

## Oceane.

S. M. Kriegsschiff „Pola“ hat, wie bereits gemeldet wurde, auch heuer wieder im östlichen Mittelmeere Tiefseeforschungen unternommen und besonders im Syrischen Meere zwischen Port Said und Larnaka interessante Beobachtungen gemacht. Wasser, Wärme und Salzgehalt sind sehr hoch, die Durchsichtigkeit ist erstaunlich. Bei einer Oberflächentemperatur von 29° fanden sich bei 30 m Tiefe noch 27°. Der Salzgehalt betrug 4 Procent, die Scheibe (1 m Durchmesser) war bis 60 m sichtbar. *Peterm. Mitt. 1882, S. 248.*

## Literaturbericht.

Robert von Sterneck, k. u. k. Oberstlieutenant, Leiter der österreichischen Abtheilung und der Sternwarte des k. u. k. militär-geographischen Institutes. — Die Schwerkraft in den Alpen und Bestimmung ihres Wertes für Wien. Separat-Abdruck aus den »Mittheilungen des k. u. k. militär-geographischen Institutes. XI. Band.« Wien 1892. Druck von Johann N. Vernay in Wien.

Ihre Entstehung verdankt diese Arbeit dem von der permanenten Commission der internationalen Erdmessung auf der Sitzung zu Freiburg (1890) über Antrag des Professors Dr. F. R. Helmert einstimmig ausgesprochenen Wunsche, dass die von Oberstlieutenant v. Sterneck in Tirol in den Jahren 1887 und 1888 ausgeführten Schwerebeobachtungen südlich bis nach Padua und nördlich bis München fortgesetzt werden sollten und zwar wenn möglich von demselben Beobachter mit dessen Instrumenten. Diesem ehrenvollen Wunsche folgend, unternahm der Verfasser mit Genehmigung des k. u. k. Reichs-Kriegsministeriums und mit Zustimmung und Beihilfe der Regierungen von Baiern und Italien die Ausdehnung der Schwerebeobachtungen im Norden bis nach München, im Süden aber bis an den Po, um die Untersuchung bei einem natürlichen Terrainabschnitte abzuschliessen.

Zu den früheren 17 Beobachtungs-Stationen (von Innsbruck bis Bozen) kamen nun im Norden Fritzens, Jenbach, Wörgl, Kufstein, Fischbach, Rosenheim, Ostermünchen, Grafing, München; im Süden Branzoll, Neumarkt, Salurn. S. Michele, Lavis, Trient, Matarello, Calliano, Mori, Ala, Avio, Peri, Ceraino, Pescantina, Dossobuono, Mozzecane, Mantua und Borgoforte hinzu, so dass nun das Alpengebiet längs einer 400 km langen Linie von einer Reihe eng aneinanderliegenden Stationen durchquert ist. Seitwärts von dieser Linie wurden in Riva, Padua und Venedig Beobachtungen gemacht; ausserdem wurde eine Controlbeobachtung in Brixen angestellt, welche mit der im Jahre 1887 ebendasselbst durchgeführten die schönste Uebereinstimmung ergab.

Diese Arbeit gab auch Anlass zur Bestimmung der Schwerkraft für das militär-geographische Institut für Wien im Anschlusse an Beobachtungen der Schwingungszeiten der Sterneckschen Pendel auf den Sternwarten von München (Bogenhausen), Padua und Wien (Türkenschanze). Dieser Aufgabe ist der erste Abschnitt der Abhandlung gewidmet.

In München war die Länge des Secundenpendels im Jahre 1877 vom Obersten Carl von Orff bestimmt worden. Sie ist:

$$L = 993.6937 \text{ mm, woraus } g = 9.80736 \text{ m}$$

In Padua hatte Professor Dr. G. Lorenzi 1885 und 1886 Bestimmungen gemacht und

$$L = 993.5477 \text{ mm } g = 9.80592 \text{ m}$$

gefunden.

Auf der Wiener Sternwarte unternahm Hofrath v. Oppolzer die Bestimmung und fand

$$L = 993.825 \text{ mm } g = 9.80866$$

Auf allen diesen Stationen, die Verfasser nach Lage und Einrichtung, soweit es seine Aufgabe erfordert, beschreibt, wurden von demselben Beobachtungen der Schwingungsdauer mit seinem bekannten Pendelapparate ausgeführt u. zw. in Bogenhausen am 11., 12. und 13. August; in Padua am 26. September (die Beobachtungen daselbst wurden am 27. September von Professor Lorenzoni zu Ende geführt); in der Sternwarte auf der Türkenschanze am 27. und 28. October.

