©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über
Photogrammetrie
und
ihre Anwendungen.

Von

Eduard Doležal,
o. ö. Professor an der k. k. Bergakademie in Leoben.

Vortrag, gehalten den 31. Jänner 1900.

Mit 2 Tafeln und 3 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hochansehnliche Versammlung!

Das neunzehnte Jahrhundert hat mehrere gewaltige Errungenschaften des menschlichen Geistes über die Materie zu verzeichnen. Unter diesen nimmt die Photographie, eine Erfindung des französischen Malers Jacques Mandé Daguerre und des ehemaligen Cavallerie-Officiers Joseph Nicéphore Niépce, gewiss eine hervorragende Stellung ein.

Die Photographie hat das launenhafteste Agens, die Strahlen des Lichtes, in den Dienst der Menschheit gestellt und macht uns sie, wie ein Franzose treffend sagt, nach unserem Belieben zu einem Maler, einem Bildhauer, einem Graveur und einem Geometer.

In der feierlichen Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften vom 30. August 1839 wurde die neue Erfindung, welche die französische Regierung angekauft hatte, unter dem Namen Daguerrotypie öffentlich bekannt gemacht und ward so durch die Munificenz der französischen Nation zum Gemeingute der civilisierten Welt.

Bald überschritt die Photographie die engen Grenzen ihrer ursprünglichen Verwendung in der Porträt-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Photographie und fand in vielen Zweigen menschlichen Wissens ausgedehnte Nutzanwendung.

Unaufhaltsam schreitet sie in ihrer Entwicklung vorwärts. Durch die unermüdlichen Arbeiten rastloser Forscher, die uneigennützigen Publicationen strebsamer Praktiker, gestützt auf die epochalen Errungenschaften der Optik und Photochemie hat sie vermocht, die heutige Höhe und Vollkommenheit zu erreichen; sie steuert nun dem höchsten Ziele, dem Zenithe der photographischen Forschung zu, der Photochromie, welche Lichtbilder in natürlichen Farben liefern soll.

So manche Capitel aus dem weiten Gebiete der Lichtbildkunst fanden in dem Rahmen der Vereinsvorträge von autoritativer Seite fachmännische Beleuchtung.

Die Photogrammetrie, ein neuer Zweig der wissenschaftlichen Photographie, und ihre Anwendungen sollen nun zur Besprechung kommen.

Als die französischen Gelehrten Gay-Lussac und Arago im Jahre 1839 die Erfindung der Photographie durch Daguerre der französischen Regierung zum Ankaufe empfahlen, hat der erstere in der Pairskammer, der letztere in der Deputiertenkammer in der Einbegleitungsrede des Berichtes gesagt:

„Ces images étant soumises aux règles de la géométrie, permettront à l'aide d'un petit nombre de données de remonter aux dimensions exactes des parties les plus

„Nachdem die photographischen Bilder infolge der Art, wie sie entstehen, den Gesetzen der Geometrie unterworfen sind, so wird es möglich sein, mit Hilfe einiger

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

élevées, les plus inaccessibles des édifices.

. . . . . .

„*Nous pourrions parler de* quelques idées qu'on a eues sur les moyens rapides d'investigation que le topographe pourra emprunter à la Photographie.“

bekannten Größen aus solchen Bildern die genauen Maße, selbst der höchsten und scheinbar schwierig direct zu erreichenden Theile von Gebäuden zu entnehmen.

„*Man könnte auch einige* gefasste Ideen erwähnen, in welcher Weise der Topograph mit Hilfe der Photographie rasch Terrainaufnahmen durchführen könnte.“

Damit haben nun die klarblickenden französischen Akademiker den großen Wert einer richtigen Photographie für Zwecke des Architekten, respective des Topographen erkannt.

Zur angeführten Äußerung haben sich die beiden großen Forscher veranlasst gefunden, weil sie eben in einer correcten Photographie ein nach geometrischen Gesetzen entstandenes Bild erkannten, dessen Auswertung für metrische Zwecke ihnen vollkommen einleuchten musste.

Die Entstehung des photographischen Bildes wird vollends klar, wenn man die Gesetze des Sehens berücksichtigt.

Betrachtet unser Auge O einen Gegenstand, so gelangen von allen sichtbaren Punkten Lichtstrahlen $\overline{P_1p_1}$, $\overline{P_2p_2}$, . . . geradlinig in unser Auge (Fig. 1).

Denken wir uns zwischen dem Auge und dem Objecte eine durchsichtige Ebene vertical aufgestellt, z. B.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

eine Glastafel, die Schnittpunkte der begrenzenden Strahlen, Grenzstrahlen, und dann der aller markanten Punkte $P_1, P_2, \ldots$ mit der Ebene E, Bildebene, ermittelt, so ergeben sich die Bilder dieser Punkte $p_1, p_2, \ldots$ Wird nun diesen die Farbe der Originalpunkte verliehen, so entsteht durch die richtige Verbindung der Bildpunkte ein Gesammtbild, das auf das Auge denselben Eindruck macht wie das Original selbst.

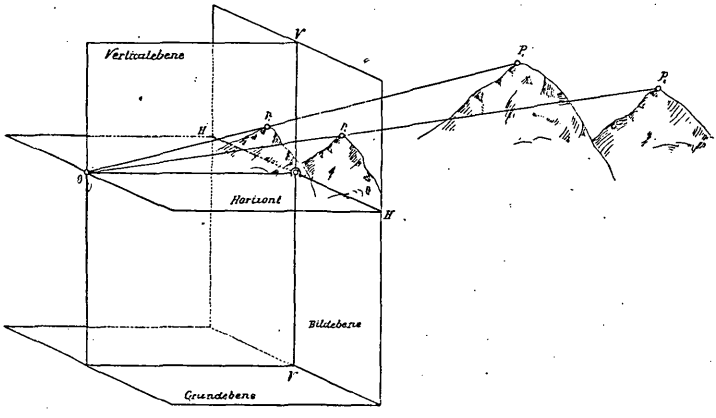


Fig. 1.

Das so entstandene Bild nennt man ein perspectivisches Bild oder centrale Projection des Objectes. Das Auge stellt das Centrum der Perspective dar.

Zwei Ebenen und ihre Schnitte mit der Ebene des Bildes spielen in der Perspective eine wichtige Rolle. Es ist dies:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

a) der Horizont, d. i. jene Ebene, welche man sich durch das Auge horizontal gelegt denken muss, und welche die Bildebene nach einer Geraden $\overline{HH}$ schneidet, die der Horizont des Bildes genannt wird;

b) die Verticalebene, d. i. jene vertical durch das Auge gelegte Ebene, die zugleich senkrecht steht auf der Bildebene; sie schneidet die Bildebene nach einer Geraden $\overline{VV}$, welche man die Verticallinie nennt.

Horizont und Verticallinie stehen aufeinander senkrecht und schneiden sich in einem Punkte Ω, dem Hauptpunkte des perspectivischen Bildes.

Der Abstand des Hauptpunktes Ω vom Auge O heißt die Distanz oder Bildweite.

Die centrale Projection oder Perspective eines Objectes ergibt sich als ebener Schnitt der von sämmtlichen sichtbaren Punkten des Gegenstandes kommenden Lichtstrahlen, Lichtstrahlenbündel, mit der Ebene des Bildes und kann nach den Regeln der darstellenden Geometrie ohne Schwierigkeit ermittelt werden.

Diese Ermittlung des perspectivischen Bildes gehört wohl nicht zu den angenehmsten Arbeiten und wird besonders bei compliciert gestalteten Körpern sehr mühsam und zeitraubend.

Nun lässt sich sehr leicht nachweisen, dass auch die Photographie eine mathematisch genaue Perspective darstellt, die auf mechanischem Wege durch das Licht selbst erzeugt wird.

Ein Bündel von Lichtstrahlen, von den gegen das Objectiv gekehrten Gegenstandspunkten kommend, fällt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auf das Objectiv (Fig. 2) des photographischen Apparates. Optischen Gesetzen folgend, passieren die Lichtstrahlen das ihnen gestellte Hindernis, gehen durch die Linsencombination hindurch, gelangen in die Camera und da auf die vertical gestellte, lichtempfindliche Platte. Durch die chemische Wirkung, welche die Lichtstrahlen auf die präparierte Schichte der Platte üben, entsteht das Bild.

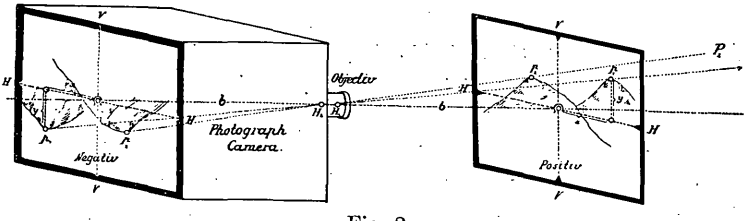


Fig. 2.

Durch die zeitlich begrenzte Exposition, Belichtung des Objectes, wird es nun möglich, das reelle, jedoch umgekehrte Bild des Gegenstandes auf der lichtempfindlichen Platte nach entsprechender Behandlung mit chemischen Präparaten sichtbar zu machen und das erhaltene Bild zu fixieren.

Auf der nun so behandelten Glasplatte erscheinen sämmtliche Objecte in verkehrter Lage, es ergibt sich das Negativ; durch das Copierverfahren erhält man nun ein Bild in aufrechter, natürlicher Lage des Details, das Positiv.

Das Positiv kann man sich in demselben Abstande der Bildweite *b* vom ersten Haupt- oder Knotenpunkte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

H_1 denken, wie das Negativ vom zweiten Knotenpunkte H_2.

Das Negativ, respective Positiv in der Photographie entsteht nun genau so wie das perspectivische Bild auf der Glastafel des in Fig. 1 geschilderten Vorganges, es ist somit auch die Photographie, das Photogramm, eine geometrisch richtige Perspective des Originales.

Das perspectivische Centrum ist für das Positiv der erste Knotenpunkt H_1 des Objectives, für das Negativ der zweite H_2; die Bildebene ist entweder die Ebene des Positives oder jene der lichtempfindlichen Platte, des Negatives; die Bildweite b ist in beiden Fällen gleichzusetzen dem Abstande der zugehörigen Knotenpunkte von den Ebenen der Bilder.

Der Horizont $\overline{HH}$ und die Verticallinie $\overline{VV}$ werden durch entsprechende Vorrichtungen, die in der Ebene des Bildes angebracht werden, ersichtlich gemacht; früher hatte man ein Fadenkreuz vor die lichtempfindliche Platte placiert, heute bringt man fast ausschließlich Horizontal- und Verticalmarken an, die mitphotographiert werden.

Denkt man sich die beiden Linien auf dem photographischen Bilde thatsächlich gezogen, so ergibt der Schnitt derselben den Hauptpunkt des Photogrammes Ω.

Das Linienkreuz, das durch die Horizont- und Verticallinie gegeben ist, theilt die Ebene des Bildes in Quadranten und gestattet, die Lage eines jeden Punktes unzweideutig auf dem Bilde anzugeben.

Zu dem Zwecke wählt man das erwähnte Linienkreuz zum Achsenkreuz eines rechtwinkligen Coordinaten-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

systems mit dem Hauptpunkte als Coordinatenanfang; jeder Punkt wird dann durch seine Coordinaten, die Abscisse x und Ordinate y, bezogen auf Horizont- und Verticallinie, bestimmt (Fig. 2).

Denkt man sich das Positiv im Abstande der Bildweite b vom ersten Hauptpunkte H_1 vertical aufgestellt und alle Bildpunkte mit dem Centrum der Perspective H_1 verbunden, so erhalten wir ein Bündel von Strahlen. Diese Strahlen würden in ihrer Verlängerung die Punkte des Originales treffen, wenn man das Positiv in jene Lage bringen würde, welche das Negativ bei der Aufnahme im Standpunkte innehatte.

Man muss daher den Winkel kennen, welchen bei der Aufnahme die lichtempfindliche Platte oder eine andere, mit der Platte fix verbundene Gerade, z. B. die Distanz, optische Achse der Camera, mit einer bestimmten, gegebenen Richtung, wie es z. B. die Nordsüdrichtung ist, gebildet hat.

Dieser Winkel heißt Orientierungswinkel, und seine Größe muss bekannt sein, zu welchem Zwecke er bei der Aufnahme gemessen werden muss.

Die Apparate nun, welche auf den Photogrammen in sichtbarer Weise das Achsensystem kennzeichnen und gestatten, der optischen Achse der Camera, Bilddistanz, die gewünschte Lage zu geben und ihre Neigung im Winkelmaße angeben zu können, ferner erlauben, die Bildebene im Raume zu orientieren, entstehen durch Combination einer photographischen Camera mit einem geodätischen Winkelmessinstrumente.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Es würde zu weit führen, wenn wir die näheren Forderungen aufstellen wollten, denen ein Apparat genügen müsste, falls er zu Messzwecken verwertbare Photogramme liefern soll.

Bis heute ist eine größere Zahl solcher Apparate im In- und Auslande gebaut worden, die unter dem Namen Photogrammeter und Phototheodolite in Verwendung stehen.

Nachfolgend führen wir zwei Vertreter derselben im Bilde vor, und zwar:

1. den Universal-Phototheodoliten von Professor Dr. Anton Schell in Wien (Taf. I), ausgeführt im mathematisch-mechanischen Institute der Firma Starke & Kammerer in Wien, und

2. den Photogrammeter des Baron Hübl (Taf. I), hergestellt in der mathematisch-mechanischen Werkstätte der Gebrüder Rudolf & August Rost in Wien.

Denken wir uns mit einem der vorstehenden photogrammetrischen Instrumente aus zwei Standpunkten S_1 und S_2 z. B. die Ansicht einiger Bergspitzen photographisch aufgenommen, so erhalten wir zwei Photogramme (Fig. 3).

Ist nun der Horizontalabstand der beiden Stationen $\overline{S_1 S_2}$ = der Basis der Aufnahme und der Höhenunterschied H derselben bekannt, die Orientierungswinkel w_1 und w_2 der Aufnahmen gemessen und die Bildweiten der Photogramme, die Horizontal- und Verticallinie mit erforderlicher Schärfe gegeben, so kann an die Bestimmung der horizontalen Projection, der Situation oder des Grund-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

risses, und an die Ermittlung der Höhenverhältnisse, der verticalen Projection, geschritten werden.

Ehe man an die wirkliche Bestimmung geht, zeichnet man mit aller Schärfe das sogenannte Constructionsgerippe.

Die Basis $\overline{S_1 S_2}$ wird in entsprechendem Verjüngungsverhältnisse aufgetragen. Unter den Orientierungswinkeln w_1 und w_2 werden Strahlen gezogen, die sich in einem Punkte O, dem Orientierungspunkte, schneiden.

