

Studie zu Dr. Pietschmanns photogrammetrischen Aufnahmen in Mesopotamien im Jahre 1910.

Von Ignaz Tschamler,

techn. Oberoffizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute zu Wien.¹⁾

(Hierzu 11 Tafeln und 1 Karte.)

Fast 10 Jahre sind verflossen, seitdem Dr. Arnold Penther seine große Arbeit, die photogrammetrische Vermessung des Gebietes des Erdschias Dagh vollendet hat,²⁾ ohne daß dieses Werk zur Nachahmung der benutzten Methode auf Forschungsreisen geführt hätte. Die von mir gezeichnete Karte der Pentherschen Aufnahmen hat, ich kann es wohl sagen, allgemein Anerkennung gefunden, und doch haben die späteren Reisenden wieder zu den früher gebräuchlichen Methoden der Aufnahme, zu Routenaufnahmen und notdürftigen Triangulierungen gegriffen. Prof. Dr. A. Musil hat auf seinen Reisen in Arabien wohl hin und wieder eine photographische Aufnahme gemacht und die Karte zeigt

¹⁾ Herr Oberoffizial Tschamler hatte sein Manuskript ursprünglich nicht für den Druck bestimmt. Er übergab dasselbe mit der zugehörigen Karte und den Photogrammen dem Unterzeichneten, damit es im geographischen Institute der k. k. Universität Wien der heranwachsenden Generation von Geographen als Beispiel und gewissermaßen als Lehrgang dienen sollte. Die außerordentliche Bedeutung der Methode Tschamlers in der Aufnahme fremder Länder, die vor allem in ihrer großen Einfachheit, gepaart mit einer recht nahegehenden Genauigkeit, beruht, läßt es jedoch wünschenswert erscheinen, die Darstellung derselben den weitesten geographischen Kreisen bekannt zu geben. So hat Herr Tschamler, dem Ersuchen des Unterzeichneten entsprechend, der Veröffentlichung zugestimmt. Dieselbe erfolgt hiermit mit nur unwesentlichen redaktionellen Änderungen, die im Interesse der Allgemeinverständlichkeit dem Unterzeichneten geboten erschienen.

Wien, Geographisches Institut der k. k. Universität, Juli 1911.

Prof. Dr. Ed. Brückner.

²⁾ 1902; veröffentlicht in den Abhandlungen der k. k. Geogr. Gesellsch. Wien, Band VI (1905), Heft 1.

dementsprechend auch hin und wieder eine gewisse Naturähnlichkeit; aber von einer Anwendung der photogrammetrischen Methode kann bei ihm sowie bei den vielen Reisenden, deren Bilderaufnahmen gelegentlich in Vorträgen in den Monatsversammlungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien zu sehen waren, keine Rede sein.¹⁾

Die Negierung der ganz außerordentlichen Vorteile der photogrammetrischen Methoden gegenüber den alten Aufnahmeverfahren muß irgendeine Ursache haben. Der Mangel an Vertrautheit mit diesen Methoden kann nicht allein den Grund bilden, und ich möchte in allererster Reihe die Zerfahrenheit als abschreckend bezeichnen, welche in die Methode durch die Photogrammeter selbst gebracht worden ist, indem sie dem angehenden Forschungsreisenden bald diese, bald jene spezielle Methode als einzig richtig darstellten, ihn mit umfangreichen Apparatsystemen vertraut zu machen suchten und ganze Maschinenanlagen zur Ausarbeitung der Bilder für notwendig erachteten. In der Tat, eine photogrammetrische Ausrüstung, wie sie die Firma Carl Zeiß in Jena den Reisenden empfiehlt, ist tadellos; aber sie ist sehr kostspielig und dabei trotz ihrer Kleinheit schwer transportabel. Und wenn man die neuere Literatur über Photogrammetrie durchsieht, die zumeist von gewaltigen Projekten von Kartenaufnahmen handelt, deren Ausführung Millionen erfordern würde, und wo schon die Darlegung des Projektes im Druck Tausende kostet, da ist es wahrlich nicht zu verwundern, daß ein Reisender, dem zur Fortbewegung nur etwa zwei Esel und ein Pferd zur Verfügung stehen und der nur über einen Treiber und einen Diener zu befehlen hat, nicht im entferntesten an die Anwendung der empfohlenen komplizierten photogrammetrischen Aufnahmemethoden denkt.

Endlich aber hat sich wieder einmal ein noch nicht von der photogrammetrischen Überkultur beeinflusster Forscher gefunden, der, durch Dr. Penthers Erfolge angeregt und durch den persönlichen Verkehr mit demselben ermutigt, in seine Fußstapfen trat und die photogrammetrische Methode eigentlich ganz ohne

¹⁾ Ich möchte darauf hinweisen, daß ich unter dem Ausdrucke photogrammetrische Aufnahme nicht nur die Konstruktion der Karte, sondern auch die Zeichnung derselben verstehe, die derart beschaffen sein muß, daß ich aus der letzteren durch Umkonstruktion auch wieder die Bilder, und zwar von den beliebigen Standpunkten und mit beliebigen Brennweiten erhalten kann.

Mittel anwandte. Herr Dr. Pietschmann hat sich kurz vor Antritt seiner Mesopotamienreise, die er im Auftrage des Wiener Naturwissenschaftlichen Orientvereines unternahm, an mich gewendet und bei mir Unterricht in der Ausführung photographischer Aufnahmen für photogrammetrische Zwecke genommen. Wir haben sein Stativ mit einer Drehscheibe für seinen photographischen Apparat versehen. In den Apparat wurden die Marken eingeschraubt, welche auf den Bildern die beiden Hauptlinien der Bildaufnahmen genau markieren; ich gab ihm eine Libelle mit und die photogrammetrische Ausrüstung war fertig. Der ganze Unterricht aber, den ich Dr. Pietschmann erteilte, bestand in den Worten: Wo es geht, Rundsichten aufnehmen; trachten, daß jeder eingesehene Raum von mindestens zwei Standpunkten aus photographiert wird; dort, wo ein lotrechtes Bild zu wenig ergibt, schiefe Bilder machen; dort, wo von einem Standpunkte ein guter Überblick in die Landschaft möglich ist, von einem benachbarten zweiten Standpunkte, der für jeden Kilometer Aussichtsweite je 10 m vom ersten Standpunkt entfernt liegen sollte, Bilder zu stereoskopischen Zwecken aufnehmen.

Auf Grund dieser Unterweisung war eine gute Ausführung der Aufnahmen zu erwarten, und gut ist sie geworden. Das zeigt sich mir jetzt bei der Durchsicht des Materials, wo an mich die Frage herantritt, ob ich die Bearbeitung desselben übernehmen will. Angestellte Proben haben ergeben, daß sich mit Hilfe des Materials von Dr. Pietschmann eine überraschend naturähnliche Karte erzeugen läßt.

Die Erwägung jedoch, daß die Karte, wenn sie einmal fertig sein wird, bei dem Beschauer, wie es bei der Pentherschen der Fall war, nur das Gefühl auslösen dürfte, daß es doch unmöglich sei, aus einfachen photographischen Aufnahmen eine solche Karte zu konstruieren, veranlaßt mich, die vorliegende Arbeit im Moment der Inangriffnahme der Karte als Skizze zu veröffentlichen, die die Geographen und Reisenden in die so einfache photogrammetrische Aufnahme, wie sie der Mesopotamienkarte zugrunde gelegt ist, einführen soll. Vielleicht gelingt es mir so, doch endlich der so wunderbaren Methode Eingang in die Praxis zu verschaffen.

Die Aufnahmen Dr. Pietschmanns. Dr. Pietschmann benützte für seine Aufnahmen eine einfache photographische Ka-

mera von Lechner in Wien mit einem Anastigmat von Zeiß von 10.5 cm Brennweite.¹⁾ Daß das Stativ der Kamera vor der Abreise mit einer Drehscheibe versehen worden war, so daß der Apparat ohne Verstellung des Stativs um eine feste Achse herum nach allen in der Ebene der Drehscheibe liegenden Richtungen hin gedreht werden konnte, ist schon oben erwähnt. Dr. Pietschmann machte nun von zahlreichen Punkten mit weiter Aussicht nach den von mir gegebenen Regeln Panorama-Aufnahmen. Im Ganzen wurden in dieser Weise 1400 Platten gewonnen, die selbstverständlich alle genau bezeichnet wurden. Insgesamt bedecken die Panorama-Aufnahmen eine Fläche von ca. 20.000 km². Für diese ganze Fläche geben die Aufnahmen ein vollkommen ausreichendes Material, um eine Karte im Maßstabe von 1:100.000 zu konstruieren, die dann leicht im halben Maßstabe — 1:200.000 — reproduziert werden kann. Wie ich mit Hilfe dieser photographischen Panoramaaufnahmen die Konstruktion durchführe, sollen die folgenden Zeilen zeigen.

Der Kartenentwurf. Ich greife aufs Geratewohl eine Partie Bilder aus den vorhandenen 1400 Aufnahmen heraus, deren Standpunkte (d. h. die Punkte, von denen sie aufgenommen wurden) gut sichtbar in der Landschaft liegen müssen. Es sind die Aufnahmen, die von den drei Standpunkten I, II und III in der Umgebung von Gharra gewonnen wurden. Jede der Serien bildet ein Panorama. Die Aufnahmen sind auf den Tafeln V—XV reproduziert und der Reihe nach im Sinne des Uhrzeigers mit I₁, I₂, I₃ . . . , ferner II₁, II₂ . . . und III₁, III₂ . . . bezeichnet. Die vom Standpunkt I aufgenommenen 8 Bilder geben eine vollkommene Rundsicht, ebenso die vom Standpunkt II aufgenommenen, während in den 5 Aufnahmen vom Standpunkte III nur ein Teil einer Rundsicht vorliegt. Die einzelnen Bilder einer Rundsicht greifen zum Teile etwas übereinander. Bei der Reproduktion wurden absichtlich auch die Rahmen der Bilder wiedergegeben; auch wurde von jeder Retusche abgesehen.

Die Rundsicht vom Standpunkt I ist unzweifelhaft von einem der höchsten Punkte der Gegend aufgenommen, da die Landschaft zumeist unter dem Horizonte des Panoramas (d. h. unter der durch den Apparat gelegten horizontalen Ebene) gelegen ist, der bei vollkommen senkrechtem Stand der Platte in der bei

¹⁾ Die genaue Bestimmung der Brennweite siehe S. 414 f.

photogrammetrischen Aufnahmen üblichen Weise durch die Marken rechts und links kenntlich ist. Der Standpunkt II muß sich auf einem Berge von mittlerer Höhe befunden haben, der dem Standpunkt I gegenüberliegt und daher in den vom Standpunkt I aufgenommenen Bildern auffindbar ist. Standpunkt III endlich hat sich, nach den Bildern zu urteilen, in einer etwas geringeren Höhe befunden, als Standpunkt I sie besaß. Von vornherein ist es daher wahrscheinlich, daß die Aufnahmen vom Standpunkt III auch die Standpunkte I und II abbilden.

Eine vergleichende Durchsicht der vom Standpunkte I aufgenommenen Bilder mit jenen des Standpunktes II zeigt uns sofort, daß der Standpunkt II auf dem Berge liegen muß, welcher rechts im Bilde I₇ sichtbar ist. Wir finden den zweiten Vorberg des Bildes I₈ im Bilde II₃. Ich bezeichne diesen Vorberg mit der Ziffer 2. Wir sehen die beiden Berge aber auch im Bilde III₄ und können nun vermuten, daß der Standpunkt III am Ende des Rückens liegt, welcher in I₆ und II₆ sichtbar ist. Ich bezeichne diesen Punkt mit der Ziffer 1. Der Standpunkt II muß auf dem höchsten Punkte des Berges gelegen sein, da kein Punkt des Vordergrundes in den Bildern des Panoramas den Horizont erreicht; ja wir sehen die der flachen Kuppe zu gelegenen zwei Bäume im Bilde I₇ und in I₈. Aus deren Stellung in den Bildern II₃ und II₇ können wir den Standpunkt II mit voller Berechtigung in die Mitte der Kuppe legen. Auf dem Bilde II₅ suchen wir den höchsten Punkt als den Standpunkt I.

Wir vermuten nunmehr schon im Panorama I im Punkte 1 unseren Standpunkt III und im Punkte x unseren Standpunkt II; ferner im Panorama II im Punkte 1 wieder unseren Standpunkt III und im Punkte y unseren Standpunkt I sowie im Punkte x unseren Standpunkt II. Unsere Vermutung können wir scharf auf ihre Richtigkeit kontrollieren.

Es stellen uns nämlich die Punkte I, II, III die Ecken eines Dreieckes dar. Denken wir uns von I nach II eine horizontale Visurlinie gezogen, so muß sie über eine Reihe von Objekten hinweggehen, die im Panorama in der Natur in einer Richtung liegen. Diese Objekte müssen offenbar im Bilde genau hintereinander erscheinen. Dieselben Objekte aber müssen auch in der Richtung der Visurlinie liegen, die wir uns vom Standpunkte II nach I gezogen denken; sie müssen also auch im Panorama II als hintereinanderliegende Objekte erscheinen. Das gleiche muß für Objekte

entlang der Richtung II—III gelten; auch sie müssen sowohl von II als von III betrachtet in einer Richtung, also hintereinander liegen und das gleiche gilt auch für die Linien I—III, beziehungsweise III—I.

In den Bildern macht sich die Sache ganz einfach. Nehme ich zunächst an, daß die Platten bei der Aufnahme genau vertikal standen, und errichte ich auf der durch die Marken links und rechts gegebenen Horizontallinie im Bilde II₅ eine Senkrechte, die durch den vermuteten Standpunkt I hindurchgeht, dann ferner im Bild I₇ ebenso eine Senkrechte durch den vermuteten Standpunkt II, so müssen diese beiden Senkrechten alle Objekte enthalten, die in der Richtung der Verbindungslinie I—II liegen. Ebenso verfare ich mit II—III und I—III.

