

CAP. X.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DER MITTLEREN TEMPERATUR-  
VERTHEILUNG.

INHALT.

I. NORMALSTATIONEN DER ALPEN.

Tägliche Veränderungen der Temperatur. Tabellen für Padua, Kremsmünster, Genf und St. Bernhard. Bemerkungen über die Wahl der Beobachtungsstunden. Mittel der Extreme  $\frac{M+m}{2}$ ;  $\frac{VII+II+2 IX}{4}$ ;  $\frac{VI+II+X}{3}$ ;  $0,5m+0,4M+0,11IX$  a. m. Mechanische Quadratur der Temperaturcurven nach GAUSS.

II. MONATLICHE MITTEL NEUER BEOBACHTUNGSSTATIONEN.

1. Kärnthen: Klagenfurt, Althofen, Sörg, Leoben, St. Jacob, Sagritz, St. Peter, Heiligenblut, St. Lorenz, Obir I, Obir II, Obir III, Fleuss. Berechnete Mittel für Johannishütte und Grossglockner. 2. Tirol: Meran, Innichen, Vent. 3. Bayern: Lindau, Hohenpeissenberg, Monatsmittel nebst Bemerkungen über den Einfluss der Lage. 4. Schweiz: Vevey, Matt, Bevers, Faulhorn, Törbel, Saas-Tammatten. 5. Piemont: Ivrea, Aosta, Col di Valdobbia (absolute Extreme von 1833 bis 1853.) 6. Savoyen: Chambéry, Moutiers, St. Jean de Maurienne. 7. Umgebungen des Monte-Rosa. Berechnungen der Monatsmittel für: Basis des Monte-Rosa bei 5000', Vincenthütte und Gipfel des Monte-Rosa.

III. ABSOLUTE UND MITTLERE VERAENDERLICHKEIT.

Tabellen für Alpenstationen. Einfluss der Temperatur atmosphärischer Niederschläge auf die scheinbare Veränderlichkeit.

I. NORMALSTATIONEN FÜR DAS ALPENGEBIET.

Tägliche Veränderungen der Temperatur.

Für Padua, Kremsmünster, Genf und den St. Bernhard sind die täglichen Veränderungen der Temperatur der Luft in jedem Monate bekannt.

Diese Beobachtungsreihen sind für die Untersuchung der climatischen Verhältnisse des Alpengebietes ungemein wichtig. Sie zeigen nicht nur den wechselnden Einfluss der Oertlichkeit und der Höhe auf den Temperaturgang unter sehr verschiedenen Verhältnissen, sondern sie bieten zugleich Anhaltspunkte, um aus Temperaturbestimmungen mit beliebigen Beobachtungsstunden das wahre Tagesmittel abzuleiten.

Man kann dabei nach dem Vorgange von KÄMTZ<sup>1</sup> und SCHOUW<sup>2</sup> am besten auf folgende Weise verfahren:

Es seien die Beobachtungen zu 3 beliebigen Stunden gemacht, deren arithmetisches Mittel nicht das wahre Tagesmittel giebt; die Abweichung betrage z. B. im gleichen Monate an einem der 4 für die Alpen oben angeführten Punkte,  $0,9^{\circ}$  C., es sei zugleich für den letzteren, etwa für Genf, die Summe der Temperaturunterschiede zwischen den Beobachtungsstunden  $a, b, c$ , also  $b - a + b - c = 5,4$ , für den Beobachtungspunkt aber, dessen Correction zu bestimmen ist, sei die Temperaturänderung zwischen den Beobachtungsstunden

$$b_1 - a_1 + b_1 - c_1 = 4,0^{\circ} \text{ C.}$$

man erhält dann die anzubringende Correction aus folgender Proportion

$$b - a + b - c : b_1 - a_1 + b_1 - c_1 = \text{corr.} : \text{corr.}_1.$$

oder nach Substitution der angenommenen Zahlenwerthe

$$5,4 : 4,0 = 0,9 : \text{corr.}_1$$

$$\text{corr.}_1 = +0,67^{\circ} \text{ C.}$$

Wählt man zur Ableitung der Correction eine solche Normalstation, für welche  $b - a + b - c$  nahe gleich  $b_1 - a_1 + b_1 - c_1$  ist, so wird  $\text{corr.} = \text{corr.}_1$ .

Da für die Alpen die 4 angegebenen Normalstationen so gelegen sind, dass sie sehr verschiedenartige Verhältnisse sowohl der geographischen Breite, als der Erhebung über dem Meerespiegel umfassen, so wird man für sehr viele Stationen die Abweichungen der am besten entsprechenden Normalstation unmittelbar als Correction anwenden können.

In den folgenden Tabellen sind die Stundenmittel für jeden einzelnen Monat zusammengestellt. Zugleich sind die Constanten mitgetheilt, welche für die Formel

$$T + a \sin(\mu + \alpha) + b \sin(2\mu + \beta) + c \sin(3\mu + \gamma)$$

berechnet sind<sup>3</sup>.

Padua. KÄMTZ Lehrbuch der Meteor. I. S. 67 bis 73. Die stündlichen Beobachtungen von CHIMNELLO, welche mehr als ein Jahr umfassen, wurden von KÄMTZ berechnet.

Kremsmünster. Die Beobachtungen und Berechnungen sind von M. KOLLER, mitgetheilt in der Abhandlung: Ueber den Gang der Wärme in Oesterreich ober der Enns<sup>4</sup>. Zur Bestimmung des Ganges der Wärme dienten die Beobachtungen der Jahre 1833 bis 1839; um 0<sup>h</sup>, 3, 4, 6, 10, 18, 21, 22.

Genf und St. Bernhard. Die Beobachtungen und Berechnungen für diese

1) KÄMTZ Lehrb. Meteor. I. S. 104.

2) SCHOUW Climat de l'Italie I. S. 64.

3) Vergl. Cap. IX. S. 279.

4) Eine in der 6ten Generalversammlung der Mitglieder des Franciscano-Carolinum's gelesene Abhandlung, Linz 1851.

beiden Stationen sind in PLANTAMOUR's Resumé des observations à Genève et au Gr<sup>d</sup>. St. Bernard, Genève 1851, mitgetheilt<sup>1</sup>.

Die ersten 4 Tabellen, in welchen die Constanten der Formel  $t = T + a \sin(\mu + \alpha) + \dots$  enthalten sind, zeigen durch die Veränderungen des Coëfficienten  $a$ , wie in den Sommermonaten die Wärme an allen Stationen grösseren Veränderungen unterworfen ist, als im Winter; ferner lässt sich dadurch sehr gut übersehen, wie auch im Jahresmittel die Höhe abstumpfend auf die Extreme einwirkt.

---

1) Vergl. auch die wichtige und ungemein umfassende Abhandlung von DOVE: Ueber die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre. Abhandlung der Berliner Academie. 1846 S. 81 bis S. 136 und S. 269 bis 272. Es sind dort für 29 Stationen, die über alle Zonen vertheilt sind, die Formeln des täglichen Temperaturganges, und die Resultate für die einzelnen Stunden berechnet. Zugleich sind für die einzelnen Stunden und für die wichtigsten Stundencombinationen die Abweichungen vom Mittel enthalten. Auch in München sind in den letzten Jahren stündliche Beobachtungen über die Lufttemperatur gemacht worden. Die Details dieser Beobachtungen werden von LAMONT in den Annalen der Münchner Sternwarte mitgetheilt.

## Uebersicht der täglichen Veränderungen

A. Coëfficienten der Formel  $t = T + a \sin(\mu + \alpha)$ 

## 1. Padua.

	T	a	b	c	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Januar.	3,7117	1,406	0,5910	0,1315	34° 24'	40° 36'	66° 44'
Februar.	4,8896	1,720	0,5967	0,2055	30 16	49 44	86 33
März.	7,6846	2,170	0,5335	0,1417	34 26	63 27	161 11
April.	13,0288	2,534	0,3676	0,2381	34 53	59 3	198 34
Mai.	19,9683	3,755	0,3989	0,3599	59 52	105 43	247 14
Juni.	21,9254	3,833	0,2282	0,3831	67 21	96 47	251 49
Juli.	26,0558	4,391	0,5066	0,5319	65 23	98 19	252 47
August.	22,7929	4,272	0,7862	0,4988	56 9	76 9	234 12
September.	18,3792	3,025	0,7699	0,1580	48 44	81 17	249 5
October.	14,9258	2,013	0,6517	0,0533	47 20	50 43	258 3
November.	7,7392	2,143	0,9282	0,1866	56 44	60 15	60 15
December.	3,8442	1,693	0,6807	0,2337	48 46	51 45	57 1
Jahr.	13,7463	2,6589	0,5558	0,1220	51 47	66 33	233 0

## 2. Kremsmünster.

	T	a	b	c	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Januar.	-3,2342	1,1665	0,4145	0,1377	43° 4'	51° 21'	53° 56'
Februar.	-1,0129	1,7375	0,5714	0,2554	39 48	47 1	46 48
März.	2,6879	2,2853	0,5283	0,0809	40 55	60 5	181 11
April.	6,1771	2,4034	0,5009	0,1767	43 14	58 51	187 6
Mai.	12,8288	3,3759	0,1837	0,1504	50 35	125 15	259 23
Juni.	16,7212	3,5477	0,3280	0,1510	55 33	192 7	271 0
Juli.	18,0125	2,8589	0,1360	0,1949	51 26	96 40	250 10
August.	16,6954	3,0356	0,2061	0,2021	49 26	99 19	246 34
September.	13,5508	3,1066	0,4750	0,1578	39 29	64 31	231 13
October.	8,2900	2,6066	0,6254	0,1266	39 8	48 3	355 0
November.	2,3887	1,2629	0,4467	0,1856	38 19	46 18	34 11
December.	0,2646	0,8120	0,4165	0,1854	46 38	40 9	34 35

der Luftwärme im Alpengebiete.

$$+b \sin(2\mu + \beta) + c \sin(3\mu + \gamma).$$

3. Genf.

	T	a	b	c	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Januar.	-0,66	1,37	0,50	0,12	41° 5	44° 2	32° 2
Februar.	1,55	2,14	0,75	0,08	36 ,9	42 ,4	73 ,0
März.	4,26	3,44	0,56	0,04	42 ,3	83 ,0	248 ,5
April.	8,46	3,33	0,36	0,08	49 ,5	104 ,5	255 ,0
Mai.	12,96	3,99	0,37	0,16	52 ,7	122 ,8	260 ,4
Juni.	16,64	4,42	0,22	0,16	54 ,1	192 ,2	271 ,8
Juli.	17,87	4,55	0,27	0,21	51 ,1	151 ,0	256 ,0
August.	16,97	4,64	0,38	0,29	50 ,1	129 ,2	262 ,7
September.	14,32	4,10	0,50	0,20	47 ,1	93 ,3	237 ,3
October.	9,35	2,89	0,52	0,04	51 ,9	70 ,9	156 ,8
November.	4,70	1,95	0,60	0,11	47 ,1	63 ,1	79 ,5
December.	0,73	1,25	0,53	0,10	46 ,6	48 ,2	62 ,1
Jahr.	8,97	3,16	0,37	0,06	48 ,6	80 ,9	263 ,6

4. St. Bernhard.

	T	a	b	$\alpha$	$\beta$
Januar.	-10,33	1,29	0,54	62° 2	91° 1
Februar.	-8,27	1,86	0,75	68 ,3	80 ,0
März.	-7,15	2,65	0,77	67 ,6	93 ,0
April.	-3,17	3,26	0,57	67 ,7	96 ,0
Mai.	0,92	3,52	0,57	64 ,2	110 ,6
Juni.	4,44	2,90	0,39	61 ,3	93 ,0
Juli.	6,02	2,80	0,41	60 ,0	104 ,0
August.	5,40	2,36	0,40	58 ,0	108 ,9
September.	3,00	1,71	0,47	56 ,2	88 ,8
October.	-1,14	1,81	0,35	63 ,7	88 ,4
November.	-4,94	1,36	0,51	63 ,8	70 ,5
December.	-7,32	0,87	0,44	63 ,4	62 ,9
Jahr.	-1,89	2,20	0,50	63 ,2	90 ,0

## B. Berechnete Temperaturen für

1. Padua. Nördl. Br. 45° 24' 2",5. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0 <sup>h</sup>	5,01	6,42	9,44	14,72	23,27	24,92
1	5,46	6,85	9,81	15,08	23,54	25,13
2	5,61	6,96	9,96	15,42	23,68	25,25
3	5,49	6,80	9,93	15,61	23,63	25,20
4	5,19	6,51	9,77	15,64	23,27	24,83
5	4,81	6,19	9,50	15,45	22,58	24,11
6	4,44	5,91	9,13	15,02	21,60	23,11
7	4,12	5,65	8,69	14,43	20,53	22,00
8	3,86	5,39	8,22	13,71	19,55	21,04
9	3,64	5,09	7,78	13,07	18,78	20,32
10	3,46	4,79	7,41	12,38	18,24	19,89
11	3,31	4,50	7,13	12,24	17,84	19,62
12	3,18	4,27	6,89	11,97	17,44	19,39
13	3,08	4,10	6,63	11,63	16,95	19,09
14	2,97	3,94	6,30	11,28	16,45	18,78
15	2,83	3,75	5,91	10,83	16,09	18,60
16	2,63	3,48	5,53	10,44	16,09	18,74
17	2,40	3,18	5,28	10,25	16,57	19,32
18	2,22	2,96	5,28	10,41	17,57	20,29
19	2,19	2,95	5,61	10,96	18,85	21,48
20	2,40	3,27	6,26	11,71	20,19	22,63
21	2,88	3,91	7,11	12,61	21,37	23,58
22	3,57	4,78	8,02	13,46	22,26	24,24
23	4,34	5,68	8,83	14,17	22,87	24,65
Mittel.	5,71	4,89	7,68	13,03	19,97	21,93

die einzelnen Stunden. (Cels.)

v. Paris 9° 32' 4",5. Höhe 10,4 M. 32 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
30,04	26,70	21,27	16,86	10,48	5,85	16,25	Mg.
30,31	27,10	21,66	17,31	10,88	5,26	16,65	1 <sup>h</sup> p. m.
30,46	27,30	21,77	17,49	10,79	5,26	16,77	2
30,35	27,24	21,58	17,38	10,28	5,91	16,64	3
29,83	26,81	21,11	17,01	9,52	5,35	16,27	4
28,86	25,93	20,44	16,44	8,72	4,77	16,67	5
27,54	24,70	19,67	15,80	8,03	4,30	14,97	6
26,14	23,34	18,94	15,19	7,53	3,97	14,24	7
24,95	22,14	18,34	14,81	7,20	3,74	13,58	8
24,13	21,30	17,92	14,38	6,99	3,54	13,10	9
23,67	20,85	17,63	14,21	6,83	3,33	12,75	10
23,39	20,63	17,36	14,11	6,70	3,11	12,50	11
23,07	20,41	17,01	14,00	6,57	2,91	12,26	Mn.
22,59	20,00	16,53	13,83	6,45	2,77	11,98	1 <sup>h</sup> a. m.
22,03	19,36	15,95	13,58	6,33	2,69	11,65	2
21,62	18,70	15,41	13,30	6,18	2,62	11,33	3
21,65	18,33	15,09	13,06	6,02	2,53	11,14	4
22,31	18,51	15,12	12,95	5,88	2,41	11,19	5
23,57	19,36	15,57	13,05	5,87	2,32	11,54	6
25,17	20,74	16,39	13,38	6,09	2,37	12,18	7
26,79	22,37	17,45	13,92	6,63	2,66	13,02	8
28,13	23,93	18,60	14,64	7,50	3,31	13,95	9
29,07	25,12	19,69	15,43	8,58	4,16	14,87	10
29,66	26,10	20,59	16,30	9,65	5,09	15,65	11
26,06	22,79	18,38	14,93	7,74	3,84	13,75	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

2. Kremsmünster. Nördl. Br. 48° 3' 24". Oestl.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0 <sup>h</sup>	-2,00	0,70	4,64	8,24	15,44	19,43
1	-1,70	1,22	5,05	8,59	15,86	19,74
2	-1,66	1,37	5,22	8,75	16,11	19,95
3	-1,83	1,10	5,18	8,73	16,17	20,00
4	-2,15	0,64	4,93	8,54	15,97	19,83
5	-2,49	0,14	4,54	8,18	15,52	19,42
6	-2,79	-0,30	4,04	7,66	14,85	18,79
7	-3,01	-0,56	3,50	7,03	14,06	18,01
8	-3,17	-0,77	2,98	6,39	13,25	17,16
9	-3,32	-0,99	2,53	5,83	12,48	16,29
10	-3,48	-1,24	2,17	5,42	11,78	15,44
11	-3,65	-1,58	1,90	5,16	11,13	14,62
12	-3,82	-1,89	1,65	4,97	10,52	13,88
13	-3,95	-2,13	1,38	4,76	9,96	13,26
14	-4,05	-2,30	1,07	4,48	9,51	12,87
15	-4,12	-2,35	0,73	4,14	9,28	12,80
16	-4,20	-2,41	0,44	3,83	9,35	13,10
17	-4,28	-2,50	0,31	3,69	9,78	13,82
18	-4,33	-2,56	0,42	3,83	10,51	14,79
19	-4,28	-2,58	0,82	4,32	11,44	15,87
20	-4,07	-2,35	1,49	5,09	12,44	16,91
21	-3,67	-1,85	2,32	6,00	13,39	17,80
22	-3,11	-1,05	3,20	6,91	14,21	18,49
23	-2,51	-1,11	4,01	7,68	14,89	19,02
Mittel.	-3,23	-1,01	2,69	6,18	12,83	16,72

Stunden. (Cels.) (Fortsetzung).

Länge v. Paris  $11^{\circ} 47' 45''$ ,0. Höhe 370 M. 1140 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Stunden.
20,20	19,02	15,81	10,39	3,60	1,23	Mg.
20,57	19,45	16,40	11,10	4,02	1,55	1 <sup>h</sup> p . m.
20,83	19,67	16,75	11,45	4,14	1,62	2
20,92	19,76	16,86	11,40	3,99	1,43	3
20,78	19,61	16,70	11,00	3,65	1,08	4
20,36	19,19	16,27	10,40	3,24	0,70	5
19,73	18,55	15,62	9,72	2,90	0,40	6
18,96	17,77	14,86	9,11	2,67	0,23	7
18,20	16,99	14,13	8,61	2,53	0,15	8
17,53	16,31	13,49	8,22	2,41	0,11	9
16,98	15,74	12,98	7,87	2,25	0,04	10
16,52	15,25	12,55	7,50	2,05	-0,05	11
16,10	14,78	12,13	7,12	1,82	-0,16	Mn.
15,68	14,26	11,65	6,71	1,63	-0,24	1 <sup>h</sup> a . m.
15,31	13,86	11,13	6,32	1,49	-0,26	2
15,07	13,56	10,65	6,02	1,41	-0,26	3
15,09	13,52	10,33	5,83	1,35	-0,27	4
15,41	13,81	10,30	5,81	1,29	-0,32	5
16,03	14,44	10,63	5,93	1,23	-0,41	6
16,84	15,30	11,29	6,25	1,24	-0,48	7
17,72	16,25	12,19	6,78	1,30	-0,44	8
18,53	17,15	13,20	7,52	1,75	-0,21	9
19,20	17,92	14,20	8,45	2,31	0,20	10
19,75	18,53	15,09	9,44	2,98	0,73	11
18,01	16,69	13,55	8,29	2,39	0,26	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

3. Genf. Nördl. Br.  $46^{\circ} 11' 58''$ , 8. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0 <sup>h</sup>	+0,66	+3,41	+7,09	+11,25	+16,28	+20,01
1	1,09	4,02	7,63	11,65	16,68	20,51
2	1,22	4,27	7,85	11,80	16,86	20,83
3	1,10	4,18	7,77	11,72	16,80	20,91
4	0,76	3,83	7,43	11,42	16,46	20,70
5	0,33	3,26	6,89	10,92	15,86	20,12
6	-0,08	2,73	6,25	10,29	15,09	19,28
7	-0,41	2,19	5,59	9,59	14,21	18,25
8	-0,65	1,73	4,93	8,88	13,32	17,16
9	-0,81	1,37	4,32	8,21	12,49	16,05
10	-0,97	1,09	3,73	7,58	11,72	15,01
11	-1,12	0,87	3,14	6,96	10,98	14,05
12	-1,28	0,70	2,53	6,36	10,26	13,18
13	-1,44	0,51	1,91	5,78	9,56	12,49
14	-1,58	0,29	1,33	5,30	9,01	12,04
15	-1,70	0,03	0,88	5,01	8,77	11,96
16	-1,81	-0,28	0,65	4,98	8,78	12,27
17	-1,89	-0,53	0,72	5,29	9,30	13,04
18	-1,94	-0,64	1,15	5,92	10,19	14,10
19	-1,87	-0,53	1,89	6,80	11,36	15,33
20	-1,64	-0,11	2,90	7,83	12,62	16,54
21	-1,23	+0,62	4,05	8,88	13,82	17,66
22	-0,63	1,56	5,22	9,84	14,85	18,60
23	+0,05	2,55	6,27	10,65	15,67	19,37
Mittel.	-0,66	1,55	4,26	8,46	12,96	16,64

Stunden. (Cels.) (Fortsetzung).

v. Paris 3° 49' 30". Höhe 407 M. 1253 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
+21,30	+20,53	+17,65	+12,13	+6,78	+2,11	+11,65	Mg.
21,85	21,08	18,17	12,51	7,12	2,44	12,11	1 <sup>h</sup> p. m.
22,22	21,44	18,43	12,57	7,13	2,49	12,30	2
22,26	21,53	18,42	12,36	6,87	2,30	12,22	3
22,08	21,26	18,12	11,92	6,43	1,94	11,90	4
21,49	20,62	17,53	11,34	5,94	1,53	11,36	5
20,65	19,69	16,71	10,68	5,47	1,14	10,70	6
19,62	18,61	15,77	10,01	5,07	0,82	9,99	7
18,48	17,54	14,84	9,37	4,74	0,59	9,30	8
17,45	16,57	14,00	8,82	4,45	0,43	8,66	9
16,50	15,69	13,28	8,33	4,18	0,30	8,09	10
15,53	14,85	12,63	7,91	3,93	0,21	7,55	11
14,70	13,99	11,99	7,55	3,70	0,13	7,03	Mn.
13,58	13,12	11,31	7,21	3,49	0,06	6,53	1 <sup>h</sup> a. m.
13,25	12,37	10,66	6,91	3,28	-0,03	6,11	2
13,01	11,93	10,15	6,68	3,08	-0,14	5,83	3
13,12	11,97	9,96	6,58	2,91	-0,28	5,78	4
13,79	12,57	10,20	6,68	2,81	-0,41	6,00	5
14,88	13,66	10,92	7,04	2,85	-0,48	6,50	6
16,14	15,05	12,02	7,67	3,13	-0,42	7,25	7
17,54	16,51	13,35	8,54	3,65	-0,15	8,17	8
18,76	17,84	14,69	9,54	4,41	+0,31	9,16	9
19,78	18,95	15,90	10,57	2,59	0,93	10,12	10
20,67	19,83	16,90	11,47	6,13	1,57	10,97	11
17,87	16,97	14,32	9,35	4,70	0,73	8,97	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

## 4. St. Bernhard. Nördl. Br. 45° 50'. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0 <sup>h</sup>	-8°,65	-5°,80	-3°,93	-0°,12	+4,61	+7°,37
1	-8,61	-5,72	-3,87	-0,01	4,74	7,58
2	-8,78	-5,94	-4,17	-0,24	4,52	7,49
3	-9,11	-6,43	-4,75	-0,76	4,05	7,20
4	-9,52	-7,06	-5,47	-1,47	3,39	6,70
5	-9,93	-7,73	-6,24	-2,25	2,66	6,09
6	-10,27	-8,32	-6,91	-3,04	1,92	5,44
7	-10,51	-8,76	-7,46	-3,76	1,22	4,79
8	-10,64	-9,02	-7,85	-4,38	0,57	4,19
9	-10,70	-9,13	-8,13	-4,91	-0,04	3,65
10	-10,76	-9,17	-8,35	-5,37	-0,62	3,16
11	-10,80	-9,19	-8,57	-5,78	-1,19	2,69
12	-10,93	-9,26	-8,83	-6,16	-1,72	2,29
13	-11,12	-9,41	-9,13	-6,48	-2,18	1,95
14	-11,34	-9,63	-9,43	-6,71	-2,50	1,75
15	-11,57	-9,85	-9,63	-6,78	-2,60	1,64
16	-11,68	-9,99	-9,67	-6,63	-2,43	1,76
17	-11,68	-9,95	-9,45	-6,21	-1,94	2,09
18	-11,47	-9,70	-8,93	-5,52	-1,24	2,66
19	-11,08	-9,20	-8,14	-4,59	-0,10	3,43
20	-10,54	-8,49	-7,15	-3,51	+1,01	4,33
21	-9,94	-7,67	-6,09	-2,39	2,28	5,27
22	-9,36	-6,86	-5,11	-1,38	3,34	6,14
23	-8,91	-6,20	-4,36	-0,59	4,14	6,88
Mittel.	-10,33	-8,27	-7,15	-3,71	+0,92	4,44

Stunden. (Cels.). (Fortsetzung.)

v. Paris 4° 45'. Höhe 2473 M. 7613 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
+8°,84	+7°,78	+4°,89	+0°,83	-3°,24	-6°,15	+0°57	Mg.
9,02	7,92	5,03	0,94	-3,10	-6,03	0,69	1 <sup>h</sup> p. m.
8,93	7,83	4,95	0,95	-3,20	-6,08	0,55	2
8,62	7,57	4,69	0,58	-3,49	-6,29	0,20	3
8,15	7,18	4,31	0,20	-3,90	-6,61	-0,30	4
7,60	6,73	3,88	-0,24	-4,37	-6,98	-0,86	5
7,02	6,27	3,48	-0,69	-4,82	-7,32	-1,40	6
6,45	5,82	3,14	-1,10	-5,18	-7,58	-1,87	7
5,91	5,40	2,87	-1,44	-5,42	-7,74	-2,26	8
5,40	5,00	2,66	-1,73	-5,55	-7,79	-2,58	9
4,91	4,60	2,47	-1,98	-5,60	-7,79	-2,84	10
4,44	4,19	2,28	-2,20	-5,63	-7,73	-3,09	11
4,00	3,78	2,05	-2,41	-5,68	-7,71	-3,35	Mn.
3,61	3,41	1,79	-2,60	-5,77	-7,73	-3,61	1 <sup>h</sup> a. m.
3,34	3,12	1,54	-2,76	-5,91	-7,82	-3,83	2
3,22	2,97	1,33	-2,84	-6,05	-7,95	-3,98	3
3,31	3,01	1,24	-2,81	-6,16	-8,07	-3,98	4
3,64	3,28	1,31	-2,63	-6,17	-8,14	-3,79	5
4,22	3,77	1,58	-2,29	-6,02	-8,10	-3,38	6
5,00	4,45	2,04	-1,80	-5,70	-7,94	-2,77	7
5,90	5,25	2,64	-1,21	-5,26	-7,64	-2,02	8
6,84	6,06	3,32	-0,57	-4,67	-7,25	-1,20	9
7,70	6,81	3,98	+0,03	-4,09	-6,81	-0,44	10
8,39	7,40	4,53	0,52	-3,58	-6,43	+0,18	11
6,02	5,40	3,00	-1,14	-4,94	-7,32	-1,89	Mittel.

## Bemerkungen über die Wahl der Beobachtungsstunden.

Die vorhergehenden Tabellen geben uns zugleich einen Anhaltspunkt, die aus verschiedenen Stundencombinationen abgeleiteten Mittel mit dem wahren Tagesmittel zu vergleichen.

Bekanntlich sind verschiedene Combinationen von Beobachtungsstunden vorgeschlagen worden, welche mit Anwendung sehr einfacher Coëfficienten für alle Monate und für sehr verschiedenartige Temperaturcurven Werthe liefern, die dem wahren Mittel sehr nahe entsprechen. Ich nenne als die bekanntesten<sup>1</sup>  $\frac{VII+II+IX}{3}$ ,  $\frac{VII+II+IX}{4}$ ,  $\frac{VI+II+X}{3}$ ,  $\frac{VIII+IX+VIII+IX}{4}$ ,  $\frac{VI+III+IX}{3}$  u. s. w. Bei Anwendung der Combination von  $\frac{VI+II+X}{3}$  ist der gleichmässige Abstand zwischen je 2 Beobachtungsstunden sehr günstig, wie die später folgenden Tabellen der Abweichungen zeigen.

Da die Beobachtungen hinreichend getrennt sind, ist hier auch der Temperaturgang während der Nacht mehr berücksichtigt als bei den anderen Combinationen. Dies scheinen wenigstens solche Punkte zu bestätigen, deren Nachttemperaturen durch absteigende Luftströme deprimirt werden. Für diese geben die meisten anderen Combinationen stets die Wärme etwas zu gross.

So vortheilhaft jedoch auch diese von DOVE bei den preussischen Stationen eingeführte Combination ist, so wird sie doch verhältnissmässig selten von Freunden der Meteorologie, die aus eigenem Interesse mit Beobachtungen sich beschäftigen, angewandt, weil die frühen Morgenstunden und die späten Abendstunden besonders im Winter etwas unbequem sind.

Wir hatten leider oft Gelegenheit zu sehen, wie bei den sorgfältigsten und regelmässigsten Beobachtungen, die auf unsere Bitte an verschiedenen, besonders an hohen, Punkten angestellt wurden, stets im Winter sehr frühe Abendstunden statt der ursprünglich gewünschten angenommen wurden<sup>2</sup>.

Es wird dadurch nicht nur die Berechnung der Tagesmittel sehr umständlich, sondern sie wird zugleich ungeachtet aller Vorsicht bei den Reductionen etwas ungenauer, als wenn passende Beobachtungsstunden gleichmässig eingehalten werden können. Dieser Umstand und zugleich die Hoffnung, dass manche Freunde der

1) Die erste Combination wurde von der Mannheimer meteorologischen Gesellschaft vorgeschlagen; KAEMTZ hat ihr die 2te Form gegeben, welche weit bessere Resultate liefert. Die 3te Combination ist jene, nach welcher die unter DOVE's Leitung stehenden Beobachtungen in Preussen berechnet werden. Die 4te und 5te Formel werden angewandt, um aus den Beobachtungen am St. Bernhard die Mittel abzuleiten.

2) Vergl. die Zeiten der Beobachtungen in den folgenden Angaben über neue Stationen, und Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 323.

Meteorologie sich lieber zu Beobachtungen entschliessen möchten, wenn die Stunden möglichst bequem gelegen sind, bewog mich folgende kleine Untersuchung über die Ableitung des Tagesmittels aus den Extremen und der Beobachtung um 9<sup>h</sup> a. m. anzustellen.

AL. VON HUMBOLDT hat bekanntlich zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das arithmetische Mittel der Extreme bereits einen ziemlich guten Anhaltspunkt für die Beurtheilung der mittleren Temperatur biete.

In den einzelnen Monaten jedoch sind an Orten im Niveau des Meeres oder in geringen Höhen die arithmetischen Mittel der Extreme im allgemeinen etwas wärmer als das wahre Tagesmittel, besonders im Herbst. Die Sommermonate sind häufig, auf diese Weise berechnet, etwas zu kalt.

An hohen Punkten, z. B. am St. Bernhard, ist das Mittel der Extreme in allen Monaten wärmer als das wahre Mittel, und die Differenz ist in einzelnen Monaten oft sehr beträchtlich.

HALLSTRÖM<sup>1</sup> und KÄMTZ<sup>2</sup> haben versucht aus den Angaben des Maximum und Minimum, mit Einführung eines für die einzelnen Monate veränderlichen Coëfficienten; die mittleren Temperaturen durch folgende Formel zu berechnen:

$$T = m + v \cdot (M - m),^3$$

wobei  $m$  das Minimum,  $M$  das Maximum und  $v$  den Coëfficienten der verschiedenen Monate bezeichnet.

Werthe des Coëfficienten  $v$  in der Formel  $T = m + v(M - m)$ .

Monate.	Für Beobachtungen zu den kältesten u. wärmsten Stunden.	Für Beobachtungen der wahren Temperaturextreme an Thermometrographen.
Januar.	0,388	0,507
Februar.	0,411	0,476
März.	0,468	0,475
April.	0,481	0,466
Mai.	0,512	0,459
Juni.	0,501	0,453
Juli.	0,488	0,462
August.	0,500	0,451
September.	0,482	0,433
October.	0,433	0,447
November.	0,381	0,496
December.	0,357	0,521

1) HALLSTROEM: Ueber die Bestimmung der mittleren Wärme. POGGENDORFF's Ann. IV. S. 373—419.

2) KÄMTZ Lehrbuch der Meteorologie I. S. 97.

3) Diese Formel wurde erhalten, indem sie die Tagescurve in 4 Parabeln zerlegten und den Flä-

In einzelnen Fällen scheinen jedoch die Resultate noch Abweichungen zu zeigen, die nicht unbedeutend sind, und selbst mehr als einen halben Grad betragen.

Für Genf z. B. ergibt diese Formel<sup>1</sup>

im Juli 17,28, wahres Mittel 17,87, Unterschied  $-0,59^{\circ}$  C.;

im Aug. 16,24, „ „ 16,97, „  $-0,73^{\circ}$  C.

Nimmt man an, dass der Coefficient  $v$  der Formel  $T = m + v(M - m)$  constant wäre und einen mittleren Werth hätte, der zwischen 0,521 und 0,433 liegt, etwa 0,477; so werden für Padua, Kremsmünster und Genf etc. die berechneten Mittel im Durchschnitte für die Wintermonate zu kalt, für die Sommermonate zu warm. An sehr hohen Orten scheinen die Unterschiede sehr unbedeutend zu sein; am St. Bernhard z. B. werden jetzt alle Monate zu warm, bei denen der Unterschied  $0,1^{\circ}$  C. erreicht.

An den niedrigeren Punkten ist aber die Temperatur um IX Uhr Morgens im Winter zu warm, im Sommer zu kalt. Es lässt sich also daraus übersehen, dass man für diese erwarten darf, eine Combination zwischen den Extremen und der Wärme um IX Uhr aufzufinden, welche mit constanten Coëfficienten in allen Monaten ziemlich gut entsprechen wird. Am St. Bernhard ist zwar die Temperatur um IX<sup>h</sup> a. m. in allen Monaten wärmer als das Mittel. Zugleich tritt aber hier auch der Umstand ein, dass eine ungleiche Veränderung des Maximums und des Minimums, zum Beispiel die Wahl eines grösseren Coëfficienten für das Minimum als für das Maximum, bedeutendere Differenzen im berechneten Mittel hervorbringt, als in den tieferen Stationen.

Indem ich also annahm, dass

$$T = xm + yM + z IX \text{ a. m.}$$

sei, suchte ich die Coëfficienten nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen. Bezeichnen wir das wahre Monatsmittel mit  $f$ ; so erhält man bekanntlich die Coëfficienten der obigen Formel aus folgenden Gleichungen:

$$x \sum m^2 + y \sum mM + z \sum mIX - \sum mf = 0$$

$$x \sum mM + y \sum M^2 + z \sum MIX - \sum Mf = 0$$

$$x \sum mIX + y \sum MIX + z \sum IX^2 - \sum IXf = 0$$

Die betreffenden Summen wurden gebildet, indem ich von jeder der 4 Stationen Padua, Kremsmünster, Genf und St. Bernhard den wärmsten und kältesten Monat (Januar und Juli) berücksichtigte (mit Annahme nur einer Decimalstelle)<sup>2</sup>.

cheninhalt derselben bestimmten. Die Werthe des Coëfficienten  $v$  sind die im Cours de météorol. trad. par MARTINS p. 22 mitgetheilten, (sie sind auch enthalten im Lehrbuche u. s. w.; die letzteren aber weichen etwas von den in den franz. Ausgabe enthaltenen und später neu berechneten ab).

1) Mit zu Grundelegung der wahren Extreme, mithin auch der 2ten Verticalreihe der vorhergehenden Tabelle.

2) Die Zahlenwerthe der obigen Summen wurden:

$\sum m^2 = 1037,2$	$\sum mM = 1411,1$	$\sum mf = 1231,2$
$\sum M^2 = 2055,0$	$\sum mIX = 1292,9$	$\sum Mf = 1739,3$
$\sum IX^2 = 1653,2$	$\sum MIX = 1830,3$	$\sum IXf = 1560,9$

Die Constanten ergaben sich daraus:  $x = 0,498$ ;  $y = 0,4427$ ;  $z = 0,07$ .

Da nur zwei Monate zur Ableitung dieser Coëfficienten benützt waren, liess sich eine kleine Verbesserung derselben auf empirischem Wege versuchen.

Es zeigten die Resultate im allgemeinen etwas geringere Abweichungen und zugleich wurde die Berechnung etwas vereinfacht, indem ich setzte:

$$x = 0,5$$

$$y = 0,4$$

$$z = 0,11$$

In der Tabelle S. 328 bis 333 sind für Padua, Kremsmünster etc. die Correctionen für die verschiedenen Combinationen gegeben.

In Padua und Kremsmünster wurden nur die Temperaturen der wärmsten und kältesten Stunde, nicht die absoluten Extreme benützt; für Genf und den St. Bernhard waren die absoluten Extreme selbst unmittelbar durch Auflösung der Gleichungen für die einzelnen Monate bestimmt. PLANTAMOUR, der dieselben berechnete, erhielt folgende Werthe:

## Werthe der Extreme für die einzelnen Monate.

Genf.

St. Bernhard.

Monate.	Maximum.		Minimum.		Maximum.		Minimum.	
	Z. P. M.	T° C.	Z. A. M.	T° C.	Z. P. M.	T° C.	Z. A. M.	T° C.
Januar	2 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup>	1,22	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	-1,94	0 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	-8,60	4 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	-11,71
Februar	2 13	4,28	6 4	-0,65	0 45	-5,70	4 21	-10,00
März	2 13	7,86	4 16	0,43	0 39	-3,85	3 40	-9,68
April	2 10	11,81	3 35	4,95	0 48	0,00	2 51	- ,79
Mai	2 15	16,88	3 19	8,69	0 50	4,75	2 54	-2,61
Juni	2 46	20,92	2 43	11,94	1 15	7,59	2 58	1,64
Juli	2 49	22,27	3 11	13,00	1 9	9,02	3 6	3,22
August	2 46	21,54	3 26	11,88	1 6	7,92	3 18	2,96
September	2 29	18,46	3 58	9,96	1 7	5,03	4 8	1,24
October	1 43	12,59	4 4	6,58	1 2	0,94	3 16	-2,85
November	1 32	7,17	5 16	2,80	1 6	-3,10	4 33	-6,18
December	1 42	2,50	6 6	-0,49	1 12	-6,02	5 12	-8,14
Jahr	2 13	12,31	3 44	5,77	0 57	0,70	3 31	-4,00

Diese Uebersicht lässt zugleich erkennen, dass an dem höheren Orte die Zeit des Minimums weit geringeren Veränderungen unterworfen ist, und dass am St.

Bernhard das Maximum stets früher eintritt als in Genf<sup>1</sup>. Vergleicht man diese Temperaturen mit jenen der kältesten und wärmsten Stunden in den Tabellen S. 318 u. ff., so zeigt sich, dass es für die Berechnung des Tagesmittels nach der Formel  $T = 0,4M + 0,5m + 0,11IX_a$  ganz ohne Einfluss ist, welche von beiden Werthen man wählt. Muss auch angenommen werden, dass an anderen Orten, z. B. in Padua, die Abweichungen der extremen Stunden von den wahren Extremen grösser ist, so wird doch auf das Resultat dieser Umstand wenig Einfluss äussern, weil für das Maximum und Minimum die Abweichungen entgegengesetzte Zeichen haben. Da überdies der Coëfficient des Minimums grösser ist als jener des Maximums, so wird dadurch zugleich der Umstand berücksichtigt, dass sich zur Zeit des Minimums die Temperatur ein wenig rascher ändert, als zur Zeit des Maximums.

Die Zusammenstellungen der Correctionen in den folgenden Tabellen zeigen demnach, dass sich aus der Beobachtung um IX Uhr Morgens und den Extremen durch die Formel  $T = 0,4M + 0,5m + 0,11IX$  die mittlere Tagestemperatur bestimmen lässt; die Correctionen sind nahe zu eben so gross, als jene der Combination<sup>2</sup>  $\frac{VII + II + 2IX}{4}$ . In Tabelle 5 sind zugleich die Resultate der verschiedenen Stundencombinationen für kürzere Reihen an sehr hohen Orten beigefügt<sup>3</sup>.

Die hier angegebenen Combinationen sind empirisch gefunden. Man kann jedoch auch auf directem Wege die mittlere Temperatur durch das Verfahren der mechanischen Quadratur bestimmen, und man wendet dabei am besten die von GAUSS vorgeschlagene Methode an; es wird die Berechnung nicht nach gleich weit abstehenden Ordinaten ausgeführt, sondern die Ordinaten selbst werden dabei so ausgewählt, dass sie eine möglichst genaue Annäherung geben<sup>4</sup>.

1) Vergl. Cap. IX. S. 289.

2) Die Abweichungen beider Formeln haben, wie es scheint, gewöhnlich entgegengesetzte Zeichen. Würde man demnach um VII. IX<sub>a</sub>. II u. IX<sub>p</sub> beobachten und zugleich die Extreme bestimmen, so lassen sich, wie ich in der 6ten Horizontalreihe der Tabellen anzudeuten versuchte, sehr gute Bestimmungen der mittleren Temperatur erreichen. — Man kann die Resultate der verschiedenen Stundencombinationen unter sich annähernd vergleichen, indem man die Abweichungen für alle einzelnen Monate, also 48° Werthe für jede Combination der Grösse nach, ohne Berücksichtigung des Zeichens ordnet, und den Werth, der in dieser Reihe zwischen dem 24. und 25. Gliede liegt, als wahrscheinlichen Fehler betrachtet. Man erhält dann

$$\begin{array}{ll} \text{für } \frac{VII + II + 2IX}{4} : & 0,10^\circ \text{ C. ; } \quad \text{für } \frac{VI + II + X}{3} : \quad 0,04. \\ \text{für } 0,4M + 0,5m + 0,11IX : & 0,08 ; \quad \text{für die Mittel aus den} \\ \text{für das Mittel aus beiden :} & 0,04 ; \quad \text{täglichen Extremen : } 0,18. \end{array}$$

3) Die Abweichungen lassen erkennen, dass auch unter diesen unregelmässigen Verhältnissen die Combination  $\frac{VI + II + X}{3}$  durch günstige Resultate sich auszeichnet.

4) Vergl. Gauss Comment. Gött. 1811 und MINDING Handb. der Differential- und Integralrechnung. 1836. S. 231. Dort ist auch die von JACOBI gegebene Herleitung enthalten.

Um diese Methode für die Berechnung der mittleren Tagestemperatur anzuwenden, ist es nöthig die Temperaturcurve in 2 Theile zu zerlegen, deren einer dem Tage, der andere der Nacht entspricht. Beide sind vom Sonnenaufgange und vom Sonnenuntergange begrenzt. Zugleich sind wenigstens 4 Beobachtungen nöthig, 2 am Tage und 2 während der Nacht. Da die Grösse der beiden Theile im Laufe des Jahres sich ändert, müssen auch die Beobachtungsstunden geändert werden.

ENKE<sup>1</sup> hat dieses Verfahren fünf Jahre hindurch (1836 bis 1840) angewandt, um für Berlin aus 3 Beobachtungen die mittlere Tageswärme (zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang) zu bestimmen.

Setzt man die Tageslänge = 1, so wird folgendes die Werthe der Ordinaten  $a_1, a_2 \dots$  und ihrer Coëfficienten,  $k_1, k_2 \dots$ :

Für 2 Beobachtungen:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0,211325 & k_1 &= k_2 = \frac{1}{2} \\ a_2 &= 0,788675 \end{aligned}$$

Für 3 Beobachtungen:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0,112702 & k_1 &= k_3 = \frac{5}{18} \\ a_2 &= 0,5 & k_2 &= \frac{4}{9} \\ a_3 &= 0,887298 \end{aligned}$$

Für 4 Beobachtungen:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0,069432 & k_1 &= k_4 = 0,773927 \\ a_2 &= 0,330001 & k_2 &= k_3 = 0,326073 \\ a_3 &= 0,669991 \\ a_4 &= 0,930568 \end{aligned}$$

Ist auf dieselbe Weise die Temperatur des Tages und der Nacht gefunden, so erhält man die mittlere Wärme der 24 Stunden, indem man das Resultat jeder Gruppe mit der Zahl der Stunden multiplicirt, die sie umfasst, und die Summe beider Produkte durch 24 dividirt.

Für die unmittelbare Ausführung ähnlicher Beobachtungen, welche die 24stündige Periode umfassen, dürfte jedoch die Lage der Stunden und ihre Veränderlichkeit stets eine wesentliche Schwierigkeit bieten. Sehr vorthellhaft jedoch lässt sich diese Methode auch für das Problem der mittleren Temperaturen anwenden, um aus den graphischen Aufzeichnungen zuverlässiger registrierender Instrumente die wahren Mittel abzuleiten.

Wenn man sich das Schema derjenigen Stunden, die in jedem Monat nöthig sind, entworfen hat, ist es weit einfacher, nur diese Punkte der Curve in Grade zu übersetzen, und mit den entsprechenden Coëfficienten zu versehen, als für jede volle Stunde die Uebersetzung der Curve auszuführen.

2) Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Berlin. Bd. 3. S. XX. 1848.

## Vergleichung verschiedener

## 1. Padua.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	3,71	4,89	7,68	13,03	19,97	21,93
Correctionen für:						
IX a. m.	+0,83	+0,98	+0,57	+0,42	-1,40	-1,65
$\frac{M+m}{2}$	-0,13	-0,04	+0,10	+0,08	+0,12	+0,05
(a) $\frac{VII+II+2IX_p}{4}$	-0,06	-0,13	-0,10	-0,10	-0,05	+0,09
(b) $0,4M+0,5m+0,11 IX_a$	+0,05	+0,20	+0,27	+0,26	+0,10	+0,03
$\frac{a+b}{2}$	0	+0,03	+0,08	+0,08	+0,02	+0,06
$\frac{VI+II+X}{3}$	-0,05	-0,01	+0,13	+0,29	+0,14	+0,12

## 2. Kremsmünster.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	-3,26	-1,01	2,66	6,18	12,85	16,72
Correctionen für:						
IX a. m.	+0,44	+0,84	+0,37	+0,18	-0,56	-1,08
$\frac{M+m}{2}$	-0,24	-0,40	-0,08	-0,04	+0,10	+0,32
(a) $\frac{VII+II+2IX_p}{4}$	-0,09	-0,21	-0,09	0	-0,30	-0,38
(b) $0,4M+0,5m+0,11 IX_a$	0	-0,06	+0,19	+0,18	+0,25	+0,36
$\frac{a+b}{2}$	-0,04	-0,13	+0,05	+0,09	-0,02	-0,01
$\frac{VI+II+X}{3}$	-0,07	-0,20	+0,09	+0,18	+0,03	-0,01

## Stundencombinationen.

## 1. Padua.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
26,06	22,79	18,38	14,93	7,74	3,84	13,75	Mittel.
							Correctionen für:
-2,07	-1,14	-0,22	+0,29	+0,24	+0,53	-0,20	IX a. m.
+0,02	-0,23	-0,13	-0,28	-0,60	-0,51	-0,13	$\frac{M+m}{2}$
+0,09	+0,05	-0,12	+0,02	+0,02	+0,16	-0,04	(a) $\frac{VII+II+2IX_p}{4}$
-0,03	+0,07	+0,08	-0,15	-0,37	-0,05	-0,06	(b) $0,4M+0,5m+0,11IX_a$
-0,03	+0,06	-0,02	-0,08	-0,17	-0,05	-0,05	$\frac{a+b}{2}$
+0,16	+0,29	+0,06	+0,01	-0,09	+0,20	+0,06	$\frac{VI+II+X}{3}$

## 2. Kremsmünster.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	
18,01	16,69	13,55	8,29	1,49	0,27	Mittel.
						Correctionen für:
-0,52	-0,46	+0,35	+0,77	+0,64	+0,47	IX a. m.
+0,01	+0,05	-0,03	-0,34	-0,30	-0,31	$\frac{M+m}{2}$
-0,17	-0,21	-0,20	-0,24	-0,16	-0,08	(a) $\frac{VII+II+2IX_p}{4}$
+0,07	+0,14	+0,20	-0,02	-0,07	-0,12	(b) $0,4M+0,5m+0,11IX_a$
-0,05	-0,03	0	-0,11	-0,11	-0,10	$\frac{a+b}{2}$
+0,06	+0,07	+0,11	-0,13	-0,15	-0,16	$\frac{VI+II+X}{3}$

Vergleichung verschiedener

## 3. Genf.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	-0,66	+1,55	4,26	8,46	12,96	16,64
Correctionen für:						
XI a. m.	+0,57	+0,93	+0,21	-0,42	-0,86	-1,02
$\frac{M+m}{2}$	-0,30	-0,27	+0,01	+0,08	+0,18	+0,21
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	-0,09	-0,07	-0,33	-0,30	-0,34	-0,43
(b) $0,4M+0,5m+0,11IXa$	-0,04	+0,09	+0,35	+0,28	+0,34	+0,36
$\frac{a+b}{2}$	-0,06	+0,01	+0,01	-0,01	0	-0,03
$\frac{VI+II+X}{3}$	-0,10	-0,02	+0,02	+0,03	-0,04	+0,01

## 4. St. Bernhard.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	-10,33	-8,27	-7,15	-3,71	+0,92	4,44
Correctionen für:						
IX a. m.	-0,39	-0,60	-1,06	-1,32	-1,36	-0,83
$\frac{M+m}{2}$	-0,16	-0,42	-0,38	-0,30	-0,15	-0,17
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	-0,01	+0,08	-0,01	-0,05	-0,16	-0,11
(b) $0,4M+0,5m+0,11IXa$	+0,05	-0,15	-0,10	-0,05	+0,07	0
$\frac{a+b}{2}$	+0,02	-0,03	-0,05	-0,05	+0,04	-0,05
$\frac{VI+II+IX}{3}$	+0,01	0	0	0	0	0

Stundencombinationen. (Fortsetzung.)

## 3. Genf.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
17,87	16,97	14,32	9,35	4,70	0,73	8,97	Mittel.
							Correctionen für:
-0,89	-0,87	-0,37	-0,19	+0,29	+0,42	-0,19	IX a. m.
+0,24	+0,26	+0,11	-0,23	-0,28	-0,28	+0,02	$\frac{M+m}{2}$
-0,45	-0,44	-0,29	-0,12	-0,09	0	-0,25	(a) $\frac{VII+II+2IX_p}{4}$
+0,40	+0,45	+0,34	-0,03	-0,05	-0,06	+0,15	(b) $0,4M+0,5m+0,11IX_a$
-0,02	0	-0,02	-0,07	-0,07	-0,03	-0,05	$\frac{a+b}{2}$
0	+0,04	+0,11	+0,04	-0,02	-0,04	+0,01	$\frac{VI+II+X}{3}$

## 4. St. Bernhard.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
6,02	5,40	3,00	-1,14	-4,94	-7,32	-1,89	Mittel.
							Correctionen für:
-0,82	-0,66	-0,32	-0,57	-0,27	-0,07	-0,69	IX a. m.
-0,10	-0,04	-0,13	-0,18	-0,30	-0,24	-0,24	$\frac{M+m}{2}$
-0,16	-0,17	-0,08	-0,04	+0,06	+0,08	-0,04	(a) $\frac{VII+II+2,IX_p}{4}$
+0,05	+0,08	0	-0,03	-1,10	-0,04	-0,04	(b) $0,4M+0,5m+0,11IX_a$
+0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	+0,02	-0,04	$\frac{a+b}{2}$
0	0	0	0	0	0	0	$\frac{VI+II+IX_p}{3}$

## 5. Beobachtungen an hohen Punkten in einzelnen Monaten.

	Johannishütte. 2463 M. 7581 P. F. Aug. u. Sept. 1848.	Vincenthütte. 3162 M. 7581 P. F. Sept. 1851	Col du Géant. 3413 M. 10506 P. F. Juli 1788.	Gr. Plateau M. Blanc. 3930 M. 12100 P. F. Aug. 1844.
Mittel.	+4,1	+0,3	+2,9	-4,3
Correctionen für:				
IX a. m.	-2,3	-2,4	-1,2	-1,3
$\frac{M+m}{2}$	-0,5	+0,4	-0,3	-0,1
$\frac{VII+II+2IXp}{4}$	-0,4	0	-0,1	+0,2
$0,4M + 0,5m + 0,11IXa$	-0,2	+0,5	-0,1	-0,1
$\frac{VI+II+X}{3}$	-0,1	+0,3	-0,3	+0,3

## II. MONATLICHE MITTEL NEUER BEOBACHTUNGSSTATIONEN.

## 1. Kärnten.

Nach den Beobachtungen PRETTNER's, welche die letzten 10 Jahre 1842 bis 1852 incl. umfassen, ist die mittlere Temperatur der einzelnen Monate in Klagenfurt folgende: (Réaum.)

Klagenfurt 1843 bis 1852.	$\frac{\text{VII} + \text{II} + 2 \text{IX}}{4}$
December $-3,44^{\circ}$ R.	März $+1,46^{\circ}$ R.
Januar $-4,42$	April $7,01$
Februar $-1,88$	Mai $10,76$
Winter . . $-3,25$	Frühling . . $6,41$
Juni $14,27$	September $10,51$
Juli $14,73$	October $7,42$
August $13,66$	November $1,05$
Sommer . . $14,22$	Herbst . . . $6,33$

Die früheren Beobachtungen des Herrn MATHIAS ACHAZEL, Professor der Mathematik in Klagenfurt (gestorben 1845) umfassen die Zeit von 1801 bis 1845. Die Beobachtungsstunden waren 8<sup>h</sup> Morgens, 1<sup>h</sup> und 6<sup>h</sup> Abends. ACHAZEL, der daraus das arithmetische Mittel nahm, erhielt also die Wärme zu gross.

Er hatte nach diesem Verfahren folgende Mittel seiner langen Beobachtungsreihe gefunden: (Réaum.)

Klagenfurt 1801 bis 1845.	$\frac{\text{VII} + \text{I} + \text{VI}}{3}$
December $-7,67^{\circ}$ R.	März $3,94^{\circ}$ R.
Januar $-3,87$	April $9,21$
Februar $-1,32$	Mai $13,59$
Winter . . . $2,32$	Frühling . . $8,91$
Juni $15,70$	September $12,64$
Juli $17,02$	October $7,89$
August $15,02$	November $2,10$
Sommer . . $16,21$	Herbst . . $7,54$

Da diese Mittel die Temperatur nothwendig zu hoch ergeben, hat Herr PRETTNER die Beobachtungen von 1830 bis 1845 in der Art umgerechnet, dass er die Mittel

der einzelnen Beobachtungsstunden zusammenstellte, und dies nach dem von KÄMTZ und SCHOUW angegebenen Verfahren mit Correctionen versah, um die wahren Tagesmittel daraus abzuleiten.

Für die einzelnen Monate fand er folgende Temperaturen:

Klagenfurt 1830 bis 1845 Reducirt auf die Stundencombination.  $\frac{VII+II+2IX}{4}$

December	—2,97° R.	März	1,57° R.
Januar	—4,03	April	7,51
Februar	—1,35	Mai	11,03
Winter ..	—2,78	Frühling ..	6,70
Juni	14,83	September	10,73
Juli	15,07	October	7,45
August	14,21	November	0,97
Sommer ..	14,70	Herbst . . .	6,38

Man kann demnach die mittlere Temperatur von Klagenfurt der 25jährigen Beobachtungsreihe gleichsetzen, oder den neueren Zeitraum auf wahre Mittel reduciren, nämlich die Beobachtungen PRETTNER's, die sich durch die Sorgfalt der Ablesungen, durch die Wahl der Stunden und die Richtigkeit der Instrumente jedenfalls sehr wesentlich von jenen ACHAZEL's auszeichnen.

PRETTNER's Thermometer befinden sich in einem freien, auch dem Nordwinde zugänglichen Garten, während sich bei der früheren Beobachtungsreihe das Thermometer innerhalb der Stadt selbst, und zwar an einem gegen Nordwinde sehr geschützten Platze befand.

Um die zehnjährigen Mittel von 1843 bis 1852 (exclusive Nov. u. Dec. 1852) auf wahre Mittel zu reduciren, benützte ich die von DOVE mitgetheilten Abweichungen der Temperatur für Wien von 1843 bis 1850; für 1851 und 1852 führte er die Abweichungen ein, die aus den Berliner Beobachtungen abgeleitet sind, was die mittleren Correctionen gewiss nicht verändert.

Die Abweichungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen für November und December 1852 sind eingeklammert, weil sie bei der Reduction der Mittel nicht in Rechnung gebracht wurden; diese beiden Monate für 1852 fehlen nämlich in der Tabelle der vorhergehenden Seite, die ich im November 1852 erhielt; sie reicht vom 1. Januar 1843 bis Ende October 1852.

## Abweichungen der Monatsmittel der Jahre 1843 bis 1852. °R.

Jahr.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
1843	1,95	4,10	-1,47	-0,62	-2,14	-2,57
1844	-0,14	-1,01	-1,71	0,02	-1,03	-0,01
1845	1,80	-3,35	-4,28	0,11	-2,88	-1,28
1846	2,34	1,76	1,52	0,74	0,11	0,78
1847	-1,68	-0,56	-1,55	-2,13	0,79	-3,29
1848	-4,90	1,23	0,82	1,15	-1,73	0,53
1849	-0,86	2,51	-1,06	-1,98	-1,37	-0,15
1850	-2,95	2,37	-2,48	-0,35	-1,24	-0,70
1851	2,90	1,43	0,19	1,21	-3,17	-1,71
1852	4,72	1,66	-1,22	-2,53	0,31	-0,26

Jahr.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.
1843	-1,29	-0,75	-1,50	-0,64	-0,52	2,59
1844	-2,23	-2,48	-0,11	0,96	1,55	-3,61
1845	-0,09	-2,16	-1,46	0,37	0,87	2,00
1846	1,82	0,56	0,25	2,49	-1,87	-1,59
1847	-1,21	-0,40	-2,48	-1,88	-1,44	-0,22
1848	-1,33	-1,62	-1,19	0,76	-0,39	-0,66
1849	-1,89	-3,01	-1,85	-0,74	-1,43	-1,67
1850	-1,90	-0,83	-2,50	-1,20	1,14	0,17
1851	-1,15	0,01	-1,28	1,30	-1,74	0,68
1852	1,41	0,78	-0,08	-0,92	(1,70) <sup>1</sup>	(3,26) <sup>1</sup>

Es wurden also an den oben Seite 333 angeführten Monatsmittel als Correctionen angebracht: (Réaum.)

Januar	-0,32° R.	Juli	+0,69° R.
Februar	-1,01	August	+0,99
März	+1,12	September	+1,33
April	+0,44	October	-0,05
Mai	+1,24	November	+0,35
Juni	+0,87	December	+0,23 <sup>2</sup>

woraus sich folgende Werthe ergeben:

1) Mit Berücksichtigung der Beobachtung von 1852 wäre Nov. -0,18, Dec. +0,10. °R.

2) Die ganze 10jährige Reihe ergibt für November +0,18, für December -0,10. °R.

Mittlere Temperatur für Klagenfurt. Auf wahre Mittel reducirt.

Monate.	R.	C.		R.	C.
Januar.	-4,74	-5,93	Winter.	-3,61	-4,25
Februar.	-2,89	-3,61	Frühling.	7,04	9,18
März.	2,58	3,23			
April.	7,45	9,31	Sommer.	15,07	18,44
Mai.	12,00	15,00			
Juni.	15,14	18,93	Herbst.	6,87	8,59
Juli.	15,42	16,28	Winter.	-3,61	-4,52
August.	14,65	18,31			
September.	11,84	14,80	Jahresmit.	6,42	8,02
October.	7,37	9,21			
November.	1,40	1,75			
December.	-3,21	-4,11			

Von den folgenden Stationen in Kärnthen wurden uns seit mehreren Jahren von Herren PRETTNER die Beobachtungen mitgetheilt. Sie werden jetzt monatlich in „Mittheilungen über Gegenstände der Landwirthschaft und Industrie Kärnthens“ und seit 1853 auch in den Monatsberichten der Wiener Academie<sup>1</sup> veröffentlicht.

Ich versuchte die bisher vorhandenen Beobachtungsreihen auf wahre Mittel zu reduciren, indem ich zunächst die gleichzeitigen Abweichungen der Wärme in Klagenfurt zu Grunde legte.

Zugleich suchte ich bei manchen Stationen einige kleine Unregelmässigkeiten dadurch zu entfernen, dass ich bei nahe gelegenen Orten, wenn zugleich der Höhenunterschied nicht sehr gross war, das Mittel der Abweichungen zweier Orte als Correction für beide anwandte. Ferner zeigte sowohl der monatliche Gang der Wärme als die Beobachtungen der einzelnen Stunden, dass die periodischen Veränderungen am Obir, besonders am obersten Beobachtungspunkte, bedeutend geringer sind, als an den übrigen Stationen. Aehnliches lassen auch die bereits vorhandenen Beobachtungsreihen, 4 Jahre, für die nicht periodischen Veränderungen erkennen. Es wurden demnach auch hier einige kleine Abweichungen von den aus Klagenfurt unmittelbar abgeleiteten Correctionen nöthig; ich suchte sie annähernd dadurch zu

1) Die monatlichen Berichte der K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus unter KREIL's einsichtsvoller Leitung umfassen bereits jetzt mehr als 40 Beobachtungsorte im österreichischen Kaiserstaate. Darunter befinden sich auch viele neue Stationen für das Alpengebiet. Diese Publicationen haben erst 1853 begonnen; dies wird mich entschuldigen, dass ich diese neuen Stationen nicht mehr in die folgenden Untersuchungen aufnehmen konnte. (Juli 1853.)

bestimmen, dass ich annahm, am Obir seien diejenigen Monate der Beobachtungsreihen dem wahren Mittel am nächsten, welche auch in Klagenfurt die geringste Abweichung zeigten<sup>1</sup>.

Die reducirten Mittel für die verschiedenen Stationen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die kleinen Zahlen neben den Höhen der Beobachtungsorte beziehen sich auf die Zahl der Jahre (bis Ende 1852).

---

1) Obwohl es kaum zu vermeiden ist, dass die hier berechneten Mittel von jenen Werthen etwas abweichen werden, welche später eine länger fortgesetzte Beobachtungsreihe ergeben wird, so schien es mir doch nöthig, diese Reductionen schon jetzt zu versuchen, um im 4ten Theile die Betrachtung der thermischen Verhältnisse der Alpen etwas näher begründen zu können.

## Uebersicht der Temperatur-

Celsius. Auf vieljährige

Monate.	Klagenfurt.	Althofen.	Radsberg.	Sörg.	Leoben.	St. Jacob.	Sagritz.	St. Peter.
	1340' (10).	2185' (3).	2402' (4).	2539' (2).	2640' (1).	2929' (2).	3520' (4).	3707' (3).
Januar	-5,93	-5,7	-6,0	-4,6	-6,1	-5,3	-4,3	-6,4
Februar	-3,61	-1,3	-2,4	-1,4	-2,6	-4,0	-3,1	-5,3
März	3,21	2,6	3,1	2,6	1,5	0,5	1,0	0,4
April	9,31	7,8	8,4	8,1	6,6	6,4	5,1	5,1
Mai	15,00	12,1	12,9	13,1	10,8	10,6	9,8	8,4
Juni	18,93	16,3	17,5	16,4	14,9	16,6	12,4	13,3
Juli	19,28	17,4	17,6	17,8	16,0	17,0	15,5	13,5
August	18,31	16,4	16,5	17,0	15,1	16,5	13,9	13,3
September	14,80	13,1	12,0	12,4	11,9	12,3	10,9	9,4
October	9,21	8,5	8,9	7,8	7,5	8,1	6,5	5,4
November	1,75	2,1	0,5	0,9	1,4	-0,8	1,0	-2,1
December	-4,01	-2,1	-3,8	-2,0	-3,1	-2,1	-1,9	-4,1
Winter	-4,52	-3,03	-4,07	-2,67	-3,93	-3,80	-3,10	-5,27
Frühling	+9,17	+7,50	+8,13	+7,93	+6,30	+5,83	+5,30	+4,63
Sommer	18,84	16,7	17,20	17,07	15,33	16,7	13,93	13,37
Herbst	8,59	7,90	7,13	7,03	6,93	6,53	6,13	4,23
Jahr	8,02	7,27	7,10	7,34	6,16	6,32	5,57	4,24

## beobachtungen in Kärnten.

Mittel reducirt. Höhen Par. F.

Heiligenblut. 4004' (4).	St. Lorenz. 4535' (2).	Obir I. 3770' (4).	Obir II. 4948' (4).	Obir III. 6281' (4).	Johannis- hütte. 7581'.	Fleuss, Goldzeche. 8590' (1).	Gross- glockner. 12158'.	Monate.
-5,0	-6,4	-2,5	-2,7	-6,3	-10,3	-12,4	-17,5	Januar.
-3,9	-6,0	-2,6	-4,1	-7,8	-10,3	-12,6	-17,0	Februar.
0,4	-0,6	2,6	1,9	-5,6	-6,7	-9,0	-16,5	März.
4,6	4,6	6,4	4,5	-0,8	-0,9	-5,2	-12,0	April.
9,0	7,5	11,7	10,6	1,4	1,6	-0,3	-9,0	Mai.
12,1	13,6	13,4	11,6	8,1	4,5	+2,0	-7,0	Juni.
13,7	14,0	15,4	14,9	9,4	7,0	4,0	-5,5	Juli.
12,3	12,6	14,8	13,9	8,0	6,3	3,8	-5,5	August.
11,1	8,5	11,4	10,8	5,5	3,0	1,0	-6,5	September.
9,0	6,0	7,6	6,5	1,6	-0,2	-2,0	-8,5	October.
1,1	-2,8	2,9	2,3	-2,6	-5,8	-7,6	-12,5	November.
-2,3	-4,1	0,0	-0,6	-4,9	-8,0	-9,3	-15,0	December.
-3,73	-5,47	-1,70	-2,47	-6,3	-9,53	-11,43	-16,5	Winter.
+4,67	+3,83	+6,90	+5,67	-1,7	-2,0	-4,83	-12,5	Frühling.
12,70	13,40	14,53	13,47	+8,5	+5,93	+3,27	-6,0	Sommer.
7,07	3,90	7,30	6,53	+1,5	-1,0	-2,67	-9,2	Herbst.
5,18	3,91	6,76	5,80	+0,5	-1,65	-3,29	-11,0	Jahr.

Diese verschiedenen Beobachtungspunkte lassen sich bei näherer Betrachtung in 2 Gruppen unterscheiden; die eine zeichnet sich durch verhältnissmässig wenig kalte Winter aus, die andere durch strengere Winter und zugleich durch höhere Sommerwärme. Wir haben schon früher versucht, diese Verhältnisse an einzelnen dieser Stationen mit der Gestalt des Bodens zu vergleichen, und fanden dabei, dass Abhänge besonders auf südlichen Abdachungen entschieden zu dem ersteren, weniger extremen Typus gehören; die Thalsohlen und die Ebenen am Fusse grösserer Gebirge hingegen extremere Temperaturverhältnisse aufweisen. Wenn ich dies auch hier erwähne, so geschieht es nur um darauf aufmerksam zu machen, wie weit verbreitet in Gebirgen ähnliche Einflüsse sind, und wie die direct beobachtete Wärme, nämlich jene in der Nähe des Bodens, verglichen mit mittleren Verhältnissen constante Abweichungen zeigt, die sich auf das innigste an die Bodengestaltungen anschliessen und mehr oder weniger auf jeder Beobachtungsstation in Gebirgen vorkommen.

Für die obere Station des Obir (III) ist noch zu erwähnen, dass sich der Februar im Durchschnitte entschieden kälter ergab, als der Januar, eine Erscheinung, die auch am St. Bernhard sehr häufig ist; obwohl im Mittel der Januar um  $1,3^{\circ}$  C. kälter ist als der Februar, zeigte sich doch im Zeitraume von 1811 bis 1850<sup>1</sup> 13mal (in 32 Jahren, also nahe  $\frac{1}{3}$ ), dass der Januar wärmer war als der Februar.

Die grössere Kälte des Februars dürfte an manchen Orten, zum Theile wenigstens daher kommen, dass die kalte Luft der höheren Regionen, besonders jene Schichten, die in der Nähe schneebedeckter Gipfel durch Strahlung erkaltet sind, längs den Abhängen sich senken. In mittleren Höhen wird so die Luftwärme merklich deprimirt, während in den Thälern selbst wegen des höheren Standes der Sonne bereits an einzelnen, wenn auch geringen Flächen, die Schneebedeckung unterbrochen ist, und so eine theilweise Insolation des Gesteines möglich wird. Dass im Februar gerade die Alpenweiden und ihre Umgebungen durch verhältnissmässig grosse Kälte, gegenüber den tieferen Thalsohlen und Abhängen sich auszeichnen, ist in den östlichen Alpen fast sprichwörtlich geworden<sup>2</sup>.

An den Obirstationen ist, wie sich von PRETTNER'S Sorgfalt ohnehin erwarten liess, der Platz für die Instrumente so gewählt, dass dieselben von allen Störungen befreit sind, die eben nicht durch die allgemeinen Verhältnisse der Oertlichkeit selbst bedingt sind; überdies theilte mir Herr PRETTNER über die Aufstellung der Instrumente noch folgende speciellere Angaben mit:<sup>3</sup>

„Die Lage von Obir I ist eine solche, dass sie sehr wohl die verhältnissmässig hohe Wärme dieses Punktes erklärt. Das Huthaus liegt an der steilen Abdachung des Berges gegen Süden; derselbe ist von Vegetation ziemlich entblösst, da er gros-

1) Vergl. DOVE nicht periodische Aenderungen der Temperaturvertheilung. Th. V. Berl. Ac. 1853 S. 139 des Separatdruckes.

