EXPEDITION S. M. SCHIFF „POLA“ IN DAS ROTHE MEER.

SÜDLICHE HÄLFTE.

(SEPTEMBER 1897 — MÄRZ 1898.)

XXII.

GEODÄTISCHE ARBEITEN

AUSGEFÜHRT VON

CÄSAR ARBESSER v. RASTBURG,

K. UND K. LINIENSCHIFFS-LIEUTENANT.

Mit 8 Karten und 2 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 9. MAI 1901

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Ausrüstung des Schiffes mit Aufnahmsbehelfen war im wesentlichen dieselbe, wie bei der ersten Expedition, nur wurde diesmal der große Messtisch sammt Zubehör nicht mitgenommen und bloß für das Arbeiten mit dem Detaillierbrette und die eventuelle Anwendung des photogrammetrischen Verfahrens vorgesorgt.

Da der im Vorjahre in Verwendung gestandene Messtisch-Photogrammeter diesmal nicht verfügbar war und die k. u. k. Kriegsmarine mittlerweile bei der Firma A. & R. Rost in Wien einen der jetzt für die Arbeiten des k. u. k. militär-geographischen Institutes normierten photogrammetrischen Apparate (Plattenformat 18×24 *cm*) angekauft hatte, diente dieser für unsere Aufnahme und wurde für dessen Verwendung vom Schiffe aus die für den alten Apparat erzeugte cardanische Suspensionsvorrichtung im k. u. k. Seearsenale für die neue Camera adaptiert.

Eine aus der Feder des Herrn k. u. k. Oberstlieutenants Arthur Freiherrn v. Hübl stammende detaillierte Beschreibung des Apparates nebst Erläuterung des ganzen Arbeitsvorganges bei photogrammetrischen Terrainaufnahmen ist im XIX. Bande der »Mittheilungen des k. u. k. militär-geographischen Institutes«, 1900, enthalten und dieser eingehenden Schilderung nichts beizufügen. Da ein eigener Theodolith für die Vornahme der Winkelmessungen nicht angeschafft worden war, fand hiefür der für die Azimuthbestimmung bei den erdmagnetischen Beobachtungen bestimmte astronomische Theodolith Verwendung. Wo dieses schwer transportable Instrument nicht hingeschafft werden konnte, bediente man sich für das Messen der Höhenwinkel eines Perspectivdiopters, welches vor der Ausreise nebst der Einrichtung zum Distanzmessen (3 Horizontalfäden im Fernrohre) auch einen vollständigen Höhenkreis (mit Reversionslibelle) erhalten hatte, dessen Nonius die directe Ablesung von Minuten gestattete.

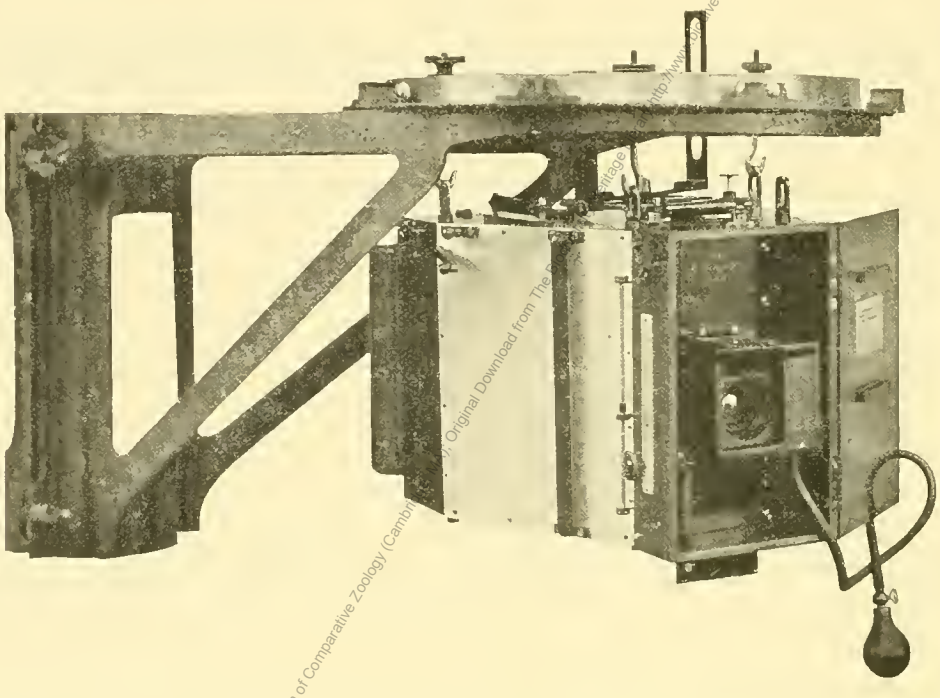
Das Detaillierbrett war so eingerichtet, dass es direct auf den drei Armen des Unterbaues der photographischen Camera befestigt werden konnte; man erreichte dadurch außer der Ersparnis der Mitnahme

eines zweiten Statives eine bei den angetroffenen häufig stürmischen Winden sehr erwünschte solide Aufstellung des Brettes und war in der Lage, nach Abnahme der Camera gleich am Aufnahmsblatte selbst die zur Orientierung der Bilder dienlichen Rayons zu ziehen.

Was die Anwendung des photogrammetrischen Apparates von Bord aus betrifft, wurde der gleiche Vorgang wie im Vorjahre beobachtet; um jedoch bequemer und sicherer arbeiten zu können, war eine hölzerne Plattform hergestellt worden, welche für die Zeit des Bedarfes an Ort und Stelle gehisst, mittels Stahldrahttoppenants und einer um die Stenge genommenen Rack gegen Schwankungen gesichert, als Standpunkt für die Manipulation mit der Camera am Top des Fockmastes zu dienen bestimmt war.

Die Art der Installierung der Camera in ihrer Suspensionsvorrichtung ist aus dem nebenstehenden Textbilde ersichtlich und bedarf keiner näheren Erklärung, der einzige Unterschied gegenüber der für den

Fig. 1.



Messtischphotogrammeter angewendeten Befestigungsweise bestand darin, dass man, um das umständliche und in Anbetracht des größeren Gewichtes der neuen Camera auch unsicherere Hantieren mit Schrauben und Schraubenzieher zu vermeiden, jetzt die Camera einfach mittels dreier an ihrer Decke befestigter Messingringe in die unten hakenförmig aufgebogenen Enden der drei im innersten Suspensionsringe gelagerten Horizontierungsschrauben einhängte. Das Anbringen eines Bleigewichtes zur Erhöhung der Stabilität war des an sich schon großen Cameragewichtes wegen für unnöthig befunden worden, wäre aber, wie die Folge lehrte, doch von Nutzen gewesen.

An Stelle des für die Feldarbeit bestimmten schweren Aufsatzdiopters trat auch hier ein leichtes, einfaches Fadendiopter, welches in den acht Panorama-Aufnahmsstellungen durch einen federnden Stellstift fixiert wurde, der in die — je 45° voneinander abstehend — in die Peripherie des Horizontalkreises eingeschnittenen conischen Vertiefungen einsprang.

Die Bildweite der Camera wurde vor Antritt der Reise vom Instrumentenpfeiler des SW-Thurmes der Sternwarte aus nach der allgemein gebräuchlichen Methode bestimmt, dabei auch die Überprüfung der Constructionsrichtigkeit aller Theile vorgenommen und nach der Rückkunft die ganze Untersuchung von neuem durchgeführt, wobei sich ergab, dass die Rectification des Instrumentes in keiner Weise gelitten hatte und auch die Bildweite übereinstimmend mit der ersten Bestimmung $d = 241 \cdot 5\ mm$ gefunden wurde.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So wertvoll und erwünscht auch für unsere Arbeiten der Besitz dieser Camera mit verhältnismäßig großer Bildweite war, — sie lieferte mehr als doppelt so große Bilder als der Messtischphotogrammeter, dessen Objectiv nur eine Brennweite von 155 *mm* besaß —, so machte sich beim Photographieren vom Schiffe aus, wenn — wie gewöhnlich — frischer Wind wehte, der Umstand sehr unangenehm fühlbar, dass jetzt auch die dem Winde dargebotene Seitenfläche der Camera mehr als doppelt so groß war. Dies erschwerte nicht nur das Horizontalstellen, sondern bewirkte auch ein fortwährendes Hin- und Herpendeln des Apparates in seinen Lagern.

