

Klimatischer Charakter
der
pflanzengeographischen Regionen
Hochasiens

mit vergleichenden Daten über die angrenzenden Gebiete.

Von
Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Vorgelegt, nebst Bericht über das gesammelte Herbarium, in der Classensitzung der k. b. Akademie
der Wissenschaften am 6. Mai 1876.

PV 9030 829 82

I.

Die Zone der indischen Landesregionen unseres Herbariums.

Der subtropische Osten; feuchtwarmer Gebiete. — Bengalen und Hindostán. — Tafelland in centraler Lage. — Die Gebiete grosser Trockenheit. Das Pánjáb. Die nördlichen Küstenländer des Westens. — (Bemerkungen über den südlichen Theil der Halbinsel.)

Die Trennung der mit Sammeln begangenen Gebiete ¹⁾ in klimatisch zu unterscheidende Regionen hat sich, dem vorliegenden Materiale entsprechend, vorzüglich auf Hochasien zu beziehen, wo überdies mit den ausgedehnten Dimensionen der Basis so bedeutende Höhenunterschiede sich verbinden. Es ist jedoch analoge klimatische Erläuterung für die angrenzenden Gebiete ebenfalls zu geben, insofern auch für die Erscheinungen im Hochgebirge häufig in überraschender Weise unmittelbarer Einfluss seiner Umgebungen auf weite Strecken noch sich erkennen liess; und es bieten sich ja mit den Daten über die Nachbarländer meteorologische Anhaltspunkte auch für andere Sammlungen sowie, allgemeiner, für Culturen und für pflanzengeographische Verhältnisse.

Die indischen Nachbargebiete längs des Südrandes des Gebirges sind dabei als Gegenstand für sich besprochen, zunächst wegen der

(Form von Orts- und Zahlen-Daten: In der Transscription, erl. in diesem Bande S. 141—144, lauten Vocale und Diphthongen alle wie im Deutschen; von den Consonanten aber ist ch = tsch; j = dsch; kh = ch; sh = sch; v = w. — Die Höhen sind in engl. Fuss gegeben, die Temperaturen in °C.)

1) Besprochen in der vorhergehenden Abhandlung: „Bericht über Anlage des Herbariums während der Reisen nebst Erläuterung der topographischen Angaben.“ Bd. XII S. 133—196.

Verschiedenheit im Charakter des Klimas zwischen den einzelnen Theilen. Was bis jetzt über die klimatischen Verhältnisse längs des Nordrandes am Fusse des Künlün bekannt ist, werde ich, wegen der noch immer bedeutenden Erhebung und wegen des nur schmalen Vegetationssaumes, in unmittelbarem Anschlusse an jene dritte der drei Hauptpunkte folgen lassen.

Unter den physikalischen Erscheinungen, von deren Coëxistenz als Klima das Auftreten organischer Entwicklung abhängig ist, sind für die Vegetation Wärme und Feuchtigkeit und der damit sich verbindende Wind vor allem zu prüfen; diese gehören auch zu den an den einzelnen Lagen am meisten verschiedenen. Die Dichtigkeit der Atmosphäre, gleichfalls sehr verschieden innerhalb der Verbreitungsgrenzen der Menschen, der Thiere und der Flora hat, sogar in den grossen tropischen und subtropischen Höhen, auf die letztere verhältnissmässig geringen Einfluss gezeigt, und selbst dieser, wie ich für Hochasien zu erläutern haben werde, ist ein indirecter zu nennen. Chemische Zusammensetzung der Luft, Wirkung des Lichtes, Luftelectricität — sind theils von nicht bedeutender Verschiedenheit und Veränderlichkeit in der freien Atmosphäre, theils ist deren directe Einwirkung nur als eine schwache zu betrachten.

Für die indischen Gebiete ist bestimmend, als unmittelbare Wirkung ihrer Breite, der hohe Stand der Sonne mit relativ geringer Veränderung desselben innerhalb der Jahresperiode; zugleich wird bei der intensiven Insolation auch der Einfluss der Vertheilung fester und wasserbedeckter Oberfläche um so grösser. Letzteres lässt sich nicht nur in der resultirenden Luft- und Boden-Wärme direct erkennen, sondern zeigt sich selbst überwiegend in der Richtung und Stärke periodischer Mansún-Winde sowie in der Quantität und in der Begrenzung nach Zeit und Raum des atmosphärischen Niederschlages. Auch die Temperaturabnahme mit der Höhe, welche bei gleichen Höhenunterschieden von der Form der Bodenerhebung bedingt ist, hat in den verschiedenen Theilen Indiens vielfache Modificationen erkennen lassen.

Der subtropische Osten. Die östlichen Tiefländer und deren

benachbarte Mittelgebirge haben vorherrschend Klima feuchtwarmen Characters.

Assám, der östlichste Theil von Britisch-Indien, liegt seiner ganzen Längenausdehnung nach schon jenseits der nördlichen Grenze der Tropen. Das untere Assám erstreckt sich von Goalpára bis Gohátti, nahezu 80 engl. M. weit, west-östlich in $26^{\circ} 8\frac{1}{2}'$ N. mittlere Breite; das obere Assám, von Gohátti bis Sádiya etwas nördlich ansteigend, hat 27° N. mittlere Breite, und die Differenz zwischen den höchsten und niedersten Temperaturen zeigte sich bedeutender, als es der geringen Entfernung vom Meere allein entspräche. Dessenungeachtet tritt in Assám nicht mehr jene heisse Jahreszeit Indiens ein, die mit unserem Frühling oder wenigstens mit der zweiten Hälfte desselben zusammenfällt. In Subtropen mehr continentaler Lage, so in Hindostán und zwar bis nahezu an das Pánjáb, kommen dagegen die Monate April, Mai und zum Theil auch Juni als Periode der heissen trockenen Jahreszeit Indiens noch in bedeutend höheren Breiten vor. In Assám ist es durch das frühe Eintreten der Regenzeit bedingt, dass die Monate der wärmsten Jahreszeit, sehr wohl markirt als solche, wieder die Monate unseres Sommers sind.

Die Lufttemperatur der Jahreszeiten und des Jahres kann für Assám am besten in Mittelwerthen gegeben werden, die sich auf die ganze Provinz von Goalpára bis Dibrugárh beziehen; die Daten habe ich von 11 Stationen zwischen 120 und 400 Fuss Höhe und die Zahlen sind auf das Meeresniveau reducirt²⁾, um direct mit den nächsten etwas tiefer liegenden Flächen Bengalens vergleichbar zu sein. Es ergab sich dabei:

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Octbr.	Novbr.
16° C.			24° C.			28° C.				20° C.	

Jahres-Mittel: 22° C.

Die Insolation ist auch in der kühlen Jahreszeit — ungeachtet der verhältnissmässig geringen Sonnenhöhe — eine sehr intensive, bedingt für Assám, bei Coïncidenz mit der Zeit der geringsten Entfernung

2) Die Werthe, so wie sie hier vorliegen, sind abgeleitet, mit Anwendung des mechanischen Planimeters von Weltli und Starke, aus den Formen der Isothermen. „Results of a scientific Mission to India and High Asia“ vol. IV p. 40. —

Für die Construction der Isothermen war hier die Wärmeabnahme mit der Höhe zur Reduction so eingeführt worden, wie sich aus Assám—Khássia-Gebirge ergab, erl. S. 202.

der Erde von der Sonne³⁾: a) durch seine thermischen Verhältnisse der Luft im Schatten, b) durch das Auftreten bedeutender Quantität atmosphärischer Feuchtigkeit in gasförmigem, nicht nebelförmigem Zustande.

Die Winde sind vorherrschend nordöstliche, demnach meist thalabwärts gerichtete; so fast das ganze Jahr hindurch an der Oberfläche. Südwest-Monsún lässt sich im Sommer beobachten; aber von Bishnáth an bildet er obere Gegenströmung, im Thale selbst nicht fühlbar.

Die Regenmenge beträgt im Mittel etwas über 80 Zoll, längs des Himálaya-Fusses ist sie zu mehr als 100 Zoll anzunehmen. Die Zahl der Regentage ist eine für indisches Klima sehr grosse; die Regenzeit beginnt schon im März und endet gegen October.

Die meteorologischen Beobachtungen im Khássia-Gebirge ergaben ungleich grössere Verschiedenheit von den nördlich davon gelegenen Stationen in Assám und von den südlich gelegenen in Bengálen, als nach der geringeren Entfernung und nach dem Höhenunterschiede sich hätte erwarten lassen. Was im Khássia-Gebirge von überwiegendem Einflusse ist, ist die Quantität und die Heftigkeit atmosphärischen Niederschlages.

Als Mittel der Lufttemperatur erhielt ich aus einer vierjährigen Beobachtungsreihe für

Cherrapúnji,

bei 25° 14' 2" nördl. Breite 91° 40' 5" östl. Länge von Greenw.
4125 engl. F. Höhe:

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Septbr.	Octbr.	Novbr.
12·2° C			17·8° C				19·9° C			17·8° C	
Jahres-Mittel: 16·9° C.											

Die Temperatur-Abnahme mit der Höhe, berechnet für 1° C nach „Gohátti, 134 Fuss ü. M. in Assám“ und nach „Silhét, 25 Fuss ü. M. in Bengalen“, hat die folgenden Werthe ergeben.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahresmittel.
Nach Gohátti	610 F.	540 F.	485 F.	540 F.	540 F.
Nach Silhét	540 F.	540 F.	520 F.	560 F.	540 F.

3) In gleichen Graden südlicher Breite, dort wo überdiess unser Winter mit der heissen Jahreszeit zusammenfällt, finden sich desshalb auch die absoluten Maxima der Insolation. — Gasförmige Feuchtigkeit wirkt vorzüglich dadurch vermehrend, dass sie bei geringer absorbirender Einwirkung auf die directen Sonnenstrahlen die Strahlung dunkler Wärme bedeutend vermindert. Einzelheiten werde ich bei Hochasien anzuführen haben. (S. 218)

Das Jahresmittel der Lufttemperatur zu Cherrapúnji, mit europäischen Verhältnissen verglichen nähert sich jenen von Neapel⁴⁾ und von Lissabon⁵⁾; doch zeigt das Khássia-Gebirge ungeachtet seiner continentalen Lage „den Winter wärmer und auch den Sommer kühler“ selbst als Lissabon, welches unmittelbar dem Einflusse des atlantischen Oceans, dort mit relativ kalter Strömung gegen die Küste, exponirt ist.

Die Regenmenge steigt in Cherrapúnji, am Süd-Rande dieses Gebirgslandes, zu 600 bis 612 engl. Zoll im Jahre, und die Dauer der Regen ist dessenungeachtet viel kürzer als in Assám; der Anfang nämlich tritt erst Mitte Mai ein, das Ende Ausgangs August oder Anfangs September. Es ist dies der regenreichste Punkt der Erde, was die Menge des Niederschlags betrifft. In anderen Gebieten ungewöhnlich grosser Niederschlagsmenge sind zwar die Regentage die zahlreicheren, so in Neu-Granada an der Westküste Südamerikas, am Nordrande der Insel Cuba nahe dem nördlichen Wendekreise, auch längs einiger Küstenstriche in hohen Breiten, aber die Mengen⁶⁾ des Niederschlags wie sie für Cherrapúnji nebst Umgebungen und, nach diesen,

4) Neapel,

40° 51' nördl. Breite 14° 16' östl. Länge von Greenw. 180 engl. F. Höhe:

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.
9° 9' C.			15° 6' C			23° 9' C			17° 3' C.		

Jahres-Mittel: 16° 7' C

5) Lissabon,

38° 42' nördl. Breite 9° 8' östl. Länge von Greenw. 236 engl. E. Höhe:

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Septbr.	Octbr.	Novbr.
11° 3' C			15° 5' C			21° 7' C			17° 0' C		

Jahres-Mittel: 16° 4' C.

- 6) Die Regenmenge in der Habanna ist nach Humboldt, Kosmos I. S. 359, im Mittel sechsjähriger Beobachtungen 128 engl. Zoll; im Jahre 1821 war das Maximum auf Cuba 142 engl. Zoll. Aus Matouba auf Guadeloupe ist 292·3 engl. Zoll bekannt. Pogg. Ann. Bd. 166, 1852/ss; S. 191.

In Mahabaléshvar am Rande der westlichen Ghäts in der indischen Halbinsel, bei 17° 54' 4" nördl. Breite 73° 38' 7" östl. Länge von Greenw. 4300 engl. F. Höhe, ist die Regenmenge, Mittel aus mehreren Jahren, 254 engl. Zoll. In geringer Entfernung von Mahabaléshvar sinkt dabei die Regenmenge in den westlichen Ghäts weit rascher als im Khássia-Gebirge. Es ist dies am meisten auffallend in Malcolm Pet, der nächst gelegenen, nur 4 engl. Meilen entfernten Beobachtungsstation. Die absolute Menge ist aber auch dort noch gross; sie beträgt 170 engl. Zoll. „Reisen in Indien und Hochasien“, Bd. I. S. 105.

Auch Angaben über Maxima europäischer Bergländer folgen (S. 227) zum Vergleiche, bei der Besprechung Hochasiens.

für Matouba auf der Insel Guadeloupe und für einige der südindischen Stationen vorliegen, bleiben noch immer die bis jetzt bekannten Maxima.

