmen und versehe ihn mit der gleichen Nummer. Hierauf bestimme man einen anderen Punkt in dessen Nähe auf gleiche Weise und bewege sich auf diese Art schrittweise vorwärts, bis die genügende Anzahl von Punkten auf den Bildern markirt ist. Vorher hat man schon Horizont und Verticale in die Aufnahmen eingetragen. Will man die Masse von den Negativen selbst abgreifen und selbe nicht durch die Zirkelspitzen und Linien allmälig verderben, so wird die Glasseite der Negative mit Matoleïn leicht eingerieben, auf welcher sodann mit Bleistift und Zirkel die nöthigen Manipulationen vorgenommen werden können. Statt Papiercopien, die *nach* der Entwickelung oder Tonung mehr oder minder Verziehungen aufweisen, daher entweder vor der Tonung zu benützen sind oder wo die Aenderung durch einen Centimeterrahmen oder Aenderung der Bildweite zu berücksichtigen ist, werden auch Glasdiapositive für das Abnehmen der Masse benützt. Verfasser benützt meist bei grösseren Arbeiten Papiercopien unmittelbar nach Herausnahme aus dem Copierrahmen, wo also noch keine Aenderung im Papier eingetreten ist.

Die abgenommenen Abscissen werden auf die Bildtrassen im Grundriss aufgetragen, die entsprechenden Rayons gezogen und nach Construction der Punkte die Höhen bestimmt.

Im nöthigen Falle werden wichtige Punkte vor der Aufnahme durch Stangen, Signale, Fahnen oder dergl. markirt.

Bisher wurde angenommen, dass Bildweite, Hauptpunkt und Horizont bekannt; wie dieselben bestimmt werden, wird aus dem Nachfolgenden zu entnehmen sein.

Da der wichtigste und einflussreichste Theil der photogrammetrischen Arbeit von den verwendeten Aufnahmsinstrumenten abhängt, so soll darüber das Wesentlichste aus der allerjüngsten Zeit vorgebracht werden.

Hier ist vor Allem zu unterscheiden, für welchen Zweck und in welcher Weise ein Instrument benützt werden soll. Will man ein solches auf Reisen, zu Recognoscirungen, zu Studien, kurzen Versuchen und dergl. verwenden, so muss es anders construirt sein als in jenen Fällen, wo es ähnlich einem Theodolit oder Nivellirinstrument für mehr stationäre Arbeiten und kleinere Transporte in Gebrauch kommen soll.

Bezüglich der Grösse der Bildweite des Objectives und der photographischen Camera beziehungsweise der zu

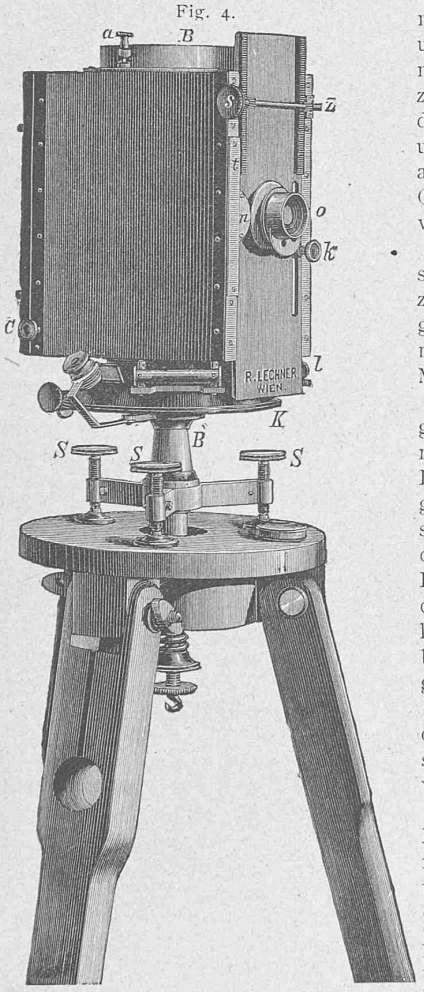
verwendenden Platten wird ebenfalls der Verwendungszweck, nebst Grösse der Horizontal- und Verctialdistanzen und der Planmasstab von Einfluss sein, ebenso die gewünschte Sichtbarkeit der Objecte und die Genauigkeit der Arbeit.

Die zu photogrammetrischen Arbeiten geeigneten Instrumente lassen sich in drei Kategorien bringen:

1. Jeder mit richtig zeichnender Linse versehene photographische Apparat kann zu photogrammetrischen Arbeiten verwendet werden.

