

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1864. Band II.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1864.

In Commission bei G. Franz.

77 H.F.

Der ursprüngliche Amylongehalt dieser Kartoffel [hatte 11,57 Grmm. betragen; von der diesem Amylongehalt entsprechenden Zuckermenge war demnach dem angestellten Versuche zu Folge nur noch 1 Zehnthel vorhanden. Die von der Kartoffel getriebenen 1 1/2' langen Ausläufer nebst Kraut wogen im frischen Zustande 63,7 Grmm. Zahlreiche fernere Zuckerbestimmungen in gekeimten Kartoffeln haben ganz übereinstimmende Resultate ergeben. Im Allgemeinen folgert sich hieraus, dass der durch Keimung verschwundene Stärkmehlgehalt einer längere Zeit in Ackererde gelegenen Kartoffel als Zucker nicht nachgewiesen werden konnte.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski übergab

„Beobachtungen über den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Insolation, in Indien und Hochasien“. ¹⁾

Wahl und Aufstellung der Instrumente. — Besonnung und Strahlung; Modification der Wärmeerzeugung durch Terrainverhältnisse; Erhöhung durch gasförmige Feuchtigkeit. — Beobachtungsreihen aus Indien. — Vergleichende Analysen des beschatteten und besonnten Thermometers. — Absolute Extreme. — Insolation in Sikkim im Vergleich zu Ladák. — Einfluss der Entfernung der Erde von der Sonne. — Tyndalls Versuche.

Wahl und Aufstellung der Instrumente.

In den Tropen, wo die Wirkung der Besonnung am intensivsten ist, lassen sich auch die Umstände am besten

1) Temperaturgrade: Fahrenheit. Höhen: engl. Fuss. Transcription (gleich jener in meinen früheren Abhandlungen): Die Vocale und Diphthongen lauten wie im Deutschen. Consonanten wie im Deutschen mit folgenden Modificationen: *ch* = *tsch* im Deutschen = *ch* im Englischen; *j* = *dsch* im Deutschen = *j* im Englischen; *sh* = *sch* im Deutschen; *v* = *w* im Deutschen. ' bezeichnet die Silbe, welche den Ton hat.

erkennen, welche nächst der Sonnenhöhe dieselbe modificiren, und eines der Resultate, das sich sehr bald während unserer Reisen erkennen liess, verdiente ganz besondere Aufmerksamkeit, da man, soviel mir bekannt, auf diese eigenthümliche Erscheinung in der Analyse meteorologischer Beobachtungen noch nicht Rücksicht genommen hatte: es ist diess der Einfluss der atmosphärischen Feuchtigkeit auch im gasförmigen Zustande.

Um ganz vergleichbare Werthe zu erhalten, ist es nothwendig, den Einfluss der nächsten Umgebung des Thermometers möglichst gleichartig zu gestalten. Eine der einfachsten Vorrichtungen ist es, ein Thermometer mit geschwärzter Kugel in der Mitte einer hinlänglich grossen Fläche schwarzer Wolle der Besonnung auszusetzen²⁾; Apparate, wie jene von Saussure³⁾, Herschel⁴⁾, Pouillet⁵⁾, erlauben zugleich, Besonnung und Strahlung bis zu einem gewissen Grade getrennt zu beobachten, und aus den Dimensionen und den physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Theile des Apparates Folgerungen in Betreff der Wirkung auf eine Fläche von den Dimensionen der ganzen Erde zu ziehen. Aber für verschiedene allgemeine Fragen ist auch das Ablesen eines frei der Sonne ausgesetzten Thermometers, fest (nicht im Winde schwankend) und in gehöriger Entfernung von den Gegenständen seiner Umgebung aufgestellt, ein sehr wichtiges Material. Es lassen sich solche Beobachtungen „der

2) Das Detail dieser Vorrichtung habe ich im „Third Report upon the Progress of the Magnetic Survey“ angegeben; auch abgedruckt im Journ. Ac. Soc. of Bengal, 1856.

3) Heliothermometer in „Voyages dans les Alpes 1786—1796 §. 932.

4) Actinometer in „Report of the 3rd meeting of the British Assoc“ Cambridge 1833.

5) Pyrheliometer in „Pogg. Ann.“ 90, p. 544.

Insolation“⁶⁾ um so besser in jenen Regionen benützen, wo überhaupt die Veränderlichkeit der meteorologischen Verhältnisse eine weniger grosse und unregelmässige ist.

Bereits als ich nach Indien kam, fand ich an einer grossen Anzahl von Stationen, und an einigen während mehrerer Jahre fortgesetzt, Beobachtungen eines besonnten Thermometers vor; die wesentliche Ursache, dass diese Materialien bis dahin nicht untersucht und verglichen waren, war zunächst, dass allerdings, wie mir die Analyse derselben zeigte, eine grosse Anzahl solcher Beobachtungen als werthlos, willkürlich bezeichnet werden mussten; manche dieser Instrumente waren mit zu wenig Rücksicht auf die Umgebungen aufgestellt, bald befanden sie sich in der Nähe einer Mauer, bald in sehr geringer Entfernung über dem Boden, der letztere war am häufigsten trockner rother Thon oder schwarze Erde, Schichten, die sich während eines Theiles des Jahres mehr als eine freie Thermometerkugel in der Sonne erwärmten, aber auch während des Ueberganges von den nassen in die trockenen Perioden durch Verdunstung wieder um so länger sich zu kühl erhielten. Lebhaftere Winde könnten das besonnte Thermometer abkühlen und zwar in verschiedenem Grade je nach ihrer Heftigkeit; doch etwas Schutz gegen den Wind, in einiger Entfernung angebracht, genügt, da überdiess die Luftströmung, welche in der unmittelbarsten Nähe der Kugel durch die Erhöhung ihrer Temperatur entsteht, die Berührung mit der freien Atmosphäre wesentlich verzögert.

Auch die Construction des Thermometers, die Dicke und Farbe des Glases kann von Einfluss werden; unem-

6) Es sei hier unter Insolation das Resultat aus der Erwärmung durch die Sonne und dem gleichzeitigen Verluste durch Strahlung verstanden.

pfindliche Instrumente zeigen nie das wahre Maximum, ein Fehler, der bei der Bestimmung von mittlerer Temperaturbestimmung im Schatten zum Theile durch den Fehler des Minimums, im entgegengesetztem Sinne, ausgeglichen wird; bei Beobachtungen der Besonnung jedoch, wo zunächst die Maxima des Tages verglichen werden müssen, ist die Wahl und die Aufstellung der Instrumente von besonderer Wichtigkeit.

Der persönliche Besuch der meisten Beobachtungsstationen, wozu mir nebst meinen Brüdern und meinem Assistenten, Lieutenant (jetzt Capitain) Adams, während unserer Reisen Gelegenheit geboten war, verschaffte mir zugleich eine sehr bedeutende Anzahl von Beobachtungen besonnener Thermometer, die unter sich mit hinlänglicher Genauigkeit verglichen werden konnten; in meiner *Meteorology of India* (4. und 5. Band der „Results“) werde ich für jede der grössern Gruppen, deren mittlere Lufttemperaturen im Schatten, nebst Isothermen, ich bereits früher der kgl. Akademie vorgelegt ⁷⁾, auch eine Reihe von Ablesungen besonnener Thermometer zusammenstellen. Sehr günstig war es mir zur Vervollständigung derselben, dass auch nach meiner Abreise aus Indien an vielen Stationen die Ablesungen in der von mir angegebenen Aufstellung fortgesetzt wurden ⁸⁾.

7) Sitzungsberichte der k. b. Akad. 1863, I. Specielleres über Monatsmittel und Isothermenkarten: Monatsberichte der Berl. Akad. 1863, April 27; und Transactions of the Royal Soc. London May 21, 1863.

8) Die neuesten Resultate finden sich bei den verschiedenen Stationen in den Parlamentsberichten über den Gesundheitszustand der Armee in Indien: „Royal Commission on the Sanitary State of the Army in India: London 1863, vols. 1 und 2.

Besonnung und Strahlung; Modification der
Wärmeerzeugung durch die Terrainverhältnisse;
Erhöhung durch gasförmige Feuchtigkeit.

