

Untersuchungen
über die Salzseen
im westlichen Tibet und in Turkistán.

I. Theil:

Rúpchu und Pangkóng;
das Gebiet der Salzseen im westlichen Tibet.

Von

Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Im Entwurfe vorgelegt und darüber vorgetragen in der Classensitzung der k. b. Akademie der
Wissenschaften, am 7. Januar 1871.

Untersuchungen

über die Salzseen

im westlichen Tibet und in Turkistan

I. Teil

Alpen und Persien

von Dr. Hermann von Schrenck

Verlag von Schöningh & Co.

Druck von Schöningh & Co.

Inhalt

des ersten Theiles.

	Seite
Einleitung	105
Topographische und geologische Verhältnisse	110
Der Tsomoriri in Rúpchu	117
Die Gruppe der kleineren Seen	127
Der Tsomognalari in Pangkóng	135
Messungen und physikalische Beobachtungen	148

Inhalt des ersten Theiles.

Seite	Abtheilung
105	Topographische und geologische Verhältnisse
110	Der Thronstuhl in Kjöbenhavn
117	Die Gruppe der kleinen Seen
127	Der Thronstuhl in Kjöbenhavn
135	Messungen und physikalische Beobachtungen
148	

Einleitung.

Erläuterung des Gegenstandes. — Die gewählte Form der Transscription. — Allgemeine Bemerkungen.

Erläuterung des Gegenstandes.

Was ich hier vorzulegen mir erlaube, ist die Untersuchung der Seen im westlichen Tíbet sowie jener auf dem Turkistáni-Plateau, das im Süden an der wasserscheidenden Karakorúm-Kette beginnt und bis an den Künlún sich fortsetzt.

Ueberall waren es Reste einer früher viel ausgebreiteteren Seebildung; überdiess befanden sich die meisten der Seen jetzt in einem eigenthümlichen Zustande stetig zunehmenden Salzgehaltes.

Von ähnlich gelegenen Seen des centralen Tíbet sind der See Kongkyú in der Nähe des 15,500 F. hoch gelegenen Maryím La-Passes und die schon länger bekannten grösseren Seen Mansaráuer und Rákus Tal, Höhe 15,250 F., noch anzuführen.

Nur der erstere ist ein Salzsee; die beiden letzteren, die man früher ebenfalls für solche hielt, haben sich als Süsswasser ergeben.

Für den südwestlich von Lása gelegenen See Yámdok sind die Angaben über Form sowie über Wasserbeschaffenheit noch immer sehr unbestimmt. Für die beiden Téngri Nur und Umgebung, gleichfalls im östlichen Tíbet, nördlich von Lása, fehlen bis jetzt irgend zuverlässige Daten.¹⁾

1) Auf der indischen Seite des Himálaya, längs seines Südabhanges, sind ohnehin mit Ausnahme des Náini Tal-Sees in Kámáon sowie des Vúlar-Sees nebst dem Dal bei Srináger in Kashmír (jeder ein Süsswasser-See mit den gewöhnlichen Verhältnissen des Zu- und Abflusses) alle grossen, noch deutlich erkennbaren lacustrinen Becken, entleert.

Ausführlichere Angaben habe ich mitgetheilt in „Reisen in Indien und Hochasien“, Band II. S. 118.

Die Ausdehnung des Gegenstandes sowie die Verschiedenartigkeit der zu besprechenden Verhältnisse hat mich veranlasst, die Tibetische Gruppe hier allein zusammenzufassen.

Bei der Bereisung der Seen in Turkistán auf der Linie von Núbra über den Karakórúm-Pass nach Élchi, 1856, war mein Bruder Robert mein Gefährte. Adolphi's Routen berührten, 1857, das Salzseegebiet auf der tibetischen Seite nur an den Púga-Boraxquellen und er schritt von da gegen das Ende des Tsomognalari vor; von dort, wo er sich möglichst rasch zur weiten Reise nach Turkistán rüstete, durchzog er auf einer Route, die mit der unseren im Jahre vorher beinahe rechten Winkel bildete, das ganz neue Terrain der westlichen Hälfte des Turkistáni-Plateau, aus dem ich, im zweiten Theile, gleichfalls viele Daten über Salzseen und geologische Verhältnisse mitzuthellen vermag, da wir das Glück hatten, von seinen Manuscripten und Zeichnungen so vieles noch zu erhalten.

Mit dem Berichte über die Seen von Turkistán werde ich auch eine Vergleichung der chemischen Analyse für mehrere dieser Seen beifügen können; Herr Dr. Hilger, Privatdocent in Würzburg, hatte die Güte, die Analyse all unserer Wasserproben zu übernehmen.²⁾

Die gewählte Form der Transscription.

Da in unseren bisherigen Mittheilungen an die k. b. Akademie stets nur in wenigen Worten die Wahl der Buchstaben und die ihnen beilegte Bedeutung besprochen wurde, gebe ich hier eine etwas allgemeinere vergleichende Zusammenstellung, ähnlich dem Blatte über Transscription in jedem Bande unserer „Results“ (und speciell erläutert in „Results“ Bd. III, S. 137—160)³⁾.

2) Als Zahl der Localitäten wird sich nach vollendeter Zusammenstellung und Gruppierung gegen 80 ergeben; die Zahl der Flaschen ist etwas über 400 (nemlich für Hochasien mit den tropischen Gebieten und den Reisen zur See zusammen).

3) Results of a scientific Mission to India and High Asia by H., A., and R. de Schlagintweit. — Zahlreiche und, was vor Allem wichtig, logisch durchdachte Modificationen wären noch beizufügen gewesen nach Prof. Lauth's „Das vollständige Universal-Alphabet“. Doch hätte es zu viel des Abweichens von dem zur Zeit angenommenen Sprachgebrauche nothwendig gemacht.

Das zur Transcription angewandte Alphabet.

a (ā ä a), ä; b (bh); ch (chh); d (dh); e (ē ë); f; g (gh); h; i (ī); j (jh); k (kh), kh; l (lh); m; n; o (ō), ö; p (ph); r (rh); s; sh; t (th); u (ū), ü; v; y; z.

In einzelnen Fällen philologischer Vergleichung mit Sanskritwörtern sind noch d und ḍ, r und ṛ, t und ṭ u. s. w., je nach dentalem oder cerebralem Charakter unterschieden.

Die Besonderheiten des Sanskrit-Alphabets sind ferner auch durch ñ und q markirt, so oft wegen etymologischer Erläuterung der Wortbedeutung eine dem Originale sich anschliessende Translitterirung nöthig schien.⁴⁾

In unserem grösseren Werke sind auch noch nasale Modificationen der Vokale durch den griechischen Circumflex über dem Vokale unterschieden; da sie aber nur selten vorkommen und überdies für den Philologen meist durch die nachfolgenden unterpunktirten Consonanten bezeichnet sind, konnten die Circumflexe hier der Einfachheit wegen fortgelassen werden.

Aussprache der verschiedenen Buchstaben und ihrer Modificationen:

Vokale:

- 1) a, e, i, o, u, wie im Deutschen.
- 2) ä, ö, ü, wie im Deutschen.
- 3) Diphthongen geben den Ton der beiden nebeneinandergestellten Vokale (was zum Beispiel im Deutschen nicht immer so ist, deutsch lautet = daütsch, frei = frai etc. etc.). Diärese eines Diphthongen tritt stets ein und ist dann auch so bezeichnet, wenn der Accent des Wortes auf den zweiten der beiden Vokale fällt;

Consonanten:

- 1) b, d, f, g, h, k, l, m, n, p, r, s, t werden ausgesprochen wie im Deutschen.
- 2) h nach einem Consonanten lautet als hörbare Aspiration, mit Ausnahme der Combinationen ch, sh und kh.
- 3) ch ist gleich dem deutschen tsch.
- 4) j ist gleich dem deutschen dsch.
- 5) sh ist gleich dem deutschen sch.

Für 3, 4 und 5 wurde hier die zunächst englische Art der

4) Ich folgte darin den Angaben meines Bruders Emil, der zugleich mit seinen Untersuchungen über den Buddhismus mit Sanskrit und mit der Bearbeitung des von uns gesammelten tibetischen Materiales (in Druck und Manuscript) sich beschäftigt.

(Vokale:)

in den seltenen Fällen, wo Diärese in andern Silben vorkommt, ist sie hier nicht bezeichnet.

- 4) $\bar{\text{—}}$ über einem Vocale zeigt an, dass er lang ist. Im Allgemeinen wurde aber, um die Transscription zu vereinfachen, nur in jenen Fällen das Längenzeichen speciell angegeben, in welchen die Stellung des Accentues oder die Aehnlichkeit des Wortes mit solchen anderer Bedeutung das Bezeichnen der Länge des Vokales direct nöthig machten.

Kurze Vokale sind als solche nicht speciell unterschieden.

- 5) ˘ , das gewöhnliche Kürzezeichen, ist über solchen Vocalen „a“ und „e“ angebracht, welche unvollkommen tönend ausgesprochen und in den orientalischen Sprachen dann meist gar nicht geschrieben werden. Als Analogie des Lautes nenne ich aus dem Englischen das u in „but“ und das e in „herd“.
- 6) — unter dem Vocale „a“ bezeichnet einen tiefen Laut desselben, gleich a im englischen „wall.“

Abweichungen von dem hier erläuterten Systeme finden nur statt in folgenden Fällen:

- 1) Wenn andere Werke oder Publicationen citirt sind, ist jene Schreibweise beibehalten, welche dort angewandt ist.

(Consonanten:)

Anwendung dieser Buchstaben gewählt, weil dieselbe in den geographischen Namen dieser Gegenden schon jetzt grosse Verbreitung gefunden hat, und, was nicht weniger wichtig ist, weil mit der englischen Art der Transcription keine so grosse Anhäufung von Consonanten sich verbindet als mit der deutschen.

- 6) kh gleich dem deutschen ch.
 7) v gleich dem deutschen w.
 8) y gleich dem deutschen j.
 9) z als weiches s, wie im englischen Worte „zero“.

Accente.

Bei jedem mehrsilbigen Worte ist der Vokal, auf welchen der Accent fällt, durch solchen, in der Form des Acuts, ˘ , bezeichnet; der Accent kann auch auf kurze, selbst unvollkommen gebildete Vokale fallen. Gerade bei ungewohnten geographischen Namen lässt sich der Accent sehr schwer errathen und ist zugleich für die richtige Aussprache, auch für das im Gedächtnisse Behalten des Wortes, von grosser Wichtigkeit.

- 2) In Citaten von Wörtern aus der Sanskritliteratur ist kein phonetischer Accent, sondern nur, wenn nöthig, eine Unterscheidung der langen Vokale gegeben.
- 3) In ausserindischen persischen und arabischen Wörtern, und in den Ortsnamen der Gebiete ausserhalb Indien, Tibet und Turkistán sind Accente nur dann angebracht, wenn die Verhältnisse uns selbst gestattet hatten, die Betonung der Eingeborenen mit Bestimmtheit zu beurtheilen.

Allgemeine Bemerkungen.

Höhen. Sie sind stets in engl. Fuss angegeben. Wir wählten diese Einheit, weil fast alle Messungen in anderen Werken, über die weiten Regionen zwischen Ceylon und Centralasien, in ihren Originalbestimmungen in engl. Fuss vorliegen. — 1000 E. F. = 304.79 Meter = 938.29 Par. F.

Horizontale Entfernungen. „Meile“ ohne nähere Bezeichnung ist die engl. Meile = 5,280 engl. Fuss. 69.04 engl. M. = 1 Aequatorialgrad; 4.60 engl. M. = 1 deutsche M. Für die Beurtheilung krummer Linien z. B. Längenentwicklung von Flüssen, Strassen etc. bediente ich mich des „Scalenrädchens“. (Mitgetheilt der k. b. Ac. d. Wiss., in der Sitzung des 10. März 1866.)

Die Temperaturen sind in der 100 theiligen Scala angegeben.

Topographische und geologische Verhältnisse.

Routen; Vertheilung der Seen. — Frühere Existenz von zahlreichen Gebirgsseen (sowie von Wasserfällen). — Wirkung der Erosion auf Entleerung der Seen. Einfluss der Verdunstung in Tibet. — Periodische Niveauveränderungen. — Pass- und Gletscher-Seen. — Geologische Formation des Salzseegebietes. Trias und krystallinische Gesteine. — Vertheilung der Seen, von kochsalzführenden Schichten unabhängig. — Landschaftlicher Charakter.

Als Uebersicht meiner Routen im Gebiete der tibetischen Seen, 1856, seien hier die folgenden Daten gegeben, zusammengestellt aus unserem Itinerare.

Provinz Rúpchu mit der Hirtenstation Kórdzog, 15,349 Fuss, 18. bis 23. Juni. Uebergang über den Indus, Höhe 13,858 Fuss, bei Dëra Ráldang, 24. Juni.

Provinz Pangkóng mit dem Hauptorte Chúshul, Höhe 14,406 F., 25. Juni bis 2. Juli.

Für neun der grösseren Seen in diesem Theile von Tibet sind mir Höhe, Lage und manche topographische Details bekannt geworden; sie sind der Höhe nach geordnet, nebst Angabe der Provinz, in der folgenden Tabelle enthalten:

Tso Gyagár, in Rúpchu	15,693 Fuss
Múre Tso, in Rúpchu	15,517 „
Tsomoríri, in Rúpchu	15,130 „
Hánle Tso, in Rúpchu	14,600 „
Tso Gam, in Rúpchu	14,580 „
Tso Rul, in Pangkóng	14,400 „
Tso Mitbál, in Pangkóng	14,167 „
Oberer Tsomognalari, } in Pangkóng	14,050 „
Unterer Tsomognalari, }	14,010 „

Das Vorhandensein des Tso Gyagár, des Tso Gam und des Tso Mitbál war früher ganz unbekannt.

Von den kleineren Seen, die meine Route nicht berührte, habe ich noch anzuführen den Kyang Tso unterhalb des Múre Tso, den Tso Kar in einer Seitenmulde des Múre Tso mit noch einem kleinen Süsswassersee oberhalb, den Süsswassersee Lam Tso südöstlich von Tsomoríri, und den sehr salzhaltigen See Thógji im nördlichen Theile von Rúpchu.

Frühere Reisewerke, die ich für einige dieser Seen zu vergleichen hatte, sind folgende: Moorcroft und Trebeck, „Travels“ 1819 bis 1825, London 1841; Thomson, „Western Himalaya and Tibet“ 1847—8, London 1852; Henry Strachey „Physical Geography of western Tibet“ London 1854; Cunningham, „Ladák“, London 1854.

In allen Theilen Hochasiens, südlich und nördlich von der wasserscheidenden Hauptkette, dem Karakorúm, finden sich zahlreiche Stellen, welche die frühere Ezistenz von Gebirgsseen erkennen lassen. Die Seen lagen theils in Senkungen und Erweiterungen der Flussthäler und hatten dann ungeachtet grosser Längen-Ausdehnung eine deutlich mit den umgebenden Kämmen congruente Richtung, theils füllten sie jene flachen Thalstufen aus, welche hier, ähnlich wie in den Alpen, in manchen Thälern mit engen, steileren Strecken wechseln.

Die stetig fortschreitende Wirkung des Einschneidens der Flüsse — die Erosion — dieselbe Ursache, welche im ganzen Gebiete Hochasiens vom Saume der indischen Tarái bis zu den Sandwüsten im Norden alle Wasserfälle verschwinden machte und sie in Stromschnellen verwandelte, hat die meisten dieser Seen entleert.

Es war dabei ausser der Menge des Niederschlages auch der Umstand von Bedeutung, dass Flussgebiete von grosser Flächenausdehnung sehr zahlreich sind.

In Tíbet war, bei entsprechendem Wasserreichthum während der Tertiär- und Diluvial-Periode wie im Himálaya, die Summe der wasserbedeckten Flächen eine ungleich grössere gewesen, wegen der weit zahlreicheren flachen Stufen, die sich hier bei dem geringen Gefälle der Thalsohlen zeigen. Ueberall lässt sich in solchen das frühere Vorhandensein von Wasserausfüllung an den Ablagerungen erkennen; noch in der Diluvialzeit musste auch die Circulation der atmosphärischen Feuchtigkeit eine viel lebhaftere sein. Die Existenz jener Seen förderte — ähnlich der Wirkung dichter Bewaldung — locale Anhäufung der

Verdunstung, und vermehrte so die Menge des Niederschlages der aus der Ferne kommenden Winde — „zugleich die Kraft der erodirenden Wirkung der Flüsse.“ Was als darüber entscheidendes Resultat gegenwärtig vorliegt, ist dadurch charakterisirt, dass auch in Tíbet, in der ganzen „Längendepression zwischen dem Kamme des Himálaya und dem wasserscheidenden Kamme des Karakorúm“, von den zahlreichen Seen verhältnissmässig nur wenige sich erhalten haben. Zugleich hat sich die atmosphärische Feuchtigkeit so verändert, dass die Regenmenge nur wenige Zoll im Jahre beträgt, und dass sich der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr häufig als eine auf gewöhnliche Weise unmessbar kleine Quantität ergibt.

Bei der Besprechung der meteorologischen Verhältnisse werde ich Gelegenheit haben, unsere Beobachtungen darüber in den verschiedenen Theilen von Tíbet vergleichend zusammenzustellen.⁵⁾

Bei solch extremer Trockenheit ist jetzt im westlichen Tibet, beinahe bei allen der übriggebliebenen Seen, die Verdunstung eine grössere als die Quantität des Zuflusses; es ist also ein stetiges Fortschreiten des Eintrocknens das jetzt Vorherrschende. Dessenungeachtet ist die frühere Ausdehnung der einzelnen Seen mit Vorsicht zu beurtheilen, um sie nicht zu überschätzen; das wesentlichste Element in der klimatischen Wirkung der Erosion ist, dass die Summe der Wasserflächen, die verschwunden sind, eine so grosse ist.

Die Niveauveränderung der Seen innerhalb der Jahresperiode ist sehr ungleich; das wichtigste Element derselben ist das Verschwinden von Schnee und Eis, welches gegen Ende Juni, mit Ausnahme der constanten Firnläger und der Gletscher, allgemein eintritt. Seen, welche steile Umgebungen haben, erhalten weniger Zufluss von Süsswasser, als jene, deren Wassergebiet bei geringerem Ansteigen des Bodens über grössere Flächen sich verbreitet. Die Schicht des Schnees auf den Seen, die hier meist zwischen 14,000 und 15,000 Fuss liegen, erreicht im unteren Theile dieses Gebietes 1 bis 1½ Fuss, wie mir die Hirten sagten und wie ich selbst dies zu beobachten Gelegenheit hatte, nemlich an den Incrustationen der Steine in den Umgebungen von Tso Mitbál, in der

5) „Results“, vol. V: Meterology, 2^d part.

zweiten Hälfte des Juni. In den höheren Theilen nimmt die Schneemenge ab. Wegen der geringen Consistenz der Flocken bei schwachem Luftdrucke ist von einer Schneelage in 14,000 Fuss Höhe nur $\frac{1}{8}$ des Volumens als die entsprechende Wassermenge, die sie nach dem Schmelzen liefert, zu erwarten.

Gewöhnlich steigen die grösseren Seen noch bis Ende Juli; in den kleineren, deren Umgebungen nicht so hoch und niemals so ausgedehnt sind, tritt schon im Juni die Periode ein, während welcher nun bis zum Beginn des Frostes die Verdunstung grösser ist als der Zufluss, oder diesem wenigstens das Gleichgewicht hält.

Ehe der Ausfluss ganz aufgehört hatte, war wohl überall eine Periode vorhergegangen — in verschiedener Zeit, je nach den localen Verhältnissen — welche noch jetzt an einigen Seen sich beobachten lässt, jene nämlich, in welcher, bei reicherm Zuflusse noch des schmelzenden Winterschnees, wenigstens einige Monate hindurch Ausfluss stattfand.

In der Tagesperiode konnte ich, während des Juni keine Niveauverschiedenheit beobachten. Selbst im Hochsommer scheint eine solche sehr selten; bei Tage zwar verdunstet merklich mehr als bei Nacht, und, zweitens, die grösseren, also etwas ferne herkommenden Zuflüsse führen des Nachts etwas mehr Schmelzwasser zu, als während des Schmelzens selbst; aber dessenungeachtet lässt sich mit Berücksichtigung der Fläche der Seen für die meisten derselben auch dann keine Erhöhung des Niveau von messbarer Grösse erwarten.

Als Wasseransammlungen anderer Art, ähnlich den entsprechenden der Alpen, sind auch hier noch die Aufstauungen durch Gletscher, sowie die Wassermulden in der Nähe von Passübergängen anzuführen. Die letzteren sind stets sehr klein. Die Gletscherseen, bei denen ein tiefer liegender Gletscher den Abfluss eines oberen absperrt, sind in ihrer Existenz von den Oscillationen der Gletscher abhängig; auch solche Seen sind stets klein, und bleiben oft Jahre lang ganz entleert.

Die geologische Formation jenes Theils von Westtibet, in welchem diese salzhaltigen Seen vorkommen, hätte eine vorherrschende Anhäufung von Kochsalz in vielen derselben nicht unwahrscheinlich gemacht. Ebenso wie im östlichen Tibet und in Gnári Khórsum, kommen hier

Gesteine jener Trias-Periode vor, welche auf die paläozoische folgt, und im Muschelkalke findet sich auch Kochsalz, aber hier, an der Oberfläche wenigstens, nur in vereinzelten Spuren; Bergbau ist den Eingebornen unbekannt.

Der Jura unserer Kalkalpen ist dort in den centralen Theilen nicht vertreten.