2) „Zu Lichtmess (Anfangs Februar) geht die Kälte auf die Alpen“.

3) PRETTNER in einem Briefe vom 18. Nov. 1852.

sentheils mit den Schutthalden des aus dem Berge geschafften tauben Gesteines bedeckt ist. Der Thermometer befindet sich an einer freistehenden Säule vor dem Hause; obgleich so das Thermometer selbst vor directer Besonnung und vor reflectirten Wärmestrahlen seiner Umgebungen geschützt ist, so ist doch die Wärme der umgebenden Luft keineswegs mit der freien Atmosphäre zu identificiren, da das nackte Gestein sich durch Besonnung sehr erwärmt und zugleich der Abhang dem directen Einflusse der Nordwinde nicht zugänglich ist.

Weit weniger aber können ähnliche Verhältnisse auf die Wärmebeobachtungen an Obir III von Einfluss sein. Obgleich auch an diesem Punkte die beobachtete Wärme mit jener der freien Atmosphäre nicht vollkommen identisch sein kann, so wird sie doch gewiss nur wenig davon abweichen, da Obir III bereits der Spitze des Berges sehr nahe liegt, und oberhalb des Beobachtungspunktes nur sehr wenig Masse sich befindet.“

Von den Beobachtungen an einzelnen Tagen möchte ich noch einige Verhältnisse hervorheben, bei welchen sich die Verbreitung extremer Witterungsverhältnisse in verticaler Richtung beurtheilen lässt.

Die plötzliche Aenderung der Temperatur Ende Januar 1850, wobei zugleich die grösste bis jetzt in Klagenfurt beobachtete Kälte  $-30,0^{\circ}\text{C}$ . vorkam<sup>1</sup>, war auch von sehr bedeutenden Schwankungen des Barometers begleitet. In Klagenfurt beträgt die Aenderung des Luftdruckes am Tage durchschnittlich  $1,1''$ , in 24 Stunden  $2,3''$ <sup>1</sup>. Am 27. Januar 1850 um 7 Uhr Morgens stand das Barometer bei starkem Südwinde auf  $313,5''$ . Während eines allmählig zum Sturme anwachsenden Nordwindes stieg der Luftdruck bis 9 Uhr Abends um  $9,7''$ ; das Barometer stand Abends  $323,2''$ ; bis 7 Uhr Morgens des nächsten Tages war es bis  $326,5''$  gestiegen, also um  $13'' = 29,3\text{ M.M.}$  in 24 Stunden. In Sagritz betrug die gleichzeitige Schwankung nur  $8,1''$ . Am 27. Januar erhob sich um 8 Uhr Morgens ein starker Sturm, der bis Sonnenuntergang wehte, und besonders im Möllthale eine sehr grosse Heftigkeit erreichte. Bekanntlich trat am 21. u. 22. Januar 1850 ungewöhnliche Kälte ein, die zugleich über den grössten Theil des mittleren Europa verbreitet war<sup>2</sup>. Dieser Kälteperiode war überall ein Ueberwiegen östlicher Winde vorhergegangen, das bereits mehrere Wochen angehalten hatte. Anfangs war dabei die Windesrichtung mehr N.O., später mehr S.O. In der Nacht, in welcher die höchste Kälte beobachtet wurde, erreichte das Barometer eine ungewöhnliche Höhe (das Maximum der Kälte an den Preussischen Stationen fiel nach Posen. In Bromberg zeigte der Thermometrograph  $-36,6^{\circ}\text{C}$ ., in Posen wurde an einem gewöhnlichen Thermometer um 6 Uhr  $-36,5^{\circ}\text{C}$ . beobachtet.)

Auch die Vertheilung der Kälte nach der Höhe scheint zu dieser Zeit über sehr

1) Die früheren Beobachtungen ergeben als Temperaturminimum  $-30,0^{\circ}\text{C}$ . am 2. Febr. 1830.

2) Vergl. Dove Bericht über die Preussischen Beobachtungen 1848 u. 1849. Berl. 1851. S. XIV.

weite Strecken ziemlich gleichartig gewesen zu sein, indem sowohl im Harz als in Schlesien die höheren Orte eine geringere Kälte zeigten.

Die Wärmeverhältnisse für einige Beobachtungspunkte in Kärnthen sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Bei Klagenfurt, Sagritz und Obir III ist zugleich die Richtung des Windes angegeben. (Höhen Par. F.)

Gang der Lufttemperatur in Kärnthen vom 21. bis 28. Januar 1850. Réaumur.

Klagenfurt 1340'.

Januar.	7h	2h	9h	Max.	Min.
21.	-14,8 N.O.	-6,0 N. <sub>1</sub>	-16,2 N. <sub>1</sub>	-6,0	-16,6
22.	-22,5 N.	-10,7 N. <sub>2</sub>	-20,8 N. <sub>2</sub>	-10,7	-23,3
23.	-20,8 N.	-11,0 N.	-14,5 S.	-10,8	-24,3
24.	-14,8 N.	+0,5 N.	-7,5 N.	+0,7	-15,2
25.	-9,5 N.W.	-2,0 N.W.	-7,2 N.W.	-1,2	-9,8
26.	-9,7 W.	-0,5 W.	-5,0 W.	-0,0	-9,5
27.	+6,0 N.W. <sub>1</sub>	-6,0 N.W. <sub>1</sub>	-9,0 N. <sub>4</sub>	+1,0	-9,0
28.	-18,1 N.	-6,5 N.	-14,4 N.W.	-4,9	-18,8

Sagritz 3520'.

Januar.	7h	2h	9h	Max.	Min.
21.	-4,4 N.O.	-1,4 N.O. <sub>2</sub>	-10,3 S.O.	-0,4	-10,3
22.	-14,0 O.	-8,3 N.	-12,8 N.	-8,3	-14,8
23.	-12,0 N.	-7,5 N.W.	-4,3 N.	-5,6	-12,5
24.	+4,2 S.O.	+5,9 S. <sub>2</sub>	+2,0 S. <sub>3</sub>	+5,9	-0,7
25.	-0,8 S.	+6,5 S.W.	+2,8 W.	+6,5	-0,8
26.	+0,1 S.O.	+4,1 S.O.	+0,1 S.O.	+4,5	-0,2
27.	-4,7 N. <sub>3</sub>	-10,2 N. <sub>4</sub>	-11,8 N. <sub>4</sub>	-4,5	-11,8
28.	-12,5 N. <sub>3</sub>	-6,0 N. <sub>2</sub>	-9,4 N. <sub>3</sub>	-8,5	-12,8

Althofen 2185'.

Radsberg 2402'.

Januar.	7h	2h	9h	Max.	Min.	7h	2h	9h
21.	-10,2	-4,0	-11,0	-3,1	-11,0	—	—	—
22.	-17,5	-8,3	-15,2	-8,0	-17,5	-12,1	-0,5	-10,5
23.	-17,0	-8,5	-11,5	-8,5	-17,0	-10,0	-3,5	-2,0
24.	-2,8	+5,1	+2,5	+5,5	-3,2	+1,0	+5,2	+4,0
25.	-1,2	+6,0	+1,0	+6,0	-1,8	+4,0	+7,5	+5,0
26.	-1,0	+4,0	+0,8	+4,0	-1,5	+3,0	+8,0	+4,5
27.	+0,0	-8,4	-10,0	0,0	-10,0	+0,5	-8,0	-9,5
28.	-4,5	-6,0	-10,5	-4,5	-10,5	-3,0	-6,0	-10,0

Obir I 3770'.

Obir II 4948'.

Obir III 6281'.

Jan.	7h	2h	9h	7h	2h	9h	7h	2h	9h
21.	—	—	—	—	—	-10,5	-12,5 O.	-11,0 O.	-16,0 O.
22.	-12,1	-3,5	-10,5	-14,0	-5,2	-11,0	-17,5 S.O.	-8,5 O.	-10,0 O.
23.	-10,0	-0,5	-2,0	-10,5	-1,0	-2,0	-11,0 N.	-6,0 N.	-8,0 N.
24.	+1,0	+5,2	+4,0	-1,0	+2,5	+2,0	-3,5 N.	-0,0 N.	-0,0 N.
25.	+4,0	+7,5	+5,0	+2,5	+4,0	+1,5	0,0 N.	+2,5 N.	+1,0 N.
26.	+3,0	+8,0	+4,5	+1,5	+5,5	+1,5	0,0 S.	+2,5 S.	+1,0 S.O.
27.	+4,0	-0,5	-5,5	+1,0	-2,5	-8,5	+0,5 N.	-7,5 N.	-12,5 N.
28.	-10,0	—	—	-10,2	—	—	-15,2 O.	-10,0 O.	-4,5 O.

Solche Unregelmässigkeiten in der Vertheilung der Wärme scheinen besonders dann einzutreten, wenn die Kälte sehr gross und weit verbreitet ist und zugleich die kalten Winde bereits einige Zeit lang vorgeherrscht haben, so dass allmählig die Luftschichten sich ihrer Dichtigkeit entsprechend ordnen konnten. Da gleichzeitig die Ebenen reichlich mit Schnee bedeckt waren, so mag auch das Verdunsten des letzteren in den Ebenen etwas zur Steigerung der Kälte beigetragen haben, während an den höheren Orten nur Schneeflächen von verhältnissmässig geringer Ausdehnung vorhanden waren<sup>1</sup>.

Das Abnehmen der Temperatur nach der Höhe kann aber auch bei kalten Winden bisweilen ziemlich rasch sein, und die für die Alpen gefundene mittlere Temperaturabnahme während des Winters und Herbstes 600 bis 700' für 1° C. merklich übertreffen. Als Beispiel führe ich einige Beobachtungen vom Ende November 1849 an.

1) Windstille scheint die Senkung der kalten Luftmassen besonders zu begünstigen. Es ist daher um so interessanter, dass die oben angeführte unregelmässige Kältevertheilung ungeachtet des starken Sturmes anhielt. Vergl. auch die Beobachtungen Fournet's: *Interversion de la température de l'atmosphère*. *Annales des sc. phys. et nat.* Lyon Bd. II. 1839 S. 461 bis 501 und Bravais: *De la température de l'air à diverses hauteurs au dessus du sol dans les contrées boréales* in Gaimard voyages en Scandinavie.

Gang der Lufttemperatur an einigen Punkten Kärnthens, 28. bis 30. Nov. 1849,  
während starker Nordwinde. Réaumur.

Klagenfurt 1340'.

Sagritz 3520'.

Nov.	7h	2h	9h	Max.	Min.	9h	2h	9h	Max.	Min.
28.	-4,8 N. <sub>2</sub>	-2,8 N. <sub>3</sub>	-5,5 N. <sup>1</sup>	-2,5	-6,8	-9,0	-7,0	-9,0	-6,4	-9,5
29.	-7,9 NW <sub>2</sub>	-1,0 N. W.	-5,2 N. W.	-0,5	-8,8	-10,1	-5,1	-7,8	-4,8	-10,1
30.	-5,2 W.	-1,5 W.	-3,8 W.	-1,5	-6,2	-6,3	-0,8	-2,2	-0,5	-8,6

Radsberg: 2402'.

Althofen: 2185'.

Nov.	7h	2h	9h	7h	2h	9h
28.	-8,0	-5,0	-6,0	-7,2	-4,2	-7,0
29.	-8,0	-3,0	-4,0	-8,0	-3,5	-6,8
30.	-5,5	-2,5	-2,0	-5,6	-2,5	-3,1

Obir I.: 3770'.

Obir II.: 4948'.

Obir III.: 6281'.

Nov.	7h	2h	9h	7h	2h	9h	7h	2h	9h
28.	-6,0	-4,0	-4,0	-11,5	-6,5	-10,5	-18,0	-15,0	-18,0
29.	-4,5	-3,0	-1,5	-12,0	-7,0	-11,0	-17,5	-14,0	-16,5
30.	-3,5	-1,0	-2,0	-11,0	-5,5	-7,5	-18,0	-15,0	-16,0

In der Tabelle S. 328 wurde die Temperatur der Fleuss nach den Obirstationen etwas verändert; zugleich berücksichtigte ich, dass in so grossen Höhen die Abweichungen, wie auch der St. Bernhard zeigt, etwas geringer sind als an tieferen Punkten.

Um die Temperatur der Johannishütte zu berechnen, welche 1010' niedriger ist, als das Bergwerk in der Fleuss, entnahm ich der früher von uns berechneten Tabelle der Höhenisothermen (Untersuch. u. s. w. S. 354 bis 357) die Zahlen, welche in den einzelnen Monaten in der Region zwischen 7000 bis 8500' eine Temperaturdifferenz von 1° C. entsprechen. Daraus wurde dann die Temperatur für die Johannishütte selbst berechnet. Die Temperatur für den Gipfel des Grossglockners ist direct der genannten allgemeinen Tabelle entnommen. Sie ist nur in ganzen und halben Graden angegeben. Ich darf wohl erwähnen, dass ein anderes Verfahren, nämlich die Ableitung der Temperatur von der Fleuss mit Berücksichtigung der monat-

lichen Temperaturabnahmen zwischen 8500 und 12100' sehr nahe die gleichen Resultate ergeben<sup>1</sup>.

## 2. Tirol.

Meran. N. Br. 46° 41'. Oestl. L. Paris 8° 50'. Höhe 291 M. 896 P. F.

Diese Temperaturen sind DOVE's neuen Tafeln entlehnt<sup>2</sup>.

Monate.	Temp. C.	Jahreszeiten.
Januar	1,1	Winter. +2,56
Februar	3,7	
März	8,7	Frühling. 13,04
April	13,3	
Mai	17,1	Sommer. 21,57
Juni	20,9	
Juli	22,4	Herbst. 12,57
August	21,4	
September	17,9	Jahresmittel.
October	12,9	12,46
November	6,9	
December	3,2	

Innichen. Nördl. Br. 46° 43'. Oestl. Länge Paris 9° 55'.

Höhe 1299 M. 3999 P. F.

Die Beobachtungen in Innichen, welche in der Erläuterung zur „Allgemeinen Darstellung der physik. Verhältnisse der Alpen“ enthalten sind, wurden nach Beobachtungen von Heiligenblut corrigirt. Die geringe Entfernung beider Orte lässt erwarten, dass im Jahre 1848/49 die Abweichungen ziemlich gleichartig sind.

1) Wenn auch für die vier letzten Punkte die Monatsmittel nicht so genau sein können, als für jene Orte, deren Reduction auf mehrjährigen directen Beobachtungen beruht, so dürften sie doch für einen allgemeinen Ueberblick der Temperaturverhältnisse der Alpen nicht ohne Interesse sein. Jedenfalls kann man hoffen, durch ein ähnliches Verfahren die Werthe für das Jahr und die Jahreszeiten bereits mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen. Für die Johannishütte hatte ich früher aus der Temperatur des September und August 1848 die mittlere Jahrestemperatur = -1,3 angenommen.

2) Nicht period. Aenderungen der Temp. Th. V. Separatabdr. S. 123.

## Mittlere Temperatur von Innichen. C.

Monate.	Innichen 1848/49.	Corr. nach Heiligenblut.	Innichen reducirt.
Januar	-6,6	-1,8	-8,4
Februar	-0,6	-4,1	-4,7
März	+0,6	-0,5	+0,1
April	4,2	+1,9	6,1
Mai	9,3	-0,1	9,2
Juni	15,8	-1,0	14,8
Juli	15,4	-0,3	15,1
August	14,2	+2,0	16,2
September	11,2	+0,9	12,1
October	8,7	-1,0	7,7
November	-2,4	+1,9	-0,5
December	-7,3	+0,5	-6,8

Jahreszeiten red:

Winter	-6,3	Sommer	15,37	Jahresmittel	5,16.
Frühling	+5,14	Herbst	6,43		

Vent im Oetzthale. Nördl. Br. 46° 52'. Oestl. Länge Paris 8° 35.

Höhe 1881,3 M. 5791,4 P. F.

Die Beobachtungen, durch Herrn Pfarrer ARNOLD angestellt, erhielt ich bis zum Nov. 1850. Die Beobachtungsstunden waren wie früher VII, IX, II, VII und Min.; die Abendstunde wurde in den Wintermonaten gewöhnlich durch eine frühere zwischen V und VII ersetzt. Die Berechnung der Tagesmittel war für 1848/49 aus dem arithmetischen Mittel der Beobachtungen abgeleitet. Vom September 1849 bis November 1850 berechnete ich sie nach der Formel  $+0,4II + 0,5m + 0,11IX$ , indem ich die Temperatur von II als Maximum betrachtete.

Vergleicht man die Abweichungen der einzelnen Monate unter sich für die verschiedenen Jahre mit den Abweichungen für Wien (siehe oben S. 335), so zeigt sich zwar im Ganzen ein annähernd gleichartiger Gang der Wärme. In einzelnen Monaten aber z. B. Februar findet man bedeutende Abweichungen. Es lässt sich dies wohl erwarten, wenn man die eigenthümliche Lage von Vent berücksichtigt. Es schien mir deshalb nicht zweckmässig hier eine unmittelbare Reduction wie bei den übrigen Stationen vorzunehmen.

Als mittlere Monatstemperaturen sind daher die unveränderten Mittel der einzelnen Jahre aufgenommen, nur der Monat März wurde um 1° erhöht, was übereinstimmend durch die Beobachtungen zu Wien und zu Innsbruck bedingt wird. Das arithmetische Mittel der 2 Beobachtungsjahre ergiebt für den März  $-5,7^{\circ}$  C. Bei den

übrigen Monaten dürften, nach den Beobachtungen zu Innsbruck 1848/49 zu urtheilen, die Abweichungen vom wahren Mittel kaum in irgend einem Monate 1° erreichen.

## Mittlere Temperatur zu Vent.

Jahr.	Januar.	Februar.	März.	April.
1848	—	—	—	—
1849	-7,2	-8,1	-5,4	-0,9
1850	-9,2	-6,2	-6,0	+1,0

Jahr.	Mai.	Juni.	Juli.	August.
1848	—	—	—	—
1849	5,2	12,9	12,7	11,6
1850	5,9	12,4	13,1	12,0

Jahr.	September.	October.	November.	December.
1848	5,4	2,3	-5,7	-6,9
1849	4,9	2,0	-6,5	-8,1
1850	3,9	1,8	-6,0	—

## Monatsmittel:

Januar	-8,2	Februar	-7,1	März	-4,7	April	+0,1
Mai	5,6	Juni	12,7	Juli	12,9	August	11,9
September	4,6	October	2,0	November	-6,0	December	-7,5

## Jahreszeiten:

Winter	-7,6	Frühling	+0,33	Sommer	12,47	Herbst	+0,2
--------	------	----------	-------	--------	-------	--------	------

Jahresmittel: +1,35

## 3. Bayern.

Lindau am Bodensee. Nördl. Br. 47° 31'. Oestl. Länge Paris 7° 23'. Absolute Höhe des Bodensee's 395,8 M. 1218,4 P. F. ESCHMANN.

Der Güte des Herrn Dr. BONIFAZ MÜLLER, Physikatsarzt zu Lindau, verdanke ich die Mittheilung seiner 12jährigen Beobachtungen v. Oct. 1840 bis März 1853.

Das Thermometer, von der Sternwarte in München, trägt die Nummer 23 und ist nach der Réaumur'schen Scala in ganze Grade getheilt. Es hängt an der Nordseite eines Hauses, dessen Höhe über dem Bodensee nur wenige Toisen beträgt.

Am 23. Juli 1851 hatte ich Gelegenheit dies Instrument mit einem unserer Thermometer in einem grossen Wassergefässe zu vergleichen.

Thermometer MÜLLER (Münchner Sternwarte No. 23) = 18,1° R.

Therm. SCHLAGINTWEIT (GREINER No. 33) 21,93° C. = 17,54

Therm. SCHLAGINTWEIT corrigirt = 21,81 = 17,45

Correction für Thermometer MÜLLER = -0,55

= -0,7° C.

Diese Correction wurde bei den berechneten Monatsmitteln angebracht.

Die Beobachtungsstunden waren im December, Januar und Februar gewöhnlich 7<sup>h</sup> a. m., 12<sup>h</sup> und 9<sup>h</sup> p. m., in den übrigen Monaten 6<sup>h</sup> a. m., 12<sup>h</sup> und 10<sup>h</sup> p. m. Doch wurden auch innerhalb der einzelnen Monate nicht selten Abweichungen von diesen Stunden angegeben; das Thermometer wurde auf  $\frac{1}{2}$ ° abgelesen.

Um die mittlere Temperatur zu bestimmen, wurde für jeden Monat das arithmetische Mittel der 3 Beobachtungsstunden berechnet; wenn die Abweichungen von den einzelnen oben angegebenen Stunden im Mittel des Monats mehr als  $\frac{1}{2}$  Stunde betrug, wurde eine kleine Correction (nach dem Stundentableau von Genf) angebracht, um sie auf die vollen Stunden zu reduciren.

Ich erhielt demnach für die Winter-Monate December, Januar, Februar die Werthe für 7<sup>h</sup> a. m., 12<sup>h</sup> und 9<sup>h</sup> p. m., deren arithmetisches Mittel als Tagesmittel betrachtet wurde. Für die übrigen Monate hätte das arithmetische Mittel der Stunden 6, 12 und 10 entschieden zu geringe Werthe ergeben. Ich versuchte daher die Beobachtung, von 12<sup>h</sup> nach den Genfer Beobachtungen auf 2 Uhr zu reduciren, indem ich in den verschiedenen Monaten folgende Correctionen anbrachte<sup>1</sup>:

März	+0,6° R.	Juni	+0,6° R.	September	+0,6° R.
April	0,4	Juli	0,7	October	0,4
Mai	0,5	August	0,7	November	0,3,

und dann die mittlere Temperatur nach der Formel  $\frac{VI+II+X}{3}$  berechnete.

In der folgenden Tabelle sind die Mittel der 12jährigen Beobachtungsreihe und die Reduciouen auf wahre Mittel enthalten.

Zur Vergleichung sind noch die Beobachtungen zu Friedrichshafen am Bodensee 1835 und 1837 beigelegt<sup>2</sup>.

1) Sie sind nach Genf bestimmt, wobei überdies die gleichartige Lage von beiden Orten an einem die Maxima etwas abstumpfenden Alpensee sehr günstig ist.

2) Dove Temperaturtafeln S. 178/179.

## Mittlere Temperatur zu Lindau am Bodensee.

Monate.	Lindau, 12jähriges Mittel. °C.	Correction <sup>1</sup> nach Peissen- berg. °C.	Lindau, corrigirtes Mittel. °C.	Friedrichsha- fen 1835 und 1837. °C.
Januar	-0,70	-0,5	-1,20	-1,66
Februar	1,33	-0,5	0,83	0,94
März	3,13	+0,5	3,63	1,39
April	8,33	+0,5	8,83	7,23
Mai	12,53	+0,7	13,23	12,47
Juni	18,67	-0,3	18,37	18,81
Juli	19,65	+0,2	19,85	21,69
August	19,13	0	19,13	22,68
September	15,34	+0,1	15,44	13,83
October	9,45	+0,2	9,65	9,04
November	3,60	-0,8	2,80	3,40
December	1,46	-0,4	1,06	-2,03

Lindau.

Winter corr. 0,23° C.

Sommer corr. 19,12° C.

Frühling „ 8,56

Herbst „ 9,30

Jahr corr. 9,30° C.

Hohenpeissenberg. Nördl. Br 47° 48'. Oestl. Länge Paris 8° 41'.

Höhe 982 M. 3023 P. F.

In den „Beobachtungen des Observatoriums am Hohenpeissenberge herausgegeben von LAMONT, München 1851“ sind neuerdings für diesen Punkt sämtliche Beobachtungen von 1793 bis 1850 zusammengestellt und zugleich die Correctionen der dabei gebrauchten Instrumente sorgfältig untersucht.

Schon der erste Ueberblick der Monatsmittel am Peissenberge verglichen mit jenen in München lässt erkennen, dass zwischen diesen beiden Punkten die Temperaturabnahme eine auffallend langsame ist.

Das Verhältniss zwischen der mittleren Temperatur des Peissenberges und jener von München hat LAMONT neuerdings in dem Jahresberichte der Münchener Sternwarte für 1852 festgestellt. S. 56. Da für die einzelnen Monate eine entsprechende Reduction der beiden Beobachtungsreihen noch nicht ausgeführt wurde,

1) Die Beobachtungen am Peissenberge wurden von 1840 bis 1850 benützt; für 1851 und 1852 nahm ich, wie oben bei Klagenfurt, die Abweichungen für Berlin. Die Abweichungen am Peissenberge sind Dove's oben citirtem Werke entnommen.

gebe ich im Folgenden die Monatsmittel für den Peissenberg ungeändert, jene für München sind unseren früheren Untersuchungen S. 327 entnommen. Der Unterschied der nicht corrigirten Mittel ist jedoch jenem der corrigirten ohnehin nahe gleich.

Die mittlere Temperatur des Peissenberges ist . . . . .  $4,68^{\circ}\text{R.} = 5,85^{\circ}\text{C.}$   
(mit Berücksichtigung der Correction des Thermometers und der Reduc-  
tion wegen der Beobachtungsstunden.)

Reducirt auf die Breite von München; ein Breitengrad =  $0,55^{\circ}\text{C.}$ , Unter-  
terschied der Breite  $0^{\circ} 21'$  . . . . .  $5,67^{\circ}\text{C.}$

Die mittlere Temperatur von München (Sternwarte Bogenhausen)  $5,85^{\circ}\text{R.} = 7,31^{\circ}\text{C.}$   
Der Höhenunterschied zwischen München und dem Peissenberge ist . .  $1420\text{ P. F.}$   
dabei wurde angenommen:

Peissenberg: Höhe des Kirchenpflasters . . . . .	3005 P. F.
Höhe der Instrumente über demselben . . . . .	18 P. F.
	<u>3023 P. F.</u>
München: Pflaster der Frauenkirche . . . . .	1569 P. F.
Sternwarte über der Frauenkirche . . . . .	34 P. F.
	<u>1603 P. F.</u>

Es findet demnach eine Temperaturabnahme für  $1^{\circ}\text{C.}$  erst statt bei einem

Höhenunterschiede von . . . . .  $900\text{ P. F.}$

Für das Gebiet der Alpen kann man die mittlere Erhebung für  $1^{\circ}\text{C.}$  Tempera-  
turabnahme =  $540\text{ P. F.}$  annehmen; eine Zahl, die nicht nur auf sehr verschieden-  
artigen Beobachtungsreihen beruht, sondern zugleich auf solchen, die unter sich  
verhältnissmässig nur wenig abweichen.

Die Temperaturabnahme zwischen München und dem Peissenberge ist also bei  
weitem langsamer als im Alpengebiete im Allgemeinen; die Temperatur des Peissen-  
berges ist um  $1^{\circ}\text{C.}$  wärmer als die normale Wärme eines Punktes von gleicher  
Höhe<sup>1</sup>.

Als die vorzüglichste Ursache dieser geringen Temperaturabnahme ist die  
Bodengestaltung zu nennen. Der Peissenberg ist einer von jenen isolirten Hügel-  
zügen, die sich nur mit sehr flachen Abhängen über die Hochebene erheben. Ver-  
bindet man nach verschiedenen Seiten hin den Gipfel mit dem Fusse des Berges,  
so werden diese Linien meist nur  $5$  bis  $6^{\circ}$  geneigt; nach Norden und Westen ist  
das Terrain sogar noch weit flacher; gegen Peiting z. B. beträgt die Neigung nur  
 $2\frac{1}{3}^{\circ}$ . Nur der oberste Gipfel des Berges, ein kleiner Kegel von sehr geringer rela-  
tiver Höhe, hat steilere Neigungen.

Die Monatsmittel am Peissenberge und in München sind folgende:

1) Erst eine um nahe 2 Breitengrade südlichere Lage würde z. B. den gleichen Unterschied her-  
vorbringen.

Monat.	Peissenberg <sup>1</sup> .	München.	Mittlere Erhebung für 10° C. Abnahme in den Alpen.
Januar	− 2,1° C.	− 3,3° C.	710 P. F.
Februar	− 0,8	− 0,7	600
März	1,4	3,9	560
April	6,1	8,2	520
Mai	11,0	12,0	460
Juni	13,4	15,0	450
Juli	15,3	17,3	436
August	15,0	16,4	440
September	11,8	13,6	480
October	7,5	8,7	600
November	2,4	2,4	620
December	− 0,6	+ 0,2	710
Jahr (ohne Correction)	6,65	7,8	

Es ergibt sich daraus, dass in allen Monaten die Temperaturabnahme weit langsamer ist, als jene Werthe, welche wir bei unseren früheren Untersuchungen für die Alpen im Allgemeinen erhielten; diese sind zur Vergleichung in der letzten Spalte beigefügt.

Es ist im Juli und August für die Alpen die Abnahme von 1° C. von einer Höhendifferenz von 440 Fuss bedingt; zwischen München und dem Peissenberge beträgt aber diese Höhendifferenz für den Juli 700, für den August noch bedeutend mehr.

Wenn man die Wintermonate vergleicht, zeigt sich eine noch grössere Unregelmässigkeit. Der kälteste Monat, der Januar, ist am Peissenberge bedeutend wärmer als in München.

Auch diese Unregelmässigkeit ist wesentlich von der Bodengestaltung abhängig.

Die Wintertemperatur eines hoch gelegenen Punktes, der sich nicht in einem Thalkessel befindet, ist stets etwas gemildert, verglichen mit einem Punkte, der in gleicher Höhe auf einer gleichmässigen Ebene liegt. Jene Luftschichten, welche unmittelbar in der Nähe des Bodens durch Strahlung desselben erkältet werden, können von Abhängen nach unten abfliessen, und werden dann

1) Ohne Reduction auf die Breite von München.

durch Luftschichten ersetzt, die noch nicht in Berührung mit dem ausstrahlenden Boden erkältet waren, also etwas wärmer sind.

Ist der Höhenunterschied zwischen zwei Beobachtungsstationen gross, so wird eine Temperaturabnahme mit der Höhe noch immer stattfinden, nur ist sie langsamer. Die  $1^{\circ}$  C. entsprechende Höhendifferenz für die Alpen kann im Januar und December etwas über 700' angenommen werden.

Ist aber der Höhenunterschied nicht sehr gross, und der höhere Punkt überdies so gestaltet, dass die kalte Luft allseitig abfliessen kann, so wird, wie viele Beispiele aus den Alpen zeigen, die Wintertemperatur am höheren Punkte weniger kalt sein als am tieferen<sup>1</sup>.

Auch die absoluten Extreme einzelner Tage zeigen dasselbe Phänomen; hier werden die Unterschiede sogar noch grösser.

Der kälteste Tag der ganzen Beobachtungsreihe am Peissenberge war (10. Jan. 1820)  $-25,2^{\circ}$  C., während in München die grösste bis jetzt beobachtete Kälte (2. Febr. 1830)  $-30,1^{\circ}$  C. betrug<sup>2</sup>. Der grösste Wärmeunterschied zwischen München und dem Peissenberge findet im März statt, er beträgt  $2,5^{\circ}$  C. und wird wohl theilweise dadurch hervorgebracht, dass zu dieser Zeit am Peissenberge das Schmelzen des Schnees eintritt, und so eine merkliche Wärmemenge latent wird, während in München die Schneedecke zum grossen Theile schon früher verschwindet.

#### 4. Schweiz.

Die neuen Berechnungen der Temperatur für Genf und den St. Bernhard sind bereits oben S. 318 mitgetheilt. Als neue Stationen sind noch hinzuzufügen: Matt in den Glarneralpen, Bevers in Graubünden, Törbel und Saas im Wallis. Für Vevey, dessen Mittel von 1824 und 1825 bereits in unseren Untersuchungen enthalten ist, folgt hier eine Reduction nach den Genfer-Beobachtungen.

Vevey am Genfersee. Nördl. Br.  $46^{\circ} 25'$ . Oestl. L. Paris  $4^{\circ} 31'$ . Höhe des Genfersees 375 M. 1154 P. F.

Die Beobachtungen von 1824 und 1825 sind enthalten in DOVE's Abhandlung (Berl. Acad. 1845 S. 282), sie sind hier nach den Beobachtungen der gleichen Jahre zu Genf auf wahre Mittel reducirt.

1) Vergl. oben S. 340 die Bemerkungen zu den Beobachtungsstationen in Kärnthen.

2) Ich verdanke diese Angabe einer persönlichen Mittheilung des Herrn Director LAMONT

## Temperatur von Vevey.

Monate.	Vevey.		Mittel R.	Genf <sup>1</sup> .	Vevey.	
	1824 R.	1825 R.		Correct. R.	Corrigirte Mittel. R.	C.
Januar	-1,1	2,2	+0,55	+0,36	+0,91	+1,14
Februar	1,5	2,2	1,85	+0,38	2,23	2,79
März	5,0	4,8	4,9	+1,10	6,00	7,5
April	8,0	7,4	7,7	+0,75	8,45	1,06
Mai	11,6	11,7	11,6	-0,49	11,16	13,95
Juni	14,4	14,4	14,4	+1,55	15,95	19,94
Juli	16,9	15,5	16,2	+0,32	16,52	20,65
August	15,3	13,5	14,4	+0,26	14,66	18,33
September	12,0	12,5	12,25	-0,13	12,12	15,15
October	9,3	9,7	9,5	+0,94	10,44	13,05
November	2,5	4,7	3,6	+0,71	4,31	5,39
December	3,0	2,6	2,8	-2,46	+0,34	+0,43
Jahr.	8,20	8,43	8,32			

## Jahreszeiten corr.:

Winter 1,44° C.

Sommer 19,64

Frühling 7,50

Herbst 11,20

Jahresmittel 9,95

Matt<sup>2</sup> im Canton Glarus. Nördl. Br. 46° 57'. Oestl. L. Paris 6° 50'. Höhe  
832 M. 2560 P. F.

Die Beobachtungen vom August 1831 bis August 1832 sind enthalten in FRÖBEL' und HEER's Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde. I. S. 292 bis 294.

Die Beobachtungsreihe wurde von HEER nach 8jährigen Stuttgarter Mitteln corrigirt.

1) Die Jahre 1824 und 1825 (DOVE Berl. Ac. 1838 S. 313) verglichen mit PLANTAMOUR's wahren Mitteln.

2) Diese Station war bereits in den Untersuchungen S. 600 bei den Nachträgen und Verbesserungen enthalten.

## Temperatur von Matt. Cels.

Monat.	1831/32.	reducirt.	1831/32.
Januar	-2,2	-3,6	Winter 0,9
Februar	-0,4	-1,1	Frühling 6,6
März	2,9	4,2	Sommer 13,9
April	8,2	9,0	Herbst 6,8
Mai	8,8	10,3	Jahr 6,59
Juni	14,5	14,9	
Juli	14,5	15,7	reducirt:
August	12,6	12,7	Winter -2,0
September	9,8	10,2	Frühling 7,8
October	10,2	6,5	Sommer 14,4
November	+0,5	-0,5	Herbst 5,4
December	-0,2	-1,4	Jahr 6,4

Bevers im Engadin. Nördl. Br.  $46^{\circ} 33'$ . Oestl. Länge v. Paris  $7^{\circ} 34'$ .  
Höhe 1715 M. 5280 P. F.

Die Beobachtungen wurden von BOVELIN von 1827 bis 1831 gemacht (19. Aug. 1826 bis 31. Dec. 1831). Die Mittel, von DENZLER berechnet, sind in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1851. No. 56, 57 und 58 publicirt<sup>1</sup>.

Dort ist zugleich eine sehr interessante Darstellung der topographischen Verhältnisse des Engadins und ihres Einflusses auf die Wärme dieses Alpentheiles gegeben; die folgenden Bemerkungen über die Lage von Bevers sind dieser Abhandlung entlehnt.

Bevers liegt ungefähr in der Mitte des Ober-Engadins am nördlichen Thalabhange und am Ausgange des hohen und rauhen Beverserthales. Die Breite der Thalsohle und das Eimmünden mehrerer Seitenthäler bewirken, dass der Beobachtungspunkt, mit anderen Orten in Alpentälern verglichen, eine ziemlich freie Lage hat. Nur gegen Norden wird die Aussicht durch die nahe Cresta mora (9043') sehr eingeengt; wahrscheinlich hat auch die Strahlung dieser nackten dunklen Felsenwände einen bedeutenden Einfluss auf die hohen Sommertemperaturen; während im Thale selbst und auf den nächsten Gehängen das Grün der Weiden keinen sehr merkbaren Einfluss auf die Wirkung der Besonnung auszuüben scheint.

Die Instrumente, von OERI in Zürich, waren von HORNER verglichen und auf-

1) H. DENZLER, Ueber die Höhenlage und das Clima des Ober-Engadins.

gestellt. Die Beobachtungsstunden für die ganze Periode sind 9<sup>h</sup> Morgens, 12<sup>h</sup> Mittags und 3<sup>h</sup> Nachmittags.

In der folgenden Tabelle sind in Réaumurischen Graden die Mittel für die einzelnen Stunden gegeben. Für die einzelnen Monate kann die Wärme um 9 Uhr als Näherung betrachtet werden. Die in der Tabelle enthaltenen Mittel der Jahreszeiten sind von DENZLER nach den gleichzeitigen Beobachtungen in Genf und am St. Bernhard berichtet.

## Gang der Temperatur zu Bevers im Oberengadin. (Réaumur.)

## A. Mittel der directen Beobachtungen.

Monat.	9 <sup>h</sup> a. m.	Mtg.	3 <sup>h</sup> p. m.
Januar	-10,0	-5,5	-5,4
Februar	-8,1	-2,7	-2,6
März	-1,8	+2,5	+2,1
April	+3,0	5,3	4,9
Mai	6,8	9,1	8,5
Juni	8,1	11,0	10,6
Juli	12,0	14,4	14,1
August	10,1	12,1	11,7
September	6,6	8,7	8,1
October	+4,0	+6,4	+5,1
November	-3,4	-0,6	-1,5
December	+7,1	-4,1	-4,2
Jahr	+1,7° R.	+4,7° R.	+4,3° R.

B. Mittel der Jahreszeiten und des Jahres auf wahre Tagesmittel reducirt<sup>1</sup>.

	R.	C.
Winter	-7,0	-8,7
Frühling	+2,2	+2,8
Sommer	10,0	12,5
Herbst	2,6	3,3
Jahr	1,9	2,4

1) Um die Beobachtungen nicht nur auf wahre Tagesmittel, sondern zugleich auf vieljährige Mittel zu reduciren, dürfte das Jahresmittel angenommen werden = 2,4° R. = 3,0° C. Die absoluten Temperaturextreme zu den Beobachtungsstunden selbst waren

Minimum Februar 1. 1830 (9<sup>h</sup>) -30° C.  
Maximum Juli 30. 1827 -27° C.

Faulhorn im Berner Oberlande. Nördl. Br.  $46^{\circ} 40' 31,6''$ . Oestl. L. von Paris  $5^{\circ} 39' 49,22''$ . Höhe 2683 M. 8260 P. F.

Die Temperatur der Sommermonate, welche auf den Beobachtungen von KÄMTZ, MARTINS und BRAVAIS beruht, wurde bereits in unseren früheren Untersuchungen S. 328 mitgetheilt. MARTINS hat im Anhang zur französischen Ausgabe von KÄMTZ' Meteorologie auch das Jahresmittel berechnet. S. 490.

Es ergaben sich folgende Temperaturen:

Juli	2,5
Juli	4,0
August	3,5
September	1,5
Jahr	-2,33

Törbel im Wallis. Auf den Abhängen zur linken Seite des Vispachthales, oberhalb Stalden. Nördl. Br.  $46^{\circ} 11'$ . Oestl. Länge von Paris  $5^{\circ} 32'$ .

Höhe 1560 M. 4802 P. F.

Törbel liegt auf einem Abhange, 2610 Fuss über der Thalsohle der Visp. Die Exposition des Abhanges ist S. O.

Die Beobachtungen wurden während der Jahre 1847, 1848 u. 1849 von Herrn Rector RUPPEN gemacht, der die Güte hatte mir diese Beobachtungsreihen ebenso wie die folgenden von Saas-Tamatten mitzutheilen.

Die Beobachtungsstunden wurden in den einzelnen Monaten verändert; die Morgenbeobachtung wurde im Winter um 7 Uhr, im Sommer um 5 Uhr, meist mit der Zeit des Sonnenaufganges zusammenfallend, gemacht. Die Zeit der Abendbeobachtungen war im Winter um 5<sup>h</sup> p. m., im Frühlinge und Herbst um 6<sup>h</sup>, im Sommer um 7<sup>h</sup>.

Die Höhe ist vom Domherrn BERCHTOLD bestimmt.

Um die Stundenmittel für die Beobachtungsperiode in mittlere Temperaturen zu übertragen, benützte ich das Stundentableau für den St. Bernhard. Die Reduction auf wahre Mittel ist ebenfalls auf die Beobachtungen am St. Bernhard gegründet. Die Correctionen für die Jahre 1847, 48, 49, welche sich am St. Bernhard ergeben, sind in der zweiten Spalte der folgenden Tabelle enthalten.

---

1) MARTINS und BRAVAIS bestimmten zugleich die Zahl sämtlicher Pflanzen, die sich auf dem obersten Felsenkegel befanden. Derselbe hat eine relative Höhe von 80 Meter und  $4\frac{1}{2}$  Hectar Oberfläche. Sie fanden dort nahe 200 Pflanzenspecies, darunter 126 Phanerogamen, die im Sommer stets zur Blüthe gelangen.

## Temperatur von Törbel.

Monat.	Mittel von 1847, 1848 und 1849. Törbel. C.	Correction nach St. Bernhard. C.	corrigirte Mittel. Törbel. C.
Januar	-6,4	+1,0	-5,4
Februar	-2,4	+0,3	-2,1
März	-0,9	+2,0	1,1
April	3,9	+1,7	5,6
Mai	13,4	-1,0	12,4
Juni	15,9	-0,8	15,1
Juli	16,6	-0,1	16,5
August	15,1	+0,4	15,5
September	9,3	+1,1	10,4
October	7,2	-0,1	7,1
November	-1,3	-0,8	-0,5
December	-0,3	-2,0 <sup>1</sup>	-2,3

## Jahreszeiten corr.:

Winter	-3,6 .	Sommer	15,7	Jahresmittel 5,94
Frühling	5,7	Herbst	6,0	

Saas-Tammatten. Etwas oberhalb Saas, zum Hauptorte Saas im östlichen Visperthale gehörend. Nördl. Br.  $46^{\circ} 4'$ . Oestl. Länge v. Paris  $5^{\circ} 34'$ .

Höhe 1602,1 M. 4932 P. F.

Der Beobachtungspunkt lag hier in der Thalsohle selbst und zwar in einem Thale, in dessen oberen Verzweigungen sich zahlreiche Gletschermassen befinden. Diese örtlichen Verhältnisse lassen erwarten, dass durch Senkung der erkalteten Luft hier, wo sie aus verschiedenen Seitenthälern sich sammelt, im Winter die Temperatur des ganzen Tages relativ niedrig war; im Sommer wurden in ähnlicher Weise die späteren Nacht- und die Morgenstunden etwas zu kalt, dagegen bewirkt aber die Ausstrahlung der Abhänge während des Tages und der ersten Nachtstunden eine merkliche Erhöhung der Temperatur; es müssen so die Maxima, besonders die absoluten Maxima, grösser werden. Ein Vergleich von Saas und Törbel bestätigt dies vollkommen; ebenso ist Törbel in Folge seiner Lage auf der Südseite im Jahresmittel wärmer als Saas.

1) Der December 1849 fehlte; (vom Januar 1850 wurden die Beobachtungen in Saas gemacht). Es wurde daher nur die Correction von 1847 und 1848 genommen.

Auch für diese Beobachtungen sind die Tagesmittel nach dem Temperaturgange am St. Bernhard berechnet. Die Beobachtungen waren vom 1. Januar 1850 bis 1. Januar 1852 gemacht. Die Correctionen dieser Jahre sind in der zweiten Spalte der Tabelle enthalten. Die Höhe des Beobachtungsortes ist von BERCHTOLD bestimmt. (Die Höhe des Hauptortes, Saas im Grund, ist 1567 M. 4826 P. F.)

Temperatur von Saas-Tammatten.

Monat.	Saas-Tammatten. Mittel 1850 und 1851. C.	Correction <sup>1</sup> nach St. Bernhard. C.	Saas-Tammatten. corr. Mittel. C.
Januar	-7,6	-0,3	-7,9
Februar	-3,7	-0,8	-4,5
März	-1,4	+1,9	0,5
April	5,3	0	5,3
Mai	12,0	+0,6	12,6
Juni	14,8	0	14,8
Juli	18,1	-1,4	16,7
August	15,5	+0,5	16,0
September	5,8	+2,8	8,6
October	4,9	+0,7	5,6
November	-4,9	+3,4	-1,5
December	-3,1	-0,7	-3,8

Jahreszeiten corr.

Winter -5,4

Sommer 15,8

Jahresmittel 5,19

Frühling 6,1

Herbst 4,2

## 5. Piemont.

Ivrea im Thale der Dora Baltea am Fusse der Alpen. Nördl. Br. 45° 26'.

Oestl. L. Paris 5° 31'. Höhe 314 M. 966 P. F. BAYER.

Dreijährige Monatsmittel zu Ivrea während der Jahre 1837, 1838, 1839 sind mitgetheilt in den Annales des sciences physiques et naturelles etc. de Lyon p. 371. Die Beobachtungen wurden von Dr. GATTA gemacht. Die Instrumente befanden sich 13 Meter über dem Pflaster der Stadt.

1) Die Abweichungen für 1850 sind Dove a. a. Orte entlehnt, jene für 1851 der Bibl. univers. Vol. X. p. 14.

In der folgenden Tabelle ist zugleich die Correction der entsprechenden Jahre am St. Bernhard beigelegt!

Temperatur von Ivrea.

Monat.	Ivrea. C.				Correction nach St. Bernhard.				Ivrea. corrigirte Mittel C.
	1837.	1838.	1839.	Mittel.	R. 1837.	R. 1838.	R. 1839.	C. Mittel.	
Januar	+0,08	-3,25	+2,83	-0,15	-0,33	+1,26	-0,45	+0,2	+0,05
Febr.	2,34	-0,30	4,85	2,50	+0,29	+0,82	-1,49	-0,16	+2,34
März	4,01	7,41	8,23	6,28	+3,50	-0,90	-0,29	+0,96	7,24
April	9,54	10,18	11,76	10,46	+1,13	+1,36	+1,68	+1,74	12,20
Mai	14,02	17,94	16,66	16,21	-2,06	-0,99	+0,71	+0,74	16,95
Juni	23,88	21,97	23,35	23,07	-1,90	-0,09	-1,30	-1,37	21,70
Juli	22,71	24,97	25,05	24,24	+0,55	-0,24	-0,78	-0,20	24,04
Aug.	24,47	23,10	22,61	23,39	-1,94	+0,29	+0,95	-0,29	23,10
Sept.	18,31	18,80	19,52	18,88	+0,48	-0,06	+0,39	+0,34	19,22
Oct.	12,30	13,29	15,33	13,64	+0,27	-1,03	-0,34	-0,46	13,18
Nov.	5,30	7,63	9,71	7,55	+2,04	-0,44	-0,78	+0,34	7,89
Dec.	2,13	2,24	7,13	3,85	-0,90	+1,09	-1,28	-0,45	3,40
Jahr.	11,59	11,99	13,92	12,49					12,61

Jahreszeiten corr.:

Winter +1,93

Sommer 22,95

Frühling 12,13

Herbst 13,43

Jahresmittel 12,61

Aosta im Thale der Dora Baltea. Nördl. Br. 45° 44'. Oestl. L. v. Paris 5° 0'.  
Höhe 614 M. 1890 P. F.

Die Beobachtungen während der 3 Jahre 1841, 1842 und 1843 wurden vom Dombherrn CARREL in einem kleinen Thurme auf dem Dache seines Hauses 18 M. über dem Hauptplatze der Stadt gemacht. Die Temperaturen sind in Graden der hunderttheiligen Scala angegeben.

Die mitgetheilte Höhe bezieht sich auf die Instrumente.

Die Beobachtungen der einzelnen Jahre sind enthalten in der Bibliothèque universelle de Genève. 1841, 1842 und 1843.

Die Beobachtungszeiten waren 9<sup>h</sup> a. m., 12<sup>h</sup>, 3<sup>h</sup> p. m., 9<sup>h</sup> p. m.; auch die Angaben der Maxima und Minima sind angeführt.

Im Jahre 1843 sind noch die Ablesungen an zwei anderen Thermetrographen beigelegt, welche sich in einem Garten befanden.

1) DOVE Berl. Acad. 1853 S. 180.

Als Mittel für die einzelnen Jahre erhielt CARREL aus den Extremen:

1841: 11,09; 1842: 10,43; 1843: 10,49.

Beobachtungen in den einzelnen Monaten zu Aosta. Cels.

A. 1841.	9 <sup>h</sup> a. m.	12 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup> p. m.	9 <sup>h</sup> p. m.	Minimum	Maximum.
Januar	-2,81	+2,12	2,37	-1,50	-5,11	+4,36
Februar	+0,55	4,61	4,51	0,50	-2,00	5,72
März	8,44	13,52	14,44	7,50	+2,80	15,32
April	11,21	14,99	15,79	9,64	5,01	17,13
Mai	18,44	21,45	22,70	15,45	11,12	23,48
Juni	19,99	23,51	22,54	16,17	11,72	24,57
Juli	21,44	24,63	22,59	18,29	13,62	26,06
August	20,28	23,80	24,13	17,75	13,42	25,22
September	17,45	21,47	21,20	15,27	11,70	22,66
October	10,93	14,89	15,44	10,66	7,51	16,51
November	1,50	6,82	7,55	2,39	0,10	8,86
December	0,51	4,10	4,34	0,75	-0,96	5,86
Jahr	10,66	14,65	14,88	9,40	5,74	16,31

B. 1842.	9 <sup>h</sup> a. m.	12 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup> p. m.	9 <sup>h</sup> p. m.	Minimum.	Maximum.
Januar	-5,45	-0,58	-1,12	-4,33	-7,35	+0,87
Februar	-1,86	4,68	5,82	-0,86	-4,79	7,25
März	8,21	12,72	12,82	6,84	2,97	14,99
April	10,88	13,66	13,80	7,98	4,29	15,70
Mai	16,15	19,52	19,36	13,08	9,14	21,31
Juni	22,17	25,55	25,34	18,74	13,82	27,11
Juli	21,45	24,35	24,50	18,12	13,81	26,95
August	21,06	24,77	24,77	18,48	14,07	27,03
September	14,40	17,63	17,86	12,77	9,63	19,52
October	7,44	11,72	13,16	7,14	3,56	14,02
November	2,63	6,46	6,87	3,02	0,32	7,86
December	1,87	5,31	6,76	3,05	-0,33	7,66
Jahr	9,91	13,81	14,16	8,67	4,95	15,85

C. 1843.	9h a. m.	12h	3h p. m.	9h p. m.	Min.	Max.	Im Garten	
							Min.	Max.
Januar	+ 0,50	4,30	4,41	10,5	-1,96	6,11	-3,28	5,51
Februar	1,91	5,04	5,63	1,51	-0,48	6,32	-1,12	3,30
März	6,12	9,80	10,45	5,94	1,57	11,74	0,71	12,84
April	11,62	14,57	14,96	10,16	5,85	17,54	5,09	18,30
Mai	14,21	16,77	17,39	12,44	7,74	19,11	6,82	20,36
Juni	17,65	19,29	19,77	15,00	10,35	21,33	8,76	23,05
Juli	19,76	22,16	22,86	16,21	11,89	24,29	10,19	25,69
August	19,63	22,23	22,92	17,07	13,24	24,38	11,12	26,21
September	16,38	19,99	20,36	14,79	11,03	21,65	8,57	24,28
October	9,46	13,32	14,20	9,52	5,78	15,68	3,80	16,95
November	3,59	6,82	7,82	4,40	1,60	9,05	0,67	7,81
December	1,91	6,53	7,73	2,98	0,02	8,91	-1,88	6,97
Jahr	10,23	13,41	14,04	9,18	5,55	15,34	4,09	15,94

Ueberraschend ist die hohe Temperatur im Vergleiche zu Genf, da Aosta zwar  $\frac{1}{2}$  Grad südlicher, aber 640' höher liegt.

Herr CARREL hat in der Bibl. univers 1842 bereits darauf hingewiesen, dass besonders die Sommermonate sich in Aosta durch ihre bedeutende Wärme auszeichnen.

Als vorzüglichste Ursache dieser Temperaturerhöhung darf wohl die allgemeine bedeutende Bodenerhebung in den Umgebungen Aostas<sup>1</sup> angeführt werden; überdies wird die Temperatur noch durch viele günstige Localverhältnisse, besonders in Beziehung auf Luftströmungen, in diesem Thale ebenfalls merklich erhöht<sup>2</sup>.

Bei der Berechnung der Mittel wurde auf folgende Weise verfahren:

1) die Monatsmittel jedes Jahres sind abgeleitet durch die Combination  $+0,4M + 0,5m + 0,11IX$ , wobei auch für 1843 die Extreme auf dem Thurme, also die ersten Reihen, der Gleichförmigkeit wegen beibehalten wurden.

2) Die Abweichungen der Beobachtungsjahre vom wahren Mittel wurden jenen beiden von Genf gleichgesetzt<sup>3</sup>.

1) Auch die Pflanzengrenzen erreichen in den Umgebungen Aosta's bedeutende Höhen. Vergl. IV. Abth. und d'AUBUISSON in Journal de physique. Bd. LXXIII. p. 161—164.

2) Vergl. CARREL's sehr interessante Darstellung dieser Verhältnisse. Bibl. univers. 1841.

3) Enthalten in DOVE'S Abh. Berl. Acad. 1845. S. 176.

## Mittlere Temperatur von Aosta.

Monat.	Aosta. (Celsius.)				Corr. nach Genf.				Aosta, reducirt. Celsius.
	1841.	1842.	1843.	Mittel.	1841. R.	1842. R.	1843. R.	Mittel. C.	
Januar	-1,12	-3,92	+1,52	-1,17	-0,45	+5,18	-1,50	+1,34	+0,17
Febr.	1,35	0,30	2,88	1,51	+0,25	+2,84	-2,22	+0,36	1,87
März	8,46	8,38	6,15	7,66	-0,77	-0,56	+0,34	-1,24	6,42
April	10,59	9,62	10,82	10,34	+0,69	+0,58	-0,27	+0,41	10,75
Mai	16,98	14,87	13,11	14,99	-1,81	-0,02	+1,60	-0,10	14,89
Juni	17,79	20,19	15,65	17,88	+1,71	-1,00	+2,56	+1,36	19,24
Juli	19,69	20,05	17,83	19,19	+1,98	+0,19	+2,35	+1,89	21,08
August	19,03	20,16	18,53	19,24	+1,37	-0,78	+0,73	+0,55	19,79
Sept.	16,83	14,21	16,19	15,74	-0,09	+1,08	-0,60	+0,16	15,90
Oct.	11,56	8,21	10,20	9,99	-0,90	+2,18	+0,24	+0,64	10,63
Nov.	3,76	3,59	4,82	4,06	-0,26	+1,03	-0,25	+0,21	4,27
Dec.	1,92	3,11	3,78	2,94	-0,89	+0,71	+0,83	+0,28	3,22
Jahr	10,57	9,90	10,04	10,19					10,69

## Jahreszeiten red.

Winter 1,75 C.

Frühling 10,69 C.

Jahresmittel red. 10,69

Sommer 20,04

Herbst 10,27

Val Dobbia, Hospiz auf dem gleichnamigen Passe, linke Seite des Lysthales, bei Gressoney St. Jean. Nördl. Br.  $45^{\circ} 48'$ . Oestl. L. von Paris  $5^{\circ} 32'$ .

Höhe 2409 M. 7416 P. F.

Es waren dort seit längerer Zeit Beobachtungen an Thermometrographen gemacht worden; Herr J. ZUMSTEIN war so gefällig, mir die folgenden Temperatur-extreme der einzelnen Jahre mitzutheilen.

Die Höhe ist die von SAUSSURE (Voyages vol. IV. p. 368) bestimmte.

Die Originalangaben sind nach Réaumur, und in ganzen und halben Graden angegeben.

## Col di Val Dobbia. Temperaturextreme.

Jahr.	M a x i m u m.			M i n i m u m.		
	Monat.	Tag.	Temp. C.	Monat.	Tag.	Temp. C.
1833	August	16.	16,9			
1834	"	18.	17,5	Januar	21.	-21,3
1835	"	10.	15,0	"	14.	-20,3
1836	"	8.	16,3	"	17.	-22,5
1837	"	5.	15,0	"	24.	-23,3
1838	"	12.	16,3	"	20.	-22,5
1839	"	12.	16,3	"	31.	-23,5
1840	"	21.	15,0	Februar	22.	-21,3
1841	"	11.	16,3	Januar	10.	-18,5
1842	"	13.	15,0	"	8.	-20,0
1843	Septbr.	3.	12,5	März	4.	-21,1
1844	August	22.	15,6	Februar	5.	-19,4
1845	Juli	2.	16,9	"	16.	-20,0
1846	"	24.	20,6	"	10.	-26,3*
1847	"	15.	21,9*	Decbr.	14.	-20,0
1848	"	23.	18,8	Januar	27.	-20,0
1849	August	12.	17,5	März	10.	-18,8
1850	Juli	23.	13,8	"	26.	-20,0
1851	August	4.	20,0	"	8.	-20,0
1852	Juli	20.	20,6	"	14.	-20,0
1853				Februar	18.	-17,5

Die absoluten Extreme am St. Bernhard waren bisher<sup>1</sup> -30,2 als Minimum und 19,7 als Maximum.

Die mittlere Jahrestemperatur auf dem Col Valdobbia lässt sich aus den Extremen einzelner Tage nicht beurtheilen. Die Vergleichung der Vincenthütte mit den Berechnungen der Temperaturverhältnisse für die Basis des Monte Rosa<sup>2</sup> lässt jedoch erwarten, dass die Temperatur am Col di Valdobbia etwas wärmer ist als am St. Bernhard. Da der erstere ziemlich genau in der Mitte zwischen 5000' und 9734' liegt, kann die mittlere Jahrestemperatur nahe zu gleich

1) Nach MAHLMANN; vergl. unsere frühere Unters. S. 371.

2) Jahresmittel für die Südabdachung bei 5000 P. F. = 5,75 C. Temperatur auf der Vincenthütte bei 9734 P. F. = -4,0° C. Siehe unten S. 366.

$$\frac{+5,75 - 3,5}{2} = +1^{\circ} \text{ C.}$$

angenommen werden, während die Temperatur am St. Bernhard  $-1,89^{\circ} \text{ C.}$  beträgt

### 6. Savoyen.

Chambéry. Nördl. Br.  $45^{\circ} 34' 10''$ . Oestl. L. v. Paris  $3^{\circ} 54' 46''$ .

Höhe 2436 M. 750 P. F.

Diese Temperaturbeobachtungen wurden von BILLIET und RAYMOND gemacht. Die hier folgenden Monatsmittel sind die Mittel der täglichen Extreme von 1823 bis 1831. Vergl. DOVE Acad. Berl. 1845 S. 298 u. 292.

Mittlere Temperatur Chambéry (9jährige Mittel der Extreme).

Monat.	Temp. C.		
Januar	-0,59	Jahreszeiten:	
Februar	2,66	Winter	+1,81
März	6,80	Frühling	11,17
April	11,33	Sommer	19,13
Mai	15,39	Herbst	11,19
Juni	17,70		
Juli	02,40		
August	19,29		
September	16,45	Jahresmittel:	
October	11,14		10,83
November	5,99		
December	3,35		

St. Jean de Maurienne. Nördl. Br.  $45^{\circ} 18'$ . Oestl. L. v. Paris  $8^{\circ} 37'$ .

Höhe 578 M. 1779 P. F.

Zwölfjährige Mittel, von 1826 bis 1838, sind von dieser Station in DOVE's Temperaturtafeln S. 209<sup>2</sup> mitgetheilt. Die Beobachtungsstunden waren Sonnenaufgang und 2 bis 3 Uhr Nachmittags.

Die Temperaturen für die einzelnen Monate und Jahreszeiten sind folgende:

1) Nach BILLIET. Mém. de la soc. acad. de Savoie. XI. 1843. S. 96.

2) Vergl. Abhandl. der Turiner Academie. 1830. S. 161.

Mittlere Temperatur. St. Jean de Maurienne. 12 Jahre.

Monat.	Temp. C.	
Januar	-0,83	Jahreszeiten:
Februar	1,29	Winter +0,25
März	5,87	Frühling 10,03
April	9,67	Sommer 18,74
Mai	14,53	Herbst 9,80
Juni	17,68	
Juli	19,88	
August	18,72	Jahresmittel:
September	14,75	9,70
October	10,47	
November	4,16	
December	0,29	

Moutiers. Nördl. Br. 45° 30'. Oestl. Länge von Paris 4° 12'.  
Höhe 491 M. 1510 P. F.

Es lagen 2 Reihen von Beobachtungen vor, aus denen ich die wahre mittlere Temperatur abzuleiten versuchte.

Die älteren Beobachtungen waren von Herrn MESSELOD, Civilingenieur, im Jahre 1843 angestellt. Sie sind von Herrn CARREL in der Bibliothèque universelle de Genève vol. LI. S. 135 mitgetheilt; sie wurden an 2 Thermometrographen mit der hunderttheiligen Scala gemacht.

Die Mittheilung von Beobachtungen im Jahre 1846 u. 1847 verdanke ich der Güte des Hr. Prof. MÉTAN. Die Beobachtungszeiten waren Sonnenaufgang und 3<sup>h</sup>; die Originalaufzeichnungen waren in Réaumur'schen Graden. Ueber die Höhe von Moutiers vergleiche S. 56/57 No. 164. Sie ist das Mittel aus den Messungen von BILLIET und von uns.

Nach den Genferbeobachtungen reducirt ergeben sich im Mittel aus beiden Reihen folgende Wärmegrade für die einzelnen Monate.

Mittlere Temperatur, Moutiers. Red. Cels.

Monat.	Temp. C.	
Januar	-1,99	Jahreszeiten:
Februar	2,88	Winter +0,08
März	5,45	Frühling 10,09
April	10,51	Sommer 18,83
Mai	14,30	Herbst 10,44
Juni	17,89	

Monat.	Temp. C.	
Juli	18,99	
August	19,60	Jahresmittel:
September	15,32	9,86
October	10,93	
November	5,07	
December	-0,64	

### 7. Berechnung einiger Temperaturverhältnisse in den Umgebungen des Monte-Rosa.

Aus den Monatsmitteln zu Törbel und Saas, und aus unseren Beobachtungen auf der Vincenthütte versuchte ich einige allgemeine Verhältnisse für die Umgebungen des Monte-Rosa zu berechnen. Es dienten auch zugleich die Bestimmungen der Quelltemperatur, der Pflanzengrenzen und der Schneelinie als Anhaltspunkte, um die gefundenen Unterschiede der Wärme für die verschiedenen Abdachungen zu prüfen.

#### Fuss des Monte-Rosa bei 1725 M. 5000 P. F.<sup>1</sup>

Bei der Reduction von Törbel und Saas auf die Höhe von 5000 Fuss setzte ich einen Höhenunterschied von 540 P. F. für 1° C. Temperaturabnahme voraus. Es ergaben sich so 2 Reihen, deren arithmetisches Mittel sehr nahe auch den mittleren Wärmeverhältnissen für diese beiden Gruppen von Localitäten auf der Nordseite des Monte-Rosa entsprechen dürfte. Da die Correction wegen der Höhe in dem einen Falle auf 200', in dem andern (Saas) nur auf 70' bezogen wird, war es ohne Einfluss auf das Resultat, dass der Abnahmequotient, 540', für alle Monate hindurch als constant angenommen wurde.

Um jedoch einen Mittelwerth für die Basis des Monte-Rosa im allgemeinen zu erhalten, mussten noch die Abhänge von nördlicher Exposition<sup>2</sup> und der Unterschied zwischen der gesammten Süd- und Nordabdachung des Gebirgsstockes berücksichtigt werden. Wir wollen zuerst diese letztere besprechen.

Der Unterschied zwischen der südlichen und nördlichen Seite dieser Gebirgsgruppe kann für den vorliegenden Fall mit hinreichender Genauigkeit durch die Vergleichung der mittleren Jahrestemperaturen bestimmt werden. Man kann daher

1) Ich wählte diese Höhe als Ausgangspunkt, weil sie ziemlich gut dem Anfange der grösseren Thalflächen in diesem Terrain entspricht. Sie kann zugleich als die mittlere Höhe des unteren Randes für das auf unserer Karte des Monte-Rosa dargestellte Gebiet betrachtet werden.

2) Saas liegt, wie oben S. 357 erwähnt, im Thale, Törbel auf einem nach Südwesten exponirten Abhänge.

den Unterschied der Jahresmittel auch aus der Wärme der Quellen ableiten. Wenn auch verschiedene Umstände bedingen, dass die Wärme der Quellen von jener der Luft abweicht, so lässt anderentheils die ziemlich gleichartige Bodengestaltung auf beiden Abdachungen des Monte-Rosa erwarten, dass der Unterschied der Quellenwärme auf den beiden Abdachungen von dem entsprechenden Unterschiede der mittleren Jahrestemperatur wenig abweicht.

Folgende 4 Quellen können in dieser Beziehung sehr wohl unter sich verglichen werden, da zugleich jede Gruppe 2 Quellen von verschiedener Exposition einschliesst<sup>1</sup>.

Nordabdachung:

Quelle.	Exposition.	Höhen.	Wärme, direct. Beob.	Reduc. auf 5000'.
Täsch.	N.W.	4560'	4,9° C.	4,3° C.
Zermatt.	W.	5310'	4,5	4,9
			Mittel	4,6

Südabdachung<sup>2</sup>.

Quelle.	Exposition.	Höhen.	Wärme direct. Beob.	Reduc. auf 5000'.
Gressoney St. Jean.	O.S.O.	4218'	5,7° C.	4,6° C.
Bödemie.	S.W.	5975'	4,2	5,5
			Mittel	5,1

Man kann demnach für den Unterschied der Nord- und Südabdachung ungefähr einen halben Grad C. mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen.

Auch die Unterschiede in den Vegetationsgrenzen scheinen diese Wärmedifferenz zu bestätigen.

Man müsste demnach das Mittel aus Törbel und Saas, reducirt auf 5000' um  $\frac{0,5}{2}$ ° C. = 0,25 erhöhen, um das Mittel für die Basis des Monte-Rosa zu erhalten.

Es ist aber, wie bereits erwähnt, noch eine andere kleine Correction zu bestimmen, die davon abhängt, dass unter den 2 Beobachtungsstationen keine nach Norden exponirt ist. Um auch solche Abhänge zu berücksichtigen, muss die Erhöhung etwas geringer als +0,25° C. angenommen werden.

1) Vergl. die Details der Beobachtungen, welche ich der Abhandlung meines Bruders entlehnte, Cap. IV. S. 214 u. 215.

2) Die Quelle bei der Scarpe-Alpe, in einer kalten, nach N.O. exponirten Lage (5579 F. 4,0° C.), konnte hier nicht wohl in das Mittel genommen werden, da es nicht möglich war eine Quelle in entsprechender Lage auf der nördlichen Seite der Monte-Rosa Gruppe mit ihr zu vergleichen.

Ich wählte deshalb statt der Corr.  $+0,25^{\circ}$  C. für die wärmeren 6 Monate nur  $+0,1^{\circ}$  C., für die kälteren  $+0,2^{\circ}$  C. Der Unterschied der südlichen Expositionen vom Mittel, also auch in diesem Falle ihr Einfluss auf die Correction ist ja bekanntlich ganz allgemein in der warmen Jahresperiode grösser als in der kalten.

In der folgenden Tabelle, welche die so berechneten Temperaturen enthält, ist auch der Wärmeunterschied für die beiden Hauptabdachungen und für die einzelnen verschiedenen Lagen: in Thälern, auf nördlichen und auf südlichen Thalgehängen angegeben<sup>1</sup>.

Mittlere Temperatur für 1625 M. 5000 P. F. in den Umgebungen des Monte-Rosa.

1. Monatsmittel.

Monat.	Temp. C.	
Januar	-6,7	
Februar	-3,4	Jahreszeiten:
März	0,7	Winter -4,6
April	4,3	Frühling 5,8
Mai	12,4	Sommer 15,6
Juni	14,8	Herbst 5,0
Juli	16,4	
August	15,6	Jahresmittel:
September	9,3	5,5
October	6,0	
November	-0,3	
December	-3,6	

2. Allgemeine Correctionen.

A. Für die Südabdachung	+0,25	} im Mittel.
B. Für die Nordabdachung	-0,25	

3. Specielle Correctionen für einzelne Localitäten.

	A. Thalsohlen.	B. Nördl. Expos.	C. Südl. Expos.
Wintermonate	-0,7	-0,2	+0,9
Sommermonate	+0,4	-0,5	-0,3
Jahr	-0,2	-0,3	+0,3

1) Die Thalgehänge folgen sich im allgemeinen, wenn wir von den kältesten Expositionen zu den wärmeren fortschreiten, in folgender Ordnung:

Unter dem Mittel: Nordost, Nord, Ost, Nordwest;

Ueber dem Mittel: Südost, Süd, Süd, Südwest.

Vergl. Untersuchungen S. 503.

## Vincenthütte.

Vergleicht man die monatlichen Differenzen bei 9734' für die Alpen im allgemeinen mit jenen, welche speciell der St. Bernhard ergibt, so zeigt sich eine sehr grosse Uebereinstimmung. Dass an dem höheren Punkte während der kältesten und wärmsten Monate die Temperatur sich etwas weniger ändert als am St. Bernhard, stimmt ganz damit überein, dass die Temperaturveränderungen sowohl im Laufe des Tages als des Jahres in der Höhe geringer werden.

In der folgenden Tabelle sind die Temperaturen für 9734' berechnet und die monatlichen Differenzen mit jenen am St. Bernhard verglichen.

Temperaturverhältnisse bei 9734' für das mittlere Alpengebiet.

