

Ueber Vegetationszonen und Temperaturverhältnisse in den Alpen

Autor(en): **Fischer-Ooster, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1848)**

Heft 123-126

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318265>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

MITTHEILUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN BERN.



Nr. 123 — 126.

Ausgegeben den 17. April 1848.

C. Fischer-Ooster, Ueber Vegetationszonen und Temperaturverhältnisse in den Alpen.

I. Einleitung.

Alle Botaniker die sich speziell mit der Vertheilung der Schweizerischen Pflanzen nach gewissen Höhenzonen oder Regionen beschäftigt haben, stimmen so ziemlich in der Hauptsache überein, wie es auch nicht anders sein konnte, wenn ein jeder das in der Natur beobachtete treu wieder gab; sie unterscheiden sich nur darin, dass der eine mehr, der andere weniger Vegetationszonen annimmt, je nach seiner individuellen Ansicht, und nach dem besondern Zwecke seiner Arbeit. So hat Wahlenberg in seinem vortrefflichen Werke „de Vegetatione et Climate in Helvetia Septentrionali“ (Zürich 1812), wo er in der Vorrede besonders interessante Vergleichen der Schweizerflora mit der des hohen Nordens anstellt, folgende Zonen angenommen, indem er von oben nach unten geht:

1) Eine obere Alpenregion (*regio subnivalis sive alpina superior*) von der Schneeegränze weg bis ungefähr 6500' Höhe. Er definirt sie also: „wo einzelne bleibende Schneeflecke an schattigen Orten liegen, obschon der grösste Theil des Bodens im Sommer von Schnee entblösst ist.

2) Eine untere Alpenregion (*regio alpina inferior*) von 6500' bis 5500', reicht von der vorigen bis zur obern Waldgränze, oberste Grenze der Rothtanne.

3) Eine subalpine Region (*regio subalpina*) zwischen der obern Gränze der Tanne und derjenigen der Buche (5500'—4000').

4) Eine obere Bergregion (*regio montana superior*) von 4000' bis 2500', oder die Region der obersten Laubwälder, besonders der Buche.

5) Eine untere Bergregion (*regio montana inferior*) von 2500' bis 1700'. Die Region des Wallnussbaums.

6) Die Ebene oder Region des Weinstocks (*regio vitifera*) von 1700' und darunter.

Hegetschweiler (Beiträge zur kritischen Aufzählung der Schweizerpflanzen. Zürich 1831, pag. 124) hat

1) eine *regio alpina*, im weitesten Sinne des Wortes, von 8000' bis 3000' Höhe über dem Meer. Er giebt ihr vier Unterabtheilungen.

a) *Regio subnivalis* von 7—8000'.

b) *Regio alpina superior* von 6—7000'.

c) *Regio alpina media*, tausend Fuss auf- und abwärts der obern Baumgrenze, 4—6000'.

d) *Regio alpina inferior seu subalpina* v. 3—4000'.

2) Eine *regio montana* von 2—3000'.

3) Eine *regio collina* von 2000' abwärts.

Er ist schon einen Schritt weiter gegangen, indem er auf der seinem Werke beigefügten Tabelle neben der

Höhenscala die entsprechenden Grade der mittleren Temperatur angiebt.

Heer, in seinem botanisch-statistischen Aufsätze, betitelt: „Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Theiles des Kanton Glarus“ (siehe Fröbel und Heer, Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde pag. 280) hat besonders die Statistik der Pflanzen im Auge; zu seinem Zwecke muss er möglichst gleich breite Zonen haben, um die Pflanzen derselben gehörig mit einander vergleichen zu können; er nimmt daher lauter Regionen von 1500' Breite an, ausser der untersten, die hundert Fuss mehr hat, und zwar

- 1) Eine regio nivalis von 10000'—8500' hinab,
- 2) » » subnivalis v. 8500'—7000' »
- 3) » » alpina » 7000'—5500' »
- 4) » » subalpina » 5500'—4000' »
- 5) » » montana » 4000'—2400' »

Man sieht daraus, dass er der erste die Vegetation über der Schneeegränze berücksichtigt und ihr eine eigene Zone weiht.

Es scheint mir, Kämtz (in seinen Vorlesungen über Meteorologie) habe den wahren Sachverhalt hinsichtlich der Vegetationszonen in unsern Alpen am besten mit folgenden Worten geschildert: „Betrachtet man ein gewisses Gebirge, z. B. die Alpen im Sommer, von einem entfernten Standpunkte (Rigi oder Weissenstein), so unterscheidet man deutlich in der Tiefe die Region der Cultur, darüber den Waldgürtel, späterhin die ausgedehnten Weiden und über diesen die Region des Schnees. Die untere Grenze desselben erscheint ziemlich scharf als Horizontallinie, nur an einzelnen Stellen ziehen sich von ihr unregelmässige weisse Streifen bis zu bedeutender

» Tiefe herab. Diese Streifen, welche deutlich in den Thä-
» lern liegen, sind die Gletscher.«

Wir werden weiter unten sehen, dass diese Einthei-
lung nicht nur der Natur entspricht, sondern auch mit
der Theorie der Temperaturabnahme in Einklang steht.
Bevor ich aber hier ins Einzelne gehe, will ich noch einige
Bemerkungen zu Wahlenbergs Eintheilung in Zonen mir
erlauben.

Wahlenberg nimmt seine obere Baumgrenze da an,
wo auf ebenem Boden der Alpen die obersten Tannen
sich noch bis zu einer Höhe von einigen Klaftern erhe-
ben, beachtet daher nicht die vereinzelt wachsenden, oft
verkrüppelten und dem Boden nach kriechenden Indivi-
duen, die sich noch höher finden. Diese Grenze, so an-
genommen, liegt in unsern Alpen von 5300' bis 5500' über
dem Meere, oft noch tiefer, in einer Höhe, wo die mitt-
lere Temperatur des Jahres $+ 1^{\circ}$ ausmacht (ich verstehe
hier immer die hunderttheilige Scala), während hingegen
die obersten verkrüppelten und isolirten Tannen noch in
einer Höhe sich finden, wo die mittlere Jahrestemperatur
 $= 0^{\circ}$ ist. Es scheint mir rationeller diese letztere Linie
als obere Baumgrenze anzunehmen, und diejenige Wah-
lenbergs hingegen die obere Waldgrenze zu nennen.

Wahlenberg citirt ferner, als charakteristisch für seine
regio subnivalis, folgende 4 Pflanzen: *Iberis rotundifolia*,
Chrysanthemum alpinum, *Senecio doronicum* und *Cher-
leria sedoïdes*, indem er von ihnen sagt, dass sie nur auf
Alpen wachsen, die ihren Schnee den Sommer über be-
wahren. Nun aber findet man die beiden letztern auf der
Stockhornkette und die *Iberis rotundifolia* auf den Abhän-
gen der Gemmenalp gegen Justisthal — alles Alpen, die im
Sommer ihren Schnee ganz verlieren und die zu weit von
den eigentlichen Hochalpen entfernt sind, als dass noch

einiger Einfluss von daher zu vermuthen wäre. Die Vorliebe vieler Pflanzen für die Nähe des Schnees ist durch die Feuchtigkeit bedingt, die aber auch sonst vorhanden sein kann.

Ueberhaupt lehrt mich die Erfahrung vieler Excursionen in unsre Alpen, dass der Einfluss der Stationen (Localitäten bei Heer) bei weitem grösser auf das Gedeihen der Pflanzen ist, als der von der absoluten Höhe bedingten Temperatur. Ich könnte eine Menge Beispiele ächter Alpenpflanzen anführen, die je nach den Localitäten bald höher bald tiefer vorkommen, mit einem Höhenunterschiede von mehreren tausend Fuss. Bei uns weiss Jedermann, dass die Alpenrose (Rhododendron) beide Ufer des Thunersees erreicht, wo sie jährlich blüht; ferner hat sich seit vielen Jahren auf den Weiden bei Uetendorf die Nigritella angustifolia (Satyrium nigrum L.), deren Begegnen allen Alpenbesteigern ihres Wohlgeruchs halber so erfreulich ist, acclimatisirt. Sie ist einst mit den Wassern der Kander dahin gebracht worden. Das Gerölle aller Alpenbäche enthält eine Menge Pflanzen höherer Regionen, die oft mehrere Jahre ausdauern. Ich fand die Draba tomentosa Wahlenb. — gewiss ein ächter Bürger der Hochalpen — auf dem Gipfel des Faulhorns bei 8300', auf dem Stockhorn bei 6700' und endlich auf Felsen hinter dem Rosenlauibad bei 4125' über dem Meere.

