

der Augen ($2\frac{1}{2}''$) entspricht, oder man nimmt die Bilder mit einer einfachen Camera nach einander auf, indem man dieselbe erst in die Stellung des rechten, dann in die des linken Auges bringt.

Für sehr entfernte Gegenstände muß man die Entfernung des Standpunkts der Camera behufs der Aufnahme der beiden Bilder etwas größer nehmen, wenn sie hinreichend plastisch erscheinen sollen. Man vergrößert dieselbe bei Landschaften oft bis zu mehreren Fufs.

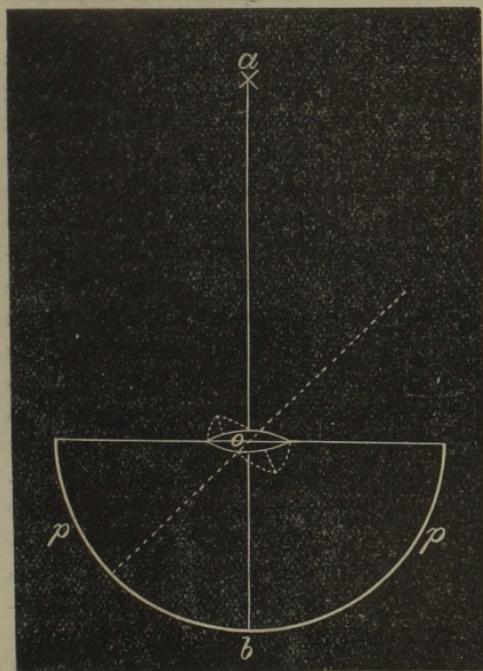
Für nahe Gegenstände hat Distanzübertreibung den Nachtheil, daß sie übermächtig plastisch erscheinen und Extremitäten, wie Nase, Hände, fußweit aus dem Körper herauszuwachsen scheinen.

Der Panoramenapparat und die photographische Geodäsie (Photogrammetrie).

Die bei Weitem meisten photographischen Apparate haben ein nur mäßiges Gesichtsfeld und gestatten daher nur selten die Aufnahme breiter Ansichten, wie dieselben sich häufig genug in Gebirgen, am Meere etc. vorfinden, z. B. Rigi-Panoramas, Faulhorn-Panoramas. Martens, ein in Paris lebender Kupferstecher, kam deshalb auf die Idee, solche Bilder mit Hülfe einer sich drehenden Camera zu machen, welche nach und nach den ganzen Horizont beschreibt.

Er construirte 1847 eine Camera mit cylindrischer Daguerreotypplatte. Diese stand fest, die Camera mit dem Objectiv drehte

Fig. 41.



sich, letzteres wirkte nur durch eine schmale streifenförmige Blende.

Es ist leicht zu beweisen, daß trotz der Drehung der Linse das Bild eines und desselben Gegenstandes stets auf denselben Punkt der Platte fallen muß.

Das Bild eines Punktes liegt immer auf der geraden Linie, welche von dem Punkte durch den Mittelpunkt des Objectives gezogen wird.

Ist a ein solcher Punkt, o der Mittelpunkt des Objectives, pp die cylindrische Platte, so liegt das Bild des Punktes auf der durch die Platte von o gezogenen

Linie ab . Wird das Objectiv nun um seinen Mittelpunkt gedreht (wie in der Figur punktiert angedeutet ist), so bleibt das Bild von a nach dem angedeuteten Grundsatz dennoch auf derselben Linie ab (weil a und o unverrückt ihren Stand behalten), wird also wieder auf den Punkt b der Platte fallen, daher werden sich trotz der Bewegung des Objectivs alle Punkte der vorliegenden Gegenstände scharf abbilden.

Natürlich gilt dieser Satz nur, falls die Strahlen keinen zu großen Winkel mit der Axe bilden. Man setzt deshalb der Linse gegenüber eine Schlitzblende, deren Oeffnung parallel der Drehaxe ist und welche sich gleichzeitig mit dem Objectiv bewegt.