Monat.	Isotherme.	Abs. Höhe.	Erhebung für 1° C.	Berechnet für 9734'.	Monatliche Differenz.	
					9734'.	St. Bernhard 7613'.
Januar	-12,5	8400	680	-14,5	+0,8	+2,0
Februar	-12,5	8900	680	-13,7	+0,8	+1,1
März	-12,5	9500	600	-12,9	+3,5	+3,4
April	-7,5	8800	500	-9,4	+5,3	+4,6
Mai	-2,5	8900	520	-4,1	+3,2	+3,5
Juni	0	9350	400	-0,9	+1,9	+1,6
Juli	+2,5	9200	360	+1,0	-0,2	-0,6
August	+2,5	9100	360	+0,8	-2,8	-2,4
September	0	8750	500	-2,0	-2,5	-4,1
October	-2,5	8500	600	-4,5	-5,2	-3,6
November	-7,5	8000	840	-9,7	-2,5	-2,4
December	-1,0	8000	800	-12,2	-2,3	-3,0

Eine kleine Unregelmässigkeit zeigen die Temperaturveränderungen vom September bis November. In dem zweimonatlichen Zeitraume betragen sie sowohl bei dem Punkt von 9734', als auch für den St. Bernhard 7,7° C. Aber die Vertheilung auf die 2 einzelnen Monate ist eine etwas verschiedene. Auch hier glaube ich die Verhältnisse auf der Vincenthütte selbst, jenen am St. Bernhard, wegen der geringen Entfernung beider Punkte gleichsetzen zu dürfen. Die Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge kann wegen der westlichen Lage dieser beiden Punkte wohl als die wesentlichste Ursache ihrer Abweichung vom allgemeinen Mittel betrachtet werden.

Ich nehme daher die Temperaturveränderung für die Vincenthütte wie folgt an, (indem ich mit dem Unterschiede zwischen Januar und Februar beginne und mit jenem zwischen December und Januar ende.)

J. F. +0,8	A. M. +5,3	J. A. -0,2	O. N. -3,6
F. M. +0,8	M. J. +3,2	A. S. -2,8	N. D. -2,5
M. A. +3,5	J. J. +7,9	S. O. -4,1	D. J. -2,3

Die absolute Wärme der einzelnen Monate muss für die Vincenthütte von den mittleren alpinen Verhältnissen merklich abweichen, sowohl wegen ihrer Lage in den südwestlichen Alpentheilen, als wegen der Bodengestaltung, welche die grössere Erwärmung begünstigt.

Man kann daher, wie ich glaube, von folgender Betrachtung ausgehen, um die Wärme der Vincenthütte für die Jahresperiode zu bestimmen.

Während meiner Beobachtungen auf der Vincenthütte im September 1851 war die Temperatur am St. Bernhard gleich dem wahren Septembertemittel. Es lässt sich daher wohl annehmen, dass auch für die Vincenthütte die Temperatur, welche wir damals erhielten, nämlich  $0,3^{\circ}$  C., dem wahren Septembertemittel gleichgesetzt werden darf.

Daraus ergeben sich dann mit Berücksichtigung der so eben mitgetheilten monatlichen Veränderungen folgende Temperaturen für die einzelnen Monate:

Monatsmittel für die Vincenthütte. 3162 M. 9734 P. F.

Monat.	Temp. C.	
Januar	-12,2	
Februar	-11,4	Jahreszeiten:
März	-10,6	Winter -11,2
April	-7,1	Frühling -6,5
Mai	-1,8	Sommer +2,6
Juni	1,4	Herbst -3,6
Juli	3,3	
August	3,1	Jahresmittel:
September	+0,3	-4,68
October	-3,8	
November	-7,4	
December	-9,9	

Um die Voraussetzungen, auf welchen diese Zahlen beruhen, zu prüfen, kann uns für das Jahresmittel die Abnahme zwischen Turin und der Vincenthütte, für die Sommertemperaturen die Höhe der Schneegrenze dienen.

Die Temperatur von Turin<sup>1</sup> ist  $11,65^{\circ}$  C., die Höhe des Beobachtungspunktes<sup>2</sup> 840 P. F. Dies ergibt als Erhebung für  $1^{\circ}$  C. Temperaturabnahme 545 P. F. (Mittel für die Alpen 540).

1) Vergl. Unters. u. s. w. S. 330.

2) Vergl. oben S. 8.

Die Abnahme der Temperatur bis zum Fusse des Monte-Rosa bei 5000', muss natürlich langsamer sein, da hier die Massenerhebung, wie oben erörtert, weit mehr erwärmend wirkt als in den höheren Theilen dieser Gebirgsgruppe.

Die Schneegrenze ferner liegt, wie wir früher fanden, in der Nähe der Juli-isotherme von  $+5^{\circ}$  C. Ihre Höhe auf der südlichen Seite des Monte-Rosa beträgt 9200'; sie liegt also 534' niedriger als die Vincenthütte. Die Temperaturabnahme zwischen 9200 und 10100' im Juli zu 350' für  $1^{\circ}$  C. angenommen (Unters. u. s. w. S. 355) ergibt als Temperatur an der Schneegrenze auf den südlichen Abdachungen des Monte-Rosa  $4,9^{\circ}$  C. Auch dieses Resultat scheint demnach die Voraussetzungen zu bestätigen, auf welchen die Berechnung der Monatsmittel für die Vincenthütte beruht<sup>1</sup>.

Temperatur des Monte-Rosa. Nördl. Br.  $45^{\circ} 55' 58''$ . Oestl. L. von Paris  $5^{\circ} 31' 47''$ . Höhe 4640 M. 14284 P. F.

Aus den Monatsmitteln der Vincenthütte versuchte ich auch die mittlere Wärme für den höchsten Gipfel des Monte-Rosa zu berechnen<sup>2</sup>. Obwohl die Grösse des Höhenunterschiedes nicht unbedeutend ist, 4550 P. F., so dürfte doch zugleich als ein sehr günstiger Umstand die unmittelbare Nähe der Vincenthütte an der Spitze erwähnt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Monatsmittel enthalten und zugleich die Abnahme der Temperatur, zwischen 9734 und 14284', welche ich für jeden Monat zu Grunde legte.

1) Auf Tafel XI. Fig. 1 sind neben den Pflanzen des Weisssthores, 11138 P. F., auch die wahrscheinlichen Temperaturen der Jahreszeiten angegeben, nämlich:

Winter	—13,2	Sommer	—1,4
Frühling	—9,2	Herbst	—6,2
Jahresmittel —7,5			

Sie wurden nach der Vincenthütte und dem Monte-Rosa Gipfel berechnet, indem die Schnelligkeit der Abnahme zwischen Weisssthor und Vincenthütte jener zwischen Vincenthütte und Monte-Rosa gleichgesetzt wurde.

2) Ich benützte dabei, wie die folgende Tabelle zeigt, die Temperaturabnahme, die ich früher für Höhen zwischen 9700 und 12000' erhalten hatte. Nur für den Monat September nahm ich statt 500 F. 460' an, da die erstere Zahl eine etwas zu geringe Abnahme für diese Höhe zu ergeben scheint.

Monatsmittel für den Gipfel des Monte-Rosa <sup>1</sup>.

(Berechnet nach der Vincenthütte.)

Monat.	Erhebung für 1° C.	Temp. des Monte Rosa C.	
Januar	800	-17,9	Jahreszeiten: Winter -17,1 Frühling -14,4 Sommer -9,5 Herbst -11,4
Februar	700	-17,9	
März	650	-17,6	
April	540	-15,5	
Mai	540	-10,2	
Juni	410	-9,7	
Juli	360	-9,3	Jahresmittel: (-13,1 =) -13° C.
August	360	-9,5	
September	460	-9,8	
October	600	-11,4	
November	800	-13,1	
December	800	-15,6	

1) Zwischen dem Gipfel des Monte-Rosa und jenem des Mont-Blanc beträgt der Höhenunterschied 525', was im Mittel einer Wärmeabnahme von 1° C. entspricht; zugleich ist aber die Basis des Mont-Blanc etwas kälter als jene des Monte-Rosa. Das Jahresmittel dürfte daher für den Mont-Blanc wohl etwas niedriger sein als -14° C. Wir hatten früher (Unters. u. s. w. S. 379) die Jahrestemperatur allein für diese Gipfel berechnet und sie ebenfalls zu -13 bis -15° C. gefunden.

## III. ABSOLUTE UND MITTLERE VERÄNDERLICHKEIT.

Die Wärmeverhältnisse verschiedener Orte können auch noch unter sich verglichen werden in Beziehung auf die Grösse der Abweichung der Monatsmittel einzelner Jahre vom wahren (vieljährigen) Mittel. Diese Abweichungen geben einen Anhaltspunkt, um die Veränderlichkeit der Temperaturverhältnisse zu bestimmen.

Man kann dabei eine absolute und eine mittlere Veränderlichkeit unterscheiden. Das Maass der absoluten Veränderlichkeit ist die Differenz zwischen der wärmsten und der kältesten Temperatur der Monate oder des Jahres in einer langen Beobachtungsreihe. Je länger die Beobachtungen fortgesetzt sind, desto mehr wird man sich dem wirklichen Unterschiede dieser Extreme nähern.

Verschiedene Beobachtungsreihen, die eine sehr ungleiche Zahl von Jahren umfassen, sind daher nicht strenge unter sich vergleichbar, da ein besonders kalter Winter oder heisser Sommer eines einzigen ausserhalb der untersuchten Reihe liegenden Jahres die Unterschiede bedeutend vergrössern müsste.

Die mittlere Veränderlichkeit ist das arithmetische Mittel der Abweichungen jedes Monates der einzelnen Jahre vom allgemeinen Mittel; die Zeichen der Abweichungen bleiben dabei unberücksichtigt.

Ist z. B. im Zeitraume von 1830 bis 1840 die Temperatur des Januar in Genf

$$\text{für 1830} = t_0$$

$$\text{„ 1831} = t_1$$

$$\text{„ 1832} = t_2$$

. . . . .

. . . . .

$$\text{„ 1839} = t_9$$

das Mittel von 1830 bis 1840 = T

so sind die Abweichungen d der einzelnen Jahre

$$d_0 = t_0 - T$$

$$d_1 = t_1 - T$$

$$d_2 = t_2 - T$$

. . . . .

. . . . .

$$d_9 = t_9 - T$$

In der folgenden Tabelle für die absolute Veränderlichkeit ist in der untersten Reihe der Unterschied des wärmsten und kältesten Jahres angegeben.

In der Tabelle für die mittlere Veränderlichkeit hingegen sind die Zahlen der letzten Horizontalreihe das arithmetische Mittel der 12 vorhergehenden.

Die erste, allgemeine Zusammenstellung zeigt vorzüglich, wie gegen die kalte Zone die Veränderlichkeit zunimmt und zugleich durch die Gebirge in den Sommermonaten vermehrt wird<sup>1</sup>.

Die mittlere Veränderlichkeit  $d$  ist dann

$$d = \frac{d_0 + d_1 + d_2 + \dots + d_9}{10}$$

wobei  $d_0, d_1, \dots$  sämtlich positiv genommen sind, indem nur ihre Grösse, nicht ihre Zeichen berücksichtigt sind.

Diese Art, die absolute und die mittlere Veränderlichkeit zu bestimmen, ist von DOVE aufgestellt worden, der zugleich für eine Reihe von Orten diese Grössen berechnete und folgende allgemeine Resultate erhielt:<sup>2</sup>

1. „Die absolute Veränderlichkeit der Temperatur ist zwischen den Tropen am geringsten; aber in der Gegend der Moussons bedeutender als in der Region der Passate.

2. In der gemässigten Zone, besonders an Orten eines noch nicht überwiegenden Seeklimas, wächst die Veränderlichkeit mit der Annäherung an die kalte Zone.

3. Die Nähe der Gebirge scheint besonders in den Sommermonaten die Veränderlichkeit zu steigern.

4. Entfernt man sich von den Küsten in das Innere der Continente, so nimmt die im Seeklima geringe Veränderlichkeit zuerst zu, bei weiterem Fortschreiten aber nimmt sie wieder ab. Die absolute Veränderlichkeit ist also weder im eigentlichen Seeklima, noch im eigentlichen Continentalklima am grössten, sondern da wo beide in einander übergehen.

5. Besonders in der Gegend der Sommerregen in der gemässigten Zone ist der September der beständigste Monat. Die Veränderlichkeit ist am grössten in den verschiedenen Wintermonaten, nimmt dann schnell nach dem Frühling hin ab, wo sie ebenfalls an vielen Orten ein Minimum erreicht.“ —

In den folgenden Tabellen ist die Veränderlichkeit für verschiedene Orte zusammengestellt.

1) Die Tabellen sind DOVE's Abhandlungen in den Schriften der Berl. Akad. 1838 und 1839 entnommen. Für die absolute Veränderlichkeit am St. Bernhard und am Peissenberg konnte ich noch neuere Materialien zur Bestimmung benützen. Vergl. oben S. 320 und S. 349. Ebenso sind die mittleren Veränderungen für den St. Bernhard für 1828 bis 1834 neu hinzugefügt.

2) DOVE: Abhandlungen der Berl. Akad. 1838 S. 347 bis 355.

## I. Grösste Abweichung monatlicher und jährlicher Mittel.

## A. Allgemeine Uebersicht der absoluten Veränderlichkeit. Réaum.

Monat.	Italien.	Alpen.	Deutschland.	Nordeuropa.
Januar	5,47	8,89	9,44	10,51
Februar	5,38	7,09	7,83	10,29
März	5,32	6,66	5,97	8,17
April	4,67	6,45	4,74	6,96
Mai	4,88	5,26	5,45	5,99
Juni	5,17	5,06	3,95	5,76
Juli	3,68	4,99	4,71	5,54
August	4,45	5,36	5,01	5,82
September	4,26	4,65	3,41	5,35
October	4,25	5,10	4,45	6,76
November	4,77	5,99	5,23	7,43
December	5,29	9,10	9,72	9,64
Jahr	2,21	2,59	2,57	2,64

## B. Tiefland im Süden der Alpen. Réaum.

Orte. Zahl d. Jahre.	Nizza. 20	Padua. 34	Mailand. 72	Turin. 23
Januar	4,50	6,57	8,20	6,47
Februar	4,04	6,63	9,00	5,23
März	5,70	6,55	6,50	5,40
April	5,25	5,80	5,50	5,43
Mai	3,60	7,70	6,42	4,94
Juni	7,60	3,46	5,51	5,10
Juli	3,90	4,86	4,60	3,23
August	4,45	6,40	5,28	3,80
September	3,75	3,44	6,89	2,90
October	4,35	6,24	5,20	3,93
November	4,25	4,96	5,20	4,03
December	4,45	6,76	6,80	3,83
Jahr	3,55	1,86	2,78	2,10

## C. Absolute Veränderlichkeit innerhalb der Alpen. Réaum.

Orte.	Genf.	St. Bernhard.	St. Gotthard.	St. Gallen.	Innsbruck.
Höhe P. F.	1253	7613	6650	1700	1795
Zahl d. Jahre.	42	33	10	10	52
Januar	9,79	8,26	(3,21)	6,74	11,52
Februar	6,30	6,64	5,65	3,88	10,43
März	6,08	7,41	5,47	5,45	9,26
April	5,92	5,53	5,49	7,53	8,32
Mai	5,88	4,99	5,38	3,77	6,50
Juni	5,89	5,91	4,89	6,46	4,99
Juli	5,06	6,12	3,53	2,66	6,46
August	5,14	4,27	4,54	2,66	8,93
September	4,27	6,25	3,44	2,80	6,13
October	5,09	5,02	3,31	4,92	7,46
November	6,37	8,17	5,46	5,13	8,47
December	7,53	6,90	8,77	6,81	13,03
Jahr	2,24	2,29	—	—	4,45

## D. Hochebene im Norden der Alpen. Réaum.

Orte.	Peissenberg.	München.	Augsburg.	Regensburg.
Höhe P. F.	3005	1569	1470	1078
Zahl d. Jahre.	59	34	22	62
Januar	14,25	10,50	9,62	11,50
Februar	8,57	6,78	7,51	8,27
März	7,94	7,96	5,58	9,81
April	8,55	6,51	6,23	9,67
Mai	6,63	5,86	4,33	7,16
Juni	6,70	5,20	5,46	5,86
Juli	5,63	5,22	4,89	7,66
August	6,89	6,49	5,69	7,49
September	5,04	5,79	6,28	5,17
October	7,12	4,47	4,89	6,33
November	6,81	5,23	5,30	6,88
December	8,73	9,17	10,54	12,15
Jahr	2,86	2,57	2,22	3,18

## II. Mittlere Veränderlichkeit einiger Alpenstationen.

A. August 1820 bis Juni 1830. Réaum.

	Mailand.	St. Bernhard.	Genf.	München.	Regensburg.
Januar	1,50	1,88	1,66	2,28	2,45
Februar	1,26	1,42	1,13	1,60	1,95
März	1,08	1,74	1,12	1,12	1,08
April	0,79	0,92	0,81	1,13	0,87
Mai	0,50	0,79	0,79	1,10	0,99
Juni	1,12	1,36	1,23	1,34	1,26
Juli	0,71	1,11	1,06	0,87	1,09
August	0,61	0,74	1,04	0,86	1,27
September	0,63	1,01	0,83	0,84	1,15
October	0,58	1,02	1,09	0,72	0,78
November	1,04	2,03	1,56	1,57	1,47
December	1,08	1,64	1,56	1,12	2,42
Mittel	0,91	1,31	1,16	1,21	1,39

B. Januar 1828 bis Januar 1835.

1. Südliche Gruppe. Réaum.

	Mailand.	St. Jean de Maurienne.	St. Bernhard.	Genf.
Januar	1,04	1,81	1,67	2,29
Februar	1,28	0,96	0,88	1,27
März	0,75	0,81	0,96	0,56
April	1,09	1,09	1,01	0,91
Mai	0,97	0,94	0,71	0,93
Juni	0,61	0,84	0,84	0,86
Juli	0,83	0,74	0,73	0,83
August	1,03	0,88	1,74	0,93
September	0,79	1,27	1,44	0,97
October	0,75	0,78	0,56	0,91
November	0,61	0,81	0,74	0,69
December	1,22	1,42	1,51	1,72
Mittel	0,91	1,03	1,07	1,25

## 2. Nördliche Gruppe. Réaum.

	Bern.	Peissenberg.	München.	Regensburg.
Januar	2,02	2,84	2,08	2,84
Februar	1,42	1,38	0,95	1,78
März	0,69	0,50	0,70	0,56
April	0,67	1,11	1,11	1,09
Mai	1,15	1,37	1,12	1,11
Juni	0,91	0,99	1,39	0,83
Juli	1,07	0,91	1,23	1,41
August	1,05	1,18	1,47	1,61
September	1,14	1,38	1,35	0,71
October	0,83	1,40	0,78	1,14
November	0,66	1,03	0,74	1,11
December	1,58	1,53	1,91	1,75
Mittel	1,09	1,30	1,24	1,33

Obgleich die Höhe einen sehr deutlichen abstumpfenden Einfluss auf die Extreme ausübt, wenn man die Temperaturen direct unter sich vergleicht, so scheint sich doch bei den Abweichungen der Monatsmittel von mittleren Verhältnissen kaum in den Wintermonaten ein ähnlicher ausgleichender Einfluss in Beziehung auf ihre absolute Veränderlichkeit erkennen zu lassen. Selbst Genf und St. Bernhard geben sehr geringe Unterschiede, obwohl der Höhenunterschied sehr bedeutend ist.

Die Tabelle B. 1 zeigt, dass sich auch die mittlere Veränderlichkeit am St. Bernhard von jener in Genf und St. Jean de Maurienne nicht wesentlich unterscheidet.

Weniger specielle Vergleichen könnten hier in ähnlicher Weise täuschen, wie die Annahme, dass der April der vorzugsweis veränderliche Monat des Jahres ist. DOVE hat bekanntlich nachgewiesen, dass der April zu jenen Monaten gehört, welche die hier besprochene Veränderlichkeit am geringsten ergeben. Auch in grossen Höhen ist es häufiger, als in den tieferen Regionen, dass Nebel und heiterer Himmel, Temperaturen unter und über dem Frostpunkte, Schnee und Regen in raschen Oscillationen sich folgen. Aber die Grösse des Unterschiedes ist nicht bedeutend, und wirkt daher auf die Monatsmittel verschiedener Jahre wenig ein. Die Abwechslung zwischen Schnee- und Regenfällen dürfte wohl ebenfalls wesentlich dazu beitragen, für den Monat April in unserer Breite, für sehr hohe Punkte fast in allen Monaten, dem Clima scheinbar den Charakter grosser Veränderlichkeit zu geben. (An hohen

Orten verbinden sich damit noch wegen ihrer Nähe an der Wolkenregion die oft wiederkehrenden Nebelinhüllungen.)

Die Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen atmosphärischen Niederschlägen sind jedoch weder im April im allgemeinen noch speciell an hohen Orten ungewöhnlich gross; sie werden uns nur in diesen beiden Fällen sehr deutlich bemerkbar, weil die Temperatur der Niederschläge um den Gefrierpunkt oscillirt; während uns im Sommer weit grössere Unterschiede in der Temperatur der Niederschläge entgehen können, wenn nicht specielle Messungen derselben vorgenommen werden.

In dem Zeitraume von 1792 bis 1850 waren nach den Beobachtungen am Peisenberge folgende die extremsten Monatsmittel:

Kältester Jan. 1830	Temp. $-7,85^{\circ}$ C.	Abw. $-5,76^{\circ}$ C.
Wärmster „ 1796	„ $+6,21$	„ $+8,30$
Kältester Juli 1833	Temp. $12,23^{\circ}$ C.	Abw. $-3,12^{\circ}$ C.
Wärmster „ 1807	„ $19,26$	„ $+3,91$
Kältestes Jahr 1816	Temp. $4,75^{\circ}$ C.	Abw. $-1,90^{\circ}$ C.
Wärmstes „ 1810	„ $8,33^{\circ}$	„ $+1,68$

Um auch noch ein Beispiel zu geben für die Unterschiede der Maxima und Minima, welche in einer mehrjährigen Reihe bei den einzelnen Monaten sich zeigten, führe ich die betreffenden Wärmeschwankungen für Kremsmünster an<sup>1</sup>.

Unter Temperaturschwankung ist demnach hier der Unterschied zwischen der höchsten und der tiefsten Temperatur verstanden, die während eines Monats stattgefunden hat; die folgenden Zahlen sind die entsprechenden Mittelwerthe für die 20jährige Periode von 1820 bis 1840. Die erste Verticalreihe enthält die unmittelbar aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe; die Grössen der zweiten Reihe sind durch Rechnung gefunden<sup>2</sup>.

1) Nach KOLLER's Gang der Wärme in Oesterreich ob der Ens S. 29.

2) Sie sind berechnet nach der Formel:

$$\begin{aligned} \Delta_n = & 18,613 + 1,6094 \sin (30^{\circ} (n + \frac{1}{2}) + 32^{\circ} 15') \\ & + 0,4617 \sin (60^{\circ} (n + \frac{1}{2}) + 34^{\circ} 22') \\ & + 0,2735 \sin (90^{\circ} (n + \frac{1}{2}) + 35^{\circ} 53') \end{aligned}$$

wobei n die Zahl des Monats, vom 1. Januar gerechnet, bedeutet,  $\Delta_n$  die dazu gehörige Temperaturschwankung.  $18,613$  C. ist der mittlere Werth für alle 12 Monate.

Mittlerer Unterschied der monatlichen absoluten Extreme zu Kremsmünster. Cels.

Monat.	Temperaturschwankung.		Monat.	Temperaturschwankung.	
	Beob.	Ber.		Beob.	Ber.
Januar	20,21	20,14	Juli	17,33	17,23
Februar	20,77	20,61	August	17,58	17,39
März	19,88	20,20	September	17,25	17,66
April	19,83	19,59	October	17,62	17,49
Mai	18,83	18,85	November	17,47	17,59
Juni	17,69	17,86	December	18,64	18,73

Anmerkung. Vergl. auch QUETELET'S sehr interessanten Bericht: Sur les variations périodiques et non périodiques de la température. Bull. Bruxelles. T. XX. No. 6. 1853.

Indem Herr QUETELET eine 20jährige Beobachtungsreihe von Brüssel untersuchte, fand er folgende 3 Gruppen von Veränderungen:

1) Die zufälligen Veränderungen, welche die Temperatur eines bestimmten Tages in verschiedenen Jahren zeigt.

2) Die periodischen Abweichungen, welche in jedem Jahre wiederkehren. Obwohl diese noch wenig untersucht sind, so lassen sich doch einzelne dieser interessanten Perioden schon jetzt annähernd bezeichnen, z. B. die Kälteperiode vom 7. bis 11. Januar, welche den kältesten Tag des Jahres einschliesst, die Kälteperiode vom 14. bis 23. Mai, die besonders im nördlichen Europa eintritt; die Wärmeperiode vom 4. bis 8. Juli, die den wärmsten Tag des Jahres enthält, und von gewöhnlich 2 auffallenden Temperaturdepressionen eingeschlossen ist etc. Zu dieser Gruppe von Anomalien sind zugleich jene Veränderungen zu rechnen, welche der Umdrehung der Sonne um ihre Achse, den Sonnenflecken, dem Dazwischentreten von Aerolithen und Sternschnuppen etc. zugeschrieben werden, da der Eintritt dieser Erscheinungen ebenfalls periodisch ist, obwohl ohne Zusammenhang mit den gewöhnlichen Jahreszeiten.

3) Die nicht periodischen Erscheinungen im engeren Sinne. —

Zur näheren Bestimmung der zufälligen Veränderungen, No. 1, wurden die Abweichungen eines bestimmten Tages von seinem mittleren Werthe in ähnlicher Weise untersucht, wie oben unter der Bezeichnung der „mittleren Veränderlichkeit“ die Abweichung der Monate einzelner Jahre vom vieljährigen Mittel. Es ergab sich, dass diese Abweichungen von Ursachen abhängen, die sich so wenig verändern und sich zugleich in den verschiedenen Jahren in so ähnlicher Art combiniren, dass diese Abweichungen, wenn man sie für die ganze Jahresperiode vergleichend zusammenfasst, ebenso symmetrisch sich ordnen, wie die periodischen Veränderungen selbst.

Die Grösse der Veränderlichkeit, oder was dasselbe ist, die gegenseitige Entfernung der äussersten Grenzen, innerhalb welcher die Abweichungen eingeschlossen sind, erreicht im Winter ein Maximum, im Sommer ein Minimum. Die Dauer der Perioden, innerhalb welcher die Temperatur über oder unter dem Mittel sich befindet, beträgt (für Brüssel) ungefähr 5 Tage, im Winter nahe 6, im Sommer nur 4; wenn eine Abweichung von den normalen Verhältnissen im Winter eintritt, so ist grössere Wahrscheinlichkeit für ihre Fortdauer vorhanden, als wenn die Abweichung im Sommer sich zeigt.

## Resultate.

1. Für 3 malige Temperaturbeobachtungen in 24 Stunden giebt die Combination  $\frac{VI+II+X}{3}$  für die Alpenstationen die besten Resultate.

Auch die Combination  $0,4M+0,5m+0,11IX$  zeigt sehr geringe Abweichungen vom wahren Mittel. Man kann sie daher anwenden, um aus einer Beobachtung am Tage, um IX Uhr Morgens, und aus den Extremen die mittlere Tageswärme zu berechnen.

2. Die mittlere Jahrestemperatur aus den einzelnen Monatsmitteln abgeleitet, ergibt für den höchsten Gipfel der östlichen Alpen (und Deutschlands), für den Grossglockner 12158'  $-11^{\circ}$  C. für die höchsten Gipfel der Alpen im Allgemeinen: Mont-Blanc 14809  $-14$  bis  $-15$ ; Monte-Rosa 14284  $-13$ .

3. Die Temperaturen des Herbstes sind für diese hohen Gipfel auffallend weniger kalt als die Wärme jener Frühlingsmonate, die von der Zeit des jährlichen Temperaturminimums gleich weit abstehen.

4. Der Temperaturunterschied zwischen dem kältesten und wärmsten Monat ergab sich für den Monte-Rosa  $= 8^{\circ}$  C., während er in Turin  $23,5^{\circ}$  C., in Mailand  $23,2^{\circ}$  C. beträgt.

5. Die Schneegrenze auf der südlichen Abdachung des Monte-Rosa fällt, wie im Alpengebiete im Allgemeinen, mit der Juliisotherme von  $+5^{\circ}$  C. zusammen, obwohl sie hier die ungewöhnliche Höhe von 9200 Par. F. erreicht.

6. Während sowohl die Extreme der Temperatur einzelner Tage als die Mittel grösserer Perioden, mit der Höhe sich abtumpfen, zeigt die absolute und mittlere Veränderlichkeit der Temperatur keine entsprechenden Verschiedenheiten. Die Abweichungen von vieljährigen Mitteln werden für die einzelnen Monate selbst in Höhen über 7000' nur wenig geringer als an den tiefen Stationen.

7. Die scheinbar grossen Unregelmässigkeiten der Witterung auf hohen Punkten sind in enge Grenzen eingeschlossen, und verschwinden daher bei Betrachtung mittlerer Verhältnisse. Die Oscillation der Temperatur der Niederschläge um den Nullpunkt trägt hier, wie für die tieferen Punkte in den Frühlingsmonaten, wesentlich dazu bei, die Veränderungen deutlicher zu zeigen, also scheinbar grösser zu machen.

## CAP. XI.

## ÜBER DEN GANG DES BAROMETERS.

## / INHALT.

Beobachtungen über die tägliche Periode. Barometergang auf der Vincenthütte. Zeit und Grösse der Extreme. Einfluss der Feuchtigkeit auf die tägliche und jährliche Periode.

Atmosphärische Wellen..

Ueber die 10jährigen Beobachtungen am St. Bernhard.

Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen. Bemerkungen über die Barometerformel. Veränderungen der berechneten Höhen in den verschiedenen Beobachtungsstunden. Correctionscoefficienten für Beobachtungen im Herbst. Unterschied des Januar und December am St. Bernhard.

Bestimmung der Temperatur der freien Atmosphäre aus barometrischen Beobachtungen. Täglicher Gang. Abstumpfung und Verspätung der Extreme, besonders des Maximums. Zeit der gleichförmigsten Temperaturvertheilung. Obere Grenze der täglichen Temperaturveränderungen verglichen mit Beobachtungen auf den höchsten Gipfeln. Unterschiede für Genf und St. Bernhard.

Bemerkungen über einige Barometerstände zwischen 14000 und 12000 P. F. Resultate.

---

Beobachtungen über die tägliche Periode.

Barometrische Beobachtungen in grossen Höhen bieten bekanntlich wegen der täglichen Periode besonderes Interesse. Während in den Ebenen und an Punkten von geringerer Höhe ganz allgemein 2 Maxima und 2 Minima in der täglichen Periode sich zeigen, die sogar mit grosser Regelmässigkeit fast überall zu den gleichen Stunden eintreten<sup>1</sup>, bieten hohe Orte, wenn sie zugleich, wie dies in Europa stets der Fall ist, eine sehr geringe Terrainoberfläche haben, gewöhnlich nur ein Maximum und ein Minimum im Laufe der 24 stündigen Periode.

Hohe Orte mit plateauartiger Bodengestaltung dagegen zeigen keinen anderen Typus des Barometerganges als die Ebenen, wie dies bekanntlich HUMBOLDT's<sup>2</sup> Beobachtungen bis zu Höhen von 12000 Fuss bewiesen haben.

Schon früher hatte ich versucht (Cap. XIV. Untersuchungen u. s. w. 1850) in den Beobachtungen SAUSSURE's am Col du Géant, KÄMTZ, am Faulhorn und in

---

1) KAEMTZ Meteorologie Bd. II. S. 263.

2) Relation historique Bd. III. S. 278 bis 313, und Tableau physique des régions équatoriales S. 91.

jenen, die wir selbst Gelegenheit hatten auf der Johannishütte anzustellen, einige Beispiele für diese Erscheinung zu sammeln<sup>1</sup>.

Unsere neuen Beobachtungen auf der Vincenthütte bieten ebenfalls diese Erscheinung sehr deutlich. Zugleich erlauben die zahlreichen correspondirenden Stationen, welche wir vergleichen konnten, und die nicht unbedeutende Höhe der Beobachtungspunkte selbst, hier die Verhältnisse etwas specieller zu untersuchen.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen, wie früher, einige Beobachtungen, die zur Vervollständigung für den ersten und letzten Tag der Reihe und für den 12. Sept. (während unserer Versuche auf der Vincentpyramide) eingeschaltet wurden.

Die Angaben der gleichzeitigen Lufttemperatur und der Witterungsverhältnisse sind bereits oben in der Tabelle, welche der Seite 278 gegenübersteht, enthalten.

Alle Barometerstände sind auf 0 reducirt und die Correction des Barometers von +0,21MM ist ebenfalls überall bereits angebracht<sup>2</sup>.

Barometrische Beobachtungen auf der Vincenthütte. 3162 M. 9734 P. F. 1851.

(Millimeter, auf 0 reducirt).

	6h	8h	10h	Mg.	2h	4h	6h	8h	10h	
Sept. 3.	(517,6)	(517,8)	(518,1)	(518,7)	518,6	518,0	517,5	517,4	517,5	3.Spt.
„ 4.	517,6	517,8	518,1	518,7	519,4	519,9	520,9	520,4	519,0	4. „
„ 5.	522,0	522,5	522,9	523,0	523,0	523,6	522,9	521,1	522,0	5. „
„ 6.	524,0	524,1	524,1	524,3	524,5	524,4	524,2	523,9	523,9	6. „
„ 7.	519,9	522,9	522,9	523,2	523,3	523,4	522,5	521,6	520,7	7. „
„ 8.	521,0	522,1	523,1	523,1	523,2	523,5	523,5	523,0	522,7	8. „
„ 9.	521,3	523,0	523,0	523,1	523,2	523,6	524,1	524,2	524,0	9. „
„ 10.	526,0	526,2	526,4	526,4	526,8	527,1	527,6	527,9	527,9	10. „
„ 11.	526,9	526,8	526,7	526,6	526,5	526,5	526,4	526,4	526,3	11. „
„ 12.	526,0	(525,9)	(525,9)	(525,8)	(525,9)	(526,0)	525,5	525,5	525,3	12. „
„ 13.	525,0	525,0	524,9	525,3	525,7	526,0	526,1	526,2	526,0	13. „
„ 14.	525,9	525,9	526,1	526,7	526,6	526,6	526,6	526,5	526,4	14. „
„ 15.	526,3	526,6	527,1	527,6	527,7	527,7	527,7	527,8	527,6	15. „
„ 16.	526,4	526,8	526,7	526,8	526,7	(526,5)	(526,5)	(526,2)	(526,2)	16. „

1) Vergl. auch BRAVAIS und MARTINS: Observations météorologiques faites au sommet du Mont-Blanc et au grand plateau. Annuaire météor. de la France, 2me année p. 130, und Séries météorologiques au sommet du Faulhorn p. 90.

2) Vergl. oben S. 6.

Um den Gang des Luftdruckes für die ganze tägliche Periode übersehen zu können, wurden die Barometerstände für Mitternacht, 2<sup>h</sup> und 4<sup>h</sup> a. m. durch Interpolation bestimmt.

Da es sehr häufig vorkömmt, dass bei zweistündigen Beobachtungen die Stunden zwischen 10 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens fehlen, theile ich im folgenden die Gleichungen mit, aus denen die ausgeschlossenen Stunden berechnet werden können. (Nach BRAVAIS in GAYMARD voyages; Météorol. T. II. p. 316.

Bezeichnet man die fehlenden Stunden mit  $t_0$   $t_1$   $t_2$  und setzt

$$\frac{2+\sqrt{3}}{7} t_{11} + \frac{2-\sqrt{3}}{7} (t_5 + t_7 + \frac{1}{7}(-t_3 - t_4 + t_6 - t_8 - t_9 + t_{10})) = g_0,$$

$$\frac{2-\sqrt{3}}{7} (t_6 + t_8) + \frac{1}{7} (t_3 - t_4 - t_5 + t_7 - t_9 - t_{10} + t_{11}) = g_1,$$

$$\frac{2+\sqrt{3}}{7} t_3 + \frac{2-\sqrt{2}}{7} (t_7 + t_9) + \frac{1}{7} (t_4 - t_5 - t_6 + t_8 - t_{10} - t_{11}) = g_2;$$

so erhält man daraus

$$t_0 = \frac{2+\sqrt{3}}{7} t_1 + \frac{t_2}{7} + g_0$$

$$t_1 = \frac{2+\sqrt{3}}{7} (t_0 + t_2) + g_1$$

$$t_2 = \frac{2-\sqrt{3}}{7} t_1 + \frac{t_0}{7} + g_2.$$

Ist

$$t_0 + t_2 = x$$

$$t_0 - t_2 = y$$

so hat man folgende Gleichungen aufzulösen:

$$\frac{6}{7} x - \frac{4+2\sqrt{3}}{7} t_1 = g_0 + g_2$$

$$\frac{7}{8} y = g_0 - g_2$$

$$2t_1 - \frac{4+2\sqrt{3}}{7} x = 2g_1$$

Aus diesen Gleichungen findet man:

$$x = \frac{343+98\sqrt{3}}{74} \cdot \frac{g_0+g_2}{2} + \frac{140+77\sqrt{3}}{74} g_1$$

$$= 6,929 \frac{g_0}{2} + \frac{g_2}{2} + 3,694 g_1,$$

$$y = \frac{7}{4} \frac{g_0 - g_2}{2} = 1,75 \cdot \frac{g_0 - g_2}{2},$$

$$t_1 = \frac{140+77\sqrt{3}}{74} \cdot \frac{g_0+g_2}{2} + \frac{147+42\sqrt{3}}{74} g_1$$

$$= 3,694 \frac{g_0}{2} + \frac{g_2}{2} + 2,9695 g_1$$

Da nun  $x$  und  $y$  bekannt sind, lassen sich auch die Werthe für  $t_0$  und  $t_2$  bestimmen.

In der folgenden Tabelle sind die aus den Beobachtungen abgeleiteten Mittel für die geraden Stunden und die Interpolationen für die Stunden  $1^h$ ,  $2^h$ ,  $4^h$  enthalten. In der zweiten Verticalreihe sind die Werthe für jede volle Stunde eingeschaltet und zugleich kleine Unregelmässigkeiten der Curve entfernt.

Stündliche Veränderungen des Luftdruckes auf der Vincenthütte.

Stunden.	Mittel der 2 stündigen Beobacht.	Verbesserte Stunden- mittel.	Stündliche Veränderung.	Stunden.
0	524,21	524,23	+ 0,09	Mg.
1 <sup>h</sup>		524,33	+ 0,10	1 <sup>h</sup> p. m.
2	524,37	524,39	+ 0,06	2 "
3		524,45	+ 0,06	3 "
4	524,36	524,50	+ 0,05	4 "
5		524,48	- 0,02	5 "
6	524,43	524,46	- 0,02	6 "
7		524,42	- 0,04	7 "
8	524,29	524,29	- 0,13	8 "
9		524,02	- 0,27	9 "
10	523,96	523,84	- 0,38	10 "
11		523,40	- 0,44	11 "
			- 0,32	
12	523,0	523,08		Mn.
13		522,91	- 0,17	1 <sup>h</sup> a. m.
14	522,8	522,85	- 0,06	2 "
15		522,80	- 0,05	3 "
16	522,8	522,83	+ 0,03	4 "
17		522,99	+ 0,16	5 "
18	523,28	523,20	+ 0,21	6 "
19		523,49	+ 0,29	7 "
20	523,81	523,79	+ 0,30	8 "
21		523,93	+ 0,14	9 "
22	524,00	524,07	+ 0,14	10 "
23		524,14	+ 0,07	11 "
	Mittel	523,79	+ 0,09	

Die Schwankungen des Barometerstandes sowohl während der ganzen Beobachtungsreihe als auch während der täglichen Periode sind sehr gering.

Das Minimum des Nachmittags ist entschieden verschwunden und durch ein Steigen des Barometerstandes bis gegen 5 Uhr Abends ersetzt, während, wie zu erwarten, der tägliche Gang des Luftdruckes zu Genf, Mailand, Turin der gewöhnliche war.

Die stündliche Veränderung ist zugleich zwischen 1 Uhr und 7 Uhr sehr gering.

Das Minimum am Morgen hält mehrere Stunden fast ohne Veränderung an. Unmittelbar vor und nach den Stunden des Minimums am Morgen treten die raschesten Veränderungen des Barometerstandes ein.

Um den Gang des Luftdruckes an der Vincenthütte und an hohen Orten überhaupt etwas näher zu beurtheilen, will ich zuerst einige allgemeine Bemerkungen über die tägliche Periode vorausschicken.

Die Zeiten der Maxima und Minima in den tieferen Regionen sind im Mittel folgende<sup>1</sup>:

Erstes Minimum um 7<sup>h</sup> 5' p. m.  
 „ Maximum um 10<sup>h</sup> 11' „  
 Zweites Minimum um 3<sup>h</sup> 45' a. m.  
 „ Maximum um 9<sup>h</sup> 37' „

Im Laufe des Jahres verändern sich diese Stunden in der Art, dass das nachmittägige Minimum und Maximum im Sommer später eintreten; das Minimum und das Maximum am Morgen zeigen sich im Sommer früher als im Winter. Die Differenz kann mehrere Stunden betragen. Die geringsten Veränderungen erleidet das Minimum des Morgens; dieses ist, wie sich sogleich zeigen wird, auch von den Veränderungen des Barometerganges an hohen isolirten Punkten am wenigsten betroffen.

Als die wesentliche Ursache der täglichen Veränderungen des Barometerstandes<sup>2</sup> kann die ungleiche Temperaturvertheilung in horizontaler Richtung betrachtet werden.

Die beiden Minima treffen mit der Zeit der Temperaturextreme sehr nahe zusammen. In beiden Fällen tritt nämlich ein Abfließen der Luft nach seitlich gelegenen Punkten ein.

Zur Zeit des Temperaturminimums scheint sich die seitlich abfließende Luft nahe der Oberfläche der Erde, also an der unteren Grenze der Atmosphäre zu bewegen. Damit stimmt auch sehr gut der Umstand überein, dass das Minimum des Morgens an sehr hohen isolirten Orten, demnach wohl auch in der freien Atmosphäre mit grosser Regelmässigkeit zu denselben Stunden eintritt, wie in der unmittelbaren Nähe der Oberfläche selbst.

1) Bestimmt von KAEMTZ Lehrb. Meteor. II. S. 264.

2) Vergl. die früheren Erklärungen: KAEMTZ II. S. 279 u. ff. und RAMOND Mém. de l'Institut II. 1808 p. 108.

Das seitliche Abfließen der Luft zur Zeit des Temperaturmaximums, welches den niedrigen Barometerstand zwischen 3<sup>h</sup> und 4<sup>h</sup> hervorbringt, wird vorzüglich in den höheren Theilen der Atmosphäre statt finden, indem durch die Erwärmung der Luft, die zunächst in der Nähe des Bodens beginnt, die ganze Luftsäule gehoben wird und an der oberen Grenze oder wenigstens in ihrer Nähe seitlich abfließt.

Die Maxima des Barometerstandes werden sich für die Ebenen an jenen Orten zeigen, wo die beiden Ströme, der obere sowohl als der untere, noch gleichzeitig ziemlich intensiv vorhanden sind.

Es bleibt noch zu untersuchen, wie sich das Minimum an der Oberfläche der Erde gleichzeitig mit jenem Maximum verbinden kann, welches in den höheren Regionen der freien Atmosphäre oder an sehr hoch gelegenen schmalen Abhängen und Berggipfeln eintritt, bei welchen der Einfluss des besonnten Bodens nicht sehr bedeutend ist.

Es dürfte sich dies am besten aus folgender Betrachtung übersehen lassen.

Erwärmt man in einer unten und seitlich abgeschlossenen Röhre eine Luftmasse, die nach oben von einem beweglichen Kolben begrenzt ist, so wird der Kolben gehoben, aber die Spannkraft wird im eingeschlossenen Raume, da er sich jetzt vergrößern konnte, wenn wir von dem kleinen Widerstande der Reibung absehen, stets dieselbe bleiben.

Durch die Erwärmung der Luft in der Nähe des Bodens kann entweder ihre Spannkraft vermehrt werden, oder es wird dieser Vermehrung der Spannkraft dadurch das Gleichgewicht gehalten, dass der Raum für die betreffenden Luftschichten sich vergrößert. In dem letzteren Falle würde der Druck der Luft am Boden auch Mittags unverändert bleiben.

Diese Bedingung, nämlich die Vergrößerung des Raumes für jene Luftmasse, welche in der Nähe des Bodens erwärmt wird, tritt in der Natur wirklich ein; der aufsteigende Luftstrom hebt unmittelbar die höheren Schichten etwas empor; dadurch bildet sich zugleich an der oberen Grenze der Atmosphäre eine wellenförmige Erhöhung, die von dem Momente ihres Entstehens an durch seitliches Abfließen wieder abgeplattet wird.

Bei jener durch den Kolben abgesperrten Luftmasse, die ich oben des Vergleiches wegen anführte, müsste man sich demnach gleichzeitig mit der Erwärmung den Druck des Kolbens etwas vermindert denken; dann wird es, den Verhältnissen an der Bodenoberfläche entsprechend, geschehen, dass ungeachtet der Erwärmung der Luft die Spannung derselben geringer wird. Die Luft im abgesperrten Cylinder ebenso wie jene an der Oberfläche der Erde befindet sich dann verhältnissmässig in geringerer Spannung, als ihrer Temperatur zukommen könnte, da gleichzeitig der Raum für dieselbe sich vergrößert.

Es vermindert sich demnach einige Stunden nach dem Temperaturmaximum der Luftdruck an der Oberfläche der Erde deswegen, weil durch das Abfließen

an der oberen Grenze der Atmosphäre das Gesamtgewicht der ganzen Luftsäule geringer wird; es bleibt aber noch zu untersuchen, wie sich gleichzeitig die Veränderungen des Luftdruckes in der ganzen, zwischen diesen Grenzen eingeschlossenen Luftsäule verhalten.

Wenn ich im folgenden bestimmte Höhen nenne, so sind zugleich nur die entsprechenden Punkte in der freien Atmosphäre gedacht; befinden sich selbst in bedeutenden Höhen grosse, der Insolation fähige Flächen, so bildet sich auch hier ein aufsteigender Luftstrom, der die Veränderung des Barometerstandes jenem in tieferen Punkten fast gleich machen kann. In den Tropen ist nach A. von HUMBOLDT's Beobachtungen noch bis zu sehr bedeutenden Höhen die tägliche periodische Veränderung des Barometerganges jener in den Ebenen ähnlich. In den Thälern der Centralalpen tritt ein sehr entschiedenes Minimum während der ersten Nachmittagsstunden noch bis zur Höhe von 4000 Fuss ein<sup>1</sup>.

Dass in der freien Atmosphäre das Minimum des Mittags bereits in Höhen von weniger als 6000'<sup>1</sup> nahezu verschwindet, in noch grösseren Höhen aber gleichzeitig ein Maximum des Luftdruckes eintritt, scheint von dem Zusammenwirken folgender beider Umstände abzuhängen.

Wenn die Erwärmung der Luft in der Nähe des Bodens eine Erhöhung der Atmosphäre zu bewirken beginnt, so wird der Anfang des Abfliessens an der oberen Grenze nicht gleichzeitig eintreten, sondern es wird die Wirkung der durch die Wärme sich ausdehnenden unteren Luftschichten sich zunächst durch eine kleine Compression der unmittelbar darüber liegenden Luftmassen Raum machen; es kömmt daher jetzt über einer gegebenen Höhe, z. B. über der Höhe von 6000 Fuss. eine etwas grössere Luftmasse zu ruhen, ohne dass dadurch der Gesamtdruck der Atmosphäre verändert wurde; nur die Vertheilung der Dichtigkeit innerhalb der verticalen Säule ist eine andere geworden. Diese locale Verdichtung schreitet wellenförmig nach oben fort, während gleichzeitig jetzt an der oberen Grenze das Abfliessen beginnt. So kann es geschehen, dass in einer gewissen Höhe, z. B. zwischen 8000 und 10000', Mittags noch ein Steigen des Barometers statt findet, während bereits der Gesamtdruck der ganzen Luftsäule anfängt sich etwas zu vermindern, wie das Barometer an der Oberfläche der Erde durch sein Fallen erkennen lässt.

In gleichem Sinne wirkt auch die Fortpflanzung der Wärme in der freien Atmosphäre. Die täglichen Veränderungen der Temperatur sind in verschiedenen Höhen weder von gleicher Grösse, noch sind sie, wie wir später sehen werden, in der freien Luftsäule gleichzeitig. Gesezt es wäre wenigstens das letztere nicht der Fall,

1) Vergl. auch die Bemerkungen über die Temperaturvertheilung am Monte-Rosa. S. 303.

2) Am St. Bernhard, der doch bei weitem nicht den Einflüssen besonnter Abhänge ganz entzogen ist, ist bereits (s. unten S. 396) die tägliche Periode nahezu verschwunden; ein Maximum Mittags wurde beobachtet am Faulhorn 8260 P. F., nach KAEMTZ, MARTINS und BRAVAIS; von uns auf der Johannis- hütte und auf der Vincenthütte.

und es nähme nur die Grösse dieser Veränderungen von der unteren nach der oberen Grenze stetig ab, so würde auch wenigstens jener Theil der täglichen Veränderungen des Luftdruckes, welcher von der Temperatur der Luft abhängt, gleichzeitig sein. Allein da das Maximum der Wärme in der freien Luftsäule in den Regionen von 8000 bis 9000' erst gegen Abend eintritt, so wird auch die Temperaturvertheilung dazu beitragen, die Dichtigkeit der Luft in diesen Höhen zur Mittagszeit verhältnissmässig etwas zu vermehren.

Auf hohen Bergen ist das Maximum der Luftwärme von jenem in den Ebenen fast ganz unabhängig<sup>1</sup>, und auf eine so kleine Luftmasse beschränkt, dass es auf den Stand des Barometers nur einen sehr geringen Einfluss ausübt.

Da die Unterschiede in den täglichen Veränderungen der Atmosphäre verhältnissmässig sehr klein sind, und gewöhnlich nur wenige Tausendtel des Druckes in den verschiedenen Höhen betragen, so ist es um so mehr erlaubt, die hier besprochenen Betrachtungen über die Ungleichheiten des Druckes und der Wärmevertheilung auf die Schwankungen des Barometers anzuwenden. Dieselben erklären auch, wie kaum zu erwähnen nöthig ist, warum in grossen Höhen die Schwankungen jedenfalls geringer sind; wenn auch, wie in den Hochebenen der Anden, der Typus des täglichen Ganges jenem an der Oberfläche der Erde gleichbleibt.

Das Minimum des Morgens ist durch alle Höhen weit gleichmässiger vertheilt als die übrigen Wendestunden. Da bei dem Eintreten dieses Minimums das Abfliessen der Luft an der Oberfläche der Erde zugleich mit der Periode des Erkaltes, die ebenfalls in der freien Atmosphäre weit weniger Ungleichzeitiges darbietet als die Erwärmung, zusammenfällt, so wird dadurch eine Verkürzung der Luftsäule hervorgebracht, und es kommen an einem höheren Orte jetzt Luftschichten zu liegen, die verdünnter sind, weil sie aus der Höhe niedersinken. Dies scheint wesentlich dazu beizutragen, dass das Minimum des Morgens auch an hohen Orten stets sehr ausgesprochen ist; es zeigt sich auch sehr deutlich am St. Bernhard, verglichen mit Genf. An hohen Orten scheint das Minimum gewöhnlich ziemlich lange anzuhalten. Es dürfte hier zugleich zu erwähnen sein, dass auch für diese Wendestunde die Temperatur der Vincenthütte ein Beispiel dafür bietet, dass an hohen Orten die locale Temperatur auf eine verhältnissmässig zu geringe Oberfläche ausgedehnt ist, um auf das Barometer einen wesentlichen Einfluss zu haben. Hier zeigt sich, ganz durch locale Umstände bedingt (nämlich durch das Zusammenfliessen der kalten Luft aus den Firnmeeren) das Minimum der Luftwärme sehr früh, nahe um 1 Uhr Morgens. Das Barometer scheint aber davon fast gar nicht berührt zu sein.

Auf die Zeit des Eintrittes sowohl der Maxima als Minima hat gewiss auch der Umstand einigen Einfluss, dass die einmal in Bewegung versetzte Luftmasse, sie

---

1) Vergl. oben S. 308 und die später folgenden Bemerkungen über die Wärme der freien Luft, abgeleitet aus Barometerbeobachtungen.

mag im Aufsteigen oder im Sinken begriffen sein, erst allmählig zur Ruhe kömmt, wenn die bewegende Ursache bereits aufgehört hat zu wirken.

Bisher wurden nur die Veränderungen der Dichtigkeit in einer gleichsam isolirt gedachten Luftsäule in verticaler Richtung betrachtet.

Diese Annahme ist für die vorliegenden Verhältnisse wohl erlaubt, weil die Veränderungen der Wärme und der Dichtigkeit der Luft in horizontaler Richtung sich viel weniger ändern als in verticaler. Es ist überraschend zu sehen, wie sich diese hier besprochenen Veränderungen selbst an Tagen verfolgen lassen, wo heftige Luftströmungen wehen, wenn nur die wesentlichste Bedingung, nämlich eine lebhaftes Insolation vorhanden ist.

Diese Veränderungen scheinen sich ähnlich wie die Schallwellen fortzupflanzen. Ihre Verbreitung wird zwar durch die Winde modificirt, aber keinesweges aufgehoben; der unmittelbare Einfluss der Winde auf die tägliche Periode durch Bewegung der Luftmassen scheint sehr gering. Indirect aber wirken die Winde allerdings auf den täglichen Gang des Barometers sehr wesentlich ein, indem sie ausser dem Druck im allgemeinen die Bewölkung und Besonnung, die Temperatur und die Feuchtigkeit verändern.

Auch die neueren Beobachtungen am Faulhorn, welche BRAVAIS und MARTINS 1841, 1843 und 1844 anstellten, zeigen denselben Typus der täglichen Veränderungen des Barometers, welche früher KÄMTZ gefunden hatte.

Die einzelnen Ablesungen, die sehr häufig die ganze Nacht einschliessen, sind im *Annuaire météorologique de la France* 2me année p. 89 bis 121 mitgetheilt.

Ich berechnete aus den Beobachtungen vom 19. bis 29. Juli 1841 die Mittel für die einzelnen Stunden, da diese Tage verhältnissmässig gutes und beständiges Wetter hatten, und die unregelmässigen Veränderungen des Barometerstandes weniger bedeutend scheinen als in anderen Zeitabschnitten, die gleich viele Tage umfassten. Die Veränderungen des Luftdruckes sind in folgender Tabelle enthalten.

---

1) Vergl. über den Einfluss der Winde auf die Intensität und die Verbreitung des Schalles die höchst interessanten Versuche und Betrachtungen ALEX. VON HUMBOLDT'S. Kleinere Schriften Bd. I. S. 371 bis 382.

Gang des Luftdruckes auf dem Gipfel des Faulhorn. 2683 M. 8260 P. F.

Die Beobachtungen sind vom 19. bis 29. Juli 1841 gemacht. Die Angaben des Barometers, M.M., sind auf 0 reducirt. Zu jeder der folgenden Zahlen sind 550 M.M. zu addiren, um den absoluten Luftdruck zu erhalten.

Morgens.		Abends.	
Stunde.	Barometerstand.	Stunde.	Barometerstand.
Mn.	550 + 3,75 M.M.	Mg.	550 + 3,35 M.M.
1 <sup>h</sup> a. m.	3,36	1 <sup>h</sup> p. m.	3,35
2	3,20	2	3,36
3	3,03	3	3,32
4	2,90	4	3,30
5	2,90	5	3,27
6	2,90	6	3,24
7	2,94	7	3,25
8	2,98	8	3,27
9	3,08	9	3,25
10	3,20	10	3,13
11	3,27	11	3,51

Auffallend ist hier jenes Maximum, welches dem Minimum des Morgens vorangeht. Der Unterschied ist so gross und die Beobachtungen auch während der Nacht<sup>1</sup> sind zu zahlreich, dass kaum eine zufällige Störung allein die Ursache desselben sein kann. Es scheinen bei dem Abfliessen des kalten Stromes an der Oberfläche der Erde und bei dem allmählichen Nachsinken der Atmosphäre ähnliche Störungen in der regelmässigen Vertheilung des Druckes wie während der Tagesperiode einzutreten<sup>2</sup>.

Sowohl dem Faulhorn als der Vincenthütte ist es gemeinschaftlich, dass zur Zeit des Minimums der Luftdruck überhaupt sich nur sehr wenig ändert. Die kleinen Unregelmässigkeiten zwischen 5 und 10 Uhr Nachmittags sind so gering, dass sie wohl zufälligen Ursachen zugeschrieben werden können.

In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen von BRAVAIS und MARTINS auf dem Grossen Plateau des Mont-Blanc zusammengestellt. Die Dunstspannung, welche ich zu berechnen versuchte, um den Druck der trocknen Luft zu erhalten, liess sich wegen häufiger Unterbrechungen nur genähert ausfüllen; jedenfalls genügen aber die Resultate, um den Typus zu zeigen. Da die Veränderungen der Dunstspannung überdies an sich sehr gering sind, so war um so weniger zu befürchten, durch die Einschaltungen merkliche Abweichungen zu erhalten.

1) Auch die Beobachtungen der übrigen Tage zeigen dieses Maximum, wenn auch etwas kleiner.

2) Die Vincenthütte scheint dies nicht zu ergeben; der eigenthümliche absteigende Luftstrom in den ersten Nachtstunden dürfte vielleicht von wesentlichem Einfluss darauf sein.

Gang des Luftdruckes auf dem grossen Plateau des Mont-Blanc. 3930 M. 12100 P. F.

Die Angaben des Barometers M.M. sind auf 0 reducirt; zu jeder der folgenden Zahlen sind 470 zu addiren, um den absoluten Luftdruck zu erhalten.

1844.	Stand des Barometers.						Annähernde Bestimmung des	
	28. Aug.	29. Aug.	30. Aug.	31. Aug.	1. Sept.	Mittel.	Dunst- druckes.	Druckes der trocken- en Luft.
Mn.	—	5,54	4,37	5,25	9,22	6,09	1,0	5,09
12 <sup>h</sup> a. m.	—	5,18	(3,99)	5,40	(9,19)	5,94	1,1	4,84
4	—	5,12	3,61	5,50	9,14	5,84	1,3	4,53
6	—	4,84	3,69	5,84	8,88	5,81.	1,5	4,31
8	—	4,84	3,88	6,50	9,00	6,06	1,8	4,21
10	—	4,83	4,64	6,95	9,03	6,36	2,3	4,06
Mg.	5,88	—	4,57	7,72	8,63	6,70	2,8	3,90
2 <sup>h</sup> p. m.	5,84	—	4,59	8,01	—	6,14	2,6	3,54
4	5,70	—	4,80	8,26	—	6,25	1,5	4,75
6	5,83	—	5,12	8,54	—	6,49	0,5	5,99
8	5,83	—	5,07	9,04	—	6,64	0,7	5,94
10	5,74	4,57	5,47	9,20	—	6,24	0,8	5,44

Die hier besprochenen Veränderungen des Barometers beziehen sich auf die unmittelbar beobachteten Druckhöhen, also auf die Summe des Druckes der trockenen Luft und des in ihr enthaltenen Wasserdampfes. Für das Grosse Plateau ist bereits der Druck der trockenen Luft annähernd bestimmt worden; für die Vincenthütte sind die Veränderungen der Elasticität in Cap. X. speciell angeführt. Um den Einfluss zu beurtheilen, den in der täglichen Periode zunächst des Sommers und des Herbstes der Dampfgehalt der Atmosphäre ausübt, ist nur in kurzem folgendes zu erwähnen. An den tieferen Punkten, wenn sie sich nicht in der unmittelbaren Nähe grosser Wasseroberflächen befinden, wächst die Elasticität des Dampfes bis gegen 10 Uhr Morgens; nun beginnt aber die Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes die hier gebildeten Dampfmassen rascher nach den oberen Regionen zu führen, als die Verdunstung sie zu ersetzen vermag. Es tritt demnach in den folgenden Stunden eine Verminderung ein, und erst gegen Abend ein zweites Maximum. An hohen Orten, an jenen also, welche eben die an der Oberfläche gebildeten Dampfmassen zugeführt erhalten, steigt die Elasticität ziemlich gleichmässig mit dem

Wachsen der Temperatur, und das Maximum tritt etwas nach der Zeit der grössten Wärme ein.

Der Unterschied im Drucke der trockenen Luft wird aber dadurch nicht geringer, da auch an den tieferen Orten wegen der ungleich grösseren Wärme die absolute Grösse des Dampfdruckes zur Zeit des Tagesminimums noch weit die Spannkraft der Dämpfe an den höheren Orten übertrifft. An den letzteren kann es allerdings geschehen, dass die Curve des Druckes der trockenen Luft jetzt die Erhebung am Tage verliert, oder wenigstens, dass die Grösse derselben bedeutend vermindert wird. Aber gerade die Ursachen, welche den Unterschied zwischen den Veränderungen des Luftdruckes an den tieferen Punkten und in höheren Regionen der Atmosphäre bedingen, werden dadurch noch deutlicher hervortreten.

Auf den Gang der täglichen Veränderungen hat also die Reduction des Barometerstandes auf den Druck der trocknen Luft vorzugsweise nur den Einfluss, die Amplitude etwas geringer zu machen; der Typus der Veränderungen bleibt im allgemeinen derselbe.

---

Analog den Veränderungen, welche die tägliche Periode in verschiedenen Höhen erfährt, gestaltet sich auch die jährliche. Es sei mir erlaubt, aus meiner früheren Arbeit über diesen Gegenstand zu erwähnen, dass sich wenigstens für den Druck der trockenen Luft an den tieferen Stationen ein entschiedenes Abnehmen der Barometerhöhe von den kälteren zu den wärmeren Monaten zeigt, was an den höheren Stationen nicht, oder nur in viel geringerem Grade einzutreten scheint.

Das Minimum des Sommers ist dabei dem Minimum zur Zeit der grössten Tageswärme analog; wie dieses in hohen und der freieren Atmosphäre möglichst entsprechenden Orten verschwindet oder selbst zu einem Maximum wird, so scheinen auch die Veränderungen in der jährlichen Curve gleichartigen Ursachen zuzuschreiben zu sein.

---

### Atmosphärische Wellen.

QUETELET hat neuerdings die Veränderung des atmosphärischen Druckes in Beziehung auf einige sehr interessante Erscheinungen untersucht, die sich in horizontaler Richtung zeigen, auf welche aber zugleich das Vorhandensein ausgedehnter Gebirgsmassen einen entschiedenen Einfluss ausübt.

Ein sehr niedriger Barometerstand zeigt sich gewöhnlich nicht an einer einzigen Localität, sondern gleichzeitig auf einer Reihe von Punkten, die auf der Oberfläche der Erde eine mehr oder weniger ausgedehnte Linie bilden. Der Zwischenraum zwischen zwei solchen Linien, die eine Reihe barometrischer Minima verbinden, kann, analog den gewöhnlichen Bezeichnungen, atmosphärische Welle genannt werden. Die Grösse dieser atmosphärischen Wellen, die mittlere Schnelligkeit ihres Fortschreitens,

die Richtung ihrer Bewegung, die Orte wo sie entstehen und wo sie verschwinden, der Einfluss, den Gebirge und örtliche Verhältnisse anderer Art auf dieselben haben u. s. w., wurde von QUETELET sorgfältig untersucht und in folgende Resultate zusammengefasst:

Die Atmosphäre ist gewöhnlich von mehreren Systemen von Wellen durchzogen. Diese Wellensysteme bedingen durch die Verschiedenartigkeit ihrer gegenseitigen Einwirkung für jeden Punkt der Erde einen eigenthümlichen Zustand des Luftdruckes. Unter den mannigfaltigen Bewegungen einzelner Wellensysteme lässt sich zugleich ein vorzugsweise dominirendes System von Wellen erkennen, welches für dasselbe Clima ziemlich constant zu bleiben scheint.

Die atmosphärischen Wellen pflanzen sich sowohl in Europa als in Asien von Norden nach Süden fort; die Schnelligkeit ist jedoch nicht überall dieselbe; sie bewegen sich im asiatischen Systeme rascher als in Central-Europa, in Russland und in den Gebirgen des Ural.

Die Fortpflanzung scheint an der Oberfläche der Meere weniger Hindernissen zu begegnen als im Innern der Continente; im allgemeinen vermindern die Hervorragungen der Erde sowohl die Schnelligkeit, als auch zugleich ihre Intensität. Die Schnelligkeit des Fortschreitens beträgt in der Nähe des Urals oft weniger als 9 Kilometer in der Stunde, während die mittlere Schnelligkeit zu 24 bis 44 Kilometer in der Stunde angenommen werden kann.

Die Richtung der Winde übt auf die Richtung dieser barometrischen Wellen keinen merklichen Einfluss aus. Diese wichtige Erscheinung scheint der Hypothese günstig, dass die Luftströmung in den unteren und den oberen Regionen der Atmosphäre sich theilweise compensiren. Uebrigens wird gewiss auch der Umstand von Einfluss sein, dass die Luft durch seitlichen Druck condensirt werden kann, ohne dass seitlich gleichzeitig ein merkbarer Zufluss von Luft erfolgt, oder was dasselbe ist, ohne dass fühlbare Winde dadurch hervorgerufen werden. Im Gegentheile, die herrschenden Winde können sehr gut fortbestehen, während gleichzeitig die Luftmassen, die sich fortbewegen, ihre Dichtigkeit merklich verändern.

Man kann wohl als ganz analogen Fall auch das oben erwähnte Fortbestehen der täglichen periodischen Veränderungen des Luftdruckes bei Winden nennen.

---

#### Ueber die 10jährigen Beobachtungen am St. Bernhard.

Die Monatsmittel des Luftdruckes für die Alpenstationen sind bereits früher (Unters. u. s. w. 1851. 391) enthalten. Ich füge hier als Ergänzung dieser Tabellen die neuen Berechnungen der 10jährigen Beobachtungen an dem St. Bernhard bei, an denen sich zugleich die täglichen Veränderungen in den einzelnen Monaten übersehen lassen. Am Fusse der Tabelle S. 396, 397 ist zur Vergleichung das Monatsmittel für Genf beigefügt.

Diese Zahlen wurden aus den 10jährigen Beobachtungen um 0, 3, 6, 9, 18, 21<sup>h</sup> von PLANTAMOUR berechnet. Die Abweichungen von den direct beobachteten Grössen sind ungemein gering; die grösste Abweichung ist 0,04 M.M.; im Mittel beträgt die Abweichung 1 bis 2 Hundertel eines Millimeters<sup>1</sup>.

Folgendes sind die Gleichungen, welche die stündlichen Veränderungen des Luftdruckes in den verschiedenen Monaten darstellen.

Januar	$b = 559,48 + 0,09 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 35,05) + 0,21 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 169,5)$
Februar	$b = 559,92 + 0,14 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 335,2) + 0,19 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 154,8)$
März	$b = 560,65 + 0,22 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 344,0) + 0,23 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 151,2)$
April	$b = 560,33 + 0,24 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 352,8) + 0,20 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 152,8)$
Mai	$b = 564,02 + 0,29 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 355,1) + 0,19 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 143,4)$
Juni	$b = 567,00 + 0,22 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 350,5) + 0,17 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 137,4)$
Juli	$b = 568,29 + 0,28 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 353,5) + 0,16 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 142,5)$
August	$b = 568,07 + 0,25 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 359,1) + 0,18 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 149,4)$
September	$b = 566,85 + 0,17 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 6,2) + 0,20 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 154,7)$
October	$b = 563,58 + 0,25 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 357,7) + 0,23 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 160,0)$
November	$b = 562,66 + 0,11 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 23,6) + 0,22 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 169,7)$
December	$b = 562,50 + 0,07 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 0,0) + 0,19 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 172,3)$
Jahr	$b = 563,64 + 0,19 \overset{\text{MM}}{\sin}(\mu + 356,1) + 0,20 \overset{\text{MM}}{\sin}(2\mu + 155,8)$

1) Die Abweichungen der berechneten Stundenmittel der Temperatur für die einzelnen Monate, von den direct beobachteten Grössen sind weit bedeutender. Sie betragen im Maximum nahe 0,30°. Im Verhältnisse zur mittleren Veränderung scheint jedoch der Barometerstand durch eine 10jährige Beobachtungsreihe nur nahe ebenso genau als die Temperatur bestimmt zu werden. Der Unterschied der wärmsten und kältesten Stunde im Jahresmittel ist für den St. Bernhard 4,67° C., eine Abweichung von 0,3° C. ist 64 Tausendtel dieser Grösse. Der Unterschied des mittleren Maximums und Minimums des Barometerstandes ist 0,68 MM, eine Abweichung der berechneten Werthe von 0,04 MM ist 59 Tausendtel dieser Grösse.

