Werk

Titel: Aufsätze

Ort: Berlin

Jahr: 1900

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1900_0035|LOG_0017

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Die chilenische Reñihué-Expedition.

Ein Beitrag zur Erforschung der Patagonischen Anden.

Von Dr. Paul Krüger.

(Schluſs.)

Hierzu Tafeln 2—6.

II. Astronomische und topographische Arbeiten.

1. Die astronomischen Instrumente, ihr Transport, ihre Berichtigung und ihr Gebrauch.

Zur Ausführung der astronomischen Ortsbestimmung standen zur Verfügung der Expedition: Ein Theodolit von Troughton & Simms, London, und zwei Chronometer, No. 1761 (*L*) und No. 820 (*M*) von L. Leroy, Paris.

Der Theodolit, dessen ich mich bereits im Jahr 1895 auf der Puelo-Expedition bedient hatte, besitzt die charakteristische Konstruktion der englischen Instrumente. Seine horizontale Drehungsachse ruht auf zwei mit der Alhidade verbundenen Stützen, an deren jeder der Nonienträger des Vertikalkreises befestigt werden kann. Der Mechanismus gestattet sowohl die Kreislage in wenigen Sekunden zu vertauschen, als auch die Fernrohrachse in ihren Lagern umzulegen.

Der Horizontalkreis kann eine doppelte Drehung ausführen und mit Hilfe eines in der Mitte befindlichen Kompasses magnetisch orientirt werden, was nicht nur für Visirlinien auf der Erde von Wichtigkeit ist, sondern auch bei Azimutbestimmungen einen direkten Wert der magnetischen Abweichung liefert. Das Fernrohr, das mit einem Okularprisma versehen werden kann, ist koncentrisch angebracht, hat 30 mm Objektivöffnung und zwanzigmalige Vergröfserung.

Die Kreise besitzen einen Durchmesser von 155 mm und sind von 20′ zu 20′ geteilt; ihre Ablesung geschieht durch je zwei Nonien bis auf 20″ Genauigkeit. Die Teilung des Horizontalkreises läuft in der Bewegungsrichtung des Uhrzeigers von 0° bis 360°, diejenige des Vertikalkreises in entgegengesetztem Sinne, und zwar innerhalb jedes Quadranten von 0° bis 90°. Die Nonien des Vertikalkreises befinden sich an den Endpunkten seines horizontalen Durchmessers und geben bei *KR* (Kreis Rechts) Zenithdistanzen, bei *KL* (Kreis Links) Höhen an.

Zur Berichtigung des Theodolits dienen vier Libellen, von welchen sich zwei (von 38 bzw. 27 mm Länge) auf dem Horizontalkreis, die dritte (von 97 mm Länge) auf dem Fernrohr und die vierte (von 64 mm Länge) auf der Drehungsachse desselben befinden. Bei nächtlichen Beobachtungen geschieht die Beleuchtung des Fadenkreuzes mittelst eines elliptischen Metallringes, welcher vor dem Objektiv nach allen Richtungen drehbar befestigt werden kann, um das Licht einer passend angebrachten Lampe in das Innere des Fernrohrs zu werfen. In der Mitte des Ringes bleibt dabei genügend Platz für das Gesichtsfeld übrig.

Der Transport der Instrumente auf der Reise war nicht ohne Schwierigkeiten. Der Theodolit, dessen Bauart eine ziemlich widerstandsfähige ist, kann zu diesem Zweck in zwei Teile zerlegt werden, von welchen der eine aus dem Horizontalkreis und der Alhidade, der andere aus dem Fernrohr und dem Vertikalkreis besteht. Zur Aufbewahrung diente ein passend hergestellter Holzkasten, der beide Teile nebst ihrem Zubehör in unverrückbarer Lage bewahrte. Das Gewicht des Instrumentes und des Kastens betrug 20½ kg, das des Gestells 7 kg. Die Chronometer sowie einige andere Uhren wurden ebenfalls in einem Holzkasten transportirt, dessen Inneres mit einer dicken Filzschicht bedeckt war. Eine jede Uhr hatte innerhalb des Kastens einen besonderen Behälter, sodafs sie gegen Stöfse, Temperaturwechsel, Staub und Feuchtigkeit ausreichend geschützt blieb.

Die Instrumentenkasten, welche äufserlich mit einer Lederhülle und starken Riemen versehen worden waren, wurden während der Reise ohne weitere Verpackung von dem geschicktesten der Mannschaft auf der Schulter getragen, wodurch die Instrumente trotz des bergigen Geländes und der unbequemen Urwaldpfade weniger Gefahren ausgesetzt waren, als wenn ihr Transport auf Tragtieren geschehen wäre, wie bei der Palena-Reise, wo man beständig fürchten mufste, dafs sie durch Stöfse gegen Baumstämme oder gar durch Abwerfen beschädigt würden. Es ist mir in dieser Beziehung kein Unfall bekannt geworden, weder auf der Reise im Jahr 1895 noch auf derjenigen des Jahres 1897. Ich trug allerdings dafür Sorge, dafs sich die Instrumente stets in meiner Nähe befanden, sowohl auf dem Marsch, wo die betreffenden Träger wenige Schritte vor mir gingen, als auch bei Bootsfahrten. Ferner vermied ich es, soweit es möglich war, die Instrumente ernsten Gefahren auszusetzen, wie sie z. B. die Stromschnellen des unteren Rio Puelo zwischen Las Hualas und La Poza oder die des Futaleufu zwischen den Seen Bravo und Chico bieten. In solchen Fällen zog ich ihre Beförderung über Land vor, eine Mafsregel, die sich freilich auf den stürmischen Gebirgsseen nicht ausführen liefs, da die steilen

Ufer derselben es nicht gestatteten, sie auf Landwegen zu umgehen. Mehr als einmal waren die Instrumente auf diesen Seen der Gefahr ausgesetzt, Wasserschäden durch die Wellen zu erleiden. Nur einem glücklichen Zufall war es zu verdanken, dafs sie unversehrt blieben und in unbeschädigtem Zustand zurückgebracht werden konnten.

Die dichte Urwaldvegetation, welche die patagonische Kordillere bedeckt, bot dem Gestell des Theodolits selten eine sichere Unterlage; meistens war es unmöglich, für das Instrument eine vollkommen feste Aufstellung zu erlangen, wie sie für astronomische Arbeiten unbedingt gefordert werden mufs. Sobald ich behufs Ablesung der Kreise meinen Platz an der Seite des Theodolits veränderte, brachte ich eine Erschütterung desselben hervor, welche sich an den Libellen deutlich wahrnehmen liefs. Mitunter ermöglichte es der Beobachtungsplatz, starke Pfähle in den Boden zu schlagen, die zur ebenen Erde abgeschnitten wurden und zur Unterstützung für den Dreifufs dienten. Eine noch günstigere Aufstellung wurde dadurch erreicht, dafs ein zweckmäfsig ausgewählter Baumstamm in 1.3 m Höhe über dem Erdboden abgeschlagen und als Untersatz für den Theodoliten benutzt wurde. Ich konnte um einen solchen Baumstamm herum meinen Standpunkt beliebig verändern, ohne die Unbeweglichkeit des Instrumentes zu beeinflussen. Auch gewährte der stehengebliebene Baumstumpf noch etwas Raum für den Chronometer, das Notizbuch und die Kerze bei Abendbeobachtungen. Zugleich blieben die astronomischen Stationen, welche die Eckpunkte der Reiseroute bildeten, im Gelände für einige Zeit bezeichnet. Nur in den grofsen Steppen des Cholila-Thales und an den sandigen Uferstrecken der Seen war der Gebrauch des Dreifufses unentbehrlich.

Sehr lästig bei der Ausführung astronomischer Arbeiten war die Moskitoplage, welche hauptsächlich auf dem Marsch durch das Thal des Rio Alerces eine wahre Marter verursachte. Scharen von Moskitos, Zankudos und Mücken überfielen mich, wenn meine beiden Hände beschäftigt waren, die rechte, um die Visirlinie des Fernrohrs zu richten und die linke, um die Uhr dem Ohr zu nähern und das Zählen ihrer Schläge zu erleichtern. In solchen Augenblicken war ich trotz der Gaze-Umhüllungen, durch welche ich Gesicht und Hände zu schützen suchte, wehrlos und mufste mich stechen lassen, sofern die Beobachtung nicht unterbrochen werden sollte.

Alle astronomischen Arbeiten, die Anspruch auf Genauigkeit besitzen sollen, erfordern in erster Linie eine sorgfältige Handhabung der Libellen, da dieselben für die Berichtigung der Zenithdistanzen und die Neigung der horizontalen Fernrohrachse von Wichtigkeit sind. Es mufste daher während der Reise sowohl auf ihre gute Erhaltung als auch auf ihre Berichtigung Wert gelegt werden. Ich bestimmte

mehrmals ihre Niveauwerte, d. h. die Winkel, welche einer Neigungsänderung um einen Skalenteil entsprechen.

Eingehende Beachtung verlangen ferner die als Kollimations- und Zenithfehler bezeichneten Ungenauigkeiten des Theodolits. Ihre Werte wurden fast bei jeder Beobachtung durch Anvisirung eines nicht zu nahen irdischen Objektes, und zwar in beiden Lagen des Vertikalkreises, bestimmt. Die Neigung der Drehungsachse des Fernrohrs wurde durch wiederholte Anwendung der Reiterlibelle ermittelt, die Exzentrizität der Kreise durch jedesmalige Ablesung beider Nonien beseitigt. Eine vollständige Vermeidung dieser Fehler läfst sich indes nicht durch die Berichtigungsschrauben, sondern nur durch eine zweckmäfsige Anordnung der Beobachtungen selbst erreichen.

Vor Beginn der Beobachtung wurde der Theodolit zunächst so nivellirt, dafs nur eine kleine Neigung der horizontalen Achse übrig blieb. Dann wurde der Vertikalkreis auf die Nullpunkte seiner Nonien eingestellt und dem Fernrohr eine genaue horizontale Lage gegeben, was mit Hilfe der auf ihm befindlichen Libelle und der beiden Schrauben geschah, welche den Nonienträger an einer der beiden Stützen des Fernrohrs befestigten. Der Unterschied zwischen der Ablesung des Vertikalkreises in dieser Lage und der für ein beliebiges Objekt erhaltenen gab die wahre Zenithdistanz an.

Die einzelnen Beobachtungen wurden stets in symmetrischer Reihenfolge ausgeführt, d. h. auf beide Lagen des Vertikalkreises (*KR* und *KL*) und der horizontalen Drehungsachse des Fernrohrs (Achsenlage *I* und *II*) gleichmäfsig verteilt, und so oft wiederholt, dafs das arithmetische Gesamtmittel einen von systematischen und Beobachtungsfehlern gleichzeitig befreiten Wert der Messung lieferte.

Die Anordnung der Beobachtungen war gewöhnlich folgende: Nachdem der Fernrohrachse die Lage *I* gegeben worden, in welcher der Nonienträger sich auf der Seite der Libelle *B* befand, wurde bei Kreislage Rechts das Fernrohr auf das zu beobachtende himmlische oder irdische Objekt gerichtet. Der Nonius *A* des Horizontalkreises gab dann das von Norden über Osten gezählte Azimut, der Vertikalkreis die Zenithdistanz an. Darauf wurde das Fernrohr durchgeschlagen, sodafs der Nonius *B* des Horizontalkreises das Azimut und der Vertikalkreis die Höhe angab. Durch Wiederholung beider Beobachtungen in der Reihenfolge *KL*, *KR* und des ganzen Verfahrens mit der Achsenlage *II* ergab sich folgendes Schema:

Achsenlage *I* Achsenlage *II*

$$R_1 \| L_1 \ , \ L_2 \| R_2 \ ; \ R_3 \| L_3 \ , \ L_4 \| R_4.$$

Das auf diese Weise vervierfachte Verfahren bildet das vollständige Material für eine astronomische Bestimmung.

Das wiederholte Durchschlagen des Fernrohrs ist aber nicht nur zeitraubend, sondern auch wegen der damit verbundenen Erschütterung des Instrumentes der Genauigkeit schädlich. Ich zog es deshalb vor, mehrmals hintereinander in derselben Kreislage zu beobachten, wobei die Anordnung folgende wurde:

Achsenlage *I* Achsenlage *II*

$$R_1\ R_2\ R_3\ R_4 \parallel L_1\ L_2\ L_3\ L_4\ ;\ L_5\ L_6\ L_7\ L_8 \parallel R_5\ R_6\ R_7\ R_8.$$

Auch in diesem Fall gab das Gesamtmittel einen von den Instrumentenfehlern freien Wert; denn der kleine Fehlerrest wirkte auf je zwei Beobachtungsreihen in entgegengesetztem Sinn, hob sich mithin auf, während die viermalige Wiederholung jeder Beobachtung eine genügende Sicherheit gegen Beobachtungsfehler bot. Vor und nach jeder Gruppe, und meistens auch in der Mitte derselben, wurde eine Horizontalablesung des Vertikalkreises nach den Angaben der Fernrohrlibelle ausgeführt.

Die beobachtete Zenithdistanz ist noch von den Einflüssen der Refraktion und Parallaxe zu befreien und auf den Mittelpunkt des beobachteten Gestirns zu reduziren. Für die Refraktion genügen die Näherungswerte, welche das „Nautische Jahrbuch" enthält, wenn man sie um die von der Temperatur und dem Druck der atmosphärischen Luft abhängigen Beträge verbessert. Zu diesem Zweck wurden vor und nach jeder Beobachtung die meteorologischen Instrumente abgelesen. Bei Sonnenbeobachtungen pflegte ich alle Höhen an dem oberen, alle Azimute an dem rechten Rand der Sonnenscheibe zu messen; denn je schematischer die astronomischen Arbeiten auf Reisen ausgeführt werden, desto fehlerfreier sind sie. Aus demselben Grunde, und um zugleich Irrtümer bei der Einstellung zu vermeiden, benutzte ich ein Fadenkreuz, das nur eine horizontale und eine vertikale Linie enthielt.

Nächst dem Theodoliten ist der Chronometer das wichtigste Instrument für astronomische Ortsbestimmungen. Zwar ist er für Breitenbestimmungen nicht unumgänglich nötig, zur Erlangung genauer Werte dieser Koordinate ist er aber unentbehrlich. Längenbestimmungen sind ohne ihn überhaupt nicht ausführbar. Die beiden auf der Reise benutzten Chronometer wurden regelmäfsig aufgezogen, und zwar der eine um 7 Uhr morgens, der andere um 7 Uhr abends. Für den Fall, dafs einer derselben infolge Unterlassung des Aufziehens stehen bliebe, hätte er nach den Angaben des anderen gestellt werden können, da zu den erwähnten Stunden sowie vor und nach jeder Bestimmung der Ortszeit eine Vergleichung beider Uhren stattfand. Hieraus liefsen sich zugleich etwaige Unregelmäfsigkeiten des täglichen Ganges erkennen. Die Ergebnisse dieser Vergleichungen wurden in ein Uhr-

buch geschrieben, welches Tag, Stunde, Uhrdifferenz und die Reduktion der letzteren auf 24 Stunden enthielt. Als Beobachtungsuhr diente ausschliefslich der Chronometer *L*.

Die Uhrzeit mufs im Augenblick jeder Beobachtung abgelesen werden, was gewöhnlich mit der Handhabung des Fernrohrs verbunden wird. Ich notirte zu diesem Zweck, kurz bevor der Stern an das Fadenkreuz gelangte, den Uhrstand auf einige Sekunden voraus, zählte dann von diesem Zeitpunkt ab, mit der Uhr am Ohr, fast mechanisch die Schläge und beobachtete zu gleicher Zeit mit dem Auge den Durchgang des Sterns durch das Linienkreuz des Okulars. Die gezählten Schläge wurden später durch Multiplikation mit 0.4 (die Uhr machte 5 Schläge in 2 Sek.) in Sekunden verwandelt und mit der Genauigkeit einer halben Sekunde als Beobachtungszeit in die Rechnung eingeführt.

Die auf der Reise ausgeführten Beobachtungen betrafen Zeit-, Breiten- und Azimutbestimmungen sowie einige Triangulationen. Vor der Abreise und nach der Rückkehr wurden in Santiago und Puerto Montt eine Reihe von Zeit- und Breitenbestimmungen angestellt, teils um die geographischen Längen auf einen bekannten Meridian zu beziehen, teils um von neuem die Praxis zu erwerben, bei der Beobachtung Schnelligkeit und Genauigkeit mit einander zu vereinigen. Während der Reise selbst war der Gang der Arbeiten derart, dafs morgens vor dem Aufbruch oder während der ersten Marschstunden eine Zeitbestimmung mit der Sonne ausgeführt wurde, mittags eine Breite mit demselben Gestirn, nachmittags mitunter eine zweite Zeitbestimmung, und abends eine neue Breite mit einem Stern, wenn der Nachmittagsmarsch eine erhebliche Änderung der Breite herbeigeführt hatte oder die Mittagsbreite durch Bewölkung verhindert worden war. Bei mehrtägigem Aufenthalt an demselben Ort fand natürlich eine entsprechende Wiederholung der Beobachtungen statt. Eine gröfsere Anzahl Abendbeobachtungen habe ich indes auf dieser Reise nicht ausgeführt, teils weil der Wind die Beleuchtung ungemein erschwerte, teils wegen der grofsen Anzahl Mittagsbreiten, die das gute Wetter ermöglichte.

Im allgemeinen gelang es mir, diesen Arbeitsplan mit ziemlicher Regelmäfsigkeit zu verwirklichen, da es mein Grundsatz war, keine für eine astronomische Beobachtung günstige Gelegenheit unbenutzt vorübergehen zu lassen. Durch die Bewölkung, die Niederschläge, die Schwierigkeiten des Geländes und die Umstände der Reise wurden immerhin noch genug Änderungen und Unterbrechungen veranlafst. So war bei den Waldmärschen selten ein genügend grofses Stück des Himmels sichtbar, um der Visirlinie des Fernrohrs die gewünschte Richtung zu geben. Nur durch Niederhauen der die Aussicht hindernden Bäume konnte mitunter Abhilfe geschaffen werden. Ferner machte

es der Wind abends fast unmöglich, die Beobachtungslaterne, welche zur Beleuchtung des Okulars und zur Ablesung der geteilten Kreise diente, vor dem Erlöschen zu bewahren.

Am Anfang der Reise, im unteren Reñihué-Thal, war der Himmel beständig bedeckt, zahlreiche Regengüsse wiesen jeden Gedanken an astronomische Arbeiten zurück. Vom Lago Inferior ab wurde das Wetter aber besser und bald so beständig, dafs es eine lange Reihe von Beobachtungen gestattete, die eine genaue Bestimmung der Ortslage fast aller Stationen der Reise zur Folge hatten, z. B. der Hauptwasserscheide, des Passes Navarro, aller Endpunkte der Seen und der sonstigen Punkte, welche für die Konstruktion des Reiseweges von Wichtigkeit sind. Nach Norden setzte ich die Arbeiten bis zum Chubut-Thal, nach Süden bis zum Abflufs des Menéndez-Sees fort. Näherungswerte der geographischen Breite wurden unmittelbar nach der Beobachtung berechnet, um zu wissen, wie weit die Expedition nach Norden oder Süden vorgerückt war. Während der Rückkehr fand an den Stationen des Hinweges eine Wiederholung der Zeitbestimmungen statt, um für die Zwischenzeit einige Werte des täglichen Ganges der Uhren zu erlangen. Schliefslich glückte es noch am Ende der Reise, im unteren Reñihué-Thal diejenigen Daten zu erhalten, welche auf dem Hinweg übergangen werden mufsten.

Im ganzen wurden 2362 Zenithdistanzen und 255 Horizontalwinkel gemessen, und zwar:

868 Zenithdistanzen für 66 Zeitbestimmungen an 34 verschiedenen Orten,
1274 Zenithdistanzen[1]) für 106 Breitenbestimmungen an 68 verschiedenen Orten, 71 mit der Sonne und 35 mit Sternen,
157 Horizontalwinkel für 14 Sonnenazimute,
98 Vertikal- und Horizontalwinkel für Triangulationen,
76 Zenithdistanzen für 7 absolute Längenbestimmungen mit dem Monde,
46 Zenithdistanzen zur Bestimmung des Zenithfehlers.

2. Die Zeitbestimmungen.

Der Forschungsreisende, welcher die geographischen Koordinaten seines Weges astronomisch bestimmen will, ohne die leichte Beweglichkeit und das stetige Vorrücken seiner Expedition zu beeinträchtigen, bedarf sorgfältig ausgewählter Methoden, um trotzdem gute Werte der gesuchten Gröfsen zu erhalten. Über die von mir bei der astro-

[1]) Hierin sind die auf der Puelo-Reise von mir ausgeführten Breitenbestimmungen einbegriffen.

nomischen Ortsbestimmung eingeschlagenen Methoden habe ich mich in dem Bericht über die Nahuelhuapi-Palena-Expedition (Anales de la Universidad de Chile, März 1895) ausgesprochen und bei dieser Gelegenheit sowohl die Theorie als auch das rechnerische Verfahren ausführlich entwickelt, was mir sowohl wegen des Fehlens einer ähnlichen Arbeit, speziell in der Landessprache, erforderlich schien, als auch um mich bei späteren Reisen darauf beziehen zu können.

Zur Ermittelung der Ortszeit bediente ich mich ausschliefslich der Messung von Zenithdistanzen der Sonne in der Nähe des ersten Vertikals, da in diesem Fall ein Breitenfehler den geringsten Einflufs auf die Zeit ausübt. Der Stundenwinkel der Sonne ist gleich der wahren Sonnenzeit, aus welcher sich durch Addition der Zeitgleichung die mittlere Sonnenzeit und durch Vergleichung derselben mit der Uhrablesung die Uhrverbesserung ergiebt. Bei Sternbeobachtungen bedarf es zu dieser Verwandlung der Rektaszension und der Sternzeit des Gestirns. Vor und nach jeder Zeitbestimmung wurde die Beobachtungsuhr L mit dem Chronometer M verglichen, um auch dessen Stand gegen Ortszeit zu erhalten.

Leider war es mir unmöglich, mich auf der Reise der Methode der korrespondirenden Höhen zu bedienen, obgleich sie die sicherste ist, um die Zeit durch Messung von Zenithdistanzen zu bestimmen. Selten oder nie befand sich meine Expedition am Morgen und Abend eines Tages an demselben Ort, höchstens bei Regenwetter, und dann waren astronomische Beobachtungen überhaupt unmöglich. Die für Reisen in den patagonischen Anden alljährlich verfügbare Zeit ist ziemlich kurz und mufs, angesichts der zu bewältigenden Hindernisse, zur Erfüllung des Hauptzwecks der Reise, der Erforschung eines unbekannten Flufsgebietes, voll ausgenutzt werden. Die allgemeinen Dispositionen, welche auf ein möglichst schnelles Vorrücken abzielen, dürfen daher nicht durch Ausführung dieser oder jener astronomischen Beobachtung verändert werden.

Die Berechnung der Stundenwinkel wurde für jede Gruppe von Zenithdistanzen und die zugehörige Zeitangabe getrennt ausgeführt. Die Einzelberechnung sicherte vor Rechenfehlern und lieferte eine Probe der Genauigkeit. Nur selten unterschieden sich die Ergebnisse der einzelnen Beobachtungsgruppen um mehr als eine Zeitsekunde. Vor Beginn der Rechnung mufsten natürlich die Mittelwerte aus den Nonienablesungen gebildet, die Zenithdistanzen nach den Angaben der Libellen verbessert und die in verschiedenen Lagen des Vertikalkreises ausgeführten Beobachtungen vereinigt werden, um sowohl die Instrumentenfehler als auch die Beobachtungsfehler zu vermindern.