Die resultirende Erwärmung der Bodenoberfläche sowie der Einfluss auf Pflanzen- und Thierwelt ist (analog dem Stande des Thermometers) als Unterschied zwischen der Wärmeerzeugung durch Besonnung und dem gleichzeitigen Wärmeverluste durch Strahlung zu betrachten; an der letzteren hat die Temperatur der Umgebungen einen so grossen Antheil, dass an jedem regelmässig wolkenfreien Tage zu sehen ist, wie die Stunden vor der Culmination weniger hohen Stand des besonnten Thermometers zeigen, als die Stunden gleicher Sonnenhöhe am Nachmittage; noch weit deutlicher zeigt sich ein ähnlicher Unterschied darin, dass in grösseren Breiten, wegen der geringeren Lufttemperatur, bei gleichen Sonnenhöhen sowohl der absolute Stand des besonnten Thermometers als die Grösse seiner Differenz von der Lufttemperatur so bedeutend abnimmt. Und doch erreicht die Sonne noch in Breiten von nahe 70° im Sommer eine Culmination, wie in den östlichen und centralen Theilen Indiens zur Zeit des Wintersolstitiums, gegen 40° .

Für die Beurtheilung meteorologischer Verhältnisse im Allgemeinen in Verbindung mit den Beobachtungen der Insolation, deren Resultate stets etwas abhängig bleiben von der Methode, nach welcher sie bestimmt wurde und von der Häufigkeit bewölkter Tage, möchte ich besonders des nicht unwichtigen Umstandes noch erwähnen, dass überhaupt in verschiedenen Gegenden der Effect auf die Wärme des Bodens und der Luft nicht unmittelbar der Stärke der Besonnung proportional ist, und dass die Beobachtungen besonnter Thermometer

nicht in derselben Weise vergleichbar sind, wie man jene im Schatten zur Construction der Isothermen und zur Erläuterung des Barometerganges, der Windesrichtung, verbinden kann; der Effect der Besonnung auf grössere Strecken ist wesentlich von der Bodengestaltung abhängig. Schon der Umstand, in welchem Verhältnisse bebaute und unbebaute Strecken, Sand, schwarze Erde, Thon, Felsen, Wasser über eine gegebene Fläche vertheilt sind, muss die lokale Erwärmung durch die Sonnenstrahlen bedeutend verändern; nicht weniger gross ist der Unterschied, der sich zwischen hügligen und flachen Gegenden zeigt, und mit der Form der Bodenoberfläche zusammenhängt; das grössere oder geringere Vorherrschen von Winden, selbst in der weniger heftigen Form der periodischen Land- und See-Winde ist unter den meteorologischen Ursachen von lokalen Modificationen zu berücksichtigen.

Dagegen bietet die Vergleichung des besonnten Thermometers unter sich Resultate, die, wenn nicht als Masse, doch als typische Formen, auch auf die Beurtheilung der allgemeinen thermischen Verhältnisse der Erdoberfläche sich anwenden lassen. Hier werde ich allein den Einfluss der atmosphärischen Feuchtigkeit auf die Insolation zu erläutern versuchen.

Bereits die ersten Beobachtungen während unserer Reise durch das südliche Indien, 18^{54/55}, zeigten, dass nicht nur durch das Entstehen von Nebelbläschen und Wolken Wärmestrahlen der Sonne von der Oberfläche der Erde abgehalten werden, sondern zugleich, dass der Wassergehalt der Atmosphäre im gasförmigen Zustande die Insolation — die Differenz zwischen Besonnung und Strahlung — sehr bedeutend erhöht; diess bestätigten die fortgesetzten Beobachtungen in den Tropen, und auch in den verschiedenen Regionen Hochasiens liess sich dieselbe Modifikation der Insolation erkennen.

Es ergab sich, allgemein übereinstimmend

„dass den Seeküsten entlang sowie im östlichen Himalaya
„die Insolation sich grösser zeigte, dass die Sonne das Thermo-
„meter höher steigen machte als im Innern der Halbinsel, oder
„in Tibet verglichen mit dem Himalaya; ferner ergab sich, in
„analoger Weise, dass die absoluten Maxima der Insolation
„mit Tagen sehr grosser Feuchtigkeit zusammenfielen. Tage
„in der Regenzeit, an welchen, wenn auch nur während
„einer kurzen Periode, die Wolken sich auflösen und, im
„Allgemeinen, jene Monate, welche unmittelbar auf die
„Regenzeit folgen, diess sind die Perioden, innerhalb welcher
„die absoluten Extreme der besonnten Thermometer sich
„zeigten.“

Zunächst hatte ich die Ursache in einem durch Feuchtigkeit verminderten Wärmeverluste der erwärmten Körper zu suchen, indem für die direct von der Sonne ausstrahlende Wärmemenge keine Vermehrung durch die Feuchtigkeit der Luft angenommen werden konnte.

Diess bestätigte sich unmittelbar durch directe Beobachtung über die Abkühlung erwärmter Körper im Schatten ⁹⁾, die Zeit des Erkaltens der Bodenoberfläche, die nächtliche Strahlung, an Stationen solcher Climate, die nur durch Feuchtigkeitsverhältnisse allein sich wesentlich unterschieden ¹⁰⁾.

Wenn es so grosser Verschiedenheit der Climate bedurfte, um dieses Gesetz auch an dem Stande des besonnten Thermometers an verschiedenen Stationen erkennen zu lassen,

9) Die Einzelheiten der Experimente mit den Pyrheliometer, Beobachtungen nächtlicher Strahlung an Thermometrographen, im nord-westlichen Indien während der 12 Monate an einem Thermometrographen im Focus eines Brennspiegels, sieh „Results, Vol. V.“

10) Die Leitungsfähigkeit der Atmosphäre, die überhaupt hier nur von sehr geringem Einflusse ist, kann durch das Vorhandensein von Feuchtigkeit als etwas erhöht betrachtet werden.

so muss diess wesentlich dem Umstande zugeschrieben werden, dass es so schwer zu beurtheilen ist, wie viel der atmosphärischen Feuchtigkeit etwa durch Luftströmungen ungleicher Temperatur in der Form von trübender Nebelbläschen vorhanden ist. Selbst Experimente mit dem Diaphanometer geben nur genäherte Resultate, wenn wir bedenken, dass im günstigsten Falle von den Schichten von kaum 3000 Fuss Mächtigkeit auf die ganze Atmosphäre geschlossen werden muss.

Der Umstand, dass die absolute Menge der Feuchtigkeit bei gleichen relativen Werthen so rasch mit der Temperatur zunimmt, mag ebenfalls einen wesentlichen Antheil daran haben, dass vorzüglich in den Tropen die Wirkung derselben zu erkennen war.

Beobachtungsreihen aus Indien.

Beobachtungen während der ganzen Jahresperiode sind in den folgenden Tabellen für Ceylon, Bengalen, Hindostán und das Pänjáb zusammengestellt: es ist auch eine Tafel beigelegt, um die Vergleichung der verschiedenen Typen in ihren graphischen Formen zu bieten.

Die **Stationen** wählte ich so für jede der 4 Regionen aus, wie sie den mittleren Verhältnissen der Provinz am besten entsprachen. Für Ceylon und Bengalen blieb es Kolombo und Calcutta für alle 3 der hier zu vergleichenden Elemente; für Hindostán und das Pänjáb musste ich für die Extreme und für die Besonnung aus einer Gruppe von Stationen in geringer Entfernung und in einer auch in topographischer Beziehung gleichartigen Lage die höchsten Werthe zusammenfassen, um mich so möglichst Resultaten zu nähern, welche ein Zeitraum von bedeutend grösserer Dauer ergeben hätte. Für die mittlere Temperatur im

Schatten sind die hier angegebenen Werthe für Hindostán jene von Fatigárh, für das Pánjáb jene von Vazirabád.

Von den Beobachtungen über Insolation dürften zunächst die absoluten Maxima ¹¹⁾ als die am meisten vergleichbaren zu betrachten sein, denn sie sind jene, wobei die Umstände am wenigsten Einfluss hatten, die den Effect der Sonne verringern, und mit Ausnahme der leicht zu bestimmenden Temperatur der Umgebungen und der Feuchtigkeit sind eben alle Störungen nur solche, die den Stand des besonnten Thermometers mit Bestimmtheit niedrer machen. Doch zog ich es vor, die mittlere Insolation den folgenden Curven zu Grunde zu legen, zunächst weil die Beobachtungsreihen nicht lange genug fortgesetzt sind, um nicht in dem Werthe einzelner Maxima noch wesentliche Veränderungen erwarten zu lassen. Zugleich durften Resultate, wie sie selbst aus Beobachtungen sich ergaben, bei denen noch nicht die Umstände in den günstigsten Verhältnissen sich verbinden, auch mit grösserer Wahrscheinlichkeit wenigstens als die allgemeinen und überall sich wiederholenden Charaktere betrachtet werden.