## Jährliche Veränderung des Barometer-

Stunde.	Januar. MM	Februar. MM	März. MM	April. MM	Mai. MM	Juni. MM	Juli. MM	August. MM	Sept. MM
0 <sup>h</sup>	559,56	559,94	560,70	560,39	564,11	567,08	568,36	568,15	566,95
1	559,48	559,88	560,64	560,35	564,09	567,06	568,35	568,13	566,89
2	559,40	559,83	560,59	560,32	564,07	567,03	568,34	568,10	566,83
3	559,35	559,80	560,56	560,30	564,05	567,00	568,33	568,09	566,80
4	559,36	559,82	560,57	560,33	564,07	567,00	568,35	568,10	566,80
5	559,42	559,88	560,64	560,39	564,12	567,03	568,40	568,15	566,85
6	559,51	559,97	560,75	560,48	564,19	567,10	568,46	568,22	566,92
7	559,60	560,08	560,87	560,58	564,28	567,18	568,54	568,31	567,02
8	559,68	560,17	560,98	560,66	564,36	567,25	568,61	568,37	567,09
9	559,70	560,22	561,05	560,70	564,40	567,30	568,64	568,40	567,13
10	559,57	560,22	561,04	560,67	564,38	567,30	568,62	568,37	567,11
11	559,59	560,17	560,96	560,59	564,30	567,25	568,54	568,29	567,03
12	559,46	560,06	560,82	560,45	564,16	567,15	568,42	568,16	566,91
13	559,36	559,93	560,65	560,29	563,99	567,02	568,27	568,01	566,77
14	559,22	559,80	560,48	560,13	563,82	566,87	568,12	567,86	566,63
15	559,19	559,70	560,33	560,01	563,68	566,75	567,98	567,74	566,53
16	559,19	559,65	560,27	559,94	563,59	566,67	567,90	567,67	566,49
17	559,26	559,66	560,27	559,94	563,57	566,64	567,88	567,67	566,52
18	559,37	559,71	560,33	560,00	563,61	566,67	567,92	567,72	566,60
19	559,49	559,79	560,44	560,10	563,71	566,75	567,90	567,82	566,71
20	559,61	559,88	560,56	560,21	563,83	566,85	568,10	567,93	566,82
21	559,68	559,95	560,65	560,31	563,95	566,95	568,20	568,03	566,92
22	559,69	559,99	560,72	560,38	564,04	567,03	568,29	568,11	566,98
23	559,65	559,98	560,73	560,40	564,10	567,07	568,34	568,15	566,98
Mittel für St. Bern- hard.	559,48	599,92	560,65	560,33	564,02	567,00	568,29	568,06	566,84
Mittel für Genf.	726,68	726,03	726,10	723,52	725,18	726,72	727,59	727,45	727,08

standes am St. Bernhard. 2473 M. 7613 P. F.

October. MM	November. MM	December. MM	Winter. MM	Frühling. MM	Sommer. MM	Herbst. MM	Jahr. MM	Stunde.
563,65	562,71	562,53	560,70	561,75	567,87	564,44	563,70	Mg.
563,59	562,63	562,45	560,62	561,71	567,86	564,37	563,65	1 <sup>h</sup> p. m.
563,54	562,58	562,39	560,57	561,67	567,83	564,31	563,61	2
563,53	562,55	562,36	560,54	561,65	567,82	564,28	563,58	3
563,56	562,56	562,39	560,56	561,67	567,83	564,29	563,60	4
563,64	562,63	562,45	560,62	561,73	567,87	564,35	563,66	5
563,75	562,72	562,54	560,70	561,82	567,94	564,45	563,74	6
563,86	562,82	562,64	560,81	561,92	568,02	564,56	563,84	7
563,95	562,90	562,71	560,89	562,01	568,08	564,64	563,92	8
563,98	562,92	562,73	560,92	562,06	568,12	564,67	563,96	9
563,92	562,88	562,71	560,89	562,04	568,10	564,64	563,94	10
563,83	562,77	562,63	560,82	561,96	568,03	564,55	563,86	11
563,67	562,66	562,52	560,71	561,82	567,91	564,41	563,73	Mn.
563,48	562,54	562,41	560,58	561,66	567,77	564,25	563,58	1 <sup>h</sup> a. m.
563,31	562,40	562,32	560,48	561,49	567,62	564,11	563,44	2
563,19	562,34	562,27	560,41	561,36	567,50	564,01	563,33	3
563,14	562,34	562,27	560,40	561,28	567,42	563,98	563,28	4
563,16	562,40	562,32	560,44	561,27	567,40	564,02	563,30	5
563,26	562,52	562,41	560,52	561,33	567,45	564,11	563,37	6
563,38	562,65	562,51	560,62	561,43	567,53	563,23	563,47	7
563,51	562,76	562,59	560,71	561,54	567,64	564,35	563,58	8
563,62	562,84	562,64	560,77	561,65	567,74	564,45	563,67	9
563,68	562,86	562,64	560,79	561,73	567,82	564,50	563,72	10
563,68	562,84	562,50	560,76	561,76	567,87	564,49	563,73	11
563,58	562,66	562,50	560,66	561,68	567,79	564,35	563,64	Mittel für St. Bern- hard.
725,47	726,82	728,38	727,06	724,95	727,26	726,44	726,43	Mittel für Genf.

In Beziehung auf die Epochen der Extreme dürfte noch folgendes zu erwähnen sein. Während in Genf die Epochen des zweiten Minimums und des zweiten Maximums im Laufe des Jahres die geringsten Veränderungen zeigen, ändern sich am St. Bernhard das erste Minimum und das erste Maximum am wenigsten. An der letzteren Station ist das Maximum des Abends das höchste, und das Minimum des Morgens das niedrigste; in Genf hingegen ist das Maximum des Morgens das grössere Maximum, und das Minimum des Abends das kleinere Minimum.

Die Periode des abnehmenden Druckes zwischen dem Maximum des Morgens und dem Minimum des Abends ist am St. Bernhard weit grösser, als jene Periode, die von dem Maximum des Abends und dem Minimum des Morgens begrenzt ist, besonders im Frühling und im Sommer. In Genf findet das Entgegengesetzte statt. Am St. Bernhard ebenso wie in Genf fällt das Barometer rascher als es steigt; die Dauer der zwei Perioden des Abnehmens ist zusammen um 56 Minuten kürzer als die der zwei Perioden des Zunehmens. Im Sommer beträgt sogar der Unterschied 2 Stunden 10 Minuten, im Winter nur 16 Minuten.

Der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel für den Druck der trockenen Luft beträgt

in Mailand . . . . .	9,15 MM.
in Gratz . . . . .	12,04 „
in München (Bogenhausen)	6,39 „

Diese Unterschiede scheinen daher weit mehr von der jährlichen Vertheilung der atmosphärischen Feuchtigkeit und von unregelmässigen, kaum näher zu bestimmenden Einflüssen der Bodengestaltung abzuhängen, also davon, ob die Alpenkette im allgemeinen südlich oder nördlich vom Beobachtungspunkte liegt.

Auch Genf zeigt, wie die meisten Stationen in den Ebenen und in mittleren Höhen<sup>1</sup> zwei Maxima, die mit den Temperaturextremen zusammenfallen und zwei Minima, eins im Frühlinge und eins im Herbst.

An den hohen Orten darf wohl überall nur ein Maximum, im Juli, und ein Minimum im Januar erwartet werden.

Das Maximum im Sommer ist für die niedrigen Orte nur von der Gegenwart des Wasserdampfes bedingt. Wenn auch in der Tagesperiode die Verdunstung nicht rasch genug folgen kann, um die Depression des Barometers des Nachmittags zu ergänzen, geschieht dies doch während des länger anhaltenden Verdunstens, wenn man grössere Perioden zusammenfasst. Der Druck der trockenen Luft hingegen zeigt dieses Maximum im Sommer für tiefe Orte nicht.

Das Maximum im Sommer an hohen Orten ist, wie ich früher zu zeigen versuchte, von der Gegenwart des Wasserdampfes nicht allein bedingt: es würde auch für den Druck der trockenen Luft eintreten. Diese Erscheinung hat wie die Erhö-

1) Vergl. auch Dove Pogg. Annalen Bd. 17.

hung des Druckes in den Mittagsstunden der täglichen Periode ebenfalls ihren wesentlichen Grund darin, dass jetzt, durch den aufsteigenden Luftstrom gehoben, über einer bestimmten Stelle Luftmassen ruhen, die früher unterhalb derselben sich befanden, während jedoch gleichzeitig an der oberen Grenze der Atmosphäre ein Abfließen der Luftmassen statt findet, welches hinreicht den Gesamtdruck der trockenen Luft, also jenen an der Oberfläche der Erde, in den Sommermonaten zu einem Minimum zu machen.

Das Maximum für die Ebenen in den Wintermonaten hängt mit den allgemeinen Temperaturverhältnissen zusammen, da jetzt durch die Kälte, welche die ganze Luftsäule durchdringt, die Höhe derselben bedeutend verkürzt würde, wenn nicht die dadurch entstehende Verkürzung durch Zuströmen von Luft in den oberen Regionen ergänzt würde. In der Tagesperiode kann zur Zeit des Temperaturminimums die kalte Luft an der Oberfläche der Erde nicht nur südlich, sondern auch westlich und östlich ausweichen; in der Jahresperiode ist dieses vorzugsweise nur nach Süden möglich, da nach Osten und Westen die Temperaturunterschiede im allgemeinen sich weit weniger ändern; findet auch ein ähnliches Ausweichen theilweise statt, so wird es jedenfalls, wie die Barometerstände zeigen, durch das allgemeine Zuströmen von Luft nach den kalten Regionen bei weitem übertroffen.

#### Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen.

Ist die Höhendistanz zwischen zwei Beobachtungsstationen mit hinlänglicher Genauigkeit durch wiederholte barometrische oder trigonometrische Bestimmungen bekannt, so lassen sich barometrische Beobachtungen, die sich über einen grossen Theil der Tagesperiode ausdehnen, benützen, um die stündliche Veränderung der berechneten Höhen und aus diesen die mittlere Wärme der freien Luftsäule zwischen den beiden Beobachtungsstationen zu bestimmen.

Die Gleichung für die Berechnung barometrischer Höhenbestimmungen ist bekanntlich von der Form

$$z = a (1 + cT) \log \frac{B}{b} + \dots$$

wobei  $a$  und  $c$  Constanten,  $B$  und  $b$  die Barometerstände an der unteren und an der oberen Station sind,  $T$  das arithmetische Mittel der Temperaturen an beiden Stationen ist u. s. w.

Die Abnahme der Schwere mit der absoluten Höhe und mit der Annäherung gegen den Aequator, und der Feuchtigkeitsgrad der Luft haben einen verhältnissmässig geringen Einfluss; wir wollen daher der Uebersichtlichkeit wegen,  $z$  nur von  $T$ ,  $B$  und  $b$  abhängig machen, also

$$z = f(T, B, b \dots) \text{ setzen.}$$

Dann ist

$$\Delta z = \frac{df}{dT} \cdot \Delta T + \frac{df}{dB} \cdot \Delta B + \frac{df}{db} \Delta b + \dots$$

Bildet man die partiellen Differentialquotienten, so erhält man

$$\frac{dz}{dT} \cdot \Delta T = ac \log \frac{B}{b} \Delta T \quad (1)$$

$$\frac{dz}{dB} \cdot \Delta B = a(1+cT) \frac{m}{B} \cdot \Delta B \quad (2)$$

$$\frac{dz}{db} \cdot \Delta b = -a(1+cT) \frac{m}{b} \cdot \Delta b \quad (3)$$

also

$$\Delta z = ac \log \frac{B}{b} + ma(1+cT) \left( \frac{\Delta B}{B} - \frac{\Delta b}{b} \right)$$

Nehmen wir den Barometerstand an dem Orte, dessen Höhe zu berechnen ist, als richtig an (abgesehen von den unvermeidlichen kleinen Ablesungsfehlern), so sieht man aus den Gleichungen 2 und 3, dass für  $\Delta B = \Delta b$

$$\frac{dz}{dB} \cdot \Delta B : \frac{dz}{db} \Delta b = b : B.$$

Es ist also ein gleich grosser Fehler in der regelmässigen Vertheilung des Luftdruckes von grösserem Einflusse, wenn wir die Höhe nach einer höher liegenden, als wenn wir sie nach einer tiefer liegenden correspondirenden Station berechnen.

Dagegen sind an den tieferen Stationen sowohl die periodischen als die nicht periodischen Veränderungen des Luftdruckes grösser, als an hoch gelegenen, es ist also auch zu erwarten, dass die Abweichung des Luftdruckes von den normalen Verhältnissen (in Beziehung auf die zu berechnende Höhe), gewöhnlich für solche correspondirende Stationen, welche tiefer liegen, grösser ist als für solche, welche sich oberhalb des zu berechnenden Punktes befinden. — Der absolute Fehler der resultirenden Höhe ist dem Fehler an dem Barometerstande der correspondirenden Station proportional.

Aus der Gleichung 1 lässt sich der Einfluss beurtheilen, welchen ein Fehler in der Temperatur T hervorbringt. Setzt man, der besseren Uebersicht wegen,  $a \log \frac{B}{b} = z' =$  der genäherten Höhe, so erhält man  $\Delta z = cz' \Delta T$ .

Der absolute Fehler ist also erstens dem Temperaturfehler direct proportional, und er wird, zweitens, um so grösser, je bedeutender die relative Höhe zwischen den beiden Stationen ist.

Der Temperaturfehler ändert sich zugleich im Laufe der Tagesperiode. Das Mittel aus den beiden, oben und unten, direct beobachteten Temperaturen wird gegen Mittag zu warm werden durch Insolation, des Nachts zu kalt durch Strahlung. Die berechneten Höhen werden daher Mittags zu gross, Abends zu klein.

Während der Beobachtungen auf der Vincenthütte, 3. bis 16. September, war

der periodische Temperaturfehler im allgemeinen während der Tagesperiode fast um die Hälfte grösser, als die Unterschiede zwischen den mittleren Resultaten der Berechnungen nach den verschiedenen correspondirenden Stationen.

An hohen Orten scheint demnach der Fehler, welcher von der Temperatur, mittelbar also von der Beobachtungsstunde abhängt, an schönen Tagen grösser zu sein als die Unterschiede, welche die mittleren Resultate nach verschiedenen Stationen berechnet zeigen.

Der Unterschied der Höhenresultate für verschiedene Tage kann jedoch selbst an sehr hohen Orten bei ungünstigen Witterungsverhältnissen grösser werden als der Unterschied zwischen einzelnen Stunden des Tages unter den gewöhnlichen Umständen. Ausser den Unregelmässigkeiten in der Wärmevertheilung können die Höhenresultate besonders durch verschieden gerichtete Luftströme, oder auch unregelmässige Vertheilung der Feuchtigkeit und der damit zusammenhängenden Wolkenbildung u. s. w. sehr wesentlich verändert werden. Die Beobachtungen am Theodulpasse S. 42 bieten ein Beispiel für ähnliche Störungen.

Hier dürfte noch folgendes auffallende Verhältniss zu erwähnen sein. Berechnet man die relative Höhe eines Punktes, der nur wenig hoch ist, und zugleich in einer Thalsohle liegt, so zeigt sich gewöhnlich der periodische Temperaturfehler kleiner als für einen sehr hohen Punkt, obwohl in dem ersteren Falle die beobachteten Lufttemperaturen von der Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe mehr abweichen müssen als im zweiten. Dass dessenungeachtet für niedrige Punkte der periodische Fehler geringer ausfällt, scheint von folgenden Bedingungen abzuhängen: 1) Es ist, wie aus der Untersuchung der Formel selbst hervorging, der Temperaturfehler proportional dem Höhenunterschiede. 2) In dem hier betrachteten Falle, in welchem nämlich beide Stationen wenig hoch sind, ist auch jener Umstand günstig, dass die Linie welche sie verbindet, nirgends sich sehr weit vom Boden entfernt, dass also in Folge davon das arithmetische Mittel der an beiden Stationen direct beobachteten Temperaturen weniger von dem Mittel der Luftschichten längs der Verbindungslinie abweicht, als dies der Fall ist, wenn der eine Punkt bereits sehr hoch ist; dann wird die verbindende Linie fast ganz durch die freie Atmosphäre gehen, und nur an den beiden Endpunkten, aber hier nur auf eine verhältnissmässig kurze Strecke, dem Einflusse der sogenannten Bodenatmosphäre zugänglich sein.

Um den Einfluss der Tageszeit auf die resultirenden Höhen zu untersuchen und damit zugleich einige Betrachtungen über den Gang der Temperatur in der freien Atmosphäre zu verbinden, scheinen die Berechnungen der Höhe der Vincenthütte nach Mailand besonders geeignet. Ausser der bedeutenden relativen Höhe von mehr als 9000 Fuss, ist hier auch der Umstand günstig, dass die nach Mailand berechnete Höhe dem allgemeinen Mittel am besten entspricht. Man kann demnach erwarten, hier ziemlich regelmässige Verhältnisse zu finden.

Die Berechnungen der Höhe nach den Beobachtungen von 6 Uhr Morgens bis

9 Uhr Abends (vom 3. bis 16. Sept. 1851) sind Seite 46 mitgetheilt. In Mailand waren noch während dieser Periode regelmässige Beobachtungen in der Nähe von 12 Uhr Nachts angestellt; die Zeit war jedesmal genau angegeben, sie entfernte sich im Mittel um etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde von der wahren Mitternacht; die grössere Zahl war etwas früher, einige etwas später angestellt.

Ich reducirte die kleinen Unterschiede auf die volle Stunde (12<sup>h</sup>) und berechnete zugleich durch Interpolation den Stand der Instrumente für 3<sup>h</sup> a. m.

Es ergab sich

Mailand	Mittn.	3 <sup>h</sup> a. m.
Barometer red. auf 0	752,4 M. M.	752,2 M. M.
Temperatur der Luft	14,7° C.	13,9° C.
Aus den Tabellen für die Vincenthütte S. 280 und S. 385. ergibt sich		
Vincenthütte	Mittn.	3 <sup>h</sup> a. m.
Barometer red. auf 0	523,0 M. M.	522,8 M. M.
Temperatur der Luft	-3,8° C.	-3,3° C.

Für die Berechnung der Höhen wurde die mittlere relative Feuchtigkeit der Luft = 82 angenommen, (wie sie sich für 9 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens durch die Beobachtungen ergeben hatte).

Die absolute Höhe der Vincenthütte, nach Mailand berechnet, wird dann für Mn. 9641 P. F.

„ 3<sup>h</sup> a. m. 9622 „

Um die Annahmen des Luftdruckes und der Temperatur zu prüfen, welche für 3 Uhr Morgens gemacht wurden, kann man auch die resultirende Höhe aus den übrigen Stunden ableiten.

Bezeichnet man das Resultat für den Mittag mit  $h_0$ , jene für 3<sup>h</sup>, 6<sup>h</sup> . . . 22<sup>h</sup> mit  $h_1, h_2, \dots, h_7$ , so ist die Höhe für 3 Uhr Morgens,  $h_3$ , durch folgende Formel gegeben

$$h_3 = \frac{1}{3}(h_6 - h_7 + h_0 + h_1 + h_2 - h_3 + h_4) \\ + \frac{1}{3}\sqrt{2}(h_6 - h_0 - h_2 + h_4)$$

Man erhält daraus

$$h_3 = 9731.$$

Die Differenz zwischen den beiden Berechnungen beträgt also nur ein Tausendtel der relativen Höhe.

Die Veränderungen der berechneten Höhe für die einzelnen vollen Stunden, durch Interpolation gefunden, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Veränderungen der Höhe der Vincenthütte, berechnet nach Mailand und Genf.  
Pariser Fuss.

Morgens.			Abends.		
Stunde.	Nach Mailand.	Nach Genf.	Stunde.	Nach Mailand.	Nach Genf.
Mn.	9641	9627	Mg.	9806	9786
1 <sup>h</sup> a.m.	9624	9725	1 <sup>h</sup> p.m.	9808	9788
2	9619	9626	2	9808	9788
3	9620	9632	3	9807	9782
4	9625	9638	4	9793	9770
5	9642	9651	5	9760	9760
6	9657	9664	6	9716	9743
7	9694	9681	7	9694	9695
8	9711	9698	8	9680	9680
9	9739	9740	9	9670	9680
10	9780	9781	10	9660	9634
11	9800	9782	11	9650	9629

Mittel für die ganze Tagesperiode  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nach Mailand } 9709 \text{ P. F.} \\ \text{Nach Genf } 9702 \text{ „} \end{array} \right.$

Allgemeines Mittel nach Genf, St. Bernhard, Aosta, Turin und Mailand 9734.

Das Mittel für die ganze 24stündige Periode lässt sich auch aus den Seite 44 und 46 mitgetheilten Tagesbeobachtungen ableiten.

Für Mailand erhält man, indem wie früher die Beobachtungen von 6 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends zu Grunde gelegt, und die Beobachtungsstunden vom Mittag an mit 0, 1 . . . 7 bezeichnet werden:

$$H = \frac{h_0 + h_1 + h_3 + h_6 + \frac{1}{2}\sqrt{2}(h_3 - h_2 - h_7 + h_6)}{4}$$

Dies giebt nach Einführung der Zahlenwerthe 9710,4 P. F., was also mit dem obigen Resultate als ganz gleich betrachtet werden kann.

Für die Berechnungen nach Genf erhält man nach diesem Verfahren 9694', für jene nach dem St. Bernhard 9673'.

Die Berechnungen nach Mailand und Genf stimmen zugleich nicht nur im Resultate, sondern auch im Gange der Veränderung sehr gut überein.

Die Berechnungen nach dem St. Bernhard zeigen während des Tages ebenfalls einen ähnlichen Gang; es ist jedoch hier der Unterschied der Höhe nicht gross genug, um zu bewirken, dass die Abweichung der Temperatur an den Beobachtungsstationen von dem Mittel der freien Luftsäule die kleinen periodischen Aenderungen

des Barometers in der 24stündigen Periode constant übertreffe. Daher geschieht es auch, dass das Minimum der berechneten Höhe nicht während der Nacht eintritt. Das Resultat der Berechnung der mittleren Höhe während der ganzen 24stündigen Periode, 9673', zeigt, dass die Höhen von 10 Uhr Abends gegen 6 Uhr Morgens abnehmen werden, ohne jedoch während dieser Zeit ein absolutes Minimum zu erreichen. Dasselbe ergibt sich auch, wenn man versucht, für die fehlenden Nachtstunden nicht die Höhenresultate selbst, sondern die fehlenden Barometer- und Thermometerstände durch Interpolation zu bestimmen und aus diesen die Höhe zu berechnen. Dass hier die Veränderungen der Wärme einen geringeren, also die Veränderungen des Barometerstandes einen relativ grösseren Einfluss auf das Höhenresultat haben als bei dem Vorhandensein eines grösseren Höhenunterschiedes zwischen den beiden Beobachtungsstationen, stimmt auch mit dem Resultate überein, welches das Differentiiren der Barometerformel ergab; dabei zeigte sich nämlich, dass unter übrigens gleichen Umständen der Einfluss localer Temperaturen der relativen Höhe proportional ist.

Die obige Tabelle für Mailand und Genf lässt zugleich untersuchen, zu welchen Stunden die Beobachtungen der wahren Höhe am nächsten kommen. Man hatte bekanntlich aus Vergleichen von trigonometrisch bestimmten Höhenunterschieden mit den Resultaten barometrischer Messungen gefunden<sup>1</sup>, dass Morgens die Stunde um 9 Uhr, Abends die Stunden von 5 bis 6 Uhr die grösste Uebereinstimmung mit der wahren Höhe zeigen. Auch die beiden nach Genf und Mailand berechneten Reihen scheinen dieses zu bestätigen, wenn wir das früher gefundene allgemeine Mittel von 9734' zu Grunde legen.

Bei der Vergleichung mit den 24stündigen Mitteln für jede einzelne Station zeigen die angegebenen Stunden ebenfalls sehr kleine Abweichungen. Diese Stunden sind demnach bei barometrischen Messungen als besonders günstig vorzugsweise zu berücksichtigen; die grössten Abweichungen, also die ungünstigsten Verhältnisse für barometrische Höhenbestimmung zeigen die Stunden in der Nähe des Temperaturminimums.

Die absolute Grösse der Abweichung zu den übrigen Stunden ist zugleich nicht allein von der Tageszeit und der relativen Höhe abhängig; auch die Veränderungen der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten und nach den örtlichen Verhältnissen hat darauf einen entschiedenen Einfluss. Besonders scheint der Umstand wichtig, dass sehr hohe Gipfel<sup>2</sup>, also zugleich solche, welche gewöhnlich nur eine sehr geringe

1) Der Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen wurde zuerst von DE LUC beobachtet, und von RAMOND, HORNER, BERGHAUS, DELCROS, BRAVAIS u. A. specieller untersucht.

2) Beobachtungen auf sehr hohen Gipfeln, wie Mont-Blanc, Monte-Rosa etc. müssten die Höhe stets zu gross ergeben, da sie gewöhnlich Mittags und bei gutem Wetter angestellt werden. Allein die Resultate der einzelnen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen sind keineswegs regelmässig zu gross, sondern zeigen sowohl positive als negative Differenzen, die von anderen Umständen als von der Tagesperiode abhängig scheinen.

Oberfläche der Insolation bieten, verhältnissmässig sehr wenig von der Temperatur der freien Atmosphäre abweichen. Auf solchen wird demnach die Correction des Mittags ungeachtet der grösseren relativen Höhe nur sehr gering.

Um den Fehler zu verbessern, welchen die Tageszeit hervorbringt, kann man Coëfficienten für die einzelnen Stunden berechnen.

BERGHAUS<sup>1</sup> hat eine solche Tabelle aus sehr zahlreichen Beobachtungen am Brocken und in Magdeburg abgeleitet.

Die Beobachtungen waren vom 27. Juli bis 7. Octbr. 1820 angestellt, und sind mit dem trigonometrisch bestimmten Höhenunterschiede verglichen. Die Beobachtungsstunden waren 7<sup>h</sup> a. m., 9, 11, 1<sup>h</sup> p. m., 3, 5, 7, 9; die zwischen liegenden graden Stunden sind interpolirt.

Aus der folgenden Tabelle wird die Grösse der anzubringenden Correction erhalten, indem man die relative Höhe der betreffenden Stunde mit dem dazu gehörigen Factor (Corr.) multiplicirt; die vorgesetzten Zeichen geben zugleich an, ob diese Grösse zu der berechneten Höhe addirt oder von derselben subtrahirt werden muss<sup>2</sup>.

Stundencorrection für barometrische Höhenbestimmungen nach Beobachtungen am Brocken und in Magdeburg.

Morgens.	Corr.	Morgens.	Corr.
6 <sup>h</sup> a. m.	+0,00748	1 <sup>h</sup> p. m.	−0,00570
7	+0,00500	2	−0,00593
8	+0,00253	3	−0,00450
9	−0,00048	4	−0,00307
10	−0,00347	5	−0,00107
11	−0,00447	6	+0,00129
Mg.	−0,00547	7	+0,00224
		8	+0,00319
		9	+0,00429
		10	+0,00539

Auch in jenen Fällen wird die Correction sehr gering (wie oben S. 401 gezeigt), bei welchen die Linie, welche beide Beobachtungsstationen verbindet, dem Boden stets sehr nahe bleibt; weil dann das arithmetische Mittel der Lufttemperaturen an den Beobachtungsstationen der mittleren Wärme der Luft zwischen den beiden Orten nahe gleich sein wird.

Nebelmassen, wenn sie sehr ausgedehnt sind, und beide Beobachtungspunkte umschliessen, scheinen ebenfalls zu bewirken, dass dieser Fehler der Tagesperiode sehr klein wird, da auch in diesem Falle die oben und unten beobachtete Wärme verhältnissmässig weniger differirt und dem Mittel der ganzen Nebelmasse ziemlich gut entspricht.

1) Vergl. auch die ähnlichen Tabellen von HORNER und von BRAVAIS. Comptes rendus 1850. XXXI. S. 175.

2) Diese Tabelle ist auch in BERGHAUS Grundriss der Geographie in 5 Büchern, Breslau 1843, enthalten; die folgende über den Einfluss der verschiedenen Winde erhielt ich durch eine persönliche Mittheilung des genannten Herren, wofür ich hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

Auch die Windesrichtung scheint auf die Temperatur an den Beobachtungsstationen einen grösseren Einfluss zu haben, als auf die Wärme der freien Atmosphäre, doch ordnen sich dabei, wie zu erwarten, die Höhen nicht genau nach den thermischen Verhältnissen der Winde, da auch der Umstand von Einfluss ist, dass der Unterschied des Luftdruckes, der verschiedenen Winden entspricht, für die untere Station etwas grösser ist als für die obere. Dadurch geschieht es, dass die Extreme der Höhenresultate auf solche Winde fallen, bei welchen für sich allein weder die Wirkung auf das Thermometer noch jene auf das Barometer die grösste ist.

Correction für barometrischen Höhenbestimmungen bei verschiedenen Winden.

Windesrichtung.	Correction.	Windesrichtung.	Correction.
Nord	+0,0046	Süd	-0,0049
Nord-Ost	+0,0044	Süd-West	-0,0036
Ost	+0,0014	West	+0,0006
Süd-Ost	-0,0012	Nord-West	-0,0012

Berechnet man die Stundencorrectionen für die Höhenbestimmung der Vincenthütte nach Mailand und Genf, so erhält man folgende Werthe:

Stundencorrectionen für die Vincenthütte nach Mailand und Genf.

Stunde.	Correction berechnet nach :			Stunde.
	Mailand.	Genf.	Mittel.	
Mg.	-0,0077	-0,0061	-0,0069	Mg.
1 <sup>h</sup> p. m.	-0,0079	-0,0063	-0,0071	1 <sup>h</sup> p. m.
2	-0,0079	-0,0063	-0,0071	2
3	-0,0078	-0,0056	-0,0067	3
4	-0,0063	-0,0044	-0,0054	4
5	-0,0029	-0,0033	-0,0031	5
6	+0,0019	-0,0006	+0,0007	6
7	+0,0043	+0,0055	+0,0049	7
8	+0,0058	+0,0077	+0,0068	8
9	+0,0070	+0,0098	+0,0084	9
10	+0,0080	+0,0116	+0,0098	10
11	+0,0090	+0,0122	+0,0106	11

Stunde.	Correction berechnet nach:			Stunde.
	Mailand.	Genf.	Mittel.	
12 <sup>h</sup> p. m.	+0,0099	+0,0125	+0,0112	Mn.
13	+0,0117	+0,0127	+0,0122	1 <sup>h</sup> p. m.
14	+0,0123	+0,0126	+0,0124	2
15	+0,0122	+0,0119	+0,0121	3
16	+0,0116	+0,0112	+0,0114	4
17	+0,0098	+0,0097	+0,0098	5
18	+0,0082	+0,0082	+0,0082	6
19	+0,0043	+0,0062	+0,0052	7
20	+0,0025	+0,0044	+0,0035	8
21	-0,0005	-0,0007	+0,0006	9
22	-0,0050	-0,0055	-0,0053	10
23	-0,0070	-0,0055	-0,0063	11

Die Resultate beider Tabellen stimmen ungemein gut überein; die wirkliche Anwendbarkeit der Correction in speciellen Fällen dürfte aber durch folgende Umstände beschränkt werden.

1) Wie bereits oben erwähnt, ist nicht nur die absolute Höhe, sondern auch die Bodengestaltung in der Nähe der Beobachtungspunkte von Einfluss auf die Grösse der periodischen Abweichungen während des Tages.

2) Die abgeleiteten Correctionen beruhen auf Beobachtungen im Sommer, besonders im Herbste. Der Herbst entspricht zugleich dem Jahresmittel unter den verschiedenen Jahreszeiten am besten. Im Frühling und noch mehr im Winter wurden die Correctionen der einzelnen Stunden andere. Auch das Mittel aus den 24 Stunden zeigt Abweichungen von der wahren Höhe, die mit den Jahreszeiten sich ändern; im Sommer ist es grösser, im Winter kleiner als die wahre Höhe.

3) In nicht geringerem Maasse als die Jahreszeiten wirken entschieden auch die unregelmässigen Witterungsverhältnisse einzelner Tage ein. Wenn sich auch dabei annähernd aus den unmittelbaren Thermometer- und Witterungsbeobachtungen übersehen lässt, ob die anzubringende Correction sehr gross, oder sehr klein sein wird, so lässt sich doch die bestimmte Grösse derselben sehr schwer beurtheilen.

Die eben gefundenen (oder andere auf ähnliche Weise bestimmte) Correctionen dürften zunächst dann mit Vortheil anzuwenden sein, wenn die Beobachtungen im Herbste und bei schönem Wetter gemacht sind.

Zugleich lassen sich aber die obigen Tabellen dazu benützen, Stunden aufzufinden, deren Correctionen sich nahe zu aufheben. Durch die Combination solcher Stunden wird man auch an solchen Tagen dem wahren Mittel sehr nahe kommen,

an welchen die Grösse der Abweichungen nicht die normale ist. Dies Verfahren scheinen auch die Beobachtungen auf der Vincenthütte an einzelnen Tagen zu bestätigen.

Es ist kaum nöthig zu erwähnen, dass an trüben Tagen, besonders bei Eintritt von schlechtem Wetter, eine ähnliche Correction überhaupt nicht anzuwenden ist, weil dann auch die Veränderung der berechneten Höhe während der Tagesperiode eine ganz andere wird. Gewöhnlich treten dann auch noch Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des Luftdruckes (wegen der horizontalen Entfernung der beiden Beobachtungspunkte) hinzu, welche unter solchen Umständen die Benützung des Barometers zu Höhenbestimmungen entschieden ausschliessen sollten.

Als Beispiel für den Einfluss der Jahreszeit auf die berechnete Höhe führe ich hier noch die Resultate an, welche die Beobachtungen zu Genf und am St. Bernhard ergeben<sup>1</sup>. Die Differenzen der ersten Spalte beziehen sich auf die aus dem Jahresmittel abgeleitete Höhe, jene der zweiten Spalte auf das Mittel aus den betreffenden Monaten.

Veränderungen der Höhe des St. Bernhard, berechnet nach Genf. (Meter.)

Stunde.	Juni			December.		
	Absol. Höhe.	Correction		Absol. Höhe.	Correction	
	nach Jahresmittel.	nach Monatsm.		nach Jahresmittel.	nach Monatsm.	
	m	m	m	m	m	m
0	2098,7	-32,7	-23,4	2060,9	+5,1	-10,7
2 <sup>h</sup> p. m.	2097,6	-31,6	-22,3	2060,7	+5,3	-10,5
4	2091,5	-25,5	-16,2	2055,9	+10,1	-5,7
6	2081,1	-15,1	-5,8	2050,0	+16,0	+0,2
8	2070,7	-4,7	+4,6	2046,6	+19,4	+3,6
10	2061,8	+4,2	+13,5	2046,7	+19,3	+3,5
12	2054,7	+11,3	+20,6	2046,5	+19,5	+3,7
14	2051,3	+14,7	+24,0	2045,6	+20,4	+4,6
16	2054,9	+11,1	+20,4	2043,6	+22,4	+6,6
18	2066,7	-0,7	+8,6	2043,6	+22,4	+6,6
20	2081,7	-15,7	-6,4	2046,5	+19,5	+3,7
22	2093,4	-27,4	-18,1	2055,7	+10,3	-5,5
Mittel	2075,3	-9,3	0	2050,2	+15,8	0

1) Berechnet von PLANTAMOUR.

### Bestimmung der Temperatur der Luft aus barometrischen Beobachtungen.

Das arithmetische Mittel der Lufttemperaturen an zwei verschiedenen hohen Beobachtungspunkten kann der mittleren Temperatur der freien Luftsäule nicht gleichgesetzt werden. Es lässt sich leicht im allgemeinen beurtheilen, von welcher Art die Abweichungen sind, die zugleich eine periodische Veränderung ihrer Grösse zeigen werden.

Zur Zeit des Temperaturmaximums wird das arithmetische Mittel der Stationen zu warm, zur Zeit des Temperaturminimums wird dasselbe, verglichen mit der Wärme der freien Atmosphäre, zu kalt sein. Da wir früher sahen, dass das Maximum und Minimum, besonders das erstere, an hohen und tieferen Orten nicht ganz gleichzeitig sind, so wird dadurch die Grösse der Abweichung nach den örtlichen Verhältnissen und nach dem Höhenunterschiede etwas verschieden, der allgemeine Typus aber nur sehr wenig verändert werden.

Die Untersuchung des Einflusses, welchen in der Barometerformel ein Fehler in der Annahme der Temperatur der Luft auf die Resultate der berechneten Höhe ausübt, zeigt zugleich, dass das Barometer sehr wohl dazu benützt werden kann, die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen zwei Beobachtungspunkten zu bestimmen, deren Höhenunterschied als bekannt angenommen werden kann.

Wir wollen nun versuchen diese Betrachtung auf die Beobachtungen auf der Vincenthütte und auf den St Bernhard anzuwenden.

Für den St. Bernhard und die Vincenthütte beruht allerdings die Bestimmung des Höhenunterschiedes selbst zunächst auf barometrischen Beobachtungen; es könnte dies befürchten lassen, dass die Resultate von der hier zu untersuchenden Grösse abhängig sind, und keinen absolut richtigen Vergleichungspunkt bieten. Für den St. Bernhard ist aber die Berechnung auf mehrjährige Beobachtungen gegründet, und sie ist zugleich auf die Barometer- und Thermometerverhältnisse der vollständigen 24stündigen Periode bezogen. Es wird demnach nur jene Abweichung hier von Einfluss sein, welche das Jahresmittel zeigen wird. Allerdings ist nicht mit vollständiger Schärfe anzunehmen, dass das Jahresmittel der Temperaturen am St. Bernhard und in Genf dem Jahresmittel der zwischen beiden Orten befindlichen freien Luftsäule genau gleich sei. Da aber die Abweichungen in den kälteren und wärmeren Monaten, so wie in den kälteren und wärmeren Stunden der Tagesperiode annähernd gleiche Grösse und entgegengesetzte Zeichen haben, so dürfte die resultirende Abweichung für das Jahresmittel sehr gering sein, und jedenfalls auf die folgenden Betrachtungen keinen wesentlichen Einfluss haben. Damit stimmt auch überein, dass man, wie die Erfahrung lehrte, aus den Jahresmitteln der Barometer- und Thermometerstände mit Berücksichtigung der atmosphärischen Feuchtigkeit den wahren Höhenunterschied zweier Orte mit hinreichender

Genauigkeit erhält, wenn die horizontale Entfernung derselben nicht so bedeutend ist, dass die beiden Orte zu sehr verschiedenartigen climatischen Gruppen gehören.

Die Höhe der Vincenthütte beruht nur auf einer verhältnissmässig kurzen Beobachtungsreihe; sie dürfte aber dadurch der wahren Höhe sehr genähert sein, dass sie nach verschiedenen, und möglichst vielen correspondirenden Stationen berechnet wurde; ferner stimmt auch das Mittel der Beobachtungen um 9 Uhr Morgens, das bekanntlich im Herbste dem wahren Höhenunterschiede sehr nahe kömmt, mit dem von uns abgeleiteten Resultate ebenfalls auf eine sehr befriedigende Weise überein. In der folgenden Tabelle sind die Temperaturen der freien Luftsäule zwischen Mailand und Vincenthütte mit Berücksichtigung aller in die Barometerformel eingeführten Beobachtungselemente berechnet<sup>1</sup>. Da die Bestimmungen des Luftdruckes an den beiden Stationen durch das Barometer für ähnliche Untersuchungen vollkommen genügende Genauigkeit bieten, und auch die Bestimmung der Ausdehnung der Luft durch die Wärme mit einer für die Berechnung ganz genügenden Genauigkeit bekannt ist, darf man erwarten, dass die so bestimmten thermischen Verhältnisse der freien Luftsäule den wahren Werthen sehr gut entsprechen möchten.

Um eine directe Vergleichung mit den unter gewöhnlichen Umständen beobachteten Temperaturen zu erleichtern, kann man auch die mittlere Wärme der ganzen Luftschicht zwischen den zwei Beobachtungspunkten als die Wärme der freien Luft in einer bestimmten Höhe betrachten. Ich setzte diese Höhe gleich der Summe von dem halben Höhenunterschiede beider Stationen und von der Höhe der unteren Station; da die Abnahme der Wärme in der ganzen Luftschicht eine sehr gleichförmige Progression befolgen wird, mit Ausnahme der verhältnissmässig kleinen Störungen in der unmittelbaren Nähe der beiden Beobachtungspunkte selbst, so werden die berechneten Zahlen der angenommenen Höhe von 5100 P. F. sicher sehr nahe entsprechen. Indem sie auf einen Ort von bestimmter Höhe bezogen werden, können diese Zahlen zugleich leichter mit Orten gleicher Höhe an der Oberfläche des Gebirges verglichen werden.

---

1) Es liegen denselben die oben für Mailand gegebenen Veränderungen der Temperatur und des Luftdruckes zu Grunde.

Mittlere Temperatur der freien Luftsäule zwischen Mailand und Vincenthütte.  
September 1851. (Cels.)

Stunde.	Temperatur der Luft an den Stationen.				Freie Luftsäule bei 1657 M. 5100'.		Unter- schied. (a—b).	Stunde.
	Mailand 147 M. 453'.	Vincen- hütte 3162 M. 9734'.	Mittel aus beiden Sta- nen. (a.)	Variat.	Temperat. (b.)	Variat.		
0	19,4	3,7	11,6	+0,5	9,1	+0,3	+2,5	Mg.
1 <sup>h</sup> p. m.	20,0	3,8	12,1	+0,3	9,4	+0,2	+2,7	1 <sup>h</sup> p. m.
2	21,1	3,7	12,4	-0,3	9,6	+0,2	+2,8	2
3	20,8	3,4	12,1	-0,5	9,8	+0,1	+2,3	3
4	20,2	3,0	11,6	-0,7	9,9	+0,1	+1,7	4
5	19,6	2,3	10,9	-0,6	10,0	0	+0,9	5
6	19,0	1,5	10,3	-0,8	10,0	-0,2	+0,3	6
7	18,4	0,5	9,5	-1,1	9,8	-0,3	-0,3	7
8	17,3	-0,6	8,4	-0,9	9,5	-0,6	-1,1	8
9	16,6	-1,7	7,5	-0,8	8,9	-0,6	-1,4	9
10	16,0	-2,7	6,7	-0,7	8,3	-0,3	-1,6	10
11	15,3	-3,4	6,0	-0,6	8,0	-0,2	-2,0	11
12	14,7	-3,9	5,4	-0,1	7,8	0	-2,4	Mn.
13	14,5	-4,0	5,3	-0,1	7,8	0	-2,5	1 <sup>h</sup> a. m.
14	14,2	-3,8	5,2	+0,1	7,8	0	-2,6	2
15	13,9	-3,8	5,3	+0,1	7,8	-0,1	-2,5	3
16	13,2	-2,4	5,4	+0,2	7,7	+0,1	-2,3	4
17	12,5	-1,4	5,6	+0,7	7,8	0	-2,2	5
18	12,7	-0,2	6,3	+0,8	7,8	+0,1	-1,5	6
19	13,2	0,9	7,1	+1,0	7,9	+0,1	-0,8	7
20	14,2	1,9	8,1	+1,1	8,0	+0,2	+0,1	8
21	15,6	2,7	9,2	+0,8	8,2	+0,3	+1,0	9
22	16,8	3,2	10,0	+0,8	8,5	+0,3	+1,5	10
23	18,0	3,6	10,8	+0,8	8,8	+0,3	+2,0	11
		Mittel	8,5	Mittel	8,7			

Der Gang der Temperatur in der freien Atmosphäre ist, wie sich sogleich zeigt, von jenem an den Stationen sehr verschieden. Die Erwärmung der Luft in der unmittelbaren Nähe des Bodens erreicht ihr Maximum zwischen 2 Uhr und 3 Uhr

Nachmittags. Das Minimum in der freien Luft bei 4600' Höhe über der Ebene tritt aber erst zwischen 5 und 6 Uhr ein. Diese verhältnissmässig sehr bedeutende Verzögerung im Eintritte des Maximums ist wohl davon wesentlich abhängig, dass der aufsteigende Luftstrom durch die Ausdehnung der Luft bei ihrem Erheben und durch die damit verbundene Wärmeentziehung erst nach längerem Andauern das Maximum seiner Einwirkung zu erreichen vermag; dieses Verzögern wird mit der Höhe zunehmen, und es folgt daraus, dass das Maximum der Temperatur an den hohen Beobachtungspunkten, also auf Gipfeln oder hoch gelegenen Bergabhängen von dem Eintreten des Maximums an den tieferen Orten nicht abhängen kann, weil die Luftmasse selbst nur sehr langsam ihrem Maximum sich nähert. Für die freie Atmosphäre in gleicher Höhe mit der Vincenthütte würde dies natürlich noch um mehrere Stunden später eintreten, als an dem jetzt betrachteten Punkte von 5100' absoluter Höhe; die direct beobachteten Temperaturen auf der Hütte zeigen aber, dass dies Maximum dort, wie ziemlich allgemein an hohen Orten, früher eintritt als in der Ebene, während der Gang der Temperatur in den späten Nachmittagsstunden den Einfluss der jetzt bis zu ihrem Maximum erwärmten freien Atmosphäre kaum mit Sicherheit erkennen lässt. Auch diese Betrachtung scheint demnach zu bestätigen, dass selbst in den sehr hoch gelegenen und daher verhältnissmässig auch sehr schmalen Theilen der Alpen die locale Einwirkung der schneefreien Flächen durch Insolation und der Firne durch Zurückstrahlen der Wärme auf den täglichen Gang der Temperatur und besonders auf die Grösse des Maximums einen weit bedeutenderen Einfluss hat, als die gleichzeitige Temperatur der umgebenden freien Atmosphäre<sup>1</sup>.

Auch die Periode des Minimums in der freien Atmosphäre ist sehr verschieden von dem Gange der Luftwärme in der Nähe fester Oberflächen. Schon in der Höhe von 5100' scheint sich die Wärme von Mitternacht bis gegen 7 Uhr Morgens kaum zu ändern; die Differenz um 4 Uhr Morgens, welche ohnehin nur 0,1° C. beträgt, kann dabei nicht von Einfluss sein, theils ihrer unbedeutenden Grösse wegen, theils deswegen, weil gerade für diese Stunden die Feuchtigkeit der Luft einen kleinen Fehler bewirken kann, da sie wegen der Lücke während der Nachtbeobachtungen für die Zeit von 10 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens als gleich angenommen wurde.

Wäre die Vincenthütte nicht während der ersten Nachtstunden, wie wir früher sahen<sup>2</sup>, einem Zuströmen kalter Luft ausgesetzt, wodurch hier ausnahmsweise das Minimum mehrere Stunden vor dem Aufgange der Sonne eintritt, so würde gerade für diesen Theil der täglichen Periode, nämlich für die Stunden zwischen Mitternacht und Sonnenaufgang, der Unterschied zwischen dem Mittel der direct beobachteten Temperaturen und zwischen den aus der Barometerformel abgeleiteten Wärmeverhältnissen für die freie Atmosphäre wahrscheinlich noch bedeutender sein, als wir

1) Vergl. oben S. 298.

2) Vergl. oben S. 293.

ihn jetzt finden; es würde dann zwar auf der Vincenthütte die absolute Intensität der Kälte geringer sein, aber durch das gleichzeitige Eintreffen am unteren und am oberen Beobachtungspunkte würde das Mittel aus beiden Beobachtungsstationen jedenfalls etwas kälter ausfallen als jetzt.

An tiefen Punkten, ebenso wie an sehr hohen, ist die Veränderung der Wärme während der beiden Extrempochen nahezu gleich gross; gewöhnlich ein wenig rascher zur Zeit des Minimums, weil die Ausstrahlung bis zum Wiedererscheinen der Sonne gleichmässig fort dauert, während in den Nachmittagsstunden die lebhafteste Wirkung des Bodens nicht mit dem höchsten Stande der Sonne zusammenfällt. Bei der freien Atmosphäre aber ist die Veränderung der Temperatur zur Zeit des Temperaturminimums entschieden langsamer als zur Zeit des Maximums.

Die Differenz der Extreme wird in der freien Atmosphäre, wie zu erwarten, bedeutend geringer.

Es ergiebt

$$\begin{array}{l} \text{Mailand — Vincenthütte} \left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } 12,4^{\circ} \text{ C.} \\ \text{Min. } 5,2 \text{ „} \end{array} \right. \text{ Unterschied } d_1 \text{ } 7,2^{\circ} \text{ C.} \\ \text{Freie Atmosphäre bei 5100'} \left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } 10,0 \text{ „} \\ \text{Min. } 7,7 \text{ „} \end{array} \right. \text{ Unterschied } d_2 \text{ } 2,3 \text{ „} \end{array}$$

Die mittlere Differenz der Extreme an den einzelnen Beobachtungsstationen selbst ist noch etwas grösser.

Es wurde gefunden

$$\begin{array}{l} \text{Mailand} \left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } 21,1^{\circ} \text{ C.} \\ \text{Min. } 12,5 \text{ „} \end{array} \right. \text{ Unterschied } D_1 \text{ } 8,6^{\circ} \text{ C.} \\ \text{Vincenthütte} \left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } 3,8 \text{ „} \\ \text{Min. } -4,0 \text{ „} \end{array} \right. \text{ Unterschied } D_2 \text{ } 7,8 \text{ „} \\ \text{Mittel } 8,2^{\circ} \text{ C.} \end{array}$$

Es verhält sich demnach die Differenz der Extreme in der freien Atmosphäre zur mittleren Differenz der beiden Beobachtungsreihen  $d_2 : d_1$ , nahe wie 1 : 3;  $d_2 : \frac{D_1 + D_2}{2}$  wie 1 : 3,5.

Ein eigenthümliches Verhalten zur mittleren Tagestemperatur zeigt hier auch die Wärme um 9 Uhr Morgens.

An hohen Orten ist, wie wir früher (Cap. X) öfter Gelegenheit hatten zu zeigen, diese Stunde in allen Monaten wärmer als das Tagesmittel; an tiefen Orten ist dies Verhältniss veränderlich; im allgemeinen ist die Stunde um 9 Uhr Morgens in den Wintermonaten kälter, in den Sommermonaten wärmer als das Tagesmittel. In der freien Atmosphäre ist, wie die Berechnung aus Vincenthütte und Mailand zeigt, die Wärme um 9 Uhr geringer als im Tagesmittel; die später anzuführenden Beobachtungen am St. Bernhard bestätigen dies ebenfalls und zeigen zugleich, dass in der freien Atmosphäre wegen des langsamen Empordringens der Wärme die Temperatur um 9 Morgens hier alle Monate hindurch kälter ist, als das Mittel des Tages.

Auch die beiden Beobachtungsreihen von Bevers und St. Gallen, und jene von Weissenstein und Solothurn, welche beide von DENZLER<sup>1</sup> berechnet wurden, zeigen diese Erscheinung sehr deutlich.

Die Stunde, welche in den Herbstmonaten an Beobachtungsstationen dem Tagesmittel am nächsten kömmt, liegt für die Ebenen und für die hohen Punkte ganz im allgemeinen für die Morgenstunden zwischen 8 und 9 Uhr und für die Abendstunden zwischen 7 Uhr und 10 Uhr; für die freie Atmosphäre scheint die Abendstunde ziemlich dieselbe zu bleiben; die Stunde aber, welche des Morgens der mittleren Temperatur sich nähert, liegt entschieden später als an beiden Stationen und trifft z. B. für die hier untersuchten Verhältnisse zwischen Vincenthütte und Mailand sehr nahe mit 11 Uhr a. m. zusammen.

Hingegen zeigt sich zwischen 8 Uhr und 9 Uhr Morgens und in der zweiten Tageshälfte zwischen 6 Uhr und 7 Uhr Abends die geringste Abweichung zwischen dem Mittel der direct beobachteten Temperaturen und zwischen der für die freie Atmosphäre berechneten Wärme.

Es folgt daraus, dass die Höhenberechnungen, insofern wenigstens ihre Resultate von thermischen Einflüssen abhängen, zu diesen Stunden die günstigsten Resultate ergeben müssen. Die Ungleichheiten in den Veränderungen des Luftdruckes konnten noch eine kleine Abweichung an diesen bedingen. Es zeigten aber die oben S. 405 mitgetheilten Höhenberechnungen für die einzelnen Stunden, für den Brocken, und mit vollkommen genügender Annäherung auch jene Beobachtungen, die sich auf die Höhe der Vincenthütte beziehen, dass in dieser Jahreszeit die Beobachtungsstunden gegen 9<sup>h</sup> a. m. und 6<sup>h</sup> p. m. die günstigsten sind.

In den ersten Herbstmonaten ist demnach die Temperatur für die freie Atmosphäre etwa 11 Stunden über dem Mittel und 13 Stunden unter demselben, während für die mittleren Verhältnisse der zwei Beobachtungsstationen, auf die gleiche Höhe bezogen, die betreffende Zahl der Stunden nahe gleich, oder sogar die Zahl der Stunden über dem Mittel etwas grösser ist.

Das Mittel der beiden Beobachtungspunkte hängt seiner Entstehung nach in gleichem Maasse von der Wärmeveränderung an der oberen und unteren Station ab, die für die freie Atmosphäre berechnete Wärme aber zunächst von den Veränderungen der Barometerstände; bliebe dieser (und die atmosphärische Feuchtigkeit) während der ganzen 24stündigen Periode unverändert, so müsste, wie man leicht übersieht,

1) DENZLER, Andeutungen über den Gang der Temperatur in freier Luft im Laufe des Jahres und des Tages. Mittheil. d. naturf. Ges. Zürich 1849. No. 35 u. 36.

auch für alle Stunden die gleiche mittlere Wärme in der Formel eingeführt werden, um einen constanten Höhenunterschied zu erhalten. Der Barometerstand selbst ist aber eine Funktion der Wärmeveränderungen, und er wird, wie wir bei der Betrachtung der Barometercurve für hohe Orte sahen, auch an der oberen Station noch wesentlich von der Erwärmung der Luft in der Nähe des unteren Beobachtungspunktes abhängig, indem die Hebung der Atmosphäre, die hier zur Zeit des Temperaturmaximums eintritt, an der oberen Station ein Maximum des Druckes in den ersten Nachmittagsstunden hervorbringt.

Es ist demnach die Reihe der aus den Barometerständen abgeleiteten Temperaturen ebenfalls vorzugsweise von der Wärme der unteren Station abhängig. Dies bewirkt, dass z. B. in Fällen wie der vorliegende, die für die Höhe von 5100' berechneten Temperaturen auch dann sehr wenig verändert würden, wenn für die obere Station unmittelbar ein freier Punkt der Atmosphäre statt der wirklich vorliegenden Beobachtungsstation eingeführt worden wäre. Wir können diesen Umstand benützen, um zu beurtheilen, wie sich in der freien Atmosphäre in grösseren Höhen die tägliche Wärmeveränderung gestalten wird.

In Mailand ist das Maximum nahe um 2 Uhr eingetreten, in der freien Atmosphäre bei 5100' erst zwischen 5 und 6 Uhr Abends; da das Empordringen der warmen Luftschichten ebenso wie die Wärmestrahlung dem Temperaturüberschusse proportional ist, so wird das Fortschreiten des Maximums in der nächsten Schicht von gleicher relativer Höhe noch mehr verzögert werden. Ohne eine bestimmte Annahme zu machen, lässt sich doch erkennen, dass in Höhen von 10000 bis 12000 Fuss in der freien Atmosphäre das Maximum in den späteren Abendstunden eintreten müsste, während dann gleichzeitig die allgemeine nächtliche Erkaltung bewirkt, dass also überhaupt die Temperaturveränderung im Laufe der Tagesperiode fast Null wird.

Dieses Resultat ist an sich gar nicht überraschend; ich erwähnte es zunächst nur deswegen, um als einen sehr merkwürdigen Gegensatz dieser Verhältnisse die Temperaturen hervorzuheben, welche man an schönen Tagen direct auf hohen Alpengipfeln, also auf Punkten beobachtet, wo noch immer eine kleine Gesteinsinsolation und die reflectirende Kraft der Schneewände eine Erwärmung hervorzubringen vermag. Selbst in Höhen von 12000 bis 14000 Fuss zeigt sich in den Mittagsstunden eine Erwärmung, welche entschieden die Temperatur der freien Luft übertrifft und Nachts durch eine Erniedrigung durch Strahlung compensirt wird. In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen auf sehr hohen Alpengipfeln<sup>1</sup> zusammengestellt.

---

1) Vergl. auch die oben S. 284 mitgetheilten Beobachtungen am Grand Plateau des Mont-Blanc 12100 Par. F.

## Wärmebeobachtungen auf einigen der höchsten Punkte der Alpen.

Name des Berges.	Höhe Par. F.	Stunden der Beobachtung.					Bemerkungen.
		11h.a.m	12h	1hp.m.	2hp.m.	3hp.m.	
Mont-Blanc.	14809	—	-2,9	—	-3,1	—	1787 3. Aug. SAUSSURE.
Monte-Rosa.		—	—	—	-8,0	—	1844 29. Aug. MARTINS u. BRAVAIS. (Temp. um 4h -7,6; um 6h p. m. -11,8.
Höchste Spitze.	14284	—	-5,1	-4,8	—	—	1851 22. Aug. SCHLAGINT- WEIT.
Zumsteinspitze.	14064	—	-0,6	0,0	—	—	1821 3. Aug. ZUMSTEIN.
"	14064	-9,3	—	—	—	—	1822 1. Aug. ZUMSTEIN.
Sattel zwisch. d. Nordende u. der Höchsten Spitze.	13938	—	-2,0	—	—	—	1848 12. Aug. { STUDER u. 1849 12. " } ULRICH.
Vincentpyramide zwischen Vincentpyr. und Schwarzhorn.	13003	—	—	-5,0	—	—	1851 22. Aug. SCHL.
	12613	—	—	-4,1	-4,1	—	1851 12. " SCHL.
Aeusserste Phaneroga- men. Südabdachung. M R.	11770	—	—	—	—	+3,1	1851 12. " SCHL.
Jungfrau.	12828	—	—	—	+6,0	—	1812 3. Sept. G. MEYER in Stud. Pan. 201
"	12828	—	-3,0	—	—	—	1841 28. Aug. AGASSIZ, FORBES u. s. w.
Grosses Lauteraarhorn, (am Schreckhorn).	12359	—	—	—	+3,0	+2,5	1842 8. Aug. ESCHER, GIRARD, DESOR.
Kleines Mischabelhorn.	12323	—	—	+3,0	—	—	— — MOUSSON.
Grossglockner, 2. Spitze.	12158	—	+3,2	+3,8	—	—	1848 29. Aug. SCHL.
" "	12h	+3,2	—	—	—	—	1831 15. " LOESCHE.
Grossglockner, 1. Spitze.	12088	—	—	—	+3,5	—	1848 29. " SCHL.
" "		—	—	+3,5	—	—	1831 15. " LOESCHE.

Schon die unmittelbare Vergleichung dieser Reihe unter sich zeigt, dass auf den Gipfeln selbst die Wärme an den einzelnen Tagen noch ziemlich veränderlich ist, und dass hier zugleich fast überall Werthe vorliegen, die mehr dem Maximum als den mittleren Verhältnissen sich nähern, weil solche Punkte ohnehin nur an ganz günstigen Tagen erreicht werden können. Orte, die etwas tiefer als die Gipfel liegen, etwa zwischen 12000 und 10000 Fuss, zeigen bereits eine noch weit grössere Erhöhung der Temperatur; meine früheren Untersuchungen<sup>1</sup> enthalten eine kleine Zusammenstellung ähnlicher Verhältnisse, es wurde dort auch bemerkt, zunächst nach Beobachtungen auf dem Passe Todtenlöcher, dass an heiteren und im allge-

1) Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 375.

meinen windstillen Tagen eine leise Luftströmung hinreicht, den Stand des Thermometers sehr merklich und sehr plötzlich zu verändern, indem jetzt die in unmittelbarer Berührung mit dem Boden erwärmte Luftschicht zum Theile weggedrängt und durch eine Luftmasse ersetzt wird, die bei Tage kälter, bei Nacht auch etwas wärmer ist als die erstere.

In den folgenden beiden Tabellen sind die Wärmeveränderungen der freien Luft zwischen Genf und dem St. Bernhard (Höhenunterschiede 2066 Meter) berechnet. Ich entlehne dieselben PLANTAMOUR's Résumé etc. Die mittlere Feuchtigkeit wurde während der 24stündigen Periode für jeden Monat als unveränderlich angenommen, wodurch die Rechnung wesentlich vereinfacht wird. Diese Annahme ist für die hier berechneten Temperaturen ganz ohne Einfluss, weil die Feuchtigkeitscorrection selbst in den wärmsten Monaten, z. B. im Juli, nur einen Unterschied von  $\pm 1$  Meter vom Tagesmittel bedingt.

Die relative Feuchtigkeit (vollkommen gesättigt = 100) hatte in den einzelnen Monaten folgende Werthe ergeben:

Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit zu Genf und am St. Bernhard,

Monat.	Genf.	St. Bernhard.	Monat.	Genf.	St. Bernhard.
Januar	87	83	Juli	66	79
Februar	79	78	August	70	81
März	76	75	September	76	83
April	74	74	October	83	84
Mai	71	73	November	81	83
Juni	74	79	December	87	85

Die Feuchtigkeitscorrection wurde aus der BESSEL'schen Tabelle<sup>1</sup> mit Berücksichtigung der relativen Höhe und der Temperatur (hier die Monatsmittel<sup>2</sup>) bestimmt, und nun aus der Barometerformel die Temperatur berechnet, welche dem constanten Höhenunterschiede von 2066<sup>m</sup> weniger der monatlichen Feuchtigkeitscorrection entsprach.

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 165.

2) Vergl. oben S. 318 bis 321.

Mittlere Temperatur der freien Luft zwischen Genf und St. Bernhard. (Cels.)

Höhe von Genf: 1252 P. F. Höhe des St. Bernhard: 7613 P. F. Halber Höhenunterschied: 3180 P. F.

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Stunde.
0	-4,4	-2,8	-1,5	+1,6	6,1	9,2	Mg.
2	-4,0	-2,4	-1,0	2,1	6,8	9,8	2 <sup>h</sup> p. m.
4	-4,0	-2,2	-0,6	2,5	7,2	10,2	4
6	-4,1	-2,2	-0,7	2,6	7,2	10,3	6
8	-4,1	-2,3	-0,9	2,2	6,9	10,0	8
10	-4,2	-2,5	-1,1	2,7	6,3	9,7	10
12	-4,3	-2,5	-1,3	1,4	6,0	9,3	Mn.
14	-4,4	-2,5	-1,6	1,2	5,5	8,9	2 <sup>h</sup> a. m.
16	-4,5	-2,7	-1,9	1,0	5,0	8,5	4
18	-4,6	-3,0	-2,2	0,9	4,7	8,3	6
20	-4,6	-3,3	-2,2	0,9	4,9	8,3	8
22	-4,6	-3,0	-1,9	1,1	5,5	8,6	10
Mittel	-4,3	-2,6	-1,4	+1,6	6,0	9,3	

Stunde.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	Stunde.
0	10,6	10,3	8,5	4,9	+1,4	-1,3	3,6	Mg.
2	11,2	10,9	9,1	5,2	1,7	-1,1	4,1	2 <sup>h</sup> p. m.
4	11,5	11,3	9,5	5,4	1,7	-1,0	4,3	4
6	11,7	11,4	9,6	5,3	1,5	-1,0	4,3	6
8	11,4	10,9	9,1	5,2	1,4	-1,0	4,1	8
10	10,7	10,3	8,7	4,9	1,1	-1,2	3,7	10
12	10,2	10,0	8,3	4,8	1,1	-1,3	3,5	Mn.
14	9,8	9,7	8,0	4,6	1,1	-1,3	3,3	2 <sup>h</sup> a. m.
16	9,4	9,4	7,8	4,4	1,0	-1,3	3,0	4
18	9,3	9,2	7,6	4,2	0,9	-1,3	2,8	6
20	9,4	9,3	7,7	4,1	0,8	-1,4	2,8	8
22	10,0	9,7	8,0	4,4	1,0	-1,6	3,1	10
Mittel	10,4	10,3	8,5	4,8	1,2	-1,2	+3,5	

Die tägliche Veränderung ist hier, ebenso wie es sich früher für die Vincenthütte zeigte, weit geringer als die Veränderungen an jeder der einzelnen Stationen.

Die Grösse der täglichen Temperaturschwankung, der Unterschied der Extreme, beträgt für die freie Luft im Jahresmittel nur  $1,5^{\circ}$  C., in den kalten Monaten nur  $0,6^{\circ}$  C., in den warmen nur  $2,5^{\circ}$  C., während am St. Bernhard selbst für das Jahresmittel der Unterschied der Extreme  $4,7^{\circ}$  C. erreicht<sup>1</sup>.

Die Abstumpfung der Extreme tritt noch deutlicher hervor, wenn man die Rechnung auf die Beobachtungen an einzelnen besonders kalten oder warmen Stunden anwendet. Auch hier erleidet die Zeit der Extreme eine ähnliche Verspätung, wie wir sie bei den Resultaten aus Vincenthütte-Mailand besprochen. Das Maximum und Minimum tritt später ein als in beiden Stationen. Das Maximum in Genf findet um 2 Uhr statt, jenes der freien Luft auch bei einer mittleren Höhe von 3180 Fuss über Genf erst um 5 Uhr Abends. Das Minimum in Genf und am St. Bernhard im Jahresmittel um 4 Uhr, hier um 7 Uhr.

Die Veränderungen sind hier während des Tages stets etwas grösser als in der Nacht, sie zeigen aber, auch in der Nacht, ein noch weit deutlicheres Zu- und Abnehmen von Stunde zu Stunde, als die für Mailand-Vincenthütte berechneten Verhältnisse. Dies beruht theils auf dem etwas geringeren Höhenunterschiede der ersten beiden Orte, theils darauf, dass eine Linie von Genf nach dem St. Bernhard über verhältnissmässig sehr gleichförmig ansteigendes Alpenterrain führt, während die Verbindungslinie zwischen Mailand und dem Monte-Rosa wegen des steilen Abfalles der Alpen gegen Süden bereits eine sehr beträchtliche Höhe, weit über 5000', erreicht hat, wenn sie sich dem unmittelbaren Fusse des Alpenlandes nähert.

Der Unterschied zwischen der freien Luft und dem arithmetischen Mittel der Stationen ist in der folgenden Tabelle enthalten. PLANTAMOUR hat zugleich darauf aufmerksam gemacht<sup>2</sup>, dass die Wärmeunterschiede in Höhenunterschiede verwandelt werden können, indem man sie mit  $7,5^m$  (= 23,1 P. F.) multiplicirt. Dass sie dann etwas kleinere Werthe liefern als jene Correctionen, welche oben S. 406 mitgetheilt sind, kann nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, dass diese auf 10jährigen mittleren Verhältnissen, also auf einer Zeitperiode beruhen, welche verhältnissmässig viel mehr Tage schlechten Wetters und geringer Besonnung einschliessen, als Beobachtungen, welche zum unmittelbaren Zweck von Höhenbestimmungen angestellt und dann vorzugsweise bei gutem Wetter gemacht werden.

Auch diese Reihen zeigen durch alle Monate für jene Stunden, an welchen die Wärme dem Tagesmittel sich nähert, nur sehr geringe Abweichungen. Die Wahl dieser Stunden zu barometrischen Beobachtungen, verbunden etwa mit Berechnungen nach verschiedenen correspondirenden Stationen, um die von der horizontalen Ent-

1) Auch die Berechnungen DENZLER's für die Stationen Bevers-St. Gallen, Weissenstein-Solothurn, ergaben ganz ähnliche Resultate. Vergl. Mittheilungen der naturf. Gesellsch. Zürich. 1849. No. 35 u. 36.

2) Résumé S. 62.

fernung bedingten Unregelmässigkeiten des Luftdruckes zu eliminiren, dürfte demnach unter allen Umständen als das günstigste Verfahren empfohlen werden<sup>1</sup>.

Unterschied zwischen der Temperatur der freien Luft (L) und dem arithmetischen Mittel aus der Lufttemperatur an den Stationen Genf und St. Bernhard.

$$\left( L - \frac{G+B}{2} \right). \text{ Cels.}$$

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Stunde.
0	-0,5	-1,7	-3,0	-3,9	-4,1	-4,4	Mg.
2	-0,2	-1,5	-2,8	-3,7	-4,0	-4,4	2 <sup>h</sup> p. m.
4	+0,4	-0,6	-1,6	-2,5	-1,7	-3,4	4
6	+1,2	+0,7	-0,2	-0,9	-0,3	-2,1	6
8	+1,5	+1,4	+0,6	0,0	0,0	-0,6	8
10	+1,7	+1,5	+1,2	+0,6	+1,7	+0,5	10
12	+1,9	+1,8	+1,9	+1,3	+1,8	+1,6	Mn.
14	+2,0	+2,2	+2,5	+1,9	+2,2	+2,0	2 <sup>h</sup> a. m.
16	+2,3	+2,5	+2,6	+1,8	+1,7	+1,4	4
18	+2,0	+2,0	+1,7	+0,7	+0,4	+0,1	6
20	+1,5	+1,1	0,0	-1,3	-2,0	-2,2	8
22	+0,4	-0,4	-2,0	-3,1	-3,5	-3,8	10
Mittel	+1,2	+0,8	-0,8	-0,9	-1,2	-1,5	

1) Die Berechnungen des Temperaturganges für die freie Atmosphäre können auch benützt werden, um die allgemeine Anwendbarkeit der früher besprochenen Stundencombinationen zur Bestimmung der mittleren Tagestemperatur zu prüfen. In der folgenden kleinen Uebersicht sind die Correctionen gegeben, abgeleitet aus dem Jahresmittel für St. Bernhard-Genf, und aus den Septemberbeobachtungen für Vincenthütte-Mailand.

Anwendung verschiedener Stundencombinationen auf den Temperaturgang in der freien Atmosphäre.