Die durch den Winddruck hervorgerufene constante Neigung ließ sich wohl durch Auflegen von Bleistücken auf die Leeseite der Camera ausbalancieren; gegen das Schwingen jedoch half nur das Abwarten eines ruhigen Momentes, was natürlich die Arbeit sehr verzögerte und trotzdem manches verwackelte Bild ergab, so dass man sich genöthigt sah, um sicher zu gehen, alle Aufnahmen doppelt zu machen. Der Mangel eines rasch wirkenden Momentverschlusses wurde deshalb beim neuen Apparat sehr empfunden.

Die Entwicklung der belichteten — meist stark überexponierten — Platten wurde nur anfangs an Bord vorzunehmen versucht, da sie aber infolge der zu hohen Temperatur — in der Dunkelkammer fast nie unter 30° C. — größtentheils missglückte, die Heimsendung der Platten aber ebensowenig räthlich schien, als deren Aufbewahrung an Bord bis zur Heimreise, wurden die vor dem ersten Anlaufen von Massawa gemachten Aufnahmen dort entwickelt. Im Militärverpflegsmagazin auf der Insel Taulud fanden wir eine allen Anforderungen entsprechende Dunkelkammer eingerichtet, welche, von den königlichen italienischen Officieren viel benützt, uns bereitwilligst zur Verfügung gestellt worden war. Doch auch hier erhielt man trotz Anwendung aller bekannten Vorsichtsmaßregeln fast durchwegs so stark verschleierte Bilder, dass kaum noch Terraindetails darauf zu erkennen waren, sie also ihrem Zwecke nicht mehr genügen konnten; bloß wenige Bilder von den in Mohammed Ghûl und Mamuret el Hamidije aufgenommenen Panoramen ließen sich überhaupt noch bei der Construction der Hafenpläne verwenden.

Da die heißeste Jahreszeit nun vorüber und das Ende der Expedition schon nähergerückt war führten wir alle nach Mitte November belichteten Platten nach Pola mit, wo sie, vom Verfasser im Atelier des k. u. k. marine-technischen Comités entwickelt, fast ausnahmslos verwendbare Negative ergaben; auch die Herstellung der Copien wurde daselbst besorgt.

Die Ergänzung der Originalaufnahmen durch die aus den Bildern erkennbaren Details, sowie die Fertigstellung der Pläne geschah, wie im Vorjahre, wieder im k. u. k. militär-geographischen Institute, diesmal durch den k. u. k. Linienschiffslieutenant Hugo Kuschel.

Der Arbeitsvorgang bei der Ausführung der Lothungen sowohl, als bei der Mappierung am Lande, war ganz gleich dem im Vorjahre beobachteten, nur konnte diesmal auch aus dem Besitze eines tachymetrischen Perspectivdiopters wiederholt Nutzen gezogen werden.

Wo für die Bestimmung der Lothpunkte das Einschneiden von zwei Landstandpunkten nothwendig erschien, wurde die Hilfe des k. u. k. Linienschiffsfähnrichs Alfred Wilhelm in Anspruch genommen, die Vornahme der Lothungen selbst oblag wieder dem Steuermeister des Schiffes.

Fluthpegelbeobachtungen wurden nicht in dem Umfange angestellt, wie im nördlichen Arbeitsgebiete, man begnügte sich mit der beiläufigen Bestimmung der Zeit des Eintrittes von Fluth und Ebbe durch directe Ablesungen an einem Pegel und nahm, nachdem festgestellt war, dass auch im südlichen Theile des Rothen Meeres die mittlere Gezeitenhöhe mit 0·6 *m* angenommen werden darf, nach einem ganz approximativen Interpolationsverfahren die Reduction der innerhalb der 10 Meterlinie fallenden Lothungen auf Niedrigwasser vor, bei größeren Tiefen blieb — weil für die Schiffahrt belanglos — diese Correctur unberücksichtigt.

Die Karten VI bis VIII veranschaulichen die Anordnung des Triangulirungsnetzes, sowie die Lage der Basis und der für die photogrammetrischen Aufnahmen gewählten Standpunkte.

Die Karten I bis V sind eine Wiedergabe der vom Linienschiffslieutenant Kuschel gezeichneten Hafenpläne, welche im folgenden der Reihe nach besprochen werden sollen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Mohammed Ghúl.

(Aufnahms-Maßstab 1 : 5000, Karten I und VII.)

Da der in die englische Admiralitätskarte aufgenommene Plan dieses Hafens nur verhältnismäßig wenige Sonden enthält und man nicht sicher war, ob die im »Red Sea Pilot« enthaltene Warnung, den aus dem Jahre 1897 stammenden Plan des Ankerplatzes von Raweiya nur mit Vorsicht zu gebrauchen, nicht auch für den um neun Jahre älteren Plan des — auch in der Bucht von Raweiya gelegenen — Hafens Mohammed Ghúl Geltung habe, wurde eine das gesicherte Anlaufen dieses Ankerplatzes ermöglichende Ergänzung des Lothungsplanes angestrebt.

Von einer 324 *m* langen Basis ausgehend, wurde zunächst die Lage der die Einfahrt bezeichnenden Steinbaken und der Boje, dann zweier Standlinien für das Einrayonnieren der Lothungspunkte festgelegt, die Uferlinie bloß à la vue skizziert und gleich zur Auslothung jener Partien geschritten, welche einer Ergänzung bedürftig schienen. Durch zahlreiche Controllothungen ward constatiert, dass die englischen Tiefenangaben durchwegs zuverlässig sind, die oben erwähnte Kundmachung also nicht auch auf den Detailplan von Mohammed Ghúl bezogen werden darf.

Die Lage des vor der Einfahrt gelegenen, auf der englischen Karte nur approximativ angedeuteten 6 Fuss-Riffes wurde ermittelt und der ebendaselbst mit »no passage« bezeichnete Raum zwischen Festland und dem östlichen Einfahrtsriffe ausgelothet; die Auslothung eines diesem etwa $2^1/_2$ Kabel weiter östlich parallel laufenden und — da dem freien Auge gut wahrnehmbar — gewiss auch ziemlich seichten Riffes konnte des herrschenden Seeganges wegen nicht unternommen, daher nur dessen beiläufige Lage im Plane angegeben werden.

Die Aufnahme eines photographischen Panoramas von Bord aus erfüllte nur in geringem Maße ihren Zweck, für das Einzeichnen der Riffgrenzen weitere Anhaltspunkte zu liefern, da die Entwicklung der Mehrzahl dieser Bilder missglückt war; gerade hier, wo das Schiff rings von Riffen umgeben war, hätte sonst die Photographie für den gedachten Zweck gute Dienste leisten können.

Die Originalaufnahme wurde genau im Maßstabe des englischen Planes entworfen, Karte I gibt eine Reproduction in verkleinertem Maßstabe und enthält nebst den neuen auch die vorhandenen englischen Lothungen.

Mamuret el Hamidije (bei Lith).

(Aufnahms-Maßstab für den Lothungsplan 1 : 5000, für die Terrainaufnahme 1 : 20000, Karten II und VIII.)

Die 368·8 *m* lange Basis wurde dicht am flachen Strande ausgesteckt, im Osten der großentheils ganz neu gegründeten Ortschaft, welche den Seeverkehr der zwei Seemeilen weiter östlich gelegenen Stadt Lith und für die von dort in das Innere des Landes führenden Karawanenstraßen vermittelt. Die Aufnahme erstreckte sich nur auf den eigentlichen Ankerplatz und die nächste Umgebung der Ortschaft, d. i. den seewärts vom Schützengraben gelegenen Landvorsprung bis zu dem Südende der durch die Inseln Tahara und Kishrán gegen die See zu abgegrenzten Einbuchtung; die Stadt Lith selbst und die davor liegende Bucht mit einzubeziehen, war nicht thunlich, weil die türkische Ortsbehörde davon abgerathen hatte, sich aus dem Schutzbereiche der in Mamuret el Hamidije liegenden Garnison zu begeben. 55 Lothungen, deren Position durch Schnitte vom Lande aus bestimmt sind, geben die Tiefenverhältnisse des inneren Ankerplatzes, weitere 20 Lothungen wurden noch gemacht, um die Passage zwischen einigen Riffen genauer zu ermitteln.

Des durchwegs flachen Terrains wegen trat auch hier die photographische Camera nur vom Schiffe aus in Verwendung.

Akik Seghir.

(1 : 15000, Karten III und VI.)