Der mittlern Temperatur im Schatten hätten auch noch die mittlern Maxima und Minima folgen können; doch wie bereits die Untersuchung über den täglichen Gang und die Berechnung des Mittels ¹²⁾ aus den 24 Stunden gezeigt hat, weicht die Curve des Tagesmittels nicht so bedeutend von jener des arithmetischen Mittels der Extreme ab, um in der graphischen Darstellung durch ihre Formen sich zu unterscheiden, während überdiess durch das Hinzufügen neuer Curven ¹³⁾ die Einfachheit der zu vergleichenden Bilder wesentlich leiden müsste.

11) Die Angaben auch einzelner Maxima sowie der Ablesungen während Perioden kürzerer Dauer in Hochasien werden im vol. V. der „Results“ enthalten sein.

12) Sitzungsberichte der k. b. Akad. 1863 I. p. 335.

13) Die Linien für Ceylon sind durch den dünnen Strich dar-

Auch unmittelbare graphische Darstellungen für die Differenz zwischen beschattetem und besonntem Thermometer hätten hier noch beigelegt werden können, doch liess sich sogleich erkennen, dass eine so einfache Vergleichung nicht hinlänglich den Veränderungen entspräche. Das beschattete Thermometer ist der Ausdruck allmählig sich verändernder thermischer Verhältnisse der Tages- und der Jahresperiode, wesentlich auch von Breite, der Vertheilung von Land und Meer und den Höhenverhältnissen bedingt. Das besonnte Thermometer wird unmittelbar von der Sonnenhöhe beeinflusst und überdiess ist es von der gleichzeitigen Temperatur der Umgebungen je nach der Stärke der Besonnung in ungleichem Maasse verändert, ferner wird es von der atmosphärischen Feuchtigkeit afficirt, die bald erhöhend bald erniedrigend wirkt; es würde daher die Differenz allein, ohne dass gleichzeitig die Ursachen ihrer Veränderung berücksichtigt werden könnten, für die verschiedenen Theile einer Curve oder für Curven verschiedener Stationen nicht wohl vergleichbar sein.

Das Curvennetz umfasst 90 F., von 140 bis 50, (oder 50° C., von 60 bis 10) und wurde von den Werthen der Monatsmittel bereits beinahe ganz ausgefüllt, während absolute Extreme der nächtlichen Minima, so wie der Maxima der Insolation diese Grenzen noch überschreiten würden.

gestellt, Bengalen durch den Doppelstrich: der volle schwarze Strich ist für Hindostán und die stärkste Linie für das Pánjáb gewählt, indem sich dadurch in den verschiedenen Gegenständen leicht die einzelnen Provinzen wieder erkennen lassen, und weil zugleich die Wahl der Darstellung der Grösse der Variation der täglichen Periode annähernd entspricht. Die absoluten Maxima der Lufttemperatur sind durch Punkte als isolirte Beobachtungen gehalten, die durch gerade Striche unter sich verbunden sind. Um die Stellung der verschiedenen Curven in der thermischen Scala bequemer vergleichen zu können, ist die horizontale Linie, welche dem Werthe von 100° Fahr. entspricht, durch kleine Marken unterschieden.

I. Mittlere Temperatur der Luft.

Indischer Ocean, Ost-Küste von Ceylon.

Breite N. $6^{\circ} 56'$; Länge öst. Gr. $79^{\circ} 50'$ (Kolombo).

Jan.	78,7	April	82,4	Juli	80,7	Oct.	79,1
Febr.	79,5	Mai	81,8	Aug.	80,5	Nov.	78,8
März	81,2	Juni	81,3	Sept.	80,3	Dez.	78,1

Ganges - Delta an der Bay von Bengalen.

Breite N. $22^{\circ} 33'$; Länge öst. Gr. $88^{\circ} 21'$ (Calcutta).

Jan.	65,60	April	83,37	Juli	82,69	Oct.	81,35
Febr.	71,06	Mai	85,37	Aug.	83,05	Nov.	74,68
März	77,99	Juni	84,18	Sept.	83,06	Dez.	67,70

Hindostán, am linken Ufer des Ganges.

Breite N. $27^{\frac{1}{2}}^{\circ}$; Länge öst. Gr. $79^{\frac{1}{2}}^{\circ}$; Höhe 650 engl. Fuss.

Jan.	57,9	April	82,4	Juli	86,2	Oct.	76,9
Febr.	65,8	Mai	91,2	Aug.	83,7	Nov.	67,8
März	74,1	Juni	90,7	Sept.	83,4	Dez.	59,0

Pänjáb zwischen Sätlej und Indus.

Breite N. $32^{\frac{1}{2}}^{\circ}$; Länge öst. Gr. 74° ; Höhe 900 engl. Fuss.

Jan.	52,0	April	77,8	Juli	89,1	Oct.	77,7
Febr.	61,9	Mai	86,1	Aug.	88,0	Nov.	66,1
März	67,8	Juni	93,3	Sept.	87,3	Dez.	57,3

II. Absolute Maxima der Lufttemperatur (im Schatten).

Indischer Ocean, Ost-Küste von Ceylon.

Breite N. $6^{\circ} 56'$; Länge öst. Gr. $79^{\circ} 50'$ (Kolombo).

Jan.	85	April	$89\frac{1}{2}$	Juli	86	Oct.	84
Febr.	$88\frac{1}{2}$	Mai	88	Aug.	$85\frac{1}{2}$	Nov.	$85\frac{1}{2}$
März	88	Juni	87	Sept.	85	Dez.	85

Ganges-Delta an der Bay von Bengalen.

Breite N. $22^{\circ} 33'$; Länge öst. Gr. $88^{\circ} 21'$ (Calcutta).

Jan.	78	April	95	Juli	98	Oct.	90
Febr.	81	Mai	106	Aug.	92	Nov.	78
März	90	Juni	105	Sept.	92	Dez.	80

Hindostán, am linken Ufer des Ganges.

Breite N. $27\frac{1}{2}^{\circ}$; Länge öst. Gr. $79\frac{1}{2}^{\circ}$; Höhe 650 engl. Fuss.

Jan.	85	April	$104\frac{1}{2}$	Juli	102	Oct.	$96\frac{1}{2}$
Febr.	$90\frac{1}{2}$	Mai	108	Aug.	$94\frac{1}{2}$	Nov.	$90\frac{1}{2}$
März	93	Juni	$110\frac{1}{2}$	Sept.	$96\frac{1}{2}$	Dez.	76

Pānjáb zwischen Sātlej und Indus.

Breite N. $33\frac{1}{2}$; Länge öst. Gr. 74° ; Höhe 900 engl. Fuss.

Jan.	69	April	96	Juli	97	Oct.	95
Febr.	81	Mai	105	Aug.	100	Nov.	84
März	82	Juni	120	Sept.	98	Dez.	70

III. Mittlere Insolation.

Mittel aus den Ablesungen des besonnten Thermometers zur Zeit des höchsten Standes nahe der Culmination der Sonne (Trübe Tage sind ausgeschlossen).

Indischer Ocean, Ost-Küste von Ceylon.

Breite N. $6^{\circ}56'$; Länge öst. Gr. $79^{\circ}50'$ (Kolombo).

Jan.	109	April	105	Juli	98	Oct.	103
Febr.	111	Mai	98	Aug.	103	Nov.	107
März	111	Juni	99	Sept.	102	Dez.	106

Ganges-Delta an der Bay von Bengalen.

Breite N. $22^{\circ}33'$; Länge öst. Gr. $88^{\circ}21'$ (Calcutta).

Jan.	130	April	135	Juli	133	Oct.	136
Febr.	132	Mai	134	Aug.	126	Nov.	129
März	135	Juni	133	Sept.	136	Dez.	124

Hindostán, am linken Ufer des Ganges.

Breite N. $27^{\frac{1}{2}}^{\circ}$; Länge öst. Gr. $79^{\frac{1}{2}}$; Höhe 650 engl. Fuss.

Jan.	90,5	April	121,5	Juli	111,6	Oct.	109,2
Febr.	98,5	Mai	125,4	Aug.	107,9	Nov.	101,8
März	111,3	Juni	119,0	Sept.	111,1	Dez.	89,9

Pānjáb zwischen Sātlej und Indus.

Breite N. $33^{\frac{1}{2}}^{\circ}$; Länge öst. Gr. 74° ; Höhe 900 engl. Fuss.

Jan.	95	April	115	Juli	130	Oct.	118
Febr.	98	Mai	130	Aug.	115	Nov.	96
März	103	Juni	125	Sept.	108	Dez.	79

Vergleichende Analyse des beschatteten und besonnenen Thermometers.