Wenn der Einfluss der Stationen nicht grösser wäre als der der absoluten Höhe über dem Meere, so wäre gar keine Möglichkeit vorhanden, die Alpenpflanzen in der Ebene zu cultiviren, was doch mit den meisten der Fall ist. Man darf daher die Höhenzonen, insofern eine jede, der Mehrzahl nach eigenthümliche Pflanzen enthalten soll, nicht zu enge beschränken, und so wie auch in den Ebenen Europas es einen Unterschied von einigen

Graden mittlerer Temperatur zwischen zweien Ländern erfordert, damit die Pflanzen derselben der Mehrzahl nach verschieden seien, so muss man auch in den Bergen ein ähnliches Verhältniss beobachten. Die Erfahrung belehrt uns aber, dass nicht sowohl die mittlere Temperatur eines Landes als die Masse der Sommerwärme dessen Vegetation bedingt, besonders in solchen Ländern wo im Winter das Quecksilber bedeutend unter den Gefrierpunkt fällt. — Wahlenberg ist meines Wissens der erste der auf diesen Umstand aufmerksam macht; in der Vorrede seines oben citirten Werkes über die Flora der nördlichen Schweizeralpen, pag. LXI, sagt er: „In meiner Flora von Lappland habe ich bereits gezeigt, dass eine mehr oder weniger intense Winterkälte wenig oder gar keinen Einfluss auf die Pflanzen habe; es ist sehr wahrscheinlich, dass das Leben der Pflanzen im Winter so unterbrochen ist, dass sie selbst keine eigenthümliche innere Wärme behalten, und dass es ihnen desshalb gleichgültig ist, ob die Kälte 10 oder mehr Grad grösser oder geringer sei. Wir sehen z. B. dass die Birke ihre Knospen und alle ihre Aestchen bewahrte zu Enonteki in Lappland, wo die mittlere Lufttemperatur während 10 Tagen — $21^{\circ},9$ betrug, so dass schlechterdings sie (die Birke) keine Spur eigener Wärme behalten konnte. Es ist daher nicht im mindesten zu zweifeln, dass nur die Temperatur des Sommers die Vegetation bedinge u. s. w.“ Heer, in seinem oben citirten Werke pag. 296, weist sogar nach, dass wenn auf unsern Hochalpen selbst während der Blüthezeit ein Nachtfrost eintritt, dieses den Pflanzen unbeschadet geschieht, dass wenn der Frost den Sonnenstrahlen gewichen ist, die Pflanze, die vorher ganz starr war, fröhlich fortblüht; und dass solche Fälle sehr häufig vorkommen, erhellt aus den meteorologischen Tabellen vom St. Bernhard, wo ich

fand, dass im Laufe des Sommers von 1845 das Thermometer unter 0^0 fiel:

im Mai	an	30	Tagen
» Juni	»	13	»
» Juli	»	10	»
» August	»	15	»
» Sept.	»	10	»
» Oct.	»	22	»

und dass im Laufe des ganzen Jahres das Thermometer nur an 85 Tagen über 0^0 blieb.

Es ist nur durch den Einfluss der Sommerwärme auf die Vegetation möglich die grosse Analogie der Flora des hohen Nordens und der mitteleuropäischen Hochalpen zu erklären. Denn während an beiden Orten die mittlere Winterkälte bedeutend verschieden ist, ist die mittlere Sommerwärme beinahe dieselbe. So ist am Nordkap die mittlere Jahreswärme $0^0,07$, die des Winters $-4^0,6$, die des Sommers $+6^0,38$. Auf dem St. Bernhard die mittlere Jahreswärme $-1,09$, Winterwärme $-8^0,2$, Sommerwärme $6^0,11$. Ferner auf der Melvilleinsel (74^0 nördl. Breite) ist die mittlere Jahreswärme $= -16^0,9$, während die des Sommers $+3^0$ ist, also nur um 3 Grad geringer als auf dem St. Bernhard. Auch wachsen von den 67 Phanerogamenpflanzen, die dort gefunden worden sind, 18 auf unsern Schweizeralpen, mehrere andere sind vielleicht nur Varietäten von auch bei uns vorkommenden Arten, während die übrigen alle Geschlechtern angehören, die auch bei uns vertreten sind, einige wenige ausgenommen.

Schon mehr verschieden von dem Klima unserer Hochalpen ist das von Lappland, besonders im Innern des Landes. Hier ist bei sehr grosser Winterkälte, die Hitze im Sommer ausserordentlich. Die Sonne, die mehrere Monate über dem Horizonte weilt, macht dass nicht nur die

Temperatur des Tages sehr bedeutend ist, sondern dass auch die Nächte nicht abgekühlt werden, wie auf unsern Alpen. Es ist hier nicht der Ort die Ursachen dieser Verschiedenheit des längern zu erörtern; man lese darüber Wahlenbergs flora lapponica. Es genügt mir die That-sachen anzugeben. — Diese ausserordentliche Sommerhitze ist die Ursache, dass in jenen nördlichen Gegenden noch Gerste und Hafer gezogen werden kann, an Orten, wo die mittlere Jahrestemperatur bei 0° und darunter ist. So sollen ¹⁾ bei Jakutzk im östlichen Sibirien bei $-9^{\circ},7$ noch Cerealien kultivirt werden, also bei einer mittleren Temperatur, die auf unsern Alpen etwa bei 11000 Fuss über dem Meere herrscht.

II. Theorie der absoluten Wärme.

Um die Summe der auf die Vegetation Einfluss habenden Wärme verschiedener Orte zu erforschen, genügt es nicht nur die der drei Monate Juni, Juli und August zu summiren und daraus das Mittel zu nehmen, wie man es gewöhnlich auf den meteorologischen Tabellen findet; denn da die Vegetation eines Ortes von dem Momente an ihre Thätigkeit beginnt, wo die Oberfläche der Erde von Schnee und Eis entblösst wird, und erst stille steht, wenn die andauernden Winterfröste beginnen ²⁾, und da gerade die grössere oder geringere Ausdehnung dieser Vegetationszeit die Eigenthümlichkeit der Flora eines Landes bedingt, *so muss man die mittlere Temperatur wenn nicht aller Tage, doch aller Monate, wo dieselbe über dem Gefrierpunkte ist, berücksichtigen, um daraus die wahre,*

1) Vide Müllers Lehrbuch der Physik.

2) Man lese die Nachschrift dieses Aufsatzes.

die *Vegetation bedingende Wärme eines Orts zu erhalten*. Die Summe dieser Wärme, auf diese Weise erhalten, nenne ich die *absolute Wärme* eines Ortes. Ist z. B. die mittlere Wärme des Maimonats an einem Orte = 8° , so ist die absolute Wärme dieses Monats daselbst $8^{\circ} \times 31 = 248^{\circ}$. — Man wird später sehen, warum ich die ganzen Zahlen den mittlern vorziehe. — Man erhält annähernd die absolute Wärme der Orte, wo die mittlere Temperatur aller Monate über 0° ist, dadurch dass man die mittlere Jahrestemperatur mit 365 multipliziert. Dieser Fall tritt in Europa bei 11° mittlerer Temperatur und in Amerika bei circa 14° ein.

Da mir nur sehr wenig Materialien zur Erforschung der mittleren Sommertemperatur in unsern Alpen zu Gebote standen, nämlich diejenigen vom St. Gotthard, schon von Wahlenberg in seinem mehrmals angeführten Werke *de Vegetatione in Helvetia etc.*, benutzt, und die meteorologischen Tabellen vom St. Bernhard — meines Wissens giebt es keine anderen — so habe ich den Beobachtungen auf dem St. Gotthard den Vorzug gegeben, wenn sie auch keine so lange Reihe von Jahren wie die vom St. Bernhard umfassen, und zwar desswegen, weil ersterer Berg in derselben geographischen Breite liegt, wie unsere Berneralpen, und auch in botanischer Hinsicht mehr mit denselben übereinstimmt als der St. Bernhardsberg, der $\frac{1}{2}$ Breitengrad südlicher liegt, und wo wegen der den Südwestwinden offenen Lage des Hospitzes, wo die Temperaturbeobachtungen gemacht werden, die verschiedenen Temperaturen wahrscheinlich höher stehen als in den umliegenden Bergen, bei gleicher Höhe über dem Meere, wie auch Müller in seinem Lehrbuche der Physik pag. 534 vermuthet. Da ich in den meteorologischen Tabellen von Kämtz sah, dass seine Temperaturangaben für den St. Gott-

hard von denen Wahlenbergs ein wenig differiren, so habe ich ihnen den Vorzug gegeben, in der Voraussetzung, dass Kämtz diese Zahlen als die richtigern erfunden hat; der Unterschied ist übrigens unbedeutend. Ich erhielt daher für den St. Gotthard, bei einer Höhe von 6438 Fuss über dem Meere und bei $1^{\circ}, 05$ mittlerer Temperatur eine absolute Wärme von 873 Grad, und zwar auf folgende Weise:

Mai	hat	$2^{\circ}, 5$	mit	31	Tagen	multipliziert	gibt	77,5	Grad
Juni	»	$5^{\circ}, 6$	»	30	»	»	»	168	»
Juli	»	$7^{\circ}, 9$	»	31	»	»	»	244,9	»
August	»	$7^{\circ}, 6$	»	31	»	»	»	235,6	»
Sept.	»	$4^{\circ}, 7$	»	30	»	»	»	141	»
Oktober	»	$0^{\circ}, 2$	»	31	»	»	»	6,3	»
								873,3	»

Nach Wahlenbergs Zahlen würde man 895° erhalten.