Gegen das Innere des Khássia-Gebirges ändert sich die Regenmenge sehr bedeutend, sie mindert sich bald auf 200; in der Nähe des nördlichen Randes, welcher Assám begrenzt, wird sie 150 Zoll.

Die Vegetation, die so unmittelbar mit den Feuchtigkeitsverhältnissen sich verbindet, ist in den Thalsohlen, auch auf flachen Abhängen, die zugleich etwas tief liegen, sehr üppig; aber auf den Hochebenen und an hohen und steilen Abhängen ist der Effekt des Regens dieser, dass die Humusdecke fast überall fehlt, wo nicht lokale Vertiefungen sie schützen. Es treten desshalb viele Stellen mit wahren Wüsten-Boden auf, nur ist ihre Ausdehnung gering, und sie wechseln mit schön gestalteten, häufig üppig bewachsenen Hügelreihen auch im Innern noch des Gebirges. Begünstigt durch die grosse Feuchtigkeit zeigt die Vegetation, wo immer Humusanhäufung sich bildet, ungewöhnlich mannigfaltige Entwicklung und sie lässt sich ungeachtet einer nördlichen Breite von $25\frac{1}{2}$ bis nahe 27° am besten der malayischen vergleichen, mit mehr als 20 Arten von Palmen und einer sehr grossen Anzahl immergrüner Dicotyle.

Es hat sich hier, wie auch die systematischen Listen in den meisten Familien sogleich zeigen, reiches Material mir geboten, unsere botanische Sammlung zu vervollständigen. —

Bengalen und Hindostán. Das erstere hat, auch im Westen noch, vorherrschend den Charakter feuchter Tropen, zeigt aber in einzelnen Perioden des Jahres, in Folge der bedeutenden Querdimension der indischen Halbinsel in ihrem nördlichen Theile, deutlich auch den Einfluss subtropischen Festlandes sowie der mächtigen Erhebung Hochasiens gegen Norden und Nordwesten.

Das Klima von Hindostán ist schon bedeutend trockner und hat unter anderem in der heissen Jahreszeit, die im März beginnt und im Juni endet, Auftreten des heissen Windes mit Staubstürmen.

Als Zahlenbasis folgen in Kürze Mittel der Lufttemperatur

- a) für die Uferlandschaft des Meerbusens von Bengalen;
- b) für eine Lage landeinwärts im westlichen Bengalen, bei welcher auch die Höhe schon kenntlichen Einfluss zeigt, sowie, zum Vergleiche mit dieser,

c) für eine Station Hindostáns nahe dem oberen Bengalen;

d) für eine Station Hindostáns in centraler Lage.

a) Calcutta, in Bengalen, 40 engl. Meilen vom Meeresufer,
24° 33' 0 nördl. Br. 88° 20' 6 östl. L. von Greenw. 18 engl. F. 7) Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

20·1° C

27·9° C

28·5° C

26·5° C

Jahres-Mittel: 25·75° C.

b) Hazaribágh, in Bengalen, am Nordrande von Bahár,

24° 0' 0 nördl. Br. 85° 20' 9 östl. L. von Greenw. 1750 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

16·9° C

26·4° C

26·4° C

22·2° C

Jahres-Mittel: 23·0° C.

c) Benáres, in Hindostán, am linken Ufer des Ganges,

25° 18' 4 nördl. Br. 82° 59' 8 östl. L. von Greenw. 347 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

18·5° C

31·1° C

30·7° C

26·3° C.

Jahres-Mittel: 26·6° C.

d) Ágra, in Hindostán, am rechten Ufer der Jámna,

27° 10' 2 nördl. Br. 78° 1' 7 östl. L. von Greenw. 657 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

16·3° C

29·7° C

31·3° C

25·1° C

Jahres-Mittel: 25·6° C.

Die wärmsten Monate des Jahres sind hier Mai und Juni; als Mittelwerthe derselben ergaben sich

	für Mai	für Juni
zu Calcutta	29·65 °C	28·99 °C
zu Hazaribágh	29·4 °C	27·0 °C
zu Benáres	35·2 °C	32·8 °C
zu Ágra	34·9 °C	34·4 °C

Dabei zeigt sich im Monate Juni, wenn die einzelnen Beobachtungstage untersucht werden, in der ersten Hälfte desselben ein stetiges Steigen, welches eben nur vom Eintreten der Regenzeit abgebrochen

7) Bezogen auf die Aufstellung der meteorologischen Instrumente, an welchen unter Leitung der Great Trigonometrical Survey die Beobachtungen gemacht werden.

wird, und zwar mit so bedeutender Veränderung der thermischen Verhältnisse, dass nun auch das Mittel für den Monat Juni das niedrigere wird.

Es ist dies der normale Gang der Temperatur in der Jahresperiode für das ganze indische Gebiet, in welchem die Sommer-Regenzeit deutlich auftritt. In einiger Entfernung von der Küste wird schon in Bengalen der Einfluss der Regenzeit auch im Mittelwerthe des Frühlings erkennbar, durch grössere Wärme des Mittels für den Frühling als für den Sommer. In Calcutta selbst wird das Mittel des Frühlings durch die niedrigere Temperatur des März etwas deprimirt. Aehnliches macht sich noch bis gegen Pátna heran, wegen der relativen Grösse des Wärmeverlustes durch nächtliche Strahlung, bemerkbar.

Die Wärmeabnahme mit der Höhe ist in ganz Bengalen und fast in ganz Bahár noch — wegen der nur geringen Erhebungen die sich bieten, sowie wegen des sehr allmähligen, plateau förmigen Anstiegens derselben — eine sehr langsame, mit sehr bedeutender Verschiedenheit zwischen den einzelnen zu vergleichenden Lagen.⁸⁾ Aber für den 4469 engl. F. hohen Gipfel des Parisnáth nähert sich der Werth der Temperaturabnahme mit der Höhe, berechnet nach Ranigánj, das bei 319 F. Höhe nur wenig seitlich, ost-südöstlich vom Gipfel, gelegen ist, den Verhältnissen in grösseren Gebirgen, und zwar in solchen mit rascher Abnahme in Folge isolirter Position ihrer Gipfel.

Es ergaben sich folgende Erhebungen für 1° C Abnahme:

Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahresmittel.
450 F.	446 F.	461 F.	443 F.	450 F.

Diese Werthe sind zur Beurtheilung der Vegetationsverhältnisse auf ähnlichen vereinzelter Erhebungen, für welche direkte Beobachtungen nicht vorlagen, ebenfalls vielfach zu berücksichtigen gewesen.

Die Regenzeit tritt in den feuchteren, niedrigeren Gebieten meist schon Mitte Juni in voller Stärke ein und endet selten vor Anfang September; bisweilen währt sie noch den September und selbst den October hindurch. Grosse, regelmässige Ueberfluthungen, auch der in den andern Monaten cultivirten Gebiete, sind zahlreich während des Septembers im Tieflande.

8) Details der Beobachtungen „Results“ vol. IV. p. 226 u. p. 231.

Weiter landeinwärts gegen Nordwesten ist die ganze Dauer der Regenzeit nahezu die gleiche, aber dort sind bedeutende Unterbrechungen nicht selten.

Die Windesrichtung ist von October bis Februar meist eine östliche, am deutlichsten so etwas landeinwärts im oberen Bengalen; es verbindet sich damit sehr starker Thau, Regen ist selten. Während der heissen Jahreszeit sind Westwinde vorherrschend; die Regenwinde sind wieder Ost- und Südost-Winde, wobei gegen das Ende der Regenzeit die südlichere Richtung häufiger wird. —

Tafelland in centraler Lage. Hier unterscheidet sich, wie gewöhnlich bei mittelhohen Terrainstufen, das Klima von jenem in den tieferen Ebenen der Umgebung relativ wenig; auch die Temperaturabnahme mit der Höhe ist im Jahresmittel eine verhältnissmässig langsame. Eigenthümlich ist in der Veränderung der Temperaturabnahme innerhalb der Jahresperiode, dass sie hier im Winter am raschesten ist. Bei Häufigkeit klarer Nächte wird in den höheren Theilen die Abkühlung durch Strahlung von verhältnissmässig starkem Einflusse; Veränderlichkeit des Windes und Vorherrschen nördlicher Winde trägt ebenfalls dazu bei. Die bedeutende Kühle des Winters für diesen Theil von Indien zeigt sich besonders deutlich, wenn man die Temperatur der Umgebungen in ihren weiterem Umkreise in Rechnung zieht. Vereinzelt haben hier Strecken der niedrig aber unmittelbar am Fusse der Gebirgserhebung gelegenen Ebenen gleichfalls relativ kühle Winter, dadurch, dass absteigende Luftströme aus den Gebirgen kommen und dort sich anhäufen.

Für die Lufttemperatur wähle ich, häufig sich bietender Höhenlage entsprechend, die Daten für

Närsinghpur in Málva,

bei 22° 57' nördl. Br. 79° 8' östl. L. von Greenw. 1305 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

16·9° C

27·0° C

28·1° C

24·4° C

Jahres-Mittel: 24·1° C.

Die eigentliche Regenzeit, hier mit Eintreten des Südwest-Monsúns beginnt erst Ende Juni; (desshalb wird an den Stationen in centraler Lage meist das Mittel der Temperatur für den Sommer etwas

wärmer als für den Frühling.) In der letzten Woche des August ist die Regenzeit gewöhnlich vorüber. —

Die Gebiete grosser Trockenheit. Im Pänjáb zeigt sich, bei der so bedeutenden Flächenausdehnung in Verbindung mit seiner continentalen Lage, sehr grosse Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse von jenen in den meisten anderen Regionen Indiens. Vorzüglich überraschten in dieser Beziehung die grossen Differenzen der Temperatur, nicht nur zwischen einzelnen Extremen sondern auch zwischen den Mitteln der Jahreszeiten — also die Veränderung der Wärme in der Jahresperiode — und die grosse Verminderung atmosphärischer Feuchtigkeit. Es war mir desshalb gerade dort sehr günstig, dass es mir gelang, von 25 Stationen fortgesetzte Beobachtungen zu sammeln.

Als Zahlen-Basen für die Lufttemperatur folgen hier die Mittel von zwei unter sich sehr ungleich gelegenen Stationen, von denen die eine als Typus „der Lage im Tieflande“ gelten kann; die zweite kann bezeichnet werden als „Lage auf freier, mittelhoher Terrainstufe in der Nähe der Himálaya-Vorberge“.

a) Lahór, Regierungssitz, im südlichen Pänjáb:

31° 31' 1" nördl. Br. 74° 14' 6" östl. L. von Greenw. 839 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

13·8° C

25·6° C

31·5° C

24·7° C

Jahres-Mittel: 23·9° C.

b) Raulpíndi, grosse Militär-Station im Nordwesten:

33° 36' 5" nördl. Br. 72° 59' 8" östl. L. von Greenw. 1737 engl. F. Höhe:

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

12·2° C

22·0° C

30·3° C

23·0° C

Jahres-Mittel: 21·9° C.

Wie sogleich entgegentritt ist an beiden Punkten, auch in Lahór ungeachtet der geringeren Breite, unser Sommer mit grosser Differenz vom Frühling und vom Herbste die wärmste Periode des Jahres; dabei sinkt die Temperatur sehr stark in der kühlen Jahreszeit.

Als Extreme der Kälte sind mir aus den Umgebungen von Pesháur, bei 33 bis 34° nördl. Breite, Temperaturen von — 5° C bis — 6° C bekannt, die „Minima indischer Wärme“. Aus den Umgebungen von Multán bei 29½ bis 30½° nördl. Breite, ebenfalls aus dem Pänjáb,

liegen Maxima von 50 bis 52° C vor, und es ist dieser Theil des Pänjáb auch in den Monatsmitteln während der Sommerzeit eine der heissesten Regionen der Erde.

Das Eintreten solcher Extreme macht alles, was von Pflanzengrenzen sich bietet, um so mehr beachtenswerth.

Die Temperaturabnahme mit der Höhe zwischen Lahór und Raulpíndi zeigt sich von der mehr südlichen Lage Lahórs nur wenig afficirt, dagegen ergibt sie sich, von der allgemeinen Terrainerhebung bedingt, als eine sogar für die indische Halbinsel ungemein langsame; für das Jahres-Mittel entspricht 1° C einer Höhendifferenz von 998 engl. Fuss.

Die Regenperiode, die sich noch erkennen lässt, fällt in die Zeit von Anfang Juli bis Ende August, doch hat sie hier den tropischen Charakter verloren. Vereinzelte aber stets noch heftige Gewitter sind es, welche vorherrschen. Flächen von grosser Ausdehnung, welche in einiger Entfernung von den Uferlandschaften der Hauptströme gelegen sind, zeigen wüstenartige Trockenheit des Bodens sowie der Luft. —

In den nördlichen Küstenländern des Westens, in Sindh, Kächh und Gujrát zeigt die Lufttemperatur im allgemeinen, ungeachtet der litoralen Lage am nordöstlichen Theile des arabischen Meeres, grosse Variation in der Jahres- und in der Tages-Periode. Das Vorherrschen von Nord- und Nordost-Winden aus dem Thär, der grossen Wüste Rajváras, verbreitet sogar noch bedeutende Trockenheit, bei Tag bis an die Küsten. Des Nachts sind Seebrisen häufig; schwach, aber dem Indus thale entlang weit ansteigend. Starker Thaufall, der sich damit verbindet, ist während eines bedeutenden Theiles des Jahres der einzige Ersatz für Regen.