Von S_1 und S_2 werden auf diesen Strahlen die wahren Längen der Bildweiten aufgetragen; nehmen wir dieselben gleich an, also $\overline{S_1 \Omega_1} = \overline{S_2 \Omega_2} = b$, so ergeben sich Punkte Ω_1 und Ω_2, durch welche Senkrechte auf die Strahlen $\overline{S_1 O}$ und $\overline{S_2 O}$ zu errichten sind. Diese Normalen $\overline{H_1 H_1}$ und $\overline{H_2 H_2}$ stellen die Schnittgeraden der verticalen Bildebenen mit der Ebene der Zeichnung dar, die Bildtracen.

Damit ist das Reconstructionsgerippe entworfen, und man kann nun an die Ermittlung der Horizontalprojection, Situation, schreiten.

Aus dem Photogramme in S_1 wird für den Bildpunkt der Bergspitze p_1 die Abscisse $\overline{\Omega_1 p_1^1} = x_1$ entnommen und im unteren Theile der Abbildung von Ω_1 auf dieselbe Seite der Verticallinie aufgetragen, auf welcher sich p_1 im Photogramme befindet. Nun gibt $\overline{S_1 p_1^1}$ einen Strahl, in welchem die Situation P^1 des Raumpunktes P liegen muss.

Wird aus dem zweiten Photogramme $\overline{S_2 p_2^1} = x_2$ von Ω_2 aus entsprechend aufgetragen, so gibt der Strahl $\overline{S_2 p_2^1}$ einen zweiten Ort für die Situation.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Im Schnitte der Geraden $\overline{S_1 p_1^1}$ und $\overline{S_2 p_2^1}$ liegt nun die erwünschte Situation P^1, Grundriss, des Raumpunktes P.

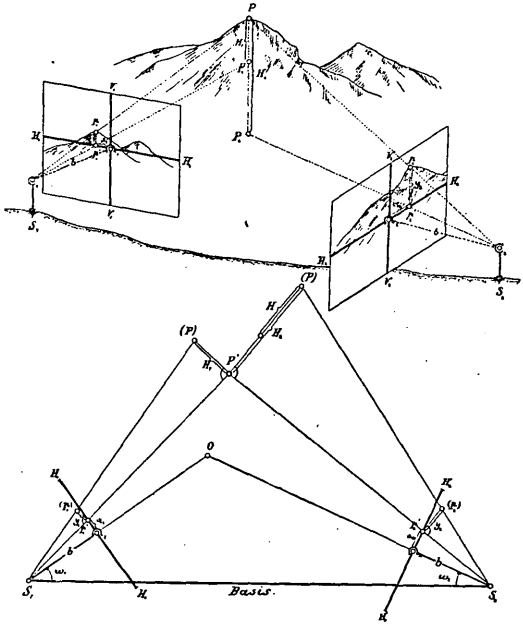


Fig. 3.

Genau in der beschriebenen Weise kann man sich eine größere Anzahl von markanten, für die Situation der betreffenden Terrainpartie wichtigen Punkten ermittelt denken, welche in ihrer richtigen Verbindung die gewünschte Situation geben; wir erhalten dann die Be-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

grenzungslinien von Wegen und anderen Communicationen, Feldparcellen, Gebäuden etc., die den Plan des betreffenden Terraintheiles repräsentieren.

Die Höhen der Originalpunkte über dem Horizonte der Station ergeben sich unschwer.

Man hat hiebei nur nöthig, die zwei Paare ähnlicher, rechtwinkliger Dreiecke $\triangle S_1 p_1^1 p_1 \sim \triangle_1 S_1 P P_1^1$ und $\triangle S_2 p_2^1 p_1 \sim \triangle S_2 P P_2^1$ zu betrachten und in diesen jene Katheten $\overline{P P_1^1} = H_1$ und $\overline{P P_2^1} = H_2$ zu ermitteln suchen, welche die relativen Höhen des Raumpunktes über den Horizonten der entsprechenden Stationen vorstellen.

Zu dem Zwecke denkt man sich die in obigen Verticalebenen gelegenen Dreiecke in den Horizont umgelegt.

Zieht man $\overline{p_1^1(p_1)}$ und $\overline{P^1(P)}$, sowie $\overline{p_2^1(p_2)}$ und $\overline{P^1(P)}$ senkrecht zu den Strahlen $\overline{S_1 P^1}$ respective $\overline{S_2 P^1}$ und macht $\overline{p_1^1(p_1)} = y_1$ und $\overline{p_2^1(p_2)} = y_2$ den Ordinaten der Bildpunkte gleich, welche man Photogrammen entnehmen kann, so ergeben sich in $\overline{S_1(p_1)}$ und $\overline{S_2(p_2)}$ die umgelegten, nach dem Raumpunkte P gerichteten Strahlen und in $\overline{P^1(P)} = H_1$ die relative Höhe des Punktes P über dem Horizonte von S_1 und in $\overline{P^1(P)} = H_2$ jene über S_2.

Diese so gewonnenen Höhen müssen der Bedingung genügen, dass ihre Differenz $H_2 - H_1 = H$ dem Unterschied in den Höhen der beiden Stationen gleich sein muss, vorausgesetzt, dass nach obiger Aufschreibung $H_2 > H_1$ ist und die Abstände der Horizonte von den Terrainpunkten S_1 und S_2, d. i. $\overline{C_1 S_1}$ und $\overline{C_2 S_2}$ einander gleich sind.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Werden nun in angegebener Weise die Höhen aller Punkte ermittelt, deren Horizontalprojection bekannt ist, so ist man imstande, nach durchgeführter Höhenermittlung die Construction des Schichtenplanes durchzuführen, in welchem die altimetrischen Verhältnisse zum Ausdrucke kommen.

Bei der Bestimmung der Situation und Höhe eines Punktes ist es von größter Wichtigkeit, dass die Bildpunkte auf beiden Photogrammen einem und denselben Raumpunkte entsprechen, dass sie also correspondierende Punkte darstellen.

Das Aufsuchen der correspondierenden Punkte auf zwei oder mehreren zusammengehörigen Photogrammen, das sogenannte Identificieren der Punkte, ist eine äußerst wichtige Operation, die mit größter Sorgfalt durchgeführt werden muss.

Um die sich bei einem jeden Punkte wiederholenden Constructionen bequemer ausführen zu können, hat Professor Dr. Anton Schell einen „photogrammetrischen Zeichenapparat“ ausführen lassen, der die Reconstructionsarbeiten bedeutend verkürzt und den ausübenden Zeichner in erwünschter Weise entlastet.

Der Wissenszweig, der sich nun damit befasst, aus Photographien Grund- und Aufrisse von Gebäuden, Situationen und Höhenverhältnisse von Terrainobjecten zu ermitteln, wurde von den Deutschen mit dem Namen Photogrammetrie belegt, die Franzosen sprechen von einer Metrophotographie, und die Engländer gebrauchen dafür den Ausdruck Iconometrie.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Analysiert man die Operationen, die bei der photogrammetrischen Reconstruction ausgeführt werden, so kommt man bei Verwertung zweier Standpunkte auf das bekannte Vorwärtseinschneiden oder die Standlinienmethode des Geometers.

Dringt man noch weiter, so findet man, dass die Photogrammetrie nur ein neues Verfahren der Winkelmessung darstellt, und zwar Messung von Horizontal- und Verticalwinkeln. Es werden nämlich aus den Coordinaten der Bildpunkte und aus der bekannten Bildweite die für die Situation und die Höhe nöthigen Winkel, Azimute und Verticalwinkel, abgeleitet.

Bei der Photogrammetrie wird in einer photographischen Aufnahme mit einem Schlage eine große Anzahl von Gegenständen in einem Bilde vereinigt, wodurch es möglich wird, in bequemer Weise die Winkelmessung oder auch Constructionen rechnerisch oder auch graphisch durchzuführen.

Die photogrammetrische Aufnahme erfährt namhafte Vereinfachung, wenn das aufzunehmende Object ein ebenes ist, als welches z. B. die Façade eines Hauses, die Uferlinie eines Sees, Meeres etc. angesehen werden kann.

In solchen Fällen kann die Ermittlung der Situation, respective des Aufrisses schon aus einem Photogramme erfolgen, besonders dann, wenn wie bei Aufnahmen von architektonischen Objecten, noch einige nothwendige directe Messungen vorgenommen wurden.

Gehen wir etwas näher ein auf die Vor- und Nachtheile des photogrammetrischen Verfahrens!

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Vortheile lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die Feldarbeit reduciert sich auf ein Minimum.

2. Langwierige Begehungen, Recognoscierungen, directe Messungen entfallen zum größten Theile.

3. Es tritt volle Schonung des Aufnahmsgebietes ein.

4. Es entfällt jedwedes Bezeichnen von Punkten, die Signalisierung.

5. Für die Photogrammetrie gibt es keine unzugängigen Punkte.

6. Die photogrammetrische Aufnahme ist auf keinen bestimmten Maßstab gebunden, die Reconstruction kann in einem beliebigen Verjüngungsverhältnisse erfolgen.

7. Die Photogrammetrie gibt mit einer Operation sowohl die horizontalen als verticalen Unterschiede in der Entfernung, die Distanz und Höhe.

8. Jeder Punkt wird unabhängig von allen Zwischenpunkten bestimmt, wodurch eine Gleichmäßigkeit in der Güte der Punktbestimmung erzielt wird.

9. Die Photogrammetrie schließt eine Controle in sich selbst, indem die photogrammetrische Höhenbestimmung gestattet, für einen jeden Punkt das Resultat zu controlieren.

10. Die Photogrammetrie überlässt dem Constructeur die Wahl, unter vielen Punkten jene auszusuchen, die er in gegebenem Falle braucht, was besonders bei Terrainaufnahmen zur Wiedergabe des Terraincharak-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ters, der Wahrheit und Treue der Terrainformen nothwendig ist.

11. Die Reconstruction des Planes oder Grundrisses auf Grund von Photographien kann jeder Fachkundige ausführen, ohne jemals die Gegend, respective das Bauobject gesehen zu haben.

Neben den Vortheilen, welche die Photogrammetrie bietet, darf man auch ihrer Nachtheile nicht vergessen.

Die Feldarbeit ist wohl eine minimale, dafür aber ist die Hausarbeit langwierig und ermüdend.

Schon das Aufsuchen identer Punkte auf zusammengehörigen Photogrammen strengt das Auge nicht unbedeutend an und erfordert viel Zeit. Übung, richtiger Überblick und Orientierungstalent erleichtern dieses mühsame Geschäft.

Die Reconstruction, welche die Ermittlung der Situation und der Höhe umfasst, erfordert eine größere Zahl von Operationen, die, falls sie sich oft wiederholen, ermüden müssen. Praktisch angelegte mechanische Hilfsmittel, wie der früher angeführte „photogrammetrische Zeichenapparat“ nach Professor Dr. A. Schell, werden von großem Nutzen sein.

Für die längere Hausarbeit spricht wieder die Thatsache, dass es doch angenehmer sein dürfte, am Arbeitstische zu rechnen und zu überprüfen, als bei ungünstigem Wetter im Freien anstrengende Aufnahme-Feldarbeiten zu verrichten.

Die Photogrammetrie, ausgeführt mit gewöhnlichen photogrammetrischen Instrumenten, bietet eine mäßige

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Genauigkeit; für Präcisionsmessungen, bei welchen Winkel auf Secunden verlangt werden, wird man zu den photogrammetrischen Präcisionsinstrumenten von Professor Koppe greifen und wird seine Methode der Winkelmessung verwenden müssen.

Die Photogrammetrie ist nicht universell anzuwenden, nicht alle Objecte und Terraintheile sind für ihre Aufnahme günstig. Gegenden, welche größere Höhenunterschiede aufweisen und freie Sicht gewähren, sind für photogrammetrische Aufnahmen geeignet.

Personen, welche photogrammetrische Aufnahmen auszuführen haben, müssen selbstredend eine gewisse Vertrautheit mit der photographischen Technik bekunden und in den manuellen Verrichtungen der Photographie geübt sein.

Da bei unzugänglichen Felspartien, vorübereilenden Wolkengebilden eine künstliche Signalisierung in der Natur unausführbar ist, so wird da die photogrammetrische Winkelmessung der directen Winkelmessung überlegen sowohl in der Genauigkeit, als auch in der Ausnützung der oft beschränkten Beobachtungszeit.

Die genannten Umstände machen die Photogrammmetrie zu einem bis heute nicht vollends gewürdigten Hilfsmittel der gesammten auf Messung beruhenden Erd- und Himmelskunde.

Nachfolgend wollen wir auf die Anwendungen der Photogrammetrie in jenen Wissensgebieten näher eingehen, für welche sie schon heute ein sehr geschätztes Hilfsmittel bildet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

1. Phototopographie.

Die Verwendung von perspectivischen Zeichnungen zur Herstellung topographischer Karten reicht in das 18. Jahrhundert zurück.

Der französische Ingenieur-Geograph Beautemps-Beaupré hat bereits im Jahre 1793 aus freihändig entworfenen Perspectiven, die aus mehreren Stationen von den Inseln Vandiemensland und Santa-Cruz gefertigt wurden, den Verlauf der Küstenlinie ermittelt und das benachbarte Terrain in einer Karte verzeichnet.

Auch in Bayern wurde anfangs des 19. Jahrhundertes bei der topographischen Landesaufnahme im Gebirge die von Beautemps-Beaupré angegebene Methode praktisch geübt, und zwar vornehmlich bei der Darstellung der unzugänglichen Felspartien.

Französische Officiere: Le Blanc, Laussedat haben das Verfahren von Beautemps-Beaupré für topographische Zwecke verwendet, zuerst Freihandperspectiven, dann solche mit Zuhilfenahme der Camera lucida (clara) entworfenen benützt, und endlich brachte A. Laussedat im Jahre 1859 die Arago'sche Idee, mit Hilfe der Photographie rasch Terrainaufnahmen auszuführen, zu durchgreifendem Erfolge.

Es würde zu weit führen, all die löblichen Bestrebungen Laussedats auch nur in einer kurzen Darstellung zu würdigen.

Dieser unermüdliche und ausdauernde Schöpfer der Photogrammetrie genießt das Glück zu sehen, wie heute

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der von ihm begründete Wissenszweig von den civilisierten Nationen der Erde gepflegt wird, und wie demselben stets neue Probleme zur Lösung zugeführt werden.