Über diesen Ankerplatz, speciell aber über Anzahl und Lage der dem Orte gegen N vorgelagerten Inseln erhält man weder aus der Admiralitätskarte, noch aus dem »Red Sea Pilot« eine richtige Vorstellung,

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

darum wurde, von einer 489·8 *m* langen — vom Molo gegen W geführten — Basis ausgehend, zunächst die Position der drei Hauptinseln (mit der nördlichen davon ist noch ein kleines Inselchen durch riffiges Wasser verbunden) festgestellt und dann durch Lothungen der Abfall des Meeresgrundes im Osten dieser Inseln bestimmt. Seewärts vom Ankerplatze wurde nicht weiter gelothet, da man schon beim Einlaufen — von den Amarat Islands kommend und auf wenige Kabel von der Nordinsel passierend — bis nahe zum Ankerplatze immer an 14 *m* gelothet und sich durch Auslug von der Takelage die Überzeugung verschafft hatte, dass sich keinerlei Untiefen in Sichweite befänden. Auch die Durchfahrt zwischen den Inseln wurde prakticabel gefunden, nur die Auslothung des westlich davon gelegenen Theiles der Rhede, der zur Zeit des Vorherrschens der SE-Winde — hier aus E bis ESE wehend —, der besseren durch die Inseln gebotenen Deckung wegen, der Vorzug gebührt, konnte nicht zu Ende geführt werden und bedarf noch dringend einer Ergänzung, da an einer Stelle das Loth nur 5 *m* Tiefe anzeigte und das Vorhandensein noch anderer Untiefen nicht ausgeschlossen ist.

Nicht nur für die Lothungen, sondern auch für die Mappierung am Lande war der herrschende frische E-Wind sehr hinderlich, gepaart mit einer ungewöhnlich großen Hitze machte er zu vorgerückter Tageszeit fast jedes Arbeiten unmöglich.

Um eine größere Uferstrecke und als Anlaufmarken die dem Ufer nächstliegenden Berge mit aufnehmen zu können, wurde vom Commandanten der Fortsbesatzung die Beistellung von fünf Militärreitthieren erwirkt; dies ermöglichte ein rascheres Vorwärtskommen und beugte einer Übermüdung der Mannschaft vor. Mit der Absicht, vom 178 *m* hohen Gipfel des höchsten Uferberges einige weiter entfernte Punkte anzurayonnieren, wurde der drei Seemeilen lange Weg bis zu seinem Fuße zu Kameel zurückgelegt doch schon während des Anstieges erhob sich ein derartiger Sandsturm, dass die unteren Luftschichten völlig undurchsichtig wurden und weder mit dem Messtische, noch der Camera etwas ausgerichtet werden konnte. (Karte VI macht die Lage dieses Standpunktes ersichtlich.) Für die Construction des Planes musste, da die Zeit auch nicht mehr zur Vollendung der Detaillierarbeit gereicht hatte, die von Bord aus gemachte photographische Aufnahme benützt werden.

Kamarán.

(1 : 5000, Karten IV und VIII.

Hier begünstigte die geschlossene Form des Hafenbeckens und der stellenweise steile Abfall des gegen 10 *m* hohen Ufers sowohl den raschen Fortschritt der Aufnahme mit dem Detaillierbrette, als auch die Anwendung des photogrammetrischen Verfahrens. Die 554·6 *m* lange Basis war vom Grunde der Bucht landeinwärts gewählt worden, die photogrammetrischen Standpunkte je einer an der nördlichen und südlichen Einfahrtslandspitze, einer auf den Zinnen der Fortruine und einer auf dem Hügel nahe dem NW-Ende der Bucht. Da durch vor Anker liegende Schiffe ein Theil des Ausblickes vom nordöstlichsten Standpunkte auf das gegenüberliegende Ufer maskiert war, musste noch ein fünfter Standpunkt mit freierer Aussicht eingeschaltet werden.

Das Meeresbodenprofil wurde durch 115 theils radial vom Schiffe aus, theils nach Deckpeilungslinien angestellte Lothungen mit mehr als ausreichender Genauigkeit bestimmt.

Abayil.

(1 : 15000, Karten V und VII.)

Dieser für die Jahreszeit des SE-Monsuns vorzügliche Ankerplatz wurde, da der Meeresgrund dort frei von allen Untiefen zu sein scheint, weniger dicht ausgelothet und auch nur eine kleine Uferpartie von der 298 *m* langen, am sandigen Südstrande der Bucht abgesteckten Basis aus mit dem Detaillirbrette aufgenommen. Hauptsächlich handelte es sich hier um Bestimmung der Lage von den gute Peilobjecte abgebenden vulcanischen Bergkegeln.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Gipfelpunkt des 95 *m* hohen Uferkraters bot eine vorzügliche Rundsicht und wurden die von dort aus aufgenommenen Panoramabilder auch dazu benützt, um die außerhalb des Dreiecksnetzes fallende östliche Fortsetzung der Uferlinie und im Vereine mit den von anderen Standpunkten aus aufgenommenen Bildern auch die Configuration des etwas über eine Seemeile entfernten Saddle-Island zu construieren.

Schlussbemerkungen.

Die untergeordnete Bedeutung der Uferländer des Rothen Meeres für den Welthandelsverkehr hat es bisher nicht der Mühe wert erscheinen lassen, die topographische Aufnahme dieses Gebietes bis ins Detail durchzuführen und sind bisher außer der das ganze Meer in fünf Blättern darstellenden englischen Admiralitätskarte (Maßstab 1 : 700000) nur wenige Specialkarten erschienen, welche die Zufahrt zu den Haupthäfen und einige als Schlupfwinkel benützbare Ankerplätze in genügend großem Maßstabe darstellen.

Doch auch diese Navigationsbehelfe enthalten noch manches Riff von nur annähernd bestimmter Position und viele Gebiete sind noch gar nicht oder höchst unvollkommen aufgenommen worden. So ist z. B., die einen der productivsten Theile Arabiens gänzlich von der offenen See abschneidende, durchschnittlich 50 Seemeilen breite Farisanbank noch derart unvollständig kartographisch bestimmt, dass, trotzdem die einheimischen Segler größeren Tiefganges sie an mehreren Stellen zu traversieren pflegen, es kein Dampfschiff wagen darf, die 350 Meilen lange Uferstrecke zwischen Lith und Kamarán anders als von diesen beiden Endpunkten aus anzulaufen.

Wohl mag der Mangel an zuverlässigen Karten zum Theile mit daran schuld sein, dass sich fremde Nationen gar nicht an der ziemlich regen Küstenschifffahrt betheiligen, es liegt also in diesem Gebiete noch ein großes Feld der Thätigkeit für den Mappeur offen. Hauptsächlich sind es die Lothungen, an denen es uns dort noch sehr fehlt, für praktische Zwecke wäre aber auch dadurch schon viel gewonnen, wenn die Grenzen der mit dem Auge wahrnembaren Riffe auf den Karten angegeben wären, denn hier, wo fast durchwegs Korallenbauten die Riffe bilden, fallen deren Ränder meistens so steil zur Tiefe ab, dass man sich ihnen mit einem bis zu 5 *m* tauchenden Schiffe bis auf kurze Distanz nähern kann. Immer aber, wenn die Beleuchtung günstig ist und nicht zufällig Felsentrümmer oder Algen den Meeresgrund dunkel färben, reicht die Verfärbung des Wassers bis nahe an die 5 *m*-Linie heran, es bietet demnach die Photographie ein bequemes Hilfsmittel, dasjenige für die Construction der Karte zu liefern, was der Seemann zunächst braucht: die Grenzen des fahrbaren Wassers und zugleich auch eine Küstenansicht, welche unter Umständen recht gute Dienste zu leisten vermag. Natürlich erspart man sich dadurch nicht die nachträgliche Auslothung des nach diesem ersten Entwurfe als tief bezeichneten Wassers. Viele Inseln und manche Partien der beiderseitigen Festlandsküsten bieten günstige Aufstellungspunkte für die Anwendung des photogrammetrischen Verfahrens, wo aber das Ufer bis weit landeinwärts flach ist, wird man darauf angewiesen sein, den Apparat vom Vermessungsschiffe selbst aus zu gebrauchen. Ist man in der Lage, den Schiffsort hinlänglich genau zu bestimmen, dann darf man die von Bord aus aufgenommenen Bilder zur Lösung derselben Constructionsaufgaben benützen, wie solche, die von Landstandpunkten aus aufgenommen sind, also in erster Linie zum Einrayonniren von Terrainpunkten. Hiebei kommt es nicht so sehr auf große Apparathöhe an, als wenn man sich die Aufgabe stellt, aus den Bildern nicht bloß die Richtung, sondern auch die Entfernung der Punkte vom Apparatstandpunkte zu berechnen. In diesem Falle, wo die Apparathöhe die Standlinie für die Distanzberechnung abgibt und mit zunehmender Höhe sich die Größe des aus allen Fehlerquellen zusammen resultierenden Distanzfehlers verringert, wird man trachten müssen, den Apparat möglichst hoch zu installieren, also, wenn thunlich, am Top des höchsten Mastes.