Indem ich nun die mittleren Temperaturen der zwölf Monate, wie sie Kämtz (l. c. II, pag. 88) für den St. Gotthard angiebt, zur Grundlage nehme, und dieselben für jeden Grad mehr oder minder um 1 vermehre oder vermindere (z. B. Maimonat hat bei $- 1^{\circ}, 05$ mittlerer Temperatur des Jahres $2^{\circ}, 5$, folglich bei $- 2^{\circ}, 05$ noch $1^{\circ}, 5$, bei $- 3^{\circ}, 05$ noch $0^{\circ}, 5$ u. s. w.), habe ich für die verschiedenen Grade mittlerer Temperatur von $- 8^{\circ}$ bis $+ 10^{\circ}$ die Summen der entsprechenden absoluten Wärme erhalten und zwar wie folgt:

bei	$- 8^{\circ}$	mittlerer	Temperatur	49	absol.	Wärme
»	$- 7^{\circ}$	»	»	112	»	»
»	$- 6^{\circ}$	»	»	192	»	»
»	$- 5^{\circ}$	»	»	305	»	»
»	$- 4^{\circ}$	»	»	427	»	»
»	$- 3^{\circ}$	»	»	568	»	»

bei	— 2 ⁰	mittlerer Temperatur	720	absol. Wärme.
»	— 1 ⁰	»	»	882
»	0 ⁰	»	»	1067
»	+ 1 ⁰	»	»	1251
»	+ 2 ⁰	»	»	1440
»	+ 3 ⁰	»	»	1655
»	+ 4 ⁰	»	»	1878
»	+ 5 ⁰	»	»	2122
»	+ 6 ⁰	»	»	2367
»	+ 7 ⁰	»	»	2640
»	+ 8 ⁰	»	»	3010
»	+ 9 ⁰	»	»	3375
»	+ 10 ⁰	»	»	3744

Hätte ich die absolute Wärme aus der täglichen mittlern Temperatur berechnet, anstatt aus der monatlichen, so wären die Unterschiede der einzelnen Zahlen viel regelmässiger progedirt; trotz dem lässt sich eine arithmetische Progression in dieser Zahlenreihe nicht verkennen. Denn vergleichen wir sie mit den Quadraten der Zahlen von 1 bis 60, so werden wir finden, dass sie im Wesentlichen mit diesen übereinstimmen, indem im Durchschnitte auf je drei Quadratzahlen die je einem Grade mittlerer Temperatur entsprechende Zahl der absoluten Wärme folgt. (Man sehe die folgende Tabelle I),

Zahlen.	Quadrate.	Gefundene absolute Wärme.	Mittlere Temperatur.	Absolute Höhe.	Werthe für 10 Temperaturabnahme in Fussen.
1	1				
2	4				
3	9		— 9° ?	10950'	
4	16				
5	25				588'
6	36				
7	49	49, 5 bei	— 8°	10364'	
8	64				
9	81				
10	100	112	— 7°	9782'	582'
11	121				
12	144				576'
13	169	192	— 6°	9206'	
14	196				
15	225				
16	256				570'
17	289	305	— 5°	8636'	
18	324				
19	361				564'
20	400	427	— 4°	8072'	
21	441				
22	484				559'
23	529	568	— 3°	7513'	
24	576				
25	625				554'
26	676	720	— 2°	6960'	
27	729				
28	784				549'
29	841	882	— 1°	6410'	
30	900				
31	961				
32	1024	1067	0°	5866'	544'

Zahlen.	Quadrate.	Gefundene absolute Wärme.	Mittlere Temperatur.	Absolute Höhe.	Werthe für 1 ^o Temperaturabnahme in Fussen.
33	1089	1067	0 ^o	5866'	
34	1156				538'
35	1225	1251	+ 1 ^o	5328'	532'
36	1296				
37	1365	1440	+ 2 ^o	4796'	
38	1444				
39	1521				527'
40	1600	1655	+ 3 ^o	4269'	
41	1681				
42	1764	1878	+ 4 ^o	3747'	522'
43	1849				
44	1936				517'
45	2025	2122	+ 5 ^o	3230'	
46	2116				
47	2209	2367	+ 6 ^o	2718'	512'
48	2304				
49	2401				
50	2500	2640	+ 7 ^o	2211'	507'
51	2601				
52	2704	3010	+ 8 ^o	1709'	502'
53	2809				
54	2916	3376	+ 9 ^o	1212'	
55	3025				
56	3136				497'
57	3249				
58	3364				
59	3481	3744	+ 10 ^o	720'	492'
60	3600				
61	3721				
62	3844				

Die einzige Abweichung besteht darin, dass bei den Graden mittlerer Temperatur über 0° auf je 8 Grade 22 Quadratzahlen, bei denen unter 0° auf je 8 Grade 26 Quadratzahlen kommen. Dieses beweiset aber nichts, als dass auf unsern Bergen die je einem Grade Temperatur entsprechenden Luftschichten nach oben grösser werden, und ist eine Bestätigung des in den Cordilleren von Humboldt zuerst durch directe Beobachtung gefundenen Gesetzes, wonach Baron von Zach die Progressionstabelle bearbeitet hat, welche in Kämtz Meteorologie II, pag. 187 abgedruckt ist. Denn 22 verhält sich zu 26 nahezu wie 82,7 zu 96,6, welche beide letztern Zahlen die Werthe in Toisen sind, die nach der Zach'schen Tabelle bei einer Höhe von 1700' ($+ 8^{\circ}$ mittlerer Temperatur bei uns) und von circa 10300' ($- 8^{\circ}$ mittlerer Temperatur auf den Berneralpen) der Temperaturabnahme von je 1 Grad entsprechen. Diese schöne Uebereinstimmung hat mich auch bewogen, die Zach'sche Tabelle als Norm anzunehmen für die Bestimmung der absoluten Höhen, die in unsern Alpen den verschiedenen Graden mittlerer Temperatur von $+ 8^{\circ}$ bis $- 8^{\circ}$ entsprechen, nachdem ich lange zwischen den von Saussure, Horner und andern Physikern angenommenen Zahlen hin und hergeschwankt war. — Man wird übrigens aus der vierten Kolonne der ersten Tabelle sehen, dass dieser von mir angenommene Höhenwerth für 1° Temperaturabnahme ziemlich richtig ist, indem, wenn man von dem Gotthardshospitz bei 6438 Fuss über dem Meere und bei $- 1^{\circ}, 05$ mittlerer Temperatur anfängt, man für eine Höhe von 1706 Fuss über dem Meere, der annähernden Höhe von Bern, 8° mittlerer Temperatur erhält, was mit der Wirklichkeit nahe übereinstimmt; denn nach Mahlmanns Meteorologischer Tabelle in Müllers Lehrbuch der Physik ist die mittlere Temperatur von Bern zu $7^{\circ}, 8$ angegeben, welche

Zahl ich für richtiger halte, als die in Gehlers physikalischem Wörterbuch und in Kämtz Meteorologie, welche nur $7^{\circ}, 2$ beträgt. Nach Herrn Professor Trechsels Temperaturbeobachtungen von 1826 bis 1835 (in den neuen Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Vol. II.) ist die mittlere Temperatur in Bern bei 1686 Fuss über dem Meere = $7^{\circ}, 7$ C. —

Werfen wir ferner einen Blick auf die dritte Kolonne der Tab. I, so sehen wir, dass die letzte aus der Berechnung gefundene, absolute Wärme bei einer Höhe, wo — 8° mittlere Temperatur herrscht, sich befindet, und dass sie dem Quadrate von 7 entspricht; es ist daher wahrscheinlich, dass wenn man zur Berechnung der absoluten Wärme die mittlere Tagestemperatur, anstatt derjenigen der Monate nähme, man finden würde, dass die absolute Wärme noch höher steigt, und zwar bis ungefähr in die Höhe, wo auf unsern Alpen — 10° mittlere Temperatur ist oder beiläufig bei 11500' über dem Meere, welcher Höhe die Zahl 1 in der ersten und zweiten Kolonne der Tafel entsprechen würde.

