

grund Wasserschichten enthält, welche im Maximum ihrer specifischen Schwere 4° bis 5° Wärme haben; so kann man annehmen, daß die Grundwasser beitragen die Abkühlung der Oberfläche zu vermindern. Diese Umstände haben einen großen Einfluß auf die Milde der Winter in den Continenten, welche vom Pole durch eine große Meeresstrecke geschieden sind.

Wir haben bis hierher betrachtet die Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche des Erdkörpers, im Niveau des Oceans; es bleibt uns zur Vervollständigung dieser Abhandlung übrig die numerischen Verhältnisse zu erörtern, welche die Veränderungen der Temperatur in den höheren Gegenden des Luftkreises und im Inneren der Erde darbieten.

Die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre ist von mehreren Ursachen abhängig, deren vorzüglichste (nach der Beobachtung von Leslie<sup>1</sup> und Laplace) die Eigenschaft der Luft ist durch Verdünnung an Wärme-Capacität zuzunehmen. Wäre der Erdkörper nicht von einem Gemisch elastischer und luftförmiger Flüssigkeiten umhüllt, so würde es auf 8000 Meter Höhe nicht bedeutend kälter sein als auf der Oberfläche des Oceans. Weil jeder Punkt des Erdkörpers nach allen Richtungen ausstrahlt, so würde das Innere einer kugelförmigen Hülle, die auf dem Gipfel der höchsten Berge der Erde ruhet, dieselbe Quantität strahlender Wärme empfangen als die unteren Schichten der Atmosphäre. Zwar würde die Wärme über eine etwas größere Oberfläche vertheilt sein; aber der Temperatur-Unterschied wäre unbedeutend, weil der Radius der sphärischen Hülle zu dem der Erde sich wie 1,001 zu 1

<sup>1</sup> On Heat and Moisture 1813 p. 11 und Elements of Geometry 1811 p. 495.

verhalten würde. Sobald wir die Erde als von einem atmosphärischen Fluidum umgeben betrachten, wird damit eine Abnahme der Temperatur begründet. Die Luft, erwärmt an der Oberfläche der Erdkugel, steigt empor, dehnt sich aus, und erkaltet: sowohl vermöge ihrer Ausdehnung als vermöge freierer Strahlung durch andere, gleichfalls verdünnte Schichten. Die auf- und niedersteigenden Strömungen der Luft sind es, welche die abnehmende Temperatur der Atmosphäre bewahren.<sup>1</sup>

Die Kälte der Berge ist die gleichzeitige Wirkung: 1) der größeren oder geringeren senkrechten Entfernung der Luftschichten von der Oberfläche der Ebenen und des Oceans; 2) von der Schwächung des Lichtes, die sich mit der geringeren Dichte der auf einander gelagerten Luftschichten vermindert<sup>2</sup>; 3) von dem Ausströmen der strahlenden Wärme, welches von sehr trockener<sup>3</sup>, sehr kalter und sehr heiterer Luft begünstigt wird. Die Mittel-Temperatur unsrer jetzigen Ebenen würde sinken, wenn die Meere eine bedeutende Wasser-Vermindeung erführen; die Ebenen der Contiente würden dann zu Hochebenen werden, und die auf diesen Hochebenen ruhende Luft würde durch die umliegenden Luftschichten erkalten, welche, im gleichen Niveau, von der durch den ausgetrockneten Meeresgrund ausgestoßenen Wärme nur einen geringeren Theil empfangen würden.

Die nachfolgende Tafel begreift die Resultate der Beobachtungen, welche ich am Aequator, in den Anden von Quito, und gegen das nördliche Ende der heißen Zone, in den Cordilleren

<sup>1</sup> Leslie on Moisture and Heat p. 11 und Elem. of Geometry, 2<sup>d</sup> ed. p. 495—496.

<sup>2</sup> Humboldt sur les réfractions au-dessous de 10°, in den Observations astronomiques Vol. I. p. 126.

<sup>3</sup> Wells on Dew p. 50.

von Mexico, angestellt. Diese Resultate sind die wahren Mittelwerthe, wie sowohl die, mehrere Jahre hindurch gemachten, stationären als die vereinzeltten Beobachtungen sie geben. Bei den letzteren ist Bedacht genommen worden auf die Tagesstunde, die Entfernung der Solstitien, die Windrichtung und auf die Wirkungen der Wärmestrahlung der Ebenen.