Im militär-geographischen Institute wurden sowohl im Frühjahr (20., 21., 22 April) vor Beginn der Feldarbeit, als im Herbst (13., 14., 15. October) nach Vollendung derselben, Beobachtungen angestellt, so dass die Invariabilität der Pendel während der Dauer der Feldarbeit geprüft werden konnte. Die Zeitbestimmungen, die Ableitung der Uhr-Correction, die Methode der Pendelbeobachtung selbst (in jeder Station wurden die Schwingungszeiten von vier invariablen Pendeln viermal bestimmt), sowie die Correctionen an der beobachteten Schwingungsdauer wegen der Reduction auf unendlich kleine Bögen, wegen Uhrgang-Correction, Temperatur und Luftwiderstand werden eingehend besprochen.

Dann folgen drei Tabellen. Tabelle I enthält die Beobachtungen und deren Reduction; Tabelle II die Resultate der Beobachtungen; Tabelle III die wahrscheinlichen Fehler in der Bestimmung der Schwingungsdauer für die einzelnen Stationen in Einheiten der 7. Decimale.

Die Ableitung des absoluten Werthes der Schwere für das militär-geographische Institut erfolgte mittelst der Relation

$$g S^2 = \text{Const.}$$

(worin  $S$  die Schwingungsdauer).

Die aus den Werten für München und für Wien (Türkenschanze) abgeleiteten Resultate stimmen fast vollständig überein (bis auf drei Mikron der Secundenpendellänge), während die aus den Werten für Padua abgeleitete Pendellänge sich um 80 Mikron zu klein erweist. (Eine Bestimmung von  $g$  für Padua von Biot und Mathieu, zu Beginn dieses Jahrhunderts vorgenommen, gibt hingegen befriedigende Resultate.)

Durch Vereinigung der von München und Wien (Türkenschanze) abgeleiteten Resultate ergibt sich für Wien, militär-geographisches Institut ( $\varphi = 48^\circ 12' 40''$ ; Seehöhe 183 m)

$$g = 9.80876 \text{ m}$$

$$L = 993.836 \text{ mm}$$

(Länge des Secundenpendels für Secunden mittlerer Zeit.)

Abschnitt II bespricht die Schwerebestimmungen für die Stationen von München bis Innsbruck und von Bozen bis an den Po und die aus demselben sich ergebenden Schlüsse.

Auf allen Stationen wurde in derselben Weise vorgegangen. Zeitlich früh wurde mit den Vorarbeiten begonnen. Zunächst wurde eine 9 dm tiefe Grube ausgehoben und der Instrumentenstand für das Universale eingesetzt. Dann wurde der Steinfeiler für den Pendelapparat und über diesem das zerlegbare Observatorium aufgestellt.

Mit Hilfe des Universales wurden durch Messung der Zenithdistanzen der beiden Sonnenränder (in 4 Sätzen zu je 6 Einstellungen) um 8 Uhr früh und 4 Uhr nachmittag die Zeitbestimmungen vorgenommen. Bei günstiger Witterung wurde in der Früh auch gleich die Breitenbestimmung mit Hilfe des Polarsternes und eventuell auch eines oder mehrerer Südsterne vorgenommen. Um 9 Uhr begannen die Pendelbeobachtungen, welche bis 1 Uhr dauerten. Zwischen 2 und 4 wurde der Steinfeiler abgetragen und die Steine, sowie das Observatorium in den in der Nähe befindlichen Waggon verladen. Um 4 Uhr wurde die zweite Zeitbestimmung vorgenommen, eventuell auch die Breitenbeobachtungen nachgetragen. Nach jeder Zeitbestimmung, sowie vor und nach der Pendelbeobachtung wurden die vier Chronometer untereinander verglichen. Dann wurde das Universale verpackt, der Instrumentenstand ausgehoben, alles in den Waggon verladen und mit einem passenden Zuge die Reise in die nächste Station bewerkstelligt, wo bei günstiger Witterung gleich nach der Ankunft eine Breitenbestimmung vorgenommen wurde, um in dieser Hinsicht von der Witterung des nächsten Tages unabhängig zu sein.