Aus dem Vorhergehenden ziehe ich die Folgerung, dass wenn man die Atmosphäre von dem Punkte weg, wo die absolute Wärme 0 ist, bis an den Meeresstrand hinunter in eine gewisse Anzahl Schichten theilte, deren je drei einem Grade mittlerer Temperatur entsprächen, (z. B. in 60, wenn die mittlere Temperatur oben — 10° und am Meeresstrande + 10° wäre), und wenn man jede dieser Schichten von oben nach unten mit den Zahlen 1, 2, 3 bis 60 bezeichnete, dass alsdann das Quadrat einer jeden, diese Schichten bezeichnende, Zahl die Menge absoluter Wärme ausdrückt, welche der entsprechenden Schichte zukömmt; oder in allgemeinen Ausdrücken würde dieses Gesetz also lauten: die Summen der absoluten Wärme

zweier Luftschichten verhalten sich wie die Quadrate ihrer Entfernung von der Schichte der Atmosphäre, wo die absolute Wärme 0 ist.

Da die Höhe, wo die absolute Wärme aufhört, in jedem Klima verschieden ist, ihre Entfernung aber von der untern Schneegrenze bis auf einen gewissen Punkt konstant zu sein scheint, wie aus den nachfolgenden Berechnungen erhellt, so kann man, wenn man die absolute Wärme irgend eines Ortes kennt, daraus die approximative Höhe der Schneegrenze über diesen Ort berechnen und umgekehrt.

Da auf unsern Alpen die Schneegrenze bei einer Höhe sich befindet, wo die absolute Wärme ungefähr gleich dem Quadrate von 19 ist, und da im Durchschnitte 3 Quadratzahlen auf je einen Grad Temperatur gehen, so kann ich mit folgender Formel die approximative Höhe der Schneegrenze an jeglichem Orte der Erde, dessen absolute Wärme mir bekannt ist, finden:

Wenn S die Höhe der Schneegrenze über dem Orte bedeutet, von dem W die Summe der absoluten Wärme ausdrückt, und wenn h und h' die Werthe der Höhe, bei welcher das Thermometer um 1° fällt, sowohl unten als bei der Schneegrenze in Toisen anzeigen, so ist:

$$1) \quad S = \frac{\sqrt{(W)} - 19}{3} \times \frac{h + h'}{2} \text{ in Toisen und}$$

2) $S = (\sqrt{(W)} - 19) \times (h + h')$ in Fussen ausgedrückt und daher:

$$3) \quad W = \left(\frac{S}{h + h'} + 19 \right)^2$$

wobei der Werth von h und h' veränderlich ist, und wo der von h' obgleich unbekannt, doch durch eine vorläufige Berechnung leicht gefunden werden kann, indem man ihn

zu 85 Toisen in nördlichen und zu 100 Toisen in südlichen Ländern provisorisch annimmt und ihn dann definitiv aus der nachfolgenden kleinen Tabelle bestimmt, die ich nach Zachs Tabelle, wo nur die Barometerstände angegeben sind, berechnet habe:

Die Temperaturabnahme von 1^o erfolgt nämlich in einer absoluten Höhe von

circa 890'	bei 81,4 Toisen.	circa 8244'	bei 93,0 Toisen.
» 1822'	» 82,8 »	» 9500'	» 95,0 »
» 2784'	» 84,3 »	» 10820'	» 97,1 »
» 3780'	» 86,0 »	» 10230'	» 99,3 »
» 4820'	» 87,7 »	» 13716'	» 101,5 »
» 5900'	» 89,4 »	» 15294'	» 103,8 »
» 7044'	» 91,2 »	» 16974'	» 106,2 »

Wir wissen aus den verschiedenen meteorologischen Tabellen, dass an keinem Orte der Erde die mittlere Temperatur 30^o C. übersteigt; so giebt Kämtz als den wärmsten Ort in dieser Beziehung Bornu mit 28^o, 68 mittlerer Temperatur an. Die absolute Wärme übersteigt daher nirgends auf dem Erdboden 11000 Grad. (NB. Ueberall wo die mittlere Temperatur aller-Monate über 0 bleibt, braucht man nur die mittlere Jahrestemperatur mit 365 zu multiplizieren um die absolute Wärme zu erhalten.)

Es kann daher die Schneegrenze nirgends auf der Erde eine Höhe von 16000' absolute Höhe weit übersteigen, denn

$$(\sqrt{11000} - 19) \times 186 = 15958,8.$$

In der That ist nach Kämtz Meteorologie II, p. 169, die höchste bekannte Schneegrenze auf den Anden von Chili bei 16300 Fuss, während sie unter dem Aequator 15200' Höhe nicht überschreitet.

Ich will hier noch einige Beispiele berechnen, um zu

zeigen, bis zu welchem Grade meine Formel Vertrauen verdient.

Nach Kämtz ist die mittlere Temperatur in Veracruz bei 19° nördlicher Breite = $25^{\circ}, 0$. Es ist daher die absolute Wärme daselbst 9125° und

$$S = (\sqrt{9125} - 19) \times (102 + 80) \\ = 13923' \text{ absolute Höhe;}$$

während nach Kämtz (l. c.) die Höhe der Schneegrenze in Mexiko bei 14100 Fuss liegt.

Nach Wahlenberg ¹⁾ erreicht der Arescuten in Jemtland bei $63^{\circ}, 25'$ nördlicher Breite und einer Höhe von 4850 Fuss noch nicht ganz die Schneegrenze. Nach meinen Berechnungen aus Kämtz (l. c. II, 88 tab.) ist in Jemtland bei 63° nördlicher Breite und 1300' Höhe, die absolute Wärme = 1660; daher

$$S = (\sqrt{1660} - 19) \times (82 + 88) = 3695' \\ \text{Höhe der untern Station } \underline{1300'} \\ \underline{4995'} \text{ für die} \\ \text{Schneegrenze.}$$

Anf der andern Seite das Gebirges, ungefähr in derselben Breite aber am Meeresstrand, hat Drontheim eine absolute Wärme von 2347 Grad. Daraus ist

$$S = (\sqrt{2347} - 19) \times (80 + 88) = 4939' \text{ für die} \\ \text{Schneegrenze am Arescuten.}$$

Ein von der Wirklichkeit sehr abweichendes Resultat erhält man aus der absoluten Wärme vom Nordkap für die Höhe der Schneegrenze daselbst, welche nach Leopold v. Buch ²⁾ 2202 Fuss beträgt. Da die absolute Wärme

¹⁾ Bericht über Messungen und Beobachtungen zur Bestimmung der Temperatur in den Lapplandalpen, pag. 58.

²⁾ Kämtz l. c.

dasselbst nur 714 Grad beträgt, so sollte nach meiner Formel die Höhe der Schneegrenze daselbst nur 1243 Fuss, also beinahe tausend Fuss unter der Wirklichkeit betragen. Ich kann mir dieses abnorme Resultat nicht anders erklären, als indem ich annehme, dass die meteorologische Beobachtungsstation am Nordkap nur den Einwirkungen der Nebel und Seewinde zugänglich, vollkommen gegen alle Südwinde, welche die höhere Temperatur des Lappländischen Binnenlandes mit sich bringen, geschützt sein muss, und dass daher am Seestrände die Temperatur im Durchschnitt tiefer stehen muss als auf dem Plateau selbst. Ein Beweis davon ist, dass in Alten, unter $70^{\circ}, 0$ nördlicher Breite — also nur $1^{\circ}, 10'$ südlicher als das Nordkap — die absolute Wärme, die ich nach den Angaben von Martins ¹⁾ berechnet habe, 1253 Grad beträgt, und dass meine Formel daraus 2680 Fuss für die Höhe der Schneegrenze daselbst giebt. Uebrigens hat schon Wahlenberg (Bericht über Messungen u. s.w. pag. 55) gezeigt, dass am Sulitelmagebirge auf der Ostseite die Schneegrenze um 1000 Fuss höher ist als an der den Seewinden ausgesetzten Westseite. Der Unterschied der Temperatur an der Ost- und Westseite des Hauptgebirges ist dort wie auf unsern Alpen, auf der Süd, und Nordseite.