Höhen über dem Niveau des Oceans	Cordilleren der Andes von 10° nördl. bis 10° südl. Breite.		Gebirge von Mexico von 17° bis 21° nördl. Breite.	
	Mittlere Jahres- Tempe- ratur.	Beispiele, die als Vorbild dienen können.	Mittlere Jahres- Tempe- ratur.	Beispiele, die als Vorbild dienen können.
0 (Von tausend zu tausend Meter ist beispielsweise eine Höhe hinzu- gefügt)	27° 5	Cumana (10 Meter): bei Tage 26°-30°, bei Nacht 22°-23°. Mar. 32° 7; Min. 21° 2; mittl. Temp. 27° 7.	26° 0	Veracruz (0 Meter): bei Tage 27°-30°, bei Nacht 25° 7 bis 28° im Sommer; 19°-24° und 18°-22° im Winter; mittl. Temp. 25° 4.
500 F. (974 Met.)	21° 8	Caracas (886 Meter): bei Tage 18°-23°; bei Nacht 16° bis 17°; Mar. 25° 7; Min. 12° 5; mittl. Temp. 21° 8. Guaduas (1149 Meter): mittl. Temp. 19° 7.	19° 8	Xalapa (1320 Met.): mittl. Temp. 19° 2 im Winter, bei Tage 14°-15°. Chilpancingo (1379 Met.), auf einem Plateau, das aus- strahlt: mittl. Temp. 20° 6.
Besuv 1180 M.				
1000 F. (1949 Met.)	18° 0	Popayan (1773 Met.): bei Tage 19°-24° bei Nacht 17° bis 18°; mittl. Temp. 18° 7. Santa Fé de Bogota (2659 Meter): mittl. Temp. 17° 3; bei Tage 15°-18°; bei Nacht 10°-12°; Min. + 2° 5.	18° 0	Wallaquillo de Michoacan (1950 Meter): mittl. Temp. 15°-26°. Mexico (2277 Meter): bei Tage 16°-21°, bei Nacht 13° bis 15°, und zwar: in den hei- ßesten Monaten bei Nacht 15°-17° in den kältesten 0° bis + 7°; mittl. Temp. 17°.
1500 F. (2923 " et.) Cantigon 2708 M.	14° 3	Quito (2908 Meter): bei Tage 15° 6-15° 3; bei Nacht 9°-11°; Mar. 22° Min. 6°; mittl. Temp. 14° 4.	14° 0	Toluca (2680 Met.): mittl. Temp. 15°. Auf dem Nevado de Toluca (3408 Meter): Quelle 9°.
2000 F. (3898 Met.) Pic von Gene- riffa 3710 Met.	7° 0	Micnivampa (3618 Met.): bei Tage 5°-9°, bei Nacht + 2° bis - 0° 4. Die Paramos (3500 Met.): im allg. mittl. Temp. 8° 4.	7° 5	Auf dem Nevado de Toluca (3713 Meter): im Sept. Mit- tags 11° 5. Auf dem Coffer de Berete (3700 Meter): im Febr. um 9 Uhr 10° 2.
2500 F. (4872 Met.) Montblanc 4775 Meter.	1° 5	An der unteren Grenze ewi- gen Schnees (4800 Met.): bei Tage 4°-8°, bei Nacht - 2° bis - 6° Auf dem Chimberazo (5880 Meter): im Juni um 1 Uhr habe ich das Thermometer auf - 10° 6 gesehen.	1° 0	Auf dem Pic del Frayle (4621 Meter) habe ich das Thermometer im September um Mittag auf + 4° 3 ge- sehn.

Die Mittelwerthe, welche die mexicanischen Beobachtungen geben, sind wenig von den durch die Beobachtungen der Cordilleren gewährten verschieden. Sobald die Differenzen und die Uebereinstimmungen einen halben Grad erreichen, können sie als rein zufällig angesehen werden. Die Tageslänge ist ungleich unter dem 20ten Breitengrade, aber der ewige Schnee geht nicht 200 Meter tiefer herab als unter dem Aequator. Da die Cordilleren von Neu-Granada, Quito und Peru eine größere Anzahl Punkte darbieten, wo stationäre Beobachtungen gemacht sind; so werde ich hier die Mitteltemperaturen zusammenstellen, welche wir, Caldas<sup>1</sup> und ich, mit einiger Gewißheit ergründet haben, und welche alle einer zwischen den Parallelfreien von 10° Nord und 10° Süd begriffenen Zone angehören:

- Küsten von Cumana . . . . . 27°-28°;
- Tomependa (Amazonenstrom, Höhe 390 Meter) . . . . . 25° 8;
- Antioquia (508 Meter) . . . . . 25°;
- Neiva (519 Meter) . . . . . 25°;
- Tocayma (482 Meter) . . . . . 27° 5;
- Caripe (902 Meter) . . . . . 18° 5;
- Caracas (886 Meter) . . . . . 20° 8;
- La Plata (1048 Meter) . . . . . 23° 7;
- Carthago (960 Meter) . . . . . 23° 8;
- Guaduas (1150 Meter) . . . . . 19° 7;
- La Mesa (1288 Meter) . . . . . 22° 5;
- Medellin (1481 Meter) . . . . . 20° 5;
- Estrella (1721 Meter) . . . . . 18° 8;
- Popayan (1773 Meter) . . . . . 18° 7;

<sup>1</sup> Ich habe mich der Mittel-Temperaturen und Barometer-Messungen bedient, welche Caldas und Restrepo zu Santa Fé de Bogota im *Semanario del Nuevo Reyno de Granada* T. I. p. 273 und T. II. p. 93-341 bekannt gemacht haben.

Lora (2090 Meter) . . . . .	18°;
Almaguer (2260 Meter) . . . . .	17°;
Pamplona (2444 Meter) . . . . .	16°,2;
Alausi (2430 Meter) . . . . .	15°;
Pasto (2533 Meter) . . . . .	14°,6;
Santa Rosa (2579 Meter) . . . . .	14°,3;
Santa Fé de Bogota (2659 Meter) . . . . .	14°,3;
Hambato (2698 Meter) . . . . .	15°,8;
Guenca (2632 Meter) . . . . .	15°,6;
Caramarca (2860 Meter) . . . . .	16°;
Quito (2908 Meter) . . . . .	14°,4;
Tunja (2903 Meter) . . . . .	13°,7;
Lactacunga (2888 Meter) . . . . .	15°;
Riobamba Nueva (2891 Meter) . . . . .	16°,2;
Plateau de los Pastos (3079 Meter) . . . . .	12°,5;
Malbasa (3040 Meter) . . . . .	12°,5;
die Paramos (3500 Meter Höhe) . . . . .	8°,5;
und die untere Grenze des ewigen Schnees (4800 Meter) . . . . .	+ 1°,6.

Diese 32 Punkte sind nicht vereinzelt, wie es etwa Luftbälle sein würden, welche im Luftmeere auf einer senkrechten Höhe von 5000 Metern bleibend schwebten; es sind Standorte, auf dem Abhange der Gebirge genommen: auf demjenigen Theile der festen Masse des Erdkörpers, welcher in Gestalt einer Mauer oder eines Felskammes bis in die höheren Gegenden des Luftkreises emporsteigt. Nun haben diese Gebirge auf jeder Höhe, außer dem allgemeinen Klima, besondere Klimate: modificirt durch die Wärmestrahlung der Hochebenen, durch die verschiedene Abdachung des Erdreichs, die Nacktheit des Bodens, die Feuchtigkeit der Waldungen, durch die von den benachbarten Gipfeln herabkommenden Luftströme.