Gyps, der meist mit Salz vorkömmt aber zwar in weit geringerer Menge, an vereinzelten Localitäten und gewöhnlich unter dem Salze lagernd, ist auch hier zu finden. Leider konnten wir ihn nicht anwenden — weil es kein Brennmaterial in genügender Menge gegeben hätte.⁶⁾

Da regelmässiger Bergbau nicht betrieben wird, gestalten sich die Verhältnisse derart, dass im westlichen Tibet Salz nicht ausgeführt, sondern eingeführt wird. Der Werth von Salz ist, sonderbarer Weise, dessenungeachtet dem Gewichte nach auch im westlichen Tibet nahezu der gleiche wie von Mehl, was ganz dem Verhältnisse im centralen Tibet entspricht. Die etwas grössere Fruchtbarkeit in den tibetischen Provinzen Ladák und Bálti, vermindert einestheils den Bedarf an eingeführtem Mehle, andertheils trägt dazu die nicht unbedeutende Ausfuhr von Borax, auch von Schwefel, aus den westlichen Theilen bei. Da die Verhältnisse von Lása und von Gnári Khórsum, indirect wenigstens, früher bekannt wurden als jene des westlichen und nordwestlichen Tibet, so geschieht es, dass man noch jetzt sehr oft von einer nicht unbedeutenden Ausfuhr für Tibet im allgemeinen sprechen hört. Das Salz im tibetischen Handel ist von einer Qualität, die zwischen dem bei uns gebrauchten Kochsalze und dem Viehsalze steht.

6) Zu den zahlreichen Abformungen von lebenden Individuen der verschiedenen Menschenrassen benützten wir stets Gyps, der aus Europa nachgesandt wurde; selbst in Orten wie Calcutta fand sich keiner vorrätig: Stuccoarbeit wird nämlich in den Tropen nicht angewendet, da sie der feuchten Wärme der Regenzeit nicht genügend Widerstand leisten würde.

Die Zahl der von uns gemachten Abformungen, positiv in Metall reproducirt, ist 275; 80 davon sind in das ethnographische Museum zu München aufgenommen. Die ganze Reihe derselben befindet sich in London, Paris und St. Petersburg, sowie in Calcutta und Madrás in Indien; kleinere Reihen sind in Indien zu Bombay, Lahór und Ágra aufgestellt. — 9 solcher Ragentypen hat Robert von seinen Reisen in Amerika, in gleicher Herstellung mitgebracht. Verlag von J. A. Barth, Leipzig, u. E. H. Mayer, Köln.

An das Triasgebiet in Tibet reiht sich, im Hauptkamme und seinen Ausläufern, eine breite Region von metamorphischen krystallinen Gesteinen und von Gneiss, die schon in der geologischen Periode der Trias inselartig emporgeragt haben muss, da wir auch weiter nördlich davon wieder Muschelkalk mit salzführenden Schichten fanden. Die Entfernung der Triasgesteine in Tibet von jenen in Turkistán fanden wir am grössten im Meridian des Karakorum-Passes; weiter östlich davon zeigte sie sich bedeutend geringer.

Das Vorkommen der Salzseen, so wie sie überall im westlichen Tibet sich zeigen, liess sich als ganz unabhängig von dem Vorhandensein kochsalzführender Gesteine erkennen. Nicht nur fanden sich die bedeutendsten und die am meisten salzhaltigen der Seen im Gebiete der krystallinen Gesteine, auch die Salze, die das Wasser enthält, sind qualitativ nirgend von den Bodensalzen des gewöhnlichen Quell- und Flusswassers verschieden. Eine, wenn auch den Gebrauch zum Trinken und Kochen nicht ganz ausschliessende Vermehrung zeigte sich bei all' jenen Seen, die jetzt keinen Ausfluss mehr haben; Quellwasser, noch deutlicher Gletscherwasser, schmeckt süss dagegen. Einige Seen sind entschieden brakisch; auch solche mit ganz ungeniessbarem Wasser gibt es.

Die Ursachen einer bisweilen so grossen Anhäufung von Salz, sowie überhaupt der so bedeutenden Verschiedenheit in der relativen Salzmenge der einzelnen Seen, liessen sich erst nach dem Besuche und der vergleichenden Untersuchung grosser Strecken beurtheilen; als solche ergab sich die Ungleichheit nicht in den geologischen, sondern in den topographischen Verhältnissen.

Eine gegenwärtig mehr oder weniger isolirte Lage, wobei grössere Trockenheit der Luft die Verdunstung fördert, sowie die Grösse des Quellgebietes der Zuflüsse im Verhältnisse zum Wasservolumen und zur Oberfläche des Sees, dies sind dabei die wichtigsten Momente.

Der Charakter der Umgebung von Seen, deren gegenwärtiges Niveau tiefer als ihr früherer Ausfluss liegt, hat, wie zu erwarten, viel des Neuen geboten. Bei manchen Seen trugen gewaltige Dimensionen der Wasserflächen nicht weniger als die mächtigen, die Schneegrenze überragenden Kämme dazu bei, den Eindruck auch des Bildes der ganzen Landschaft zu heben. Die eigenthümlichen und ungeachtet vorherrschender

Wüste grossartigen Formen hatten mich veranlasst, schon für die bisher publicirten Tafeln des „Atlas zu den Results“ Alles zu liefern, was ich von Salzseen aufzunehmen Gelegenheit hatte, nämlich Tso Mitbál, Tso Gam, Tsomoríri und Tsomognalarí aus dem westlichen Tíbet, Kiúk Kiól, aus Turkistán. Von den Seen längs Adolphs (mehr östliche) Route über das Turkistán-Plateau liegen mir jetzt gleichfalls mehrere Aquarelle vor, die im Atlas mit den späteren Bänden der „Results“ folgen werden.

Gemeinschaftlich war den Umgebungen all dieser Seen, dass nirgend eine Vegetation sich bot, dicht genug, um zusammenhängende grüne Flächen zu bilden, als da, wo Zuflüsse süssen Wassers aus Quellen oder aus Gletschern sich heranzogen; längs dieser lagen meist zwei schmale grüne Uferränder. Pflanzen, aber sehr vereinzelt, fanden sich, auch in grosser Entfernung noch, in den Bodenmulden, sowie auf der besonnten Seite der Bergabhänge und Felsengerölle; die Summe der hier vorkommenden Pflanzenspecies ist ungeachtet der Höhe immer noch eine unerwartet grosse zu nennen.

Der Tsomoríri in Rúpchu.

Bedeutung des Namens. — Ueberblick bei Déra Náma Bínbo. — Wassermenge und Delta des Pangpók-Flusses. — Zuflüsse und Quellen. — Niveauveränderung durch Eintrocknen; geringe Volumenverminderung. — Anhäufung von Bodensalzen. — Unterirdische Zufluss-Gräben oder Canäle. — Dichter Abschluss gegen Ausfluss. — Obere Uferlandschaft; Kórdzog, oder die „Schatzburg“ der Hirten. — Mangel an Fischen. — Erosionshügel mit Pflanzendecke.

Der Tsomoríri war der erste der Salzseen, an den meine Route mich führte, zugleich einer der grössten.

Die Bedeutung des Namens als „Berg-See“ lässt sich sehr wohl mit der landschaftlichen Gestaltung seiner Ufer verbinden.

Mein erstes Lager hatte ich dort in Déra Náma Bínbo nahe dem südlichen, unteren Ende des Sees. Einige Felsen westlich davon, die ziemlich steil ansteigen, boten, wie zu erwarten, einen sehr guten Ueberblick; ich wählte sie als Standpunkt für meine Zeichnungen und für Winkelmessungen. ⁷⁾

Im Hintergrund erhebt sich hier gegen Norden eine zusammenhängende Kette von Schneebergen, gegen Nordosten drei vereinzelte mächtige Gruppen; näher dem See liegen Berge mittlerer Höhe mit flachen Kämmen.

Der höchste der Berge auf dem Wege von Spíti aus über den Párang-Pass zum Tsomoríri liegt auf der rechten Seite, im Párangthale; die Höhe ist 24,723 Fuss nach Mittheilungen aus den neueren indischen Vermessungen. Er kann seiner Lage nach als der „nördliche Párang-Peak“ bezeichnet werden. In dem Bilde des Sees, das bei Náma Bínbo sich bietet, kann er nicht gesehen werden, da er rückwärts vom Beschauer, gegen Süden, liegt.

⁷⁾ Die Originalbilder sind, in Oel ausgeführt, Gen. Nro. 580 u. 581. Im Atlas zu den „Results“ bildet der Tsomoríri den Gegenstand der Tafel XVII.
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XI. Bd. I. Abth.

Im Mittelgrunde fällt vor allem auf, dass eine Anzahl von Seitenthälern hier zum See herabführen, die alle als trockene Flussbette sich zeigen; einige enden in steile Wände, wo es früher Wasserfälle gegeben hat, die meisten aber sind schon zur Zeit, als ihre Wasser zu versiegen begannen, so tief eingeschnitten gewesen, dass grosse ganz deutliche Flussdeltas an den Rand des Sees sich vorschieben.

Die Niveauveränderung des Sees konnte ich sehr gut, unmittelbar in der Nähe meines Standpunktes beurtheilen — durch ziemlich parallel laufende Linien, die sogleich als Ufermarken sich erkennen liessen. Auch die Bodenbeschaffenheit bot viele Anhaltspunkte. Ueberall, wo immer die nicht zu steile Abdachung es erlaubte, war das frühere Ufer mit solchem Kiesgeröll bedeckt, welches von dem Wellenschlage des Seewassers gerundet sein musste, da dies Gerölle zwischen den Mündungen lagerte und klein war, während jenes an den Flussmündungen grosse Stücke mit sich führte. Rollkies von Seewasser gerundet fand sich später auch an all den kleineren Seen; die Heftigkeit, welche häufig die Stürme in Tibet erreichen, trägt viel dazu bei.

Auch am jenseitigen Ufer zeigten sich, mit dem Fernrohre gesehen, die entsprechenden Niveaulinien.

Nahe der früheren Ausflusstelle fand ich aus einem Thale südwestlich vom See den noch jetzt constant wasserführenden Pangpók-Fluss herabkommen. Dieser Fluss hat eine für solches Gebiet nicht unbedeutende Wassermenge; ich bestimmte dieselbe im Pangpók-Thale selbst, etwas oberhalb der Stelle, wo der Fluss mit deltaförmiger Anschwemmung in das Tsomoríri-Thal eintritt und zugleich seine Richtung ändert. Bei 65 Fuss Breite, 1.3 Fuss Tiefe und einer mittleren Schnelligkeit von 5.15 Fuss in der Secunde, ergab sich eine Wassermenge von 435 Kub.-Fuss in der Secunde. Im oberen Theile des Delta spaltet sich der Fluss in einige Arme, die, wenn auch nicht alle beständig, doch bei hohem Wasserstande gefüllt sind. Hier kommt der in Gebirgsverhältnissen fast einzige Fall vor, dass ein Zweig nicht nur einen ungewöhnlichen Weg nimmt, sondern auch der Gesamtwassermenge des Flusses entzogen bleibt; er fällt nämlich in den Salzsee, der keinen Ausfluss hat. — In der neuen Arbeit der Ind. Great Trig. Survey, von Col. Walker, d. d. August 1868, die ich jüngst erhielt, ist ein

Fluss angegeben, aber so, als ob er sich ganz in den See ergösse; die ungleich grösseren Arme, die weiter abwärts in das Tsomoríri-Thal münden, sowie die Terraindarstellung des früheren, jetzt trockenen Ausflussbettes des Sees fehlen; es lässt dies ganz unbestimmt, ob im nördlichen oder im südlichen Theile des Sees das untere Ende zu suchen ist, und es wird so noch unverständlicher, wie ein früherer Ausfluss des Sees mit der allgemeinen Thalbildung in der Umgebung sich verbinden konnte. In meiner Karte⁸⁾ ist für jeden der grösseren Seen der Lauf des früheren Ausflusses durch eine punktirte Linie bezeichnet. Das Delta muss schon zur Zeit als der See noch Ausfluss hatte, sich vorgeschoben haben; denn der untere Theil des Delta lässt deutlich, weil erodirt, den früheren Ausfluss erkennen. Diese Stelle markirt sich auch dadurch als Austrittspunkt, obwohl nur wenig eingeschnitten, dass die Verlängerung des unteren Theiles des Tsomoríri-Thales direct darauf hinweist. Von dieser Austrittsstelle gegen die jetzige Oberfläche des Sees senkt sich nun der Boden in entgegengesetzter Richtung. Den Höhenunterschied zwischen diesem Punkte und dem Niveau des Sees, also die Höhe, um die der See durch das Eintrocknen niedriger geworden ist, fand ich im Juni für den Tsomoríri-See = 32 englische Fuss.⁹⁾ Die Marken der letzten Wellenschläge reichten nirgends an diesem See ganz bis zur Höhe hinauf, die sich hier, direct, als der Beginn des Eintrocknens erkennen lässt. Die letzte zart markirte „Uferlinie“ fand ich östlich von meinem Lagerplatze, wo die Neigung des Ufers gegen den See hinab nicht ganz $6\frac{1}{2}$ Grad betrug, 256·5 Fuss vom gegenwärtigen Wasserrande entfernt, was 29 Fuss als Höhe über dem Wasser ergibt. Nahe dieser Stelle liegt ein Erdsturz von ziemlich

8) Die Karte des unteren Theiles des Tsomoríri wurde von mir aufgenommen am 21. Juni 1856, wobei mir gerade diese Unregelmässigkeit an der Ausflusstelle vor allem entgegentrat. Auch auf meiner allgemeinen „Karte des westlichen Hochasien“, im Massstabe von 1:4,050,000 oder 1 engl. Zoll: 64 engl. Meilen, ist deutlich zu sehen, dass die Hauptmasse des Pangpók-Flusses unterhalb des Sees eintritt, während, als punktirte Linie gehalten, die Form des früheren Ausflusses sich erkennen lässt und zwar als die Hauptlinie. Dass die kleine Deltabildung des Seitenflusses Pangpók sich noch erkennen liesse, konnte bei dem hier angegebenen Massstabe nicht ausgeführt werden.

9) In den Sitzungsberichten der Berliner Geographischen Gesellschaft, 1856, S. 533, wo ein Brief von mir an Se. Majestät den König von Preussen gegeben ist (abgesandt aus dem Salzseegebiete, 2. Juli, 1856), steht 22 Fuss statt 32 Fuss; Druckfehler.

kleinen schiefrigen Fragmenten, der bis in den See herabreicht. Als der Erdsturz statt fand, muss der See schon $2\frac{1}{2}$ Fuss niedriger gewesen sein als seine letzte Ausflusshöhe, da sich oberhalb dieses Niveaus die Fläche des Erdsturzes in ihrer Neigung und in der Lage ihrer Schuttheile ganz unverändert zeigt.¹⁰⁾

Cunningham,¹¹⁾ der die deutliche Stelle des Aufhörens des Ausflusses ganz übersehen haben muss, schätzt die wahrscheinliche Lage des See-Niveaus, als er einzutrocknen anfang, um „800 bis 900 Fuss“ höher als sie jetzt ist. Abgesehen davon, dass ich die Stelle, in welcher der Ausfluss aufhörte, direct erkennen konnte, wäre ein Eintrocknen „um 800 Fuss Höhe“ mit einer Salzanhäufung durch Concentration verbunden gewesen, wie sie nirgend in diesen Seen auch nur annähernd vorkommt.

Zur Zeit des Schneeschmelzens auf den Abhängen, Juni und Juli, sind ausser dem Pangpók noch andere Bachrinnen längs der Ufer etwas mit Wasser gefüllt, und jene, welche mit den grösseren, hochgelegenen Firnregionen in Verbindung stehen, führen den ganzen Sommer hindurch etwas Wasser zu. Einige Quellen liefern ständigen Zufluss, mit gutem Trinkwasser; die Wassermenge von diesen ist eine sehr geringe. Die Verdunstung ist während des Sommers genügend, um bei der grossen Oberfläche des Sees die Wirkung der Zuflüsse auf Niveauveränderung ganz verschwinden zu machen. So wie der See jetzt begrenzt ist, hat er 12 englische Meilen Länge und im Mittel an 3 Meilen Breite; als Höhe seines Niveaus über dem Meere erhielt ich 15,130 Fuss.

Auch der Tsomoríri hatte schon vor dem Beginne des Salzigerwerdens durch allmähliges Einschneiden seines Ausflusses eine Verminderung seiner Wassermenge und eine Senkung seines Niveau erfahren, wie wir sie in Tíbet bei so vielen einst mit Seewasser bedeckten Thalstufen und Flächen jetzt bis zur völligen Entleerung führen sahen. In Lagen, wo das Wasser eingeeengt ist (wie in Thälern) und wo zugleich durch die Festigkeit des Gesteines die Begrenzung der älteren von

10) Alle Erdstürze, die von Bergabhängen in ruhiges Wasser von Seen führen, werden nämlich unmittelbar da, wo sie das Niveau des Wassers berühren, viel steiler als in dem oberen Theile, dem nur die Luft im Herabfallen Widerstand geleistet hatte.

11) Cunningham „Ladák“, S. 139.

oben nach abwärts laufenden Formen der Abhänge¹²⁾ sich deutlich erhalten hat, ist der obere Rand, „der Beginn“ der Erosion, meistens gut markirt; aber längs Seeufern ist dies fast nirgends der Fall, weil hier nur selten festes Gestein, in der Form von Abglättung zum Beispiel, afficirt ist, während vorherrschend die Ablagerung der losen Sand- und Steinmassen die Marke bildet, eine Marke, die aber den Einwirkungen der Verwitterung umgebender Gesteine, ferner dem Einflusse der atmosphärischen Verhältnisse ungleich geringern Widerstand zu leisten vermag. Selbst an unseren Seen in Europa, wo das Ausfliessen noch jetzt fort dauert, also erodirend fortwirkt, ist unmittelbar am Seerande die Erosion nur selten in ihrer ganzen Grösse zu erkennen, in jener Grösse nämlich, die man erhält, wenn man die Erosion weiter unten als noch geschlossen sich denkt und nun aus den topographischen Formen die Höhe sich construirt, welche das Seewasser haben musste, ehe es damals ausfliessen konnte.

Da nirgend ein Boot oder sonst ein Material zum Befahren des Sees zu erhalten war, liess sich nicht beurtheilen, in welchem Verhältnisse die Volumenverminderung um eine Schicht von 32 Fuss zum Gesamtvolumen des Seewassers steht. Aber die relative Grösse der Veränderung kann keine sehr bedeutende sein, wie sich aus dem Vergleiche mit den allgemeinen Formen der Thalbecken an andern Orten ergab. Solchen Umständen entspricht, dass das Wasser noch trinkbar ist.

Dem oberen, jetzt trockenen Rande des Sees entlang zeigte sich hier mehr als gewöhnlich stark jene Ablagerung von Bodensalzen, wie sie mir in anderen tibetischen Thälern längs der Flussränder, aber in einiger Entfernung von denselben, vorgekommen war. Ich fand, dass das Durchsickern der stets sehr geringen Menge atmosphärischen Niederschlages nicht weiter sich fortschiebt, als bis an den untern Rand der eigentlichen Bergabhänge; da wo die etwas flachere Thalsohle beginnt,

12) Wo immer Erosion eintritt, fangen auch die Abhänge an, steiler zu werden und haben sich so fast überall erhalten, ganz unabhängig von den geologischen Perioden der Gebirgsformation. Nur da, wo ungewöhnliche Regenmenge, wie in Sikkim oder in den Gebirgen östlich vom Brahmaputra, regelmässig eintritt, sind auch meist die Erosionsgrenzen sehr unklar geworden.

zeigt sich am deutlichsten Anhäufung solcher Salze, die oft über grosse Strecken hin eine zusammenhängende Linie bilden. Es könnte scheinbar dem Factum so geringer Regenmenge widersprechen, dass das Auslaugen des Bodens in so grossem Massen hervortrete, aber was gerade hier das Auslaugen „sichtbar“ macht, ist der Umstand, dass die Wassermenge, welche es bewirkt, nicht genügt, um die ausgelaugten Salze vollkommen zu entfernen und dem abströmenden Flusswasser zuzuführen.

Solche Salzanhäufung beschränkt die Vegetation oft auf grosse Strecken. Wenn bei unseren Alpenseen in Europa es vorkommt, dass sie nicht ganz bis unmittelbar an den Rand bewachsen sind, so ist dies nur bei den grösseren derselben der Fall; mit der Wasserfläche nimmt die Heftigkeit des Wellenschlages bei Stürmen zu und verhindert so, mechanisch, das Aufkeimen der Pflanzen; die Breite des kahlen Streifens ist bei uns stets sehr gering.

Eine eigenthümliche Erosionsform längs der Ufer des Tsomoríri sind „unterirdische Gräben“, die Canäle seitlichen Zuflusses. Diese entstehen hier zugleich mit dem Fortschreiten des allmäligen Eintrocknens und sind bedingt durch das rasche Erhärten lacustriner Ablagerungen an der Oberfläche, verbunden mit längerem Fortdauern weicher, feuchter Schichten etwas unterhalb derselben. Im Kleinen kommt ähnliches auch in Deutschland vor, wenn in heissen Sommern nach langer Trockenheit kräftiger Regen folgt. So sah ich letzten Herbst, im August 1870, bei Jägersburg an einer Stelle des Gartens und an zwei Stellen in einer etwas tiefer gelegenen Wiese plötzlich Wasser an der Oberfläche, das einer aufsteigenden Quelle ähnlich, zu Tage trat. Am zweiten Tage schon war kein Ausströmen mehr zu bemerken, und als bald darauf eine Unterbrechung des Regens die Sache näher zu untersuchen erlaubte, zeigten sich wenige Fuss unter der Oberfläche kleine Canäle, in denen sich durch einzelne der Risse der Oberfläche Wasser gesammelt hatte, so lange noch nicht die ganzen obersten Schichten des Bodens sich erweicht hatten.