Als Stationen für die Temperatur der Jahreszeiten und des Jahres wähle ich Kárráchi, nordwestlich im Indusdelta gelegen, und Baróda, nahe der südöstlichen Grenze dieses Gebietes. Die Mittel sind die folgenden⁹⁾.

9) Die Temperaturen von Kárráchi sind Mittel der Tagesextreme für 1847, von Col. Sykes publicirt in den Philos. Transactions von 1850: aus Baróda hatte ich für 1854/55 von Hofrath Georg von Liebig sehr sorgfältige Beobachtungen um 6^h, 10^h, 4^h, 10^h nebst einzelnen Reihen stündlicher Beobachtungen von 6^h a. m. bis 9^h p. m. im Manuscript mitgetheilt erhalten.

a) Kárráchi, in Sindh,

24° 45' 5 nördl. Br. 67° 0' östl. L. von Greenw. Höhe (=)¹⁰⁾

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

18·9° C

26·7° C

30·0° C

26·1° C

Jahres-Mittel: 25·4° C.

b) Baróda, in Gujrát:

22° 16' nördl. Br. 73° 14' östl. L. Greenw. Höhe (=)

Dec. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov.

21·75° C

31·67° C

28·61° C

25·78° C.

Jahres-Mittel: 26·95° C.

In Lagen wie jene von Kárráchi, ganz in der Nähe der Küste, beginnt die kühle Jahreszeit nicht viel vor December; etwas weiter landeinwärts ungefähr ein Monat früher.

Die absoluten Extreme an einzelnen Tagen nähern sich den Werthen im mittlern Pánjáb, doch erreichen sie dieselben nicht ganz. Zu Kárráchi ist die niedrigste Temperatur, die mir bekannt wurde, 0·7° C. Vom März bis Mai steigt die Hitze sehr rasch und sehr bedeutend; Maxima im Schatten von 30 bis 40° C sind nicht selten, selbst an der Küste nicht.

Gegen Ende der heissen Jahreszeit treten Gewitter auf, aber mit wenig Niederschlag; häufiger sind Staubstürme, die sich bisweilen noch weit über die Küsten hinaus auf die Fläche des arabischen Meeres vorschieben.

Die Regenzeit vertretend folgt dann ein Südwest-Monsún, mit Bewölkung aber mit verhältnissmässig wenig Niederschlag. Der Indus tritt sehr stark aus; doch es sammelt sich in diesem auch so viel des bedeutenden Zuflusses aus dem Hochgebirge.

Mit dem Steigen des Indus beginnt der Rán sich zu füllen. Der Rán ist eine lagunen-ähnliche, grosse Fläche vulkanisch gehobenen Meeresbodens, nördlich von Káchh gelegen, dessen Salze nur während der Regenzeit sich vollständig lösen; 6000 engl. Quadrat-Meilen werden verhältnissmässig kurze Zeit wasserbedeckt.

10) Die Signatur „(=)“ ist gewählt zur Bezeichnung „geringer Höhe über dem Meeresniveau“.

Ungeachtet der geringen Niederschlagsmenge — auch unmittelbar dem Meeresufer entlang — tritt doch im Süden ziemlich häufig, durch Bewölkung, Sinken des Temperatur-Mittels schon in der Regen-Periode ein, verschieden demnach von Pänjáb und analog dem in Indien gewöhnlicheren Charakter des Klimas. Kárráchi jedoch und die gegen Norden landeinwärts liegenden Stationen zeigten noch die Pänjáb-Variation in der Jahresperiode, mit „Juni bis August“ als wärmster der Jahreszeiten.

Das Austrocknen des Rán beginnt im October, und es tritt vorherrschend sumpfiger weicher Schlamm Boden zu Tage, welcher nach und nach ganz erhärtet und dann wieder mit Salzin crustationen sich bedeckt. Es entwickeln sich dabei starke Miasmen, der Gesundheit höchst gefährlich im weiten Umkreise für die Eingebornen ebenso wohl als für Europäer. Was von Vegetation in den verhältnissmässig kurzen feuchteren Perioden auftritt, verschwindet in der Zeit der Trockenheit wieder zum grössten Theile.

Ueber die südliche Hälfte Indiens, die im Herbarium nicht vertreten ist, sei noch in Kürze beigefügt, um die Besprechung des allgemeinen thermischen Charakters abzuschliessen, dass „für das Jahresmittel“ in diesem Theile Indiens der thermische Aequator gelegen ist, welcher nahezu bei 18 Grad nördlicher Breite an der Westküste eintritt, die Mitte der Halbinsel durchzieht und über Ceylon in den indischen Archipel sich fortsetzt. Es bietet sich in diesen Breiten in Indien eine centrale Region grösster Wärme mit Jahresmittel im Süden von 29° C.

Innerhalb der 4 Jahreszeiten zeigt sich für die Vertheilung der Wärme auch in diesen Theilen der Halbinsel noch grosse Verschiedenheit. Als Zahlenwerthe nahe der Südspitze sind zu nennen: Mittel für Juni, Juli, August = 30·6° C, noch immer weniger warm, ungeachtet eines Breitenunterschiedes von 22 Graden, als jenes in den Wüsten des Pänjáb; Mittel für die kühle Jahreszeit, Dec. Jan. Febr. = 26·4° C.

Für die Temperatur in den Gebirgen Südindiens ist anzuführen, bezogen auf Jahresmittel: Erhebung bei 1° C Abahme im Dékhan = 738 bis 783 engl. Fuss; in den Níliris = 486 bis 558 engl. F.

II.

Die klimatischen Gebiete Hochasiens.

1. Allgemeine Verhältnisse. Vertheilung der Lufttemperatur, nach Breite und Länge sowie nach Höhe. Die basischen Isothermen; Einfluss der Flächenausdehnung. Die Höhenisothermen; Einfluss der Massenerhebung. — Die Bodenwärme. — Die Insolation. Besonnung und Strahlung. — Luftströmungen und Luftdruck. — Atmosphärische Feuchtigkeit. Gasförmige Feuchtigkeit; Bewölkung und Nebelbildung; Regenmenge.

2. Tabellen der Temperaturabnahme mit der Höhe im Jahresmittel. Anlage der Tabellen. — Allgemeiner Mittelwerth. — „Himálaya-Südabhang a) äussere Lage, b) innere Lage“. (Landesregion I). — „Das westliche Stromgebiet von Tibet“ nebst Einschluss „des Nordabhanges der Karakorúm-Kette“. (Landesregion II. und Landesregion IIIa). — Die Süd- und Nord-Gehänge der „Künlün-Kette“ in Ost-Turkistán. (Landesregion III b).

3. Temperaturvertheilung nach den Jahreszeiten. 1. Die Formen der periodischen Veränderung. — 2. Wärmeabnahme mit der Höhe.

1. Allgemeine Verhältnisse.

Bei der meteorologischen Beurtheilung grosser Gebirge ist nicht nur die geographische Lage und Gestaltung in Verbindung mit der Grösse und Form der Erhebungen und mit dem Auftreten trennender Höhenlinien zu berücksichtigen, sondern auch jene Begrenzung der klimatischen Gebiete als solcher, die abhängig ist in erster Reihe von den Wärme- und den Boden-Verhältnissen der Umgebungen, sowie in bedeutendem Antheile, auch von der Grösse und Form der Basis des Gebirges. Gerade in Hochasien, wie sogleich sich zeigen wird, tritt topographisch-anomaler Character des Klimas auf, welcher vorzüglich in der Vertheilung der Feuchtigkeit weit abweicht von dem, was aus der Gestaltung allein der auf die Längenausdehnung rechtwinklig gedachten Profillinien des Gebirges, „seiner Querdurchschnitte“, zu folgern wäre.

Ich werde desshalb, ehe ich auf die in Verbindung mit der Relief-form resultirenden Werthe übergehe, Besprechung der allgemeineren klimatischen Bedingungen, die für dieses Hochgebirge vorliegen, vorausschicken.

Mittlere Vertheilung der Lufttemperatur. — Schon die Ausdehnung Hochasiens von Süd nach Nord hat für die Breiten bei vergleichender Untersuchung der einzelnen Gebiete bedeutende Verschiedenheit in der Vertheilung der Luftwärme für jene Werthe erwarten lassen, welche sich ergeben, wenn die thermischen Daten directer Beobachtung mit Elimination des local bestimmten Einflusses der Höhe auf das gemeinsame Niveau der Meereshöhe reducirt werden; auch jene mehr oder weniger continentale Lage von West nach Ost, wie sie hier mit den Längen sich verbindet, zeigte sich auf diese Weise deutlich erkennbar.

Die basischen Jahresisothermen der Lufttemperatur, auf Meeresniveau bezogen, haben als characteristisch ergeben:

- a) mässig rasche Temperaturabnahme quer von Süden nach Norden bei gleicher „Länge“, vom indischen Tieflande bis gegen den Himálaya-Kamm, dann etwas raschere bis an den Nordfuss des Künlün;
- b) eine bedeutende relative Steigerung der Wärme im Westen, Zunahme bei gleicher „nördlicher Breite“.

Beides ist bedingt durch die Grösse und Gestaltung subtropischen und tropischen Tieflandes, das dem Fusse des Himálaya entlang gelegen ist und weit gegen Süden sich ausbreitet. Es bietet sich zur Beurtheilung, ganz dem Südrande folgend, die basische Isotherme von $23\frac{1}{3}^{\circ}\text{C}$ (74°F . meiner graphischen Darstellungen, ebenfalls auf das Meeresniveau dort reducirt). Diese liess um so bestimmter die Art der Aenderung erkennen, weil sie sich unabhängig von den Himálaya-Stationen aus Assám- und Pánjáb-Stationen ebenfalls ergeben hatte. Das Resultat ist also:

„Obwohl die Differenz nördlicher Breite zwischen den beiden seitlichen Enden des Himálaya am Südrande mehr als 6 Grade beträgt, zeigt sich an beiden fast gleiche Jahreswärme¹¹⁾.“

11) Ueber die Temperaturvertheilung in Indien, mit besonderer Erläuterung der „mehr als mittellosen Wärme im Nordwesten“, habe ich in voller Ausführlichkeit berichtet, sobald meine Berechnung der einzelnen Stationen durchgeführt war, in den Transactions der Royal Soc., London 1863, p. 525—542 mit 5 Karten.

In rein süd-nördlicher Richtung ist aber für entsprechenden Breitenunterschied von 6 Grad die Temperaturabnahme zwischen den basischen Isothermen nahezu 4°C . Den mittleren Werthen der Abnahme der Wärme gegen Norden im Gürtel solchen Abstandes vom Aequator rings um die Erde schliesst diess sehr gut sich an. Die absolute Wärme jedoch, wie sie sich aus der Berechnung der basischen Isothermen für Hochasien im nördlichen Theile desselben ergeben hat, zeigt noch immer auch dort entschieden den erwärmenden Einfluss ausgedehnter Bodenhebung. Es würde aus den etwas entfernten Umgebungen östlich sowie westlich von Turkistán selbst im Jahresmittel die Wärme um mehr als 2°C geringer sich ergeben als aus den vorliegenden Daten für die Lage der Basis von Yárkand zu schliessen ist.

Die Höhenisothermen zeigen die Luftwärme direct in ihrer Verbindung mit der Bodengestaltung des Gebirges, welches auf solcher Basis sich erhebt; sie lassen die sich ergebende Wärme-Abnahme mit der Höhe sowie die Ursachen der Modification derselben beurtheilen. Veränderud wirken ein: das Klima der Nachbarländer sowie, innerhalb des Gebirgskörpers selbst, vor allem die relative Menge gehobener Masse.

Auf Hochasien macht sich klimatischer Einfluss der Nachbarländer am meisten am Südrande und in den Mittelstufen auf der Himálaya-Südseite bemerkbar; in den Temperatur-Verhältnissen durch das Vorherrschen ansteigender erwärmender Winde.

Die Wirkung der Massenerhebung lässt sich durch Verminderung der Temperaturabnahme mit der Höhe erkennen, am deutlichsten in den centralen Theilen, wo die Einwirkung südlichen Tieflandes schon aufgehört hat.

Ein Querprofil in süd-nördlicher Richtung durch Hochasien gelegt und mit den resultirenden Höhenisothermen durchzogen zeigt demnach Abweichung in doppelter Weise von jener Form gerader gegen Norden sich senkender Wärmelinien, die sich ergeben würde, wenn Unterschiede der Breite und der Höhe allein die bedingenden Elemente wären:

Es bietet sich sehr deutlich „locale Hebung der Isothermen in den südlichen Theilen“, weit stärkere, als solche der Breite allein entspräche; und

es tritt „eine zweite — und zwar central gelegene und nach beiden Seiten begrenzte — Hebung der Höhen-Isothermen“ ein, also wieder locale Vermehrung der Wärme bei gleicher Höhe, nemlich in jenen Theilen Hochasiens, in welchen die gehobene Masse die grösste ist.