Man kann meine Formel anwenden, um in zweifelhaften Fällen, oder wo direkte Beobachtungen fehlen, sowohl die Schneegrenze aus der mittleren Temperatur eines Orts zu bestimmen, als auch umgekehrt.

Nach Saussure (Voyages IV, pag. 104) ist die Schneegrenze vom Aetna bei 9000 Fuss über dem Meere; Wahlenberg (l. c. pag. 59) giebt sie sogar nur zu 8500 Fuss

¹⁾ Voyage botanique le long des côtes septentrionales de la Norvège pag. 73.

an. Schon Kämtz (l. c. II, 169) stellt ein Fragezeichen hinter Saussures Angabe.

Nehmen wir die absolute Wärme von Palermo, deren mittlere Temperatur nach Kämtz $16^{\circ}, 77$ beträgt, zur Grundlage, so erhalten wir für die Höhe der Schneegrenze :

$$S = (V(16,78 \times 365) - 19) \times (80 + 96) = 10419'.$$

Da der Aetna nach Shuckburg eine Höhe von 10270 Fuss hat, und Shouw (Kämtz l. c. pag. 169, Note 41) im September nur noch einzelne zerstreute Schneeflecken um den Gipfel fand, so ist das Resultat meiner Berechnung gewiss nicht weit von der Wirklichkeit entfernt.

Die mittlere Temperatur von Bern wird in Kämtz Tabellen zu $7^{\circ}, 2$ angegeben, welche Angabe ich Ursache habe für zu gering zu halten. Aus der Höhe der Schneegrenze in unsern Alpen erhält man für Bern, nach meiner Formel für die absolute Wärme die Summe von 3136° . Denn die Schneegrenze zu 8200' und die Höhe von Bern zu 1700' angenommen, ist

$$W = \left(\frac{8200 - 1700}{82,6 + 93} + 19 \right)^2 = 3136.$$

Mit der mittlern Temperatur und der absoluten Wärme von Zürich verglichen, wo die Verhältnisse denen von Bern entsprechen, giebt die Zahl 3136 für Bern eine mittlere Temperatur von $8^{\circ}, 2^1$) (denn die absolute Wärme von Zürich ist 3355 bei einer mittleren Temperatur von $8^{\circ}, 8$), ein Resultat, das um 1° von der Angabe von Kämtz, um $0^{\circ}, 5$ von der von Prof. Trechsel und um $0^{\circ}, 4$ von der von Mahlmann verschieden ist. Da Mahlmanns Angabe aber für eine absolute Höhe von 1800 Fuss gilt, so würde sie bei 1700 Fuss $0^{\circ}, 2$ mehr betragen, also circa 8° anstatt $7^{\circ}, 8$. Ich habe alle diese Berechnungen ge-

¹⁾ $3355 : 8,8 = 3136 : x.$

macht, theils um die Richtigkeit der Theorie der absoluten Wärme im Allgemeinen, so wie ich sie aufgestellt habe, zu beweisen, besonders aber um darzuthun, dass die Höhe der Schneegrenze in jedem Lande vorzüglich von der absoluten Wärme des Jahres, und nicht nur von der Sommerwärme bedingt werde. Daneben stelle ich aber nicht in Zweifel, dass auch die mittlere Menge des im Winter fallenden Schnee's, so wie die Form und Ausdehnung der Gebirge einen wesentlichen Einfluss darauf ausübe. Auf einem isolirten Pick, der sich über eine grosse Ebene erhebt, welche selbst tief unter der Schneegrenze liegt, wird diese verhältnissmässig höher liegen, als auf einem ausgedehnten Gebirgsstocke, dessen mehrste Gipfel und Hochthäler über der Schneegrenze liegen. Es ist daher wohl möglich, dass die in meiner Formel (pag. 128) im zweiten Gliede stehende, von mir als constant angenommene Zahl 19, und der Theiler 3 bei genauerer Kenntniss der Temperaturverhältnisse an der Schneegrenze eine kleine Veräuderung erhalten mag; und ich glaube sogar, dass die Zahl 19 je nach der Grösse und Form der Gebirge modificirt werden muss, und dass die mittlere Feuchtigkeit jedes Landes auch noch ein bedingendes Element davon sein kann.

III. Begründung der Vegetationszonen nach der Summe der absoluten Wärme.

Werfen wir einen Blick auf die Tafel I (p. 124 u. 125), so sehen wir, dass die obersten 1200 Grad absolute Wärme genau die ganze Region über der obersten Waldgrenze (bei uns alle über 5500 liegende Alpen, also Wahlenbergs regio alpina superior und inferior) umfassen; dass das zweite 1200 Grade der eigentlichen Bergregion

(von der obersten Waldgrenze bis zu dem Beginnen des Obstwuchses) zukommt, und dass das dritte 1200 Grade die Region des Obstwuchses, der Cerealienkultur, die der Nussbäume und den Anfang der Weinkultur in sich schliesst. Denn dass in einzelnen von Nordwinden geschützten und der Sonne sehr ausgesetzten Thälern und Bergseiten die Kultur der Cerealien und Obstbäume um einige hundert Fuss höher steigt, als die der Zahl 2400 Grad auf meiner Tabelle entsprechende Höhe von 2700 Fuss, beweist nur, dass daselbst die mittlere Temperatur und die absolute Wärme grösser ist, als sie es in einer offenen Gegend sein würde, für welche meine Tabelle berechnet ist. So entspricht die Temperatur der Umgegend des Thunersee's offenbar einer Gegend die im freien Lande bei gleicher Breite wenigstens 500 Fuss tiefer liegen würde. Es ist dies ein Beweis mehr, dass zu allgemeinen botanisch-geographischen Vergleichen nicht nach absoluter Höhe geschiedene Zonen, sondern nur solche, welche auf Temperaturverhältnisse beruhen, dienen können.

Da ich schon oben (pag. 117) gezeigt habe, dass der Einfluss der Stationen auf die Pflanzen grösser ist als der der Temperatur, so mache ich nur ungern in den drei von mir auf 1200⁰ absolute Wärme begrenzten Hauptregionen Unterabtheilungen. Es soll mehr zur Vergleichung mit der Vegetation entfernter Länder, als zur Begründung von, diesen Unterabtheilungen eigenthümlichen, Floren dienen. Denn die Erfahrung lehrt, dass im flachen Lande erst bei einem Unterschiede von circa 3 Grad mittlerer Temperatur, welches daselbst ungefähr 1200 Graden absoluter Wärme entspricht (365 Tage \times 3 = 1095) eine fühlbare Aenderung in der Vegetation zweier Länder eintritt,

Erste Zone, Alpenregion (regio alpina), von 0⁰

bis 1200⁰ absoluter Wärme, dehnt sich bei uns von der obersten Waldgrenze bis zu den letzten Höhen, wo noch einige Vegetation vorkommt, aus; also von beiläufig 5500' bis zu 9000' und darüber, und hat bei uns eine mittlere Temperatur von + 1⁰ bis etwa - 6⁰.

a. Die obere Alpenregion (*regio alpina superior*), hat von 0⁰ bis ungefähr 600⁰ absoluter Wärme; liegt bei uns im Durchschnitt von 7500' bis 9000' über dem Meere, und hat bei - 3⁰ bis - 6⁰ mittlerer Temperatur; enthält die eigentlichen Schaf- und Ziegenweiden; die Kühe bleiben meist tiefer. Diese Region umfasst Heers *regio nivalis* und den obern Theil von dessen und Wahlenbergs *regio subnivalis*. Verglichen mit andern Ländern entspricht ihr Sommerklima dem von Spitzbergen, Grönland, der Melvilleinsel, theilweise dem von Lappland und vom Altai, vom nördlichsten Sibirien und der Rocky mountains in Nordamerika.

b. Die untere Alpenregion (*regio alpina inferior*), hat von 600⁰ bis 1200⁰ absolute Wärme, liegt bei uns im Durchschnitt von 7500' bis 5500' über dem Meere, und hat eine mittlere Temperatur von - 3⁰ bis + 1⁰. In ihr liegen die Sommerweiden für die Kühe, und die obersten Sennhütten. Diese Region umfasst zum Theil Heers *regio subnivalis* und dessen *regio alpina*, so wie Wahlenbergs *regio alpina inferior* und einen Theil seiner *regio subnivalis*. Diese Region entspricht in Hinsicht der Sommertemperatur dem nordwestlichen Norwegen, der Gegend vom Nordkap und den Alpen des mittleren Lapplands, der von Island und findet sich im Altai und in den nördlichen Theilen von Sibirien und Nordamerika.

