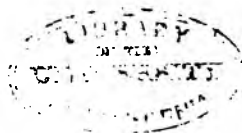


Sitzungsberichte
der
mathematisch - physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu **München.**

Band VIII. Jahrgang 1878.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1878.

~
In Commission bei G. Franz.

Herr Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski
hält einen Vortrag:

„Ueber das Auftreten von Bor-Verbindungen in Tibet.“

Inhalt:

Allgemeine Verhältnisse; die Beschränkung der Quellen im centralen und im nördlichen Hochasien; die Mineralquellen und Thermen.

I. Der Boraxbezug aus Tibet.

Borsäure und Borax. — Daten über die Fundstätten im östlichen Tibet; (Bul Tso, ein „Soda-See“). — Unsere Beobachtungen im westlichen Tibet. — Der Borax im Handelsverkehre. — Die Benennungen.

II. Die Borax-Bodendecke und die Thermen von Púga.

Die topographische Lage. — Die Gesteine an den Quellen und im weiteren Umkreise. — Die Gestaltung des Púga-Thales. — Der abgelagerte feste Borax. Mittlere Dicke; die Prominenzen; die Pfuhe. Ausdehnung. — Landschaftliches Bild. — Isolierte Pfuhe. — Die Beschaffenheit der Masse, chemisch und physikalisch. — Aeltere Salzseeform des Beckens. — Die Temperatur-Verhältnisse der Thermen. — Locale thermische Modificationen der Flora und der Fauna. Der Luftdruck; die Beschaffenheit absorbirter Gase im Wasser grosser Höhen. —

Früherer Besuch, von Thomson und von Cunningham.

(Die Höhen sind in englischen Fuss gegeben; 1000 engl. F. = 304.79 Meter = 938.3 par. F. — Die Transscription ist durchgeführt wie bisher von mir, in Text und in Karten; hier sei nur in Kürze erwähnt: ch = tsch im Deutschen; h = hörbare Aspiration, aber Khan = Chan im Deutschen; j = dsch; sh = sch; v = w; z = weiches s. Vocal mit ʋ = unbestimmt tönend; mit ˜ = nasal. Auf jedem mehrsilbigen Worte ist der Hauptton angegeben.)

Allgemeine Verhältnisse.

Im tibetischen Hochasien, auch bis in die Nähe der Mittelstufen des nördlichen Künlün-Abhanges in Ost-Turkistán, ist die Zahl der Quellen, die zu Tage treten, und die Wassermenge, welche sie liefern, verhältnissmässig sehr gering. Selbst grosse Flächen, zumeist im Norden der Karakorúm-Kette, sind entweder ganz wasserleer oder unterscheiden sich hydrographisch von tief liegenden Wüsten nur dadurch, dass isolirter Abfluss aus Gletschern oder aus den Höhen, die noch über die Schneegrenze sich erheben, während der wärmeren Monate des Jahres periodisch sie durchzieht.

Bedingt ist diese Seltenheit der Quellen durch die geringe Menge atmosphärischen Niederschlages und durch die bedeutende Verdunstung, ehe das Grundwasser in den Mulden oder, bei genügender relativer Erhebung und bei günstiger Schichtenstellung des Gesteines, am unteren Rande von Abhängen sich ansammeln kann. Vermehrend wirkt auf die Verdunstung schon die starke Insolation des Bodens; noch grösser ist der Einfluss der extremen Trockenheit der Luft in diesen Gebieten, wo überdiess der Luftdruck, vielfach selbst längs der Thalsohlen, ein sehr geringer ist. Nach den directen Beobachtungen in Hochasien, die in unserem englischen Reisewerke in Vol. II „Hypsometry“ zusammengestellt sind, hatte sich für Luftdruck von 14·96 engl. Zoll oder 380·0 Millim, „von halber Atmosphäre“, Mittelwerth der Höhe von 18,600 bis 18,800 engl. Fuss ergeben.

Unter den constanten, noch wasserreich zu nennenden Quellen, obwohl unabhängig von Firnwasser, war die höchstgelegene, die von uns in Tibet aufgefunden wurde, jene am Lagerplatze Murgái in Núbra. Sie tritt zu Tage bei 16,382 engl. F.; der Barometerstand war 16·630 engl. Zoll (am 6. Aug. 1856).

Als Maximum der Höhengrenze der Quellen für ganz Hochasien wird 16,500 bis 17,000 Fuss anzunehmen sein, mit Einschluss zugleich isolirter Fälle höchsten Vorkommens in besonders günstigen Lagen und mit geringerer Wassermenge. Die Quelle zu Murgái zeigte sich dort zusammenfallend mit der Strauchgrenze; gleiche Coincidenz gilt auch für die übrigen Theile des centralen und nördlichen Hochasien, weil in den etwas feuchteren Gebieten, wo die Vegetation begünstigt ist, die Quellenhöhen ebenfalls die grösseren sind. Dagegen wird auf der Südseite des Himálaya, wo die directe Besonnung durch die Wolkenbildung so sehr beschränkt ist und wo die Niederschlagsmenge auch in Regenform so hoch ansteigt, bei 15,200 Fuss für die Strauchgrenze, das Auftreten der obersten Quellen, fast um 2000 F., das Höhere. Diese Differenz würde, den klimatischen Verhältnissen entsprechend, eine noch grössere werden, wenn nicht in jenen Regionen schon durch das Vorherrschen steiler Gebirgsform die Entstehung der Quellen erschwert wäre.

In den Alpen steigt die Höhengrenze des Auftretens von Quellen, wie wir früher in den „Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen“ zu erläutern hatten, zu 9000 bis 9600 engl. F. hinan (Band I, S. 243). Die Strauchgrenze, für welche in den Alpen 8000 Fuss Höhe sich ergibt, wird dabei von den Quellen stets um mehr als 1000 Fuss überschritten.

Topographisch zeigt sich schon in den Alpen für die Quellen, verschieden darin von den kleineren europäischen Gebirgen, eine verhältnissmässig grosse Depression unter die mittlere Gipfel- und Kamm-Höhe, welche über 2000 engl. F. beträgt. In Hochasien wird für das ganze Gebiet, ungeachtet des flachen Ansteigens der centralen Theile, der Abstand der obersten Quellen von der Kamm- und Gipfel-Gestaltung noch ungleich grösser. Veranlasst ist dieses hier

vor Allem durch die viel geringere Dichtigkeit der Luft; es ist mit Ausnahme der Hochregionen der Südseite des Himaláya die absolute Menge atmosphärischer Feuchtigkeit überall sehr bedeutend vermindert.

In trockenem Klima im Allgemeinen sowie in grossen Höhen vermehrt sich, durch Zunahme der Verdunstung des Bodenwassers, relativ die Menge gelöster Salze, welche Quellen mit sich führen. Aber in den meisten Gebieten Hochasiens ist an sich durch die geologische Formation mit Auftreten krystallinischer, schwer löslicher Gesteine der Salzgehalt der Süsswasserquellen sehr beschränkt; und es ist derselbe in Tibet und in Turkistán selbst für die Hauptströme der grossen Thäler weniger gesteigert als die Verdunstung allein es erwarten liesse — deshalb, weil in den meisten Lagen der grösseren Erhebung wegen die Wärme als fördernde Bedingung der Lösung von Bodensalzen eine bedeutend geminderte ist.

Mineralquellen, und Thermen — Quellen die sich durch Menge und meist auch Qualität des Salzgehaltes oder durch ihre Temperaturverhältnisse als anomal unterscheiden — hatten sich gleichfalls in Hochasien zur Beobachtung geboten. Entsprechend ihrem Auftreten in hohen Breiten ist dasselbe auch aus den Hochgebirgen durch niedere Lufttemperatur als solche nicht ausgeschlossen; doch zeigt es sich stets geologisch local bedingt und enge begrenzt.

In Hochasien sind die meisten der in Europa bekannten Erscheinungen dabei vertreten, und zwar in ziemlich ähnlicher relativer Häufigkeit ungeachtet des grossen Unterschiedes der Bodenerhebung. Die höchst gelegenen heissen Quellen, die wir fanden, waren jene der Mineralquellen-Gruppe in der Nähe des Salzsees Kiúk Kiöl, im Karakásh-Thale in Ost-Turkistán; Höhe 15,010 engl. F.

I.

Der Boraxbezug aus Tibet.

Als eine an sich ungewöhnliche Erscheinung ist für Hochasien, und zwar für Tibet, das Auftreten von Bor-Verbindungen hervorzuheben. Ueberdiess zeigen sie sich dort deutlicher als in Europa, und sind auf mehrere, in der Oberfläche-Gestaltung ganz getrennte „Localitäten“ vertheilt. Sie bieten sich unter so eigenthümlichen topographischen und physikalischen Erscheinungen, dass durch ihre Lagerstätten schon seit langer Zeit die Bewohner auf diese Naturproducte selbst und auf die Benützung derselben aufmerksam geworden sind.

Ich werde versuchen, allgemein zusammenfassend die jetzt vorliegenden Daten über die Bor-Verbindungen zu geben, obgleich über das Auftreten derselben directe Beobachtungen durch Europäer nur in den westlichen Theilen Hochasiens bisher gemacht wurden.