Ich führe diese Art erster Probe auf die Richtigkeit der Punktannahme, d. h. der Identifizierung der Standpunkte I, II und III mit Bildpunkten in den Panoramen II und III, beziehungsweise I und III und I und II, hier an, da man von derselben sehr häufig Gebrauch machen kann. In unserem Falle treffen die Sehstrahlen zwischen I und II erst in der Nähe der Standpunkte leicht identifizierbare Objekte. Man ersieht aber auch aus den im Tale dem Schnitt nahegelegenen Punkten, daß die Schnitte nicht falsch sein können. Die Sehstrahlen I—III und III—I haben ebenfalls leicht identifizierbare gemeinsame Objekte; doch gehören zur deutlichen Ersichtlichkeit des Bildes III₄ zwei Kopien desselben — eine kräftige, die den Hintergrund gibt, und eine schwache, die den Vordergrund erkennen läßt — die man im Stereoskop nebeneinander besehen kann, freilich ohne plastische Wirkung, aber doch mit dem Erfolg, daß Hintergrund und Vordergrund einander ergänzen. Wären auch in den Sehstrahlen I—II und II—I leicht identifizierbare gemeinsame Objekte vorhanden, dann wäre der Nachweis erbracht, daß das Dreieck I—II—III winkelrecht ist, und es wäre für uns ein Grunddreieck. Da dieser Fall nun nicht zutrifft, so müssen wir uns das Grunddreieck auf andere Weise bestimmen. Wir bringen nunmehr Methode in den Angriff der Arbeit und suchen uns zuerst die Brennweite der Bilder zu bestimmen.

Die Bestimmung der Brennweite. Schon die bisherige Durchsicht der drei Panoramen hat uns gezeigt, daß die vom Standpunkte I aufgenommenen Bilder gut zusammenschließen und ruhig fortlaufen; dagegen schließen die Bilder des Standpunktes II

schlecht zusammen. Es hängt das damit zusammen, daß bei der Aufnahme im Standpunkte I die Bildebenen, d. h. die Platten des Apparates ziemlich lotrecht standen, während das beim Standpunkte II weniger der Fall war; daher wackeln die Bilder des Panoramas II bedenklich. Zur Bestimmung der Brennweite eignen sich daher nur die ruhig fortlaufenden Bilder des Standpunktes I.¹⁾

Wir ziehen in den vom Standpunkt I aufgenommenen acht Bildern die Bildmittellinien, d. h. die durch die beiden Marken oben und unten angegebene Hauptvertikale und die durch die seitlichen Marken gegebene Horizontale und suchen in je zwei aneinanderstoßenden Bildern scharfe Objektpunkte auf, welche in beiden Bildern nahezu gleich weit von der Bildmittellinie entfernt sind, und bezeichnen uns dieselben mittels zarten Einrisses ins Bild.

Ich weiß nun, daß die Mittelpunkte meiner Bilder alle auf einem Kreise liegen, dessen Radius gleich der Brennweite des Apparates ist, da die dargestellten Objekte als unendlich entfernt betrachtet werden können. Die Bildebenen der acht Aufnahmen tangieren diesen Kreis. Denke ich mir diese Bilder, respektive deren Schnitte mit der Horizontalebene graphisch dargestellt, so entsteht ein Polygon von acht Seiten. Die Ecken dieses Polygons werden jeweils durch ein Objekt gebildet, das in zwei benachbarten Aufnahmen sichtbar ist. Wir messen die Seiten des entstehenden, in diesem Falle achtseitigen Polygons, addieren die Strecken, dividieren die Summe durch 16 und erhalten so die halbe Seite des regulären achtseitigen Polygons. Wir dividieren den Umkreis von 360° ebenfalls durch 16 und erhalten daraus den der halben Polygonseite gegenüberliegenden Zentriwinkel mit $22^\circ 30'$, multiplizieren die Länge der halben Seite mit $\cot 22^\circ 30'$ und finden nunmehr den Radius des Kreises, d. i. die Brennweite gleich 103.8 mm . Mit diesem Werte als Radius beschreiben wir auf einem großen Pauspapier einen Kreis und legen die ermittelten halben Bildseiten (halben Polygonseiten) als Tangenten an denselben. Wenn nun beim Auftragen der dem letzten Bilde entsprechenden Polygonseite diese an die erste anschließt, so erlebt der Photogrammeter die erste Freude bei dieser Arbeit. Denn das nicht reguläre Achteck der Bilder muß nicht genau dieselbe Brennweite wie das gerechnete reguläre haben, das uns nur als

¹⁾ Die Aufnahme vom Standpunkt III sind hierzu ungeeignet, weil sie keine volle Rundschau umfassen.

Näherungswert dient. Ich mache aber hier ausdrücklich darauf aufmerksam, daß das gerechnete Resultat der wahren Brennweite der Apparate zumeist weit näher liegt als der auf dem photographischen Apparate angegebene Wert der Brennweite des photographischen Objektivs, vor allem dann, wenn Kamera und Objektiv von verschiedenen Firmen herrühren.

Das erste Grunddreieck. Die Panoramen der Standpunkte I, II und III bilden alle ein und dasselbe Gelände ab. Es müssen daher tausende von Geländeobjekten in jedem derselben gleichzeitig vorhanden sein. Wir können nun die Horizontalwinkel messen, die die von einem Standpunkte aus zu den einzelnen Objekten gezogenen Sehstrahlen miteinander bilden, indem wir die von der Horizontalachse des photographischen Apparates während der sukzessiven Teilaufnahmen des Panoramas überstrichene Kreisebene (Rayon der Aufnahme) mit den richtig gelegten Bildtrassen als Horizontalkreis eines Winkelinstrumentes betrachten. Von Wichtigkeit ist vor allem die Feststellung der Winkel, die die drei Seiten des Grunddreiecks miteinander bilden; Hierzu können wir die Winkel von fünf Objektpunkten, die gleichzeitig in jedem der drei Rayons (Panoramen) sichtbar sind, messen und hieraus mit Hilfe der bekannten Gleichung die gesuchten Winkel des Grunddreiecks berechnen. Wir brauchen aber diese Gleichung nicht; denn auf graphischem Wege geht es weit rascher und einfacher. Wir wählen dazu mindestens acht idente, d. h. in allen drei Panoramen als identisch erkannte Punkte und legen zunächst ihre Winkel zum Standpunkte I auf einem Pauspapier durch das Eintragen ihrer Tangenten fest, d. h. wir messen am Bilde die Distanz der identen Punkte von der Bildmittellinie, die durch die Verbindungslinie der oberen und der unteren Marke gegeben ist, und übertragen diese in die betreffende auf dem Pauspapier eingezeichnete Bildertrasse des Rayons. Durch die gefundenen Punkte legen wir vom Rayonmittelpunkte (Standpunkt I) Sehstrahlen und bezeichnen dieselben mit den Ziffern, mittels deren wir auch in den Bildern die betreffenden Objektpunkte bezeichnet haben. Auf einem zweiten Pauspapier führen wir die Konstruktion der Winkel um den Standpunkt II, auf einem dritten die der Winkel um den Standpunkt III aus.

In dem auf unserer Kartenskizze durchgeführten Beispiele haben wir auch die wahrscheinlichen Objekte der Standpunkte als idente Punkte gewählt. Wir legen nun die Pause I beliebig

auf einen Bogen Papier auf und hierauf die Pause II in einer dem Maßstabe der Karte, die wir zeichnen wollen, nach unserer Schätzung etwa entsprechenden Distanz so auf die Pause I, daß die Sehlinie II—I auf der Pause II genau die Sehlinie I—II auf der Pause I deckt. Haben wir im Panorama II den Standpunkt I und im Panorama I den Standpunkt II richtig identifiziert, dann liegen die Schnittpunkte der Strahlen nach den weiteren identischen Punkten bereits im richtigen Winkelverhältnisse zu den Standpunkten I und II und zueinander. Die empfindlichste Kontrolle hierfür liefert nun sofort das Einlegen der Pause III. Wir legen dieselbe so, daß die Sehstrahlen III—I und III—II der Pause III mit den Sehstrahlen I—III der Pause I, beziehungsweise II—III der Pause II zusammenfallen. Es müssen dann die Sehstrahlen der Pause III genau durch eben dieselben Schnittpunkte führen, die wir durch die Schnitte der Strahlen von I und von II erhalten haben. Die Operation erfordert einige Minuten zur Einschubung der Pause III und für eine etwaige Schwenkung der Pause II, die notwendig wird, falls die Sehlinien II—I nicht ident sind, d. h. die Standpunkte I und II in den Bildern nicht vollkommen richtig identifiziert worden waren.

Man beachte die drei Schnitte der Punkte 1—8 in der dieser Abhandlung beigegebenen Karte, die durch Kreuzchen markiert sind, und man wird sofort zugeben, daß die allergeringste Verschiebung eines Standpunktes sofort auch eine Verschiebung des zweiten Standpunktes bedingen muß, um diese acht Punkte wieder zum reinen Schnitte zu bringen. Man sieht deutlich: jede Verschiebung eines der Standpunkte, die auf den Pausen eingezeichnet und daher leicht mit den Pausen verschoben werden können, zieht auch mit Notwendigkeit die Verschiebung der Pause mit dem zweiten Standpunkte nach sich, damit der einheitliche Schnitt zustande kommt. Dabei ändert sich aber nur das Maßverhältnis der Seiten des Dreiecks, also der Maßstab, während die Winkel ungeändert bleiben.

Die Legung des Grunddreiecks findet eine so einfache Lösung dann, wenn die Bilder sämtlicher Standpunkte normal aufgenommen sind, d. h. wenn die photographischen Platten im Momente der Aufnahme genau vertikal standen. Ich habe aber bereits angedeutet, daß die Horizontale des Standpunktes II bedenklich wackelt. In einigen Bildern liegt der in der Ferne sichtbare Horizont in der Landschaft unter der durch die beiden horizon-

talen Marken gegebenen Haupthorizontalen des Bildes. Wenn wir die Bilder einer näheren Prüfung unterziehen, sehen wir, daß die ersten Bilder horizontrichtig, d. h. nach beiden Richtungen horizont- und lotrecht aufgenommen sind, während die weiteren Bilder offenbar nur nach der einen Richtung mittels der Libelle eingestellt worden sind, ein Umstand, der bei der infolge des Ausdörrens etwas windschief gewordenen Drehscheibe des Stativs Fehler in der Lotrichtung der Platten nach sich zog. Indem wir die Bilder betrachten, erleben wir die Ereignisse während der photographischen Aufnahme mit: „Herr, Du mußt dich tummeln,“ hören wir den Dolmetsch sagen, „sie wollen Dir den Apparat zerschlagen.“ Den Reisenden möchte ich nun kennen, der sich da nicht tummelt und alle besondere Vorsicht außer acht läßt. Beim Bilde II₇ sehen wir, wie so ein „lieber“ Anbeter des Teufels die Kassette aufzieht. Die braunen schwarzzottigen Hände mit den gelbbraunen Krallen möchten wir weghacken. Wir sehen den verschleiert ruhigen Blick, mit dem er die empfindliche Platte in der Sonne betrachtet, und freuen uns unbändig, daß er den Deckel nicht noch weiter herausgezogen und unsere Rundschau gestört hat.¹⁾

Es würde hier zu weit führen, den Vorgang der Verwandlung schiefer und verschwenkter Bilder vorzuführen.²⁾ Es genüge zu sagen, daß sie rechnerisch und konstruktiv möglich ist. Sie ist insofern wichtig, als eigentlich bei kaum einem Apparate der wirkliche Horizont genau mit den Horizontmarken der Bilder zusammenfällt. Denn die Marken sind bei den allermeisten Apparaten nicht mit jener absoluten Genauigkeit angebracht, die für die Bildmeßkunst notwendig ist; daher muß man sie stets rechnerisch kontrollieren, respektive sich im Bilde den Horizont konstruieren. In der vorliegenden Skizze sind all diese Umstände berücksichtigt und man kann daher auf Grund dieser Darstellung weiter arbeiten.

Identifizierung weiterer Punkte. Der tadellose Schnitt der bisher dargestellten Punkte berechtigt uns, weitere Punkte zu bestimmen, und wir können annehmen, daß nun auch jene Punkte richtig zur Darstellung gelangen, die nur von zwei Standpunkten aus sichtbar sind. (Man beachte in der Kartenskizze die Punkte 10—39.)

¹⁾ Die hier geschilderten und ähnliche Vorgänge haben sich tatsächlich bei einigen Aufnahmen während der Reise Dr. Pietschmanns ereignet.

²⁾ Siehe meinen Leitfaden der Kartographie, III. Teil.

Das Aufsuchen der identen Bildpunkte durch Vergleich der Bilder wird mit Recht von den Photogrammetern als zeitraubend und anstrengend empfunden; ich will daher ein einfaches Hilfsmittel angeben, welches das Verfahren sehr erleichtert. Wir tragen in den Bildern von der Mittellinie nach rechts und nach links in Abständen von Zentimeter zu Zentimeter parallel zur Mittellinie und daher senkrecht auf dem Horizont Gerade auf. Dieselbe Teilung erfährt die Bildtrasse im Rayon. Nunmehr ziehen wir durch die Punkte der Zentimeterteilung der Bildtrasse vom Standpunkte des betreffenden Rayons aus Sehstrahlen. Die Rayons der beiden anderen Standpunkte werden ebenso behandelt. Dann nehmen wir die Bilder des zweiten Standpunktes als für diesen Zweck besonders gut geeignet zur Hand und zeichnen das Terrain à la vue, den Sehstrahlen entsprechend, in die Kartenskizze ein. Wir erhalten damit ein Kartenbild, welches der Ansicht vom Standpunkt II aus entspricht und nur in den Distanzen vielleicht unrichtig ist. Bei dieser Arbeit haben wir uns den Verlauf der Gräben und Kämme sowie einige Böschungsverhältnisse bereits soweit eingepägt, daß wir dieselben im Bilde des anderen Standpunktes — I oder III — nunmehr leicht erkennen und daher den vorhin nach den Bildern des Standpunktes II gezeichneten ersten Entwurf korrigieren können. Dadurch erhalten wir die Berichtigung der Distanz.

Das Verfolgen des durch die Sehlinien entstandenen Netzes im Entwurf von Masche zu Masche gewährt nun die rascheste Orientierung im Detail; wir können ohneweiters jeden einzelnen Baum an die richtige Stelle bringen.

Bevor wir jedoch in diesem Entwurf weitergehen, wollen wir sehen, in welchem Maßstabe unsere bisherige Leistung geraten ist.

Bestimmung des Maßstabes. Es sei hier gleich angeführt, daß die Ausarbeitung des ganzen Terrains auf der Karte ohne Maßstab durchgeführt werden muß und daß letzterer erst dann einzuführen ist, wenn genau bekannte große Strecken zur Darstellung gelangt sind. Immerhin können wir auch hier schon einen angenäherten Maßstab bestimmen.