Letzteres macht demnach schon hier, ungeachtet der im Verhältnisse zur Erdoberfläche noch immer sehr geringen Ausdehnung des Gebirges, den resultirenden Effect in ähnlicher Weise bemerkbar, wie solches von einem Verlängern des Erdradius um die betreffende Grösse für die ganze Erde zu erwarten wäre, wenn dasselbe gedacht wird unter dem Einflusse verdünnter Atmosphäre zwar, aber unter sonst gleichen allgemeinen thermischen Bedingungen. Berücksichtigt man, dass 20,000 engl. Fuss Höhe z. B. noch etwas kleiner ist als $\frac{1}{1000}$ des Erdradius, so tritt sogleich entgegen, dass nicht durch eine „um Bergeshöhe“ grössere Entfernung vom Innern der Erde — in der stetigen Wärmeausgleichung von dort — der Effect auf die Oberfläche des Bodens oder gar auf die Luft messbar sich verändern könnte, sondern dass vielmehr jene directe Wirkung der Insolation, die abhängig ist von Breite und gleichzeitiger Beschaffenheit der Atmosphäre, zur Ursache der Modificationen in centraler Lage wird.

In ausgedehnten Plateaux, deren Erhebung eine mittelgrosse nur ist, tritt solches am deutlichsten hervor; doch lässt sich auch auf sehr hoch gelegenen flachen Terrainstufen gegenüber den Verhältnissen in Gebirgen der gewöhnlichen Formen der Einfluss der gehobenen Masse in ähnlicher Weise erkennen.

Was in Hochgebirgen mit Kamm- und Thalbildung dieses Ergebniss der unmittelbaren Beobachtung entzieht und vor allem den Bewohnern in Vegetation und Feldbau leicht verbirgt, ist der Umstand, dass in solchen Gebirgen die Veränderung der Bodengestaltung keine so bedeutenden Gegensätze zeigt, und dass in den centralen Theilen auch die niedersten der Punkte verhältnissmässig hohe sind; es liess sich daher dieser Einfluss der Massenhebung erst durch Vergleichen ausgedehnter Gebiete mit genügender Bestimmtheit für die verschiedenen Theile Hochasiens beurtheilen.

Schon in den Alpen hatten wir Gelegenheit, als unerwartetes Er-

gebniss zu finden, dass in den centralen Theilen „gleiche Wärme der Luft, der oberen Bodenschichten und der Quellen höher ansteigt“, und dass unter anderem selbst der kühlende Einfluss von Firn und Gletscher nur auf geringe Ausdehnung sich beschränkt¹²⁾.

In den centralen Gebieten Hochasiens, wie die folgenden tabellarischen Daten der Temperaturabnahme es zeigen werden, war der Einfluss der Massenerhebung, weil Terrain-Verhältnisse und subtropische Lage dort zusammenwirken, um so deutlicher hervortretend.

Entsprechendes lässt sich auch für alle anderen Hochgebirge, veränderlich noch im Verhältnisse zu geographischer Breite und atmosphärischer Feuchtigkeit, erwarten. Abnahme der Breite steigert die relative Erwärmung in den Centren. Der resultirende Einfluss vermehrter Feuchtigkeit auf Gebirge ist ein abkühlender, weil durch Bewölkung, durch Schneeschmelzen und durch Verdunsten des Regens der Boden-Oberfläche und den Luftschichten in Berührung mit derselben stets Wärme entzogen wird, wogegen der Einfluss des Freiwerdens von Wärme bei Condensation vorzüglich auf die höheren Schichten der Atmosphäre einwirkt.

In den Vorbergen der Hochgebirge, dessgleichen an den Abhängen isolirter Erhebungen besonders der Inseln, und meist auch in kleinen Gebirgen¹³⁾ ist Temperaturabnahme der Luft mit der Höhe eine raschere, zeigt sich ähnlicher jener in der freien Atmosphäre, als jener im Inneren der Gebirge, wenn nicht local aufsteigende Luftströme aus Niederungen sie verzögern.

Die Bodenwärme. Abnahme der Bodenwärme mit der Höhe ist, im resultirenden Jahresmittel, für alle Lagen eine langsamere als die Abnahme der Luftwärme. Diess gilt selbst für die Oberfläche in unmittelbarer Berührung mit der freien Luft und zeigt sich noch bestimmter in der Temperatur all jener Quellen, deren unterirdische

12) Phys. Geogr. der Alpen, Band I. 1850, S. 263; S. 375; Band II, 1854, S. 585; u. a.

13) Ist die Erhebung eine nur unbedeutende aber sehr undulirte bei grosser Ausbreitung, so kann die absolute Wärmeentwicklung in tropischer und subtropischer Lage, bis zu einer gewissen Höhe, selbst grösser sein, als sie bei sehr flacher Bodengestaltung im Niveau des Meeres sein würde, wie besonders die Untersuchung der Stationen im nordwestlichen Indien gezeigt hatte.

Reservoirs so tief hinabreichen, dass das zu Tage tretende Wasser in der Jahresperiode constante Temperatur oder nur geringe Veränderlichkeit derselben hat. Bei diesen, dergleichen in den Schächten der Bergwerke, lässt sich „erwärmender Einfluss vom Innern der Erde ausgehend“ als die vorzüglich bedingende Ursache erkennen; in Tiefen, die geringer sind, und an der Oberfläche selbst wirkt dieser Einfluss zwar ebenfalls noch mit, aber verhältnissmässig wenig. Hier folgt aus der Grösse und der Vertheilung der Unterschiede der Wärme innerhalb der Jahresperiode, dass von jenen Bedingungen vor allem, welche auf die Luftwärme von aussen einwirken, auch die Bodenwärme abhängig ist.

Als modificirend speciell für Bodenwärme ergibt sich ¹⁴⁾

- a) dass dieselbe local, und dabei an der Oberfläche vorzüglich, durch Umstände, welche häufiger und intensiver Besonnung günstig sind, in ganz extremer Weise sich steigern kann;
- b) dass in centralen Lagen der erwärmende Einfluss gehobener Masse in der Wärme der Quellen und der Bodenschichten entsprechender Tiefe stets noch bestimmter auftritt, als in der mittleren Wärme der Atmosphäre daselbst.

Die Insolation. — Die Differenz, welche sich zwischen der Erwärmung durch die Sonne und dem Wärmeverluste durch Strahlung ergibt, ist in dem ausgedehnten Gebiete Hochasiens für die einzelnen Landesregionen, sowie für die Höhenlagen in denselben, eine sehr verschiedene. Zum Theil bedingt diess schon der Stand der Sonne nach geographischer Breite; damit verbindet sich sehr ungleiche Vertheilung der Beschattung durch Wolken, der deutlichen Nebelbildung und der schwächeren Trübung durch suspendirte Feuchtigkeit in flüssigem Zustande, sowie die Gasbeschaffenheit der Atmosphäre selbst.

Die der Besonnung ausgesetzten flüssigen und festen Körper sind, insoferne nicht Verdunsten und Schmelzen noch hinzukommt, in ihrer Anfangstemperatur, sowie in ihrem gleichzeitigen Wärmeverluste bei resultirender Temperaturerhöhung von der Temperatur ihrer Unterlage und von der Temperatur und der Dichtigkeit der umgebenden Luft abhängig; Wind wirkt kühlend durch das Wechseln der Luftberührung.

14) Vergleichende Zahldaten aus Ladák und aus Sikkim habe ich in „Reisen“ Bd. III S. 329 u. ff. gegeben.

Verdünnung der Luft begünstigt, bei geringerer Absorption, die Menge der eindringenden Wärmestrahlen, aber vermehrt auch den gleichzeitigen Wärmeverlust durch Strahlung dunkler Wärme; letzteres steigert sich bei erhöhtem Grade der Verdünnung, ähnlich aber nicht in gleichem Verhältnisse wie das Eindringen directer Wärme, und der resultirende Effect ist eine relativ stärkere Insolation an hohen Standpunkten.

Gasförmige Feuchtigkeit ist gleichfalls eine Bedingung der Absorption directer Wärmestrahlen, aber darin unterscheiden sich in ihrer Wirkung feuchte und trockene Luft, dass bei Vermehrung der Feuchtigkeit in der Atmosphäre (Trübung durch Nebelbläschen ganz ausgeschlossen gedacht) unter sonst gleichen Umständen des Druckes und der Temperatur der Effect der Besonnung sich steigert. Schon die ersten Beobachtungen während unserer Reise durch das südliche Indien, 1854/55, zeigten, nicht nur dass durch das Entstehen von Nebelbläschen und Wolken Wärmestrahlen der Sonne von der Oberfläche der Erde abgehalten werden, sondern, ebenso bestimmt, dass der Wassergehalt der Atmosphäre in gasförmigem Zustande die resultirende Insolation sehr bedeutend erhöht¹⁵⁾. Die extremen Verschiedenheiten zwischenden tiefen, feuchtwarmen Thälern des östlichen Himálaya und den trocknen Höhen des Karakorúm-Gebirges haben gleichfalls in ganz entsprechender Form diese Wirkung erkennen lassen¹⁶⁾. Erklärung des Effectes liess sich finden in specifischer Verschiedenheit des Widerstandes gasförmigen Feuchtigkeit gegen directe und gegen dunkle Wärme, bei vermehrtem stande gegen dunkle Wärme.

Experimentelle Untersuchungen Tyndall's über den Widerstand

15) Details darüber, auch Beschreibung der angewandten Methoden der Beobachtung, habe ich in „Third Report upon the Progress of the Magnetic survey of India“ angegeben; gleichfalls abgedruckt im Journal der As. Soc. of Bengal 1856.

16) Zahlendaten verschiedener Art gab ich in „Beobachtungen über den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Insolation“ in Sitz.-Ber. der k. b. Ak. der Wiss. 1864 II. S. 216 bis 246; allgemeine Zusammenstellung über die Verhältnisse der Insolation zu den klimatischen Erscheinungen folgt in den „Results“ Vol. V. Meteorology, second Part.

Erst die Bearbeitung der Einzelheiten der Insolationseffecte hat mir für diese Breiten-
genügende Erklärung für manche der unerwarteten meteorologischen Verhältnisse daselbst
boten.

verschiedener Körper gegen den Durchgang strahlender Wärme¹⁷⁾ haben unabhängig von diesen meteorologischen Erscheinungen das gleiche Ergebniss geliefert.

Da mit wachsender Höhe die Wärme und die Dichtigkeit der freien Luft und aller Gase, die ihr beigemengt sind, so bedeutend abnimmt, sind — auf die Mittelhöhe des Gebirges bezogen — die Effekte der Insolation in ihrer Gesamtwirkung auch an den günstigen, klaren Tagen geringer, als sie es, auf die gleiche basische Fläche bezogen, im Meeresniveau wären. In dieser Beziehung gleichfalls ist ein Hochgebirge, ebenso wie durch das verhältnissmässige Freistehen, ein Element der Verminderung in der Vertheilung der Wärme für den entsprechenden Theil der Oberfläche der Erde.

Die Luftströmungen und der Luftdruck. — Thalwinde abströmender kalter Luft, auch Tag- und Nachtwinde mit Wechseln der Richtung, lassen sich wie in anderen Hochgebirgen, nemlich mit geringer Intensität, in allen Theilen Hochasiens beobachten. Stärker, und breiter in der Form, ist das Abströmen, welches längs des Südrandes von dem erwärmenden Einflusse des indischen Tieflandes auf die Stufen mittlerer Höhe, als Ausgleichung, bedingt ist. Es beschränkt sich jedoch auch dieses vorzüglich auf Thäler im Gebirge selbst. Messbarer Wärme-Effekt auf die zunächst vorliegenden Ebenen lässt sich am Südrande des Himálaya für das Jahresmittel durch Kühlung nur in der Strecke längs Nepál erkennen. Etwas ausgedehnter, besonders im Winter und im Frühling, ist solche Depression der Temperatur in der freien turkistanischen Ebene im Norden des Künlün.

Periodische Winde, und zwar die indischen Monsúns mit regelmässigem Wechsel in der Jahresperiode sind auf der Südseite des Himálaya, jenen im indischen Tieflande entsprechend, noch mit Bestimmtheit in ziemlich grosser Entfernung vom Rande des Gebirges zu beobachten; jenseits des Kammes verliert sich sehr bald dieser Charakter auch für den Monsún des Sommers. Aehnlich verhält es sich mit den Nordwinden des Sommers, die im Künlün vorherrschen, für die Hochthäler von Tíbet.

17) Tyndall, 1863; „Transact. Royal Soc.“, „Philos. Magazine“, etc. In Beziehung auf die Hitze, welche die Erde periodisch durch Strahlung verliert, kann man nach Tyndall's Versuchen annehmen, dass 16 Procent durch den Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre in der untersten Schichte von 10 Fuss Höhe absorbiert werden.

Wie sich bei meiner Special-Untersuchung der Windes-Verhältnisse für Band V der „Results“, den ich gegenwärtig bearbeite, gezeigt hat, lassen die bedeutenden Höhendifferenzen längs der Richtung der Winde über die Hochgebirge und die damit verbundenen Hebungen und Senkungen der bewegten Luftmasse auch darin ihren Einfluss erkennen, dass mit der Hebung Ausdehnung bei vermindertem Luftdrucke und Latentwerden von Wärme sich verbindet, während die Senkung im entgegengesetzten Sinne wirkt.