Das folgende Verzeichnis enthält alle Angaben, die sich auf die

Ortsbezeichnung	Tag	Stunde	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Chronometerstand	
			KR	*KL*	(*L*)		*JL*	*JM*
1896 Decbr.		h			h m s	° ′ ″	m s	m s
Santiago, O'Higgins 1446	8	7.2 a	4	4	19 08 42	62 02 11	+ 1 04.5	
„	9	6.8 a	4	4	18 46 27	66 38 03	+ 1 11.3	
„	10	6.8 a	4	4	18 48 20	66 18 35	+ 1 16.4	
„	10	6.9 a			Mw.		+ 1 17.2	
„	13	6.6 a	4	4	18 33 52	69 19 48	+ 1 36.6	
Santiago, Sternwarte	13	9.5 a					+ 1 25.3	
Valparaiso, Escuela Naval	14	2.8 p					— 2 04.7	— 1 02.4
Puerto Montt, Plaza.....	21	5.8 p	4	6	5 54 36	72 48 50	— 6 23.8	— 6 49.2
„	22	0.4 a			Mw.		— 6 22.8	— 6 51.9
„	22	6.9 a	4	4	18 59 56	64 49 37	— 6 21.8	— 6 54.6
Reñihué-Thal, 1. Nebenfl.	29	8.2 a	1	1	20 15 36	51 05 52	— 3 49.9	— 5 54.9
Rio Blanco, Lagerplatz ..	30	8.4 a	4	4	20 29 19	48 41 03	— 3 39.2	— 5 59.0
Fundo Minchinmávida,	30	5.2 p	4	4	5 17 01	65 42 50	— 3 25.3	— 5 50.9
„ [Wohnhaus	31	0.8 a			Mw.		— 3 24.1	— 5 53.9
„	31	8.3 a	6	6	20 18 54	50 23 16	— 3 22.8	— 5 56.8
1897 Januar								
Corralito-Lager	2	6.8 a	5	5	18 48 32	67 21 16	— 2 47.5	— 5 43.5
Lago Reñihué Inf., Oststr.	5	8.5 a	6	6	20 33 57	48 26 55	— 2 15 7	— 5 47.5
Lago Reñihué Sup., Ramada	7	4.4 p	8	7	4 39 49	59 06 03	— 1 36.5	— 5 37.6
Derrumbe-Lager.....	8	6.4 p	4	4	6 28 02	78 34 42	— 1 25.5	— 5 40.2
„	9	1.2 a			Mw.		— 1 24.1	— 5 42.8
„	9	8.0 a	6	6	20 03 46	54 26 44	— 1 22.7	— 5 45.4
Lawinen-Lager.....	9	5.7 p	6	6	5 44 53	71 02 05	— 1 10.2	— 5 39.1
„	10	0.7 a			Mw.		— 1 07.3	— 5 39.6
„	10	7.6 a	6	6	19 35 42	59 42 17	— 1 04.3	— 5 40.1
Raulíes-Lager.....	11	7.7 a	6	6	19 42 11	58 39 04	— 0 53.8	— 5 42.7
Alerces-Lager.....	13	5.2 p	5	4	5 10 48	65 08 22	— 0 23.9	— 5 44.7
„	14	0.7 a			Mw.		— 0 21.4	— 5 45.7
„	14	8.2 a	6	6	20 14 58	53 03 14	— 0 18.9	— 5 46.6
Barrikaden-Lager.....	16	8.2 a	6	6	20 09 46	54 16 00	+ 0 14.3	— 5 40.5
Rio Alerces, Einschiffpunkt	17	8.3 a	6	6	20 14 53	53 28 15	+ 0 28.0	— 5 37.9
Lago Montt, Abfluſs	18	6.0 p	8	9	5 57 06	74 11 20	+ 1 37.4	— 4 44.4
„	19	5.5 a			Mw.		+ 1 41.7	— 4 45.3
„	19	4.9 p	7	7	4 53 55	62 49 12	+ 1 45.9	— 4 46.1
Junta-Lager	20	6.0 p	5	6	5 58 58	74 44 34	+ 1 52.3	— 4 50.4
Punta Arenal.....	21	7.9 a	8	8	19 54 40	57 38 42	+ 1 59.7	— 4 48.6
Lago Bravo, Ostufer.....	23	8.6 a	3	3	20 45 42	48 36 49	+ 2 36.4	— 4 33.4

Ortsbezeichnung	Tag	Stunde	Anzahl KR	Anzahl KL	Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Chronometerstand Δ L	Chronometerstand Δ M
1897 Februar		h			h m s	° ′ ″	m s	m s
Valle Leleque, Estancia . .	2	7.9 a	2	3	19 48 26	60 06 50	+ 6 10.1	— 2 56.7
Hauptwasserscheide, Stat. E	3	5.3 p	12	12	5 11 06	68 42 08	+ 5 52.7	— 3 29.5
„ „	4	0.4 a			Mw.		+ 5 55.3	— 3 31.1
„ „	4	7.6 a	8	8	19 28 29	64 32 55	+ 5 57.8	— 3 32.6
„ , Stat. O	5	7.9 a	12	12	19 48 58	61 01 41	+ 5 39.5	— 4 01.4
Peñasco Aislado, astr. Stat.	6	4.6 p	8	8	4 29 22	61 23 30	+ 5 02.5	— 4 52.3
Lago Nicolás, Ostufer . . .	8	8.6 a	7	7	20 29 42	54 25 58	+ 4 48.2	— 5 24.2
Lago Bravo, Nordufer . . .	8	5.5 p	4	3	5 23 32	71 42 46	+ 4 46.6	— 5 30.1
„ , Abfluſs	10	7.2 a	8	8	19 05 12	70 21 00	+ 4 35.2	— 6 02.6
Junta-Lager	10	5.0 p	4	4	5 01 58	68 03 37	+ 4 30.7	— 6 13.7
Lago Barros, Seeenge	11	7.9 a	8	8	19 50 36	62 15 33	+ 4 36.0	— 6 15.7
Lago Menéndez, NW-Fluſs	12	7.6 a	4	4	19 29 18	66 23 01	+ 4 29.7	— 6 32.3
Punta Arenal	13	8.3 a	8	8	20 13 17	58 33 30	+ 4 44.4	— 6 32.4
Lago Montt, Abfluſs	13	4.8 p	8	8	4 44 57	65 42 59	+ 4 48.6	— 6 33.2
„ , Gletscher-Lager	15	4.5 p	5	5	4 28 27	63 06 32	+ 4 27.3	— 7 17.5
„ , Südende	16	8.5 a	8	8	20 25 31	57 09 57	+ 4 03.8	— 7 50.0
Barrikaden-Lager	16	4.7 p	8	8	4 39 24	65 16 34	+ 4 01.0	— 7 58.2
Ñadis-Lager	17	8.9 a	8	8	20 50 07	53 08 29	+ 3 47.1	— 8 22.1
Alerces-Lager	17	4.7 p	8	8	4 37 33	65 07 44	+ 3 42.5	— 8 31.2
Paſs Navarro, Pampita . . .	18	4.3 p	8	9	4 13 26	61 02 57	+ 3 47.4	— 8 40.4
Lawinen-Lager	19	7.5 a	8	8	19 23 32	69 06 40	+ 3 37.2	— 9 00.7
Lago Reñihué Sup., Ramada	19	4.4 p	7	6	4 23 03	62 59 24	+ 3 34.8	— 9 09.4
„ , Südende	20	8.6 a	8	8	20 33 25	56 48 31	+ 3 29.6	— 9 25.7
Lago Reñihué Inf., Oststr.	20	5.2 p	8	8	5 07 15	71 16 46	+ 3 22.9	— 9 35.4
„ , Puerto	21	3.8 p	4	4	3 46 05	56 54 57	+ 3 25.6	— 9 42.4
Corralito-Lager	22	4.7 p	8	8	4 35 40	66 01 18	+ 3 16.9	— 10 06.9
Fundo Minchinmávida . . .	23	7.5 a	8	8	19 26 00	69 38 22	+ 3 06.7	— 10 26.6
Rio Blanco, Lagerplatz . .	23	4.4 p	8	8	4 18 28	63 07 28	+ 2 57.6	— 10 40.4
Rio Reñihué, Mündung	25	8.4 a	8	8	20 22 21	59 57 06	+ 2 55.4	— 11 10.2
„ (Casa Escocesa)	25	4.6 p	8	8	4 32 49	66 16 56	+ 3 03.4	— 11 12.3
„	26	7.7 a	8	8	19 39 13	67 52 31	+ 3 05.9	— 11 17.7
„	26	2.9 p			Mw.		+ 3 08.1	— 11 19.6
„	26	4.7 p	8	8	4 35 55	67 09 37	+ 3 13.0	— 11 20.8
„	27	7.5 a	8	8	29 24 09	70 48 50	+ 3 15.6	— 11 25.4
„	28	8.3 a	8	8	20 17 08	61 30 35	+ 3 24.1	— 11 31.4
März								
Puerto Montt, Plaza	6	4.8 p	8	8	4 44 13	70 46 44	+ 2 44.1	— 13 50.3
„	7	4.6 p	8	8	4 32 46	69 00 40	+ 2 53.3	— 13 52.2

Ortsbezeichnung	Tag	Stunde	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Chronometerstand	
			KR	*KL*	(*L*)		ΔL	ΔM
1897 März		h			h m s	° ′ ″	m s	m s
Puerto Montt, Plaza.....	7	4.7 p			Mw.		+ 2 53.0	— 13 53.7
„	8	4.8 p	8	8	4 42 11	71 04 28	+ 3 01.7	— 13 58.6
Santiago, O'Higgins 1446	29	7.8 a	8	8	19 33 22	70 44 03	+ 15 10.4	— 6 39.2
„	31	3.8 p			Mw.		+ 15 31.1	— 6 51.5
April								
„	1	7.9 a	8	8	19 36 19	70 36 01	+ 15 36 7	— 6 55.0
„	2	7.7 a	8	8	19 25 12	72 55 57	+ 15 46.1	— 7 00.3
Santiago, Sternwarte.....	2	2.8 p					+ 15 49.1	— 7 04.5
Valparaiso, Escuela Naval	26	12.0 a						— 13 23.3

Zeitbestimmungen beziehen, und zwar so ausführlich, dafs sie unter Benutzung der in späteren Listen enthaltenen geographischen Längen und Breiten eine Wiederholung der Rechnung gestatten. Die Beobachtungen sind in chronologischer Reihenfolge angeführt, um das Verhalten der Uhren zu veranschaulichen. Die in der dritten Abteilung enthaltene Stunde ist das Mittel der verbesserten Uhrangaben. Bei der Zahl der Beobachtungen sind die in den beiden Kreislagen des Instruments angestellten von einander unterschieden. Die abgelesenen Chronometerzeiten (*L*) sind auf ganze Sekunden abgerundet, die Zenithdistanzen sowohl von den Instrumentenfehlern als auch von der Refraktion und Parallaxe befreit und auf den Mittelpunkt des beobachteten Gestirns bezogen. Der Raumersparnis wegen sind in der Liste nicht alle einzelnen Beobachtungen, sondern nur die Mittelwerte derselben angegeben. Die Uhrstände ΔL und ΔM sind die Durchschnittswerte der Ergebnisse der Einzelberechnungen und beziehen sich auf die mittlere Zeit des Beobachtungsortes. Waren mehrere Zeitbestimmungen an demselben Ort angestellt worden, so enthält das Verzeichnis auch den Mittelwert (Mw.) der verschiedenen Uhrstände nebst der entsprechenden Ortszeit, da diese Angaben für die Berechnung der Längenunterschiede von Wichtigkeit sind.

3. Die Breitenbestimmungen.

Bei bekannter Zeit erhält man den genauesten Wert der geographischen Breite aus Circummeridianhöhen eines Gestirns oder aus Polarsternhöhen. Die letzteren sind insofern für Breitenbestimmungen vornehmlich geeignet, als sie keiner besonderen Stellung des Sterns be-

dürfen und ihre Messung bei wolkenfreiem Himmel zu jeder beliebigen Nachtstunde, und so oft ausgeführt werden kann, wie es der zu erreichende Genauigkeitsgrad erfordert. Leider giebt es auf der südlichen Halbkugel keinen lichtstarken Stern, welcher dem Pol genügend nahe steht.

Ich habe daher die geographischen Breiten auf meinen bisherigen Reisen aus Circummeridianhöhen bestimmt. Dieselben lassen sich leicht auf Meridianhöhen zurückführen, indem man ihnen eine kleine Berichtigung hinzufügt, die sich mit grofser Schärfe berechnen läfst. Werden die Beobachtungen in der früher beschriebenen Weise angeordnet, so weichen die aus den einzelnen Gruppen hergeleiteten Werte nur wenig von einander ab und das Mittel aus ihnen liefert ein gutes Resultat. Die Einzelberechnung gestattet auch hier ein Urteil über die Genauigkeit der ganzen Bestimmung.

Vorteilhaft ist es, die Zeit durch korrespondirende Sonnenhöhen zu bestimmen und an demselben Tage Circummeridianhöhen dieses Gestirns zu messen, da man in diesem Falle die Verbesserung des Chronometers für den wahren Mittag, d. h. für denjenigeni Augenblick erhält, für welchen man sie bei der Berechnung der Breite gerade braucht.

Die Zenithdistanzen wurden so nahe wie möglich am Meridian gemessen, da dann ein etwaiger Fehler in der Uhrzeit das Ergebnis der Breite am wenigsten beeinflufste. Abgesehen von der gleichmäfsigen Verteilung der einzelnen Beobachtungen auf beide Lagen des Vertikalkreises und der horizontalen Achse des Instruments, bemühte ich mich, eine gleiche Anzahl von Beobachtungen vor und nach dem Meridiandurchgange des Gestirns zu erlangen. Der Zeitpunkt des Durchgangs wurde zu diesem Zweck mit Hilfe des Uhrstandes näherungsweise voraus bestimmt, die Beobachtung dann bei Zeiten begonnen und ohne Rücksicht auf die inzwischen erfolgende Kulmination so lange fortgesetzt, bis eine genügende Anzahl von Zenithdistanzen nach der Kulmination erlangt war. Empfehlenswert ist die Beobachtung zweier Sterne, von welchen einer im Norden und einer im Süden des Zeniths kulminirt.

Je geringer die Höhe des beobachteten Gestirns ist, in um so grösserem Abstand vom Meridian kann die Beobachtung ausgeführt werden, doch ist es zweckmäfsig, sich auf Stundenwinkel von höchstens $\pm 30^m$ zu beschränken. Bei kleinen Höhen ist der Wert der Refraktion unsicher, am besten werden solche zwischen 40° und 50° gewählt.

Nach Beendigung der Beobachtung entnahm ich den erhaltenen Zahlen die gröfste Höhe (oder kleinste Zenithdistanz) als ersten Näherungswert der Meridianhöhe und berechnete sofort, ohne die genaue Reduktion auf den Meridian auszuführen, doch unter Berück-

Ortsbezeichnung	Tag	Gestirn	Anzahl KR	Anzahl KL	Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Südliche Breite
					h m s	° ′ ″	° ′ ″
1895 Januar							
Puerto Montt, Plaza.....	19	Jupiter	2	1	11 11 34	66 37 13	41 28 42
„	19	Sirius	2	2	11 25 53	26 22 27	
„	20	Sonne	3	3	0 19 32	21 36 04	41 28 53
			2	2	39 00	59 08	44
März							
„	19	„	3	3	23 47 32	41 03 48	41 28 38
			3	3	58 53	02 18	45
1896 Decbr.							
„	21	„	2	2	0 06 11	18 03 56	41 28 50
Rio Blanco, Lagerplatz..	29	Mars	2	2	9 20 00	69 15 47	42 39 16
			2	2	51 06	68 19 00	24
Reñihué-Thal, Mittagslagerplatz	30	Sonne	3	3	0 02 18	19 35 33	42 40 46
			4	4	18 10	42 55	40
Fundo Minchinmávida ...	30	Aldebaran	2	2	8 53 45	60 35 07	42 41 08
			2	2	9 17 28	59 34 11	06
„ ...	31	Sonne	4	4	23 56 59	19 49 05	42 41 18
			3	3	0 16 36	46 27	10
1897 Januar							
Lago Reñihué Inf., Puerto	4	„	2	2	0 13 58	20 06 30	42 42 56
			2	2	28 31	32 15	51
Lago Reñihué Inf., Oststrand	5	„	3	3	23 59 39	20 16 31	42 43 43
			4	4	0 23 59	27 51	32
„	5	Beteigeuze	3	3	9 56 48	51 28 23	42 43 45
			3	3	10 14 20	50 42 04	33
LagoReñihuéSup.,Ramada	7	Sonne	2	1	23 57 38	20 35 26	42 43 52
Derrumbe-Lager.....	8	„	4	4	0 07 37	20 36 55	42 42 58
			4	4	30 03	21 05 34	56
Lawinen-Lager.....	9	„	4	4	0 05 37	20 45 38	42 43 00
			4	4	28 13	21 08 02	42 48
Raulíes-Lager.....	10	„	4	4	0 14 26	20 56 14	42 42 54
			5	5	35 57	21 38 36	48
Paſs Navarro, Pampita...	11	„	4	5	0 04 12	21 04 23	42 43 05
Rio Alerces, Mittagslagerplatz	13	„	4	4	0 03 39	21 26 11	42 42 43
			4	4	22 00	32 31	37
Lago Montt, Abfluſs.....	18	„	3	3	0 30 48	22 50 02	42 43 54
			4	4	48 01	23 48 11	48

Ortsbezeichnung	Tag	Gestirn	Anzahl KR	Anzahl KL	Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Südliche Breite
					h m s	° ′ ″	° ′ ″
1897 Januar							
Lago Montt, Abfluſs.....	19	Sonne	2	2	23 41 38	23 19 33	42 43 57
			3	3	56 33	22 43 56	46
Futaleufu, Haltepunkt....	20	„	5	4	0 05 16	22 46 43	42 41 47
			4	4	21 07	53 02	52
Junta-Lager.....	20	Rigel	2	2	8 56 22	34 27 29	42 43 35
			2	2	9 16 32	30 13	46
Futaleufu, Furt.....	22	Sonne	4	4	0 27 11	23 30 48	42 41 08
			4	4	48 41	24 40 17	40 59
Lago Bravo, Abfluſs.....	22	Sirius	2	2	9 53 39	27 05 05	42 39 13
			2	2	10 07 29	26 25 49	38 59
„ , Ostufer.....	23	Sonne	5	5	23 59 40	23 30 02	42 35 15
			6	6	0 20 54	27 46	19
Futaleufu, Mittagslagerplatz	24	„	6	6	23 59 14	23 40 38	42 33 31
			5	5	0 18 12	37 26	44
Arroyo Arenoso, Mittagslagerplatz	26	„	5	5	23 49 24	24 17 05	42 25 03
			5	5	0 15 46	23 59 25	13
Februar							
Valle Leleque, Estancia..	2	„	6	6	23 49 19	26 08 49	42 25 09
			5	5	0 13 03	25 53 10	29
Hauptwasserscheide, Stat. E	3	„	5	6	0 01 50	26 10 08	42 21 21
			5	5	25 01	19 42	20
„ ,Poza	4	„	6	5	23 47 46	26 44 14	42 20 27
			5	5	0 12 52	23 10	37
„ ,Stat.O	5	„	6	6	23 47 53	27 00 52	42 18 58
			6	6	0 15 30	26 43 33	19 09
Peñasco Aislado, astr. Stat.	6	„	5	5	23 58 40	27 15 51	42 29 49
			5	5	0 22 30	17 13	56
Lago Nicolás, Ostufer....	8	„	3	2	23 47 06	28 15 54	42 27 33
Lago Chico, Nordufer....	10	„	5	5	23 42 38	29 13 38	42 42 33
			6	6	0 15 09	28 39 31	42
Lago Menéndez, Abfluſs..	11	„	6	6	23 45 17	29 36 42	42 53 18
			7	7	0 15 46	10 37	26
Lago Barros, Seeenge....	12	„	6	6	0 01 29	29 29 16	42 49 06
			7	6	29 00	42 14	14
Junta-Lager	13	„	4	4	0 15 59	29 40 53	42 43 43
			5	5	31 47	30 02 14	34
Lago Montt, Nordende...	14	„	6	6	23 58 32	30 03 22	42 36 55
			6	7	0 24 51	03 30	37 01

Ortsbezeichnung	Tag	Gestirn	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	wahren Zenithdistanzen	Südliche Breite
			KR	KL			
1897 Februar					h m s	° ′ ″	° ′ ″
Lago Montt, Gletscher-Lag.	15	Sonne	8	0	0 05 13	30 16 45	42 40 51
„ , Südende	16	„	6	6	23 52 23	30 56 06	42 44 40
			6	6	0 15 35	44 22	46
Ñadis-Lager	17	„	6	5	23 52 16	31 17 18	42 44 18
			6	6	0 19 02	09 08	26
Pafs Navarro, Pampita ...	18	„	6	6	0 04 32	31 24 40	42 42 58
			5	5	28 00	37 23	43 04
Lago Reñihué Sup., Ramada	19	„	6	6	23 49 44	32 03 48	42 43 56
			6	6	0 17 04	31 48 40	44 10
„ , Südende	20	„	6	6	23 47 29	32 32 39	42 47 26
			6	6	0 11 20	32 10 34	36
Corralito-Lager.....	22	„	6	6	23 53 34	33 00 18	42 42 00
			5	5	0 15 38	32 50 20	08
Fundo Minchinmávida ...	23	„	6	6	23 55 37	33 18 30	42 41 04
			5	5	0 15 03	10 49	08
Rio Reñihué, Mündung (Casa Escocesa)	25	„	7	7	23 48 06	34 08 27	42 34 57
			7	7	0 19 12	33 54 13	53
„	26	„	5	5	23 53 52	34 20 47	42 34 57
			5	5	0 15 29	13 11	35 00
„	27	„	5	5	0 05 55	34 33 32	42 35 01
			6	6	32 10	55 03	34 58
„	28	„	6	6	23 52 20	35 07 23	42 34 58
			5	5	0 16 23	34 59 10	35 06
März							
Puerto Montt, Plaza.....	7	„	6	6	0 01 45	36 34 07	41 28 48
			6	6	0 31 31	55 16	41
„	8	„	5	5	23 50 44	37 06 03	41 28 39
			6	6	0 16 16	58 49	41
		* * *					
1895 Januar							
Las Hualas-Lager *)	26	Sonne	3	4	23 56 14	23 18 05	41 37 50
			3	3	0 18 33	02 27	55
„	26	Jupiter	3	3	8 43 39	65 37 38	41 37 32
„	27	Sonne	5	5	0 11 30	23 17 38	41 37 37
„	28	„	4	4	0 12 11	23 30 39	41 37 47

*) Die folgenden Beobachtungen sind im Thale des Rio Puelo angestellt worden. Die Uhrzeiten derselben beziehen sich auf mittlere Ortszeit.

Ortsbezeichnung	Tag	Gestirn	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)		Südliche Breite
			KR	KL	h m s	° ′ ″	° ′ ″
1895 Januar							
Poza-Lager	31	Sonne	3	3	0 01 32	24 30 57	41 38 35
			3	3	21 15	21 45	31
„	31	Jupiter	3	3	8 43 06	65 07 01	41 38 47
		Beteigeuze	2	2	9 14 00	49 04 54	41
Februar							
Taguatagua-Lager	1	Jupiter	1	1	8 46 35	65 03 38	41 42 46
		Sirius	3	3	9 38 50	25 23 38	58
			2	2	58 11	10 34	54
Lager oberhalb des Rio Manso	2	Rigel	1	1	8 31 55	33 33 35	41 44 41
		Jupiter	3	3	52 36	65 03 24	56
Schiffbruchstelle	3	Sonne	3	3	0 01 45	25 26 53	41 44 58
			2	3	25 02	27 40	52
Pfahl-Stromschnelle	3	Jupiter	3	3	8 20 03	65 24 56	41 45 55
		Beteigeuze	3	3	9 00 21	49 11 47	46 09
Felsufer-Lager	4	Sirius	4	4	9 54 07	25 26 07	41 48 08
Mittags-Halteplatz	5	Sonne	4	4	0 22 11	26 04 10	41 48 48
Insel-Lager	6	Castor	2	1	10 25 01	73 56 54	41 49 51
		Pollux	1	1	39 19	70 08 28	
„	7	Sonne	4	4	0 16 37	26 37 39	41 49 40
„	7	Beteigeuze	3	3	8 55 24	49 25 14	41 50 12
Alerces-Bach	9	Sonne	4	4	0 30 45	27 32 08	41 51 38
Lager am Totoral-See	12	Procyon	3	3	10 22 55	47 38 50	41 54 28
„	13	Sonne	3	3	0 06 51	28 41 17	41 54 09
			3	3	22 18	41 42	03
Lager am Mechai-Berge	14	„	3	3	0 08 48	29 01 22	41 55 10
			2	2	18 59	00 39	04
	14	Beteigeuze	3	3	8 50 20	50 09 51	41 54 59
Rio Puelo, erster Korral	21	Sonne	1	1	23 56 29	31 46 36	42 00 16
Erstes Lager in der Flufs-enge	21	Jupiter	1	1	7 27 26	25 22 25	42 00 30
		Beteigeuze	3	3	8 01 43	49 36 04	24
Maki-Lager	22	„	5	5	8 03 51	49 46 32	42 01 16
Mittags-Lagerplatz in der Flufsenge	23	Sonne	3	3	0 09 18	32 19 24	42 02 02
			2	2	19 54	20 12	14
Balseo Frustrado	24	„	3	3	0 05 01	32 44 48	42 03 04
			3	3	16 06	41 39	02 58
Felssturz-Lager	24	Procyon	4	4	9 08 32	47 36 04	42 03 19
Mittags-Lagerpl. i. 2. Korral	25	Sonne	4	4	0 19 10	33 07 30	42 04 24
Lago Puelo Inf., Abfluſs	25	Beteigeuze	4	4	7 56 27	49 57 37	42 05 40

Ortsbezeichnung	Tag	Gestirn	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	Mittelwert der wahren Zenithdistanzen	Südliche Breite
			KR	KL			
1895 Februar					h m s	° ′ ″	° ′ ″
Lago Puelo Inf., Abfluſs	26	Sonne	3	3	0 04 30	33 31 46	42 05 28
			3	3	16 41	29 26	39
Lago Puelo Sup., Abfluſs	27	„	2	2	0 12 25	33 52 19	42 06 50
			3	3	22 23	56 17	36
„ , Norduſer	27	Procyon	2	2	8 57 57	47 37 20	42 05 58
			2	2	9 10 13	37 08	52
„ „	28	Sonne	4	4	0 21 36	34 18 40	42 06 08
März							
Valle Nuevo, Halteplatz	1	„	4	4	0 23 45	34 40 12	42 03 05
Rinderherden-Lager.....	1	Sirius	4	4	8 08 23	25 28 32	41 59 08
Kolonie im Valle Nuevo	2	Sonne	3	3	0 08 38	34 50 18	41 55 52
			2	2	17 23	51 06	56 00
Loma-Lager	2	Procyon	4	4	9 05 01	47 30 48	41 52 50
Caldera-Lager.....	4	Sonne	5	5	23 57 51	35 49 39	41 56 48
			4	4	0 19 13	38 44	40
Lago Puelo Sup., Norduſer	6	„	4	4	0 16 22	36 33 49	42 06 07
„ , Abfluſs	7	„	1	1	0 10 45	36 56 06	42 06 46
Lago Puelo Inf., Abfluſs	7	Sirius	4	4	7 53 15	25 44 32	42 05 29
Felssturz-Lager.....	8	Sonne	3	3	0 03 11	37 18 40	42 03 15
			2	5	16 09	17 38	10
Moskitos-Lager.....	8	Sirius	1	1	7 43 51	25 32 08	42 02 05
		Procyon	3	3	8 51 44	47 51 35	23
I. Lager in der Fluſsenge	9	Sonne	4	4	0 27 15	37 48 27	42 00 34
Lager am Zusammenfluſs	9	Procyon	3	3	9 33 37	50 04 48	41 59 11
Pangues-Lager.....	10	Sonne	4	4	0 13 01	37 56 17	41 55 49
Lager am Rio Totoral...	10	Procyon	3	3	8 33 08	47 31 33	41 55 20
Llano Yate, Mündung des	16	Sonne	2	2	0 07 42	40 00 32	41 39 03
Rio Puelo			3	3	16 09	02 52	05

sichtigung der notwendigsten Berichtigungen, einen vorläufigen Wert der Breite, dessen Kenntnis von Wichtigkeit für die Orientirung auf der Reise war.