Wenn auch Laussedat bereits 1861 mit einer photogrammetrischen Aufnahme eines Theiles von Paris auftrat und das Staunen aller Sachverständigen erregte, später 1862 in Verbindung mit dem Genie-Hauptmann Javary und mit Unterstützung des Kriegsministeriums einen Plan der Stadt Grenoble sammt Umgebung herstellte, auf der Pariser Weltausstellung 1867 durch einen Plan von Faverges in Savoyen allgemein die Aufmerksamkeit auf sich lenkte, sind dennoch die Arbeiten Laussedats als Privatarbeiten aufzufassen, denn die französische topographische Abtheilung des Kriegsministeriums stand der Anwendung der Photogrammetrie nach einer Äußerung ihres Chefs ablehnend gegenüber, „weil bei einer noch so großen Anzahl von Aufstellungen es doch, ohne unmittelbare Messungen zuhilfe zu nehmen, nicht immer möglich sein werde, alles das darzustellen, was dargestellt werden müsse“.

Ganz anders verhielt es sich in den anderen Staaten Europas mit der Erprobung des photogrammetrischen Verfahrens.

In Preußen z. B. gieng man bereits 1866 auf die Vorschläge Meydenbauers, eines eifrigen Verfechters der Photogrammetrie in Deutschland, ein, und das preußische Kriegsministerium ordnete im Sommer 1867 praktische Versuche bei Freiburg an der Unstrut an. Die gewonnenen Resultate konnten nicht überzeugen, weil

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Versuche durch eine Reihe von Übelständen gehindert wurden, die den Wert der Photogrammetrie für topographische Aufnahmen sehr beeinträchtigten.

Doch in Würdigung der Wichtigkeit der Photogrammetrie für die Topographie wurden weitere Versuche beschlossen, und Meydenbauer gieng nach Paris, um die bei der Ausstellung 1867 exponierten Arbeiten Laussedats zu studieren.

Nun wurde die photogrammetrische Aufnahme der Festung Saarlouis mit Vorterrain als größerer Versuch im Jahre 1868 Meydenbauer übertragen und der Ingenieur-Hauptmann Buchardi zur Theilnahme an den Arbeiten befohlen.

Die Aufnahmen verzögerten sich in hohem Maße, die Kosten überstiegen das Doppelte des präliminierten Betrages, und das Resultat entsprach durchaus nicht den gehegten Erwartungen.

Das preußische Kriegsministerium sah sich genöthigt, von einer Verwertung der Photogrammetrie für Topographie und militärische Zwecke abzusehen.

Gewiss wären in der nächsten Zeit keine weiteren photogrammetrischen Versuche zu gewärtigen gewesen, wenn nicht der Krieg vom Jahre 1870 dazu Anlass gegeben hätte.

Man wollte die Photogrammetrie direct im Felde erproben, um zu sehen, ob sie für Belagerungszwecke brauchbar sei oder nicht.

Hauptmann Buchardi und der jetzige Professor der Geodäsie an der technischen Hochschule in Berlin-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Charlottenburg Dörgens leiteten die Arbeiten. Die erhaltenen Resultate waren zufriedenstellend, doch konnten sie nicht verwendet werden, weil bereits vor Beendigung der Arbeiten die Capitulation von Straßburg erfolgte.

Erst nach der Einführung der Trockenplatten in den Achtzigerjahren entschloss sich die preußische Leitung der Landesaufnahme, nochmals einen Versuch im Punkte der Brauchbarkeit der Photogrammetrie für topographische Zwecke anzuordnen. Dr. Stolze wurde im Jahre 1885 mit den Probeaufnahmen betraut, doch zeigte auch dieser nunmehr letzte Versuch, dass die Landesaufnahme keinen effectiven Nutzen von der Photogrammmetrie ziehen könne.

Der Hauptgrund, warum die Verwertbarkeit der Photogrammetrie für die Topographie nicht erwiesen werden konnte, dürfte in den mangelhaften Instrumenten, die zur Verwendung kamen, und in der Art der Objecte, die photogrammetrisch aufgenommen wurden, zu suchen sein.

Weit bessere Erfahrungen machten andere Staaten, welche die Photogrammetrie dort in Action treten ließen, wo sie ihre Überlegenheit über die gebräuchlichen topographischen Aufnahmsmethoden unzweideutig und unwiderruflich besitzt und immer behalten wird, nämlich zur Aufnahme felsiger Gebiete des Hochgebirges.

In dieser Richtung giengen die Italiener allen Staaten voran.

Der Generalstabsofficier Manzi Michele hat im Jahre 1875 gelegentlich der topographischen Arbeiten

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

mit dem Messtische in den wildesten Gebieten der Abruzzen mit dem Grand Sasso Photographien mit einem gewöhnlichen photographischen Apparate hergestellt und zur naturtreuen Darstellung des Terrains mit Erfolg verwendet.

Auf dem Hochplateau des Mont Cenis benützte der genannte Officier im folgenden Jahre 1876 gleichfalls gewöhnliche Photographien, und die gelungene Aufnahme des Bartgletschers im Gebiete des Mont Cenis im Maßstabe 1 : 10.000 beweist, welch' enormen Nutzen der Topograph schon aus gewöhnlichen Photographien für die Darstellung des Terraincharakters ziehen kann.

Eine Commission, welche die Leistungsfähigkeit der Photographie als Hilfsmittel des Topographen prüfte, fällte auffälligerweise ein negatives Urtheil und vernichtete mit einem Schlage die von Manzi Michele mit Verständnis inaugurierten Arbeiten.

Nun trat eine Wendung zu Gunsten der Photogrammetrie ein, als General Annibale Ferrero die Leitung des militär-geographischen Institutes zu Florenz übernahm.

Es wurden Probeaufnahmen angeordnet, mit deren Ausführung L. Paganini betraut wurde.

Paganini hat nun die Photogrammetrie zum Siege geführt und legte den Grund zur Phototopographie, der Verwendung der Photogrammetrie für Zwecke der Topographie.

Die Probearbeiten, welche in dem wildesten Theile der Seealpen ausgeführt wurden, gelangen vollends, und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

es wurde nun die Photogrammetrie officiell in den Dienst der Militäraufnahme im Hochgebirge gestellt.

Paganini construierte auch eine größere Anzahl von photogrammetrischen Instrumenten für die Feldarbeit und die Reconstruction.

In den Jahren 1880—1886 wurde an einem ausgedehnten Gebirgsstocke der Graischen Alpen gearbeitet, und im Jahre 1887 kamen die Rhätischen Alpen an die Reihe.

Paganini ordnete den Vorgang bei der Aufnahme derart, dass der Thalboden und die Lehnen bis zur Höhencote von 2000 *m* von Rimbotti mit dem Messtische, das Hochgebirge hingegen von der bezeichneten Cote aufwärts durch ihn selbst auf photographischem Wege festgelegt wurde.

Dieses Ziehen einer Demarcationslinie ist absolut unbegründet; es kann ja in Höhen unter 2000 *m* noch eine Fülle von Objecten sich vorfinden, die für die photographische Aufnahme geeignet sind, anderseits werden sich aber über 2000 *m* Höhe Terrainpartien bieten, die auf dem Wege einer gebräuchlichen Aufnahmsmethode oder aber in Combination mit der photogrammetrischen Methode rasch vermessen werden können.

In dieser Richtung hat das k. und k. militär-geographische Institut in Wien einen richtigen und begründeten Vorgang angeordnet, der sich glänzend bewährt hat, worüber bei der Besprechung der Phototopographie in Österreich Näheres gebracht wird.

Auf dem IX. deutschen Geographentage zu Wien 1891 hat Paganini die phototopographischen Arbeiten

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

des italienischen militär-geographischen Institutes exponiert und durch die naturtreue und detaillierte Darstellung des Hochgebirgscharakters die Kartographen überrascht.

Die Amerikaner haben von den erfolgreichen photogrammetrischen Arbeiten der Franzosen und Italiener großen Nutzen gezogen.

Deville, Chef des staatlichen Vermessungsbureaus in Canada, hat ausgedehnte Gebiete der Rocky Mountains photographisch vermessen, Mac Arthur, ein Vermessungsingenieur, im Dienste der canadischen Regierung stehend, hat die Arbeiten Devilles im Felsengebirge fortgesetzt und auch das Goldland Klondike photogrammetrisch aufgenommen.

Die Landesaufnahme in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hat die Phototopographie als officielles Hilfsmittel der Aufnahme anerkannt, und der umsichtige Ingenieur A. Flemer hat ein bedeutendes Areale in Alaska auf photographischem Wege festgelegt.

Schreiten wir an die Besprechung der phototopographischen Arbeiten des k. und k. militär-geographischen Institutes in Wien.

Unser geographisches Institut hat die photogrammmetrische Aufnahme für die Zwecke der topographischen Vermessung des Hochgebirges selbständig entwickelt.

Baron A. Hübl, Vorstand der technischen Abtheilung des Institutes, baute das zu Probeaufnahmen nöthige Instrument, seinen photographischen Messtisch.

Die erste Versuchsarbeit wurde im Jahre 1891 in der Umgebung von Wien durchgeführt (Bisamberg—

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Kahlenberg). Der hierüber erstattete Bericht sprach sich zweifellos für die Brauchbarkeit der Photogrammmetrie aus, für die Verwendung im Dienste der Landesaufnahme behielt man sich Reserven vor.

Das Resultat, obwohl es für die Photogrammetrie sprach, war eigentlich von keinem Erfolge, officiell verhielt man sich passiv, und nur der Initiative des Generalstabes ist es zu danken, dass die Versuchsaufnahmen, die bereits ein Jahr ruhten, neuerdings aufgenommen wurden.

Im Hochsommer 1893 fand eine neue Probeaufnahme statt, und als Übungsterrain wurde das Mengsdorferthal in der Hohen Tatra gewählt.

Ungünstige Witterungsverhältnisse und ein nicht ganz zweckmässiger Arbeitsvorgang verschuldeten ein negatives Resultat.

Man hatte, den für die Mappierung geltenden Grundsätzen folgend, Standpunkte auf den Thalwänden gewählt, wodurch eine übergroße Zahl von Detailaufnahmen mit beschränktem Gesichtsfelde nothwendig wurde, die für die Reconstruction im Maße 1 : 25.000 nicht ganz ausgewertet werden konnten.

Auch mussten zur Orientierung der Bilder zahlreiche Winkelmessungen gemacht werden, die den Arbeitsfortschritt in hohem Maße verzögerten.

Die Versuche, welche bisher selbständig ohne Anschluss an die Mappierungsabtheilung durchgeführt wurden, lehrten, dass die Standpunkte auf den Gipfeln und nicht Thalwänden gewählt werden, und dass durch eigene

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Instrumentconstruction die zeitraubenden Winkelmessungen für die Orientierung der Bilder auf ein Minimum reduciert werden müssen.

Baron Hübl construierte ein neues photogrammetrisches Instrument, das das mathematisch-mechanische Institut von Rudolf & August Rost in Wien in tadelloser Weise ausführte, und das für Panoramenaufnahmen mit constantem Polygone eingerichtet wurde.

Mit dem neuen Instrumente ausgerüstet, gestützt auf die in früheren Jahren erworbenen Erfahrungen, wurde mit Zuziehung der Mappierungsabtheilung das Mengsdorferthal im Jahre 1894 neuerdings photogrammmetrisch vermessen.

Die Resultate waren befriedigend; die Construction und Ausführung der Planzeichnung aus den photographischen Bildern war leicht durchführbar bei vollständiger Verlässlichkeit der Horizontal- und Verticaldimensionen.

Im Herbste 1895 trat ein Wechsel in der Institutsdirection ein, und Seine Excellenz der Feldmarschall-Lieutenant Ritter v. Steeb übernahm die Leitung des geographischen Institutes.

General v. Steeb interessierte sich bereits Ende der Achtzigerjahre für die Photogrammetrie und verfolgte mit Theilnahme die Fortschritte, welche die photographische Messkunst im Auslande und in unserer Heimat machte.

Nachdem seitens der Militärmappierung eine Neuaufnahme der Monarchie geplant wurde, so hatte man den Arbeitsvorgang, der eine Vervollkommnung der Auf-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nahmselaborate, besonders der Schichtenführung und Terraindarstellung zum Ziele hatte, auch mit dem photogrammetrischen Verfahren in gewissen Gebieten combiniert.

Der Centralstock der Karpathen, die Hohe Tatra und Umgebung, wurde nun in den Jahren 1895 und 1896 nach den neuen Arbeitsvorschriften aufgenommen und dabei die photogrammetrischen Aufnahmen ausgiebig verwertet.

Die erzielten Resultate waren höchst zufriedenstellend.

Im Sommer 1896 wurde die photogrammetrische Aufnahme nach dem Süden der Monarchie dirigiert, in die südlichen Kalkalpen. Die Umgebung von Flitsch wurde photogrammetrisch aufgenommen. In der Felsenregion hatte die Ungunst des Wetters die Arbeiten bedeutend verzögert.

Im Sommer 1897 wurden im Gebiete des Triglav ungefähr 160 km^2 bewältigt, und vieles hievon diente dem Mappeur im kommenden Jahre als Grundmateriale seiner Detailaufnahmen.

Die Hochgebirgscomplexe des Mangart und Wistberges kamen in der Sommercampagne 1898 zur photogrammetrischen Vermessung. Andauernd schönes Wetter begünstigte die Arbeiten zweier Arbeitsgruppen, und die Resultate waren in Qualität und Quantität sehr befriedigend.

In verflossenem Sommer wurde die photogrammetrische Aufnahme in die Dolomiten verlegt und da bei herrlichem Wetter ein ausgedehntes Areale aufgenommen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die photogrammetrische Aufnahme und die Heranziehung von Photographien zur charakteristischen Darstellung des Hochgebirgs- und felsigen Terrains war wohl nothwendig, weil die bestehenden Karten des Hochgebirges nicht mehr vollends den an sie gestellten Anforderungen entsprechen können.

Der bedeutende Aufschwung, den die Touristik in den letzten Decennien genommen hat, das wissenschaftliche Studium wichtiger Fragen über Gletscher, geologische Durchforschungen, meteorologische Probleme etc. stellen an die kartographische Darstellung des Terrains gar hohe Forderungen.

Die allgemein übliche schematische Darstellung der Felsengebiete genügt nicht mehr, sie muss durch eine präcise, naturtreue Darstellung der Felspartien ersetzt werden.

Die Darstellung der Felsengebiete, welche über eine gewisse Neigung hinausgehen, ist wohl keine so leichte, und es ist nicht jedermanns Sache, naturwahr wiederzugeben. So ist es gekommen, dass ein gewisses Schema in der Felsdarstellung sich ausgebildet hat, welches eine Monotonie im Bilde zur Folge hatte.

Der Mappeur zeigt in vielen Fällen eine Genügsamkeit in der Darstellung der Formen, die überrascht, kein Ausdruck des Wirklichen ist wahrzunehmen, überall dasselbe Schema des Zeichen- oder Terrainschulunterrichtes, den er genossen hat.

