

**Abnahme der Temperatur in höheren Luftregionen.** Die Erwärmung der Luft rührt einerseits daher, daß sie einen Theil der sie durchdringenden Sonnenstrahlen absorbirt, andererseits daher, daß sie mit dem durch die Sonnenstrahlen erwärmten Boden in Berührung ist. Die letztere Wärmequelle ist weitaus die bedeutendste.

Die durch Berührung mit dem Boden erwärmte Luft wird eben durch die Erwärmung ausgedehnt, ihr specifisches Gewicht nimmt ab und deshalb steigt sie in die Höhe, die vom Boden erhaltene Wärme mit sich führend. Allein diese Wärme macht sich in den höheren Luftregionen keineswegs durch eine bedeutende Temperaturerhöhung geltend; denn beim Aufsteigen nimmt die Dichtigkeit der Luft fortwährend ab und die Abnahme der Dichtigkeit ist von einer fortwährenden Wärmebindung begleitet, weil ja die Wärmecapacität der Gase um so mehr wächst, je mehr ihre Dichtigkeit abnimmt. Daraus folgt nun, daß die höheren Luftschichten kälter sein müssen als die tieferen.

Daß eine solche Abnahme der Temperatur in den höheren Luftregionen wirklich stattfindet, davon überzeugt man sich, wenn man zu diesen höheren Regionen aufsteigt, mag man sich nun in einem Luftballon erheben oder den Gipfel hoher Berge besteigen.

Die Abnahme der Temperatur bei verticaler Erhebung kann nicht leicht ein regelmäßiges Gesetz befolgen, weil die beständigen Luftströmungen, Wolken-, Nebelschichten u. s. w. einen mehr oder weniger störenden Einfluß ausüben.

Gay-Lussac stieg im Jahre 1804 in einem Luftballon bis zur Höhe von 21000 Fuß; während das Thermometer am Boden  $24,8^{\circ}$  R. zeigte, beobachtete er in jener Höhe die Temperatur von  $-7,6^{\circ}$  R., also eine Temperaturdifferenz von mehr als 32 Graden. Barral und Bixio, welche am 27. Juli 1850 ungefähr zu gleicher Höhe aufstiegen, gelangten in einer Höhe von 6000 Fuß in eine Nebelschicht, deren obere Gränze erst erreicht wurde, nachdem sie sich bis zu einer Höhe von 20000 Fuß über dem Boden erhoben hatten. Nahe an der oberen Gränze dieser Nebelschicht zeigte das Thermometer noch  $-8^{\circ}$  R., sank aber unmittelbar über derselben auf  $-18,4^{\circ}$  R. In einer Höhe von 21000 Fuß zeigte das Thermometer nur noch  $-32^{\circ}$  R.

Fig. 201 giebt eine vergleichende Uebersicht der thermischen Beobachtungen, welche bei drei der im Jahre 1852 in England unternommenen wissenschaftlichen Luftschiffahrten angestellt worden sind. Die Zahlen auf der rechten und auf der linken Seite der Figur geben die nach Pariser Fuß gemessenen Höhen; die Zahlen, welche auf den schraffirten Streifen stehen, geben die an den entsprechenden Stellen beobachteten Temperaturen in Réaumur'schen Graden an. So sehen wir z. B., daß bei der Luftfahrt vom 17. August in einer Höhe von 11000 Fuß die Temperatur von  $+2^{\circ}$  R., bei der Luftfahrt vom 10. November aber dieselbe Temperatur in einer Höhe von 4000 Pariser Fuß beobachtet wurde.

Der besseren Uebersicht wegen sind die Luftschichten, innerhalb deren die Temperatur über  $10^{\circ}$ , zwischen 10 und  $0^{\circ}$ , zwischen 0 und  $-10^{\circ}$  und unter  $-10^{\circ}$  betrug, durch verschiedene Schraffirung unterschieden.



Auf hohen Bergen zeigt schon die Veränderung der Vegetation die Abnahme der Temperatur an: je höher man steigt, desto mehr nimmt die Vegetation den Charakter kälterer Himmelsstriche an; am auffallendsten zeigt sich dieser Wechsel in den Tropen; besonders großartig erscheint er aber an den ungeheuren Gebirgen Südamerikas, wo man in einem Tage aus den Wäldern von Palmen und Bananen bis zu den Gränzen des ewigen Schnees aufsteigen kann.

Wie in der Andeskette und den mexicanischen Gebirgen die mittlere Temperatur mit der Höhe über der Meeresfläche abnimmt, übersieht man aus folgender von Humboldt gegebenen Tabelle.