Im östlichen Tibet ist das Vorkommen von Bor-Verbindungen quantitativ das grössere; es reichen vereinzelte Nachrichten von Europäern über dieselben als Gegenstand des Handelsverkehrs ziemlich weit zurück, doch sind diese nur indirecte Daten, meist nach den Mittheilungen der Indier. Auch die von uns während der Reisen gesammelten Angaben beschränkten sich für Ost-Tibet auf die Erläuterungen, die wir über Borax von eingebornen Handelsleuten erhalten konnten; in Sikkim und in Bhután war es mir wenigstens möglich mit tibetischen Caravanenführern selbst, durch Hindostáni-Dolmetscher, in jenen Bazárs mich zu besprechen.

Was aus Tibet ausgeführt wird, ist zweifach borsaures Natron, der Borax ($B_4 O_7 Na_2 + 10 aq$), der aber zum Theil erst künstlich dort hergestellt wird.

Es wird nämlich an einer der Bezugsstätten zur Herstellung von Borax das borsäure-haltige Wasser eines von
[1878. 4. Math-phys. Cl.]

heissen Quellen gebildeten kleinen Sees benützt. Dort wird der Borax hergestellt durch Mischung dieses Wassers mit Boden-Efflorescenzen, die vorzugsweise aus kohlensaurem Natron oder Soda bestehen.

Das Auftreten von Soda, als Bodensalz, ist in Tibet ziemlich häufig und in einzelnen Lagen sehr ausgedehnt; die Ausscheidung an der Bodenoberfläche herrscht vor in kalter trockener Jahreszeit, und an jenem borsäure-haltigen See soll ungeachtet bedeutender Höhe seiner Lage die Production des Borax nur im Winter vorgenommen werden; das beizumischende Bodensalz, das ohnehin nicht aus reiner Soda besteht, wird nur sehr unvollständig von adhärirender erdiger Masse getrennt, und es ist desshalb das Borax-Product, das aus jener Localität geliefert wird, sehr unrein. Erste Mittheilung darüber, aber in sehr unvollkommener Weise, hat d. d. August 1786, ein Brief von William Blane aus Läknaú nach Europa gebracht¹⁾.

An den andern Fundstätten in Tibet wird überall Borax gesammelt, der schon als natürliches Erzeugniss sich bietet.

Localitäten desselben im östlichen Tibet wurden angegeben in einem fast gleichzeitigen Berichte aus der Missions-Anstalt in Pátna, abgesandt im September 1786²⁾. Als die eine Lage, 25 Tagmärsche westlich von Lása, wird darin das Mármie-Gebiet genannt; als eine zweite, 10 Tagmärsche noch weiter im Gebirge, nennt der Bericht das Tápe-*Thal*; eine dritte Stelle, deren Position nicht näher bezeichnet ist, heisst darin Chóga. Mit Bestimmtheit wird vom Auftreten des Borax als natürliches Erzeugniss ge-

1) „Some Particulars relative to the Production of Borax.“ Phil. Transactions, 1787. S. 297—300.

2) „A letter from the Father Prefect of the Mission in Thibet, Joseph da Rovato, containing some Observations relative to Borax.“ Phil. Transactions, 1787. S. 301—304. (Dieser Brief ist, in der Sprache des Originals, italienisch dort gegeben.)

sprochen, und es wird dasselbe als Ausscheidung festen Salzes in wassererfüllten Pfuhlen beschrieben.

Ueber einen See des östlichen Tibet, an dessen Ufern Borax in festen Schichten abgelagert ist, findet sich Mittheilung von Saunders im Werke von Turner (London 1800³⁾; Saunders hatte die politische Mission als der Beobachter für naturwissenschaftliche Gegenstände nach Bhután und nach Tashilhünpo in Tibet im Jahre 1783 begleitet. Das Boraxlager selbst hatte Saunders nicht gesehen. Er schätzt die Lage desselben 15 Tagmärsche von Tashilhünpo entfernt, gegen Norden. Jedenfalls liegt demnach dieser See viel östlicher und bedeutend weiter abwärts im Stromgebiete des Dihóng, als die Fundstätten, welche in den beiden vorhergehenden Mittheilungen besprochen sind. (Als „Namen“ für diesen See habe ich Ma-pin-mu Thsa-le angegeben erhalten; das 2. Wort ist jetzt erläutert, S. 474).

„Dieser See“, wie Saunders sagt, „hat 20 engl. Meilen „Umfang und hat weder Zufluss noch Abfluss eines Baches. „Er wird von Wasser von Salzquellen gefüllt und bleibt „doch immerfort gleich gross; dabei wird der Borax von den „Uferändern gesammelt, aus der Tiefe wird in den mittleren „Theilen festes Kochsalz heraufgeholt.“

Dass der Borax schon am Ufer fest sich ansetzt, ist ohnehin bei der geringen Löslichkeit des Salzes und bei stets isolirtem Auftreten einzelner Boraxquellen das Wahrscheinlichste. Ueberdiess ist nach dem, was bis jetzt vorliegt, für Boraxquellen stets sehr hohe Temperatur an ihrer Austrittsstelle anzunehmen, was gleichfalls das Ansetzen festen Salzes bei Abkühlung beschleunigt. Die Temperaturverhältnisse sind jedoch von Saunders ganz unerwähnt gelassen.

Auch dass in jener regenarmen Gegend die Wassermenge des Sees stets nahezu die gleiche bleibt, hat nicht

3) Turner, „An Account of an Embassy to the court of the Teshoo Lama in Tibet“; Bericht von Saunders S. 406.

die Unwahrscheinlichkeit zufälliger Coincidenz, sondern lässt sich aus gewisser Combination von Wasser und Bodengestaltung sehr wohl erklären. Ist die Wassermenge der Quellen gering aber gross genug, um dem Eintrocknen des Sees zu widerstehen, so kann in einem so flachen Becken, wo bei geringer Vermehrung oder Verminderung der sich ansammelnden Wassermenge die Oberfläche, welche wasserbedeckt ist und ausdunstet, so bedeutend sich ändert, innerhalb enger Grenzen das angesammelte Wasservolumen das gleiche bleiben.

Dass Kochsalz mehr als etwa spurenweise in der Tiefe sich ansetzt, kann nur eintreten, wenn gleichzeitig Sättigung der Lösung vorliegt; weil Salz aus der Tiefe heraufgeholt wird, lässt sich schliessen, bei der Unvollkommenheit der Werkzeuge jener Gebirgsvölker und bei ihrer Entbehrung selbst grosser Holzgeräthe, dass die Tiefe wenigstens nicht sehr bedeutend ist. Geringe Dimensionen überhaupt machen allein das Ansetzen festen Salzes in gesättigter Lösung wahrscheinlich; es würde diess dann sehr wohl mit den Formen anderer Kochsalzquellen sich vergleichen lassen, die wir in Ost-Turkistán in kleinen Pfuhlen austreten sahen. Da Saunders den See nicht selbst besuchte, ist ohnehin bei der steten Neigung wenig cultivirter Menschen, alles Ungewöhnliche in seinen Eigenschaften und in seinen Formen bedeutend zu überschätzen, sehr wohl anzunehmen, dass die Angaben der Eingebornen über die Grösse des Sees übertrieben waren, oder dass vielleicht innerhalb der ihm gegebenen Fläche „von 20 Meilen Umfang“ nicht 1 grosses, sondern mehrere solch kleinerer Salzwasserbecken sich zeigen würden.

In den Nachrichten, die während der letzten Jahre eingetroffen sind, ist für das östliche Tibet noch ein anderer See als Borax-See bezeichnet worden, der gleichfalls hier zu besprechen ist; er befindet sich in jener grossen östlichen Gabelung des Hauptkammes des Karakorúm-Gebirges, die

nördlich von Tashilhünpo und von Lása liegt. Bekannt waren für diese Erhebungs-Stufe seit längerer Zeit schon, vor allem ihrer Grösse wegen, der See Nam Tso oder Túngri Nur und der See Námur Tso; der erstere galt als der grösste See in Tibet, was durch das Eintreffen directer Beobachtungen jetzt bestätigt worden ist.

Die neuen Mittheilungen wurden kürzlich über jenes Gebiet durch Nain Singh⁴⁾ geliefert, einen der Eingebornen, welche gegenwärtig von Indien aus zu Beobachtungen in den Hochgebirgen verwendet werden.

Der betreffende See heisst Bul Tso. Er liegt dem Túngri Nur ziemlich nahe, etwas nördlich von der mittleren Thallinie jenes Hochlandes und etwas höher noch als der Túngri Nur, für welchen 15,500 Fuss als vorläufiges Ergebniss der Beobachtungen Nain Singh's anzunehmen ist.

4) Nain Singh aus Mílum in Kámáon war in den Jahren 1855 bis 1857 von uns in Dienst genommen worden und wurde dann von Oberst Montgomerie als Native Assistant für die Indische Landesaufnahme (Great Trigonometrical Survey) engagirt. Nain Singh hat auch in seiner neuen Verwendung gut sich bewährt und hat dort sehr bald Gelegenheit erhalten, selbstständig zu reisen. Erläutert von mir in „Bericht über Anlage des Herbariums.“ Denkschr. der II. Cl. d. k. b. Ak. d. Wiss., Band XII, S. 165. Details über die Reise Nain Singh's und der anderen in ähnlicher Weise entsandten Pándits sind von Oberst Montgomerie officiell publicirt.