Die Resultate der Beobachtungen sind in mehreren Tabellen niedergelegt und zwar enthält Tabelle IV die Resultate der Zeitbestimmung; Tabelle V die Ableitung des stündlichen Ganges des Chronometers Nardin für die einzelnen Stationen während der Pendelbeobachtungen; Tabelle VI enthält die Pendelbeobachtungen und die aus denselben berechneten Schwingungszeiten, welche auf Tabelle VII noch einmal übersichtlich nach Stationen zusammengestellt werden. Tabelle VIII enthält die mittelst der Relation

$$g S^2 = \text{Const.}$$

berechneten Werthe von  $g$  für die einzelnen Stationen, den normalen Werth der Schwere, wie er aus der Helmert'schen Formel

$$\gamma = 9.780 \left( 1 + 0.005310 \sin^2 \varphi \right) \left( 1 - \frac{2H}{R} \right)$$

hervorgeht (worin  $\varphi$  die geographische Breite,  $H$  die Höhe der Station über dem Meere,  $R$  den mittleren Erdradius bedeutet) und endlich noch die Differenz  $g - \gamma$ .

Ein dem Einflusse der Schwerestörungen auf die Resultate des Nivellements gewidmeter Abschnitt weist nach, dass der Einfluss der Schwerestörungen in dieser Hinsicht in den Alpen nicht gross ist — 18 mm, während die sphäroidale Correction 117 mm beträgt. Dieses für den ersten Augenblick überraschende Resultat findet seine Erklärung dadurch, dass auf einer grossen Strecke im Süden die Schwerkraft grösser als ihr normaler Werth angetroffen wurde, so dass sich die Wirkungen der Schwerestörung auf das Nivellement zum grossen Theile aufheben.

Da einerseits auf jeder Station die Polhöhe  $\varphi_a$  durch Messung von Zenithdistanzen des Polarsternes der Zeitbestimmungen halber ermittelt wurde, anderseits der Original-Aufnahms-Sectionen die geodätisch abgeleitete Breite  $\varphi_g$  entnommen werden kann, so gibt  $\varphi_a - \varphi_g$  die Lothablenkung für die betreffende Station.

(Tabelle IX). Es zeigt sich, dass sowohl im Süden als im Norden die attrakirende Wirkung der Alpen nicht sehr weit reicht, da sich dieselbe im Norden erst in Mozzecane fühlbar macht. Die Maxima der Lothabweichungen sind erst im Gebirge anzutreffen im Norden bei Fischbach (15''), im Süden bei Peri (19''). Auffallenderweise tritt trotz der größeren Masse des Gebirges im Norden die Attraction desselben im Süden stärker hervor. Tabelle IX enthält auch die meridionale Entfernung der einzelnen Stationen von einander und die Erhebung des Geoides über das Ellipsoid. Aus den betreffenden Angaben erhellt, dass das Geoid von München bis Innsbruck um 3·2 m; von Mantua bei Branzoll um 4·5 m ansteigt. Die zwischen Innsbruck und Branzoll liegende Maximal-Erhebung schätzt Verfasser auf 5 m. In der Nähe des Gebirgsrandes nimmt die Erhebung rasch zu, während in den centralen Partien der Alpen ein mehr paralleler Verlauf von Geoid und Ellipsoid stattfindet. Auch auf die Unterschiede zwischen trigonometrisch bestimmten und nivellirten Höhen wird aufmerksam gemacht. Dieser Unterschied beträgt z. B. für Mantua und Peri 2·5 m; für München und Kufstein 2 m.

Die meisten Beobachtungsstationen befinden sich auf der Sohle von Gebirgsthälern und sind von höher liegenden Massen umgeben. Um auf die wahren Schwereverhältnisse zu kommen, muss zu dem Beobachtungsergebnisse der Antheil, um welchen  $g$  durch die Attraction der umgebenden Massen verringert wird, zugerechnet werden. Zur Ermittlung der Anziehung dieser Massen denkt man sich das Terrain im weiten Umkreise placirt und ermittelt die placirte Höhe  $H_1$ . Hat die Station die Höhe  $H$ , so kann man dieselbe also von einer Platte von der Höhe  $H_1 - H$  überdeckt denken. Aus dieser Platte denkt man sich einen Cylinder von 15 km Radius mit der Station im Centrum herausgeschnitten.