Der Luftdruck ist in Hochasien, wegen der thermischen Verhältnisse in subtropischer Lage, für viele der Vegetationsformen, die sich bieten, schon innerhalb der Grenzen ihrer Verbreitung ein sehr ungleicher.

Luftdruck von $\frac{3}{4}$ der Atmosphäre, Barometerstand von 570 Mm. oder 22.44 engl. Zoll, zeigte sich in Hochasien¹⁸⁾ im Mittel vieler Beobachtungen meist bei 8000 engl. F. Höhe; Luftdruck der $\frac{1}{2}$ Atmosphäre, 380 Mm. oder 14.96 engl. Zoll ergab sich für 19.100 Fuss¹⁹⁾. Die höchsten phanerogamen Pflanzen fanden wir 700 Fuss höher noch, was einem Barometerstande von 368 Mm. oder 14.5 engl. Zoll entsprach.

Untersucht man die meteorologischen Verhältnisse an den oberen Vegetationsgrenzen in Hochasien oder in anderen Hochgebirgen und vergleicht man sie mit jenen Grenzen gleicher oder nahe verwandter Pflanzenformen, welche für wachsende Breiten sich bieten, so tritt sogleich entgegen, dass die Grenzen ungeachtet sehr verschiedenen Luftdruckes fast immer mit nahezu gleichen Wärmebedingungen coincidiren, und dass sie sich unabhängig zeigen von directem mechanischen Einflusse des Luftdruckes.

Ursache ist, dass im Organismus der Pflanzen nur Circulation von Flüssigkeit, nirgend von Luft in gasförmigem Zustande wie für das thierische Leben, das Bedingende ist.

18) Als genäherte Mittelwerthe können die hier vorliegenden Verhältnisse allgemein für die gleiche Erhebung über die Erdoberfläche gelten; Veränderlichkeit des Barometerstandes, Schwankung am gleichen Orte, zeigt ohnehin sowohl bei Zunehmen der geographischen Breite als auch bei zunehmender Höhe sehr rasche Verminderung.

19) Berechnet aus directen Beobachtungen am Íbi Gámin-Passe, Lager bei 19,094 F., am Gunshan-kár-Peak, am Gipfel selbst bei 19,699 F., und am Karakorum-Passe, Uebergangsstelle bei 18,345 F. Höhe. „Results“, Vol. II. p. 336, p. 421 und p. 427.

Schon Thompson wurde speciell in Tibet auf die eigenthümliche Widerstandsfähigkeit der Vegetation gegen verminderten Luftdruck aufmerksam, durch das hohe Auftreten von *Myricarien* als gut entwickelte Bäume, bei 15,500 Fuss Höhe noch, im Púga-Thale in Núbra. Dort wirkt allerdings ungewöhnliche locale Luft- und Bodenwärme mit; sie ist durch die Nähe heisser Borax-Quellen ausnahmsweise günstig verändert.²⁰⁾

In Strauchform hatten wir *Myricaria germanica* var. *prostrata* auf der Nordseite des Karakorúm-Passes in ganz freier Lage mehrmals in Höhen über 16,500 Fuss gefunden.

Als wärmeverändernd kann in grossen Höhen noch diess von Einfluss sein, dass, wie physicalisch zu erwarten ist, die Wärmeabnahme mit Verminderung der Dichtigkeit der Luft stetig etwas rascher werde. Für die freie Atmosphäre hatte schon Humboldt diess ausgesprochen²¹⁾, und Biot hat darauf aus Beobachtungen, die in Ballonfahrten gemacht wurden, in positiver Weise ebenfalls hingewiesen. Ueber Meeren, Tiefländern und Mittelgebirgen war diess in verhältnissmässig geringer Höhe schon zu erkennen gewesen.

In Hochgebirgen aber ist der Einfluss der festen Masse und ihrer Gestaltung auf die Temperaturvertheilung so überwiegend, dass Antheil der Wirkung der Verdünnung der Luft, jedenfalls bis hinan zum Auftreten isolirter Gipfel und Kämme, ein verschwindend kleiner bleibt.

Indirect dagegen machte sich Einfluss verdünnter Luft auf Vegetation, wie sogleich sich zeigen wird, durch die damit verbundene Modification der Feuchtigkeits in sehr grossen Höhen wohl bemerkbar.

Atmosphärische Feuchtigkeits. — Die relative Feuchtigkeits, in Procenten der „Menge bei Sättigung der Luft“ ausgedrückt, ist auf der Himálaya-Südseite vorherrschend gross, und zwar während der ganzen Jahresperiode. Für die Entwicklung der Vegetation in den höheren Theilen ist es jedoch selbst in jenen feuchten Gebieten ein beschränkendes Moment, dass die Spannkraft des Wasserdampfes, die absolute Menge in gegebenem Raume, in gleichem Verhältnisse wie der Luftdruck mit der Erhebung abnimmt.

20) Thompson, Western Himalaya and Tibet, p. 164.

21) A. v. Humboldt, Recueil d'Observations astronomiques. Vol. I. p. 138.

So geschieht es, dass in Hochgebirgen tropischer und subtropischer Breiten wegen der bedeutenden Höhe der Pflanzengrenzen, — mehr noch als in den Alpen — trockne Pflanzenformen vorherrschend, als die letzten zu erkennen sind, die nicht nur gegen geringe Wärme, sondern auch gegen geringe Feuchtigkeit der Luft sehr widerstandsfähig sind²²⁾. Steigen Pflanzengrenzen bis in die Nähe der Schneegrenze an, (oder überschreiten sie dieselbe), so wäre wenigstens local vermehrte Bodenfeuchtigkeit an hohen Standorten nicht ganz ausgeschlossen. Doch finden sie sich auch dort meist in trockenen Lagen, da nur in solchen die oberen Bodenschichten genügend sich erwärmen.

Bewölkung und neblige Trübung der Atmosphäre sind auf der Südseite des Himálaya vom Beginne des Frühlings bis gegen den Herbst von grosser Häufigkeit; doch treten in den meisten Lagen selbst in der Regenzeit Unterbrechungen mit sehr starker Besonnung ein. Die zweite Hälfte des Herbstes und die Wintermonate sind auch in den feuchtesten Himálaya-Theilen im allgemeinen sehr klar; Wolkenbildung ist oft Tage lang eine ganz vereinzelt. Normales Auftreten der Nebelbildung wie in unseren Breiten beschränkt sich selbst in Sikkim sowohl in den Thälern als auf den Abhängen auf die Zeit der Frühlings- und der Sommer-Regen. Als Mittel für die Jahresperiode erhielt ich aus den Beobachtungen zu Darjiling in Sikkim, Höhe 7168 F., relative Feuchtigkeit von 84 Procent bei 12.4° C mittlerer Lufttemperatur.

In der Nähe des Himálaya-Kammes selbst finden sich schon auf der indischen Seite an zahlreichen Stellen lange Gürtel mit wechselnder Breite aber meist unter sich zusammenhängend, in welchen die relative Feuchtigkeit fast so gering wird wie in Tibet, mit Aehnlichkeit des ganzen Klimas; diess tritt ein, weil die von Indien ansteigenden Winde, auch solche, deren Richtung noch eine Strecke weiter fortbesteht, ihre Feuchtigkeit schon an hohen Parallel-Ketten verloren haben, welche hier dem Hauptkamme vorliegen. Dieses Uebergreifen tibetischer Trockenheit über die Kammlinie des Himálaya gegen Süden hat sich vor allem an

22) Auch an den polaren Grenzen ist trockne Vegetation sehr allgemein; dort aber sind es die ungleich grösseren Kälteextreme im Winter, bei ähnlichen Jahresmitteln wie an den Höhengrenzen, welche die mehr saftreichen Pflanzen ausschliessen.

seinem grossen Einflusse auf die Vegetation erkennen lassen. Schmal zeigt sich dasselbe in Síkkim schon, und es wird sogar ziemlich breit in den nördlichen Theilen der britischen Provinzen Kámáon und Gárhvál.

Im centralen Theile Tíbets in Gnári Khórsum, sowie in Ladák und in Núbra, ist die relative Feuchtigkeit die geringste gewesen, die sich zur Beobachtung geboten hatte. Es waren uns 1855 und 1856 Minima relativer Feuchtigkeit von $1\frac{1}{2}$, selbst von 1 Procent nur, vorgekommen²³⁾.

In Bálti, das sich weit gegen Nordwesten vorschiebt, nimmt die relative Feuchtigkeit ziemlich stark wieder zu und es zeigt sich schon so bedeutende Vermehrung derselben dass auch die Vegetation in ihrer Menge und in ihrer Gestaltung sehr verschieden ist von jener der mehr centralen Theile Tíbets. Für den fernerer Südosten Tíbets, der bei geringerer nördlicher Breite überdiess weniger hoch gelegen ist, ist Aehnliches ebenfalls sehr wahrscheinlich; positive Anhaltspunkte zur Beurtheilung sind aber bis jetzt noch nicht bekannt.

Von Ladák gegen Norden, in jenem Hochlande Turkistáns, das zwischen der Karakorúm- und der Künlün-Kette liegt, ist jenseits des Karakorúm-Kammes, die extreme tibetische Trockenheit bald gebrochen; aber gross ist anfangs die Aenderung nicht, sie ist eine viel weniger rasche als z. B. gegen Nordwesten in Bálti. Beim Ansteigen auf der Südseite des Künlün war eine allmählig bemerkenswerthe stetige Zunahme atmosphärischer Feuchtigkeit am Auftreten von Vegetation, da wo auch Bodenfeuchtigkeit sie begünstigte, zu beobachten, wurde auch durch Messung von uns bestimmt. Bedeutend aber wurde die Aenderung im Vegetationscharakter erst jenseits des Kammes, auf der Nordseite des Künlün, ungeachtet der nicht sehr fernen Góbi-Wüste; in den Mittelstufen des Nordgehänges ist sie am grössten.

Auf der Südseite des Künlün zeigt sich die Vegetation höchstens

23) Bis dahin war die von Humboldt in der sibirischen Platowskaja-Steppe, südlich von Tobolsk beobachtete relative Feuchtigkeit „von 16%“ das Minimum, das aus directer Bestimmung, mit Anwendung feuchten und trocknen Thermometers, sich ergeben hatte; allerdings in einem viel niedrigeren und auch viel weiter gegen Norden gelegenen Gebiete. Al. von Humboldt „Centralasien“ Band II, Hygrometrische Tafel, S. 51.

oasenarsig; Flächen bildet sie, aber diese sind vereinzelt. Im ganzen landschaftlichen Bilde, das sich bietet, sind noch immer kahle Gesteine das Vorherrschende; hier tritt auch Einlagerung von Wüstensand, den die Stürme herüberwehen, hinzu. Auf der Nordseite dagegen gibt es gute Weidegründe bis hinan zur Schneegrenze und eine mittelmäßige Strauchregion; Baumvegetation ist nicht ganz in gleichem Grade entwickelt, doch die Höhengrenze, die sie erreicht, ist gleichfalls eine den mittleren Wärme-Verhältnissen sehr wohl entsprechende. An jenen Kämmen der Karakorum-Hauptkette, welche sich links vom oberen Yarkand-Thale direct in die Ebene Turkistans hinabziehen, da sie schon westlich vom Ende der Künlünkette gelegen sind, lässt sich der hier erwähnte Vegetationscharakter in ganz ähnlicher Form ebenfalls erkennen.

Die Regenmenge auf der indischen, südlichen Seite des Himálaya ist im Verhältnisse zu anderen Gebieten gleicher Lufttemperatur längs des ganzen Höhenzuges eine mehr als mittelgrosse; dabei sind die Differenzen ebenfalls bedeutend. Das Maximum zeigte sich in den Mittelstufen des Síkkim-Himálaya, in Darjiling und Umgebungen zwischen 6000 und 8000 Fuss Höhe. Die Regenmenge erreicht dort 100 bis 130 engl. Zoll im Jahre. Gegen Osten, in Bhután, und, etwas rascher, noch gegen Westen und Nordwesten von Síkkim tritt starke Abnahme ein. Aber auch nordwestlich noch von Kashmír ist in Höhen bis zu 8000 Fuss Niederschlag im Jahre von 50 bis 60 Zoll nicht selten. Für grössere Höhen bei sonst gleicher Lage lässt sich, nach den vereinzelter Beobachtungen während der Märsche zu schliessen, überall ziemlich schnelle Verminderung des Niederschlages voraussetzen, der sich aber mehr quantitativ als in Häufigkeit und Dauer ändert.

Die allgemeine Abnahme der Regenmenge von Síkkim an gegen Nordwesten ist jener im indischen Tieflande in der Richtung vom Küstengebiet landeinwärts ähnlich. Im Tieflande aber ist in Bengalen und noch in Hindostán die Regenperiode in der Zeit ihres Beginns und ihres Endens viel schärfer begrenzt.