Nach den gesammelten Erfahrungen sieht man aus 30 *m* Höhe die Grenzen des verfärbten Wassers zwar schon mit freiem Auge auf mehr als zwei Meilen, doch nur die grellen Farbencontraste, nicht aber solche, wie sie weniger seichten Untiefen im Vergleiche zum fahrbaren, aber nicht viel über 10 *m* tiefen Wasser entsprechen: mit voller Sicherheit und so scharf, dass sie auch in der Photographie zum Ausdrucke

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kommen, sieht man sie erst innerhalb sieben bis acht Kabel, man darf daher, um den Actionsradius der photographischen Aufnahme nicht allzusehr herabzumindern, 25 *m* als die geringste Höhe angeben, aus der es sich noch verlohnt, solche Aufnahmen zu machen.

Das Hauptaugenmerk wird dabei auf gute Horizontierung der Camera im Momente der Aufnahme zu richten sein und darauf, dass längs der aufzunehmenden Uferlinie oder den Riffen mindestens so viele auch in der Photographie gut erkennbare, durch Triangulierung bestimmte Signalzeichen ausgesteckt sind, dass deren je zwei pro Panoramabild mit aufgenommen werden. Meistens gestattet es die Wassertiefe, solche Signale am Riffe selbst aufzupflanzen, wenn nicht, wird man Boote oder sonstige gut sichtbare Schwimmobjecte an den geeignetsten Stellen verankern und deren Lage durch Anrayonieren ermitteln.

Der an Bord S. M. Schiffes »Pola« in Verwendung gestandene Apparat, sowie dessen Installierungsweise entspricht allen Anforderungen, nur wird es nöthig sein, seine Stabilität durch Tiefersetzung des Schwerpunktes (Einschrauben einer Stange mit Bleigewicht in den untern Boden der Camera) noch zu erhöhen und dem Anpralle des Windes an die Seitenwände durch einen bloß das Objectiv freilassenden, leicht abnehmbaren Schutzschirm vorzubeugen, der oben durch den fixen Tragring der Suspensionsvorrichtung, unten durch einen um die Stenge gelegten Bügel festgehalten wird. Durch diese Vorkehrungen dürfte der lästigste Übelstand — und auch die Hauptfehlerquelle — das fortwährende Pendeln der Camera bedeutend verringert werden.

Im Nachstehenden soll noch gezeigt werden, welcher Einfluss auf das Resultat — die gesuchte Distanz des Terrainpunktes — den beiden Hauptfehlern der photogrammetrischen Methode zukommt:[1] 1. der Unsicherheit im Abmessen der Ordinatenabstände am Bilde, d. i. der senkrechten Entfernung des Bildpunktes von der Horizontlinie des Bildes und 2. der Unsicherheit im Horizontieren der Camera, welche im Momente der Aufnahme so stehen sollte, dass die senkrecht auf der Platte stehende optische Axe des Objectives sowohl, als die am Plattenrahmen die Horizontlinie markierende Verbindungslinie der gegenüberliegenden Einkerbungen (oder Zähne) genau horizontal gerichtet sind.

Wir bezeichnen mit H die bekannte Apparathöhe und mit D die horizontale Entfernung des Terrainpunktes P vom Apparatstandpunkte in Metern, mit α den Depressionswinkel dieses Punktes unter dem Apparathorizonte, mit y den auf der Platte oder der Papiercopie gemessenen Ordinatenabstand und mit d die bekannte Bildweite der Camera (beides in Millimetern), endlich mit Δy den Messungsfehler, mit $\Delta\alpha$ den Horizontierungsfehler und mit ΔD den sich daraus ergebenden Fehler in der berechneten Distanz.

Da $D : H = d : y$, ergibt sich die Distanz aus der Formel

$$D = \frac{Hd}{y} \qquad 1)^{2}$$

Die Bestimmung von H und d darf als zuverlässig angenommen werden, und da beide Größen für den einmal gewählten Apparatstandpunkt immer constant bleiben, ist für die Aufstellung der Fehlergleichung nur y als veränderlich anzusehen, daher $\Delta D = -\frac{Hd}{y^2}\Delta y$. Da diese Gleichung jedoch nicht deutlich genug zeigt, in welchem Maße der Einfluss des Messungsfehlers Δy mit Zunahme der Entfernung D wächst, setzen wir für y den Wert $y = \frac{Hd}{D}$ aus 1) ein und erhalten:

$$\Delta D = -\frac{D^2}{Hd}\Delta y. \qquad 2)$$

---

[1] Über die bei der gewöhnlichen Terrainaufnahme erreichbare Genauigkeit enthält die eingangs citierte Abhandlung detaillierte Aufschlüsse.

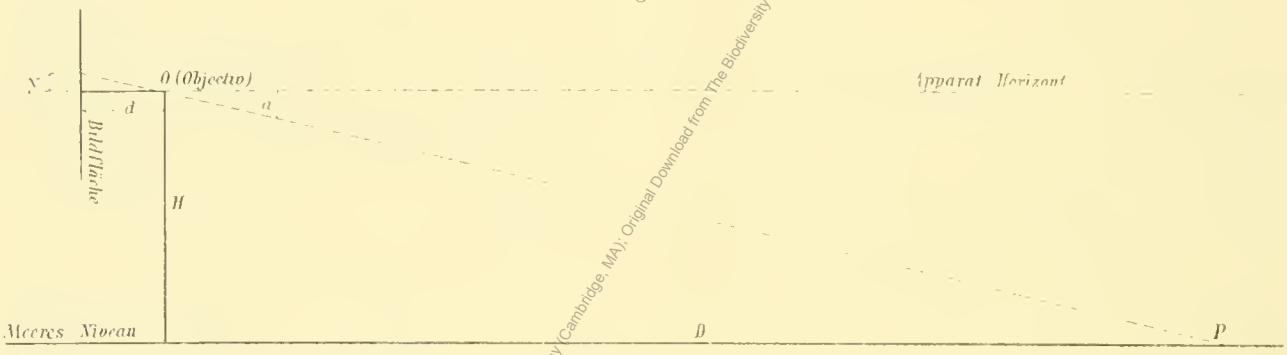
[2] Nur für einen in der verticalen Mittellinie des Bildes liegenden Punkt ist d = der senkrechten Bildweite; für seitwärts davon liegende Punkte wird $d' > d$ die schiefe Bildweite einzusetzen sein, da es sich hier aber um die Bestimmung des Maximalfehlers handelt, blieb diese nur den Ausdruck etwas complicierende Veränderlichkeit der Bildweite unberücksichtigt.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aus 2) ersieht man, dass bei gleichbleibender Distanz der Einfluss des Messungsfehlers abnimmt, je größer H und d sind, für gegebenes H und d aber mit dem Quadrate der Distanz zunimmt; mit Hilfe dieser Formel ist es leicht, die Grenze zu ziehen, bis zu welcher diese Art der Distanzbestimmung — sei es durch Rechnung oder durch eine perspectivische Hilfsconstruction — ausgedehnt werden darf. Da bei den Bordaufnahmen auch auf die anderen Fehlerquellen erhöhte Rücksicht genommen werden musste, darf man den Fehler, welcher daraus resultiert, dass man selbst bei sorgfältigster Vornahme der Messung auf eine Unsicherheit $\Delta y = \pm 0 \cdot 1\ mm$ in den der Distanzberechnung zugrunde gelegten Werten der Ordinatenabstände y zu rechnen hat, nicht größer als $\Delta D = \pm 10\ m$ für zulässig erklären; aus Formel 2) ergibt sich, wenn man diese Werte für Δy und ΔD einführt: $D = 10 \sqrt{Hd}$ als der gesuchte Grenzwert. Für die an Bord S. M. Schiffes »Pola« gegebenen Verhältnisse, wo H im Mittel $= 30 \cdot 3\ m$ und $d = 241 \cdot 5\ mm$ betrug, gibt die Rechnung $D = 855\ m$ als Entfernung, bei der der unvermeidliche Messungsfehler Δy eine Unsicherheit von $\pm 10\ m$ in der Berechnung der Distanz hervorruft.