Die gesammte Anziehung setzt sich nun aus der Anziehung  $A_1$  der Platte mit dem Cylinder-Ausschnitte und aus der Anziehung des Terrains im Umkreise von 15 km  $A_R$  zusammen. Die mittlere Höhe  $H_1$  wurde in der Weise bestimmt, dass die Karte in Fünf-Minuten-Trapeze getheilt wurde und als mittlere Höhe eines jeden derselben das Mittel aus der höchsten und niedrigsten Cote genommen wurde.

Die Berechnung wurde von ganz Tirol von Herrn Hauptmann O. Krifka vorgenommen. Behufs der Berechnung von  $A_R$  wurden um die Station concentrische Kreise mit den Halbmessern 0·5, 1, 1·5, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 15 km gezogen und durch 4 Durchmesser die Flächen der Kreisringe in je acht gleiche Theile getheilt. Vom innersten Kreise kann abgesehen werden, da er dieselbe Höhe hat wie die Station. Für die übrigen 72 Flächentheile wurde die Höhe in ähnlicher Weise wie bei den Fünf-Minuten-Trapezen ermittelt. Diese mühevollen Arbeit übernahm ebenfalls Herr Hauptmann O. Krifka.

Die Berechnung von  $A_P$  geschah nach der Helmert'schen Formel

$$A_R = \frac{2(H_1 - H)}{R} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_m} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{(H_1 - H)}{r} g$$

worin  $\Theta$  die Dichte des umgebenden Terrains,  $\Theta_m$  die mittlere Dichte der Erde (5.6),  $R$  der mittlere Erdradius,  $r$  der Radius des Cylinderausschnittes,  $g = 9.805 \text{ m}$  ist.

Die Anziehungen der einzelnen Hohlzylinderstücke, aus welchen  $A_H$  zusammengesetzt ist, wurde nach der Formel

$$\frac{3 \Theta g}{16 \Theta_m R} \left\{ (r_1 - r) + \sqrt{r^2 + h^2} - \sqrt{r_1^2 + h^2} \right\}$$

( $h$  die planirte Höhe des betreffenden Stückes,  $r_1$  der äussere,  $r$  der innere Radius des Hohl-Cylinders) mit Grundlegung einer Hilfstabelle berechnet.

Endlich ist noch die Anziehung der Massen bis zum Meeresniveau abzurechnen. Dieselbe ist jener einer unendlichen Platte von der Dichte  $H$  und der Dichte  $\Theta$  gleich und kann nach der Formel

$$9.805 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{H}{R} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_m}$$

ermittelt werden.

Durch die Anbringung dieser Correctionen erhält man die ungestörte Schwerkraft in der Höhe  $H$ . Diese wird durch Zufügung von  $\frac{2H}{R} g$  auf das Meeresniveau reducirt. Der so erhaltene Werth wird mit  $g_0$  bezeichnet. Mit demselben werden die theoretischen Werthe

$$\gamma_0 = 9.780 (1 + 0.005310 \sin^2 \varphi)$$

verglichen. Negativen Werthen von  $g_0 - \gamma_0$  entsprechen Massen-Defecte, positiven Werten Massen-Anhäufungen.

Professor Helmert hat gezeigt, dass man aus dem Betrage von  $g_0 - \gamma_0$  die Grösse der Störungsmassen berechnen kann, wenn man annimmt, dass alle Massenstörungen durch eine nach aussen gleichwirkende ideale condensirte Schichte im Meeresniveau ersetzt sind, dicht über welchem die Schwerkraft in Betracht gezogen wird.

Die Berechnung zeigt nun, dass jeder Einheit der 5. Decimale von  $g_0 - \gamma_0$  eine 10 m dicke Störungsschichte von der Dichte 2.5 zukommt, so dass durch Multiplication der Einheiten der 5. Stelle mit 10, rasch die Mächtigkeit der störenden Schichten berechnet werden kann.

Tabelle X enthält die Reduction auf horizontales Terrain, Tabelle XI nach Stationen die Differenzen von  $g_0$  und  $\gamma_0$ . Hienach befinden sich schon von München ab unter dem grössten Theile der Alpen ein Massendefect. Derselbe nimmt gegen Süden anfangs ziemlich gleichmässig von 300 bis 1000 m bis zur Station Wörgl zu. Von hier bis Franzensfeste behält er ziemlich constant eine Mächtigkeit von 1000—1200 m. Bei Franzensfeste sinkt er ziemlich unvermittelt auf 800 m und bleibt so bis S. Michele, von wo er rasch abnimmt und endlich bei Matarello sein Ende findet.