Seiner Abstammung nach ist Nain Singh einer der Bhot-Rajpúts, die sich als Misch-Raçe, aber mit Beihalten des turanischen Characters in ihrer Sprache, auf die indische Seite der centralen Theile der Himálaya-Kette vorschieben. In den meisten der östlicher liegenden Theile des Himálaya-Gebirges ist aber auch die reine Raçe der Bhots oder Tibeteter auf die indische südliche Seite vorgedrungen. In Bhután und in Sikkim, sowie in den nördlichen Hochstufen Nepáls noch, ist die Bhot-Bevölkerung reiner Raçe die zahlreichste.

Die Verhältnisse zu Mílum sind besprochen in „Reisen in Indien und Hochasien“, Bd. II, S. 332.

In Dr. Ganzenmüller's⁵⁾ sorgfältiger und möglichst vollständig durchgeführter Bearbeitung der bis jetzt vorliegenden Bereisungen und Beschreibungen Tibets, die mich veranlasst hatte, auf seinen Wunsch eine allgemeine vergleichende Zusammenstellung dem Buche beizufügen, ist der Auffindung dieses Sees durch Nain Singh sowie der von ihm durch die Tibeter erhaltenen Angaben gleichfalls schon erwähnt (S. 52), wie folgt:

„Benannt ist der See nach dem Bul oder Borax, der daraus gewonnen wird. Er ist etwa 6 Meilen lang und 5 Meilen breit. Er konnte vom Pándit Nain Singh von einer erstiegenen Höhe übersehen werden.“

Es ist diess die Angabe nach dem Report, den Montgomerie publicirte; aber die Deutung des Wortes „Bul“ ist in demselben entschieden irrig. Bei den Tibetern heisst Bul nicht Borax sondern Soda, speciell die schon oben (S. 466) erwähnte Boden-Efflorescenz, und Nain Singh, dessen Landessprache als Bhot-Rajpút, gleichfalls das Tibetische ist, hat die Verwendung des Salzes, die er sah, keineswegs als dem Begriffe von Soda widersprechend aufgefasst. Denn er fügte gerade über dieses Bul-Salz das noch bei, was eben die allgemeine Benützung der Soda in Tibet ist, ohne dass er darin etwas Ungewöhnliches für das Salz, das hier sich bot, gefunden hätte. Er sagte nemlich über diesen Bul, „dass er in Tibet zu den Nahrungsmitteln gehört, indem er von den Eingebornen als eine Würze des Fleisches, des Thees sowie zum Waschen der Kleider u. dgl. verwendet wird, und dass er in grossen Quantitäten von den Händlern weggeführt wird.“

Im westlichen Tibet wurde uns das Auftreten von Borax nur bekannt für eine Region, für das Púga-Thal

5) „Tíbet nach den Resultaten geographischer Forschungen früherer und neuester Zeit.“ Stuttgart, Levy und Müller, 1878.

in Rúpchu, einer Provinz Ladáks. Im Jahre 1856 hatte mich meine Bereisung der tibetischen Salzseen⁶⁾ mehrmals in die Nähe geführt, wodurch zugleich die allgemeinen topographischen und geologischen Verhältnisse der Umgebung mir bekannt wurden.

Mein Lager im Juni 1856 hatte ich zu Ráldang aufgeschlagen; es war diese Haltestelle in geringer Entfernung nordöstlich von Púga und doch etwas günstiger für die Lastthiere, auf einer Seitenstufe des linken Indus-Ufers gelegen. Als Höhe für das Lager ergab sich, nach correspondirenden Beobachtungen zu Símla und zu Mássúri berechnet⁷⁾, 14,272 F.; für das Niveau des Indus, am unteren Ende zugleich des Ráldang-Thales, erhielt ich 13,858 F.

Mein Bruder Adolph fand Gelegenheit 1857 vor seinem Aufbrechen nach Turkistán an das obere Ende des Boraxbodens zu gehen. Er machte seine Untersuchungen in der ersten Woche des Juni, und es liegt mir ausser seinem Manuscripte eine landschaftliche Aufnahme (Aquarell Gen. Nr. 727) vor.

Ich werde diesen Gegenstand etwas leichter getönt, mit 2 bis 3 Tonplatten, wie die Salzseen, in den landschaftlichen Bildern des Atlas zum nächsten Bande der „Results“ geben. (Vol. V. Meteorology, Part II.)

Die Bedingungen grosser Trockenheit auf allen das Boraxlager umgebenden Gehängen sind in den klimatischen Verhältnissen für jene Gebiete sehr charakteristisch.

(Die Besprechung des Auftretens des Borax zu Púga ist hier als getrennt gehaltener Abschnitt angereicht. Die un-

6) Bericht darüber gab ich in „Untersuchungen über die Salzseen im westlichen Tibet und in Turkistán. I Theil: Rúpchu und Pangkóng.“ Denkschr. der II. Cl. der k. b. Ak. der Wiss., Band XI, S. 115–190.

7) „Results of a scientific Mission to India and High Asia.“ Leipzig: F. A. Brockhaus; London: Trübner and Co., Vol. II, p. 442.

gewöhnlichen Erscheinungen der Wasser- und Boden-Verhältnisse, auf welche dabei eingegangen werden kann, dürften bei der Mächtigkeit des Auftretens von Borax zu Púga Anhaltspunkte zur Beurtheilung der meisten unbestimmter gehaltenen Angaben über Einzelheiten an anderen Lagerstätten bieten.)

Der Borax im Handelsverkehr kömmt aus dem östlichen Tibet meist über Bhután und Assám nach dem Süden; zum Theil wird er über Nepál nach Indien gebracht. Die Stücke, die ich in Kathmándu sah, zeigten eisenhaltigen Thon, Gyps, auch etwas Schwefel eingeschlossen. Häufig ist die Masse etwas fettig, weil man vor dem Transporte Oel oder Fett zusetzt, um sie, wie man mir sagte, gegen zu starkes Zerfallen zu schützen. (Hygroskopisch aber ist die Substanz nicht, Zerfliessen also wäre nicht zu befürchten, so lange sie gegen Regen gesichert ist).

Aus dem westlichen Tibet geht der Weg des Transportes, ohne das nördlich von der Fundstätte gelegene Le zu berühren, direct gegen Südwesten nach der Hauptverkehrslinie zwischen Tibet und Lahól, und auf dieser nach dem westlichen Indien.

Aehnlich wie zum Getreidehandel werden dabei im Hochgebirge von den Tibetern meist Schaafte benützt, welche, mit 2 seitlich hängenden Säcken, bis gegen 40 Pfund schwer beladen werden.

Die Reinigung von erdiger Masse und von fremden Salzen wird erst in Indien, und zwar nach dem Verkaufe im Grossen vorgenommen. Es genügt, in heissem Wasser zu lösen, die festen Theile, die sich zu Boden senken, durch Umgiessen der Flüssigkeit von dieser zu trennen und deren Erkaltung eintreten zu lassen, wobei sich bedeutende Menge des reinen Borax aus der Mutterlange krystallinisch ausscheidet.

Seine allgemeinste Anwendung findet Borax bekanntlich als Schmelzmittel, in Indien gleichfalls; er verändert zwar

nicht unmittelbar die Schmelzbarkeit der Metalle, aber er begünstigt die Behandlung derselben dadurch, dass er die störende Einwirkung von Oxydkrusten entfernt, indem er mit diesen eine leichtflüssige glasartige Verbindung bildet.

In Indien wird noch der Borax in wässriger Lösung benützt, um jene Incrustationen auf Zweigen zu erweichen, welche Gummilack und die rothe „Lakh-“ (oder Lack-) Farbe liefern; es sind diess zellenartig angesetzte Secretionen der Schildlaus-Species *Coccus lacca*, welche auf sehr verschiedenen tropischen Bäumen vorkommen.

Früher wurde ungeachtet der grossen Entfernung Borax fast ausschliesslich aus Tibet über Indien in Europa eingeführt. In Indien selbst ist ein Vorkommen desselben nicht bekannt; auch in Europa kömmt Borax in Natur nirgends vor, aber seit der Production fester gereinigter Borsäure⁸⁾ aus heissen Gasströmen im Toskanischen, die am Fundorte selbst sogleich zur Bereitung von Borax benützt wird, hat die Einfuhr viâ Indien aufgehört⁹⁾.

8) Die Borsäure wird speciell zu Porcellan- und Glasbereitung (in Europa) gebraucht. Eine eigenthümliche Verwendung im Kleinen hat sich für Borsäure bei uns zur Präparation des Doctes von Stearinkerzen ergeben. Wird solcher Docht in Lösung von Borsäure getaucht, und zwar in sehr verdünnte nur, so bildet die Borsäure mit der Asche des Doctes beim Verbrennen leicht flüssiges Salz, dessen Volumen so gering ist und dessen Entstehung so vollkommenes Verbrennen des Kohlenstoffes möglich macht, dass bekanntlich bei solchen Kerzen kein Abschneiden restirenden Doctes nöthig ist.

9) Ueber Bor und das Vorkommen von Borverbindungen im Allgemeinen sowie über die chemischen Verhältnisse desselben sind unter den neuen grösseren Werken besonders anzuführen:

„Muspratt's Theor., pract. und analytische Chemie; frei bearbeitet von Bruno Kerl und F. Stohmann“, sowie „Liebig's Neues Handwörterbuch der Chemie, bearbeitet und redigirt von Dr. Hermann von Fehling.“ Das Muspratt'sche Handbuch enthält in seiner neuen Auflage den Artikel „Bor“ in Bd. I, von 1874, S. 1477—1510; das Liebig'sche Wörterbuch in Bd. II, von 1875, Artikel „Bor“ S. 141—146, und „borsaure Salze“ S. 161—168.