Die erwähnte Thatsache darf uns nicht wundernehmen und uns gar vielleicht verleiten wollen, über alle topographischen Aufnahmen den Stab zu brechen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Man muss die Verhältnisse erwägen, unter welchen die Hochgebirgsaufnahmen entstanden sind, und berücksichtigen, dass die Forderungen, die man an die Felsendarstellung vor 20—30 Jahren stellte, andere waren, wie heute.

Durch den gebräuchlichen Arbeitsvorgang war keine Vollständigkeit und Präcision der Aufnahme gewährleistet. Richtiger Blick, Routine und Geschicklichkeit des betreffenden Mappeurs trugen in hohem Maße bei zur richtigen Darstellung des Felsencharakters.

So ist es erklärlich, dass es nur selten vorzügliche Hochgebirgsmappeure gab und man sich mit einer Durchschnittsleistung begnügen musste.

General Rummer v. Rummershof, der viele Jahre Mappierungsdirector im militär-geographischen Institute in Wien war, sagt wörtlich: „Es gibt auch Gebiete, für deren naturtreue, vollständige und charakteristische Darstellung die Mittel des Mappeurs unzureichend sind. Dazu gehören z. B. die Dolomiten. Da hilft Mühe, Pflichttreue und Opferwilligkeit des Mappeurs nichts.“

All das ist durch die Photographie und Photogrammmetrie anders geworden.

Aus den Photographien kann der Zeichner alles Charakteristische im Terrain entnehmen, jeder Rücken und Abfall, jede Mulde und Verschneidung sind ersichtlich, und kann alles in die Karte eingetragen werden. Die Möglichkeit, jederzeit in die Photographien Einblick zu nehmen, steht dem Constructeur offen, die Photographie schützt vor Übertreibungen und zwingt den Zeichner zur schärferen Naturbeobachtung.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

In der Photographie geht nichts verloren, jede Terrainwelle und jede Falte unserer Erdoberfläche spiegelt sich da in voller Wahrheit.

Die Photographie ersetzt bis zu einer gewissen Grenze dem Zeichner den Anblick der Natur.

Ein Vergleich der nach der alten Aufnahme vom Jahre 1877/78 und jener nach der photogrammetrischen Vermessung aus den Jahren 1897/99 herrührenden Karte im Maßstabe 1:25.000 eines Theiles des Triglavgebietes (Tafel II), welche ich einer Publication Sr. Excellenz des Feldmarschall-Lieutenants Christian Ritter v. Steeb, Director des k. und k. militär-geographischen Institutes, betitelt: „Die neueren Arbeiten der Mappierungsgruppe" entnehme, zeigt, wie sehr die neue Aufnahme in der naturtreuen Darstellung des Hochgebirges vorgeschritten ist.

Die eingehenden Studien und Versuche über die Verwendung der Photogrammetrie, respective Phototopographie, die heute im k. und k. militär-geographischen Institute als abgeschlossen zu betrachten sind, berechtigen zu nachstehendem Urtheile:

„Die Photogrammetrie bildet in schwer zugänglichen Gebieten ein unentbehrliches Hilfsmittel der Aufnahme, insbesondere in Gebieten, wo der Mappeur mit seinen Behelfen für eine präcise, naturtreue Darstellung nicht aufzukommen vermag — also in der Felsen- und Gletscherregion des Hochgebirges.

„Als selbständige Aufnahmsmethode ist die Photogrammetrie nicht zu empfehlen, sie ergänzt nur — allerdings in sehr vollkommener Weise — die Messtischarbeit

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

des Mappeurs und soll in innigem Contacte mit dem Mappeur zur Anwendung gelangen.

„Die Anwendung der Photogrammetrie ist nur im Hochgebirge geplant. Felsen- und Gletschergebilde sollen grundsätzlich photogrammetrisch, bewaldete Hänge, Thalfurchen und Muldensohlen mit dem Messtische bearbeitet werden.

„Grundsätzlich soll in photogrammetrisch zu bearbeitenden, ausgedehnten Gebieten diese Methode der Messtischarbeit des Mappeurs mindestens um einen Sommer vorausgehen; eine Parallelarbeit beider Verfahren ist nicht ausgeschlossen, soll aber eine Ausnahme bilden.“

2. Photogrammetrie für technische Zwecke.

Im Dienste des Ingenieurs kann die Photogrammmetrie, mit Verständnis angewandt, Brauchbares leisten.

Für Tracenstudien im Gebirge, wo die gewöhnlichen Aufnahmen mit dem Messtische und Tachymeter großen Aufwand an Zeit und Arbeitskräften erfordern, natürlich auch die Kosten bedeutend erhöhen und die Strapazen den Ingenieur zu erdrücken drohen, weil schon die Recognoscierungen theilweise mit Benützung von Seil und Eisen vorgenommen werden, da tritt die Photogrammmetrie in ihre Rechte.

Man denke nur an die Tracierungen von Straßen und Bahnen längs Bächen und Flüssen an steilen, felsigen Ufern!

Nach welcher Methode die Detailaufnahme des Geländes als Grundlage für die Tracierung zu erfolgen hat,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

richtet sich nach der Terrainbeschaffenheit. In Fällen, wo hoher Wald und schwachgeneigte Lehnen aufzunehmen sind, in gangbarem Terrain, wo noch Höhendifferenzen von 0·5 *m* entschieden zum Ausdrucke kommen sollen, wird man die Photogrammetrie nicht heranziehen; hingegen in Gebieten, die ganz ungangbar und nach den gebräuchlichen Methoden nicht zu bewältigen sind, also in Felsengebieten, da wird sie auch zu Detailaufnahmen verwendet werden können.

Abgesehen von dem geringen Aufwande an Feldarbeit und Hilfskräften führt sie am raschesten zum Ziele, bietet bei der Bearbeitung durch die Photographien das Terrain in naturwahrem Bilde vor, prägt die Vegetation deutlich aus und heben sich Felsterrain und Geröllhalden scharf von fruchtbarem Boden ab. Auch gestattet die Photographie, aus der Form der Gebirge, der Art des Pflanzenwuchses Schlüsse zu ziehen auf die geologische Beschaffenheit des Terrains und bietet selbst jenem, der die Gegend früher nie gesehen hat, die Grundlage für nützliche Studien.

Bei den technischen Vorarbeiten für die Jungfraubahn wurde die Photogrammetrie in der von Prof. Dr. Karl Koppe begründeten Form als Präcisions-Photogrammetrie in ausgedehntem Maße verwendet und ihre Bedeutung für technische Zwecke glänzend erwiesen.

Eine größere Anwendung fand die Photogrammetrie zum Studium von Wildbachverbauungen und Lawinenstürzen im Hochgebirge.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die erste dieser Aufnahmen wurde in südlichem Tirol in Rivo Brusago ausgeführt, wobei ein großer Terrainbruch von Sette fontane photogrammetrisch aufgenommen wurde. Das vermessene Gebiet hatte ein Flächenausmaß von 112 *ha*, und das auf diese Aufnahme gestützte Verbauungsproject fand beifällige Aufnahme.

Seit jener Zeit wurden nun wiederholt photogrammmetrische Vermessungen zu Wildbachverbauungszwecken durchgeführt. Das k. k. Ackerbauministerium hat diese Bestrebungen immer thatkräftig gefördert.

Gefürchtet im Hochgebirge sind die Lawinenzüge. Bedenkt man, dass diese in Höhen und Terrainverhältnissen vorkommen, die nur mit Lebensgefahr zugänglich sind, und daher einer directe Aufnahme schwer möglich ist, so erkennt man die Bedeutung der Photogrammetrie zum Studium aller einschlägigen Fragen.

Der um die Entwicklung der Photogrammetrie in Österreich hochverdiente Inspector der k. k. Staatsbahnen V. Pollak hat zwei größere Arbeiten dieser Art ausgeführt.

Im Jahre 1889 fiel Pollak die Aufgabe zu, am Arlberge Studien zur Sanierung der dortigen Lawinenverhältnisse zu pflegen. Es waren Höhendifferenzen von 1400 *m* zu bewältigen, ein ausgesprochenes Hochgebirgsterrain lag vor, das zu genanntem Zwecke aufgenommen werden musste. Pollak erkannte bald, dass die übliche Aufnahme mit dem Messtische und Tachymeter zeitraubend, kostspielig und stellenweise ganz unmöglich wäre, und erblickte in der Photogrammetrie das geeignete Hilfsmittel.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Mit Hilfe der Photogrammetrie wurde nun die Aufgabe ohne namhafte Schwierigkeiten gelöst und zur Zufriedenheit der vorgesetzten Behörde erledigt.

Eine zweite praktische Arbeit hat Pollak gelegentlich des Baues der Zahnstangenbahn Eisenerz—Vordernberg, die am Fuße der Reichensteingruppe im Bereiche von mehreren Lawinenzügen hinzieht, ausgeführt.

Pollaks photogrammetrische Arbeiten waren neben jenen von Hafferl und Schiffner die ersten bedeutenderen in Österreich, und seinen Bemühungen in Wort und Schrift ist es zu danken, dass die Photogrammmetrie in Österreich wohlverdiente Anerkennung gefunden hat.

Prof. F. Steiner von der deutschen technischen Hochschule in Prag hat bereits in den Neunzigerjahren mit seinen Hörern photogrammetrische Terrainaufnahmen zum Zwecke von Tracierungsübungen in der Nähe von Prag unternommen.

Gegenwärtig wird an den meisten technischen Hochschulen der Monarchie die Photogrammetrie theoretisch und praktisch betrieben.

Österreichische Forsttechniker waren die ersten, welche den Nutzen der Photogrammetrie im Dienste des Forstingenieurs durch Ausführung von photogrammetrischen Aufnahmen geeigneter Objecte bewiesen haben.

Als im Jahre 1890 Prof. F. Steiner in Prag in einem Separatcurse die Photogrammetrie Interessenten theoretisch und auch in praktischer Nutzanwendung vorführte, hat das Ackerbauministerium mehrere Forst-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

beamte zum Studium des photogrammetrischen Aufnahmsverfahrens nach Prag entsendet.

Unter den Vertretern des Ackerbauministeriums waren die Herren Wang und Kobsa, die nun der Photogrammetrie nähertraten.

Wang führte im Jahre 1891 im Gebiete der Wsetiner Bečwa in Mähren die photogrammetrische Aufnahme einer Runse durch, die zufriedenstellende Resultate ergab.

Der k. k. Forst- und Domänenverwalter R. Kobsa erprobte die Photogrammetrie im Dienste der Forstverwaltung.

Kobsa hat seine diesbezüglichen Studien in den Staatsforsten des Zillerthales und in der Hinterriss in Tirol im Jahre 1891 gemacht und äußert sich über die Photogrammetrie, wie folgt:

„Die Thäler der Hinterriss beherbergen eine bedeutende Anzahl von äußerst dankbaren Objecten für eine photogrammetrische Behandlung, da die Abgrenzung zwischen dem Walde und dem öden Gesteine eine markante und plötzliche ist, wie das überhaupt mehr in den Kalkalpen als in den Gegenden der Centralalpen, wo der Wald langsam mit der zunehmenden Höhe schwindet, vorkommt.“

Kobsa ist der Ansicht, dass die Photogrammetrie für Zwecke der Betriebseinrichtung nur für Detailaufnahmen gute Dienste leisten könne, und zwar in erster Linie in Gebirgsgegenden, wo eine mindere Genauigkeit bei der Vermessung zulässig ist und die Vorbedingungen für die photogrammetrische Aufnahme vorhanden sind.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Als geeignete Objecte werden von Kobsa bezeichnet:

1. solche Vegetationsgrenzen, deren genaue, geodätische Festlegung von keinem Belange ist und deren anderweitige Vermessung mit großen Schwierigkeiten verbunden wäre;

2. Bestandesforste, die auf schwer oder unzugänglichen Felspartien stocken, und die der Vollständigkeit halber in das Kartenwerk aufgenommen werden sollen;

3. Lawinen und Schutthalden;

4. alle Blößen, die sich markant von ihrer Umgebung, d. i. von Wänden oder Bestandesrändern abheben, und

5. Felswände, die den Bestandesabschluss unterbrechen, u. dgl.

Neben den angeführten Fällen wird die Photogrammmetrie von dem Forsttechniker auch bei Projectierungen von Wegen und Straßen, überhaupt für Tracenstudien in schwer gangbaren Gebirgslagen mit Nutzen herangezogen werden können.

3. Photogrammetrie in der Meteorologie.

Der Vortheil, dass bei photogrammetrisch festzulegenden Punkten jedwede Punktbezeichnung, Signalisierung, entfallen kann, macht die Photogrammetrie besonders in der Meteorologie mit großem Nutzen verwendbar.

Dahineilende Wolkengebilde, Blitze etc., welche nach kurzer Zeit, auch Augenblicken, dem Beobachter

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

entweder vollends entschwinden oder aber ihre Lage im Raume rasch verändern, können am sichersten auf photographischem Wege fixiert werden.

Das ganze Problem der Wolkenmessung, umfassend die Ermittlung der Höhe, Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit und eventuell auch Mächtigkeit der Wolken, kann auf photogrammetrischem Wege aus zwei Standpunkten durchgeführt werden.

Der deutsche Forscher Zenker machte bereits im Jahre 1864 auf die Verwendung der Photographie zur Bewältigung des Wolkenproblems aufmerksam, Prof. Dr. Feussner schrieb eine interessante Arbeit darüber im Jahre 1872, aber zu einer Erprobung kam es nicht.

Den Engländern gebürt das Verdienst, die Photogrammetrie zuerst in den Dienst der Meteorologie (Wolkenmessung) gestellt zu haben.

Bereits im Jahre 1878 wurden auf dem Kew-Observatorium Versuche in dieser Richtung angestellt, doch erst nach zehn Jahren, Ende der Achtzigerjahre wurden die photogrammetrischen Aufnahmen dieses Institutes publiciert.

Zwei Wolkenphototheodolite, versehen mit Verticalkreisen, wurden benützt; ein Fadenkreuz wurde vor die lichtempfindliche Platte placiert und bildete sich bei der Aufnahme ab; auf dieses als Achsen eines rechtwinkligen Coordinatensystems wurden die einzelnen Wolkenbildpunkte bezogen und ihre Coordinaten ausgemessen.

Eine Basis von 713·4 *m* kam zur Anwendung, in deren Endpunkten die Wolkentheodolite centrisch auf-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gestellt wurden. Die Beobachter beider Standpunkte verständigten sich telephonisch, und die Exposition der Platten erfolgte zu gleicher Zeit auf elektrischem Wege.

Aus den erhaltenen Photogrammen wurden die Höhe, Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung der Wolken numerisch und graphisch ermittelt.