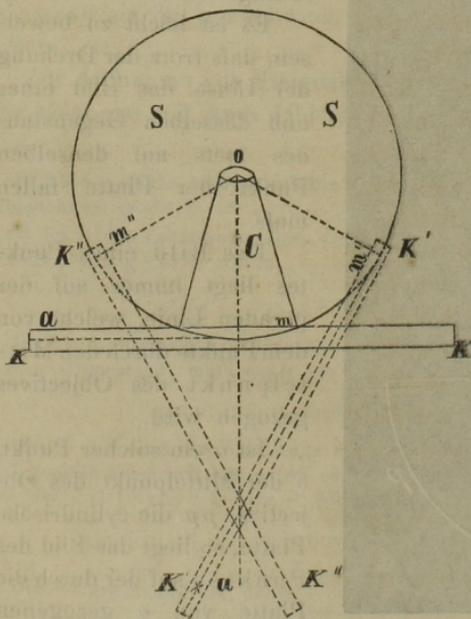
Ein Mangel der Martens'schen Apparate war die cylindrische Platte, deren Präparation im gewöhnlichen Collodionproceß sehr schwierig ist.

Brandon führte deshalb statt derselben eine ebene Platte ein, welche sich während der Rotation auf der cylindrischen Bildfläche gleichsam abwälzt, der Bewegung des Objectivs folgend.

Der Mechanismus, um diese Bewegung in exacter Weise zu bewirken, ist äußerst verschieden und sind die Meinungen über die praktischste Constructionsweise noch getheilt.

Gewöhnlich stellt man die Camera C mit dem Objectiv o auf eine runde horizontale Metallscheibe SS ; die Camera ruht auf Rädchen und dreht sich um eine durch den optischen Mittelpunkt des Objectives gehende Axe.

Fig. 42.



Die Räder werden durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt. Die Cassette läuft ähnlich wie bei einer Visitenkartencamera verschiebbar in einem Falz. Ein um die Scheibe SS geschlungener Faden, dessen Ende tangential ausläuft und am Ende der Cassette bei a befestigt ist, bewirkt, daß sie bei der Bewegung des Apparats sich verschiebt und die Stellungen einnimmt, die in beifolgender Figur in drei Phasen (Anfang $K'K'$, Mitte KK , Ende der Bewegung $K''K''$) angedeutet sind.

Die Bilder, die man mit

diesem Apparat erhält, sind offenbar Projectionen auf einem abgewickelten Cylindermantel. Die senkrechten Linien geben sich auf demselben senkrecht wieder, die horizontalen dagegen prägen sich, wenn sie nicht mit dem Horizont des Apparats zusammenfallen, als Curven aus.

Nimmt man daher mit diesem Apparat ein Haus oder eine Straßensfront auf, so wird der Sims oder die First sich als eine nach oben, der Sockel sich als eine nach unten gewölbte krumme Linie abbilden, die um so unangenehmer wirkt, je länger sie ist, und je weiter sie vom Horizont abliegt. Für Architekturbilder ist daher solch ein Apparat nur innerhalb sehr beschränkter Fälle brauchbar. Für solche Zwecke ist eine Weitwinkellinse entschieden vorzuziehen.

Nun müssen wir aber auf einige Eigenschaften der Panoramenbilder aufmerksam machen, welche von unberechenbarer Wichtigkeit für das Ingenieurwesen, speciell für die Geodäsie und mathematische Geographie sind und früher oder später eine hochwichtige Anwendung der Photographie in den Triangulations- und Vermessungsmethoden veranlassen dürften.

Da die Bilder Projectionen auf einem Cylindermantel sind, so ist es offenbar, daß die Abstände der horizontal neben einander liegenden Gegenstände auf dem Bilde sich genau ebenso verhalten, wie die Winkelabstände der Gegenstände in der Natur.

Man kann demnach mit Hülfe eines Maßstabes, wenn man die Größe eines Grades kennt, aus einem Panoramenbilde ebenso gut die Winkeldistanzen bestimmen, wie durch directe Messung in der Natur mit Hülfe eines Theodolithen oder einer Boussole.

Behufs der Aufnahme einer Gegend mit Hülfe dieses Instrumentes und Entwerfung eines Planes oder einer Landkarte, bedarf man zunächst einer geraden Linie, der Standlinie, deren Länge genau zu messen ist. Die Boussole wird nach einander in den beiden Enden dieser Linie aufgestellt und die Winkel gemessen, welche die Gesichtslinien der verschiedenen Gegenstände, deren Entfernung man bestimmen will, mit der Standlinie machen.

Ganz analog würde man auch mit dem Panoramenapparat zu verfahren haben. Statt aber mühsam die einzelnen Häuser, Bäume und Pfähle abzuvisiren, macht man einfach zwei Aufnahmen von den beiden Endpunkten der Standlinie.

Man sorgt für genaueste Horizontalstellung des Apparates und richtet ihn bei der Aufnahme so, daß auf den beiden Bildern das durch eine Fahne bezeichnete andere Ende der Standlinie sichtbar ist.