Die gewöhnliche Benennung des Borax in Hindostáni ist Sohágā (sanskrit); auch Tíkar und Tánkar (persisch¹⁰), sowie Bórak (arabisch), unser „Tinkal“ und „Borax“, hört man in Indien; „Tinkal“, obwohl jetzt wenig gebraucht, war früher in Verbindung mit der Einfuhr aus Indien das allgemeinere Wort, im Deutschen und Englischen sowie in den romanischen Sprachen; bisweilen wurde es zum Unterschiede von „Borax“ vorzüglich auf die noch nicht gereinigte Masse beschränkt.

In Tibet¹¹) wird für Borax Thsa-le gebraucht, in den Kathmándu-Bazárs wurde er mir Chaláraya benannt. Im chinesischen Handel heisst Borax Pong-cha.

II.

Die Borax-Bodendecke und die Thermen von Púga.

In Rúpchu findet sich der Borax als fester Körper, in mächtiger Ausscheidung aus zahlreichen Thermen, zu Déra Púga, bei 33° 12' nördlicher Breite, 78° 25' östlicher Länge von Greenwich; 15,310 F. ist die mittlere Höhe der Quellen¹²).

Schon diese Lage würde permanentes Bewohntsein mit

10) In Persien soll gleichfalls Borax gesammelt werden; Einfuhr nach Indien fand zur Zeit nicht statt, auch nicht in den Hafen von Bombay, wo in so vielen anderen Gegenständen der Verkehr mit Persien sehr lebhaft ist. (Boraxgruben in Südamerika gibt es zu Vinqinta).

11) Wie mein Bruder Emil, nach den betreffenden in tibetischen Lettern geschriebenen Wörtern als Fachmann mir noch angab, ist lautlich thsa = Salz, aber in thsa-le fehlt das diakritische Zeichen, welches für Salz dem thsa zur Unterscheidung vom gleich geschriebenen Worte für heiss beigezeichnet wird; die Anwendung solcher Zeichen ist im Tibetischen selten.

12) Die Höhe des Lagerungsplatzes unterhalb der Thermen ist, nach Cunningham, 15,264 Fuss. „Results“, Vol. II, S. 442.

aller Vorsicht nahezu unmöglich machen¹³⁾; auch als Sommeraufenthalt von Hirten werden, wegen des rauhen und trockenen Klimas, weder dieser Punkt noch die unmittelbaren Umgebungen desselben gewählt. Dessenungeachtet wurde $\triangle$ Púga¹⁴⁾ früher jedes Jahr im Sommer einige Monate von Carawanen bezogen, und es sind dort wie bei einem Sommerdorfe rohe Gebäude zum Schutze während solchen Aufenthaltes, allerdings nur Wälle und Mauern ohne Bedachung, aufgerichtet.

Seit die Ausfuhr des Borax von Indien nach Europa, wenigstens in irgend nennenswerther Menge, aufgehört hat, hat auch der Besuch von $\triangle$ Púga sich rasch vermindert; es fanden sich dort zur Zeit unserer Bereisung selbst die ganz einfachen Steinconstructions schlecht unterhalten und meist zerfallen.

Das Púga-Thal, in dem die Quellen zu Tage treten, ist ein Seitenthal des Ráldang-Flusses, in den es links etwas ober $\triangle$ Ráldang mündet.

Obwohl diese Quellen nach vielen Richtungen hin von Salzseen umgeben sind, zeigen sie sich in ihrem Auftreten dessenungeachtet ganz isolirt davon. Gegen etwaige unterirdische Verbindung des Boraxlagers mit jenen Seen spricht

13) Nur von Déra Thök Jálung in den Goldfeldern von Central-Tibet, das überdiess noch bedeutend höher liegt, bei 16,330 Fuss, ist bis jetzt bekannt geworden, dass es einigemale in [den letzten Jahren auch während des Winters bezogen blieb. (Unter den jetzt „ständig bewohnten Orten“ hatten sich uns als die höchsten für Tibet und damit für die Erde im Allgemeinen isolirte buddhistische Klöster gezeigt; als Maximum solch hoher Lage ergab sich jene des Láma-Sitzes Hánle in Ladák, mit 15,117 Fuss. „Results“, Vol. II S. 477).

14) „ $\triangle$ “ ist hier, ebenso wie auf unseren Karten, als Signatur für „Déra“ gewählt, mit der Bedeutung einer als Haltestelle und Lagerplatz benützten Localität, ohne Verbindung mit regelmässiger Bodencultur oder mit Viehzucht in grösserer Ausdehnung, wie bei dem eigentlichen „Sommerdorfe.“

sowohl die Form der trennenden Kämme, die von bedeutender Breite ebenso wie von grosser relativer Höhe sind, als auch die ganz verschiedene Qualität des Salzgehaltes dieser Seen, welche als eintrocknende Süsswasserreste zu betrachten sind und unter den gelösten Salzen selbst von Kochsalz theils nur Spuren, theils nur sehr geringe relative Menge enthalten.

Die Entfernung der Púga-Quellen vom Tsomoríri-See beträgt 29 engl. Meilen; jene vom Tsomognalari, mit dem Indus-Flusse dazwischen, etwas über 33 Meilen. Von den kleineren Seen sind als die zunächst gelegenen der Tso Gam zu nennen, 9 engl. Meilen gegen Westen entfernt, und der Tso Gyagár, 18 engl. Meilen gegen S. 54° W.; doch hat schon bei diesen der trennende Kamm breite Basis und mehr als 3000 Fuss relativer Höhe. Ihre Entfernung von den beiden andern, gegen Westen und gegen Westnordwesten liegenden, kleineren Seen beträgt unter ähnlichen Verhältnissen für den Tso Kar an 20, für den Múre Tso etwas mehr als 40 Meilen.

Unter den Gesteinen fanden wir als das dominirende an den Borax-Quellen und in weitem Umkreise derselben krystallinischen metamorphischen Schiefer von blaugrauer Farbe. Westlich schon vom Thag La-Kamme zeigten sich grosse Massen von Diorit, krystallinischem granitartigen Grünstein. Dasselbe wiederholte sich auf der Púga-Seite, und dieser massige körnige Grünstein tritt dort noch viel stärker hervor; im landschaftlichen Charakter der Gegend ist er durch Schuttfelder mit sehr grossen Blöcken bemerkbar.

Weder basaltähnliche noch vulkanische Gesteine, mit welchen locale anomale Bodenwärme sonst am häufigsten sich verbindet, treten zu Tage; man bemerkt auch keine Bodengestaltungen, welche man als Wirkungen von Bewegung heissflüssiger Gesteinsmasse an der Oberfläche, oder in geringer Entfernung davon in der Tiefe, von den Formen der

krystallinischen und sedimentären Gesteine in den andern Theilen des Hochgebirges unterscheiden könnte¹⁵⁾.

Im Schiefer der Abhänge, welche sogleich oberhalb der Quellen folgen und den oberen Rand des Púga-Beckens umgeben, tritt auch Schwefel auf, so massig, dass er von den Eingebornen gebrochen und ausgeführt wird.

An zwei Stellen hatten sich ziemlich grosse natürliche Aushöhlungen gebildet, mit reichlichem Schwefelansatze an den Wänden; diese sind jetzt künstlich noch etwas ausgeschürft.

Sehr verbreitet fand sich das Auftreten von Gyps, welcher theils für sich lagert, theils als Cement in nagelfluhartigen Schichten vorkommt. Gyps wird in Ladák von den Tibetern nirgends benützt, wohl desshalb nicht, weil der hohe Werth des Brennmaterials die Bearbeitung desselben zu kostspielig machen würde. So kommt es, dass er nicht einmal allgemein bekannt ist; die Lámas aber wussten meist davon, und im östlichen Tibet soll er, wie man uns sagte, in den grösseren der priesterlichen Gebäude architektonisch angewendet sein¹⁶⁾.

Dass Gyps sich bietet, würde gerade hier das Vorhandensein von Kochsalz in der Nähe gleichfalls sehr wahrscheinlich gemacht haben. Doch ist Kochsalz, massig auftretend, weder in anstehenden Schichten noch gelöst in Quellen hier oder in den Umgebungen bis jetzt bemerkbar geworden.

15) Ueber die toscanischen Borsäure-Fumarolen liegt eingehende geologische Untersuchung von Prof. Schmidt in Dorpat vor. (Annal. d. Chem. u. Pharm. 98, 271; 102, 190.) Dort findet sich, ganz dem Auftreten des Diorites entsprechend, das Vorkommen von Serpentin, welcher den Kreidekalk der Apenninen durchbricht.

16) In Indien dagegen sahen wir Gyps von den Eingebornen ebenso wenig angewandt als im westlichen Tibet; dort ist er ausgeschlossen durch seine geringe Widerstandsfähigkeit gegen grosse Feuchtigkeit der Luft in heissen Gebieten.