Zwischen den beiden für die Bestimmung der Zeit und der Breite angewandten Methoden bestehen gegenseitige Beziehungen, da die Zeitbestimmung einen Wert der Breite voraussetzt und die Bestimmung der Breite sich auf die Kenntnis der Zeit gründet. Nichtsdestoweniger sind ursprünglich beide Gröſsen unbekannt. In dem ange-

führten Bericht über die Palena-Reise (Anales de la Universidad de Chile, Santiago 1895, S. 422) habe ich bereits auseinandergesetzt, wie die Rechnung in diesem Fall von mir angeordnet wurde.

Das vorstehende Verzeichnis der Breitenbestimmungen enthält sowohl die Beobachtungszahlen als auch die Ergebnisse der Rechnung. Seine Einrichtung entspricht dem Verzeichnis der Zeitbestimmungen. Der Kürze wegen sind auch hier alle Uhrzeiten und Zenithdistanzen in nur zwei Mittelwerte vereinigt worden. Bei der Bildung des endgiltigen Breitenwertes einer Station erhielten diejenigen Ergebnisse ein gröfseres Gewicht, welche durch eine gröfsere Anzahl von Einzelbeobachtungen erlangt worden waren. Der Liste ist eine Reihe noch nicht veröffentlichter Breitenbestimmungen angefügt, welche von mir in dem benachbarten Puelo-Gebiet ausgeführt worden sind. Dieselben enthalten mehrere Sternhöhen, während ich auf der Reñihué-Expedition fast ausnahmslos Mittagshöhen der Sonne gemessen habe. Die Kulminationen der beobachteten Sterne fanden in den ersten Abendstunden statt und waren daher bequem zu beobachten.

4. Die Längenbestimmungen.

Die Bestimmung der geographischen Längen geschah durch Zeitübertragung auf Grund der an den Hauptstationen des Reiseweges bestimmten Uhrstände. Die Anwendung dieser Methode setzt voraus, dafs die letzteren mit möglichster Genauigkeit ermittelt sind, da schon ein geringer Fehler eine erhebliche Unsicherheit der geographischen Länge zur Folge hat. Ferner dürfen die Chronometer während der Reise keine Störung erleiden, ihr Gang mufs ein gleichförmiger sein, der absolute Wert desselben ist hingegen gleichgiltig.

Für die Ermittelung der Uhrgänge war es von Wichtigkeit, dafs die Rückreise auf demselben Wege erfolgte wie die Hinreise. Wiederholt man nämlich auf der Rückreise die Zeitbestimmungen an denselben Orten, an welchen sie auf der Hinreise stattgefunden haben, zieht die entsprechenden Uhrstände von einander ab und bezieht den Unterschied auf 24 Stunden, so erhält man den mittleren täglichen Gang (δL und δM) der Chronometer in der Zwischenzeit. Es gelang mir während der Reise 16 Wiederkehrpunkte zu erhalten, aus denen ebensoviele Werte des Uhrgangs hervorgingen. Es sind die folgenden:

Ort	Zeit	Tage	δL	δM	
Santiago, O'Higgins 1446	10. Dec. bis 31. März	111.4	$+7.7^s$		
„ , Sternwarte	13. Dec. „ 2. April	110.2	+7.8		
Valparaiso, Escuela Naval	14. Dec. „ 26. April	132.9		-5.5^s	
Puerto Montt, Plaza	22. Dec. „ 7. März	75.8	+7.3	−5.5	
Reñihué-Thal, Rio Blanco	30. Dec. „ 23. Febr.	55.3	+7.2	−5.1	Während des Marsches
Fundo Minchinmávida	31. Dec. „ 23. Febr.	54.3	+7.2	−5.0	
Corralito-Lager	2. Jan. „ 22. Febr.	51.4	+7.1	−5.1	
Lago Reñihué Inf., Oststrand	5. Jan. „ 20. Febr.	46.4	+7.3	−4.9	
Lago Reñihué Sup., Ramada	7. Jan. „ 19. Febr.	43.0	+7.2	−4.9	
Lawinen-Lager	10. Jan. „ 19. Febr.	40.3	+7.1	−5.0	
Alerces-Lager	14. Jan. „ 17. Febr.	34.7	+7.1	−4.8	
Barrikaden-Lager	16. Jan. „ 16. Febr.	31.4	+7.2	−4.4	
Lago Montt, Südende	17. Jan. „ 16. Febr.	30.0	+7.2	−4.4	
„ „ , Abfluſs	19. Jan. „ 13. Febr.	25.5	+7.3	−4.4	
Junta-Lager	20. Jan. „ 10. Febr.	21.0	+7.5	−4.4	
Punta Arenal	21. Jan. „ 13. Febr.	23.0	+7.2	−4.5	
		Mittel:	+7.3	−4.7	

Die Uhrgänge können auch durch mehrere, an demselben Ort ausgeführte Zeitbestimmungen erlangt werden, z. B. während eines längeren Aufenthalts; doch ist es zweckmäſsig, dann weder zu kleine noch zu groſse Zwischenräume zu wählen. Sind zwei aufeinanderfolgende Beobachtungen nur um wenige Stunden verschieden, so können zufällige Beobachtungsfehler einen bedeutenden Einfluſs erlangen. Für lange Zwischenräume aber pflegen die Gänge nicht beständig genug zu bleiben.

Vor und nach der Reise wurde der Gang der Chronometer durch Vergleichungen mit den Pendeluhren Barraud und Molyneux der Sternwarte zu Santiago und mit den Chronometern der Escuela Naval zu Valparaiso geprüft, woraus sich ergab:

δL vor der Reise $+7.3^s$, nach der Reise $+7.8^s$
δM „ „ „ -4.5 „ „ „ -5.1 } (15 Vergleichungen).

Wie ersichtlich, sind die Uhrgänge während der Reise ziemlich unveränderlich und in Übereinstimmung mit den vor- und nachher festgestellten Werten geblieben. Natürlich sind einige Unregelmäſsigkeiten nicht zu vermeiden gewesen, dieselben können aber durch Verbindung mehrerer, für denselben Zeitabschnitt geltender Uhrgänge und Bildung des arithmetischen Mittels vermindert werden.

Die Berechnung der Längenunterschiede wurde zunächst für die Hauptstationen des Reisegebietes, wie die Mündung des Rio Reñihué, den Fundo Minchinmávida, das Ramada-, Lawinen-, Alerces- und Barrikaden-Lager, den Abfluſs des Lago Montt und das Junta-Lager ausgeführt. Die Lage eines jeden dieser Orte konnte sowohl auf Puerto

Montt als den Ausgangs- und Endpunkt der Reise, als auch auf die beiden östlichsten Beobachtungspunkte an der Hauptwasserscheide bezogen werden. Für jeden einzelnen dieser Längenunterschiede wurde der betreffende Uhrgang aus der vorstehenden Tafel entnommen, mit demselben die Rechnung für den Hin- und Rückweg getrennt ausgeführt und aus den für jeden Chronometer gefundenen Ergebnissen das Mittel gebildet. Aufserdem wurden die Längenunterschiede der erwähnten Hauptorte untereinander bestimmt und aus der gröfseren oder geringeren Übereinstimmung dieser neuen Werte mit den früher erhaltenen eine Probe für die Richtigkeit derselben hergeleitet. Nachdem auf diese Weise die Hauptstationen des Reiseweges einen festen Längenwert erhalten hatten, wurden die Längenunterschiede der Zwischenstationen von den einzelnen Hauptpunkten aus durch Interpolation mit Hilfe der Uhrgänge bestimmt.

Als Hauptmeridiane, auf welche sich alle geographischen Längen des Reiseweges stützen, dienten derjenige der Escuela Naval in Valparaiso ($4^h\,46^m\,34.0^s = 71°\,38'\,30''$ westlich v. Grw.) und derjenige der Sternwarte zu Santiago ($4^h\,42^m\,44.3^s = 70°\,41'\,5''$). In dem 5^s ($= 75''$) östlich vom letzteren Meridian gelegenen Hause O'Higgins 1446 ($4^h\,42^m\,39.^s3 = 70°\,39'\,50''$) führte ich die anschliefsenden Zeitbestimmungen vor und nach der Reise aus. Der Meridian von Puerto Montt, welcher nicht genau bekannt ist, wurde unter Bezugnahme auf die genannten Meridiane mittelst dreier Zeitübertragungen, einer auf der Hinreise, einer auf der Rückreise 1897 und einer während der Reise 1895 bestimmt. Der erhaltene Wert ist $4^h\,51^m\,41.1^s = 72°\,55'\,16''$ westl. v. Grw.

Das endgiltige Ergebnis der astronomischen Ortsbestimmung bildet die nebenstehende Liste von geographischen Koordinaten.

Was die Genauigkeit dieser Ergebnisse betrifft, so dürfte dieselbe für die Zwecke einer Forschungsreise als befriedigend zu betrachten sein. Namentlich die geographischen Breiten besitzen erhebliche Sicherheit, was nicht nur für diejenigen Orte gilt, an denen mehrere von einander unabhängige Bestimmungen angestellt worden sind, sondern auch für diejenigen Zwischenorte, welche in Folge ihrer geringen meridionalen Entfernung (z. B. im Torrentes-Thal) nur geringe Breitenunterschiede besitzen, wodurch die Genauigkeit des Gesamtwertes steigt. Die Unsicherheit dieser Breiten (Reñihué-Mündung, Fundo Minchinmávida, Corralito-Lager, Lagos Reñihué, Pafs Navarro, Lago Montt, Junta-Lager, Stationen an der Hauptwasserscheide — auf der Reñihué-Route, und Las Hualas, Insel-Lager, Totoral-Mechai, Flufsenge, Lagos Puelo — auf der Puelo-Route) beträgt 10—15″; sie liefern mithin eine feste Grundlage für die Konstruktion der Karte. Bei den

Ortsbezeichnung	Geographische Länge westl. v. Grw.			Geographische Breite S		
	°	′	″	°	′	″
Puerto Montt, Plaza	72	55	16	41	28	44
Rio Reñihué, Mündung (Casa Escocesa)	72	31	11	42	34	59
Reñihué-Thal, Lagerplatz am Rio Blanco	72	29	24	42	39	20
Reñihué-Thal, Mittagslagerplatz				42	40	43
Fundo Minchinmávida, Wohnhaus	72	26	39	42	41	09
Corralito-Lager	72	22	48	42	42	04
Lago Reñihué Inferior, Puerto	72	18	07	42	42	54
„ „ , Lagerplatz am Oststrande	72	17	06	42	43	38
Lago Reñihué Superior, Südende	72	13	56	42	47	31
„ „ , Lagerplatz Ramada	72	13	01	42	43	59
Derrumbe-Lager	72	11	29	42	42	57
Lawinen-Lager	72	09	28	42	42	54
Raulíes-Lager	72	07	09	42	42	51
Paſs Navarro, Pampita	72	05	20	42	43	02
Rio Alerces, Mittagslagerplatz				42	42	40
Alerces-Lager	72	03	00			
Ñadis-Lager	72	01	10	42	44	22
Barrikaden-Lager	71	58	30			
Rio Alerces, Einschiffungspunkt	71	56	32			
Lago Montt, Südende	71	56	16	42	44	43
„ , Gletscherlager	71	51	19	42	40	51
„ , Nordende				42	36	58
„ , Abfluſs	71	43	36	42	43	51
Junta-Lager	71	42	47	42	43	40
Lago Chico, Nordufer				42	42	38
Futaleufu, Haltepunkt				42	41	50
„ , Furt				42	41	04
Lago Bravo, Abfluſs	71	40	07	42	39	06
„ , Ostufer	71	37	25	42	35	17
Futaleufu, Mittagslagerplatz				42	33	38
Peñasco Aislado, astronomische Station	71	26	41	42	29	53
Lago Nicolás, Ostufer	71	33	07	42	27	33
Arroyo Arenoso, Mittagslagerplatz				42	25	08
Hauptwasserscheide, Station O	71	15	07	42	19	04
„ , Poza				42	20	32
„ , Station E	71	08	52	42	21	21
Valle Leleque, Estancia	71	02	21	42	25	19
Punta Arenal	71	42	54			
Lago Barros Arana, Seeenge	71	41	55	42	49	10
Lago Menéndez, Abfluſs				42	53	22
„ , NW-Fluſs	71	45	12			

übrigen Stationen beträgt der Genauigkeitsfehler immer noch weniger als 30″.

Die geographischen Längen sind selbstverständlich nicht so sicher, doch ist ihr Wert durch eine sorgfältige Wegaufnahme und durch den Anschluſs erhöht worden, welchen sie an die von mir auf der Palena-Reise im Osten der Kordillere bestimmten geographischen Koordinaten erhalten haben. Es kann als sicher gelten, daſs die Längenunterschiede der verschiedenen Stationen in Bezug auf die Mündung des Rio Reñihué keinen gröſseren Schwankungen als 2—3 Bogenminuten unterworfen sind.

Eine Vergleichung der neuen Koordinaten mit früher bekannten desselben Gebietes ist nur in beschränktem Maſse möglich. Die wenigen von demselben bisher bekannt gewesenen geographischen Längen und Breiten beziehen sich auf die Stadt Puerto Montt und die Mündungen der Flüsse Reñihué und Puelo. Sie lassen sich folgendermaſsen zusammenstellen:

Puerto Montt.

A. Pissis, Jeografía física de Chile, 1875	72° 56′ 45″ w. L.,	41° 28′ 29″ s. Br.
Englische Seekarte No. 1289	72 54 00	41 29 30
„ „ No. 1313	72 55 28	41 28 20
Fr. Vidal Gormaz, Jeografía náutica, 1882	72 56 15	41 28 30
Fr. Chaigneau, Instrucciones náuticas, 1894	72 54 40	41 30 20
Sud-América, costas de Chile, hoja IX, Chiloé	72 54 30	41 29 30
Verfasser	72 55 16	41 28 44

Mündung des Rio Reñihué.

A. Wilson, Plano del estero de Reñihué	72° 31′ 30″ w. L.,	42° 36′ 05″ s. Br.
Verfasser	72 31 11	42 34 59

Mündung des Rio Puelo.

Fr. Vidal Gormaz, Plano de Reloncaví, 1871	72° 21′ 00″ w. L.,	41° 38′ 48″ s. Br.
O. Fischer, Mapa topográfico de la rejion andina de Llanquihue . . .	72 17 30	41 38 45
Petermann's Mitteilungen 1894, Routenaufnahmen in Süd-Chile	72 21 15	41 39 00
Verfasser	72 17 41	41 39 04

Wie hieraus ersichtlich ist, weichen die Längenwerte von Puerto Montt von einander um fast 3′ ab. Ein genauer Wert dieser Koordinate läſst sich nur durch eine telegraphische Bestimmung erlangen, die um so wichtiger ist, als diese Stadt der Ausgangspunkt mehrerer ähn-

licher Expeditionen geworden ist. Unter den Breitenwerten von Puerto Montt weicht der in den Nautischen Instruktionen von Fr. Chaigneau enthaltene von allen anderen ab. Mit meinen Beobachtungen ist derselbe unvereinbar, da die sieben von mir vor und nach der Reise ausgeführten Bestimmungen (79 Circummeridianhöhen!) einen Wert ergeben, dessen Richtigkeit bis auf 10—15″ unanfechtbar ist.

Die Koordinaten, welche ich für die Mündung des Rio Reñihué erhalten habe, befinden sich in befriedigender Übereinstimmung mit denen der Wilson'schen Karte, doch ist mein Breitenwert, welcher das Ergebniss von vier selbständigen Beobachtungen ist, die aus 92 Circummeridianhöhen bestehen, sicherlich richtiger.

Die Mündung des Rio Puelo erfährt nach meiner Berechnung eine östliche Verschiebung von etwa drei Minuten in Bezug auf die Lage, welche Fr. Vidal dieser Flufsmündung auf seiner Karte des Reloncaví-Fjordes gegeben hat. Eine gleiche Abweichung gilt für den ersten Lagerplatz Las Hualas der Puelo-Route.

Schliefslich seien noch einige Koordinaten angeführt, welche sich auf das bereiste Gebiet beziehen, und teils den „Estudios jeográficos e hidrográficos sobre Chiloé" von R. Maldonado entnommen, teils von mir auf der Palena-Reise bestimmt worden sind:

Caleta Buill, am Eingange des Reñihué-Fjordes	72° 43′ 20″ w.L.,	42° 25′ 04″ s.Br.
Vulkan Huequi, zwischen den Fjorden von Reñihué und Comau	72 38 00	42 22 00
Rio Chubut, Furt	70 55 16	42 20 06
Leleque-Thal, Estanica	71 02 21	42 25 12
Lepá-Thal, Lagerplatz	70 57 10	42 45 30
Thal des 16. Oktober, nördlicher Pafs	71 10 27	42 56 06

Die von mir im Jahr 1897 auf der Estancia Leleque gemessene Breite (42° 25′ 19″) weicht nur um sieben Sekunden von der im Jahr 1894 bestimmten ab, obgleich zwei verschiedene Instrumente benutzt worden sind. Nach Herstellung des Anschlusses zwischen der Reñihué- und der Palena-Route sind die geographischen Längen der letzteren um 5′ 40″ nach Westen verschoben worden.

5. Azimute und Triangulationen.

Die Azimutbestimmungen haben den Zweck, die Richtung des Meridians und den Wert der magnetischen Mifsweisung zu ermitteln, da man dieselben zur Orientirung der Wegaufnahmen braucht. Das Azimut, d. h. der Winkel, welchen eine Visirlinie mit dem Meridian bildet, zählt gewöhnlich von Norden durch Osten, Süden und Westen, von 0° bis 360°.

Auch diese Beobachtungen erfordern astronomische Hilfsmittel. Sie wurden unter Benutzung des Theodolits gewöhnlich mit der Sonne ausgeführt. Je näher sich das Gestirn dem ersten Vertikal befindet, desto besser wird die Bestimmung, da dieselbe dann am wenigsten durch einen etwaigen Fehler des Chronometerstandes beeinflufst wird. Die Beobachtungen wurden wie die früheren sowohl in beiden Lagen der horizontalen Achse als auch in beiden Lagen des Vertikalkreises ausgeführt, wodurch der Kollimationsfehler der optischen Achse beseitigt wird, da derselbe bei jedem Paar symmetrischer Visirlinien in entgegengesetztem Sinne wirkt. Die Einstellung des Fadenkreuzes geschah stets auf den rechten Sonnenrand.

Vor Beginn der Beobachtung fand eine magnetische Orientirung des Horizontalkreises statt, um dem Nullpunkt desselben eine von der zufälligen Aufstellung des Instruments unabhängige Lage zu geben. Die Nonien des genannten Kreises wurden zu diesem Zweck auf 0° bzw. 180° eingestellt, worauf der Kreis so gedreht wurde, dafs diese Einstellung mit der Ruhelage der Magnetnadel zusammenfiel, was bis auf Fünftelgrade mit Sicherheit erreichbar war. Der Nullpunkt war dann der magnetische Norden, der 180. Grad der magnetische Süden. Es empfiehlt sich übrigens, die Lage der Magnetnadel auch während der Beobachtung einige Mal abzulesen, um etwaige Veränderungen berücksichtigen zu können.

Für die Berechnung des Sonnenazimuts habe ich in dem mehrfach erwähnten Bericht über die Palena-Reise ein praktisches Beispiel gegeben. Zieht man nach Ausführung der Rechnung die für den astronomischen Norden erhaltene Gradablesung von 360° ab, so ist der Rest gleich der Mifsweisung der Magnetnadel.

Da die Azimutbestimmungen an Punkten von bekannter geographischer Lage stattfanden, so wurde meistens vor und nach denselben, ohne die Aufstellung des Instruments zu verändern, eine Rundmessung ausgeführt, d. h. eine Bestimmung der Visirlinien aller vom Stationspunkt aus sichtbaren, wichtigeren Punkte des Geländes. Durch Abzug des berechneten Sonnenazimuts ergab sich das wahre Azimut der anvisirten Punkte.

Das nebenstehende Verzeichnis enthält in einer den früheren entsprechenden Form die Azimute, welche während der Reise gemessen wurden.

Leider ist es in der patagonischen Kordillere unmöglich, eine gröfsere Anzahl von Azimuten mit langen Visirlinien zu messen, obgleich dieselben ein schätzbares Material für eine gute Bestimmung der geographischen Längen ergeben würden. Die Dichtigkeit des Urwaldes, welcher das ganze Gebirgsland bis zur Grenze des ewigen Schnees

Ortsbezeichnung	1897	Anzahl		Mittelwert der abgelesenen Chronometerzeiten (L)	wahren Azimute	Östliche magnetische Abweichung
		KR	KL	h m s	° ′ ″	° ′
Puerto Montt, Plaza	März 6 p	6	6	5 21 36	254 58 27	18 51
Mündung des Rio Reñihué	Febr. 26 a	6	6	20 25 57	52 32 05	19 30
„	„ 27 a	6	6	20 21 31	53 00 20	19 33
Fundo Minchinmávida	„ 23 a	6	6	20 10 04	57 40 24	18 28
„	Decbr. 31 a	6	6	20 18 54	67 36 39	18 32
Corralito-Lager	Jan. 2 a	4	4	20 12 58	69 18 36	17 46
„	Febr. 22 p	6	6	4 06 13	266 51 43	17 39
Lago Reñihué Sup., Südende	„ 20 a	6	7	21 07 02	46 40 24	18 18
„ , Ramada	Jan. 7 p	2	2	5 10 51	244 04 00	18 12
Derrumbe-Lager	„ 9 a	6	6	20 03 46	70 13 23	17 54
Barrikaden-Lager	„ 16 a	6	6	20 49 40	60 25 20	18 03
Lago Montt, Abfluſs	„ 19 p	6	6	5 30 05	243 36 55	17 33
Junta-Lager	Febr. 10 p	6	6	5 30 23	248 28 46	17 38
Hauptwasserscheide, Stat. E.	„ 3 p	6	6	4 28 45	256 26 38	17 51

bedeckt, erschwert die Auswahl von Beobachtungspunkten mit freier Rundsicht. Zur Ersteigung der Gipfel müssen schwierige Pfade gebahnt werden, steile Abhänge und tiefe Schluchten vermehren überdies die Arbeit und erfordern einen beträchtlichen Zeitaufwand, über den man gewöhnlich auf Forschungsreisen nicht verfügt. Ich muſste mich daher damit begnügen, die Längen durch Zeitübertragung zu bestimmen und durch eine gute Wegaufnahme zu verbessern.

Ebenso stellen sich einer fortlaufenden Triangulation dieser Gebirgsgegend kaum zu überwindende Hindernisse entgegen. Dagegen läſst sich mitunter an den sandigen Vorufern (*playas*) der Flüsse oder am Strande der Seen eine kleine Basis messen, die für Höhen- und Entfernungsbestimmungen charakteristischer Kordillerengipfel von Wert ist. Doch auch hierbei lassen sich freie Visirlinien, z. B. vom Fluſsbett nach den zu vermessenden Gipfeln hin, nicht immer erlangen.

Bei solchen kleineren Triangulationen war das von mir eingeschlagene Verfahren folgendes: Nach Absteckung der Basis wurde zunächst die Länge derselben drei bis vier Mal mit einem Stahldraht von 100 m Länge gemessen; für Teilstrecken diente ein 25 m langes metallenes Meſsband. Einer der Endpunkte der Basis befand sich gewöhnlich in unmittelbarer Nähe einer astronomisch festgelegten Station, an welcher die Richtung der Basis durch ein Sonnenazimut bestimmt wurde. Die horizontale Lage war meistens durch eine benachbarte Wasseroberfläche gesichert. So konnte z. B. eine an der

Mündung des Rio Reñihué gemessene Basis, welche die Bestimmung von Höhe und Entfernung des Monte Minchinmávida bezweckte, auf die Oberfläche des Reñihué-Fjordes bezogen werden, während eine andere, am Nordufer des oberen Puelo-Sees gelegene Basis, auf welche sich die Vermessung der Cordillera de los Castillos stützte, die Höhe des Seespiegels besafs, die durch 15 Barometerbeobachtungen bestimmt worden war.

Alsdann wurde in gewöhnlicher Weise von jedem der beiden Basis-Endpunkte aus die betreffende Bergspitze anvisirt und Zenithdistanz und Horizontalwinkel abgelesen. Da die Beobachtung in beiden Lagen des Vertikalkreises und der horizontalen Achse des Theodolits wiederholt wurde, so ergaben sich für jeden Winkel vier Werte, mit deren Durchschnittsbildung und Berichtigung das Material für die Berechnung gewonnen war. Durch Abzug des Azimuts der Basis von dem der beobachteten Punkte erhält man die Horizontalwinkel, welche die Basis mit den Projektionen der Visirlinien bildet und kann durch einfache trigonometrische Mittel die Horizontalentfernungen der beobachteten Punkte von jedem der beiden Basis-Endpunkte berechnen. Jede dieser Strecken bildet aber die horizontale Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Vertikalwinkel bekannt ist. Die andere Kathete ist die Höhe der betreffenden Bergspitze und bedarf nach ihrer Berechnung, falls die Entfernung 5 km übersteigt, noch einer Verbesserung für Erdkrümmung und Refraktion. Es ergeben sich für die Höhe zwei Werte, deren Durchschnitt um die Instrumentenhöhe und die wahre Höhe der Station zu vermehren ist, um den richtigen Höhenwert zu erhalten. Derselbe wurde in der Regel auf 5 m, das Ergebnis der Abstandsberechnung auf 10 m abgerundet.

Sind die geographischen Koordinaten eines der Basis-Endpunkte bekannt, so kann man schliefslich unter Berücksichtigung der Werte einer Längen- und Breiten-Minute auch die Koordinaten der triangulirten Berggipfel berechnen.

Es wurden die Höhen der folgenden Gipfel und Bergketten bestimmt:

	m
Castillos, cordillera de los	2590
Cholila, „ „	2020
Chubut, „ „	1470
Esquel, „ „	2200
Gonzalo, morro	950
Hauptwasserscheide, Berg bei Station E . . .	1410
Leleque, cordillera de	2085
Leleque, Bergzug östlich der Estancia . . .	1450

	m
Minchinmávida, monte	2470
Monje, cerro del	1785
Navarro, Pass, Berg im N	1950
Navarro, „ „ „ S	1845
Pasto, cerro del	520
Pelada, cordillera	1685
Pelado, cerro	1820
Perro, cerro del	1710
Pirámide, cerro	2010
Pirámides, cordillera de las	2420
Plomo, cerro	1405
Quemada, cordillera	2110
Torrecillas, cordillera de las	2105

6. Die Wegaufnahme.

Während die astronomische Ortsbestimmung die Lage einer Anzahl von Stationen feststellt und damit die maſsgebende Grundlage für die kartographische Darstellung des erforschten Gebiets liefert, bezweckt die Wegaufnahme, jene Stationen miteinander zu verbinden, um die Zwischenräume auszufüllen, und eine Konstruktion der Reiseroute, sowie eine Zeichnung der orographischen und hydrographischen Einzelheiten des Geländes zu ermöglichen.