	St. Bernhard - Genf.		Vincenthütte - Mailand.	
	Stationsmitt.	Fr. Atmosph.	Stationsmitt.	Fr. Atmosph.
Mittel	3,5	3,5	8,5	8,7
Correctionen für:				
IX <sup>h</sup> a. m.	-0,4	+0,5	-0,7	+0,5
$\frac{M+m}{2}$	-0,1	-0,5	-0,3	-0,1
$\frac{VII+II+2,IXp}{4}$	-0,15	-0,2	-0,1	-0,1
0,4M+0,5m+0,11IX <sub>1</sub>	-0,1	+0,1	0	0
$\frac{VI+II+X}{3}$	0	0	0	+0,1

Stunde.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	Stunde.
0	-4,4	-3,8	-2,7	-1,6	-0,4	+0,7	-2,5	Mg.
2	-4,4	-3,8	-2,6	-1,5	-0,2	+0,7	-2,3	2 <sup>h</sup> p. m.
4	-3,6	-2,9	-1,7	-0,7	+0,4	+1,3	-1,5	4
6	-2,2	-1,6	-0,5	+0,4	+1,3	+2,1	-0,3	6
8	-0,7	-0,5	+0,3	+1,3	+1,7	+2,6	+0,6	8
10	-0,1	+0,1	+0,8	+1,7	+1,8	+2,6	+1,1	10
12	+0,9	+1,2	+1,3	+2,3	+2,1	+2,5	+1,7	Mn.
14	+1,5	+2,0	+1,9	+2,5	+2,4	+2,6	+2,2	2 <sup>h</sup> a. m.
16	+1,1	+1,8	+2,1	+2,5	+2,7	+2,9	+2,1	4
18	0,0	+0,7	+1,5	+1,7	+2,3	+2,9	+1,3	6
20	-2,4	+1,7	-0,4	+0,6	+1,7	+2,5	-0,3	8
22	-3,7	-3,1	-2,0	-1,0	+0,3	+1,3	-1,7	10
Mittel	-1,5	-0,9	-0,2	+0,7	+1,3	+2,1	0,0	

Die Tabelle zeigt im December die grösste positive, im Juni und Juli die grösste negative Correction. Der Monat September, der ohnehin vorzugsweise zu Beobachtungen wegen der Beständigkeit der Witterung günstig ist, bietet auch hier die beste Uebereinstimmung.

Schliesslich erwähne ich noch eines Verhältnisses, welches DENZLER in seinen „Andeutungen über den Gang der Temperatur in freier Luft im Laufe des Jahres und des Tages“<sup>1</sup> gefunden hat. Indem die Jahresmittel des Luftdruckes für die Jahre 1826 bis 1836 incl. zur Bestimmung der Temperatur der Luftschicht zwischen Genf und St. Bernhard benützt wurden, zeigte sich, dass die Abweichungen der einzelnen Jahre vom Mittel für die Stationen und für die freie Luft nicht genau denselben Gang befolgten. Bisweilen kann es geschehen, dass das an den Stationen wärmere Jahr die mittlere Wärme der Luftsäule kälter ergibt als den Mittelwerth, und umgekehrt. Die Vertheilung der atmosphärischen Feuchtigkeit und die davon bedingte Durchsichtigkeit der Atmosphäre scheint die wesentlichste Ursache davon zu sein.

In den feuchteren Jahren, welche zugleich die trüben sind, wird der freien Atmosphäre durch die Condensation des Dampfes eine nicht unbedeutende Wärmequelle gegeben, während an den Stationen zwar die nächtliche Erkaltung durch Strahlung geringer, aber zugleich in noch grösserem Maasse die Erwärmung durch die Besonnung vermindert wird.

1) DENZLER, Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1849. S. 346.

Dagegen sind jene Jahre, welche sich durch eine geringere relative Feuchtigkeit auszeichnen, an den Stationen gewöhnlich die wärmeren. Durch die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wird die Insolation gesteigert; auch die Ausstrahlung während der Nacht wird jetzt vermehrt, aber, wie die Mittel der verschiedenen Jahre zeigen, nicht in gleichem Grade; es bleiben also die heiteren Jahre an den Stationen etwas wärmer als die mehr bewölkten. In der freien Atmosphäre hingegen wird die Besonnung, die überhaupt auf die Atmosphäre unmittelbar einen sehr geringen Einfluss ausübt, auch jetzt nur einen unbedeutenden Unterschied hervorbringen, während des Nachts die strahlende Wärme theils in den freien Raum sich verliert, theils zur Auflösung der Dünste verwandt wird.

#### Bemerkungen über einige Barometerstände zwischen 14000 u. 12000 P. F.

In grossen Höhen vermindert sich nicht nur die Grösse der täglichen Barometeroscillation, auch die unregelmässigen Schwankungen des Barometers werden geringer. Für einige Punkte in mittleren Höhen sind in unseren Untersuchungen 1850 S. 389 die gleichzeitigen Oscillationen mit jenen an tieferen Punkten verglichen.

Für einige sehr hohe Alpengipfel liegen Ablesungen aus verschiedenen Jahren vor, die ich zunächst deswegen mit einigen Bemerkungen erläutern will, weil sie erkennen lassen, dass selbst für die höchsten Alpengipfel die unregelmässigen Oscillationen noch ziemlich bemerkbar sein können.

Die Veränderungen an den tieferen Stationen können nur dann direct mit jenen auf den Gipfeln verglichen werden, wenn die Beobachtungen an mehreren Stationen gemacht wurden, weil sonst die verglichene Station zufällig eine solche sein kann, welche das gleichzeitige Maximum der Schwankung in der Tiefe nicht vollständig erkennen lässt.

Die im folgenden für die höchsten Punkte zu erwähnenden Oscillationen scheinen zugleich an Tagen stattgefunden zu haben, die keineswegs erwarten lassen, die Maxima der Oscillation zu finden; an Tagen, welche sich durch besonders grosse Barometerschwankungen auszeichnen, zeigen Orte, die nicht nahe neben einander liegen, sehr selten eine gleich grosse Abweichung des Barometerstandes<sup>1</sup>; weit häufiger sind mittlere Schwankungen über ziemlich ausgedehnte Strecken gleichmässig verbreitet. Nun ergeben aber die Berechnungen der barometrisch bestimmten Höhenunterschiede in keinem der folgenden Fälle bedeutende Abweichungen von der wahren Höhe, und es lässt sich daher annehmen, dass die hier gefundenen Unterschiede als solche betrachtet werden müssen, welche auf hohen Gipfeln noch unter ziemlich regelmässigen Verhältnissen eintreten können.

1) Vergl. oben S. 42, 43 die Berechnungen der Höhe des Theodulpasses.

1. Gipfel des Mont-Blanc.

A. SAUSSURE fand<sup>1</sup> am 3. August 1787 den Barometerstand

$$\text{um } 12^{\text{h}}: 16'' 0''' \frac{14,4}{16} = 435,15 \text{ MM.}$$

$$\text{um } 2^{\text{h}}: 16'' 1''' \frac{0,4}{16} = 435,43 \text{ MM.}$$

die Mittel 435,3 MM.;

die Temperatur des Quecksilbers war bei beiden Ablesungen  $10^{\circ} \text{ R.} = 12,5^{\circ} \text{ C.}$ ; der mittlere reducirte Barometerstand war demnach 434,0 MM. Die von SAUSSURE selbst berechnete Höhe ergab 14770 P. F., DELCROS<sup>2</sup>, der später SAUSSURE'S Beobachtungen neu berechnete, erhielt die absolute Höhe = 4817,3 M. 14829,8 P. F.

B. BRAVAIS und MARTINS beobachteten auf dem Mont-Blanc-Gipfel am 29. Aug. 1844 folgende Barometerstände (auf 0 reducirt):

$$\left. \begin{array}{l} 2^{\text{h}} \text{ p. m. } 424,71 \text{ MM.} \\ 4^{\text{h}} \text{ „ } 424,32 \text{ MM.} \\ 6^{\text{h}} \text{ „ } 423,85 \text{ MM.} \end{array} \right\} \text{Mittel } 424,6 \text{ MM.}$$

Die von denselben berechnete absolute Höhe ergab 4810,0 M. = 14806 P. F.

Beide Höhenresultate stimmen unter sich sowohl als mit dem allgemeinen von DELCROS berechneten Mittel, 4811 M. = 14809 P. F., sehr gut überein, obwohl der Unterschied des beobachteten Luftdruckes 9,4 MM. beträgt.

2. Monte-Rosa.

Unter ZUMSTEIN'S Beobachtungen auf der nach ihm benannten Spitze des Monte-Rosa scheint die vom 3. Aug. 1821, wie DELCROS gezeigt hat, die günstigste Uebereinstimmung bei der Berechnung nach verschiedenen Stationen zu ergeben, also bei einer sehr regelmässigen Vertheilung der Wärme und des Druckes in der Atmosphäre angestellt zu sein.

Der Barometerstand war:

$$\text{um } 11^{\text{h}} \text{ a. m. } 16'' 4''',2 \text{ Temp. des Quecksilbers } +7,0^{\circ} \text{ R.}$$

$$\text{um } 12^{\text{h}} \text{ „ } 16'' 4''',2 \text{ „ „ „ } +6,0^{\circ} \text{ R.}$$

Auf Null reducirt und in Millimeter übersetzt, erhält man als Mittel beider Ablesungen: 441,9 MM. Diese Beobachtung ergab, von DELCROS berechnet, 4566 M. 14056 P. F., und stimmt sehr gut mit dem von uns abgeleiteten Mittel = 4569 M. 14064 P. F.

Nach den Beobachtungen No. 65 und No. 66 des Höhenverzeichnisses S. 28 entspricht hier ein Höhenunterschied von 100' einem Unterschiede des Druckes von nahe 1,68 MM., die Beobachtung ZUMSTEIN'S ergibt demnach auf die Höchste Spitze reducirt für diese einen Barometerstand von 438,2 MM., ein Luftdruck, der von jenem von uns selbst am 22. Aug. 1851 beobachteten ungemein wenig abweicht.

1) Voyages. T. IV. § 2203.

2) Annuaire météor. de la France. Année 1850. p. 264 — 298.

Um 12<sup>h</sup> 20' = 438,18 MM., um 1<sup>h</sup> 437,99 MM.

Ueberhaupt scheinen bei den Beobachtungen an den höheren Theilen des Monte-Rosa bis jetzt noch keine so bedeutenden Unterschiede im Barometerstande vorgekommen zu sein, wie jener zwischen den beiden Bestimmungen des Mont-Blanc.

Die übrigen Barometerstände, die ZUMSTEIN beobachtete, waren (reducirt auf 0° C. und in Millimeter übersetzt):

1820 1. Aug. 10<sup>h</sup> 30' a. m. 441,6 MM.

12 „ 441,0 „

3<sup>h</sup> p. m. 441,9 „

1822 1. Aug. 12<sup>h</sup> a. m. 435,7 „

Am Sattel zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze, 4526,7 M. 13938 P. F., zeigen die beiden Ablesungen von STUDER und ULRICH, 1848 und 1849, ebenfalls nur sehr geringe Unterschiede sowohl unter sich als mit unserer Beobachtung von 1851 verglichen.

Die Barometerstände waren (reducirt auf 0):

1848 12. Aug. 11<sup>h</sup> 30' a. m. 442,6 MM.

1849 12. „ 11<sup>h</sup> 0' a. m. 444,6 „

1850 22. „ 1<sup>h</sup> 50' p. m. 443,9 „

Für den Grossglockner, 3950 M. 12158 P. F., können zwei Ablesungen verglichen werden, nämlich jene des Dr. LÖSCHE am 12. August 1831, und die unsere vom 29. August 1848. Das von LÖSCHE abgelesene Instrument ist das von SALM im Jahre 1799 aufgestellte Barometer, das wir 1848 noch ganz wohl erhalten fanden<sup>1</sup>. Das Instrument auf dem Grossglockner stand, wie sich aus dem Vergleiche mit unserem Barometer ergab, um 0,6 P. L. (= 1,4 MM.) zu niedrig.

Der Barometerstand war (auf 0 reducirt):

1831 12. Aug. 12<sup>h</sup> 214",2

corr. + 0,6

214",8 = 484,5 MM.

1848 29. Aug. 1<sup>h</sup> p. m. 478,9

Unterschied 5,6 MM. = 2,5"

Am Grossen Plateau des Mont-Blanc 3930 M. 12100 P. F. wurden von BRAVAIS und MARTINS folgende Maxima und Minima beobachtet:

Erste Reihe vom 1. bis 8. August 1844:

Grosses Plateau Max. 471,13 MM. Min. 468,41 MM. Unterschied 2,72 MM.

Chamouni „ 674,63 „ „ 672,54 „ „ 2,09 „

1) Vergl. Unters. u. s. w. S. 850, S. 193 und S. 390. Am 13. Januar 1855 fand Herr Kaplan FRANCISZI aus Heiligenblut den Barometerkasten ebenfalls noch vor, während ihn Herr KREUSSLER aus Stuttgart, der am 22. August 1852 auf der zweiten Spitze war, nicht auffinden konnte, und glaubt, dass derselbe herabgestürzt sei.

Zweite Reihe vom 28. August bis 1. September 1844.

Grosses Plateau		Max.	479,22 MM.	Min.	473,61 MM.	Unterschied	5,61 MM.
Chamouni	"	681,06	"	"	674,27	"	6,79 "
St. Bernhard	"	572,72	"	"	567,09	"	5,63 "
Aosta	"	715,63	"	"	708,06	"	7,57 "
Genf	"	729,10	"	"	722,35	"	6,75 "
Mailand	"	755,29	"	"	747,09	"	8,20 "

Der Unterschied zwischen den absoluten Extremen beider Reihen ergiebt für Chamouni 9,52, für das Grosse Plateau 10,81 MM.

Diese Beobachtungen zeigen allerdings keinen bedeutenden Unterschied zwischen den höheren und den niedrigeren Punkten; allein es dürfte hier zugleich der Umstand sehr wesentlich sein, dass die absolute Grösse dieser Barometeroscillationen keineswegs sehr bedeutend ist. Auch SAUSSURE fand unter ähnlichen Verhältnissen die Schwankungen am Col du Géant grösser als jene von Chamouni und Genf<sup>1</sup>. Er bemerkt aber zugleich, dass dies als eine Ausnahme von den gewöhnlichen Verhältnissen zu betrachten sei. Die oben S. 42, 43 angegebenen Barometerstände am Theodulpass mit den correspondirenden zu Bern, Genf, Aosta, St. Bernhard, Mailand und Turin, während welcher das Barometer am Theodulpasse um 10 MM. fiel, ergaben nur in Mailand und Turin grössere Unterschiede, nämlich 13,8 u. 14,0 Millimeter. Die Beobachtungen an den folgenden Tagen zeigen jedoch so grosse Ungleichheiten in den Veränderungen des Druckes an diesen verschiedenen Orten, dass hier die Beobachtungen eine grössere Reihe von Tagen hätte umfassen müssen, um die wirkliche Grösse dieser Schwankung an den verschiedenen Punkten vergleichen zu können.

Dass die absoluten Extreme des Luftdruckes z. B. in der Jahresperiode auf sehr hohen Gipfeln entschieden geringer sein werden, als an den tieferen Punkten, lässt sich auch aus Folgendem erwarten. Die absoluten Maxima des Druckes fallen gewöhnlich mit grossen Kälteextremen zusammen, wobei während eines längere Zeit anhaltenden Temperaturminimums die unteren Luftschichten mehr als gewöhnlich an Dichte zunehmen<sup>2</sup> und dadurch auch noch in den oberen Regionen einen Zufluss der Atmosphäre aus weniger erkalteten Gegenden bedingen. In solchen Fällen ist zugleich die Temperaturabnahme eine sehr langsame, ja sie kann in den höheren Theilen, eben wegen des seitlichen Zuströmens weniger erkalteter Luft, ganz verschwinden; es wird daher die relative Vermehrung des Luftdruckes in den unteren Theilen weit bedeutender sein als in den oberen.

Die absoluten Minima des Luftdruckes sind theilweise davon abhängig, dass statt zweier übereinander bewegender Luftströme nur einer, in unseren Breiten dann der südöstliche, vorhanden ist, der vorher der obere war.

1) SAUSSURE Voyages. IV, § 2049.

2) Vergl. DOVE Preussische Stationen.

Da demnach das Minimum des Luftdruckes zunächst durch die Veränderung in der Bahn des unteren Luftstromes bedingt ist, so werden dabei die unteren Regionen ein stärkeres Fallen des Barometers zeigen als die oberen.

Einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Grösse der Minima des Luftdruckes hat zugleich auch die Schnelligkeit der sich bewegenden Luftmassen; sehr niedrige Barometerstände sind gewöhnlich mit heftigen Stürmen verbunden<sup>1</sup>.

Bei einer annähernd gleichen Geschwindigkeit in den unteren und in den oberen Regionen wird die Verminderung des verticalen Druckes der Dichtigkeit der Luftschichten proportional sein.

Auch dieser Umstand kann bisweilen dazu beitragen, dass die absoluten Minima auf sehr hohen Punkten weniger vom mittleren Barometerstande sich entfernen, als in den tieferen Regionen.

### Resultate.

1. Die täglichen periodischen Veränderungen des Barometerstandes zeigen in den Ebenen und auf plateauartig gestalteten Erhebungen 2 Maxima und 2 Minima; auf isolirten hohen Bergen und in der freien Atmosphäre tritt nur ein Maximum und ein Minimum ein, die ungefähr zur Zeit der Temperaturextreme stattfinden.

2. Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt darin, dass die Barometerschwankungen nicht ausschliesslich von dem Abfliessen oder dem Zuströmen der Luft in der Nähe der oberen und der unteren Grenze der Atmosphäre abhängen. Eine isolirt gedachte Luftsäule ändert nämlich nicht allein periodisch ihre Dichtigkeit im allgemeinen; auch innerhalb derselben treten periodische Verdichtungen oder Verdünnungen ein, die in grossen Höhen mit den Veränderungen des Gesamtdruckes nicht gleichzeitig sind.

3. Die Grösse des Unterschiedes zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel scheint weit mehr von unregelmässigen Einflüssen der Bodengestaltung und von der Vertheilung der Feuchtigkeit abzuhängen als davon, ob die Alpenkette im Allgemeinen nördlich oder südlich vom Beobachtungspunkte liegt. In der Jah-

1) Als interessante barometrische Extreme führe ich noch folgende Beobachtungen zur Vergleichung an. (Aus: EISENLOHER über Barometerstand und Witterung im Winter. Karlsruhe 1852. S. 80.) Das schnellste Fallen des Barometers im Winter betrug in Karlsruhe  $12,3''' = 28,7 \text{ MM.}$  in einem Tage, am 11. Februar 1799. Es folgte auf anfangendes Thauwetter, das zugleich  $1\frac{1}{2}$  Tage lang mit S.W. und Regen anhielt; dann aber folgt wieder kurzer Frost und fast eben so schnelles Steigen des Barometers. Die Schwankungen des Barometers sind im allgemeinen im Winter grösser als im Sommer. Beim Fallen des Barometers sind die Veränderungen gewöhnlich etwas langsamer als beim Steigen. Ein sehr tiefer Barometerstand ( $27'' 0'''$  für Karlsruhe) folgte niemals auf einen sehr hohen  $28'' 5'''$ ; doch nicht selten geschah es, dass ein sehr hoher Barometerstand auf einen sehr tiefen in wenigen Tagen folgte.

resperiode zeigt der Druck der trockenen Luft für die wärmsten Monate, analog dem täglichen Gange, nur an den höheren Orten ein Maximum.

4. Die Resultate barometrischer Höhenmessungen sind, besonders an warmen Tagen, von der Beobachtungsstunde abhängig; sie entfernen sich von der wahren Höhe am wenigsten um 8 bis 9 Uhr Morgens und 5 bis 6 Uhr Abends, und zeigen in den Nachmittagsstunden ein entschiedenes Maximum.

5. Benützt man barometrische Beobachtungen, um bei bekannten Höhenunterschieden die Wärme der freien Atmosphäre zu berechnen, so zeigt sich, dass in der freien Luft der Gang der Temperatur von jenem in der Nähe des Bodens sehr verschieden ist; die Extreme werden bedeutend abgestumpft und zugleich um mehrere Stunden verspätet. In der freien Atmosphäre scheint die tägliche Temperaturperiode in gleicher Höhe mit den bedeutendsten Gipfeln der Alpen bereits verschwindend klein zu werden.

6. Der Unterschied zwischen der Temperatur der freien Luft und zwischen dem arithmetischen Mittel aus zwei entsprechenden Stationen zeigt in der Jahresperiode (z. B. für Genf und St. Bernhard), dass die freie Atmosphäre im Sommer entschieden kälter, im Winter wärmer ist als das Mittel der Stationen. Aehnliche Unterschiede finden auch statt, wenn man diese Verhältnisse für das Jahresmittel besonders warmer oder besonders kalter Jahre untersucht.

7. In sehr grossen Höhen vermindern sich auch die unregelmässigen, nicht periodischen Schwankungen des Barometers, ohne jedoch selbst für die höchsten Alpengipfel ganz zu verschwinden. Der grösste am Mont-Blanc beobachtete Barometerunterschied betrug 9,4 MM.; obwohl die beiden Beobachtungen an heiteren und günstigen Tagen angestellt wurden.

## CAP. XII.

## BEMERKUNGEN ÜBER DAS ANEROIDBAROMETER.

## INHALT.

Construction. Einfluss der Temperatur. Bestimmung der wahren Scala. Ablesungen in verschiedenen Höhen. Verhältnissmässig langsame Aenderung einiger Instrumente bei raschem Wechsel des Luftdruckes. Allmähliche Aenderungen des Aneroids nach längerer Zeit. Litteratur.

Das von VIDI erfundene Aneroidbarometer bietet durch seine compendiöse Form und seine Tragbarkeit wesentliche Bequemlichkeiten für den Gebrauch auf Reisen.

Wenn auch bis jetzt die Angaben desselben bei weitem nicht so zuverlässig sind, dass es das Barometer und Thermobarometer oder selbst die abgekürzten Differentialbarometer u. s. w. an Genauigkeit erreicht, so gewährt doch die Einfachheit des Instrumentes so mannigfache Vortheile, dass es schon in seiner jetzigen Form in vielen Fällen als ein sehr brauchbares Instrument auf Reisen angesehen werden kann.

Bei Beobachtungen von Höhenverhältnissen, welche der Natur des Gegenstandes nach, auch bei genauester Ermittlung der wahren Höhe an einem oder mehreren einzelnen Punkten, doch als Resultat nur eine annähernde mittlere Bestimmung möglich ist, kann es besonders deswegen sehr nützlich werden, weil die Leichtigkeit der Beobachtung erlaubt, durch die öftere Wiederholung der Bestimmungen den Mangel der Genauigkeit der einzelnen Fälle theilweise zu ersetzen. Für die Bestimmungen von Pflanzengrenzen, die Höhe, welche das Auftreten einer geologischen Formation an verschiedenen Abdachungen eines Gebirgssystemes zeigt, und für viele ähnliche Verhältnisse kann das Aneroidbarometer sehr wohl benützt werden, besonders wenn man durch wiederholte Vergleichen mit dem Barometer die Correctionen genau bestimmt hat, welche unter den verschiedenen Umständen nöthig sind. Bei geologischen Beobachtungen kann das Aneroid auch eine nicht unwesentliche Hülfe für die Zeichnung richtiger Profile bieten. Da es sehr zeitraubend ist, das Barometer<sup>1</sup> so häufig aufzustellen und abzulesen, als es nothwendig

1) Das Verfahren, den Luftdruck durch die Beobachtung des Siedepunktes zu bestimmen, giebt zwar, wie wir früher zu zeigen Gelegenheit hatten, Resultate, die als vollkommen genügend betrachtet werden können; allein die Art der Beobachtung ist hier noch weit umständlicher und zeitraubender,

wäre, um ein in allen Theilen richtiges Höhenprofil zu construiren, beschränkt man sich auf die Bestimmung weniger Punkte, und trägt die zwischenliegenden etwa nach den allgemeinen Neigungsverhältnissen annähernd ein.

Das Aneroid bietet nun, wenn es zugleich öfters mit dem Barometer direct verglichen wird, sehr gute Anhaltspunkte, um alle charakteristischen Niveauverschiedenheiten des Terrains mit einer für die Profilzeichnung mehr als hinreichenden Genauigkeit zu bestimmen.

Wir hatten Gelegenheit zwei Aneroide, eines von LEREBOURS<sup>1</sup> und SECRETAN in Paris, und eines von HOHNBAUM in Hannover durch wiederholte, und in sehr verschiedenen Höhen ausgeführte Vergleichen mit dem Barometer zu prüfen.

Obwohl die im Folgenden erörterten Correctionen in Beziehung auf ihre absolute Grösse für jedes Instrument verschieden sind, so wiederholt sich doch die Art der Fehler ziemlich allgemein bei jedem Aneroid in ähnlicher Weise. Vielleicht dürften auch einige der folgenden Bemerkungen Veranlassung sein, einige Aenderungen anzubringen, welche die Anwendbarkeit dieses schönen Apparates verbessern.

---

Im Aneroidbarometer wird der Zeiger, welcher den Luftdruck anzeigt, dadurch bewegt, dass eine fast luftleer gepumpte Büchse sich ausdehnt oder zusammenzieht, je nachdem der Luftdruck fällt oder steigt. Der luftleeren Büchse ungefähr gegenüber befindet sich eine Metallspirale, welche den Bewegungen der Büchse entgegenwirkt; die Veränderungen für einen bestimmten Unterschied des Luftdruckes werden dadurch kleiner und gleichmässiger. Die Bewegung eines Cylinders, der vertical auf der Büchse steht, wird durch eine Curbel und ein System von Fühlhebeln in die kreisförmige Bewegung des Zeigers verwandelt.

Die Scala trägt eine Kreistheilung, die bei vielen Instrumenten die ganze Peripherie einnimmt. Die Abstände der einzelnen Theile, die als Millimeter oder Linien bezeichnet sind, haben gewöhnlich auf der ganzen Theilung unter sich eine gleiche Grösse.

Die mechanische Verbindung der sich bewegenden Theile ist aber in den meisten Instrumenten eine solche, dass bei einer gleichförmigen Theilung das Aneroidbarometer einen zu geringen Druck anzugeben scheint, wenn der Zeiger bereits einen bedeutenden Theil der Peripherie durchlaufen hat. Diese Abweichung wurde neuerdings an einigen Instrumenten von ÖRTLING und von JMME dadurch sehr verringert oder ganz vermieden, dass der Durchschnitt der Welle, auf welcher die Kette sich aufrollt, nicht ein Kreis, sondern eine Spirale ist. Jedenfalls ist es

---

als die Bestimmung durch das Barometer. Nur dadurch wird diese Art der Beobachtung ungemein wichtig, weil das Thermometer ungleich sicherer transportirt werden kann, als das Quecksilberbarometer.

1) Das erstere wurde uns durch die Güte des Herrn von BIBRA in Nürnberg zur Vergleichung überlassen.

nöthig, sich durch directe Vergleiche zu überzeugen, ob die Scala gleichen Veränderungen des Luftdruckes entspricht, oder ob eine Correction für die einzelnen Parthieen der Theilung nöthig ist.

Diese Abweichung kann an einzelnen Instrumenten mehrere Grade der Kreistheilung erreichen, und die Correction ist dann, in Millimeter oder Linien übersetzt, um so grösser, je kleiner die Theile der Kreisperipherie sind, welche einer dieser Maasseinheiten entsprechen.

Diese Abweichungen sind, wie erwähnt, in den ersten Abtheilungen der Scala, z. B. von 760 bis 720 M.M., noch nicht bemerkbar; wir wollen daher erst später auf dieselben zurückkommen, und zuerst die Genauigkeit der Ablesung und den Einfluss der Temperatur bestimmen.

Die Genauigkeit der Ablesung lässt sich auf zweierlei Art beurtheilen.

Die kleine Reibung der Theile unter sich bewirkt, dass das Instrument stets einer kleinen Erschütterung bedarf, um den wahren Luftdruck anzugeben. Wiederholt man rasch nach einander mehrere Ablesungen, indem man jeder eine kleine Erschütterung vorhergehen lässt, so geben die Unterschiede ein Maass für die Genauigkeit des Instrumentes. An dem Instrumente von HOHNBAUM, welches wir vorzugsweise benützten, befindet sich die Theilung auf einer versilberten, spiegelnden Metallplatte; durch genaues Zusammenfallen des Zeigers und seines Spiegelbildes bei der Ablesung konnte die Parallaxe vermieden, und so der jedesmalige Stand des Instrumentes auf  $\frac{1}{10}$  Millimeter mit Zuverlässigkeit abgelesen werden.

Die kleinen Erschütterungen aber, welche, ganz analog dem Klopfen am Quecksilberbarometer, jedesmal gleiche Resultate herbeiführen sollten, bewirkten hier, wegen der Reibung der einzelnen Theile, Unterschiede, die gewöhnlich einige Zehntel Millimeter betragen, oft halbe Millimeter erreichen.

Die Stellung, in der sich das Aneroid befindet, hat ebenfalls bei vielen Instrumenten einen Einfluss auf die Angabe des Luftdruckes.

Da die einzelnen Theile des Hebelwerkes nicht genau äquilibrirt sind, geschieht es, dass die Ablesungen in horizontaler und in verticaler Stellung nicht gleich sind.

Wenn aber der Fühlhebel, der sich am unteren Ende des Instrumentes in der Nähe der Spiralfeder befindet, genau äquilibrirt ist, so bleibt der Stand des Instrumentes derselbe, er mag in einer horizontalen oder verticalen Lage sich befinden. Die neueren Instrumente zeigen gewöhnlich keine Veränderung des Zeigers in verschiedenen Stellungen.

Auch bei Instrumenten, bei welchen die Angaben durch ihre Stellung verändert werden, wird die Richtigkeit der Ablesungen nicht beeinträchtigt, wenn nur das Instrument stets in der gleichen Lage abgelesen wird.

In verschiedenen Lagen sind die Unterschiede an einzelnen Instrumenten ziemlich bedeutend.

Am Aneroid SECR. und LEREBOURS No. 619. war der Stand in Berlin, 28. Juni 1851:

in horizontaler Lage . . . . .	758 M.M.
in verticaler Lage mit dem Ringe nach oben wie gewöhnlich	757 „
in verticaler Lage mit dem Ringe nach unten . . . . .	754,5 „
Das Aneroid SECR. No. 1574.	
in horizontaler Lage . . . . .	762,6 „
in verticaler Lage . . . . .	761,8 bis 762 „

Das Aneroid von HOHNBAUM:

a. Berlin, 28. Juni 1851,	
in horizontaler Lage . . . . .	759,9 „
in verticaler Lage, Ring nach oben . . . . .	757,7 „
in verticaler Lage, Ring nach unten . . . . .	755,8 „
b. Vincenthütte, 6. September 1851,	
in horizontaler Lage . . . . .	525,2 „
in verticaler Lage . . . . .	523,0 „
c. Theodulpass, 29. August 1851,	
in horizontaler Lage . . . . .	500,6 „
in verticaler Lage . . . . .	548,0 „

Das Aneroid von HOHNBAUM wurde noch öfter bei verschiedenen Barometerständen in beiden Lagen abgelesen; ich gebe nur die obigen Beispiele, da die Abweichungen stets sehr nahe dieselben waren.

An verschiedenen Instrumenten ist demnach der Einfluss der Stellung von ungleicher Grösse; die Abweichung blieb zugleich für dasselbe Instrument unverändert, ob man die Ablesung bei einem hohen oder bei einem sehr niedrigen Barometerstande machte; die gegenseitige Verschiebung, welche die Theile im Innern des Instrumentes erleiden, scheint demnach darauf von keinem wesentlichen Einfluss zu sein. Die Correction für die eine oder andere Stellung bleibt also für alle Höhen constant.

Je kleiner die Abweichungen sind, desto geringer ist der Fehler bei einer nicht vollkommen genauen horizontalen oder verticalen Lage.

Uebrigens werden auch bei den gewöhnlichen Aneroiden die Ablesungen unter sich ganz vergleichbar, wenn nur stets dieselbe Stellung beibehalten wird; zugleich sind die Abweichungen in den beiden um volle 90° verschiedenen Stellungen verhältnissmässig so klein, dass eine schiefe Lage des Instrumentes bereits sehr deutlich bemerkt werden kann, ehe der Fehler, den sie hervorbringt, ablesbar wird.

Die Ablesungen hier, so wie im Folgenden, sind das Mittel wiederholter Ablesungen, wenn die angegebenen Theile kleiner als  $\frac{1}{2}$  Millimeter sind<sup>1)</sup>.

1) Auch bei den Veränderungen des Standes bei verschiedener Aufstellung kömmt das Aneroid, zum

In Beziehung auf den Mechanismus der bewegenden Theile dürfte noch zu erwähnen sein, dass das Instrument beim Transporte durch eine Auslösevorrichtung vor dem Einflusse unvorhergesehener Erschütterungen geschützt sein sollte<sup>1</sup>.

Diese fehlte auch bei den von uns benützten Instrumenten; wir selbst hatten zwar während der Reise keine Störungen durch den Transport bemerkt; die oft wiederholten Vergleichen mit dem Quecksilberbarometer hätten uns eine Zerrüttung des Aneroids sogleich bemerken lassen.

Temperaturcorrection. Durch die Erhöhung der Temperatur wird die Elasticität des metallischen hohlen Cylinders vermindert, aber auch zugleich jene der Feder, welche dem ersteren das Gleichgewicht hält<sup>2</sup>.

Diese Verminderung der Elasticität in beiden wirkt auf die Bewegung des Zeigers in jedem der einzelnen Theile mit entgegengesetztem Zeichen; sie können<sup>3</sup> sich demnach aufheben, was an einzelnen Instrumenten wirklich erreicht ist.

Meistens aber ist eine Temperaturcorrection anzubringen, die oft nicht unbedeutend ist; sie ist bald negativ wie beim Quecksilberbarometer, bald positiv. Das letztere scheint häufiger zu sein.

Das Instrument von LEREBOURS und SECRETAN No. 165. und das Aneroid von HOHNBAUM wurden in ein Luftbad gebracht, das auf 92,5° C. erwärmt war.

	An. SECR.	An. HOHNB.
Vor dem Versuche standen bei 16,4° C.	761,2	760,8
Im Luftbade bei 92,5° C.	765,7	735,7
Differenz 76,1° C.	+4,5	-25,1
Temperaturcorrection für 1° C.	-0,059	+0,33

Für das letztere Instrument wurde die Temperaturcorrection auch bei einem Barometerstande von 500 M.M. am Theodulpass 3353 M. 10322' bestimmt, allerdings bei einem geringeren Temperaturunterschiede.

Am 29. August 1851 stand das Aneroid (nach einem Aufenthalte von 24 Stunden auf der Passhöhe), während der Barometerstand 500,5 bis 500,8 M.M. betrug,

---

zweitenmale in dieselbe Lage gebracht, nicht genau auf den nämlichen Stand zurück. Die Abweichungen betragen auch hier wie bei den kleinen Erschütterungen oft 3 bis 4 Zehntel-M.M.

1) Auf die Vortheile einer Vorrichtung zur Auslösung und Befestigung des Zeigewerkes hat bereits ERMAN in seinem Aufsätze „Ueber den Gebrauch des sogenannten Aneroidbarometers“ hingewiesen. Arch. wiss. Kunde Russlands 1851. Bd. IX. S. 22.

2) Die Veränderungen in der Länge der einzelnen Hebel und in der Kette sind so unbedeutend, dass sie keinen merkbaren Einfluss auf die Angaben des Aneroides ausüben.

3) Um die Temperaturcorrection möglichst klein zu machen, kann man z. B. bei der Anfertigung des Aneroides so verfahren: Bei einem beliebigen Stande des Zeigers, der etwa dem äusseren Luftdrucke ohne Verdünnung entspricht, wird die Temperatur des Instrumentes um 20 bis 30° erhöht. Aendert sich jetzt der Stand des Zeigers, so wird die Feder etwas gerückt und dadurch die Länge des grösseren Hebelarmes verändert. Ist diese Veränderung nur etwas gross, so muss dann auch die Spindel, auf welche sich die Kette aufrollt, etwas verändert werden.

- a. um 1<sup>h</sup> p. m. im Freien bei einer Lufttemperatur von  
 $+0,5^{\circ}$  C. Aneroid 500,1 M.M.
- b. um 1<sup>h</sup> 30' p. m. nach einem Verweilen von  
 einer halben Stunde im Zelte bei  $+10,1^{\circ}$  C. „ 497,5 „
- c. um 2<sup>h</sup> nach einem halbstündigen Verweilen  
 im Freien bei  $+1,0^{\circ}$  C. „ 500,2 „

Aus a. und b. ergibt sich für

einen Unterschied von  $9,6^{\circ}$  C. 2,6 M.M.;  $1^{\circ}$  C. = Corr.  $+0,27$  M.M.

Aus b. und c. für einen Unter-

schied von  $9,1^{\circ}$  C. 2,7 „ ;  $1^{\circ}$  C. = „  $+0,29$  „

Das Mittel aus beiden ist nur wenig höher als jenes, welches durch die Erwärmung im Luftbade gefunden worden war. Es zeigte sich demnach für das Aneroid die Temperaturcorrection, wie zu erwarten, vom Barometerstande unabhängig. Die Differenzen kamen zunächst daher, dass bei kleineren Temperaturunterschieden die Fehler der Ablesung, deren Grösse stets dieselbe bleibt, einen bedeutenderen Einfluss haben, als bei grossen Temperaturunterschieden.

In Beziehung auf die Temperaturcorrection untersuchte ich noch folgende zwei Aneroidbarometer (von HOHNBAUM):

ein Aneroid im phys. Cabinet des Königl. Cadettenhauses (= C.),

ein Aneroid, das Herr VON PLANA in Turin erhielt (= P.).

Das erstere hatte eine Scala von 26" 7,5''' bis 29" 4,5'''; das zweite mit einer Scala von 790 bis 370 M.M. war zugleich mit einem Thermometer versehen. Das Thermometer an diesem Aneroidbarometer diente zur Temperaturbestimmung für beide Instrumente, die ich gleichzeitig untersuchte.

Sie hatten beide eine Nacht in einem sehr gleichmässig erwärmten Zimmer gestanden, und wurden dann in ein geräumiges Luftbad gebracht, was auf  $49^{\circ}$  C. erwärmt war. Dort blieben sie nahe  $\frac{1}{2}$  Stunde.

Ich erhielt dabei folgende Aneroidablesungen:

(Im Laboratorium: Barometerstand auf 0 reducirt 757,9; Lufttemperatur  $10,2^{\circ}$  C.)

Aneroid P.	{	bei $9^{\circ}$ C. 758,6 M.M.
		„ $47^{\circ}$ C. 736,0 „
Aneroid C.	{	bei $9^{\circ}$ C. 28" 1,5''' = 761,3 M.M.
		„ $47^{\circ}$ C. 27" 1,5''' = 734,3 „

Die Temperaturcorrection für  $1^{\circ}$  C. beträgt demnach

für P.  $+0,6$  M.M.

„ C.  $+0,7$  „ (oder  $0,4'''$  für  $1^{\circ}$  R.).

Auf der Sternwarte zu Berlin wurde von Herrn Dr. BRÜNOW ein Aneroidbarometer von SECRETAN und LERBOURS vom 1. Januar bis 31. December 1852 jeden Mittag mit dem Barometer verglichen. Herr Dr. BRÜNOW hatte die Güte mir die Ablesungen mitzutheilen, und zugleich auf meine Bitte die folgende Bestimmung

der Temperaturcorrection zu berechnen, wofür ich demselben hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

Die Tabelle der mittelbaren Beobachtungen enthielt folgende Spalten:

1. Die Temperatur des Zimmers, in welchem das Aneroid und das Barometer sich befanden.
2. Den auf 0° reducirten Barometerstand.
3. Die Ablesung des Aneroids ohne Temperaturcorrection und den Unterschied vom wahren Luftdrucke.

Das Mittel aus den Beobachtungen vom 24. Februar bis 3. März ergab:

für 1,1° R. als Correction für das Aneroid +1,98''

das Mittel aus den Beobachtungen vom 11. bis 21. Juli:

für 21,0° R. als Correction für das Aneroid +0,40.

Daraus ergäbe sich als Correction für das Aneroid in Linien für RÉAUMUR'sche Grade

+2''<sub>07</sub> - 0''<sub>08</sub>t.

Um zu sehen, wie diese Formel mit den unmittelbar beobachteten Abweichungen stimmte, wurden folgende Mittelwerthe berechnet:

Bestimmung der Temperaturcorrection für ein Aneroidbarometer der Sternwarte.

Temperatur ° R.	Aneroid. P. L.	Correction. P. L.	Verbessertes Aneroid. P. L.	Barometer. P. L.	Unterschied. P. L.
+1,92	333,81	+1,92	335,73	334,63	+0,10
+3,22	333,52	+1,81	335,33	335,20	+0,13
+6,71	333,24	+1,53	333,77	333,73	+0,04
+9,61	333,41	+1,30	334,71	334,65	+0,06
+15,81	333,06	+0,81	333,87	333,79	+0,08
+20,95	333,60	+0,39	333,99	334,00	-0,01

Da schon bei diesem ersten Versuche, die Correction annähernd zu bestimmen, die Fehler so klein waren, wurde die Methode der kleinsten Quadrate hier nicht angewandt. Man sieht sogleich, dass man an die obige Formel die Correction -0,12 +0,006t anzubringen hat, um eine gute Uebereinstimmung zu erhalten.

Die Correctionsformel wird dann für das Aneroid der Sternwarte

+1''<sub>95</sub> - 0''<sub>074</sub>t

wobei 1,95'' die mittlere Abweichung des auf 0 reducirten Aneroides bedeutet.

Verbessert man damit die Angaben des Aneroides, so bleiben für die angegebenen 6 Mittelwerthe nur die folgenden unbedeutenden Abweichungen vom Stande des Barometers:

-0,01''  
+0,03  
-0,04

0,00  
 + 0,05  
 0,00

Die Scala bedarf bei jedem Instrumente einer speciellen Untersuchung und Vergleichung mit dem direct beobachteten Luftdrucke.

Wäre die Veränderung in der Ausdehnung der Dose und der Metallfeder dem Luftdrucke proportional, so liesse sich leicht eine Scala aus den Dimensionen und aus der gegenseitigen Stellung der Hebel für jedes Instrument berechnen. Allein eine bestimmte Grösse in der Aenderung des Luftdruckes bringt nicht in allen Theilen der Scala eine gleiche Veränderung im Stande des Instrumentes hervor.

Die Elasticität der Büchse und der Spirale ändert sich etwas, je nachdem sie bereits comprimirt sind; da aber die gleichzeitige Veränderung in beiden sich entgegenwirkt, so wird die daraus resultirende Abweichung nicht sehr bedeutend.

Auch jene Theile, welche die verticale Bewegung in die rotirende verwandeln, wirken nicht bei allen Stellungen des Zeigers gleichmässig. Die Art der Anheftung der Kette an das Hebelwerk bewirkt, dass sich auf eine cylindrische Spindel für den gleichen Unterschied des Luftdruckes bei einem sehr niedrigen Barometerstande ein grösseres Stück der Kette aufrollt, also der Zeiger einen verhältnissmässig grösseren Weg zurücklegt, als bei einem niedrigen Barometerstande.

Die Grösse dieses Unterschiedes, oder, was dasselbe ist, die Grösse der Bewegung des Zeigers, welche einer bestimmten Einheit des Luftdruckes in den verschiedenen Theilen der Scala entspricht, liesse sich zwar annähernd aus den Maschinentheilen berechnen; aber es ist schwer, bei dem bereits zusammengefügt Instrumente die Längen der einzelnen Theile und der Winkel, die sie bilden, mit hinlänglicher Schärfe direct zu messen; es ist daher vorzuziehen, die Correctionen empirisch durch unmittelbare Vergleichung mit dem Barometer zu bestimmen. Durch dieses Verfahren ist dann zugleich der Einfluss der Elasticitätsveränderung mit eingeschlossen.

Es ist demnach am zweckmässigsten, die auf dem Aneroid selbst angebrachte Theilung nur als eine provisorische Scala zu betrachten, und die Angaben des Luftdruckes durch directe Vergleichung mit dem Barometer zu bestimmen.

Man kann zu diesem Zwecke entweder das Aneroid unter eine Luftpumpe bringen, mit welcher zugleich ein Barometer verbunden ist, wobei man die Verdünnung längere Zeit zu erhalten sucht, um sicher zu sein, dass das Aneroid dem wahren Luftdrucke entspricht; oder man macht die Vergleichung mit dem Barometer in verschiedenen Höhen.

Indem ich die zuletzt genannte Methode befolgte, erhielt ich die folgenden

1) Vergl. die folgenden Bemerkungen über die verhältnissmässig zu langsamen Veränderungen einzelner Instrumente bei rascher Veränderung des Luftdruckes.

Correctionen. Um sicher zu sein, dass das Aneroid bereits seinen niedersten Stand angenommen hatte, wurden nur solche Punkte aufgenommen, in denen das Instrument bereits 24 Stunden gestanden hatte, obwohl schon nach 12 Stunden keine Veränderung mehr beobachtet wurde.

Das hier untersuchte Aneroid von HOHNBAUM war die ganze Peripherie in  $360^\circ$  getheilt, wobei zugleich ein Grad der gewöhnlichen Kreistheilung einem Unterschiede des Druckes vom 1 Millimeter unter der Voraussetzung einer gleichmässigen Veränderung entsprechen sollte. Der Anfangspunkt der Theilung war mit 760 M.M. bezeichnet. Die Zahl 400 M.M. erreichte demnach der Zeiger nach einem vollen Umlauf; sie fällt hier mit dem Anfangspunkte der Theilung zusammen.

Um Verwechslungen zwischen der getheilten Scala und den entsprechenden Werthen des Luftdruckes zu vermeiden, sind im Folgenden die unmittelbar auf der Scala abgelesenen Angaben bezeichnet  $400 + n$  Grade, wobei  $n$  die Grade der Kreistheilung von  $360$  bis  $0$  bedeutet. Sind die Angaben des Aneroides als Millimeter zwischen  $760$  und  $400$  angeführt, wie z. B. oben bei der Bestimmung der Temperaturcorrection geschah, so ist darunter nicht eine um die Zahl  $400$  erhöhte Ablesung der Grade, sondern jener Werth verstanden, welcher nach der folgenden Tabelle, den wahren Luftdruck ausdrückend, einer bestimmten Stelle der Gradtheilung entspricht.

Theilung eines Aneroidbarometers mit dem entsprechenden Luftdrucke verglichen.

Scala.	Entsprechender Luftdruck.	Correction der Scala.	Scala.	Entsprechender Luftdruck.	Correction der Scala.
$400 + 360$	760,0 M.M.	0 M.M.	$400 + 180$	574,0 M.M.	- 6,0 M.M.
340	740,0	0	160	553,5	- 6,5
320	720,0	0	140	533,0	- 7,0
300	699,0	- 1,0	120	513,0	- 7,0
280	677,0	- 3,0	100	492,5	- 7,5
260	656,0	- 4,0	80	472,5	- 7,5
240	635,5	- 4,5	60	452,0	- 8,0
220	615,0	- 5,0	40	432,0	- 8,0
200	594,5	- 5,5	20	411,5	- 8,5

Die Vergleichen, auf welchen die angeführten Correctionen beruhen, sind in folgender Tabelle enthalten; die Abweichungen zeigen zugleich, dass ein Fehler von  $\frac{1}{2}$  M.M. ungeachtet aller Sorgfalt der Ablesungen kaum zu vermeiden ist.

Ablesungen zur Bestimmung der wahren Scala des Aneroidbarometers.

Aner. HOHNBAUM. — 1851.

## 1. Luftdruck 730 bis 710 M.M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Lindau . . . . .	Juli 23.	719,5	400+319,5	(gleich eingestellt)
Zürich . . . . .	„ 26.	724,6	325,2	- 0,6
Art . . . . .	„ 27.	728,7	328,3	+ 0,4
Bern . . . . .	August 1.	713,8	313,3	+ 0,5
Moutiers . . . . .	September 26.	716,3	316,4	- 0,1
„ . . . . .	„ 28.	713,2	313,1	+ 0,1
Suza . . . . .	October 3.	715,0	315,5	- 0,5

Corr. = 0

## 2. Luftdruck 710 bis 700 M.M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Zweilütschinen . . .	August 5.	707,4	400+309,0	- 1,6
Chatillon . . . . .	„ 30.	709,6	310,5	- 0,9
St. Vincent . . . . .	September 21.	704,5	305,9	- 1,4
Grand-Coeur . . . .	„ 25.	709,4	309,8	- 0,4
Petit-Coeur . . . . .	„ 25.	699,0	700,3	- 1,3

Corr. = - 1,2

## 3. Luftdruck 650 M.M.

(Zwischen die Beobachtung vom 2. und 19. September fällt der 14tägige Aufenthalt auf der Vincenthütte.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Gressoney St. Jean	August 31.	650,0	400+253,9	- 3,9
1370 M. 4218 P.F.	September 2.	652,2	256,6	- 4,4
	„ 19.	644,5	248,2	- 3,7
	„ 19.	645,2	249,3	- 4,1

Corr. = - 4,0

## 4. Luftdruck 630 M.M.

(Zwischen 21. und 25. August war das Aneroid auf den Gipfel des Monte-Rosa gebracht.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Zermatt 1625 M. 5086 P.F.	August 20.	631,5	400+236,6	-5,1
	„ 20.	630,8	235,2	-4,4
	„ 21.	630,8	234,8	-4,0
	„ 25.	630,0	234,3	-4,3
	„ 26.	632,3	237,3	-5,0

Corr. = -4,6

## 5. Luftdruck 620 M.M.

(Das Aneroid war am 27. Juli Abends bereits auf dem Gipfel des Rigi.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Rigicolum 1800 M. 5541 P.F.	Juli 28.	618,5	400+223,9	-5,4
	„ 28.	618,5	223,6	-5,1

Corr. = -5,3

## 6. Luftdruck 520 M.M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Vincenthütte 3162 M. 9734 P.F.	September 4.	519,4	400+126,4	-7,0
	„ 6.	524,1	131,2	-7,1
	„ 7.	522,9	129,5	-6,6
	„ 8.	523,5	130,3	-6,8
	„ 9.	523,2	130,9	-6,7
	„ 10.	526,8	134,3	-7,5
	„ 11.	526,4	133,3	-6,9
	„ 12.	526,0	133,0	-7,0
	„ 14.	526,5	133,8	-7,3
	„ 15.	527,8	133,9	-6,1

Corr. = -6,9

## 7. Luftdruck 505 M.M.

(Das Aneroid war am 27. August um 2h auf die Passhöhe gebracht worden. Der Barometerstand ist aus der Temperatur des siedenden Wassers abgeleitet (vergl. S. 46, 47).)

		Barom.	Aner.-Scala.	b - a
Matterjoch oder St. Theodulpass 3353 M. 10322 P.F.	August 28.	509,6	400+117,2	-7,6
	„ 28.	507,5	115,4	-7,9
	„ 29.	500,0	107,0	-7,0

Corr. = -7,5

Ändert sich der Luftdruck, dem ein Aneroidbarometer ausgesetzt ist, etwas rasch, so geschieht es bei einigen Instrumenten, dass sie etwas zu langsam folgen, und bisweilen eine merkliche Zeit bedürfen, um sich dem Luftdrucke anzuschliessen. Der Unterschied wird bei manchen Instrumenten sehr gross, wenn bei rascher Verdünnung der Luft ein Aneroidbarometer unter der Luftpumpe mit einem Quecksilberbarometer verglichen wird; bei einigen Instrumenten jedoch zeigte sich die Empfindlichkeit so gross, dass sie auch unter der Luftpumpe den Veränderungen des Luftdruckes sich sehr gut anschliessen. Jedenfalls dürfte es zu empfehlen sein, bei der Bestimmung der Grösse der Scalentheile, bei welcher gewöhnlich wiederholt Ablesungen unter der Luftpumpe als Anhaltspunkte dienen, zu versuchen, ob das betreffende Instrument den Veränderungen des Luftdruckes hinlänglich rasch folgt, oder ob nach längerem Verweilen unter der Luftpumpe der Stand des Aneroids sich allmählich noch etwas erniedrigt.

Als Beispiel für die Grösse, welche diese Differenzen bei einem sonst recht guten Aneroid bei Beobachtungen in verschiedenen Höhen erreichten, folgen hier einige Vergleichen des Aneroids mit dem Quecksilberbarometer. Der Stand des Aneroids ist nach der Corrections-Scala der Tabelle S. 436 angegeben, um die Abweichungen unmittelbarer vergleichen zu können. Es zeigt sich im Allgemeinen sehr deutlich, dass ein zu hoher Stand eintrat, wenn das Aneroid rasch in die Höhe gebracht wurde; in einigen Fällen, wo das Aneroid auch auf dem höheren Orte einige Zeit verweilte, zeigte sich beim Herabgehen eine entsprechende Abweichung, nämlich ein zu niedriger Stand des Aneroidbarometers, oder wenigstens eine auffallende Verminderung der früheren, negativen Correction.

Beobachtungen des Aneroids bei ziemlich rascher Veränderung des Luftdruckes.

	Höhe.		1851.	Aneroid.	Barom.	Corr.	
	Meter.	Par. F.					M. M.
<b>1ste Reihe.</b>							
Unterer Grindelwaldgl.	998	3065	6. August	9 <sup>h</sup> 45' a.m.	679,9	679,6	-0,3
Hasli-Scheideck . . .	1958	6028	"	6 <sup>h</sup> 40' p.m.	612,3	609,9	-2,4
Rosenlauri . . . . .	1337	4117	"	8 <sup>h</sup> 0' p.m.	654,7	654,0	-0,7
<b>2te Reihe.</b>							
Rosenlaugletscher. . .	1539,2	47385	7. August	7 <sup>h</sup> 0' a.m.	637,9	638,0	+0,1
Urbachsattel . . . . .	2547,1	7841,1	"	2 <sup>h</sup> 0' p.m.	570,0	567,7	-2,3
Fleschenhütte . . . . .	1873,8	5769,1	"	7 <sup>h</sup> 45' p.m.	611,0	612,8	+1,8
<b>3te Reihe.</b>							
Grimselhospiz . . . . .	1879	5784	13. August	8 <sup>h</sup> 0' a.m.	613,9	614,4	+0,5
Oberaarsattel . . . . .	3264	10048	"	4 <sup>h</sup> 10' p.m.	524,5	521,6	-2,9
Rothsattel . . . . .	3330,4	10252,5	14. August	4 <sup>h</sup> 35' a.m.	513,8	514,1	+0,3
Ende des Vieschergl. .	1359	4184	"	5 <sup>h</sup> 0' p.m.	648,8	651,2	+2,4
<b>4te Reihe.</b>							
Zermatt . . . . .	1652	5086	21. August	9 <sup>h</sup> 0' a.m.	631,2	630,8	-0,4
Augstkummhütte . . .	2216,2	6822,3	"	12 <sup>h</sup> 10' p.m.	595,0	592,0	-3,0
Gadmen . . . . .	2752,9	8474,6	"	6 <sup>h</sup> 0' p.m.	554,6	553,8	-0,8
Monte-Rosa; H. Sp. . .	4640	14284	22. August	12 <sup>h</sup> 20' p.m.	440,1	438,2	-1,9
Monte-Rosa; Sattel . .	4527,6	13938,0	"	1 <sup>h</sup> 50' p.m.	444,2	443,9	+0,3
<b>5te Reihe.</b>							
Vincenthütte . . . . .	3162	9734	12. September	6 <sup>h</sup> 0' a.m.	526,2	526,0	-0,2
Vincentpyramide . . .	4224	1300,3	"	1 <sup>h</sup> 0' p.m.	462,0	459,8	-2,2
Terrasse im Lysgletsch.	3755,2	11560,2	"	4 <sup>h</sup> 20' p.m.	489,8	490,2	+0,4
Vincenthütte . . . . .	3162	9734	"	7 <sup>h</sup> 0' p.m.	525,8	525,5	-0,3
<b>6te Reihe.</b>							
Courmayeur . . . . .	1249	3845	23. September	6 <sup>h</sup> 20' a.m.	657,7	658,0	+0,3
Plan de l'Allée blanche	2145,9	6606,0	"	10 <sup>h</sup> 45' a.m.	593,1	590,0	-3,1
Col de la Seigne . . .	2529	7786	"	2 <sup>h</sup> 10' p.m.	563,0	561,9	-1,1
Chapiu . . . . .	1561	4805	"	8 <sup>h</sup> 45' p.m.	633,1	633,6	+0,5

	Höhe.		1852.		Aneroid.	Barom.	Corr.
	Meter.	Par. F.			M. M.	M. M.	M. M.
7te Reihe.							
Partenkirchen . . . . .	698,7	2151	4. September	2 <sup>h</sup> 0' p.m.	701,9	702,0	+0,1
Kuhflucht . . . . .	1118,9	3444,3	„	6 <sup>h</sup> 40' p.m.	671,8	669,4	-2,4
Partenkirchen . . . . .	698,7	2151	„	10 <sup>h</sup> 30' p.m.	702,2	702,4	+0,2
8te Reihe.							
Garmisch . . . . .	690,3	2125	7. September	7 <sup>h</sup> 30' a.m.	702,6	702,3	-0,3
Ening-Alpe . . . . .	1244,9	3832,3	„	4 <sup>h</sup> 15' p.m.	634,5	633,7	-0,8
Steppberg-Alpe . . . . .	1589,6	4893,7	8. September	7 <sup>h</sup> 0' a.m.	629,4	630,2	+0,6
Kramer . . . . .	1977	6085	„	12 <sup>h</sup> 15' p.m.	698,9	601,5	-2,6
Garmisch . . . . .	690,3	2125	„	5 <sup>h</sup> 45' p.m.	701,0	700,9	-0,1
9te Reihe.							
Hinterangerhütte . . . . .	1358,5	4182	10. September	4 <sup>h</sup> 45' a.m.	646,3	645,9	-0,4
Quelle Gutes Wasser . . . . .	2050,4	6312,0	„	6 <sup>h</sup> 45' a.m.	595,9	593,9	-2,0
Zugspitze . . . . .	2954	9094	„	11 <sup>h</sup> 30' a.m.	535,0	532,2	-2,8
Quelle Gutes Wasser . . . . .	2050,4	9094	„	4 <sup>h</sup> 0' p.m.	593,3	593,5	+0,2
Hinterangerhütte . . . . .	1358,5	4182	„	6 <sup>h</sup> 0' p.m.	645,5	645,6	+0,1
Hinterangerhütte . . . . .	1358,5	4182	11. September	1 <sup>h</sup> 50' p.m.	643,7	643,3	-0,4

Um zu untersuchen wie sich das Aneroidbarometer bei weit rascherer Veränderung des Luftdruckes verhält, wurde dasselbe unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, mit der ein Barometer verbunden war.

Ich benützte dabei die Luftpumpe des Herrn Professor RIESS, der zugleich die Güte hatte das Aneroid abzulesen, während von mir das Quecksilberbarometer abgelesen wurde.

Zwischen dem Anfange eines jeden Versuches bis zum Momente der grössten Verdünnung verstrichen 10 bis 15 Minuten.

1. Versuche am 30. Juni 1851<sup>1</sup>. Es sind dies Mittel aus 3 Ablesungen. In der

1) Für ein anderes Aneroid von SECRETAN und LEREBOURS No. 619. (das Herr von BIBRA mir gab), welches im April und Mai 1851 zu Berlin verglichen wurde, betrug unter der Luftpumpe bei 630 M.M. die Correction -8,5; bei noch tieferem Stande des Barometers veränderten sich die Differenzen sehr rasch, weil sich die Kette, wie man beim Oeffnen des Instrumentes sah, von jetzt ab nicht mehr um die Welle allein schlang, sondern auch einzelne ihrer eigenen Glieder bedeckte. Als der Stand von 612 M.M. erreicht war, hörte das Fallen des Aneroidbarometers fast plötzlich auf, obwohl an dem vorliegenden Instrumente die Scala die ganze Peripherie einnimmt und von 790 M.M. bis 570 M.M. be-

der vorletzten Spalte fügte ich den Luftdruck bei, der nach den später gemachten Vergleichen an Punkten von verschiedener Höhe den Angaben des Aneroides entspricht. In der ersten Spalte sind die Grade der Kreistheilung des Aneroides angegeben.

Vergleich eines Aneroides mit dem Barometer unter der Luftpumpe.

Theilung des Aneroides.	Beobachteter Barometerstand. B.	Barometerstand, der dem Aneroides entspricht. A.	Correction. Barom.-Aner.
0°	760 M.M.	760 M.M.	-0 M.M.
20	738	740	2
40	717	720	3
60	695	699	4
80	672	677	5
100	651	654	3
120	630	633	3
140	609	613	4
160	588	595	7
180	567	576	9
200	547	556	9
220	526	537	11
240	506	517	11
260	488	500	12
280	471	482	11
300	456	466	10
320	440	452	12
340	420	432	12
360	413	—	—

{ Diese Unregelmässigkeit hängt wohl damit zusammen, dass das Barometer gerade hier sehr schwer abzulesen war, da es von dem Gestelle der Luftpumpe theilweise verdeckt war.

2 a. Wenn man bei den obigen Versuchen nach der stärksten Verdünnung die Luft nicht rasch in die Glocke einströmen liess, sondern wenn dieses Einströmen unterbrochen wurde, so konnten auch während des Zutrittes der Luft Ablesungen gemacht werden. Da das Einströmen so nahezu dieselbe Zeit erforderte, als das vorhergegangene Abspumpen, ergaben die Ablesungen für gleiche Verdünnungen ziemlich gleichen Stand, es mochten die Ablesungen unter der Glocke während des Verdünnens der Luft oder während des allmählichen Verdichtens derselben gemacht sein.

b. Vor den Versuchen unter der Luftpumpe stand das Aneroidbarometer, auf 0

ziffert ist. Bei einer Verdünnung unter 612 M.M. berührte ein Metallstück des Winkelhebels den Boden des Aneroides und verhinderte so die weitere Bewegung des Zeigers.

reducirt, auf 751,4, nach den Versuchen auf 751,8. Der Luftdruck hatte sich während dieser Zeit nur wenig verändert. Er war um 0,3 M.M. gefallen. Man kann also, wenn man die schon früher angeführte Amplitude in der Ableseung des Aneroidbarometers berücksichtigt, annehmen, dass dasselbe durch die Versuche seinen ursprünglichen Stand nicht merklich geändert hatte.

Da zugleich in beiden Fällen, es mochte die Luft nach der Verdünnung nur theilweise, oder ganz auf die ursprüngliche Dichtigkeit zurückgebracht werden, die Zeit, während dieses geschah, der vorher bewirkten Verdünnung ziemlich gleich war, so liess sich dieses Resultat ohnehin erwarten.

Während der Verdichtung musste das Aneroidbarometer gegenüber dem wirklichen Luftdrucke in demselben Grade langsamer steigen, als es vorher bei der Verdünnung langsamer gefallen war; und es musste daher jedesmal für gleiche Dichtigkeit auf denselben Stand zurückkommen.

3. Um sicher zu sein, dass das Aneroid unter der Luftpumpe vom Barometer nur deshalb differirte, weil es sich langsamer veränderte, liess ich das Aneroid in einem verdünnten Raume 48 Stunden stehen<sup>1</sup>.

Die ursprüngliche Verdünnung betrug am 6. August 1852 12<sup>h</sup> 20' p.m. 582 M.M. Das Aneroid stand unmittelbar nach dem Auspumpen auf

$$195 \text{ Grad} = 591 \text{ M.M.};$$

es stand also um 9 M.M. zu hoch, was mit den früheren Versuchen unter der Luftpumpe sehr gut übereinstimmt.

Am 8. August 11<sup>h</sup>, also nach 47 Stunden, war durch allmähliges Eindringen der Luft der Stand des Barometers von 582 auf 680 M.M. gestiegen. Das Aneroid stand auf

$$682,6 \text{ Grad} = 679,6 \text{ M.M.}$$

Es hatte sich also, wie dies auch bei längerem Verweilen in grösseren Höhen der Fall ist, mit dem Luftdrucke so genau als zu erwarten war in das Gleichgewicht gesetzt.

---

Allmähliche Veränderungen nach längerer Zeit. Nach längerer Zeit scheinen die meisten Aneroidbarometer immer etwas höher zu stehen, als unmittelbar nach der Anfertigung.

Das Aneroid der Berliner Sternwarte zeigte diese Erscheinung, die auch an mehreren anderen Instrumenten beobachtet wurde, sehr entschieden.

Die Correctionen desselben waren:

---

<sup>1</sup>) Dieser Versuch wurde am 6. bis 8. August 1852 mit einer Luftpumpe des Herrn Professor Rose gemacht.

Januar 1. bis 10.

$$\begin{array}{l} \text{Aneroid } \left\{ \begin{array}{l} \text{Ablesung} \quad 334,41'' \\ \text{Temp.-Corr.} \quad -0,09'' \end{array} \right\} \\ \text{Auf 0 reducirt} \quad 334,45'' \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \quad 334,74'' \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Aneroid} \\ \text{Auf 0 reducirt} \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Unterschied zwischen Barometer} \\ \text{und Aneroid} \\ = +0,29'' \end{array}$$

December 21. bis 31.

$$\begin{array}{l} \text{Aneroid } \left\{ \begin{array}{l} \text{Ablesung} \quad 337,42'' \\ \text{Temp.-Corr.} \quad -0,34'' \end{array} \right\} \\ \text{Auf 0 reducirt} \quad 337,08'' \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \quad 336,10'' \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Aneroid} \\ \text{Auf 0 reducirt} \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Unterschied zwischen Barometer} \\ \text{und Aneroid} \\ = -0,98'' \end{array}$$

Für die mittlere Zeit der Beobachtungsreihe stimmt das Resultat sehr gut mit der schon angegebenen Formel. Ich führe als Beispiel folgende Beobachtungen an.

Juli 1. bis 10.

$$\begin{array}{l} \text{Aneroid } \left\{ \begin{array}{l} \text{Ablesung} \quad 336,82'' \\ \text{Temp.-Corr.} \quad -1,27'' \end{array} \right\} \\ \text{Auf 0 reducirt} \quad 335,55'' \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \quad 337,51'' \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Aneroid} \\ \text{Auf 0 reducirt} \\ \text{Barometer auf 0 reduc.} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Unterschied zwischen Barometer} \\ \text{und Aneroid} \\ = +1,96'' \\ \text{(Mittlere Abweichung nach der Formel S. 434} \\ \quad \quad \quad = +1,95'') \end{array}$$

Um zu untersuchen, ob das Aneroid H. sich während der Reise nicht merklich geändert hatte, wurde es auch in Turin und Suza wiederholt verglichen.

Folgendes waren die Ablesungen:

	Barom.	Aneroid.	Bar.-Aner.
3. October 12 <sup>h</sup>	Suza 714,3 M.M.	715,2 MM.	-0,9 M.M.
3. „ 7 <sup>h</sup> p. m.	Suza 715,0	715,9	0,9
6. „ 12 <sup>h</sup>	Turin 737,0	737,4	0,4
8. „ 12 <sup>h</sup>	Turin 737,6	738,9	1,3
9. „ 12 <sup>h</sup>	Turin 737,0	738,0	1,0
9. „ 3 <sup>h</sup> 30' p. m.	Turin 737,6	738,8	1,2

Es scheint demnach das Instrument während der Zeit vom Juli bis October etwas gestiegen zu sein. Die Differenz betrug aber im Mittel nicht ganz 1 M.M.; würde man sie der Zeit nach gleichmässig vertheilen, so würden die daraus abgeleiteten Correctionen so klein werden, dass sie wohl weggelassen werden können; um so mehr, da zwei unmittelbar nach einander gemachte Ablesungen ohnehin stets etwas differiren<sup>1</sup>.

1) Die Siedepunkte des Wassers ändern sich, ähnlich wie die berechneten Höhen, bei grossen Erhebungen rascher als der Druck der Luft; die Abweichung ist eine solche, dass man, im Allgemeinen, unter einer Voraussetzung der Temperaturabnahme von 540 P.F. für 1° C., die Höhendifferenzen für annähernde Bestimmungen den Temperaturdifferenzen direct proportional setzen darf. 1° C. Unterschied fanden wir aus unseren thermobarometrischen Beobachtungen einem Höhenunterschiede von 950 P.F. entsprechend. Auf unseren Aneroidbarometern ist demnach ausser der Millimetercala auch eine Scala für die entsprechende Temperatur des siedenden Wassers angebracht, welche es möglich macht, die ge-

Folgendes sind die Abhandlungen, in denen Angaben über die Construction des Aneroids oder über Beobachtungen mit demselben enthalten sind:

VIDI. Baromètre construit sur un nouveau principe. C. R. 24. p. 860. 1847.

(Vergl. CONTE luftleere Büchse, 1798 vorgeschlagen, aber sehr unvollkommen.

BULL. des sciences. an VI Flor. p. 106.)

PILAAAR. Tydschr. v. Wis. en Natwet. II. S. 147. Vergleichen mit Barometer.

J. DENT. On the use of the aneroidbarometer. London 1848.

THOMSON. Introduction to meteorology. S. 447 bis 452.

A. ERMAN. Ueber den Gebrauch des sogenannten Aneroidbarometers. Archiv wiss.

Kunde Russlands 1850. Bd. IX. S. 20 bis 32.

PATTON. Remarks on the aneroid Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 52.

PHIL. YORKE. Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 35–42.

Dr. BUIST. Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 42–57.

M. E. BOURDON. Manomètres et baromètres métalliques sans mercure. Paris 1851.

J. H. BELLEVILLE. Mercurial and Aneroid Barometer. Lond. 2<sup>d</sup> ed. 1853.

---

näherten Resultate unmittelbar aus der Differenz der Ablesungen an der oberen und an der unteren Station abzuleiten.

---

## CAP. XIII.

## BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE ATMOSPHERISCHE FEUCHTIGKEIT.

## INHALT.

1. Bestimmungen der Wassermenge in Haufenwolken. 2. Beobachtungen über die Höhe der Wolken. Beispiele einiger sehr hoher Gewitter- und Hagelwolken. 3. Temperaturbestimmungen der atmosphärischen Niederschläge. 4. Eiskrystalle, die sich durch allmähliche Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit bildeten.

## 1. Bestimmungen der Wassermenge in Haufenwolken.

Obwohl die Witterungsverhältnisse während unseres Aufenthaltes auf der Vincenthütte im Allgemeinen sehr günstige gewesen sind, und besonders in den tieferen Lagen, in Turin, Bern, Genf, stets geringe Bewölkungen angegeben waren, so bewirkte doch die bedeutende Höhe dieses Beobachtungspunktes, dass wir uns Mittags gewöhnlich in der Region der Haufenwolken befanden. Mittags war die Luft gewöhnlich auch dann dem Sättigungsgrade sehr nahe, wenn wir die Wolken nicht in unserer unmittelbarsten Nähe hatten.