An den Ufern des Tsomoríri gibt es unterirdische Gräben so breit und so tief, dass sie leicht den Pferden gefährlich werden, wenn an der zu überschreitenden Stelle die Decke nicht dick genug ist. Von meinen Lastthieren brach einmal unterhalb Kórdzog ein Pferd mit den

Vorder- und Hinterfüßen durch, nachdem es, wie wir später es erkannten, der (einem Wege etwas ähnlichen) Senkung über dem Graben eine Strecke weit gefolgt war.

Auch dies kommt hier vor, dass man die Decke solch unterirdischer Gräben angeschnitten sieht, und zwar von Erosionsrinnen der Oberfläche die meist gleichfalls zur Zeit trocken sind. Hier nämlich geschieht es sehr leicht, dass die Einflussstelle zu solch einem unterirdischen Canale längst durch Verwitterung, durch Erdstürze u. s. w. geschlossen ist, ehe wieder Regen eintritt. Neuer Abfluss macht sich nun an der Oberfläche Weg, und schneidet sich, wenn auch erst nach einer schwer zu definierenden Zeitperiode, tief genug ein, um unterirdische Gräben blozulegen. Die Winkel haben die Wahrscheinlichkeit sehr spitz zu sein, doch kommen bisweilen auch ziemlich grosse Winkel vor, dann nämlich, wenn eine Strecke weit die Oberfläche verändert worden ist, z. B. durch Erdstürze oder durch Krümmung des austrocknenden Bodens (wenn von ungleicher Dicke über dem festen Gesteine). Zur Zeit meines Aufenthaltes fand ich nur in einem der unterirdischen Canäle etwas Wasser, das sehr wenig über dem Seeniveau zu Tage trat. Gegen Ende des Frühlings und Anfang des Sommers, zur Zeit wenn überhaupt durch Schneeschmelzen der Seitenzufluss sein Maximum erreicht, mögen auch die unterirdischen Canäle ihr Wasser nicht unwesentlich vermehrt erhalten. Unterirdisches Ausströmen, das etwa bei diesen Seen, die oben keinen Ausfluss haben, an einer tiefer gelegenen Stelle der Umgebung zu Tage träte, ist mir bei den Salzseen nirgend vorgekommen. Solches wäre, wie aus den allgemeinen topographischen Verhältnissen der Umgebungen sich ergibt, etwa nur da zu erwarten, wo es im Bette des früheren Ausflusses sich zeigen würde, da in solcher Stellung die Entfernung wenigstens keine sehr grosse zu sein hätte. Ich habe aber weder hier, am Tsomoríri, noch später bei den anderen Salzseen eine solche Ausflussstelle bemerkt. „Gestein“, welches dabei zu durchdringen gewesen wäre, bietet ohnehin einen Widerstand ganz anderer Art als die lacustrinen Ablagerungen, durch welche die oben erwähnten Gräben führen. Jene Kalke der Alpen und des Jura, die am ersten die Wahrscheinlichkeit hätten durch Höhlungen, ähnlich wie es vom Aachensee in den Alpen angenommen wird, Abfluss des Wassers zu ermöglichen,

kommen in diesen Gebieten nicht vor, und directer Beweis gegen solchen Abfluss ist es, dass die vergleichende Untersuchung dieser Seen nicht nur eine stetige Verminderung ihrer Wassermenge, sondern, damit verbunden, eine stetige Zunahme ihres Salzgehaltes ergibt.

Es möge jedoch hier nicht unerwähnt bleiben, dass für den Tsomoríri wenigstens Dr. Theobald, eifriger Mitarbeiter der „Geological Survey of India“ über Quellen spricht, die „der unterirdische Ausfluss“ sein sollten.

Uebrigens müsste solches Quellwasser eine ungleich mehr als gewöhnliche Mächtigkeit haben, um dem Zuflusse auch nur des Pangpók-Armes zu genügen ohne dass der Verdunstung noch immer der bei weitem überwiegende Antheil in dem Wasserverlurste des Sees bliebe, und Quellen die als ganze Bäche austräten, sind mir dort nirgend vorgekommen.

Im oberen Theile des Tsomoríri-Beckens auf der rechten Seite und in einiger Entfernung vom Ufers des Sees liegt Kórdzog, ein Haus und in weitem Umkreise das einzige feste Gebäude. Dieser Punkt ist wichtig für die Benützung ausgedehnter, wenn auch spärlich bewachsener Weide; die Bedeutung des Namens (tibetisch geschrieben dKor-dzog) ist desshalb „die Schatzburg“. Auch Gónpa (oder „Kloster“) Kórdzog hört man dieses Haus nennen. Dies Epitheton ist hier in der ursprünglichen Bedeutung des Wortes, als „einsamer Platz“ zu verstehen, obwohl gegenwärtig Gónpa fast ausschliesslich für Gebäude zu religiösen Zwecken und zwar nicht nur für Einsiedlerhäuser, sondern noch allgemeiner für Klöster gebraucht wird. Lámas giebt es keine hier, es sei denn bei vorübergehendem Besuche tibetischer Bettelmönche; aber zunächst am Hause steht eine grosse Gebetmauer, auch im Innern findet man zahlreiche Objecte des Búddhacultus, wie gewöhnlich in jedem tibetischen Wohnorte.¹⁴⁾

Vor dem Hause steht ein Chórten und eine Gebetmauer, beide ganz normal in Form und Grösse für diesen Theil von Tibet. Der

13) Journal Asiatic Soc. Beng. Vol. XXXI, 1862.

14) Eine Abbildung des Gebäudes und seiner Umgebungen, Gen. Nr. des Zeichnungskatalogs 347, wird als Tafel XVII im dritten Bande der „Reisen“ erscheinen und ist dort auch mit einer ausführlichen Beschreibung der Einzelheiten verbunden.

Chórten hat eine mit der Ebene oben liegende Halbkugel,¹⁵⁾ die auf mehreren Stufen ruht. Zahlreich waren die Gebetsteine. Sie zeigten sich hier am Chórten und an der Gebetmauer; an der letzteren waren sie, in halber Höhe derselben, der ganzen Länge nach angebracht.

Im Hintergrunde von Kórdzog sieht man Berge, die ungeachtet ihrer flachen langgestreckten Kämme schon in die Schneeregion reichen, die also, nach den nahe liegenden Pässen unserer Routen zu schliessen, über 18,000 Fuss hoch sind.

Ausser Kórdzog giebt es noch mehrere Stellen längs des Tsomoríri, die als Weideplätze eigene Namen haben, aber Häuser — selbst in der bescheidensten Form einer Alpenhütte aus quer geschichteten Steinen — findet man dort nirgend; jene Weiden werden nur mit Zelten und auf sehr kurze Zeit bezogen. Die Höhe von Kórdzog ist 15,349 Fuss, 219 Fuss über dem See. Getreidebau, obwohl er in diesem Theile von Tibet bis 14,700 Fuss reicht, ist wegen der allgemeinen Erhebung noch meilenweit ausgeschlossen, dessenungeachtet ist Kórdzog von Juni bis October von Hirten bewohnt, die mit zahlreichen Schafen, auch mit Yaksheerden hieher ziehen. Was hier von Alpenwirthschaft getrieben wird, ist nur Viehzucht zur Verwerthung der Wolle und des Fleisches; die Yakkuh gäbe viel zu wenig Milch, um Butter- und Käsebereitung im Grossen zu betreiben.

Auf dem Wege durch Spíti hatte ich als höchste und günstigste Lagen für die Getreidekultur noch Felder bis 15,000 Fuss benützen sehen. Dort aber reifen die kleinen Saaten nur dann noch, wenn, wie in den höchsten bewohnten Orten der Alpen, der Schnee durch Aufstreuen von Erde künstlich so früh als möglich entfernt wird. Dies Verfahren, den Hirten von Kórdzog nicht unbekannt, war auch hier nicht unversucht geblieben, doch war es niemals von Erfolg gewesen.

Ein wenig nördlich von Kórdzog endet der Tsomoríri in einer fast geraden, rechtwinklig auf seiner Längsachse stehenden Linie; aber hier ist er nicht durch Bergabhänge wie längs der Seiten begrenzt, sondern eine nur sehr wenig geneigte Fläche zieht sich in der vollen Breite des Sees noch über 1 engl. Meile fort. Deutlich lässt sich erkennen, dass

15) Eine Zusammenstellung über Chórtens im allgemeinen habe ich gegeben „Reisen“, Bd. II, S. 90.

Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XI. Bd. I. Abth.

bei dem sehr allmäligen Eintrocknen hier eine lange Zeit ganz durchweichter Boden sich erhalten hat, da solches allein die eigenthümliche Oberfläche erklärt.

Ein kleiner Zufluss nämlich, der von Norden her diese Strecke durchzieht, mag ungeachtet seiner Theilung in unzählige kleine Arme sehr wenig Widerstand im Erodiren der oberen Bodenschicht gefunden haben — in einer längst vergangenen Zeit, als er die Bodenschicht noch feucht gefunden, und es hat sich so eine mir neue Form von Bodengestaltung gebildet: vereinzelte 6 bis 8 Fuss hohe Erosions-Hügel, die weit unter sich abstehen. Sie bestehen aus Sand und kleinem Gestein, aus gleicher Masse wie jene des Bodens; niedre Gruppen verschiedener holzbildender Gewächse befestigen ihre Oberfläche.

Die Pflanze, die hier am meisten vorkömmt, ist die *Caragana versicolor*, im Tibetischen „Táma“ genannt, die wir in Tíbet auf Bergabhängen bis über 16,800 Fuss gefunden haben, auf der Südseite des Himálaya ausnahmsweise noch 300 bis 400 Fuss höher. Hier ist sie ein Gesträuch von einigen Fuss. Auch mehrere Species von Weiden liessen sich auffinden, aber diese weit seltener, da sie gegen Trockenheit und Kälte weniger widerstandsfähig sind. In unseren Alpen ist die *Caragana* in keiner Species vertreten, im Himálaya ist sie selten; in Tíbet ist sie eines der wichtigsten Brennholz-Materiale für grosse Höhen.

Das Isolirtstehen ähnlicher Vegetationsgruppen zeigt sich auch bei unseren Alpenmooren häufig — aber in ungleich kleineren Formen — wenn sie durch künstliche Drainage oder durch das Fortschreiten der Erosion allmälig trocken gelegt werden. In unseren Mooren sind es Hügelchen von nur 1 bis 2 Fuss Höhe, die sich bilden, und die Abstände dazwischen sind so klein, dass man mit einiger Vorsicht leicht darüber hinwegschreiten kann. Hier standen die Hügel bei ungleich grösserer Höhe meist sehr vereinzelt, doch kamen auch Stellen vor, wo sie nur wenige Fuss Abstand hatten. Befand man sich an einem solchen Platze zwischen denselben und ging man nur etwas unvorsichtig vorwärts, so war es ungemein schwierig sich wieder zurecht zu finden.

Meinem Kórdzog-Begleiter war dieser Theil des Thales ganz unbekannt. Der gewöhnliche Verkehr von Kórdzog führt, viel westlicher, über den Taklágu-Pass in die Provinz Zánkhar und gegen Le.

Die Gruppen der kleineren Seen.¹⁶⁾

Tso Gyagár. Nördliche Grenze des Sätlejgebietes. — Die Seen gegen Westen. Thógchi Chénmo. Múre Tso. Kyang Tso. (Yánam-See). — (Tso Lam) und das Hánle-Thal, gegen Osten. (Hánle-See) und Moorbildung. — Das Industhal. Tso Gam; Tso Mitbál; beide im Kamm längs der rechten Thalseite. — Tso Rul und Tso Shaldát in Rúpchu.

Von den Seen in der Umgebung des Tsomoríri bot sich mir als der nächste der Tso Gyagár; er liegt noch im Thalgebiete des Tsomoríri, an drei Meilen von dessen altem Seerande, aber auf einer 563 Fuss höheren Thalstufe; Höhe 15,693 Fuss. Die Bedeutung des Namens Gyagár ist „weisse Fläche“, als Sandfläche gemeint, wie sich später bei der Wiederholung des Namens für eine noch deutlicher als exklusive Sandfläche entgegentretende Stelle in der Nähe des Klosters Hémis bestätigte. Hier ist der Name auf den sandigen breiten Uferrand zu beziehen der durch das allmälige Eintrocknen des Wassers blosgelegt wurde.

Die Wassermenge des Zuflusses fand ich, am 23. Juni, gleich 70 Cubikfuss in der Secunde. Dessenungeachtet liess der Uferrand nur ein sehr geringes Steigen des Niveau während der Nacht bemerken, dem jedoch die vermehrte Verdunstung während des Tages (Ende Juni) vollkommen das Gleichgewicht hielt.

Das jetzt trockene Bett des Ausflusses lässt sich deutlich als früherer Zufluss des Tsomoríri erkennen. Etwas oberhalb dieses Sees erreicht das Sätlejgebiet seinen nördlichsten Punkt; der Tsomoríri und seine Umgebungen bilden eine keilförmige weit sich vorschiebende Unterbrechung des Indusgebietes.

Der Kamm, der hier folgt, ist ein mässig ansteigender. Der Uebergangsstellen sind mehrere, wohl keine niedriger als 18,000 Fuss. Solches

16) Die hier in Klammern gesetzten Seen sind keine eigentlichen Salzseen; sie werden wenigstens in einzelnen Monaten trinkbar.

ist die Höhe des Nágpo Góntsin-Passes, den ich zur Fortsetzung meiner Route nach den nördlichen, auf der rechten Seite des Indusgebietes gelegenen Seen benützte.

Doch sei hier auch noch über die kleineren Seen diesseits des Indus berichtet; meine eigene Route konnte dieselben, bei den Entfernungen, die noch vor mir lagen, nicht berühren, doch waren manche derselben, zu welchen die gewöhnlichen Verkehrsrouten führen, schon früher besucht worden. In nordwestlicher Richtung vom Tsomoríri liegt der Tso Thógchi Chénmo, auch Tso Kar genannt, mit einem kleinen Süßwassersee oberhalb desselben; der letztere ist nur Erweiterung in einem der Zuflüsse. Die Höhe ist 15,684 Fuss. Obwohl der See jetzt nur ein Paar Meilen (engl.) lang und etwa $\frac{3}{4}$ breit ist, muss seine Oberfläche zur Zeit, als er noch bis zur Höhe der einstigen Ausflusstelle gefüllt war, nahezu so gross gewesen sein als das Doppelte der gegenwärtigen Oberfläche des Tsomoríri. Thomson, der ihn auf dem Wege nach Le besuchte und in seinem „Western Tibet“ darüber berichtet, schätzt den Höhenunterschied zwischen dem früheren und dem gegenwärtigen Niveau auf „etwa 150 Fuss“. ¹⁷⁾ Das Wasser des Sees ist sehr stark salzig, aber rings um denselben in den höheren Theilen, die vom Wasser bedeckt waren als es nicht süß oder nur sehr wenig salzig war, finden sich jene Süßwassermuscheln, deren ich später, im 3. Bande der „Reisen“, für beinahe all diese Seen zu erwähnen haben werde.

Die westlicher gelegene Verkehrslinie über den Bára Lácha-Pass, welche damals Roberts Route war, berührte gleichfalls eine Strecke lang das Salzseegebiet. Der Múre Tso, an dem sie ihn vorüberführte, zwischen den Pässen Lácha Lung und Tákelang, liegt im Déra Rúkchin, in einem Weideplatze, dessen ganze ausgedehnte Fläche als der Boden eines frühern Sees sich erkennen lässt. Die mittlere Höhe des Weidegrundes fand Robert 15,764, das Niveau des Múre Tso 15,517 Fuss. Cunningham erwähnt noch eines kleinen Sees Kyang Tso, der in geringer Entfernung davon und etwas südwestlich, thalabwärts gelegen ist.

Déra Rúkchin liegt 77° 50' östlich von Greenwich. Westlich von diesem Meridian sind uns in Tíbet keine Salzseen mehr bekannt ge-

17) Thomson „Western Himalaya and Tibet“, pag. 171.

worden, weder in Ladák noch in Bálti. Wenig westlich vom Múre Tso liegt aber hier noch ein Süßwasser-See, der Yánam-See, am Fusse des gleichnamigen 20,026 Fuss hohen Peaks. Dieser See, wenn auch bedeutend schon durch die Erosion seines Ausflusses entleert, hat Zufluss und Ausfluss behalten. Die geographische Position des Yánam-Peaks ist $32^{\circ} 49' \cdot 2$ nördliche Breite; $77^{\circ} 23' \cdot 5$ östliche Länge von Greenwich.

Oestlich und etwas südlich vom Tsomoríri liegt ein Süßwassersee, Tso Lam, der „See des Weges“ genannt, da derselbe nahe dem Wege über den Lának-Pass (18,740 Fuss), eine hier oft benützte Uebergangsstelle, sich befindet. Seine Oberfläche ist klein; aber er ist desshalb nicht unerwähnt zu lassen, weil nach Cunningham die Fläche, die sich als früher mit Wasser bedeckt erkennen lässt, auch hier eine ganz bedeutende ist.

Der nächste See gegen Osten ist jener bei Hánle, ein Süßwasser-See mit Zufluss und Ausfluss. Gegenwärtig hat sich die constante Wassermenge sehr vermindert und als Umgebung des Sees zeigt sich das in Tibet sehr seltene Vorkommen eines Moores, das hier 6—8 Meilen Länge hat. Im Frühjahre ist es zum grossen Theile mit Wasser bedeckt, und in diesem Sinne wird der Hánle Tso von den Eingebornen als der bei weitem grösste „trinkbare See“ im westlichen Theile von Tibet geschildert.

Hánle ist ein für die gewöhnlich gewählte Route des Verkehrs sehr wichtig gelegenes Dorf, und es befindet sich hier ein buddhistisches Kloster, von 20 Lámás bewohnt. Seiner Höhe, wohl auch seiner Bestimmung nach, ist es der St. Bernhard von Tibet, zugleich der höchste permanent bewohnte Ort der Erde (in so ferne die erst jüngst entstandenen Niederlassungen bei den Gnári Khórsum-Goldfeldern als „Ueberschreitungen“ der gewöhnlichen Grenzen zu betrachten sind). Die Höhe des Klosters ist 15,117 Fuss nach Cunningham, 500 Fuss über dem See ¹⁸⁾. Auf Walker's neuester Karte von „Turkestan and adjoining countries“ ist bei Hánle 14,267 Fuss als Höhe genannt, unbestimmt allerdings ob auf das Kloster oder das Dorf bezogen. Der See ist dort nicht angegeben; bei Cumingham liegt er etwas oberhalb des Dorfes, in einem westlichen Seitenthale.

18) Cunningham „Ladák“ S. 143 m. d. Tafel V.

Von hier geht die Route längs des Hánleflusses in das Industhal, das an der Eintrittsstelle dieses Seitenflusses sehr flach und breit ist. Dem weiteren Flusslaufe entlang wird aber das Industhal sehr enge und ist tief erodirt, so dass die Verkehrslinien gegen Le an mehreren Stellen seitlich vom Hauptthale sich hinziehen, ungeachtet der nicht unbedeutenden Steigung und Senkung solchen Weges.

Die Richtung der ich zu folgen hatte, stand ziemlich rechtwinklig auf dem Wege von Hánle gegen Le; ich berührte nämlich das untere Ende des Púgathales und folgte dann dem grösseren Ráldang-Thale zum Indus. Der obere Theil des Púgathales ist weithin in Tíbet bekannt wegen seiner Boraxminen; auch Schwefel, mit Gypslagen verbunden, kommt dort vor.¹⁹⁾ Von dem Sommerdorfe Púga, 15,264 Fuss, geht bedeutender Handel aus.²⁰⁾

Am 24. Juni (1856) gelangte ich zum Halteplatze Ráldang, am linken Ufer des Indus, auf einer Thalstufe 414 Fuss über dem Flusse; für die Höhe des Indus erhielt ich, als ich ihn bei der Fortssetzung meines Weges gegen Norden zu überschreiten hatte, 13,858 Fuss.

Eine kleine Strecke ging ich am rechten Indusufer thalaufwärts, dann aber in nördlicher Richtung gegen Chúsul, über einen Kamm, der hier die Grenze des Pangkóng-Gebietes bildet.

Auf dieser Route fand ich zwei Salzseen, die von früheren Reisenden noch nicht erwähnt waren. Ungeachtet ihrer nur mittleren Grösse zeigten sich verschiedene mir neue Eigenthümlichkeiten.

19) Ich selbst konnte damals um die nördlichsten der tibetischen Seen noch zu erreichen, nicht seitlich von dem mir sorgfältig gewähltem Wege abweichen. Aber in den letzten Papieren unseres unglücklichen Bruders Adolph, die wir nach seinem Tode aus Káshgar erhielten, fand ich auch ein sehr detaillirtes Aquarell dieser eigenthümlichen Thalfäche und ihrer Bodengestaltung, sowie specielle Notizenüber die Bearbeitung des Borax; sie folgen im VI. Bande der „Results“.

20) Ueber die Handelsverhältnisse und die Bedeutung des Borax in der Nationalökonomie erhielten wir mitgetheilt: The Borax of Tibet in Annual Report upon the Administration of the Punjab Proper for 18⁴⁹/₅₀ and 18⁵⁰/₅₁, with a Supplementary Notice of the Cis- and Trans-Sutlej Territories. Lahore, 1854.

Es ist dies eine der vielen unter den officiellen Publicationen der Indischen Regierung, die wichtige locale und allgemeine Daten bieten. In Indien sind sie sehr verbreitet, auch „ziemlich allgemein“ gelesen. Es ist zu bedauern, dass dieselben in Europa weniger bekannt sind, wohl desswegen, weil sie nur officiell vertheilt werden und nicht in den Buchhandel kommen.