Die höchst interessanten Untersuchungen finden sich im 49. Bande der „Proceedings of the Royal Society of London“ in dem Artikel „Cloud Photograph conducted under the Meteorological Council of the Kew-Observatory“ by Lieut. General R. Strachey and G. M. Whipple, Superintendent of the Observatory.

Nach Whipples Tode fanden die photogrammetrischen Wolkenmessungen einen jähen Abschluss.

Im Jahre 1889 erschien das grundlegende Werk Koppes: „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst“, in dessen Einleitung der genannte Autor schrieb:

„Eine sehr wichtige Rolle dürfte die Photogrammmetrie berufen sein, in der Meteorologie zu spielen, denn alle sichtbaren Vorgänge in unserer Atmosphäre lassen sich mit ihrer Hilfe objectiv darstellen und messen, wie z. B. Bildung, Höhe und Bewegung der Wolken, Gestalt und Weg elektrischer Entladungen, wie Blitze, Nordlichter etc., regelmäßige Beobachtungen der Vorgänge in unserer Atmosphäre, an geeigneten Stationen mit Phototheodoliten angestellt, dürften für die Meteorologie von großer Bedeutung werden.“

Koppes Anregungen fanden leider nicht die gewünschte Beachtung.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Geradezu verblüffend wirkten in der meteorologischen Welt die Resultate, welche der Berliner Astronom O. Jesse auf photogrammetrischem Wege bei den sogenannten leuchtenden Wolken erzielte.

Die einschlägige Arbeit: „Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Wolken“ von O. Jesse, publiciert in den Sitzungsberichten der königlich preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1890 und 1891, erbrachte gewissermaßen den Befähigungsnachweis für die Brauchbarkeit der Photogrammetrie im Dienste der Meteorologie.

Jesse führte seine mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin ermöglichten correspondierenden photogrammetrischen Aufnahmen der leuchtenden Wolken von den beiden Stationen Steglitz und Nauen aus.

Die Länge der verwendeten Basis betrug 35 *km*. Die Höhe der leuchtenden Wolken wurde mit 82—83 *km* bestimmt und ihre Geschwindigkeit pro Secunde mit 300 *m* berechnet. Auch wurde der Abstand der einzelnen Längsstreifen, beziehungsweise Wellenberge dieser Wolkenart mit 9 *km* ermittelt.

Jesses Resultate, welche die Beobachtungen beider Jahre lieferten, zeigten eine so schöne Übereinstimmung, dass die Meteorologen mit Vertrauen sich der Photogrammetrie zuwandten.

Seit 1873 wurde zu wiederholtenmalen auf den meteorologischen Congressen und Conferenzen das Wolkenproblem in das Programm aufgenommen und berathen,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wie eine internationale Action zu einem erfolgreichen Studium dieser Frage unternommen werden könnte.

Auf der Meteorologenconferenz zu München 1891 wurde nun ein Schritt vorwärts gethan.

Es wurde der Beschluss gefasst, durch internationale Wolkenmessungen, welche auf 20 Stationen der ganzen Erde durch ein volles Jahr hindurch mit Anwendung der photogrammetrischen Methoden angestellt werden sollten, die Bewegungsvorgänge der Atmosphäre zu erforschen.

Der Director des Observatoriums in Upsala, Hildebrandson, arbeitete eine Instruction für diese Zwecke aus, die von permanentem Meteorologencomité 1893 acceptiert wurde.

Das Jahr 1897 wurde nun als das internationale Wolkenjahr bestimmt, in welchem die regelmäßigen photogrammetrischen Aufnahmen ausgeführt werden sollten.

Auf nachstehend tabellarisch geordneten 18 Stationen der Erde wurden ein volles Jahr hindurch photogrammetrische Aufnahmen von Wolken ausgeführt.

Land	Zahl der Stationen	Land	Zahl der Stationen
Frankreich . . .	1	Russland . . .	3
Preußen	1	Verein. Staaten Nordamerikas .	7
Java	1	Manila.	1
Norwegen . . .	1	Schweden . . .	1
Portugal	1	Braunschweig .	2
Rumänien . . .	1		

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Eine große Anzahl von Wolkenaufnahmen wurde während des internationalen Wolkenjahres ausgeführt.

Bis dieses gewaltige Beobachtungsmateriale verarbeitet sein wird, werden erst die Meteorologen imstande sein, aus der Überfülle der wechselvollen meteorologischen Erscheinungen der Atmosphäre das Gesetzmäßige mit genügender Sicherheit festzustellen, Fragen über die Bewegungsvorgänge in unserer Atmosphäre, die sich auf Luftcirculation im großen und die Wirbel secundärer Natur erstrecken, näher zu untersuchen und so manches andere Problem der Physik der Atmosphäre, das damit im Zusammenhange steht, seiner Hypothese zu entkleiden.

Es kann nicht unerwähnt bleiben, dass Prof. Dr. Karl Koppe der herzoglich technischen Hochschule in Braunschweig sich große Verdienste um die Ausgestaltung der Photogrammetrie für Zwecke der Wolkenaufnahme erworben hat, und dass er einen vorzüglichen Wolken-Phototheodoliten construierte, der an vielen Stationen der Erde im Wolkenjahre zur Verwendung gelangte.

Noch auf einem zweiten Gebiete der meteorologischen, respective geographischen Forschung ist die Photogrammetrie in ausgedehntem Maße und mit großem Vortheile herangezogen worden, nämlich zur Gletschervermessung.

Die Gletscher haben frühzeitig die Aufmerksamkeit ernster Beobachter und strebsamer Forscher auf sich gelenkt. Bald wurde beobachtet, dass zu manchen Zeiten die Gletschervorstöße häufiger, zu anderen seltener ein-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

treten oder ganz ausbleiben, und dass sie sogar Trockenheit und starkem Gletscherschwinden platzmachen.

Sonklar, der bekannte und verdienstvolle österreichische Geograph, schloss aus den wiederholt eingetretenen Vorstößen des Vernagtferners auf die regelmäßige Periodicität der Klimaschwankungen im Gebiete der Alpen und suchte dies auch meteorologisch nachzuweisen.

Prof. E. Brückner, der im Jahre 1890 zeigte, dass die Klimaschwankungen nicht nur auf die Alpen sich beschränken, sondern die ganze Landfläche der Erde umfassen, stützte seine Untersuchungen auf den Wechsel kühlfeuchter und warmtrockener Periode, der sich auf Grund meteorologischer und hydrographischer Beobachtungen bis etwa 1000 n. Chr., also 1000 Jahre zurückverfolgen lässt.

E. Richter, Forel und C. Lang haben nun gezeigt, dass ein unleugbarer Parallelismus besteht zwischen den Änderungen des Klimas und den Gletscherschwankungen, was Brückner nicht näher verfolgte.

Das wissenschaftliche Interesse an dem Zusammenhange zwischen Gletscher- und Klimaschwankungen geht aber weit über die historischen Zeiten hinaus. Die Eiszeit mit ihren mehrfachen Wiederholungen und die ihr zugrunde liegenden Klimaschwankungen können uns nur verständlich werden durch sorgfältiges Studium der analogen, vor unseren Augen sich abspielenden, zwerghaften Erscheinungen der Gletschervorstöße.

Das genaue Studium des Gletscherphänomens, seine Schwankungen und Veränderungen, ist nur dann möglich,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wenn genaue Vermessungen, die nach entsprechenden Intervallen wiederholt werden, vorliegen.

Finsterwalder, der auf dem Felde der Gletschervermessung namhafte Erfahrungen gesammelt hat, hat dargethan, dass die Gletschervermessungen am sichersten und bequemsten auf photogrammetrischem Wege erfolgen können. Er hat in Verbindung mit Blümcke und Kerschensteiner seit 1887 in den Ostalpen mehrere Gletscher photogrammetrisch vermessen. Seine ausgezeichnete Arbeit über den Vernagtferner, publiciert in den „Wissenschaftlichen Ergänzungsheften des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins“ behandelt zum größten Theile die photogrammetrische Vermessung, bespricht die Genauigkeit derselben und erörtert die bedeutenden Vortheile, welche sie gegenüber den gebräuchlichen Aufnahmsmethoden in diesem Falle besitzt.

Der k. u. k. Oberstlieutenant Baron A. Hübl hat im Auftrage der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien in verflossenem Sommer die photogrammetrische Aufnahme eines Gletschers im Gebiete des Dachsteins durchgeführt, deren Publication mit Interesse erwartet wird.

4. Ballonphotogrammetrie.

In der neueren Zeit hat die Ballonphotogrammetrie einen nicht unbedeutenden Aufschwung genommen.

Was die Verwertung der photographischen Ballonaufnahmen zur topographischen Vermessung betrifft, so reicht diese 45 Jahre zurück.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Der Franzose Andraud spricht in seinem Werke: „Une dernière annexe au Palais de l'industrie", erschienen zu Paris im Jahre 1855, von der Ausnützung der photographischen Ballonaufnahmen für topographische Zwecke.

Nadar, der bekannte Pariser Photograph, dem die Publication Andrauds unbekannt blieb, kam im Jahre 1856 gleichfalls auf den Gedanken, die topographische Aufnahme des Geländes aus Ballonaufnahmen herzustellen.

Nadar wollte mit einem in gleicher Höhe (1000 *m*) bleibenden Fesselballon (Ballon captif) bei horizontaler Lage der lichtempfindlichen Platte die Aufnahmen ausführen und beabsichtigte, mit einem Ballon täglich 1000 *ha* aufzunehmen, wobei er die Triangulierung des Landes für überflüssig bezeichnete. Nadar glaubte, auf diese Art in kürzester Zeit die Vermessung von ganz Frankreich vornehmen zu können.

Nadars Pläne bauten sich auf unerfüllbare Bedingungen auf, nämlich darauf, dass die Höhe des Ballons bei allen Aufnahmen die gleiche, 1000 *m*, bleibe, also genau bekannt sein müsse, dass die photographischen Aufnahmen bei horizontaler Lage der Bildebene ausgeführt würden, dass der Ballon keine Schwankungen erleide, dass die Atmosphäre stets klar bleibe und gut zu photographieren gestatte.

Anfangs der Sechzigerjahre ließ Victor Emanuel durch Negretti Versuche anstellen, ob Ballonphotographien mit Vortheil zur Landesaufnahme herangezogen werden können. Die Resultate waren erfolglos.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Mitte der Achtzigerjahre hat der auf dem Gebiete der Ballonphotographie bekannte preußische Lieutenant v. Siegsfeld in Berlin die Nadar'sche Idee aufgenommen, sich jedoch bald überzeugt, dass es sehr schwer gelingen dürfte, auf diesem Wege eine brauchbare topographische Aufnahme von größerer Ausdehnung zu machen.

Meydenbauer und Stolze haben ein besonderes Verfahren zur Ballonphototopographie angegeben, das weiter keine Erprobung gefunden hat.

Es lässt sich durchaus nicht leugnen, dass es möglich ist, einzelne auf kleine Gebiete beschränkte phototopographische Aufnahmen vom Freiballon auszuführen, doch der Gedanke, zusammenhängende Aufnahmen, um ganze Landcomplexe aus dem Ballon photographisch aufzunehmen und eine Karte darnach anzufertigen, dürfte sich sehr schwer realisieren lassen.

Photographische Aufnahmen aus einem Freiballon werden große Bedeutung gewinnen:

1. für den Festungskrieg und um Recognoscierungen im Kriege durchzuführen und ferner

2. für wissenschaftliche Studien und zur Ortsbestimmung des Ballons.

Zur Armierung einer Festung werden im Vorterrain Punkte, welche für die Vertheidigung günstig sind und dem Angreifer Vortheile bringen könnten, zur Geschützvertheidigung eingerichtet. Schanzen, Batterien, Emplacements entstehen, Ortschaften werden durch Geschützgräben und Emplacements fortificatorisch einge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

richtet. Von all diesen Vorgängen hat der Angreifer nur sehr spärliche Kenntnisse, höchstens durch Spione.

Auch der Angreifer seinerseits wird gleich nach dem Eintreffen vor einem festen Platze, einer Festung, mit der Etablierung seines Belagerungsparkes beginnen.

Beide Theile, Freund und Feind, sind interessiert, die gegenseitigen Positionen und Dispositionen zu erfahren; der Angreifer will seine Kenntnis von der Lage der permanenten Werke ergänzen, will Aufschlüsse erhalten über die während der Kriegswirren neu entstandenen Arbeiten; der Vertheidiger sucht sich Klarheit zu verschaffen über die Placierung der Einleitungsbatterien seines Gegners. Beide Gegner werden einen vorgeschobenen, sorgfältig organisierten Beobachtungsdienst unterhalten.

Ballonrecognoscierungen wurden schon zu wiederholtenmalen sowohl im Feld- als Festungskriege praktisch ausgeführt; so von Napoleon bei Solferino, den Russen bei Sebastopol, den Deutschen bei Straßburg und den Franzosen bei der Belagerung von Paris.

Diese Aufstiege lieferten keine besonderen Resultate, denn der Recognoscent kann nur jene Wahrnehmungen behalten, die er mit seinem Auge erfassen kann; ein Fernrohr kann er wegen des Pendelns und Schwankens des Ballons nicht benützen; auch ist die Beobachtung aus dem Ballon groben optischen Täuschungen, was Entfernung und Lage der Objecte betrifft, unterworfen.

Ganz andere Resultate liefert die Ballonphotographie. Im Jahre 1862 kam sie im amerikanischen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bürgerkriege das erstemal zur nutzbringenden Verwendung.

Die Armee der Unionisten hatte sich vor Richmond gelagert; aus dem festen Platze stieg ein Ballon auf, und ein nach unten gerichteter graphischer Apparat fixierte die Umgebung von Richmond. Die Photographie gab einen förmlichen Plan von Richmond und Umgebung, auf welchem der Fluss, die Bäche, die Eisenbahnlinie, die Feldwege, die Moräste etc. und inzwischen die in einzelnen Lagern vertheilten Truppengattungen klar und deutlich auf dem coupierten Terrain ersichtlich waren.

Nun wurden zwei Abzüge angefertigt und mit einem Quadratnetze versehen so, dass jedes Quadrat eine einfache Bezeichnung erhielt. Der commandierende General erhielt den einen Abzug, der Luftschiffer den zweiten. Am Tage der Schlacht erhob sich der Ballon 350 *m* über das Schlachtfeld, und der Luftschiffer gab auf telegraphischem Wege genau das Quadrat an, in welchem die feindlichen Operationen stattfanden.

General Mac Clellan, der nun über die Bewegungen des Gegners genau informiert war, konnte mit Überlegung seine Dispositionen treffen, die bedrohten Punkte rechtzeitig schützen und dem Feinde an gefährdeten Punkten mit überlegenen Kräften entgegentreten.

Der Erfolg war ein schlagender.