Wird die Bildebene desselben durch Senkel oder Libelle oder einer Fernrohrvisur eines seitlich stehenden geodätischen Instrumentes möglichst lothrecht gestellt, so können ohne Weiteres solche Aufnahmen von zwei gegeneinander fixirten Standpunkten (unter gewissen Bedingungen auch bloss von einem Standpunkt) mit Zuhülfenahme einer zweiten Operation mittelst eines andern (geodätischen) Instrumentes, welches sowol aufgenommene Punkte im Horizont des Objectivs, als auch zur Bestimmung der Bildweite und des Hauptpunktes mindestens drei Horizontalwinkel nach vier deutlich zu sehenden und photographisch auf der Platte fixirten Objecten gibt, benützt werden.

Fig. 4.



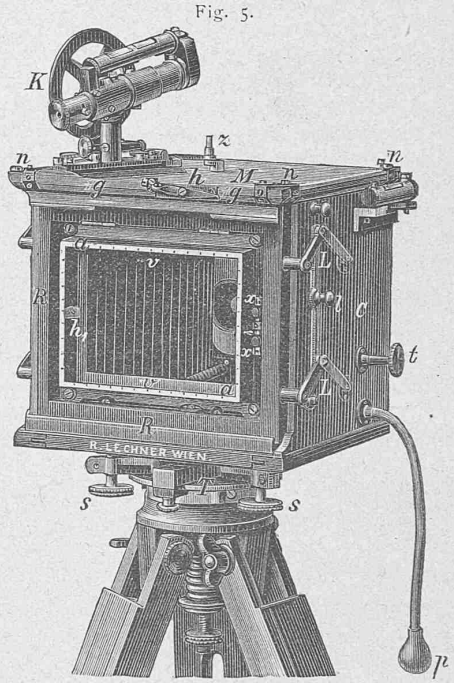

Man kann unter Umständen selbst käuflich zu erhaltende Photographien zur Bestimmung verschiedener Masse benützen.

Diese Methode, so gute Dienste sie in manchen vereinzelten Fällen leistet, ist bei grösseren Arbeiten zu schwerfällig. Man hat deshalb durch eine Fixirung der Bildweite, durch Horizontalmarken u. s. w, die Arbeiten zu vereinfachen getrachtet, wodurch ein Uebergang zu den nachfolgenden Instrumenten geschaffen wurde.

2. *Photogrammeter.* Meydenbauer hat mehrere Formen gebaut und erprobt und ist eben daran hierüber Mehreres zu veröffentlichen. Neuestens hat er auch eine kleine hölzerne Reisecamera mit Fadenstativ beschrieben, die hauptsächlich Architekturzwecken dient. Weitere Constructionen rühren her von Stolze, Vogel und Dörgens, Finsterwalder, Hafferl und Maurer, Siedeck, Steiner u. s. w.

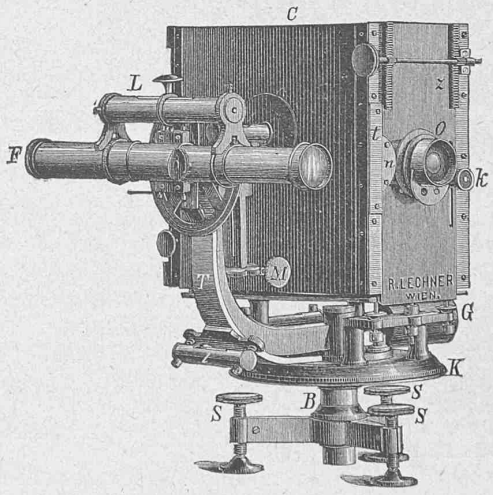
Figur 4 zeigt einen vollständigen Photogrammeter, wie er für das k. k. Ackerbauministerium zur Verwendung bei Wildbach-Verbauungen construirt wurde und womit Forstcommissär F. Wang Arbeiten durchführte. Mit einer ähnlichen Construction wurden die ersten grösseren Arbeiten am Arlberg durchgeführt. Die photographische Metallcamera mit fixer Bildweite ist möglichst direct mit der Alhidade des Horizontalkreises *K* verbunden, welch letzterer auf einem kräftigen Dreifuss *B* und Stellschrauben *SSS* ruht. Die Verbindung von Camera und Alhidade ist durch vier kräftige Schrauben bewirkt und zwar zwei in der Richtung der optischen Achse der Camera zur gleichzeitigen Senkrechtstellung der Visirscheibe und zwei rechtwinklig dazu zur Justirung des Achsenkreuzes auf der Visirscheibe. Das photographische Objectiv *o* lässt sich mittelst des Knopfes *s* und der Zahnräder *z* und dazu gehörigen Zahnstangen mit seinem Nonius *n* längs der Theilung *t* heben und senken, sowie mittelst *k* festklemmen. Rechts und links unter der Vorderfläche der Camera sind rechtwinklig zu einander und symmetrisch zur Camera justirbare Kreuzlibellen *l* auf der Alhidade angebracht. Der Cassettentheil der Camera enthält ein mittelst des Knopfes *C* an die Mattscheibe oder lichtempfindliche Platte anzulegendes System von 4 Fähnchen oder einen Rahmen mit Centimeter-Einkerbung.

