

an den kalten Weltraum abzugeben, während die der Erdoberfläche benachbarten von dieser aus stetig erwärmt werden. Dieser Proceß, der nicht nur in der Nacht, sondern auch am Tage stattfindet, ist es, der die unteren Luftschichten warm erhält, während die oberen kalt bleiben.

Gay-Lussac stieg mit dem Luftballon 7000 m hoch und beobachtete dabei ein Sinken der Wärme von  $31^{\circ}$  auf  $-10^{\circ}$  Celsius. Barral und Bixio hatten in gleicher Höhe  $38^{\circ}$  Kälte auszuhalten. Glaisher, der 10000 m hoch gestiegen war, hat mehr als  $40^{\circ}$  Kälte ertragen müssen.

Ragt nun die Spitze eines Berges hoch hinaus in die Lufthülle der Erde, so findet zwar an seiner Oberfläche derselbe Proceß statt, die Sonnenstrahlen treffen ihn sogar ungeschwächt und die nächtliche Ausstrahlung ist ungehinderter, aber zur Erwärmung der Atmosphäre trägt die isolirte Spitze, die stets von kühlen Luftmassen umspielt wird, nur wenig bei. Die Erwärmung des Berges durch die Sonne ist selbstverständlich in dem Falle eine äußerst geringe, wenn seine Abhänge mit Schnee und Eis bedeckt sind, denn dann wird, nachdem die Temperatur auf  $0^{\circ}$  gebracht ist, alle dunkle Wärme zum Schmelzen des Schnees verwandt, und ein weiteres Steigen der Wärme findet nicht statt. Nach Sonnenuntergang wird also die Temperatur schnell unter den Gefrierpunkt sinken, wenn nicht etwa der feuchtwarme Südwestwind den bisherigen Zustand ausnahmsweise aufrecht erhält.

Die mittlere Jahrestemperatur der Montblancspitze wird von H. Schlaginweit auf  $-15^{\circ}$  C. taxirt, was etwa einer nördlichen Breite von  $70^{\circ}$  entsprechen würde. Auf der Monterosaspitze wird es ähnlich sein. Dort beobachtete derselbe Forscher bei hellem Wetter am 22. August 1851 Mittags 12 Uhr  $-5,1^{\circ}$  C., um 1 Uhr dagegen  $-4,8^{\circ}$  C. Wenn aber Humboldt angiebt, daß ihm auf den Abhängen des Chimborazo in 6000 m Höhe das Quecksilber im Thermometer gefroren sei, was also eine Temperatur von  $-39^{\circ}$  C. bedeuten würde, so muß dies als etwas ganz Außergewöhnliches betrachtet werden, da dort die Schneegrenze etwa bei 4800 m liegt, dieselbe also höchstens um 1200 m überschritten war. Hat doch selbst Glaisher in unseren Breiten erst bei 10000 m Höhe eine ähnliche Kälte erlebt.

Während isolirte Bergspitzen die umgebende Luft durch nächtliche Ausstrahlung kaum zu erwärmen vermögen, sind hochgelegene Plateaus um so mehr dazu imstande, je umfangreicher sie sind. Das großartigste Hochland der Welt ist die Hochebene von Tibet, deren mittlere Plateauhöhe 4000 m die Höhe zahlreicher Hochgipfel der Alpen übersteigt, dessen Fläche aber die des Deutschen Reiches um das Dreifache übertrifft. Dort finden sich noch in der Höhe von 5000 m Städte, wie z. B. Thok Dschalung in dem Goldbezirke bei den Indusquellen. Man wohnt also dort höher, als auf dem Gipfel des Montblanc. Wie ist dies möglich? Die Erwärmung und nächtliche Ausstrahlung der Erdoberfläche wird dort im wesentlichen ebenso vor sich gehen, wie im Flachlande, so daß die benachbarten Schichten der Atmosphäre hinreichende Wärme behalten, um das Thier- und Pflanzenleben zu ermöglichen.

Der Barometerstand in jenen Höhen ist aber niedrig, d. h. die Lufthülle nicht so hoch, wie bei uns, die Luft außerdem trocken, da die Entfernung von dem Ocean groß ist, der Erwärmungsproceß sowohl wie der Ausstrahlungsproceß wird also ein derartiger sein, daß der Contrast zwischen Tageshitze und Nachtkälte sich in unangenehmster Weise fühlbar machen wird. Man erhält also eine Vorstellung davon, wie sich das Klima der Erde gestalten würde, wenn ein Theil ihrer Atmosphäre plötzlich verschwände und namentlich der Wassergehalt vermindert würde. Ferner erkennt man, daß der bekannte Unterschied zwischen oceanischem und