In Beziehung auf die **atmosphärische Feuchtigkeit**, die ich wiederholt mit der Insolation und der Lufttemperatur erwähnen muss, ohne in die Einzelheiten hier eingehen zu können, genüge es, Folgendes über die Vertheilung und den Gang derselben zu bemerken.

In Ceylon schwankt die relative Feuchtigkeit am wenigsten; an der Südküste fallen die Monatsmittel zwischen 90 und 80, das Jahresmittel ist 84. In Madrás sind die grössten und kleinsten Monatsmittel 76 und 64, Jahresmittel 73. Weiter gegen Norden und zugleich gegen das Innere des Landes in westlicher Richtung ist die Regenzeit besser begrenzt, auch ist die heisse Jahreszeit, die ihr vorhergeht, trocken. Im Gangesdelta, am Nordende der Bay von Bengalen, ist das Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit noch 75, aber sie schwankt bereits zwischen den Monatsmitteln 87 und 69; in Hindostán ist das Jahresmittel 67, die feuchten Monate der Regenzeit sind 86 im Mittel, die trockensten Monate 50, an einzelnen Orten selbst nahe 45. Im Pánjáb kann 60 als das Mittel des Jahres angenommen werden, die Mittel der feuchtesten und der trockensten Monate liegen nahe bei 75 und 45.

Zugleich ist zu berücksichtigen, dass in den feuchtesten Monaten, so lange sie mit der Regenzeit zusammenfallen, auch während der Tage ohne Regen Trübungen der Atmosphäre durch Nebelbläschen das vorherrschende sind, was also das Mittel der Insolation dieser Monate verhältnissmässig so nieder machen muss.

Die **mittlere Lufttemperatur** zeigt für die vier ausgewählten Stationen, von Ceylon über Bengalen bis nach dem Pánjáb, das Eintreten des wärmsten Monats ent-

[1864. II. 3.]

schieden früher als es in höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre der Fall ist. Es hängt diess wesentlich mit dem Brechen der Hitze durch die Regenzeit zusammen, die im Allgemeinen im Juni, Juli und August vorherrscht. Das Einwirken der Regen macht sich an den Küsten früher bemerkbar als im Innern, und selbst im Pänjáb, wo bereits auch unsere Sommerperiode, Juni, Juli und August, die heisse Jahreszeit geworden ist (nicht mehr wie in den mehr südlichen Theilen von Indien, März, April und Mai, unser Frühling) ist wenigstens unter den 3 Monaten fast überall Juni der heisseste geblieben.

Im Herbste wird im Innern die Verminderung der tropischen Hitze bereits im Octobermittel sehr fühlbar, im Pänjáb beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Juni und Januar nicht selten 40 bis 45° Fahrh.; in Bengalen aber beginnt die Temperatur des Herbstes erst gegen Anfang November sich etwas zu kühlen, an den Küsten von Ceylon beträgt die höchste Temperaturdifferenz der Monatsmittel noch nicht ganz 4½° Fahrh., also ein Zehntel der Schwankung im Pänjab.

Die **absoluten Maxima** bieten ziemlich regelmässige und gleichartige Curven, obwohl mehr Abweichungen vielleicht sich hätten erwarten lassen, wenn man bedenkt, wie vieler Jahre es wenigstens in der gemässigten Zone bedarf, um annähernd vergleichbare Werthe zu erhalten. Auch hier finden wir an den Küsten eine von dem Eintreten der heissen Jahreszeit abhängige Beschleunigung im Eintreten der Maxima. Doch Hindostán, wo ungeachtet der Regenzeit, zusammenfallend mit dem hohen Sonnenstande nicht selten Unterbrechungen mehrerer Tage eintreten, zeigt ebenfalls wie das Pänjáb¹⁴⁾ die absoluten Maxima im Juni.

14) Als die absoluten Extreme können im Pänjáb für die Maxima 120 bis 125° Fahr. genannt werden, die auch bisweilen südlich davon

Das Sinken in der Mitte der Regenzeit macht sich in diesen Curven ganz besonders bemerkbar; es ist um so überraschender in der Pänjábcurve, da hier die Regenmenge verhältnissmässig gering ist; aber die Hitze der Luft und der Staubstürme ist jetzt gebrochen, und die Temperatur ist besonders im Juli durch die nun eintretende, wenn auch oft regenlose, Bewölkung in Beziehung auf die Maxima wesentlich gemildert. Sie sinkt sogar, wie im vorliegenden Falle, an vielen Stationen unter die isolirten Maxima von Bengalen; aber nach wenigen Wochen, gewöhnlich im August, hebt sie sich wieder bedeutend über die Extreme der andern Provinzen empor; auch in Hindostán sehen wir ein ähnliches zweites Ansteigen der Curve der absoluten Extreme nach dem Aufhören der Regenzeit, im October.

Die **mittlere Insolation** ¹⁵⁾ weicht in ihrem jähr-

in den Wüsten von Rajvára und in Sindh vorgekommen sein sollen; im Pänjáb sind die extremen Minima, ohne Erniedrigung durch Strahlung des Thermometers gegen den nächtlichen Himmel, etwa 25 bis 20° Fahr. Eisbildung in Wassergefässen, die auf schlecht leitender Unterlage der nächtlichen Strahlung ausgesetzt werden, ist auch in vielen Theilen von Hindostán noch ausführbar.

15) Die Höhe der Sonne am Mittag = H , ist unmittelbar aus der einfachen Formel $H = 90 - \varphi + \delta$ abzuleiten, wobei φ die Breite, δ die Declination ist; für die letztere folgen hier genäherte Angaben für die 15^{ten} der Monate (für 1855, Gr. Mttg.) J. — 21° 11' F — 12° 46' M — 2° 14½' (0 vom 20 auf 21^{sten}) A. + 9° 40' M. + 18° 48' J. + 23° 19' (+23° 27½' Max. am 23^{sten}) J. + 21° 36' A. + 14° 10½' S. + 3° 9' (0 am 23^{sten}) O. — 8° 25' N. — 18° 26' D. — 23° 16½' (— 23° 27½' am 22^{sten}) Dagegen verändern sich gerade in den Tropen die Höhen von einer Stunde des Tages zur andern nicht unbedeutend, während dessenungeachtet in Folge der Temperatur örtlicher Umgebungen und ihres Einflusses auf die Strahlung das besonnte Thermometer in den Tropen gewöhnlich bis 2 Uhr, selbst bis 3 Uhr Nachmittags steigt. In Calcutta

lichen Gänge wesentlich von den beiden anderen Curven-systemen ab, fast könnte man sich in einzelnen Perioden in der südlichen Hemisphäre denken und doch liegt selbst Kolombo noch 7° nördlich. Diese Abweichung muss um so mehr überraschen, wenn man die Aehnlichkeit in den periodischen Veränderungen zwischen der mittlerern Lufttemperatur und den einzelnen Extremen damit vergleicht.

In *Ceylon* sehen wir die Besonnung, ungeachtet der wenigstens etwas geringeren Monatsmittel im Schatten von Oktober bis Februar, gerade in dieser Periode am höchsten steigen; in den übrigen Monaten ist allerdings von April bis August die Insolation durch das Vorherrschen von Regen in direkter Weise beschränkt; aber auch das Steigen von August bis Mitte November ist keineswegs den nun eingetretenen Veränderungen in der Durchsichtigkeit der Atmosphäre vollkommen entsprechend, sondern ist verhältnissmässig grösser. Die Durchsichtigkeit lässt sich fast während des ganzen Jahres als durch Suspension von Nebelbläschen getrübt erkennen, wie der warme duftige Hauch aller landschaftlichen Bilder nicht weniger deutlich als die direkte Beobachtung mit diaphanometrischen Apparaten es zeigt; auch die nicht extreme Grösse der einzelnen Insolationen stimmt damit überein.

z. B. verändert sich die Sonnenhöhe zur Zeit, wo δ am grössten, in 3 Stunden um $42\frac{1}{2}$; Mittags ist H gleich 90° , um 3^h p. m. $47\frac{1}{2}^{\circ}$. Im Winter, wenn $\delta = -23^{\circ} 27\frac{1}{2}$ wird H am Mittag $43^{\circ} 58'$, um 3^h $26^{\circ} 9'$. (Nach der Formel: $\sin H = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau$).

Sowohl in der täglichen Periode bei dem Vergleiche des besonnenen Thermometers zu verschiedenen Stunden als auch, ganz besonders, während der jährlichen Periode bei dem Vergleiche verschiedener Breiten bei ungleicher Lufttemperatur aber gleichen Sonnenhöhen zeigt sich, wie bedeutend der Einfluss der Temperatur des beschatteten Thermometers auf den resultirenden Grad der Insolation ist.