Fig. 5.




Eine Verbindung aus einer Holz-Camera *C* mit Metallversteifung und einem Zeichenbrettchen *M* für Recognoscirungs- oder Mappirungs-Zwecke ist Hübls Messtisch-Photogrammeter Fig. 5, welches den Zweck verfolgen soll, die Horizontalwinkel für die Orientirung der Bilder graphisch mittelst dem Linial der Kippregel *K* darzustellen und die Verwendung von Celluloidfolien in Rollcassetten zu ermöglichen. Die photographische Schicht wird vor der Exposition mittelst Federn gegen einen mit dem Objectiv starr verbundenen Anlegerahmen *a* gedrückt, um eine constante Bildweite zu erhalten, sowie auch die Bildung von Falten bei den Folien thunlichst zu vermeiden. Auf der oberen Fläche des Apparates

Fig. 6.




lässt sich der mit einer Pikirvorrichtung versehene Drehzapfen *z* entweder in der Mitte des Brettchens oder über dem Objectiv befestigen. Um diesen Zapfen erfolgt die Bewegung der Kippregel. Das zum Ziehen des Rayons bestimmte Cartonblatt ist mittelst Haften *n* befestigt. Die Grenzmarken *g g* geben die Breitenausdehnung des Bildes ohne Visirscheibe. Das Lineal an den Hebel *h* angelegt gibt den durch die Hauptvertciale gehenden Mittelrayon. Das Objectiv ist mit Zahntrieb *t* bewegbar und gestattet

mit *p* pneumatischen Verschluss. *x* sind die Rectificirschrauben des Rahmens *a*. Die Kniehebel *L* gestatten das Anpressen der lichtempfindlichen Schicht mittelst des Rahmens *R* an den Rahmen *a*, der in $h_1$ und *v* Horizont und Verticale markirt. Werden die Knöpfe *l* herabgedrückt, so ist die Cassette vom Anlegerahmen etwa 1 *cm* entfernt und es lässt sich der Schieber aufziehen oder schliessen. Im Cameraträger *T* sind die Horizontirungsschrauben *S* angebracht. Der Apparat ist im Mai l. J. fertig geworden und steht nunmehr versuchsweise in Verwendung.

3. *Phototheodolit.* Damit soll ein Instrument bezeichnet werden, welches ausser der Camera noch Horizontal- und Verticalkreis nebst einer genauen Visirvorrichtung (Fernrohr oder Ocularzugabe) besitzt, mithin ein vollkommenes Universalinstrument bildet, so dass also mit demselben nicht blos photogrammetrische Aufnahmen, sondern auch Nivellements, Horizontalwinkel, Verticalwinkel- und Distanzmessungen (tachymetrische Aufnahmen) durchgeführt werden können.

Man kann hier zwei Formen unterscheiden:

a) mit excentrischem Fernrohr,

b) mit centrischem Fernrohr.

a) Zur ersteren Form zählen die Instrumente von Paganini und Koppe. Ein neueres, vom Verfasser construirtes Instrument kam am IX. Geographentag seitens der k. k. Generaldirection der österr. Staatsbahnen zur Ausstellung und gelangte bei der 3,5 Quadratkilometer umfassenden Aufnahme des Lawinengebietes am Reichenstein zur ersten grösseren Verwendung. Das bereits in mehreren, dem Wesen nach gleichen Exemplaren aber mit durch die Erfahrung begründeten Verbesserungen erbaute Instrument Fig. 6 besteht aus einer hoch oder quer gestellten Camera *C* mit constanter Bildweite für Plattengrössen von 18/24 oder 13/18 Centimeter in Verbindung mit einem Theodolit und das Ganze ruht auf einem festen Scheibenstativ. Die über einem Horizontalkreise *K*, der auf einem starken Dreifuss mit Zapfen *B* sitzt, montirte Blechcamera ist mit einem der Höhe nach längs einer mit Nonius *n* versehenen Theilung *t* mit Getriebe und Zahnstange *z* verschiebbaren Objectiv *O* versehen (Anastigmat-Weitwinkel C. Zeis, Jena Serie V, 1 : 18), dessen Brennweiten dem Zweck der Aufnahme entsprechend gewählt werden und welches durch die Klemmschraube *k* in seiner Stellung fixirt werden kann. Die Bewegung kann bis zu 50 *mm* ober oder unter dem Nullpunkt der Theilung stattfinden, wodurch selbst bei sehr steilen Lehnen Aufnahmen mit verticaler Platte in nächster Nähe möglich werden. Der Cassettentheil der Camera enthält einen dem Plattenformat entsprechenden Centimeterrahmen (auch mit Halbcentimetertheilung), welcher sich durch eine eigene mechanische Vorrichtung gegen die lichtempfindliche Schicht bewegt und diese noch bis in die dem Objectiv eigene Bildebene so zurückdrängt, dass letztere bei jeder Platte vollständig genau eingehalten wird, d. h. für alle Aufnahmen genau dieselbe Bildweite resultirt.*) Die Einkerbungen im besprochenen Rahmen sind auf der Theilmaschine hergestellt und bieten auf der Photographie einen genauen Masstab, sowie eine Controlle für die Veränderungen, die im Bilde durch das Entwickeln und die nasse Behandlung der Papierabzüge entstehen und lassen daher für die Construction am Papier das Abgreifen richtiger Masse mit Eliminirung der Papieränderungen der Copien zu.