Der erste derselben auf dem südlichen, gegen den Indus abfallenden Abhange war der Tso Gam, „der trockene See“. Der Name — wenn auch hyperbolisch, da der Kessel des Sees etwas noch mit Wasser gefüllt ist — scheint deshalb gewählt, weil das Eintrocknen sehr weit vorgeschritten ist und weil die Bodengestaltung mit mehr als gewöhnlicher Einfachheit und Deutlichkeit die frühere Höhe des Niveaus erkennen lässt. Das Wasser liegt hier wie in der Tiefe eines Kraters, selbst dunkle Gesteine fehlen nicht im Vordergrunde und zur Seite; aber es sind dies dunkle Thonschiefer, die man sogleich als geschichtetes Gestein erkennt.

Im Hintergrunde stehen drei ziemlich flache Berge mittlerer Höhe, ohne Schneebedeckung, die auch durch ihre Form keineswegs daran denken machen, dass der See 14,580 Fuss hoch liegt.

Als Stelle des früheren Ausflusses lässt sich jener Theil des oberen, jetzt trockenen Randes erkennen, von welchem nach der einen Seite das Gefälle gegen den See, nach der anderen gegen ein wohl erhaltenes aber ganz trockenes Flussbett führt. Zur Zeit meines Besuches, Ende Juni, war auch der schräg gegenüber liegende Bach des Zuflusses ganz wasserleer. Der Boden zeigt von Grün nirgend mehr als schwache Punkte. Unerwartet war es, in solcher Landschaft doch einige Hirten mit Schafen und selbst mit Yaks als Staffage zu sehen; sie bewohnten ein kleines halb eingefallenes Haus, das früher als Zollhaus benützt wurde.

Der Tso Mitbál ist bei 14,167 Fuss Höhe gelegen und zwar jenseits der Kammlinie, die sich hier dem Industhale entlang zieht; er befindet sich nahe dem Fusse des Nord-Abhanges dieses Kammes. Obwohl nur 413 Fuss niedriger als der Tso Gam, bot er, durch die umgebenden Berge etwas geschützt, ein mehr liebliches Bild. Es zeigte sich wenigstens längs der Ufer und an den unteren Theilen der Gehänge etwas zusammenhängendes Grün, und das Gestein war nicht so dunkel. Die Höhendifferenz zwischen der Stelle, wo das Aufhören des Ausfließens sich erkennen lässt und dem gegenwärtigen Niveau des Sees (1856) fand ich 62 Fuss. Gewöhnlich bilden die früher wasserbedeckten Abhänge — bei den Salzseen sowohl, welche durch Eintrocknen niedrigeres Niveau erhalten haben, als auch bei jenen Seen, die durch fortschreitende Erosion ihres Ausflusses niedriger geworden sind, — eine ziemlich

gleichmässig geneigte Fläche. Hier zeigten sich aber Stufen, deren Form etwas so Localeigenthümliches ist, wie in ihrer Art die „Erdpyramiden“ bei Mūd.²¹⁾ Eine mehr als gewöhnliche Cohäsion der Bodenart mag die Hauptursache dieser Stufenbildung sein. Bei fortschreitendem Eintrocknen bringt das Abspülen und Benagen durch den Wellenschlag des Wassers anfangs ziemlich steile kleine Wände hervor; unter gewöhnlichen Umständen tritt sehr rasch auch das Nachgleiten ein, was dieselben verschwinden macht. Hier aber begann das Nachgleiten erst nachdem die Höhe eine ziemlich bedeutende geworden war, und es traten die Perioden, in denen von Zeit zu Zeit grösseres Nachgleiten auf einmal stattfand, sehr deutlich hervor; sie markirten sich als Unterbrechung des an sich ziemlich flachen Seebodens durch Abhänge, so steil, dass man an manchen derselben, wenn sie etwas lose waren, kaum hinaufgehen konnte.

Es liessen sich vier Stufen erkennen. Die oberste derselben hatte eine verticale Höhe von 23 Fuss, die zweite von $16\frac{1}{2}$ Fuss, die dritte von $11\frac{1}{2}$ Fuss, die vierte von 5 Fuss; die Neigung des steilen Abhanges von einer zur anderen war von der ersten bis zur vierten im Mittel zwischen 25 bis 35 Grad: von der letzten Stufe bis zum gegenwärtigen Rande des Sees war die Neigung 15 Grad, dabei doch noch merklich steiler als der nächste Theil des Seebodens selbst.

Ein „alter“ Erdsturz, der schon vor dem Beginn des Eintrocknens herabgekommen sein musste, zeigt, wie sich auch auf meinem Bilde des Atlas gut erkennen lässt,²²⁾ ganz dieselben Stufen, während ein anderer, in geringer Entfernung von diesem, alle Stufen überlagert, also erst in neuer Zeit herabgefallen sein kann.

Dass die unteren Stufen die kleineren und die flacheren sind, hängt wohl mit der Verminderung der ursprünglichen Neigung des Seebodens, die unten etwas geringer war als oben, zusammen. Aber von einer mehr allgemeinen Ursache ist bedingt, dass die oberste Stufe im Niveau mit dem Aufhören des Ausflusses beginnt. Es zeigt dies, dass sich hier, so lange der Ausfluss bestand, solche Stufen nicht gebildet

21) „Reisen“ Band III S. 112 und 113; ähnlich den Erdpyramiden in Südtirol.

22) Atlas der „Results“ Band I, Taf. IV.

haben, wahrscheinlich desshalb nicht, weil damals, als noch die Erosion fortwirkte, ganz Tibet ein viel feuchteres Klima hatte, und weil durch Regen bei neuer Erweichung des Bodens die Entstehung solcher Stufen sehr leicht gehindert wird.

Bei der Untersuchung des Ufers auf Marken des winterlichen Wasserstandes konnte ich, wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit, keine bestimmten Anhaltspunkte mehr bekommen. Aber auffallend war mir dabei, dass ich rings um den See viele Steine umherliegen fand, die in ihren unteren Theilen wie mit Wasser abgewaschen waren, während der obere Theil mit einer dünnen Salz-Incrustation bedeckt war. Solches war hier bei allen isolirten Steinen von etwas über 1 Fuss Bodenhöhe der Fall, wenn ihre Lage über dem See nicht viel über 100 Fuss betrug. Als Erklärung ist anzunehmen, dass im Beginne des Winters, während der See noch verdunstete ehe auch dieser mit Eis sich bedeckte, durch den Wasserdunst, wie in der Nähe des Meeres, suspendirte Salztheile auf jene Körper in der nächsten Umgebung vertheilt wurden, die aus der niederen Schneedecke, durch Wind schneefrei, herausragten; ferner hätte das Salz keine Wahrscheinlichkeit gehabt auf diesen Steinen sich zu erhalten, wenn hier nach der Ablagerung desselben, die vor dem Gefrieren des Sees stattfinden musste, noch irgend merklicher Schneefall oder Regen gefolgt wäre.

Bei anderen Seen ist mir eine so markirte Salz-Incrustation nicht vorgekommen. Es genügt eine etwas mehr offene Lage, um zu veranlassen, dass Wasser, sowie Salztheilchen, die aus einem See aufsteigen, über grössere Flächen sich verbreiten; das deutliche Hervortreten von Salzablagerung verschwindet dann.

Das Wasser dieses Sees ist noch trinkbar, doch lässt sich der Geschmack entschieden als ungewöhnlich erdig bezeichnen.

Chúshul, einer der wenigen ständig bewohnten Orte Pangkóng's, wo ich am 27. Juni ankam, liegt sieben Meilen thalabwärts vom See Mitbál; die Häuser bilden mehrere unter sich ziemlich entfernte Gruppen auf den Gehängen, wie dies in tibetischen Dörfern der Exposition und der Bodenbeschaffenheit wegen sehr häufig vorkommt, ebenso wie in unseren Alpendörfern. Die Höhe der niedersten Gruppe, wo ich mein Lager aufschlug, fand ich 14,406 Fuss.

Oestlich davon, auf dem chinesischem Gebiete der Provinz Rúdok, sind die beiden Salzseen Tso Rul und Tso Shaldát gelegen. Strachey in seiner „Physikalischen Geographie des westlichen Tíbet“ giebt für den Tso Rul, noch in seiner jetzigen Gestalt, die Länge von 15 engl. Meilen bei einer Meile Breite; der Tso Shaldát, der östlicher noch und etwas thalaufwärts gelegen ist, ist von ihm drei Meilen lang und ungefähr eine Meile breit genannt; Höhe an 14,400 Fuss. Von beiden ist das Wasser untrinkbar; der Tso Rul ist der salzigere. Der Name Tso Rul wurde mir als „der faule, der bittere See“ erklärt. (Auch die ganz kleinen Wasserstellen längs des Tsomognalari, bei Man, (S. 138), wurden mir so benannt). Auf Col. Waugh's Karte ist statt Tso Rul „Tso Pangur“ geschrieben, wohl Panggúr gemeint. Den letzteren Namen hatte ich ebenfalls angegeben erhalten,²³⁾ aber nicht für den See, sondern mit der Bedeutung „Rasen-Windung“ für eine mehr als mittelgut bewachsene Strecke dieses Seitenthales etwas unterhalb des Sees.

23) Erläutert in „Results“ vol. III, S. 231.

Der Tsomognalarí in Pangkóng.

Gestalt und Lage. Trennung in oberen und unteren See. Grösse der Oberfläche. — Die Benennung des Sees. — Sandgürtel, Staubsuspensionen. — Frühere Höhe und Ausdehnung der Wasserfläche. — Bewohnte Stellen der Seeufer. Pangmíg, der Sitz des Góba. — Secundäre Oscillationen der Wasserhöhe. — Construction eines Flosses auf Schläuchen. — Sondirungslinien. Grösste Tiefe. — Unterer Ende. — Adolph's Changchénmo-Route.

Der Tsomognalarí ist der bedeutendste der tibetischen Salzseen, von grosser Länge aber von verhältnissmässig geringer Breite. Er beginnt mit einer nordwestlichen Richtung, dieser folgt der grösseren Strecke entlang eine westliche, die bei Chúshul wieder in die nordwestliche Richtung übergeht; beide Lagen wiederholen sich in den Hebungslinien der umgebenden Kämme und lassen sich auch als zusammenhängend mit den Klüftungssystemen des Gesteines erkennen.

Nahe seiner Mitte ist der See durch eine Verengung des Thales, mit welcher auch ein breiter Erdsturz sich hier verbindet, in zwei Theile getrennt, in den „oberen“ und in den „unteren See“.

Die dazwischen liegende Landstrecke, „die Landenge von Öt“, ist an 3 englische Meilen lang; durch diese führt der Ausfluss des oberen Sees nach dem unteren in einer Breite von nahe 300 Fuss, mit 40 Fuss Gefälle. Doch ist dieses Flussbett, wie Hirten aus der Landenge mir sagten, (ähnlich wie jenes zwischen den Seen Mansaráur und Rákus Tal) den grössten Theil des Jahres trocken. Nur während des Sommers, zur Zeit des höchsten Wasserstandes in Verbindung mit dem allgemeinen Abschmelzen der Firnreste unterhalb der Schneegrenze, tritt auch hier regelmässig etwas Wasserdurchfluss ein.

Die Fläche des oberen Tsomognalarí schätze ich jetzt, mit Berücksichtigung der neuen Daten der von der G. T. S. expedirten Pándits, auf nahe 100 engl. Quadrat-Meilen. Für jene des unteren hatte ich

102 erhalten, und hatte damals die Gesamtfläche beider Seen zu 250 engl. Quadrat-Meilen, also den oberen etwas zu gross, geschätzt.²⁴⁾

Der obere See liegt ganz in der Provinz Rúdok, zum chinesischen Tibet gehörend; an dem unteren See zieht sich das chinesische Gebiet nur auf der Südseite noch etwas westlich von der die beiden Seen trennenden Verengung fort.

Eigenthümlich ist die Wahl des Namens Tsomognalarí, da derselbe als „Süsser (trinkbarer) See in den Bergen“ mir interpretirt wurde, was auch mein Bruder Emil nach der Aufschreibung des Namens, die ich erhalten hatte, mir bestätigte. Für den unteren See, der sogar zu den salzreichsten unter den grösseren der tibetischen Seen gehört, trat mir diese Deutung als ein *lucus a non lucendo* überraschend entgegen; sie ist wohl als eine Uebertragung der Bezeichnung des oberen trinkbaren Theiles auf den ganzen See zu verstehen. Dass der Name jener Zeit schon angehöre, als auch der untere See noch nicht zur Ungeniessbarkeit durch Eintrocknen concentrirt war, dürfte ungleich geringere Wahrscheinlichkeit haben; geologische und physikalische Veränderungen schreiten meist weit langsamer vor als jene in den Sprachen und den Wohnsitzen der Völker.

In den Bearbeitungen der indischen Vermessung ist der Tsomognalarí als Pankong-See angeführt, obwohl der grössere Theil in der Provinz Rúdok liegt. Von den Bewohnern mag dieser Name, da in der Provinz Pang kóng kein anderer grosser See vorkömmt, wohl richtig verstanden werden, doch fand ich ihn niemals von denselben gebraucht.

Rings um den See läuft ein flacher, sandiger Gürtel, von wechselnder Breite, der durch das Eintrocknen des Sees zu Tage kam. Der Boden ist dort so lose geblieben (da nur wenig von thoniger Masse darin sich findet), dass jetzt Flugsand weit über das einstige Niveau des Sees sich erhebt und mehrere hundert Fuss hoch die Zerklüftungen der Felsen ausfüllt. Vorzugsweise sind die Südabhänge damit bedeckt, was mit dem Vorherrschen von Südwinden im Sommer zusammenhängt; während der Periode der nördlichen Winde im Winter ist solche Be-

24) „Results“ vol. II, S. 419.

wegung der Sandmassen durch die wenn auch dünne, doch hart gefrorene Schneedecke gehindert.

Zur Zeit meines Aufenthaltes, Ende Juni 1856, war, mit dem Vorherrschen ziemlich heftiger Südwinde in den mittleren Tagesstunden, die Bildung gewaltiger Haufenwolken verbunden. Aber ungeachtet einigen Einflusses der indischen Regenzeit ist solche Wolkenbildung eine ausnahmsweise. Es ist weit häufiger, dass in Tibet jene trockene Trübung der Luft eintritt, die ihren Grund im Emporwirbeln des Staubes hat, und bei freiem Ueberblicke wie hier am Tsomognalari, zeigten sich in Tibet, selbst bei Wolkenbildung, die tief liegenden Theile der Landschaft in ihrer Färbung meist durch die erdige Suspension in der Luft sehr verändert. Auch in allen grossen Flusstälern in Tibet treten ähnliche Farbenreflexe häufig ein, und auf flachen Stufen der Abhänge findet man dort viel von feinen Ablagerungen lacustrinen Ursprunges. Ganz so hoch über dem Boden wie — bei viel grösserer Hitze und weit feinerem Staube während der indischen Trübungen — erhebt sich in Tibet die suspendirte Masse nicht; solches kommt nördlich von Indien erst in der Góbi-Wüste wieder vor.

Als Standpunkt zur landschaftlichen Aufnahme wählte ich eine an 500 Fuss sich erhebende Felsengruppe in den nächsten Umgebungen des Lagerplatzes Dera Tákung.²⁵⁾

Am unteren Tsomognalari liess sich, deutlicher als an den meisten der anderen Seen, die oberste Grenze des Seebeckens auch für die Süsswasserperiode, für die Zeit, die dem Eintrocknen vorausgegangen war, bestimmen. Nahe dem Hirtenplatze Mirak am linken Ufer konnte ich an Felsenwänden sehr genau die letzten Erosionsmarken von See- wellen erkennen.

Für jenes Niveau des Sees, das mit dem Aufhören des Ausflusses zusammenfällt, blieb die entscheidende Stelle jene am unteren Ende, welche ich erst einige Tage später erreichte; aber auch 2 Meilen oberhalb des Dorfes Mirak zeigte sich an einem 28 bis 31 Grad geneigten Abhange gegen den See eine so deutliche Verschiedenheit in der Veränderung der Gesteinfläche und in der Form der Sedimente auf kleinen

25) Gen. Nr. 584 u. 585; Tafel des Atlas zu den „Results“ Nr. XXVIII.

Flächen, dass ich schon hier (zu etwaiger Vergleichung mit späteren Daten unmittelbar an der einstigen Ausflusstelle) die Höhe der obersten Wellenspur über dem See mass; ich erhielt 240·8 Fuss, was mir anfangs doch etwas zu bezweifeln schien, was aber durch die directen Bestimmungen an der Ausflusstelle, mit einer geringen Vermehrung sogar, ähnlich sich ergab.

Von Déra Tákung, meinem ersten Lagerplatze am Tsomognalari, war ich dem linken Seeufer entlang thalabwärts gegangen. Ich kam hiebei durch drei Hirtenplätze mit festen Gebäuden, Káktet, Mírak und Man, unter denen Mírak der wichtigste und am besten gelegene ist; bewohnt sind sie nur im Sommer.

Bei Man beginnt eine Reihe sehr kleiner Seen, die auf einer Stufe des Seitenkammes an 2000 Fuss über dem Tsomognalari gelegen sind. Bisher hatte ich nirgends bei den anderen Seen kleinere auf Nebestufen vorkommend gefunden. Vom See zunächst bei Man führt ein deutlich ausgesprochenes Thal herab; diesem hohen Nebensee folgen die zwei kleinsten, wahrscheinlich ohne Ausfluss. Der vierte und der fünfte fliessen in Seitenthälern ab, welche etwas unterhalb der früheren Ausflusstelle des Tsomognalari einmünden.

In ähnlicher Lage ist mir eine zweite Reihe solcher Seen auch auf der linken Seite des Kyúptangthales bekannt, aus dem ein Zufluss herabkömmt, der nahe dem unteren Ende noch in dem Tsomognalari einmündet. Der letzte dieser kleinen Seen liegt an der Südseite des 17,500 Fuss hohen Chágra-Passes, über den man gegen Norden in das Changchémno-Thal gelangen kann.

Auf Man folgte am See Pangmíg, ein ständig bewohnter Ort, noch 6 $\frac{1}{2}$ Meilen vom Ende entfernt. Wie der Name es anzeigt, der bedeutet „das Wiesen-Auge“, findet sich hier eine längliche, in der Mitte sich erweiternde Grasflur und etwas culturfähiger Boden. In Tibet ist das Vorkommen solcher Stellen für die Bewohner so wichtig, dass der Name Pangmíg mit Vorliebe gegeben wird, wo solche günstige Bodengestaltung ist; ich fand ihn später wieder in Ladák und in Núbra.

Zu Pangmíg traf ich den Góba oder Vorstand der Provinz Pangkóng, der hier ungeachtet einer Höhe von 14,146 Fuss seinen Sitz hat. Ausser diesen Orten gibt es am unteren See längs der ganzen aus-

gedehnten Uferlinie nirgend mehr, auch nicht für Hirtenobdach, eine Steinhütte. Am oberen See ist mir nur eine Hirtenstätte mit Häusern am Seeufer genannt worden, Pal, am rechten Ufer, an 30 Meilen von Ot entfernt. Weiter aufwärts folgt nach Strachey's Karte (auf der aber Pal nicht angegeben ist) das Sommerdorf No, in einem von Norden einmündenden Seitenthale gelegen.

Der Góba von Pangmíg ging bereitwillig auf die Besprechung der Verhältnisse seines Gebietes ein und zeigte ganz bestimmte und, wie mir scheint, recht wohl begründete Auffassung. In der Jahresperiode, sagte er, ändert sich der Wasserspiegel nur wenig; auch das langsam vor sich gehende Schmelzen des Schnees auf den Bergabhängen hat geringen Einfluss. (Aehnliches hatte man mir auch zu Kórdzog vom Tsomoríri gesagt).

Die gewöhnliche Höhe des Schnees auf der Eisdecke im Winter schätzte er an „wenig über einen Fuss“. Aber das Höhersteigen des Wassers in einzelnen Jahren soll an 4 bis 5 Fuss betragen und dieses soll meist von etwas grösserer Schneemenge in den kalten Monaten abhängig sein. Hohe Wasserstände sollen sehr sicher mit fruchtbaren Jahren zusammenfallen. (Wegen vermehrter Bodenfeuchtigkeit sehr wohl möglich, ungeachtet regenlosen Sommers und Herbstes). Solcher Steigerungen der Fruchtbarkeit, mit grosser Wasserhöhe des Sees verbunden, erinnerte sich der Góba mehrerer vor 1841; jene 15 Jahre aber, die meinem Besuche von 1856 vorausgingen, sollen bei ziemlich niederem Wasserstande auch kaum mittelgute gewesen sein; das Wiedereintreten von Aenderungen wie vor 1841 wurde mit Zuversicht erwartet. Es bestärkte dies mein Vertrauen auf seine Angaben; man wird ja nur zu häufig finden, dass von Landleuten, wenn über ähnliche Dinge befragt, eine Aenderung, die etwas angehalten hat, besonders wenn sie zugleich eine schlimme war, als permanent betrachtet wird.

Oscillationen, von geringer Grösse wie die hier gemeinten, lassen sich sehr wohl mit dem stetigen Fortschreiten des Eintrocknens und mit der allgemeinen Trockenheit des Landes vereint denken.

Für den Tsomoríri, bei welchem analoge nicht periodische Oscillationen der Wassermenge wohl ebenfalls vorkommen, hatte ich über diese nichts erfahren können. Bei den kleineren Seen ist fast

immer auch das zu denselben gehörende Flussgebiet so wenig ausgedehnt, dass solche Oscillationen geringe Wahrscheinlichkeit haben, deutlich bemerkbar zu werden.