Wir benützten die Regelmässigkeit, mit welcher die Wolken sich zeigten, und sehr häufig mehrere Stunden fast ohne Unterbrechung uns in Nebel einhüllten, um durch directe Wägung die Wassermenge zu bestimmen, welche sie enthielten. Diese Wägungen wurden gleichzeitig mit jenen gemacht, die mein Bruder Adolph zur Bestimmung der Kohlensäure ausführte. Der Aspirator, die Wage und Gewichte waren dieselben, wie bereits Seite 176 angegeben. Durch diese Bestimmungen erhielten wir direct das Gewicht der gasförmig in der Atmosphäre verbreiteten Feuchtigkeit und jenes der Nebelmasse. Um die erstere allein zu bestimmen, wurden gleichzeitig Psychrometer-Beobachtungen gemacht; sie sind in Versuch 4. u. 5. mit Wägungen bei nebelfreier Atmosphäre verglichen und stimmen, wenigstens für die hier zu untersuchenden Verhältnisse, hinlänglich gut<sup>1</sup>.

Die Haufenwolken, welche sich an heiteren Sommer- und Herbsttagen über den Ebenen bilden, scheinen nach diesen Wägungen verhältnissmässig nicht sehr viel

1) Vergl. REGNAULT's sorgfältige Prüfung des Psychrometers, Institut 19. Juni 1853 und Annales de Chimie. Es zeigte sich bei diesen sehr genauen und sorgfältigen Untersuchungen, dass leider das Psychrometer, besonders bei heftigen Winden u. s. w., nicht die vollkommenste Genauigkeit bietet.

Wasser zu enthalten; es zeigt dies zugleich, warum diese Wolken so rasch sich auflösen, wenn sie bei dem abendlichen Niedersinken wärmere Luftschichten erreichen.

### Erste Beobachtung.

5. September 3<sup>h</sup> 30' bis 7<sup>h</sup> 30' p. m.

Witterungsverhältnisse. Ziemlich starker Ostwind; der Beobachtungspunkt war beständig von einer sehr dichten Wolkenschicht eingehüllt; Boden sehr feucht.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

4 <sup>h</sup> p.m.	523,6 M.M.	6 <sup>h</sup> p.m.	522,9 M.M.
5 <sup>h</sup>	523,3	7 <sup>h</sup>	522,0

Mittel 523,0 M.M.

Ablesungen am Psychrometer.

T.		N.		T.		N.	
4 <sup>h</sup> p.m.	5,6° C.	5,6° C.		6 <sup>h</sup> p.m.	2,8° C.	2,8° C.	
5 <sup>h</sup>	4,2	4,2		7 <sup>h</sup>	2,0	1,9	

Mittlere Temperatur 3,7° C.

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 20950 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren. ( $r_1, r_2$ )

	Vor dem Einströmen.	Nach dem Einströmen.	Zunahme.
	Grm.	Grm.	Grm.
$r_1$	24,209	$r_1$ 24,371	$r_1$ 0,162
$r_2$	35,809	$r_2$ 35,818	$r_2$ 0,009
			0,171

Sättigungsgrad der Luft.

4 <sup>h</sup> p.m.	100	6 <sup>h</sup> p.m.	100
5 <sup>h</sup>	100	7 <sup>h</sup>	98

Mittel 100

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 523,0 M.M. Barometerstand und 3,7° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet = (F) . . . . . 4,33 Grm.

Gesamtwicht des Wassergehaltes der Luft in 1 Cubikmeter aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet . . 8,16 Grm.

Gewicht des suspendirten flüssigen Wassers in 1 Cubikmeter Luft dieser Wolkenmasse (W-F) . . . . . 3,83 Grm.

### Zweite Beobachtung.

6. September 8<sup>h</sup> a. m. bis 12<sup>h</sup>.

Witterungsverhältnisse. Auch bei diesem Versuche befand sich das Instrument beinahe stets in einer dichten Wolkenmasse, welche bereits bei unserer

ersten Morgenbeobachtung um 6<sup>h</sup> a. m. den Col delle Piscie und unsere Hütte umgab und die Aussicht nach jeder Seite verhinderte. Zwischen 8 und 9<sup>h</sup> war eine kleine Unterbrechung des Nebels, welche 20 Minuten anhielt; um 10<sup>h</sup> 30' begann ein feiner Regen, der bald nach 11<sup>h</sup> mit kleinen Schneeflocken vermischt war. Ueber der Einstromungsöffnung des vordersten Chlorcalcium-Röhrchens war ein kleines Dach von dünnem Kupferbleche angebracht, das 5 Ctm. über die Oeffnung hervorragte; ich suchte dadurch zu verhindern, dass Regentropfen oder Schneeflocken mit eingesogen würden; es giebt demnach diese Messung, wie die vorhergehende, nur die gasförmige Feuchtigkeit der Atmosphäre und die in derselben vertheilte Nebelmasse. Wind: Nordost; sehr schwach; er bewirkte nur eine geringe Abweichung des Regens von der Verticalen. Die Oeffnung des Apparates war nach Südwesten, gegen das Corno del Camozzo gerichtet, um ein mechanisches Einführen von Regentropfen durch die Gewalt des Windes möglichst zu vermeiden.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

8 <sup>h</sup> a. m. 524,1 M. M.	12 <sup>h</sup> 524,3 M. M.
10 <sup>h</sup> 524,1	

Mittel 524,2 M. M.

Ablesungen am Psychrometer.

T.	N.	T.	N.
8 <sup>h</sup> a. m. 2,0° C.	1,2° C.	12 <sup>h</sup> 3,3° C.	3,3° C.
10 <sup>h</sup> 3,0	3,0		

Mittlere Temperatur 2,8° C.

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 15800 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen.	Nach dem Einströmen.	Zunahme.
Grm.	Grm.	Grm.
r <sub>1</sub> 24,371	r <sub>1</sub> 24,459	r <sub>1</sub> 0,088
r <sub>2</sub> 35,818	r <sub>2</sub> 35,839	r <sub>2</sub> 0,021
		0,109

Sättigungsgrad der Luft.

8 <sup>h</sup> a. m. 85	12 <sup>h</sup> 100
10 <sup>h</sup> 100	

Mittel 95

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 524,2 M. M. Barometerstand und 2,8° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet (F) = . . . . . 3,89 Grm.

Gewicht des Wassergehaltes der Luft in 1 Cubikmeter, mit Ausschluss der Regentropfen und Schneeflocken . . . . . 6,90 Grm.

Gewicht des flüssigen, in der Atmosphäre suspendirten Wassers (in 1 Cubikmeter) . . . . . 3,0 Grm.

Einige Versuche, die wir gleichzeitig zur Bestimmung der Regenmenge anstellten, scheinen zugleich zu zeigen, dass die Wassermenge, welche sich bei einem so feinen Regen als Tröpfchen (oder Schneeflocken) in einem Cubikmeter Luft befindet, verhältnissmässig sehr gering sein muss.

Um 10<sup>h</sup> 50' a. m. wurde nämlich zur Bestimmung der Regenmenge folgender kleine Versuch gemacht.

Ein Stückchen Filtrirpapier von 20 Ctmtr. Länge und 10 Ctmtr. Breite wurde auf eine trockene Unterlage gelegt, zuerst mit Pappe bedeckt und dann während 6 Minuten dem atmosphärischen Niederschlage ausgesetzt; das Fallen von Schneeflocken begann, wie oben erwähnt, erst etwas später; jetzt fiel nur ein feiner, sehr gleichförmiger Regen.

Das trockene Papier wog, ehe es dem Regen ausgesetzt war, 1,341 Grm.  
nach einem Aussetzen von 6 Minuten . . . . . 1,954 „

Zunahme 0,613 Grm.

Das Papier war dabei noch nicht ganz durchnässt, sondern zeigte nur gut begrenzte berechnete Flecke.

Eine Oberfläche von einem Quadratmeter hätte demnach unter diesen Umständen, in 6 Minuten, durch den Regen eine Zunahme des Gewichtes von 30,65 Grammen gezeigt.

Wäre die gleichzeitige Fallgeschwindigkeit der Regentropfen bekannt, so liesse sich bestimmen, wie viel Regenwasser in einem Cubikmeter Luft in einer Zeiteinheit enthalten war. Jedenfalls lässt übrigens schon die geringe Gewichtszunahme des ausgesetzten Papiers erkennen, dass die Regenmenge in diesem Falle bedeutend geringer gewesen sein muss, als die nebelförmig suspendirte Wassermasse<sup>1</sup>.

Nimmt man auch, mit Berücksichtigung der sehr kleinen Durchmesser der Wasserkügelchen, die Geschwindigkeit sehr gering an, und setzt z. B. die Fallzeit für einen Meter Höhe gleich vollen 3 Secunden<sup>2</sup>, so würde man das absolute Gewicht des Regens (P), das sich in einer Zeiteinheit in einem Cubikmeter Luft befindet, erhalten aus der Gleichung  $P = \frac{tP}{T}$ , wobei t die Zeit für 1 Meter Fallhöhe, p die in der Zeit T auf 1 Quadratmeter gefallene Masse des Regens bedeutet.

Da in diesem Falle T = 6 Minuten, p = 30,65 Grm. beträgt, und t = 3 Secunden gesetzt wurde, erhält man  $P = \frac{3 \cdot 30,65}{360} = 0,255$  Grm. Ein Resultat, welches jedenfalls zeigt, dass die Nebelmasse in diesem Falle die Regenmasse sehr wesentlich übertraf.

1) Diese verhältnissmässig geringe Zunahme lässt auch erkennen, dass das Papier durch hygroscopisches Ansaugen mit Feuchtigkeit sein Gewicht nicht merklich verändert haben kann.

2) Diese Schnelligkeit kann, wie spätere Versuche zeigen, jedenfalls als ein Minimum betrachtet werden.

Ein anderes Stück Papier wurde dem Regen ausgesetzt, bis es ganz durchnässt war; dann wurde es um ein empfindliches Thermometer geschlungen und etwas angezogen, dass die Kugel in Berührung mit der Wassermasse kam; die eine Ecke, an welcher es allein mit den Fingern angefasst wurde, riss ich ab, nachdem das Thermometer eingehüllt war. Die Temperatur des Regens zeigte sich dabei =  $3,8^{\circ}\text{C.}$ , während die gleichzeitige Luftwärme  $3,0^{\circ}\text{C.}$  betrug<sup>1</sup>.

### Dritte Beobachtung.

8. September 10<sup>h</sup> a. m. bis 6<sup>h</sup> p. m.

Witterungsverhältnisse. Nordostwind, halb-heiter; zwischen 1<sup>h</sup> und 4<sup>h</sup> Nachmittags nicht selten vorüberziehende Wolken und Nebel bei der Hütte.

Der Apparat selbst, der von der Hütte 20 Meter entfernt war, befand sich während der ganzen Zeit ausser dem Bereiche der Nebel. Dieser Versuch kann demnach zunächst dazu dienen, zu zeigen, ob bei Versuchen dieser Art die Angaben des Psychrometers, ungeachtet der oben erwähnten von REGNAULT nachgewiesenen Fehlerquellen, als ausreichend genau betrachtet werden können.

Die Uebereinstimmung scheint für diese Versuche ganz genügend.

Barometerstand, reducirt auf  $0^{\circ}\text{C.}$

10 <sup>h</sup> a. m.	523,1 M.M.	4 <sup>h</sup> p. m.	523,5 M.M.
12 <sup>h</sup>	523,1	6 <sup>h</sup>	522,5
2 <sup>h</sup> p. m.	523,2		

Mittel 523,3 M.M.

Ablesungen am Psychrometer.

T.	N.	T.	N.
10 <sup>h</sup> a. m. $3,0^{\circ}\text{C.}$	$3,0^{\circ}\text{C.}$	4 <sup>h</sup> p. m. $2,1^{\circ}\text{C.}$	$2,1^{\circ}\text{C.}$
12 <sup>h</sup> 3,6	3,4	6 <sup>h</sup> 0,2	0,1
2 <sup>h</sup> p. m. 3,8	3,6		

Mittlere Temperatur  $2,5^{\circ}\text{C.}$

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 31300 Cub. Ctmetr.

Gewicht der Chlorecalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen.	Nach dem Einströmen.	Zunahme.
Grm.	Grm.	Grm.
r <sub>1</sub> 30,431	r <sub>1</sub> 30,549	r <sub>1</sub> 0,118
r <sub>2</sub> 32,475	r <sub>2</sub> 32,478	r <sub>2</sub> 0,003
		0,121

1) Der Temperaturunterschied zwischen Regen und Luft wird später noch specieller besprochen werden.

Sättigungsgrad der Luft.	10 <sup>h</sup> a. m. 100	4 <sup>h</sup> p. m. 100
	12 <sup>h</sup> 97	6 <sup>h</sup> 98
	2 <sup>h</sup> p. m. 97	Mittel 98

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 523,3 M.M. Barometerstand und 2,5° C. Temp.

a. aus dem Psychrometerstande berechnet . . . . . 3,93 Grm.

b. aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet 3,87 Grm.

#### Vierte Beobachtung.

10. September 1<sup>h</sup> 30' bis 6<sup>h</sup> p. m.

Witterungsverhältnisse. Auch bei diesem Versuche waren die Instrumente, Psychrometer und Aspirator, während der ganzen Dauer des Versuches frei von Nebelinhüllungen, obwohl bisweilen ziemlich dichte und wohl begrenzt scheidende Wolkenmassen in den Umgebungen der Hütte vorüberzogen; der Wind, ziemlich lebhaft, kam aus Nordost.

Während der vorhergehenden Nacht hatte ein leichter Schneefall stattgefunden; die Schneedecke war gegen 11 Uhr verschwunden; der Boden war sehr feucht. Der Aspirator war jedoch, wie früher angegeben, so gestellt, dass die einströmende Luft sehr wohl als identisch mit der freien Atmosphäre in den Umgebungen der Hütte betrachtet werden kann.

Auch hier zeigen die Angaben des Psychrometers eine genügende Uebereinstimmung mit dem durch Wägung bestimmten Wassergehalte der Luft.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

2 <sup>h</sup> p. m.	526,8 M.M.	} Mittel 527,2 M.M.
4 <sup>h</sup>	527,1	
6	527,6	

Ablesungen am Psychrometer.

T.	N.	} Mittlere Temperatur 2,7° C.
2 <sup>h</sup> p. m. 3,4° C.	0,4° C.	
4 <sup>h</sup> 2,8	1,3	
6 <sup>h</sup> 2,0	1,8	

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 27300 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen.	Nach dem Einströmen.	Zunahme.
Grm.	Grm.	Grm.
r <sub>1</sub> 30,552	r <sub>1</sub> 30,636	r <sub>1</sub> 0,084
r <sub>2</sub> 32,480	r <sub>2</sub> 32,4805?	r <sub>2</sub> 0,0005? 1
		0,084

1) Die zweite Röhre schien nahe einen halben Milligramm zugenommen zu haben, ein Unterschied, der aber bei dem absoluten Gewichte der Röhre unbestimmt gelassen werden muss.

Sättigungsgrad der Luft.

2 <sup>h</sup> p. m.	50	} Mittel 73
4 <sup>h</sup>	73	
6 <sup>h</sup>	96	

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 527,2 M.M. Barometerstand und 2,7° C. Temp.

- a. aus dem Psychrometerstande berechnet . . . . . 2,98 Grm.  
 b. aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet . 3,08 Grm.

Fünfte Beobachtung.

14. September 4<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup> p. m.

Witterungsverhältnisse. Südostwind. Der Versuch zur Bestimmung der Kohlensäure hatte bereits um 12 Uhr, bei nebelfreier aber sehr feuchter Luft, begonnen; von 1 Uhr ab begann das Vorüberziehen dichter Haufenwolken, welche bereits seit mehreren Stunden gegen Südosten sich zu bilden angefangen hatten. Da jedoch bis gegen 3 Uhr einzelne Unterbrechungen ziemlich häufig waren, während gleichzeitig die Vermehrung der Wolken über der lombardischen Ebene und die abnehmende Heftigkeit des Windes erwarten liess, dass von jetzt ab ein ununterbrochener Nebel den Beobachtungspunkt einhüllen werde, wurde der Versuch um 3 Uhr aufs neue begonnen, indem andere Chlorcalcium-Röhren angesetzt wurden. Der dichte Nebel hielt auch von 3 Uhr bis zum Ende des Versuches, um 6 Uhr, ganz gleichmässig an.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

4 <sup>h</sup> p. m.	526,6 M.M.	} Mittel 526,6 M.M.
6 <sup>h</sup>	526,6	

Ablösungen am Psychrometer.

T.	N.	} Mittlere Temperatur 3,2° C.
4 <sup>h</sup> p. m.	3,2° C.	
6 <sup>h</sup>	3,1	

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 9150 Cub. Ctometer.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen.	Nach dem Einströmen.	Zunahme.
Grm.	Grm.	Grm.
r <sub>1</sub> 30,636	r <sub>1</sub> 30,684	r <sub>1</sub> 0,048
r <sub>2</sub> 32,490	r <sub>2</sub> 32,493	r <sub>2</sub> 0,003
		0,051

Sättigungsgrad der Luft.

4 <sup>h</sup> p. m.	100	} Mittel 100
6 <sup>h</sup>	100	

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 526,6 M.M. Barometerstand und 3,2° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet (F) . . . . . 4,22 Grm.

Gesamtwgewicht des Wassergehaltes der Luft aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet (W) . . . . . 5,57 Grm.

Gewicht des suspendirten flüssigen Wassers in 1 Cubikmeter Luft dieser Wolkenmasse (W-F) . . . . . 1,35 Grm.

## 2. Beobachtungen über die Höhe der Wolken.

Die Höhe der Wolken ist im Allgemeinen abhängig von der Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes und von der Masse der in der Atmosphäre enthaltenen Feuchtigkeit. Je grösser die letztere ist, desto grösser ist das Volumen der Wolken (und wohl auch ihr Wassergehalt). Daher geschieht es, dass mit dem Fallen des Barometers in Folge vorherrschender Südwinde auch die Wolkenhöhe geringer wird, während in der täglichen Periode zur Zeit des barometrischen Minimums in den Ebenen, oder noch häufiger kurze Zeit nach demselben, die Wolkenhöhe am grössten ist.

Die Gestalt des Bodens hat einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Lebhaftigkeit, mit welcher der aufsteigende Luftstrom sich erhebt; in Gebirgen, noch mehr über grossen Plateaus stehen daher die Wolken höher, als über den Ebenen. Als bekanntes Beispiel kann angeführt werden, dass in kleinen Gebirgen<sup>1</sup> die hervorragenden Gipfel, der Brocken, die Schneekoppe u. s. w., ungleich öfter in Wolken gehüllt sind, als Punkte gleicher Höhe in den Alpen; ein Unterschied, der auch dann noch immer charakteristisch genug bleibt, wenn man den Einfluss der nördlicheren Lage für die zuerst genannten Berge berücksichtigt.

Die Höhe der Wolken lässt sich auf sehr verschiedene Art bestimmen<sup>2</sup>.

BERNOULLI hatte bereits 1688 „Acta eruditorum“ vorgeschlagen, nach dem Untergange der Sonne die Dauer der Beleuchtung zur Berechnung der Wolkenhöhe zu benützen; LAMBERT machte darauf aufmerksam, aus der Zeit zwischen dem Blitze und dem Donner die Höhe der Gewitterwolken zu bestimmen. Doch dürfte es in vielen Fällen sehr schwierig sein, mit hinlänglicher Genauigkeit die Höhe des Blitzes über dem Horizonte\* und somit die horizontale Entfernung der Wolken zu erhalten.

Ein sehr hübsches Verfahren hat BRAVAIS angegeben, um die Höhe von Wolken

1) Vergl. die interessanten Bemerkungen DOVE's über den Unterschied der Wolkenhöhe am Brocken im Sommer und im Winter in seiner Abhandlung „über den Regen“ in den Mittheilungen „über die klimatischen Verhältnisse des Preussischen Staates“.

2) Vergl. POUILLET: Note sur la hauteur, la vitesse et la direction des nuages. Comptes rendus 1840. T. XI, No. 9.

zu messen<sup>1</sup>. Seine Methode besteht darin, dass an einem Höhenkreise die Winkel-erhebung der Wolke über dem Horizonte abgelesen und dann beobachtet wird, wie tief das Bild der Wolke unter dem Horizont zu liegen scheint, wenn dasselbe von einer spiegelnden Oberfläche reflectirt wird. Bezeichnet  $H$  die Wolkenhöhe,  $h$  die relative Höhe des Instrumentes über der spiegelnden Oberfläche,  $\alpha$  den Winkel des reflectirten Bildes unterhalb der Horizontalen,  $\beta$  den Höhenwinkel der direct gesehenen Wolke, so erhält man

$$H : h = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \beta)}$$

$$H = \frac{h \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \beta)}$$

Je grösser  $h$ , desto genauer lassen sich die Wolkenhöhen finden.

Wir benützten mehrere Male bei der Bestimmung der Höhe von Federwolken eine sehr kleine Wasseransammlung, welche sich oberhalb der Stollen von Le Piscie befand. Der Höhenunterschied zwischen dem Beobachtungspunkte und der reflectirenden Oberfläche betrug 810 Par. Fuss.

In einem so grossen Gebirge wie die Alpen kann die Höhe der Wolken sehr häufig auch dadurch bestimmt werden, dass dieselbe unmittelbar mit den Höhen gegenüberstehender Berge (und einzelner Theile ihrer Abhänge) verglichen wird. In den Umgebungen des Monte-Rosa, des Berner-Oberlandes und in anderen sehr hohen Alpenthälern finden sich gewöhnlich nach jeder Richtung Gipfel, welche die Wolkenhöhe überragen. Besonders sind solche Beobachtungen dann sehr gut auszuführen, wenn die Wolke den Berg selbst berührt, weil dann keine parallaxische Verschiebung möglich ist; doch war diese bei unseren Beobachtungen am Monte-Rosa auch deshalb bei kleinen Abständen nicht sehr störend, weil wir uns selbst (auf der Vincenthütte z. B.) sehr häufig nur wenig über oder unter dem Niveau der Wolken befanden. Gewöhnlich durfte man aber nur kurze Zeit warten, um die Wolke gegen die eine oder die andere Seite der Kämme herangetrieben zu sehen.

Als Scala für diese Höhenbestimmungen dienten uns die Aufnahmen der aequidistanten Horizontalen, deren Reduction auf Taf. I des Atlas enthalten ist.

Die am öftesten vorkommende Wolkenform während unseres Aufenthaltes in den Umgebungen des Monte-Rosa war der Cumulus oder die Haufenwolke; wir sahen sehr häufig, wie diese Wolken mit dem ersten Beginnen eines aufsteigenden Luftstromes gegen 9 Uhr Morgens sich bildeten, dann sich langsam hoben, und Abends ebenso regelmässig sich senkten. War die Luft feuchter, so dass sich statt einzelner Haufenwolken mehr oder weniger zusammenhängende Bänke von Cumulostratus bildeten, so war auch ihre Höhe merklich geringer.

Die gewöhnliche Höhe des Cumulostratus, der Mittelform zwischen Schicht-

1) Annales de chim. et de phys. Ser. III, T. XXIX, S. 497. Pogg. Ann. LXXVII, S. 156.

und Haufenwolke, betrug des Mittags 7000 bis 8000 Par. Fuss (im August und in der ersten Hälfte des September). Dieselben Wolken aber befanden sich noch um 9 Uhr Morgens so niedrig, dass die kleinen Gipfel von 5000 bis 6000 Fuss, welche sich östlich von uns zwischen der Gebirgsmasse des Monte-Rosa und der piemontesischen Ebene in einem schmalen Saume hinzogen, kaum von den Wolken erreicht waren; etwas grössere Gipfel ragten dann inselförmig aus dem allgemeinen Niveau der Wolkenbänke hervor. Nur auf der Südostseite wurden die Wolkenmassen durch das Aufsteigen des warmen Luftstromes längs der besonnten Flächen emporgetrieben; der Höhenunterschied erreichte an solchen Stellen nicht selten 800 bis 1200 Fuss. Dieses Emportreiben der Wolkenmassen findet selbst noch an solchen Felsennadeln statt, welche sich weit über die Schneelinie erheben. Da wegen der Steilheit die Schneebedeckung nicht ganz zusammenhängend ist, erreicht der aufsteigende Luftstrom auch in diesen Höhen noch eine Lebhaftigkeit, welche im Stande ist die Wolkenhöhe sehr wesentlich zu vermindern. Am Grossen Mont-Cervin, an den steilen Aiguilles in den Umgebungen des Mont-Blanc lässt sich dies sehr regelmässig beobachten.

Bisweilen wird die allgemeine Höhe der Cumulostratuswolken sehr gross; besonders scheint dies an Tagen einzutreten, an welchen die Wolkenbildung nicht nur durch den aufsteigenden Luftstrom, sondern sehr wesentlich durch eine veränderte Windesrichtung hervorgebracht wird.

Am 1. September 1851 zwischen 2 und 4<sup>h</sup> sahen wir vom Thale von Gressoney aus den ganzen Himmel mit einer sehr dunkeln gleichmässigen Wolkendecke überzogen, deren Höhe wir zu 14500 Fuss fanden. Die Gipfel des Monte-Rosa und des Lyskammes befanden sich unterhalb dieser Wolkendecke und zeigten sich dabei in einer überraschenden Klarheit. Erst nach 4 Uhr, zusammenfallend mit dem Eintreten einer nordöstlichen Windesrichtung in den oberen Regionen, zerriss die Wolkendecke und verschwand zum grössten Theile bis gegen Sonnenuntergang.

Auch ZUMSTEIN hatte früher einen ganz ähnlichen Fall beobachtet<sup>1</sup>.

Die Wolken, welche sich an schönen Tagen durch den aufsteigenden Luftstrom bildeten, und die wir von der Vincenthütte aus mit grosser Regelmässigkeit beobachten konnten, standen gewöhnlich über der lombardisch-piemontesischen Ebene bedeutend niedriger als jene Wolken, welche gleichzeitig über den Centralmassen der Alpen im Norden und im Westen sich zeigten.

Die Helligkeit der Wolken ist sehr veränderlich; in den Ebenen sehen wir, da die Wolken über uns stehen, die nicht beleuchtete Fläche und nur einen schmalen Saum der beleuchteten; befindet sich aber der Beobachter über dem Niveau einer ziemlich zusammenhängenden Wolkenschicht, so ist der Glanz der Wolken an ihrer oberen Fläche ungemein überraschend und blendend.

---

1) Vergl. ZUMSTEIN'S Besteigungen des Monte-Rosa in WELDEN'S Monte-Rosa.

Auch dann noch, wenn man selbst innerhalb einer dünnen Wolkenschicht steht, lässt sich diese eigenthümliche Beleuchtung durch reflectirtes Licht, das von unten kommt, erkennen, wenn sich in dieser Richtung grosse besonnte Wolkenflächen befinden.

Der grössere oder geringere Glanz der Wolken ist zugleich in engen Thälern häufig das erste Zeichen davon, dass die Wolken anfangen sich aufzulösen, indem die Beleuchtung der Flächen von seitlich gelegenen Wolkenlücken abhängig ist.

Die Dicke der Schichtenwolken beträgt nicht selten 800 bis 1200 Fuss, bisweilen ist sie noch grösser.

Einzelne Cumuluswolken erreichen oft eine sehr grosse Höhe: Am 27. Aug. sah ich, vom Wege zum Theodulpass aus, zahlreiche Cumulus mit Ostwind über den Monte-Rosa wegziehen; einige, die etwas tiefer waren, streiften nur wenig unterhalb der Höchsten Spitze vorbei. Die Wolkenmasse, die am Weissthorpass auf Tafel XI gezeichnet ist, war eine grosse Haufenwolke, die von Osten her über den Pass wegzog; in einiger Entfernung hatte sie sich ganz gerundet und wohl begrenzt gezeigt, während sie, wie alle ähnlichen Wolken, in der unmittelbaren Nähe gesehen weit unregelmässiger gestaltet war und zahlreiche halb losgetrennte Massen erkennen liess.

Als parasitische Wolken finden sich kleine Cumulus an warmen Tagen an der Schattenseite unmittelbar auf den höchsten Alpengipfeln bei 13000 bis 14800 Fuss; ihrer Entstehung ist es sehr günstig, wenn die Luft ziemlich reich an Feuchtigkeit und sehr durchsichtig ist. Wenn die Durchsichtigkeit gemindert ist, so ist die Strahlung nicht lebhaft genug, um, selbst bei grösserer Feuchtigkeit der Atmosphäre, die Bildung parasitischer Wolken zu bewirken.

Die höchsten Wolkenformen sind die Federwolken; sowohl die Schäfchen und Windbäume<sup>1</sup>, als auch die feinen flachen Cirri, die von grossen Höhen gesehen häufig eine netzförmige Abwechslung mehr oder weniger dichter Stellen zeigen, befinden sich nicht selten in Höhen von 16000 bis 18000 Fuss.

Die Höhe einer kleinen Cirrusgruppe, welche am 20. August 1851 Abends über dem Monte-Rosa stand, fanden wir noch nahe 8 Minuten (genauer 7,5') beleuchtet, nachdem die höchste Spitze des Monte-Rosa bereits vom Erdschatten erreicht war. Dies lässt auf eine Höhe von über 24000 Fuss schliessen. BRAVAIS mass in Lyon eine Cirrusgruppe, die 10000 Meter hoch war. Bei Beobachtungen in den Ebenen scheint dies wohl die Grenze der deutlich erkennbaren Wolken zu sein. Aber in den Hochregionen der Alpen lassen sich bisweilen ganz feine, aber doch bestimmt begrenzte Wolken erkennen, die entschieden höher sind. In den Ebenen dürften

1) Kleine Schäfchen, die sich mit grosser Schnelligkeit bewegten, sind in der Ansicht 2 der Taf. XV und Fig. 1 Taf. XX abgebildet; auf Taf. XII, der Ansicht des Macugnagletschers, zeigt sich ein sehr grosser Windbaum, der bei N.W. Wind entstand. Fig. 2 Taf. XX zeigt die Profilsicht einer sehr grossen Haufenwolke, die sich von Osten nach Westen bewegte.

wohl nicht selten Wolken bereits von dem helleren Blau des Himmels sich nicht mehr unterscheiden, welche aber noch ziemlich deutlich zu erkennen sind. In grossen Höhen ist solchen Beobachtungen sowohl die Durchsichtigkeit der Luft, als auch der Umstand günstig, dass man der zu messenden Wolke bereits um einen sehr merklichen Theil ihrer Höhe näher steht.

Einige dieser feinsten Federwolken fanden wir, durch Spiegelung bestimmt, nahe 40000 Fuss hoch; die Messung derselben ist jedoch sehr schwierig, weil ihr reflectirtes Bild ungemein schwach ist.

Gewitter kommen bisweilen noch in grossen Höhen vor. Spuren des Blitzes an Felsen, roches foudroyés, fanden MARTINS und BRAVAIS noch bei 4052 Meter an den Wänden einer Felsennadel, die zum Dôme du Goûté gehört<sup>1</sup>.

Gewöhnlich sind während der Gewitter auch die höheren Thäler mit Nebeln erfüllt, welche die Beobachtung sehr beschränken. Ich erinnere mich nur eines einzigen Falles, wo wir ein Gewitter in sehr grosser Höhe sahen, nämlich am 6. August 1851 um 4<sup>h</sup> 15' p. m. Einige dunkle Gewitterwolken, die wir von der Hasli-Scheideck aus beobachteten, reichten nur wenig unter die Spitzen der Wetterhörner und hatten die bedeutende Höhe von nahe 12000 Fuss; unterhalb derselben bildeten sich nur vorübergehend kleine Nebel während des Regens. Erst nachdem der heftige Regen mehr als eine halbe Stunde gedauert hatte, waren die Thäler von Rosenlauri und von Grindelwald so mit Nebeln angefüllt, dass man nicht mehr erkennen konnte, bis zu welcher Höhe die Gewitterwolken herabreichten<sup>2</sup>.

Einen interessanten Fall eines sehr hohen Hagelwetters erfuhr ich 1852 in Partenkirchen, bayerische Alpen. Das Gewitter hatte erst zwei Tage vor unserer Ankunft stattgefunden; ich hatte daher Gelegenheit alle Details sehr genau zu erfahren.

Der Hagelfall fand statt am 31. August 1852 zwischen 5 und 6<sup>h</sup> p. m. Die Hagelwolken bildeten einen schmalen Streifen, der sich vom Wetterstein über die Dreithorspitzen hinwegzog und, dem Kamme folgend, die Kothbachspitze, die Sonnenspitze bis etwas westlich vom Gatterlepass bestrich. Die Horizontalcurve von 5000' auf der Zugspitzkarte scheint sehr nahe der Verbreitung des Hagelfalles zu entsprechen; auf die Weiden auf der linken Seite der Partenach war kein Hagel gefallen. Nach der bestimmten und übereinstimmenden Aussage der Hirten von der Wettersteinalpe, der Oberangerhütte und der steinernen Hütte im Geisthale waren bis zu 8000' Höhe grosse Hagelkörner in reichlicher Menge gefallen, die Wolken

1) Annuaire 1850 S. 132. Auch am Grossglockner scheint der Blitzableiter, den Fürst SALM 1799 errichten liess, vom Blitze getroffen und in seine jetzige flach am Boden hingestreckte Lage gebracht zu sein. Vergl. Unters. 1850 S. 193.

In den Tropen, wo durchschnittlich die Wolken höher stehen, reichen auch Gewitter- und Hagelwolken viel höher; A. v. HUMBOLDT sah am Chimborazzo am 23. Juni 1802 noch bei 17500' Hagel fallen.

2) Bisweilen scheinen hingegen Gewitter ungemein tief aufzutreten. Vergl. die sehr interessanten Angaben von HAININGER in den Wiener Berichten 1852.

bedeckten nur leicht die Kothbachspitze 8434', die Wetterspitzen 8408', während sich die etwas östlicher gelegenen Berge, die Kahrspitze 8228', die Dreithorspitzen 8057' u. s. w. unterhalb der dunkeln Hagelwolken befanden und erst gegen das Ende des Gewitters von Nebeln eingehüllt wurden. Auf der Schachenalpe lagen die Körner im Durchschnitte mehrere Zoll hoch auf der ganzen Fläche. Nach den Angaben des Forstwartes Hrn. KIENDL können die grössten 4 bis 6 Cubikcentimeter Inhalt gehabt haben. Die Hirten, die am folgenden Tage überall nach den verunglückten Schafen suchten, fanden die Hagelkörner noch reichlich bei 8000'; nur die höchsten Gipfel selbst waren mit Graupeln und Schnee bedeckt, der nicht mit Hagel untermischt war.

Bewegungen der Wolken. Winde von verschiedener Richtung, die sich über einander bewegen, sind eine sehr häufige Erscheinung, wenn man Gelegenheit hat, an schönen und verhältnissmässig trockenen Tagen die Bahnen der kleinen Haufenwolken zu beobachten. Eine geringe Grösse der Wolken ist deswegen vorthellhaft, weil sie sich dann mit geringerem Widerstande den Einflüssen auch schwacher Luftströmungen anschliessen.

Dass eine vollkommene Ruhe der Luftschichten in der Nähe des Bodens ungemein selten ist, ist bekannt; besonders sind es die Abweichungen der Oberfläche von der regelmässigen ebenen Gestalt, welche zu mannigfachen schwächeren Luftströmungen Veranlassung geben, die von thermischen Ungleichheiten herrühren. Ein sehr gutes Mittel, sich auch von diesen schwächsten Winden zu überzeugen, bietet der Rauch einer mit Grünspan gefärbten Kerze (wie sie bekanntlich FARADAY zu seinen diamagnetischen Versuchen anwandte). Der Rauch solcher Kerzen ist lange anhaltend und zugleich sehr deutlich, auch im Freien, zu unterscheiden; er kann mit Vortheil angewandt werden, um die kleinen periodisch wiederkehrenden Luftströmungen in der Nähe des Bodens zu zeigen.

Auch in der freien Atmosphäre treten sehr wesentliche Unterschiede in den Windesrichtungen ein; nur ist hier die Ursache eine andere, indem sich hier über einander wegströmende Luftmassen oft in mannigfacher Verschiedenheit der Richtung und der Intensität gleich uferlosen Strömen bewegen. Die Uebereinstimmung in der Windesrichtung in der Nähe der Ebenen und in grossen Höhen scheint fast zu den Ausnahmen zu gehören<sup>1</sup>.

Auch das Aufsteigen kleiner Ballons lässt sehr häufig erkennen, dass sehr ver-

1) Vergl. die schönen Beobachtungen von J. M. BERTRAND DE DOUE. De la fréquence comparée des vents supérieurs et inférieurs sous le climat de Puy en Velay. Ann. météor. de la France 1851 p. 356. Unter 2100 Beobachtungen in den Jahren 1849 und 1850 zeigte die Richtung der Wolken nur in 562 Fällen eine Uebereinstimmung der Windesrichtung oben und unten; in sehr vielen Fällen liessen

schiedene Winde über einander sich hinwegschoben; an der Grenze der Winde treten dann sehr häufig Unregelmässigkeiten und Wirbel ein.

Bei solchen Versuchen zu Nimes am 19. Mai 1822 fand VALZ, dass innerhalb eines Höhenunterschiedes von 3000 Metern Zahl verschiedene Luftströme vorhanden waren; das Maximum der Schnelligkeit betrug dabei für einen dieser Ströme 10 Lieues in der Stunde<sup>1</sup>.

Wir hatten oft Gelegenheit die Schnelligkeit der Wolken sehr direct beobachten zu können, indem die Zeit abgelesen wurde, welche zwischen dem Wandern von einer Kuppe zur nächsten verstrich. Gewöhnlich scheinen die Wolken, wie zu erwarten, etwas langsamer zu gehen, als kleine Körperchen, Papier und Rauch, die dem Winde ausgesetzt werden; bisweilen können aber auch ziemlich grosse Wolken eine sehr bedeutende Geschwindigkeit erlangen.

Die scheinbare Geschwindigkeit ist um so grösser, je näher man den Wolken steht; in grossen Höhen macht in stürmischen aber mond hellen Nächten die Winkelgeschwindigkeit, mit welcher die Wolken am Monde vorüber eilen, einen wahrhaft verwirrenden Eindruck, besonders wenn nur kleine Lücken zwischen den Wolken sind und der Mond in raschem Wechsel bald erscheint, bald verschwindet.

Als Maximum der Wolkenschnelligkeit kann man wohl 80 bis 100 Fuss in der Secunde annehmen, doch ist diese ungemein selten. Am Matterjoche erhielt ich an dem stürmischen Abend des 28. August 1851 95 Fuss in der Secunde; es liess sich nämlich mehrmals sehr deutlich die Zeit bestimmen, welche eine Wolke brauchte, um den Weg zwischen zwei Spitzen von bekannter Entfernung zurückzulegen<sup>2</sup>.

### 3. Temperaturbestimmungen der atmosphärischen Niederschläge.

Zu verschiedenen Malen versuchten wir die Temperatur des Regens mit der gleichzeitigen Wärme der Luft zu vergleichen. Bei starkem Regen genügt es, ein Gefäss ein paar Male sich füllen zu lassen und wieder zu entleeren, ehe man die Bestimmung vornimmt, um die anfängliche Wärme des Gefässes selbst zu eliminiren. Bei feinem Regen suchten wir die Temperatur dadurch zu bestimmen, dass wir Filtrirpapier dem Regen aussetzten, bis es ganz durchnässt war; die eine Ecke war bedeckt und blieb trocken. An dieser wurde dann das Papier angefasst, um eine Thermometerkugel geschlungen, und nun am trockenen Ende ein wenig angezogen, um die so ausgepresste Feuchtigkeit mit der Kugel selbst in Berührung zu bringen;

sich auch mehrere Windrichtungen gleichzeitig mit Bestimmtheit erkennen. — Ferner: A. QUETELET sur les variations annuelles dans les couches superieures de l'atmosphère. Ann. 1851.

1) Ann. 1850 S. 139.

2) In Lyon war von BRAVAIS als Maximum 105 Fuss beobachtet worden.

das angefasste Ende wurde zugleich abgerissen. Mit einiger Vorsicht gelingt es leicht, die Temperatur auch des feinen Regens eben so gut zu bestimmen, als jene des Regens im Ombrometer; bei starkem Regen haben wir häufig beide Arten der Beobachtung angewandt und uns von der Richtigkeit der Angaben auch bei dem letzteren Verfahren überzeugt. Auch der Umstand scheint die Richtigkeit des Verfahrens zu bestätigen, dass wiederholte Versuche sehr übereinstimmende Resultate geben. —

Die Temperatur des Regens ist zunächst abhängig von der Wärme des Regen bringenden Windes und von der Temperaturveränderung, die er während des Herabfallens durch Verdunstung oder durch Condensation erfährt. Westliche und südwestliche Winde, die bei uns vorzugsweise die Regen bringenden sind, gehören zugleich zu den warmen Winden; es wird daher die Anfangstemperatur des Regens stets einen kleinen Ueberschuss über die Wärme jener Luftschichten haben, durch deren Mischung die Condensation des Wasserdampfes erfolgt; die bedeutende Menge der frei werdenden Wärme trägt ebenfalls dazu bei, die Temperatur der Regenwolken zu erhöhen. Diese Verhältnisse kommen nur dann unmittelbar zur Beobachtung, wenn die Temperaturbestimmung sehr nahe der Regenwolke gemacht wird. In einigen der folgenden Beobachtungen dürfte die grosse absolute Höhe und die geringe Entfernung von den Wolken als die wesentliche Ursache des oft sehr merklichen Wärmeüberschusses des Regens betrachtet werden.

Während des Herabfallens ändert der Regen seine Temperatur, theils weil er stets wärmere Schichten trifft, theils durch Verdunstung und Condensation. Die ziemlich bedeutende Schnelligkeit des Herabfallens, die bei starkem Regen an der Oberfläche der Erde fast 100 Fuss in der Secunde beträgt, schwächt sehr wesentlich die unmittelbare Mittheilung der Temperatur aus den verschiedenen Luftschichten; die gleichzeitige Condensation der Feuchtigkeit auf den Regentropfen, so lange seine Temperatur unter dem Thaupunkte liegt, der bei Regen gewöhnlich mit der Luftwärme gleich ist, trägt dagegen dazu bei, die Erwärmung während des Herabfallens zu beschleunigen.

Ganz im Allgemeinen lässt sich erwarten, dass die Temperatur des Regens etwas niedriger als jene der Luft ist, so lange dieselbe noch nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, indem dann eine Verdunstung des Regentropfens während des Herabfallens fortdauert. Auch bei sehr heftigen Regengüssen, wenn zugleich die Temperaturabnahme sehr rasch ist, also besonders bei den tropischen Regen, wird wegen der grösseren Geschwindigkeit und wegen der Wärmedifferenz der unteren und der oberen Luftschichten ebenfalls die Regenwärme unter der Luftwärme bleiben<sup>1</sup>. Sehr feine und lange anhaltende Regen stimmen gewöhnlich mit der Luftwärme nahe überein; mässig starke hingegen sind in unseren Breiten, und besonders in den hö-

---

1) Vergl. die Beobachtungen von MALLORY auf Cuba in Dove's Repertorium Bd. IV, S. 316.

heren Theilen der Alpen, gewöhnlich wärmer als die Luft, wenn diese bereits gesättigt ist. Es dürfte dabei vielleicht der Umstand von Einfluss sein, dass sich auf den Regentropfen im Herabfallen Wasser aus der Atmosphäre niederschlägt; bekanntlich ist noch ganz nahe der Oberfläche der Erde bei gesättigter Luft stets eine Zunahme der Regenmenge mit der Annäherung gegen die Oberfläche zu bemerken, wobei sich nicht nur die Zahl der Tropfen vermehrt, sondern auch die Grösse der einzelnen Tropfen wächst.

Während also in unseren Breiten die Temperatur des Regens in der Mehrzahl der Fälle mit der Lufttemperatur nahe gleich ist, oder dieselbe sogar etwas übertrifft, ist die Temperatur des Schnees, besonders zur Zeit der extremen Schneefälle im Frühlinge und im Herbste, oder in grossen Höhen während des ganzen Jahres, oft sehr verschieden von der gleichzeitigen Luftwärme; denn es ist hier durchaus nicht selten, dass bei 3 bis 5° C. noch reichliche Schneefälle stattfinden<sup>1</sup>, obwohl die Schnelligkeit des Schnees ungleich geringer ist als jene des Regens. Die grosse Wärmebindung beim allmählichen Abschmelzen während des Herabfallens scheint dabei vorzüglich mitzuwirken.

Bisweilen ist die Regentemperatur nur wenig von der Lufttemperatur verschieden, und man findet doch, nachdem die Wolken verschwunden sind oder sich gehoben haben, dass nur in geringer Höhe oberhalb des Beobachtungspunktes das Schneien begonnen hat. Am Peissenberge (vergl. unten No. 23) fanden wir den Regen 4,5° C. (Luft 5,2), am Trauchberge sah man später den Schnee bis 4500 Fuss herabreichen; allein in solchen Fällen sind entschieden Wolkenschichten von verschiedener Höhe übereinander gelagert, deren Niederschlag sich im unteren Ombrometer vermischte; sehr häufig lässt sich dies direct von einem hohen Punkte überblicken. Auch die Temperaturunterschiede, welche man oft in kurzen Zwischenräumen an demselben Orte beobachten kann (vergl. S. 466), zeigen auf das Entschiedenste, dass dabei Wolkenschichten von sehr verschiedener Höhe und Wärme den Niederschlag lieferten.

Die Verdunstung hört auch während des Regens nicht vollständig auf; es treten nicht selten heftigere Windstösse ein, welche, wenn auch zum geringen Theile, die niedergefallenen Massen verdampfen machen. Besonders ist zu Anfang jedes Regens häufig eine Verdunstung zu beobachten; diese Dünste, die man in den Ebenen nicht bemerkt, da sie, gegen eine gleichförmige Wolkendecke projicirt, ein unmittelbarer Theil derselben zu sein scheinen, sind in Gebirgen sehr charakteristisch; kaum hat der Regen begonnen, so erheben sich aus den Thälern neue Wolken, deren Wasser bereits mit dem verhältnissmässig warmen Boden in Berührung war, und nun aufs neue herabfällt. Versucht man bei feinem Regen, der zugleich nicht ganz

---

1) Vergl. eine sehr interessante Angabe eines Schneefalles zu Bevers im Engadin, 5000 Fuss bei +10,9° C. am 9. Juni 1829. DENZLER. Zürich. Gesellsch. 1851. S. 287.

gleichförmig anhält, die Regenmenge durch Wägung eines eine kurze Zeit ausgesetzten Filtrirpapieres von bekannter Oberfläche zu bestimmen, so ist die Regenmenge, die man so erhält, stets verhältnissmässig sehr bedeutend.

Am 6. September wurde auf der Vincenthütte ein Filtrirpapier von 300 □Centimeter Oberfläche gewogen, das 5 Minuten dem Regen ausgesetzt war. Die Zunahme betrug 2,8 Grm. Der Regen hielt anscheinend in gleicher Stärke 8 Stunden an, und ergab dies in einem Ombrometer, dessen Oeffnung achtmal grösser war als der Durchschnitt des Auffangegefässes, nur 5 Millimeter Regenhöhe, während uns das Wägen für die gleiche Periode 9 Millimeter ergeben hätte<sup>1</sup>.

Mehrmals hatten wir Gelegenheit zu bemerken, dass des Abends und des Nachts die Regentemperatur langsamer fiel als die Temperatur der Luft; es kommt dies, wie sich in Gebirgen unmittelbar sehen lässt, wesentlich daher, dass Abends auch an Regentagen die Wolken sich senken und in verhältnissmässig warme Schichten herabsteigen.

Die Wärme des Regenwassers übt auf die Wärme der Bodenschichten und der Quellen einen entschiedenen Einfluss aus; allein diese Verhältnisse hängen vorzüglich von der Vertheilung des Regens in der Jahresperiode ab, indem sich bei den langsamen Veränderungen der Bodentemperatur die Wirkungen der einzelnen Niederschläge nicht mehr verfolgen lassen. — In der folgenden Zusammenstellung sind einige Beobachtungen über die gleichzeitige Wärme der Luft und des Regens enthalten; ich fügte denselben zugleich einige kleine Bemerkungen über die Schnelligkeit und die Menge der Regentropfen bei.

### Beobachtungen über die Temperatur des Regens.

#### 1851. A. Nördliche Schweiz.

No. 1. Zürchersee bei Horgen . . . . . 442 M. 1361 Par. F.

26. Juli 5<sup>h</sup> p. m. Luft 16,6° C. Regen 15,4° C.

Südwestwind. Mässig starker Regen; im Ombrometer bestimmt.

No. 2. Oberhalb Horgen . . . . . 800 Par. F. über dem See.

26. Juli 7<sup>h</sup> p. m. Luft 14,0° C. Regen 15,0° C.

Südwestwind. Die Stärke des Regens ebenso wie jene des Windes, war ziemlich gleich geblieben. Es zeigte sich hier, wie wir später noch öfter fanden, dass gegen Abend die Temperatur des Regens weit langsamer sich veränderte, als die Temperatur der Luft.

---

1) Die grösste Menge des in einem Tage gefallenen Regens ist mit der Breite sehr verschieden; die Maxima der Schneefälle liefern zugleich sehr viel weniger Wasser, als die Maxima der Regenmenge. Vergl. z. B. die Beobachtungen in Arys in Ostpreussen von 1830 bis 1847, in DOVE'S meteorologischen Berichten: 2. Regen. 1854. S. 45. Vergl. auch QUETELET, Climat de la Belgique: Des pluies, des grêles et des neiges; Brüssel 1852. S. 96.

No. 3. Stalden (oberhalb Sarnen) . . . . . 804 M. 2467 Par. F.

30. Juli a. 6<sup>h</sup> 45' a. m. Luft 15,3° C. Regen 14,6° C.

b. 7<sup>h</sup> 10' „ „ 15,3 „ „ 15,5 „

Bei der ersten Beobachtung sehr heftiger Regen mit Südwestwind. Wolkenhöhe c. 7000'. Bei der zweiten Beobachtung feiner Regen mit Filtrirpapier bestimmt. Der Regen dauerte den ganzen Tag fort, war ziemlich gleichmässig und zeigte nur selten heftigere Anschwellungen. Er blieb an diesem und dem folgenden Tage der Lufttemperatur nahe gleich, wie die beiden Beobachtungen 4 und 5 ergaben.

No. 4. Gusti, Alpenhütte in der Rossweide, Entlibuch.

30. Juli 6<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 11,0° C. Regen 11,0° C.

No. 5. Brüderen im Entlibuch . . . . . 1032 M. 3178 Par. F.

31. Juli 9<sup>h</sup> 10' a. m. Luft 11,2° C. Regen 11,3° C.

B. Bernerobersland.

No. 6. Gauligletscher, am unteren Ende . . . . . 1893,5 M. 5829 Par. F.

8. August 7<sup>h</sup> p. m. Luft 11,4° C. Regen 12,4° C.

Regen, ziemlich stark, seit 4<sup>h</sup> p. m. Leichte Nebel reichten bis gegen 900' an den Beobachtungspunkt herab und verhinderten die Höhe der Regenwolken selbst zu beurtheilen.

No. 7. Ewigschneehorn-Gipfel . . . . . 3400,5 M. 10468 Par. F.

9. August 2<sup>h</sup> p. m. Luft 5,0° C. Regen 0?° C.

Feiner Schnee mit wenig Regen untermischt. Nebel; fast windstill.

No. 8. Pavillon am Aargletscher . . . . . 2435 M. 7495 Par. F.

9. August 4<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 6,0° C. Regen 4,8° C.

Wolken sehr hoch, c. 8500'. In der Nähe nur hier und da feiner Nebel.

No. 9. 10. August 6<sup>h</sup> 15' p. m. Luft 6,3° C. Regen 7,1° C.

Dichter Nebel in der Nähe.

C. Vincenthütte . . . . . 3162 M. 9734 Par. F.

No. 10. 6. Sept. 9<sup>h</sup> 30' a. m. Luft 2,4° C. Regen 0° C. } Feiner Regen mit viel Schnee

No. 11. 6. Sept. 12<sup>h</sup> „ 3,3 „ „ 0 „ } gemischt. Wind N.O.

No. 12. 6. Sept. 2<sup>h</sup> p. m. Luft 2,8° C. Regen 3,6° C.

Feiner Regen wiederholt durch Filtrirpapier bestimmt; es regnete bereits seit 12<sup>h</sup>. Wind sehr schwach, kaum bestimmbar, schien nach früheren Bestimmungen N.O. zu sein.

No. 13. 6. Sept. 7<sup>h</sup> p. m. Luft 0,4° C. Regen 1,4° C.

Windesrichtung N.W.

No. 14. 7. Sept. 3<sup>h</sup> p. m. Luft 3,4° C. Regen 0° C.

Regen mit Schnee. Wind N.N.W.

D. Genf . . . . . 407 M. 1253 Par. F.

Auf unsere Bitte hatte Hr. PLANTAMOUR<sup>1</sup> die Güte einige Beobachtungen über die Temperatur des Regens in Genf anzustellen; in den meisten Fällen war der Regen so fein und fiel so langsam, dass seine Wärme mit der gleichzeitigen Temperatur der Luft als gleich angenommen werden kann.

Directe Temperaturbestimmungen, in einem Auffangegefäße gemessen, wurden an folgenden Tagen gemacht (1851):

No. 15. 16. August 6<sup>h</sup> a. m. Luft 16,35° C. Regen 16,85° C.

Regenmenge in Genf: 2,4 M.M.; am St. Bernhard kein Niederschlag.

No. 16. 28. August 5<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 13,65° C. Regen 15,90° C.

8<sup>h</sup> " " 13,75 " " 13,90 "

Regenmenge in Genf: 19,2 M.M.; am St. Bernhard (Schnee): 23,4 M.M.

No. 17. 21. September 6<sup>h</sup> a. m. Luft 7,00° C. Regen 7,30° C.

Regenmenge in Genf: 10,7 M.M.; am St. Bernhard (Schnee): 5,6 M.M.

1852. E. Partenkirchen und Garmisch . . . . . 700 M. 2150 Par. F.

No. 18. 2. September 9<sup>h</sup> a. m. Luft 10,7° C. Regen 10,0° C.

Mit Filtrirpapier bestimmt; sehr fein und gleichförmig. Schnee bis zu 5500' herab.

No. 19. 5. September 7<sup>h</sup> p. m. Luft 14,2° C. Regen 15,0° C.

Vorher Gewitterregen von zweistündiger Dauer. Schnee Anfangs bis 7000'.  
Wolkenhöhe um 7<sup>h</sup> 30' über 9000'. Zugspitze nebfrei. Während des starken  
Regens fingen dichte Wolken bereits bei 6200' an. Luft auch am Beobach-  
tungspunkte gesättigt.

No. 20. 6. September 4<sup>h</sup> p. m. Luft 15,6° C. Regen 14,6° C.

Mit Filtrirpapier bestimmt. Feiner verticaler, sehr weit verbreiteter Regen  
währte bis 7<sup>h</sup> p. m.

No. 21. 7. September 7<sup>h</sup> 15' p. m. Luft 13,2° C. Regen 12,0° C.

" nahe gleichzeitig auf Steppbergalpe 7<sup>h</sup> 30' p. m.

Luft 6,1° C. Regen 4,5° C.

No. 22. Eningalpe . . . . . 1554 M. 4785 Par. F.

7. September 6<sup>h</sup> p. m. Luft 5,6° C. Regen mit Schnee.

Feiner Regen wie am vorhergegangenen Tage. Obere Wolkenschichten gegen  
9000'. Schnee auf der Zugspitze liegen geblieben bis 7500'. In allen Thälern  
viele vorübergehende Nebel.

Peissenberg . . . . . 982 M. 3023 Par. F.

No. 23. 30. September 8<sup>h</sup> 30' a. m. Luft 5,2° C. Regen 4,5° C.

Als sich die Wolken etwas lichteteten, zeigte sich bis zu 4500' herab eine gleich-  
mässige Schneelage am Trauchberge, Ettaler Mandl u. s. w.

1) Mitgetheilt in einem Briefe vom 10. December 1851.

F. (1852.) Huthhaus im Höllenthale . . . . . 1502 M. 4625 Par. F.

No. 24. 17. September a. 10<sup>h</sup> 50' a. m. Luft 8,0° C. Regen 8,9° C.

„ b. 11<sup>h</sup> 10' „ „ 8,1 „ „ 8,6 „

Sehr gleichmässiger Regen, der bereits die ganze Nacht angehalten hatte.  
Westwind.

c. 9<sup>h</sup> p. m. Luft 8,9° C. Regen 10,6° C.

Ziemlich heftiger Regen bei lebhaftem West-Süd-Westwinde.

Die Menge des Regens im Ombrometer vom 17. bis 18. Sept. betrug 23 M. M.  
in 24 Stunden.

No. 25. 21. September a. 9<sup>h</sup> 30' a. m. Luft 9,1° C. Regen 11,1° C.

Mässig starker Regen, in einem hölzernen Gefässe bestimmt, das entleert wurde, nachdem es einmal mit Regenwasser gefüllt war, und dann bei zweimaliger Wiederholung des Versuches sehr übereinstimmende Resultate ergab, nämlich das eine Mal 10,9° C., das andere Mal 11,3° C.

b. 4<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 9,5° C. Regen 10,2° C.

Sehr heftiger Regenschauer.

c. 5<sup>h</sup> 15' p. m. Luft 9,2° C.

Regen mit Hagel vermischt. Temperatur des Regens allein 7,2° C. (siehe unten Seite 467).

No. 26. 22. September 10<sup>h</sup> 15' a. m. Luft 3,5° C. Regen 4,9° C.

Heftiger Regen, im Ombrometer bestimmt.

No. 27. 23. September a. 8<sup>h</sup> a. m. Luft -1,95° C. Schnee.

b. 10<sup>h</sup> „ „ +2,3 „ „

Westwind. Nur wenig tiefer als das Huthhaus verwandelte sich der Schnee in feinen Regen.

---

Wenn in hohen Gebirgen Regen- und Schneefälle abwechseln, lässt sich sehr häufig selbst bei Regen, die rasch auf einen Schneefall folgen, eine sehr merkliche Temperaturverschiedenheit zwischen den beiden Niederschlägen beobachten. Diese Verhältnisse scheinen sich auch bei den Niederschlägen in den Ebenen zu wiederholen und besonders zur Zeit der letzten und der ersten Schneefälle im Jahre einzutreten. Die latente Wärme des Schnees dürfte die wesentlichste Ursache sein; die Schneeflocken werden im Herabfallen allmählig schmelzen und kleiner werden, ohne ihre Temperatur zu ändern, während ein feiner Niederschlag, der bereits in Form von Regen angefangen hat, gewöhnlich sehr wenig von der Lufttemperatur abweicht. Bisweilen hat auch entschieden der Umstand grossen Einfluss, dass Schnee und Regen in solchen Fällen aus Wolkenschichten von verschiedenen Höhen fallen. Die folgenden Beobachtungen bieten einige Beispiele für ähnliche Verhältnisse.

(1851.) Unteres Ende des Lysgletschers . . . . 2023 M. 6229 Par.F.  
 No. 28. 17. September 4<sup>h</sup> p. m. Luft 3,8° C. Regen 5,6° C.

Gleichzeitig sehr dichter Nebel.

No. 29. 17. September 4<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 3,2° C.

Regen und Schnee, später Regen allein.

Contamines.

No. 30. 28. October 7<sup>h</sup> a. m. Luft 5,0° C.

Feiner Regen mit Schnee gemischt.

No. 31. 28. October 7<sup>h</sup> 10' a. m. Luft 5,1° C. Regen 5,0° C.

Regen allein; durch Filtrirpapier bestimmt. Das Schneien hatte aufgehört, fing aber bald wieder an. Der Schnee verschwand sogleich, als er wenige Minuten auf dem Boden gelegen hatte.

---

Wenn während des Fallens von Hagel und Graupeln gleichzeitig der Regen fortwährt, so können, wie die folgenden Fälle zeigen, die Temperaturunterschiede zwischen dem Hagel und dem Regen, die gleichzeitig die Oberfläche der Erde treffen, sehr bedeutend werden.

Auf dem Abhange von der Scheideck gegen Rosenlauri wurden wir etwas unterhalb der Baumgrenze, bei 5800 bis 5500', von einem Hagelwetter überrascht; der Hagel war jedesmal reichlich mit Regen untermischt, bisweilen traten auch momentan heftige Regengüsse ohne Hagel ein. Der Regen scheint Anfangs kälter gewesen zu sein als die Luft; die relative Feuchtigkeit war unmittelbar vor dem Beginne des Regens nur 78, so dass eine Zeit lang die Verdunstung während des Herabfallens wesentlich dazu beitrug, die Regenwärme zu vermindern. Bis die Luft gesättigt war, hatte sich auch ihre Wärme durch die grosse Menge des Hagels rasch vermindert, und die Regentemperatur übertraf nun die Luftwärme um mehr als 1° C. Das gleichzeitige Fallen von Niederschlägen von so ungleicher Temperatur hing hier, wie sich sehr deutlich sehen liess, damit zusammen, dass die Wolkenschichten, welche die verschiedenen Niederschläge lieferten, sehr grosse Höhenunterschiede zeigten.

Die einzelnen Beobachtungen waren folgende:

No 32. Bei 5800' Höhe.

6. August 4<sup>h</sup> 50' p. m. Luft 13,5° C. Regen ohne Hagel 13,8° C.

Wenige Minuten später fing es an zu hageln; die Hagelkörner hatten im Mittel einen Durchmesser von 3 bis 4 Millimetern; bei einzelnen erreichte der Durchmesser 8 M.M. bis 1 Ctmeter.

Am Bretterboden Höhe nahe 4800 Par.F.

No. 33. 6. August 5<sup>h</sup> 50' p. m. Luft 10,4° C. Regen 11,6° C.

Der Regen war reichlich mit Hagel gemischt; dreifache Lagen von Filtrirpapier

waren auf eine sehr ebene Steinplatte ausgebreitet und dienten zum Auffangen des Regens, während gleichzeitig die Hagelkörner von der harten Unterlage rasch absprangen.

In Gressoney beobachteten wir ebenfalls einen Regen, der reichlich mit Hagel gemischt war. Wir fanden:

No. 34. 21. September 1851 12<sup>h</sup> 30' p. m. Luft 7,4° C. Regen, der zugleich mit Hagel niederfiel, 6,4° C.

Das Filtrirpapier lag auf einem harten glatten Brette; die Hagelkörner waren nicht sehr gross und sprangen rasch ab.

Wir hatten auch auf dem Huthause im Höllenthale Gelegenheit eine ganz ähnliche Beobachtung anzustellen:

No. 35. Am 21. Sept. 1852 fiel um 5 Uhr Nachmittags ein Regen mit Hagel vermischt. Ein Filtrirpapier, auf eine hölzerne Unterlage aufgelegt, sog sehr deutlich das Wasser ein, während die Hagelkörner absprangen. Das Papier zeigte eine Temperatur des Regenwassers von +7,2, die Luft hatte 9,2° C. Die Hagelkörner selbst hatten wohl beim Herabfallen sicher eine Temperatur unter 0. Als eine Quantität Körner rasch nach dem Niederfallen von einem Heuhaufen, auf dem sie sich angesammelt hatten, in ein kleines Glas gebracht wurden, zeigte ein hineingestecktes Thermometer -0,8° C., obwohl ungeachtet aller Vorsicht die Hagelkörner durch die Berührung mit der Oberfläche der Erde und theilweise mit den Wänden des Glases etwas erwärmt sein mussten.

#### Bemerkungen über die gegenseitige Entfernung der Regentropfen.

Während des Regens am Huthause vom 21. und 22. September versuchte ich die Zahl der Tropfen, welche in einer bestimmten Zeit auf eine gemessene Oberfläche fallen, zu bestimmen. Da bei den Bestimmungen der Regentemperatur durch berechnetes Filtrirpapier erst nach einer merklichen Zeit die vollständige Durchnäsung stattfand, konnte man erwarten, bei einiger Vorsicht die Tropfen nachzählen zu können. Es wurde zu diesem Zwecke ein genau gemessenes Rechteck von weissem Filtrirpapier von 40 Ctmeter Länge und 20 Ctmeter Breite unter einer wasserdichten Decke (kleines Brett) ins Freie gebracht und horizontal aufgelegt. Auf ein gegebenes Zeichen wurde die Decke rasch entfernt und nach 30 Secunden wieder aufgelegt. Gleich der erste Versuch zeigte, dass die Tropfen sehr gut zu zählen waren und nur selten zwei derselben seitlich sich berührten und verflossen.

Am 21. September 4<sup>h</sup> 30' bis 4<sup>h</sup> 40' p. m. erhielten wir bei starkem Regen bei drei wiederholten Versuchen in 30 Secunden 90, 80 und 75 Tropfen auf den ausgesetzten Papierflächen. Die entstandenen Flecke waren, wie erwähnt, sehr bestimmt begrenzt und gut zu zählen. Die meisten waren kleine Kreise von 5 bis 8 M.M.

im Durchmesser; dazwischen zeigten sich aber auch sehr viele noch kleinere;  $\frac{1}{5}$ tel etwa hatte 2 bis 3 M.M. im Durchmesser.

Um 5<sup>h</sup> 30', während der Regen sich sehr vermindert hatte, wurde der Versuch wiederholt; allein jetzt gab dieser feine Regen so viele Tropfen und die benetzten Stellen lagen so dicht neben einander, dass es nicht mehr möglich war sie zu zählen.

Wir wiederholten den Versuch nochmals bei mässig feinem Regen am 22. September, liessen aber jetzt das Papier nur 15 Secunden ausgesetzt. Das Zählen war jetzt noch ziemlich gut ausführbar, obwohl bereits an manchen Stellen einzelne Flecke zusammengeflossen waren. Wir erhielten bei zwei Wiederholungen 342 und 275 benetzte Stellen. Der Unterschied in der Grösse der einzelnen Flecke war zugleich viel geringer.

In Beziehung auf die Schnelligkeit, mit welcher der Regen in der Nähe der Oberfläche der Erde ankömmt, ist der hübsche Versuch von ROZET<sup>1</sup> anzuführen, der die Schnelligkeit eines Eisenbahnzuges benützte, um aus der scheinbaren Neigung der Regentropfen die Geschwindigkeit des Falles derselben, die in Wirklichkeit nahe vertical herabfielen, zu bestimmen. Ist die Schnelligkeit des Wagens  $v$ , die Neigung, welche die Tropfen anzunehmen scheinen,  $\varphi$ , so ist  $z$  die Geschwindigkeit des Regens:

$$z = \frac{v}{\operatorname{tg} \varphi}.$$

ROZET fand so in einem Falle zwischen Beaune und Dijon die Geschwindigkeit eines grosstropfigen Regens gleich 11 Meter in der Secunde.

Gewöhnlich ist eine solche Beobachtung sehr schwer zu machen, theils weil der Regen nicht vertical fällt, theils deswegen, weil bei einem nur etwas starken Winde die Heftigkeit des Windes stets stossweise sich ändert und so auch bei gleicher Fallgeschwindigkeit die Neigung des Regens sich ändert. Eine Beobachtung, die ich am 14. Juli 1853 zwischen Gotha und Weimar während eines starken Gewitters und bei sehr heftigem Regen machte, schien mir jedoch ebenfalls gute Resultate zu geben, da die Regentropfen sehr gleichmässig fielen und zugleich nahe senkrecht herabkamen. Die Geschwindigkeit des Eisenbahnzuges bestimmte ich aus der Zeit, in der wir die Distanzen zwischen kleinen Ortschaften, an denen nicht angehalten wurde, zurücklegten; die Distanzen waren der Specialkarte der Thüringischen Bahn entnommen. Für die Bewegung des Zuges erhielt ich 32,5' in der Secunde; die scheinbare Neigung des Regens war 20°. Ich bestimmte sie mit dem kleinen Neigungsapparate Fig. 5 Taf. V.

Man erhält daraus eine Schnelligkeit des Regens von nahe 90 Fuss in der Secunde.

1) C. R. T. 32 S. 581 in Pogg. Annalen 86 S. 335.

Aehnliche Bestimmungen dürften bequemer auszuführen sein, wenn man die Neigung des Regens beim Herabfallen selbst bestimmte und diese mit der gemessenen Schnelligkeit des gleichzeitigen Windes vergleiche<sup>1</sup>.

#### 4. Eiskrystalle im Stollen der Vincenthütte.

Unmittelbar neben der Vincenthütte befand sich ein Stollen, der, wie bereits oben S. 155 erwähnt, zur Ausbeutung einiger Golderzgänge angelegt worden war.

Das Mundloch dieses Stollens befand sich 80 Fuss tiefer als die Vincenthütte (9734 P.F.), also nahe 500 Fuss über der Schneegrenze am Monte-Rosa.

Die inneren Wände dieses Stollens, der nun seit vielen Jahren nicht mehr bearbeitet wurde, waren durch allmähliche Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit mit einer zusammenhängenden Eislage überzogen, auf welcher Tausende von deutlich ausgebildeten Eiskrystallen aufsassen.

Die Dimensionen dieses Stollens waren sehr klein.

Die ganze Länge vom Eingange bis zum Ende betrug 135,5 P.F., die Höhe im Mittel 5 Fuss. Am Eingange selbst betrug sie, wegen der Erhöhung des Bodens, nur 4 Fuss; an einer kurzen Strecke nahe der Mitte 5,5 Fuss. Die Richtung war vom Eingange bis zu 90 Fuss Entfernung S. 55° W., von 90 Fuss bis zum Ende S. 40° W. Die Oeffnung war nach Ost-Nord-Ost exponirt und wurde auch im Hochsommer nur sehr kurze Zeit von der Sonne getroffen. Das hintere Ende liegt 6 Fuss höher als der Eingang.

Die Eisbildungen, welche dieser Stollen enthielt, waren, wie sich sogleich erkennen liess, von zweierlei Art. Auf dem Boden lag eine horizontale Schicht von glattem durchsichtigem Eise, die am Eingange nahe 1 Fuss Mächtigkeit hatte und sich bis 50 Fuss nach Innen erstreckte, indem sie gleichzeitig an Dicke abnahm; auf dieser sassen viele nierenförmige Erhöhungen, durch Abträufeln entstanden, wie Stalagmiten auf. Diese Eislage, ebenso wie ein Eisüberzug der unteren Theile der Wände, zeigte keine Krystalle und war nur durch Eindringen des atmosphärischen Wassers oder durch Schmelzen der an der Decke haftenden Eiskrystalle entstanden.