Seitlich der Camera ist ein durch ein Gegengewicht *G* equilibrirtes Fernrohr *F*, dessen Fäden auch zum Distanzmessen eingerichtet sind, mit Aufsatzlibelle *L* nach Art der Kippregel an dem Fernrohrträger *T* angebracht und es ist die Correctur der Horizontaldrehachse des Fernrohrs durch eine angebrachte weitere Libelle ermöglicht. Damit in Verbindung steht ein Verticalbogen oder Verticalkreis mit Nonius und feiner Bewegung. Das Fernrohr ist entweder zum Durchschlagen oder zum Umlegen eingerichtet. Die Horizontalstellung des Instrumentes geschieht mittelst der drei Stellschrauben *S* und der Kreuzlibellen *l*. Um das ganze Instrument möglichst leicht und transportabel zu machen, sind mehrere Theile aus Aluminium hergestellt*). Ein Phototheodolit (System Pollack), der nahezu ganz aus Aluminium besteht, befindet sich gegenwärtig auf der photographischen Ausstellung in Paris.

*b)* Mit centrischer Visirvorrichtung.

Da unter Umständen, insbesondere bei Nahaufnahmen, die Excentricität des Fernrohres eine Rolle spielen kann, so findet die naheliegende Idee, das vorhandene Objectiv der Camera durch eine Ocularzugabe als Visirvorrichtung zu benützen, auch Anklang. Insbesondere haben Paganini, Schell und der Verfasser einschlägige, von Erfolg begünstigte Versuche gemacht. Naturgemäss muss bei Eliminirung des excentrischen Fernrohrs hiebei auf die Vortheile desselben bezüglich leichter Rectification, Controle des Horizontes und seiner Aenderungen u. drgl. Verzicht geleistet werden.

Die im vorigen Abschnitt beschriebene Camera mit seitlichem Höhenkreis ruht mit seitlichen horizontalen Zapfen in zwei Lagern, welche sich derart über der Alhidade befinden, dass ein Durchschlagen der Camera (behufs Winkelmessung und eventuell auch Aufnahme) möglich wird. In die starke Mattscheibe ist in der optischen Achse der Camera ein kreisförmiges Loch eingeschnitten, in welchem sich ein kleines Ocular mit eingeritztem Fadenkranz befindet, welches mit Schrauben und Schlittenführung rectificirbar eingerichtet wurde; dasselbe ist um eine horizontale Achse drehbar, aber nicht verschiebbar.

* * *

Die *Prüfung* und *Berichtigung* der Instrumente erstreckt sich ausser auf die allen hieher gehörigen Apparaten gemeinsamen eigenthümlichen Eigenschaften zum Theil auch auf die jeweiligen besonderen Einrichtungen derselben.

Zur Richtigkeit der photogrammetrischen Instrumente sind nachfolgende Punkte erforderlich:

1. Besitzt das Instrument (wie Fig. 6) ein Fernrohr, einen Horizontal- und Verticalkreis, so ist selbstverständlich vorerst die Rectification der Kreuzlibellen, der Libellen des Fernrohrs, der Drehungsachse desselben, welche zur verticalen Rotationsachse senkrecht stehen soll, des Fadenkreuzes, des Verticalkreises, sowie die Bestimmung der Constanten zur Distanzmessung nach den bekannten Methoden vorzunehmen. Die folgenden Punkte betreffen die photogrammetrischen Einrichtungen.