Zur Vervollständigung der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften, sowie zur Beurtheilung der Verminderung durch Austrocknen im Vergleiche mit der noch gegenwärtig vorhandenen Wassermenge, war es meine feste Absicht geworden, mir irgend ein Fahrzeug hier zu verschaffen, da dies der grösste und zugleich der letzte der Salzseen war, der in dieser Gruppe mir vorlag. Es gelang mir, wenn auch in sehr unvollkommener Weise. Ein Ort wie Pangmíg hätte zwar schon Boote erwarten lassen, um so mehr, da solche im oberen Dihóng-Thale eine grosse Strecke weit in Höhen vorkommen, die zwar 500 Fuss niedriger sind als hier, die aber dennoch auch dort die Grenze hochstämmiger Bäume, selbst in vereinzeltm Auftreten, überschritten haben. Im Dihóng-Thale allerdings liegt eine Veranlassung zu Schiffahrt vor, hier aber fehlt das Bedürfniss des Verkehrs, weil das gegenüberliegende Ufer des Sees unbewohnt ist; und weil hier alles Holz aus ziemlicher Entfernung zu Lande heraufgeschafft werden muss. Von Booten war nirgend etwas aufzutreiben. In Erinnerung an die heimathlichen Alpen dachte ich nun an Flösse, doch hätte man zum mindesten mehrere der „besten Häuser“ demoliren müssen, um nur einigermassen stämmiges Holz zu erhalten; bisweilen wird ein schwimmender Yak auch im Wasser als Reitthier benützt, was aber, wegen der Unlenksamkeit des Thieres sowie wegen seiner geringen Tragkraft im Wasser, niemals praktische Bedeutung erhält; am wenigsten hätte sich ein Yak bei der Ausführung von Beobachtungen irgend welcher Art benützen lassen.

Endlich ward es mir möglich, zwölf Schläuche aus Schaf-Häuten, welche an Holz von kleinen Dimensionen, wie Zeltstangen, Stöcke, Stiele von Ackergeräthen etc. etc., befestigt wurden, zur Konstruktion eines wenn auch schwachen Flosses zu verwenden. Die Schläuche waren zum Aufbewahren von Flüssigkeiten bestimmt, also wasserdicht; aber ich dachte, es liesse sich, vorsichtig ausgewählt, eine Gruppe von solchen auffinden, die hinlänglich dicht wären, mit Luft aufgeblasen zu werden; diese konnten dann als Träger an der Unterseite eines leichten Flosses aus Stöcken benützt werden.

Ich kam auf diese Idee, weil mir aus dem Pänjáb bekannt war, dass dort einzelne Schläuche, aus Zébu- oder aus Büffel-Häuten aufgeblasen, beim Flussübersetzen gebraucht werden. Dort sind die Vorkehrungen derart, dass auf jeder Seite des Schlauches ein Mann schwimmt, der mit einem Arme an dem aufwärts gestellten Vorderfusse der Haut sich anklammert, und in der Hand des anderen Armes ein kleines Ruder führt. In der Mitte eines solchen Rinderschlauches kann noch ein dritter Mann reitend sitzen, der sich passiv verhält; doch ist auch für diesen solche Art des Uebersetzens nicht ganz ohne Schwierigkeit, da bei der geringsten Unruhe der längliche Schlauch bedeutend sich zu drehen beginnt.²⁶⁾

Versuche, die mit meinem tibetischen Flosse zuerst längs dem Ufer gemacht wurden, zeigten, dass auf ein Quadrat von wenig mehr als 6 Fuss Seite ausser mir und den Instrumenten zwei Ruderer und noch ein Mann zum Helfen beim Benützen des Senkbleis, der Bodenthermometer etc. etc. aufgesetzt werden konnten. Die quadratische Form war allerdings nicht die bequemste für die Fortbewegung im Wasser, aber diese allein erlaubte die Grösse des vorhandenen Holzes richtig zu benutzen: durch das Aneinanderfügen von Holzstücken, um eine grössere Länge zu erhalten, wäre bei der hier nöthigen Einfachheit der Construction die Widerstandsfähigkeit des Flosses nicht nur gegen die Schwere der Belastung, sondern auch gegen etwa eintretenden Wellenschlag sehr vermindert worden. Dabei blieb noch immer als ein unerprobtes Element der Gefahr, dass aus den Schläuchen, bei stundenlangem Drucke auf dieselben, Luft austreten könne und so die Tragkraft vermindert werde. Thierische Blasen, die hier nicht aufbewahrt werden, waren nicht vorrätig; diese hätten, in feste Tücher eingenäht um gegen Reibung am Holze geschützt zu sein, verhältnissmässig die grösste Tragfähigkeit gehabt und wären viel leichter als diese Schläuche aufzublasen und zu verschliessen gewesen.

Die physikalischen Beobachtungen werden in allgemeiner Zusammenstellung und vergleichender Erklärung zum Abschlusse des Berichtes

26) Wir haben einen solchen Schlauch, aus dem Jhílumgebiete, in unserer Sammlung, den Robert im Pänjáb im darauffolgenden Winter sich verschaffen konnte.
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XI. Bd. I. Abth.

über diese Salzseen folgen. Hier seien dagegen die für den Tsomognalarí resultirenden topographischen Daten zusammengestellt.

Vollständig befuhr ich zwei Linien in dem gegen Nordwesten gerichteten Theile des unteren Sees; die erste beim Dorfe Man, die zweite bei Mírak. Die Breite an beiden Stellen war nahezu 3 Meilen. (Ich war von Pangmíg wieder 2 Tagmärsche thalaufwärts gegangen, um Linien zu haben, die der Mitte des Sees näher lagen.)

Während der Ueberfahrt schätzte ich die Lage der Punkte, wo ich das Senkblei hinabliess, mit dem prismatischen Compass nach Gegenständen am Ufer, deren Entfernung unter sich ich vorher gemessen hatte.

Die Resultate, die ich auf den beiden ersten Linien (am 30. Juni) erhielt, waren die folgenden:

A. Linie bei Man.			B. Linie bei Mírak.		
	Entfernung vom linken Ufer.	Tiefe in engl. Fuss.		Entfernung vom linken Ufer.	Tiefe in engl. Fuss.
Nr. 1)	$\frac{1}{8}$ der Breite	55.5	Nr. 6)	$\frac{1}{8}$ der Breite	13.5
„ 2)	$\frac{1}{4}$ „ „	67.5	„ 7)	$\frac{1}{4}$ „ „	41.6
„ 3)	$\frac{1}{2}$ „ „	140.0	„ 8)	$\frac{3}{8}$ „ „	68.1
„ 4)	$\frac{3}{4}$ „ „	148.4	„ 9)	$\frac{1}{2}$ „ „	107.1
„ 5)	etwas über $\frac{7}{8}$	63.0	„ 10)	$\frac{5}{8}$ „ „	160.0
			„ 11)	$\frac{3}{4}$ „ „	110.0
			„ 12)	$\frac{7}{8}$ „ „	56.5

Auf einer dritten Linie, welche Déra Tákung gegenüber das Centrum des unteren Sees durchschnitt, ergab sich etwas jenseits der halben Breite an einer Stelle die Tiefe von 170 Fuss; die Entfernung des Punktes vom Ufer konnte ich nicht wie am vorhergehenden Tage direct durch Visionslinien nach bekannten Gegenständen bestimmen, da es diesmal ziemlich windig war, und das bedeutende Schwanken des kleinen Flosses das Handhaben des prismatischen Compass unmöglich machte. Diese Tiefe kann mit Wahrscheinlichkeit als die grösste des Sees betrachtet werden, da ich nicht versäumt hatte, sogleich noch weiter aufwärts von dieser Stelle, der Längenrichtung des Sees parallel, fortzusondiren, und dabei in geringer Entfernung davon auf Abnahme der Tiefe kam. Fast hätte an diesem Tage, am letzten, den ich noch in der mittleren Region des Sees zubringen konnte, überhaupt jede

neue Sondirung unmöglich geschienen. Um 7 Uhr Morgens war der Wellenschlag so heftig, dass der Höhenunterschied des niedersten und des höchsten Wasserstandes am Ufer $3\frac{1}{2}$ Fuss betrug; es schritt nämlich die Welle in der Periode des Ansteigens auf dem 17^0 geneigten Uferrande 12 Fuss vor. Die Zeit des Ansteigens war 5 Secunden. Auf Alpenseen mit guten Booten lässt sich allerdings weit besser Widerstand leisten. Am Starnbergersee sah ich einmal ein Boot bei $4\frac{1}{2}$ Fuss Wellenhöhe noch recht gut geführt, obwohl solche schon als eine ungewöhnlich stürmische Seebewegung gilt; selbst mit dem ziemlich grossen Boote musste dabei gegen die Wellenlinie in einem Winkel von $40-50$ Grad angefahren werden und nicht zu stark, damit die Hebung möglichst gleichmässig sich vertheilte.

Auf dem Salzsee wäre bei einem Sturme wie damals des Morgens vom Flosse kein Gebrauch zu machen gewesen. Zwar sassen wir mit gekreuzten Beinen und der Schwerpunkt lag tief, aber bei solchem Wellenschlage hätte das kleine Fahrzeug zu leicht brechen oder umschlagen können. Doch wir hatten ohnehin längs dem Ufer fast 8 Meilen fortzuwandern, bis wir zur neuen Linie kamen. Gegen 10 Uhr war die Wellenhöhe 1 Fuss 3 Zoll geworden; jetzt konnten wir der Mitte zusteuern, wenn auch nicht selten das schwache Holzgefüge in bedenklicher Weise knarrte und krachte.

Die Tiefe von 170 Fuss als Maximum ist für einen See von so grosser Flächenausdehnung und umgeben von so bedeutenden Bergen eine nur sehr geringe zu nennen. Haben doch unsere Alpenseen meist Tiefen über 400 Fuss. Hier in Tibet allerdings muss man in gewissem Sinne den Höhenunterschied zwischen dem gegenwärtigen Niveau und jenem, in welchem das Austrocknen begann, hinzurechnen, was für diesen See zur Zeit als sein Ausfluss aufhörte die Tiefe von 326 Fuss, nämlich um 156 Fuss grösser ergiebt. (Vergl. S. 146.)

Am folgenden Tage versuchte ich auch das Schwimmen; ich wählte dazu die Stunde vor dem Tiffin (oder zweiten Frühstück) 11 Uhr Vormittags bis gegen Mittag. Die Temperatur des Wassers, die ohnehin in der Tagesperiode nur sehr wenig sich ändert, war 11 Uhr 10 Minuten Morgens am Ufer 12.1^0 C., in geringer Entfernung davon 8.2^0 C., also immerhin sehr kühl; die Lufttemperatur im Schatten war 20.4^0 C.;

Besonnung sehr lebhaft. In ungewöhnlicher Weise hat sich wegen der Trockenheit der Luft, zum Theil auch wegen des niedrigen Barometerstandes eine fieberhafte Kälte während des Abtrocknens fühlbar gemacht. Ich war gegen 7 Minuten im Wasser geblieben.

Das Schwimmen hatte ich wie im Meere gefunden, durch den Salzgehalt etwas erleichtert, aber doch in geringerem Grade; hemmend trat hier nach kurzer Zeit, ähnlich wie beim Laufen in solcher Höhe, eine Erschwerung des Athmens ein, aber ohne bestimmte Form eines localisirten unangenehmen Gefühles. Der Luftdruck war nur 18 Zoll, dies mag für ungewohnte und starke Bewegungen ein hinlänglich störender Umstand gewesen sein. Im Gehen bei gewöhnlicher Schnelligkeit fühlte ich noch keine Affection in solcher Höhe. Meine Aufmerksamkeit war um so mehr erregt durch diese Art resultirender Erschwerung des Schwimmens im Tsomognalari, da am vorhergehenden Tage bei etwa ungenügender Festigkeit unseres Fahrzeuges meine Bekleidung die Schwierigkeit noch sehr bedeutend vermehrt hätte.

Da der Góba für die Resultate meiner Sondirung sich sehr interessirte, liess ich ihm durch meinen Dolmetscher vom Hindostáni ins Tibetische einen kleinen Verticaldurchschnitt des Sees erläutern und mit den Zahlen versehen, welche die Messung ergeben hatte, und gab ihm eine gute Hanfschnur²⁷⁾ mit Bleiloth zum Sondiren. Als Maass erhielt er einen Holzstab von 2 Fuss Länge, und für den Fall, dass er diesen verlieren sollte, nahm ich das Maass seiner Grösse (5 Fuss $3\frac{1}{4}$ Zoll)²⁸⁾ und sagte, er möge dann dies als seine Einheit ansehen und in Halbe und Viertel theilen. Als Ausgangspunkte für Linien quer über den See, wo er im Winter von der Eisdecke hinab seine Schnur senken sollte, nannte ich Pangmíg, Man und Mirak für den nach Norden gerichteten Theil des unteren Sees, und Tákung für die Mitte; auch sollte er wo möglich noch zwei entsprechende Messungen auf dem ostwestlich gerichteten Theile des unteren Sees machen. Er erklärte sich sehr gern dazu bereit, und sagte selbst, in richtiger Weise nichts Unwahrscheinliches versprechend, dass er auf dem oberen See, der

27) Die in Tibet gebrauchten Schnüre sind aus Haaren des Yak gemacht.

28) Für Tibeter gute Mittelgrösse.

schon zu China gehöre, nichts machen könne. Leider habe ich nichts erfahren, hörte auch nicht, dass andern Europäern, etwa den in den folgenden Jahren dort mit Messungen beschäftigten Mitgliedern der Indischen Landesvermessung irgend Mittheilungen gemacht worden wären. In ähnlicher Weise, wie später aus diesen Gegenden von den zersprengten Begleitern meines armen Bruders Adolph Nachrichten an uns kamen, wenn auch auf ziemlich grossen Umwegen, ebenso hätte auch eine Mittheilung des Góba, über Le und Kashmír gesandt, sehr wohl erwartet werden können.

Der Tsomoríri in Rúpchu bliebe auch sehr lange gefroren; Ende Oktober ist, nach Trebek, die Eisdecke meist geschlossen, und Mitte Mai noch soll man darüber gehen können. Schon dort hatte ich an Zurücklassen von Schnur und Senkblei gedacht. Da aber während des Winters in weitem Umkreise Niemand sich aufhält, wäre um so weniger die Ausführung irgend solcher Messung zu erwarten gewesen; auch hatte ich der guten, langen Schnüre, die dazu nöthig, nicht zu viel bei mir; die Eingebornen selbst haben nur Schnüre aus Yakshaaren, die ungleich dicker sein müssen, also zum Sondiren weit weniger gut angewandt werden könnten als die Hanfschnur: die Yaksschnur hat, wenn dünn, geringe Tragfähigkeit, wenn dick, kann sie nur unvollkommen gespannt werden; auch verkürzt sie sich viel mehr als Hanf, wenn durchnässt.

Sechs Meilen nordwestlich von Pangmíg fand ich das untere Ende des Sees und die Stelle des früheren Ausflusses. Wie bei den anderen Seen war auch beim Tsomognalarí die Höhe des Niveaus, bei welchem das Abfliessen aufhörte, da am besten zu beurtheilen, wo der Austritt einst stattgefunden hatte; längs der Ufer in grösserer Entfernung von der Austrittsstelle, sind zwar sehr häufig Niveaulinien zu erkennen; aber schwer lässt sich schon dort beurtheilen, ob es solche Linien sind, die noch während des Fortschreitens der Erosion entstanden sind, die also höher liegen als der Punkt, wo der Ausfluss aufzuhören begann, oder solche, die erst später während des Fortschreitens des Eintrocknens sich so gestaltet haben, die also tiefer liegen würden als jenes Niveau, in welchem der Ausfluss aufhörte.

Die totale, durch Erosion und Eintrocknen hervorgebrachte, Höhendifferenz zwischen dem früheren und dem gegenwärtigen Niveau fand

ich für den Tomognalari gleich 244 Fuss. Vom gegenwärtigen Niveau des Sees bis 73 Fuss verticaler Höhe zieht sich eine ununterbrochene sanfte Fläche hinan, mit 12 bis 18° Neigung: sie reicht hier auch noch eine bedeutende Strecke weit in ähnlicher Weise unter den gegenwärtigen Wasserspiegel hinab.

Zwischen 73 und 156 Fuss verticaler Höhe ist das Ansteigen ein steileres. Bei 156 Fuss hatte der Ausfluss aufgehört; die Erosion des Baches reicht nicht weiter herab.

Von 156 bis 244 Fuss Höhe, aber dort deutlich endend, liess sich noch Seeablagerung — an flachen kleinen Terrassen der gleiche Sand wie noch jetzt unmittelbar am Wasser — auffinden.

Zur Zeit des höchsten Wasserstandes, der sich als einst bestehend erkennen lässt, muss also die Uferlinie des Sees, selbst wenn man die mittlere Neigung der Ufer zu 20 Grad annimmt, nach jeder Richtung hin um 713 Fuss hinausgerückt gewesen sein, was, bei der grossen Länge des Sees, auch die Oberfläche desselben nicht wenig vergrössert. Am unteren See fand ich bei einer mittleren Breite von 3 Meilen eine Vergrösserung um $\frac{1}{12}$ der horizontalen Oberfläche resultiren; am oberen See, welcher der längere und zugleich der weit schmalere ist, ist die relative Grösse der Zunahme eine noch bedeutendere.

Für die Zeit, in welcher der Ausfluss aufhörte und das Salzigen werden beginnt, ergiebt sich bei 156 Fuss Höhenunterschied — die Neigung zu 20 Grad genommen — ein Hinausrücken der Uferlinie am Seeboden um 456 Fuss.

Selbst unmittelbar an der früheren Ausflussstelle eines Salzsees ist meist die Höhe über dem gegenwärtigen Niveau um so schwerer zu bestimmen, je grösser die erreichte Höhendifferenz ist, ähnlich wie eine sehr tiefe Erosion eines Flusstales nicht sogleich als Wirkung des Stromes entgegentritt; man kann erst dann eine solche mit Bestimmtheit beurtheilen, nachdem man Gelegenheit hatte, die ganze Reihe der Einzelheiten, welche darüber entscheiden, kennen zu lernen.

Hier war die Messung unter anderem dadurch erleichtert, dass wegen der grossen Ausdehnung des Sees und wegen der nicht unbedeutenden Menge von Wasser, das einst hier Abfluss hatte, das

Gefälle in kurzer Entfernung vom See nach aussen ein steiles, aber gegen den See herein ein ziemlich flaches ist. Es hatte ja nach dieser Stelle hin zugleich mit dem Abflusse des Wassers so viel von Schlamm und Suspensionen sich hingeschoben und zum Theil durch Niedersinken dort sich angehäuft.

Der Thalweg des früheren Ausflusses führt über Mugláb nach Tánktse und ist, als gerade Linie entwickelt, 18 engl. Meilen lang. Obwohl aus dem See kein Wasser kömmt — auch hier lässt sich im Flussbett nicht eine Quelle finden, die ihrer Lage oder einem relativ grösseren Salzgehalt nach auf Filtration aus dem See bezogen werden könnte — beginnt doch ziemlich bald im Bette des Ausflusses Wasser sich zu zeigen, solches nämlich, das von den Abhängen, meist von den südlichen, zufliesst.

Bei Tánktse endet dieses Thal im Khárgyam-Thale, welches eines der grösseren südlichen Seitenthäler des Shayókflusses ist, und eine mit dem nordwestlichen Theile des Tsomognalarí ganz parallele Richtung hat. Der Khárgyam-Gipfel in dem Kamme zwischen der Thalsole und dem See hat 22,076 Fuss Höhe.

Messungen und physikalische Beobachtungen.

Specifisches Gewicht und Temperatur. Aräometer und Thermometer. — Salzgehalt des Tsomognalari. — Temperatur. Voluminometer. Dichtigkeitsmaximum. — Salzgehalt verglichen mit Quellen und Flüssen; mit Meeren.

Durchsichtigkeit und Farbe. Helle Flächen als Diaphanometer: Tsomognalari. — Süswasserseen der Alpen. — Suspensionen in Flüssen. — Messung in Meeren. — Bestimmung der Farbe: Apparate; Beobachtungen.

In unmittelbarem Anschlusse an die Niveauveränderungen, welche durch Verdunstung eingetreten sind — von so verschiedener Grösse bei den einzelnen Seen — bietet sich die Untersuchung des specifischen Gewichtes, welche ich hier, zum Vergleiche, auch mit Beobachtungen über Meereswasser und über Quellen zusammenstellen werde.

Experimente an Seen während der Reise hatte ich nur Zeit am Tsomognalari auszuführen; ich hatte diesen gewählt, da er zugleich unter den grösseren Seen der bei weitem salzreichste ist.

Das specifische Gewicht, so wie es in den verschiedenen Seen gegenwärtig vorliegt, ist abhängig

- a) von dem relativen Salzgehalte beim Beginn des Eintrocknens sowie von dem stetigen Salzzufusse während der Fortdauer des Eintrocknens.
- b) von dem Verhältnisse des Volumens beim Beginne des Eintrocknens zu jenem im gegenwärtigen Zustande.

Unter gleichen Umständen haben also Seen mit vorherrschendem Zuflusse von Gletscher- und Firn-Wasser, das keine Salze sondern nur Suspensionen enthält, weniger Wahrscheinlichkeit grossen Salzgehaltes als solche, deren Zufluss mehr aus Quellwasser besteht. Ferner, was das Volumen betrifft, ist zu berücksichtigen, um den Grad der Concentration, so wie er vorliegt, auch topographisch richtig zu beurtheilen, dass bei grossen aber flachen Seen die gleiche Höhendifferenz zwischen

früherem und gegenwärtigen Niveau mit ungleich mehr Salzanhäufung sich verbindet, als bei solchen Seen, deren Becken bei kleiner Oberfläche bedeutende Tiefe hat.