Eine Basis hat Dr. Pietschmann in dieser Gegend nicht gemessen. Wir kennen keine einzige horizontale Strecke ihrer Größe nach. Wohl aber kennen wir aus den Aneroidablesungen einzelne Höhen, d. h. vertikale Strecken. Eine solche Strecke müssen wir als vertikale Basis verwenden. Wir finden nun in Dr. Pietsch-

manns Tagebuch für den Lagerplatz in Gharra die im Aneroid bei 37° C abgelesene Höhe zu 555 m, zwei Tage später bei 22° C zu 575 m; ferner die Höhe des Djebel Lulah mit 900 m ohne Temperaturangabe, endlich die Höhe des Standpunktes III mit 840 m angegeben, ebenfalls ohne Temperaturangabe. Eine verlässliche Höhendifferenz ist aus diesen wenigen Angaben nicht abzuleiten. Wir müssen annehmen, die Höhe des Felsabsturzes des Djebel Lulah mit 900 m sei im Zusammenhang mit der wahrscheinlichen Temperatur als genäherte Seehöhe richtig. Über diesen hinaus ragt noch der Punkt I ca. 40 m empor, so daß seine Höhe rund 940 m ergibt. Wir können ferner den Horizont des Bildes I₇ ebenfalls als nahezu richtig annehmen, da die Ebene dort, wo sie sich mit dem Himmelsgewölbe verschneidet, nahe an die Marken heranreicht.¹⁾

Das Tagebuch Dr. Pietschmanns²⁾ gibt beim Aufstieg aus der Ebene folgende Höhenablesungen: 6^h 48^m : 405 m; 6^h 50^m : 385; 7^h 24^m : 404; 7^h 29^m : 385, 8^h 30^m : 455; 8^h 55^m : 490; 9^h 2^m : 515; 9^h 5^m : 510; von da abwärts zum Lagerplatz. Wir nehmen deswegen die niedrigere der oben angegebenen Höhen, also 555 m, für den Lagerplatz als die richtigere an und bilden die Differenz zwischen 940 und 555 m gleich 385 m. Nun kennen wir aus der früheren Konstruktion den Horizontalabstand des Lagerplatzes vom Standpunkt I im Maßstab der Karte. Die faktische Höhendifferenz hatten wir soeben zu 385 m bestimmt. Aus dem Bilde I₇ entnehmen wir den Winkel, um welchen der Lagerplatz unter dem Horizont des Standpunktes I erscheint. Damit haben wir alle Daten, um die Entfernung des Lagerplatzes vom Standpunkt I und daraus den Maßstab der Karte zu berechnen.

Die graphische Konstruktion der Höhenmessung ist in der Skizze Tafel XVI durchgeführt. Wir finden die der Höhendifferenz von 385 m entsprechende Strecke im Maßstab der Karte zu 35·3 mm.

Dieselbe Strecke von 385 m suchen wir nun aus dem Bilde II₆, dessen Standpunkt mit 650 m Seehöhe ermittelt wurde. Auf diesem Bilde ist die Kuppel der Moschee zwischen den Ästen

¹⁾ Der durch den Einfluß der Kimm mögliche Fehler dürfte bei der kurzen Distanz, welche zu messen ist, 10 m nicht übersteigen, wird also hier vernachlässigt, ebenso wie der Einfluß der Refraktion.

²⁾ Das Tagebuch Dr. Pietschmanns enthält ca. 15.000 Höhenmessungen samt den Temperaturablesungen und noch mehr Richtungs- und Distanzangaben.

des Strauches ersichtlich; sie dient zur Einschätzung des Ortes des nicht sichtbaren Lagers.

Nach Ausgleich der beiden Horizonte finden wir die Länge der gesuchten Strecke zu 36·5 mm und können somit den Maßstab der Skizze zur Natur mit geringer Abrundung zu 1 : 10.000 annehmen.

Folgen aus der Größe des Maßstabes. Die Genauigkeit der Konstruktion resultiert aus dem Maßstabe des Entwurfes und der Brennweite des Objektivs. Im Maßstabe 1 : 10.000 arbeiten wir innerhalb der Bilddistanz auf 1 m, in der doppelten Bilddistanz auf 2 m, in der dreifachen auf 4 m, in der vierfachen auf 8 m genau.

Wir müssen uns nun fragen: Wer braucht von dieser Gegend eine Karte in diesem Maßstabe und von dieser Genauigkeit?

Ich habe bei der Ausarbeitung der photographischen Aufnahmen des Erdschiasgebietes des Dr. Penther die größtmögliche Genauigkeit erstrebt und die dem Maßstab 1 : 80.000 entsprechende Genauigkeit von 10 m jedes dargestellten und in der Natur wieder erkennbaren Punktes erhalten. Dr. F. X. Schaffer nennt diese Darstellung in seiner Besprechung in Petermanns Mitteilungen (1906, Heft 3, Lit.-Bericht Nr. 192) einen „Anachronismus im ganzen Orient“, „ein Werk, das als ein Unikum der Kartographie gelten kann“ usw. und zollt so der erreichten Genauigkeit ein großes Lob. Der Vater der Photogrammetrie, Oberst A. Laussedat, sagte in der Sitzung der französischen Gesellschaft für Photographie am 7. April 1905 über jene Karte: „. . . aber was den Versuch, um welchen es sich handelt, von anderen unterscheidet und einer besonderen Aufmerksamkeit wert macht, ist, daß Herr Dr. A. Penther, mit den einfachsten Instrumenten und nur notdürftig für diese Forschungen vorbereitet, durch seine Verbindungen mit dem Militärgeographischen Institute in Wien dahin gelangt ist, in so kurzer Zeit die genügenden Elemente für eine schöne Karte im Maßstab 1 : 80.000 zusammenbringen, für eine entfernte Gegend, deren Erforschung weit davon entfernt ist, leicht zu sein. — — Ich werde über diesen Gegenstand nicht mehr sagen und werde mich darauf beschränken, wie ich es in der Akademie getan habe, die Hoffnung auszusprechen, daß unsere Forschungsreisenden, Geographen, Geologen, Offiziere und Beamten der Kolonien sich von dem Beispiele Dr. Penthers begeistern lassen möchten, von ihm, der in seiner Eigenschaft als Zoologe nicht bestimmt

schien, als erster unter besonders schwierigen Bedingungen die Photographie bei eiligen Kartenaufnahmen anzuwenden.“

Was mein lieber alter verstorbener Freund über meine Arbeit sagte, ist nicht nötig, hier wiederzugeben; denn es handelt sich hier nur um die Aufnahme Dr. Penthers und die Parallele, welche zwischen dieser Aufnahme und der jetzt von Dr. Pietschmann ausgeführten zu ziehen ist. Wieder ist es ein österreichischer Zoologe, der es unternommen hat, und zwar diesmal ein mehr als zehnmal so großes Gebiet aufzunehmen; die Mittel zur Aufnahme waren noch einfacher als jene Dr. Penthers und wir sehen an unserer Skizze, welche Resultate die Verarbeitung der Aufnahme zeitigen wird!

In welchem Maßstabe soll nun die Aufnahme Dr. Pietschmanns bearbeitet werden?

Wir müssen uns sagen, daß für eine Ausführung in dem Maßstabe von 1:10.000, wie ihn unsere Skizze hat, kein Bedürfnis vorhanden ist. Wenn der Entwurf im Maße 1:100.000 ausgeführt wird und die Reproduktion im Druck im Maßstab 1:200.000 erscheint, so ist der „Anachronismus des Werkes im Orient“ noch immer gewahrt — auch dann wird die Karte von Dr. Pietschmann die genaueste des Orients sein. Daraus folgt aber auch, daß wir das Identifizieren weiterer Punkte in unserer Serie Bilder sofort aufgeben können, da die Genauigkeit, welche wir mittels der *à la vue*-Einzeichnung des Terrains in die Maschen der Sehstrahlen gewonnen haben, eine für den Maßstab 1:100.000 völlig genügende ist.

Wir gehen nun besser von dem Wege der graphischen Konstruktion des Dreiecksnetzes ab und rechnen uns dasselbe, indem wir die photographischen Bilder als Horizontalwinkelmeßinstrument betrachten. Grunddreiecke sind in den gesamten Aufnahmen von Dr. Pietschmann drei vorhanden, an welche wir die anderen Aufnahmen mittels des Pothenschen Satzes unter Verwendung von mehr als 3 Punkten anschließen können.

Zu dem Gebiet, dessen Darstellung in unserer Skizze angefangen ist, gehören noch zwei Standpunkte am Plateau des Lulah mit Blicken in die südlich gelegene Ebene und einige Aufnahmen vom Marsche aus gegen das Gebirge. Wir können aus diesen wenigen Bildern — im ganzen 36 — ca. 100 km² in 1:100.000 zur Darstellung bringen.

Kritische Betrachtung des verwendeten Apparates und der angewendeten Methode. Messen wir die Distanz des Punktes 35 (vgl. Skizze Taf. XVI) von den Standpunkten I und II, so finden wir, daß die Strecke noch nicht 5 km beträgt. Konstruieren wir uns Punkte in der nördlich gelegenen Ebene, so sehen wir, daß die in den Bildern erkennbaren Punkte nicht viel über 5 km hinausreichen. Der Vergleich der Aufnahmen Dr. Pietschmanns mit solchen, die mit einem gewöhnlichen Aplanat gemacht wurden, zeigt uns, daß gewöhnliche Aplanate, wie die, mit denen ich zu arbeiten pflege, für die Aufnahme auf weite Distanzen hin viel geeigneter sind als die lichtstarken Anastigmaten: wir erkennen in den mit ihnen gewonnenen Bildern noch Punkte bis 20 km. Dabei empfiehlt es sich, Apparate zu wählen, deren Brennweite nicht zu klein ist.

Die von Dr. Pietschmann auf meine Veranlassung angewendete Methode ist jene der einfachen Meßtischphotogrammetrie, bestehend aus Einrayonieren und Schneiden. Könnten wir diese durch eine andere Methode ersetzen? Oft und oft wurde die Stereophotogrammetrie für solche Aufnahmen empfohlen. Allein mit Unrecht. Denken wir uns auf dem Rücken des III. Standpunktes stehend, diese stereophotogrammetrische Aufnahme ausführend, so müßten wir erstens eine Basis messen, welche, um Punkt 35 noch richtig einmessen zu können, mindestens 200 m Länge haben müßte. Die Bilder III₃ und III₅ könnten wohl auf Grund derselben Basis ausgearbeitet werden. Hingegen erfordern die Bilder III₁ und III₂ das Messen einer zweiten Basis. In den einseitigen, wenn auch stereoskopischen Ansichten fehlen uns sämtliche Rückseiten der im allgemeinen nördlich gerichteten Gräben und Täler. Wir müssen daher, um in diese Einsicht zu gewinnen, auch einige Standpunkte auf dem Rücken bei Punkt 35 wählen, wieder einige Basen messen und die Aufnahmen machen. Und wie oft müßten wir diese Operationen am Plateau wiederholen? Wir hätten gewiß noch nicht die Hälfte der Aufnahme ausgeführt, so lägen wir schon samt unseren Apparaten den Geiern zur Speise in einer Schlucht; denn solche offene Messungen lassen sich die Leute dort nicht gefallen; sie glauben, daß sie damit an Rußland oder eine andere fremde Macht verkauft würden, und daran würde auch eine einfache türkische militärische Bedeckung nichts ändern. Und gesetzt den Fall, es gelänge uns, diese Aufnahme in der Zeit von 8 Tagen auszuführen, was tun wir damit?

Schon die einfache in 2 Tagen ausgeführte Aufnahme Dr. Pietschmanns brachte für die Karte mehr Material zusammen, als ausgearbeitet werden kann.

Die stereophotogrammetrische Aufnahme kann nur in den Maßverhältnissen unter 1:10.000 mit großem Vorteil angewendet werden und dann auch nur im hierzu geeigneten Terrain.

Was wollen wir damit in der Ebene?

Eine andere Art der Aufnahme wäre mittels Ballonaufnahmen zu bewerkstelligen.

Ballonphotogrammetrie. Denken wir uns selber von einem Luftballon in etwa 2000 m Höhe über das Lager in Gharra getragen, dann genießen wir eine volle Einsicht in die Geländeverhältnisse des Lulah-Gebirges samt den anliegenden Ebenen. Denken wir uns nun statt unserer einen Apparat vom Ballon in die Höhe getragen, der besteht: 1. aus etwa 8 oder 10 lotrechtstehenden Einzelapparaten von 20 bis 25 cm Brennweite für Platten 13×18 cm; 2. aus 8 bis 10 Einzelapparaten von 15 cm Brennweite für Platten 9×12 cm, diese Apparate unter 45° gegen den Horizont geneigt; 3. endlich aus einem Einzelapparat mit horizontaler Lage der Platten gleichen Kalibers wie die vorigen, alle Einzelapparate so montiert, daß mit einem Druck sämtliche Bilder in einem Moment zur Aufnahme kommen.

Was enthält diese Aufnahme?

Wir können damit rechnen, daß wir mit diesem Apparate auf einmal ein Gebiet mit einem Halbmesser von 10 km in gut brauchbarer photographischer Darstellung aufnehmen; wir erhalten somit die Aufnahme eines Teiles der Erdoberfläche von mehr als 300 km^2 , und wenn wir diese Aufnahme in einem von dem ersten Standpunkte zirka 1 km entfernten Punkte wiederholen, so erhalten wir eine stereoskopische Einsicht in das Gelände, welche dem menschlichen Auge in der Natur verschlossen ist. Die beiden Aufnahmen enthalten alle Elemente zur Ausarbeitung, bzw. Umwandlung der verschiedenen Projektionen in die Horizontalprojektion. Sie enthalten aber auch alle Elemente zur Ermittlung der vertikalen Gliederung des Geländes. Es ist bei dieser Art der Aufnahme nur zu bedenken, daß wir wieder ein Material erhalten, welches für eine Karte in 1:10.000 mit allem Detail genügt, welches aber in diesem Umfange zu verwerten gar nicht in unserer Absicht liegt.

Den Anforderungen, die für die Erstellung einer Karte im Maßstabe 1:100.000 gestellt werden müssen, würde schon eine Aufnahme mit den 8—10 lotrecht gestellten Apparaten aus 500 m Höhe und Wiederholung dieser Aufnahme von 10 zu 10 km voll auf genügen. Die schiefen und die horizontalen Aufnahmen können ganz entfallen, da die Umgebung der Standpunkte selbst schon in dem entsprechenden Bilde des nächsten Standpunktes enthalten sein muß und daher dort zur Anschauung gelangt, besonders dann, wenn der Standpunkt so gewählt wird — wie es in diesen Ebenen tausendfältig vorkommt —, daß in der nächsten Umgebung des Standpunktes überhaupt nichts aufzunehmen ist!