Am meisten überrascht *Bengalen*. In den beiden anderen Beobachtungsreihen überall zunächst auf Ceylon folgend, erhebt es sich nun über alle andern Zonen, die wir hier zu vergleichen Gelegenheit haben. Wenn wir zugleich die absolute und relative Feuchtigkeit und die Durchsichtigkeit in den verschiedenen Monaten betrachten, so sehen wir zunächst, dass die atmosphärische Feuchtigkeit sehr bedeutend ist, aber es ist doch die Temperatur so hoch, dass während der Stunden der grössten Tageswärme die Durchsichtigkeit der Atmosphäre auch in der kühlen Jahreszeit, ungeachtet häufiger Morgennebel, nur selten in messbarem Grade getrübt ist. — Auch hier finden wir, wie in Ceylon und, ich füge es zur Vergleichung vorgreifend hinzu, wie in den übrigen Theilen von Indien, ein beginnendes Steigen der absoluten Werthe der Insolation im Späthherbste, ungeachtet der bereits fühlbar gesunkenen Temperatur der freien Atmosphäre im Schatten.

In *Hindostán*, das hier annähernd auch als der Typus für Centralindien im Allgemeinen gelten kann, zeigt sich nur das Steigen der Temperatur der umgebenden Atmosphäre während der heissen Jahreszeit als von bedeutendem Einflusse auf das Mittel der Insolation; Extreme einzelner Tage jedoch finden sich auch hier gerade in Unterbrechungen der Regenzeit ganz besonders hoch.

Das *Pānjáb*, wo der Wärmezustand der freien Atmosphäre wenigstens eine Höhe des besonnten Thermometers hätte erwarten lassen, welche jener in den wärmsten Regionen Indiens nicht nachgestanden hätte, bietet eine überraschend geringe Differenz zwischen dem besonnten und beschatteten Thermometer, die z. B. ungeachtet der so bedeutend verschiedenen Sonnenhöhen nur sehr wenig während der heissesten (aber auch der trockensten Monate) und der Wintermonate sich unterscheiden. Hier im Pānjáb, dem nordwestlichsten Theile von Indien, hatte sich für die isothermen Linien

eine isolirte Maximumzone ergeben, deren Temperatur im Schatten jeden andern Theil von Indien weit übertrifft. Dessenungeachtet sind auch in diesen Monaten die einzelnen Ablesungen sowohl als die mittlern Resultate der Insolationsbeobachtungen wesentlich niedriger als jene von Bengalen.

Die Depression im Monat Juni, die fast in allen Stationen des Pänjáb sich wiederholt, hat hier eine ganz besonders anomale Ursache: es ist diess die Anhäufung suspendirter *fester* Körper in der Atmosphäre, welche auch während der Pausen der herrschenden Staubstürme nur theilweise sich zu senken vermögen; die Temperatur der Luft im Schatten, wie wir sahen, erreicht gerade in dieser Periode ihr Maximum; die nächtliche Strahlung wird ungemein vermindert, aber die Besonnung wird bei Tage ebenfalls bedeutend geschwächt. Feuchtigkeitsveränderungen haben hierauf wohl keinen bemerkbaren Einfluss, da die Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten ebenso wie die Werthe der Feuchtigkeit sehr gering sind. In Pesháur z. B. steigt sie vom Mai bis Juli von 50 bis 56, im August dagegen gewöhnlich bis 60; das Mittel für die Monate Dezember bis April ist im Durchschnitt etwas über 70 (die Sättigung = 100 gesetzt.) ¹⁶⁾

Im vorletzten Sommer, 1863, als überdiess zahlreiche Tage ungewöhnlicher Wärme dazu beitrugen, auch in den klimatischen Verhältnissen Europas Nebenumstände leichter erkennen zu lassen, zeigte sich besonders häufig die bei gleicher Lufttemperatur grössere Wärme des besonnten Thermometers in England, wenn man damit die entsprechenden Beobachtungen in Frankreich verglich. Da ich

16) Auch in Europa lassen sich Tage, an denen die Hitze, wenn man den Schatten verlässt, in so ungleich grösserem Masse gefühlt wird, auf solche zurückführen, an denen, ebenfalls mit grösseren Feuchtigkeitsverhältnissen verbunden, das besonnte Thermometer höher steht.

den Sommer bis zu Anfang August in London und die nächste Zeit in Frankreich zubrachte, hatte ich wiederholt Gelegenheit, analoge Verhältnisse auch durch persönliche Beobachtung zu vergleichen.

Als Beispiele aus dem Inneren des südlichen Indien, wofür die mir vorliegenden officiellen Beobachtungsmaterialien keine so ausführlichen Reihen boten, füge ich noch einige einzelne Angaben aus unseren Beobachtungen im Winter 18^{54/55} bei; die Trockenheit, verglichen mit Bombay und Madrás war hier im Inneren, bei Entfernungen von 120 bis 180 englischen Meilen von den Küsten der Halbinsel, sehr bedeutend; die Nächte waren, seit wir die Ghäts der westlichen Küste überschritten hatten, ohne Thau, der sich zum ersten Mal bei Davanhalli (13° 15' nördl. Breite 77° 43' öst. Länge von Green., 2910 engl. Fuss Höhe) in der Nacht vom 6. auf 7. Februar einstellte. Das Minimum des Morgens war damals 59° F., doch waren an den vorhergegangenen Tagen ohne Thau bereits viel niederere Minima beobachtet worden; als besonders unerwartet nenne ich, dass wir im Kríshnathale zwischen A'napur (Nördl. Breite 16° 41'; Oestl. Länge Gr. 74° 54'; Höhe des Kríshnaspiegels 1673 E. F.) und Térdäl am Morgen des 16. Januars 1855 ein Minimum von 43° F. beobachteten.

Die geringe Insolation in Breiten von wenig über 15° N. war mir um so überraschender, weil sie uns hier zum ersten Male in Verbindung mit verminderter relativer Feuchtigkeit vorkam, wobei man, der gewöhnlichen Annahme folgend, den entgegengesetzten Effect erwarten konnte; es veranlasste mich diess zugleich hier desto vorsichtiger in der Wahl der Beobachtungsmomente zu sein, und hier die erste ausführliche Reihe auch von Experimenten in Südindien anzustellen.

Es würde zu sehr in das Detail der Versuche führen, wenn ich hier bereits auch die optischen Nebenumstände

angeben würde; nur diess eine sei noch erwähnt, dass ich, veranlasst durch den so niederen Stand des besonnten Thermometers, hier wie auch später ein Thermometer mit geschwärzter Kugel der Insolation aussetzte, dessen Stand in Folge der Veränderung der Kugel erhöht war, und überdiess, wie die fortgesetzten Beobachtungen zeigten, in vielen Regionen der indischen Tropen fast immer um die gleiche Zahl von Graden höher stand.¹⁷⁾

In der folgenden Zusammenstellung fügte ich noch die Werthe von Calcutta und Kolómbó bei, und zwar die Mittel aus 10 Tagen, um von zufälligen Modificationen an dem einen der identischen Tage weniger abhängig zu sein.

17) Zur etwaigen Vergleichung mit anderen Beobachtern, die sich der geschwärzten Kugeln allein bedienten, sei hier erwähnt, dass in Indien gewöhnlich 10 bis 11° Fahr. den Unterschied zwischen besonnten Thermometern mit blanker und mit geschwärzter Kugel bildeten; es ist auch durch Beobachtungen mit Thermometern von englischer Form, die sich z. B. durch Metallscaleen und freie Capillarröhren von unseren Thermometern mit äusseren Glasylindern als Hüllen unterscheiden, die Erhöhung meistens gleich 10 Graden gefunden worden (Hook. Him. Journ. vol. II., p. 409.)

Doch wenn die Bedingungen des Luftdruckes, der Temperatur und der Feuchtigkeit sich bedeutend änderten, wie z. B. zwischen den Küstenregionen und den Provinzen im Nordwesten, war auch die Abweichung nicht mehr dieselbe geblieben; wo die Strahlung lebhafter, wurde diess am geschwärzten Thermometer etwas mehr bemerkt als an jenem mit blanker Kugel.