Das Aräometer, welches dieses mal von mir angewendet wurde, war das Instrument Nr. 3, von J. G. Greiner jun. in Berlin. Jenes, das wir bei den Beobachtungen auf unserer Seereise nach Bombay benützt hatten, war Aräometer Nro. 5, zur Zeit mit Adolph, der aber längs seiner mehr westlichen Route in Tibet nur den kleinen nicht salzigen See Zérba Tso vorfand. Die relative Menge der Salze in süßem Wasser, d. h. in solchem, das von dem gewöhnlichen Quell- und Flusswasser nur wenig abweicht und noch trinkbar ist, ist so gering — wie für diese später die Angabe der Salze nach Gewicht zeigen wird — dass die Grenze der Genauigkeit des Aräometers nicht genügt, sie zu bestimmen.

Die Details über die Anwendung der Instrumente während der Ueberlandreise nach Indien haben wir schon, mit den Beobachtungen zur See, in unserem „Official-Report“ vor dem Aufbruche von Bombay nach dem Innern gegeben.²⁹⁾

Das specifische Gewicht lässt sich nur dann allgemein vergleichen, wenn die Messungen auf gleiche Temperatur reducirt sind. Unsere Instrumente waren so angefertigt worden, dass ihre Einheit, die Ablesung in destillirtem Wasser = 1.0000, bei 17.5° C. stand, nicht bei 4.0° C. als dem Dichtigkeitsmaximum destillirten Wassers. Als erste Ursache hatte mich dazu bestimmt, dass jene Temperatur in den Meeren mittlerer und subtropischer Breiten am häufigsten vorkömmt, und dass auch in den Tropen nur verhältnissmässig kleine Reductionen zu erwarten waren, ferner der Umstand, dass ohnehin ein geringer Salzgehalt hinreicht, die Temperatur, mit welcher das Dichtigkeitsmaximum zusammenfällt, sehr merkbar zu verändern.

Bei den Beobachtungen über die Salzseen, 2 Jahre nach Anfertigung der Instrumente, war zu berücksichtigen, ob etwa seit Sommer 1854 eine langsam erfolgende Contraction des Glases, wie bei dem Erhöhen des Nullpunktes in Thermometern, eingetreten sei; anderentheils hätte

29) First Report: On the observations made during the voyage from Southampton to Bombay. Bombay 1855, p. 5—9.

der veränderte Luftdruck in solcher Höhe im entgegengesetzten Sinne wirken können.

Die Beobachtungen machte ich zu Pangmíg, Höhe 14,146 Fuss, Barometerstand 17.88 engl. Zoll. Hier hatte ich einen Platz, der wenigstens zwischen Mauern gegen Wind geschützt war. Salzfrees, als destillirt zu gebrauchendes Wasser konnte ich mir hier genügend verschaffen, da zur Zeit, Ende Juni, nicht sehr ferne von dem See Tiefirne und selbst winterliche Eisreste in grösseren Stücken sich noch vorfanden. Ich benütze mit Vorliebe die letzteren, da man sie, ehe man sie schmelzen liess, leicht von aller äusseren Beimengung gelöster oder ungelöster fester Körper reinigen konnte.

Um sicher zu sein, dass das Aräometer die richtige Temperatur habe, nämlich genau jene des Wassers, in dem es schwebt, muss das Aräometer wenigstens 3 bis 4 Minuten aufgestellt sein, ehe man abliest.

Die Untersuchung des Instrumentes ergab deutlich, dass keine Abweichung von dem schon vor der Abreise bestimmten Stand, $= 1.0000$ in salzfreiem Wasser bei 17.5°C. , sich erkennen liess. Da vorausgehende Beobachtungen an der Meeresküste — zu Bombay, 4 Monate nach der Anfertigung — gezeigt hatten, dass kein messbarer Einfluss auf das Glas durch Contraction ausgeübt war (was bei der Rückkehr nach Europa die spätere Prüfung der Instrumente zu Berlin gleichfalls ergab), konnte auch die Verminderung des Luftdruckes keinen expandirenden Effect hervorgebracht haben. Günstig war dabei gewesen, dass ich absichtlich das Glas bei der Anfertigung etwas dick nehmen liess. Frühere Beobachtungen in den Alpen hatten uns gezeigt, dass selbst bei Thermometern, wenn das Glas der Kugel zu dünn ist, in grossen Höhen durch den veränderten Luftdruck eine Expansion eintritt, die bei Siedethermometern zur Bestimmung der Höhe eine nicht unwichtige Fehlerquelle werden kann. Durch Vermeidung zu dünnen Glases lässt sich auch bei Thermometern der Einfluss des Luftdruckes noch leicht ausschliessen, wenn sie nicht, zu besonderen physikalischen Versuchen bestimmt, ungewöhnlich empfindlich sein müssen. Dagegen ist bei Thermometern fast immer der Fall, da diese doch viel dünneres Glasmaterial haben als Aräometer, dass als Funktion der Zeit ein Zusammenziehung der Kugel eintritt; auch langes Verweilen in sehr

warmen oder sehr kalten Medien kann das Volumen der Kugel und damit die Correction des Instrumentes verändern. Die Einzelheiten solcher Fehlerquellen habe ich in den metereologischen Untersuchungen der „Results“ besprochen.³⁰ Die Correction der Instrumente ist hier, wie bei all meinen Zahlenangaben, schon angebracht.

Spec. Gew. bei
17.5° C.

- | | |
|--|--------|
| a) Wasser von der Oberfläche bei Mírak | 1.0099 |
| b) Wasser von 81 engl. Fuss unter der Oberfläche und
1/3 Breite vom linken Ufer entfernt | 1.0101 |
| c) Wasser aus einer kleinen Grube, 3 Fuss vom Ufer;
war durch den Sand gesickert (schien durch Boden-
salze der Oberfläche etwas afficirt) | 1.0100 |

Die durch Einkochen erhaltene Salzmenge ist 13.5 in 1000 Theilen.

Es ergibt diess für die Salze im aufgelösten Zustande ein specifisches Gewicht, das um nahe 1/4 geringer ist, als das specifische Gewicht im festen Zustande, da z. B. dasselbe für festes Kochsalz 2.01, für kohlensauren Kalk sogar 2.7 ist.

Dass die Salze des Tsomognalari in ihrer aufgelösten Form so viel mehr Raum einnehmen als die gleiche Gewichtsmenge derselben in getrocknetem Zustande, war mir keineswegs unerwartet. Schon bei dem Eindampfen des Meereswassers, in Verbindung mit der Untersuchung seines specifischen Gewichtes, war die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit analoger Fälle auch bei anderen Lösungen gelenkt worden; ich fand solches allgemein sich wiederholen. Kochsalz, bei weitem der Hauptbestandtheil in den Salzen des Meereswassers, hat im trocknen Zustande ein specifisches Gewicht von 2.01; der Raum, den die Salze im Meereswasser in ihrem gelösten Zustande einnehmen, entspricht einem specifischen Gewichte von 1.4 bis 1.7, variirend je nach den Substanzen, die ausser dem Kochsalz gleichfalls noch darin gelöst sind; für den Tsomognalari ist das specifische Gewicht seiner Salze im gelösten Zustande = 1.74. — Aehnliches zeigte die Untersuchung der hydrographischen Verhältnisse auch bei dem geringen Salzgehalte der Süsswasserquellen deutlich sich wiederholen.

30) „Results“ vol. IV. p. 28.

Mit dem Uebergange eines Körpers aus dem festen in den flüssigen Zustand ist stets ein Verschwinden, ein Gebundenwerden von Wärme vereint. Auch in diesem Sinne bestätigt sich, dass die gelösten Salze im Wasser in einer Form enthalten sind, die weniger dicht ist als jene in ihrem trockenen Zustande, da sich bei der gleichzeitigen und durch mechanische Bewegung beschleunigten Auflösung einer hinreichenden Menge stets Temperaturerniedrigung beobachten lässt. Gewisse Combinationen von Salzen in Wasser gelöst, ebenso Salze mit Eis behandelt zeigen dies bekanntlich „als Kältemischung“ am deutlichsten.

Die Temperatur des Tsomognalarí fand ich an der Oberfläche bei meiner Ueberfahrt von Man in den Mittagsstunden von 11 bis 1 Uhr, im Mittel 8.5 bis 8.1° C., ganz nahe am Ufer bei Man war sie 11.9° C. Schöne, starke Quellen, 200 Fuss oberhalb des Ufers liegend, Exposition N 15° O, welche an mehreren Stellen des Austretens die Temperatur bestimmen liessen, hatten 0.85° C. Dies ist kälter als die Temperatur mancher anderer Quellen in etwas weiterer Entfernung vom See und in einer günstigeren Exposition, aber dessen ungeachtet übertrifft diese Temperatur das Jahresmittel der Lufttemperatur berechnet nach Le mit Berücksichtigung der Temperaturabnahme mit der Höhe, um 1.2° C. Es war dies kein Ausnahmefall; hier, ebenso wie wir es früher in den Alpen als mittleres Resultat erhalten hatten, war die Abnahme der Quellentemperatur in grossen Höhen stets viel weniger rasch als jene der Lufttemperatur. Auf die Temperatur der Seen hat solches Quellenwasser, seiner geringen Menge wegen, wenig Einfluss. Wichtiger ist es, dass, im Sommer wenigstens, die Besonnung eine sehr kräftige Einwirkung auf Zuflüsse selbst von ziemlich bedeutender Wassermenge ausübt. In einem Gletscherbache von mittelstarkem Gefälle, der nahe jenen Quellen in den See einströmt, fand ich gleichzeitig die Temperatur 18.5° C.!

In grossen Tiefen muss hier, wie in den Süsswasserseen der Alpen die Temperatur abnehmen. Mein schlechtes Fahrzeug erlaubt mir nicht, den etwas schwereren Apparat eines „wenig empfindlichen Thermometers in Kohlencylinder“, wie ich es bei vielen anderen Gelegenheiten, selbst in Meeren angewendet hatte, hier hinabzulassen. Auch dies wäre sehr schwierig gewesen, mit solchem Floss den Schwimmer, der das

Instrument an der Oberfläche markirt, wieder aufzufinden; ein träges Thermometer bleibt nämlich immer mehrere Stunden lang in jener Tiefe, für welche die Temperatur zu bestimmen ist, damit Sicherheit der Ablesung sich bietet.

Die Temperatur in der Tiefe hängt ab:

a) von Grösse und Form des wassererfüllten Beckens, da bei Abnahme der ganzen Masse sowie bei Abnahme der relativen Tiefe die Veränderungen nach Jahreszeit rascher und mit grösserem Effecte eintreten müssen;

b) von dem Salzgehalte des Wassers, da dieser vor allem den Grad und die Art der Erkaltung bis zum Gefrieren bedingt. Während destillirtes Wasser sein Dichtigkeitsmaximum bei 4° C. hat — genauer 3.96 , wie ich im Mittel zahlreicher Beobachtungen erhielt —, genügt schon die kleine Menge der Salze in gewöhnlichem Süsswasser die Lage des Dichtigkeitsmaximums nicht unwesentlich zu verändern.

Zur Untersuchung auf Dichtigkeitsmaximum dienten mir „Voluminometer“, die ich mir so construirt hatte, dass sie auch an Ort und Stelle während der Reise sich anwenden liessen; angefertigt bei J. G. Greiner jun. in Berlin. Ein solcher Apparat ist ein halbkugelförmiges Gefäss aus feinem Glase, an seinem oberen Ende mit einem abgeschliffenen conischen Halse versehen, in welchen ein Thermometer, genau schliessend, eingesteckt werden kann; seitlich steht noch mit dem halbkugelförmigen Gefässe eine capillare vertical gestellte Röhre in Verbindung, die in $\frac{1}{10000}$ des Cubikinhaltes, mit Berücksichtigung des vom Thermometer beanspruchten Raumes, getheilt ist; in dem hier gebrauchten Instrumente, unserem „Voluminometer 2“, war das angesetzte Röhrchen so lang, dass die Ausdehnung destillirten Wassers vom Dichtigkeitsmaximum bis zu 30° C. abgelesen werden konnte.

Vor der Anwendung des Voluminometers wurde die Temperatur des Gefrierpunktes für das Wasser des Sees bestimmt in einem dünnen Metallgefäss, das in Kältemischung von Salz und Eis gestellt wurde. Die ersten Krystalle von Eis, die im Wasser schwammen, bildeten sich bei -0.5° C.; dann bedeckten sich rasch die Wände mit Süsswassereis, und die in der Mitte bleibende Lauge wurde von jetzt ab, mit dem Austreten des Süsswassers in fester Form, immer con-

centrirter und kälter. Solche Concentration ist für die Beurtheilung der Eisbildung auf dem See im Grossen unberücksichtigt zu lassen, da die relative Menge des Eises, das entsteht, in der Natur eine verschwindend geringe ist. Dies aber kann vorkommen, dass etwas Salz in der Eisdecke eingeschlossen wird, dann nämlich, wenn längs der Ufer eine Eisschicht bis zum Boden hinab reicht, oder wenn die Gestalt seichten Bodens die Circulation des Wassers in der Tiefe beschränkt. Schon in einem Gefässe von $\frac{1}{4}$ Liter war die obere Eisdecke, die entstand, ganz salzfrei; wenn aber in ganz kleinem Gefässe Wasser bis zur Eisbildung abgekühlt wurde, fand sich allerdings in den ersten Schichten etwas Salz im Eise.

Bei dem viel stärkeren Salzgehalte der Meereswasser tritt die Ausscheidung des reinen Wassers durch Gefrieren nicht so rasch ein. Nach Experimenten von Dr. Walker, sich trinkbares Wasser zu verschaffen, worüber Mac Clintok in „Seereise der Fox“ berichtet, war die erste Eislage, die man erhielt, noch stark salzig. Diese auf's neue geschmolzen und dem Gefrieren ausgesetzt, lieferte schon Eis mit bedeutend weniger Salz; die nächste Wiederholung gleichen Verfahrens gab trinkbares Wasser, aus diesem erst schied das nochmalige Gefrierenlassen salzfreies Wasser ab.

Zur Bestimmung der Contraction des Wassers bis in die Nähe des Gefrierpunktes wurde zu Pangkóng das Voluminometer in ein Wasserbad gesetzt, das durch allmähliche Beimischung von Eis und schliesslich etwas Salz langsam fortschreitende Abkühlung erhielt. Es zeigte sich ein stetiges Zusammenziehen, ohne Eintreten eines merkbar oberhalb des Gefrierpunktes liegenden Dichtigkeitsmaximums; die Abkühlung wurde dabei bis -0.1° C. fortgesetzt. Noch stärkere Abkühlung hätte bei etwa zu rascher Wirkung Zersprengen des Gefässes durch Eintreten von Eisbildung befürchten lassen. (Deshalb auch war der Gefrierpunkt zuerst bestimmt worden.)

Reine Kochsalzlösungen zeigten im Voluminometer etwas länger noch ein Dichtigkeitsmaximum vor dem Gefrierpunkte als jene Wasser von gleichem specifischen Gewichte, in denen Auflösung von Kalk und Magnesia-Salzen das Vorherrschende ist.

Spätere Untersuchung des Dichtigkeitsmaximums von Wasser aus

Alpenseen, sowie der Temperaturvertheilung in verschiedenen Tiefen derselben — vorgelegt 1867 in der Februarsitzung der Münchener Akademie der Wissenschaften — haben mir ergeben, dass schon bei Temperaturverhältnissen wie in den Voralpen die Temperatur des Wassers so lange nach unten abnimmt, bis bei genügender Tiefe jene Temperatur erreicht ist, mit welcher zugleich für das Wasser der untersten Schichten, seinem etwas vermehrten Salzgehalte entsprechend, das Dichtigkeitsmaximum zusammenfällt. Es macht dies sehr wahrscheinlich, dass auch am Tsomognalarí die untersten Schichten das ganze Jahr hindurch eine nur wenig von dem Gefrierpunkte dieses Wassers abweichende Temperatur haben, und es ist dies um so leichter möglich, da die Bodentemperatur in solchen Höhen, wie nach den oben erwähnten Quellen zu schliessen, ohnehin eine so niedere ist. Die Temperatur der Quellen im Gebiete der Seen der Voralpen ist dagegen bei 1900 bis 2000 Fuss Höhe 9.1 bis 8.2° C.

Verglichen mit der Menge von fixen Bestandtheilen in Quellen, Flüssen und in Seen mit Zu- und Abfluss ist jene des Tsomognalarí eine sehr grosse zu nennen; gering ist sie gegenüber den Salzen der meisten Meere. Ich werde auch auf die Salzbestimmungen der Meereswasser hier näher eingehen; die allgemeinen topographischen Daten unserer Seefahrten, zugleich mit den Angaben über die Temperatur der Meere, ist schon früher besprochen worden.³¹⁾

Das Wasser der gewöhnlichen Quellen enthält in 1000 Gewichtstheilen 0.25 bis 0.5 Theile, also im Kilogramm $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Gramm unorganischer Bestandtheile aufgelöst.³²⁾ Im allgemeinen ist die Quantität der Lösung in Quellen, die krystallinischem oder thonigem Gestein entströmen, geringer als bei jenen in kalkhaltigem Boden. In den Alpen sind die meisten der Kalke, die vorkommen, etwas löslicher als jene in Tibet, und die Quellen enthalten eine grössere Menge unorganischer

31) „Reisen“ Bd. I, S. 7—36.

Sehr interessante Vergleiche für einzelne Gebiete zeigen die neuesten Untersuchungen von Herrn Professor Dr. v. Gorup-Besanez: „Ueber dolomitische Quellen des Frankenjura. Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät zu Erlangen. 7. Juni 1871.

32) Als wichtige allgemeine Werke über diesen Gegenstand sind vor allem zu nennen: Prof. Ditterich, „Klinische Balneologie“ Band I, 1861, und Prof. Ludwig, „Die natürlichen Wasser in ihren chemischen Beziehungen zu Luft und Gesteinen“, 1862.

Bestandtheile, wenn nicht mit der Höhe Temperaturerniedrigung die Auflösung überwiegend beschränkt. Als eine an aufgelösten Salzen mehr als mittelstarke Quelle hatten wir die Quelle der Drau bei Innichen zu beobachten Gelegenheit gehabt; ihr Gehalt an Salzen ist 0.681 in 1000 Theilen; Höhe 4474 engl. Fuss, Temperatur der Quelle 5.3° C. In der Isarquelle am Haller Anger, obwohl petrographisch ähnlich gelegen, fanden wir nur 0.288 feste Bestandtheile; hier zeigt sich bei 6103 Fuss Höhe mit der niedrigeren Temperatur des Wassers, 3.4° C., auch viel geringerer Salzgehalt.

Flüsse haben weniger Salze als Quellen, und die relative Menge der aufgelösten unorganischen Bestandtheile mindert sich in denselben mit der Entfernung vom Quellengebiete, da den Flüssen stetig auch Wasser zuströmt, das nicht so lange mit den Bodenschichten in Berührung war als das viel langsamer austretende Quellwasser. Als ganz verschieden von den gewöhnlichen Quellen und Flüssen sind noch die Gletscherwasser anzuführen. Diese haben bei starker Trübung einen sehr geringen Gehalt aufgelöster Bestandtheile. Sie behalten ihren Charakter oft noch auf grosse Entfernung von den Gletscherenden. An der Austrittsstelle selbst sind gewöhnlich noch gar keine gelösten Salze im Wasser zu finden; dass solche auch weiter thalabwärts in Gletscherflüssen so langsam sich mehren, ist vor allem bedingt durch die relative Grösse ihrer Wassermenge gegenüber den seitlichen Zuflüssen; auch durch niederere Temperatur, welche unter sonst gleichen Umständen die Lösung verzögert.

Diese Verhältnisse, ¹⁾ über die wir schon früher aus den Alpen zu berichten hatten, sind die gleichen im ganzen Hochasien; abweichend von dem Charakter der Flüsse in Enropa ist die bedeutende Verminderung des Salzgehaltes verbunden mit Vermehrung von Suspensionen in den Himálaya-Flüssen während der Regenzeit; des letzteren Umstandes werde ich noch bei der Besprechung der Durchsichtigkeit zu erwähnen haben.

Die Süsswasserseen mit Zu- und Abfluss haben bei entsprechender Grösse und Tiefe gewöhnlich an ihrer Oberfläche einen Salzgehalt, der

34) „Untersuchungen in den Alpen“ Bd. I, S. 149

nur wenig von jenem des einströmenden Flusswassers sich unterscheidet, während in der Tiefe etwas grössere Salzanhäufung sich findet. Als Beispiel unter den Alpenseen sei der Chiemsee erwähnt; bei meinen Untersuchungen daselbst über die Temperaturvertheilung benützte ich nochmals die Senkapparate mit conischen Klappen, die wir zur See und in Indien angewandt hatten, um Wasser aus der Tiefe emporzuholen. Im Wasser von der Oberfläche fand ich eine Salzmenge von 0.17 in 1000 Theilen, in jenem am Grunde aber von 0.30; im Mittel also etwa $\frac{1}{60}$ des Salzgehaltes des Tsomognalari. Die Quellen in den Umgebungen des Chiemsees haben gewöhnlich 0.26 bis 0.43 Theile in 1000.

Ausnahmsweise kommen in allen Zonen der Erde, und im Meeresniveau sowie in bedeutenden Höhen, Quellen mit sehr grosser Menge unorganischer Bestandtheile vor. Solche heissen Mineralquellen.

Eine ganz bestimmte Begrenzung dieser Bezeichnung lässt sich nicht feststellen.

Zu den am meisten charakteristischen Eigenschaften der Mineralquellen gehört, dass die gewöhnliche Menge der aufgelösten Salze überschritten ist, und dass in starken Mineralquellen fast immer die Salze, die man findet, von jenen, welche das Quellwasser sonst enthält, auch sehr verschieden sind. Auslaugen organischer Stoffe kommt vor, ist aber verhältnissmässig selten. Bei den Thermen ist unabhängig vom Salzgehalte noch ihre hohe Temperatur, häufig auch die Entwicklung verschiedener Gasarten, von Bedeutung für die Art ihrer Entstehung sowohl, als für die Anwendung derselben als Heilmittel.