Von ungleich größerem Einflusse auf das Resultat sind Fehler in der Horizontierung des Apparates, denn dabei sind, wenn das Schiff etwas rollt und zudem der Wind die Camera in Schwingungen versetzt, Fehler von $\pm 10'$ nicht ausgeschlossen. Ist die optische Axe der Camera gegen den Horizont, also auch die Bildebene gegen die Verticale um einen Winkel $\Delta\alpha$ geneigt, dann berechnet man die Distanz mit einem

Fig. 2.



Ordinatenabstande, welcher nicht wie bei verticaler Platte $y = d \operatorname{tg} \alpha$ beträgt, sondern mit $y' = d \operatorname{tg} (\alpha \pm \Delta\alpha)$ Aus Fig. 2 geht hervor, dass $D = H \cot \alpha$, durch Differentiation dieser Gleichung erhält man

$$\Delta D = -\frac{H}{\sin^2 \alpha} . \Delta\alpha \qquad 3)$$

die strenge Fehlergleichung, welche, um statt des nicht direct messbaren α wieder die Distanz D einzuführen, etwas umgeformt werden soll. Bei den in Betracht kommenden kleinen Depressionswinkeln ($\alpha < 10°$) darf ohne merklichen Fehler $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ gesetzt werden, dadurch geht die Formel 3) über in $\Delta D = -\frac{H}{tg^2 \alpha} . \Delta\alpha$ und da $tg\alpha = \frac{H}{D}$ in die Gleichung

$$\Delta D = -\frac{D^2}{H} . \Delta\alpha. \qquad 4)$$

Diese zeigt mit 2) verglichen, dass schon ein Horizontierungsfehler von $\Delta\alpha = \frac{0 \cdot 1}{d}$ denselben Einfluss auf das Resultat übt, wie ein Ordinatenmessungsfehler von $0 \cdot 1\ mm$; dies würde also bei unserem Apparate ungefähr $\Delta\alpha = 0 \cdot 000414$ oder, in Bogenmaß ausgedrückt, $1 \cdot 4'$ entsprechen. Während demnach — bei der Empfindlichkeit der gebräuchlichen Cameralibellen — beim Arbeiten am Lande die beiden betrachteten Fehler nahezu als gleich groß angesehen werden dürfen, überwiegt für die von Bord aus gemachten Aufnahmen bei weitem der Einfluss der Unsicherheit in der Horizontierung, den man nur dadurch herabmindern kann, dass man trachtet, auf jede Platte einige schon durch Triangulierung ihrer Lage nach

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bestimmte Punkte mitzuphotographieren; hiedurch wird man in die Möglichkeit versetzt, die Größe des Horizontierungsfehler zu ermitteln und dessen Einfluss auf das Endresultat in Rechnung zu bringen.

Eine Neigung der optischen Axe gegen den Horizont bewirkt für die ganze untere Hälfte der Bildfläche, welche bei der Bestimmung von Uferpunkten allein in Betracht kommt, eine Verzeichnung der Distanzen im selben Sinne; eine seitliche Neigung der Camera dagegen hat den Effect, dass von der Bildmitte aus, wo der Einfluss Null ist, daraus nach rechts und links gegen die Bildränder zunehmende entgegengesetzte Distanzfehler resultieren, also eine Verzerrung des Bildes erfolgt.

Sei z. B. die Entfernung der zu rechnenden Uferpunkte $D = 700\ m$ und die Camera seitlich um 10° geneigt, so ergäbe für unseren Apparat die Distanzrechnung für an den Seitenrändern des Bildes gelegene Punkte auf der einen Seite um $18\ m$ zu kleine, auf der andern um $20\ m$ zu große Werte. Ein gleicher Betrag der Neigung der Camera gegen vorne oder rückwärts würde für einen ebensoweit entfernten Punkt schon Fehler von $-43\ m$ oder $+52\ m$ in der Distanz ausmachen.

Aus diesem Zahlenbeispiele geht wohl sehr deutlich hervor, worauf man bei solchen Aufnahmen das Hauptgewicht zu legen hat, wenn nicht die Anwendbarkeit dieser Distanzrechnungsmethode ganz in Frage gestellt werden soll. Sind aber genügende Controlpunkte auf den Bildern vorhanden, so dass die gesammte Unsicherheit der größten gerechneten Distanzen nicht den Betrag von $\pm 25\ m$ überschreitet,[1] dann bietet unser Vorgang ein vollwertiges Glied in der Reihe der gebräuchlichsten Aufnahmsmethoden.

Nach dem oben Gesagten wird man aber 4 bis 5 Kabel als die äußerste Grenze ihrer Anwendbarkeit für eine Camera von nahezu $250\ mm$ Bildweite und eine Installierungshöhe von etwa $30\ m$ — ansehen müssen; dies ist allerdings nicht viel, aber für die Aufnahme der kleinen Korallenhäfen in den meisten Fällen ausreichend gewesen.

Ist man aber nicht genöthigt, vom Schiffe aus zu photographieren, sondern findet man nahe dem Ufer hochgelegene Standpunkte, dann fallen die Horizontierungsfehler nicht so sehr ins Gewicht, und es erweitert sich der Actionsradius unseres Verfahrens; man wird schon bei einer geringeren als der halben Apparathöhe dieselbe Genauigkeit der Resultate erzielen können, wie von Bord aus, manchmal aber in der Lage sein, am Lande Standpunkte von beträchtlicher Höhe einzunehmen und ein sehr weites Feld zu bestreichen.

Bei der Construction des Planes von Abáyil, wo von einem Berge aus $96\ m$ Höhe photographiert worden ist, erschien es daher zulässig, die Berechnung der Entfernung von Uferpunkten bis auf eine Distanz von mehr als einer Seemeile auszudehnen.

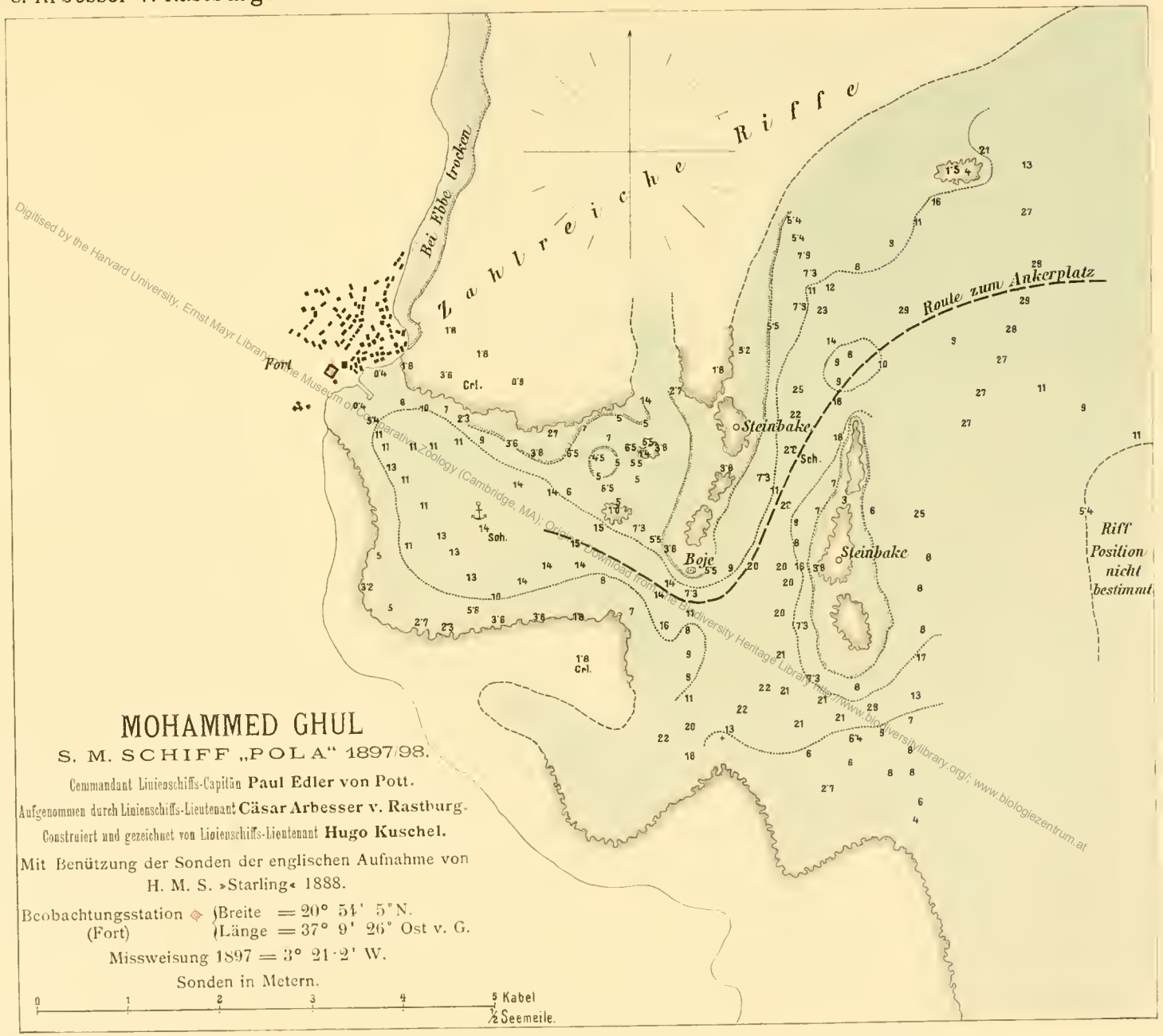
Schließlich sei hier auf noch eine, allerdings erst in der Ausbildung begriffene Methode hingewiesen, für deren Anwendung sich kaum ein günstigeres Feld bieten dürfte, als die Riffzone des Rothen Meeres; es ist dies die Ballonphotographie, welche direct auf der horizontalen Bildebene den gewünschten Plan im Maßstabe $\frac{d}{H}$ liefert. Die erfolgreichen, in Nordamerika angestellten Versuche, welche schon die Möglichkeit der Verwendung von Drachenfliegern als Träger einer photogrammetrischen Camera dargethan haben, lassen hoffen, dass derartige Apparate bald auch von Vermessungsschiffen zur Anwendung gebracht werden können; dies würde die Lösung der Aufgabe, Riffregionen aufzunehmen, unendlich rasch fördern.