	Maissúr		Bengalen, Calcutta	Ceylon, Kolómbo
	Kanakghérri	Bellári		
Nördliche Breite	15° 34'	15° 9'	22° 33'	6° 56'
Oestliche Länge von Greenwich	76° 26'	76° 54'	88° 21'	79° 50'
Höhe über dem Meere, engl. Fuss . . .	1549	1580	Meeresufer	Meeresufer
Tag der Beobachtung, 1855	Jan. 24.	Jan. 28.	Mittel aus Jan. 20 bis 30.	Mittel aus Jan. 20 bis 30.
Höhe der Sonne, Mittags	55° 10'	56° 35'	48° 25'	64° 2'
Beobachtungsstunde	1 ^h 55 p. m.	2 ^h 12 p. m.	Tagesmaxima 1 ^h bis 3 ^h	
{ Besonntes Thermometer	95,9° F.	94,6° F.	131	110
{ Temperatur der Luft im Schatten . .	84,6	86,7	80	83
{ Spannkraft des Dampfes, engl. Zoll .	0,39	0,36	0,62	0,84
{ Relative Feuchtigkeit, Sättigung = 100	65	60	83	93
Tagesmittel der Lufttemperatur . . .	72,3	74,4	68	79

Dass die beiden Beobachtungsorte in Maissúr über 1500 Fuss hoch sind, kann an sich nur die Wirkung der directen Besonnung vermehren, da, wenn alle übrigen Umstände gleich, in grossen Höhen die besonnten Thermometer, über die Lufttemperatur sich mehr erheben als in niederen. Dagegen, so wie die Resultate hier sich zeigen, macht es den Verlust durch Strahlung in Folge der Trockenheit nur noch deutlicher.

Auch diess lässt sich wohl in Verbindung mit der lebhafteren Strahlung bei trockner Atmosphäre als bei feuchter sehr genügend erklären, dass sowohl im Pänjáb während der Sommerhitze als in Maissúr während des in Folge der geringen Breite noch stets sehr warmen Winters (77° F. im Mittel) die Hitze weit weniger dem Menschen fühlbar, auch der Gesundheit weniger nachtheilig sich zeigt, als diess im Sommer von Hindostán oder im Winter an den Küsten von Ceylon der Fall ist.

Um auch ein Beispiel von Insolation in einiger Höhe in den Tropen zu geben, füge ich noch eine zwar vereinzelte, aber doch der topographischen Verhältnisse wegen interessante Beobachtung von Dürrschmitt¹⁸⁾ aus Calcutta am Parisnáth¹⁹⁾ bei. Es sind die geographischen Coordinaten dieses Gipfels, in Bahár: Nördl. Br. $23^{\circ}57'8$ Oestl. Länge von Greenwich $86^{\circ}6',9$, Höhe (engl. Fuss) 4469; er ist zugleich der höchste Punkt im centralen Indien zwischen dem östlichen Himálaya und den Nílgoris.²⁰⁾ Die Beobachtungen

18) Ich verdanke die Mittheilung derselben Herrn Dürrschmitt in München, dem Bruder des Verstorbenen; als ich im März 1857 den Gipfel besuchte, war die Atmosphäre nicht rein genug, um Beobachtungen über die Besonnung zu machen.

19) Vergl. Atlas der „Results“, 3ten Theil, Tafel XIX.

20) In den Nilgoris erreicht der höchste Gipfel, Dodabétta 8640 F.: der Pedúru tálle gálle in Ceylon 8305; Pic. Kalsubái im Dékhan 5410 Fuss.

waren in der Nähe des Jain-Tempels, bei 4039 Fuss Höhe gemacht und ergaben:

1846, Mai 16. und 17. Besonntes Thermometer: 112° F. Gleichzeitiges Maximum der Lufttemperatur zwischen 1^h und 2^h p. m.: 81° . Mittlere Tagestemperatur (Mittel der Extreme): 74° F. ²¹⁾

Absolute Extreme.

Die absoluten Extreme der Insolation fand ich in den meteorologischen Beobachtungen zu Calcutta; die höchste, zuverlässige ²²⁾ Ablesung, die mir bis jetzt bekannt geworden, erhielt ich nach meiner Rückkehr durch General Thuiller von dem Observatorium des Generalstabes mitgetheilt.

Es war diess 147° Fahr. ($51,4^{\circ}$ C.), am 29. October 1863; absolutes Maximum der Lufttemperatur im Schatten 90° F.;

21) Sehr interessante Beobachtungen über Barometergang, mittlere Lufttemperatur und Feuchtigkeit, aber ohne Daten über Besonnung, enthält Dr. G. v. Liebig's „Discussion of some meteorological observations made on Parisnath Hill.“, J. As. Soc. Beng. 1857, p. 1—45.

22) In den „Parliamentary Reports“ finden sich in Glaishers Zusammenstellung vol. I. p. 919 von einer Station „Dudooopore“ (Breite N. $30^{\circ} 12'$, also etwa 10 Meilen südlicher als Ambála, Länge und Höhe „unbekannt“) Beobachtungen des einen Jahres 1848 mit einem Mittel von 133° F., zwischen Monatsmitteln von 111 im Dezember und 151 im April eingeschlossen, während in Ambála 89 das geringste Monatsmittel, 122 das grösste und 108 das Jahresmittel ist. Es dürfte wohl, wie so häufig an kleinen Seitenstationen, ein Eingeborner allein diese Beobachtung besorgt haben; diese Reihe ohne alles Analoge kann nicht weiter berücksichtigt werden, da überdiess, wie ich oft gefunden, in solchen Fällen auch die Fehler der Aufstellung und Ablesung, da sie ganz willkürlich sind, keine Correction mit Wahrscheinlichkeit vorzuschlagen erlauben.

zu gleicher Zeit war die relative Feuchtigkeit 69, aber die Luft war klar und durchsichtig, die Bewölkung beschränkte sich auf grosse, gut begrenzte Haufenwolken. Im Mai sind Ablesungen von 140—142° Fahr. nicht ungewöhnlich; die mittlere Lufttemperatur des Monat Mai im Schatten ist 85,4° F. In Jhānsi, in Centralindien, das bedeutend südlicher liegt und eine viel höhere mittlere Lufttemperatur hat, 93,7° F. im Monat Mai, fand ich ein einziges Mal 140° Fahr. in den Beobachtungslisten, kurz vor dem Eintritte der Regenzeit. Es ist daher nicht ein Effekt der Besonnung auf unsern Organismus allein, wenn wir dieselbe bei feuchter Luft „stechender“, fügen wir bei in den Tropen „beengender, gefährlicher“ fühlen, da auch der Stand des Thermometers in der Sonne stets unter gleichen Umständen seine Maxima erreicht. Für den Organismus ist allerdings die Verminderung der Verdunstung in einem feuchten Klima auch noch eine wesentliche Ursache, die Hitze fühlbarer zu machen.

Insolation in Síkkim im Vergleiche zu Ladák.

Der Gegensatz zwischen den klimatischen Verhältnissen in den südöstlichen und nordwestlichen Theilen Hochasiens, zwischen Ländern wie Síkkim und Ladák, bot Gelegenheit, auch in grösseren, aber unter sich gleichen Höhen Insolations-Beobachtungen zu sammeln und sie in Beziehung auf das Zusammenfallen ihrer Modificationen mit jenen der atmosphärischen Feuchtigkeit zu prüfen. Mit der Höhe des Standpunktes steigert sich die Wirkung der Sonne in Folge der Verdünnung der Atmosphäre, aber die absolute Wärmelerhöhung, die das besonnte Thermometer erreicht, wird geringer, da die Wärme der Umgebungen abnimmt. Zugleich, wie alle Versuche mit Berücksichtigung der Feuchtigkeitsverhältnisse übereinstimmend ergeben, hatte auch hier

das Vorhandensein feuchter Atmosphäre ohne Trübung durch Nebel einen geringeren Wärmeverlust des besonnten Thermometers zur Folge. Dabei verdienten, wie ich glaube, gerade jene mit Ausnahme der Feuchtigkeit ähnlichen Verhältnisse, welche die Regionen Hochasiens boten, besondere Aufmerksamkeit.

Auf der Singhalíla Kette, wo ich nördlich von Darjiling den Sommer 1855 zubrachte, bot sich mir in den Höhen von 10000 bis 12000 Fuss keine Gelegenheit zu Beobachtungen bei ganz ungetrübter Atmosphäre. Es hatte die Regenzeit des östlichen Himálaya begonnen mit Nebeln, die ich oft, bange für meine landschaftlichen Bilder, nach wenigen hellen Morgenstunden Tage lang mit fast unveränderter Dichtigkeit mich umgeben sah. Zuweilen trat auch gegen Mittag ein unerwartetes Zertheilen der Hülle ein, mächtig, aber nie von langer Dauer und genügender Klarheit.