Zweite Zone, Bergregion (regio montana), hat 1200⁰ bis 2400⁰ absolute Wärme; bei uns + 1⁰ bis + 6⁰ mittlere Temperatur, und erstreckt sich von der obern

Waldgrenze bis da wo der Obstwuchs und die Cerealienkultur beginnt, also bei uns von 5500' bis hinunter zu 2700' oder 3000' je nach der Exposition der Lokalität.

a. Obere Bergregion (regio montana superior), hat 1200⁰ bis 1800[^] absolute Wärme, bei uns von + 1⁰ bis circa 3⁰, 5 mittlerer Temperatur, und erstreckt sich bei uns von 5500' über dem Meere bis zu ungefähr 4000' hinunter. Sie umfasst die obere Tannenregion und endet beim Anfang der Laubwälder, und entspricht ganz Wahlenbergs regio subalpina und der Waldregion in Lappland.

b. Untere Bergregion (regio montana inferior) hat von 1800 bis 2400 Grad abs. Wärme, eine mittlere Temperatur von 3⁰, 5 bis circa 6⁰, und erstreckt sich bei uns von etwa 4000' bis 3000', oft bis 2700' hinunter, oder von der obern Gränze der Laubwälder, besonders der Buche, bis da, wo die Kultur der Kirsche und Cerealien beginnt. Ihr Sommerklima entspricht dem des nördlichen Schwedens, Finnlands, Petersburgs, des innern nördlichen Russlands bis gegen Moskau und Kasan.

Dritte Zone, die Hügelregion (regio collina), hat von 2400 bis 3600 Grad abs. Wärme, bei einer mittlern Temperatur von 6⁰ bis etwas über 9⁰. Umfasst bei uns die ganze Region des kultivirten Landes und erstreckt sich von etwa 3000' über dem Meer in geschützten Gegenden bis in die Thäler hinunter.

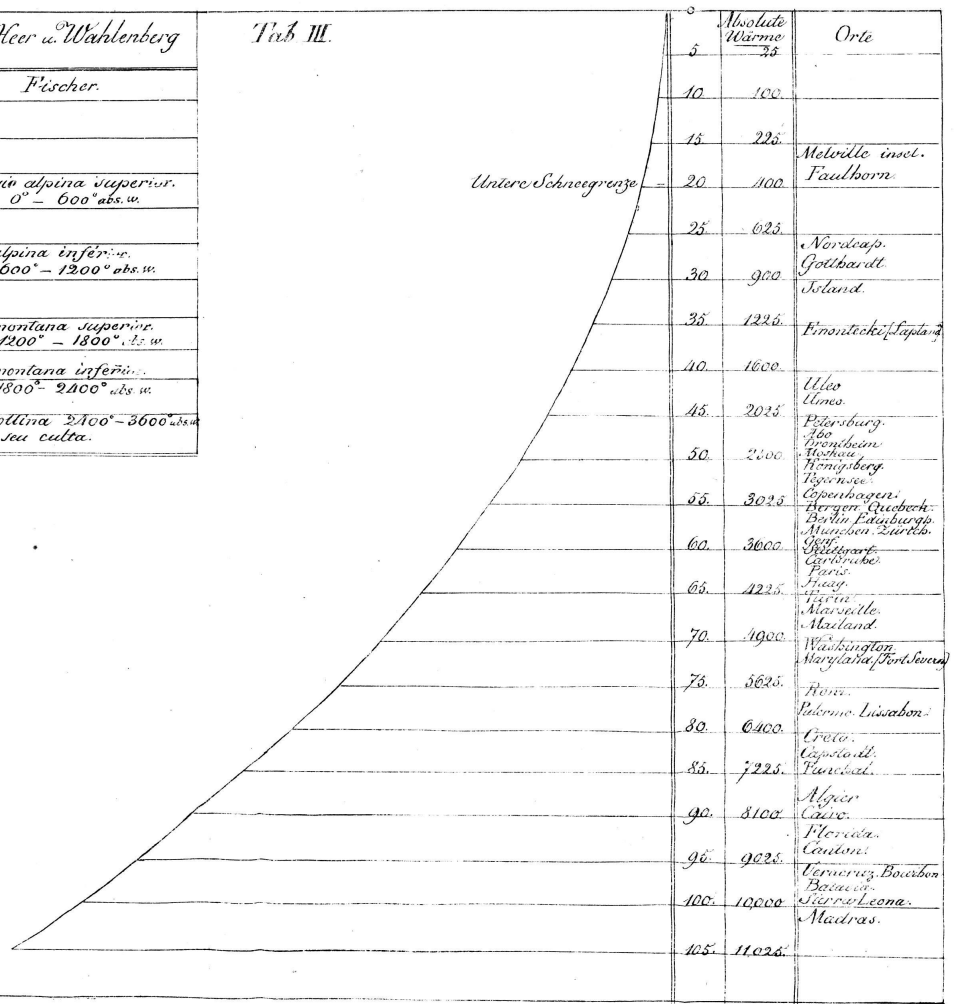
a. Obere Hügelregion (regio collina superior), hat 2400 bis 3000 Grad abs. Wärme und von 6 bis nahe an 8 Grad mittlere Temperatur. Es ist schwer, hier eine Höheangabe zu machen, weil je nach der Lage und Eigenthümlichkeit der Thäler und Bergseiten, die Temperatur sehr verschieden ist. Diese Region ist charakterisirt durch Obstbau (Aepfel, Birnen, Pflaumen, Kirschen) und die