Ebenso wie die Photographie wird auch die Photogrammetrie zu Erkundungen auf der Erde vom Ballon aus mit Vortheil herangezogen werden können, man wird nicht nur über die Positionen des Feindes im Terrain

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

orientiert sein, sondern man wird auch über die Lage, Form und alle Abmessungen etwaiger Befestigungen Näheres aus den Photogrammen erfahren.

Über den praktischen Wert der Ballonphotogrammmetrie wird wohl erst der nächste Festungskrieg entscheiden, nachdem in Friedenszeiten der zu erwartende Erfolg zu dem unbedingt nöthigen Einsatz an materiellen und geistigen Mitteln außer Verhältnis zu sein scheint.

Die Heeresleitungen der europäischen Staaten haben die Bedeutung der Ballonrecognoscierung wohl erkannt, und wir finden auch in den meisten Staaten eigene Luftschifferabtheilungen organisiert.

So besteht in Österreich seit Jahren eine militär-aëronautische Anstalt, die gegenwärtig unter der umsichtigen Leitung des k. und k. Oberlieutenants Hinterstoißer steht; in Frankreich ist Major Fribourg seit mehr als 15 Jahren an der Ausgestaltung und Vervollkommnung der Ballonphotographie thätig, ebenso begegnet man in Preußen, Russland, England etc. solchen aëronautischen Anstalten.

In den letzten Jahren traten wichtige meteorologische und physikalische Fragen in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses, und ernstlich ist man bemüht, dieselben zu begründen.

Bald erkannte man, dass nur wissenschaftliche Ballonfahrten, mit erforderlichen Apparaten ausgerüstet, da Wandel schaffen könnten.

Und in der That wurden auf dem vor zwei Jahren zu Straßburg abgehaltenen aëronautischen Congresse neben

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wichtigen und dringenden flugtechnischen Problemen auch rein wissenschaftliche Fragen, die zu ihrer Lösung des Ballons bedürfen, einer eingehenden Besprechung unterzogen.

Es wurden wissenschaftliche Ballonfahrten beschlossen und hiebei aber auch die Nothwendigkeit erkannt, dass für die Bestimmung des Ballonortes, der für alle im Ballon angestellten meteorologischen und physikalischen Beobachtungen von Wichtigkeit ist, eine brauchbare Methode acceptiert werden müsse.

Die Festlegung des Ballonortes auf photographischem Wege ist die einfachste, und sie bietet, da man die Kenntnis des photographierten Terrains voraussetzen kann, wohl auch die verlässlichsten Unterlagen für eine hinreichend genaue Höhen- und Lagenbestimmung.

Sinnreiche Apparate wurden angegeben, um die Ortsbestimmung im Ballon und photogrammetrische Aufnahmen aus demselben durchführen zu können; so hat der französische Physiker Cailletet eine Construction angegeben, bei welcher der Stand eines Aneroïdes im Momente der Aufnahme fixiert wird, Konrad Freiherr v. Bassus in München baute ein Instrument, das gestattet, bei Exposition der Platte die Orientierung nach bekannten Objecten zu bewirken und auch im Momente der Aufnahme die herrschende Neigung der Platte zu ermitteln.

Prof. Dr. S. Finsterwalder in München hat sich um diesen Theil der Photogrammetrie besondere Verdienste erworben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

5. Photogrammetrie bei Serien-Momentaufnahmen und in der Ballistik.

Die Chronophotographie, die sich mit exacter Darstellung der Dauer und Folge der Bewegungen beschäftigt, bedient sich ausschließlich der Momentphotographie. Sie fand durch den Franzosen Prof. Marey eine eingehende Behandlung und instrumentelle Ausgestaltung.

In neuerer Zeit hat man die Chronophotographie mit der Photogrammetrie in nutzbringender Art combiniert.

Prof. F. Steiner in Prag studierte auf chrono-photogrammetrischem Wege an verschiedenen Objecten die Bewegungen bestimmter Punkte und ermittelte:

1. die Schwingungen einer eisernen Brücke, eines Stabes;
2. die Bahn bewegter Punkte einer Maschine;
3. die Geschwindigkeitsschwankungen eines Schwungrades und führte
4. Geschwindigkeitsmessungen des Wassers in einem Flusse aus.

Besonderes Interesse bieten die Untersuchungen der beiden Forscher W. Braune und O. Fischer, welche in ihrem Werke: „Der Gang des Menschen“, Leipzig 1895, die „zweiseitige Chronophotographie“ behandeln und so eine der schönsten Anwendungen der Photogrammetrie in ihrer Beziehung zur Lehre vom Stehen und Gehen geben.

Schon die Gebrüder Weber in Göttingen haben durch ihre „Mechanik der menschlichen Gehwerk-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zeuge“ den Grund zu physiologischen Studien der menschlichen Gehorgane gelegt, sie entbehrten aber jener Hilfsmittel, welche die Momenteindrücke zu fixieren gestatten, nämlich der Momentphotographie, um weitere, auf Thatsachen sich stützende Forschungen anstellen zu können.

Das blieb der Zukunft vorbehalten.

Die beiden deutschen Forscher Braune und Fischer haben in der ersten Hälfte des letzten Decenniums zur Aufklärung wichtiger Fragen in der Mechanik des Stehens und Gehens grundlegende Versuche angestellt.

Fischer gab ein Verfahren an, „zweiseitige Chronophotographie“, das eigentlich eine photogrammetrische Festlegung eines sich bewegenden, aus den Endpunkten einer oder mehrerer bekannten Grundlinien aufgenommenen Objectes darstellt.

Die Aufnahmen selbst erfolgten in folgender Weise: An markanten Stellen des Versuchsobjectes (Mensch, Thier) wurden kleine Geißler'sche Röhren angebracht und in einem und demselben Stromkreise eingeschaltet; so ist klar, dass beim Durchleiten einer Reihe von elektrischen Schlägen wiederholtes Aufblitzen eintritt.

Nun wurden in gegenseitig genau festgelegten Standpunkten chronophotographische Apparate placiert, entsprechend orientiert und der betreffende Aufnahmsraum verdunkelt.

Werden nun die photographisch functionierenden Apparate in dem Momente exponiert, wenn das Aufblitzen der Geißler'schen Röhren am Versuchsindividuum

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erfolgt, so werden die Lichteindrücke auf der lichtempfindlichen Platte fixiert.

Zwei gleichzeitige Aufnahmen von passend gewählten Standpunkten würden genügen, um die räumliche Lage des Versuchsobjectes unzweideutig festzustellen. Fischer hat nun den Standpunkt so gewählt, dass von beiden Seiten des Versuchsobjectes photogrammetrische Aufnahmen erfolgen konnten, wodurch sich erwünschte Controlen ergaben.

Fischer gab daher dem Verfahren den Namen „zweiseitige Chronophotographie".

Werden successive je zwei zusammengehörige Aufnahmen von verschiedenen Standpunkten benützt, so können genaue Daten über die Ortsveränderung des Versuchsindividuums in all seinen Theilen erhalten und nöthige Studien mit Ruhe und mit Überlegung bequem ausgeführt werden.

Fischer hat die Stellung des gehenden Menschen in 31 Phasen, die sich auf zwei Doppelschritte vertheilen, photogrammetrisch festgelegt.

Die Genauigkeit war eine überraschend gute, die Lagenbestimmung in Situation und Höhe erfolgte auf Millimeter.

So angelegte Aufnahmen von Bewegungen dürften wohl das beste Mittel bieten, physiologische Studien in denkbar bester Weise zu fördern.

Von höchstem Interesse ist nun das Studium verschiedener Fragen der Ballistik, denen man auf photographischem Wege nähertreten kann. Ballistik bildet

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Lehre von der Bewegung eines mit einer Feuerwaffe abgefeuerten Geschosses, und die photographische Fixierung desselben fällt in das Gebiet der Chronophotographie.

Der erste Versuch, eine abgefeuerte Kanonenkugel zu photographieren, wurde anfangs der Sechzigerjahre im Arsenale zu Woolwich ausgeführt, doch war das Resultat bei dem damaligen Stande der photographischen Technik ein sehr mangelhaftes.

Der Zweck solcher Versuche ist nicht bloß dahin gerichtet, den Charakter der Flugbahn eines Geschosses zu ermitteln, sondern es sind noch Fragen von größerer Wichtigkeit zu erforschen. Es handelt sich darum, zu ermitteln, wie es mit der Luft um das Geschoss herum während seines Fluges sich verhält, um auf Grund der erforschten Thatsachen Anhaltspunkte für die Ermittlung eines den wirklichen Verhältnissen entsprechenden Luftwiderstandsgesetzes zu gewinnen.

In dieser Richtung hat Hofrath Prof. Mach classische Versuche angestellt und im Vereine mit Prof. Salcher in Pola überraschende Resultate erzielt.

Neben diesen rein theoretischen, für die Wissenschaft höchst wichtigen Fragen können auch Erscheinungen an fliegenden oder auffallenden Geschossen studiert werden, die für die Praxis des Artilleristen von Bedeutung sind.

In dieser Richtung haben die Russen interessante Studien angestellt und vorerst den Shrapnels ihre Aufmerksamkeit zugewendet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Um die Wirkung des Shrapnelfeuers bemessen zu können, ist die Kenntnis der Shrapnelsprengpunkte von ausschlaggebender Wichtigkeit.

Auf dem Haupt-Artillerieschießplatze in Russland wurde eine große Anzahl von Versuchen angestellt, die den Zweck hatten:

1. die Sprengpunkte verschiedener Geschosse zu ermitteln als Controle für die Zeitzünder;

2. die genaue Bestimmung des Sprengpunktes von Sprenggeschossen in Bezug auf die Kammlinie der deckenden Brustwehr;

3. annähernde Ermittlung des Einfallwinkels und der Geschwindigkeit der Hülse des Shrapnels nach der Explosion;

4. Sammlung von Aufnahmen, um Aufschlüsse über die Geschossexplosionen mit verschiedenen Sprengmitteln, Dimensionen der Explosion, nachfolgende Erscheinungen derselben u. dgl. zu erlangen.

Die interessanten Versuche der russischen Artillerie wurden vom Hofrath Čikoleff im Jahre 1896 und 1897 geleitet und haben in eclatanter Weise dargethan, dass die Photographie den Zeitpunkt der Explosion genau festhält, und daher als Beweis für die rechtzeitige Aufnahme dienen kann; ferner vermag man auf den photographischen Aufnahmen leicht und genau jenen Punkt in der Rauchwolke zu bestimmen, den man als Sprengpunkt des Shrapnels ansehen muss, man ist daher imstande, das Sprengintervall und die Sprenghöhe genau zu ermitteln.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Obwohl in den Mittheilungen über die vorstehend besprochenen Versuche die Photogrammetrie auch nicht mit einem Worte berührt wird, so zeigt die nähere Verfolgung der Arbeiten, dass die Russen in ihren interessanten Versuchen der Photogrammetrie ein neues dankenswertes Anwendungsgebiet erschlossen haben.

6. Photogrammetrie in der Marine und Oceanographie.

Beautemps-Beaupré, Vincendon-Dumoulin, de la Roche-Poncié und andere haben Methoden angegeben, wie aus perspectivischen Zeichnungen die Uferlinien des Meeres mit den angrenzenden Terraintheilen vom Borde eines Schiffes aufgenommen werden können.

Die Güte der Zeichnungen hieng zu sehr von der Geschicklichkeit der Zeichner ab und von den mehr oder weniger schwierigen Umständen der Aufnahmen.

Am übelsten stand es mit solchen Zeichnungen, wenn sie von fahrenden Schiffen aus gemacht werden mussten.

Die Photographie hat die Methoden vereinfacht und ihre wertvollen Bilder auch anderen wissenschaftlichen Studien zugänglich gemacht.

Seit 1881 sind in der deutschen Marine Versuche gemacht worden, Profile von Küsten durch Photographie zu erlangen, und es wurden zufriedenstellende Ergebnisse erzielt.

Küstenprofile sind für den Seemann ebenso wichtig wie die Seekarten.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Auch in Italien wurden in laufendem Decennium zahlreiche Versuche in dieser Richtung angestellt.

Die Marineverwaltung verlangte, Ansichten von Küsten zu machen, ausführliche Beschreibungen der Küsten zu verfassen, Leuchtthürme und Semaphore genau zu fixieren, um dadurch die Küsten- und Hafenkarten zu vervollständigen.

Die Ansichten haben den Zweck, durch ihre scharfe und naturtreue Darstellung die Illustration der Küste zu bewirken, die Küstenschiffahrt zu fördern und das Annähern und Recognoscieren der Küste zu erleichtern.

Zu dem Ende sollte auch der Standpunkt für die Aufnahmen dieser Ansichten in den Navigationskarten angegeben, die Richtung der Aufnahmen darin verzeichnet sein; außerdem sollten die Entfernungen dieser Punkte von den markantesten Küstenstellen ersichtlich und ihre Höhen über dem Meeresspiegel, sowie das magnetische Azimuth der Aufnahmen notiert sein.

Ingenieur-Geograph L. Paganini sah wohl ein, dass auch hier nur die Photogrammetrie die gestellten Aufgaben lösen könne, und er construierte speciell für hydrographische Aufnahmen ein eigenes photogrammetrische Instrument, das sich vollends bewährt hat.

Die österreichische Marine verwendet bereits officiell die Photogrammetrie für ihre Hafenaufnahmen.

Gelegentlich der Studienreise Sr. Majestät Schiffes „Pola“ in Rothem Meere wurden mehrere Häfen an der arabischen Küste photogrammetrisch festgelegt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ein österreichischer Marineofficier spricht sich für die Verwertung der Photogrammetrie für maritime Zwecke, wie folgt, aus:

„Besondere Bedeutung kann die Photogrammetrie in nachstehenden Fällen erhalten:

1. bei fliegenden Aufnahmen von Häfen, Passagen und Küstenlinien;

2. beim Auslothen von Meerestheilen;

3. bei der Recognoscierung befestigter Objecte in feindlichen Stellungen von der See aus;

4. zur Beschaffung von Daten über fremde Kriegsschiffe;

5. für Gefechtsskizzen bei taktischen Übungen zur See;

6. zur raschen Schadenconstatierung bei Havarien;

7. zur periodischen Controle der Senten, Spanten und Wasserlinienrisse eines kielbrüchigen Schiffes gelegentlich der Dockungen;

8. zur Constatierung und Controle der Formveränderungen und Durchbiegungen aufgeholter Torpedoboote;

9. für exacte Vermessung aller bei Minensprengungen auftretenden Erscheinungen, als da sind: die Höhe und Form der Wassergarbe und des Wasserdomes, die Entstehung und der Verlauf der dabei auftretenden Wellen als Ergänzung der spärlichen Erfahrungsdaten über Sprengmittel und deren Wirkung;

10. für Vermessung der Bug- und Heckwelle, sowie

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der Trimm eines Schiffes anlässlich seiner Probefahrt bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten für eventuelle Rückschlüsse auf den wellenbildenden Widerstand, respective der genügenden oder ungenügenden Wasserzufuhr zum Propeller."