Für Ladák bei Höhen von 11000 Fuss kann ich zunächst die Beobachtungen während des längeren Aufenthaltes in Leh nennen; sie ergaben zu Leh für Mitte Juli und Mitte September 1856:

Leh, Nördl. Breite	34° 8'	
Oestl. Länge von Greenwich	77° 15	
Höhe, engl. F.	11532	
	Juli	Sept.
Sonnenhöhe		
am Mittage	77½	59°
Besonntes Thermometer		
um 1 ^h p. m.	92	88° F.
Lufttemperatur im Schatten		
Tagesmittel	66	56° F.
Tagesmaximum	79	68° F.
Relative Feuchtigkeit um 1 ^h	47	30

Dagegen erwähnt Hooker, allerdings ohne auf die näheren Details der Umstände einzugehen, aus Sikkim in fast gleichen Höhen folgende Beobachtungen: im December (wahrscheinliche Breite nahe 28° N., also Sonnenhöhe circa 40°) bei 10,000 Fuss um 9^h a. m. besonntes Thermometer mit geschwärzter Kugel: 132° F., Luft im Schatten: 38° F.; an einem anderen Tage bei 11,500 Fuss um 11^h a. m. besonntes Thermometer: 122° F., beschattetes 40: Es betrugen also hier die Unterschiede 94 und 82° F., oder wenigstens 75 bis 60° F. für das gewöhnliche Thermometer, bei geringerer Sonnenhöhe als in Leh, während dort die Differenz nur 20° F. betrug.²³⁾ Feuchtigkeit war bei Hooker nicht angegeben, aber es lässt sich wohl beurtheilen, dass sie jene in Leh bedeutend übertroffen habe, wenn man bedenkt, dass in Darjiling, (mag es auch viel feuchter sein als das Innere von Sikkim) das Mittel der relativen Feuchtigkeit für den December 81 ist, (das Jahresmittel ist 84).

Unter den Eingebornen kommen Leiden in Folge der Besonnung, wegen ihrer überall sehr grossen Widerstandsfähigkeit durch Gewohnheit, auffallend selten vor: Europäer haben auch hier durch Kopfbedeckung sich zu schützen; doch gilt auch bei jenen Bewohnern tibetischer Race, die sich im östlichen Himálaya finden, die Wirkung der Sonne in den nebelfreien Monaten, obwohl sie vorzüglich der kühlen Jahreszeit angehören, als gefährlicher als für die innern Regionen Hochasiens im Sommer.

Zu Darjiling erlaubten es die Umstände während meines Aufenthaltes in Sikkim im Jahre 1855 an einigen Tagen Beobachtungen bei einer von Wolken- und Nebelbildung unbeschränkten Besonnung am Mittage zu machen, die mir von Dr. Withecombe mitgetheilt wurden.

23) Hooker „Himalayan Journals“ vol. 2, p. 410.

Das Maximum im Juli 1855 war 129,9° F. bei einer gleichzeitigen Temperatur von 70,4° F. im Schatten; die mittleren Verhältnisse für dieses Jahr waren im Monat Juli:

Besonntes Thermometer 99° F.

Lufttemperatur im Schatten,

Tagesmittel 62,2

Tagesmaximum 66,8

Auch die Monatsmittel in Darjiling zeigen eine auffallend grosse Differenz zwischen beschattetem und besonnenen Thermometer, dagegen ist selbst in der fast regenfreien Periode von November, December, Januar und Februar die Zahl der Tage, an welchen Beobachtungen am besonnenen Thermometer gemacht werden konnten, eine nicht sehr grosse.

Die folgende Tabelle enthält die Mittel von 3 Jahren nach meinem Aufenthalte in Sikkim (1857 bis 1859).²⁴⁾

Darjiling N. B. 27° 3',0 Oest. L. Greenw. 88° 15',3 Höhe 7168 Fuss.

	Mittel der Temp. F.	Besonnung Zahl der Tage.	Tagesmittel der Luft.	Mittleres Max. der Luft.
Jan.	91	20	43,9	50
Febr.	92	17	44,8	51
März	101,4	22	51,0	57
April	101	15	53,9	60
Mai	102	14	58,2	63
Juni	103	8	60,8	64 ¹ / ₂
Juli	104	6	61,5	64 ¹ / ₂
Aug.	99	10	61,5	65
Sept.	101,9	12	60,2	64 ¹ / ₂
Okt.	96,1	17	56,6	61
Nov.	95,8	16	50,5	57
Dec.	89,9	10	44,1	51

24) Auch mitgetheilt in den „Parliamentsberichten „On the Sanitary state of India“, vol. 2, p. 141.

Gewöhnlich vermindern sich mit der Abnahme der Lufttemperatur auch die Differenzen zwischen⁶ besonntem und beschatteten Thermometer; hier sehen wir den extremen Unterschied fast 60° F. betragen, während er in Calcutta bisher nur etwas über 57° F. gestiegen war.²⁵⁾

Einfluss der Entfernung der Erde von der Sonne.

Noch scheint auch die Veränderung der Entfernung der Erde von der Sonne während ihrer Umlaufszeit nicht ganz ohne Einfluss zu sein.

25) Es würde zu sehr in die Besprechung von Einzelheiten führen, Daten aus den nordischen Regionen und der Alpen hier anzureihen. Zusammenstellungen davon gab ich zunächst für Gebirgsregionen in den Untersuchungen über die phys. Geogr. der Alpen, Band 1., p. 429. Der gegenseitige Einfluss in der Verbindung der verschiedenen modificirenden Elemente, der sich jetzt noch nicht nach bestimmten Maassen schätzen lässt, wird aber durch die Vergleichung der Jahreszeiten, Breiten und Höhen definirt werden, wenn die Zahl genauer Daten sich vermehrt.

In den Alpen lässt sich der Einfluss der Feuchtigkeit auf Strahlung wohl nie mit gleicher Deutlichkeit beobachten als in Hochasien, weil die Sonnenhöhe und die Temperaturverhältnisse keinen so grossen resultirenden Effect der Besonnung erlauben — daher auch nur geringe Schwankungen in den Extremen — und, was noch wesentlicher sein dürfte, weil die Feuchtigkeit nie so grosse Unterschiede zeigt, indem die Trockenheit auch auf den höchsten Alpengipfeln wegen der nicht hinreichenden Entfernung von der verdunstenden Oberfläche der Erde nicht jenen Grad erreicht, der in den centralen Theilen Hochasiens durch seine continentale Lage, ebenso wie durch seine Höhe begünstigt wird. In Höhen über 20,000 Fuss fand Glaisher auch über Europa bei seinen so sorgfältig ausgeführten Ballon-Beobachtungen eine Trockenheit der Luft, die an absoluten Mangel an Feuchtigkeit grenzte. Aehnliches hatten wir in Tibet und Turkistán wiederholt in Höhen bis herab zu 12,000 Fuss, und nicht in freier Atmosphäre, sondern längs der Oberfläche, während der Reisen beobachtet, ohne jedoch auch während längeren Andauerns solcher Trockenheit irgend fühlbar dadurch zu leiden.

Zunächst ist es die bedeutend hohe Insolation in Ceylon bei 7° nördlicher Breite während des Winters, welche diess vermuthen lässt. Die scheinbare Grösse der Sonnenscheibe ist Anfangs Januar 16 $\frac{1}{4}$ Minuten, Anfangs Juli 15 $\frac{3}{4}$ ', sie ändert sich also im Durchmesser um $\frac{1}{30}$, in der Fläche um $\frac{1}{15}$. In unseren Breiten kann sich der Einfluss dieser Veränderung kaum bemerkbar machen; in den Tropen aber ist diess nicht ausgeschlossen, da dort noch immer die Richtung der Sonnenstrahlen auch in einiger Entfernung vom Aequator, eine sehr steile ist. In Hindostán, bisweilen selbst im Pánjáb, begegnen wir noch einem ungewöhnlich hohen absoluten Steigen im Spáthherbste (noch auffallender, wenn wir damit den Stand des beschatteten Thermometers vergleichen), was ebenfalls mit der veränderten Entfernung der Erde von der Sonne nicht ohne Zusammenhang sein dürfte. Während des Winters wird allerdings in den nordwestlichen Provinzen Indiens und im Pánjáb die Kraft der directen Besonnung durch die Breite wesentlich verringert; in Bengálen aber ist die Differenz zwischen besonntem und beschatteten Thermometer während der ganzen kühlen Jahreszeit grösser als während der heissen Monate; sie verhält sich so ganz analog zu den Veränderungen, die wir, in extremeren Formen, in den Curven von Ceylon sehen.

Tyndall's Versuche.