Man erhält so zwei Bilder, mit deren Hülfe man die Lage aller Gegenstände, die überhaupt im Bilde sichtbar sind, jedes Strauches, jedes Hauses, jedes Pfahles, wenn es sein muß, auf das Exacteste bestimmen kann.

Wollte man dies mit den gewöhnlichen Mefsinstrumenten ausführen, man würde Tage lang an einem Punkte der Standlinie mit Messungen zubringen müssen, und dennoch nicht diese Details erreichen.

Die Art der Bestimmung der Winkelabstände aus dem Panoramenbilde ist nun sehr einfach.

Man kennt den Radius des Drehungskreises des Apparates. Die Länge des Kreisumfangs ist dann $2r\pi$, die Gröfse eines Grades auf dem Bilde $\frac{r\pi}{180}$.

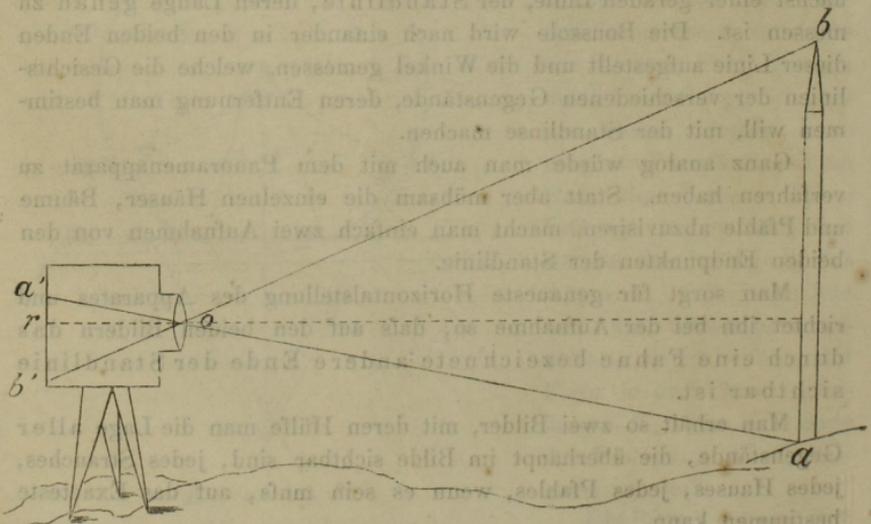
Braun's Panoramenbilder haben bei 120° eine Länge von $18''$, demnach hat der Grad die Länge von $1\frac{1}{2}$ Linien. Es wäre ein Leichtes, daraus noch Minuten und Bruchtheile von Minuten mit Hülfe eines Nonius zu bestimmen.

Diese Messungen müfsten der Genauigkeit halber am Negativ ausgeführt werden, da Abdrücke davon auf Papier sich immer etwas zusammenziehen, also in ihrer Länge variabel sind.

Um diesen Fehler zu umgehen, thut man, wie oben gerathen wurde, gut, vor der Aufnahme zwei Punkte abzustecken, welche genau einen rechten Winkel mit der Standlinie bilden. Diese Punkte bilden sich dann mit ab und geben die Basis für die weitere Eintheilung der Bilder. Man theilt das durch sie eingeschlossene Bildfeld in 90 Theile und hat so die Länge eines Grades.

Ebenso gut aber, wie die Lage der Gegenstände auf einem Bilde, läfst sich auch die Höhe der Gebäude, Bäume, Thürme aus demselben bestimmen.

Fig. 43.



Behufs dieser Bestimmung muß man kennen: 1) die Entfernung der zu messenden Gegenstände vom Standorte, diese läßt sich nach der oben angegebenen Weise aus zwei Panoramenbildern entnehmen, 2) den Sehwinkel der betreffenden Gegenstände, 3) den Horizont.

Ist ab (Fig. 43) ein Thurm, ao und bo Lichtstrahlen vom obern und untern Ende desselben nach dem Mittelpunkte des Objectivs gezogen, so ist der Winkel bei o der Sehwinkel; das Bild des Thurmes auf der Platte $a'b'$ erscheint vom Objectiv aus unter demselben Winkel $b'oa'$. Der Horizontale ro theilt diesen Winkel in 2 Theile, deren Tangenten $\frac{a'r}{or}$ und $\frac{b'r}{or}$ sind, or ist aber gleich der Brennweite des Objectivs.