Mineralquellen mittlerer Stärke haben in 1000 Theilen 1 bis 5 Theile unorganischer Salze aufgelöst. Solche, wie zu Marienbad der Kreuzbrunnen mit 8.97 und der Ferdinandsbrunnen mit 10.29 stehen selbst unter Glaubersalzwassern vereinzelt. In den Bitterwassern, in denen die schwefelsaure Magnesia vorherrscht, zeigt sich aber eine neue Gruppe mit noch viel grösserem Gehalte an Salzen. Die stärkste dieser Quellen, die man bisher in Europa gefunden hat, ist Biemensdorf in der Schweiz, Höhe 5100 engl. Fuss; sie enthält in 1000 Theilen nach Bolley (1842) 31.1 Theile Salz; das bekannte Bitterwasser von Seidschütz in Böhmen hat nach Berzelius 23.26.

Doch bei weitem die grösste Menge von Salzen zeigt sich in jenen

Fällen, in welchen unter den aufgelösten Salzen Chlornatrium, das Kochsalz, das vorherrschende ist. In diese Gruppe gehören die Meereswasser und die Kochsalzquellen, aber nicht die tibetischen Salzseen; bei diesen ist der Salzgehalt nur quantitativ aber nicht qualitativ von jenem der gewöhnlichen Quellen verschieden; sie zeigen eine vorherrschende Menge von Kalksalzen, denen in ihrer relativen Menge Magnesia- und Eisenverbindungen sich anschliessen. Einzelne Kochsalzquellen haben eine 6 bis 7 mal grössere Salzmenge als das Meerwasser im Mittel. So hat die Edelquelle zu Reichenhall, von Prof. A. Buchner (1848) analysirt, im Kilogramm 233.79 Gramm fester Bestandtheile, wovon 224.35 Kochsalz sind. Etwas stärker noch sind die Quellen zu Hall in Tyrol, zu Dürrheim und Clemenshall in Baden und am stärksten unter den mir bekannten der Bernhardsbrunnen zu Salzungen, der 267.22 Gramm im Kilogramm enthält, davon 260.7 reines Kochsalz. Das Maximum von Kochsalz, was sich in Wasser von 12° C. auflösen kann, ist nach den neuesten Untersuchungen von Fehling 359 in 1000 Theilen Wasser.

Kochsalzquellen mögen an einzelnen Stellen auch in Tibet vorkommen. Jedenfalls sind sie selten. Auf unseren Routen hatten sich solche erst jenseits des Karakorumkammes gezeigt, während wir andere Mineralquellen, warme und kalte, auch in Tibet fanden; meist etwas schwefelwasserstoffhaltig und mit vorherrschendem Absatze von Kalk und Eisenoxydhydrat. Nicht selten bildeten die Ablagerungen an der Ausflussstelle mächtige Hügel; wegen ihrer Glätte und wegen der zweifelhaften Dicke der festen Schicht am Rande des Wassers, konnten solche nur mit Vorsicht begangen werden.

Unter den Meereswassern sind als ähnlich dem Tsomognalarí in der Grösse des Salzgehaltes das Mittel der in den einzelnen Theilen sehr ungleich salzigen Ostsee ferner das Schwarze und das Azow'sche Meer zu nennen. Das Schwarze Meer hat 17.06 in 1000 Theilen; das Azow'sche nördlich davon, durch die Strasse von Kertschi mit dem Schwarzen Meere verbunden, hat nur 11.9 in 1000. Im Wasser des Schwarzen Meeres ist der Gehalt an kohlensaurem Kalk als solcher nicht unbedeutend, nämlich 0.36 in 1000; Gehalt an Kochsalz ist hier „für ein Meer“ gering, 14.0; letzterer ist im freien Atlantischen Ocean 30.5.

Im allgemeinen vermindert sich der relative Salzgehalt der Meere mit dem Herannahen gegen die Ufer bei Zuführen von Süßwasser durch die Flüsse; in hohen Breiten trägt auch das Vordringen der Eismassen in einzelnen Lagen viel dazu bei. Am wichtigsten sind aber die so verschiedenartige Gestaltung der Meeresbecken und die zahlreichen grossen Meeresströmungen, die durch die Temperaturvertheilung entstehen; sie bringen im Salzgehalte grosse Unterschiede an der Oberfläche sowohl als in verschiedenen Tiefen selbst bei geringen Entfernungen hervor.

Die Menge der Salze im Meereswasser beträgt meist 35 bis 37.5 in 1000 Theilen, wobei Kochsalz im Mittel $\frac{3}{4}$ des ganzen Salzgehaltes ausmacht.

Von den Beobachtungen während unserer Seereise nach Indien sind die Zahlenangaben in unsern „Official-Reports“ enthalten.³³⁾ Die Fortsetzung derselben während verschiedener Küstenfahrten und während der Rückreise werde ich, wie oben erwähnt, in den „Results“ allgemein zusammenstellen. Hier sei Folgendes zur Vergleichung angeführt.

Für specifisches Gewicht und Salzgehalt an der Oberfläche erhielten wir, auf 17.5° C. reducirt, die nachstehenden Werthe:

Im Atlantischen Ocean ist das specifische Gewicht 1.0275 bis 1.0283, und zwar auf dem Wege von Southampton nach Gibraltar; die Salzmenge in 1000 Theilen ist im Mittel 36.65. Für die centrale Region des Oceans zwischen Europa und Amerika hat mir Baron von Bibra 35.7 als die Menge des Salzgehaltes, die er fand, mitgetheilt.

Im Mittelländischen Meere ist das specifische Gewicht 1.0282 bis 1.0306, wobei vom Eintritte durch die Strasse von Gibraltar bis zu 2 Grad nördlich vom Hafen zu Alexandria das specifische Gewicht stetig zunimmt; Salzmenge nahe der Mitte 40.7 in 1000.

Im Rothen Meere ist in halber Länge zwischen Suez und Aden das specifische Gewicht 1.0300 bis 1.0311. Eine locale Salzanhäufung durch Verdunstung — an einer Stelle, wo weder Zufluss vom Lande noch regelmässige Meeresströmung die durch Verdunstung verlorene Wassermenge genügend ersetzen — findet sich im Golf von Suez, wo wir das specifische Gewicht = 1.0393 erhielten.

33) Report I, S. 8—16.

Von der Mitte des Rothen Meeres gegen die Meerenge bei Áden nimmt der Salzgehalt des Meerwassers wieder etwas ab, und das specifische Gewicht liegt, wie wir es später auch im Arabischen Meere und im Indischen Ocean fanden, zwischen 1.0278 und 1.0286.

Für locale Fragen ist auch das nicht reducirte specifische Gewicht zu berücksichtigen.

So zeigt sich bekanntlich in einigen Mineralquellen, dass stark salzhaltiges Wasser, wegen seiner constant hohen Temperatur in der Tiefe, das ganze Jahr hindurch bis an die Oberfläche sprudelnd ansteigt. In analoger Weise, aber mit entgegengesetztem Effecte kann es vorkommen, dass von zwei Meeresströmen, die gegen einander sich bewegen, der weniger salzhaltige doch der obere sein kann, wenn er zugleich bis zu entsprechendem Grade der kühler ist. Einen ganz unerwarteten recht deutlichen Fall dieser Art hatten wir in der Meer- von Gibraltar gefunden durch Anwendung von Senkapparaten zum Schöpfen aus verschiedener Tiefe und von Thermometern, welche, weil wenig empfindlich gemacht, die Temperatur in der Tiefe noch nach dem Aufwinden zeigen. Dort hatte sich nämlich ergeben, dass nicht nur vom atlantischen Ocean ein Strom in das mittelländische Meer einströmt, sondern dass auch unterhalb desselben ein Strom, obwohl er der wärmere ist, aus dem mittelländischen Meere ausströmt.³⁴⁾ Da vorher nur der obere bekannt war, glaubte man, der ganzen Menge permanent einströmenden Wassers müsse durch die Verdunstung allein das Gleichgewicht gehalten werden, während nun sich zeigte, dass auch das unten ausströmende Wasser nicht unbedeutend daran betheiligt ist.

Im Rothen Meere waren wir beide Male durch jenen Theil der Strasse von Bab-el-Mándebeh gefahren, welcher östlich von der Périn- Insel liegt; dieser ist 140 bis 170 Fuss tief. Mit Anwendung derselben Apparate wie in der Meerenge von Gibraltar bot sich bis hinab zum Grunde Wasser gleich jenem, das den Golf von Áden ausfüllt und als einströmendes Wasser an der Oberfläche des Rothen Meeres ziemlich weit einwärts noch an der Temperatur und dem specifischen Gewichte sich erkennen liess. Im westlichen grösseren Arme der Strasse lässt

34) „Reisen“ Bd. I, S. 8.

sich, etwa analog wie wir bei Gibraltar gefunden, eine untere compensirende Strömung in entgegengesetzter Richtung erwarten, da es hiess, auch dort fülle die ganze Breite an der Oberfläche ein in das Rothe Meer eintretender Strom. Bestimmte Daten konnte ich nicht erhalten. Jedenfalls ist hier die Bewegung überhaupt eine sehr schwache. Wie ich von Seeleuten erfuhr, wird bisweilen zwischen Juni und August, in der Zeit des Südwestmonsuns, ein Ausströmen bemerkbar, das bis an die Oberfläche reicht, und auch in der kleinen Strasse sich fühlbar macht. —

Die Grösse des Unterschiedes in der Durchsichtigkeit oder Diaphaneität der Gewässer war mir zuerst während der Bootfahrt von Bengalen nach Assám recht lebhaft aufgefallen, und veranlasste mich, einen Apparat zur Bestimmung der Durchsichtigkeit zu construiren, zu dessen Anwendung für meine Brüder sowohl als für mich noch vielfache Gelegenheit sich geboten hat. Die Beschränkung der Durchsichtigkeit ist zu prüfen auf Salze und Suspensionen, welche je nach Stromgebiet und Jahreszeit theils als constante, theils als veränderliche Bedingungen auftreten. Da früher numerische Bestimmungen nicht vorlagen, zeigten sich sehr bald, nachdem sich ein einfaches und doch hinlänglich präzises Verfahren gefunden hatte, Daten, die nicht nur für die Hydrographie, sondern auch für manche der geologischen Verhältnisse der gegenwärtigen Periode von Interesse sind.

Als Diaphanometer wählte ich flache Cylinder aus weissem Marmor. Ich fand in Calcutta ohne Schwierigkeit carrarischen Marmor und sah unerwartet viel; er wird ja für die Grabmäler der christlichen Kirchhöfe importirt in einem den Europäern so gefährlichen Klima.

Für Beobachtungen in Wasser mit geringer Durchsichtigkeit genügt eine Kreisfläche von 8 bis 10 Zoll Durchmesser, gewöhnlich aber wandte ich Cylinder an, welche Kreisflächen von $2\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser boten. Die Höhe des Cylinders, am besten z. B. $\frac{3}{4}$ Fuss bei den grossen, bedingt die Spannung der auf die Kreisfläche rechtwinklig gestellten Schnur.

Da die Durchsichtigkeit des Wassers in allen Fällen eine so ungleich geringere ist als jene der nebelfreien Luft, ist es leicht zu vermeiden, dass der „Gesichtswinkel“ oder die Entfernung des Gegenstandes vom

Auge, bei den Beobachtungen mit einem solchen Diaphanometer von Einfluss werde. Schon eine Scheibe von nur $\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser verschwindet mir in der Luft, auch wenn wohl beschattet, an klaren Tagen erst bei 1000 bis 1100 Fuss Entfernung, während bei der Beurtheilung der Durchsichtigkeit des Wassers Tiefen grösser als 80 Fuss wohl niemals vorkommen werden. Eine Täuschung anderer Art könnte entstehen, wenn man während des Hinablassens das Verschwinden beobachtet; Reiz des Auges verzögert etwas die Anulirung des einmal empfangenen Bildes, und für die Dauer der Nachwirkung des Bildes sind die Augen der einzelnen Menschen unter sich sehr verschieden, weit mehr als „für den Eindruck, den das Wiedererscheinen des Bildes hervorbringt“, nachdem der Stein vorher durch zu tiefes Hinablassen verschwunden ist, und beim Herausziehen erst wieder sichtbar wird. Selbst dies ist bei letzterem Verfahren einer Schärfung der Beobachtung günstig, dass die gegenseitige Stellung des Steines und des Fahrzeuges, das auf dem Wasser schwimmt, mit grösster Wahrscheinlichkeit sich verändert; der Stein wird dadurch beim Herausziehen an einer neuen Stelle sichtbar, und eine subjective Täuschung, wenn sie überhaupt bei zu raschem Verfahren noch existirte, müsste sich sogleich durch das Erscheinen von zwei solchen Bildern bemerkbar machen.³⁵⁾

Eine Veränderung der Tiefe von $\frac{1}{2}$ Fuss liess sich stets ganz deutlich als Begrenzung der Sichtbarkeit erkennen, auch wenn der Stein sehr weit hinabgelassen werden musste. Ja, wenn die Oberfläche des Wassers sehr ruhig ist, kann man auch kleinere Differenzen noch unterscheiden. Bei etwas lebhaftem Winde dagegen wirkt der Wellenschlag, auch die etwaige Abweichung der Schnur von der Verticalen durch eine pendelnde Bewegung, bisweilen störend; in Flüssen kann ein etwas stromaufwärts gerichteter Winkel vom Steine gegen die Oberfläche die Durchsichtigkeit scheinbar vergrössern. Letzteres kann dadurch sehr verringert werden, dass man dem Marmor, dessen specifisches Gewicht

35) Details über ähnlich ausgeführte und andere Bestimmungen der Durchsichtigkeit der Luft in Hochasien folgen in „Results“ vol. V; die Beobachtungen, die ich mit Adolph vorher in den Alpen mit einem Diaphonometrometer gemacht hatte, sind gegeben in „Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen“ Band I, S. 435—441.

allerdings nur 2.64 ist, im Centrum seiner unteren Kreisfläche eine starke Bleieinlage giebt.

Zur allgemeinen Vergleichung wurden aus den Beobachtungen an den verschiedenen Orten nur solche gewählt, die bei unbewölkter Stellung der Sonne und zugleich in den Stunden zwischen 10 Uhr Vormittags und 3 Uhr Nachmittags gemacht wurden.

Physikalisch genauer liesse eine Bestimmung sich denken, bei welcher nicht die Grenze zwischen Sichtbarkeit und Verschwinden das zu beobachtende Element wäre, sondern bei welcher zum Beispiel auf der Oberfläche des Wassers ein bemaltes Holz schwämme, und die weisse Scheibe nur so tief hinabgelassen würde, bis sie mit diesem Holze gleiche Helligkeit habe. Ich hatte dies nicht unversucht gelassen, habe aber sogleich bemerkt, dass dann die Beleuchtung ausserhalb des Wassers durch seitlich reflectirtes Licht bei gleichem Sonnenstande eine so variable ist, dass sich ein directer Vergleich nicht vornehmen liess. Dazu kommt, dass man jedenfalls die Schwimmer der Farbe wegen sehr oft wechseln müsste, da die Farbe des Wassers eine sehr verschiedene sein kann, und da das genaue Beurtheilen der Helligkeit zweier Gegenstände für das Auge auch davon abhängt, dass sie von gleicher Farbe sind. Parallel gestellte Röhren — eine mit destillirtem, die andere mit dem zu untersuchenden Wasser aufgefüllt, bis bei gleicher Oeffnung für den Lichtzugang am vorderen unteren Ende beide Räume gleich hell erscheinen — sind günstiger; aber sie liessen sich bei Trübung durch Suspensionen, wenn die festen Körper relativ gross sind, nicht anwenden, da diese dann bei ruhigem Wasser entweder an den Wänden adhären und aus dem Gesichtsfelde verschwinden oder sich etwas senken und so den Eintritt des Lichtes verändern.

Salze, die im festen Zustande weiss sind und die sich als Krystalle durchsichtig oder durchscheinend zeigen, werden, wenn aufgelöst, für Licht so permeabel, dass sich in der geringen Menge überhaupt, in der sie vorkommen, bei der Anwendung des Diaphanometers über ihren Einfluss auf Durchsichtigkeit nicht urtheilen liess. Es zeigen dies die so wenig sich unterscheidenden „Maxima“ in den besten Lagen der Süsswasserseen und der Meere. Farbige Salze allerdings und organische Extractivstoffe, solche wie sie in Wassern aus eisenhaltigem

Boden oder aus Mooren sich finden, machen bisweilen sehr dunkel. Doch dies sind locale vereinzelte Fälle.

Als die wesentlichste Bedingung des Unterschiedes in der Durchsichtigkeit sind die Suspensionen, die ungelöst schwebenden Körper, zu betrachten. Ausser ihrer Menge ist auch Form, Farbe und Grösse von Einfluss; meist lassen sie sich durch Papierfiltren trennen, und durch Wägung bestimmen; bei gleicher Quantität trüben die Körper weniger, wenn sie relativ gross sind.

Das Auftreten der Suspensionen, sowie Menge und Form derselben, hängt zusammen mit der Lage, mit der Beschaffenheit der Ufer, sowie mit der Bewegung des Wassers durch Strömung, Stürme und durch Ebbe und Fluth.

Unter den Salzseen hatte ich nur Gelegenheit, den Tsomognalari zu untersuchen; es geschah dies mit dem grossen Cylinder, bei der zweiten Fahrt, von Mirak aus. Die Tiefe, in welcher er verschwand, war 40.5 Fuss; bei weitem die grösste, die mir bis dahin vorgekommen war. In Seen die ausser dem Zufluss auch den Ausfluss haben, fand ich die Klarheit niemals diesen Grad erreichen wie hier im Tsomognalari. In Tibet hatte ich nicht Gelegenheit, dies direct zu untersuchen. Die wenigen der Seen mit Ausfluss waren nur sehr kleine und hätten nicht die Wahrscheinlichkeit einer entscheidenden Tiefe gehabt. In Kashmír, wo allein, ausser Tibet und Turkistán, nach der Construction dieses Diaphanometers noch Seen während unserer Reisen vorkamen, hatte der Vúlar-See, den allerdings der ganze Jhilumfluss durchströmt, das Instrument schon bei 2 Fuss 4 Zoll unter Wasser unsichtbar gemacht; in dem schönen See von Srináger, dessen ganzen Boden eine üppige Vegetation ziert, die hier wie unter einer Glasdecke zu Füssen liegt,³⁶⁾ ist nirgend die Tiefe gross genug, um mit der weissen Scheibe Messung vorzunehmen; hier verschwindet ja bei der mittleren Tiefe von 11 bis 12 Fuss nicht einmal das ungleich dunklere Grün der dem Seeboden entsprossenen Pflanzen. In den Alpen Europas aber, wo ich später auch das Diaphanometer beobachtete, liessen sich die Versuche in Masse wiederholen, da die Seen alle genug der grossen

36) „Reisen“ Bd II, S. 410.

Tiefen haben. Aber ungeachtet der landschaftlichen Zierde, die sie dort für die Mittelregionen, sowie für die nördliche und für die südliche Vorstufe bilden, ist doch ihre Durchsichtigkeit meist ungleich geringer, als man erwarten könnte. In der östlichen Schweiz, in Tirol und in den bayerischen Voralpen, die ich untersuchte, fand ich nirgend Seen, die auf mehr als 25 bis 30 Fuss das Diaphanometer erkennen liessen. Zum irländischen Killarney-See, in einer durch schöne Formen wohlbekannten Gebirgsgegend gelegen, kamen wir Mitte September 1857; dort war die entsprechende Tiefe 11 Fuss. Im Lough Neagh bei Antrim-Hall in Irland, wo wir einige Zeit bei Lord Mazarin weilten, war sie nur 7 Fuss.

Die Jahreszeiten und die damit verbundenen Wärmeverhältnisse haben etwas Einfluss auf die periodischen Veränderungen der Durchsichtigkeit in den Seen; zusammenhängend mit der Trübung der Zuflüsse sowohl als mit der Erzeugung aufsteigender Ströme in den Seen, welche dazu beitragen, die Suspensionen schwebend zu erhalten. Am Starnberger-See z. B. fand ich gegen Mitte Juni, nachdem die Trübung durch seitlich zugeflossenes Schneewasser längst aufgehört hatte, die Tiefe in welcher das Diaphanometer verschwand, 27.5 engl. Fuss (Mittags, 19. Juni 1866), bei halber Breite zwischen Feldafing und Ammerland; die Temperatur an der Oberfläche war 17.2° C. Mit der fortschreitenden Erwärmung des Sees wird sein Wasser trüber, und zwar in der Art, dass in einiger Entfernung von den Ufern die Trübung vorzüglich an der Oberfläche sich anhäuft; schon 2 bis 3 Fuss unter der Oberfläche pflegt das Wasser merklich klarer zu werden, wie sich ganz deutlich erkennen liess, wenn durch den Cylinder mit Klappen aus verschiedenen Tiefen Wasser herausgeholt und in Gläsern von hinreichender Grösse, gegen dunklen Hintergrund gestellt, verglichen wurde. Trennung der Suspension durch Filtriren und Bestimmung der Menge durch Wägen hätte nicht genügt, den so geringen „Unterschied“ hervortreten zu lassen.

Die Trübung beginnt längs der Ufer, wo wegen der geringen Tiefe des Wassers bei lebhafter Besonnung viel Wasser zugleich mit Schlammtheilchen des Bodens ansteigt und weit über die Oberfläche sich verbreitet. An den Ufern ist dabei die Trübung am deutlichsten.