Während es ganz dem Zufalle anheim gegeben ist, ob durch das gewöhnliche Auslothen eines Gebietes nicht doch noch isolierte Untiefen unaufgenommen bleiben, zeigt die Photographie den Mappeur sogleich an, wo es seichte Stellen gibt, und versetzt ihn dadurch in die Lage, ohne Mehraufwand an Zeit und Arbeit einen verlässlichen Lothungsplan herzustellen.

[1] Dem gewählten Aufnahmsmaßstabe entsprechend, wird man diese Toleranzgrenzen enger oder noch weiter ziehen und dabei berücksichtigen müssen, dass auch der Position des Schiffsortes (Apparatstandpunktes), wenn sie — wie es häufig nicht anders thunlich ist — durch Rückwärtseinschneiden festgelegt wurde, eine nicht unbeträchtliche Unsicherheit anhaftet.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



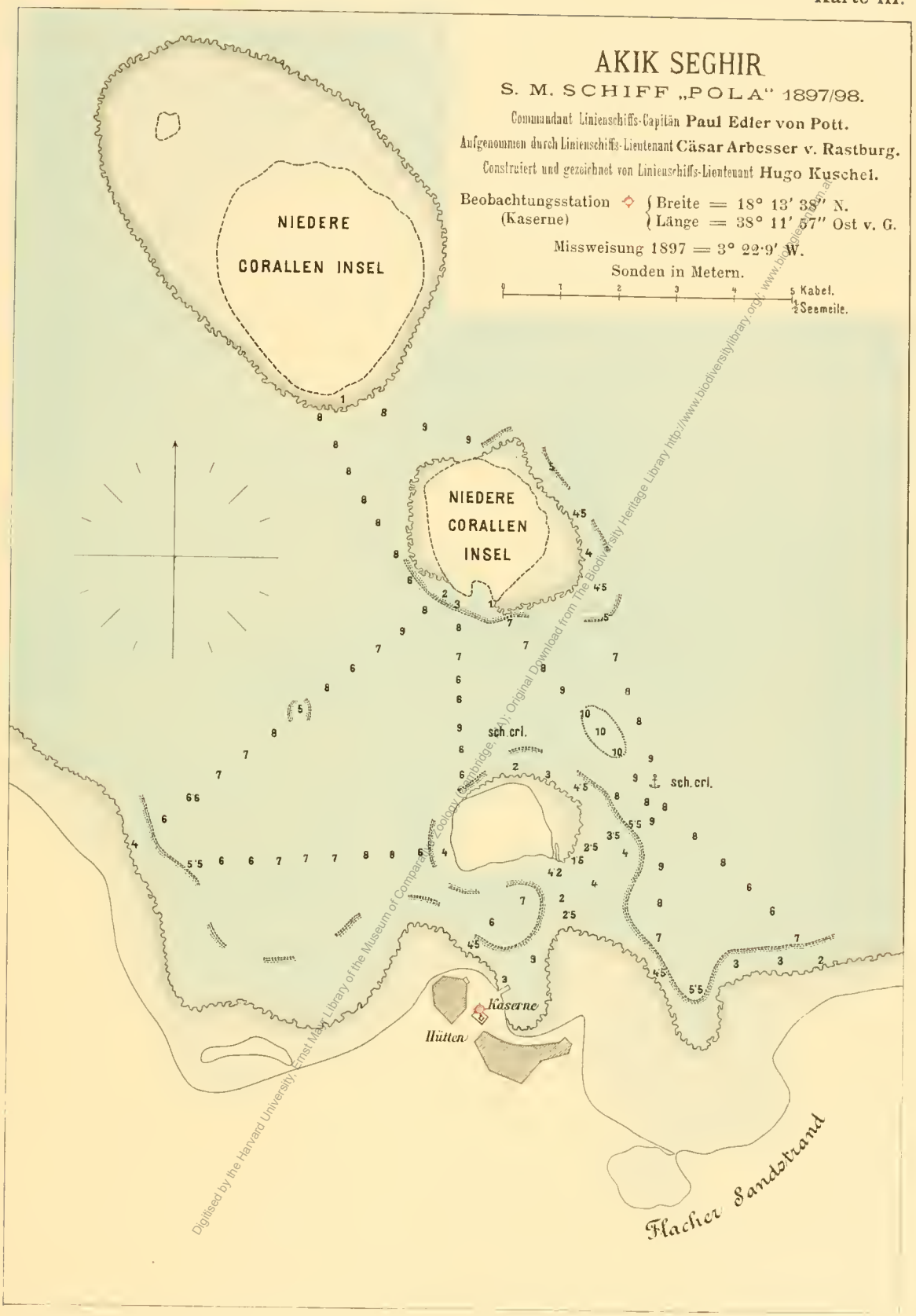
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. u. Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