Die Form und der Charakter des Púga-Thales selbst zeigt sich wie folgt:

a) Das Thal zieht sich vom Thag La-Kamme, der es im Südwesten muldenförmig abschliesst, nach dem Ráldang-Thale nahe der Haltestelle herab. Der Kamm, der die obere Begrenzung des Púga-Thales bildet, senkt sich an mehreren Stellen — die, weil die niedersten, auch als Uebergangspunkte benützt werden — zu 16,800 bis 16,500 Fuss ein. Das Gefälle des Thales in diesem seinem „oberen Theile“ ist verhältnissmässig nicht steil, aber das Bett des Baches ist dessenungeachtet, bei nicht sehr bedeutendem Widerstande des Gesteines, schon dort deutlich erodirt. Dieser Strecke entlang fliesst ausschliesslich Süsswasser ab; Richtung nach N.O.

b) Dann tritt der Bach in das weite längliche „Púga-Becken“ ein; dieses ist sehr flach. Hier wird die mittlere Richtung des Baches mit einer Wendung um 90 Grade eine südöstliche, parallel dem Industhale aber mit entgegengesetztem Gefälle. So bleibt es, fast so weit als das Thal seine breite Form hat; nur im unteren Theile des breiten Beckens folgt wieder starke Drehung des Abfliessens.

Die Längenausdehnung des ganzen Beckens, geradlinig auf die äussersten oberen und unteren Grenzen bezogen, beträgt etwas über 4 engl. Meilen. Die Breitenausdehnung, von einer gemessenen Basis aus mit prismatischem Compass bestimmt, fand sich, mit geringer Veränderung an einzelnen Stellen, gleich 1420 bis 1480 engl. Fuss.

Die Wassermenge des Baches ist im oberen Theile klein, dem trockenen Character jener Hochregionen entsprechend. Im flachen Becken aber ist die mittlere Breite 20 Fuss, die Tiefe 2–3 Fuss, und die resultirende Wassermenge ist ungeachtet des langsamen Fliessens eine bedeutend grössere; mehr als ein Drittel des Wasservolumens ist dabei Zufluss aus den Boraxquellen.

c) Im „dritten Theile“ des Thales, vom Púgabecken bis zur Mündung in den Ráldang-Fluss hinab, ist die Richtung des Púgabaches nahezu wieder nordöstlich, parallel mit jener oberhalb des flachen Beckens, und es ist dabei das Gefälle ein für Tibet steiles zu nennen, ebenso wie im unteren Theile des Ráldang-Thales. In Verbindung damit ist in beiden die Erosionsschlucht, diesichgebildet hat, unerwartet tief und enge.

Formen wie diese, nämlich Unterbrechung des Thalllaufes durch breite Becken, in der Richtung des Thales oder divergirend gestellt, sind in Tibet das gewöhnliche; sehr auffallend dagegen, auch durch eigenthümliche Gestaltung der Oberfläche des Bodens, ist das Auftreten des Borax selbst.

Das Thalbecken ist oben eine Strecke weit ohne festes Salz; dann folgt, scharf begrenzt, eine Bedeckung mit Borax welche vom Púga-Bache in gewundener Linie durchzogen wird; am unteren Ende des flachen Beckens, wo jetzt die Mauerwerke des Lagerplatzes stehen, ist ein schmaler Theil der Quere nach wieder frei von dieser Boraxdecke. („Tiza“, eine Verbindung von Bor mit Kalk und Natron, die als Mineral in Südamerika sich findet, scheint hier nicht vorzukommen.)

Die Oberfläche des Borax ist vorherrschend wellenförmig und zeigt dabei geringes aber allgemeines Ansteigen gegen die Mitte der beiden Flächen links und rechts vom Bache. An einigen Stellen sieht man grosse isolirte Prominenzzen, die kegelförmig gestaltet sind.

Diese Formen sind hervorgebracht durch das Austreten der salzablagernden, mehr oder weniger starken Thermen, wovon die meisten ihre Mündung bedeutend verschieben, wenn die Ablagerung eine gewisse mittlere Mächtigkeit erreicht hat; vereinzelt aber, welche stärkeren Zufluss haben, bilden die grösseren Kegel. Einige dieser Kegel erreichen ein Emporragen über die umgebende Salzfläche von 15 bis 20 Fuss; dann wird gerade bei den grossen Kegeln ein

Höhe desselben gewählt, und dieser Punkt liegt dabei so, dass sich die Erhebung auch in ihrer ganzen seitlichen Ausdehnung im Vordergrunde zeigt; die mittlere Neigung ihrer Abhänge ist 20 bis 30 Grad.

Die Hauptmasse des Salzes füllt hier, einem grossen Tieffirne ähnlich, den Thalgrund aus, während die grauen Berge der Umgebungen, in auffallendem Gegensatze, nirgend bis zur Schneegrenze sich erheben.

Im langsam fliessenden Wasser des Baches zeigt sich viel algenartige Vegetationsmasse. Dabei wird es zu einer anderen Eigenthümlichkeit dieses Bildes, dass längs beider Uferränder des Púgabaches, besonders am linken Uferrande grosse Streifen schwarzer Masse sich anlagern, die wie feuchter fester Boden aussehen, doch zum grössten Theile nur vom Wasser getragen werden. In ihrer Form sind sie mit dem Ansätze von Eis am Uferrande während kalter aber schneefreier Jahreszeit zu vergleichen; ihr Farbeffect, in Verbindung mit dem hellen Salze, das hier den Boden seitlich deckt, ist gerade der entgegengesetzte.

Diese stellenweise sehr breiten Anlagerungen sind vegetabilische Masse, aber sie sind, mit Ausnahme vereinzelter und wenig zahlreicher Stämmchen in denselben, nur Reste der Wasservegetation. Das geringe Gefälle des Wassers bedingt, dass viel davon lange haftet, ehe es, nach genügender Zersetzung und Zerkleinerung, vom abfliessenden Wasser entfernt wird.

Das tiefe Blau des Firmamentes, das hier Monate lang ganz wolkenlos und wegen der bedeutenden Höhe des Standpunktes sehr dunkel sich zeigt, trägt gleichfalls viel dazu bei, den eigenthümlichen Eindruck der Landschaft in diesem Theile Hochasiens zu steigern.

Vereinzelte Pfuhle von Borax-Salzwasser, mehr oder weniger mit Abfluss, finden sich noch in den beiden nicht salzbedeckten Theilen des Púga-Beckens; sie kommen

bis gegen anderthalb Meilen entfernt vor, thalaufwärts und thalabwärts von der Hauptmasse.

Sowohl in den unmittelbaren Umgebungen der isolirten Antrittstellen als an vielen anderen Punkten des Púga-Beckens ist der Boden, wenn auch nicht salzhaltig, in auffallender Weise zerfressen und gelockert; schwacher poröser Kalktuff-Boden zeigt sich ebenfalls, ziemlich ausgedehnt.

Die Beschaffenheit der Boraxmasse ist vorzüglich modificirt durch Beimengungen von Schwefel und von Borsäure, die in ziemlich grosser Menge auftreten und an den einzelnen Stellen sehr ungleich vertheilt sind; in kleinerer Menge finden sich darin Kochsalz, Salmiak, schwefelsaure Magnesia, Alaun¹⁸⁾.

Bei den starken Thermen macht sich mit dem Wasserdampfe Austreten von Schwefelwasserstoffgas aus den Mündungen durch intensiven Geruch bemerkbar, auch etwas Borsäure-Gas steigt mit auf, obwohl in geringer Menge nur, wie am Niederschlage von fester Borsäure in den nächsten Umgebungen zu erkennen ist. Letzterer tritt ein, weil überhaupt beim Verdampfen wässeriger Lösung von Borsäure stets verhältnissmässig viel davon mit dem Wasserdampfe flüchtig wird.

Massenhaftes Ausströmen von Borsäure in Gasform, wie aus den Borsäure-Lagunen Toscanas, kömmt hier an keiner Stelle vor, und ist mir auch nicht für die andern Localitäten, aus denen Borax geholt wird, nach Beschreibungen der Bazárleute irgend wahrscheinlich.

18) Auch die Borsäure, wie sie nach der künstlichen Concentration der Lagunen-Flüssigkeit in Toscana sich ansetzt, ist niemals rein; sie soll sich sogar von Jahr zu Jahr verschlechtern. Ausführliche Mittheilungen über dieselbe im Jahre 1840 brachte das Repertorium f. die Pharmacie in der Abhandlung: „Ueber die Zusammensetzung der natürlichen in Toscana gewonnenen Borsäure, von Dr. G. C. Wittstein.“ Band LXXII S. 145—162.

Für die reine Borsäure in krystallisirtem Zustande (mit 3 Atomen Wasser verbunden), ergab sich dabei 76.494%.

Qualitativ ist der Borax am besten, sowohl am reinsten als am dichtesten angesetzt, in den mittleren Schichten. Die Oberfläche ist rau und etwas verwittert, und im Sommer wird sie durch Staubniederschlag bei stürmischen Winden verunreinigt; die Helligkeit derselben wird dessenungeachtet wenig verändert, da sich, wie bei altem Firne, der grobkörnig ist, der angewehrte Staub meist in die porenähnlichen Vertiefungen einlegt. Durch Schneeschmelzen und zum Theile durch isolirte Regen wird die Boraxdecke ebenfalls etwas rau; doch ist diess vorzüglich eine mechanische Auswaschung. Die Löslichkeit des Borax in Wasser, wenn nicht durch bedeutende Wärme gesteigert, ist so gering, dass selbst die starke Insolation in solchen Höhen, die hier gewöhnlich sehr rasch nach den ohnehin nur seltenen und schwachen Regen die noch feuchten Flächen afficirt, die Lösung nur wenig vermehrt.