Zur Aufnahme des Reiseweges dienten Taschenuhr, Prismenkompaſs (F. Barker, London, No. 1855 und 1864), Schrittzähler und Log. Die Barker'schen Kompasse sind von 0°—360° geteilt, so daſs die Azimute vom magnetischen Nord durch Ost, Süd und West rechnen, was insofern bequem ist, als eine einzige Zahl zur Bezeichnung der Richtung genügt. Die Genauigkeit der Ablesung beträgt ¼° und kann durch mehrmalige Wiederholung der Peilung auch ohne Gestell erreicht werden.

Die Methode, welche bei der Wegaufnahme zur Anwendung gelangte, bestand darin, längs des ganzen Weges von Punkt zu Punkt die jeweilige Marschrichtung mit dem Kompaſs zu peilen, die Entfernung durch Zeitangaben, Zählung von Doppelschritten oder Anwendung des Logs zu ermitteln und schliefslich die Richtung aller abseits vom Weg befindlichen wichtigen Punkte des Geländes, sowie weithin sichtbarer Landmarken zu peilen. Hohe Aussichtspunkte gaben Gelegenheit, Azimute mit dem Theodoliten zu nehmen, wobei zur Prüfung der geographischen Längen für möglichst lange Visirlinien gesorgt wurde. Die Zeit, welche als relatives Maſs der Weglänge dient, wurde ohne Rücksicht auf die Ortszeit nach der einfachen Ablesung der Taschen-

uhr in Stunden und Minuten aufgeschrieben. Nach Abzug der Haltepausen wurden die Uhrzeiten durch die Zeitdifferenzen ersetzt, welche wiederum die relativen Entfernungen von einem Punkt zum anderen ergaben und in ihrer Summe gleich der eigentlichen Dauer des Marsches sind. Ich habe mich bemüht, die Aufnahme des Reiseweges mit möglichster Regelmäfsigkeit und Genauigkeit durchzuführen, was freilich bei den zu überwindenden Gelände-Hindernissen auf Schwierigkeiten stiefs und namentlich bei der Bestimmung der Entfernungen einige Abweichungen von dem üblichen Verfahren erforderte.

So lange der Weg durch freies Gelände führt, mag es den heideartigen Charakter des unteren Reñihué-Thales oder den steppenartigen der Cholila-Thäler besitzen, steht einer sorgfältigen Aufnahme nichts im Weg. Zeit und Richtung können bei jeder wahrgenommenen Änderung der Marschroute bestimmt und die Marschgeschwindigkeit kann nach Belieben geprüpft werden. Hier fand auch der Schrittzähler (ein Schritt gleich 0,80 m, 625 Doppelschritte gleich 1 km) mitunter Verwendung, wenngleich die dornigen Sträucher und die durch Gras verdeckten Löcher, welche sich zahllos im Boden der Cholila-Thäler vorfinden, nicht selten ein Stolpern veranlassen und dadurch einen sicheren Gang des Instruments unmöglich machen. Auf Landstrafsen und Eisenbahnstrecken, die ein unbehindertes Marschiren gestatten, mag der Schrittzähler gute Dienste leisten, auf den ungebahnten Pfaden einer Forschungsreise kann man sich indes nur wenig auf seine Angaben verlassen.

In den patagonischen Anden ist ein der Wegaufnahme günstiges Gelände leider nur ausnahmsweise anzutreffen. Der Urwald, mit welchem alle Thäler und Berge bedeckt sind, macht den beständigen Gebrauch von Äxten und Waldmessern nötig und erschwert eine Aussicht auf die Umgebung. Dazu müssen Anhöhen erstiegen, Schluchten durchquert und Bäche durchwatet werden. Bei einer solchen Bodenbeschaffenheit scheitert jeder Versuch, in der gewöhnlichen Weise auf Grund von Zeit- und Richtungsangaben eine einigermafsen brauchbare Aufnahme auszuführen, schon weil es unmöglich ist, bestimmte Zielpunkte anzuvisiren. Höchstens kann beim Überschreiten eines Baches die Laufrichtung desselben festgestellt werden, während alles übrige der Vermutung überlassen bleibt. Viele Reisende haben sich deshalb damit begnügt, die allgemeine Marschrichtung aufzuschreiben und die Entfernung angenähert nach der Zeit zu beurteilen, welche der Waldmarsch erfordert. Die Zeit ändert sich aber durch zahllose unvorhergesehene Zwischenfälle, sodafs mehr die Schwierigkeit des Geländes als die Länge des Weges zum Ausdruck gelangt und letztere gewöhnlich stark überschätzt wird. Eine sorgfältige Aufzeichnung aller Hinder-

nisse würde zwar die Wegdauer berichtigen, doch noch nicht die für die Konstruktion der Route wünschenswerte Genauigkeit ergeben.

Ich versuchte auf solchem Gelände zunächst, die Fehler in der Bestimmung der Richtung durch eine starke Vermehrung der Peilungen und Bildung von Mittelwerten zu vermindern. Alsdann schuf ich mir einen einigermafsen sicheren Anhalt für die Entfernungen durch genaues Abzählen von Doppelschritten, meistens 62½ (gleich 100 m), die ich im Routen-Buch jedesmal mit einem Einheitsstrich vermerkte und nach deren Abzählung ich zugleich die mutmafsliche Richtung nach rückwärts peilte. Die Änderungen der Marschrichtung ergaben sich dann aus den fortlaufenden, in gleichen Zwischenräumen ausgeführten Peilungen und der Abstand selbst war keinem allzu grofsen Zweifel mehr unterworfen. Das Schrittzählen ist allerdings ermüdend, man gewöhnt sich aber bald daran und macht es fast mechanisch. Die durch die Marschhindernisse, z. B. das Überklettern eines niedergefallenen Baumstammes, das Durchwaten eines Flüfschens oder das Übersteigen einer Anhöhe hervorgerufenen Entfernungsänderungen lassen sich sofort während des Zählens selbst ausgleichen. Auf den Grasflächen der Pampas wurde die Entfernung mit Hilfe eines 100 m langen Stahldrahtes gemessen, was sich schnell und sicher während des Marsches ausführen liefs.

Von Wichtigkeit für die Wegaufnahme war der Umstand, dafs die Rückreise auf demselben Weg erfolgte, da dieser durch die wiederholten Märsche der das Gepäck tragenden Mannschaft bedeutend gangbarer geworden war und die Hindernisse sich nun leichter überwinden liefsen. Es bot sich somit die Gelegenheit, die Wegaufnahme noch einmal und unter günstigeren Verhältnissen auszuführen. Die Zahl der Peilungen brauchte dabei nur eine beschränkte zu sein, um so mehr Wert muste auf eine richtige Auszählung der durchgangenen Strecken gelegt werden, um eine Bestätigung bzw. Verbesserung der Entfernungsangaben zu erhalten. Bei der Feststellung des schliefslichen Wertes der letzteren wurde gewöhnlich dem auf der Rückreise erlangten Ergebnis ein doppeltes Gewicht beigelegt.

Auch die Flufsfahrten boten Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Entfernung. Es mufste hier ebenfalls von der Zeit abgesehen werden, da sich der Befahrung eines unregulirten Flufslaufes viele Hindernisse in Form von Stromschnellen, Baumstammbarrikaden, Felsen u. s. w. entgegensetzen, welche Verzögerungen der Fahrt und Veränderungen der Geschwindigkeit hervorbringen. Zur Bestimmung der Flufsrichtung findet man stets an den Ufern gewisse Bezugpunkte wie hervorragende Bäume, Felsen, Geröll oder Sandstrecken, von welchen je zwei oder drei benachbarte bei dem freien Gesichtsfeld, das die Wasserober-

fläche bietet, gleichzeitig sichtbar sind. Die fortlaufende Reihe dieser Punkte bildet einen offenen Polygonzug, dessen Richtungen vorwärts und rückwärts gepeilt werden, während die Längen der Seiten geschätzt oder gemessen werden müssen. Das Schätzen der Entfernungen ist im allgemeinen wenig empfehlenswert, da mit der Zahl der Stationen die Gröfse des Fehlers wächst. Ich gewöhnte mich daran, nur Strecken von 100 m Länge zu schätzen, wofür ich mir bald eine ziemliche Sicherheit erwarb. Waren die Polygonseiten etwas länger oder kürzer, so wurde an dem Ergebnis der Schätzung sofort die entsprechende Verbesserung angebracht.

Mehrfach versuchte ich mit einem Distanzmesser zu arbeiten, wie er für hydrographische Aufnahmen gebraucht wird. Das Handbuch der nautischen Instrumente des Reichsmarineamts (Berlin, S. Mittler, 1890) empfiehlt den Distanzmesser von Schaub, welcher aus einem Mikrometerfernrohr mit durchschnittenem Okular besteht. Leider reichte die kurze Vorbereitungszeit vor der Reise für die Anschaffung eines solchen Instruments nicht aus und ich bediente mich daher eines Fernrohrs von Rochon, das im Innern ein doppelbrechendes Prisma enthält. Berühren sich die beiden Bilder des beobachteten Gegenstandes, so giebt das Produkt aus der Höhe des letzteren und der am Fernrohr abgelesenen Zahl den gesuchten Abstand. Die Genauigkeit der Messung beträgt 1—2 pCt., was für den Zweck der Reise ausreicht. Die Polygonecken wurden hierbei durch vertikal oder horizontal gehaltene Latten von markirter Länge (2—3 m) dargestellt, doch war es mitunter unmöglich, geeignete Punkte für die Aufstellung der Latten zu finden, ohne die Vegetationshindernisse durch eine zeitraubende Arbeit zu beseitigen. Notgedrungen mufste in diesem Fall wieder auf das Entfernungsschätzen zurückgegriffen werden.

Bei der Fahrt flufsabwärts, wie sie auf dem Futaleufu wiederholt ausgeführt wurde, war auch eine derartige Flufsaufnahme ausgeschlossen. Infolge der scharfen Strömung fuhr das Boot mit grofser Schnelligkeit, die noch durch die Ruderkraft gesteigert wurde, sodafs für die Wahl der anzuvisirenden Punkte und die Schätzung ihrer Entfernungen keine Zeit übrig blieb. Auch verhinderte die Aufregung, welche das Durchfahren schwieriger Stromschnellen mit sich brachte, ein sorgfältiges Arbeiten. Ich beschränkte mich bei solchen Fahrten darauf, die Kursrichtung des Bootes alle 1 oder 2 Minuten mit dem Kompafs zu peilen, woraus sich wenigstens die Flufskrümmungen ergaben. Konnte ein Wert für die mittlere Geschwindigkeit erhalten werden, so liefs sich eine graphische Darstellung des Flufslaufes ausführen und mittelst derselben ein angenäherter Wert der zurückgelegten Entfernung erlangen.

Da das bereiste Gebiet mehrere Seen enthielt, deren Befahrung

nicht zu vermeiden war, so mufsten die topographischen Aufnahmen auch auf diesen fortgesetzt werden. Es galt dabei als Grundsatz, jeden See wenn möglich vollständig zu umfahren. War er zu grofs, so blieben diejenigen Teile, welche auf dem Hinweg nicht aufgenommen werden konnten, dem Rückweg vorbehalten. Das Boot fuhr gewöhnlich am Ufer entlang, von einem Vorsprung desselben in gerader Linie zum nächsten. Die Landspitzen dienten als Richtungspunkte für die Kompafspeilungen, sodafs sich wie bei der Landreise eine gebrochene Linie ergab, während deren Befahrung die Uferumrisse gezeichnet wurden. Zur Bestimmung der Entfernung wurde die Zeit der Abfahrt und Ankunft, sowie diejenige jeder Richtungsänderung aufgeschrieben.

Ich beschränkte mich auch während der Befahrung der Seen nicht auf eine blofse Schätzung der Geschwindigkeit, sondern bestimmte dieselbe mit Hülfe eines Logs, das die frühere, vor Einführung des mit Zählwerk versehenen Patent-Logs gebräuchliche Form hatte und aus einer dünnen Leine nebst einem sektorartig geformten und an der Peripherie mit Blei beschwerten, also im Wasser senkrecht schwimmenden Brettchen bestand. Zur Ausführung der Messung wurde dies Logbrett ins Wasser geworfen und zunächst, um demselben eine ruhige Lage zu sichern, eine an der Leine markirte Anfangsstrecke von 20 m Länge abgerollt. Das Ablaufen der Leine mufste hindernisfrei erfolgen, also mit der Hand erleichtert werden, um nicht ein Nachschleppen des Logbrettes zu verursachen. Von dem markirten Punkt ab war die Leine durch weifse Bänder in einzelne Meter geteilt, je 5 m waren durch ein rotes Band bezeichnet. Sowie der Nullpunkt der Teilung die Hand durchlief, sah ich auf die bereit gehaltene Uhr und liefs die Leine genau 30 Sekunden weiter ablaufen, worauf sie eingeholt wurde. Durch Zählung der roten und weifsen Bändchen liefs sich die Länge des abgelaufenen Stückes der Leine sofort bis auf Bruchteile eines Meters feststellen. Durch Verdoppelung des erhaltenen Wertes und Multiplikation mit der Dauer der Fahrt in Minuten ergab sich die zurückgelegte Entfernung in Metern. Damit das Einholen der Leine ohne Widerstand geschehen konnte, wurde das Logbrett aus seiner vertikalen Lage in eine horizontale gebracht, was mittelst eines Stöpsels geschah, der durch einen Ruck gelöst wurde.

Beim Gebrauch dieses Logs war natürlich eine möglichst gleichmäfsige Fahrt von Wichtigkeit, die von den Ruderern nicht immer zu erlangen war. Ich wiederholte daher die Messung viertelstündlich und nahm aus allen Werten den Durchschnitt, wodurch die Änderungen der Fahrgeschwindigkeit einigermafsen ausgeglichen wurden. Die Ergebnisse schwankten, je nach den die Bootfahrt beeinflussenden Umständen (wie Wind, Ladung u. s. w.), zwischen 45 und 70 m in der Minute,

betrugen also im Mittel 3½ km in der Stunde. Leider wird durch den Wind ein Abtreiben des Logbrettes während der Messung hervorgerufen, das nur schätzungsweise in Betracht gezogen werden kann. Ferner sind Tiefmessungen der Seen mit dieser Art des Entfernungsmessens nicht vereinbar, weil jede Unterbrechung der Fahrt die Logrechnung stört. Im allgemeinen hat sich aber der einfach zu handhabende Apparat bewährt. Nur die Länge derjenigen Seestrecken, welche nicht befahren wurden, mufste der Schätzung überlassen bleiben; es war dies der einzige Fall auf der Reise, in welchem die Messung ausschliefslich durch Schätzung ersetzt wurde.

Nächst der Bestimmung von Richtung und Entfernung erfordert die Wegaufnahme eine Zeichnung des durchreisten Gebietes, um die orographischen und hydrographischen Einzelheiten desselben darzustellen. Es wurde zu jeder Zeit während des Marsches selbst eine vorläufige Skizze angefertigt; allabendlich, solange das Gesehene noch frisch im Gedächtnis haftete, vervollständigt und durch Beschreibungen ergänzt. Der Weg wurde dabei geradlinig und nach Winkeln gebrochen gezeichnet, die Zeiten oder Entfernungen an einer, die Peilungen an der anderen Seite vermerkt. Die Visirlinien nach den abseits der Marschlinie liegenden Orten, wie Berggipfeln und hervortretenden Stellen der Thalränder, wurden punktirt gezogen, und schliefslich das Gelände nebst allen wichtigeren Gegenständen desselben, wie Wasserläufe, Seeufer, Bodenbeschaffenheit u. s. w. unter Anwendung der üblichen Bezeichnung eingetragen. Die Skizzen stellten so ein möglichst treues Bild des Geländes dar, da sie angesichts desselben entworfen waren. Daneben wurde von einzelnen Anhöhen und günstig gelegenen Aussichtspunkten eine Zeichnung der Landschaft ausgeführt. Überall bildeten photographische Ansichten eine gute Stütze für die Orographie. Um zugleich die Entfernungen richtig auszudrücken, wurden alle Zeichnungen auf quadrirtem Papier angefertigt, unter Benutzung des Mafsstabes 1 : 50 000, nach welchem ein Millimeter der Zeichnung einer Entfernung von 50 m entspricht, ein Verhältnis, an welches man sich schnell gewöhnt.

Von nicht zu unterschätzendem Wert für die kartographischen Arbeiten ist die Kenntnis der magnetischen Abweichung, da mit ihrer Hülfe die Route erst eine genaue Lage auf der Karte erhält. Die Gröfse der Abweichung ist für verschiedene Stationen des durchreisten Gebietes auf Grund astronomischer Beobachtungen berechnet worden, doch bestimmte ich sie auch durch Peilungen der auf- und untergehenden Sonne mit dem Prismenkompafs, welcher zu diesem Zweck mit einem Sonnenglas versehen war. Dieses zur See sehr gebräuchliche Mittel leidet zu Land allerdings an dem Übelstand, dafs der

Horizont selten frei, sondern durch nahe und ferne Berge sowie durch die Wälder beschränkt ist. Indessen fand sich am Ufer der Seen, auf Bergen und in den Steppen der Cholila-Thäler soviel freies Feld, dafs die fernen Höhenzüge vernachlässigt oder wenigstens als gleich hoch angesehen werden konnten. Waren zwei zusammengehörige Sonnenpeilungen, die eine morgens, die andere abends, nicht zu erlangen, so genügte auch eine solche Peilung, um das Sonnenazimut und damit die Mifsweisung angenähert zu berechnen, da die Breite des Beobachtungsortes bekannt war und die Sonnendeklination sich aus dem astronomischen Jahrbuch entnehmen liefs.

7. Die Konstruktion des Reiseweges und der Karte.

Die Konstruktion der Original-Karte geschah nach dem Mafsstab 1 : 100 000, indem zunächst die Ergebnisse der astronomischen Ortsbestimmung in das Gradnetz eingetragen wurden, wodurch zugleich die meistens mit den Beobachtungsstationen übereinstimmenden Lagerplätze festgelegt waren. Aus den Routenaufnahmen und Nahpeilungen wurde alsdann auf quadrirtem Papier eine besondere Konstruktion der einzelnen Tagesmärsche im Mafsstab 1 : 25 000 ausgeführt, aus welcher sich die allgemeine Richtung und Entfernung jedes Marsches ergab, wie sie in dem folgenden Verzeichnis enthalten ist. Diese graphischen Routen wurden gruppenweise durch Zusammenlegung vereinigt, auf den Mafsstab der Hauptkarte reduzirt und in das Gradnetz eingetragen, wobei die Routen derart angepafst wurden, dafs sie unter Beibehaltung des Kurses mit den astronomisch bestimmten Punkten in Übereinstimmung kamen, ohne mit den auf dem Weg gemachten Beobachtungen über die zurückgelegten Abstände in Widerspruch zu treten. Die geographischen Breiten stimmten hierbei durchweg mit den lokalen Entfernungen überein, welche die Wegaufnahme in meridionalem Sinn ergab, eine Bestätigung für die Genauigkeit beider Messungen. Die durch Zeitübertragung erhaltenen geographischen Längen standen bei dem guten Gang der Uhren ebenfalls in genügender Übereinstimmung mit der Routenkonstruktion und den von erhöhten Punkten ausgeführten Azimuten, namentlich hinsichtlich der Hauptstationen wie der Besitzung Minchinmávida, der Stationen im Torrentes-Thal, des Junta-Lagers und der Hauptwasserscheide, an welchen Orten sowohl auf dem Hinweg wie auf dem Rückweg gute Zeitbestimmungen ausgeführt worden waren, sodafs der Uhrgang keinem Zweifel unterlag. Im westlichen Teil der Karte lieferte der durch Triangulation festgelegte Monte Minchinmávida eine vorzügliche Landmarke, deren Peilungen mit bestimmten Breiten gute Längenschnitte ergaben, welche zur Prüfung der durch Zeitübertragung bestimmten geographischen

Längen dienten. Im einzelnen traten einige Differenzen auf, die mit den Entfernungsangaben der Wegaufnahme in Einklang gebracht wurden, wobei die letzteren mehrfach den Ausschlag gaben. Bei der Festlegung des Reiseweges war folglich auf alle Aufschlüsse Rücksicht genommen, die dazu dienen konnten, sie so genau zu machen, wie die Umstände es erlaubten. Schliefslich wurde die Lage der vom Weg aus sichtbaren und von verschiedenen Punkten desselben triangulirten Bergketten und Gipfel bestimmt.

Von anderen Arbeiten, welche bei der Konstruktion benutzt wurden, sind die folgenden Karten für die Küste der Golfe Ancud und Corcovado sowie die benachbarten Kordillerengebiete von Wert:

José de Moraleda, Carta de la costa occidental patagónica. 1792—96.

R. Fitz Roy, South America West Coast, sheet IV Chile, Guaitecas Islands. (Englische Seekarte No. 1289.) 1835.

Sud-América, costas de Chile, hoja IX, Chiloé i costas vecinas de Guaitecas a cabo Quedal. Esploraciones de la marina chilena en los años 1894—96.

Fr. Vidal Gormaz, Plano del estero Comau i rio Vodudahue. 1863. Mafsstab 1 : 180 000.

A. Wilson, Plano del estero de Reñihué, escala 1 : 50 000. Diesem Plane wurde der Reñihué-Fjord entnommen.

Die einschlägigen argentinischen Karten sind:

P. Ezcurra, Plano del territorio de Chubut. 1 : 1 000 000. Buenos Aires 1896.

E. Nolte, Gobernacion del rio Negro. 1 : 1 500 000. 1895.

J. Rohde, Plano demostrativo de la cordillera de los Andes entre 42° i 46° de lat. sur. 1 : 750 000. Boletin del Instituto Jeográfico. Buenos Aires 1895.

Dieselben enthalten für das bereiste Gebiet nur wenig brauchbares Material.

Nicht benutzt wurde der Plan von

Dr. Fr. Fonck, Derrotero de las dos espediciones del frai Fr. Menéndez a la cordillera al este de Chiloé (Valparaiso 1896),

da derselbe, soweit er das von der Expedition bereiste Gebiet betrifft, nicht auf direkten Aufnahmen beruht.

Im östlichen Teil der Karte ist die Route der Nahuelhuapi-Palena-Expedition nach den astronomischen Beobachtungen, die ich auf dieser Reise im Jahr 1894 ausführte, eingetragen worden. Die geographischen Längen konnten durch eine richtigere Bestimmung der Länge von Puerto Montt, durch den direkten Anschlufs, welchen die Reñihué-Route an argentinische Aufnahmen herbeiführte, und durch die geographischen

Hinweg December 1896	Rückweg Februar 1897	Zurückgelegter Weg von	bis	Zahl der Peilungen Hinweg	Rückweg	Richtung *)	Entfernung, zurückgelegte	gerad-linige in Metern	Sonstige Peilungen	Geschwindigkeitsmessungen
						°				
28	24	Casa escocesa	Cui-Cui-Lager	9	26	162	4810	3925	12	
29	23	Cui-Cui-Lager	Rio Blanco	14	27	163	4910	4470	22	
30	23	Rio Blanco	Fundo Minchinmáv.	12	35	131	5540	5150	38	
31	22	Fundo Minchinmáv.	Corralito-Lager	19	38	107	6470	5625	29	
Januar 1897										
1		Regentag								
2	22	Corralito-Lager	Laureles	16	28	102	4300	3725	3	
3	21	Laureles	Puerto	14	22	106	3270	2950		
4		Rekognoszirung des Lago Reñihué Inf.		24			11700		3	16
5	21	Puerto	Oststrand	11	10	136	2075	1950	5	9
6	20	Oststrand	Lago Reñihué Sup.	13	9	102	1440	1250		
6		Rekognoszirung des Lago Reñihué Sup.					15650		12	21
7		Ostbucht	Ramada	3		10	3725	3650	4	7
	20	Abfluſs	Südende		21	336	8175	7550	10	13
	20	Südende	Ramada		14	192	7225	6525	9	7
8	19	Ramada	Derrumbe-Lager	14	18	49	3110	2750	5	
9	19	Derrumbe-Lager	Lawinen-Lager	15	12	85	2950	2700	4	
10	19	Lawinen-Lager	Raulíes-Lager	16	15	87	3575	3200	4	
11	18	Raulíes-Lager	Cuesta-Lager	22	31	75	4270	3650	9	
12		Regentag								
13	18	Cuesta-Lager	Alerces-Lager	22	21	125	3430	2925	10	
14	17	Alerces-Lager	Ñadis-Lager	19	20	130	3375	3070	6	
15	17	Ñadis-Lager	Barrikaden-Lager	31	27	104	4220	3700	2	
16	16	Barrikaden-Lager	Confluencia	6	12	115	2000	1350	1	
17	16	Confluencia	Lago Montt, Südende	14	13	69	2350	1950	1	
17		Lago Montt, Südende	Aguas Azules	4		50	6075	5825		7
18		Aguas Azules	Lago Montt, Abfluſs	10		100	17850	12950	5	22
19		Gepäcktransport auf dem Lago Montt								
	16	Lago Montt, Südende	Gletscher-Lager		16	215	11100	9800	14	12
	15	Gletscher-Lager	Klippen-Lager		4	216	2400	1525	12	3
	14	Klippen-Lager	Nordende		8	164	6450	6250	10	9
	14	Nordende	Pfahl-Lager		27	316	18100	15150	14	15
	13	Pfahl-Lager	Lago Montt, Abfluſs		9	335	2900	2050	3	3

*) Die Richtung giebt das wahre Azimut an, genommen vom Anfangspunkt nach dem Endpunkt des betreffenden Tagesmarsches, auf Grund der Eintragung der Wegaufnahme nach dem Maſsstab 1 : 25 000.