Wir haben bei Entwurf unserer Skizze nach den Aufnahmen Dr. Pietschmanns gefunden, daß die von ihm angewendete Art der Bestimmung des Grunddreiecks zwar nicht patentiert, aber gut ist. Bessere Grunddreiecke liefert uns jedoch die Ballonphotogrammetrie, weil sie gewissermaßen nicht innerhalb, sondern außerhalb des aufzunehmenden Geländes arbeitet.

Die Ausarbeitung der Aufnahme gestaltet sich bei solchen durch Ballonphotographie gewonnenen Bildern wesentlich einfacher als bei den früheren Methoden, obwohl sie ebenfalls im Wege des Rayonierens und Schneidens zu geschehen hat; denn das Aufsuchen der identen Punkte ist ungemein erleichtert. Die Umlegung der Ebenen aus der Vertikal- in die Horizontalprojektion kann mittels Perspektometer oder Perspektographen ausgeführt, die Höhenmessung auf viel größere Distanzen — wegen der größeren Brennweite — ebenso genau durchgeführt werden.

Eine ganz außerordentliche Erleichterung für die Ausarbeitung bietet uns die Einordnung der einzelnen Apparate in ein System, den Panoramaapparat; wir haben es dann nur noch mit einer Fehlerquelle, der etwaigen Verschwenkung von der Horizontalen, zu tun. Das Aufsuchen des Verschwenkungswinkels ermöglicht die Aufnahme selbst, indem in den verschwenkten Bildern die Linien gleicher Sehwinkel nicht mehr parallel zur Bildmittellinie laufen und daher der Verschwenkungswinkel in den übergreifenden Randpartien der Bilder bis auf eine Minute genau gemessen werden kann.¹⁾

¹⁾ Auf diesem Wege wurde in den Bildern der genäherte Horizont konstruiert.

Schwieriger gestaltet sich das Aufsuchen der allgemeinen Verschwenkung, wenn nur die schiefen Bilder vorliegen, und noch umständlicher, wenn die letzteren in die Verschwenkungsebene umphotographiert sind. Im letzteren Falle müssen dann in der Karte bereits eine Anzahl Punkte der Lage und Höhe nach bekannt sein. Aus der Brennweite, dem Abstände des Objektivs von dem Durchstoßpunkte der verschwenkten Lotlinie¹⁾ und der Distanz des Bildes desselben Punktes vom Mittelpunkte des Bildes lassen sich unschwer die Höhen des Ballonortes, der für jeden Teil des Bildes ein anderer ist, konstruieren. Die Verbindung der gewonnenen Höhen ergibt bei normalen Aufnahmen einen Kreis, bei verschwenkten Aufnahmen eine Ellipse; es sei bemerkt, daß die auf diese Art gewonnene Ellipse um 90° verlegt erscheint. Die halbe kleine Achse betrachte man als Grundlinie, die halbe große Achse als Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen eingeschlossener Winkel der gesuchte ist.

Die Verschwenkung der Aufnahme hat in bezug auf die Horizontalwinkel in der Ebene gar keinen, im niederen Terrain, und zwar in der Richtung der kleinen Achse einen sehr geringen Einfluß auf die Konstruktion der Karte, sobald nur nicht die Lotlinie des Ballonstandortes, sondern die Linie des Bildmittelpunktes in Betracht gezogen wird.

Anwendung des Panoramenapparates mit schiefen Bildern. Aus der bisherigen Besprechung der Ballonphotogrammetrie geht bereits hervor, daß es sehr zweckmäßig erscheint, den Gesamt-Panoramenapparat derart zu teilen, daß die lotrechten Bilder einen Apparat für sich bilden, welcher in Ausnahmefällen mit dem zweiten Apparat, der die schiefen und das horizontale Bild liefert, kombiniert werden kann. Der erstere Apparat hat für die Karte die Arbeit zu liefern. Im Verlaufe der Reise werden sich aber ziemlich häufig Landschaften vorfinden, deren Aufnahme in größerem Maßstabe wünschenswert erscheinen wird. Denken wir nur an die vielen historischen Stätten und Städte, deren tadellose Aufnahme mit diesem Apparate in aller kürzester Zeit möglich ist. Liegen solche Aufnahmsorte in der Ebene, dann kann die Photographie allein schon den Lageplan schaffen, der nach der stereoskopischen Ansicht eine größere oder geringere

¹⁾ D. h. dem Punkte, in dem die Verlängerung der Achse des Systems, der parallel die Platten stehen, die Erdoberfläche trifft.

Handretusche erfordert. Aber auch im bewegten Terrain kann uns die Photographie allein ein sehr wertvolles Bild der aufgenommenen Gegend liefern; doch wird es niemals praktisch und rentabel erscheinen, aus **einem** Bilde auf rein photo-mechanischem Wege einen Plan zu erzeugen, welcher größere Unebenheiten des Geländes darstellt.

Die Leistungen der Ballonphotogrammetrie überhaupt und besonders diejenigen dieser Art der Aufnahmen werden gegenwärtig sowohl über- als auch unterschätzt. Man darf sich durch die genaue Darstellung der Bodenbedeckung in kultiviertem Terrain, die man erhält, nicht täuschen lassen. Die korrekte Wiedergabe der Einzelfelder liefert noch keinen Kataster, und bei genauer Durchsicht dieser Bilder im Vergleich mit der Natur finden wir so manches an Einfriedungen, Wasserrinnen, Stegen, Durchlässen, Brücken, was auf der Photographie nicht erkennbar ist; und wer schätzt die Qualität der Kommunikationen richtig aus dem Bilde ein?

Andererseits sind gerade diese Bilder im Maßstabe unter 1 : 10.000 die treuesten Aufnahmen der Natur, die, unterstützt von einer zweiten Ansicht, so daß ein stereoskopisches Bild entsteht, für Archäologen ungeahnte Vorteile bieten werden.

Die stereophotogrammetrische Höhenmessung dieser Aufnahmen. Außerordentlich leicht ist die Höhenmessung aus zwei für diesen Zweck mittels Ballons aufgenommenen Panoramen durchzuführen. Die Mittelpunkte der Aufnahmen stellen die Standpunkte dar. Wir suchen den Standpunkt des zweiten Bildes in den Aufnahmen des ersten und verbinden die beiden Punkte durch eine Linie. Auf dieser errichten wir eine Senkrechte im Standpunkte des Bildes und das Koordinatensystem ist fertig. Wir legen die Bilder in den Stereokomparator; die Basis ist bekannt, daher — ich will die Formel nicht wiederholen, da sie die Gimpel bereits pfeifen. Selbstredend messen wir gar nichts, da ja der Autoaerostereograph schon lange erfunden ist — nebenbei sei bemerkt, daß derselbe für diese Art der Messung noch mehr dem Storchschnabel ähnelt als E. v. Ore's Autostereograph — und dieser Apparat zeichnet uns die Höhenschichten um die Formen rings herum, da wir ja bei dieser Aufnahme überall die Nase hineinstecken können.

Auch für die verschwenkten Bilder sind die Gegenmittel vorhanden, und die Aufnahmen aus verschiedenen hohen Standpunkten bilden schon gar kein Hindernis für die Autoaerostereographie;

bloß die Böschungsverhältnisse unter 5° bringen uns in Verlegenheit, da wir nicht wissen: steckt die Meßmarke bereits in dem Hügel oder ist sie noch draußen. Es tritt bei diesem Apparate der entgegengesetzte Fall der Unsicherheit im objektlosen Messen ein wie beim Autostereograph¹⁾ in den großen Steilen.

Die aerostereographischen Bilder besitzen eine Eigentümlichkeit, die manchen Photogrammeter überraschen wird: sie haben nämlich den Vorzug, daß sie auch umgekehrt, also vor den Augen vertauscht werden können und wieder ein überplastisches Bild erzeugen; nur sind jene Hänge, die früher zu steil erschienen, jetzt zu flach und die früher flachen zu steil. Wenn man nun automatisch Schichtenlinien in den beiden Lagen zieht und dann die beiden Zeichnungen als Pausen übereinanderlegt, so müssen sich dieselben vollkommen decken. Man hat daher so die schärfste Kontrolle. Durch einige Übung im Anschauen der Bilder erlangt man aber auch eine gewisse Sicherheit in der Einschätzung der Bodenplastik aus einem Bilde allein und es bedarf nur noch weniger der Höhe nach gemessener Punkte, um die Höhenschichten richtig und mit allem Detail manuell einzuzeichnen. Dieses Verfahren dürfte wohl auch für die Zukunft das dankbarere bleiben, um so mehr, als die gegenwärtig vorhandenen Stereokomparatoren viel zu klein gebaut sind, um eine ganze Rundschau in dem notwendigen Maßstabe zur Ansicht zu bringen.

Die photographische Transformierung der schiefen Bilder in horizontale oder auch nur in die Verschwenkungsebene ergibt eine, doch wohl geringe Fehlerquelle für die parallaktische Höhenmessung. Um dieser entgegenzuarbeiten, muß die Basis relativ groß gewählt werden, bei 2000 m Höhe z. B. von zirka 1000 m Länge. Für die stereoskopische Betrachtung würde aber eine Basislänge von etwa 100 m weit vorteilhafter sein, da sich andernfalls lotrechte Objekte, z. B. Kirchtürme, wenn sich dieselben zwischen den beiden Standpunkten befinden, nicht mehr zu einem Bilde vereinigen lassen. Die Dächer der Gebäude schweben in der Luft, ebenso die Baumkronen. Die kurze Basis aber würde sich nur für horizontal aufgenommene Bilder eignen und daher wird ihre Anwendung sehr beschränkt bleiben.

¹⁾ Vom Erfinder E. v. Orel Stereoautograph genannt.

Ich habe die mir von Kapitän langer Fahrt Hauptmann Theodor Scheimpflug liebenswürdig zur Verfügung gestellten Bilder aus seinen Aufnahmen im Freiballon nach allen Richtungen hin ausgekostet. Ich kann hier nicht alle dabei gemachten Erfahrungen mitteilen, da der Raum, das Interesse und in vielen Fällen auch das Verständnis dafür mangeln würde; aber die eine Erfahrung muß ich anführen, daß die Methode der Ballonaufnahme durch keine andere Methode in bezug auf Leistungsfähigkeit und Darstellungstreue unter allen Verhältnissen ersetzt werden kann. Es wäre nur noch der Beweis zu erbringen, daß dieselbe auch von einer Expedition, die mit so geringen Mitteln ausgestattet ist wie die der beiden österreichischen Zoologen Dr. Penther und Dr. Pietschmann, ausführbar ist.

Ballonphotogrammetrische Aufnahmen während flüchtiger Reisen. Eigentlich sollte ich nun ebenfalls ein Programm entwickeln, das, auf den ältesten und neuesten Erfahrungen der Luftschiffer aufgebaut, alle Zweige der bezüglichen Wissenschaft berücksichtigend, in einem möglichst reich illustrierten Werke verschiedenste Projekte zur Darstellung brächte. Meine Richtschnur lautet aber: Erst machen, dann reden.

Den primitiven der Expedition zur Verfügung stehenden Mitteln entspricht der Drache und die Montgolfiere, d. i. der Heißluftballon, als Hebemittel. Bei der Animosität der Eingebornen gegen alle Meßmittel sind sie auch durchaus geeignet, den Zweck der Apparate zu verschleiern. Sie gelten einfach als Signale zur Verständigung mit dem vorausgehenden Teile der Expedition. Nach Dr. Pietschmann sind die Luftströmungen in Mesopotamien sehr stetig und kräftig. Daher werden die Aufnahmen zumeist mit dem Drachen auszuführen sein. Die ganze Aufnahme einschließlich des Steigenlassens des Drachens und des Hebens des Apparates muß in der aller kürzesten Zeit zu vollführen sein. Wie das zu machen ist, kann nur die Praxis lehren. Vorbilder für den Bau des Drachens und der Apparate sind mehr als genügend vorhanden; es wird sich nur darum handeln, die für die Verhältnisse der Reise entsprechendste Form und Ausführung zu wählen, eventuell zu verbessern.

Desgleichen kann erst nach dem Gewichte der fertigen Apparate, dem Gewichte der Schnüre und Holzversteifung die Größe des zu verwendenden Ballons, der naturgemäß möglichst klein sein sollte, berechnet werden. Der Ballon hat seine Arbeit als

unbemannter Freiballon zu erfüllen; erst nach getaner Arbeit wird er zum Fesselballon und zum Schlusse funktioniert er als Drache. Der Auftrieb eines Kubikmeters auf 100° C gebrachter Luft kann in Mesopotamien an heißen Tagen nur auf $\frac{1}{8}$ Kilo geschätzt werden. Diese Zahl muß der Anlage der Ausrüstung zugrunde gelegt werden.

Die Aufnahme, welche während der Hebung des Apparates zu geschehen hat, kann bei einigem Ausgleich der Lage des letzteren im freien Hange keine besondere Verschwenkung erleiden, und wenn, dann ist ja dieselbe leicht zu korrigieren.

Ich glaube, daß es möglich ist, eine ballonphotogrammetrische Aufnahme eines großen Landes in kurzer Zeit und mit geringen Mitteln durchzuführen.

Mesopotamien, das Land der ersten Ballonphotogrammetrischen Vermessung. Ich habe bereits in der Skizze Taf. XVI einen kleinen Teil des durch Dr. Pietschmann im Wege der Meßtischphotogrammetrie und Routenaufnahme kartierten Gebietes vorgeführt. Das Land wurde dreimal durchquert. Dr. Pietschmanns außerordentlicher Fleiß und sein richtiger Sinn für derlei Arbeiten haben uns das genügende Material zum Entwerfe einer Karte gebracht, welche als Grundlage für eine weitere Ausführung dienen könnte, besonders bei Benutzung des Originalmaterials, das während früherer Reisen und durch andere Forscher gewonnen wurde. Dr. Pietschmann würde gern das zwischen seinen Routen gelegene noch unbekannte Gelände in einer neuen Expedition selbst aufnehmen, wenn sich eine solche organisieren ließe; er möchte einen großen Teil von Kurdistan bis einschließlich des Wansees anfügen und dabei sammeln, was schwimmt, kriecht und fliegt.