Tab. II.	Obere Grenze einiger Baumarten und Sträucher.	Orte.	Höhe über dem Meere: 11000'	Mittlere Temperatur	Absolute Wärme-Grade	Orte, welche mit den Berner-Alpen isother sind.	Absolute Wär.		Mittlere Temperatur			Unterschied des Sommer- und Winter-Temp.														
							Summa der wär. Grade	Dauer des Monats	des Jahres	des Winters	des Sommers															
Region der Alpen				-9°																						
														<p style="text-align: center;">Obere</p> <p style="text-align: center;">Untere</p>	<p style="text-align: center;">Sidelhorn</p> <p style="text-align: center;">Schwalmere</p> <p style="text-align: center;">Niesen Gemmi-pass.</p> <p style="text-align: center;">Grimmel-pass.</p> <p style="text-align: center;">Winger-alp Hasle Scheideck</p> <p style="text-align: center;">Grimmelbospic.</p> <p style="text-align: center;">Rothtanne.</p> <p style="text-align: center;">Lerehtanne.</p> <p style="text-align: center;">Mürren.</p> <p style="text-align: center;">Weisstanne.</p> <p style="text-align: center;">Buebe.</p> <p style="text-align: center;">Handeck. Gastern</p> <p style="text-align: center;">Rosental.</p> <p style="text-align: center;">Haselnußf. Kirche.</p> <p style="text-align: center;">Grindelwald.</p> <p style="text-align: center;">Birken u. Äpfel.</p> <p style="text-align: center;">Fische.</p> <p style="text-align: center;">Nussbaum.</p> <p style="text-align: center;">Weinstock.</p> <p style="text-align: center;">Lauterbrunnen</p> <p style="text-align: center;">Mast.</p> <p style="text-align: center;">Bern.</p>	<p style="text-align: center;">-8°</p> <p style="text-align: center;">-7°</p> <p style="text-align: center;">-6°</p> <p style="text-align: center;">-5°</p> <p style="text-align: center;">-4°</p> <p style="text-align: center;">-3°</p> <p style="text-align: center;">-2°</p> <p style="text-align: center;">-1°</p> <p style="text-align: center;">0°</p> <p style="text-align: center;">+1°</p> <p style="text-align: center;">2°</p> <p style="text-align: center;">3°</p> <p style="text-align: center;">4°</p> <p style="text-align: center;">5°</p> <p style="text-align: center;">6°</p> <p style="text-align: center;">7°</p> <p style="text-align: center;">8°</p>	<p style="text-align: center;">10000'</p> <p style="text-align: center;">9000'</p> <p style="text-align: center;">8000'</p> <p style="text-align: center;">7000'</p> <p style="text-align: center;">6000'</p> <p style="text-align: center;">5000'</p> <p style="text-align: center;">4000'</p> <p style="text-align: center;">3000'</p> <p style="text-align: center;">2000'</p>	<p style="text-align: center;">195</p> <p style="text-align: center;">112</p> <p style="text-align: center;">192</p> <p style="text-align: center;">305</p> <p style="text-align: center;">127</p> <p style="text-align: center;">568</p> <p style="text-align: center;">720</p> <p style="text-align: center;">882</p> <p style="text-align: center;">1267</p> <p style="text-align: center;">1251</p> <p style="text-align: center;">1400</p> <p style="text-align: center;">1658</p> <p style="text-align: center;">1878</p> <p style="text-align: center;">2122</p> <p style="text-align: center;">2367</p> <p style="text-align: center;">2610</p> <p style="text-align: center;">3010</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">10</p> <p style="text-align: center;">10</p>	<p style="text-align: center;">Melville-insel</p> <p style="text-align: center;">Faulhorn (b)</p> <p style="text-align: center;">Nord-cap.</p> <p style="text-align: center;">S. Bernhard Hospic.</p> <p style="text-align: center;">Cuttbard</p> <p style="text-align: center;">Egafjord [Island]</p> <p style="text-align: center;">Alten [Lapland] (a)</p> <p style="text-align: center;">Enontocki [Lapland]</p> <p style="text-align: center;">Jemtland [63° nördl. B]</p> <p style="text-align: center;">Ulleo [Finnland]</p> <p style="text-align: center;">Urneo [Schweden]</p> <p style="text-align: center;">Petersburg</p> <p style="text-align: center;">Abo</p> <p style="text-align: center;">Christiania</p> <p style="text-align: center;">Upsala</p> <p style="text-align: center;">Barnaul [Sibir]</p> <p style="text-align: center;">Moskau</p> <p style="text-align: center;">Königsberg</p> <p style="text-align: center;">Bern (?)</p> <p style="text-align: center;">Copenhagen</p>	<p style="text-align: center;">272°</p> <p style="text-align: center;">365°</p> <p style="text-align: center;">711°</p> <p style="text-align: center;">717°</p> <p style="text-align: center;">878°</p> <p style="text-align: center;">983°</p> <p style="text-align: center;">1253°</p> <p style="text-align: center;">1389°</p> <p style="text-align: center;">1661°</p> <p style="text-align: center;">1817°</p> <p style="text-align: center;">1907°</p> <p style="text-align: center;">2127°</p> <p style="text-align: center;">2278°</p> <p style="text-align: center;">2518°</p> <p style="text-align: center;">2710°</p> <p style="text-align: center;">2834°</p> <p style="text-align: center;">2879°</p> <p style="text-align: center;">2806°</p> <p style="text-align: center;">2906°</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">9</p>	<p style="text-align: center;">-16°9</p> <p style="text-align: center;">-2,33?</p> <p style="text-align: center;">0°07</p> <p style="text-align: center;">-1°00</p> <p style="text-align: center;">-1°08</p> <p style="text-align: center;">0°18</p> <p style="text-align: center;">0°19</p> <p style="text-align: center;">-2,86</p> <p style="text-align: center;">+2,77</p> <p style="text-align: center;">0°66</p> <p style="text-align: center;">+1,9</p> <p style="text-align: center;">+2,59</p> <p style="text-align: center;">2,6</p> <p style="text-align: center;">5°3</p> <p style="text-align: center;">5°3</p> <p style="text-align: center;">1°73</p> <p style="text-align: center;">3°26</p> <p style="text-align: center;">6,79</p> <p style="text-align: center;">7,29</p> <p style="text-align: center;">7,92</p>	<p style="text-align: center;">-33,3</p> <p style="text-align: center;">?</p> <p style="text-align: center;">-4,63</p> <p style="text-align: center;">-8°2</p> <p style="text-align: center;">7,8</p> <p style="text-align: center;">-6,2</p> <p style="text-align: center;">-7,32</p> <p style="text-align: center;">-17,39</p> <p style="text-align: center;">-10,99</p> <p style="text-align: center;">11,75</p> <p style="text-align: center;">-10,46</p> <p style="text-align: center;">-9,03</p> <p style="text-align: center;">-5,38</p> <p style="text-align: center;">-3,66</p> <p style="text-align: center;">-11,02</p> <p style="text-align: center;">11,71</p> <p style="text-align: center;">10,5</p> <p style="text-align: center;">-3,26</p> <p style="text-align: center;">-1,46</p> <p style="text-align: center;">0,92</p>	<p style="text-align: center;">+3,11</p> <p style="text-align: center;">+3,33</p> <p style="text-align: center;">6,38</p> <p style="text-align: center;">6,1</p> <p style="text-align: center;">7,5</p> <p style="text-align: center;">7,7</p> <p style="text-align: center;">10,3</p> <p style="text-align: center;">12,8</p> <p style="text-align: center;">12,99</p> <p style="text-align: center;">11,34</p> <p style="text-align: center;">14,19</p> <p style="text-align: center;">16,02</p> <p style="text-align: center;">15,72</p> <p style="text-align: center;">15,78</p> <p style="text-align: center;">15,79</p> <p style="text-align: center;">16,5</p> <p style="text-align: center;">16,9</p> <p style="text-align: center;">15,5</p> <p style="text-align: center;">18,38</p> <p style="text-align: center;">17,17</p>	<p style="text-align: center;">36,4</p> <p style="text-align: center;">11°, 07.</p> <p style="text-align: center;">14°, 3.</p> <p style="text-align: center;">15,3</p> <p style="text-align: center;">15,9</p> <p style="text-align: center;">17,6</p> <p style="text-align: center;">30,1</p> <p style="text-align: center;">23,9</p> <p style="text-align: center;">25,5</p> <p style="text-align: center;">24,65</p> <p style="text-align: center;">25,05</p> <p style="text-align: center;">21,10</p> <p style="text-align: center;">19,44</p> <p style="text-align: center;">19,81</p> <p style="text-align: center;">30,68</p> <p style="text-align: center;">27,1</p> <p style="text-align: center;">19,73</p> <p style="text-align: center;">16,3</p> <p style="text-align: center;">16,25</p>

Vergleichung der Regionen von Hegetschweiler, Heer u. Wahlenberg mit den meinigen.

Tab. III.

Höhe.	Hegetschweiler.	Heer.	Wahlenberg.	Fischer.
10000'	9°			
9000'	8°	<i>R. nivalis.</i>		
8000'	6°			<i>Regio alpina superior.</i> 0° - 600° abs. u.
7000'	5°	<i>R. subnivalis.</i>	<i>R. subnivalis.</i>	
6000'	2°	<i>R. alpina sup.</i>	<i>R. alpina sup.</i>	<i>R. alpina inferior.</i> 600° - 1200° abs. u.
5000'	1°	<i>R. alpina media.</i>	<i>R. alpina infer.</i>	
4000'	3°	<i>R. subalpina.</i>	<i>R. subalpina.</i>	<i>R. montana superior.</i> 1200° - 1800° abs. u.
3000'	4°	<i>R. subalpina.</i>	<i>R. montana.</i>	<i>R. montana inferior.</i> 1800° - 2400° abs. u.
2000'	6°	<i>R. montana.</i>	<i>R. montana infer.</i>	
1000'	7°	<i>R. campestris.</i>	<i>R. villosa.</i>	<i>R. collina 2400° - 3600° abs. u.</i> <i>sea culta.</i>



Untere Schneegrenze

Kultur von Gerste, Hafer und Kartoffeln. Zu ihr gehören alle Striche, wo weder Weinbau noch Nussbäume vorkommen, wie die Gegend von Bern. Ihr Sommerklima entspricht dem des südlichen Schwedens und Norwegens, der Gegend von Moskau und des innern Russlands, Lithauens, der Ostseeprovinzen und des östlichen Preussens bis gegen Berlin, des nördlichen Polens, dem flachen Theile des nördlichen Schottlands bis gegen Edinburg.

b. Untere Hügelregion (*regio collina inferior*) hat 3000 bis 3600 Grad abs. Wärme und eine mittlere Temperatur von nahe an 8 bis etwas über 9 Grad bei uns. Umfasst das nördliche Ufer des Thuner- und Brienersee's in der Höhe von einigen hundert Fuss, und einige Theile des südlichen Ufers des Thunersee's. Diese Region ist charakterisirt durch das Vorkommen des Nussbaums und der Kultur der Weinrebe und des feinern Obstes, wie Pfirsiche, Aprikosen. Sie dehnt sich über das südliche Deutschland, die Rheingegend, die südwestliche und einen Theil der nördlichen Schweiz, wie die Gegend von Zürich und das Rheinthal, und steigt bei uns nicht über 2000', bleibt gewöhnlich aber 500' darunter.