Diese letzteren waren am Eingange selbst nicht vorhanden; sie begannen erst bei 33 Fuss Entfernung, erreichten bei 94 Fuss ihre grösste Häufigkeit und verminderten sich wieder gegen das Ende. Sie waren also vom Eingange so weit entfernt, dass nur die gas- und nebelförmige atmosphärische Feuchtigkeit, nicht di-

<sup>1</sup>) Bei Gewittern liesse sich vielleicht, wenn die Höhe der Wolken bestimmt ist, die mittlere Schnelligkeit des Regens finden, indem man den Zeitunterschied zwischen dem Blitze und dem Eintreffen der plötzlichen Anschwellungen des Regens vergleiche, da Abbé RENOU'S Versuche (Cosmos, revue encycl. 1853) zeigen, dass in den Wolken diese Vermehrungen des Niederschlages gleichzeitig mit der Entladung zu beginnen scheinen.

rectes Eindringen von Regen und Schnee ihre Bildung veranlassen konnte. Grubenwasser war nirgend vorhanden; es war dies ohnehin wegen der geringen Wärme der Felsen in solchen Höhen zu erwarten. Ein Thermometer, welches 10 Centimeter tief in einem alten Bohrloche eingeführt war, stand während unseres ganzen Aufenthaltes beständig unter 0 ( $-0,4$  bis  $-0,8^{\circ}$  C.).

Die vorherrschende Form der Eiskrystalle waren sechsseitige Tafeln, die sich zu strahlenförmig gestalteten Gruppen an einander reihten, eine Form, die bei den Schneeflocken häufig vorkömmt; auch hohle Pyramiden mit Prismenflächen fanden sich hier häufig<sup>1</sup>. Besonders interessant aber war das wiederholte Auftreten von deutlichen Rhomboëdern, die unmittelbar auf der Eisdecke des Stollens aufsassen; sie erreichten 2 bis 4 Millimeter Länge und fanden sich oft ziemlich zahlreich neben einander. Von den letzteren, ebenso von den sechsseitigen Tafeln gelang es uns Copien zu machen.

Die kleinen Eiskrystalle, deren Anzahl eine hinlängliche Wiederholung des Versuches gestattete, wurden in Wachs getaucht, welches zuerst geschmolzen war und dann soweit abgekühlt wurde, dass nur eine ganz kleine Stelle flüssig blieb. In diese wurde der Eiskrystall eingetaucht, der zwar sogleich schmolz, aber auch das umgebende Wachs erhärtete. Diese hohlen Formen wurden mit einem Tröpfchen Stearin ausgefüllt und so die positiven Copien erhalten<sup>2</sup>.

Ich habe auf diese Weise sehr viele der kleinen Eiskrystalle copirt, die sich bei näherer Untersuchung ganz deutlich als Rhomboide zu erkennen gaben<sup>3</sup>. Sehr häufig war es der Fall, dass mehrere neben einander sitzende Krystalle die gleichnamigen Flächen gleich gerichtet hatten und gleichzeitig spiegelten. Auch bei mehreren unserer Copien liess sich dies sehr gut beobachten. Die erhaltenen Stearincopien spiegelten zwar, allein die Flächen waren nicht eben genug, um Winkelmessungen mit Sicherheit vornehmen zu können.

An den Kanten der sechsseitigen Tafeln liessen sich sehr häufig auch die Flächen der sechsseitigen Pyramide erkennen<sup>4</sup>.

1) Vergl. die Beobachtungen von ähnlichen Formen in KUERSINGER und SPITALER'S Besteigung des Grossvenedigers S. 87 und besonders die Beobachtungen von A. SCHRÖTTER in den Wiener Berichten, April 1853. Deutlich ausgebildete sechsseitige Tafeln werden sehr häufig in den höheren Theilen der Anden gefunden, wie Herr VON HUMBOLDT die Güte hatte uns mitzutheilen. Oft ist diese Form bei ziemlich starken Schneefällen die vorherrschende. Die Spanier nennen diese kleinen Eistafeln *babacaras* (Verwunder des Gesichtes).

2) Auch diese positiven Abformungen wurden an Ort und Stelle gemacht, da wir sehr gute Stearinkerzen bei uns hatten.

3) Bekanntlich hat LEUTHOLD in Wien ein deutliches grosses Rhomboëder aus einer horizontalen Eisdecke durch Spalten erhalten.

4) Es war uns sehr interessant, mit diesem Vorkommen von Eiskrystallen auch das Auftreten gefrorener Bodenschichten ganz in der Nähe vergleichen zu können.

Diese fanden sich etwas tiefer bei 9200 Fuss nahe dem Bergwerke Le Piscie. Eine mächtige Schutthalde von  $32^{\circ}$  Neigung an der äusseren Oberfläche war an eine sehr steile Felsenwand angela-

## Resultate.

1. Die Wassermenge in Haufenwolken betrug an schönen Herbsttagen im Maximum nur nahe das Doppelte der Wassermenge, welche die Atmosphäre bei gleicher Temperatur und Dichtigkeit enthalten konnte, ohne durch Nebel getrübt zu sein.

2. Die gewöhnliche Höhe des Cumulostratus betrug im September an günstigen Tagen 7000 bis 8000 Fuss; die obersten Cirri, wegen ihrer geringen Helligkeit selbst von hohen Standpunkten nur sehr schwer zu erkennen, scheinen nahe 40000' zu erreichen.

3. Ausnahmsweise können Gewitterwolken die Höhe von 14000 bis 15000 Fuss erreichen; Hagelfälle sind noch über 8000 Fuss beobachtet worden.

4. Die Temperaturverhältnisse zwischen Luft und Regen und zwischen Luft und Schnee sind oft sehr verschieden. Schneefälle sind wegen der latenten Wärme des Wassers häufig, besonders in grossen Höhen, bedeutend kälter als die Luft. Feine Regen sind nahe gleich warm, stärkere sehr oft wärmer als die Luft zur gleichen Zeit. Das Letztere ist sowohl bei Regen in grossen Höhen der Fall, als auch bei Regen, die in die kältere Hälfte der Tagesperiode fallen. Die ursprüngliche (etwas wärmere) Temperatur der Regen bringenden Winde und der Wolken und auch die Condensation atmosphärischer Feuchtigkeit auf die Regentropfen während des Herabfallens scheinen die vorzüglichste Ursache hievon zu sein. Bei nicht gesättigter Atmosphäre sind gewöhnlich beim Anfangen des Regnens die Temperaturen des Niederschlages entschieden kälter als jene der Luft.

5. Gleichzeitiges Niederfallen von Schnee und Regen (wahrscheinlich auch jenes von Hagel und Regen) lässt sich von hohen Standpunkten aus gewöhnlich sehr deutlich als eine Folge von dem Vorhandensein verschiedener ungleich hoher Wolkenschichten erkennen.

6. Unter den Krystallbildungen durch Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit liessen sich nicht nur sechseckige Tafeln und Pyramiden, sondern auch Rhomboëder von nicht unbedeutender Grösse auffinden.

---

gert; ein Stollen, ebenfalls zur Gewinnung von Golderzen, war durch diese Schuttmasse hindurch geführt und reichte dann ziemlich weit in den Felsen hinein. Nahe am Eingange war im September der Schutt frei von Eis; im Frühlinge jedoch liegt auch hier zwischen den Steinen eine feste Eismasse, welche das lose Gestein cementartig verbindet. 23 Fuss vom Eingange entfernt fanden wir bereits häufig Eis zwischen den Steinen, bei 39 Fuss war bereits jede kleine Lücke damit fest ausgefüllt. Hier findet auch, nach den bestimmten Versicherungen der Bergleute, weder in den verschiedenen Jahreszeiten, noch weniger in den verschiedenen Jahren eine Veränderung statt. Bei 60 Fuss nach einwärts verminderte sich diese Eismasse, und bei 80 bis 90 Fuss, sehr nahe zugleich dem festen Felsen, hatte sie ganz aufgehört. Am Felsen selbst hafteten jetzt weder Eiskrystalle, noch Schichten von gewöhnlichem Eise; sie sollen sich jedoch im Frühlinge, beim ersten Besuche des Stollens, zeigen. (Im Winter kann hier wegen der bedeutenden Höhe nicht gearbeitet werden.)

Diese Eismassen waren offenbar nur durch Gefrieren der Bodenfeuchtigkeit entstanden und sind analog den Schichten gefrorenen Bodens in Sibirien.

---

## CAP. XIV.

## ÜBER EINIGE OPTISCHE ERSCHEINUNGEN DER ATMOSPHÄRE.

## INHALT.

1. Gestalt des Erdschattens am Monte-Rosa. 2. Veränderungen des Horizontes. 3. Ueber das Alpenglügen und die relative Helligkeit der Schneeflächen. Erste Färbung bei Sonnenuntergang durch directe Beleuchtung. Zweite Färbung (nach vorhergehendem Erblässen) durch reflectirtes Himmelslicht. Nächtliches, phorophorescenz-ähnliches Glänzen des Schnees. 4. Beobachtungen und Bemerkungen über die chemische Wirksamkeit des Lichtes. Beschreibung des Verfahrens von SCHALL; dessen Beobachtungen in Berlin. Beobachtungen in grossen Höhen, besonders auf der Vincenthütte.

## 1. Gestalt des Erdschattens am Monte-Rosa.

Nach Sonnenuntergang zeigt sich bekanntlich am östlichen Himmel der Dämmerungsbogen, der in dem Maasse dem Zenithe sich nähert, in welchem die Sonne allmählig sinkt. Das Ende der bürgerlichen Dämmerung ist der Moment, wenn der Dämmerungsbogen durch den Zenith geht; die Sonne hat dann eine Tiefe von  $6^\circ$  unter dem Horizonte.

Die astronomische Dämmerung kann als beendet betrachtet werden, wenn die Tiefe der Sonne  $16^\circ$  beträgt; damit fällt gewöhnlich zusammen, dass der Dämmerungsbogen ganz verschwindet und Sterne sechster Grösse sichtbar werden. Die kürzeste Dauer der bürgerlichen Dämmerung fällt nahe auf den 15. März und 29. September, die längste auf den 21. Juni; die kürzeste astronomische Dämmerung auf den 6. März und 7. October, die längste ebenfalls auf den 21. Juni<sup>1</sup>.

Der Dämmerungsbogen ist die obere Grenze des Erdschattens, der beim Sinken der Sonne die Atmosphäre trifft; durch Contrast scheint gewöhnlich jener Theil des Firmaments, der unmittelbar an das kreisförmige Segment des beschatteten Raumes grenzt, etwas heller als es wirklich ist<sup>2</sup>. Die Grenze ist um so schärfer, je durchsichtiger die Atmosphäre in der Nähe des Beobachters ist und je mehr sich Dünste in der Nähe des Horizontes befinden, welche den Gegensatz zwischen Be-

1) Vergl. die Zeiten der Dämmerung für Frankreich berechnet in BRAVAIS Géographie physique Patria 1850 p. 34.

2) Siehe eine ähnliche Contrasterscheinung (in den Untersuchungen u. s. w. 1850) am Schatten des Grossglockners.

leuchtung und Beschattung bemerklich machen. Bei der Beobachtung der Dämmerungserscheinungen in den Ebenen können diese beiden begünstigenden Ursachen nicht gleichzeitig eintreten, da bei etwas trüber Atmosphäre auch ihre Durchsichtigkeit für den Beobachter geringer wird.

Auf hohen Bergen aber können beide Umstände sich vereinen; ja an schönen Tagen geschieht es gewöhnlich, dass in den tieferen Theilen durch die Strahlung der einzelnen Theile der Oberfläche die Erkältung, also auch die Vergrößerung der relativen Feuchtigkeit rascher nach Sonnenuntergang eintritt, als an den höheren Punkten. In Folge davon ist an schönen Tagen, von einem hohen Standpunkte gesehen, der Dämmerungsbogen bis zu einer Höhe von 6 bis 7° über dem Horizonte stets von überraschender Schärfe; er ist so deutlich begrenzt, dass es nicht selten gelingt, im Schatten zugleich Unregelmässigkeiten der Contouren zu erkennen, die von grossen Erhöhungen unmittelbar westlich vom Beobachter herühren. Wir hatten Gelegenheit dies mit grosser Deutlichkeit und Regelmässigkeit von der Vincenthütte am Monte-Rosa zu beobachten. Die Erhöhung, die sich in der Mitte des Dämmerungsbogens befand und sehr deutlich als Hervorragung gesehen wurde, zeigte sich an jedem hellen Abend unmittelbar nach Sonnenuntergang. Sie war offenbar das Schattenbild der Monte-Rosa-Masse; ihr Auftreten war um so überraschender, da sie sich gerade dann zeigte, wenn gleichzeitig die Gipfel der Alpenkette in wunderbarer Klarheit vor uns ausgebreitet waren<sup>1</sup>.

Ueber die Dauer der Dämmerung nach dem Sonnenuntergange in grossen Höhen sind bekanntlich sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden; nach HUGI ist sie ungewöhnlich kurz, nach SAUSSURE bemerkt man den Stand der Sonne noch bis spät in der Nacht durch einen lichten Schimmer am nordwestlichen Theile des Horizontes.

Ich glaube nach unserem wiederholten Aufenthalte in grösseren Höhen SAUSSURE's Ansicht beistimmen zu können; nur dürfte die Angabe SAUSSURE's über die Höhe der Helligkeit im Nordwesten, die er auf 8 bis 10° schätzt, etwas zu gross sein<sup>2</sup>. Durch directe Bestimmung mit einem Höhenkreise fand ich sie niemals über 2 bis 3°. Dass sie grösser scheint, ist eine Folge der oft sich wiederholenden Erscheinung, dass Gegenstände, die wir unter kleinen Höhenwinkeln sehen, stets zu

---

1) Bei wirklichen Nebelmassen findet häufig der Fall statt, dass man seinen Schatten auf die Nebelmasse projectirt sieht; auf dem Brocken ist diese Erscheinung, das sogenannte Brockengespenst, vielfach beobachtet worden. Auch in den Alpen, z. B. auf der Zugspitze am 10. September 1852, sahen wir dies sehr deutlich. Gewöhnlich sieht man den Schatten von farbigen Ringen umgeben, wenn die Erscheinung bei hinlänglicher Helligkeit und hohem Stande der Sonne eintritt. Von der hier angeführten Modification des Erdschattens aber sind die Schatten auf Wolkenmassen in der unmittelbaren Nähe wesentlich verschieden.

2) SAUSSURE Voyages IV §. 2090.

gross erscheinen, also auch zu hoch, wenn sie an ihrem unteren Ende vom Horizonte begrenzt werden<sup>1</sup>.

Diese geringe Höhe der Helligkeit über dem Horizonte bewirkt zugleich, dass in hoch gelegenen Thälern die Dunkelheit auch an heiteren Tagen sehr rasch nach dem Sonnenuntergange folgen kann; da die Berge gewöhnlich eine Höhe über dem Horizonte haben, welche die Höhe dieses halben Segmentes bei weitem übertrifft; ich glaube, dass dies zugleich die an sich gewiss richtigen Beobachtungen HUGI's erklärt, die zunächst stets in hohen Thälern oder Firnmulden, nicht auf isolirten Kämmen und Gipfeln gemacht wurden<sup>2</sup>.

Dieser Unterschied der Helligkeit und Höhe der Dämmerung scheint der Lichtvertheilung am Tage analog zu sein. Von hohen Bergen gesehen ist die Sonne scharf begrenzt und trennt sich, nur von wenig Strahlen umgeben, vom dunkeln Firmamente ab; während sie von den tieferen Theilen der Atmosphäre gesehen, stets von einem mehrere Grade breiten sehr hellen Scheine umgeben ist. Nach Sonnenuntergang bewirkt zwar die grosse Durchsichtigkeit, dass wir die beleuchteten Theile des Horizontes im Westen deutlicher, also auch länger, erkennen, aber die geringe reflectirende Kraft des Firmamentes scheint auch während der Nacht die Verbreitung dieses Lichtschimmers zu beschränken.

---

## 2. Veränderungen des Horizontes.

Auf sehr hohen und zugleich so gelegenen Punkten, dass man eine weite Ebene übersieht, lässt sich oft beobachten, dass der Horizont tiefer zu liegen scheint, indem uns durch die in der Tagesperiode sich ändernde Durchsichtigkeit der Luft die äusserste Grenze der sichtbaren Objecte näher gerückt wird. Auch hier tritt also eine Depression ein, aber nicht durch Refraction allein, sondern zum grössten Theile durch die erwähnten Veränderungen der Durchsichtigkeit, welche bewirken, dass uns zu gewissen Tagesstunden die Grenze, längs welcher wir die Berührung der Erde und des Firmamentes erkennen können, so viel näher gerückt wird, dass der Unterschied 4 bis 6 Grade erreichen kann, während die terrestrische Refraction nur auf ungleich kleinere Winkel sich beschränkt.

---

1) Das bekannteste Beispiel ist die scheinbare Vergrösserung der Sonnenscheibe in der Nähe des Horizontes; Sternbilder, auch Berge, Bäume und andere Gegenstände, wenn sie etwas fern sind, erscheinen ebenfalls um vieles zu gross, wenn man sie mit einem kleinen Gegenstande vergleicht, der, wegen seiner Nähe, in gleicher Grösse erscheinen sollte. Der Eindruck auf verschiedene Personen ist sehr ungleich. Ich glaube bemerkt zu haben, dass wiederholte Vergleiche dieser Art das Auge gewöhnen, die gleichen Gesichtswinkel für grosse ferne und für kleine nahe Gegenstände etwas besser zu beurtheilen.

2) HUGI naturhistorische Alpenreisen S. 183.

Am schönsten konnten wir dies Phänomen am Taglioferro, 2967 M. 9132 P.P., erkennen. Es stand unserer Hütte in geringer Entfernung gegenüber, zugleich projectirte sich seine Spitze auf die lombardisch-piemontesische Ebene.

Da unsere Hütte 600' höher war, hätte der Horizont mit geringen Schwankungen stets oberhalb des Taglioferrögipfels bleiben müssen. Doch geschah es ungewöhnlich selten, dass er ihn überhaupt nur erreichte; gewöhnlich war der scheinbare Horizont Morgens unmittelbar nach dem Aufgehen der Sonne 2 bis 3 Grad tiefer, reichte aber gegen 9 Uhr, wo die Durchsichtigkeit eine günstigere zu sein schien, bis nahe an den Gipfel selbst hinauf; nur selten übertraf er ihn. Gegen Mittag hingegen bis gegen 2 oder 3 Uhr wurde der Berg scheinbar immer höher und also die sichtbare Grenze des Horizontes uns immer näher gerückt. Die scheinbare Erhöhung des Berges erreichte zu dieser Zeit nicht selten 5 bis 6°. Gegen Abend schien die Grenze des Horizontes wieder ziemlich gleichmässig bis zum Sonnenuntergang zu steigen.

### 3. Ueber das Alpenglühn und die relative Helligkeit der Schneeflächen.

Jeder Gegenstand, der in östlicher Richtung liegt, hört auf von den Strahlen der untergehenden Sonne beleuchtet zu sein, wenn derselbe bei dem allmählichen Emporrücken des Erdschattens von der oberen Grenze desselben, also vom Dämmerungsbogen, erreicht wird. Dadurch wird nicht nur seine absolute Helligkeit verändert, sondern auch die relative; er hebt sich jetzt dunkel von der Luft im Hintergrunde ab, während stark reflectirende Flächen, wie helle Kalkwände, schneebedeckte Abhänge, bedeutend heller sind als die Theile des Firmamentes im Hintergrunde, so lange sie unmittelbar von den Strahlen der Sonne getroffen werden.

Eine merkwürdige Ausnahme zeigen bekanntlich die Schneemassen der Alpengipfel. Hat der Erdschatten sie erreicht, so verschwindet das Abendroth von denselben, und auch sie heben sich jetzt entweder dunkel vom Hintergrunde ab, oder sie scheinen, ungeachtet der an sich sehr hellen Farbe ihrer Oberfläche, sich kaum vom Firmamente zu unterscheiden<sup>1</sup>.

Wenige Minuten später beginnen aber die Flächen sich wieder hell vom Hintergrunde abzuheben, während gleichzeitig die allgemeine Helligkeit rasch abnimmt. Es ist dies die Erscheinung der zweiten Färbung, die bisweilen auch Al-

1) Eine ähnliche annähernde Gleichheit in der Helligkeit des Himmels und der Schneeflächen lässt sich auch im Winter an schneebedeckten Dächern u. s. w. beobachten; sie sind bisweilen an ganz trübten Tagen so nahe gleich hell mit der Luft, dass die dunkeln Kamine fast ohne Basis erscheinen. Gewöhnlich ist aber doch ein kleiner Unterschied vorhanden, der besonders dann deutlich wird, wenn man das seitliche Licht vom Auge abhält, indem man durch eine Röhre sieht.

penglühen<sup>1</sup> genannt wird, obwohl sie sich weniger durch die Lebhaftigkeit des Lichtes und der Farbe, als durch dessen Gleichmässigkeit und durch seinen Gegensatz gegen den tief violetten Hintergrund auszeichnet. Ueberdies ist die Farbe der Schneeflächen jetzt keineswegs entschieden roth, sondern von mehr grauer, fast schwach metallisch glänzender Art. Ich finde daher die Bezeichnung „zweite Färbung“ besser als „Alpenglühen“, da bei der letztern sehr leicht die wunderbare Pracht, in der bisweilen die Berge im Lichte der untergehenden Sonne erglänzen, mit diesem sehr verschiedenen Phänomene verwechselt wird. Der Ausdruck zweite Färbung, „*seconde coloration*“, ist in den französischen und piemontesischen Alpentheilen die gewöhnliche. Am Mont-Blanc z. B. werden, nach den ganz passenden in Chamouni gebräuchlichen Bezeichnungen, an ganz normalen Tagen folgende Abstufungen unterschieden:

1. Die „*Coloration du Mont-Blanc*“ bei Sonnenuntergang, die brillante rothe Färbung, welche in den deutschen Alpentheilen „Alpenglühen“ heisst. Wegen des erweiterten Horizontes für hohe Gipfel dauert dort die directe Sonnenbeleuchtung noch etwas fort, während die unteren Theile des Berges und die Thäler bereits im Schatten sind. Der beleuchtete Berggipfel trennt sich mit sehr bedeutender Helligkeit von dem ebenfalls noch direct beleuchteten Firmamente im Hintergrunde.

2. Die „*Teinte cadavéreuse*“, das Erbleichen, dessen Anfang mit dem Momente zusammenfällt, in welchem der Dämmerungsbogen mit dem Gipfel des Montblanc die gleiche Höhe erreicht hat. Jetzt geht der Gipfel 2 bis 5 Minuten dunkel gegen den Hintergrund ab. (Wenn der Himmel etwas bewölkt ist, tritt in der relativen Helligkeit keine weitere Veränderung ein.)

3. Die „*Résurrection du Montblanc*“, die zweite Färbung. Die Schneeflächen heben sich entschieden wieder hell vom Hintergrunde ab, und nehmen eine metallisch glänzende, nicht immer ins Röthliche spielende Farbe an.

4 a. Darauf folgt entweder die „*Extinction*“, das Erlöschen, wobei der Gipfel allmählich mit dem Hintergrunde gleiche Helligkeit annimmt und während der (mondlosen) Nacht kaum zu sehen ist, oder

4 b. eine „*Lueur nocturne*“, das nächtliche Glänzen, wobei der Gipfel während des grössten Theiles der Nacht hell vom Himmel abgeht. Dieses letztere ist von der Stellung der Sonne unabhängig; es zeigt sich sowohl in den östlich gelegenen Thälern, Val Ferret und Allée blanche, als es auch bei bedecktem Himmel eintreten kann, wenn, was bisweilen geschieht, die Wolkenhöhe so bedeutend ist, dass ein beträchtlicher Theil der etwas unterhalb des Gipfels gelegenen Firne, z. B. an den Grands Mulets, während der Nacht im Thale sichtbar bleibt.

1) Das brillante Alpenglühen ist immer mit directer Beleuchtung der Berge verbunden. Durch die unregelmässige Vertheilung des Wasserdampfes geschieht es nicht selten, dass die Sonne selbst an solchen Tagen weniger roth ist, indem dann die das Licht färbenden Massen der Wasserdämpfe mehr in östlicher als in westlicher Richtung vom Beobachter liegen.

Es ist auf hohen Bergen in den inneren Theilen der Alpen sehr selten möglich, die Sonne unmittelbar am Horizonte untergehen zu sehen. (In den Ebenen tritt der Untergang der Sonne, durch die Refraction verspätet, gewöhnlich dann ein, wenn die wirkliche Zenithdistanz nahe  $91^\circ$  beträgt.) Gewöhnlich verschwindet die Sonne hinter den wellenförmigen Unebenheiten des Terrains etwas früher, bisweilen hinter Höhen von 2 bis  $3^\circ$  Erhebung.

In Bern fand Herr WOLF<sup>1</sup>, dass die röthliche Färbung der Berge bereits bemerkbar wurde, wenn die Zenithdistanz der Sonne  $85^\circ$  erreichte. Von der Vincenthütte aus und am Pavillon des Aargletschers zeigte sich gewöhnlich an ganz schönen Tagen die erste Färbung bereits etwas früher. Vielleicht hat dies seinen Grund darin, dass die grössere Durchsichtigkeit der Luft die ersten feinen Farbennancen besser zu erkennen erlaubt, als dies an den tieferen Standpunkten der Fall ist.

Das glänzendste Abendroth zeigt sich an den Schneeflächen bei einer Zenithdistanz der Sonne von 87 bis  $89^\circ$ . Die Röthe nimmt nun (an günstigen Tagen) bis zum Untergange der Sonne zu, während die absolute Helligkeit bereits etwas abnimmt. Die äussersten Spitzen der höchsten Alpengipfel bleiben noch beleuchtet, bis die Sonne 2 bis  $3^\circ$  unter den Horizont gekommen ist. Der Gegendämmerungsbogen hat jetzt die höchsten Gipfel erreicht, die sich auch unmittelbar darauf dunkel gegen den Hintergrund abheben.

Nun beginnt sehr rasch die allgemeine Helligkeit sich zu vermindern, während am westlichen Himmel noch ein sehr helles Segment von 8 bis  $10^\circ$  Höhe sich erhält. Die von diesem Lichte beleuchteten Schneemassen fangen jetzt plötzlich an sich wieder hell vom Hintergrunde abzuheben, da die Luft selbst eine viel geringere reflectirende Kraft hat als die weissen Flächen der Berge. Diese relative Helligkeit kann bisweilen so gross werden, dass die Berge aufs neue von der Sonne getroffen scheinen. Ist der Himmel im Westen sehr hell, so erscheinen die Berge deutlich röthlich, auch dann, wenn das Licht am westlichen Himmel verhältnissmässig wenig roth ist; die Röthe der Schneeflächen wird dadurch hervorgebracht, wie das Abendroth, dass die Sonnenstrahlen eine mit Wassergas erfüllte Atmosphäre durchlaufen, und es ist deshalb gewöhnlich bei sehr heiterem Wetter an den Schneeflächen röther als am westlichen Himmel, weil die reflectirten Strahlen einen grösseren Weg zurückzulegen haben, ehe sie in unser Auge gelangen; ja bei sehr starkem und dann gewöhnlich etwas lichtarmen Abendroth sind die Berge dunkler (obwohl noch immer hell gegen den Hintergrund) und zugleich verhältnissmässig weniger roth, als an ganz heiteren Abenden.

KÄMTZ, Meteorologie III S. 65, schreibt ebenfalls die Röthung der Berge beim Alpenglühen dem Beleuchten durch den westlichen Theil des Firmamentes zu; allein

1) Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1852. Diesen sehr belehrenden Aufsätzen über die Färbung des Alpenpanoramas von Bern vor und nach dem Sonnenuntergange liegen Beobachtungen vom Nov. 1850 bis Nov. 1851 zu Grunde.

die charakteristische Eigenthümlichkeit der zweiten Färbung der Alpengipfel ist weniger ihre neue Röthung, als vielmehr der Umstand, dass sie aufs Neue leuchten werden, als das Firmament im Hintergrunde. Die zweite Färbung endet gewöhnlich, wenn die Sonne 95 bis 96° Zenithdistanz erreicht hat; dann beginnen zugleich die Alpengipfel, von den Ebenen am Rande der Alpen gesehen, in der allgemeinen Dämmerung zu verschwinden. Von hohen Bergen und in grosser Nähe gesehen, bleiben jedoch schneebedeckte Berge oft eine lange Zeit der Nacht hindurch hell gegen den Himmel, aber nur in einem so geringen Grade, dass sich dies von der zweiten Färbung nach Sonnenuntergang wesentlich unterscheidet; vergl. oben S. 476 Montblanc 4 b. Ich werde sogleich versuchen, einige ähnliche Fälle näher zu besprechen. Die zweite Färbung selbst (nämlich Nr. 3 S. 476) tritt nicht, wie das zuerst erwähnte Phänomen Nr. 4 b, an Schneeflächen allein auf; sie zeigt sich auf allen Bergen, die stark reflectirende Oberflächen haben; wir hatten schon früher<sup>1</sup> einen sehr ähnlichen Fall angeführt, in welchem die Dolomite des Fassathales diese Erscheinung in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit zeigten.

Diese zweite Färbung zeigte sich, wie das Abendroth an schönen Tagen, mit grosser Regelmässigkeit, und tritt demnach, in Beziehung auf die Häufigkeit, eben so oft auf, als ein mässig schöner Sennenuntergang.

Eine besondere Lebhaftigkeit des Roth, die bisweilen der Ansicht der Alpen einen wundervollen Reiz verleiht, gehört stets der ersten Färbung, nämlich jener durch die directen Strahlen der untergehenden Sonne an; während die zweite Färbung sehr häufig zwar deutlich, aber doch so schwach ist, dass sie leicht übersehen werden konnte.

Vor dem Aufgange der Sonne tritt bekanntlich ebenfalls der Gegendämmerungsbogen auf; aber der Contrast der Helligkeit ist jetzt viel geringer, ebenso wie auch die Morgenröthe viel weniger lebhaft ist als die Abendröthe; es ist daher ungemein selten, dass man die hier besprochenen Erscheinungen des Abends am Morgen in umgekehrter Folge beobachten kann. Obwohl wir in geringer Entfernung von der Vincenthütte die östliche Abdachung des Montblanc in ihrer vollen Breite übersahen, konnten wir doch während unseres Aufenthaltes vom 3. bis 16. September kein einziges Mal die entsprechenden Phänomene vor dem Aufgange der Sonne mit Sicherheit erkennen.

Da ich im Folgenden einige andere Erscheinungen anführen werde, die unterschieden mit einem Selbstleuchten des Schnees und des Eises zusammenzuhängen scheinen, will ich hier zugleich erwähnen, warum man das Alpenglühen oder die zweite Färbung derselben nach Sonnenuntergang zunächst nur der Beleuchtung durch den westlichen Theil des Himmels und keiner Phosphorescenz zuschreiben scheint. (Wenn auch von Schneeflächen die Helligkeit durch Phosphorescenz etwas

1) Untersuchungen u. s. w. 1850 Seite 452.

gesteigert werden sollte, so ist doch jedenfalls dieser Theil des Lichtes nur ein sehr geringer.)

Am wichtigsten dürfte dabei der Umstand sein, dass helle Bergflächen jeder Art, auch wenn sie nicht mit Schnee bedeckt sind, diese Erscheinung zeigen, während die nächtliche Helligkeit (Nr. 4 b) nur an Flächen von Schnee und Eis vorgekommen ist, und zwar unabhängig von dem Vorhandensein eines hellen Abendhimmels und von der Exposition derselben gegen Westen und Nordwesten.

Das Fehlen der entsprechenden Phänomene am Morgen konnte zwar, da es hier mit dem Mangel einer vorhergehenden Insolation zusammenfällt, Phosphorescenz des Abends vermuthen lassen; doch erklärt sich, wie bereits erwähnt, der Mangel des Alpenglühens am Morgen weit einfacher durch die geringeren Gegensätze zwischen dem beleuchteten und dem nicht beleuchteten Theile des Firmaments.

---

Entschiedene Phosphorescenz scheint hingegen bei folgenden Phänomenen einzutreten:

Während der ersten Nachtstunden bemerkt man bisweilen an den schneebedeckten Flächen der Alpengipfel, in den Ebenen im Winter auch an anderen Schneeflächen, eine eigenthümliche Helligkeit, welche in den Alpen gesehen, an die zweite Färbung nach Sonnenuntergang erinnert, und auch häufig unmittelbar an diese sich anschliesst, ohne jedoch, wie ich glaube, mit dieser zusammenzuhängen. Ich führe zunächst einige Beispiele an.

Von der Vincenthütte bemerkten wir mehre Male, besonders in der Nacht vom 12. zum 13. September 1851, dass die Schneeflächen während der ganzen Nacht hell vom Hintergrunde sich erhoben, obwohl das Firmament mit einer gleichförmigen Wolkenschicht bedeckt war; ungeachtet nahe Vollmond war, zeigte nirgends der geringste Glanz einzelner Wolkenstellen das Vorhandensein von Wolkenlücken an, die uns etwa parallactisch verdeckt gewesen wären. Auch in den Thälern Piemonts und der Schweiz bemerkten wir mehrmals eine grössere Helligkeit der Schneeflächen im Gegensatze zum gleichmässig bedeckten Himmel. Da es aber in Thälern nicht möglich ist, den Horizont so gut zu überblicken, wie auf der Vincenthütte, wäre es in diesen Fällen nicht ganz ausgeschlossen gewesen, dass seitliche Beleuchtungen stattfanden, obwohl hier die Abwesenheit des Mondes und die ganze Beschaffenheit des Wolkenhimmels dies nicht erwarten liessen.

Als Beispiele für ähnliche Verhältnisse dürften noch folgende Beobachtungen angeführt werden.

Herr Prof. BERTZ theilte mir mit, dass er bei einem Uebergange über den Col de Bälme in einer ganz finstern Nacht, wobei es nicht möglich war die nächsten Gegenstände zu unterscheiden, den Glacier des Bois über die Breite des Chamounithales ganz deutlich als eine helle Fläche sehen konnte.

Im Wallis wurde 1851 im Winter eine ähnliche Erscheinung an den Flächen der schneebedeckten Abhänge des Rhonethales bemerkt<sup>1</sup>.

Während des Aufenthaltes von AGASSIZ auf dem Pavillon wurde mehrmals eine eigenthümliche Helligkeit des Gletschers, der hier nahe 100 Meter tiefer liegt, bemerkt<sup>2</sup>. Vom Pavillon aus gesehen lag die hellste Stelle unmittelbar am Ufer; als man aber auf dem Eise selbst umherging, lag die hellste Stelle zu den Füßen des Beobachters, also an jener Stelle, die dem Auge am nächsten war.

Man sah die Erscheinung am deutlichsten, wie zu erwarten, in recht finsternen Nächten.

Die hier angeführten Erscheinungen weisen sehr deutlich auf ein Selbstleuchten des Schnees durch Phosphorescenz hin. Schnee und Eis, besonders das letztere in grossen Stücken, phosphoresciren zwar schwach, aber ganz deutlich, wenn sie bei einer Temperatur von mehreren Graden unter 0 dem Licht ausgesetzt und dann in ein dunkles Zimmer gebracht werden. Das Licht scheint ein bläuliches zu sein.

Auch PLACIDUS HEINRICH hat bei seinen zahlreichen Untersuchungen über die Phosphorescenz der verschiedenen Körper das Eis untersucht und schwach phosphorescirend gefunden<sup>3</sup>.

Auch während des Winters 18<sup>52</sup>/<sub>53</sub> hatte ich in Berlin öfter Gelegenheit, eine Helligkeit des Schnees im Grossen zu beobachten, welche deutlich auf eine Phosphorescenz desselben hinzuweisen scheint, besonders am 27. Februar 1853. In der Stadt war es ungemein deutlich, dass die Dächer bei einem ganz grauen und gleichförmig bedeckten Himmel hell vom Hintergrunde sich abhoben<sup>4</sup>. Um ein etwaiges Mitwirken der Beleuchtung in den Strassen auszuschliessen, begab ich mich diesen Abend nach Schöneberg, wo um 9 p. m. die (verhältnissmässig grosse) relative Helligkeit des Schnees sowohl auf den Dächern als auf der Ebene sehr deutlich war. Die Erscheinung trat jedoch während des ganzen Winters verhältnissmässig sehr selten ein, keineswegs in jeder ganz bedeckten und dunkeln Nacht. Eine plötzliche Bewölkung, der noch wenige Stunden vorher eine lebhaftere Insolation vorhergegangen ist, auch starke Kälte in der Nacht, während der Schnee vom Tage her etwas mit Wasser durchdrungen ist, was jetzt gefriert, scheinen besonders günstig zu sein. Dagegen gelang es mir nie diese Helligkeit zu beobachten, wenn kurz vor dem Eintreten der Nacht noch ein frischer Schneefall stattgefunden hatte, obwohl der ganz

1) Cosmos, Revue encyclopédique 1852 S. 356

2) Vergl. DÉSOR, Nouvelles excursions S. 169—172.

3) PLACIDUS HEINRICH über die Phosphorescenz der Körper. Wegen des ungemein schwachen Lichtes phosphorescirender Körper (DROPER Phil. mag. 6 ser. 81—101 schätzte es beim Chlorophon nur auf  $\frac{1}{3000}$  des Lichtes einer schwachen Oellampe) ist es nöthig, dass der Beobachter selbst im dunkeln Raume bleibt und die zu untersuchenden Körper mit möglichst sorgfältigem Ausschliessen andern Lichtes einschließen lässt.

4) Auch Herr Prof. G. WIEDEMANN, den ich bat darauf zu achten, hatte es in dieser Nacht und im Laufe des Winters noch dreimal, aber weniger deutlich gesehen.

frische Schnee immer an sich etwas weisser ist als jener, der bereits einige Tage hindurch den kleinen Niederschlägen des atmosphärischen Staubes ausgesetzt war.

Die mit verhältnissmässig kleinen Körpern angestellten Versuche über Phosphorescenz zeigen allerdings eine weit kürzere Dauer, während die nächtliche relative Helligkeit des Schnees mehrere Stunden, oft die ganze Nacht hindurch anhält. Es könnte dies vermuthen lassen, dass hier ähnliche Lichterscheinungen sich mit der Phosphorescenz verbinden, wie man sie bei dem Festwerden flüssiger Körper hie und da beobachtet hat; dafür scheint besonders der Umstand zu sprechen, dass diese Erscheinung sowohl an Bergen als in den Ebenen vorzüglich dann eintrat, wenn der Schnee vom Tage her etwas mit Wasser durchtränkt war, was Nachts allmählig gefror.

Die relative Helligkeit des Schnees war nie sehr bedeutend, sehr oft, wie erwähnt, so gross, dass man sie bestimmt erkennen, aber doch zugleich nur an solchen Flächen wahrnehmen konnte, die unmittelbar vom Firmamente begrenzt waren<sup>1</sup>.

---

#### 4. Beobachtungen und Bemerkungen über die chemische Wirksamkeit des Lichtes.

Die chemische Wirkung des Lichtes wurde durch die Schwärzung eines mit Chlorsilber imprägnirten Papieres untersucht. Ich benützte dabei das von Herrn SCHALL in Berlin angegebene Verfahren, wobei das Papier zwar nicht sehr empfindlich wird, aber zugleich durch die Präparation eine stets gleiche Empfindlichkeit gesichert bleibt, so lange dieselbe Papierkarte angewandt wird.

Herr SCHALL, der mir erlaubte seine Präparation des empfindlichen Papieres hier mitzutheilen, verfährt auf folgende Weise:

Streifen von leicht geleimten Kartenpapier, etwa von der Stärke des Bristolpapiers, aber von etwas geringerer Glätte und Consistenz, werden zuerst in eine vollkommen gesättigte Salmiaklösung gebracht und verweilen in derselben 2 bis 3 Minuten; dann werden sie zwischen Fliesspapier getrocknet.

Die zweite Präparation geschieht unmittelbar nach dem Trocknen durch Eintauchen in eine Auflösung von Höllenstein in Ammoniak. Diese Flüssigkeit wird

---

1) Es gelang mir nie, ein Maass dieses Helligkeitsunterschiedes aufzufinden. Gewöhnlich wird nach den Versuchen von LAMBERT angenommen, dass für mässig helle Flächen  $\frac{1}{6}$ stel des Helligkeitsunterschiedes hinreicht, um die beiden Flächen als verschieden hell unterscheiden zu können. Bei so schwachem Lichte, wie in den vorliegenden Fällen, dürfte aber der Unterschied gewiss bedeutend weniger betragen haben. — Dass dies nächtliche Leuchten des Schnees nicht vom Luftdrucke begünstigt wird, glaube ich aus einigen Versuchen mit (durch Wärme) phosphorescirenden Flussspathen bestimmt erkannt zu haben. Unter der Luftpumpe, in der sich gleichzeitig ein Thermometer befand, erloschen sie stets nahe in gleicher Zeit mit jenen, die in der freien Luft (bei gleicher Wärme) und ebenfalls in einem ganz dunkeln Raume beobachtet wurden.

so hergestellt, dass in einem nur mässig hellen Raume das Ammoniak auf Höllenstein gegossen und dasselbe nun so lange tropfenweise zugesetzt wird, bis die Trübung der Flüssigkeit verschwindet, ein Moment, der mit einiger Uebung sehr leicht mit grosser Schärfe eingehalten werden kann.

Diese Flüssigkeit wird dann in einem geschwärzten Fläschchen aufbewahrt. Das Papier liess ich gewöhnlich 5 Minuten in der Silberauflösung; dann wurde es (in einem dunkeln Raume) zwischen Fliesspapier getrocknet und in einer nahe luftdicht zugeschraubten Holzbüchse bis zum Gebrauche aufbewahrt.

Die Papiere behalten so ihre Empfindlichkeit 24 Stunden mit grosser Zuverlässigkeit unverändert; bei den Versuchen wurden aber stets Papiere angewandt, die nur wenige Stunden vorher präparirt waren.

Die silberhaltige Flüssigkeit behält eine sehr günstige Gleichförmigkeit ihrer Wirkung bei. Wenn auch nach und nach etwas Ammoniak verdunstet, so entsteht zugleich ein dunkler Silberniederschlag, der aber auf den präparirten Papieren nicht haftet. Ich habe noch jüngst (1854) ein Fläschchen Silberlösung untersucht, das ich bei den Versuchen 1851 benützte, und erhielt ganz gleiche Resultate, wie bei der Anwendung einer ganz frisch hergestellten Auflösung.

Grösse des Apparates. Die beiden Glasfläschchen hatten einen quadratischen Durchschnitt und packten sich so sehr bequem in eine kleine Holzkapsel. Sie waren mit Korken verschlossen, die zugleich mit einer dicken Lage von Siegellack verklebt waren, das bei jedem Schliessen der Flaschen erneuert wurde. Diese Art des Verschliessens schien mir besser als die Anwendung von eingeriebenen Glasstöpseln, da bei so concentrirten Lösungen, wenn sie zugleich beim Transporte geschüttelt werden, häufig zwischen dem Hals der Flasche und dem Glasstöpsel Ablagerungen entstehen, die das Oeffnen der Flaschen fast unmöglich machen.

Die Papiere waren beim Eintauchen so geschnitten, dass sie eine Reihe 10 bis 15 loser Streifen bildeten, die am obern Ende zusammenhingen, und zugleich so lang waren, dass man nie nöthig hatte die benetzten Stellen zu berühren. Die Breite der Streifen betrug 5 M.M., die Länge gegen 10 Centimeter, wovon ein Stück von 5 bis 6 Centimeter Länge in die Flüssigkeiten eintauchte. Wenn man das so geschnittene Papier am obern Ende rollte, so erhielt man eine kleine Rolle, welche man sehr bequem in den Hals der Flaschen einbringen konnte, und deren zu präparirenden unteren Theile durch die Drehung selbst hinreichend weit sich gegenseitig entfernten, um sich nicht zu berühren.

Beobachtung. Das Papier wurde durch eine Klappe, die des besseren Anschliessens wegen mit schwarzem Sammt ausgeschlagen war, gegen die Oberfläche eines rechtwinklichen vierseitigen Kästchens<sup>1</sup> von Holz festgeklemmt. Das Kästchen

1) Es befanden sich in demselben verschiedene Kleinigkeiten, wie Siegellack, Pincette, ein Röhrchen für Beobachtungen ohne seitliches Licht u. s. w.

wurde nun vertical auf die Richtung der Sonnenstrahlen gebracht, indem die Stellung desselben so lange verändert wurde, bis nach keiner Seite ein Schlagschatten entstand.

Die Berührung einer Feder bewirkte, dass sich nun ein Theil der Klappe zurückschlug und ein Streifen des präparirten|Papieres von 2 Centimetern Länge blosgelegt wurde. Die Zeit des Aussetzens betrug 15 Secunden. Dann wurde der Deckel zugeklappt und in einem beschatteten Raume die Schwärze des Papieres mit der Scala verglichen.

Die Scala bestand aus sehr sorgfältig aufgetragenen grauen Tönen, die so fortschritten, dass eine zweimal grössere Zahl des Scalentheiles der Schwärzung entsprach, die bei doppelter Aussetzungszeit eintrat<sup>1</sup>.

Die Beobachtungen SCHALL's im directen Sonnenlichte waren nm 9<sup>h</sup> und 12<sup>h</sup> mit gleichzeitiger Einwirkung des blauen Lichtes des Himmels gemacht<sup>2</sup>; in den Sommermonaten wurden noch um 6 Uhr Morgens ebenfalls Beobachtungen im directen Sonnenlichte angestellt.

Um einen Ueberblick der Veränderungen der chemischen Wirkung des Lichtes zu erhalten, waren zunächst die absoluten Maxima zu vergleichen, da nur diese auf die Abhängigkeit der Intensität der chemischen Wirkung des Lichtes von der Höhe der Sonne zu schliessen erlauben. Die beobachteten Maxima sind in einer verhältnissmässig kurzen Periode von zufälligen Störungen der Durchsichtigkeit nicht völlig befreit, wie die Vergleichung der Zahlen der folgenden Tabelle deutlich zeigt.

Stellt man jedoch der entsprechenden Höhe der Sonne nicht das Mittel der zur gleichen Zeit beobachteten chemischen Wirkungen gegenüber, sondern vergleicht man nur die grösste, die beobachtet wurde, so lässt sich auch aus den Beobachtungen eines Jahres, wie ich glaube, ein allgemeiner Ueberblick dieser Verhältnisse gewinnen.

In der folgenden Tabelle sind Maxima der ganzen Beobachtungsreihe für 12 Uhr und 9 Uhr Morgens zusammengestellt. Die entsprechende Höhe der Sonne H wurde für 12 Uhr erhalten aus

$$H = 90 - \varphi + \delta$$

1) Ich halte es jedoch nach einigen neuen Versuchen für besser, nur die Zeit der Aussetzung zu verändern, bis die erhaltene Färbung mit einer bestimmten Nuance übereinstimmt.

2) Andere Beobachtungen, Mai und Juni um 4<sup>h</sup> p. m., die anderen Monate um 3<sup>h</sup> p. m. das ganze Jahr hindurch, wurden im Schatten eines Hauses mit Ausschluss des directen Sonnenlichtes gemacht. Die Maxima dieser Beobachtungszeiten waren:

Januar	3 <sup>h</sup>	6 W.	Juli	3 <sup>h</sup>	22 W.
Februar	"	9	August	"	20
März	"	12	September	"	19
April	4	10	October	"	13
Mai	"	16	November	"	5
Juni	"	16	December	"	4

wobei  $\varphi$  die Polhöhe,  $52^{\circ}30'$ ,  $\delta$  die Declination der Sonne bezeichnet; für die Beobachtungen um 9 Uhr (und jene um 6 Uhr) Morgens aus der Formel

$$\sin H = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t;$$

es genügte vollkommen, nur die ganzen Grade zu berechnen.

Maxima der chemischen Wirkung des Lichtes in Berlin.

April bis December 1851. Januar bis März 1852.

Monat.	Beobachtungen um 12 <sup>h</sup> .			Beobachtungen um 9 <sup>h</sup> a. m.		
	Tag.	Chem. Wirkung.	Sonnenhöhe.	Tag.	Chem. Wirkung.	Sonnenhöhe.
Januar	3	12	14,5°	11	12	6°
	15	14	16			
Februar	24	24	28	10	19	13
	25	22	28			
März	22	33	38	25	26	27
	31	36	41,5			
April	2	28	42	22	24	36
	22	28	49,5			
Mai	22	30	58	24	28	43
	29	30	59			
Juni	29	42	65	11	32	45
	30	44	60,5	20	36	45
Juli	23	44	57,5	5	42	45
	30	44	56	31	42	43
August	7	44	54	7	45	40
	13	44	52	30	42	32
	21	44	50			
September	18	37	39,5	13	37	27
	23	36	37,5	27	36	24
October	1	38	34	16	31	18
	11	36	30,5			
	19	33	28			
November	8	15	21	11	14	8
December	19	12	14			
	28	11	14	22	8	5

Ich versuchte, durch graphische Interpolation für 12 Uhr und 9 Uhr die Curve der Maxima der chemischen Wirkung, welche einer bestimmten Sonnenhöhe entsprechen, zu construiren; da die beiden Reihen um 12<sup>h</sup> und um 9 Uhr<sup>1</sup>, besonders bei geringer Sonnenhöhe, nicht unbedeutende Unterschiede zeigten, wurde jede Curve einzeln construirt.

Die günstigsten Tage fielen in den August, der auch den absolut grössten Werth, 45° der photometrischen Scala, lieferte, und zwar um 9 Uhr Morgens. Es lässt sich daher erwarten, dass in anderen Jahren, in welchen die günstigsten Witterungsverhältnisse zugleich mit der grössten nördlichen Declination der Sonne zusammenfallen, noch etwas intensivere Wirkungen des Lichtes beobachtet werden können.

Aus der Construction der Curven, die auch in Taf. XVII enthalten sind, ergaben sich folgende Maxima-Werthe für die chemische Wirkung bei verschiedenen Sonnenhöhen um 9 Uhr und um 12 Uhr.

Maxima der chemischen Wirkungen des Lichtes aus den Beobachtungen zu Berlin  
52° 30' N.Br. berechnet.

Sonnenhöhe.	Chemische Wirkung um		Ch. W. 9 <sup>h</sup> – Ch. W. 12 <sup>h</sup>
	9 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	
5°	8,5	—	
10	19	—	—
15	27,5	14	13,5
20	32,5	24	8,5
25	36,5	30	6,5
30	40	35	5,0
35	43	39	4,0
40	44	42	2,0
45	45	44	1,0
60	—	(46?)	—

Bei noch früheren Beobachtungsstunden als 9 Uhr scheint derselbe Unterschied noch fortzudauern.

Bei 15° Sonnenhöhe war im Juli (am 24sten) Morgens 6 Uhr das beobachtete Maximum der chemischen Wirkung 32 Grad, während das entsprechende Maximum um 9 Uhr nur 27,5, um 12 Uhr nur 14° zu erreichen scheint.

Diese Erscheinung hängt wohl zum grössten Theile von den täglichen Veränderungen der Feuchtigkeit ab, welche zugleich die Durchsichtigkeit der Atmosphäre modificirt.

1) Der scheinbare Durchmesser der Sonne ist im December um mehr als 1 Minute, also nahe um den 30sten Theil grösser als im Juni; dies scheint sich aber hier nicht bemerkbar zu machen, da gleichzeitig die Feuchtigkeitsverhältnisse so wesentliche Veränderungen erfahren.

Die Durchsichtigkeit ist in den Morgenstunden stets grösser als Mittags, es wird also auch die Absorption durch die Atmosphäre geringer sein, wenn eine bestimmte Sonnenhöhe bereits um 9 Uhr Morgens erreicht ist; grösser hingegen, wenn dieselbe Höhe erst gegen Mittag erreicht wird. Dieselbe Ursache bedingt zugleich, dass in den ersten Nachmittagsstunden, besonders zwischen 2 bis 4 Uhr, die chemische Wirkung des Lichtes geringer ist als in den Vormittagsstunden, denen dieselbe Sonnenhöhe entspricht. Die Beobachtungen SCHALL's geben darüber keinen unmittelbaren Aufschluss, da sie des Nachmittags im Schatten angestellt waren. Ich selbst versuchte jedoch im Frühling und Sommer 1853, durch wiederholte Beobachtungen die Wirkung um 9 Uhr und um 3 Uhr an möglichst günstigen Tagen zu vergleichen. Ich erhielt als Mittel:

Mittel verschiedener Beobachtungen bei 45° Sonnenhöhe.

um 9 Uhr 36°

„ 12 „ 38°

„ 3 „ 35°

Die günstigsten Tage für die chemische Wirkung des Lichtes am Mittage, ebenso für die Stärke der gleichzeitigen Insolation, und besonders für die Grösse der Durchsichtigkeit, sind, wie ich mich oft zu überzeugen Gelegenheit hatte, nur selten solche Tage, welche ganz frei von Wolken sind; gewöhnlich ist dann Mittags ein allgemeiner lichter Dunst verbreitet, der die Wirkung des Lichtes schwächt; Morgens ist sehr oft die Durchsichtigkeit auch bei ganz wolkenfreiem Himmel dem Maximum sehr nahe; Mittags scheinen Tage mit Haufenwolken oder selbst grösseren, aber gut begrenzten Wolkenbildungen die günstigsten zu sein.

Ich benützte durch die Güte des Herrn Prof. DOVE die Aufzeichnungen des meteorologischen Institutes für Berlin, um die Bewölkung mit der Intensität der chemischen Wirkung zu vergleichen; diese Beobachtungen waren zwar nicht um 12 Uhr, sondern um 2 Uhr angestellt, können aber dessen ungeachtet zu einer annähernden Vergleichung dienen.

An denselben Tagen, an denen die oben Seite 484 angeführten Maxima jedes Monates beobachtet wurden, war der Zustand des Himmels unter 29 Fällen

9 mal heiter,

12 „ halbheiter,

5 „ zeigten sich grössere Wolkenmassen.

Ich benützte zugleich Prof. DOVE's Tabellen, um die Monatsmittel der beobachteten chemischen Wirkung mit Werthen zu vergleichen, die annähernd die mittlere Bewölkung ausdrückten, indem ich für die Bezeichnungen des Journals: heiter, halbheiter bis trübe und Regen, Zahlen von 0 bis 100 substituirte.

Die beiden Mittelwerthe sind in der folgenden Tabelle enthalten; ihre Vergleichung, wenn sie auch nur eine ganz oberflächliche sein kann, scheint doch zu zeigen, dass der verhältnissmässig grosse Werth für den August wesentlich seinen

Grund in den Witterungsverhältnissen dieses Jahres hatte, und dass in Jahren von gleicher Bewölkung für Juni, Juli und August das Maximum des Monatsmittels wohl für den Juni erwartet werden dürfte.

Mittlere chemische Wirkung des Lichtes, verglichen mit der mittleren Bewölkung.  
Berlin 18<sup>51</sup>/<sub>52</sub>.

Monat.	Intensität der chemischen Wirkung.	Bewölkung.	Monat.	Intensität der chemischen Wirkung.	Bewölkung.
Januar	7,7	77	Juli	30,7	62
Februar	10,1	76	August	32,0	44
März	19,7	71	September	23,3	78
April	14,4	70	October	17,6	63
Mai	17,6	70	November	8,5	70
Juni	24,5	55	December	8,5	77

Um die chemischen Wirkungen des Lichtes in grossen Höhen zu untersuchen, wo bekanntlich die Durchsichtigkeit der Atmosphäre grösser ist, benützte ich einen Apparat, der mit jenem, den SCHALL in Berlin anwandte, möglichst vergleichbar war, auch das eingetauchte Papier war ganz genau dieselbe Sorte; die erhaltenen Resultate konnten daher auch mit den in Berlin angestellten Beobachtungen verglichen werden, da ich mich überdies durch directe Versuche überzeugt hatte, dass eine Temperaturveränderung von nahe 30° C. keinen bemerkbaren Unterschied in der Färbung des dem Lichte ausgesetzten Papieres hervorbrachte.

Um unmittelbar den Einfluss des Luftdruckes zu prüfen, wurden zwei Papiere gleichzeitig durch Abheben einer schwarzen Pappschachtel dem directen Sonnenlichte und dem zerstreuten Lichte in einem Zimmer ausgesetzt; zugleich lag jedesmal das eine dieser Papiere unter der Glocke einer Luftpumpe bei 420 M.M.<sup>1</sup> Luftdruck, das andere befand sich unter einer ganz ähnlichen Glocke, unter welcher der Luftdruck wie aussen jedesmal nahe 760 M.M. war.

Bei jeder Wiederholung dieser Versuche zeigte sich, dass auch der Luftdruck auf die Färbung des Papieres ohne einen an der Scala ablesbaren Einfluss blieb, obwohl die Zeit der Aussetzung im zerstreuten Lichte bei einigen Versuchen und schwachem Lichte statt 15 Secunden auf 4 Minuten verlängert wurde.

Die letzten Versuche wurden erst nach unseren Beobachtungen in Piemont in Berlin gemacht; der erstere Versuch aber auf der Vincenthütte selbst<sup>2</sup>.

1) Die Verdünnung wurde an einer gewöhnlichen Luftpumpe durch Einbringen eines Aneroids bestimmt.

2) Es befand sich dort, noch von der Zeit des früheren Bergbaues im Stollenberge, ein Blasebalg, den wir benützten eine Schaufel sehr zu erwärmen, die dann etwas unterhalb des Thermometers angebracht wurde.

Indem ich die vereinzeltten Beobachtungen übergehe, da es bei diesen sehr schwer ist die wirklichen Maxima von solchen Beobachtungen zu unterscheiden, bei denen Störungen der Durchsichtigkeit der Luft die Resultate veränderten, theile ich zunächst die Beobachtungen auf der Vincenthütte mit. Die Zeit der Aussetzung war 15 Secunden.

Die Höhe der Sonne über dem Horizonte war, für den 10. September berechnet, folgende:

7 <sup>h</sup>	13°	10 <sup>h</sup>	41½°
8 <sup>h</sup>	24°	11 <sup>h</sup>	47°
9 <sup>h</sup>	33°	12 <sup>h</sup>	49°

Um 12 Uhr Mittags waren wir, wie bereits früher erwähnt, sehr häufig Stunden lang in Wolken und Nebel eingehüllt, innerhalb derselben färbte sich das Papier nur sehr wenig, wozu gewiss auch die rothe Färbung des Lichtes beim Eindringen in die Nebelmasse wesentlich beitrug; wir erhielten dann in 15 Secunden gewöhnlich nur eine Färbung gleich 1 bis 2 der Scala<sup>1</sup>.

Wir hatten während unseres 14tägigen Aufenthaltes nur zwei sehr günstige Tage für diese Beobachtungen, die wir um so eifriger für dieselben benützten, weil uns bereits die bisherige sehr geringe Färbung aufgefallen war; nächst dem 10. und 16. Sept. war der 4. der reinste, den ich zur Vergleichung noch beifüge.

Chemische Wirkung des Lichtes<sup>2</sup>.

Vincenthütte 3162 M. 9734 P.F. September 1851.

Stunde.	September		
	4.	10.	15.
7 <sup>h</sup> a. m.	5	8	8
8 "	8	10	—
9 "	12	11	10
10 "	12	14	13
11 "	13	16	16
12 "	13	16	17
1 <sup>h</sup> p. m.	12	15	16
2 "	11	13	15
3 "	—	10	10
4 "	—	9	—
5 "	—	6	4

1) Auch bei klarer Luft am Beobachtungspunkte selbst, aber bei starker allgemeiner Bewölkung, besonders wenn die Höhe der Wolken nicht bedeutend ist, können in den Ebenen oft überraschend geringe Färbungen des Chlorsilberpapiere vorkommen. Das Mittags-Minimum vom Juni betrug bei SCHALL'S Beobachtungen während eines Gewitters einmal nur 7, ein anderes Mal nur 2° seiner Scala.

2) Vergl. A. VON HUMBOLDT'S Bemerkungen über die Ungleichheit der chemischen Wirkung des Lichtes zu Stunden, die gleich weit vom Mittag abstehen.

Die chemische Wirkung ist auffallend gering. In Berlin zum Beispiel betrug sie, ebenfalls bei ganz schönem Wetter, am 10. September um 9 Uhr Morgens 32, am 15ten 36 Grade.

In Turin erhielten wir mit derselben Flüssigkeit, die wir bereits auf der Vincenthütte benützt hatten, noch am 6. October 1851 29 Grade; an unserem Papiere und an der Art des Präparirens der Auflösungen, die stets dieselben waren, kann es demnach nicht gelegen haben. Dass der Luftdruck unmittelbar keine geringere Färbung des Papieres bedingt, ebenso wenig die Unterschiede der Lufttemperatur, ist ebenfalls bereits erwähnt worden.

Dass in grossen Höhen die chemische Wirkung des Lichtes auf die Chlorsilberpapiere sich bedeutend geringer zeigt, ergeben auch viele vereinzelt unserer Beobachtungen; z. B. am Gipfel des Monte-Rosa, 4648 M. 14284 P.F., hatten wir an einem Tage, dessen Durchsichtigkeit wir an einer der grossartigsten Rundsichten beurtheilen konnten, nur 10° des Photometers, am 28. Aug. 1851; auf der Vincentpyramide, am 12. September, ebenfalls bei den günstigsten Wetterverhältnissen, 14° (13003 P.F.).

Dieses Resultat war uns allerdings ganz unerwartet. Wir hatten früher, Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 440, berichtet über einige Wiederholungen von SAUSSURE's Experimenten mit gefärbten Papieren; SAUSSURE selbst hatte Bänder angewandt, deren Farbenveränderungen noch langsamer einzutreten scheinen, als jene an Papieren, die mit Krapplack gefärbt waren. Sowohl bei SAUSSURE als bei uns hatte sich ergeben, dass die Bänder damals oben etwas rascher gebleicht wurden als unten. Als wir aber jetzt diese Versuche wiederholten, und zugleich die mit Chlorsilber präparirten Papiere damit verglichen, zeigte sich, dass die gefärbten Bänder nur an solchen Tagen oben rascher gebleicht wurden, an welchen vorüberziehende Nebel und darauf folgende grelle Sonnenbeleuchtung abwechselten; oder an Tagen, während welcher die Atmosphäre dem Sättigungspunkte so nahe war, dass die Bänder durch hygroscopisches Ansaugen des Wassers beständig etwas feucht waren. Da in den tieferen Regionen an schönen Tagen, besonders Mittags, die Atmosphäre vom Sättigungspunkte stets viel weiter entfernt ist, als an den hohen Punkten, so tritt vorzugsweise an den letzteren diese fortwährende Befeuchtung ein, und wirkt dann wie das Begiessen der Leinwand auf das Bleichen derselben. An schönen und zugleich sehr trockenen Tagen war auch an sehr hohen Orten keine Beschleunigung des Bleichens zu bemerken. (Ueberdies erfordert diese Methode ein Aussetzen von Bändern oder von carminrothen Papieren von mehreren Stunden, ehe ein sichtbarer Unterschied der Färbung zwischen dem besonnten und dem nicht dem Lichte ausgesetzten Theile bemerkbar wird.) —

Die Versuche mit den photometrischen Papieren wurden auch 1852 in den bayrischen Alpen wiederholt, nachdem ich mich zugleich mit einem anderen Photometer, aus zwei gegen einander verdrehbaren NICHOL'schen Prismen bestehend, ver-

sehen hatte. Am vorderen Ende des kleinen Apparates war eine Scheibe aus mattem Glase angebracht, welche eine excentrisch gestellte kleine Marke trug; das Verschwinden und Wiedersichtbarwerden der Marke bei einer bestimmten Drehung war das Maass der Helligkeit der Beleuchtung.

Da die Abnahme der Helligkeit nahe der relativen Umdrehung um  $90^\circ$  für gleiche Drehungen rascher sich verändert, als bei geringeren Veränderungen der gegenseitigen Stellung der Prismen, wurden noch einige matte Gläser vorgelegt, welche bewirkten, dass der Punkt bereits unsichtbar wurde, wenn der Zeiger auf nahe  $50$  statt auf  $90^\circ$  stand. Dieser kleine Apparat wurde auf dem Kramer (6085') und auf dem Krotenkopfe (6000') mit dem Photometer verglichen. Für das Photometer hatte ich zugleich während dieser Tage correspondirende Beobachtungen in Partenkirchen (durch die Gefälligkeit meines Bruders Adolph)<sup>1</sup>.

Die chemische Wirkung war gleichzeitig am Krotenkopfe um  $4^\circ$ , am Kramer um  $3^\circ$  geringer als in Partenkirchen, während die NICHOL's in der Helligkeit der Sonnenscheibe selbst keine Veränderung erkennen liessen.

Die geringere chemische Wirkung des directen und<sup>2</sup> zerstreuten Lichtes in grossen Höhen scheint vorzüglich von der Helligkeit des Himmels bedingt. Während in geringeren Breiten, z. B. in der heissen Zone, bei zunehmender Dunkelheit des Himmels für gleiche Stunden auch die Höhe der Sonne wächst, ist für grosse Höhen nur das Abnehmen in der Helligkeit<sup>3</sup> des Blau übrig, was allerdings theilweise durch die etwas geringere Absorption des directen Lichtes ersetzt wird. Da gerade das Blau die wirksamste Farbe ist, so scheint die bedeutende allgemeine Dunkelheit des Himmels in grossen Höhen zugleich der wesentlichste Grund davon zu sein, dass die chemische Wirkung des Lichtes eine geringere ist<sup>4</sup>.

Einigen Antheil daran scheint auch der Umstand zu haben, dass das Firmament unmittelbar neben der Sonne, von den Ebenen gesehen, gewöhnlich sehr hell ist und dort einen deutlichen oft mehrere Grade hellen Schein um die Sonne bildet. Ueberdies ist im Allgemeinen hier der Himmel in ziemlicher Entfernung von der Sonne auch stets etwas heller als auf der entgegengesetzten Seite in gleicher Höhe

1) Auf der Zugspitze konnte der Versuch wegen des Nebels nicht gemacht werden.

2) Es gelang mir nicht, das directe Sonnenlicht allein auf das photographische Papier wirken zu lassen, da wir keine Vorrichtung hatten, um das Papier in einer so engen Röhre genau in die Richtung der Sonnenstrahlen zu bringen und in derselben zu erhalten. (Wir hoffen bei späteren Versuchen unseren Heliostaten dazu benützen zu können.)

3) Man nimmt gewöhnlich an, dass das vom Himmelsgewölbe reflectirte Licht den achten Theil des Gesamtlichtes betrage; diese Annahme bezieht sich aber nur auf niedrige Punkte in mittleren Breiten.

4) Der wesentliche Antheil, den das vom blauen Himmel reflectirte Licht an der chemischen Wirkung des vollen Tageslichtes mit Einschluss der directen Besonnung hat, zeigt sich ungemein deutlich, wenn man die Wirkung des zerstreuten Lichtes allein an chemischen Papieren beobachtet. Die Färbung, die solche Papiere im Schatten noch annehmen, ist verhältnissmässig bei weitem intensiver, als photometrische Vergleichenungen anderer Art zwischen dem directen Sonnenlichte und dem zerstreuten Tageslichte ergeben.

über dem Horizonte; befindet sich der Beobachter so im Schatten, dass nicht sehr viel des Firmamentes, seitlich von der Sonne, verdeckt ist, so lässt sich an reinen Tagen zu allen Stunden die Stellung der Sonne aus der Vertheilung der Helligkeit am Firmamente erkennen. In grossen Höhen aber fehlt der helle Raum neben der Sonne, mit Ausnahme der Morgen- und Abendstunde, fast gänzlich, und die Helligkeit des Blau ist so gleichmässig in jeder Richtung vertheilt, dass man im Schatten eines Berges stehend kaum anders als aus der Richtung des Schattens die Gegend, in welcher die Sonne steht, erkennen kann.

Einige kleine Beobachtungen am 28. Juli 1851 während der Sonnenfinsterniss, am Rigi (5574'), zeigten, dass die Helligkeit der Sonne, wenn man sie ganz allgemein der Grösse der unbedeckten Fläche annähernd proportional setzte, ungleich langsamer sich änderte, als die Färbung des Papieres. Hier hatte wohl ebenfalls die grosse Dunkelheit des Himmels, also die bedeutende Verminderung des reflectirten blauen Lichtes einen wesentlichen Einfluss; zugleich entstanden, wie sich von diesem Standpunkte an den sonst weissen oder nur wenig röthlich-gelben Flächen der schneebedeckten Berge dieses schönen Panoramas erkennen liess, entschiedene Trübungen durch Condensation des Wasserdampfes, da die Temperatur dem Thaupunkte sich bedeutend näherte; gleichzeitig traten auch röthliche Färbungen an allen Schneebergen auf; diese Einwirkung der Atmosphäre auf das durchfallende Licht muss ebenfalls wie zur Zeit des Sonnenauf- und Unterganges zur Verminderung der chemischen Wirkung des Lichtes viel beigetragen haben. Die Färbung des Papieres war vor der Finsterniss 28, um 4 Uhr, nahe der Zeit der grössten Dunkelheit, 2,0, nach der Finsterniss, 5<sup>h</sup> 10', 22<sup>1</sup>.

Bei sehr sorgfältigen Beobachtungen über das Sonnenspectrum<sup>2</sup>, welche KUHN in München während der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851 angestellt hatte, zeigte sich, dass die Linien und Streifen während der verschiedenen Phasen der Finsterniss denselben unveränderlichen Ort beibehielten, den sie zu anderen Zeiten eingenommen haben, indem die Messungen, die vor, nach und während der Finsterniss angestellt wurden, keine merklichen Unterschiede wahrnehmen liessen.

Die Intensität der Farben wurde nicht nur viel geringer als unter den gewöhnlichen Verhältnissen gefunden, sondern es zeigten sich auch in Bezug auf die Ausdehnung der Farbestreifen besondere Unterschiede.