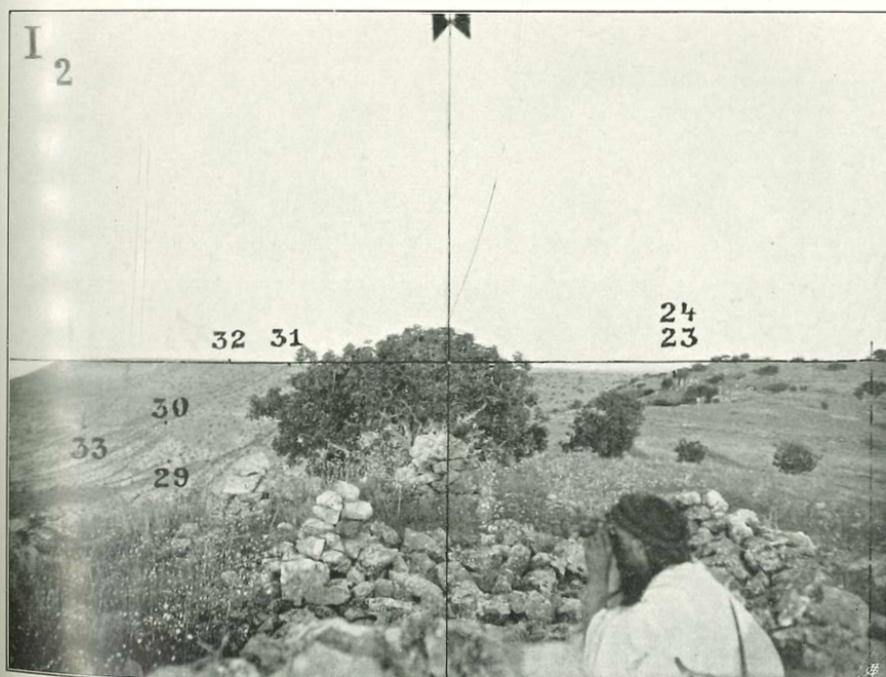
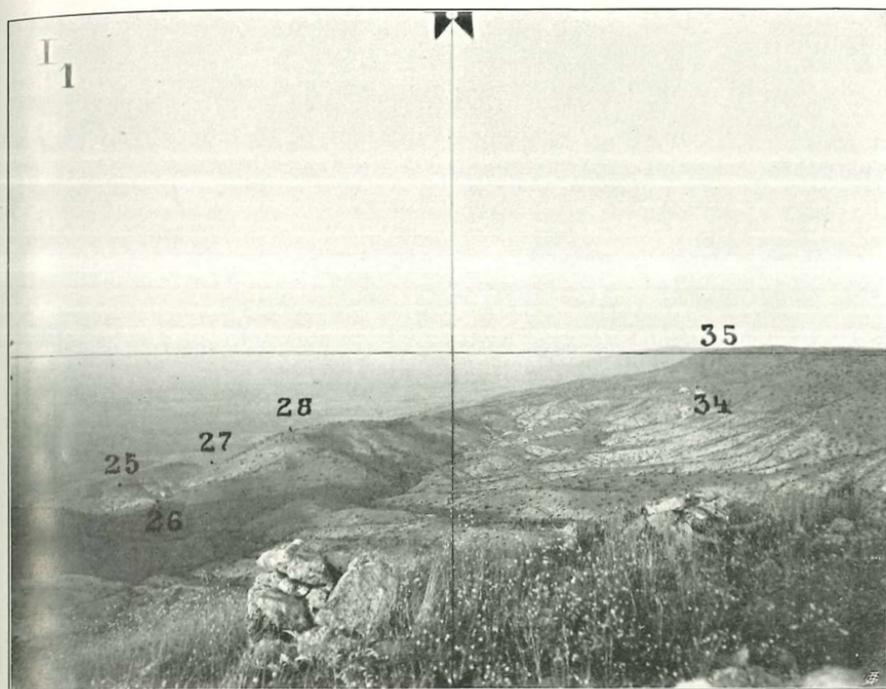
Es ist schon oft dagewesen, daß Forscher viel, manchmal sogar alles Erwartete schuldig geblieben sind. Bei Dr. Pietschmann stellt sich der Fall jedoch anders dar, da, selbst wenn die ganze geplante zweite Expedition resultatlos verlaufen sollte, die Resultate der ersten schon vollendeten Expedition vorhanden sind, die ja allein schon hohen Wert haben. Die geplante Ergänzung und Neuaufnahme des Landes aber kann in kurzer Zeit nur mit Hilfe der Ballonphotogrammetrie bewältigt werden.

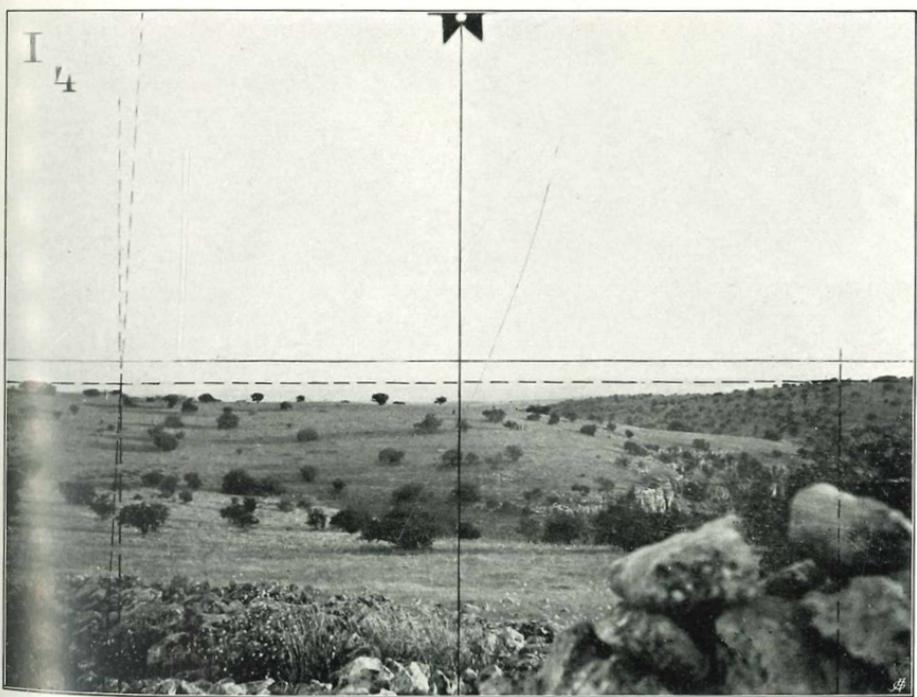
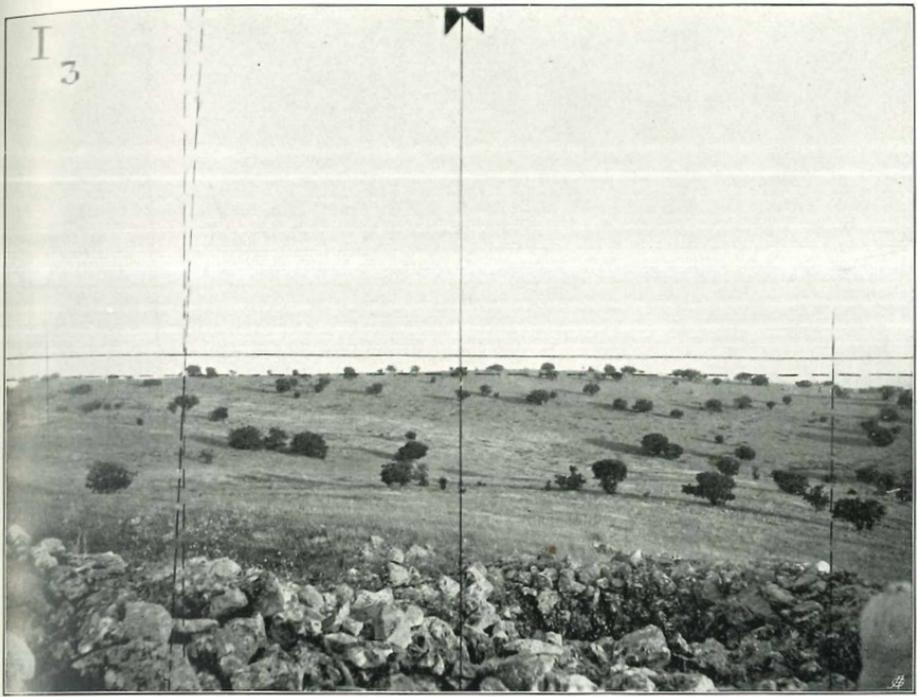
Herr Dr. Pietschmann kennt Land und Leute in Mesopotamien, ist mit den größten Räuberscheichs dort befreundet; da ist wohl die Möglichkeit vorhanden, die Aufgabe einem glück-

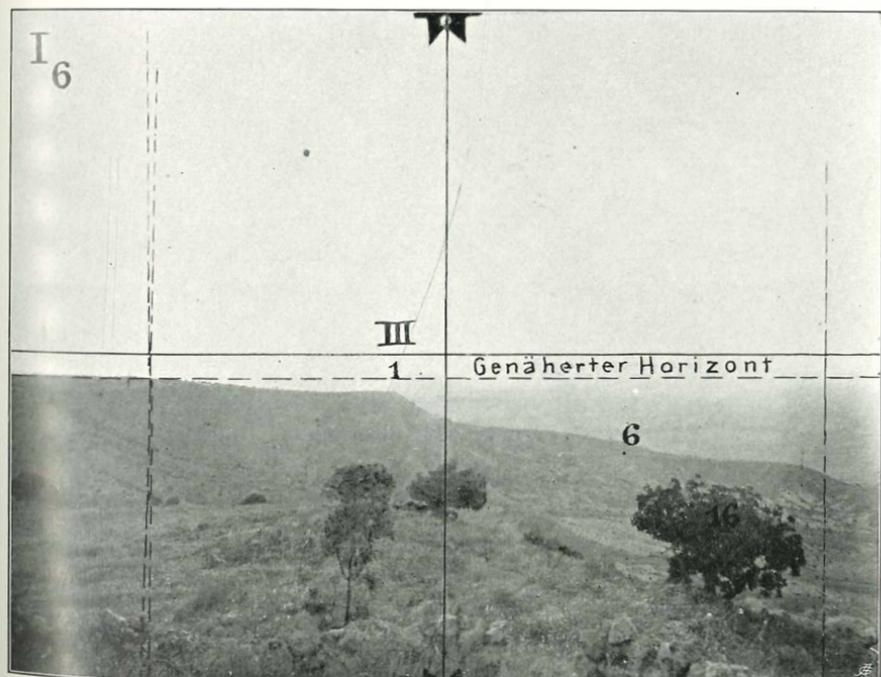
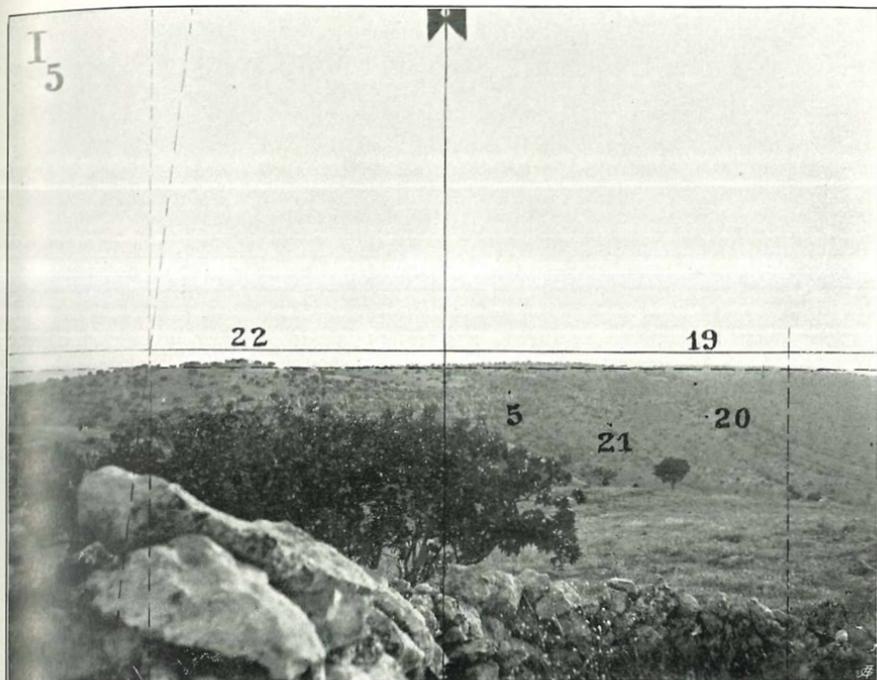
lichen Ende zuzuführen. Er wird aber auch die Expedition nicht antreten, ehe er seine Apparate, Drachen und Ballons gründlich ausprobiert hat.

Vielleicht trägt die Anfertigung meiner Kartenskizze und diese Studie, die wohl an andere Adressen gerichtet sind, indirekt zur Förderung seines Planes bei. Ich kann dann die Ausarbeitung des Materials der ersten Expedition in Ruhe sistieren, da dasselbe nur als Unterstützung des auf der geplanten zweiten Expedition neu zu erwerbenden Materials dienen wird. Ich kann aber auch die Ausarbeitung des ganzen Materials anderen Photogrammetern überlassen, da die Arbeit wohl eine viel, viel größere sein wird: sie wird ca. 200.000 km², also im Maßstabe 1 : 100.000 eine Kartenfläche von etwa 20 m² umfassen. Dabei wird sie freilich, da sie nur mit Ballonphotogrammetrie zu tun hat, auch viel, viel leichter durchzuführen sein.