Hinweg Januar 1897	Rückweg Februar 1897	Zurückgelegter Weg von	bis	Zahl der Peilungen Hinweg	Rückweg	Richtung	Entfernung, zurückgelegte	gerad-linige	Sonstige Peilungen	Geschwindigkeitsmessungen
						°	in Metern			
20	13	Lago Montt, Abfluſs	Junta-Lager	6	6	78	1040	950		
20		Junta-Lager	Lago Chico, Norduf.*)	4	3	31	2275	2100	4	9
20		Rekognoscirung des Futaleufu*)							5	
21		Junta-Lager	LagoBarros,Norduf.*)	21		205	4000	2700		
21		Lago Barros, Nordufer	Punta Arenal*)	2		158	1850	1850	1	4
21	10	Junta-Lager	Balseo-Lager	8	6	24	3375	3150		
22	10	Balseo-Lager	Lago Bravo, Abfluſs	42	31	20	7100	6075		
23	9	Lago Bravo, Abfluſs	„ , Ostufer	10	} 44	30	9000	8050	3	16
23	9	„ , Ostufer	„ , Nordufer	3		34	3800	2300	2	17
24	8	„ , Nordufer	Drei-Insel-Lager	49	30	72	14000	6800	5	
25	8	Drei-Insel-Lager	Boot-Depot	41	15	51	6000	4100	3	
25		Boot-Depot	Peñasco Aislado	35		52	8550	7300	2	
26		Peñasco Aislado	Arenoso-B., Mittagslg.	37		31	10400	9400	6	
26/27		Eilmarsch						26300		
28		Valle Leleque, Estanc.	Wasserscheide, Stat. E	36		311	14500	11500		
29		Wasserscheide, Stat.E	Peñasco Aislado	54		236	28900	26900		
29		Peñasco Aislado	Boot-Depot					7300		
30		Boot-Depot	Futaleufu, Einschiffp.	21		233	9000	7150		
30		Futaleufu, Einschiffp.	Lago Bravo, Nordufer					4050		
31		Lago Bravo, Nordufer	Pastal-Lager					21850		
Febr.										
1		Pastal-Lager	Wasserscheide, Stat. E					23100		
1	3	Wasserscheide, Stat.E	Valle Leleque, Est.	35	26	131	14550	11500		
2		Ruhetag								
4		Wasserscheide, Stat.E	Wasserscheide, Stat.O	26		291	11950	9550	10	
5		„ , Stat.O	Reunion	29		221	15850	13900		
6		Reunion	Peñasco Aislado	24		218	13600	11725	3	
6		Peñasco Aislado	Puesto	13		288	5900	5425		
7		Puesto	Lago Nicolás, Ostufer	15		308	4975	4600		
7	8	Lago Nicolás, Ostufer	„ , Westufer		14	101	9450	9350	5	13
	8	Boot-Depot	„ , Ostufer		63	141	16000	9400		
11	13	Junta-Lager	Lago Barros, Nordufer	22	12	205	4000	2700		4
11	12	Lago Barros, Nordufer	„ , Seeenge	23	35	166	8100	8050	2	15
12	12	„ , Seeenge	„ , SO-Bucht	6	3	89	6200	5200		
11	12	„ „	L. Menéndez, N-Ufer	15	20	203	6000	5900	3	11
11	11	L. Menéndez, N-Ufer	Photogr. Station	21	6	147	5100	4600	4	3
12	12	L. Menéndez, N-Ufer	Lago Menéndez, NW-Fluſs	9	7	293	2400	1900	15	5
							666 km			

*) Und zurück.

Längen der Reñihué-Route selbst, welche gröfsere Genauigkeit besitzen, berichtigt werden. Eine Anpassung dieser geographischen Längen an eine genaue Wegaufnahme war früher aus Mangel an Material nicht auszuführen. Dasselbe gilt von der Puelo-Route. Infolge der Lage, welche das obere Futaleufu-Thal, die astronomischen Stationen auf der Hauptwasserscheide und das Leleque-Thal auf der Karte erhalten haben, müssen das obere Chubut-Thal und damit auch das Valle Nuevo und das obere Puelo-Thal nach Westen verschoben werden (die beiden letzteren um fast 20 Längenminuten).

8. Die Barometer-Beobachtungen.

Die Beobachtungen zur Bestimmung der Höhe des durchreisten Landes wurden von mir mit Hilfe der folgenden Instrumente angestellt:

2 Quecksilberbarometer Fortin'scher Konstruktion, J. Salleron No. 825, Paris, und Compie Univelle du Canal de Panamá No. 123.

4 Siedethermometer, R. Fuefs No. 342, 352, 390, Berlin-Steglitz, und J. Hicks No. 1179 950, London.

3 Holosteric-Barometer, E. Ducretet No. 337, Paris, und O. Bohne No. 2882 und 2883, Berlin.

Mehrere Maximum- und Minimum-Thermometer, sowie einige andere, welche als Psychrometer und Schleuder-Thermometer Verwendung fanden.

Nach meinen Erfahrungen auf früheren Reisen verzichtete ich darauf, die Quecksilberbarometer auf der eigentlichen Gebirgsreise mitzuführen. Auch wenn auf die Beförderung derselben die gröfste Mühe verwendet wird, unterliegen sie sicher über kurz oder lang den Schwierigkeiten des Urwaldmarsches. Ich liefs die genannten Barometer daher an der Meeresküste an zweckmäfsig gewählten Stationen zurück, an welchen sie zur Bestimmung der für jede barometrische Höhenmessung so wichtigen Luftdruckwerte einer unteren Station dienten.

Die anderen, auf der Reise selbst benutzten Instrumente wurden zusammen mit den Beobachtungs-, Tage- und Zeichenbüchern, den Karten, den Ephemeriden u. s. w. stets von mir selbst in einem Ledertornister getragen. Ich vermied es, den Transport desselben der Mannschaft zu überlassen, die nur schwer daran zu gewöhnen ist, diese Sachen mit der erforderlichen Sorgfalt zu behandeln. Alle Instrumente waren in widerstandsfähige Lederfutterale eingeschlossen, die Thermometer in Messingrohre mit innerem Gummischlauch, und besafsen aufserdem noch eine zweckmäfsige äufsere Umhüllung aus wollenen Tüchern oder weichem Leder. Verpackung und Transport

haben sich bewährt, denn es kam keine Beschädigung der Instrumente vor.

Die Orte, an welchen Barometerbeobachtungen stattfanden, wurden derart gewählt, dafs die Instrumente sich vollständig den jeweiligen atmosphärischen Bedingungen anpassen konnten, also weder starken Luftströmungen noch direkten Sonnenstrahlen, dem Lagerfeuer oder der Strahlung des Erdbodens ausgesetzt waren. Niemals fanden Barometer- oder Thermometerbeobachtungen statt, ohne dafs etwa 15 Minuten seit der Aufstellung der Instrumente verstrichen waren, damit sie das Gleichgewicht des Drucks und der Temperatur der umgebenden Luft annehmen konnten.

Vor und nach jeder Barometerablesung wurden Lufttemperatur und Feuchtigkeit, welche zur Höhenberechnung nötig sind, gemessen. Alle hierbei zur Verwendung gelangten Thermometer waren vor der Reise untersucht und auf ihren Nullpunkt geprüft worden. Trotzdem war die Erlangung richtiger Temperaturwerte mitunter schwierig, namentlich während der oft mehrere Tage dauernden Märsche durch das Dickicht des Urwaldes.

Jede Beobachtung der Quecksilberbarometer setzte sich aus mindestens drei aufeinanderfolgenden Ablesungen zusammen, welche auf 0° reduzirt und zu einem Mittelwerte von 0.1 mm Genauigkeit vereinigt wurden.

Der Kochapparat der Fuefs'schen Siedethermometer hat eine äufserst praktische Form und besteht aus Siedegefäfs, Dampfmantel, Spirituslampe und Vorratsgefäfs. Alle Teile sind nebst den Thermometern in einer gemeinschaftlichen Kupferbüchse enthalten, deren Deckel drei zusammenklappbare Füfse besitzt und als Gestell beim Sieden dient. Die Einrichtung des Kochapparats ist derart, dafs weder Überhitzung noch Abkühlung des Dampfes eintreten kann, derselbe strömt frei aus, ohne eine Druckerhöhung im Gefäfs zu verursachen. Zur Vermeidung einer nachträglichen Berichtigung der Fadenlänge wurde das Thermometer soweit in das Kochgefäfs eingeführt, dafs nur das Ende des Quecksilberfadens aus dem Dampfmantel hervorragte. Die Ablesung erfolgte, sobald das Quecksilber seinen höchsten Stand einnahm und denselben nicht mehr änderte, was etwa zehn Minuten nach dem Anzünden der Spiritusflamme der Fall war. Zum Kochen wurde Regenwasser verwendet, an welchem in der patagonischen Kordillere kein Mangel herrscht. Vor der Abreise waren die Thermometer durch zweistündiges Kochen auf ihren „maximaldeprimirten" Stand gebracht.

Die meisten Fehler der Siedepunkt-Bestimmungen werden durch unrichtiges Kochen verursacht. Der Dampf soll vor und während der

Ablesung stetig, d. h. nicht puffend, sondern in langsamem Strome entweichen, was nur dadurch erreicht werden kann, dafs die Flamme nach Beginn des Kochens auf ein Minimum reduzirt wird. Jedes lebhaftere Kochen bewirkt neben heftigerem Entweichen des Dampfstroms ein Steigen des Thermometers, oft um 0.1°, was bei 700 mm Luftdruck eine Ungenauigkeit von 2.5 mm hervorbringt. Empfehlenswert ist es, das Sieden durch Entfernung der Lampe zu unterbrechen, bis der aus dem Apparat hervorragende Quecksilberfaden verschwindet. Diese Siedeunterbrechung ist ebenso nötig wie das Klopfen bei Quecksilberbarometern, weil das Quecksilber an dem Kapillarrohr des Thermometers haftet und deshalb bei fallendem Luftdruck zu hohe Ablesungen giebt.

Die Gradeinteilung der Fuefs'schen Thermometer besitzt den Vorzug, nicht mehr den Wärmegrad, sondern unmittelbar den Barometerstand, und zwar den auf 0° Temperatur und 45° geogr. Breite reduzirten, anzugeben. Die Teilung schreitet zwischen 400 und 800 mm von 2 zu 2 mm des Barometerstandes fort, sodafs bei einer Abschätzung des Quecksilberstandes von einem Zehntel der Skalenteile eine Genauigkeit des Barometerstandes von 0.2 mm erreicht wird.

Das englische Siedethermometer von Hicks hat eine Gradeinteilung von 180—215 nach der Fahrenheit'schen Skala. Jeder Grad ist in Fünftelgrade geteilt, sodafs Zwanzigstelgrade bequem abgelesen werden können.

Die Ablesungen der Federbarometer, welche stets gemeinschaftlich vorgenommen wurden, geschahen bei horizontaler Lage derselben, da verschiedene Neigungen auch verschiedene Ablesungen verursachen. Der Durchmesser der Instrumente beträgt 135 mm, die in ganzen Millimetern ausgeführte Teilung reicht von 350—790 mm. Nach einer von der physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg im Oktober 1896 ausgeführten Prüfung besafsen die Bohne'schen Barometer eine Verbesserung für Temperatur von — 0.09 bzw. + 0.02 mm für 1° bei 750 mm. Das Instrument No. 337 war kompensirt.

Von einer Berichtigung der Teilungsfehler wurde abgesehen. Der Unterschied zwischen den äufsersten auf der Reise gemessenen Luftdruckwerten war zu gering, als dafs eine zuverlässige Bestimmung möglich gewesen wäre. Übrigens zeigte der Vergleich mit den Siedethermometern, dafs diese Fehler keinen merklichen Betrag erreicht haben konnten.

Die Beobachtungszeiten waren nicht die bei meteorologischen Beobachtungen gewöhnlich gebrauchten (7^h morgens, 2^h nachmittags und 9^h abends), da es sich auf der Reise nicht um die Bildung von Tagesmitteln handelte, sondern darum, die während des Marsches ausge-

führten Beobachtungen mit den auf den unteren Stationen angestellten in Übereinstimmung zu bringen, was für eine richtige Ableitung des Höhenunterschiedes erforderlich ist. Ich las aus diesem Grunde die Barometer in festen Zwischenräumen von drei Stunden ab, und zwar um 7^h a, 10^h a, 1^h p, 4^h p und 7^h p, worin zugleich diejenigen Zeiten (10^h a und 4^h p) eingeschlossen waren, an welchen die Barometer- und Thermometersäulen weniger den Veränderungen unterworfen sind, welche die Bestimmungen des Luftdrucks und der Temperatur beeinflussen. Geschehen die Beobachtungen zu denselben Zeiten auf den unteren Stationen, so ist dadurch eine bequemere Interpolation der Zwischenwerte und damit eine bessere Berechnung der Höhen ausführbar. Natürlich wurden die Barometer auch aufserdem noch an allen wichtigen Punkten des durchreisten Gebietes und so oft die veränderten Höhenverhältnisse es nötig erscheinen liefsen, abgelesen. Die Zahl der an einem Tage ausgeführten Beobachtungen schwankte zwischen 5 und 10; im ganzen fanden auf der Reise 435 Beobachtungen an 84 verschiedenen Stationen statt. Die Uhrzeit der Ablesung entsprach annähernd der Ortszeit.

Als untere Stationen dienten die Orte Quicaví auf Chiloé, Puerto Montt und Ancud. Es wurden an denselben vom 24. December 1896 bis zum 4. März 1897 folgende Beobachtungen ausgeführt:

	Barometer	Beobachter	Beobachtungen
Quicaví	825	Don Eduardo Arizada	177
Puerto Montt . . .	*M*	Dr. Karl Martin	210
„ „ . . .	123	Pfarrer P. Saemann	107
Ancud	*H*	Liceolehrer S. Hambleton	230

Unter diesen Beobachtungen, für deren Ansführung ich den genannten Herren zu grofsem Dank verpflichtet bin, sind die in Quicaví angestellten von besonderer Wichtigkeit, weil dieser Ort dem bereisten Gebiet näher und der Mündung der zu erforschenden Flüsse gerade gegenüberliegt.

Da die Quecksilberbarometer zurückgelassen wurden, mithin wahre Werte des Luftdrucks auf der Reise nicht erhalten werden konnten, so mufste besondere Sorgfalt darauf verwendet werden, aus den Angaben von Feder- und Thermobarometern sichere Ergebnisse abzuleiten. Ich erreichte dies durch eine Beobachtungsmethode, deren Grundzüge die folgenden waren:

1. Genaue Vergleichung aller zur Verwendung gelangten Instrumente untereinander behufs einheitlicher Regulirung derselben und Erlangung fester gegenseitiger Beziehungen.

2. Möglichste Erhöhung der Beobachtungszahl auf den einzelnen Stationen und Wahl der letzteren in räumlich kurzen Abständen.

3. Bestimmung genauer Werte des Luftdrucks auf mehreren an der Meeresküste gelegenen unteren Stationen.

4. Hinzuziehung aller Berichtigungen, welche auf die Berechnung der Höhe erheblichen Einfluſs haben.

5. Bildung von Durchschnittswerten der einzelnen Beobachtungen, Zusammenfassung von Beobachtungen auf räumlich nahen Stationen von geringem Höhenunterschied und Abrundung des Schlufswertes, um innerhalb einer gewissen Grenze Zahlenwerte von dauerndem Bestand zu erlangen.

Durch diese Methode wird allerdings der Arbeitsaufwand, welchen die Beobachtung sowohl wie die Berechnung erfordert, ein nicht unerheblicher; es ist dieser Weg aber der ausschliefslich einzuschlagende, um in dem bereisten Gebiet bei dem heutigen Stande der barometrischen Technik verhältnismäfsig richtige Höhenwerte zu erzielen, unter der Voraussetzung natürlich, dafs die Beobachtungsorte nicht zu weit von der unteren Station entfernt sind.

9. Die Standverbesserungen der Barometer.

Die Ablesungen aller Barometer, welche der Expedition zur Verfügung standen, wurden mit Bezug auf die Normalinstrumente der meteorologischen Station der Sternwarte zu Santiago verbessert. Zunächst wurden die Quecksilberbarometer 825 und 123 vor und nach der Reise durch eine gröfsere Anzahl gleichzeitiger Beobachtungen miteinander verglichen; alsdann wurde die Abweichung der Angaben eines jeden der beiden Instrumente vom wahren Luftdruckwert auf der Sternwarte festgestellt. Es ergaben sich folgende Werte:

Unterschied des Barometers No. 123 in Bezug auf No. 825:

— 1.13 mm, 66 Vergleichungen vor der Reise.

— 1.14 mm, 21 „ nach der Reise.

Standverbesserungen:	No. 825	No. 123	
	— 0.08 mm	— 1.21 mm,	12 Beob. vor der Reise,
	— 0.05 mm	— 1.19 mm,	10 „ nach der Reise.

Hieraus folgt, dafs die Abweichung der Barometer während des Transports derselben nach Puerto Montt und Chiloé keine Änderung erlitten hat, mithin auch in der Zwischenzeit dieselbe geblieben sein wird, sodafs für die gesamte Rechnung eine unveränderliche Standverbesserung von

— 0.07 mm bzw. — 1.20 mm

angenommen wurde. Mit diesen Verbesserungen versehen, dürfen die Angaben der beiden Barometer als wahre Werte gelten und als Grundlagen für alle während der Reise zur Höhenmessung benutzten Instrumente.

Von den Einflüssen der Kapillardepression ist abgesehen worden, weil dieselben nahezu unveränderlich sind und deswegen in die Gesamtreduktion eintreten, welche die Vergleichung der Reisequecksilberbarometer mit dem Normalbarometer ergab.

Das in Ancud stationirte Barometer *H* wurde vor und nach der Reise mit den beiden von Santiago mitgebrachten Instrumenten je sechsmal verglichen, wobei sich ein Unterschied von — 0.42 mm bzw. — 0.31 mm, im Durchschnitt — 0.37 mm ergab. Für das Quecksilberbarometer *M* (in Puerto Montt) wurde aus 97 gleichzeitigen Beobachtungen mit No. 123 eine Standverbesserung von — 1.65 mm hergeleitet.

Von den auf den unteren Stationen angestellten Beobachtungen sind die der Barometer 123 und *H* mit besonderer Sorgfalt ausgeführt worden. Eine jede derselben bestand aus 3—4 Ablesungen, sodafs ein etwaiger Beobachtungsfehler auf den dritten oder vierten Teil seines Wertes vermindert wurde, während er bei den beiden anderen Barometern, die stets nur einmal abgelesen wurden, voll ins Gewicht trat. Alle diese Beobachtungen waren mit meteorologischen Angaben der Windstärke und Richtung, der Bewölkung und der Menge des gefallenen Regens versehen, wonach leicht festgestellt werden konnte, wann der für Höhenmessungen günstige Umstand eintrat, dafs der Wind in der Richtung beider Beobachtungsstationen wehte. Die Angaben des Barometers *M* wurden hauptsächlich dann verwendet, wenn zu der gewünschten Zeit keine Beobachtung des Barometers 123 vorlag, was namentlich in der zweiten Hälfte des Februars der Fall war. Bei der schliefslichen Berechnung der Höhen wurde als richtiger Wert des Luftdrucks am Meeresspiegel der Durchschnitt der auf allen drei Stationen beobachteten Werte genommen und der so erhaltene Barometerstand für die Schwere verbessert, d. h. auf die Breite von 45° reduzirt. Der Wert dieser Berichtigung ist nicht unerheblich. Er beträgt bei 760 mm Luftdruck und 42° südlicher Breite — 0.2 mm. Für Puerto Montt wurden —0.24 mm, für Ancud —0.21 mm und für Quicaví —0.19 mm in Anschlag gebracht. Auf die Federbarometer hat die Veränderlichkeit der Schwerkraft in verschiedenen Seehöhen und verschiedenen geographischen Breiten natürlich keinen Einflufs, da diese Instrumente dem Luftdruck nicht ein mit der Gröfse der Schwerkraft veränderliches Gewicht, sondern die von der Schwere unabhängige Spannkraft einer Feder entgegensetzen.

Die Wichtigkeit des Siedethermometers besteht darin, das Quecksilberbarometer zu ersetzen, also wahre Werte des Luftdrucks zu liefern, mit deren Hilfe der Gang der Federbarometer geprüft und die während der Reise erfahrungsmäfsig eintretende Veränderung der Standverbesse-

rung ermittelt werden kann. Ich stellte die Siedepunktbestimmungen stets mit allen drei Fuefs'schen Thermometern an, einmal, um einen genaueren Wert zu gewinnen und dann, um zu sehen, ob die Abweichungen derselben untereinander unverändert geblieben oder etwa Verschiebungen der Nullpunkte eingetreten waren. Vor und nach der Reise wurden die Siedethermometer sowohl in Santiago wie in Puerto Montt mit den Quecksilberbarometern verglichen, wobei sich, nachdem die Angaben der letzteren mit der Schwere-Verbesserung versehen waren, die folgenden Werte ergaben:

	No. 342	No. 352	No. 390
18 Beob. vor d. Reise	— 1.3 mm	— 1.0 mm	— 1.1 mm
20 „ nach d. Reise	— 0.6 „	+ 0.4 „	— 0.1 „
Durchschnitt:	— 1.0 mm	— 0.3 mm	— 0.6 mm.

Der aus diesen Vergleichungen hervorgehende Unterschied ist einer allmählichen Verschiebung des Siedepunktes infolge des häufigen Kochens während der Reise zuzuschreiben. Es wurden daher alle drei Werte einzeln zur Berichtigung der Siedepunktbestimmungen benutzt, und zwar der erste Wert für den Anfang der Reise bis zum 20. Januar, der Durchschnittswert für die Zeit bis zum 10. Februar und der zweite Wert für den Rest der Reise bis zum 28. Februar.

Die drei Federbarometer hatten in Bezug auf die Quecksilberbarometer die folgenden Abweichungen:

			No. 337	No. 2882	No. 2883
			mm	mm	mm
Santiago (550 m Meereshöhe),	12	Beob. vor d. Reise	— 1.05	— 0.96	— 1.72
„ „	9	„ nach „ „	— 0.60	+ 0.38	— 2.19
Puerto Montt (Meeresh.),	6	„ vor „ „	— 1.07	+ 1.57	+ 0.62
„ „	11	„ nach „ „	— 0.37	+ 3.16	+ 0.43.

Die vor und nach der Reise erhaltenen Standverbesserungen stimmen im wesentlichen mit einander überein, woraus sich ergiebt, dafs die Barometer durch die Behandlung während der Reise keine erhebliche Veränderung ihres Ganges erlitten haben. Wie sich aber aus dem Unterschied der in Santiago und Puerto Montt angestellten Vergleichungen erkennen läfst, ist die Verbesserung für Orte von verschiedener Höhe über dem Meeresspiegel durchaus nicht die gleiche, namentlich bei den beiden letzten Barometern. Ferner darf man aus einer gröfseren oder geringeren Übereinstimmung der Standverbesserung vor und nach der Reise noch nicht auf den Gang der Instrumente während der Reise schliefsen, da dieselben in der Kordillere unter wesentlich anderen

Verhältnissen thätig waren. Infolge der elastischen Nachwirkungen an der Metallbüchse und der Spannfeder ist die Standverbesserung dieser Barometer während der Reise vielmehr als eine mehr oder weniger veränderliche Gröfse zu betrachten, deren Ermittlung erst den Siedethermometern vorbehalten bleibt, welche die unerläfslichen Begleiter der Federbarometer sein müssen. Unter Weglassung der 17 in Puerto Montt angestellten Siedepunktbestimmungen liegen 102 auf der Gebirgsreise selbst angestellte vor, welche ebensoviele Anhaltspunkte zur Ableitung der jeweiligen Federbarometer-Verbesserungen bieten. Es ist dies eine für die zweimonatliche Reise verhältnismäfsig hohe Zahl; doch bin ich von der Ansicht ausgegangen, dafs eine häufige Wiederholung dieser Beobachtungen für die Überwachung der eigentlich nur als Interpolations-Instrumente anzusehenden Federbarometer unerläfslich ist.

Die Berechnung geschah derart, dafs die berichtigten Ablesungen der drei Siedethermometer zu einem Mittel vereinigt wurden, das den wahren Wert des Luftdrucks ergab und zur Berichtigung der auf o reduzirten Ablesungen der Federbarometer diente. Die hierbei erhaltenen Werte sind in dem Schlufsverzeichnis angegeben. Zieht man die einzelnen, an demselben Ort oder in derselben Höhe über dem Meere oder unter sonst gleichen Verhältnissen bestimmten Werte zusammen, so lassen sich die Änderungen der Standverbesserungen für die einzelnen Reisegebiete in Kürze folgendermafsen darstellen:

	No. 337	No. 2882	No. 2883
	mm	mm	mm
Puerto Montt	— 1.1	+ 1.6	+ 0.6
Fundo Minchinmávida		+ 0.4	— 0.6
Lagos Reñihué		0	— 1.2
Valle Torrentes	— 1.5	— 1.4	— 2.5
Pafs Navarro	(Max. — 1.8,	— 2.5	— 3.6
Valle Alerces, Lago Montt	Min. — 1.1)		
Valle Cholila	— 0.6	— 0.7	— 2.2
Divortium aquarum	(Max. — 1.0,		— 3.3
Oberer Futaleufu	Min. — 0.2)		— 2.5
Lagos Futaleufu		+ 0 4	
Valle Alerces			— 1.7
Pafs Navarro	+ 0.2	— 1.7	— 3.8
Valle Torrentes	(Max. + 0.7,	+ 0.7	— 1.3
Valle Reñihué	Min. — 0.1)	+ 2.3	+ 0.2
Meeresküste	— 0.1	+ 3.3	+ 0.5

Hieraus ist ersichtlich, dafs der Gang des ersten der drei Federbarometer der beste gewesen, d. h. am meisten in Übereinstimmung mit den Angaben der Siedethermometer geblieben ist. Ein entsprechendes Verhalten hatte dieses Instrument bereits auf der zwei Jahre früher ausgeführten Puelo-Reise beobachtet, wennschon die Abweichung von der mittleren Standverbesserung diesmal etwas gröfser ist. Die beiden Bohne'schen Barometer zeigen ein periodenweises Steigen und Fallen der Standverbesserung, welchem beide Instrumente in ziemlich gleicher Weise unterworfen waren. Während die Abweichung vor und nach der Reise positive Werte aufwies, trat sowohl beim Überschreiten des Passes Navarro, als auch beim Aufstieg zur Hauptwasserscheide, sobald die Höhe also 8 – 900 m überschritt, ein stetiges Fallen der Abweichung ein.