Vergleicht man die einzelnen Stufen des Himálaya zwischen dem indischen Rande und dem Kamme längs ihres Ansteigens gegen Norden, so zeigt sich, dass nicht in den Vorbergen die Regenmengen die grössten

sind, sondern dass die Maxima erst in einiger Entfernung vom Tieflande eintreten — da, wo die regenbringenden Winde zugleich bis zu gewisser Höhe sich erheben mussten ²⁴⁾. Von dort gegen das Innere ist die Regenmenge eine bedeutend geringere, und nimmt überall verhältnissmässig ziemlich rasch noch in den dem Kamme näheren Theilen ab.

In Tibet, auch in der dem Himálaya-Kamme südlich vorliegenden schmalen Region grosser Trockenheit, ist die Niederschlagsmenge eine sehr geringe. Sie lässt sich zu 5 bis 6 Zoll annehmen; in vielen Theilen Tibets erreicht sie im Jahre wenig über 2 Zoll.

Im Künlün-Gebirge sind leichte Schauer von Schnee und Regen verhältnissmässig ziemlich häufig zu nennen, wenigstens auf der Nordseite in Höhen von 7000 bis 10,000 Fuss; quantitativ ist der Niederschlag dessenungeachtet noch immer gering, kaum mehr als 12 bis 15 Zoll für das Jahr erreichend.

Als Jahres-Maxima des Regens in Europas gebirgigen Erhebungen und ihren nächsten Umgebungen ²⁵⁾ sind anzuführen die Stationen Coimbra in Portugal mit Regenmenge von 118·9 engl. Zoll, Bergen in Norwegen mit 88·7 engl. Zoll, und Tolmezzo am Südfusse der Alpen mit 96·0 engl. Zoll. Mittelwerth für die ganzen Alpen ist eine Niederschlagsmenge von 42·6 engl. Zoll, für das südliche Deutschland 26·65; für Nord- und Mittel-Deutschland 21·23 engl. Zoll.

Die Vertheilung der Niederschläge in der Jahresperiode ist gleichfalls in Hochasien, auch im regenreichen Gebiete der Südhänge des Himálaya, von jener in den meisten Lagen mittlerer Breite sehr verschieden, und zwar in einer Weise abweichend, welche gerade auf die Entwicklung der Vegetation von unmittelbarem Einflusse ist.

Im Himálaya sind nemlich die Winter von Bhután bis Kashmír milde und feucht, sind aber doch ungeachtet einer mehr als mittelgrossen „relativen Feuchtigkeit der Luft“, fast ganz ohne Niederschlag, und die Besonnung ist durch andauernd schönes Wetter begünstigt.

Für die Vegetation ersetzt sich der Regenmangel zum Theil durch starke Thaumenge; noch grösseren Einfluss hat die Bodenfeuchtigkeit,

24) Aehnlich gelegen sind die Maxima von Regenmenge an der Westküste des südlichen Amerika; dort aber ist der Küstenrand sogar nahezu regenlos.

25) Khássia-Gebirge und absolute Maxima s. o. S. 203.

weil diese wegen ihrer sehr beschränkten Veränderlichkeit in den regenreichen Gebieten des Himálaya während der ganzen Jahresperiode eine sehr grosse ist.

Im Frühlinge treten in den meisten Lagen Regen ein, und diese sind es auch, mit denen sich in den höheren Regionen vorzüglich der Schneefall verbindet; dann folgt häufig wieder Wochen lang vorherrschend klare Luft mit vereinzelter Wolken.

Jene indischen Monsúns, von denen das Eintreten der eigentlichen Sommer-Regenzeit bedingt ist, machen im Himálaya meist etwas früher als südlich davon den Regen beginnen, da in diesem Gebirge mit der Aenderung des Windes die Luft rascher mit Feuchtigkeit sich sättigt, als über den Ebenen, wo die heisse trockne Jahreszeit voranging. Der Herbst aber ist wieder sonnig, auch der ganzen Ausdehnung des Himálaya entlang, und es sind selbst bei den bisweilen eintretenden Stürmen Niederschläge sehr selten. Die Niederschläge in Tíbet und nördlich davon im Gebirge sind quantitativ vorzüglich auf den Sommer und den ersten Theil des Herbstes beschränkt, verbunden mit localem Auftreten isolirter Gewitter. Aehnlich scheinen auch die Verhältnisse für die Ebenen Turkistáns zu sein in jenen den Gebirgsrand bildenden Theilen, in denen der Wüstencharakter noch nicht ausschliesslich vorherrscht.

Niederschlag im Winter, auch als Schneefall kommt in Tíbet ausnahmsweise vor, ist aber stets sehr gering. In den Thälern bildet Schnee, selbst für kurze Zeit, nur selten eine cohärente Decke.

In den Alpen dagegen und in Nord- und Mittel-Deutschland ist die Vertheilung der Niederschläge nach den Jahreszeiten eine ganz andere. Setzt man die Regenmenge des ganzen Jahres = 100, so sind die procentischen Verhältnisse²⁶⁾ die folgenden.

Für das Alpengebiet ergibt sich:

Winter 19·7 % Frühling 22·0 % Sommer 25·7 % Herbst 32·7 %;
für Nord- und Mittelddeutschland:
Winter 20 % Frühling 23 % Sommer 37 % Herbst 24 %.

26) Entnommen unseren „Untersuchungen über die phys. Geogr. der Alpen“, Leipzig 1850, Band I. S. 413.

2. Tabellen der Temperaturabnahme mit der Höhe im Jahresmittel.

Zu der directen Bestimmung der Lufttemperatur konnte ich für Hochasien 44 Beobachtungsstationen zusammenstellen. Was ich hier folgen lasse sind aber nicht ausgewählte einzelne Stationen, wie ich für Indien sie gab, sondern Mittelwerthe, berechnet für die klimatisch zu trennenden Gebirgsregionen und innerhalb dieser für Höhenstufen von gleicher Grösse oder von möglichst einfachen gegenseitigen Verhältnissen. Wegen der so bedeutenden Verschiedenheit der Höhen, die hier thermisch zu vergleichen sind, liessen sich nur auf diese Weise Zahlen-
daten in allgemeiner Form zusammenfassen.

Schon im betreffenden Bande der „Results“²⁷⁾ habe ich versucht, mit sorgfältiger Berücksichtigung alles positiven Materiales unmittelbarer Beobachtung, Tabellen für Jahr und Jahreszeiten und Tafeln des Gebirgsprofiles mit den entsprechenden Höhenisothermen zu geben. Dort aber ist in den Zahlentabellen und in den graphischen Darstellungen Differenz der Temperatur — von 5° F. oder 2·8° C — zu Grunde gelegt.

Hier sind die entsprechenden Werthe für die Differenz der Höhe als Constante berechnet, um die Temperatur auch für die einzelnen Standorte, wo stets Provinz und Höhen angegeben sind, leichter beurtheilen zu können.

Bei der Berechnung der Temperaturtabellen, dem klimatischen Charakter der Gebirgsregionen entsprechend, war von dem Zusammenfassen der Provinzen der „Landesregionen“ nach topographischer Gestaltung nur wenig abzuweichen nöthig. Als solches Aendern der Begrenzung ist zu nennen für die Himálaya-Südseite Ausschliessen der trocknen schmalen Hochregionen, die sich dort streckenweise dem Kamme entlang zeigen (erl. S. 222) und Verbinden dieser mit Tíbet. Dessgleichen sind in der Berechnung der Mittelwerthe für das centrale

27) Vol. IV. Meteorology, First Part. „The thermal stations of High Asia“ p. 465—534. Die ersten Zahlendaten hatte ich für Hochasien gegeben in dem k. b. ak. Sitzungsbericht vom 11. März 1865, und mit Tafeln für Jahr und Jahreszeiten in den Berichten der Berliner Ak.-Sitzung vom 1. Juni 1865.

Hochasien aus der III. Landesregion auch die Nördgehänge der Karakorum-Seite miteingeschlossen worden, und die beiden Seiten der Künlün-Kette sind im Gebiete von Ost-Turkistán für sich allein zusammengefasst. —

Die Zahlenwerthe der Jahresmittel sind gegeben für Höhenstufen von je 6000 Fuss, oder für Theile derselben, wo die localen Verhältnisse der Hebung solches bedingten.

Die „Temperaturabnahme“ zwischen der oberen und unteren Grenze je einer Höhenstufe ist dabei nicht einfach aus dem Verhältnisse der Höhendifferenz zur Temperaturdifferenz in so grossen Abständen wie sie hier vorliegen entnommen, sondern es ist dieselbe basirt auf die unmittelbaren Beobachtungen an den einzelnen Stationen und auf die resultirenden Curven, wie in Band IV der „Results“ erläutert. Doch sind in den meisten Stufen die Zahlenwerthe der Abnahme, mit 5 englischen Fuss als Differenzgrösse, davon noch nicht verändert. —

Für das ganze Gebiet Hochasiens hat sich als Jahres-Mittelwerth eine Erhebung von 702 engl. F. für 1°C Temperaturabnahme ergeben. Für die einzelnen Theile desselben sind die Zahlenwerthe die folgenden.

„Himálaya - Südabhang; a) äussere, b) innere Lage“
(Landesregion I.)

In dieser Landesregion war bei der Angabe der verticalen Wärmevertheilung eine „äussere Lage“ und eine „innere Lage“ getrennt zu halten. Bedingt ist diess durch unmittelbaren Einfluss des indischen Tieflandes sowohl auf das mechanische Sichvertheilen erwärmter Luftmassen als auch auf die Menge und die Art des Auftretens atmosphärischer Feuchtigkeit.

Als Maxima der Erhebung sind in der äusseren Lage Gipfel von nahezu 16,000 Fuss anzuführen; die „Basis“ ist hier in beiden Lagen auf das Meeresniveau bezogen und ist der Mittelwerth der basischen Isothermen für je 1 der Lagen.

a) „äussere Lage“.

Höhe ü. M., engl. F.	Lufttemperatur, Jahresmittel	Erhebung für 1° C Abnahme
(0', Basis)	24·2° C)	
2000'	21·4	715 engl. F.
8000'	13·1	720 „
14,000'	4·0	665 „
15,500'	1·7	650 „

b) „innere Lage“.

(0', Basis:)	21·1° C)	
2000'	18·3	715 engl. F.
8000'	9·9	715 „
14,000'	1·9	755 „
20,000'	— 6·2	740 „
26,000'	— 14·5	720 „

Aus diesen beiden Zahlentabellen ist zu ersehen:

1) Es ist die „äussere Lage“ mit der „inneren“ verglichen in ihren niederen Stufen, mit mehr, als der sehr geringen Breiten-Differenz allein entspräche, die wärmere; die verticale Wärmeabnahme ist in der „äusseren Lage“ die raschere.

2) In beiden Lagen zeigt sich die Temperaturabnahme mit der Höhe für solche Mittelstufen als die langsamste, in welchen die Massenerhebung ebenfalls noch verhältnissmässig sehr langsam sich ändert.

3) In der „äusseren Lage“ ist von 8000 Fuss aufwärts die Temperaturabnahme bedeutend rascher als in der „inneren“, indem bei Vorherrschen isolirter Erhebungen die Wärmeveränderung immer mehr jener in der freien Atmosphäre sich anschliesst.

„Das westliche Stromgebiet von Tibet“, nebst Einschluss des „Nordabhanges der Karakorúm-Kette“. (Landesregion II und Landesregion III a.)

Höhe ü. M., engl. F.	Lufttemperatur, Jahresmittel	Erhebung für 1°C Abnahme
5000'	15.2° C	
8000'	11.4	780 engl. F.
14,000'	3.1	720 „
20,000'	— 5.5	700 „
26,000'	— 14.5	670 „

Die Berechnungen reichen nicht unter 5000 F. herab, weil diess sehr wohl den niedersten Lagen entspricht, die überhaupt in Tibet vorkommen.

Diese Temperaturverhältnisse lassen sich wie folgt beurtheilen:

1) Verglichen mit „Südabhang des Himálaya, innere Lage“ zeigt sich für das ganze Gebiet der centralen Erhebung Hochasiens bis hinan in die Region, wo isolirte Kammrücken und Gipfel allein noch vorkommen, im Mittel die Wärme grösser, ungeachtet der Breitenzunahme und der nur theilweise gleich günstigen südlichen Exposition der Abhänge.

Die einzelnen Beobachtungsdaten ergeben innerhalb dieses Gebietes gleichfalls einen verhältnissmässig etwas geringen Einfluss der Breite. In den südlichen Theilen, auf der Nordseite des Himálaya, ist nördliche Exposition der Abhänge die vorherrschende, es ist dadurch die Wirkung der Besonnung eine local schwächere; auf dem Nordabhange der Karakorúm-Kette ist die Temperatur, bei dem geringen Gefälle des Terrains, durch Massenerhebung relativ etwas vermehrt.

2) In den tiefsten Lagen Tibets, für welche die Massenerhebung die allgemeinste ist und in deren Terraingestaltung auch der Charakter muldenförmigen Abgeschlossenseins sehr häufig ist, ist die Abnahme der Wärme mit der Höhe die langsamste.

3) Bei 14,000 Fuss beginnend und von dort bis nahe an 20,000 Fuss ist das Verhältniss der Wärmeveränderung mit der Höhe, das sich dabei ergeben hat, 700 F. für 1° C, ist demnach als identisch mit jenem von 702 F. für Hochasien im Allgemeinen zu betrachten.