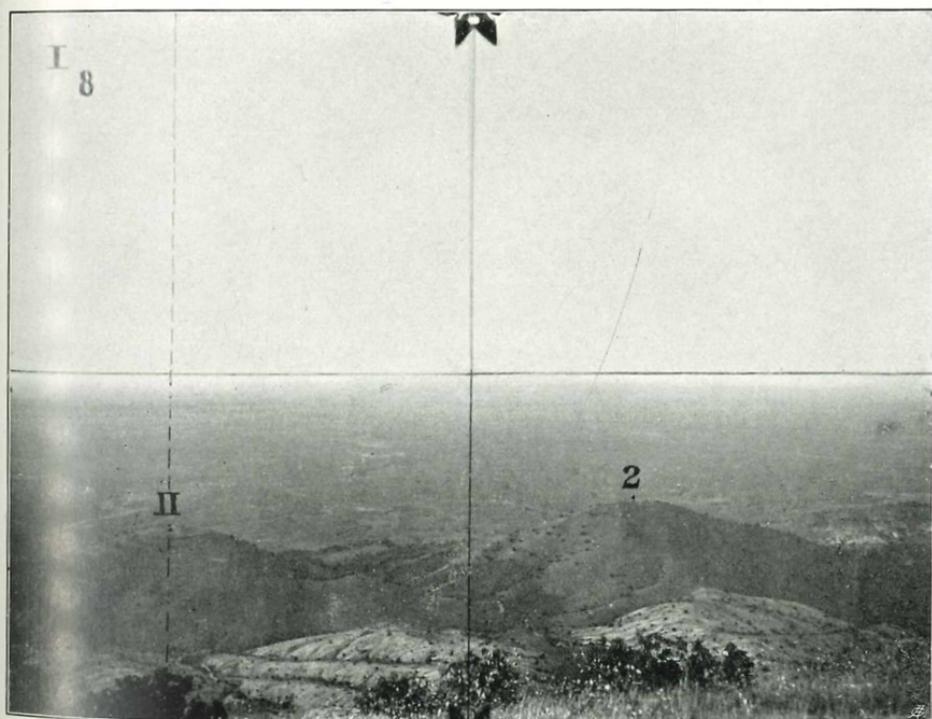
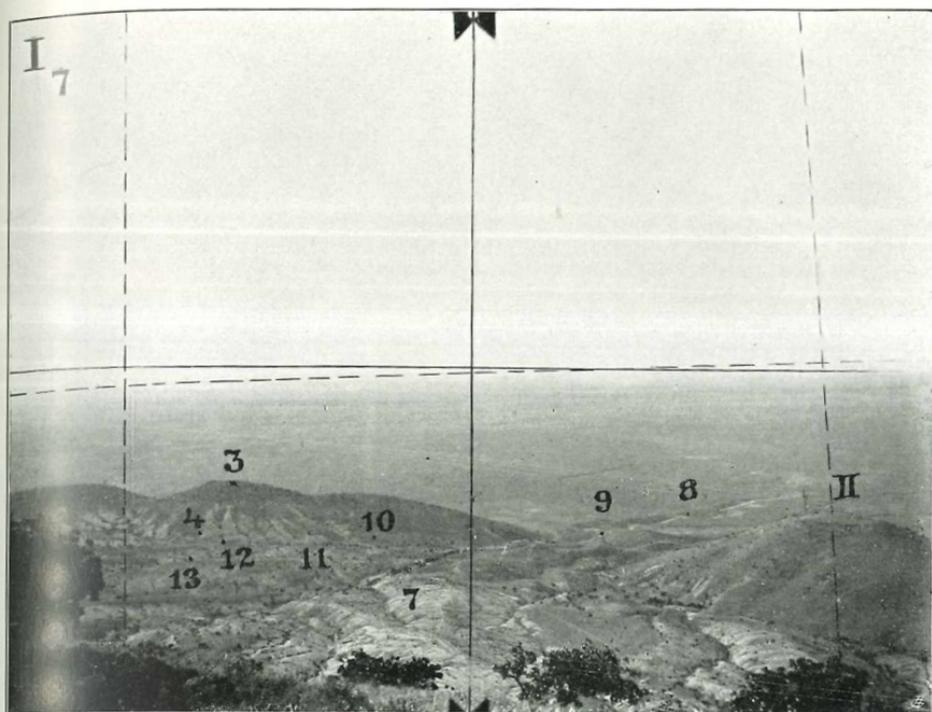
Das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien hat allen solchen wissenschaftlichen Forschungen stets das größte Entgegenkommen gezeigt; es wird zweifellos auch dieser neuen Aufnahmemethode und deren Ausarbeitung entgegenkommen. Da dasselbe in neuester Zeit eine eigene Abteilung für Photogrammetrie errichtet hat, so wird wohl naturgemäß diese Abteilung unter Oberleutnant E. v. Orels genial jungtatkraftiger Leitung diese Ausarbeitung übernehmen. Ich selbst begnüge mich gern mit dem Bewußtsein, die Photogrammetrie wieder um einen Schritt vorwärts geschoben zu haben.

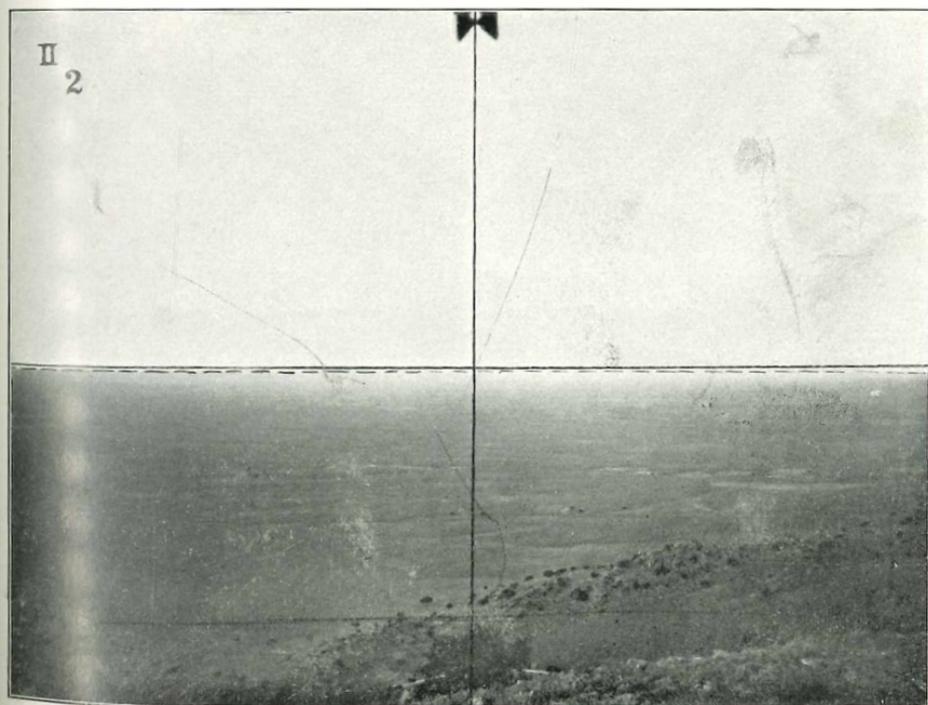
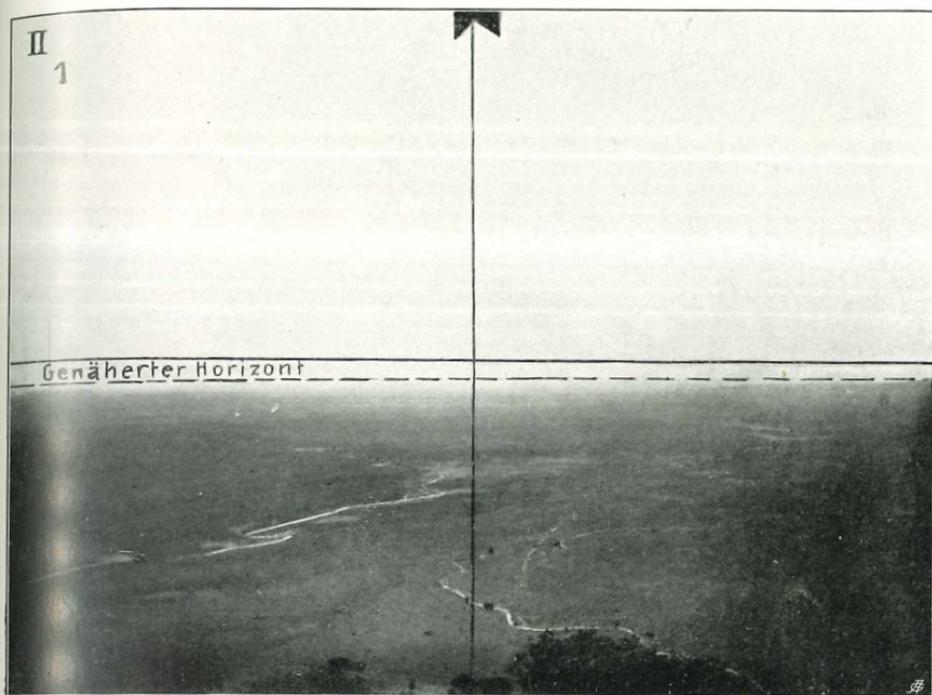


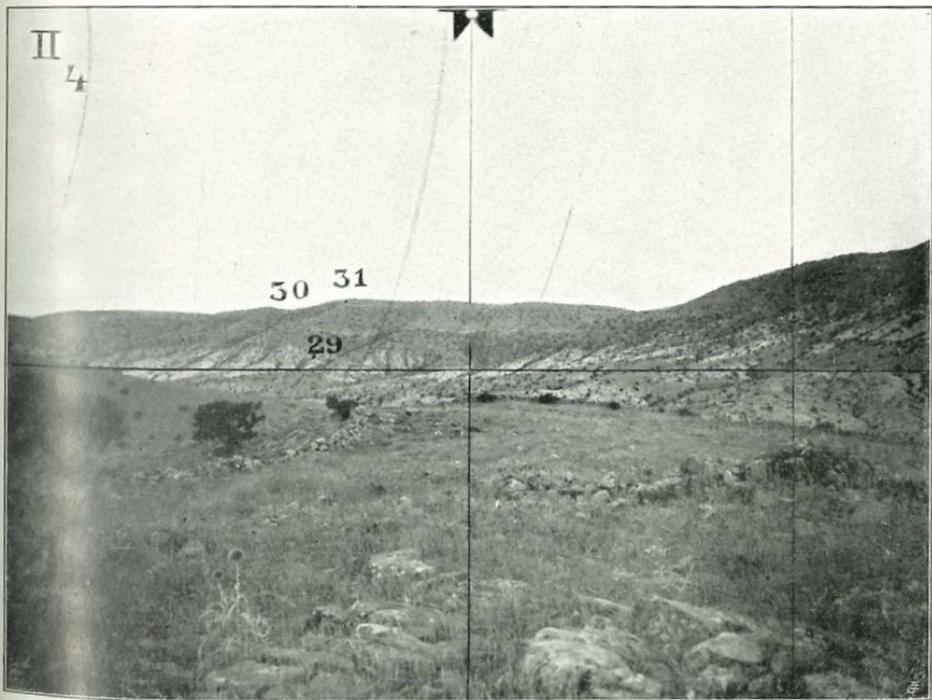
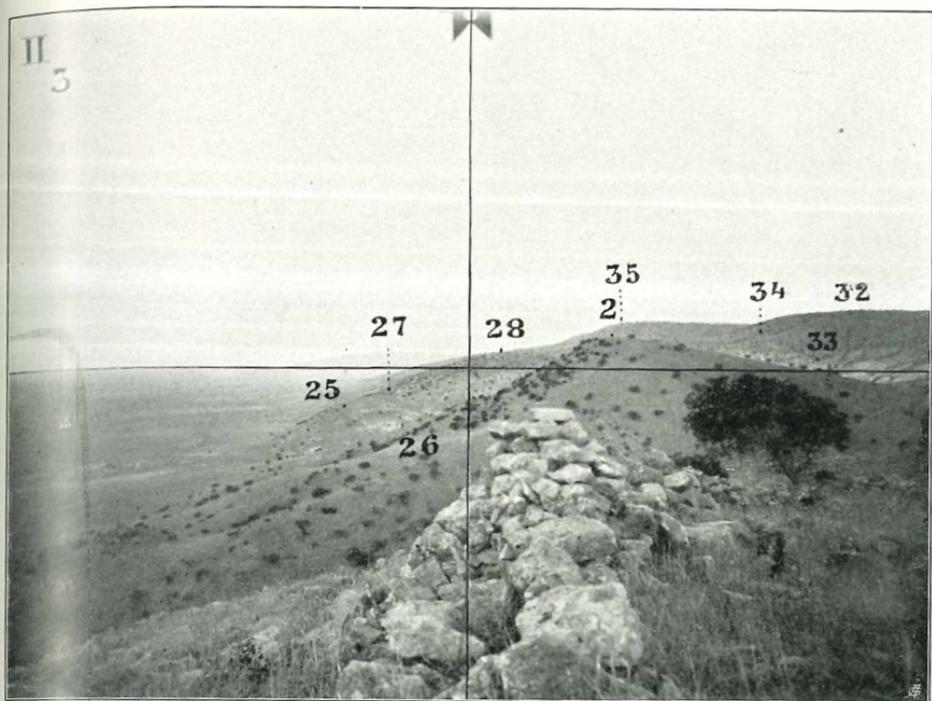