Auch für die Oceanographie ist die Photogrammetrie von Bedeutung.

Der französische Physiker und Geograph Thoulet hat auf dem internationalen Geographencongresse in London 1895 über photogrammetrische Aufnahmen von Sandbänken in Mündungsgebieten der Flüsse gesprochen und das Verfahren warm empfohlen.

Während die gebräuchlichen Methoden der Aufnahme einen großen Zeitaufwand erfordern, lässt sich diese Art von Objecten von einem Standpunkte vermessen.

Bedenkt man, dass z. B. Sandbänke in stark bewegten Wässern rasch ihre Form ändern, stets wandern und nie zur Ruhe kommen, so müssen in ziemlich rascher Folge Aufnahmen ausgeführt werden, was am ökonomischesten mittels Photogrammetrie erledigt werden kann.

7. Photogrammetrie in der Astronomie.

Frühzeitig hat die photogrammetrische Winkelmessung in der Astronomie ausgedehnte Anwendung gefunden; ihr wurde auch da von allem Anfange an der Charakter höchster Präcision gegeben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Photographie arbeitet ganz objectiv, liefert Resultate, die erst bei den nun folgenden Verrichtungen des Menschen und bei der Deutung der dargestellten Objecte mit subjectiven Fehlern des Beobachters behaftet werden und individuellen Charakter annehmen; in einer Aufnahme vereinigt das photographische Bild eine Fülle von Erscheinungen, beziehungsweise Objecten, die auf directem Wege in der Kürze der Zeit nicht hätten gewonnen werden können; ferner ist auch die Genauigkeit, welche die messende Photographie bietet, keine geringe, sie übertrifft sogar in vielen Fällen die Genauigkeit directer Beobachtungen.

So ist es erklärlich, dass die photogrammetrische Winkelmessung bei Auswertung von Sonnenaufnahmen, bei Aufnahme der totalen und partiellen Sonnenfinsternis, beim Venusdurchgange an der Sonne, bei Auffindung neuer Gestirne etc. eine große Rolle spielt.

Die photographische Aufnahme des Venusdurchganges an der Sonne ist von eminenter Wichtigkeit, weil sie frei von subjectiven Beobachtungsfehlern ist, und weil sie die Entfernung der Sonne von der Erde auf Grund einer rein geometrischen Methode liefert, die unabhängig von der Construction und Genauigkeit astronomischer Tafeln beider Himmelskörper ist.

Die Errungenschaften einer Reihe von Astronomen: Warren de la Rue, Rutherford, Janssen, Henry, Pickering, Wolf etc., sind Resultate messender Photographie oder Photogrammetrie.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die größte Errungenschaft der Himmelsphotogrammmetrie ist verkörpert in der großartigen Vermessung des Himmels, die eine Inventarisierung des Besitzstandes an Himmelskörpern auszuführen repräsentiert.

Henry's glänzende Resultate photographischer Himmelsforschung haben gezeigt, dass die Erlangung einer completen Himmelskarte auf photographischem Wege nicht nur möglich, sondern sogar vortheilhaft sei.

Über Initiative des französischen Admirals Mouchez wurde unter dem Protectorate der Pariser Akademie der Wissenschaften im Jahre 1887 der internationale astrophysikalische Congress in Paris abgehalten, und der Vorschlag französischer Forscher, eine neue Himmelskarte auf photogrammetrischem Wege herzustellen, wurde acceptiert.

Als Normalinstrument wurde ein optisch-photographischer Refractor der Gebrüder Henry angenommen. Die Brennweite beider Objective des optischen und photographischen Theiles des Instrumentes beträgt ca. 3·4 *m*, die Öffnung ist 34 *cm*, respective 24 *cm*.

Um den denkbar höchsten Grad von Genauigkeit zu erreichen, wurde einerseits die größte Sorgfalt auf die Ausführung des photographischen Objectives verwendet und anderseits die Ausmessung der Platten mit guten Schraubenmikrometern bis auf Hundertelmillimeter durchgeführt.

Der bekannten optischen Firma Steinheil in München gelang es, auf dem centralen Theile des Ge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sichtsfeldes symmetrische Sternbilder zu erhalten, bei welchen die Mitte des Sternbildchens zugleich auch die intensiv schwärzeste Stelle desselben markiert und so eine sichere Einstellung mit dem Schraubenmikrometer sichert.

Das günstigste Plattenformat wurde genau studiert und quadratisch mit 16 × 16 *cm* angegeben; das brauchbare Gesichtsfeld erscheint als ein Quadrat von 12 *cm* Seitenlänge.

Auf die lichtempfindliche Platte werden sehr feine Drahtgitter von 5 *mm* Maschenlänge bei parallelem Lichte nach einem sehr genau dimensionierten Originalgitter eincopiert.

Gautier in Paris fertigt diese Originalgitter mit großer Präcision an.

Durch die angegebenen Dimensionen des optischen Theiles und der Messungsapparate wird es möglich, Zehntel einer Secunde noch mit Sicherheit messen zu können.

Die photographischen Aufnahmen sollen alle Sterne bis zur 11., respective 13. Größe umfassen.

Die Gesammtaufnahme wurde auf 18 Sternwarten vertheilt, welche auf verschiedenen Orten der Nord- und Südhemisphäre unseres Planeten vertheilt sind.

Die 18 Sternwarten, welche nun im Dienste der Himmelsmappierung thätig sind, ihre Arbeitszonen und sonstige noch interessierende Daten finden sich auf umstehender Tabelle S. 310 zusammengestellt.

Nr.	Name der Sternwarte	Lage S		Arbeitszone Declination von	Arbeitszone Declination bis	Platten-zahl	Construction des Instrumentes Optischer Theil	Construction des Instrumentes Mechanischer Theil
1	Greenwich	+51°	29′	+90	+65	1149	Grubb	Grubb
2	Rom	41	54	64	55	1040	Henry	Gautier
3	Catania	37	30	54	47	1008	Steinheil	Salmoiraghi
4	Helsingfors	60	9	46	40	1008	Henry	Repsold
5	Potsdam	52	23	39	32	1132	Steinheil	„
6	Oxford	51	46	31	25	1180	Grubb	Grubb
7	Paris	48	50	24	18	1260	Henry	Gautier
8	Bordeaux	44	50	17	11	1260	„	„
9	Toulouse	43	37	10	5	1080	„	„
10	Algier	36	48	+ 4	− 2	1260	„	„
11	San Fernando	36	28	− 3	− 9	1260	„	„
12	Tacubaya	+19	24	10	16	1260	Grubb	Grubb
13	Santiago	−33	−27	17	23	1260	Henry	Gautier
14	La Plata	34	35	24	31	1360	„	„
15	Rio de Janeiro	22	54	32	40	1376	„	„
16	Cap der guten Hoffnung	33	56	41	51	1512	Grubb	Grubb
17	Sydney	33	52	52	64	1400	„	„
18	Melbourne	−37	50	−65	−90	1149	„	„

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Vertheilung auf die einzelnen Continente ist aus nachfolgender Zusammenstellung ersichtlich.

Nr.	Continent	Anzahl der Sternwarten	Aufgenommener Declinationsstreifen	Plattenzahl	Anmerkung
1	Europa . . .	10	93°	11377	Gesammt-Plattenzahl 21954
2	Asien	—	—	—	
3	Afrika . . .	2	17	2772	
4	Amerika . .	4	31	5256	
5	Australien .	2	39	2549	

Ein Ende verflossenen Jahres vielfach besprochenes Problem der Astronomie, die Beobachtung und das Studium der Sternschnuppenschwärme, fand in der Photogrammetrie ein hochbedeutsames Hilfsmittel.

Die Festlegung des Radiationspunktes, d. h. jener Stelle des Himmels, in welcher die Meteoriten ihren Ausgangspunkt nehmen, die Richtung und Geschwindigkeit ihrer Bewegung, die Größe derselben, all das lässt sich auf photogrammetrischem Wege am sichersten ermitteln.

Die Amerikaner haben einleitende Studien in dieser Richtung schon vor geraumer Zeit angestellt und auch ein Instrument für Meteorphotographie, beziehungsweise -Photogrammetrie angegeben.

Ein junger österreichischer Astronom, der Eleve der Wiener Sternwarte Josef Rheden, hat nun, angeregt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

durch die amerikanische Construction des interessierten Instrumentes und im Hinblicke darauf, dass ein entsprechend adjustiertes Instrument für Meteorphotographie der österreichischen wissenschaftlichen Astronomen-Expedition gute Dienste leisten könnte, ein neues, für besagte Zwecke verwendbares Instrument angegeben, das der bekannte Universitätsmechaniker Stephan Ressel in Wien ausgeführt hat.

Zwei solche Instrumente giengen mit der astronomischen Expedition ab, die unter Prof. Dr. E. Weiß' Leitung in Indien den Sternschnuppenfall des Leoniden- und später Bielidenschwarmes beobachten und photographisch festlegen sollte. Leider war es den Mitgliedern der Expedition infolge der ungünstigen Witterung nicht möglich, die Apparate in ihrer Function zu studieren und ihre Leistungsfähigkeit zu erproben.

Wäre der durch eine noch nicht genau bekannte Ursache aus seiner Bahn abgelenkte Schwarm der Leoniden und Bieliden erschienen, hätte man das erhabene Phänomen photogrammetrisch fixieren können, so wäre der Wissenschaft eine Fülle wertvollen Zahlenmateriales geliefert worden, das eine reale Unterlage exacter Forschung bildet.

Die Erfahrung lehrt, dass die geographischen Positionsbestimmungen von Reisenden in fremden Gebieten zumeist unverlässlich und ungenau ausgeführt werden. Dies ist auch ganz natürlich. Der betreffende Reisende kann nicht jene Gewandtheit in der Handhabung der Instrumente und jene Fertigkeit im Beobachten besitzen, die ein annehmbar gutes Resultat erfordert.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn es ihm auch gelingt, geographische Breitenbestimmungen halbwegs gut zu erhalten, so scheitert er sicher bei der Längenbestimmung, die ja das Schmerzenskind der geographischen Ortsbestimmung auf Landreisen bildet.

Wenn bei einem Beobachter wie Alexander v. Humboldt ein großer Theil seiner Längenbestimmungen in Südamerika mit einem Fehler von einem halben Grade und darüber behaftet ist, so kann man sich kaum darüber wundern, dass bis in die neueste Zeit Längenfehler bis zwei Grad und darüber vorkommen.

Nicht selten ist der Beobachter gar nicht schuld an den auftretenden Abweichungen, sondern diese sind zumeist auf Rechnung des fehlerhaften Chronometerganges zu schreiben.

Nun hat bereits vor 20 Jahren Dr. Stolze auf die Verwendung der Photographie zur geographischen Ortsbestimmung hingewiesen, vor der gelehrten Versammlung der Naturforscher zu Berlin 1887 darüber einen Vortrag gehalten und im Jahre 1893 eine größere Broschüre über diesen Gegenstand publiciert.

Nach Stolzes Vorschlag können die Aufnahmen zum Zwecke geographischer Ortsbestimmung mit gewöhnlicher Camera ausgeführt werden.

Besonders die letzte Publication Stolzes veranlasste einige Forscher, so Runge, Dr. Schlichter, Marcuse u. a., das Verfahren zu erproben. Die erzielte Genauigkeit ist vollends zufriedenstellend.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bedenkt man, dass bei der Ausführung photographischer Aufnahmen der zur Positionsbestimmung nöthigen Himmelskörper die directen Beobachtungen bis auf die Fixierung des Zeitpunktes der Aufnahme eliminiert werden, so wird man die Bedeutung dieser Methode wohl anerkennen müssen.

Heute, wo diese Aufnahmen mit Phototheodoliten ausgeführt werden können, welche die Mängel gewöhnlicher Apparate, was ihre Aufstellung, Fixierung der Lage der Platte etc. betrifft, eliminieren, sollte man doch endlich die photogrammetrischen Methoden der Ortsbestimmung in ausgedehnterem Maße üben, wie es bis jetzt der Fall war.

Ohne namhaftem Widerspruche zu begegnen, kann man wohl erklären:

Die Photographie, respective Photogrammetrie gewährt der Astronomie eminente Vortheile; sie wirkt human, indem sie den Beobachter entlastet, der sonst zu einer mechanisch functionierenden Maschine herabsinkt; sie schützt vor persönlichen Fehlern und Täuschungen, die am Instrumente gemacht werden und unvermeidlich sind, und, was nicht unterschätzt werden darf, erhöht sie wohl in vielen Fällen zufolge ihrer streng objectiven Aufnahmen die Genauigkeit der Resultate.

8. Photogrammetrie im Dienste der Denkmalpflege und Archäologie.

Eine der schönsten Anwendungen hat die Photogrammetrie in der Denkmalpflege gefunden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Denkmalpflege kann zu den schönsten und dankbarsten Aufgaben eines Culturvolkes gezählt werden und verdient es in vollem Maße, dass ihr vom Staate, von verschiedenen Körperschaften und Privaten die größte Aufmerksamkeit entgegengebracht wird. Bilden ja die meisten Denkmäler unvergängliche Gedenkzeugen ruhmvoller Vergangenheit, und darum sind sie vorzüglich geeignet, das Bewusstsein unserer Zusammengehörigkeit mit dem heimatlichen Boden zu wecken, zu fördern und lebendig zu erhalten. Die erzene und steinerne Sprache treibt uns aber auch mächtig an, den großen Thaten unserer Vorfahren nachzustreben und immer bemüht zu sein, das Erbe, welches sie uns hinterlassen haben, würdig zu verwalten.

Ein intensives und ernstes Studium der Schönheiten, welche in den Denkmälern aufgespeichert liegen, trägt eminent zur Förderung des Fortschrittes in der Kunst bei. Die wahre Kunst war jederzeit bestrebt, aus den reichen Schätzen, welche die Vergangenheit in der Malerei, der Plastik, der Baukunst hinterlassen hat, neue Anregungen zu schöpfen und dieselben mit den sich immer mehr entwickelnden Mitteln des technischen Könnens zu verarbeiten.

Wir leben in einer Zeit, wo die Malerei, die Plastik und die Baukunst von einer mächtigen Bewegung erfasst sind, wo anscheinend die alten Bahnen der historischen Entwicklung verlassen werden und die Künstler ängstlich bestrebt sind, ihren Werken einen von der Tradition unbeeinflussten, individuellen Charakter aufzuprägen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Aber auch die neue Richtung muss, wenn auch vielleicht unbewusst, aus der Schatzkammer der Vergangenheit schöpfen, und sie sucht nur, das uralte Streben nach dem unerreichten Ideale in ein neuzeitliches Gewand zu kleiden.