2. Es muss untersucht werden, ob das Ein- und Ausschieben der Cassetten sowol, als auch der Cassettendeckel leicht und dabei doch lichtdicht vor sich geht, so dass bei festgeklemmter Alhidade Rückungen oder Verdrehungen weder an der Camera, noch am ganzen Apparate sich bemerkbar machen. Entweder laufen die Cassetten in Metallführungen oder sie sind selbst in Metall ausgeführt, passen daher genauer, oder bei Holzcassetten sind durch vier Schrauben mit federnden Unterlagen an der Rückseite der Camera die Fälze zur Regelung leichter Führung nach Bedarf etwas enger oder weiter zu stellen. Selbstverständlich ist der Einfluss derartiger Vornahmen auf die Grösse der Bildweite nicht zu übersehen. Verdrehungen an der Camera, welche an Verschiebungen der Bildpunkte in der Mattscheibe oder im Fernrohr leicht kenntlich werden, sind entweder durch Anziehen der Befestigungsschrauben der Camera auf der Alhidade oder durch den Mechaniker zu heben. (Unter Umständen kann man sich auch bei leichteren und einfachen

*) Die Bezeichnung: „Constante Bildweite" ist bei Instrumenten ohne eine solche Vorrichtung nur innerhalb gewisser Fehlergrenzen zutreffend. Wo selbst gute Cassetten bloss in Einschubfälzen eingebracht werden, wird die Ungenauigkeit der Cassetten kleine Differenzen bis zu 0,5 *mm* und mehr geben. Die genaue Bildweite muss in solchen Fällen für jede Cassette bestimmt werden. Entweder benützt man dann für jede die gefundene Grösse oder erlaubt es der Zweck der Arbeit, so kann, nach längerem öfterem Aufnehmen mit einer bestimmten Cassette, aus mehreren Bildweitenbestimmungen ein Mittelwerth verwendet werden. Etwaige Unebenheiten der Platten können durch Verwendung von Spiegelglas vermieden werden.

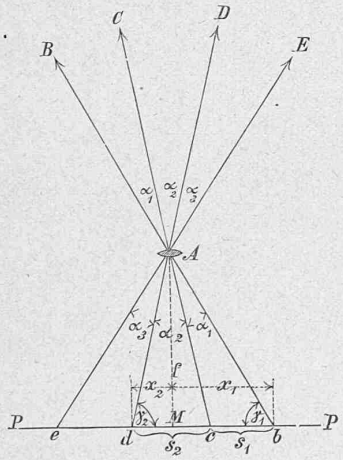
*) Das Gewicht des Phototheodoliten (13/18 *cm*) allein beträgt etwa 8 *kg*.

Instrumenten so helfen, dass man bei *geöffnetem* Schieber und geschlossenem Objectivdeckel die nöthigen Winkelmessungen etc. vornimmt und gleich danach den Deckel zur Exposition öffnet, so dass die Schieberbewegungen keinen Einfluss erreichen.)

3. Lothrechtstellung der lichtempfindlichen Platte. Man benützt hiezu am besten einen rechtwinkligen Metall-Winkel mit auf dem einen Schenkel befindlicher umstellbarer Libelle, während der andere Schenkel an die Scheibe zum Visiren oder an eine in die halb geöffneten Doppelcassetten niedergelegte Mattglastafel oder den Centimeterrahmen angelegt wird. Bei richtiger und einspielender Libelle steht sodann der Rahmen und die an dessen Stelle angebrachte empfindliche Platte senkrecht. Die Prüfung kann auch mittelst des horizontal gerichteten Fernrohres eines daneben stehenden Instrumentes stattfinden. Abweichungen sind mittelst der kräftigen, unter dem Objectiv befindlichen Rectificirschraube nebst Gegenmutter und seitlichen Unterstützungsschrauben zu heben.

4. Untersuchung der Horizontalmarken. Um zu untersuchen, ob die durch den optischen Mittelpunkt des Objectives gehende Horizontalebene die Mittelkerben des Centimeterrahmens trifft, beschafft man sich mit dem Fernrohr des Instrumentes einen entfernten, scharf markirten Punkt, welcher in gleicher Höhe mit dem Objectiv liegt. Das Bild dieses Punktes muss bei Drehung der Camera durch die Horizontalmarken gehen. Die Beobachtung findet am besten ohne Mattscheibe mit einer Lupe statt, kann aber auch auf der Mattscheibe durchgeführt werden. Ist ein Ocular vorhanden, so hat der Horizontalritz auch dieser Bedingung zu entsprechen. Abweichungen sind mit den betreffenden Correctionsschräubchen zu heben. Hebung oder Senkung des Objectives verschieben den Horizont um das Mass derselben und es ist bei den Aufnahmen deren Grösse genau vorzumerken, um im *Bild* eingetragen werden zu können. Dadurch wird auch die Gleichheit der Theilungen am Markenrahmen und an der Objectivverschiebung geprüft. Auftretende Differenzen müssten beim Einzeichnen des Horizontes in die Bilder berücksichtigt werden. Nur bei nahen Punkten ist der Unterschied zwischen Fernrohrvisurhöhe und jener des Objectives der Camera zu beobachten.