Von den unteren Lagen auf den Felsen sind einige mit Steinfragmenten gemischt.

Die Quantität der Boraxmasse, die hier lagert, scheint sich sehr wenig zu ändern, eher etwas grösser zu werden als abzunehmen. Letzteres lässt sich daraus schliessen, dass selbst an den Bruchstellen die früher etwas stärkere Ausfuhr, deren Menge übrigens im Verhältnisse zum ganzen Salzlager doch keine grosse zu nennen ist, so ziemlich wieder ersetzt sich zeigt.

Würde nicht die Erosion des Púgabaches dieses Thalbeckens längst schon entleert haben, so wäre auch hier durch das Auftreten der Quellen die Thalstufe wasserbedeckt, und es würde noch jetzt, wie dieses für die frühere Periode anzunehmen ist, ein Boraxsee hier vorliegen.

Die scharfe Begrenzung der Salzdecke, ihre Unebenheit und das Ansteigen derselben in ihren mittleren Theilen auf den beiden Seiten der Wasserlinie spricht nicht dagegen. Die Gestaltung der Ablagerung von Borax wie sie gegen-

wärtig fort dauert, nämlich Anhäufung desselben in unmittelbarer Nähe der Austrittsstellen der Thermen, kann sehr wohl schon unter allgemeiner Wasserbedeckung hier begonnen haben, weil damals die Wärme der ungleich grösseren Wassermenge des Sees von den Quellen nur wenig geändert wurde und das Wasser dabei ruhig lag; jetzt ist, wegen der viel geringeren Wassermenge, die Wärme des Baches von jener der Thermen viel weniger verschieden und die Bewegung des Wassers beschränkt überdiess die Möglichkeit fester Incrustation.

Das Fortdauern des Austretens von Quellen kann die Unebenheit der Oberfläche nur vermehren¹⁹⁾.

Was gleichfalls Ansetzen des Borax am Boden zur Zeit als die Thalstufe noch wasserbedeckt war, erkennen lässt, ist der Umstand, dass an den meisten Stellen das Salz unmittelbar am festen Gesteine lagert, während bei Salzdecken, die nur durch Ablagerung aus Wasser von Bächen und Quellen bedingt sind, zwischen dem festen Gesteine und den Salzen stets noch Schichten von Sand und Schlamm sich finden.

Die Untersuchung der Temperaturverhältnisse ergab für die Zuflüsse des Boraxlagers die grösste Wärme, wie zu erwarten, bei jenen Thermen, welche so kräftig aufsteigen, dass sich grosse Ablagerungskegel bilden. Das Maximum der Wärme war an solcher Stelle 72.5° C. gewesen, 1857 am 5. Juni 9^h a. m.

19) Sinken des Wasserspiegels von Salzseen durch Erosion, wenn aus diesen Salze gewöhnlicher Löslichkeit dabei ausgeschieden werden, hat zur Folge, dass die Ablagerungen der Salze vorzüglich an den Rändern sich zeigen.

Bei Seen, die nicht durch locale Erosion, sondern durch Eintrocknen wasserleer werden, was aber nur mit der allgemeinen Veränderung der Feuchtigkeit in grossem Umkreise sich verbinden kann, wird die entsprechende Salzablagerung unter den gewöhnlichen Verhältnissen am mächtigsten an der tiefsten Stelle der Seemulde.

(Die Siedetemperatur des destillierten Wassers ist bei 15,264' Höhe und bei 17.2 engl. Zoll entsprechenden Barometerstandes $85^{\circ}.25$ bis $85^{\circ}.30$ C.²⁰⁾. Für die Lufttemperatur in Tibet bei dieser Höhe ergibt sich das Jahresmittel = 1.3 C.²¹⁾)

Die weniger starken Thermen, wenn sie auch als Quellen austreten und ständig abfliessen, hatten hier meist 54 bis 58° C. gezeigt.

Die Wärme des Púga-Baches erreicht, von der Mitte des Salzlagers an bis etwas unterhalb desselben noch, im Sommer 25 bis 30° C. als Mittel seines frei abfliessenden Wassers, da der Zufluss von den Boraxquellen relativ sehr gross ist und da das Wasser hier sehr geringes Gefälle hat.

Wo Quellen aus dem Schlamme des Baches austreten, kann ober diesen die Wärme des abfliessenden Wassers noch bedeutend steigen und, was vielfach von Wichtigkeit ist, bleibt dann auch im Winter stets sehr gross.

Es findet sich demnach hier in mehr als 15,000 Fuss Höhe fliessendes Wasser, dessen Wärme jener des Ganges im indischen Tieflande im Mittel gleich zu setzen ist.

Solch exceptionelle Verhältnisse machen sich ungeachtet der isolirten Lage und der geringen Ausdehnung ihres Gebietes in ihrem Einflusse auf Vegetation und Fauna sehr deutlich erkennbar. Da jedoch die Wärme der Luft durch die Berührung derselben mit den Thermen und dem warmen Bache nur ganz unmerklich und auch durch das Austreten warmer Dämpfe und Gase, bei stets relativ geringer Menge derselben, jedenfalls sehr wenig nur sich ändern kann, bleiben die anomalen organischen Verhältnisse fast ausschliesslich auf das Wasser als ihr Medium beschränkt.

20) Unsere directen vergleichenden Beobachtungen mit Thermobarometern und Barometern sind gegeben „Results“, Vol. II S. 26–32.

21) Die Daten im englischen Bande sind „Temperatur von 85 Fahr. in 15,000 Fuss Höhe ü. M., bei 400 F. Erhebung für 1° F. Wärmeabnahme.“. Nach tabellarischer Zusammenstellung in „Results“, Vol. IV, S. 548

Die Vegetation bot sich dabei als eine sehr ungewöhnliche vor allem durch das schon erwähnte Auftreten von Wasserpflanzen im Bache sowie in den Quellen. Von Phanerogamen sind es Potameen, die vorherrschen; unter den Cryptogamen sind Algen in sehr verschiedenen Formen vertreten.

Auf der Bodenoberfläche des Beckens, wo sie trocken aber wenigstens nicht salzbedeckt ist, steht ebenfalls etwas Vegetation, doch sieht man nur sehr vereinzelt verkümmerte Gruppen, sowohl im flachen Thalboden als an den Wänden der umgebenden Felsen. In der Flora des festen Bodens machen im Ganzen weder die Arten der Pflanzen, die sich zeigen, noch die Menge, in der sie auftreten, nennenswerthe Verschiedenheit bemerkbar im Vergleiche mit andern Localitäten Tibets von entsprechender Höhe.

Recht deutlich ist dieser Charakter hoher und öder tibetischer Landschaft in Adolphs Aquarell, für das ganze Púga-Becken sowie für jene Umgebungen desselben, welche dort von der Thalsohle aus zu übersehen sind.

Vereinzelt dagegen tritt hier, in geringer Entfernung von diesem Standpuncte, in ungewöhnlicher Weise eine günstige Modification der Bewachsung des trockenen Bodens auf, durch ein Vorkommen der *Myricaria germanica* Desv. (*Tamarix germanica* L.)

Diese Tamariscinee, welche in unsern Alpen und in den Gebirgen Mitteldeutschlands strauchartig bleibt, ist in Tibet viel allgemeiner und zeigt sich an manchen Standorten stark holzbildend und in kräftiger baumartiger Entwicklung. Letzteres ist hier der Fall — längs der Uferränder — in der Erosionsschlucht, die vom Púga-Becken nach dem Ráldang-Thale führt. Die Standorte reichen in derselben bis gegen 15,300 F. hinan und die *Myricaria* hat dessenungeachtet noch entschiedene „Baumform.“

Es bilden sich nämlich Stämme von gleicher Dicke

gewöhnlichen Erscheinungen der Wasser- und Boden-Verhältnisse, auf welche dabei eingegangen werden kann, dürften bei der Mächtigkeit des Auftretens von Borax zu Puga Anhaltspunkte zur Beurtheilung der meisten unbestimmter gehaltenen Angaben über Einzelheiten an anderen Lagerstätten bieten.)

Der Borax im Handelsverkehr kömmt aus dem östlichen Tibet meist über Bhután und Assám nach dem Süden; zum Theil wird er über Nepál nach Indien gebracht. Die Stücke, die ich in Kathmándu sah, zeigten eisenhaltigen Thon, Gyps, auch etwas Schwefel eingeschlossen. Häufig ist die Masse etwas fettig, weil man vor dem Transporte Oel oder Fett zusetzt, um sie, wie man mir sagte, gegen zu starkes Zerfallen zu schützen. (Hygroskopisch aber ist die Substanz nicht, Zerfliessen also wäre nicht zu befürchten, so lange sie gegen Regen gesichert ist).

Aus dem westlichen Tibet geht der Weg des Transportes, ohne das nördlich von der Fundstätte gelegene Le zu berühren, direct gegen Südwesten nach der Hauptverkehrslinie zwischen Tibet und Lahól, und auf dieser nach dem westlichen Indien.

Aehnlich wie zum Getreidehandel werden dabei im Hochgebirge von den Tibetern meist Schaafse benützt, welche, mit 2 seitlich hängenden Säcken, bis gegen 40 Pfund schwer beladen werden.