Zu den Denkmälern rechnet man alle Werke, welche für die Kunst, die Culturgeschichte oder die nationale Entwicklung eines Volkes von irgend einer Bedeutung sind und die charakteristischen Merkmale der Vergangenheit tragen.

Hiezu sind zu rechnen:

1. Werke der kirchlichen und profanen Architektur;

2. die gesammten beweglichen und unbeweglichen Ausstattungsgegenstände dieser Bauten, welche in das Gebiet der Plastik, der Malerei und des Kunstgewerbes fallen;

3. Urkunden, Handschriften, Druckwerke und

4. die Werke der Malerei und der Bildhauerkunst.

Frühzeitig haben viele Staaten der Erforschung und Erhaltung von beweglichen und unbeweglichen Denkmalen ihre Obsorge zugewendet. Die staatlichen Bemühungen werden auch auf das wirksamste von autonomen Körperschaften, künstlerischen und wissenschaftlichen Vereinigungen und kunstsinnigen Privatpersonen unterstützt.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir besprechen, in welcher Weise die Denkmalpflege gefördert wurde.

Thatsache ist, und der Beweis hiefür ist wohl nicht schwer zu erbringen, dass die Photographie im Bunde

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

mit der Photogrammetrie berufen ist, einen der wichtigsten Factoren der Denkmalpflege zu bilden, dass sie geeignet ist, die Verwirklichung eines Centralinstitutes, des Denkmälerarchives, wo alle Denkmäler in „Bild und Maß“ inventarisiert werden könnten, zu ermöglichen.

In Preußen besteht bereits seit dem Jahre 1885 eine königliche Messbildungsanstalt, photogrammetrisches Institut, deren Leiter Geheimer Baurath Dr. A. Meydenbaur den Grund zu einem preußischen Denkmälerarchive gelegt hat.

Das österreichische Ministerium für Cultus und Unterricht hat über Anregung des Hofrathes Prof. Dr. J. M. Eder und des Prof. Dr. A. Schell photogrammetrische Probeaufnahmen angeordnet, mit deren Ausführung der Vortragende betraut wurde.

Zwei monumentale Werke der Baukunst: die „Pfarrkirche zu Gersthof“ bei Wien und die „Karlskirche“ im IV. Wiener Gemeindebezirke wurden photogrammetrisch vermessen und wurde die Anlage und Ausführung der Aufnahmen zur Zufriedenheit vorgenommen. Es ist berechtigte Hoffnung vorhanden, dass vielleicht in nicht allzuferner Zeit die Errichtung eines Denkmälerarchives in Österreich zur That wird.

Die Schweiz hat in verflossenem Jahre die Photogrammetrie officiell in den Dienst der Denkmalpflege gestellt, in welcher Richtung sich Architekt Fechter in Basel namhafte Verdienste erworben hat.

Im Denkmälerarchive werden den Restaurierungsarbeiten die nöthigen Unterlagen geboten, erfährt der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Unterricht in der Kunstgeschichte neue Nahrung, indem durch dasselbe von einem Baudenkmale bezogen werden könnten:

1. Grund- und Aufrisse, sowie Schnitte in correcter maßlicher Darstellung;

2. das photogrammetrische Elaborat mit all jenen ergänzenden Daten, welche die sichere Reconstruction gestatten;

3. malerische Gesammtansichten des Objectes;

4. Detailaufnahmen von interessanten äußeren und inneren Partien des Bauwerkes, worunter auch Aufnahmen in größerem Maßstabe, Teleaufnahmen, sich vorfinden würden;

5. Stereoskopaufnahmen;

6. Diapositive für die Projection;

7. Vergrößerungen erwünschter Theile und endlich auch

8. Abbildungen, eventuell photogrammetrische Stereoskopaufnahmen von Ausstattungsgegenständen der Baudenkmäler kirchlicher und profaner Architektur als Objecte der Malerei, der Sculptur und des Kunstgewerbes.

Bei Aufnahmen von kleinen Objecten, wie es Reliefs, Statuen, Werke des Kunstgewerbes sind, bei welchen auch die Kenntnis von Dimensionen von Belang ist, wird eine photogrammetrisch adjustierte Stereoskopcamera großen Nutzen bringen. Die Stereophotogramme werden für Messzwecke verwertbar und eröffnen der Photo-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

grammetrie ein bis heute brachliegendes Feld der Anwendung.

Bedenkt man weiter, dass die photogrammetrischen Stereoskopaufnahmen zufolge des Formates die directe Anfertigung von Contactpositiven gestatten, so gewinnen dieselben auch große Bedeutung für die Projection.

Prof. Dr. A. Schell hat eine photogrammetrische Stereoskopcamera entworfen, die in der mathematisch-mechanischen Werkstätte von Starke & Kammerer in Wien ausgeführt wurde; ferner hat Prof. Schell auch eine gewöhnliche Stereoskopcamera zur Aufnahme von gewöhnlichen Stereoskopbildern herstellen lassen, die mit Vorrichtungen versehen ist, um die lichtempfindliche Platte bei der Aufnahme vertical stellen und die Bildweite direct ermitteln zu können.

Ein Universalstereoskop, dessen Construction gleichfalls Prof. Schell angegeben hat, erlaubt, die Positive in die richtige Bildweite zu bringen, ferner lassen sich die Oculare auf eine beliebige Augdistanz stellen, und ermöglicht ein von Prof. Schell berechnetes optisches System, das als Ocular verwendet wird, je nach der Schärfe der Augen des Beschauers, ohne die Bildweite zu ändern, durch Verstellung des erwähnten optischen Systems jedes der Halbbilder scharf einzustellen, um dann durch Combination beider betrachteten Bilder eine wahre Vorstellung des Objectes zu gewinnen.

In der Archäologie spielt neben der Photographie auch die Photogrammetrie eine gar wichtige Rolle.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Nicht nur die Kenntnis der Form und Gestalt des Objectes, sondern auch die Dimensionen desselben interessieren die archäologische Forschung.

Sehr oft kommt der Archäologe in die Lage, Formen und Größenverhältnisse eines Gegenstandes bestimmen zu müssen, ohne dass er an dem Objecte selbst Messungen vornehmen darf, kann oder will.

Die gewöhnliche Photographie gibt dem Forscher wohl ein getreues Bild des Objectes, unterrichtet ihn über die gegenseitige Lage der begrenzenden Flächen, aber die erforderlichen Maße kann er aus dem Bilde nicht entnehmen.

Denken wir uns einen Gegenstand der Kunst, einen antiken Fund.

Je nachdem, welche Richtung der betreffende Forscher verfolgt, werden den einen andere Formen und Maße interessieren als den andern, dieser wird andere Figuren studieren, andere Dimensionen messen als der zweite.

Liegen photogrammetrische Aufnahmen vor, so wird sich jeder Forscher aus den Bildern das entnehmen, was er braucht.

Dr. Le Bon, der im Auftrage des französischen Unterrichtsministeriums ausgedehnte archäologische Reisen nach Indien und Arabien ausgeführt hat, gebürt das Verdienst, in einem schönen Werke: „Les levers photographiques et la photographie en voyage“ die Bedeutung der Photographie und Photogrammetrie für die Zwecke der Archäologen entwickelt und einfache Methoden ange-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geben zu haben, wie der Reisende vorgehen muss, um auch mittels eines gewöhnlichen photographischen Apparates Aufnahmen zu erhalten, aus welchen die Maße der dargestellten Objecte gewonnen werden können.

9. Photogrammetrie für Forschungsreisende.

Aus den gemachten Ausführungen, in welchen die vielseitige Anwendung der Photogrammetrie geschildert wurde, sieht man wohl ein, wie wichtig die Beherrschung dieses Gegenstandes für einen Forschungsreisenden ist.

Heute kann man sich einen Forschungsreisenden, ohne mit photographischen Hilfsmitteln ausgerüstet zu sein, kaum denken.

Wird nun auch der photographische Apparat mit jenen Beigaben versehen, die ihn zu einem photogrammmetrischen Aufnahmsinstrumente qualificieren, so steht der Forschungsreisende einer Menge an ihn herantretender Aufgaben gewappnet gegenüber.

Mit Verständnis und Geschick angewendet, ergänzen die Photographien seine Routenkarte und gestatten, eine Fülle des Details einzuzeichnen, was leicht bei der directen Aufnahme übersehen wird und verloren gienge; gestattet der gut construierte photogrammetrische Apparat, geographische Positionsbestimmungen auszuführen und mit einem zufriedenstellenden Resultate zu gewinnen; bietet derselbe für die Festlegung architektonisch und archäologisch wichtiger Objecte ein unschätzbares Hilfsmittel; und was sonst für gute Dienste die gewöhnliche

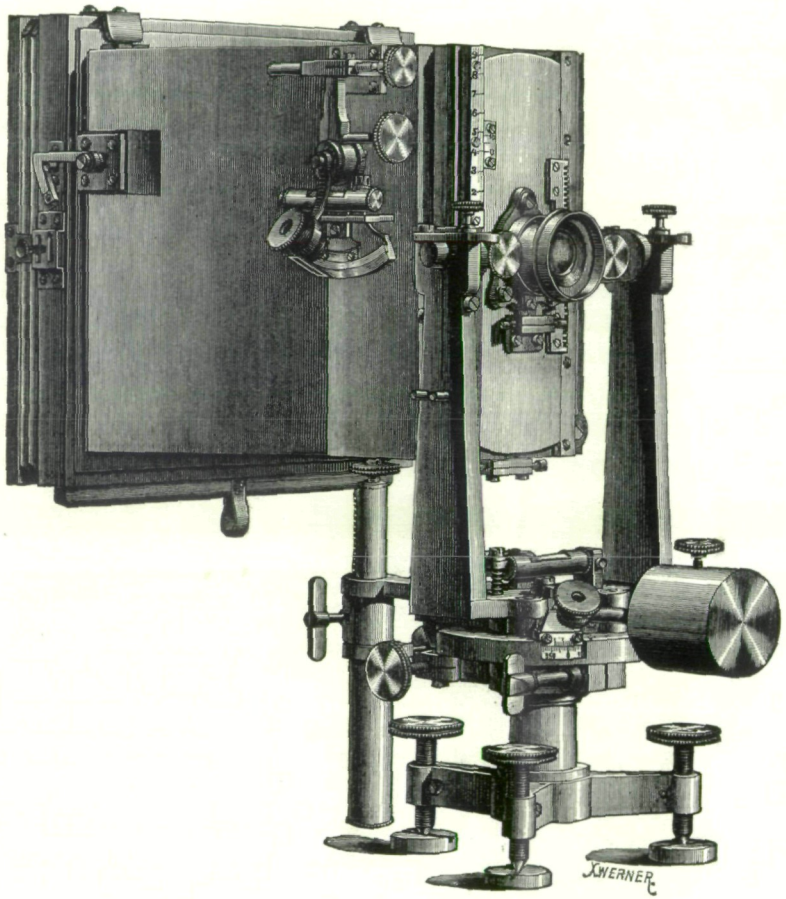
©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

photographische Camera dem Reisenden leistet, braucht weiter nicht ausgeführt zu werden.

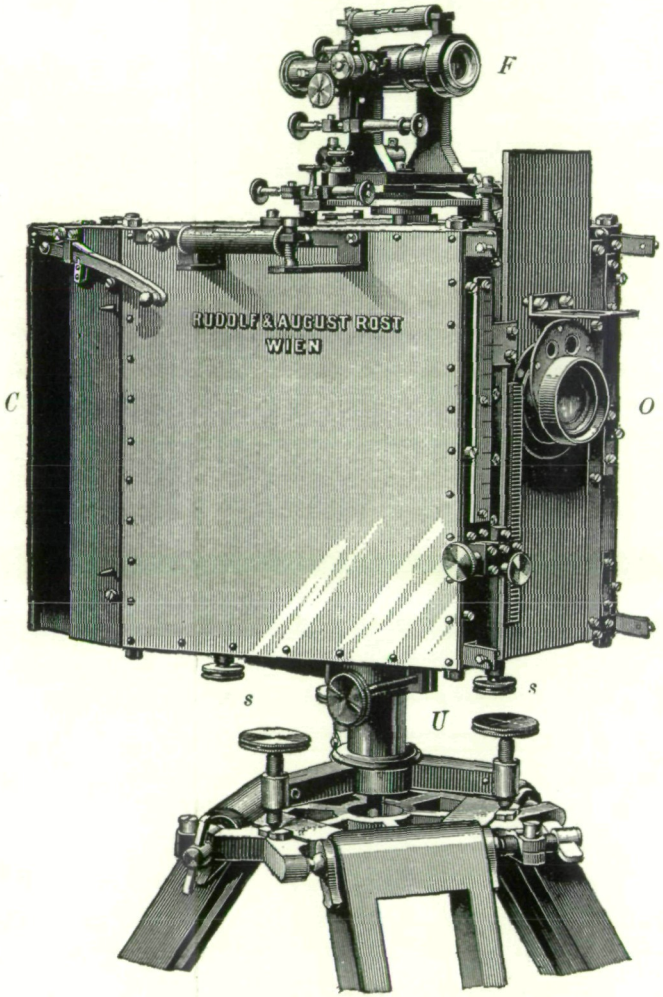
Die Photogrammetrie hat feste theoretische Grundlagen, ist wissenschaftlich ausgebildet, in ihrem Dienste stehen vorzügliche und erprobte Instrumente, und in vielen Gebieten des Wissens kann ihr unbestrittener Erfolg nicht abgesprochen werden.

Die Raschheit der Operation, die Objectivität und Treue der Darstellung, die sie der Photographie und der Mathematik dankt, werden ihr die Wege ebnen in viele Zweige der Wissenschaft und werden ihr gleich ihrer Schwester, der Photographie, eine geachtete Stellung sichern.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Universal-Phototheodolit von Professor Dr. Anton Schell.



Photogrammeter des Baron Hübl.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Karte einer Partie des Triglavgebietes.

Neue Aufnahme vom Jahre 1897/9. Militär-Mappierung. Alte Aufnahme vom Jahre 1877/8.

Höhenpunkte der Aufnahmen: { 1 Triangulierungspunkt, 409 photogrammetrisch bestimmte Punkte und 24 vom Mappeur gemessene Punkte. } Maßstab: 1:25.000. { 1 Triangulierungspunkt und 47 vom Mappeur gemessene Punkte. }

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 40

Autor(en)/Author(s): Dolezal Eduard

Artikel/Article: Über Photogrammetrie und ihre Anwendungen. (2 Falttafeln.) 247-322