Fig. 7.




5. Bestimmung oder Prüfung der Bildweite und Untersuchung der Verticalmarken. Die zur Durchführung der Construction sehr wichtige Bildweite wird am Besten mit Hülfe von Winkelmessungen gefunden, wobei gleichzeitig auch die Prüfung der Verticalkerben erfolgt.

Vom Punkte $A$ aus, Fig. 7, werden nach (mindestens drei) weit entfernten, scharf markirten und wenn möglich im Horizont der Camera liegenden Punkten $B$, $C$, $D$, $E$ die Horizontalwinkel $\alpha_1$, $\alpha_2$ und $\alpha_3$ gemessen. In der Camera des Phototheodolites entstehen in den Punkten $b$, $c$, $d$ und $e$ die Bilder der Objecte $B$, $C$, $D$ und $E$.

Nach dem Pothenot'schen*) Problem lässt sich sodann aus den auf der Platte gemessenen Horizontalabständen (den Abscissen) der Bilder und den bekannten Winkeln in $A$ die Länge der Bildweite $A\,M$ und die Lage des Hauptpunktes $M$ berechnen.

Setzt man

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \varphi = 180 - (\alpha_1 + \alpha_2),$$

so ist

$$\operatorname{cotg}\,\gamma_1 = \operatorname{cotg}\,\varphi + \frac{s_1 \,.\, \sin\,\alpha_2}{s_2 \,.\, \sin\,\alpha_1 \,.\, \sin\,\varphi}$$

Ist $\gamma_1$ und somit auch $\gamma_2$ bestimmt, so ergibt sich

$$A\,b = \frac{s_1 \,.\, \sin\,(\alpha_1 + \gamma_1)}{\sin\,\alpha_1} \text{ und}$$

$$A\,d = \frac{s_2 \,.\, \sin\,(\alpha_2 + \gamma_2)}{\sin\,\alpha_2} \text{ und daraus}$$

die Bildweite $A\,M = f = A\,b \sin\,\gamma_1 = A\,d \sin\,\gamma_2$.

Die Lage des Hauptpunktes $M$ resultirt aus:

$\alpha_1 = b\,M = f \operatorname{cotg}\,\gamma_1$ und $\alpha_2 = d\,M = f \operatorname{cotg}\,\gamma_2$.

Eine ähnliche Bestimmung kann auch dann erfolgen, wenn auf dem Bilde nur zwei Punkte erscheinen, aber deren Entfernung und Höhenunterschied gegen den Standpunkt bekannt ist, wie bei Triangulirungspunkten.

Die Messung der Abscissen $s_1$, $s_2$ . . . . muss selbstverständlich mit grösster Genauigkeit stattfinden.*)

Sehr häufig wird jedoch auch folgende graphische Ausmittelung genügen. Die Winkel $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ . . . . werden möglichst genau auf einem Papier aufgetragen, die aus dem Negativ oder der Photographie genommenen horizontalen Abstände der Bildpunkte $b\,c$, $b\,d$, $b\,e$ . . . . längs der Kante eines Papierstreifens aufgetragen und dieser Streifen so in das Strahlenbündel eingepasst, dass $b$ auf der Richtung nach $B$, $c$ auf jener nach $C$ u. s. w. zu liegen kommt. Die Verbindungsgerade von $b$ über $c$ und $d$ nach $e$ gibt sodann die Lage der Aufnahme; die von $A$ auf $b\,e$ gefällte Senkrechte gibt die Bildweite und den Hauptpunkt. Eine Lothrechte in $M$ muss durch die Verticalmarken gehen; wenn nicht, so ist mittelst der Rectificirschrauben eine horizontale Verschiebung des Rahmens vorzunehmen. Mittelst eines aus einem Menschenhaar oder Spinnenfaden bestehenden kleinen Senkels, welcher an der obern Verticalmarke (mit Wachs) befestigt wird, lässt sich ein vorhandenes Mattscheibenocular in die Hauptverticale bringen.

Die graphische Methode wird insbesondere dort gute Dienste leisten, wo aus veränderten Copien die Bildweite für das betreffende Papierbild bestimmt werden muss, indem dadurch die Fehler in der Construction vermieden werden.

Man hat die Vorsicht zu gebrauchen, die Abscissen möglichst bis an die Bildränder gehen zu lassen.

6. Das Objectiv soll perspectivisch richtig zeichnen. Die Untersuchung kann gleichzeitig mit Punkt 5 erfolgen, indem man vorstehende Winkelmessungen auf eine grössere Anzahl von Punkten ausdehnt, die bis an den Rand der Platten reichen und bei den extremsten Stellungen des Objectives aufgenommen werden. Die aus je drei Punkten berechneten Bildweiten sollen innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler für ein und dieselbe Platte immer denselben Werth geben.