Höhe über der Meeresfläche in Pariser Fuß.	Mittlere Temperatur.	
	Cordilleras de los Andes.	Mexicanische Gebirge.
0	22° R.	20,8° R.
3000	17,6	15,8
6000	14,4	14,4
9000	11,3	11,0
12000	5,6	6,0
15000	1,2	0,8

Da sich in der heißen Zone die Temperatur der Luft im Laufe eines Jahres nur wenig ändert, so kann man sich von der Temperatur in verschiedenen Höhen der Andeskette die beste Vorstellung machen, wenn man sie mit der mittleren Temperatur gewisser Monate in höheren Breiten vergleicht. So findet man in den Ebenen des Orinoco täglich eine Temperatur, welche noch um 4° R. höher ist als die mittlere Temperatur des Monats August in Palermo; zu Popayan, 5400 Fuß über dem Meere, findet man die Temperatur der drei Sommermonate in Marseille; zu Quito die Temperatur von Paris während der letzten Hälfte des Mai, in den Paramos (11000 Fuß) die Temperatur von Paris während der ersten Hälfte des April.

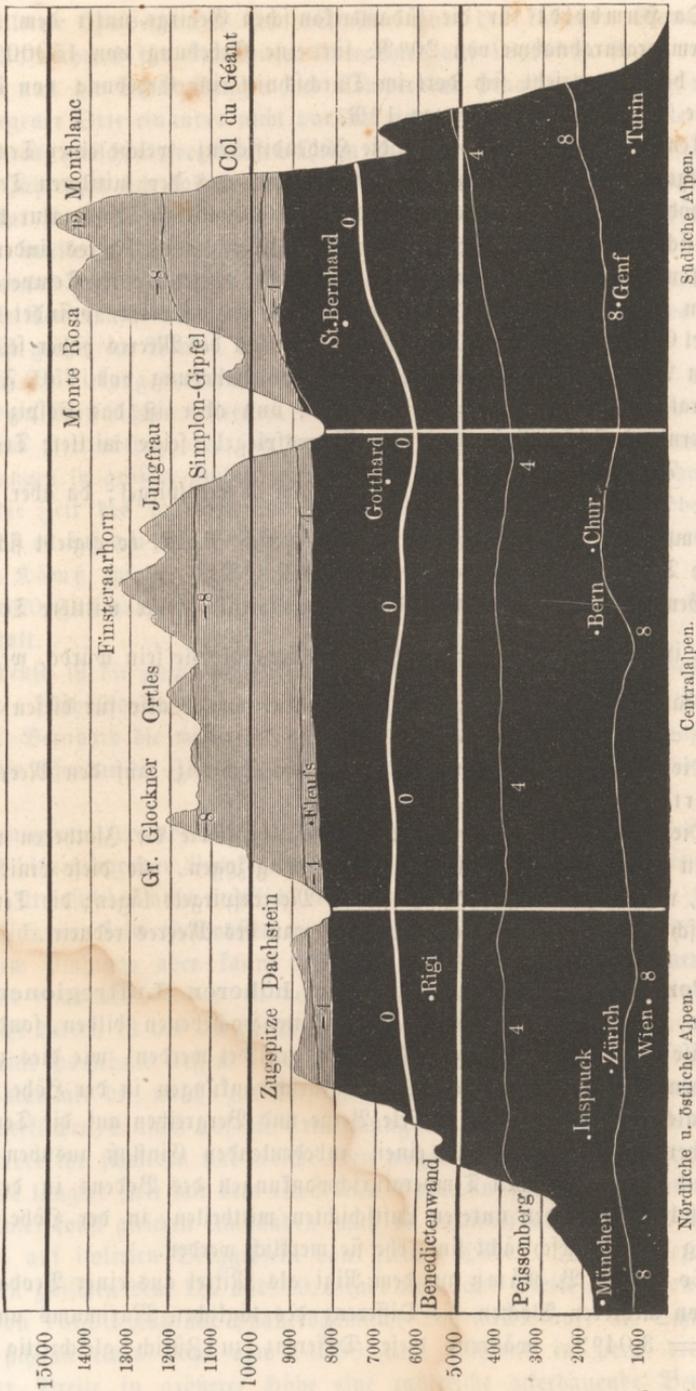
Man kann sich an den Abhang großer Gebirgsmassen isothermische Linien gelegt denken, welche mehr oder weniger als horizontale Curven erscheinen werden. So zieht sich um den Fuß der Andeskette eine Isotherme von 22°. Da wo eine 6000 Fuß hohe Ebene in die Masse der Andeskette einschneidet, befindet sich ungefähr die Isotherme von 14° R. u. s. w.