Ohne mit den Dertlichkeiten bekannt zu sein, würde man

die Wirkung dieser störenden Ursachen bemerken, wenn man auf der vorstehenden Tafel die Mittel-Temperaturen vergliche, welche denselben Höhen entsprechen; aber die Prüfung dieser Beobachtungen würde auch beweisen, daß die Erstreckung der Veränderungen viel unbedeutender ist, als man gewöhnlich glaubt. Wenn man 32 Temperaturen untersucht, nach der Annahme, daß ein Grad Wärme-Verminderung 200 Metern entspreche; so findet man durch die Temperatur der hoch gelegenen Dertler 26mal die der Ebenen wieder, welche 27° bis 28° beträgt. Nur 6mal gehen die Temperaturen um mehr als 2° aus einander, und die Fehler in den Schätzungen verbinden sich mit den Wirkungen der Dertlichkeiten. Die auf den Hochebenen der Andes ruhende Luft vermischt sich mit der großen Masse der freien Atmosphäre, in welcher unter der heißen Zone eine erstaunende Temperatur-Beständigkeit herrscht. So ungeheuer auch die Bergmauer der Cordilleren ist, kann sie doch nur schwach auf Luftschichten einwirken, die sich unaufhörlich erneuern. Wenn andererseits die Hochebenen bei Tage sich erhitzen, so strahlen sie desto stärker während der Nacht aus; denn gerade auf diesen Ebenen, 2700 Meter über die Meeresfläche erhoben, ist der Himmel am reinsten und am beständigsten heiter. In Peru z. B. hat die prachtwolle Hochebene von Caramarca, auf welcher der Weizen das 18te, die Gerste das 60te Korn trägt, über 4 geographische Quadratmeilen Ausdehnung; sie ist eben wie der Boden eines Sees, und geschützt durch eine kreisförmige Mauer schneefreier Berge. Ihre mittlere Temperatur beträgt 16°; doch erfriert oft der Weizen in der Nacht: und in einer Jahreszeit, wo das Thermometer vor Sonnen-Aufgang auf 8° fiel, habe ich es bei Tage im Schatten zu 25° sich erheben sehen. In den weiten

Ebenen von Bogota, die 200 Meter tiefer liegen als die Ebene von Caramarca, steigt die Mittel-Temperatur, durch die schönen Beobachtungen von Mutis festgestellt, kaum auf  $14^{\circ},3$ .

Wenn ich die auf Hochebenen gelegenen Städte mit den auf dem Abfall der Gebirge liegenden vergleiche, so finde ich für die ersteren eine Temperatur-Vermehrung, die wegen der nächtlichen Ausstrahlung  $1^{\circ},5$  bis  $2^{\circ},3$  nicht überschreitet. Diese Vermehrung ist etwas größer in den niederen Regionen der Andes: in jenen langen Thälern, deren ebener Grund vier- bis fünfhundert Meter Höhe erreicht, vornehmlich in dem Magdalena-Thale zwischen Neiva und Honda. Man erstaunt mitten im Gebirge eine Hitze zu finden, welche der der Ebenen gleich kommt, und um so unerträglicher ist, als die Luft dieser Thäler fast nie vom Winde bewegt wird. Wenn man indes die Mittel-Temperaturen dieser nämlichen Dörfer mit denen der Schichten des freien Luftkreises oder des Gebirgsabhanges vergleicht, so findet man sie nur  $2^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$  höher. Zufolge dieser Betrachtungen kann man den vier Resultaten einiges Vertrauen schenken, die wir aus einer so großen Anzahl Beobachtungen für die Normal-Höhen von 1000, 2000, 3000 und 4000 Meter gezogen haben. Ich habe mich an einen einfachen arithmetischen Mittelwerth und an die ungefähre Ausgleichung der Unregelmäßigkeiten gehalten; denn ich würde die Anwendung einer Hypothese über die Abnahme der Wärme nicht haben vermeiden können, wenn ich die Höhen auf die Normal-Höhe hätte bringen wollen, die sich derselben am meisten nähern. Ich habe die Bemerkungen hinzugefügt, welche mir die genaue Bekanntschaft mit den Dertlichkeiten an die Hand gegeben.

## Für 1000 Meter Höhe:

Kloster von Caripe (dichte und feuchte Wälder) . . . . .	902	Meter	$18^{\circ},5$
Caracas (trüber Himmel, nicht sehr weites Thal) . . . . .	886		20,8
La Plata (sehr heißes Thal, und doch in Verbindung stehend mit dem oberen Theile des Magdalena-Stromes) . . . . .	1048		23,7
Carthago (sehr heißes Thal des Cauca) . . . . .	960		23,8
	949	Meter	$21^{\circ},7$

## Für 2000 Meter Höhe:

Lora (Plateau von geringer Ausdehnung) . . . . .	2090	Meter	$18^{\circ},0$
Almaguer (Bergabhänge, mit dichter Vegetation bedeckt) . . . . .	2260		17,0
Popayan (kleine Hochebene, wenig erhoben über das Thal des Cauca) . . . . .	1773		18,7
	2041	Meter	$17^{\circ},9$