7. Bei Instrumenten mit Fernrohr soll die Collimationslinie desselben parallel mit der optischen Achse der Camera sein.

Wird der Kreuzungspunkt der Verbindungslinien der Hauptmarken in der Camera (mit der Lupe) auf einen weit entfernten scharfen Punkt gerichtet, so soll das Bild desselben in das Fadenkreuz des horizontal gestellten Fernrohrs fallen. Die Berichtigung findet statt: durch entsprechende Verstellung des Fernrohrträgers mittelst der auf der Alhidade vorhandenen Befestigungsschrauben, welche zugleich Rectificirschrauben sind, und durch entsprechende Hebung oder Senkung des Objectivs bis in die gleiche Höhe des Fernrohrs unter Vormerkung oder Einreissung einer Marke an der Theilung $t$ (Fig. 6) des Objectives oder Verschiebung der Theilung selbst.

Da sowol hier, als bei Punkt 4 das Einstellen eines auf der Mattscheibe gezogenen Linienkreuzes auf einen Punkt einer gewissen Unsicherheit (gegenüber einer Fernrohrvisur)

*) oder richtiger Snel'schen (vide Nr. 1 S. 5 d. B.).

*) Der Verfasser führte die Messungen auf dem Comparator der hiesigen (Wiener) photographischen Versuchsanstalt längs dem auf den Negativen fein eingeritzten Horizontallinien bis auf vier Decimalen eines Millimeters durch, welche grosse Genauigkeit selbstverständlich gar nicht nöthig erscheint.

nicht entbehrt, so prüft man in Ermangelung einer Lupe — die am besten bleibend nach Seite 9 angebracht bleibt — mit Zuhülfenahme eines in nächster Nähe aufgestellten Nivellirinstrumentes, dessen wagrecht gestelltes Fernrohr durch einige Versuche genau in die gleiche Höhe des Fernrohrs des Phototheodoliten gebracht wird, die Lage der optischen Achsen von Objectiv und Fernrohr in einer gemeinsamen Horizontalebene.

*Wien*,
23. Juni 1892.

## Le projet de pont sur la Manche.

De temps en temps on semble discuter sérieusement le projet de pont sur la Manche et s'occuper de cette étrange conception de Monsieur Hersent et de ses collaborateurs; malgré toute l'estime que nous avons pour les divers auteurs qui attachent leur nom à un tel projet et malgré tout l'intérêt que nous portons, au point de vue technique, aux discussions qui se rapportent à l'établissement de grandes travées et de piles en eau profonde, nous ne saurions cependant nous imaginer qu'on puisse jamais donner suite à une idée aussi extraordinaire.

Le projet de pont sur la Manche n'est d'ailleurs pas éclos tout d'une pièce du cerveau de ses auteurs; il a d'abord été sérieusement question de relier la France à l'Angleterre au moyen d'un tunnel de 30 kilomètres de longueur environ, dont les deux extrémités française et anglaise ont d'ailleurs déjà été amorcées près de Calais et de Douvres; les travaux préparatoires ainsi faits, ou plutôt même le commencement d'exécution du projet, ont démontré la possibilité ou même la facilité du percement du tunnel à travers les roches de calcaire et de craie qui constituent le fond du lit de la Manche; mais malgré tous les efforts du membre du Parlement Anglais, Sir Edward Watkin, Président du South-Eastern Railway et, en cette qualité, l'ardent défenseur du projet de tunnel en Angleterre, le particularisme anglais l'a emporté jusqu'à ce jour sur les idées de raison et d'intérêt international et intercommercial, qui militaient en faveur du projet de percement du tunnel; ainsi, sous des prétextes stratégiques, l'absolutisme britannique pour la conservation de la prépondérance que lui donne sa position insulaire dans le commerce du globe, a fait naître dans des esprits français le projet de pont sur la Manche.