4) Für die Erhebungen, die noch höher hinanreichen, lässt sich aus den letzten Veränderungen innerhalb der vorhergehenden Gruppe und, vereinzelt, auch aus Beobachtungen bei Bergbesteigungen ein etwas rascheres Abnehmen der Wärme folgern, ähnlich jenem im Himálaya in der „äusseren Lage“.

„Die Süd- und Nord-Gehänge der Künlün-Kette“, in Ost-Turkistán (Landesregion III b).

Höhe ü. M., engl. F.	Lufttemperatur, Jahresmittel	Erhebung für 1° C Abnahme
3500'	12.6 $^{\circ}$ C	} 615 } 720 } 700
8000'	5.3	
14,000	-3.0	
18,500	-9.4	

Die Temperaturverhältnisse sind in der obigen Tabelle, wegen mangelnder Daten für die centralen Theile Ost-Turkistáns, nur bis zu 3500 F. Höhe berechnet, bezogen auf genäherte Werthe für Yárkand ²⁸⁾.

Für das Gebirge selbst, wo Süd- und Nord-Abhang sich vergleichen liessen, ergab sich, aus den Temperatur-Beobachtungen während unserer Märsche sowie, bestätigend, aus den Höhengrenzen von Pflanzen, die sich boten, dass der Unterschied zwischen den beiden Gehängen ein verhältnissmässig grosser ist. Hier trägt die Stellung der Kette als solche dazu bei, die Wärme auf der Südseite mehr als gewöhnlich zu mehren; denn die Kammlinie hat jene ost-westliche Richtung, bei welcher der Exposition entsprechend Besonnung, auch die Ungleichheit der Wärme zwischen nördlichen und südlichen Winden, als Bedingungen der Temperatur am mächtigsten wirken können.

Es wäre noch grösserer Unterschied in der Wärmevertheilung,

28) Zu vergl. die Angaben über die basischen Isothermen, o. S. 214.

selbst für die Hochregionen der Südseite, in Analogie mit anderen Gebirgen zu erwarten, wenn nicht hier im Künlün die Südseite überhaupt so wenig tief nur herabreichte; hier ist demnach das Element aufsteigender warmer Winde ein sehr beschränktes.

Auf der Nordseite des Künlün ist die Wärmeabnahme mit der Höhe bis hinan gegen 8000 Fuss eine verhältnissmässig ziemlich rasche. Es sind dabei nicht nur die Mittelstufen des Künlün „relativ zu kühl“, weil mit der Vorebene hier in der betreffenden Höhe nur Werthe aus einem, aus dem nördlichen Gehänge, zum Vergleiche sich bieten, sondern noch grösseren Antheil daran hat der Umstand, dass auch in Turkistán ungeachtet der Breite erwärmender Einfluss der Massenerhebung, vor allem im Sommer, noch stark sich geltend macht, und zwar eben der niedrigeren Lage wegen mit um so grösserem Effecte.

3. Temperaturvertheilung nach den Jahreszeiten.

A. Die Formen der periodischen Veränderung. Im Gange der Temperatur innerhalb der Jahresperiode zeigte sich, abgesehen von der Ungleichheit der Wirkung der Höhe, zwischen den einzelnen Regionen und den Theilen derselben weit grössere Verschiedenheit als in der Vertheilung der mittleren Temperatur des Jahres.

Am meisten sind dabei von Einfluss die schon erwähnten Verhältnisse der atmosphärischen Feuchtigkeit und des Niederschlages von Regen.

So geschieht es, dass in Bhután und in Sikkim des östlichen Himálaya, und noch bis gegen die mittleren Theile des Himálaya in Nepál, in den meisten Lagen die drei Monatsmittel für Juni, für Juli und für August, die sonst mit deutlich grösster Wärme im Juli — einer nördlichen Breite von 27 bis 28 Grad entsprechend — sich unterscheiden würden, nahezu die gleichen bleiben.

Weiter westlich und nordwestlich, bis gegen Kashmír, ist ebenso wie in Hindostán Juni der wärmste Monat des Jahres, aber mit einem bedeutend geringeren Unterschiede vom Juli-Mittel im Gebirge als in den Ebenen. In Tíbet und nördlich davon ist Juli der wärmste Monat und zwar der subtropischen Lage wegen mit etwas grösserem Unterschiede vom August-Mittel als in höheren Breiten.

Weniger warm als Juli ist August im ganzen Gebiete Hochasiens, auch da wo die Regenmenge vorzüglich auf den Monat Juli sich concentrirt; aber in den von Tibet südlichen Lagen ist die Differenz weniger gross.

Als der kälteste Monat ist allgemein der Januar²⁹⁾ zu nennen; in höheren Breiten ist dagegen Wechsel des Minimums der Monatstemperatur zwischen December und Januar, sowie, wenn grosse Hebung des Terrains damit sich verbindet, auch zwischen Januar und Februar nicht selten.

Turkistán wird im Winter schon von jener Depression der Temperatur erreicht, welche, etwas weiter nördlich, in Centralasien sehr bedeutend und sehr allgemein wird.

B. Wärmeabnahme mit der Höhe. In den „Results“³⁰⁾ habe ich die Zahlendaten und deren Erläuterung für die Jahreszeiten in Hochasien, in meteorologische Gruppen getrennt, in gleicher Weise wie für die Jahresmittel gegeben. Hier sei nur der Mittelwerthe und der Ergebnisse noch erwähnt.

Die Mittel der Höhenunterschiede für 1° C Temperaturabnahme sind im Winter, im Frühling, December, Januar, Februar = 684 F.; März, April, Mai = 648 F.; im Sommer, im Herbst, Juni, Juli, August = 756 F.; September, October, November = 702 F.

Der allgemeine Gang der Veränderung der Temperaturabnahme innerhalb der Jahresperiode lässt sich characterisiren wie folgt. In den meisten Lagen ist für Hochgebirge und für die freie Atmosphäre die Abnahme der Wärme mit der Höhe im Winter am langsamsten, wird rascher mit dem Steigen der Temperatur an der Oberfläche bis gegen Ende des Sommers und verlangsamt sich wieder im Uebergange zum Winter, wobei der Herbst am wenigsten unter den 4 Jahreszeiten vom Jahresmittel abweicht.

„Uebereinstimmend“ mit jenen allgemeinen Verhältnissen ist hier:

29) Nur für das Spiti-Thal z. B., im westlichen Tibet, Höhe 13,000 (Cunningham, „Ladak“ p. 182) ergab sich Abweichung davon, nemlich Dec. — 9·8°C, Jan. — 7·1°C, Febr. — 7·4°C. Doch liegt nur 1 Jahr Beobachtung vor, und es wurden auch die Beobachtungspunkte im Thale etwas gewechselt.

30) Vol. IV. S. 546 bis 564.

Beschleunigung vom Winter bis gegen Ende des Frühlings, sowie eine Annäherung der Temperaturabnahme im Herbst an den Mittelwerth für das Jahr, welche hier sogar zur Coincidenz mit dem Jahresmittel wird.

„Abweichend“ aber von den allgemeinen Verhältnissen sind jene Modificationen der Temperaturabnahme, welche in Hochasien im Winter und im Sommer eintreten.

Während des Winters nemlich dauert Verkleinerung des Quotienten, also Beschleunigung der Temperaturabnahme noch fort; die Abnahme wird im Mittel eine bedeutend raschere als während des Herbstes und die Art der Aenderung liegt darin, wie die Analyse der einzelnen Daten es erkennen lässt, dass in dieser Periode des Jahres eine relativ grössere Abkühlung in den mittleren und oberen Theilen, auch im centralen Tibet noch, eintritt, als in den tieferen Thalsenkungen, in den Vorstufen und in den indischen Ebenen.

Für den Sommer Hochasiens zeigt sich als das Anomale, dass die Temperaturabnahme hier langsamer ist als in jeder der 3 anderen Jahreszeiten. Bedingt ist diess durch zwei an sich ungleichartige Ursachen, welche aber in ihrer Wirkung gleiche Richtung haben.

Die eine Ursache ist Beschränkung fortschreitender Erwärmung (durch Regenzeit tropischen Characters) auf der Südseite des Himálaya, wovon am meisten berührt werden die Tiefen und die Mittelstufen, — die andere ist die Vermehrung der Erwärmung in Verbindung mit Massenerhebung, wobei der Effect am grössten ist gerade während der Zeit des höchsten Sommerstandes in den hochgelegenen centralen Theilen, wo nicht nur die Regenzeit nicht mehr vertreten ist, sondern wo auch Bewölkung während der ganzen Sommerperiode eine auffallend geringe ist.

Die Einzelheiten der Abweichungen, bezogen auf den Mittelwerth der entsprechenden Jahreszeit, sind dabei noch ziemlich vielfacher Art.

„Im Winter“ macht sich im Süden erwärmender Einfluss der tropischen Ebenen in Luftströmen oberhalb der Thalwinde local noch ziemlich weit gegen das Innere bemerkbar; er reicht bis gegen die Kammlinie des Himálaya hinan, aber überschreitet sie nicht. Die kühlende Einwirkung der Temperaturdepression in Centralasien scheint

auf den Künlün ihren Einfluss erst in Höhen von 8000 bis 9000 Fuss ganz zu verlieren; obwohl nämlich die Wüste und deren bewohnte Vorstufen, die hier die Basis bilden, an sich schon „relativ zu kalt“ sind, ergibt sich doch die Abnahme mit der Höhe noch bis gegen 7000 Fuss entschieden viel rascher als der Mittelwerth dieser Jahreszeit, und wird = 650 Fuss für 1°C .

„Im Frühling“, findet im äusseren Himálaya, wegen der heissen trockenen Jahreszeit in Indien, frühe ein rasches Steigen der Temperatur statt, während in Tibet die grösste Wärmeveränderung gegen das Ende des Frühjahres fällt.

Das resultirende mittlere Verhältniss in dieser Jahreszeit für das ganze Hochgebirge ist, wie die obigen Zahlen zeigen, dass der Wärmeunterschied zwischen Tiefe und Höhe ganz allgemein am grössten ist, indem „die Temperaturabnahme mit der Höhe als die rascheste sich ergibt“.

Innerhalb der verschiedenen Gruppen zeigen einzelne, in Thälern gelegene Stationen durch Herabsinken und Anhäufung kalter Luft vielfach noch locale Depressionen; dasselbe gilt auch von der turkistanischen Ebene im Norden des Künlün.

„Im Sommer“ zeigt sich in der ganzen oberen Atmosphäre, welcher in dieser Jahreszeit durch die indischen Monsúns, sowie von den tibetischen Hochländern durch unmittelbar aufsteigende Luftströmung, so viel Wärme zugeführt ist, Verlangsamung der Temperaturabnahme mit der Höhe, die sich bis Turkistán erstreckt.

Locale Wärmeverminderung während des Sommers tritt im Himálaya in allen Lagen ein, wo die Regenmenge ungewöhnlich gross ist, so in Darjiling, in Nainital.

Die tibetischen Hochlande, besonders jene von Ladák in Höhen von nicht über 12,000 Fuss, bieten eine ganz ungewöhnlich starke locale Vermehrung der Wärme.

Von den niedersten Stationen Tibets, allerdings erst zwischen 5000 bis 6000 Fuss daselbst beginnend, bis hinan zu 12,000 Fuss ist im Sommer ungeachtet dieser keineswegs geringen Höhendifferenz die Temperaturabnahme mit der Höhe, die sich ergibt, nahezu unverändert, und zwar ist der Werth derselben = 1220 Fuss für 1°C . Es ist diess demnach

bei weitem die langsamste Wärmeabnahme während des Jahres für das ganze Gebiet Hochasiens. Bis zu Höhen gegen 9000 F., bei Búshia, hat sich ähnlicher Einfluss im Sommer selbst für Turkistán noch erkennen lassen.

Erst in bedeutend grösseren Höhen wurde — bei centraler Lage und an schönen Tagen nicht vor 13,000 bis 14,000 Fuss beginnend — stärkere Einwirkung der freien Atmosphäre deutlich bemerkbar. Es zeigte sich, nach Beobachtungen an isolirten Kämmen und Gipfeln in ihrem Verhältnisse zu den correspondirenden Beobachtungen zu Le, für welche der Hindú Härkíshen dort zurückgelassen war³¹⁾, die Abnahme nun beschleunigt, aber nur scheinbar, da auf die Mittelwerthe Hochasiens bezogen, nicht die obere Region die relativ kältere, sondern die Mittelstufe die relativ wärmere ist.

„Im Herbste“ sind die centralen Theile ebenfalls noch „relativ wärmer“. Gleiches gilt allgemein für die Luftschichten in sehr grossen Höhen im Gegensatze zu jenen Regionen, welchen in dieser Jahreszeit allmählig die Schneegrenze sich nähert. Die Schneebildung selbst ist zwar mit Freiwerden einer nicht unbedeutenden Wärmemenge verbunden. Doch es verschwindet viel davon, auch nach oben, meist sehr rasch durch Stürmen bei Schneefall; die Schneelagen bleiben. Mit allmählicher Ausdehnung derselben verbindet sich sehr bald stetige Vermehrung des Abfliessens kalter Luft.

Wegen ihres unmittelbaren Zusammenhanges mit den Höhengrenzen und mit den Entwicklungsperioden der dort auftretenden Vegetationsverhältnisse sind für die Hochregionen, des Himálaya sowie des Karakórú, noch folgende Ergebnisse anzuführen.