Die Reinigung von erdiger Masse und von fremden Salzen wird erst in Indien, und zwar nach dem Verkaufe im Grossen vorgenommen. Es genügt, in heissem Wasser zu lösen, die festen Theile, die sich zu Boden senken, durch Umgiessen der Flüssigkeit von dieser zu trennen und deren Erkaltung eintreten zu lassen, wobei sich bedeutende Menge des reinen Borax aus der Mutterlange krystallinisch ausscheidet.

Seine allgemeinste Anwendung findet Borax bekanntlich als Schmelzmittel, in Indien gleichfalls; er verändert zwar

nicht unmittelbar die Schmelzbarkeit der Metalle, aber er begünstigt die Behandlung derselben dadurch, dass er die störende Einwirkung von Oxydkrusten entfernt, indem er mit diesen eine leichtflüssige glasartige Verbindung bildet.

In Indien wird noch der Borax in wässriger Lösung benützt, um jene Incrustationen auf Zweigen zu erweichen, welche Gummilack und die rothe „Läkh-“ (oder Lack-) Farbe liefern; es sind diess zellenartig angesetzte Secretionen der Schildlaus-Species *Coccus lacca*, welche auf sehr verschiedenen tropischen Bäumen vorkommen.

Früher wurde ungeachtet der grossen Entfernung Borax fast ausschliesslich aus Tibet über Indien in Europa eingeführt. In Indien selbst ist ein Vorkommen desselben nicht bekannt; auch in Europa kömmt Borax in Natur nirgends vor, aber seit der Production fester gereinigter Borsäure⁸⁾ aus heissen Gasströmen im Toskanischen, die am Fundorte selbst sogleich zur Bereitung von Borax benützt wird, hat die Einfuhr viâ Indien aufgehört⁹⁾.

8) Die Borsäure wird speciell zu Porcellan- und Glasbereitung (in Europa) gebraucht. Eine eigenthümliche Verwendung im Kleinen hat sich für Borsäure bei uns zur Präparation des Dochtes von Stearinkerzen ergeben. Wird solcher Docht in Lösung von Borsäure getaucht, und zwar in sehr verdünnte nur, so bildet die Borsäure mit der Asche des Dochtes beim Verbrennen leicht flüssiges Salz, dessen Volumen so gering ist und dessen Entstehung so vollkommenes Verbrennen des Kohlenstoffes möglich macht, dass bekanntlich bei solchen Kerzen kein Abschneiden restirenden Dochtes nöthig ist.

9) Ueber Bor und das Vorkommen von Borverbindungen im Allgemeinen sowie über die chemischen Verhältnisse desselben sind unter den neuen grösseren Werken besonders anzuführen:

„Muspratt's Theor., pract. und analytische Chemie; frei bearbeitet von Bruno Kerl und F. Stohmann“, sowie „Liebig's Neues Handwörterbuch der Chemie, bearbeitet und redigirt von Dr. Hermann von Fehling.“ Das Muspratt'sche Handbuch enthält in seiner neuen Auflage den Artikel „Bor“ in Bd. I, von 1874, S. 1477—1510; das Liebig'sche Wörterbuch in Bd. II, von 1875, Artikel „Bor“ S. 141—146, und „borsaure Salze“ S. 161—168.

Die gewöhnliche Benennung des Borax in Hindostáni ist Sohāgā (sanskrit); auch Tímkar und Tāmkar (persisch¹⁰), sowie Bórak (arabisch), unser „Tinkal“ und „Borax“, hört man in Indien; „Tinkal“, obwohl jetzt wenig gebraucht, war früher in Verbindung mit der Einfuhr aus Indien das allgemeinere Wort, im Deutschen und Englischen sowie in den romanischen Sprachen; bisweilen wurde es zum Unterschiede von „Borax“ vorzüglich auf die noch nicht gereinigte Masse beschränkt.

In Tibet¹¹) wird für Borax Thsa-le gebraucht, in den Kathmádu-Bazárs wurde er mir Chaláraya benannt. Im chinesischen Handel heisst Borax Pong-cha.

II.

Die Borax-Bodendecke und die Thermen von Púga.

In Rúpchu findet sich der Borax als fester Körper, in mächtiger Ausscheidung aus zahlreichen Thermen, zu Déra Púga, bei 33° 12' nördlicher Breite, 78° 25' östlicher Länge von Greenwich; 15,310 F. ist die mittlere Höhe der Quellen¹²).

Schon diese Lage würde permanentes Bewohntsein mit

10) In Persien soll gleichfalls Borax gesammelt werden; Einfuhr nach Indien fand zur Zeit nicht statt, auch nicht in den Hafen von Bombay, wo in so vielen anderen Gegenständen der Verkehr mit Persien sehr lebhaft ist. (Boraxgruben in Südamerika gibt es zu Viquinta).

11) Wie mein Bruder Emil, nach den betreffenden in tibetischen Lettern geschriebenen Wörtern als Fachmann mir noch angab, ist lautlich thsa = Salz, aber in thsa-le fehlt das diakritische Zeichen, welches für Salz dem thsa zur Unterscheidung vom gleich geschriebenen Worte für heiss beigezeichnet wird; die Anwendung solcher Zeichen ist im Tibetischen selten.

12) Die Höhe des Lagerungsplatzes unterhalb der Thermen ist, nach Cunningham, 15,264 Fuss. „Results“, Vol. II, S. 442.

aller Vorsicht nahezu unmöglich machen¹³⁾; auch als Sommeraufenthalt von Hirten werden, wegen des rauhen und trockenen Klimas, weder dieser Punkt noch die unmittelbaren Umgebungen desselben gewählt. Dessungeachtet wurde $\triangle$ Púga¹⁴⁾ früher jedes Jahr im Sommer einige Monate von Carawanen bezogen, und es sind dort wie bei einem Sommerdorfe rohe Gebäude zum Schutze während solchen Aufenthaltes, allerdings nur Wälle und Mauern ohne Bedachung, aufgerichtet.

Seit die Ausfuhr des Borax von Indien nach Europa, wenigstens in irgend nennenswerther Menge, aufgehört hat, hat auch der Besuch von $\triangle$ Púga sich rasch vermindert; es fanden sich dort zur Zeit unserer Bereisung selbst die ganz einfachen Steinconstruktionen schlecht unterhalten und meist zerfallen.

Das Púga-Thal, in dem die Quellen zu Tage treten, ist ein Seitenthal des Ráldang-Flusses, in den es links etwas ober $\triangle$ Ráldang mündet.

Obwohl diese Quellen nach vielen Richtungen hin von Salzseen umgeben sind, zeigen sie sich in ihrem Auftreten dessenungeachtet ganz isolirt davon. Gegen etwaige unterirdische Verbindung des Boraxlagers mit jenen Seen spricht

13) Nur von Déra Thök Jálung in den Goldfeldern von Central-Tibet, das überdiess noch bedeutend höher liegt, bei 16,330 Fuss, ist bis jetzt bekannt geworden, dass es einigemale in [den letzten Jahren auch während des Winters bezogen blieb. (Unter den jetzt „ständig bewohnten Orten“ hatten sich uns als die höchsten für Tibet und damit für die Erde im Allgemeinen isolirte buddhistische Klöster gezeigt; als Maximum solch hoher Lage ergab sich jene des Láma-Sitzes Hánle in Ladák, mit 15,117 Fuss. „Results“, Vol. II S. 477).

14) „ $\triangle$ “ ist hier, ebenso wie auf unseren Karten, als Signatur für „Déra“ gewählt, mit der Bedeutung einer als Haltestelle und Lagerplatz benützten Localität, ohne Verbindung mit regelmässiger Bodencultur oder mit Viehzucht in grösserer Ausdehnung, wie bei dem eigentlichen „Sommerdorfe.“

wie bei gut entwickelten Zwerg-Obstbäumen und es beginnt in ähnlicher Weise seitliche Verästlung dieser *Myricaria*-Stämme ebenfalls schon 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuss über dem Boden; ihre Höhe aber ist geringer als die der obsttragenden Zwergbäume bei gleicher Stammesdicke.

Bedingung des Auftretens der *Myricaria* in der Schlucht ist nebst Schutz gegen Wind, die Erhöhung der Lufttemperatur durch den warmen Bach dem eingeeengten Laufe entlang und, wahrscheinlich gleichfalls in nicht ganz unbedeutendem Antheile, die Ausdehnung anomal erhöhter Bodenwärme²²⁾.

Im Becken übrigens finden sich *Myricaria*-Stämme von solcher Form nicht; dort ist der Schutz gegen Wind ungenügend. Doch für diese Pflanze als niederer Strauch kommen hier, wie überhaupt in Tibet als obere Extreme der Strauchgrenze, Standorte bis 17,000 Fuss Höhe vor.

Von Thieren zeigten sich im warmen Wasser des Púga-Baches innerhalb des Beckens eine kleine Apus-Krabbe²³⁾ und in auffallender Anzahl, ungeachtet des ungewöhnlichen aber noch immer relativ geringen Salzgehaltes, Fische ähnlich jenen in den etwas tiefer liegenden Gebirgsbächen der Umgebungen²⁴⁾. Der günstigen Temperatur

22) Für die Pflanzengrenzen ist bei solcher Vertheilung unmittelbar von grossem Einflusse, „dass im Organismus der Pflanzen nur Circulation von Flüssigkeit, nirgend von Luft in gasförmigem Zustande wie für das thierische Leben das Bedingende ist.“ Bereits von mir erwähnt in: Klimatischer Charakter der pflanzengeographischen Regionen Hochasiens. Ak. Abb. II. Cl. XII. Band, München 1876; S. 220.