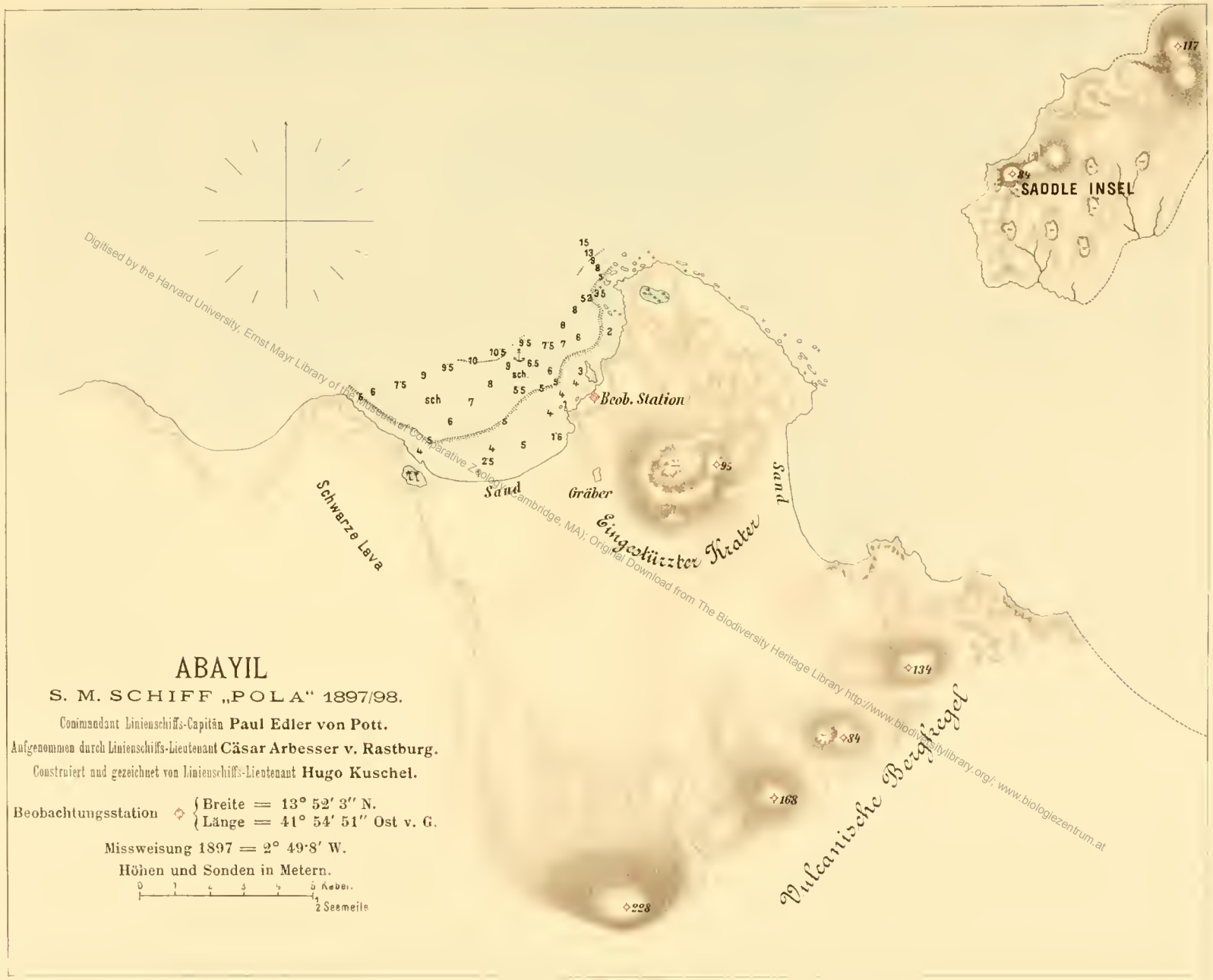
Lithodruck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. u. Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

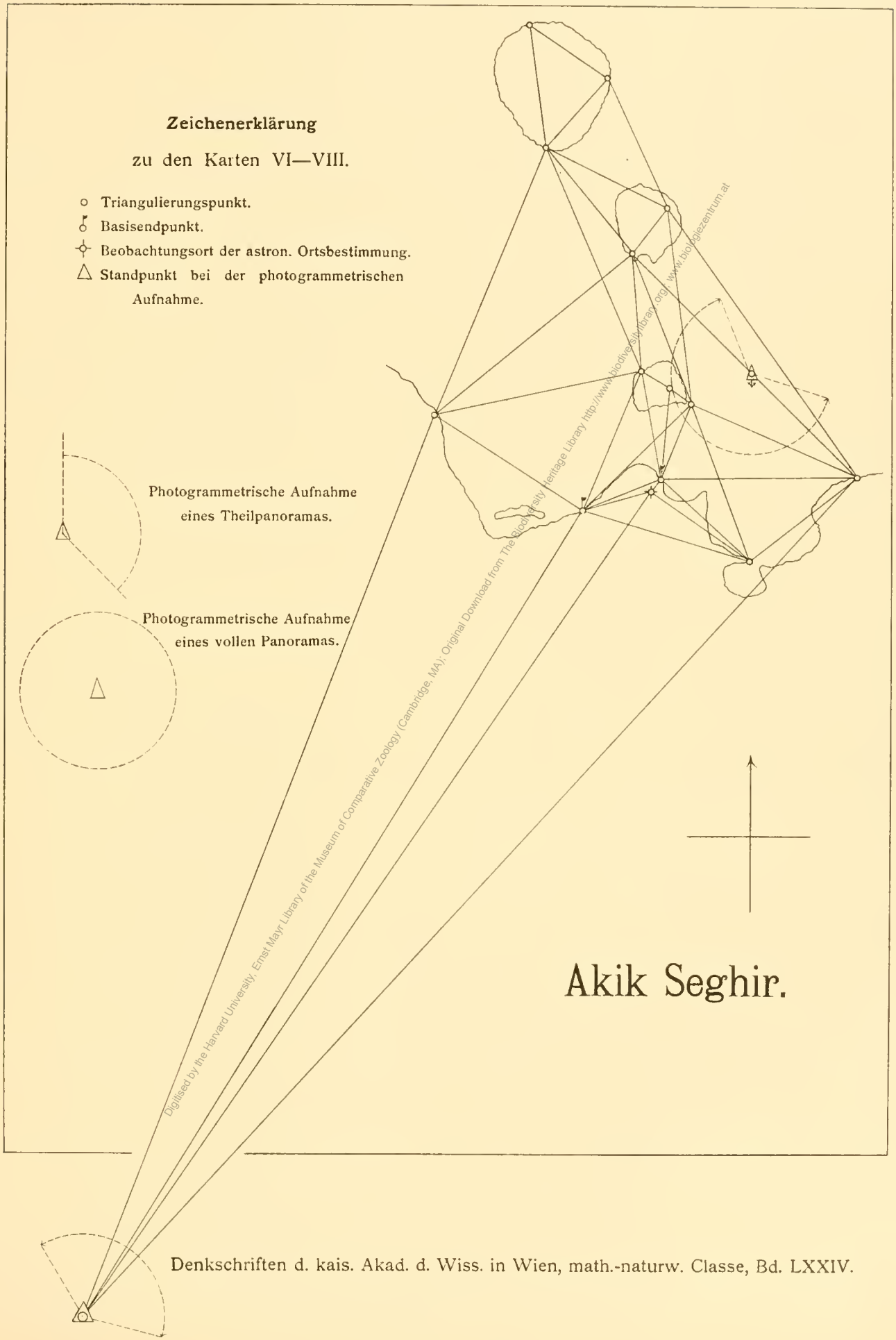
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

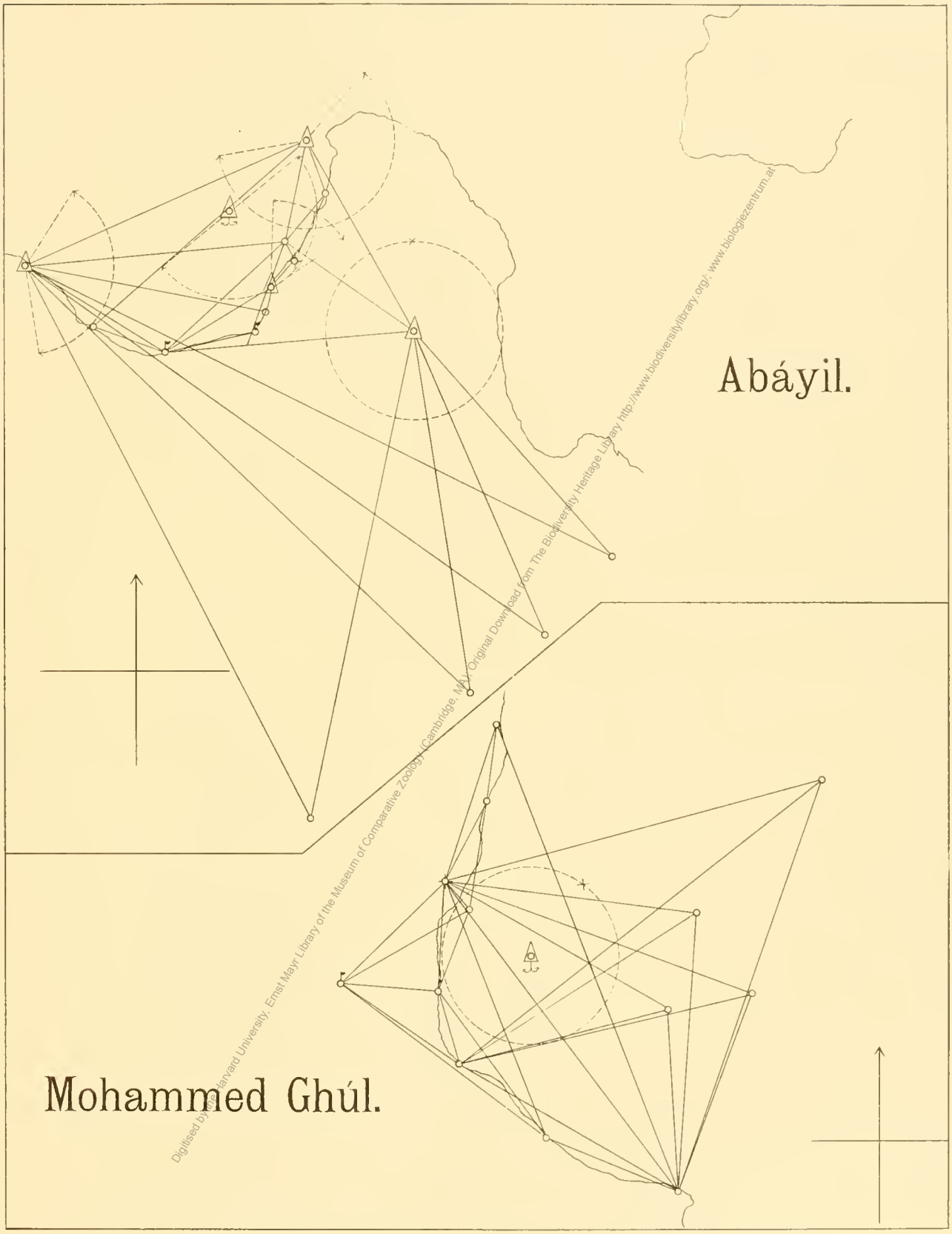
Lith. u. Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