Für die zwischen zwei Siedepunktbestimmungen ausgeführten Barometerbeobachtungen mufs die Änderung der Standverbesserung der stattgehabten Änderung des Luftdrucks entsprechend interpolirt werden. Doch beschränkte ich mich darauf, unter Voraussetzung einer der Zeit entsprechenden gleichförmigen Veränderung während eines gewissen Zeitraums den Durchschnittswert der beobachteten Standverbesserungen zu bilden, hiermit die Ablesungen der Federbarometer zu verbessern und aus den so erhaltenen drei Ergebnissen das Mittel zu bilden, das den endgiltigen Wert des Luftdrucks bezeichnet. Derselbe wurde auf 0.1 mm abgerundet, welcher Genauigkeit die ursprüngliche Ablesung entsprach.

10. Die Höhenberechnung.

Die Luftdruckwerte, welche auf Grund der vorangegangenen Untersuchung für die einzelnen Stationen der Reise und die genannten vier unteren Stationen erhalten wurden, dienten zur Berechnung der Höhen. Ich legte derselben die abgekürzte Höhenformel von W. Jordan zu Grunde, welche sich aus der strengen Formel durch Einführung mittlerer Zahlenwerte für die von der Luftfeuchtigkeit, der Schwere und der Seehöhe abhängigen Glieder ergiebt. Die Fehler, welche bei einer mit mäfsiger Genauigkeit ausgeführten Beobachtung des Drucks und der Temperatur der Luft begangen werden, können so bedeutend sein, dafs die Vernachlässigung jener drei Verbesserungen fast keinen Unterschied hervorbringt, zumal wenn die in Betracht kommenden Messungen über ein verhältnismäfsig beschränktes Gebiet verteilt sind. Es können daher, ohne die unserer Beobachtungsmethode gesteckten Fehlergrenzen zu überschreiten, die Jordan'schen Höhentafeln benutzt werden; denn die Annahmen, unter welchen dieselben

berechnet sind — mittlere geographische Breite 50°, mittlere Höhe über dem Meer 500 m und Verhältnis des Dunstdrucks zum Barometerstand 1 : 100 — sind im allgemeinen auch für das bereiste Gebiet zutreffend.

Alle Höhenmessungen und ihre Ergebnisse sind in dem folgenden Verzeichnis enthalten, das durch Fortlassung aller rein meteorologischen Angaben sowie des ganzen Beobachtungsmaterials der unteren Stationen eine übersichtliche Form erhalten hat. Die Beobachtungszahl bezeichnet die Summe der selbständigen Beobachtungen, deren jede durch Ablesung der drei Federbarometer bzw. der Fuefs'schen Siedethermometer ausgeführt wurde. Der Barometerstand ist an den Orten, an welchen die letzteren beobachtet wurden, gleich dem Mittelwert dieser Beobachtungen, nachdem sie um ihre Abweichungen von den Angaben der Quecksilberbarometer verbessert worden waren. Für die übrigen Orte ist der Luftdruck das aus den Angaben der Federbarometer in der mitgeteilten Weise abgeleitete Ergebnis. Die Ablesungen der Federbarometer selbst sind übergangen, dagegen sind die den Gang dieser Instrumente darstellenden Standverbesserungen vollständig angegeben. Nur während der Eilmärsche vom 26.—31. Januar waren die barometrischen Beobachtungen mit dem Instrument 337 allein angestellt worden.

Die mittlere Meereshöhe eines Ortes ist das arithmetische Mittel aus allen für jeden Barometerstand einzeln berechneten Höhenwerten der betreffenden Station. Die Zahlen beziehen sich hinsichtlich der oberen Stationen, falls der Beobachtungsort am Ufer eines Flusses oder Sees liegt, stets auf den entsprechenden Wasserspiegel und hinsichtlich der unteren Stationen auf die mittlere Meeresfläche des Golfes von Ancud. In Puerto Montt befanden sich die Barometer 8 m, in Ancud 14 m und in Quicaví 6 m, im Durchschnitt also 9 m über der erwähnten Fläche. Da aus allen Angaben der Mittelwert gebildet wurde, so mufsten dem Ergebnis 9 m hinzugefügt werden, um die wahre Höhe über der mittleren Meeresfläche zu erhalten.

Man giebt sich vielfach Täuschungen über die Genauigkeit der auf barometrischem Wege ermittelten Höhenzahlen hin; es mag daher noch untersucht werden, welches die Sicherheit der erlangten Werte ist. Die Fehler, welche denselben anhaften können, beruhen zunächst darauf, dafs die Barometerstände der unteren Station und die auf dem Reisewege erhaltenen infolge der mehr oder weniger grofsen Entfernung zwischen beiden Orten nicht von genau gleichen Luftdruckverhältnissen herrühren. Die Beweglichkeit der Luftschichten bringt es mit sich, dafs die Temperaturen und Drucke nie so regel-

mäfsig verteilt sind, wie die barometrischen Formeln es annehmen. Eine andere Fehlerquelle ist die Ungenauigkeit der Luftdruckmessung während der Reise, hauptsächlich die Unsicherheit der Federbarometer, die aber durch die zahlreichen Siedepunktbestimmungen wesentlich verringert worden ist und in keinem Falle 0.5 mm überschreitet. Ferner ist von solchen Verbesserungen der beobachteten Werte, die über die nötigen Instrumental-Berichtigungen hinausgehen, abgesehen, da z. B. Verbesseruugen auf wahre Tagesmittel doch nur zweifelhafter Natur gewesen wären. Eigentlich müfste man die Beobachtungen an demselben Ort um 7^h morgens, 2^h mittags und 9^h abends anstellen und dann das Mittel aus allen drei Berechnungen nehmen. Die Verhältnisse meiner Expedition gestatteten aber eine solche Rücksichtnahme nicht. Selbst an wichtigen Punkten mufste die Wahl der Beobachtungszeit ohne Rücksicht auf ein besonders günstiges Wetter oder die für barometrische Höhenmessungen günstigsten Tageszeiten geschehen.

Als Vorteile sind dagegen die starke Erhöhung der Beobachtungszahl und die Wiederholung der Beobachtungen auf der Rückreise zu betrachten. Man erhält auf diese Weise an denjenigen Orten, an welchen eine gröfsere Reihe von Beobachtungen zu verschiedenen Tageszeiten und auf dem Hin- und Rückwege, also unter völlig veränderten Temperatur- und Druckverhältnissen angestellt wurden, durch Bildung des arithmetischen Mittels eine der Wahrheit viel näher kommende Höhenzahl. Auch die kurzen Entfernungen der einzelnen Beobachtungsstationen unter sich und die Geringfügigkeit der überhaupt vorhandenen Höhenunterschiede steigern die Genauigkeit.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände können die Seehöhen der Lagerplätze und der sonstigen für die Kenntnis des Geländes wichtigen Punkte, ebenso alle auf die Höhen der Seebecken sich beziehenden Zahlen, also die überwiegende Mehrheit der Ergebnisse durchschnittlich auf 5 m als sicher angesehen werden. Diese Genauigkeitsgrenze erweitert sich mit der Verminderung der Beobachtungszahl; die wenigen Höhenzahlen, welche auf einer einzigen Beobachtung beruhen, können bis zu 20 m fehlerhaft sein.

Danach wurde eine Abrundung der Ergebnisse auf 5 m durchgeführt. Die Rechnung ergiebt natürlich noch einzelne Meter und Decimeter, Zahlen, welche indes, wenn sie unabgerundet mitgeteilt würden, irrige Vorstellungen über die Genauigkeit entstehen lassen könnten. Nur zur Kennzeichnung geringer Höhenunterschiede, z. B. benachbarter Seen, sind die Metereinheiten stehen geblieben.

Ortsbezeichnung	Beobachtungszahl Federbarometer Hinweg	Rückweg	Siedethermometer	Standverbesserungen der Federbarometer No. 337 Hinweg	No. 337 Rückweg	No. 2882 Hinweg	No. 2882 Rückweg	No. 2883 Hinweg	No. 2883 Rückweg	Mittlerer Barometerstand mm	Mittlere Meereshöhe m
Puerto Montt, Plaza	6	11	17	— 1.1	— 0.4	+ 1.6	+ 3.2	+ 0.6	+ 0.4		8
Golf von Ancud	13	10	2	— 1.1		+ 1.4		+ 0.4			0
Rio Reñihué, Mündung	7	21	21	— 1.7	— 0.1	+ 0.9	+ 3.3	+ 0.1	+ 0.5	761.1	5
Cui-Cui-Lager	3		1	— 1.6		+ 0.7		+ 0.3		758.0	15
Rio Blanco, Lagerplatz	4	4	1	— 1.8		+ 0.8		0		758.1	20
Reñihué-Thal, Mittagslagerpl.		1								756.4	40
FundoMinchinmávida, Wohnh.	6	5	5	— 1.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 2.5	— 0.7	+ 0.2	752.9	70
Erster Gletscherfluſs	1									746.9	120
Zweiter Gletscherfluſs	1									745.1	135
Corralito-Lager	9	2	7	— 1.5	+ 0.2	+ 0.4	+ 2.3	— 0.7	+ 0.6	747.2	145
Rio Palizadas	1									751.8	125
Neunter Nebenfluſs	2	1	1	— 1.7		+ 0.4		— 0.5		749.6	135
Laureles	6	3	4	— 1.6	+ 0.7	+ 0.3	+ 2.2	— 0.8	+ 0.3	745.9	165
Puerto	7	1	3	— 1.3	+ 0.1	— 0.1	+ 2.5	— 1.2	— 0.2	738.3	220
Lago Reñihué Inf., Oststrand	6	6	3	— 1.3		+ 0.2		— 1.2		740.6	215
Oberfläche d. L. Reñihué Inf.	(13)	(7)	(6)							739.7	215
Oberfläche d. L. Reñihué Sup.	11	9	6	— 1.3	+ 0.5	0	+ 2.0	— 1.4	+ 0.1	739.5	230
Waldpfad	1		1	— 1.8		— 1.6		— 2.2		721.4	460
Derrumbe-Lager	4	1	2	— 1.2	+ 0.2	— 0.8	+ 0.7	— 2.1	— 1.2	718.0	500
Besteigung des Derrumbe	1		1	— 1.6		— 1.8		— 3.0		700.6	715
Photographische Station	1									689.8	845
Waldpfad, erste Anhöhe	1									709.7	595
„ , zweite „	1									708.6	610
Lawinen-Lager	4	1	2	— 1.4		— 1.4		— 2.6		709.8	585
Rio Torrentes, erster Haltepkt.	1									705 4	640
„ , zweiter „	1									697.0	735
Raulíes-Lager	4	2	3	— 1.7	+ 0.7	— 2.5	+ 0.7	— 3.6	— 1.4	694.5	755
Aufstieg zum Pafs	1									675.2	970
Erste Pampita	1		1	— 1.8		— 2.5		— 3.6		670.8	1035
Zweite Pampita	1	4	1		+ 0.5		— 1.4		— 3.9	677.8	1000
Pafs Navarro	1	1	1		+ 0.3		— 2.0		— 3.6	673.1	1025
Media Cuesta		1								687.8	860
Cuesta-Lager	8	1	2	— 1.4	— 0.1	— 1.2	0	— 2.5	— 1.8	707.5	610
Rio Alerces, Mittagslagerplatz	2	1								711.3	585
Alerces-Lager	4	3	2	— 1.3	+ 0.6	— 1.1	+ 0.5	— 2.4	— 1.9	711.1	570
Ñadis-Lager	6	2	2	— 1.4	+ 0.4	— 1.0	+ 0.3	— 2.5	— 1.6	708.6	555
Coigue-Brücke	1									706.6	545
Flufsenge	1	1								712.0	540
Barrikaden-Lager	4	3	1	— 1.2		— 0.6		— 2.0		714.0	535

Ortsbezeichnung	Beobachtungszahl Federbarometer Hinweg	Rückweg	Siedethermometer	Standverbesserungen der Federbarometer No. 337 Hinweg	Rückweg	No. 2882 Hinweg	Rückweg	No. 2883 Hinweg	Rückweg	Mittlerer Barometerstand mm	Mittlere Meereshöhe m
Confluencia	3	1								714.6	523
Rio Alerces, Einschiffungspkt.	2		1	— 1.8		— 1.0		— 2.2		714.4	518
Oberfläche des Lago Montt	15	19	7	— 1.3	0	— 0.8	+ 0.9	— 2.2	— 1.8	716.9	515
Junta-Lager	4	3	2	— 0.8	+ 0.1	— 0.6	+ 1.0	— 2.4	— 1.5	713.3	506
Oberfläche des Lago Chico	1	1								713.4	508
Balseo-Lager	4	1								714.4	515
Futaleufu, Haltepunkt	1									712.7	518
„ , Furt	2	1								714.4	520
„ , Nebenfluſs	1									713.0	527
Oberfläche des Lago Bravo	10	11	5	— 1.0	— 0.6	— 0.4	+ 0.1	— 2.1	— 2.2	713.3	530
Futaleufu, Mittagslagerplatz	3	3	1	— 0.7		0		— 1.9		713.3	535
Drei-Insel-Lager	4	1								712.1	538
Ñadi		2								713.8	545
Boot-Depot	2	3								711.2	545
Erster Bergrücken	1									707.4	590
Puesto-Lager	2	1								709.0	555
Zweiter Bergrücken	1									705.4	595
Oberfläche des Lago Nicolás	8		1	— 0.5		0		— 2.6		707.7	570
Arroyo Cholila, Furt	1									714.4	550
Am Wege nach Cholila	1	1								708.2	580
Peñasco Aislado, Lagerplatz	3	2								710.4	565
„ „ , astr. Station		3	1		— 0.5		+ 0.1		— 2.6	708.3	570
Pastal-Lager	2	1	1	— 0.7		— 0.4		— 2.0		712.1	580
Arr. Arenoso, Mittagslagerpl.	2	1								706.9	605
Reunion		2								706.5	605
Hügelkette		1								695.7	750
Abflufsloser See	2									702.3	690
Pampahügel	1									698.0	705
Lago Cisnes	1	1								697.7	725
Hoher Bergrücken	1									681.7	895
Valle del Regreso, Cholila-Bach	1									709.5	620
„ „ „ , Haltepunkt	1									701.8	650
„ „ „ , Ñadi	1	1								701.8	670
Hauptwasserscheide, Stat. E	2	6	2		— 0.8		— 0.9		— 3.4	694.1	775
Lagerplatz bei Station E	2	3								700.4	685
La Poza		1								694.5	795
Indianerhütte		1								694.3	800
Hauptwasserscheide, Stat. O		4	1		— 1.0		— 0.7		— 3.4	684.3	880
Lagerplatz bei Station O		3								688.5	840

Ortsbezeichnung	Beobachtungszahl: Federbarometer Hinweg	Federbarometer Rückweg	Siedethermometer	Standverbesserungen der Federbarometer: No. 337 Hinweg	No. 337 Rückweg	No. 2882 Hinweg	No. 2882 Rückweg	No. 2883 Hinweg	No. 2883 Rückweg	Mittlerer Barometerstand mm	Mittlere Meereshöhe m
Puesto Antiguo.....	2	2								698.9	720
Valle Leleque, am Eintritt..	1									699.5	710
„ „ , Estancia.....	13	8	3		− 0.3		− 0.4		− 2.7	700.8	680
Futaleufu, photogr. Station .		1	1	+ 0.1		+ 0.8		− 1.8		715.8	501
Oberfläche d. L. Barros Arana	4	7	2		+ 0.1		+ 1.0		− 1.3	716.3	500
Oberfläche d. L. Menéndez .	2	4	1	− 0.1		+ 0.7		− 1.7		716.1	498
Futaleufu, letzte Station	1									715.3	495
Anzahl der Beobachtungen:	240	195	119								
	435										

Anzahl der Stationen: 84

Die Frage der Vergletscherung des Central-Balkan.

Von Prof. Dr. Wilh. Götz.

Im ablaufenden Jahrzehnt sahen wir da und dort Nachweise vorbringen, dafs noch so manche Erhebungsmasse in den Mittelmeer-Ländern Spuren einstiger Vergletscherung aufzeige. In der Balkan-Halbinsel hat der sachkundige Cvijić-Belgrad mit glücklichem Erfolge Ergebnisse früherer Glacialbewegung aufgefunden, und zwar zuerst in reichlichem Mafs, als er das höchste Gebirge des Landes durchforschte, nämlich den Rilo-dagh[1]). Insbesondere führt uns dies die kartographische Beigabe zu seiner Darstellung anschaulich vor. Ebenso hat der genannte Forscher bei beträchtlich geringerer Seehöhe im Westen Zeugnisse ehemaliger Vergletscherung erkannt, nämlich am Dormitor auf Grund der anderweitigen Untersuchung dieses Rückens durch Hassert[2]), sowie auch auf etwas weniger aufragenden Stücken in Bosnien-Hercegowina, nämlich dem Volujak und dem Prenj, wie auch der Treskawiza südlich von Sarajewo[3]). Sind die beiden letzteren Erhebungen auch um etwa 800 m niedriger als das Rila-Gebirge, so können hier im Westen in so mäfsig hoher Zone immerhin Gletscher erklärliche Erscheinungen jener Zeiten sein. Denn einerseits begünstigte daselbst der so verbreitete Gebirgscharakter von durchschnittlich stattlicher Höhe in der Diluvialzeit eine konstantere und gröfsere Menge der Niederschläge und die damit verbundene Temperatur-Erniedrigung, andrerseits hat der Osten gewifs schon damals an den Eigenschaften des Kontinentalklimas der Pontus-Länder teilgenommen, während der Einfluſs des Ägäischen Meeres durch die hohen, breiten Massen des südlichen Rhodope-Systems gehemmt wurde; zugleich halten die grofsen, be-

---

[1]) Das Rila-Gebirge und seine ehemalige Vergletscherung von Dr. J. Cvijić. Zeitschrift der Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1898, mit Karte.

[2]) Reise in Montenegro u. s. w. von K. Hassert. S. 133 berichtet von Kar-Seen.

[3]) Verhandlungen der Gesellsch. f. Erdk. zu Berlin, 1897, S. 480. — Dazu tritt die Zusammenfassung der von Cvijić in der Halbinsel gemachten bezüglichen Wahrnehmungen in „Annales de Géographie", Paris, Juli 1900.

herrschenden Luftdruckverschiebungen in der Nordhälfte der Halbinsel im ganzen mehr ostwestliche Richtungen ein.

Immerhin legen jedoch die erwähnten Funde glacialer Entwickelung die Frage nahe, inwieweit wohl hohe und massige Gebirge in der Nachbarschaft des Rilo an der Bildung von Firn- und Gletschereis vordem beteiligt sein konnten. So wäre z. B. im Süden des Rilo der Perim-dagh (mit 2680 m Gipfelhöhe), ein wuchtiger und doch gegliederter Stock, einer solchen Untersuchung besonders wert. Zunächst aber empfahl es sich uns doch noch mehr, das populärste Gebirge der Halbinsel, den Balkan, welcher auch erst für einige Teile eine eingehendere geographische Darstellung[1]) erfahren hat, wenn auch nicht wenige Übergänge schon geschildert wurden, in Bezug auf einstige Vergletscherung anzusehen.

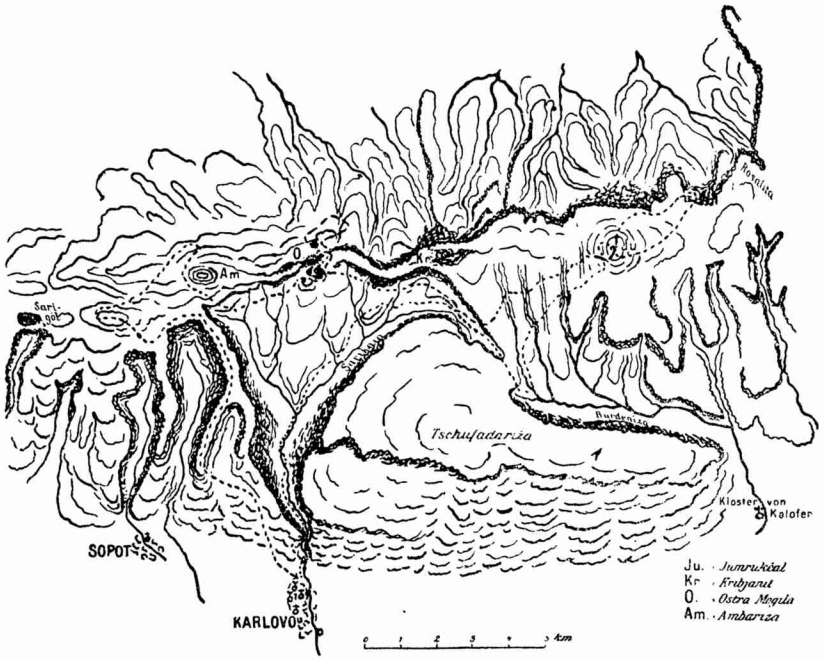
Da kein anderer Gebirgsteil durch Vereinigung von Höhe und Breitenentwicklung im gleichen Mafs hierfür in den Vordergrund des Interesses tritt, so mufste der Central-Balkan als erstes Forschungsobjekt für unsere Frage erscheinen. Er ist der höchste und dazu ein teilweise massiger Abschnitt des ausgedehnten Gebirgssystems: ein beträchtlicher Teil seines Kammes ist zu 2000 m gehoben, mehrere Gipfel zu 2200 m und darüber. Zudem legen einzelne auf der militärtopographischen Karte Bulgariens (Mafsstab 1 : 105 000) betrachtete Bodenformen dieses Abschnittes die Wahrscheinlichkeit ehemaliger Sammlung und Konservirung von festen Niederschlägen nahe. Es ist die Strecke zwischen dem Schipka- und dem Trojan-Pafs (1640 m), welcher nach unserer Auffassung die auch amtlich geführte Bezeichnung Central-Balkan zukommt; für die Glacialfrage aber wird nur der nördlich von Philippopel emportretende Teil wichtig sein. Der vormalige Plateaucharakter des Balkan-Rückens ist hier durch Verwitterung und Erosionseingriffe verschiedener Zeiten in der Weise abgeändert, dafs nicht nur wie bei einem System der Fiederung niedriger werdende Zweige in meridionalen Richtungen abgehen, sondern auch einige dem höchsten Kamm mehr oder weniger parallele Rückenpartien in annähernd gleicher Höhe sich erhielten. Unter deren Schutz konnten sich Firnmengen in Anfängen von Einfurchungen gegenüber der Bestrahlung vielleicht behaupten.

Der Weg zu einer Feststellung des Thatbestandes führt naturgemäfs über Sofia. Diesmal aber lag es infolge der soeben, im August 1899, vorgenommenen Eröffnung der Iskerthal-Bahn von Sofia nach

---

[1]) Die bedeutenden Arbeiten Toula's in den „Denkschriften der k. Akad. d. Wiss. zu Wien" 1882, 89, 90, 92 und 96 sind ja der Aufgabe des Autors entsprechend nur zum geringeren Teil geographischen Inhalts.

Plewna sehr nahe, von letzterem aus durch den Balkan zur Hauptstadt zu kommen; denn jedenfalls hat Bulgarien an diesem Schluchtweg ein 118 km langes Eisenbahndefilee von so reichem geologischen und geographischen Interesse, dafs man ihm hierin schwerlich eine andere derartige Linie in Europa gleichstellen kann. Da insbesondere noch die grofse Zahl der vollbrachten Einschnitte und Abtragungen des Bahnbaus und 22 Tunnele die Summe der Aufschlüsse ausgiebig vermehrt haben, so erscheint wohl für jede Balkan-Studie die Kenntnisnahme dieses lehrreichen Gebirgsdurchschnittes angemessen. Wir durchfahren hier



Karten-Skizze des Central-Balkan (W. Götz).

eben denselben Rumpf des Gebirges, in welchen weiter östlich die für die Vergletscherungsfrage belangreichen Furchen eingreifen, und aus welchem deren Wasser Steine abwärts trugen. Wohl sind schon vor längerer Zeit von berufenster Seite[1]) Darstellungen über die geologische Beschaffenheit von grofsen Strecken des Isker-Balkans erfolgt; ebenso geben die betreffenden Forschungsberichte, welche nördlich und südlich

[1]) Hauptsächlich von Toula in den „Sitzungsberichten der k. Akad. der Wiss. in Wien" 1878; auch schon 1876 „Eine geologische Reise in den Westlichen Balkan" (zugleich eine geographische und touristische Darstallung). Desgl. s. „Denkschriften der Akad. der Wiss. in Wien" 1889.

anlagernde Erhebungen zum Inhalt haben, wertvolle Hinweise auch für die Erkenntnis des Hauptrückens[1]). Allein die durch den Bahnbau noch besonders erleichterten oder erst erschlossenen Einsichten, welche Toula's einstiger Begleiter Slatarski, der zur Zeit wohl lokalkundigste Balkan-Geologe, während der Baujahre festgestellt hat, werden wir erst von dessen zu gewärtigender Publikation vorgelegt erhalten und damit die ganze Mannigfaltigkeit der tektonischen Vergangenheit dieses lehrreichen natürlichen Profils. (Eine vielseitige, treffliche Skizze der Natur und der Bedeutung des Verkehrsweges verfafste schon während des Baubeginnes Paul Leverkühn-Sofia)[2]).