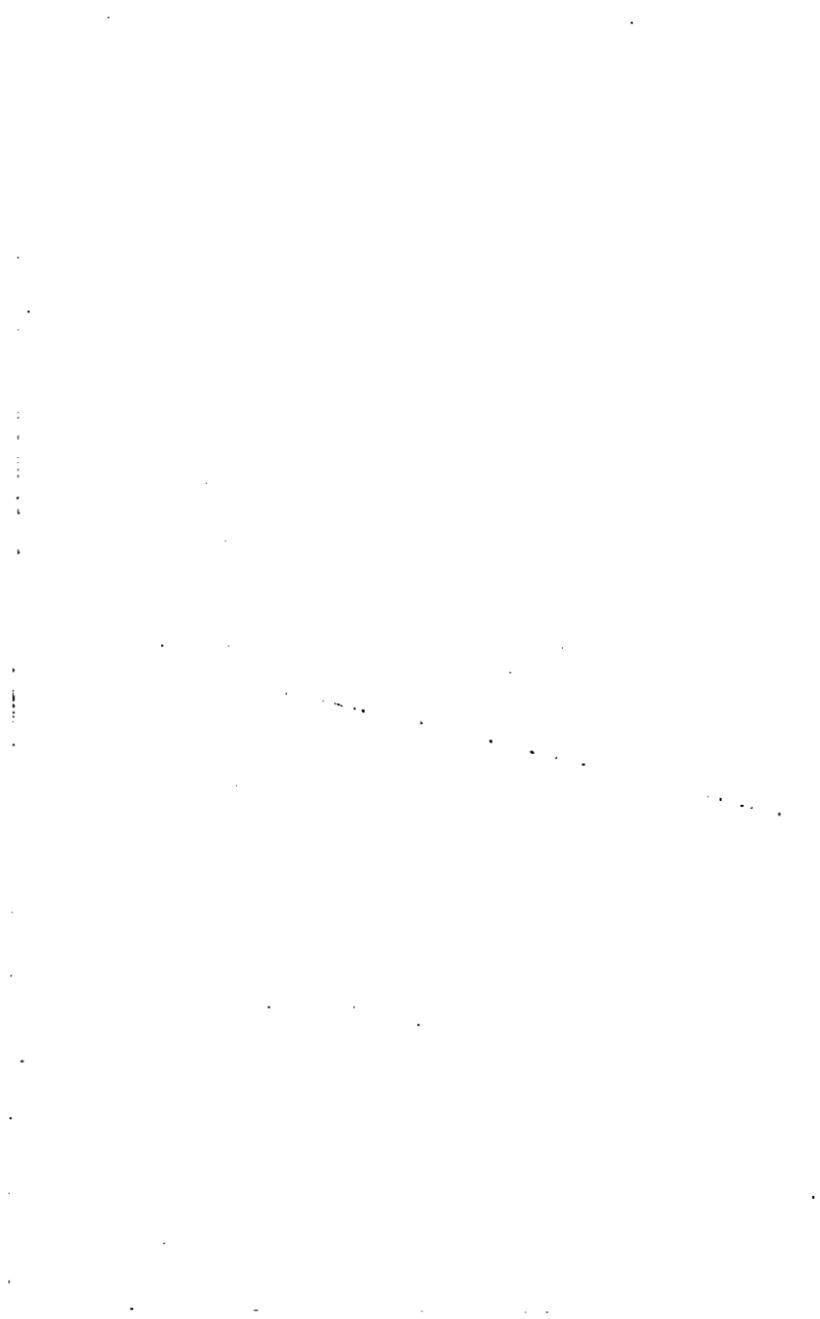
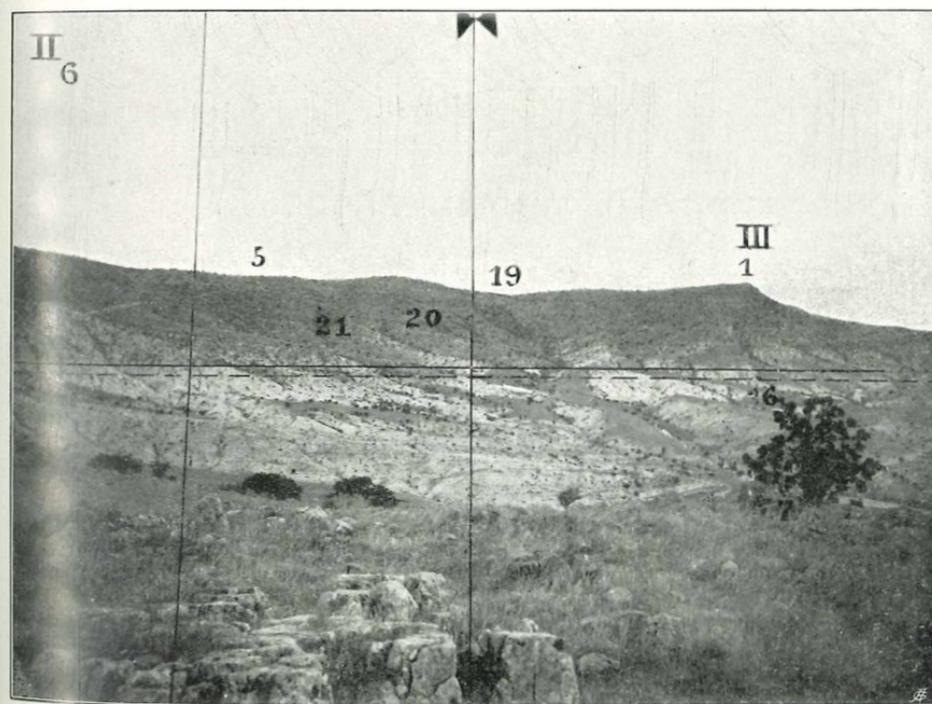
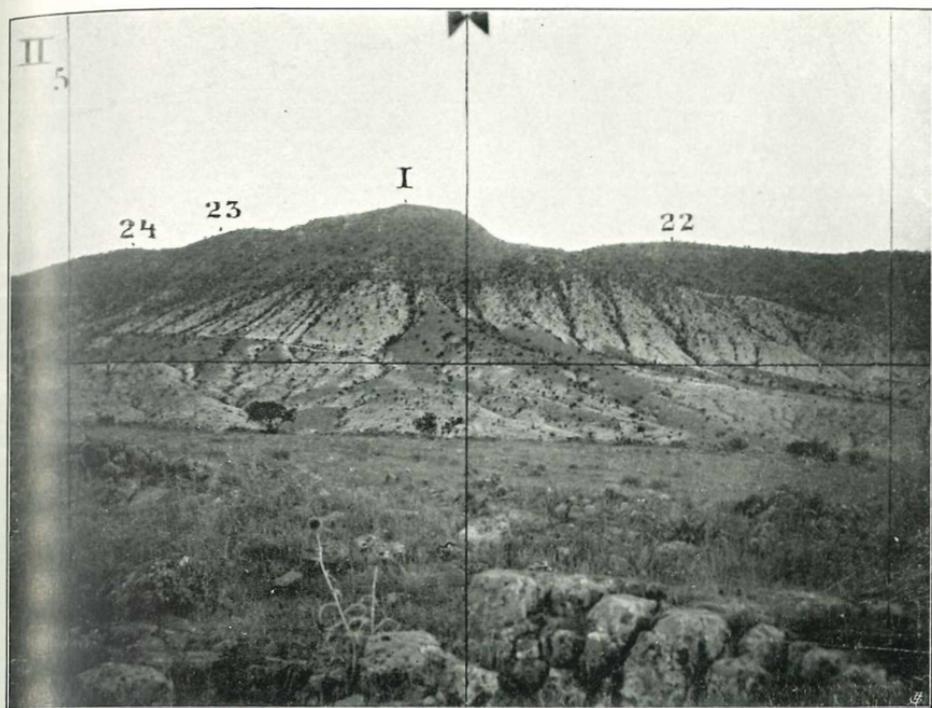
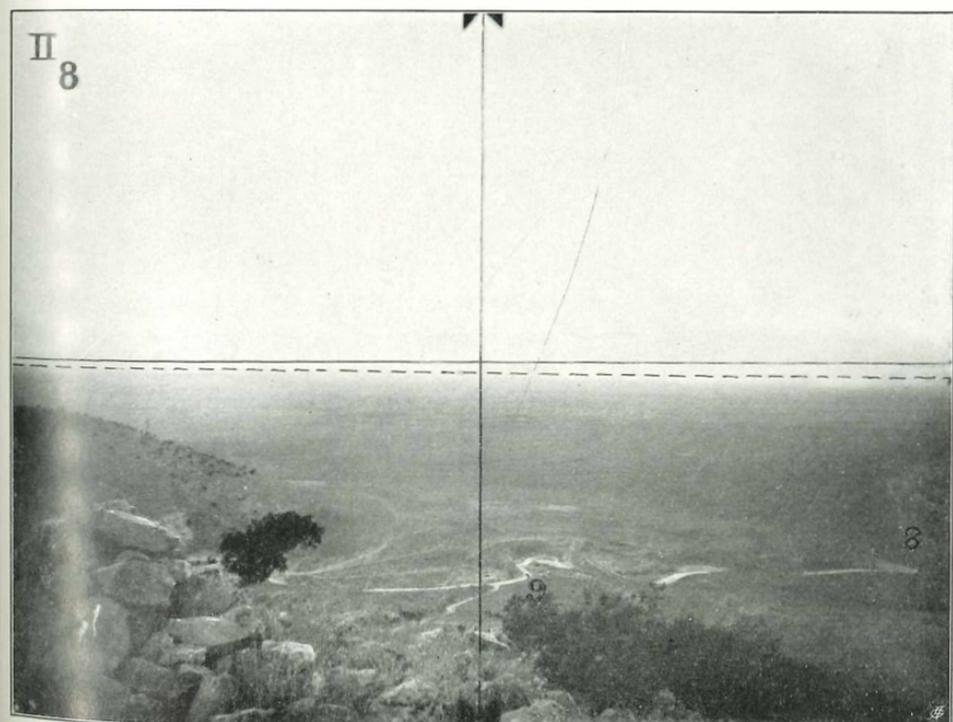
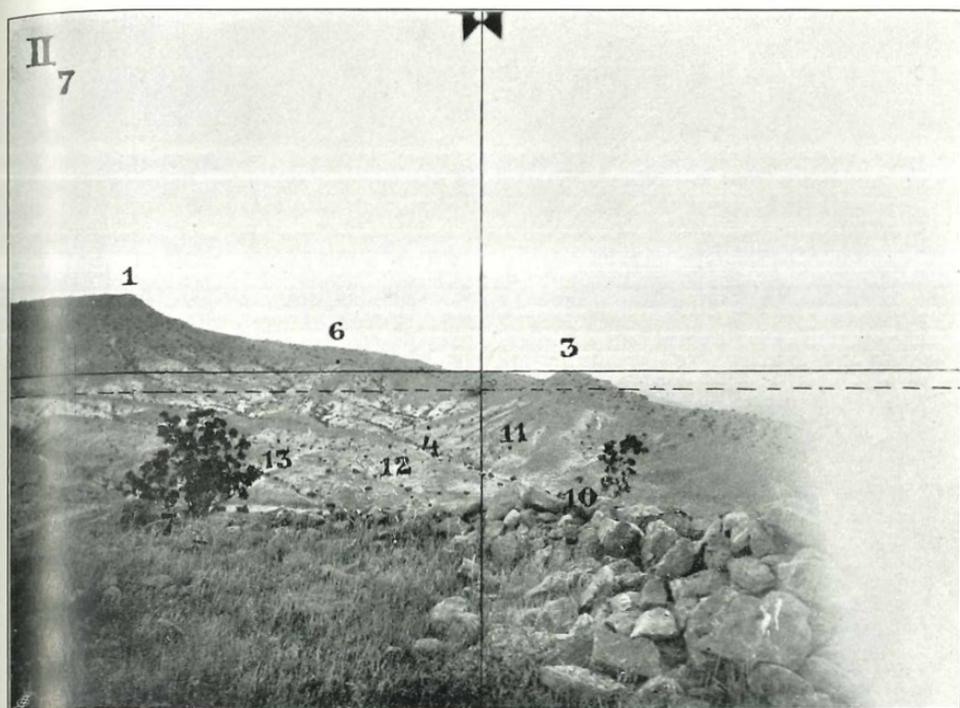
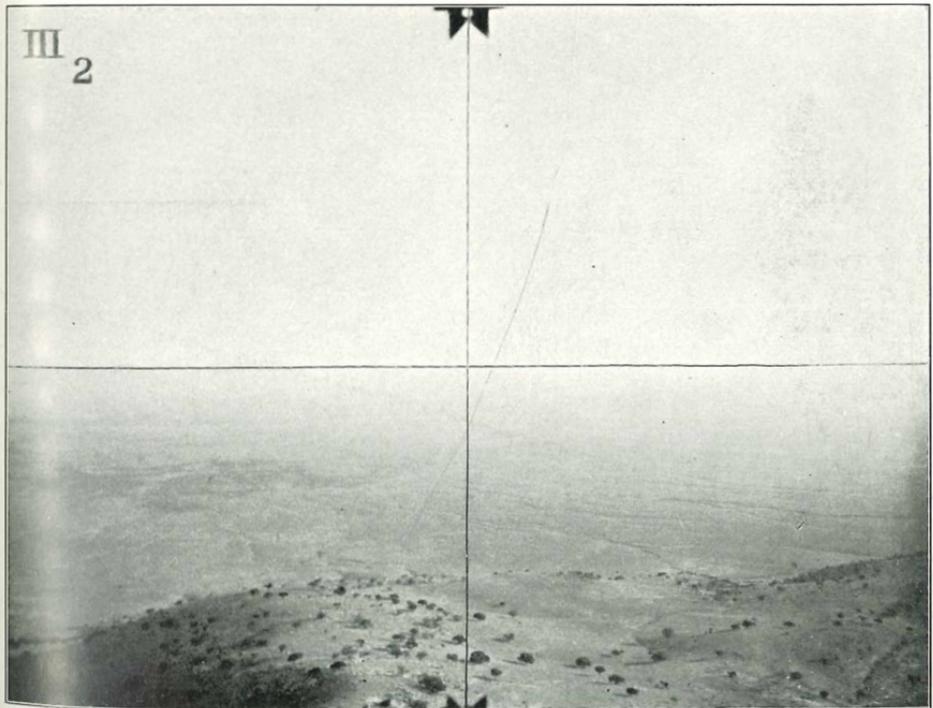
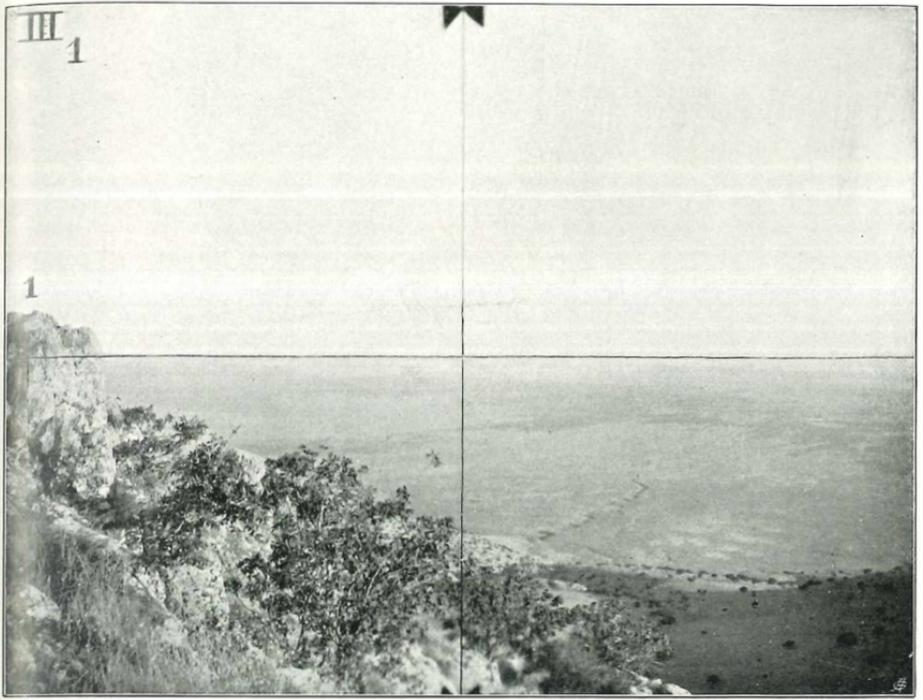


Figure 1. Relationship between the number of fish and the length of fish.