continentalem Klima weniger darauf beruht, daß das Wasser sich langsamer erwärmt und abkühlt als die Erde, sondern zum großen Theile darauf, daß die Luft über dem Ocean mit Wasserdämpfen gesättigt ist, während sie über den Continenten weit trockener ist. Der Wasserdampf in der Luft ist es also, der die Erde wie ein Halstuch vor allzu starker Erwärmung und Abkühlung schützt, er hauptsächlich ist der Regulator des Klimas. Ohne die Atmosphäre würde der Unterschied zwischen Tag und Nacht bezüglich der Temperatur ein weit größerer sein, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Auch der Contrast der Temperaturen in der Sonne und im Schatten würde weit auffallender sein. In Rom beträgt diese Differenz im Durchschnitt  $12^{\circ}$ , in Genf  $15,5^{\circ}$ , in 2500 m Höhe fand man in der Schweiz  $18,6^{\circ}$ , auf der Höhe des Montblanc (4800 m)  $21^{\circ}$ , unter dem reinen Himmel Indiens in größerer Höhe sogar fast  $28^{\circ}$  Differenz. Diese Zahlen hat man benutzt, um die Temperatur der Sonne abzuschätzen, wobei man bis auf 5 Millionen Grad Celsius gelangt ist! Der Weg der Rechnung läßt sich in populärer Weise durch folgende Betrachtung einigermaßen veranschaulichen. Man nehme vorläufig einmal an, daß an der Grenze der Atmosphäre das Thermometer im Sonnenschein  $40^{\circ}$  C. mehr zeige, als im Schatten, dann würde man, wenn zwei Sonnen, wie die vorhandenen, am Himmel ständen, etwa  $80^{\circ}$ , bei dreien vielleicht  $120^{\circ}$  Differenz anzunehmen haben. Denkt man sich aber das ganze Himmelsgewölbe mit Sonnen bedeckt, so würde der gesammte Raum, der von ihnen eingeschlossen ist, die Sonnentemperatur annehmen. Die obige Zahl 40 wäre also mit der Zahl zu multipliciren, welche angiebt, wie viele Sonnen sich am Himmelsgewölbe placiren lassen, nämlich 184000. Wir werden aber unten sehen, daß die Zahl 40 höchstwahrscheinlich zu klein angenommen ist.

Es sei nun nicht verschwiegen, daß diese Methode nicht ohne Bedenken ist und daß andere Forscher, z. B. Zöllner, weit geringere Temperaturen für die Sonne angenommen haben. Der Genannte fand 27000°. Die obengenannte Zahl, so colossal sie klingt, stimmt aber recht gut mit den von Helmholtz gefundenen Resultaten zusammen, die aus der mechanischen Wärmetheorie abgeleitet sind und uns vielleicht gelegentlich beschäftigen werden.

Was nun den Begleiter unserer Erde, den Mond, anbetrifft, der durchschnittlich der Sonne ebenso nahe ist, wie wir, so steht zu vermuthen, daß seine mittlere Oberflächentemperatur etwa der der Erde entsprechen wird. Da er aber keine, oder höchstens eine kaum nachweisbare Atmosphäre besitzt, so werden die Temperaturcontraste weit größer sein, als bei uns, besonders dann, wenn der Wasserdampf fast vollständig fehlen sollte. Die Differenz wird noch dadurch erheblich vergrößert, daß jeder Punkt der Mondoberfläche im Durchschnitt 14 Tage (à 24 Stunden) lang von der Sonne beschienen wird, 14 Tage lang aber sich in der Nacht befindet. Wie groß mag der Wärmeunterschied sein?

Erst in neuerer Zeit ist es gelungen, nachzuweisen, daß das Mondlicht überhaupt wärmende Kraft besitzt, daß es also einen größeren Theil dunkler Wärmestrahlen enthält. Die von Melloni, Forbes und Lord Rosse mit der Thermosäule angestellten Versuche haben den Nachweis geliefert. Nach Rosse sollen 92% der Mondstrahlung auf die dunkle Wärme zu rechnen sein. Er hat ferner berechnet, daß der Mond etwa ebenso stark wärmend wirkt, wie eine gleich große Kugel von  $110^{\circ}$  Celsius in gleich großer Entfernung. Nimmt man nun die mittlere Temperatur der Erdoberfläche beispielshalber zu  $18^{\circ}$  an, und setzt man die des Mondes ebenso groß an, so ergibt sich für die Nachtseite des Mondes eine mittlere Temperatur von  $-74^{\circ}$  (denn  $110 - 74 = 36$ , die Hälfte also gleich 18). Die mittlere Differenz zwischen Tag- und Nachtwärme beträgt also dort oben  $184^{\circ}$ , während die Maximaldifferenz die Zahl 200 jeden-