## Für 3000 Meter Höhe:

Caramarca (sehr ausgedehntes Plateau, heiterer Himmel) . . . . .	2860	Meter	$16^{\circ},0$
Quito (am Fuß des Pichincha, enges Thal) . . . . .	2908		14,4
Tunia (Gebirge von Neu-Granada) . . . . .	2903		13,7
Malvasa (hochliegende Ebenen, abgekühlt durch den Schnee des Vulkans von Purace) . . . . .	3040		12,5
Los Pastos (sehr kaltes Plateau, auf dem sich schneebedeckte Berggipfel erheben) . . . . .	3079		12,5
Lactacunga (gemäßigtes Thal) . . . . .	2888		15,0
Riobamba Nuevo (dürre Ebene von Tapia, mit Bimsstein bedeckt) . . . . .	2891		16,2
	2938	Meter	$14^{\circ},3$

Zwischen den Wendekreisen sind die Cordilleren der Mittelpunkt der Gestirne und des Kunstfleißes der spanisch-amerikanischen Menschheit; sie sind bis über 4000 Meter Höhe bevölkert: und eine geringe Zahl von Beobachtungen, auf dem Rücken der Andes gemacht, giebt einen hinlänglich genauen Begriff von der mittleren Temperatur des Jahres. In Europa hingegen, in der gemäßigten Zone, sind die hohen Gebirge gewöhnlich wenig bewohnt. Die Senkung der isothermen Linie von 0° hemmt dort den Anbau der Cerealien an dem Punkte, wo er in den Cordilleren beginnt. Die festen Wohnungen gehen selten über 2000 Meter Höhe hinaus; und um mit einiger Bestimmtheit über die Mittel-Temperatur der über einander gelagerten Luftschichten zu urtheilen, muß man wenigstens 730 thermische Beobachtungen, im Laufe eines Jahres gemacht, vereinigen können.<sup>1</sup>

Orter zwischen 16° und 47° nördlicher Breite	Erhebung		Mittel-Temperatur		
	in Metern	in Toisen.	des Jahres.	des kältesten Monats.	des wärmsten Monats.
Niveau des Meeres . . . . .	0	0	12° 0	+ 2° 4	21° 0
Genf . . . . .	359	180	9,8	+ 1,2	19,2
Lagernsee . . . . .	744	382	5,8	- 5,5	15,2
Reißenberg . . . . .	995	511	5,0	- 6,2	13,9
Chamouni . . . . .	1028	528	4,0		13,0
Hospiz des St. Gotthard . . . . .	2076	1065	- 0,9	- 9,4	7,9
Col de Géant . . . . .	3436	1763	- 6,0		2,5

<sup>1</sup> Höhen von 400 Metern können bedeutend auf die mittlere Temperatur einzuwirken: selbst dann, wenn große Stücke Landes sich allmählich erheben. Um diesen Einfluß festzustellen, habe ich die Temperatur von Orten geprüft, welche im Niveau des Oceans unter denselben Parallellkreisen liegen:

Wenn man die mittlere Temperatur der über einander gelagerten Luftschichten vergleicht, findet man, daß die isotherme Linie von 5°, welche unter dem Parallellkreise von 45° auf 1000 Metern Höhe angetroffen wird, die Aequatorial-Gebirge erst in der absoluten Erhebung von 4250 Metern erreicht. Man hat lange, Bouguer folgend, geglaubt, daß die untere Grenze des ewigen Schnees überall eine Luftschicht bezeichne, deren mittlere Temperatur der Gefrierpunkt sei, oder (um einen mehr directen Ausdruck zu gebrauchen) daß die Schneegrenze die isotherme Linie null anzeige; ich habe aber in einer, 1808 im Institut gelesenen Abhandlung<sup>1</sup> gezeigt, daß die Voraussetzung wider die Erfahrung streitet. Man findet durch die Vereinigung guter Beobachtungen, daß an der ewigen Schneegrenze die Mittel-Temperatur der Luft: unter dem Aequator (4800 Meter) ist +1°,5; in der gemäßigten Zone (2700 M.) -3°,7; in der eifigen Zone, unter dem 68-69ten Breitengrad, (1050 M.) -6°. Da die Wärme

Ofen: Br. 47° 29', Höhe 156 M., Jahres-Temp. 10°,6;

Paris: Br. 48° 50', Höhe 34 M., Temp. 10°,6;

Wien: Br. 48° 12', Höhe 171 M., Temp. 10°,3;

Mannheim: Br. 49° 20', Höhe 117 M., Temp. 10°,1;

also fast mit der Meeresfläche gleich, unter den Längen von Paris und Ofen, zwischen 47° und 48° Br., Temperatur 10°,5 bis 10°,8. Unter denselben Längen:

Genf (359 Meter): 9°,6;

Bern (535 Meter): 9°,6;

Zürich (438 Meter): 8°,8;

Ghur (607 Meter), trotz der Winde aus Italien: 9°,4;

Marschling (559 Meter), erwärmt durch dieselben Winde: 11°,1;

München (522 Meter): 10°,4.