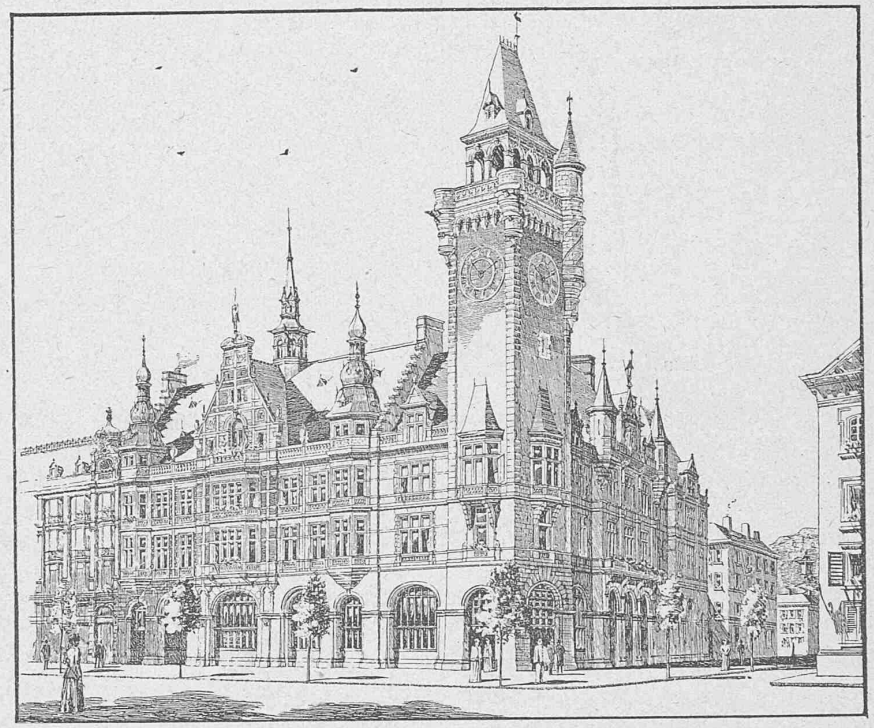
Il semble qu'il ne faut pas être particulièrement compétent en matière militaire pour comprendre l'impossibilité qu'il y aurait pour une armée française à envahir l'Angleterre par surprise à travers un tunnel; les moyens d'inondation du tunnel par l'eau et de destruction par les explosifs sont d'un emploi si simple et et sont si facilement applicables par l'électricité ou par l'air comprimé comme force pour actionner des moteurs de commande à grande distance, qu'il est probant que les raisons militaires ne sont invoquées contre l'établissement du tunnel que pour cacher un but mercantile.

Il n'a jamais été sérieusement question de ne pas donner suite aux traversées des Alpes au moyen de tunnels percés à travers le Mont-Cenis, le Gotthard et l'Arlberg et même actuellement le Simplon, dans le but d'éviter de troubler l'équilibre des forces militaires de la France, de l'Italie, de la Suisse ou de l'Autriche; les armées pourraient d'ailleurs passer par-dessus les Alpes comme elles peuvent traverser la Manche sur des vaisseaux transports, si les approches n'étaient pas munies d'ouvrages de défense; il semble d'ailleurs plus facile de défendre la tête d'un tunnel, dont la section a 25 mètres carrés de surface, que de se défendre contre les attaques d'une flotte; si les pays où se trouvent les Alpes, savent défendre les entrées des tunnels, il n'y a aucune raison pourquoi l'Angleterre ne puisse en faire autant, d'autant plus que Douvres est dominé par de hautes falaises.

Qu'on construise d'ailleurs un pont ou un tunnel, la prétendue raison d'Etat doit rester la même, pour les Anglais jusqu'au jour où ils reconnaitront leur erreur de raisonne-

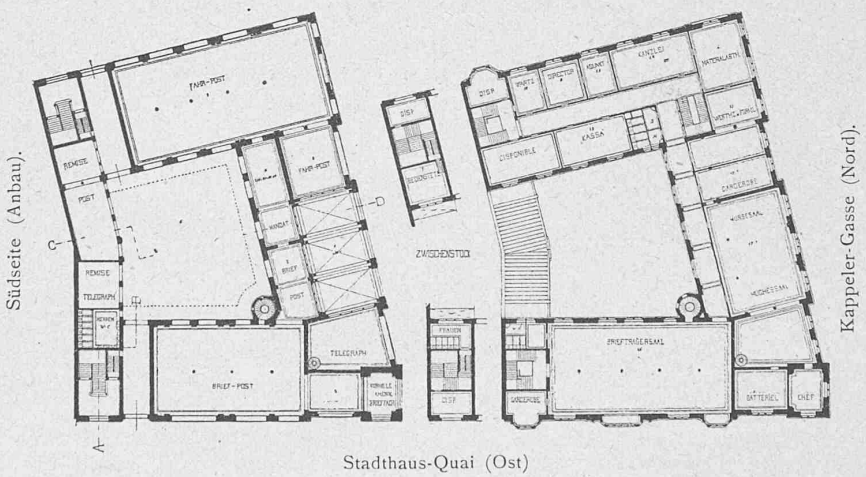
**Wettbewerb für ein neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich.**

Entwurf von Architekt *Alex. Koch* in Zürich. — Motto: „Ostern 1892". — III. Preis b.



*Perspective.*

Fraumünster-Strasse (West)




Erdgeschoss. Zwischengeschoss. Erster Stock.

Masstab 1 : 1000.