Wird der Geograph in dieser Tiefenlinie, in welcher der Isker eine Laufentwickelung von fast 140 km vornahm, die Fülle landschaftlicher Reize der ästhetischen Betrachtung überlassen, so wird er doch jedenfalls von der Beobachtung der Flufsthätigkeit und noch mehr durch den Wechsel der Formen und des Gesteins, welcher durch die Verschiedenheit der Formationen und der alteruptiven Massen vorgeführt wird, sich besonders beschäftigt finden; denn aufsergewöhnlich scharf durch ihre Gesteine unterschieden treten hier die Formationen neben und übereinander ins Auge. Die Erosionsarbeit ist sehr mannigfaltig, auch in ihrer seitlichen Wirksamkeit beachtenswert (z. B. mit Nischenbildung), und die Verwitterung hat je nach den Etagen der Formationen, oder auch ohne Auftreten verschiedener Abteilungen der letzteren teils eine sehr malerische, teils wenigstens eine charakteristische Erscheinung der Schluchtthalwände oder des obersten Randes modellirt. Als Formationen erscheinen (von NO her flufsaufwärts) zwei Hauptabteilungen der Kreide, (oben auf dem Höhenrand auch Lias), ältere Triaskalke, Buntsandstein (welcher nach Slatarski's Anschauung allgemeiner an Stelle des bisher angenommenen Perm anerkannt werden wird, sobald einmal Petrefakte aufgefunden werden), Perm und Karbon und zuletzt wieder Buntsandstein. Die Tektonik dieser Sedimentbildungen zu sehen, wird wesentlich dadurch erleichtert, dafs die Steilhänge der Isker-Schlucht und einzelner Seitenthalspalten grofsenteils weder mit Vegetation noch mit Boden bedeckt sind, oder dies immerhin spärlich. Eine besondere Bereicherung aber erhält das mittlere Dritteil unseres Gesamtaufschlusses des Gebirges durch die hier emporgedrungenen granitischen, syenitischen und porphyrischen Massen, welche den Zusammenhang der Sedimentlagen in mancherlei Weise störten, auch sich lakkolithisch in dieselben einschoben; gerade dies

[1]) Slatarski in den „Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss." 1886, Bd. XCIII und in den „Denkschriften, Mathem.-Naturw. Abt.", 1890.

[2]) P. Leverkühn, „Die Iskerthal-Bahn", als Sonderabdruck der „Beilage der Allgem. Zeitg." (München) neu erschienen 1900, Dresden, Liepsch & Reichardt.

legen einige Einschnitte der Eisenbahn recht deutlich bloſs. Der Fluſs, welcher heute auf diesem Durchweg von 510 m Seehöhe an bis zu 91 m (bei der Station Zrwenibreg) herniedereilt und hiermit durchschnittlich 3‰ Gefäll besitzt, hat sein Längsprofil bereits so ausgearbeitet, daſs fast schon alle Schnellen beseitigt worden sind. Er erschiene demnach als ein Wasserlauf bedeutenden Alters, wenn nicht dem gegenüber die herrschende Steilheit und die jähen Abstufungen der hohen Böschungen beiderseits, von Sandstein- und thonigsandigen Schieferbänken gröſserenteils gebildet, welche meist nur in sehr spitzem Winkel einfallen, ebenso bestimmt auf eine Verwitterungs-Ära kürzerer Dauer hinwiesen. Nur die Erweiterungen des Thalweges, welche besonders innerhalb der Kreidegebilde eintreten, kommen auch als Zeugnisse langzeitiger Erosion mit in Betracht. In solchen Strecken aber lenkt wiederholt eine Thalterrasse von 5—8 m Höhe über dem jetzigen Fluſsufer das Augenmerk auf sich. Die Steine dieser lockeren Massen schlieſsen es aus, daſs sie nur Gehängeschutt seien, wie wir auch nicht zugeben können, daſs man diese Bildung als Geschiebe der Hochwasser recenter Jahrhunderte oder menschlich-historischer Zeit zu erkennen habe. Wir begegnen jedoch dieser Frage wiederum im Central-Balkan und folgern hierüber am Schluſs.

15 km vom Südfuſs des waldgrünen Balkans erhebt sich in der Ebene des Isker-Beckens, welche trotz so mancher Ackerflächen Steppencharakter zeigt, mit ihrem höher gelegenen Teil und ihren Hauptgebäuden licht und farbig das moderne Sofia, eine vornehme Hauptstadt mit 54 000 Bewohnern, die natürliche Operationsbasis für wissenschaftliche Unternehmungen im Balkan, wenigstens für einen Fremden[1]). Zudem ist der Platz und seine Umgebung auch sonst für den Geographen mannigfach anregend und für den Deutschen unzweifelhaft ein angenehmer Aufenthaltsort. — Von Philippopel, welches dank seiner Anlage zwischen und auf isolirten Granit-Syenitkuppen in der weiten horizontalen Ebene ein so überaus malerisches Aussehen gewinnen

[1]) Nur hier wird man bei erstmaligem Bereisen des Landes sich zuverlässig genug über die Äuſserlichkeiten der Reise unterweisen lassen können; hier erhält man die unerläſsliche behördliche Empfehlung für solche Gebirgsunternehmungen, wie solche dem Verfasser in zuvorkommendster, dankenswerter Weise durch Minister Načović zu Teil ward. Ebenso liegt auch das kartographische Material wohl nur noch in Petersburg ebenso vollständig und kaum so zugänglich vor, als hier; endlich kann allein in Sofia die Kenntnis der bereits erfolgten Gebietsdurchforschungen erholt werden, wie dies auch im vorliegenden Fall (bei Slatarski's Abwesenheit) bei den meine Bestrebung nur mit aufrichtiger Sympathie fördernden Beamten der Montan-Abteilung des Ministeriums, den Herren Sektionschef Karawelow und Dr. Wankow, geschah.

konnte, führte eine der vielen neueren Straſsen des Fürstentums über Hissar nach Karlowo am Fuſs des Balkan-Abbruches. Hissar ist einer der dortigen Thermenorte, durch gewaltige altbyzantinische Umfestigungsruinen interessant; es verdankt seine Mineralquellen ohne Zweifel den Vorgängen, durch welche der zwischen dem ostwärts und westlich mächtiger auftretenden Mittelgebirge vorhandene schwache Zug von Granitkuppen und kleinen Rücken (mit bankartigen Absonderungsformen) seine Gestalt erhielt. Zwischen denselben hindurch kommen wir in die Muldenebene der Gjopsa oder Srema, welche eine Art Fortsetzung der Tundscha-Ebene bildet, — Niederungen von ungefähr 350 bis 280 m Seehöhe, deren Boden den abgesunkenen Südteil des Balkans überdeckt. Von mächtigen Nuſsbaumkronen beschattet, lagert an einem wasserreichen Zubringer der Gjopsa (oder des Gjopsu), das offenbar wohlhabende Karlowo mit seinem schon von Kanitz gelobten türkischen Han, noch heute der einzigen befriedigenden Übernachtungsstätte für Fremde. Allerdings war es fraglich gewesen, ob nicht groſsenteils auf der Nordseite des Balkan Umschau zu halten sei, da dort die Firnfelder von Gletschern etwa in Karbildungen geschütztere Stätten besitzen konnten. Aber jedenfalls sind die jenseits in Frage kommenden gastlichen Orte von der Kammhöhe des Gebirges so entfernt gelegen, daſs sich auch späteren Forschern immerhin Karlowo oder das östlichere Kalofer als Standquartier für den Central-Balkan empfiehlt.

Von vornherein bestätigt das Gebirge hier den Eindruck, welchen man auch weiter im Osten und Westen vor dem Südhang, sowie auf gipfelnden Hochpunkten des Balkan oder z. B. auf dem Witosch zu empfangen pflegt: daſs nämlich ein plateauartiger Zug in einheitlicher Steilböschung emportritt, dessen massiven Rücken Bergbäche nur in untergeordnetem Maſs durch Material-Zerstörung und -Wegführung erst von geologisch später Zeit an gegliedert haben, indem sie kurze, wenn auch nach unten tief eingeschnittene Schluchtthäler herstellten. Im Norden aber gestaltete sich allerdings die Profilirung meist viel ausgiebiger, da hier weder ein Absinken noch ein sonstiger katastrophenverwandter Vorgang die modellirende Arbeit der Atmosphärilien (einschlieſslich der Wasserläufe) an den westöstlich streichenden Sedimentbildungen unterbrach, welche hier meridional auf einander folgen.

Bei Karlowo wird das Gebirge zunächst nur von einer klammähnlichen Schlucht aufgeschlossen, durch welche ein starker Gebirgsbach herausstürmt, nach seinem wasserreichsten Quellarm Sarikaia oder slavisch „Suschiza“ genannt. Er läſst im voraus annehmen, daſs er tief in der Gebirgsmasse beginne, deren Steilheit der Hauptgrund für das felsenöde braune Aussehen und die spärlich mit Vegetation versehene Oberfläche der mittleren und der oberen Hangzone ist.

Prüfen wir die Umgebung des engen Felsenthores, wo moderne Mühlen das kräftige Gefälle benutzen, so bieten sich beiderseits am Bachufer sowie auch in schützenden Trockenmauern oder künstlichen Steinterrassen, die zu den Grundstücken der nahen Anwesen gehören, mannigfaltige krystallinische Steine, besonders Gneifse, sodann Granite, Syenite und Chloritschiefer neben den vorherrschenden Quarziten und Thonschieferquarziten, ähnlich wie man es im Alpen-Vorland in grofsen Kiesgruben bei Aussortirung ihrer grofsen Steine und in Mauerteilen naher ländlicher Anwesen vorfindet. Aber am Thor der Sarikaia fehlt jede Spur einer älteren oder glacialzeitlichen Aufschüttung, und innerhalb der unteren wohlangebauten Zone des Balkan-Steilhanges gab es keine anderen Steintrümmer als die der braungrauen Quarzite, welche in zersprungenen, spaltenreichen Bänken von 15 – 30 cm Stärke als das Aufbaumaterial der Gebirgsmasse hier erscheinen. Der Weg nach innen und oben führt uns nicht längs des getöseerfüllten letzten Schluchtabschnittes vorwärts, sondern wie in der Regel im Hochgebirge seitlich und oberhalb des Torrenten. Wilde und malerische Scenerien in mannigfachem Wechsel folgten auf einander; mächtige Blöcke sind bald über die Wellen geneigt, bald in den tosenden, schäumenden Wasserlauf oder auch quer über unseren betretenen Pfad geschleudert; an überhängenden Wandteilen und staffelförmigen Abbruchkanten kommen wir rechts und links vorüber, wobei die düstere Farbe des Gesteins das frische Grün der auch auf schmalsten Stufen und in allen Spalten treibenden Stauden, hohen Gesträuche und üppigen Krautgewächse als anmutig belebenden Zug erscheinen läfst. Quarzreicher Phyllit, dessen Schichten fast durchweg nach SW fallen, setzt die felsigen Hänge zusammen; vereinzelt sehen wir auch eine Partie mit nordwestlichen Einfällen. Nach einer Anzahl von Kulissen, bei etwa 400 m Erhebung über den Beginn des Anstiegs haben wir die eigentliche Cannon- oder untere Schluchtstrecke hinter uns und sind im Gebirgsthal, um nun längs des Hauptbaches aufwärts zu gehen. Hier fällt uns bald hinter mehreren Vorsprüngen, und zwar nahe dem linken und dem rechten Ufer, eine Terrassenbildung aus losem Material ins Auge. Anfangs zeigt sie eine Höhe von 3 – 4 m, spätere Abschnitte eine solche von 5—6 m über dem Rasenboden am heutigen Ufer und schliefst kleine und gröfsere kristallinische Steine, besonders Syenite, Gneifsgranite und Granite ein, wie solche auch reichlich im Bachbett und längs desselben lagern. Der Gedanke an Moränentransport wird durch die Terrasse um so lebhafter angeregt, als zur linken des Baches in kurzem auch zwei Granitstücke aus dem Schutt herausstehen, welche je eine geriefte und eine polirte Aufsenseite erkennen lassen, und zwar in der Richtung, welche ein Gletscher thalwärts genommen haben

müfste. Ob hier eine untrügliche Spur letzteren Vorganges sich zeige, dies konnten nur weitere Glacialsymptome entscheiden.

Für die Terrassenteile aber, sowie für die untere, klammähnliche oder doch Schluchtstrecke des Bachlaufes bedurfte es jedenfalls eines das Gefälle beschleunigenden besonderen Vorganges, welcher zunächst am südlichen Fufs des Gebirgsganzen eingetreten sein oder von hier aus gewirkt haben mufs. (Es wird dies am Schlufs von uns noch gewürdigt werden.) Die betreffende Beschleunigung des Laufes erzielte von aufsen her oder in der untersten Strecke eine rasch rückwärts schreitende Erosion und war deshalb cañonbildend; weiter oben aber blieben die Terrassen als Reste der damaligen Thalsohle zurück.

Dafs wir in letzterer Strecke innerhalb eigentlicher Thalformen aufwärts schreiten, zeigt uns auch die immer laubreicher und allgemeiner verbreitete Bewaldung der Hänge: wir kommen bei 1000 m Höhe nunmehr aus dem Bereich des dünnen Niederwaldes, welcher in der Halbinsel einen so grofsen Anteil an dem Wald- und Berg-Areal besitzt (lückenreiche hohe Gebüsche und verkümmerte niedrige Baumgestalten), inmitten starker hoher Krautvegetation und fruchtübersäter Rubus Idaeus-Flecke zu eigentlichen Baumbeständen, wo Buchen eine immerhin mittlere Stärke, aber nirgends stattliche Höhe erlangen. Der Boden ist offenbar in allen unteren und mittleren Lagen Gehängeschutt. Auch auf diesem scheint hier die obere Grenze grofser Stämme zurückzugehen; denn keiner der vorhandenen alten Bäume sieht darnach aus, als wollte er endlich seinen Vorfahren gleichkommen, von deren Entwickelung uns die vermoderten Stammreste längst vergangener Jahrzehnte berichten. Bei etwa 1150–1200 m Seehöhe treten wir endlich in die Zone der Fichte ein, welcher Baum in dem ganzen nach Süden gewendeten Revier des Central-Balkan nur eine geringe Gröfse erreicht, ja bei Exposition nach S-O und O schon bei etwa 1500 m Seehöhe seine obere Grenze findet. Bei nördlich, nordöstlich und nordwestlich gewendetem Hang jedoch steigt dieser Baum bis nahe an den Rand der Plateauzinne in 1800 m Höhe, soweit Windschutz gegen N-O gegeben ist; fehlt dieser, so fehlen den Bäumen die Zweige an dieser Seite, und ihre Entwickelung ist wesentlich schwächer. Jedenfalls bildet die Heftigkeit der Windströmungen in den oberen Zonen ebenso ein niederhaltendes Moment gegen das Gedeihen der Holzgewächse, wie dieselbe zugleich die Verwitterung und den Transport losen Materials sehr begünstigt. Überaus stürmisches Herniederdrängen einer boraähnlichen Strömung konnten wir an einem Morgen, bei heiterem Himmel im Zenith, mit einiger Verwunderung konstatiren. (Der Zug einiger kleiner Cumuli ging gleichzeitig ostwärts, während der erwähnte stofsweise Wind nordsüdlich vom

Felsenkamm herabfiel und dabei natürlich das Gefühl der Kälte hervorrief.)

In nordnordöstlicher Richtung führte unser Pfad zweimal an die Vereinigungsstelle bewässerter Seitenthaleinschnitte mit unserem Hauptthal, woselbst hohe Schuttaufhäufungen beide Erosionswege auseinanderhalten. (Den oberen der beiden Gabelpunkte übergeht die bulgarische Karte.) An diesen Stellen verlor unsere Hoffnung auf das Finden verlässiger Vergletscherungsspuren an Kraft. Zwar sind die Steine in den Anhäufungen teilweise beträchtlich weit herbeigetragen; denn die ursprüngliche Lagerstätte dieser Granite, Syenite und Chlorite befindet sich etliche hundert Meter höher. Allein es fehlen eben doch alle sonstigen Zeichen des Moränentransports: keine auch nur sanfte Wallform, weder gekritzte Flächen noch Politur auf den von uns herausgegrabenen Steinen können wir auffinden; nur das Stumpfkantige vieler davon wäre verwendbar, ein Kennzeichen für Moränenschutt in Mittel-Europa zum Unterschied von Schotter, welches wir bei manchem litterarisch zu wenig beachtet finden. Hier aber an unserer Balkan-Höhe erklärt sich die Aufschüttung unschwer durch ein rasches Herabführen abgleitenden Materials mittels kräftiger Wasserüberströmung der höheren Lagen. Das Frühjahr oder Niederschlagszeiten, wie eine solche im Sommer 1898 Bulgarien heimsuchte, konnten dann mit ihrem abfliefsenden Wasser es bewirken, dafs die ungefestigte Masse unter Mitwirkung zeitweiser Erosion aufschlufsartige Steilböschungen erhielt, wie hier.

Bei etwa 1650—1700 m gelangen wir in die Region geneigter Rasenflächen, einer gleichsam durch die von weit oben herabkommenden Wasserläufe (seien sie auch nur jährlich eine Zeit lang vorhanden) gegliederte, sehr breite Terrasse. Ihren oberen Böschungsteil bekleidet aufser den spärlich werdenden besseren Gräsern das büschelige Borstengras (*nardus stricta*), verschiedene Cyperaceen, Campanula in Menge, desgleichen *viola tricolor* und der sehr dichte Rasen niedrigen Wachholders, welcher auch in westlicheren Hochregionen der Halbinsel so viele Verbreitung besitzt. Von hier aus geht es teils über felsbesetzten Steilhang, teils an zerrissenem Felsabsturz zu einem zinnenreichen Rand hinauf, mit welchem der oberste Flachgewölberücken beginnt, aus welchem dann bald die sehr verschieden geformten Gipfel aufragen, oder welchen als letztes Gewölbe der dominirende Jumrukčal überhöht.

Der Terrassenabfall der Zinnenzone nun mufste als unmittelbarer Hintergrund für Ansammlung von Firn in diluvialer Zeit ins Auge gefafst werden, wenn auch wohl nicht bei südlicher Exposition, so doch an den Wurzeln von Thalformen mit der Richtung nach WNW. Doch hier herum fehlt jede Bildung eines schützenden Kars, und nirgends

sehen wir eine konkave geneigte Form unter dem Hochrand, sondern es machen sich nur die schmalen seichten Furchen kleiner Wasserläufe geltend, während sich keine wallähnlichen Erhöhungen in deren Richtung vorfinden, welche etwas weiter abwärts als Moränenreste hätten geprüft werden können. Wir ersteigen ostwärts den Rand der meist begrünten Hochfläche, bzw. der Flachwölbungen, dieses ausgedehnten Weidereviers zahlreich wandernder Herden der Balkan-Walachen oder Karakačanen. (Diese Hirten sind gutmütige, freundliche und geistig geweckte Menschen, welchen man in dieser majestätischen Gebirgshöhe von 1900 m und darüber gerne begegnet. Jedoch kann hier im Balkan der Forschungsreisende von ihnen weder die sonst bei Hirten solcher Gebirge der Halbinsel vorhandenen Lebensmittel (Käse, Schafmilch und Polenta) erhalten noch nächtlichen Unterstand in Hütten. Letztere giebt es nur im Bereich der Waldbäume, also gröfstenteils erst 400—500 m weiter unten.)

Zunächst nun galt es, sich vom höchsten Balkan-Gipfel aus über die Ratsamkeit eines eingehenderen Besuches der Nordabhänge zu orientiren, aber auch einen nach Osten gewendeten und gegen südliche Bestrahlung geschützten schmalen Thalanfang der Südseite in Bezug auf unsere Hauptfrage anzusehen. Die Besteigung des Jumrukčal gestaltet sich von Westen aus nur etwas ermüdender, nicht wesentlich beschwerlicher als von Osten, vom Rosalita-Pafs her. (Nur diese beiden Seiten bieten befriedigende Zugänge.) Die oberste Gebirgszone westlich des genannten Hauptgipfels ist durch seichte, aber meist scharf in anstehenden Quarzit und gneifsartigen Granit eingeschnittene Furchen oder schmale Mulden mit steilen Seitenwänden in wenig breite meridionale Gewölbe profilirt. Mehrere der Furchen durchzieht ein Gerinne oder ein Bach, unter welchen besonders ein Zubringer des Klosterbaches von Kalofer, der Burdeniza, wasserreich in Kaskaden nach Süden eilt. Wir haben hier eines der Zeugnisse vor uns, dafs die Durchlässigkeit dieser Hochregionsgesteine gering ist. Als letztere erkennen wir zunächst noch einen dünnbankigen Quarzit, dann quarzreichen Granit, welch letzterer mit gleichfalls dünnbankiger Absonderungserscheinung den flachen Schildbuckel des Jumrukčal aufbaut, während auch stumpfe Vorsprünge dieses Gesteins an dessen Böschung heraustreten; wie verwitterte Stückchen zerbrochener Platten liegen diese auf dem Abhang und auf der sanft konvexen Plateaufläche des 2374 m hohen Berges. Auch oben auf ihr besitzt das Borstengras noch reichlich genug Verbreitung, sodafs wir selbst hier noch Karakačanen mit zwei Herden antreffen, freilich auch moorige Bodenflächenteile, grofsenteils fast ohne Pflanzenwachstum.

Die gehobenste Stelle markiren zwei Leichensteine, dessen einer

den nach erzielter Besteigung erfolgten Tod eines Bürgers von Kalofer mitteilt. Aber man hat von hier keinen Rundblick in das Land hinab, noch weniger auf das Gebirge selbst; man bedarf der Beschreibung einer gröfseren Ellipse auf dieser Fläche, um sich von verschiedenen Punkten der letzteren aus das grofsartige Panorama des Jumrakčal zusammenzufügen. Dasselbe ist natürlich vor allem nach N hin wirkungsvoll. Hier hat man die Reliefkarte Donau-Bulgariens vor sich, mit all seinen kräftig eingegrabenen Thälern der Donau-Flüsse, mancherlei durch Wald hervorgehobenen Anschwellungen und weifsdunstigen Stadterscheinungen. Jenseits einzelner Silberstreifen des Donau-Spiegels breitet sich die endlos gedehnte walachische Ebene hin, und als Schattirung wie ein dunklerer Nebel erhebt sich im Hintergrund der Zug der Transsilvanischen Alpen. Ungleich näher und plastischer aber treten an einem Punkt der Südseite unseres Gipfels die graublauen, energisch profilirten Massen und Vorsprünge der Rhodope ins Auge, wenn auch die gedehnte Weite der Mariza-Ebene uns von diesem waldreichen Gebirge trennt, wobei die Kuppen und die lichten Stadtquartiere Philippopels nur wie an dessen Fufs vorgeschoben erscheinen. Jedoch die Einsichtnahme in die nächsten Partien des Balkan selbst und damit in dessen Hochzone ist nur in Bezug auf eng begrenzte Abschnitte vergönnt, wenn man dieselbe auf der Gipfelschildfläche erstrebt. Deshalb war an der Böschung nach O und NO abwärts zu gehen, um die obersten Anfänge der Thalformen zu betrachten, welche dem Donau-Gebiet angehören.

Hier aber trat noch weniger als im Ursprungsgebiet der Sarikaia-Bäche eine vorteilhafte Oberflächenform für eine bejahende Antwort auf unsere Hauptfrage ins Auge. Vor allem geht es schon von der endenden Nordböschung des Jumrukčal, von dem auch hier wiederkehrenden Zinnenrande, in einem durchaus wildzerrissenen, grofsen Absturz hernieder, an welchem zwar einzelne scharf gehaltene Vorsprünge etwas nach aufsen treten, aber in dessen von Trümmern und Blöcken neben den zackig-kantigen quarzitischen Felsen überschüttetem Ganzen sich doch die von uns gesuchte Nischenform nicht erschauen läfst, wenn man sie natürlich auch nur in Resten vorhanden voraussetzt. Etwas weiter östlich, in der Richtung auf den unbeschwerlichen Rosalita-Pafs (1876 m), wo den Abstieg nach Norden zur rechten die Abbruchwand eines meridional weit nach vorne ausspringenden Felsgrates begleitet, treffen wir in unserer Zone von 1800—1900 m unter den mindest hohen Felsterrassen auch auf stark geneigte grüne Böschungsstreifen von geringer Breite; aber sie sind nirgends konkav. Einzelne ebenso stark abhängende Muldenanfänge könnten zwar zunächst als Ausgangsstätten für kleinere Firnmengen und Gletscher ge-

dacht werden; aber sie ermangeln nicht nur aller deutlicheren Fortsetzung (es wären ja hierbei immerhin Hängegletscher möglich gewesen), sondern die Gesamtheit dieser Felsterrassen, Trümmerschuttlagen, ruinenartigen Böschungsteile und mit Vegetation bedeckten kleineren Flächen tritt auch zu sehr als Ergebnis recenter Zeit auf. Ersichtlich haben seit der Diluvialzeit Verwitterung, Abtragung und einigermafsen auch Aufschüttung von Boden hier überall so ausgiebig gearbeitet, dafs in dem Falle, als wirklich vorher hier Gletschereis sich hätte bilden können, dessen Anfangsfeld durch Zergliederung und Wegführung von Material ganz unkenntlich geworden sein würde und alle Residuen von Glacialthätigkeit beseitigt worden wären. Weiter abwärts kommt schon infolge der hier rasch abnehmenden Seehöhe in diesem Sandsteingebiet ohnedies die Frage nicht in Betracht. Sollten also nicht weiter unten in zweifellosester Weise Kennzeichen von Moränentransport, d. i. gekritzte und polirte Steine aus unserer Hochregion, entdeckt werden, etwa über Nowoselo oder südöstlich von Trojan an den frischgrünen Thalhängen der Schwarzen Osma, dann wird wohl auf den Nachweis von Gletschern an diesem Nordhang des Central-Balkan zu verzichten sein, nachdem wir auch weiter westlich am Hange unter der Ostra-Mogila ebenso vergeblich Umschau gehalten. Fehlen doch hier oben auch andere Erinnerungen an Gletscherbewegung, wie es z. B. die Rundhöcker sind!