Zwischen Trient und Mori geht der Massendefect in eine Massenschwellung über, welche bald einer Platte von 700—800 m Mächtigkeit gleichkommt und sich weit unter die italienische Tiefebene bis Mozzecane erstreckt. Bei Mantua zeigt sich wieder ein Massendefect, der rasch zunimmt und bei Borgoforte am Po bereits 600—700 m erreicht.

Ueber den thatsächlichen Grund der unterirdischen Massenverschiedenheiten haben wir nur Vermuthungen. Einen Defect können wir uns am

einfachsten durch die Höhlung in der festen Gesteinsmasse oder durch die Ausfüllung einer solchen Höhlung mit Materiale von geringer Dichte erklären. Schwieriger fällt das Verständnis der Massenanhäufungen. Die störenden Massen kommen in ihrer Wirkung einer 700–800 m dichten Platte von der Dichte 5 gleich. So dichte Gesteine gibt es aber nicht und wir müssen daher entsprechend mächtigere Schichten (4–5 km) von den schwersten Gesteinen annehmen. Ebenso wenig wissen wir Bestimmtes über die Tiefe der Störungsmassen. Doch spricht der rasche Zeichenwechsel von  $g_0 - \gamma_0$  dafür, dass sich die störenden Massen in keiner grossen Tiefe befinden, da sonst der Uebergang ein viel allmählicherer wäre.

Die Vergleichung des in Figur V der Beilage graphisch dargestellten Defectes mit dem Profil der planirten Gebirgsmasse (Fig. IV) zeigt, dass der Defect die selbe Ausdehnung hat wie das Gebirge. Ebenso zeigt die Massenanhäufung dieselbe Dimension wie die Ebene zwischen Alpen und Apenninen; nur erscheint der Defect gegen die Alpen die Massenanhäufung gegen die Po-Ebene um 50 km mit sehr schöner Uebereinstimmung in allen Theilen nach Norden verschoben. Eine ähnliche Verschiebung zeigt der südliche Defect, wenn wir annehmen, dass derselbe von den Apenninen herrührt. Oberhalb des Ueberganges des südlichen Defectes zur Massenanhäufung befinden sich die ausgedehnten Sümpfe von Mantua, entsprechend so wie nördlich von München, wo der nördliche Defect auskeilt, die Erdinger und Dachauer Moore.

Zwischen der Anhäufung im Süden und dem südlichen Defecte liegt das grosse Trümmerfeld vor Slavini di San Marco mit seinen hoch aufgethürmten wirren Felsenmassen. Hieher verlegt Dante den Eingang der Hölle. Mit dem Citate der ersten drei Terzinen des XII. Gesanges des Inferno, in welchem diese bezüglich der Schwerkraft so merkwürdige Stelle geschildert wird, schliesst die Abhandlung.

Die Beilage bringt auf Figur I eine Karte des untersuchten Gebietes, in welcher die einzelnen Stationen in ihrer Reihenfolge eingezeichnet sind. Figur II zeigt die in Fünf-Minuten-Trapeze eingetheilte Karte, in welcher die mittleren Höhen nach Krifkas Berechnung eingezeichnet sind. In dieses Kärtchen sind auch (für die Entnahme von  $\Theta$ ) die geologischen Formationen nach der geologischen Karte von Dr. H. von Dechen eingezeichnet.

Figur III bringt eine sehr instructive Illustration der Planirung der Umgebung einer Station. Figur IV und V wurden bereits oben erwähnt.

Diese Abhandlung löst die von der permanenten Commission der internationalen Erdmessung gestellte Aufgabe in mustergiltiger Weise und zielt mit Scharfsinn und Präcision die Consequenzen aus dem mit enormer Arbeitskraft und peinlicher Sorgfalt aufgehäuften Beobachtungsmateriale. Sie verdient sowohl wegen der meisterhaften Darstellung der angewandten Methoden, als wegen der hochwichtigen Resultate, zu denen sie führt, das eingehende Studium nicht nur der Geodäten, sondern auch der Geographen und Physiker.

*Dr. K. Haas.*

Städte Pamphyliens und Pisidiens, unter Mitwirkung von G. Niemann und E. Petersen, herausgegeben vom Grafen Lanckoroński. II. Band Pisidien. Mit 3 Plänen in Farben-