Es läßt sich, wenn man die Mittel dieser Resultate nimmt, nicht verkennen der Einfluß der kleinen Höhen oder der sehr ausgedehnten Hoch-ebenen auf die Erniedrigung der mittleren Temperatur.

<sup>1</sup> Observations astronomiques Vol. I. p. 136.

der hohen Regionen des Luftkreises von der Ausstrahlung der Ebenen abhängt; so ist es begreiflich, daß man unter denselben Erd-Parallelen in dem transatlantischen Klima-System (an den Abhängen des Felsengebirges, der Rocky Mountains) die Isothermen Linie auf derselben Höhe über der Fläche des Oceans finden kann als in dem System europäischer Klimate. Die Krümmungen, welche diese auf der Oberfläche der Erdfugel gezogenen Linien erfahren, wirken nothwendig auf ihre Lage in einer senkrechten Ebene ein: mag man nun im Luft-Ocean die auf denselben Mittagskreisen gelegenen Punkte zusammennehmen, oder nur diejenigen in Betracht ziehen, die gleiche Breite mit einander haben.

Wir haben bisher versucht die Mittel-Temperaturen zu bestimmen, welche unter dem Aequator und unter dem  $45^{\circ}$  oder  $47^{\circ}$  Luftschichten von gleicher Höhe entsprechen. Diese Bestimmung gründet sich auf stationäre Beobachtungen, sie offenbart den mittleren Zustand der Atmosphäre. Die allgemeine Physik hat ihre numerischen Elemente wie das Weltsystem; und diese Elemente, so wichtig für die Theorie der barometrischen Messungen und die der Refractionen, werden in dem Maasse vervollkommenet werden, wie die Physiker ihre Arbeiten auf die Erforschung allgemeiner Gesetze richten.

Höhe		Aequatorial-Zone von $60$ bis $100^{\circ}$ :		Gemäßigte Zone von $45^{\circ}$ bis $47^{\circ}$ :	
in Toisen.	in Metern.	Mittel- Temperatur.	Unter- schiebe.	Mittel- Temperatur.	Unter- schiebe.
0	0	27,5	... 5,7	12 <sup>o</sup>	... 7,0
500	974	21,8	... 3,4	5	... 5,2
1000	1949	18,4	... 4,1	— 0,2	... 4,6
1500	2923	14,3	... 7,3	— 4,8	
2000	3900	7,0	... 5,5		
2500	4872	1,5			

Diese Tafel beweist, wie schon die bloße Theorie anzuzeigen scheint, daß beim mittleren Zustand der Atmosphäre die Wärme nicht gleichmäßig in arithmetischer Progression abnimmt. In den Cordilleren steht man, und dies ist eine höchst merkwürdige Thatsache, die Abnahme langsamer werden zwischen 1000 und 3000 Metern, vorzüglich zwischen 1000 und 2500 Metern Höhe, und dann wieder von 3000 bis 4000 Meter sich beschleunigen. Die Schichten, wo die Abnahme ihr Maximum und Minimum erreicht, bieten Verhältnisse wie 1 zu 2 dar. Von der Höhe von Caracas bis zu der von Popayan und Lora erzeugen 1000 Meter einen Unterschied von  $3^{\circ},5$ ; von Quito bis zur Höhe von Paramos verändern dieselben 1000 Meter die mittlere Temperatur um mehr als  $7^{\circ}$ . Sind diese Erscheinungen einzig und allein der Gestaltung der Anden beizumessen, oder sind sie die Wirkung von der Anhäufung der Wolken im Luftmeere? Wenn man sich erinnert, daß die Andes einen ungeheuren Bergrücken von 3600 Metern Höhe bilden, auf dem sich einzelne, mit ewigem Schnee bedeckte Pies oder Dome erheben; so wird es begreiflich, wie