Der letzte meridionale Schmalrücken an der Westseite des dominirenden Berges heifst der Kleine Jumrukčal, an dessen Westhang die vorhandene schmale, aber scharf eingefurchte Mulde südwärts in einen Durchweg zwischen etwa 12 m hohen Felsenkulissen übergeht. Ein ehemals hier thätiges starkes Wasser mufs wohl diese Bahn hergestellt haben. Wollte man aber einen Gletscher als deren Mitursache ansehen, so könnte solches durch die konvexe Form dieser Kulissenvorsprünge wohl unterstützt werden. Allein dieselben sind zu stark verwittert, bzw. rissig, als dafs man ihre heutige Aufsengestalt auf die Glazialzeit zurückverweisen wird, wobei das Firnfeld weiter oben oder nordwärts doch kaum geräumig genug gewesen wäre, um eine ausreichend mächtige Gletscherzunge und an jenen Felsen solche rundhöckerverwandte Form zu erzielen. Irgend eine seitliche Ablagerung zeigte sich weder am Beginn noch weniger in der schluchtgrabenartigen Fortsetzung der Rinne dieser felsigen Strecke.

Wir wenden uns von hier einer ostwärts exponirten Thalwurzel zu, der Burdeniza angehörig, einer rasch zu bedeutender Tiefe gehenden stattlichen Schlucht, deren südliche Wand der felsige und bewaldete Steilabsturz der Tschufadariza bildet, dieses breiten Parallelplateaus des Hauptrückens, dessen östlicher, noch breiterer Teil einen ähnlichen

Steilabfall zur Sarikaia aufzeigt. Zu unserem nächsten Ziel ging es vom Jumrukčal südsüdwestlich über die vorher angedeuteten Parallelflachgewölbe auf einen tieferen Hang mit reichlicher Bodendecke, üppiger Kraut- auch Grasvegetation, sowie den verfallenden Stümpfen vormaliger lichter Bewaldung. Aber auch nahe dem oberen westlichen Beginn unseres Schluchtthales für den Hauptbach (oder doch erosionsstärksten Entstehungsbach) der Burdeniza sehen wir an den dem Boden entnommenen Steinen, wieder Thonquarziten, nichts anderes als gewöhnliche Verwitterungszeichen und nirgends eine Mahnung in der Bodenform, auf Konstatirung einer Moränen-Aufschüttung zu denken. Der Ursprung dieses west-östlichen Schluchthales befand sich überdies wohl zur Glacialzeit an östlicherer Stelle als heute; hier konnte das Rückschreiten der Erosion in postglacialer und -diluvialer Zeit beträchtlich sein, da der ohne Zweifel tektonisch hervorgerufene Steilabbruch der Tschufadariza eine Erosion längs seiner Wand besonders begünstigte, was bei der damals bewirkten Verstärkung der Erosionskraft (s. den Schluſs unserer Darstellung) dann naturgemäſs auch nach rückwärts hier erfolgreich sein muſste.

So wies uns denn unsere Aufgabe wieder in die Sockelregion der östlicheren Hauptgipfel. Dorthin zog unter anderem auch ein kleiner „See", welcher als höchstgelegenes Wasserbassin des Balkan sehr wohl in die Klasse der Kar-Seen gehören konnte. Legte dies auch die Darstellung unserer Karte nicht nahe, so war ja diese (im Verhältnis zu der auf ihre Herstellung verwendeten Zeit eine bewunderswert eingehende Leistung) doch nicht an jeder abgebildeten Stelle so genau, daſs nicht in der Felsengegend dieses „Meerauges" doch die Formen etwas anders sein konnten, als die Karte sie aufzeigte. Es ging zu dem zweiten der westwärts vom Jumrukčal emporragenden Hauptgipfel, der Ostra Mógila (2170 m). Möglichst unmittelbar unter den vielzernagten Zinnen und Bastionen, welche den Rand für die Gipfelzone, zunächst derjenige der gipfelnden Felsenreihe des sogar bis zu 2270 m emporstarrenden Kribjanit, bilden und so in mancherlei Pfeilerform stützen, führte unser Hirtenpfad teils zwischen abgestürzten Trümmern und teils über grüne und blumige Abschnitte der stark geneigten Böschung hinweg, deren Höhe im ganzen derjenigen des Tschufadariza-Randes (1800—1850 m) entsprach: wir sind am oberen Ende der früher erwähnten Rasenzone. Hier überschreiten wir nahe einer duftreichen Fläche weiſsgelblichen Thymians — dessen getrocknete Blüte bildete für meinen Begleiter und Träger, einen Türken aus Karlowo, die Zukost zu Salz und Brot — ein trümmerübersäetes Rinnsal, dessen Wasser noch von oberhalb des Zinnenrandes herabrieselt, und finden in demselben wiederum gerundete Chlorit- und Granitstücke, aber auch in

einem gröfseren Granitstein ein stumpfkantiges Stück Chlorit eingeschlossen. Also wurden Trümmer eines vorhandenen Chloritschieferlagers, welches wohl beim Emportreten des granitischen Gesteinsmaterials zerbrochen wurde, in den zähflüssigen Granit eingebacken. Da sich unmittelbar unter der felsenreichen Böschung des eigentlichen Ostra-Mogila-Gipfels dieser Fund wiederholte (wenn er auch vielleicht nicht an seiner ursprünglichen Lagerstätte war), so ist die Gewifsheit des Alʼtersverhältnisses beider Gesteine gegeben. Demnach würde Chlorit-Schiefer aufser Gneifs den ältesten Kern des Gebirges bilden, und Granit wäre bei einer späteren Störung emporgetreten; vor oder nach letzterer Thatsache aber wurde eine mächtige Quarzit- und Phyllit-Überlagerung hergestellt. (Es kann ja auch erst nach Entstehen der letzteren der Granit im Inneren seinen Weg nach oben gefunden haben.) Es liegt hiebei wohl die Annahme nahe, dafs die granitischen Gipfelbildungen eine Folgeerscheinung des Balkan-Abbruches der Südseite seien.

Noch eine Strecke östlicher, als sich die felsige Randpartie um den gesuchten See erhebt, wird durch einen vortretenden felsigen Teil der Zinnenstufe und durch einen konkaven Abschnitt der letzteren eine Karform erzielt. Allein dieser weite Thalzirkus ist für unsere Sache zu geräumig, und die thalwärts gehenden grünen Gehänge sind von zu behaglicher Einfachheit ihrer Oberfläche, als dafs wir hier ohne Kühnheit im Konstruiren eine Gletscherheimstätte erkennen dürften, noch dazu bei südwestlicher Exposition. Ist ja doch so oft das Ergänzen von Formen durch die Vorstellungskraft nur eine Leistung von geringer Dauerhaftigkeit und hemmend im Gesamtfortschreiten unseres geographischen Erkennens!

Unter herrlichen Effekten der Morgensonne bei lichtblauem, wolkenlosem Himmel erreichen wir die Umrandung der bescheidenen Wasseransammlung, welche an der Südseite des „Spitzigen Gipfels“ (= Ostra Mógila) den heifsen Sommern in dieser trockenen Luft standhält. Auf drei Seiten erheben sich gleichsam wie Reste eines wuchtigen felsigen Randes längliche Wallteile, deren nördlicher freilich die Ostra Mógila-Kuppe selbst ist. Im Osten schliefst nur eine begraste wallähnliche Schwelle ab, etwa 8—9 m über dem Wasserspiegel; nach SW überhöht ihn die Lücke zwischen den felsigen Erhebungen des Westens und Südens um 14—15 m. Die Fläche des Wassers mifst ostwestlich etwa 25 m und in die Breite 15 m; letztere ist durch abstürzende quarzitische Trümmer von dem 20 m hohen südlichen Wallreste etwas eingeengt, so dafs der „See“ eine stumpfnierenförmige Uferlinie zeigt. Durch viele suspendirte Stoffe erhält das bis etwa 1,2 m tiefe Wasser eine dunkle Schmutzfärbung. Keine Zu- oder Abflufsstelle erscheint irgend-

wo angedeutet. Aber das Besteigen des 2170 m hohen Felsengipfels giebt für die Frage der Zufuhr wenigstens eine mittelbare Aufklärung, insofern nämlich sogar noch von dieser Höhe, etwa 28—30 m unter dem obersten Punkt, Wasser abwärts rinnt. Es wird dies nicht ununterbrochen seit langen Zeiten stattfinden, da sich in letzterem Falle trotz aller Schwäche des Gerinnes eine Erosionswirkung zeigen würde. Allein immerhin ist in solcher Gipfelnähe, da von O die Kribjanit-Höhe nicht hieher Einfluſs ausüben kann, nur mittels der Annahme einer Art aufsteigender Quelle und einer Spalte oder einer Verwerfung das Zutagetreten flieſsenden Wassers erklärlich. Auf gleiche Ursache wird dann die Erscheinung unseres „Sees" zurückzuführen sein, welcher natürlich auch Spuren höheren Wasserstandes an den Uferböschungen zeigte. Es liegt in diesem Becken eine dolinenähnliche Einsenkung vor, wie wir als solche auch jene in der obersten Gipfelwölbung des Ostra Mogila zu erkennen haben. Hier ist wohl teilweise von Menschenhand die vorhandene mäſsig Grubensenke vergröſsert worden; aber wir werden nicht annehmen dürfen, daſs es irgend welchen Interessenten in den Sinn gekommen, hier in einem kleinen Steinbruch Material auszuheben und es überdies auch wegzuschaffen. (Nischen- und Halbhöhlenbildungen kamen uns allerdings auſser als Wirkung des heutigen Sarikaia-Laufes nicht in diesem Balkan-Gebiet zu Gesicht.) Im übrigen lieſs die Betrachtung dieses obersten Hochreviers eine reiche Entwicklung der gipfelnden Riffzüge wahrnehmen, von welchen es namentlich auch nach Norden rasch niederging, ohne daſs hier irgendwelche Nischen- und Kar-Bildung oder ruhige Muldenanfänge sich zeigten. Ein Abstieg zu dem nördlichen Rand der obersten Terrasse, zu welchem es über eine rasige Abdachung nordöstlich weiter hinabging als zu der korrespondirenden Zinnenlinie auf der Südseite des Hochkammes, lieſs gleichfalls nur einfache Abbrüche und Trümmerlagen, sowie jüngere, scharfe Erosionswirkungen wahrnehmen, jedoch kein Anzeichen für die Anlage eines ehemaligen Firnfeldes oder einer Gletschermulde.

Nach der Rückkehr zu dem vermeinten Kar-See wurde dessen Höhenabstand vom Ostra-Mógila-Gipfel nochmals mit dem Aneroid und Thermometer kontroliert und so allerdings die beträchtliche Differenz von 200 m auſser Zweifel gebracht[1]). Würde diese stattliche Höhe mit einer kaum unterbrochenen Böschung vom See aus emporgehen, und würde überhaupt die dem See zugekehrte südliche Seite des

[1]) Das Aneroid zeigte am betr. 21. August 9 m über dem Wasserspiegel 603 mm, sodann 588,2 mm oben auf dem Gipfel bei einer Morgentemperatur von 9½° und 10° C. Durch die Güte des Direktors der Meteorolog. Centralstation in Sofia, Herrn Watzow, wurden mir der Luftdruck und die Temperaturen von Philippopel mitgeteilt, so daſs die Berechnung wie oben erfolgte.

Gipfelkammes auch nur in dessen unterem Teil eine plastische Beziehung zu einem durch Strudelung oder lösende Einwirkung entstandenen „See" andeuten oder durch Kommentirungskunst behaupten lassen, so würde man hier eine Entstehung gleich jener von Kar-Seen wagen können. Allein dann müfste aufserdem dieses Gewässer wohl ein 10 m höheres Niveau gehabt haben und um das Fünffache ausgedehnter gewesen sein, um doch auch eine Möglichkeit des Abflusses zu besitzen. Der Übergang über die südwestliche Randeinsattelung führt allerdings zu einer zweiten, tiefer gelegenen Depression, welche nahezu zweifellos vor nicht sehr vielen Jahrhunderten noch stehendes Wasser barg, so dafs man also hier eine Stufenfolge von zwei Miniaturseen erkennen wird. Jedoch wenn auch etwa erst infolge von Abrustchungen der höheren Umfassungsteile die Verbindung des oberen mit dem unteren Becken beseitigt worden wäre, so fehlt es doch sowohl in der Zwischenstrecke als in der Umfassung beider an jedem glacialen Anzeichen. Das lockere Material sowohl zunächst um die grasige zweite Senke als namentlich nach Westen hin, wohin ein Gletscher hier seinen Weg genommen haben würde, ist an allen Aufschlüssen und bei jeder Betrachtung Gehängeschutt aus der nächsten Nachbarschaft. Dies setzt sich fort längs des ganzen steilen Abhanges, welchen wir bis zur länglichen Gipfelgestalt der Ambariza und an deren einförmiger südlicher Seite bis auf die Hochgewölbefläche an ihrer SW-Seite passiren. Die öde, ungegliederte Längskuppe bleibt an Höhe nur 2 m hinter der Ostra Mógila zurück, hebt sich aber etwa 320 m über die Hochfläche im Westen. An unserem südlichen Abhange war wiederum das Niedergehen von Wasserläufen aus Höhen von 1800 bis 1850 m gewifs die Hauptursache für das jähe Eintiefen der oben ziemlich breit zerteilenden Schluchtthäler. In ihrer Temperatur sind diese lebhaften Bachanfänge sehr wechselnd; die starke Kischischkaja, welche den östlichsten Hauptquellbach der Sarikaia = Suschiza bildet, hatte in der Mittagsstunde 10° C. Thonreiche Quarzite und mehr noch dergl. Schiefer setzen den Hang zusammen.

Zu der Besteigung des plumpen Ambariza-Gipfels fehlte es nach dessen Umgehung im Westen an einem zureichenden Grunde: derselbe ist so ungegliedert auch nach Norden hin und entbehrt hier so sehr aller Erosions-Erscheinungen in seiner Sockeloberfläche, dafs wir uns mit der Beschreibung der obersten Umgebung des östlichsten Hochgipfels des Central-Balkan vollauf begnügen konnten. Diese flachgewölbten oder mäfsig geneigten Weidelandflächen in 1850 m Höhe, natürlich durch die Staffage der Karakačanen und ihrer Herden erfreuend, liefsen einsehen, dafs unsere Musterung dieses Gebirgsteiles inbezug auf glaciale Vergangenheit zu beenden sei.

Doch nähern wir uns noch dem einzigen auf der (österr.) Karte von 1 : 200 000 verzeichneten Hochsee des Central-Balkan, dem Sari-göl, in dieser freien, weiten Zone, wo jedoch da und dort Bewaldung nahe herauftritt. Schon von ferne finden wir die Aussagen freundlicher Karakačanen bestätigt: dieser Göl existirt heuer als solcher nicht; sein Becken ist leer, d. h. von dünnem Grasbestand und von Sumpfflanzenpartien abwechselnd bedeckt. Die gröfste Tiefe wird nach Füllung mit Wasser nicht wohl mehr als 1,2—1,3 m betragen, bei einer Breite des Göl von etwa 40 m und einer Länge von 60 m. Bereits stehen wir hier in 1725 m, sodafs der See schon deshalb für unsere Frage aufser betracht bleibt; für einen Kar-See oder eine Erosion von der Seite her fehlt es an aller nachbarlichen Bodenerhebung.

Der Abstieg zur Gjopsa-Ebene vollzieht sich von da aus südöstlich längs etwas einheitlicherer, schon weit innen in grofser Tiefe verlaufender Schluchtthäler, und die schmalen Rücken zwischen ihnen zeigen manche petrographische und tektonische Verschiedenheit gegenüber dem östlicheren Gebirgsteile. Nachdem wir vorhin thonreiche Kalke zwischen Ambariza und dem Sarigöl am rechtsseitigen Abhange längs unseres Weges gesehen, kommen wir nun wieder über quarzreiche und zwar dünne Thonschieferbänke mit streckenweise starkem Eisengehalt, welche ein Fallen nach Süden und SSW zeigen, zum teil nahezu senkrecht stehen mit ostwestlichem Streichen. Der Gestalt nach erscheinen die Höhen, welche regelmäfsig nach Süden ziehen, nur breiteren boden- und grasbedeckten Kämmen vergleichbar, ganz anders als eine Tschufadariza. Die Thäler aber zwischen Sopot und Karlowo, mit reicherem Baumgrün ihrer Steilhänge bekleidet als die im Osten passirten, wurden ohne Zweifel von einst stärkeren Bächen in ihrer grabenthalähnlichen Ober- und Mittelstrecke hergestellt. Da auch sie mit einem engen Schluchtabschnitte wie die Sarikaia zur Ebene herauskommen, erscheint der Vorgang bestätigt, durch welchen der östliche Bach seinen klammartigen Ausgang bei Karlowo erhielt: die diluvialzeitliche Höhenlage der Gjopsa, dieser Erosionsbasis für unsere Balkan-Torrenten, erfuhr nämlich eine rasche Änderung.

Nach allem dem fassen wir die von unserer Begehung des Central-Balkan [1]) veranlafsten Wahrnehmungen und Folgerungen, gröfstenteils eine Bestätigung anderweitig gewonnener Schlüsse bezüglich der Diluvialzeit, in nachfolgende Darlegung.

1. Noch nach der Ablagerung diluvialer Geschiebe in den Schlucht-

[1]) Die touristische Schilderung gab der Verfasser in Nummer 47 der „Beilage der Allgemeinen Zeitung“ (München) im Februar 1900.

thälern des Balkan fand eine rasch eintretende Beschleunigung der Erosion seiner Gebirgsbäche statt. Sie wurde durch eine Erniedrigung ihres Mündungsniveaus hervorgerufen. Eine solche könnte durch eine nochmalige nachträgliche Senkung zwischen dem Fuſse des Balkan und dem Mittelgebirge (Sredna Gora, Karadschah Dagh) bewirkt worden sein. Doch fehlen hierfür bestimmtere Anzeichen. Zum andern konnte die Gjopsa-Ebene wie diejenige der Mariza von einem tiefen See überdeckt gewesen sein, in welchem die Mündung jener Bäche höher lag. (Die Frage nach vorhandenen Uferlinien zu lösen, brächte freilich eine mühereiche Besichtigung mit sich.) Es hätte dann das Ablaufen und Schwinden dieses ausgedehnten stehenden Gewässers den Anstoſs zu dem Erosionsvorgang gebracht, welcher die heutigen Schlucht- und Klammstrecken einschnitt. Eine solche Entwässerung kann durch die Beseitigung irgend einer umdämmenden Strecke, durch Eröffnung eines erweiterten Ausganges veranlaſst sein, aber ebenso auch durch das Sinken des Meeresniveaus. (Bei dieser letzteren Annahme könnte man übrigens auch die Hypothese der See-Überdeckung verlassen.) Zu der Thatsache einer solchen Erniedrigung des Meeresspiegels wird man schon durch anderweitige Beobachtungen von Thalformen geführt, besonders auch durch solche bezüglich der unteren Donau und der Seen nördlich des Donau-Deltas. Allein es ist ja ohne dies schon seit Abich's Untersuchung im Küstengebiet des nordöstlichen Pontus immer umfassender für diesen wie für das Ägäische Meer einschliefslich Hellespont (auch für die Adria) das diluviale Absinken von Festboden konstatirt und die Vergröſserung des Meeresspiegel-Umfanges sowie die Vertiefung des Meeres als Folge erkannt worden. Hierbei ist es nahezu undenkbar, daſs jenes Absinken durch etwas anderes unmittelbar veranlaſst worden sei, als durch eine vertikale Bewegung nicht nur des damaligen Meeresgrundes, sondern auch des Untergrundes der abgesunkenen Landteile. Wann innerhalb der diluvialen Zeiten dieser Vorgang der Hauptsache nach sich zutrug, mag zweifelhaft bleiben. Daſs aber jene in senkrechter Richtung nur etliche Meter betragende Minderung der Meeresspiegelhöhe, welche wir für unsere Erosionsfrage bedürfen, in dem postglacialen Abschnitt der Diluvialzeit oder auch nach dessen Ende eintrat, möchten wir behaupten. Denn für uns geht dieser letzten Senkung ein postglacialer Zeitraum überaus niederschlagreicher Jahrzehnte oder Jahrhunderte voraus, mag derselbe auch schon während des Endes der letzten Vereisung begonnen haben. Diese wasserreiche Zwischenperiode ist uns unentbehrlich zur Erklärung verschiedener morphologischer Thatsachen, besonders aber für die von Thalformen in Mittel- und Ost-Europa. Wir bedürfen sie vor allem für die Entstehung jener Unzahl von kurzen und ver-

hältnismäfsig tiefen Thälchen mit meist scharfem, an das Querprofil von Schifffahrtskanälen erinnerndem Querschnitt, welche ebenso im Jura als im Muschelkalk Frankens, in der Kreidetafel Donau-Bulgariens und auf der Krim u. s. w. verbreitet sind, Trockenthälchen, welche das Gebiet seitlich der noch bewässerten Thäler oder schluchtartigen Bachwege profiliren. Nur eine anhaltend reichliche Menge abfliefsenden Wassers, welches energisch weiter drängte, konnte diese ungezählten Rinnen mit solchem Profil als Wege zu einer sammelnden Hauptrinne oder einem stärkeren Einschnitte herstellen. (In die letzte Interglacialzeit deren Entstehung zu versetzen, selbst wenn diese auch von einem dem Steppenklima geradezu entgegengesetzten Witterungscharakter in ihrem früheren Abschnitt beherrscht worden wäre, verwehrt uns der Mangel jedes zweifellosen Überbleibsels jener Zeit in diesen Thälchen, sowie die so genau erhaltene Ausprägung der letzteren.) Durch das Sinken des Meeresspiegels aber kam es bei den stärkeren Wasserläufen zu einer wirksameren Erosion; im übrigen jedoch trat ein Sinken des Grundwasserspiegels ein und damit die Umwandlung ungezählter Bachthäler in Trockenthäler. Im Hochgebirge des Balkan begann in den bereits grofsenteils hergestellten Thälchen und bewässerten Vertiefungen eine abtragende Erodirung in vorhandenen diluvialzeitlichen Ablagerungen, von welchen als Reste noch die oben erwähnten Terrassenteile an der Suschiza zeugen (desgl. am Isker).

2. Das Auftreten von Kennzeichen einstiger Gletscherthätigkeit im Central-Balkan ist nur ein scheinbares, d. h. wir finden nur pseudoglaciale Spuren vor. Denn a) die Schuttlagen, welche an sekundärer Lagerstätte Steine mit Stumpfkanten neben oval abgerundeten enthalten, auch von diluvialzeitlichem Transporte herrühren können, haben keine beweisende Kraft für Moränenbewegung, sondern könnten nur neben den typischen Kennzeichen der letzteren zu einem Symptome werden. — b) Die gerieften und polirten Granittrümmer, welche nahe dem unteren Ende der Mittelstrecke der Sarikaia gefunden wurden, verdanken ihr an Schrammung erinnerndes Aussehen nur Verwitterungsfaktoren. Denn die betr. Detailformen ähneln mehr einer ziemlich verwischten feineren Kannelirung, und diese Einkerbungslinien verlaufen durchweg ganz parallel, sodafs ihr Erscheinen bei der Härte und Sprödigkeit dieses Gesteins als eine Ritzung durch die Gletscherbewegung aufzufassen kaum möglich wird. Die Glätte eines Teiles der Oberfläche kann *in loco* sehr wohl von Überspülung mit dem feineren Sand des Hanges herrühren. — b) Die Wasseransammlung unter der Ostra Mogila und die benachbarte leere Bassinbildung bieten in ihrer Umfassung und durch die mit Stufen von da aus emportretende Gipfelgestalt keinen genügenden Anhaltspunkt dazu, hier ein Auftreten von

Kar-Seen als wahrscheinlich zu erachten. Als Ursache dieser Bassins werden Senkungen im kleinen anzunehmen sein. — d) Jene Abstumpfung der oberen Kanten der Felskulissen, welche in der Zinnenzone südwestlich oder südsüdwestlich des Jumrukčal-Gipfels an einer der dortigen seichteren Thalfurchen sich auf beiden Seiten zeigen, lassen infolge ihrer starken Verwitterung nicht mehr erkennen, ob es sich hier um eine glaciale Rundhöckerbildung handle.

3. In derjenigen Höhenlage, in welcher die felsige und grofsenteils zergliederte Steilstufe nächst der Gipfelzone oder wo beim Mangel von überhöhenden Gipfelformen die zum obersten Balkan-Rand emporgehenden Wandteile die Ansammlung von Firn schützend veranlassen konnten, erweist sich sowohl auf Grund genauerer Prüfung der Formen als infolge der Seehöhe von 1800—1900 m das Fehlen des Glacialphänomens ganz naturgemäfs. Inbezug auf die Höhe kommen freilich als vergleichenswerte Erhebungen nicht Gebirge der Westhälfte der Halbinsel in Betracht, sondern bis jetzt nur der Rilo. Auf diesem aber sind es, wie schon die Begleitkarte zur Cvijić'schen Arbeit alsbald überschauen läfst, überall umschirmende Kammteile von über 2500 m Höhe, in deren Nischen bei 2200—2300 m die betr. Firnbildungen erfolgten. Aber auch diese waren zweifellos wenig mächtig; denn sie legten nur sehr kurze Bahnen zurück, wie die Stätten der Endmoränen es bezeugen. In einer Höhe von 2200 m nun hätten im Central-Balkan nur an der Westseite des Jumrukčal in den dortigen seichten, aber scharf eingeschnittenen Mulden die Anfänge von Gletschern sich bilden können. Immerhin hinderte solches schon die genau südliche Exposition, abgesehen von Mangel an Raum für ein eigentliches Firnfeld. Bei solcher Exposition, aber hat der Rilo nirgends ein Gletscheranzeichen hinterlassen. Nach Norden jedoch besitzt der Central-Balkan noch ungünstigere Vorbedingungen für glaciale Erscheinungen infolge der in Betracht kommenden Höhenlage. Denn vom obersten Gewölberand reicht die Steilhangzone sehr beträchtlich abwärts, so dafs vorhandene Firnmulden um so viel tiefer zu suchen wären. Die obersten Teile unseres Gebirgsabschnittes aber waren ohne Zweifel bis gegen Ende der Glacialzeit in der Region des felsigen Randabfalles ärmer an Einschnitten und furchenähnlichen Einrissen, als in der Gegenwart. Zahllose zerstörende Änderungen brachte gewifs die von uns postulirte postglaciale wasserreiche Zeit; nicht wenige sodann erwirkten auch die darauf folgenden Jahrtausende in diesem westlichen Aufsenteile der pontischen Klimaprovinz, deren Kontinentalcharakter-Zügen eine ausgiebig verwitternde Kraft innewohnt.