23) Diese Crustacee dürfte wohl dieselbe sein, welche ich am Tso-morí-See in Rúpchu, bei gegenwärtiger Uferhöhe von 15,130' sowohl lebend in dem im Eintrocknen begriffenen Wasser des Salzsees als auch, gut erkennbar noch, an den Uferabhängen bis hinan zum früheren Rande des Sees gefunden habe. „Reisen“, Band III, S. 217.

24) Die systematische Untersuchung des zoologischen Materials unserer Sammlungen wird in den „Results“ als 2. Theil des Vol. VIII, zugleich mit den nöthigen Abbildungen der neuen Formen gegeben werden.

wegen scheint sich dabei vor Allem ihre Zahl zu vermehren, durch seitliches Herbeikommen, vielleicht auch durch locale Fortpflanzung daselbst; in ihren Species und in ihrer Grösse, die kaum mehr als Handlänge bei den kräftigsten Exemplaren erreicht hatte, scheinen sie sich nicht von den Fischen im kalten Wasser in ähnlicher Höhe zu unterscheiden.

Dass unter so günstigen thermischen Bedingungen der geringe Luftdruck, obwohl nur $\frac{6}{10}$, genauer 0.575 des Luftdruckes im Meeresniveau betragend (das Verhältniss ist gleich 17.20 : 29.92 engl. Zoll), den Aufenthalt von Fischen nicht nothwendig ausschliesse, liess sich schon daraus folgern, dass wir auch in kalten kleinen Flüssen in Tibet innerhalb der ganzen Breiteunterschiede vom Himálaya bis zum Karakorúm in Höhen bis 15,100' wiederholt das Vorkommen von Fischen, wenigstens im Sommer demnach, beobachtet hatten. Nain Singh (l. c.) sah Fische auch im Túngri-See (c. 15,500').

In den Alpen gibt es Fische im Sommer vereinzelt in Höhen über 7000 engl. Fuss noch, was den Temperaturverhältnissen gegenüber sogar noch etwas grössere Widerstandsfähigkeit bedingen könnte als in Tibet bei 15,100' — wo z. B. für das Jahresmittel der Lufttemperatur 1.5° C. sich ergibt, und wo überdiess die Wirkung der Insolation eine viel günstigere ist als in den Alpen. In den Centralalpen liegt die Jahresisotherme der Luft von 1.5° C. bei 6070 engl. F. Höhe, jene von 0° C. bei 6820 F.²⁵⁾

Bedeutend ist dessenungeachtet der Unterschied der Temperaturverhältnisse keines falls zu nennen, und es genügt, dass das Verweilen von Fischen an den obersten Aufenthaltsplätzen in den Alpen auf etwas kürzere Zeit sich beschränke, um zu bedingen, dass die temporären Wärmeminima des Wassers sowie der Luft im Schatten nahezu die gleichen sind

25) Umgerechnet nach den Daten in par. F. der Tabelle der Höhenisothermen in unseren „Untersuch. d. Alpen“, Bd. I, S. 345.

Als sehr bedeutend aber ist der directe Einfluss der Verschiedenheit, so wie sie in den Gebirgen zur Wirkung kömmt, nirgend anzunehmen, selbst in jenen Lagen noch nicht, die in Hochgebirgen als die obere Begrenzung des Aufenthaltes von Fischen sich bieten. In zunehmender Erhebung steigert sich zugleich, im Allgemeinen, durch die Temperaturabnahme die Fähigkeit des Wassers, die durch mechanische Bedingungen absorbirte Luft zurück zu halten.

Als ich Gelegenheit hatte, meine Ansicht über den Zustand der im Wasser absorbirten Luft „als flüssig und als nahezu unabhängig vom Barometerstande in den verschiedenen Höhen“, jüngst mit Herrn Professor Ludwig Seidel zu besprechen, theilte er mir mit, dass er mit Prof. Steinheil zusammen vor längerer Zeit experimentelle Resultate erhalten hatte, welche ebenso wie dieses Vorkommen der Fische für Flüssigsein der absorbirten Luft sprechen. Veranlasst waren die Beobachtungen durch die von Schumacher angeregten Fragen in Betreff der Genauigkeit bei Bestimmung specifischen Gewichtes in Wasser, auch mit Berücksichtigung des Umstandes, dass destillirtes Wasser, welches Luft absorbirt enthält, weniger schwer sein werde als Wasser ohne Luftabsorption.

Bei ihrer experimentellen Untersuchung vor etwa 30 Jahren hatte sich ergeben — als möglichst sorgfältig das specifische Gewicht des gleichen Körpers, eines Bergkrystalles, in destillirtem Wasser ohne Luftabsorption bestimmt wurde und in solchem, in welchem Luftabsorption hervorgebracht war — dass allerdings das letztere ein etwas geringeres specifisches Gewicht hatte, aber doch ein so wenig nur verändertes, dass für das absorbirte Gas eine von Wasser nur sehr geringe Verschiedenheit der Schwere eingetreten war, also eine Condensation auf nahezu 700 mal grössere Dichtigkeit als jene, welche Luft in Gasform bei gleichem Luftdruck und bei gleicher Wärme hatte.

Publication dieser mit Gasen durchgeführten, übrigens wenig zahlreichen Experimente war damals nicht erfolgt; doch ist es mir speciell gestattet, dessenungeachtet deren hier erwähnen zu können.

Früherer Besuch. Ueber das Púgathal und das Vorkommen des Borax in demselben hatte auch kurzer Bericht aus dem Jahre 1847 vorgelegen. Der Besuch des Púgathales war damals am 21., 22. und 23. September von 2 Mitgliedern der officiellen Commission ausgeführt worden, welche zur Grenzregulirung nach Ladák entsandt war. Die Beauftragten sind Major Alexander Cunningham, Militärarzt Dr. Thomas Thomson und Capitän Henry Strachey gewesen.

Der gemeinschaftliche Aufbruch von Simla erfolgte am 2. August; doch wählten sie bald darauf, in eifriger Forschung, soviel als möglich unter sich unabhängige Routen.

Capitän Strachey hatte zuerst sich getrennt, am 11. September im Párang-Thale; von den andern beiden liegen specielle Angaben über die Boraxquellen von Púga vor.

Thomson geht in seinem Reiseberichte²⁸⁾ auf die localen Verhältnisse des Púga-Thales näher ein als Cunningham und hat auch hier, wohlbekannt als verdienstvoller Förderer der indischen Botanik, auf die Vegetationserscheinungen, die sich boten, besondere Rücksicht genommen. Von ihm ist zuerst auf das oben erwähnte Auftreten der *Myricaria* aufmerksam gemacht worden; auch hebt er bereits hervor, „dass dichte Gruppen von Wasserpflanzen in der ruhigen Flussstrecke des Púga-Beckens sich zeigen, welche vorzüglich Species von *Zannichellia* und *Potamogeton* sind; in den heissesten Quellen fand er 3 Species von *Conferva*.“

28) Western Himalaya und Tibet; a narrative of a journey through the mountains of northern India during the years 1847—8. London 1852: „Pugha ravine-sulphur mine“ p. 163—169.

Als Maximum von Quellenwärme, beobachtet am 21. September 1847, erhielt er 78.9° C.; also eine über 6 Grad höhere Temperatur noch, als das Wärmemaximum, das wir in jenen Lagen (1857) auffinden konnten, obwohl Thomsons Beobachtung, die uns bekannt war, um so mehr unsere Aufmerksamkeit auf die etwa der Wärme besonders günstigen Bodengestaltungen lenkte. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass an der gleichen Ausfluss-Stelle in verschiedenen Jahren die Temperatur nicht die gleiche bleibe, ebenso wie die Menge des austretenden Wassers und jene der aufgelösten Salze nicht selten deutlich sich veränderlich zeigen, wenn das Wasser sehr stark salzhaltig ist.

Als Temperatur des Púga-Baches hatte Thomson am 21. September, ungeachtet kühler herbstlicher Witterung in solcher Höhe, $20\frac{1}{2}^{\circ}$ C. erhalten.

Das Vorkommen von Kochsalz nebst andern Salzen im Borax lässt Thomson nicht unerwähnt, bezeichnet aber das Auftreten desselben gleichfalls als ein sehr geringes und ganz untergeordnetes.

Cunningham in seinem eigenen Werke über Ladák²⁹⁾ sagt über die Púga-Quellen sehr wenig und differirt unter Anderm auch in den Temperaturangaben ungeachtet gleichzeitigen Aufenthaltes sehr bedeutend von Thomson.

Als Maximum der Wärme der heissen Quellen führt er an 64.4° C. (148° F.)

Das Auftreten der Quellen nennt Cunningham, ohne die Gesteine näher zu erläutern, „vulcanischen Effect, der im Aussterben ist“, bezeichnet die Salze in etwas unbestimmter Weise „als halb Kochsalz, halb Borax“, und lässt überdiess das Vorhandensein der grossen zusammenhängenden Salzdecke in Verbindung mit den Boraxquellen von Púga ganz unerwähnt.

29) Ladák, physical, statistical and historical. London 1854: „Puga springs“ p. 144./145.