von dem Punkte an, wo die Masse der Kette sich so plötzlich vermindert, auch die Wärme schnell abnimmt. Es ist nicht leicht durch eine analoge Ursach zu erklären, warum die fortschreitende Temperatur-Verminderung zwischen 1000 und 2000 Metern langsamer wird. Die großen Hochebenen der Cordilleren fangen erst in 2600 bis 2900 Metern Höhe an; und ich glaube, die Langsamkeit, mit der die Wärme in der Luftschicht zwischen 1000 und 2000 Metern abnimmt, sei die dreifache Wirkung von der Schwächung (extinction) des Lichts oder der Absorption der Strahlen in die Wolken, von der Bildung des Regens, und von dem Hinderniß, welches die Wolken dem freien Durchgange der strahlenden Wärme bereiten. Die Luftschicht, von der wir reden, ist die Region, in welcher die dicken Wolken schweben, die, welche die Bewohner der Ebenen über ihren Häuptern sehen. Die Abnahme der Wärme, sehr beschleunigt von diesen Ebenen an bis zur Wolkengegend, wird in dieser letzteren Region langsam; und wenn diese Verlangsamung sich weit weniger in der gemäßigten Zone offenbart, so kommt es ohne Zweifel daher, weil in gleicher Höhe die Wirkung der Ausstrahlung dort unbedeutender ist als über den glühenden Ebenen der Aequinoctial-Zone. Uebrigens scheint in beiden Zonen die Abkühlung demselben Gesetze in Luftschichten von gleicher Temperatur zu folgen; aber die Stärke der Strahlung variiert mit der Temperatur der ausstrahlenden Schichten.

Die Resultate, welche wir erörtert haben, verdienen den Vorzug vor denjenigen, welche man von Beobachtungen hernimmt, die auf Ausflügen nach dem Gipfel einiger hohen Berge gemacht wurden. Die ersteren geben für die Aequinoctial-Zone (von 0 bis 4900 Meter) einen Grad Wärme-Abnahme

in 187 Metern<sup>1</sup>, für die gemäßigte Zone (von 0 bis 2900 Meter) in 174 Metern; die letzteren für die Aequinoctial-Zone einen Grad in 190 Metern, unter den Parallelfreisen von 45° bis 47° einen Grad Wärme-Verminderung in 160 bis 172 Metern.<sup>2</sup> Diese Uebereinstimmung ist ohne Zweifel recht merkwürdig: um so mehr, als man bei Vergleichung stationärer Beobachtungen mit vereinzelt den mittleren Zustand der Atmosphäre im Verlauf eines Jahres mit der Abnahme verwechselt, welche einer gewissen Jahreszeit oder Tagesstunde entspricht. Gay-Lussac hat bei seiner denkwürdigen Luftreise von 0 bis zu 7000 Metern einen Grad in 187 Metern gefunden, bei Paris, zu einer Zeit, wo die Wärme

<sup>1</sup> Dies ist das mittlere Resultat oder das Maas der Vertheilung der Wärme in der ganzen Luftsäule. Die partiellen Resultate sind für den Rücken der Andeskette: 1 Grad Wärme-Verminderung entsprechend 170 Metern zwischen 0 und 1000 Metern Höhe, 294 Metern zwischen 1000 und 2000, 232 Metern zwischen 2000 und 3000, 131 Metern zwischen 3000 und 4000, 180 Metern zwischen 4000 und 5000 Metern Höhe. Man erkennt in diesen Zahlen, wie auf der oben gegebenen Tafel, den Einfluß der Wolkenregion auf die Abnahme der Wärme. Um den Nutzen dieser Zahlenverhältnisse zu beweisen, will ich hier die annähernde Berechnung der Höhe des tibetanischen Plateaus geben, gezogen aus der Mittel-Temperatur des Octobers allein, welche nach Turner 5°,7 ist. Da in der Breite von Tiffolumbo (29°) die mittlere Temperatur der Ebenen 21° beträgt und auf dem St. Gotthard die Mittel-Temperatur des Monats October sogar etwas über die des ganzen Jahres geht, so ist es wahrscheinlich, daß die Hochebene von Groß-Tibet wenigstens eine Höhe von 2900 bis 3000 Meter übersteigt. S. meine Abhandlung sur l'Élévation des montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 297—317.

<sup>2</sup> Saussure gibt an: für den Sommer 160<sup>m</sup>, für den Winter 230<sup>m</sup>, für das ganze Jahr 195<sup>m</sup>; Ramond 164<sup>m</sup>, Dubuiffon 173<sup>m</sup>. (Journal de Physique T. LXXI. p. 37; de la Form. barométr. p. 189 und mein Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. 129.)