Die Höhe vom Horizont des Beobachters aus ist dann, wenn die Entfernung E ist $= E \frac{a'r}{or}$ und die ganze Höhe vom Fusse des Gegenstandes aus $E \cdot \frac{a'b'}{or}$.

Hier ist nun von Wichtigkeit, den Horizont des Bildes, der durch die optische Axe des Objectivs geschnitten wird, genau zu bestimmen. Es kann dies geschehen mit Hülfe zweier Zeichen, die vorher genau mit Hülfe eines Nivellirinstrumentes in einer Horizontalebene mit dem optischen Mittelpunkt des Objectivs aufgestellt werden und sich nachher auf dem Bilde mit abbilden. Dazu können die beiden Stangen angewendet werden, welche zur Absteckung des rechten Winkels (siehe oben) dienen.

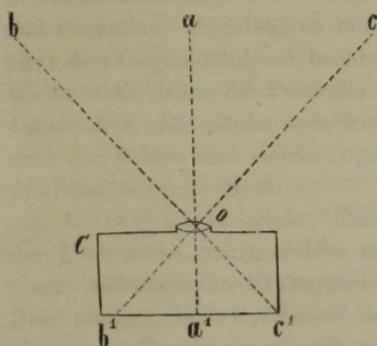
Wie die Höhe des Gegenstandes aus der Tangente des Höhenwinkels abgeleitet werden kann, kann auch der horizontale Abstand aus der Tangente bestimmt werden.

Hierzu kann jedes mit einer correct zeichnenden photographischen Linse und einem gewöhnlichen feststehenden Apparat aufgenommene Bild dienen.

Sind cb zwei einer Camera gegenüberliegende Punkte, $b'c'$ ihre Bilder, a' der Augenpunkt, d. h. der Durchschnittspunkt der Objectivaxe mit der Platte, oa' die Brennweite, so sind $\frac{a'c'}{oa}$ und $\frac{b'a'}{oa}$ die Tangenten der Azimuthwinkel aob und aoc .

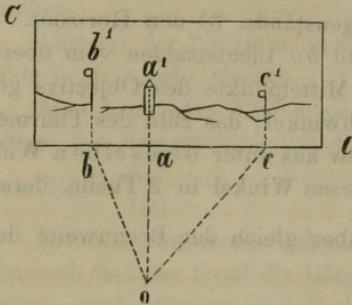
Klebt man solch ein photographisches Bild (Fig. 45) auf ein Zeichenbrett und projecirt die Punkte $b'c'$ auf die Horizontale, macht

Fig. 44.



ferner ao gleich der Brennweite, so kann man den Azimuthwinkel $ao b$ und $ao c$ constructiv bestimmen.

Fig. 45.



Nothwendig ist hierbei die genaue Fixirung des Augenpunktes a , und des Horizontes. Meydenbauer, der dieses Mefsverfahren zu einem hohen Grade der Vollkommenheit ausgebildet hat, erreicht dieses mit Hülfe eines in der Camera vor der Platte ausgespannten Fadenkreuzes, welches sich auf der empfindlichen Schicht mit abbildet. Als Objectiv benutzt er Busch's Pantoskop.

Hier ist nun von Wichtigkeit, den Horizont des Bildes, der durch die optische Ase des Objectives gezeichnet wird, genau zu bestimmen. Es kann dies geschehen auf zwei Arten, die vorzuziehen sind. Entweder man zeichnet die optische Ase durch den optischen Mittelpunkt des Objectives, und zieht die Tangente an dem Punkte, an dem die Ase die Platte schneidet. Dann können die beiden Tangenten angewendet werden, welche zur Bestimmung des rechten Winkels (siehe oben) dienen.

Wie die Höhe des Gegenstandes aus der Tangente des Horizontwinkels abgeleitet werden kann, kann auch im vorliegenden Zustande aus der Tangente bestimmt werden.

Hierzu kann jedes mit einer correct zueinander passenden photographischen Linse und einem gewöhnlichen feststehenden Apparat allgemeine Bild dienen.

Sind es zwei Camerae gezeichnete Punkte, a' und b' die optischen Punkte, a der Augenpunkt, b der Durchbruchpunkt der optischen Ase mit der Platte, o die Brennweite, so sind $\frac{a'b'}{oa}$ und $\frac{b'b'}{ob}$ die Tangenten der Azimuthwinkel $ao b$ und $ao c$.

Klebt man solche ein photographisches Bild (Fig. 45) auf ein Zeichenblatt und projicirt die Punkte a' auf die Horizontale, macht