Im Winter und im Frühling noch ist Tibet mit Einschluss dabei des Nordabfalles des Karakórú in allen Höhen kälter als die gleich hohen Mittel- und Hoch-Regionen von 6000 Fuss aufwärts im „Himálaya, äussere Lage“. Im Winter ist der Unterschied sehr bedeutend für die ganze Ausdehnung der Gebiete; im Frühling wird zwischen 8900 und 14,300 Fuss, bei rascherer Wärmezunahme Tibets in seinen

31) Details „Results“ Vol. IV. S. 530.

unteren Theilen, eine Strecke weit der Unterschied zwischen beiden Gebieten verschwindend klein.

Im Sommer dagegen ist Tibet wärmer selbst als die südlichen Theile des Himálaya in gleicher Höhe; und, nach Beobachtungen bei Bergbesteigungen und auf den hohen Pässen zu schliessen, verschwindet diese Temperaturdifferenz, mit Uebergang in Abnahme der Temperatur von Süden gegen Norden, in Tibet erst in der Nähe der höchsten Gipfel. In der Sommerwärme-Region zwischen den Grenzen von 10,000 und von 13,500 F. ist dabei der Unterschied am grössten.

Es ergab sich

Sommernittel von 7.2°	} in Himálaya „b“	bei 10,000 F.	} in Tibet	bei 11,500 F.
„ „ 4.4°		„ 12,000 „		„ 13,500 „

Auch im Herbste — wobei gleichfalls directe Beobachtungen bei wiederholten Passübergängen, die allgemeinen Bedingungen der Gestaltung der Isothermen bestätigend, vorliegen — ist Tibet noch etwas wärmer als „Himálaya b“; Abnahme der Temperatur mit der Breite beginnt in Tibet, „zwischen dem Himálaya- und dem Karakorúm-Kamme“, im Herbste erst in Höhen von nahezu 20,000 Fuss als solche erkennbar zu werden.

III.

Zahlenangaben über Temperaturverhältnisse in den Andes und in den Alpen.

Einfluss der Breite auf Temperaturabnahme mit Höhe; Beschleunigung mit wachsender Breite. —
Mittelwerthe für die Andes. — Mittelwerthe für die Alpen.

Die Wärmevertheilung in Hochgebirgen, die sehr verschieden sind in ihrer geographischen Breite, zeigt, dass bei gleicher Bodengestaltung für das Jahresmittel die Abnahme der Lufttemperatur mit der Höhe mit zunehmender Breite etwas rascher wird. Doch bei geringerer Entfernung als etwa 30 Grade vom Aequator tritt diese Aenderung mit der Breite noch nicht hervor. Diess gilt auch für Hochasien noch, obwohl dort Unterschied der Breite innerhalb der Gebirgszüge selbst schon sehr bedeutend ist; so liegen dort vor, zu unmittelbarer Berechnung der Abnahmequotienten aus Monatsmitteln und mit sehr ähnlichen Höhendifferenzen unter sich, als die südlichste Gruppe, in Síkkim: „Pänkabári und Darjiling“, Breiten $26^{\circ} 49'$ N. und $27^{\circ} 30'$ N., Höhen 1790 F. und 7168 F.; als die nördlichste: „Srinágar in Kashmír und Le in Tibet“, Breiten $34^{\circ} 46'$ N. und $34^{\circ} 83'$ N., Höhen 5146 F. und 11,532 F.

Die Andes bieten noch bessere Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Einflusses der Breite, durch ihre vorherrschend nord-südliche Ausdehnung bei grosser Hebung und gleicher Bodengestaltung innerhalb und ausserhalb der Tropengrenzen. Auch dort beginnt das Wachsen der Breite und die Verminderung der Insolation, die sich damit verbindet, erst ausserhalb der Wendekreise von merklichem Einflusse auf die Temperaturabnahme mit der Höhe zu werden.

In den Andes des tropischen Amerika haben sich nach Humboldt's Untersuchungen die Werthe der Wärmeabnahme mit der Höhe, berechnet für die Lufttemperatur im Jahresmittel, wie folgt ergeben.

In den Gebirgsregionen mit Bodengestaltung in Kamm- und Thal-Formen:

Erhebung für 1° C 191 Meter = 626·5 engl. F.

In den centralen Höhenstufen mit vorherrschenden

Plateaux-Formen:

Erhebung für 1° C 243·5 Meter = 799 engl. F.

Das Mittel dieser Zahlenwerthe ist $712\frac{3}{4}$ engl. F.; es ist aber das wahre Mittel der Abnahme der Lufttemperatur, wegen der relativen Grösse der verschiedenen Terrainformen in den Andes, dem Mittelwerthe von 702 F. für Hochasien noch ähnlicher, wenn man bedenkt, dass die Gesamtfläche mit ausgesprochenen, schon hoch gelegenen Plateaux in den Andes, ungeachtet der grossen Ausdehnung einzelner derselben, geringer ist als die Basis der in Kamm- und Thal-Formen sich zeigenden Bodengestaltung.

Von einzelnen Beobachtungspunkten, welche den Einfluss der Plateaugestaltung sehr deutlich erkennen lassen, sei aus den neueren meteorologischen Daten vergleichende Zusammenstellung noch von Mexico und Vera Cruz, sowie von Santa Fé de Bogota und Caracas gegeben³²⁾.

Die beiden ersteren Stationen differiren in geographischer Breite sehr wenig nur, und durch die Ungleichheit der Länge würde sogar, wenn überhaupt Einfluss der Länge deutlich wäre bei so geringer Differenz, die Abnahme mit der Höhe eher beschleunigt als verlangsamt erscheinen, da — wie die allgemeine Construction von Jahresisothermen im Meeresniveau es zeigt — die betreffende Isotherme von der östlichen Küste Amerikas zur westlichen etwas gegen Süden sich senkt³³⁾.

32) Die Zahlen sind entnommen aus „Cours complet de Météorologie de L. F. Kämtz traduit et „annoté par Ch. Martins. Paris, 1858“; Vera Cruz war auch in „Kämtz' Lehrbuch, Halle 1832“, enthalten.

33) Die Erläuterung der Isothermen bezieht sich speciell auf jene meiner Tafel I. der „Illustrations of the Meteorology of India and High Asia“, in Atlas zu „Results Vol. IV“, welche dort mit

Die Zahlenangaben der geographischen Coordinaten und der Temperatur-Mittel sind:

Mexico. Breite $19^{\circ} 26'$ N. Länge $99^{\circ} 5'$ W. von Greenwich
Höhe 7451 engl. F.

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
13.0°C	18.1°C	19.1°C	16.2°C	16.6°C

Vera Cruz. Breite $19^{\circ} 12'$ N. Länge $96^{\circ} 8'$ W. von Greenw.
Höhe (=).

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
21.5°C	25.0°C	26.0°C	27.5°C	25.0°C

Es ergibt sich demnach für die mittlere Temperaturabnahme von 1°C als Werth für das Jahr 887 engl. F.

Bei dem Vergleiche der Stationen der anderen Gruppe, bei Verbindung von Santa Fé de Bogota mit Caracas, ist zwar der Breitenunterschied, als ein sehr bedeutender, nicht unberücksichtigt zu lassen. Aber bei Beurtheilung der allgemeinen isothermen Verhältnisse dieses Gebietes zeigt sich sogleich, dass er dessenungeachtet nicht von grossem Einflusse sein kann, und dass mit demselben eventuell, in ähnlicher Weise wie bei Vera Cruz mit der Längendifferenz, Vermehrung der Temperatur an der unteren Station also gleichfalls Beschleunigung der resultirenden Temperaturabnahme sich verbinden muss.

Es befinden sich nemlich Santa Fé de Bogota sowie Caracas in dem Raume der lang gezogenen doppelten Bifurcation der Jahresisotherme von $26\frac{1}{2}^{\circ} \text{C}$, dessen kleine Achse mit verhältnissmässig langsamer Aenderung mehr als 15 Breitengrade im Centrum beträgt; dabei liegen beide Stationen südlich von der Mittellinie, welche hier als thermischer Aequator den abgeschlossenen Raum durchzieht, liegen also in jenem Theile, in welchem die Lufttemperatur von Süden nach Norden zunimmt.

Berücksichtigung des neuen (bis 1863) vorliegenden Materiales aus anderen Gebieten gleichfalls graphisch gegeben sind.

Die Temperaturscala für die Tabellen und die Isothermen ist dort Fahrenheit; aber als Linien sind solche Werthe dargestellt, mit Ausnahme local nöthigen Details, welche in Abständen von $4.5^{\circ} \text{F.} = 2.5^{\circ} \text{C} = 2^{\circ} \text{R.}$ sich folgen, und es wurden dabei die Ausgangspunkte in Fahrenheit-Graden so gewählt, dass bei der Reduction nur ganze und halbe Grade auch für die beiden anderen Scaln sich ergeben.

Santa Fé de Bogota, obwohl bedeutend niedriger als die höchsten Stationen zwischen Indien und Centralasien, für welche fortgesetzte Beobachtungen vorhanden sind, zeigt dessenungeachtet schon viel geringere Aenderungen der Temperatur innerhalb der Jahresperiode³⁴⁾.

Die entsprechenden Zahlenwerthe sind:

Santa Fé de Bogota. Breite $4^{\circ} 36'$ N. Länge $74^{\circ} 13'$ W. von Gr.
Höhe 8632 engl. F.

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
15.1°C	15.3°C	15.3°C	14.5°C	15.1°C

Caracas. Breite $10^{\circ} 31'$ N. Länge $67^{\circ} 4'$ W. von Greenwich
Höhe 2910 engl. F.

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
20.9°C	21.8°C	23.4°C	22.2°C	22.1°C

Die mittlere Temperaturabnahme von 1°C ist demnach hier als Werth für das Jahr 817 engl. F. —

Für die Alpen hatte ich mit meinem Bruder Adolph als Mittelwerth der Höhe für Abnahme der Jahrestemperatur der Luft um 1°C 540 par. F. = $575\frac{1}{2}$ engl. F. erhalten³⁵⁾.

Für die Centralalpen ergeben sich nach Stufen, — um auch Detail zum unmittelbaren Vergleiche noch beizufügen — die hier folgenden Werthe. Da die ganze Erhebung des Gebirges eine geringere ist als jene von Hochasien, wurden auch die Höhenstufen, für welche die entsprechenden Temperaturen angegeben sind, kleiner gewählt.

34) Als Beispiel ganz characteristisch für den grössten Theil von Tibet, und von besonderer Wichtigkeit auch für die Vegetationsverhältnisse, folge zum Vergleiche, aus Vol. IV:

Le, in Ladák, Höhe 11,532 F.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	-5.4°C	6.3°C	17.0°C	6.3°C	6.1°C

Auch auf der Südseite des Himálaya sind in grossen Höhen nahe dem Kamme die Verhältnisse ziemlich ähnliche. Es hatte sich ergeben für

Kárdong, in Lahól, Höhe 10,242 F.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	-1.7	8.1	15.0	7.2	7.2

35) Die Details der resultirenden Verhältnisse, und zwar mit Berechnung der Höhen für die gleichen Differenzen der Lufttemperatur und mit Trennung der verschiedenen topographisch zu unterscheidenden Gruppen der Alpen, hatten wir 1850 in Band I. der „Phys. Geogr. der Alpen“ gegeben; für die Jahresmittel S. 345, für die Monatsmittel S. 353 bis 357.

Dort sind auch die Bedingungen der Wärmeabnahme mit der Höhe eingehender erläutert worden.

Tabelle der Zahlenwerthe für die Centralalpen:

Höhe ü. M., engl. F.	Lufttemperatur, Jahresmittel	Erhebung für 1° C Abnahme
(0', Basis)	11·8° C)	
2000	8·7	645'
5000	3·6	590
8000	2·4	500
11,000	8·2	515
14,000	13·7	545

Als Mittel der Erhebungsquotienten in dieser Gruppe ergibt sich für 1° C Abnahme 553 F. Erhebung, eine etwas raschere Abnahme als in den Alpen für das ganze Gebiet, weil bei dem Mittelwerthe für das Ganze auch der erwärmende Einfluss der südlichen Vorebene und der Mittelstufen auf der italienischen Seite sich bemerkbar macht, in ähnlicher Weise wie jener der indischen Tiefländer auf der südlichen Himálaya-Seite.

In Europa zeigt sich nördlich von den Alpen, ungeachtet der bedeutenden Unterschiede der Breite, für die Temperaturabnahme mit der Höhe selbst in den Gebirgen Norwegens noch nur geringe Beschleunigung.

In den Gebirgen südlich von den Alpen tritt das entsprechende Verlangsamten der Abnahme mit der Höhe in den meisten Lagen etwas regelmässiger auf.

Uebersicht.

	Seite
I. Die Zone der indischen Landesregionen unseres Herbariums	199
II. Die klimatischen Gebiete Hochasiens.	
1. Allgemeine Verhältnisse	212
2. Tabellen der Temperaturabnahme mit der Höhe im Jahresmittel	227
3. Temperaturvertheilung nach den Jahreszeiten	232
III. Zahlenangaben über Temperaturverhältnisse in den Andes und in den Alpen	
	237