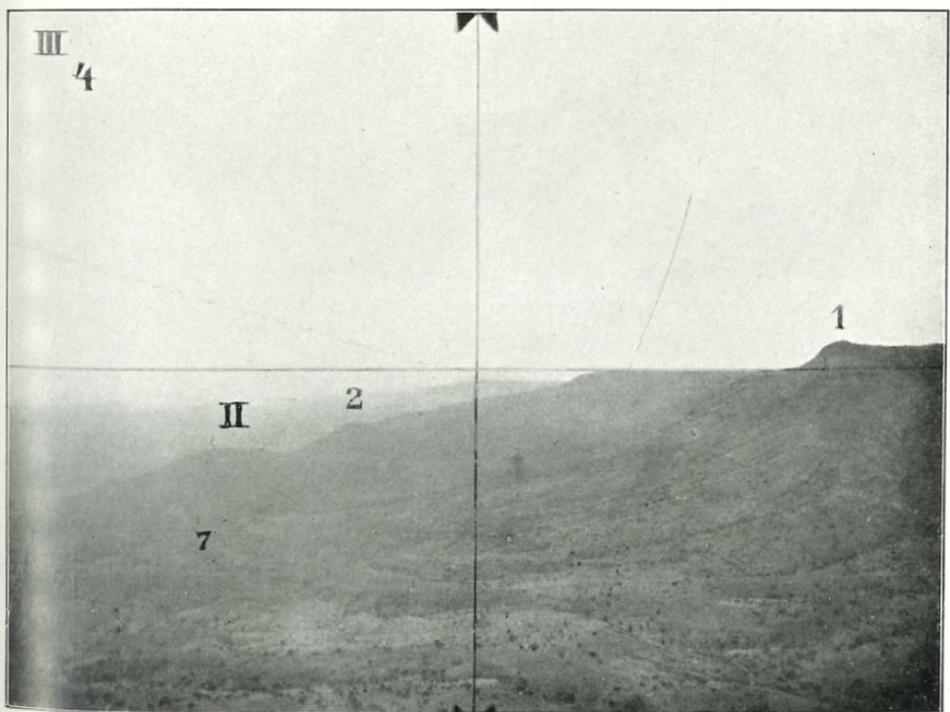
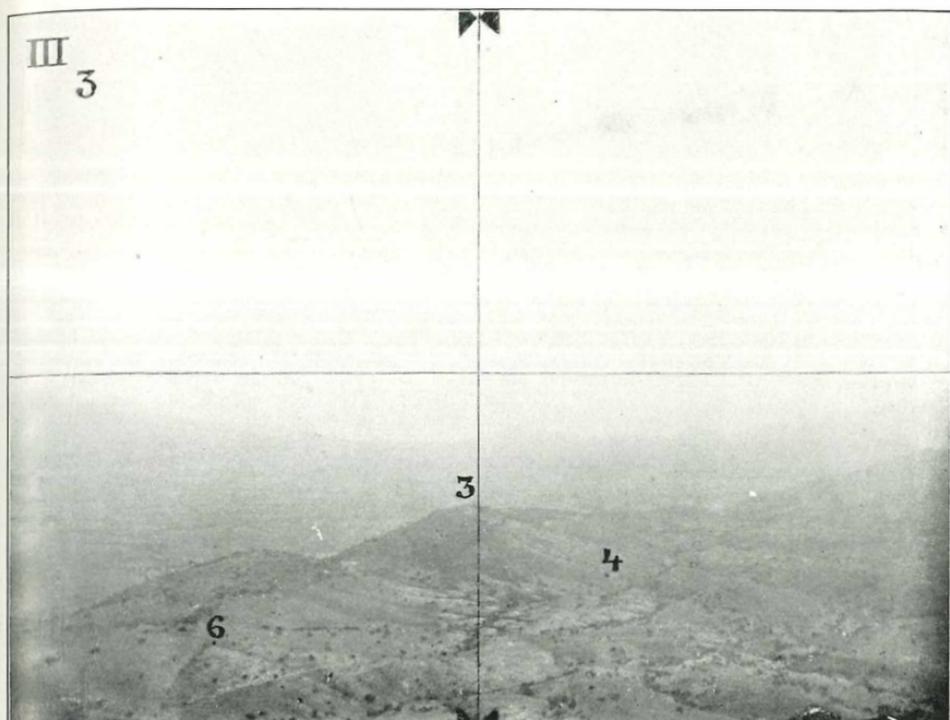


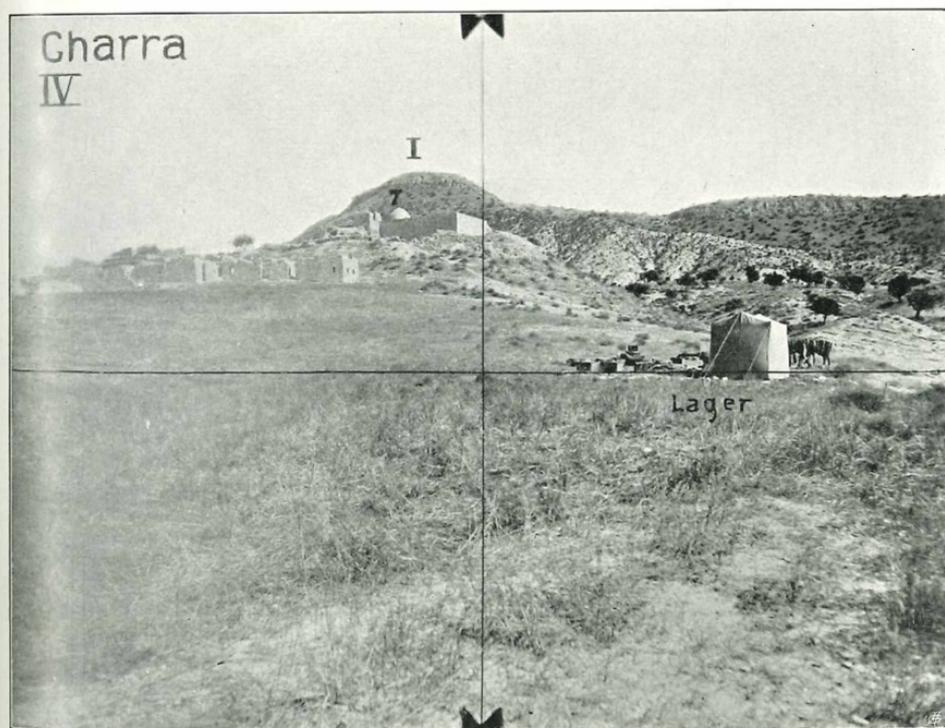
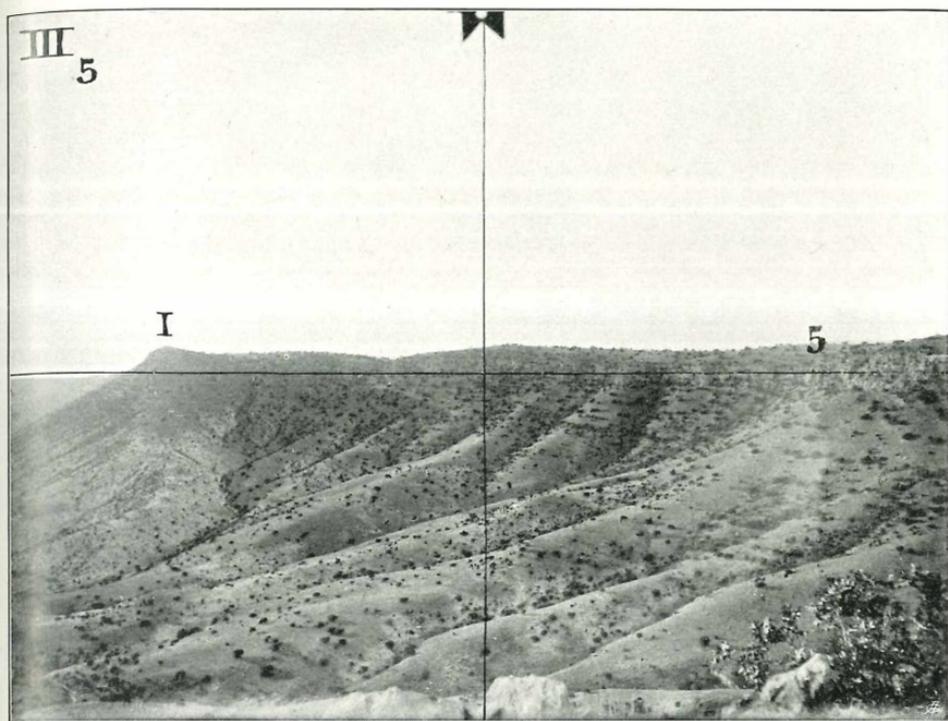


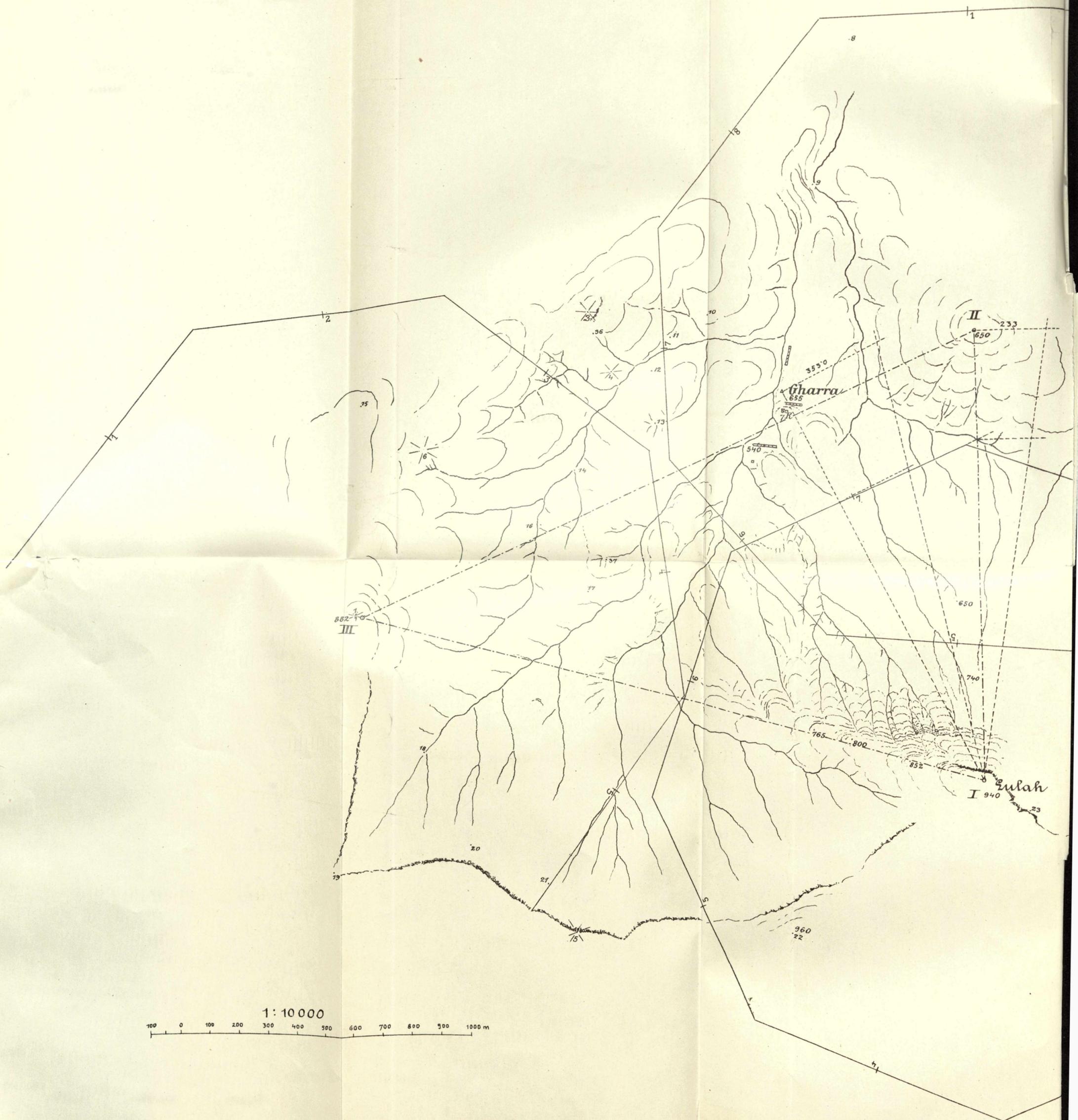




1875







STUDIE

zu

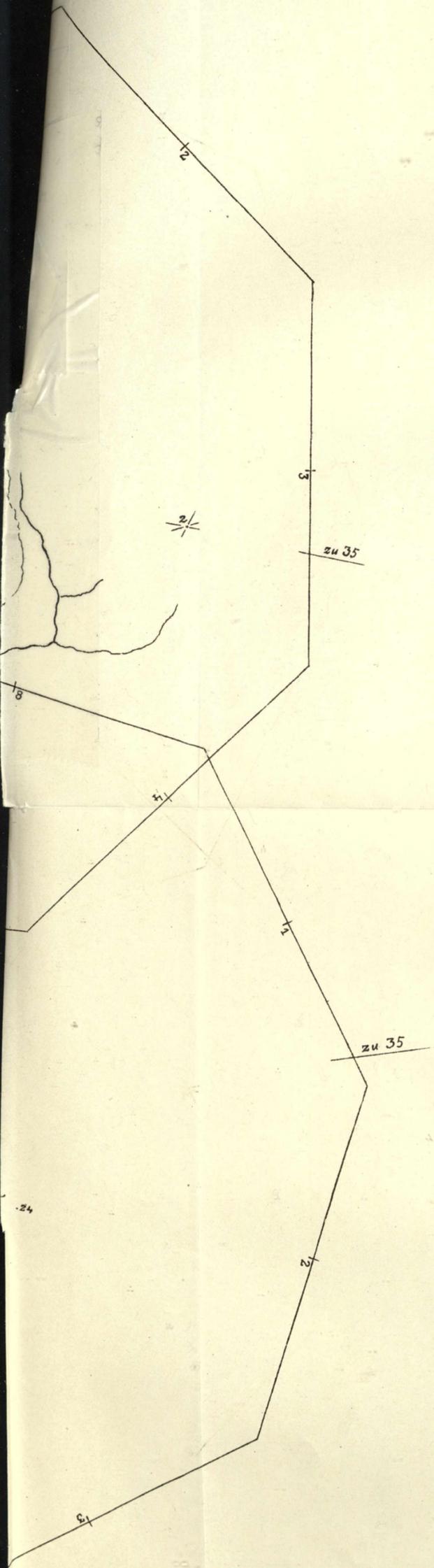
Dr. Viktor Pietschmanns

photogrammetrischen Aufnahmen in Mesopotamien

vom

techn. Oberoffizial Ignaz Tschamler.

Wien, Juni 1911.



25

26

27

28

34

33

29

30

32

31

24

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [54](#)

Autor(en)/Author(s): Tschamler Ignaz

Artikel/Article: [Studie zu Dr. Pietschmanns photogrammetrischen Aufnahmen in Mesopotamien im Jahre 1910. 409-431](#)