Maxima der Durchsichtigkeit im Winter, ehe eine Eisdecke das Licht

beschränkt, sahen Fischer, die ich mit Fortsetzen der Beobachtungen beauftragte, 50 Fuss erreichen. Günstig ist für den Starnberger-See die bedeutende Grösse des Sees im Verhältnisse zum Zuflusse und der Umstand, dass der Zufluss mit wenig Gefäll einströmt.

Der Chiemsee sei hier gleichfalls noch besprochen, da dieser ein Beispiel von einer verhältnissmässig geringen Durchsichtigkeit bietet. Dieser erhält durch seinen Hauptfluss, die Alz, ungleich mehr Suspensionen zugeführt als der Starnberger-See durch die Würm; auch mehrere der kleineren Seitenzuflüsse haben ziemlich viel Gefäll und sind trübe. Die Wassermenge des Ausflusses, welche hier bei äusserst geringer Verdunstung verglichen mit Tibet so wenig nur von der Summe der Zuflüsse sich unterscheidet, erhielt ich durch Messung der Alz am See-Ausflusse (11. Sept. 1866, 7^h 49^m a. m.), wie folgt:

Breite 336 engl. Fuss; Tiefe 3.0 Fuss, mittlere Schnelligkeit in 1 Secunde: 1.25 Fuss; resultirende Wassermenge in 1 Secunde: 1260 engl. Cubic-Fuss.

Die hier vorliegende Wassermenge ist als mittleres Minimum zu betrachten, nach den Angaben meiner Begleiter über die Veränderungen des Wasserstandes. Bei starkem Regen steigt der Ausfluss sehr rasch bis zur doppelten Wassermenge und zwar ohne aus seinem Bette zu treten.

Das Diaphanometer verschwand 11 Uhr Morgens und ferne vom Ufer hinabgelassen (17. Sept. 1866), bei 15.8 engl. Fuss. Im Frühjahr soll, in Folge des Einschwemmens der Zuflüsse, im ganzen oberen Theile des Sees der Boden schon bei wenigen Fuss unter dem Wasser unsichtbar bleiben, während zur Zeit 8 bis 10 Fuss tief helle Stellen derselben zu erkennen waren.

Ueber die Periode des Maximums der Durchsichtigkeit — Spätherbst und Winter vor dem Entstehen der Eisdecke — konnte ich in Hochasien keine näheren Angaben erhalten. Jedenfalls muss auch in den tibetischen Salzseen, bei dem Aufhören fast allen Zuflusses aus den oberen Regionen mit der Abnahme der Temperatur, die Durchsichtigkeit verglichen mit jener im Sommer noch immer etwas vermehrt werden.

Fliessendes Wasser hat bei einer steten, oft lebhaften Bewegung eine ungleich stärkere Menge suspendirter fester Körper als Seen. Bewegung reisst ab und reisst mit fort; aber jene des Flusses allein

würde nicht genügend sein, die Suspensionen in der Menge und Form, wie sie sich zeigen, in das Flussbett zu bringen; diese werden vorzüglich von der Oberfläche oder aus den Lagen seichter Bodenwasser zugeführt, in grösster Menge dann, wenn der Zufluss im Steigen sich befindet. Für Quellen lässt es sich an einer ruhigen, immer gleichen Temperatur und an einer ebenfalls nur geringen Veränderlichkeit der Wassermenge erkennen, wenn sie aus grosser Tiefe kommen; solche sind meist „rein“, nämlich ohne Trübung durch Suspensionen zu zeigen, wenn auch die Menge der gelösten unorganischen Körper in denselben in einzelnen Fällen eine sehr grosse wird.

Die Menge der Suspensionen in Flüssen wird am grössten in den Gebieten tropischer Regenzeit; diese bringt die Maxima hervor. Die Veränderung je nach Jahreszeit ist am deutlichsten im mittleren Theile, eines Stromlaufes. Im unteren Theile, wo die Suspensionen in sehr kleiner Form stets sich häufen, ist der Unterschied zwischen der Trübung bei hohem und jener bei niederem Wasserstande weit geringer; dagegen ist dort die absolute Menge permanent sehr gross. Auch in Europa ist ungeachtet des viel kleineren Stromgebietes und des viel kürzeren Laufes der Flüsse verglichen mit den Hauptströmen Indiens, die Trübung in den unteren Theilen während des ganzen Jahres ziemlich bedeutend, weit geringer allerdings als jene der indischen Flüsse; bei diesen trägt in ihrem unteren Theile noch Ebbe und Fluth sehr viel dazu bei, den Schlamm an allen etwas seichten Stellen, am meisten den Ufern entlang, aufzuwühlen und schwebend zu erhalten.

Das Maximum von Fluss-Trübung hat sich mir im Mätla gezeigt, im „Ost“-Flusse des Gangesdelta. Es ist dies jener Arm des Ganges in den Sänderbans, an welchem der neue Hafenplatz Ellenganj gelegen ist;³⁷⁾ dort war das Diaphanometer am 10. April 1857 bei lebhaftem Sonnenschein schon in einer Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Zoll verschwunden, mitten im Flusse und zur Zeit der Ebbe, die etwas weniger trübt, als die stromaufwärts eindringende Fluth.

Ungeachtet der so bedeutend verminderten Durchsichtigkeit hatte sich die Quantität der suspendirten festen Körper bei directer Be-

37) „Reisen“ Bd. I, S. 229.

stimmung durch Filtriren und Wägen selbst hier als eine sehr geringe gezeigt gegenüber der Quantität der gelösten Salze, die durch Eindampfen des filtrirten Wassers erhalten wurden. Das Gewicht der Suspensionen war 0.21 auf 1000 Theile des filtrirten Wassers, das Gewicht der Salze war 24.8 auf 1000 Theile; die Suspension also — stärker als in den meisten der Gletscherbäche — war doch wenig über $\frac{1}{5000}$ des Gesamtgewichtes und kleiner als $\frac{1}{100}$ des Gehaltes an aufgelösten Salzen des hier brakischen Flusswassers. Bei der Fluth wird auch der Salzgehalt durch das Eintreten von Meereswasser etwas grösser und kann durch Sturm oder Springfluth momentan fast jenem im angrenzenden nördlichen Theile der Bai von Bengalen gleich werden.

Aus grösseren Tiefen des Mätla, die mit dem Diaphanometer nicht mehr untersucht werden konnten, verschaffte ich mir, zur vergleichenden Bestimmung der Menge der Suspensionen, Wasser mit dem Klappen-Cylinder zum Schöpfen. In einzelnen Lagen ergab sich die Suspensionsmenge um mehr als die Hälfte vermehrt, während in den Seen in eigenthümlicher Weise die Suspensionen eine kleine Anhäufung an der Oberfläche zeigen.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen Tiefen eines Flusses würde noch bedeutender und constanter sein, wenn nicht jede Krümmung im Flusse und jede locale Verminderung der Tiefe veranlasste, dass aus den unteren Schichten die Suspensionen emporgewirbelt werden.

An die grossen Flüsse in tropischer und subtropischer Lage reihen sich, was Menge der Suspensionen betrifft, unmittelbar die Ausflüsse aus den Gletschern. Bei diesen ist es die Reibung des Eises an seiner Unterlage, welche dem Schmelzwasser, das in zahllosen kleinen Zweigen unter dem Eise fortströmt, die festen Theilchen bietet. Da aber die Grösse derselben jene der Suspensionen im niedrigeren Laufe der Flüsse im Mittel übertrifft, ist die Menge, die das Wasser bewegt, hier eine geringere; auch die Durchsichtigkeit wird im Verhältnisse zum Gewicht der Suspensionen etwas weniger beschränkt. In 1000 Theilen Gletscherwassers, an der Austrittsstelle selbst, ist uns nicht über 0.15 an Suspensionen vorgekommen.

Zur Charakteristik des mittleren Zustandes indischer Flüsse in jenen Monaten, auf welche die so ungleichen Anschwellungen während

der Regenzeit nicht mehr direct einwirken, in der sich also die Flüsse unter sich und mit europäischen am besten vergleichen lassen, sei noch Folgendes aus dem Detail unserer Beobachtungen angeführt; es zeigt sich selbst für jene Monate eine noch immer sehr bedeutende Trübung.

Im Ganges bei Allahabád, ein wenig oberhalb des Eintrittes der Jámna, Höhe 272 Fuss, 5. April 1856, verschwand das Diaphanometer bei 15.2 Zoll Tiefe. Im Brahmapútra in Assám ergab sich in der kühlen Jahreszeit 1855—56 die Tiefe des Verschwindens meist = 18 bis 24 Zoll. Auch im Delta sind die grossen Zweige des Ganges, etwas weniger durchsichtig als jene des Brahmapútra, in den Hauptarmen des Ganges war die Tiefe des Verschwindens meist 10 Zoll bis 1 Fuss; in der Mégna, da wo sie sich vom Brahmapútra abzweigt, war die entsprechende Tiefe (21. Febr. 1856) sogar 4 Fuss 2.7 Zoll.

Von Flüssen in der westlichen Hälfte Indiens sind zum Vergleiche der Indus und der Sätlej zu nennen.

Im Indus ergab sich als entsprechende Tiefe bei Átak, Höhe über dem Meere 1049 Fuss, nach Adolph's Beobachtung, 2 Fuss 9 Zoll (16. Dec. 1856). Weiter stromabwärts, bei Sákker, Höhe 353 Fuss, nach Beobachtung von Robert, liess sich nur bis 2 $\frac{1}{2}$ Zoll hinabsehen (3. Febr. 1857). Im Sätlej fand ich, am 12. Januar 1857, das Verschwinden zu Filúr (gegenüber von Ludhiána, 893 Fuss hoch) bei 8.2 Zoll; bei der Vángtu-Brücke, Höhe 4932 Fuss, war es 5.2 Zoll. Dort war zur Zeit der Beobachtung, 6. Juni 1856, schon die für den westlichen Himálaya charakteristische „kleine Regenzeit“ vorhergegangen; die regelmässige, auch weit stärkere Regenzeit beginnt dort im letzten Drittel des Juni.

Im Rheine bei Lorch, um auch eines europäischen Flusses zu erwähnen, erhielt ich im Beginn des Sommers, 3. Juni 1863, eine entsprechende Tiefe von 1 Fuss 3 Zoll.

In den verschiedenen Meereswassern, welche wir zu untersuchen Gelegenheit hatten, war die Durchsichtigkeit eine sehr ungleiche und zwar nicht einfach von der Entfernung vom Ufer abhängig, obwohl die Nähe der Ufer, auch ohne dass grössere Flüsse dabei einmünden,

38) Reisen Bd. II, S. 397 u. 457; „Results“ vol. IV p. 489, etc.

die Suspensionen meist vermehrt. Häfen aber, wenn sonst begünstigt, z. B. durch niedere Ebbe und Fluth, durch lange Perioden geringer Windesstärke u. s. w., haben nicht selten Wasser von der grössten Durchsichtigkeit, die überhaupt vorkömmt; die geringe Bewegung des Wassers in denselben ist dabei das Wichtigste.

So war im Hafen von Corfù (6. Juni 1857) das Diaphanometer bei 51 Fuss erst verschwunden. Als Meeresgebiet grosser Durchsichtigkeit in den westlichen Tropen ist der Golf von Mexico zu nennen. Im Hafen von Vera Cruz z. B. kann man den dunkeln Anker bei 40 bis 45 Fuss Tiefe noch auf dem hellen Grunde sehen; an den Bahamabänken nördlich von Cuba, wie jüngst Capt. Probst aus Bremen mir mittheilte, kam ihm solches bei 70 Fuss Tiefe noch vor.

Da eine geringe absolute Menge von Suspension eine für das Auge merkliche Trübung hervorbringen kann, geschieht es, dass man in Meeresbecken da wo grosse Flüsse münden, z. B. längs des oben-erwähnten Gangesdelta, 8 bis 10 englische Meilen weit vom Ufer ihre Suspensionen im Meereswasser noch bei solchen Messungen erkennt.

Die mittlere Tiefe, welche für das Verschwinden des Diaphanometers in der tropischen und den gemässigten Zonen angenommen werden kann, scheint 20 bis 30 Fuss zu sein; so hatte ich bei Trinkomali im indischen Ocean (30. April 1857) 26' 8", im Hafen von Aden (13. Mai 1857) 27' 3" erhalten; später bei Brighton (wo wir nach der Rückkehr zugleich einige Experimente über das Verschwinden verschiedener Farben anstellten), war die entsprechende Tiefe für das weisse Diaphanometer (22. August 1857) 21 Fuss; im Nordcanal, zwischen Schottland und Irland 25 Fuss (10. September 1857).

Bedeutend geringer ist die Durchsichtigkeit, wo Land nicht sehr ferne, nach vorhergegangenen Stürmen. Die Trübung hält oft Tage lange an. Unter solchen Umständen war die Grenze der Sichtbarkeit an der Küste von Madrás (28. April 1857) 12' 3" Tiefe, nahe an Suez (20. Mai 1857) 11' 11" und im Hafen von Alexandria (2. Juni 1857) 10' 0".

Die Farbe untersuchte ich sowohl mit einem dreiseitigen Glasprisma als mit den Steinen, die als Diaphanometer dienten.

Das Glasprisma wird am besten ziemlich gross gewählt, z. B. mit

einem gleichseitigen Dreiecke von 2 Zoll Seite als Basis und einer Höhe ebenfalls von 2 Zoll; es bietet sich so zur Beobachtung 4 Quadratzoll Fläche, was bei der geringen Tiefe, die nöthig ist, ganz genügt. Das Prisma wird unter die Oberfläche des Wassers gehalten und so gedreht, dass es dem Beobachter die intensivste, die deutlichste Farbe zeigt.

Die Stellung, die das Prisma dabei erhält, ist nämlich jene, in welcher das Licht, das der Oberfläche des Wassers parallel auf das Prisma fällt, nach oben reflectirt wird. Die Benützung des Prismas hat den Vortheil, dass sich dasselbe auch in seichten Wassern anwenden lässt.³⁹⁾

Noch einfacher ist das Verfahren, die Färbung zu beobachten, welche der weisse Diaphanometerstein beim Hinabsinken annimmt. Die Farbe selbst ist die gleiche, wie jene, die sich bei der Benützung des Prismas ergibt, aber am weissen Marmor beobachtet,* kann die Farbe zu blass sich zeigen, wenn das Diaphanometer bei ungenügender Tiefe des Wassers nicht hinreichend gesenkt werden kann; die Intensität der Farbe ist die grössere bei Beobachtung mit dem Prisma, dagegen zeigt dieses genau beurtheilt nur die Farbe der Wasserschicht in jener Tiefe, in der das Prisma sich befindet, während der weisse Cylinder das Mittel der ganzen über ihm stehenden Schicht ergibt.

Wo immer Gelegenheit sich bot, wandte ich beide Verfahren zum Vergleichen an; häufig konnte aber nur das Glasprisma allein benützt werden, da dieses auch in jenen Fällen sich einsetzen liess, in welchen das Wasser im allgemeinen seicht war oder an Stellen, wo Boote oder Flösse fehlten, um vom Ufer sich zu entfernen. — Ohne physikalische Apparate beurtheilt, ist die Farbe auf Seen am deutlichsten bei einem etwa 1 Fuss hohen Wellenschlage.

Die Seen, die Süsswasserseen sowie die Salzseen sind, wenn etwas gross, theils blau, theils grün. In den kleineren kommt Roth vor, dann meist mit geringer Durchsichtigkeit des Wassers und mit mehr als mittlerer Trübung durch Suspensionen zusammenfallend.

Das Wasser des Tomognalarí zeigte sich in einiger Entfernung

39) Ich hatte desshalb das Prisma schon bei dem Srinäger-See „Reisen“, Band II, S. 411, zu erwähnen.

vom Ufer, schon an Stellen von 20 bis 30 Fuss Tiefe, ganz blau, sowohl wenn vertical auf das Diaphanometer hinabgesehen wurde, als bei Anwendung des Prismas. Nahe dem Ufer zeigte nur das Prisma das Blau deutlich, wenn so gedreht, dass es die Strahlen von der Mitte des Sees her bekam; die weisse Platte war hier, vertical angesehen, entschieden grün.

Ganz ähnlich war es am Tsomoríri, aber die Nüance des Blau selbst ist dort eine etwas andere, nämlich heller und mit einem Stich in das Violette.

Die Farbe der grösseren unter den Alpenseen ist meist grünlich und diese Farbe ist die gleiche auch in der Mitte, an den tiefsten Stellen. In Irland fand ich den grossen Lough Neagh bei Antrim grünlich mit rother Nüance. Der Killarney-See im südwestlichen Irland hatte unter allen Seen, die mir vorkamen, in seiner Farbe von Roth am meisten.

In Verbindung mit den Erscheinungen ungewöhnlicher Reinheit und Lebhaftigkeit der Farbe bei durchfallendem Lichte zeigte sich bei all den grösseren Salzseen auch ein sehr schönes Farbenspiel an ihrer Oberfläche in Reflexen. Dies trug nicht wenig dazu bei, ihre Wirkung als Theil des landschaftlichen Bildes zu erhöhen.

Der Tsomoríri war derjenige, dessen Lage — in einem ziemlich weiten, von Norden nach Süden gerichteten Thale — dabei am günstigsten war. Es genüge, die Einzelheiten für diesen zusammenzustellen.

In den Stunden der Morgenkühle bei glatter Oberfläche spiegelten sich Wolken sehr glänzend; wenn der Standpunkt des Beobachters tief genug, sah man die Reflexe¹⁾ der Bergkämme, aber diese, wegen des niederen Winkels, mit unruhigen Contouren.

Etwas vor 8^{1/2} a. m. beginnt am Tsomoríri im Sommer und Herbst meist ein Hauch, ähnlich einem „Gletscherwinde“. Bei der nord-südlichen Richtung der Längenachse des Sees strömt dann die Luft mit ziemlicher Lebhaftigkeit über den ganzen See hinweg dem südlichen

40) Mangel an Reflexen oder ganz vereinzelte unbestimmte Formen derselben, selbst bei unbewegter Luft und vollkommen ruhig sich zeigender Oberfläche, hatte ich bei jenen „scheinbaren Seen“, welche die Wüstenhitze hervorbringt, als des vor allem wichtigen Unterscheidungsmerkmals zu erwähnen. „Reisen“ Band I, S. 23.

Ende zu, weil hier über einer breiten Sandfläche der aufsteigende Luftstrom nun merkbar begonnen hat. Sobald dieser Thalwind eintritt, sieht man plötzlich, inselartig über die Fläche vertheilt, dunklere Stellen, die in violetter Farbe perlmutterartig glänzen. (Am Tsomognalari, als ich Gelegenheit hatte, Sondirungen vorzunehmen, fand ich, dass solche Stellen Orte von geringerer Tiefe waren.) Dieser Thalwind des Morgens währt nur wenige Stunden; sowohl die Erwärmung der Abhänge als auch, häufiger noch, das Eintreten allgemeineren stärkeren Windes unterbricht ihn. Auch solcher bedingte noch deutliche und zwar constante Unterschiede der Färbung zwischen einzelnen Theilen der Seeoberfläche; aber die vorherrschende Farbe war dann lebhaft blau und die inselartigen seichten Stellen traten als hellgrüne hervor; bei noch höherem Wellengange war die Oberfläche gleichmässig blau, und alle lokalen Unterschiede verschwanden.

In den Alpenseen hatte ich so bestimmtes Farbenspiel nie gesehen. Bei dem späteren Besuche der Alpenseen fand ich es am günstigsten, Oelskizzen der Seeoberflächen, nur auf Farbe und Vertheilung derselben bezogen, zu machen, und diese Skizzen dann vergleichend zusammenzustellen. Es ergab sich dabei, dass unter sonst ähnlichen Umständen, z. B. in Betreff der Seebodengestaltung und der relativen Höhe der Umgebung, mit der Durchsichtigkeit des Wassers die Farbeneffekte an der Oberfläche rasch zunehmen.

Die Farben der Flüsse sind unter sich viel verschiedener als jene der Seen. In Gebirgsströmen, vor allem bei so starkem Gefälle wie meist in Hochasien, hat die relative Menge von Suspensionen grossen Einfluss; Roth als integrierender Theil der Farbe kommt dann sehr viel vor; doch findet sich ähnliches Roth als Flussfarbe auch nicht selten bis weit hinab in die Ebene, und steigert sich aufs neue in den Deltas. Im Mátla z. B. in Bengalen war Roth das Vorherrschende. Die Hauptarme des Ganges aber sah ich Ende Februar (1856) an vielen Stellen entschieden gelblich.

In Europa ist gelbliche Farbe wohl am allgemeinsten in Spanien, wie mein Bruder Eduard mir berichtete, der nach Rückkehr vom Feldzuge in Marokko Spanien bereiste. Der Ebro, der Tajo, der Guadalquivir, sie alle haben in ihrem unteren Laufe deutlich diese Farbe.

Grüne Farbe des Wassers ist in Kalkgebirgen die häufigste, in jenen der Alpen sowohl als in sedimentären Kalken älterer geologischer Perioden.

Der Rhein, den ich bei Lorch auch auf die Farbe untersuchte, war grünlich mit rother Nüance.

Die Farbe in den Meeren liegt zwischen Blau und Grün und zeigt sich an einigen Stellen auch wechselnd. Auf offener See ist Blau in mittleren Breiten das Gewöhnlichere, aber in seiner Farbennüance, in seiner Klarheit, auch in seiner Helligkeit nach der Lage und nach der Jahreszeit verschieden. In hohen Breiten ist Grün das Häufigere; es kann zwar blaue Farbe vorkommen, aber das Grün ist vorherrschend. Noch allgemeiner ist das Grün längs der Ufer. So fand ich es z. B. bei Suez sowohl als auch bei Belfast, am Giants Causeway, im Norden von Irland.