Die Isotherme von 0° wird an der Andeskette durch eine Reihe von einander getrennter in sich geschlossener Curven, welche um die isolirten Schneekuppen herumziehen, repräsentirt sein.

So folgen sich denn hier in verticaler Richtung in ganz kurzen Entfernungen von einander die Isothermen in gleicher Ordnung, wie man sie durchschneidet, wenn man von dem Aequator bis in die Polargegenden wandert.

Wie die Isothermen in den Alpen über einander liegen, zeigt die von Schlagintweit (Poggendorff's Annalen LXXXII) entlehnte Fig. 202.

Fig. 202.



Da Humboldt für die südamerikanischen Gebirge unter dem Aequator eine Temperaturabnahme von  $20^{\circ}$  R. für eine Erhebung von 15000 Fuß gefunden hat, so ergibt sich dort im Durchschnitt eine Erhebung von 750 Fuß für eine Temperaturabnahme von  $1^{\circ}$  R.

Kennt man für eine Gegend die Höhendifferenz, welche einer Temperaturerniedrigung von  $1^{\circ}$  R. entspricht, so kann man aus der mittleren Temperatur eines höher gelegenen Ortes annähernd genau die mittlere Temperatur berechnen, welche sich unter sonst gleichen Umständen im Niveau des Meeres finden würde; dividirt man nämlich mit dem Höhenunterschiede, welcher einer Temperaturdifferenz von  $1^{\circ}$  R. entspricht, in die Höhe des Beobachtungsortes, so findet man, um wie viel Grade die mittlere Temperatur im Niveau des Meeres höher sein würde. In den Alpen entspricht durchschnittlich eine Erhebung von 750 Fuß einer Temperaturerniedrigung von  $1^{\circ}$  Réaumur; nun aber ist das Hospiz auf dem St. Bernhard 7670 Fuß über dem Meerespiegel, seine mittlere Temperatur ist also  $\frac{7670}{750} = 10,2^{\circ}$  R. niedriger als am Meerespiegel; da aber die mittlere Temperatur auf dem St. Bernhard  $0,8^{\circ}$  R. ist, so ergibt sich für die mittlere Temperatur im Niveau des Meeres  $9,4^{\circ}$  R.

Genf liegt 1218 Fuß über dem Meerespiegel, seine mittlere Temperatur  $8,2^{\circ}$  R. ist demnach  $\frac{1218}{750} = 1,6^{\circ}$  R. niedriger als sie sein würde, wenn Genf im Niveau des Meeres läge; seine Temperatur würde also für diesen Fall  $8,2 + 1,6 = 9,8^{\circ}$  R. betragen.

Die mittlere Temperatur der südöstlichen Schweiz, auf den Meerespiegel reducirt, wäre demnach  $9,4^{\circ}$  bis  $9,8^{\circ}$  R.

Die Isothermen auf der Karte Tab. XVI, sowie die Isothermen und Isochimenen auf der Karte Seite 324 sind so gezogen, wie diese Linien laufen würden, wenn alle Orte in der Höhe des Meerespiegels lägen; die Temperatur der verschiedenen Orte ist also auf das Niveau des Meeres reducirt.

**145** **Temperaturschwankungen in höheren Luftregionen.** Für Gebirge, welche nicht bedeutend ausgedehnte Hochebenen bilden, sondern vorzugsweise durch hohe Rämme und Gipfel gebildet werden, wie dies z. B. für die Alpen der Fall ist, sind die Temperaturschwankungen in der Höhe weit geringer als in der Tiefe, weil isolirte Berge und Bergreihen auf die Temperatur der höheren Luftregionen nur einen unbedeutenden Einfluß ausüben können, und weil die periodischen Temperaturschwankungen des Bodens in der Ebene, welche sich zunächst den unteren Luftschichten mittheilen, in der Höhe in ihrer Wirkung schon abgeschwächt sind, ehe sie merklich werden.

So fand z. B. Kämg auf dem Rigi als Mittel aus einer Beobachtungsreihe von mehreren Wochen die Differenz des täglichen Maximums und Minimums  $= 3,04^{\circ}$  R., während diese Differenz zu Zürich gleichzeitig  $7,6^{\circ}$  R. betrug.

Auf dem St. Bernhard beträgt (Tabelle S. 326) die Differenz zwischen