Ganz besonders wichtig wurde mir auch jüngst die unerwartete Bestätigung, welche die Ergebnisse dieser Beobachtungen durch die Arbeiten von Tyndall²⁶⁾ über

26) Tyndall, 1863. „Transact. Royal Soc.“, „Philos. Magazine“, etc. Die Ergebnisse der Experimente, die Prof. Magnus anstellte (Pogg. Ann. 1864) und die von Tyndall's Resultaten abwichen, seien zu-
[1864. II. 3.]

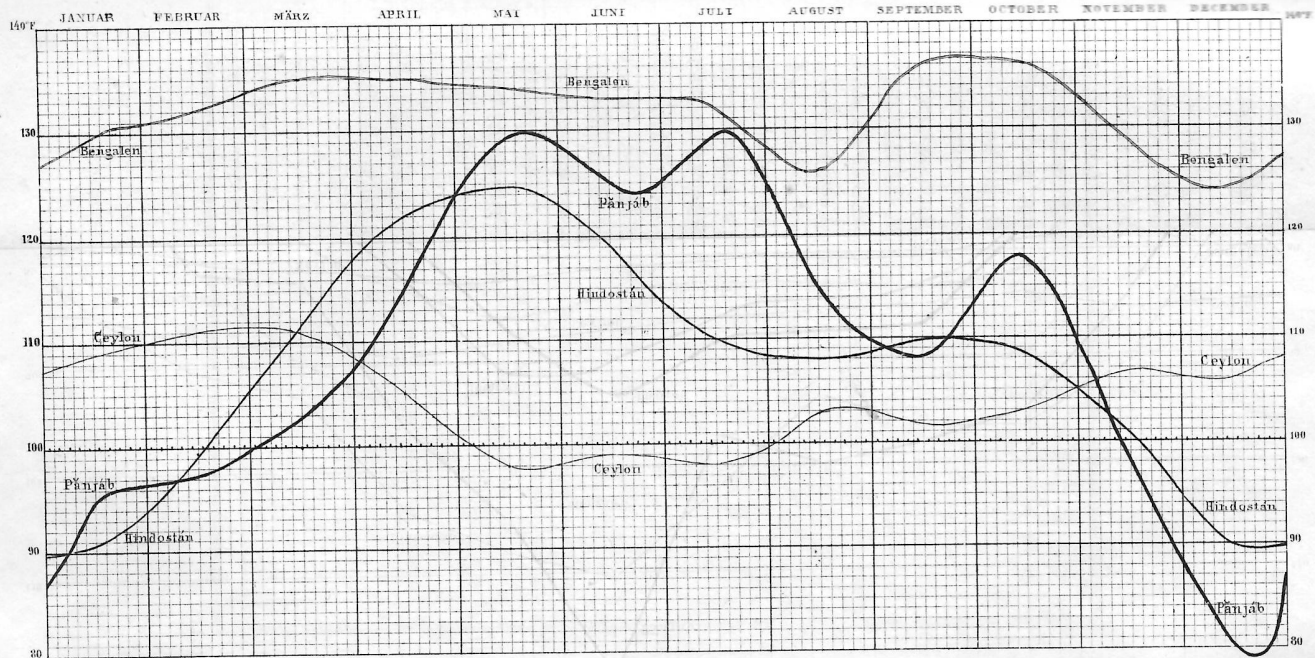
den Widerstand verschiedener Körper gegen den Durchgang strahlender Wärme“, gefunden haben. Ohne hier in das Detail dieser schönen Untersuchungen eingehen zu können, sei mir erlaubt, zum Schlusse nur Folgendes noch in Kürze zu erwähnen. Er fand, dass Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, auch trockene Luft, für Wärme, von irgend einer Quelle ausgehend, in gleicher Weise durchlassend sind, während Glas und viele feste Körper, welche für die Sonnenwärme in hohem Grade diatherman sind, dunkle Wärme in weit geringerem Grade durchlassen. Auch für viele Gasarten und Dämpfe ergaben seine vergleichenden Untersuchungen sehr bald analoge, nicht unbedeutende Verschiedenheiten. In Beziehung auf die Hitze, welche die Erde periodisch durch Strahlung verliert, kann man nach Tyndall's Versuchen annehmen, dass 16 Prozent durch den Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre in der untersten Schichte von 10 Fuss Höhe absorbirt werden.

Für das Klima im Allgemeinen lässt sich der Schutz, den die atmosphärische Feuchtigkeit gegen rasche Erkaltung durch Strahlung bietet,²⁷⁾ mit der schützenden Glasdecke eines Gartenbeetes vergleichen. Ohne der Einwirkung der directen Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche Widerstand entgegenzusetzen, verursacht die Feuchtigkeit zugleich eine temporäre Accumulation von Wärme, auf welcher eine nur allmähliche Abkühlung durch Strahlung folgt.

gleich noch angeführt, obwohl ich hier nicht specielle Angaben über Versuche und die Beobachtungsmethoden beifügen kann.

27) Auch bei der Beurtheilung klimatischer Verhältnisse in früheren geologischen Perioden dürfte dieser Umstand Berücksichtigung verdienen; ebenso kann die Verschiedenheit in dem Kohlen säuregehalte der Atmosphäre in manchen Perioden etwas von Einfluss auf die thermischen Verhältnisse der Erdoberfläche gewesen sein.

MITTLERE INSOLATION.



ABSOLUTE MAXIMA UND MITTEL DER LUFTTEMPERATUR.

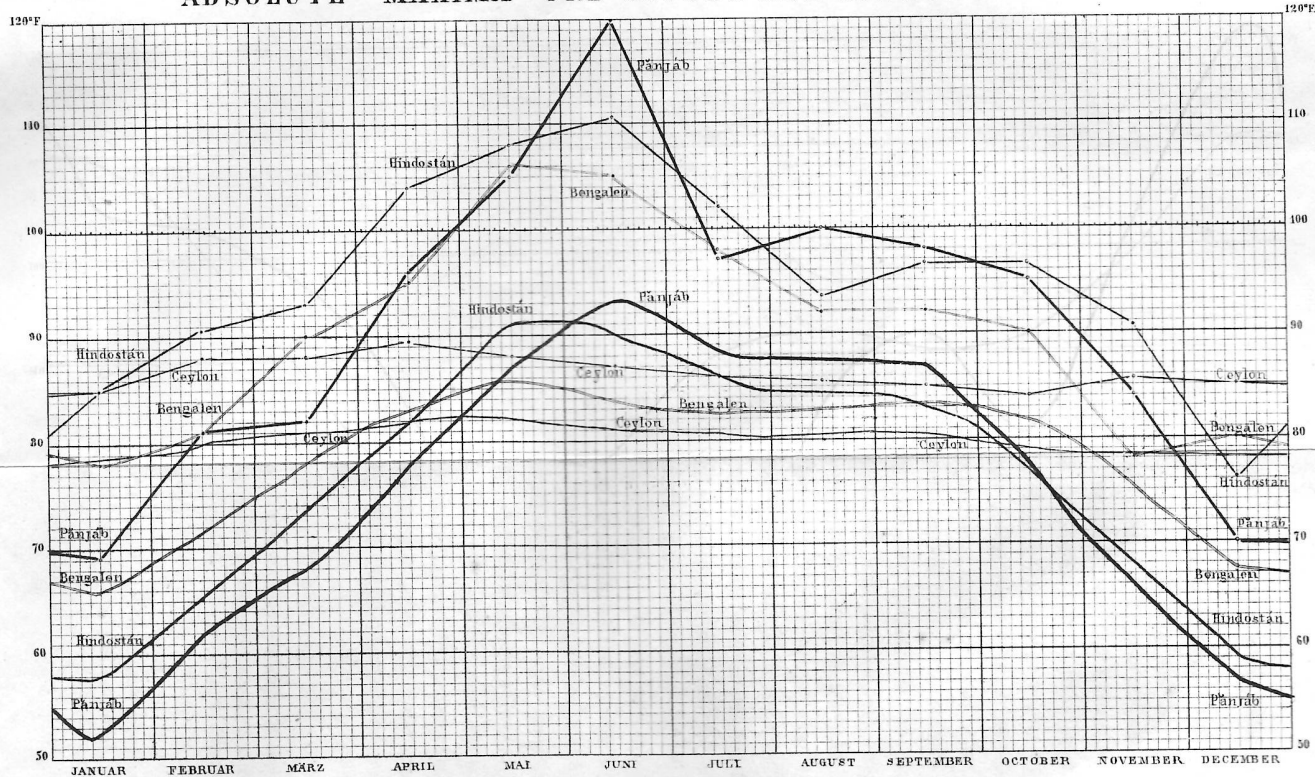


Tabelle über Typhusmortalität u. Morbilität u. Grundwasserstand.