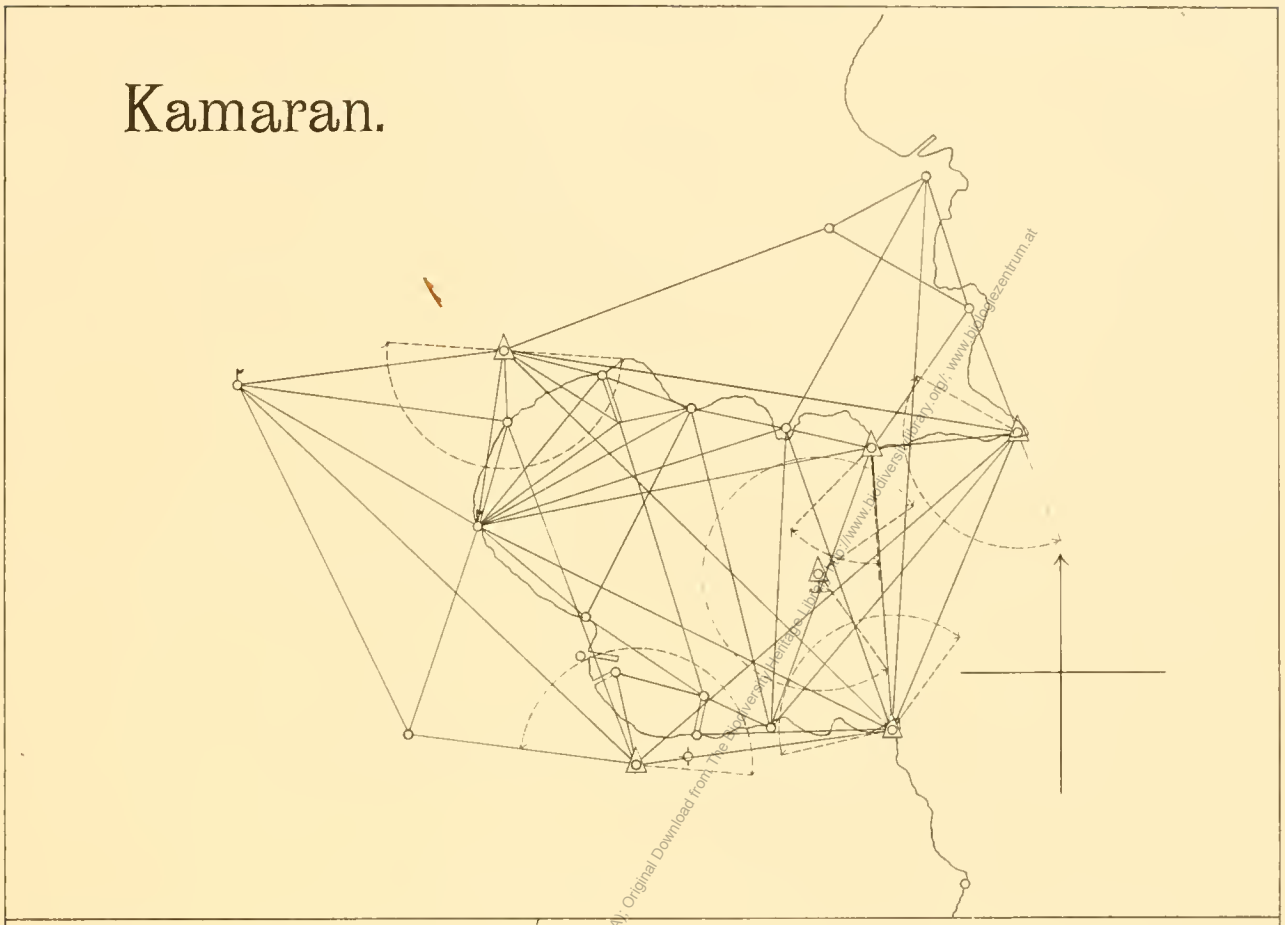
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

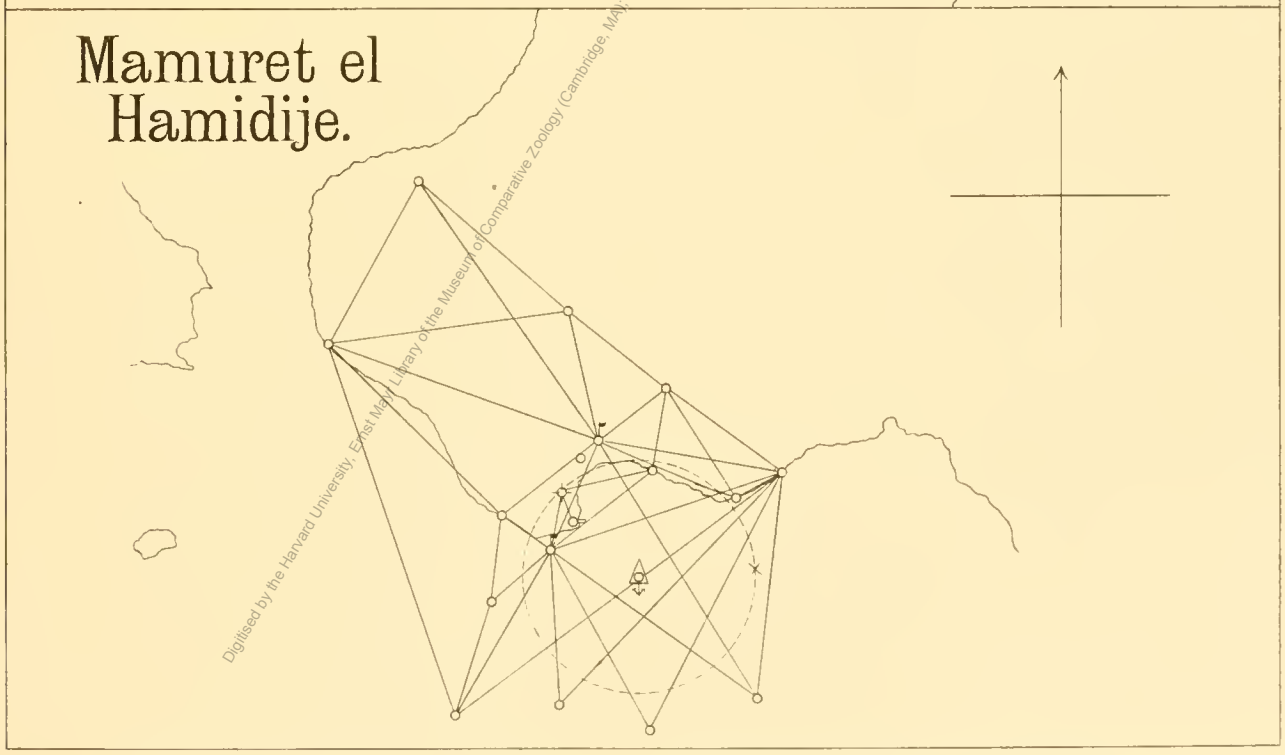
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at





Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 74A

Autor(en)/Author(s): Arbesser Cäsar von Rastburg

Artikel/Article: XXII. Geodätische Arbeiten. (Mit 8 Karten und 2 Textfiguren). 199-207