Wenn man die Skala der absoluten Wärme in der beiliegenden Tabelle betrachtet, so wird man sich nicht mehr verwundern, wie es möglich ist, dass in den höhern Regionen der Alpen noch bis 1000 Fuss und mehr über die Schneegrenze hinaus einzelne Pflanzen gedeihen können. Denn bei 9000 Fuss Höhe ist noch eine absolute Wärme von circa 200 Grad, oder von etwas mehr als 2 Grad mittlerer Temperatur während drei ganzer Monate. So fand Wahlenberg auf dem Rosshodenstock am St. Gotthard noch 28 Phanerogamen bei 500 Fuss über

der Schneegrenze, und Heer im Kanton Glarus in der eigentlichen Schneeregion, welche er bei 8500' beginnen lässt, noch 24 Phanerogamen, während er auf den rhätischen Alpen ihrer noch 105 angiebt. Auf dem Hausstocke bei 9760' fand er die einzige *Aretia pennina* Gaud. Auch in unsern Berneralpen findet sich manches schöne Pflänzchen noch in Felsritzen und an geschützten Orten, in jenen scheinbar dem ewigen Winter geweihten Regionen. Indessen eine Aufzählung derselben, so wie auch die botanisch-statistischen Verhältnisse in unsern Alpen, soll der Gegenstand einer eigenen Arbeit sein, wozu diese Seiten als Einleitung dienen mögen.

Erklärung der beiliegenden Tabellen.

Tabelle I p. 124 enthält in der ersten Kolonne die Zahlen von 1 bis 62, in der zweiten die Quadrate derselben, in der dritten, die aus den monatlichen Mitteltemperaturen des St. Gotthards erhaltenen Summen der absoluten Wärme für jeden Grad von -8° bis $+10^{\circ}$ mittlerer Temperatur. Die fünfte Kolonne die absoluten Höhen die den verschiedenen mittleren Temperaturen bei uns entsprechen; in der sechsten endlich die verschiedenen Höhenwerthe für 1° Temperaturabnahme in Fussen.

Tabelle II enthält die Eintheilung in Zonen nach Graden der absoluten Wärme. Die kleine Colonne neben der der absoluten Wärme enthält ihre Dauer in Monaten. Daneben stehen zur Vergleichung die absolute Wärme und mittlere Temperatur einiger Orte, aus Kämtz meteorologischen Tabellen berechnet. Die mit (a) und (b) bezeichneten ausgenommen. (a) ist aus Martins voyage en Norwège pag. 73, und (b) aus Heers obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizeralpen pag. 7 genommen.

Tabelle III enthält linker Hand eine vergleichende Uebersicht der bisher angenommenen Vegetationszonen in unsern Alpen, mit den von mir vorgeschlagenen. Rechter Hand ist die Kurve der absoluten Wärme, deren Zahlen die Ordinaten bilden, während ihre Wurzeln die Abscissen bedingen. Neben der Kolonne der absoluten Wärme sind die Namen einiger Städte und Oerter zu den ihnen zukommenden Wärmegraden gesetzt. Ich habe ihre absolute Wärme nach den meteorologischen Tabellen von Kämtz berechnet.

Auf 3 Abscissen gehen ungefähr je 5 Grad mittlere Wärme. Dieses ist so zu verstehen, dass z. B. über Sierra Leona welches neben der Zahl 10000 steht, man $\frac{100}{3}$ Schichten mit von Grad zu Grad abnehmender Temperatur haben würde, bis zu dem Punkte der Atmosphäre, wo die absolute Wärme 0 ist, und $\frac{100-19}{3}$ bis zur Schneegrenze, d. h. die Schneelinie würde ungefähr bei einer mittlern Temperatur von $+ 0^{\circ}, 4$ sein, denn $\frac{100-19}{3}$ ist $= 27$, und die mittlere Temperatur von Sierra Leona ist $= 27, 4$. Bei Zürich, wo die Wurzel der absoluten Wärme ungefähr $= 58$ ist, und wo die mittlere Temperatur $= 8^{\circ}, 86$ ist, würde die Schneegrenze bei einer mittlern Wärme von circa $- 4^{\circ}, 2$ liegen, denn $\frac{58-19}{3} = 13$ und $8^{\circ}, 86 - 13 = - 4^{\circ}, 14$ u. s. w.

Mögen die Physiker von Profession prüfen, ob diese Theorie, die ich nicht als unfehlbar hinstelle, überall ihre Anwendung finde.

Als ich obige Seiten in der Sitzung der Bernischen naturforschenden Gesellschaft vom 4. März dieses Jahres vorgelesen, wurde ich auf einen neulich von Herrn Denzler in der Naturforschenden Gesellschaft von Zürich vortragenen und in den Abhandlungen (Heft Nro. 17, Januar 1848, pag. 56) gedruckten Aufsatz aufmerksam gemacht, worin nachgewiesen werden soll, dass die mittlere Temperatur von $+ 2^{\circ}, 2$ als meteorologischer Wendepunkt anzusehen sei, indem zur Umwandlung der atmosphärischen Niederschläge in festen Zustand und umgekehrt immer ein Wärmeüberschuss von $+ 2^{\circ}, 2$ mittlere Temperatur nöthig sei. Ferner behauptet Hr. Denzler, dass die mittlere Temperatur des wärmsten Monats im Jahre am meisten Einfluss auf die Höhe der untern Schneegrenze habe, und er nimmt im Durchschnitt für alle Gebirge des Erdbodens eine mittlere Temperatur von $+ 2^{\circ}, 2$ für den wärmsten Monat an der Schneegrenze an.

Ich habe dagegen folgende Einwendungen zu machen: Es ist bekannt, dass die mittlere Temperatur an der Schneegrenze in den Lappländischen Alpen, wie Wahlenberg nachweist, ungefähr $- 6^{\circ}$, in unsern Schweizeralpen ungefähr $- 4^{\circ}$, und in den Cordilleren nach Humboldt sogar über $+ 1^{\circ}$ beträgt.

Ferner weist Wahlenberg nach, dass die untere Schneegrenze eines Landes nicht nur von der mittlern Jahres- oder Sommerwärme, sondern vorzüglich von der Masse des im Winter fallenden Schnee's abhängt. Der beste Beweis dieses Satzes liegt in den Fakten, die Müller in seinem Lehrbuch der Physik (I, S. 538) anführt, wo er sagt: »Die Pyrenäen und der Kaukasus liegen ungefähr in gleicher Breite, die mittlere Jahrestemperatur sowohl als auch die mittlere Sommerwärme ist am Fuss der Pyrenäen höher als am Fusse des Kaukasus, und doch ist

die Schneegrenze am Kaukasus um 650 Meter höher als in den Pyrenäen, weil dort weniger Schnee fällt als hier.“ Ferner: „sehr auffallend erscheint es auch, dass die Schneegrenze auf der nördlichen Abdachung des Himalaya um mehr als 1100 Meter höher liegt, als am südlichen Abhänge; es wird diess aber begreiflich, wenn man bedenkt, dass gerade die über dem indischen Ozean mit Feuchtigkeit gesättigte Luft an den südlichen Abhang des riesenhaften Gebirgs anschlagend, dort ungeheure Massen von Regen in den niedern und von Schnee in den höhern Regionen absetzt, während aus der trockenen Luft auf der nördlichen Abdachung ungleich weniger Schnee herabfällt u. s. w.

Was die Behauptung Herrn Denzlers wegen der mittleren Temperatur von $+ 2^{\circ}, 2$ an der Schneegrenze während des wärmsten Monats anbetrifft, so muss ich sie, wenigstens was unsere Alpen anbelangt, in Abrede stellen. Nicht zu sprechen von meinen aus der Temperatur des St. Gotthards hergeleiteten Beobachtungen, wonach an der Schneegrenze die mittlere Temperatur des wärmsten Monats (Juli) noch über $+ 4^{\circ}$ beträgt, weiss man aus direkten Beobachtungen auf dem Faulhorn, das eher über als unter der Schneegrenze liegt (8260'), dass daselbst die mittlere Temperatur im Juli $+ 4^{\circ}$, die im August $+ 3^{\circ}, 5$ ist (siehe Heers oberste Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Alpen pag. 7). Herr Denzlers Behauptung mag daher ihre Richtigkeit haben, wenn man den Punkt als die wahre Schneegrenze annimmt, wo alle Vegetation aufgehört hat, welches in unsern Alpen ungefähr 1000 Fuss über der gewöhnlichen Schneegrenze der Fall sein mag.