1) Dass die chemische Wirkung durch die gleichzeitig eintretende Färbung wesentlich verändert war, liess sich aus folgender kleinen Beobachtung deutlich sehen.

In einem etwas verdunkelten Zimmer, in welchem die Färbung des Papieres in 15 Secunden nur 2 wird, ist es kaum möglich kleinen Druck in der gewöhnlichen Entfernung zu lesen. Am Rigi aber konnten wir um 4 Uhr die Zahlen der KÖHLER'schen Logarithmentafeln ohne alle Anstrengung in der Entfernung des deutlichen Sehens lesen.

2) Bulletin phys. et mathém. St. Petersburg T. XI.

Die Beobachtungen des Spectrums wurden um 1 Uhr Mittags begonnen und bis gegen  $2\frac{1}{2}$  Uhr fortgesetzt. Nach dem Eintritt, den man hier um  $3^h 7' 52,0''$  wahrnahm, wurden die Lichtbeobachtungen bis  $4^h 40'$  fortgesetzt. Das Ende der Finsterniss trat  $32' 22,1''$  später ein.

Von 4 Uhr an liess sich ganz deutlich eine allmähliche Ausbreitung des grünen Streifens gegen das Blau hin wahrnehmen; nach und nach sah man den blauen Streifen verschwinden, und konnte zugleich seine Anfangsstelle sowie seine andere Grenze während des Verschwindens deutlich unterscheiden. Dagegen wurde vom grünen Streifen fast der ganze hellblaue Antheil des Spectrums verdeckt. Nach und nach wurde auch der violette Antheil des Spectrums viel schmaler; an seine Stelle trat ein Dunkelgrau — eine farblose Stelle — und von  $4^h 15'$  bis  $4^h 28'$  konnte vom blauen und violetten Streifen nichts mehr wahrgenommen werden; gegen  $4\frac{1}{2}$  Uhr trat zuerst wieder der violette und gegen  $4^h 33'$  der blaue Streifen deutlich hervor, bis gegen  $4^h 40'$  das Spectrum wieder seine sämtlichen Farbenabstufungen zeigte; jedoch war die Intensität des Lichtes noch immer sehr schwach; im gelben Streifen war dies besonders auffallend.

Von einzelnen Farbenstreifen konnten die Grenzen während der Finsterniss ziemlich deutlich angegeben werden, wenigstens so deutlich, wie es sonst unter keinerlei Verhältnissen der Fall war.

Die Anzahl der Linien wurde nach und nach während der Finsterniss im Roth und Orange auffallend geringer, um so auffallender war die Vermehrung der dunkeln Linien im Violet und an der Stelle, den der violette Streifen im Spectrum gewöhnlich einnimmt.

---

## CAP. XV.

## ÜBER DIE VERBREITUNG UND DIE AUSDEHNUNG DER GLETSCHER IN DEN VERSCHIEDENEN ALPENGRUPPEN.

## INHALT.

Erläuterung der allgemeinen Darstellung. Untersuchung der einzelnen Alpen-theile. Mittlere Resultate für die Zahl der Oberfläche; für die Tiefe, bis zu der die Gletscher hinabreichen. Zusammenhang mit den climatischen Verhältnissen.

---

### Erläuterung der Tafel XVIII.

In der folgenden Abhandlung habe ich versucht die Zahl der Gletscher, die Fläche, die sie bedecken, und die Tiefe, bis zu welcher sie in die Thäler herabsteigen, in den verschiedenen Theilen der Alpen zu vergleichen.

Die Untersuchung dieser Verhältnisse lässt zunächst die Bedingungen erkennen, unter welchen sich die Gletscher vorzugsweise bilden. Sie bietet zugleich Gelegenheit die Grösse der Einwirkung zu beurtheilen, welche diese Eismassen auf die Vertheilung der Wärme ausüben können.

---

Die Zahl der Gletscher suchte ich theils nach unseren eigenen Beobachtungen in den verschiedenen Theilen der Alpen, theils mit Benützung der grösseren Karten zu bestimmen. Besonders war es uns dabei sehr wichtig, dass uns mit grosser Zuvorkommenheit gestattet wurde, die Karten des österreichischen, sardinischen und französischen Generalstabes für die betreffenden Alpen-theile während unserer Reise von 1851 in den Originalaufnahmen selbst zu vergleichen.

Die Unterscheidung der Gletscher vom Terrain ist zwar auf diesen Karten nicht immer auf gleiche Weise ausgedrückt; vergleicht man jedoch zuerst Alpen-theile, für welche man die zu untersuchenden Verhältnisse bereits kennt, mit ihrer Darstellung auf der Karte, so wird es sehr leicht, die Bezeichnungsweise derselben sicher zu beurtheilen und auch für einzelne nicht besuchte Theile die Zahl und die Grösse der Gletscher daraus abzuleiten.

Bei der Trennung der Gletscher erster und zweiter Ordnung, den primären und secundären Gletschern, ist gewiss die Grösse einer der besten Anhaltspunkte. Man kann 15000 bis 18000 Fuss Längenentwicklung, mit Einschluss der Krümmungen, als Minimum für die Gletscher erster Ordnung annehmen. Aber secundäre Gletscher im Allgemeinen unterscheiden sich zugleich durch ihre Lage, durch das gegenseitige Verhältniss der Länge und Breite und durch ihre Neigung. — Sie liegen gewöhnlich in hohen Seitenthälern, in muldenförmigen Vertiefungen der Bergzüge; sie sind also im Verhältnisse zu ihrer Breite weniger lang und gewöhnlich auch weit stärker geneigt. Nur an Punkten, wo grössere Gletscher fehlen, kömmt es bisweilen vor, dass secundäre Gletscher durch ihre Lage im Hauptthale und durch ihre sehr geringe Neigung den primären ähnlicher werden. In diesem Falle muss zunächst die Grösse entscheiden.

Zu den secundären Gletschern wurden im Folgenden auch einige ziemlich grosse und regelmässig gestaltete gezählt, wenn sie sich zur Seite eines Hauptgletschers befinden und diesem so nahe stehen, dass sie bei einiger Ausdehnung mit ihm zusammenstossen und dann nur einen Zufluss desselben bilden würden. Als Beispiele nenne ich den oberen Aletschgletscher im Berner Oberlande, den Hochjochgletscher in der Oetzthalergruppe u. s. w.

Die Neigung allein kann am wenigsten über diese Eintheilung entscheiden. Bei den primären Gletschern ist sie zwar im Allgemeinen sehr gleichmässig und gering, 3—10°. Bei den secundären Gletschern ist sie hingegen sehr verschieden. Einzelne, wie die Madatschgletscher, nordöstlich vom Gipfel des Ortles, sind sehr steil; andere, z. B. der Rothemoosgletscher im Gurglerthale, sind eben so flach und regelmässig wie die primären Gletscher.

Das Auftreten der Gletscher in den Alpen ist auf die höheren Gruppen derselben beschränkt. Sie erstrecken sich von dem nord-südlich streichenden Theile der cottischen Alpen über die ganze Masse der Centralalpen bis zu den östlichen Theilen der Tauernkette.

Die südlichsten Gletscher sind jene in den französischen Alpen. Den östlichsten fand ich in Kärnthén (nach den österreichischen Karten) auf dem Hafnerberge im Villacher Kreise.

In der Abschätzung sowohl der Zahl als der Grösse der Gletscher ist es nicht immer möglich, alle Einzelheiten mit Schärfe zu bestimmen. Um jedoch wenigstens innerhalb der einzelnen Gruppen jene Verhältnisse erkennen zu lassen, welche mir als die wesentlichsten Anhaltspunkte dienten, werde ich im Folgenden die Details für die einzelnen Alpentheile vorlegen.

Ich möchte zugleich erwähnen, dass für die allgemeinen Resultate nur mittlere Werthe berücksichtigt wurden, und diese gerade durch die grosse Zahl der unterschiedenen Gruppen den wahren Verhältnissen wohl ziemlich nahe gebracht sind.

In einer graphischen Darstellung (Tafel XVIII) versuchte ich die Vertheilung

der Gletscher erster Ordnung, die Höhe der Schneegrenze und die mittlere Höhe der secundären Gletscher zu vereinigen. Die Gruppen, durch verticale Striche getrennt, entsprechen jenen grösseren geographischen Abtheilungen, welche man gewöhnlich in den Alpen unterscheidet. Innerhalb derselben wurden mehrere Male noch andere einzelne Gruppen berücksichtigt. Bis zum Mont-Blanc ist der Durchschnitt nach Norden, von hier nach ONO. gerichtet. Der Längenmaassstab verhält sich zum Höhenmaassstabe gleich 1 : 20.

Am oberen Rande jeder einzelnen Gruppe sind die vorzüglichsten Berge derselben vereinigt; um ihre Formen noch möglichst kenntlich zu erhalten, wurden die Neigungen nicht in dem entsprechenden Verhältnisse steiler gemacht. Die Schneegrenze ist durch eine punktirte Linie, die Zone der secundären Gletscher durch ein dunkleres Weiss unterschieden. Einige sehr steil geneigte Gipfel, nämlich der Mont-Viso, der Mont-Cervin und die oberste Spitze des Monte-Rosa, wurden als schneefreie Felsen eingetragen, da an ihnen wegen der Steilheit des Terrains der Schnee nicht haftet, obwohl sich ihre Gipfel weit über die Schneelinie erheben.

Die Gletscher erster Ordnung sind mit ausgezogenen Linien, einige secundäre Gletscher mit punktirten Linien conturirt. Die einzelnen Gletscher folgen sich von West nach Ost; da die ganze Alpenkette auf eine Fläche projicirt ist, so konnte es nicht vermieden werden, Gletscher, die auf verschiedenen Abdachungen liegen, hier unmittelbar neben einander zu stellen.

Die Höhe der Gletscherenden wurde mit SCHL. bezeichnet, wenn sie entweder aus unseren Bestimmungen allein oder aus dem Mittel zwischen diesen und anderen Beobachtungen abgeleitet wurde; wo keine Höhe bestimmt war, wurde eine annähernde Höhe aus dem zunächst liegenden direct bestimmten Punkte und der Neigung der Thäler abgeleitet. Die Breite der Streifen schliesst sich annähernd den Oberflächen der Gletscher an.

Betrachten wir nun die Gletscherverhältnisse der einzelnen Alpentheile.

## Untersuchung der einzelnen Alpentheile.

### Cottische Alpen.

Nur in der Nähe des Mont-Pelvoux befinden sich einige grössere Gletscher<sup>1</sup>, nämlich:

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) Glacier d'Arlefroide | 5781' 1880 M. GUERIN,  |
| 2) „ du Mont de Lans    | 6773' 2200 M. VILLARS, |

<sup>1)</sup> Nach BRAVAIS Géographie phys. de la France 153.

- |    |   |                            |       |         |          |
|----|---|----------------------------|-------|---------|----------|
| 3) | „ | de la Grave                | 6003' | 1950 M. | BRAVAIS, |
| 4) | „ | de l'Arsine oder du Casset | 5445' | 1772 M. | GUERIN.  |

Mittlere Höhe 6000' 1950 M.

Die Gletscher auf der Westseite, jene von Chardon, Turbat, la Bérarde und la Bonnepierre, können wohl nur zu den Gletschern zweiter Ordnung gerechnet werden. Noch kleiner sind jene secundären Gletscher, die sich auf der Chaîne des Rousses, auf der Kette vom Tabor zum Monte Viso oder in den Umgebungen des Grand Charnier befinden. Die meisten dieser letzteren entfernen sich nicht sehr weit von der Schneegrenze.

Ich schätzte die Zahl der secundären Gletscher nach der Vergleichung von verschiedenen Karten auf 40 bis 50, die mittlere Höhe = 6800 P.F. = 2210 M.

### Graische Alpen.

Die Zahl der Gletscher dürfte 30 kaum übersteigen; sie befinden sich am zahlreichsten in den Umgebungen des Pic de Cogne und in der Nähe des Mont-Iséran; nur der Isèregletscher, aus welchem die Isère entspringt, zeichnet sich durch seine Grösse etwas aus; allein mit den primären Gletschern anderer Alpentheile verglichen ist er nicht sehr bedeutend zu nennen.

Die Höhe der secundären Gletscher liess sich, da die meisten an den Abhängen der Berge in kleinen Vertiefungen liegen, sehr gut von mehreren hohen Punkten aus annähernd bestimmen; ich fand sie gewöhnlich 7000 bis 7200'; da aber noch einige Gletscher in den Thälern selbst tiefer herabreichen, habe ich als Mittel 6900' 2240 M. angenommen.

### Penninische Alpen.

#### A. Umgebungen des Mont-Blanc.

Als Grenzen wurden der Col du Bonhomme und der Pass des grossen St. Bernhards angenommen; alle Gletscher erster Ordnung befinden sich auf den Abhängen des Mont-Blanc-Massiv selbst.

Die 8 primären Gletscher sind:

- |    |                                       |         |          |              |
|----|---------------------------------------|---------|----------|--------------|
| 1) | Miagegletscher                        | 4986'   | 1620 M.  | SCHL.        |
| 2) | Brenvagletscher                       | 4155'   | 1350 „   | SCHL.        |
| 3) | Tré-la-tête-Gletscher                 | (5000') | (1630) „ | SCHL.        |
| 4) | Bionnassaigletscher                   | 4410'   | 1442 „   | SCHL.        |
| 5) | Bossonsgletscher u. Tacconeygletscher | 3243'   | 1054 „   | SCHL.        |
| 6) | Mer de glace oder Glacier des Bois    | 3433'   | 1115 „   | SCHUCKBURGH. |
| 7) | Argentièregletscher                   | (4340') | (1410) „ | SCHL.        |
| 8) | Tourgletscher                         | 4884'   | 1554 „   | MARTINS.     |

Mittel 4310' 1450 M.

Die Höhe von 1, 3 und 7 wurde der Vollständigkeit wegen annäherungsweise bestimmt; der Bossons- und Taconaygletscher sind nur als 1 Gletscher aufgeführt, weil sich die Trennung zwischen beiden nicht bis in das Firnmeer erstreckt. Es sind diese beiden Enden nur durch die Spaltung eines einzigen Gletschers längs einer dazwischen liegenden Felsenmasse entstanden. Aehnliche Trennungen kommen oft vor, aber gewöhnlich ist der trennende Felsenkamm weit kürzer; als solche Formen sind die Enden des Macugnaga-, des Rosenlaugletschers, der Pasterze u. s. w. zu nennen.

Die secundären Gletscher dieser Gruppe sind am zahlreichsten in der Allée blanche, im Val Ferret und auf der Nordseite des Mont-Blanc im Drancethal; manche sind als secundäre Gletscher von ziemlicher Ausdehnung.

Einige andere befinden sich auf den Abhängen zur Seite der grösseren Gletscher, vorzüglich des Glacier des Bois, des Argentièregletschers u. s. w.

Die Zahl der secundären Gletscher fand ich mit gleichzeitiger Benützung der sardinischen Originalaufnahmen und der Karte des Glacier des Bois von FORBES gleich 54; ich glaube jedoch in runder Zahl 60 annehmen zu dürfen.

Die Höhe des Alléeblanchegletschers, der aus drei Zuflüssen besteht und das oberste, westliche Ende dieses Thales einnimmt, fand ich 6650 Fuss; jene der Gletscher von Pré de Bar und Triolet, die in ähnlicher Weise das Val Ferret schliessen, kann nach SAUSSURE's Bestimmung der Höhe von Pré de Bar zu 6200 bis 6300, angenommen werden. Im Drancethale erreichen die Gletscher noch etwas grössere Tiefen.

Die höchsten Stände zeigen die kleinen Seitengletscher auf jenen Bergabhängen, an deren Fusse Gletscher erster Ordnung das Thal ausfüllen. Die Gletscher auf den Abhängen der Aiguille de Charmoz, auf dem Mont-Blanc, des Mont-Tacal gehören wohl zu den höchsten in dieser Gruppe. Die mittlere Höhe wird aber durch sie nur wenig verändert, da dieselben nicht zahlreich sind. Sie kann hier für alle Gletscher zweiter Ordnung im Mittel zu 6600' = 2150 M. angenommen werden.

Für die Gletscher in den Umgebungen des Mont-Blanc erhalten wir daher folgende Resultate:

Zahl der Gletscher 68, davon 8 primäre, 60 secundäre.

Verhältniss der primären zu den secundären = 8:60 = 1:75.

Mittlere Höhe der primären Gletscher	4310'	1450 M.
„ „ „ secundären „	6600'	2150 „
„ „ „ Gletscher im Allgemeinen	6330'	2060 „

#### B. Umgebungen des Monte-Rosa.

Sie sind hier von dem grossen St. Bernhard- und dem Simplonpasse begrenzt. Da hier die Erhebung allgemeiner ist, finden sich auch die primären Gletscher nicht auf die Abdachungen des Monte-Rosa selbst beschränkt.

Die primären Gletscher sind:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1) Verpelegletscher,      | 2) Torrentgletscher,   |
| 3) Zinalgletscher         | 4) Turtmanngletscher,  |
| 5) Zmuttgletscher,        | 6) Gornergletscher,    |
| 7) Bettlinergletscher,    | 8) Lysgletscher,       |
| 9) Macugnagagletscher,    | 10) Findelengletscher, |
| 11) Riedgletscher,        | 12) Täschgletscher,    |
| 13) Schwarzberggletscher, | 14) Allaleingletscher, |
| 15) Feegletscher.         |                        |

Die Höhe, bis zu welcher sie herabreichen, ist für folgende bestimmt:

Zmuttgletscher	6497'	2110 M.	MICHAELIS,
Gornergletscher	5672'	1842 "	SCHL.,
Lysgletscher	6229'	2023 "	SCHL.,
Macugnagagletscher	4960'	1611 "	SCHL.,
Findelengletscher	6655'	2161 "	MICHAELIS.

Aus diesen Zahlen ergibt sich im Mittel 6000' 1949 M.

Da aber der Macugnagagletscher viel tiefer herabsteigt, als wohl die meisten der übrigen Gletscher dieser Gruppe, so scheint es mir den allgemeinen Verhältnissen besser zu entsprechen, wenn man die mittlere Höhe nur aus den vier anderen Gletschern ableitet; sie ergeben 6263'; ich nehme daher in runder Zahl 6310' = 2050 M. für die mittlere Höhe der primären Gletscher an.

In Beziehung auf die secundären Gletscher kann man zwei Gruppen unterscheiden nach der Höhe, in welcher sie enden. Zu jenen, die etwas niedriger sich befinden, gehören vorzüglich die grösseren unter ihnen.

Die Zahl der secundären Gletscher ist in runder Zahl 120, wovon 62 in die erstere, 58 in die zweite Klasse kommen.

Die Höhe der ersteren 62 wurde nach folgenden Betrachtungen fixirt:

- a) Von jenen auf den südlichen und südöstlichen Abdachungen wurden 7 = 6000' gesetzt; es gehören dazu einige Seitengletscher im Macugnagacirkus und einige in den oberen Theilen des Challant- und Ayasthales.
- b) Für 15 wurde, da sie in ihrer Form und ihrer Lage zu den übrigen Theilen der Thäler dem Theodul- und Furkegletscher ähnlich sind, 7300' angenommen.
- c) Für 10 Gletscher, wozu besonders jene des Bagne- und des Eringenthaler gerechnet sind, wurde die Höhe der primären Gletscher, nämlich 6310', angenommen, da dort die grösseren Gletscher nicht zahlreich sind und alle Thäler keinen ungewöhnlich starken Fall haben.
- d) Für die noch übrig bleibende Zahl von 30 ist als die wahrscheinlichste Höhe 7000 bis 7200' zu setzen. Die Annahme dieser Höhe beruht vorzüglich auf dem Abstände von der Baumgrenze, den sie zeigen.

Man erhält demnach

aus a.	7.	6000'	=	42000'
„	b.	15.	7300'	= 109500'
„	c.	10.	6310'	= 63100'
„	d.	30.	7100'	= 213000'
			<u>S''</u>	<u>= 427600'</u>

$$\text{Mittel} = \frac{S''}{62} = 6900' = 2240 \text{ M.}$$

Die zweite Klasse zeigt sehr bedeutende Höhenunterschiede. Die höchsten Enden finden sich unmittelbar in der Nähe der grössten Gipfel; ich nenne als Beispiel das Ende des Garsteletgletschers, bei 8832 P.F. 2869 M., am Südwestabhänge des Monte-Rosa. Wäre die Betrachtung der Höhenverhältnisse der Gletscher nur auf ein kleineres Terrain in der unmittelbaren Nähe der Gipfel beschränkt, so müsste demnach eine viel grössere Höhe angenommen werden, als wenn man zugleich die isolirten Gletscher, die weiter nach auswärts liegen, betrachtet. Die mittlere Höhe für diese Unterabtheilung kann jedoch kaum höher als 7500' 2450 M. angenommen werden; die sehr geringe Zahl jener kleinen sehr hoch endenden Gletscher macht, dass ihr Einfluss auf das Mittel nicht sehr bemerkbar sein kann.

Es ist also in dieser Gruppe der penninischen Alpen vom Gr. St. Bernhard bis zum Simplon die Zahl der Gletscher 135; davon sind 15 primäre, 120 secundäre.

Das Verhältniss der primären zu den secundären ist 1:8.

Die mittlere Höhe der primären Gletscher 6310' 2050 M.

„ „ „ secundären „ 7200' 2340 „

a) niedrigere Gruppe 6900' 2240 „

b) höhere „ 7500' 2450 „

Mittlere Höhe der Gletscher im Allgemeinen 7100' 2310 „

Für die Gletscher im Gebiete der Monte-Rosa-Karte Taf. I sind in der folgenden Tabelle einige speciellere Angaben zusammengestellt.

Dimensionen und Höhen der Gletscher im Gebiete der Monte-Rosa-Karte.

Gornergletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	50,11 □Kilom.
Längenentwicklung mit Einschluss der Firnmeere . . . . .	15,2 „
„ des Gletschers von der Firnlinie bis zum unteren Ende . . . . .	11,0 „
Mittlere Höhe der Firnlinie . . . . .	2900 M. 9200 P.F.
Höhe der Firnlinie auf Zufluss III . . . . .	3030 „ 9330 „
Mittlere Höhe des Eises beim Gornersee . . . . .	2956 „ 9110 „
Höhe des unteren Endes, Ursprung der Visp . . . . .	1842 „ 5672 „

Mittlere Neigung vom Weissthor bis zur Firnlinie . . . . .	8° 10'
„ „ von der Firnlinie bis zum Absturze . . . . .	6° 0'
„ „ vom Absturze bis zum unteren Ende . . . . .	9° 50'

## Findelengletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	28,21 □Kilom.
Längenentwicklung mit Einschluss der Firnmeere . . . . .	9,1 „
„ des Gletschers von der Firnlinie bis zum unteren Ende . . . . .	5,6 „
Höhe der Firnlinie in der Mitte des Gletschers . . . . .	3040 M. 9360 P. F.
„ des Eises in der Nähe der Fluhalpe . . . . .	2740 „ 8430 „
„ des unteren Endes, Ursprung des Findelenbaches . . . . .	2161 „ 6655 „
Mittlere Neigung vom Uebergang nach Saas bis zur Firnlinie . . . . .	11° 20'
„ „ von der Firnlinie bis zum unteren Ende . . . . .	9° 0'

## Lysgletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	19,04 □Kilom.
Mittlere Längenentwicklung des Gletschers und der beiden Firnmeere . . . . .	7,1 „
Längenentwick. des Gletschers von der Nase bis z. unt. Ende . . . . .	3,4 „
Höhe der Firnmulde am S.W.Fusse der Vincentpyramide . . . . .	3755 M. 11560 P. F.
„ des Firners zwischen Lys- und Garsteletgletscher . . . . .	3537 „ 10888 „
Mittlere Höhe der Firnlinie . . . . .	3120 „ 9610 „
Höhe des unteren Endes, Ursprung der Lys . . . . .	2023 „ 6229 „
Mittlere Neigung vom Grossen Plateau bis zum unteren Ende . . . . .	13° 20'
„ „ von der Firnlinie „ „ „ „ „ „ . . . . .	18° 0'

## Macugnagagletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere mit Einschluss des Filargletschers und Jazzigletschers . . . . .	16,38 □Kilom.
Mittlere Längenentwicklung des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	5,6 „
Längenentwicklung von der Firnlinie bis zum unteren Ende . . . . .	3,7 „
Mittlere Höhe der Firnlinie . . . . .	2930 M. 9020 P. F.
Höhe des unteren Endes, linke Seite; Ursprung der Anza . . . . .	1611 „ 4960 „

## Schwarzberggletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	7,01 □Kilom.
Mittlere Längenentwicklung des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	3,6 „

Längentw. des Gletschers von der Firnlinie bis z. unt. Ende	1,7 □Kilom.
Mittlere Neigung . . . . .	23° 50'

Theodulgletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	6,03 □Kilom.
Mittlere Längentwicklung des Gletschers und der Firnmeere	3,5 „
Längentwicklung des Gletschers von der Firnlinie . . . .	1,4 „
Höhe der Firnlinie . . . . .	2860 M. 8800 P.F.
Mittlere Neigung . . . . .	15° 0'

Furkegletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere . . . . .	3,70 □Kilom.
Längentwicklung des Gletschers und der Firnmeere . . .	3,1 „
„ „ „ von der Firnlinie . . . . .	1,2 „
Höhe des unteren Endes, Ursprung des Garbaches . . . . .	2394 M. 7370 P.F.

---

Unteres Ende des Zmuttgletschers (MICH.) . . . . .	2110 M. 6497 P.F.
„ „ „ Indrengletschers . . . . .	2869 M. 8832 P.F.

---

Gesamtoberfläche der Firn- und Eismassen . . . . . 176,30 □Kilom.

Verhältniss der Terrainoberfläche (Begrenzung gleich jener auf der Curvenkarte) zur Oberfläche der Firn- u. Eismassen = 100 : 32 = 1 :  $\frac{1}{3}$ .

---

In dem Theile der Penninischen Alpen zwischen dem Kleinen St. Bernhard und dem Simplon:

Mittl. Höhe der unteren Enden der Gletscher im Allgemeinen	2310 M. 7100 P.F.
Zahl der primären Gletscher = 15; mittlere Höhe . . . . .	2050 „ 6310 „
„ „ secundären „ = 120; „ „ . . . . .	2340 „ 7200 „

---

In dem Theile der Penninischen Alpen zwischen dem Grossen St. Bernhard und dem Simplon ist:

Untere Enden der Gletscher:		Zahl der Gletscher:	
Mittel im Allgemeinen . . . . .	2310 M. 7100 P.F.		Primäre = 15
Mittlere Höhe der primären Gletscher	2030 „ 6310 „		Secundäre = 120
„ „ „ secundären „	2340 „ 7200 „		

---

Die angegebenen Längendimensionen sind auf der horizontalen Projectionsebene gemessen.

## Schweizeralpen.

Die zahlreichen Gletscher dieser Gruppe liegen fast alle in den Berneralpen, einige in den Umgebungen des Tödi, sehr wenige und sehr kleine in den nach Süden gelegenen leontinischen Alpen.

Die Gletscher erster Ordnung, welche HUGI<sup>1</sup> früher schon zusammenstellte, sind folgende:

1) Gasteren- oder Kandergletscher . . . . .	5341' HUGI.
2) Tschingelgletscher . . . . .	5552' HUGI.
3) Löttsch- oder Länggletscher . . . . .	5800' HUGI.
4) Grosser Aletschgletscher . . . . .	(5000) HUGI.
5) Vieschergletscher . . . . .	4184' SCHL.
6) Unterer Grindelwaldgletscher . . . . .	3065' SCHL.
7) Oberer Grindelwaldgletscher . . . . .	3757' SCHL.
8) Rosenlaugletscher . . . . .	4759' SCHL.
(rechter Arm des Rosenlaugletschers . . . . .)	5150' SCHL.)
9) Gauligletscher . . . . .	5829' SCHL.
10) Unteraargletscher . . . . .	5818' AGASS.
11) Oberaargletscher . . . . .	6679' SCHL.
12) Rhonegletscher . . . . .	5520' <sup>2</sup>
13) Steingletscher . . . . .	5943' HUGI.

---

Mittel 5170' 1680 M.

Die Zahl der secundären Gletscher ist 107, wobei zugleich noch alle Gletscher zwischen den penninischen und rhätischen Alpen eingeschlossen sind.

Jene dieser secundären Gletscher, welche in den Umgebungen des Finsteraarhornmassif liegen, erreichen ebenfalls bedeutende Tiefen; z. B. der Ranfergletscher 5788' SCHL., der Schmandrigletscher 5760' STUDER. Diejenigen aber, welche als isolirte, gewöhnlich auch sehr kleine Massen, auf östlichen oder südwestlichen Theilen dieser Gruppe liegen, reichen bei weitem nicht so tief herab. So endet der Rauchengletscher bei 7181', der Münstergletscher bei 6336' HUGI; einige Gletscher in den Umgebungen des Griespasses über 7200', das Faulhorn und der Blaugletscher auf den Abhängen des Faulhornes bei 7700'<sup>3</sup>.

1) Naturhistorische Alpenreisen S. 335.

2) Die Höhe der Rhonegletscher ist das Mittel aus mehreren Bestimmungen:

MICHAELIS erhielt 5389',

HUGI „ 5499',

A. DE GUY „ 5670'.

3) Diese kleineren Gletscher, deren Verhältnisse MARTINS so sorgfältig untersuchte, sind überdies dadurch ausgezeichnet, dass sie kein Firnmeer haben und nicht bis in die Schneeregion hinaufreichen. Sie enden nach oben bei 8000 bis 8030' MARTINS. Annales des sciences géol. 1842 und Bulletin soc. géol. T. II. 2me série 1845.

Die beiden Seitengletscher des Aletsch, die sich in besonders kalten und feuchten Jahren wohl mit dem Hauptgletscher verbinden könnten, sind wohl die grössten unter diesen secundären Gletschern; die Ausdehnung der übrigen ist im allgemeinen nicht sehr bedeutend.

Die mittlere Höhe kann man sehr nahe gleich dem Mittel auf dem Ranfer und Blaugletscher setzen, nämlich in runder Zahl = 6740' = 2190 M. Die beiden vertreten die extremsten Lagen, und die secundären Gletscher scheinen sich in ziemlich gleicher Zahl bald dem einen bald dem andern Typus zu nähern.

Es ist also die Zahl der Gletscher 120, davon 13 primäre, 107 secundäre.

Verhältniss der primären zu den secundären = 13 : 107 = 1 : 8.

Mittlere Höhe der primären Gletscher 5170' 1680 M.

„ „ der secundären „ 6740' 2190 M.

Mittlere Höhe der Gletscher im Allgemeinen 6570' 2130 M.

### Rhätische Alpen. (Zwischen dem Splügen und dem Brenner).

#### A. Graubündtner Alpen.

Diese Gruppe ist sehr ausgezeichnet durch eine allgemeine grosse Erhebung der Masse; die Neigung der Thäler ist gering; es erheben sich noch deutlich ausgebildete Thalsohlen bis zu bedeutenden Höhen. Die Gipfelhöhe hingegen ist im Verhältnisse zur Massenerhebung nicht sehr bedeutend; nur wenige Gipfel erheben sich über 11000 Fuss.

Der Gletscherbildung ist demnach dieses Gebirge wegen seiner Thalformen sehr günstig; allein die warme Temperatur, wodurch sich diese Gruppe ebenfalls auszeichnet, wirkt der Ausdehnung und dem tiefen Herabsteigen entgegen.

Es sind daher die secundären Gletscher ungemein überwiegend, einzelne derselben sehr breit; ihr Ende liegt ziemlich gleichmässig und sehr hoch.

In der Berninagruppe sind zwei Gletscher erster Ordnung, der Berninagletscher, etwas nordöstlich vom Monte delle Disgrazie, und der Palügletscher oberhalb Covaglia (Val Poschiavo.) Seine Höhe am unteren Ende beträgt 5990' P. F. Die Zahl der secundären Gletscher beträgt 26.

In dem Selvretta-, in dem Scalettagebirge und in den Umgebungen des Piz Linard an der Grenze von Tirol, Vorarlberg und der Schweiz zählte ich 34 secundäre Gletscher, und 2 Gletscher erster Ordnung, nämlich den Jamthaler- gletscher und den Vermontgletscher im Montafunthale, aus dem die Ill entspringt. Sein Ende liegt bei 5721' SCHMIDT<sup>2</sup>. In den Graubündtner Alpen kann man demnach 3 Gletscher erster Ordnung und 65 bis 70 secundäre Gletscher annehmen; die mittlere Höhe der ersteren kann = 6000' = 1950 M. gesetzt werden; die Höhe der

1) Nach DENZLER Zürcher Mittheilung 1850 und S. 275.

2) In der Erläuterung zur geolog. Karte von Tirol.

secundären Gletscher suchte ich durch ihre Distanz von den Baumgrenzen zu bestimmen, die sich auf den österr. Karten in vielen Fällen beurtheilen liess. Ich fand sie = 7000' = 2274 M.

#### B. Umgebungen des Ortles.

Die Neigung des Terrains ist hier im Allgemeinen weit steiler als in der vorhergehenden Gruppe; daher reichen die Gletscher auch etwas tiefer hinab.

Die grösste Anhäufung von Gletschermassen ist jene der Suldnerferner, südöstlich von der Ortlesspitze.

Die zwei primären Gletscher, der Suldnergletscher im Suldenthale und der Zufallgletscher im Marullthale liegen beide auf der nördlichen Abdachung und reichen 6100 oder 6200' hinab. Sie sind verhältnissmässig klein.

Die Zahl der secundären Gletscher beträgt 75 bis 80 mit Einschluss der noch etwas südlicher gelegenen Gruppe in den Umgebungen der Vedretta del Mandrio (10950'). Charakteristisch ist, dass hier einige secundäre Gletscher wegen ihrer steilen Neigung tiefer herabreichen als die Gletscher erster Ordnung; so die drei Madatschgletscher (gegen 5500') nordwestlich von der Ortlesspitze, auf der rechten Seite der Strasse über das Wormserjoch. Aehnliche Verhältnisse, die sich noch einige Male wiederholen, machen, dass hier die mittlere Höhe der secundären Gletscher etwas tiefer liegt, als in der vorhergehenden Gruppe, nämlich bei 6800' = 2210 M.

#### C. Oetzthalergruppe.

Diese Gruppe ist rings sehr deutlich begränzt durch das Inn-, Etsch- und Eissack-Thal und den Brennerpass; man kann in derselben drei grössere Erhebungen unterscheiden; jene der eigentlichen Oetzthalerferner, die Stubeier- und die Alpeiner-Gruppe.

In den beiden letzteren befindet sich nur ein Gletscher erster Ordnung, der Alpeinergletscher, der aus den gleichnamigen Hauptzuflüsse und dem Thalferner besteht, der sich als Zufluss auf der rechten Seite anschliesst.

In der Gruppe der Oetzthalerferner sind folgende Hauptgletscher:

- 1) Langtauferergletscher im Langthale . . . . . (6600').
- 2) Gebatschgletscher im Kaunzenthale . . . . . (6800').
- 3) Hintereisgletscher im Rofnerthale . . . . . 6768' SCHL.
- 4) Vernagtgletscher im Rofnerthale . . . . . 6465' SCHL.
- 5) Pitzthalgletscher im Pitzthale . . . . . (6700').
- 6) Marcellgletscher im Niederthale . . . . . 6800' SCHL.
- 7) Grosser Oetzthalgletscher im Gurglerthale . . . 6600' SCHL.

---

Mittel 6680' 2170 M.

Der Vernagtgletscher ist hier unter den grösseren Gletschern aufgeführt, weil seine Länge im Jahre 1848 17220 P. F. betrug; allein er ist bekanntlich sehr grossen

Veränderungen seiner Länge unterworfen; in seiner gewöhnlichen Ausdehnung ist er 5000 Fuss kürzer.

Die secundären Gletscher sind sehr zahlreich; einige derselben sind zugleich sehr ausgedehnt und haben tiefe Enden, z. B. Langthalgletscher 6870, Rothmoosgletscher 6311, Hochjoch c. 7000'. Die Zahl der secundären Gletscher ist 130, wovon die meisten in den flachen Mulden auf den Abhängen der Bergketten liegen, welche die Hauptthäler trennen: die mittlere Höhe ihrer Enden fanden wir 7000 F. = 2275 M.

In der Gruppe Stubeier- und der Alpeinerferner ist die Zahl der secundären Gletscher 40 bis 50.

D. In Vorarlberg sind (ausser dem schon früher erwähnten Vermontgletscher) in der Nähe der Lobspitze oberhalb Klösterle im Klosterthale 8 secundäre Gletscher, im westlichen Theile an zerstreuten Punkten 9; in Tirol zwischen dem Paznaun und Innthale 14.

In der nördlichen Nebenzone der Alpen sind nur sehr wenige und sehr kleine Gletscher vorhanden; theils weil die Thalbildung wegen des Mangels der grossen Mulden ihrer Entstehung ungünstig ist, theils weil die Porosität des Gesteins, vorzugsweise Alpenkalk, den Uebergang des Firnes in Eis verhindert. Die Zahl der kleinen Gletscher in der Nähe des Wettersteins, der Zugspitze etc. in den Baierschen und Allgäuer Alpen dürfte 5 bis 6 kaum übersteigen.

#### Karnische Alpen.

An der Grenze Tirols und der Lombardei finden sich einige (3—4) secundäre Gletscher in den Umgebungen der Marmolatta; sehr klein und hoch gelegen.

#### Norische Alpen.

##### A. Tauern.

Die Kette der Tauern, welche sich vom Brenner östlich bis Steiermark zieht, trägt sehr zahlreiche secundäre Gletscher; die östlichsten sind wohl jene in den Umgebungen der Hafnerspitze (9425 P. F. im Villacher Kreise, Kärnthen). Die Zahl der secundären Gletscher in der Tauernkette schätze ich auf 230 bis 240.

Die grösste Anhäufung der Gletschermasse ist in den Umgebungen des Grossvenedigers; es sind dort drei ziemlich grosse Gletscher auf der Nordseite:

- 1) Der Obere Sulzbachgletscher,
- 2) der Untere Sulzbachgletscher,
- 3) der Habachgletscher; und einer auf dem südlichen Abfalle,
- 4) der Schlatengletscher.

Der Islgletscher auf der Südseite ist wohl nur als secundärer Gletscher zu betrachten.

In den Umgebungen des Grossglockners ist nur ein Gletscher erster Ordnung,

die Pasterze; sie ist jedoch einer der ausgedehntesten und grössten Gletscher der ganzen östlichen Alpen. Die mittlere Höhe der beiden Arme, an welchen sie endet, beträgt 5900' 1915 M. SCHL. Einzelne secundäre Gletscher sind ziemlich gross und flach, z. B. der Leitergletscher, welcher sich durch seine ungemein hohe Lage 8404' SCHL., etwas über der mittleren Schneegrenze<sup>1</sup>, auszeichnet. Zwischen dem Kalsertthale und der grossen Gössnitz zählte ich 23 secundäre Gletscher.

In den Tauern ist die mittlere Höhe der secundären Gletscher gleich 7300' 2370 M. zu setzen; viele der kleineren enden sehr hoch, wenn sie etwas entfernt vom Hauptkamme liegen, z. B. der Fleussgletscher 8000' (KAMPNER). In den Thälern hingegen reichen die grossen secundären Gletscher bisweilen nahe an 6000' herab, z. B. im Fuschthale.

1) Unmittelbar in seiner Nähe liegt die Schneegrenze höher.

Uebersicht der Verbreitung und

Bezeichnung der Alpentheile und der einzelnen Gebirgsgruppen.	Zahl der Gletscher.			Höhenverhältnisse der Schnee			
	Summe.	prim.	secund.	Schneegrenze.		Mittl. Höhe der Gl	
Cottische Alpen.							
Massiv des Mont Pelvoux	50	4	46	8700'	2760 M.	6740'	2190 M.
Graische Alpen.							
Umgebungen des Mont Iséran und des Pic de Cogne	30	1	29	8800	2790	6900	2240
Penninische Alpen.							
A. Mont-Blanc zwischen Col de Bonhomme und St. Bernhard	68	8	60	8900	2890	6330	2060
B. Monte Rosa zwischen St. Bernhard und Simplon	135	15	120	9100	2955	7100	2310
Schweizer Alpen.							
Das ganze Alpengebiet zwischen den penn. und rhät. Alpen umfassend	120	13	107	8300	2695	6570	2130
Rhätische Alpen.							
A. Graubündtner Alpen.	70	4	67	8700	2825	6960	2260
B. Umgebungen des Orles	80	2	78	8400	2730	6800	2210
C. Oetzthaler Gruppe.	180	8	172	8300	2695	6980	2265
D. Vereinzelte secund. Gletscher in den rhät. u. karnischen Alpen.	40	—	40				
Norische Alpen.							
A. Tauern	240	5	235	8300	2695	7300	2370
B. Salzkammergut	10	—	10	8100	2630	7300	2370

B. In den Kalkalpen des Salzkammergutes sind nur einzelne secundäre Gletscher zerstreut, z. B. in den Umgebungen des Dachsteines, des Ewigenschnees und steinernen Meeres, des Tännengebirges. — Ihre Zahl ist 10 bis 12. Sie enden im allgemeinen sehr hoch; auffallend tief endet das Karls-Eisfeld, oder der Hallstättergletscher, ein secundärer Gletscher des Dachsteines, nach SIMONY bei 5949 P. F.

Ueber einige mittlere Zahlen für die Verbreitung der Gletscher.

Die wesentlichsten Zahlenverhältnisse, welche sich aus diesen Betrachtungen ergeben, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Höhenverhältnisse der Gletscher.

Grenze und der Gletscher.				Grösster Gletscher.		Tiefster Gletscher.		
Primäre Gletscher.		Secund. Gletscher.		Name.	Länge.	Name.	Höhe.	
6000'	1950 M.	6800'	2210 M.			Glacier d'Arsine	5455'	1772 M.
		6900	2240	Glacier d'Iséran.				
4310	1450	6600	2150	Glacier d. Bois 14 Klm.		Glacier des Bossons	3243	1054
6310	2050	7200	2340	Gornergletscher		Macugnagagletscher	4960	1611
5170	1680	6740	2190	Aletschgl.	20 Klm.	Unt. Grindelwaldgl.	3065	998
6000	1950	7000	2275			Vermontgletscher	5721	1858
6150	2000	6800	2210	Zufallgletscher		Madatschgl. sec. circa	5000	1625
6680	2170	7000	2275	Gr.Oetzthalergl. 8,8 K.		Rothmoosgl. sec.	6391	2076
5900	1915	7300	2370	Pasterze	9,4 Klm.	Pasterze	5900	1915
		7300	2370	Hallstättergl.		Hallstättergl. sec.	5949	

Die Summe der Gletscher im Gebiete der Alpen beträgt demnach 1000 bis 1100; jene der primären Gletscher in runder Zahl 60<sup>1</sup>.

In Beziehung auf ihre Vertheilung zeigt sich, dass sie in der Nähe der grössten Gipfel vereinigt sind; sie stehen aber weniger mit diesen als mit der allgemeinen Erhebung des Terrains in ihrer Nähe in directem Zusammenhange. Ist die Abdachung ziemlich gleichförmig, so laufen sie radienförmig nach allen Seiten aus; so am Mont-Blanc und im Berner Oberlande.

Die Mehrzahl der grossen Gletscher befindet sich auf den nördlichen Abdachungen, was theils eine Folge der Exposition ist, theils von dem Umstande abhängt, dass die Neigung fast aller Alpentheile auf den südlichen Abdachungen weit steiler ist, als auf den nördlichen; es finden sich daher vorzugsweise auf den ersteren jene grossen Mulden, welche für die Existenz grosser Firnmeere und also auch grosser Gletscher so wesentlich sind<sup>2</sup>.

Die secundären Gletscher sind weit unregelmässiger vertheilt. Sie finden sich im allgemeinen überall, wo oberhalb der Schneegrenze Terrain genug zur Ansammlung grosser Firnmassen vorhanden ist<sup>3</sup>.

Die von Gletschern bedeckte Oberfläche. Unter dem allgemeinen Namen Gletscher ist hier sowohl der untere aus Eis bestehende Theil als auch sein Firnmeer zusammengefasst. In den grösseren Alpengruppen befinden sich nur sehr wenige Schnee- und Firnlager, welche nicht einen Theil des Firnmeeres eines Gletschers ausmachen; in den niedrigeren Alpengruppen sind zwar solche vereinzelte Schneeanhäufungen zahlreicher; es sind aber dort zugleich die secundären Gletscher etwas kleiner; man kann demnach ohne grossen Fehler annehmen, dass die Oberfläche, welche im Folgenden für die Summe aller Gletscher angenommen wurde,

1) Ich erhielt als Summe aller einzelnen Theile 1023 Gletscher, darunter 60 primäre. EBEL hatte früher die Zahl der Gletscher zwischen dem Mont-Blanc und den Grenzen Tirols auf 400 geschätzt; eine Zahl, die auch mit meinen Resultaten sehr gut übereinstimmt; ich erhalte für die Penninischen und Schweizer Alpen mit Hinzufügung Graubündtens 393. Die Oberfläche aber, die EBEL für die Gletscher annahm, ist gewiss zu gross. Er schätzte sie auf 50 Quadratmeilen für diese Alpentheile.

2) In der Oetzthaler Gruppe und am Ortles fehlen aus diesem Grunde die primären Gletscher fast gänzlich auf der Südabdachung; der grösste Gletscher der Tauern hingegen, die Pasterze, ist nach S.S.O. gerichtet.

3) Wenn zwei in ihren oberen Theilen getrennte Gletscher sich vereinigen, so werden sie stets nur als ein einziger Gletscher angeführt. Es kann daher der Fall vorkommen, dass ein secundärer Gletscher, wenn er in schneereichen und kalten Jahren sich ausdehnt, und mit einem anderen Gletscher sich vereinigt, aus der Zahl der selbständigen Gletscher verschwindet. Es müssten demnach in Jahren, wo die Bedingungen der Gletscherbildung so günstig sind, dass sie sich merklich vergrössern, ohne dass noch ganz neue Gletscher entstehen, die Zahl der Gletscher sich vermindern, obgleich der Flächenraum, den sie bedecken, vermehrt wird. Da jedoch die Oscillationen in der gegenwärtigen Zeit gewöhnlich nicht so bedeutend und meistens gerade bei den secundären Gletschern in den verschiedenen Alpentheilen nicht ganz gleichzeitig sind, so kann eine ähnliche Veränderung der Zahl höchstens an einzelnen besonders geeigneten Localitäten eintreten.

zugleich alle zur Zeit des höchsten Standes der Schneegrenze von Schnee und Firn bedeckten Theile der Alpen einschliesst.

Um die gegenseitigen Verhältnisse zu beurtheilen, suchte ich zunächst die mittlere Grösse für die secundären Gletscher zu bestimmen.

Ich wählte zur Messung der verschiedenen Typen der Gletscher solche aus, deren Flächeninhalt dem mittleren Werthe für jede einzelne Gruppe am besten entspricht, und leitete aus diesen Resultaten das allgemeine Mittel ab.

Es ergab sich so, dass der mittlere Flächeninhalt eines secundären Gletschers jenem eines gleichschenkligen Dreieckes gleichzusetzen ist, dessen Basis und Höhe 2000 Meter beträgt. Die Fläche desselben ist 200 Hectare, oder  $\frac{1}{27}$  Quadratmeile<sup>1</sup>.

Die Oberfläche eines primären Gletschers ist nicht so einfach zu erhalten, wie jene eines secundären, da er in zwei Theile zerlegt werden muss, die sich in ihrer Form sehr wesentlich unterscheiden; er besteht aus dem breiten Firnmeere und einer schmalen langen Eiszunge. Es ergab sich nun im Mittel, dass die Oberfläche eines primären Gletschers das 9fache eines secundären Gletschers, nämlich  $\frac{1}{3}$  Quadratmeile, beträgt. Die Abweichungen von diesem mittleren Werthe sind aber für die einzelnen primären Gletscher ziemlich gross.

Das Abschmelzen während der warmen Jahreszeit verringert periodisch den Flächeninhalt; aber es ist dies für die eigentlichen Gletscher weniger bedeutend, als man glauben sollte. Eine Verkürzung findet vorzüglich in der Längendimension und an den seitlichen Rändern in den unteren Theilen statt. Selbst bei ganz kleinen secundären Gletschern kann diese periodische Verkleinerung nicht mehr als  $\frac{1}{15}$  der Oberfläche betragen. Die Grösse der Oscillationen verhält sich umgekehrt wie die Grösse der Gletscher; sie<sup>2</sup> nimmt sehr rasch bei dem Wachsen der Oberfläche ab. Grosse Gletscher zeigen überdies in ihren Oscillationen nur eine sehr unbedeutende Abhängigkeit von den jährlichen periodischen Wärmeveränderungen, indem hier die Gestaltung der Thäler, die Bedeckung durch zufällig herabfallende Schuttmassen einen weit grösseren Einfluss ausübt.

Die horizontal gedachte Oberfläche, welche von Eis und Firn bedeckt ist, beträgt demnach in den Alpen für

1000 secundäre Gletscher	37	Quadratmeilen,
60 primäre	20	„
für die Gesamtmenge	55 bis 60	„

Die Oberfläche, welche die ganzen Alpen bedecken, kann zu 3500 bis 4000 Quadratmeilen angenommen werden, indem die Länge 125 Meilen, die Breite zwischen 30 bis 40 Meilen beträgt. Jene Alpentheile hingegen, über welche die Gletscher zerstreut sind, bedecken nur einen Flächenraum von 850 bis 900 Quadratmeilen; die

1) Die Meile zu 3807,23 Tois. = 7420 M. angenommen,

2) Vergl. Untersuch. über die phys. Geogr. u. s. w. 1850. S. 132.

mit Gletschern bedeckte Oberfläche macht demnach 6 bis 7 Procent des enger umgrenzten Gebietes aus; auf etwa  $\frac{9}{10}$  Quadratmeilen ist ein Gletscher zu zählen. In den einzelnen der grösseren Gruppen ist aber die relative Ausdehnung der mit Eis und Schnee bedeckten Flächen weit grösser.

Ich stelle hier einige Beispiele zusammen; die Ausdehnung in Quadratmeilen ist für die einzelnen Gruppen ihrer Grösse entsprechend angenommen worden.

Im Berner Oberlande zwischen der Gemmi und dem St. Gotthardt ist wohl die grösste Gletschermasse auf einem gegebenen Raume zusammengedrängt; es trifft dort eine Meile Gletscheroberfläche<sup>1</sup> auf 4 bis 5 Quadratmeilen des Terrains im Allgemeinen.

In den Umgebungen des Mont-Blanc bilden die Gletscher  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{1}{6}$  der ganzen Oberfläche; in den übrigen Alpentheilen wird sie weniger um Einen Punkt concentrirt; es muss also die Grenze des Terrains, das alle grösseren Gletscher umfassen soll, etwas weiter gezogen werden; daher kömmt es, dass die Gletscheroberfläche selbst in den Umgebungen des Monte-Rosa, im Oetzthale u. s. w. selten  $\frac{1}{11}$  bis  $\frac{1}{9}$  übersteigt.

Der grösste Gletscher in den Alpen, der Aletschgletscher, hat eine Oberfläche von mehr als 1 Quadratmeile; zu den kleinsten Gletschern müssen wohl jene des Faulhornes gerechnet werden; sie zeigen ungemaine Veränderungen und haben bei ihrer geringsten Ausdehnung 13 bis 15 Hundert Quadratmeter. In einem Zeitraume von drei Jahren hatte sich jedoch einmal die Eismasse bis zum Achtfachen ihres Volumens vermehrt<sup>2</sup>.

#### Höhenverhältnisse.

Die Gletscher enden in ungemein verschiedenen Höhen; der tiefste Gletscher, jener von Grindelwald und die höchsten Gletscher, welche ähnlich wie der Garsteltgletscher fast bei 9000 P.F. enden, zeigen einen Höhenunterschied von 6000 Fuss.

Dessenungeachtet lassen sich, wenn man mittlere Werthe vergleicht, in den verschiedenen Gruppen einige ganz charakteristische Unterschiede erkennen.

Das Verhältniss der Höhe der secundären Gletscher zur Schneegrenze ist nicht immer dasselbe. Gewöhnlich enden sie 1600 bis 1700' tiefer; aber in den Umgebungen des Mont-Blanc 2300, in den Umgebungen des Monte-Rosa 2000' tiefer.

Würde das Aufhören der Gletscher so direct mit den meteorologischen Verhältnissen zusammenhängen, wie die Höhe der Schneegrenze, so würden auch die Gletscher in jenen Gruppen am höchsten enden, wo am meisten Masse erhoben ist.

Bei den Gletschern ist aber auch die Neigung des Terrains und die Grösse der Gletscher selbst zu berücksichtigen.

Die Neigung macht, dass die Enden tiefer liegen; es zeigt dieses am deutlich-

1) Die Gletscheroberfläche wurde dabei zu 7 bis 7,5 Quadratmeilen angenommen, was wohl hinreicht; sie wird von manchen Geographen zu 10 Quadratmeilen angegeben, was aber sicher zu gross ist.

2) MARTINS, Nouvelles observ. sur le glac. du Faulhorn.

sten die Gruppe des Mont-Blanc, in welcher die secundären Gletscher so tief herabreichen wie in der Oetzthalergruppe die primären.

Den Einfluss, den die Grösse der secundären Gletscher auf die Höhe ihres Endes ausübt, sehen wir sehr deutlich, wenn wir das Oetzthal mit den Tauern und mit dem Salzkammergute vergleichen. In den letzteren ist bei gleicher Höhe die Temperatur niedriger, dessenungeachtet reichen die secundären Gletscher nicht so weit herab, weil sie kleiner sind.

Am Monte-Rosa, wo die secundären Gletscher ebenso hoch sind als in den Tauern, wird dieses durch die Temperaturverhältnisse, ähnlich wie das Hinaufrücken der Schneegrenze, hervorgebracht. Es bleibt jedoch wegen der Grösse der secundären Gletscher gerade in dieser Gruppe die Entfernung von der Schneegrenze noch sehr gross; nur in den Umgebungen des Mont-Blanc ist sie noch grösser.

Bei den primären Gletschern ist die Tiefe, welche sie erreichen, ebenfalls auf ähnliche Weise von der Grösse der Gletscher und von der Neigung des Terrains abhängig; die Temperaturverhältnisse an ihrem unteren Ende sind aber sehr verschieden.

Es lässt sich erwarten, dass sehr tief herabreichende Gletscher nur in grossen und steil abfallenden Gebirgen vorkommen werden; dies bestätigt die Lage des unteren Grindelwaldgletschers, welcher (bei 3065' 998 M.) der tiefste Gletscher der Alpen ist. Der Macugnagagletscher, der sich ebenso wie der Lysgletscher auf der piemontesischen Seite des Monte-Rosa befindet, reicht um 2000' tiefer hinab, da bei den ersteren die Neigung des Terrains ungleich steiler ist.

In den mittleren Resultaten zeigen sich diese Unterschiede nicht weniger deutlich. In den Umgebungen des Mont-Blanc reichen, ungeachtet seiner südlicheren Lage, die primären Gletscher 2300' tiefer herab als z. B. im Oetzthale.

Die grösste Höhe, bei welcher Gletscher enden, findet sich, wie zu erwarten, bei den secundären. Auch diese Höhe variirt nach den einzelnen Gruppen; es fragt sich nur, wie nahe ein Gletscherende der Schneegrenze liegen kann. Man bemerkt in dieser Beziehung, dass es in einzelnen Fällen nur 200 bis 300' unterhalb derselben sich befinden kann. Solche Fälle finden sich in allen Gruppen. Besonders auffallend ist das Ende des Salmgletschers in den Tauern, in der Nähe des Grossglockners; obwohl seine Ausdehnung nicht unbedeutend ist, liegt sein unteres Ende doch gegen 100' höher als die mittlere Schneegrenze, bei 8404' 2730 M. Er selbst befindet sich allerdings in einem kleinen Thale, in dem durch günstige Lage die locale Schneegrenze circa 8500' hoch liegt; aber alle anderen, unmittelbaren Umgebungen desselben haben ganz deutlich die Schneegrenze bis 8300'.

Einzelne secundäre Gletscher erreichen noch ziemlich tiefe Stände; so liegt der Raufergletscher etwas niedriger als der Oberaargletscher; am Ortles sind es secundäre Gletscher, die Madatschgletscher, welche am tiefsten herabreichen.

Als allgemeine Höhenresultate kann man demnach für die Alpen zwischen dem Mont-Pelvoux und den Tauern annehmen:

Schneegrenze. Mittel 8550'. Grösste Höhe 9100'. Geringste Höhe 8300'.

Gletscher im Allgemeinen. Mittel 6800 bis 6900'.

Primäre Gletscher. Sie enden in den westlichen Alpen im Mittel bei 5000, östlich vom Berner Oberland bei 6200 P.F. Die Ursache der letzteren Höhe ist theils die geringere Neigung der Abhänge und Thalsohlen, theils die geringere Ausdehnung der Gletscheroberfläche.

Secundäre Gletscher. In den westlichen Alpen 6800', in den östlichen 7000'.

Nach oben sind die Gletscher auf zweierlei Weise begrenzt. Erstens bildet das Aufhören der Firndecke die Grenze zwischen Eis und Firn; zweitens findet noch weiter nach aufwärts durch den „Bergschlund“ eine zweite Trennung zwischen der Firnmulde und den Schneebedeckungen der obersten Felsenkämme statt.

Die Firndecke überlagert das Eis mit einer thalaufwärts anwachsenden Mächtigkeit. Ihre untere Grenze wurde von HUGI Firnlinie genannt. Sie zeigt in den verschiedenen Alpengruppen Veränderungen, die jenen der Schneegrenze analog sind, und ist auch, wenn einzelne Jahre von ungleichen Temperaturverhältnissen sich folgen, grösseren Oscillationen ihrer Höhe unterworfen, als man Anfangs glaubte.

Eine andere Trennung ist die des Firnmeeres von den Bergspitzen, welche es umgeben. Diese tritt zugleich mit dem Beginne deutlicher Muldenbildung ein und ist gewöhnlich durch Rimayes, Bergschründe, erkennbar; diese entstehen zunächst durch die Bewegung des Gletschers, an der auch das Firnmeer theilnimmt, und werden während des Sommers gewöhnlich bedeutend erweitert.

Sie sind unmittelbar mit der Bodengestaltung zusammenhängend, treten an verschiedenen Gletschern in sehr ungleichen Höhen auf und sind von den meteorologischen Verhältnissen unabhängig; in topographischer Beziehung aber sind sie als der wahre Anfang des Gletschers und seines Firnmeeres zu betrachten.

Als die relative Tiefe, welche ein Gletscher erreicht, lässt sich demnach nur die Differenz zwischen seinem unteren Ende und der Schneegrenze oder Firnlinie betrachten; die Schneegrenze ist wohl der Firnlinie vorzuziehen; DUROCHER<sup>1</sup> hat diese relative Tiefe (oder amplitude verticale) für verschiedene Gletscher zusammengestellt. Sie nimmt mit der wachsenden geographischen Breite rasch ab<sup>2</sup>.

### Zusammenstellung mit den climatischen Verhältnissen.

Wir wollen nun den Zusammenhang der Gletscher mit den climatischen Verhältnissen näher untersuchen.

Die Temperatur des Sommers an jener Stelle, wo ein Gletscher endet, hat

1) Les glaciers du Nord et du centre de l'Europe. Annales des mines 4me sér. Bd. 12 p. 63.

2) Vergl. auch FORBES neuestes Werk über die Gletscher von Norwegen.

nur einen sehr geringen Einfluss auf die Tiefe, welche derselbe erreicht; noch weniger ist diese von einer bestimmten Jahresisotherme abhängig. Die Enden des Grindelwald- und des Bossongletschers zeigen, dass das Mittel des wärmsten Monats nahe  $+16^{\circ}$  C. erreichen kann; das Jahresmittel  $+6,5^1$ .

Die primären Gletscher im Allgemeinen enden aber bei einer Jahrestemperatur, die für die westlichen Alpen  $+3$  bis  $4^{\circ}$  C., für die östlichen nahe  $+1$  bis  $0^{\circ}$  ist; also bleibt, verglichen mit den extremsten Tiefen, ein Unterschied in den ersteren von mehr als  $2^{\circ}$  C., in den letzteren über  $5^{\circ}$  C.; die Enden der secundären Gletscher liegen noch weit höher.

Man sieht demnach, dass in den wenigsten Fällen die Temperatur am unteren Ende der Gletscher das Aufhören derselben unmittelbar bestimmen kann.

Um das Minimum der Wärme zu beurtheilen, bei welchen Gletscher aufhören, können wir die höchsten Enden 200' bis 300' tiefer als die Schneegrenze annehmen. Es herrscht dort eine Jahrestemperatur von  $-4$  bis  $-5^{\circ}$  C. Im Mai ist die Temperatur noch unter 0; im Juni  $+2$  bis  $3^{\circ}$  C., Juli  $+5^{\circ}$  C., August  $4,5^{\circ}$  C., September  $+0,5^{\circ}$  C.<sup>2</sup>

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Gletscher, welche die höchsten und jener welche die tiefsten Enden haben, lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit allerdings erkennen. Das Gletscherende steigt zu Isothermen herab, die um so wärmer sind, je steiler die Neigungen der Gletscher sind, je grösser seine Oberfläche ist.

Die Neigung wirkt dabei durch die Beschleunigung der Bewegung, also durch vermehrte Zuführung von abschmelzender Masse. Die Grösse der Oberfläche wirkt durch die Verstärkung der nach abwärts gerichteten Luftströmung, des Gletscherwindes, welche gegen das Ende des Gletschers gerichtet ist. Die localen Veränderungen der Temperatur und der Feuchtigkeit an dieser Stelle sind unter übrigens gleichen Umständen der Oberfläche proportional.

Der Einfluss der Insolation ist viel bedeutender als jener des Contactes zwischen Luft und Eis. Er lässt sich auf dem Gletscher selbst sehr deutlich erkennen, indem Stellen, die vor der Insolation geschützt sind, Gletschertische, Moränen u. s. w., sich sehr rasch über die allgemeine Oberfläche erheben. Bei Gletschern, die eine ost-westliche Richtung haben, kann man auch regelmässig beobachten, dass die Schattenseite stets merklich höher ist als die Sonnenseite.

Einzelne Gletscher erreichen das Niveau des Meeres in der nördlichen Hemisphäre auf Island bei  $64\frac{1}{2}^{\circ}$  Breite, in der südlichen Hemisphäre (nach Darwin<sup>3</sup>) im Golf von Pennas im Feuerlande bei  $46^{\circ} 40'4$ ; die Temperatur des wärmsten Monats

1) Der Bossongletscher hat wohl relativ zur Wärme den extremsten Stand; er steigt zu der wärmsten Isotherme herab, wie die Wärmeverhältnisse in den Umgebungen des Mont-Blanc, verglichen mit den übrigen Alpentheilen, erkennen lassen.

2) Vergl. Taf. XXI.

3) D'ARCHIAC, Progrès de la géologie I p. 281.

4) Westl. Länge von Greenwich  $75^{\circ} 20'$ .

ist in Island und im Feuerlande bei  $46^{\circ} 40'$  ziemlich gleich, nämlich 10 bis  $12^{\circ}$  C. Diese Gletscher sind also unter noch weniger extremen Wärmeverhältnissen als die tiefsten in den Alpen, ein Clima mit geringen Extremen und reichlichen Niederschlägen im Winter begünstigt auch hier ihr Auftreten. Die verticale Entfernung des Gletscherendes von der Schneegrenze ist in Island nur 3000', im Feuerlande wohl über 4000'.

Die Gletscher in höheren Breiten sind weniger steil geneigt und bewegen sich zugleich weniger schnell; auch dies lässt erwarten, dass sie sich, wie man in der That überall gefunden hat, nur wenig von der Schneegrenze entfernen und auch im Sommer nur geringer Wärme ausgesetzt sind. Unter den Gletschern des hohen Nordens sind es jene von Norwegen, welche den wärmsten Temperaturen widerstehen müssen.

Von besonderem Einflusse ist die Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit an der Oberfläche des Eises. ÉLIE DE BEAUMONT hat zuerst darauf aufmerksam gemacht<sup>1</sup>, wie sehr die dabei frei werdende Wärme auf die Zerstörung von Eismassen einwirkt, indem so der Dampf Eis bis zum 7- und 8fachen seines Gewichtes in Wasser verwandeln kann.

Bei einer Betrachtung der climatischen Verhältnisse wird der Einfluss des Wasserdampfes noch besonders wichtig, indem so Schnee- und Eismassen geschmolzen werden, ohne dass eine entsprechende Depression der Lufttemperatur dadurch hervorgebracht wird.

Ein Cubikmeter Luft bei  $5^{\circ}$  C. und 550 M. M. Barometerstand<sup>2</sup> enthält bei vollkommener Sättigung mit Wasserdampf über 5 Grammen Wasser; es sei nun diese Luft nicht gesättigt, sondern es liege vielmehr der Thaupunkt bei  $3^{\circ}$ . Wird sie durch Berührung mit einem Körper von  $0^{\circ}$  ihres Wassers beraubt, bis sie bei dieser Temperatur (von  $0^{\circ}$ ) gesättigt ist, so wird die bei der Condensation des Dampfes frei werdende Wärme hinreichen, 4 bis 5 Cubikcentimeter Eis auf einer Oberfläche von einem Quadratmeter zu schmelzen; ja, da weder Eis, noch weniger der Schnee eine ganz compacte Masse ist, sondern vielfach von lufteerfüllten Blasen und Canälen durchzogen ist, so kann diese Abtragung wohl erwartet werden, wenn auch ein Theil der frei werdenden Wärme nicht dem Eise, sondern der Luft mitgetheilt wird.

Müsste, wenn diese Quantität von Wasserdampf condensirt wird, auch ein Cubikmeter Luft von 5 bis  $0^{\circ}$  C. erkaltet werden, dann wäre allerdings der Einfluss des Wasserdampfes verhältnissmässig gering; denn schmilzt auch die Luft unter

1) Mém. de l'Acad. Par. LXXI p. 726.

2) Diese Grössen entsprechen den mittleren Verhältnissen in der Nähe der Schneegrenze. Die frei werdende Wärme des Wasserdampfes (die sich für kleine Temperaturunterschiede nur sehr wenig ändert) ist = 606,5, die latente Wärme des Wassers = 79,25, die spezifische Wärme der Luft im Verhältniss zu jener des Wassers = 0,267 angenommen worden.

diesen Verhältnissen nicht das 7fache, sondern nur  $\frac{1}{60}$  ihres Gewichtes an Eis, so würde der reelle Effect wegen ihrer weit grösseren Masse doch sehr bedeutend werden. Da ein Cubikmeter Luft hier zu  $\frac{9}{10}$  Kilogr. angenommen werden kann, so würde er bei einer specifischen Wärme von 0,267 nahe 16 Cubikcentimeter Eis schmelzen.

Allein die Luft scheint gleichzeitig viel weniger erkaltet zu werden und das Schmelzen vorzugsweise durch die Condensation des Wasserdampfes, der sich seitlich wieder ersetzt, begünstigt zu sein. Ein Theil der beim Condensiren frei werdenden Wärme wird überdies dazu dienen, auch die Lufttemperatur etwas wieder zu erhöhen. Diese Wärmequelle wirkt auf das Abschmelzen der Schnee- und Eismassen in den Alpen sehr wesentlich ein; die Atmosphäre enthält zwar in grösseren Höhen keine sehr grossen absoluten Mengen von Wasserdampf, wegen ihrer niedrigen Temperatur und wegen des geringen Luftdruckes; allein sie ist zugleich dem Sättigungsgrade gewöhnlich sehr nahe, ihr Thaupunkt liegt sehr oft mehrere Grade über 0, so dass auf Schnee- und Eismassen häufige Condensationen stattfinden müssen.

Diese Condensationen finden vorzüglich auf den Schneeflächen und in Firmmeeren statt, wo die Atmosphäre am unmittelbarsten mit dem Eise in Berührung kömmt.

In den unteren Theilen der Gletscher strömt längs der ganzen Oberfläche der Gletscherwind, eine Atmosphäre von wenig über 0°, die beinahe, aber nicht vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, aus der also nur sehr wenige, partielle Niederschläge auf das Eis stattfinden können.

Dadurch ist es zu erklären, dass hier die Abtragung im ganzen Jahre nur 3 Meter beträgt, während die ungleich grössere Wassermenge, welche dem Gletscher entströmt, vorzüglich in den Firmmeeren entsteht.

The first part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three volumes, the first of which contains the history of the discovery and settlement of the continent, the second the history of the formation of the Union, and the third the history of the Union from its formation to the present time.

The second part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three volumes, the first of which contains the history of the discovery and settlement of the continent, the second the history of the formation of the Union, and the third the history of the Union from its formation to the present time.

The third part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three volumes, the first of which contains the history of the discovery and settlement of the continent, the second the history of the formation of the Union, and the third the history of the Union from its formation to the present time.

The fourth part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three volumes, the first of which contains the history of the discovery and settlement of the continent, the second the history of the formation of the Union, and the third the history of the Union from its formation to the present time.

**VIERTER THEIL.**

THE END OF THE WORLD

## CAP. XVI.

# BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSSE DER BAYERISCHEN ALPEN, IN DEN UMGEBUNGEN DER ZUG- SPITZE UND DES WETTERSTEINES.

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

## INHALT.

Einleitende Bemerkungen. Litteratur. Höhenverhältnisse; alphabetisches Verzeichniss der gemessenen Punkte. Topographische Bemerkungen. Construction der Horizontalcurven. Berechnung der mittleren Höhe dieses Terrains. Gletscher und Firnansammlungen. Uebersicht der Formationen: I. Unterer Alpenkalk. II. Unterer Lias; Verzeichniss der wichtigsten Petrefakte. III. and IV. Oberer Lias, und Jura. V. Oberer Alpenkalk. VI. Kreidebildungen, Orbitulitensandstein. — Diluvium und Alluvium; Beobachtungen über die Verbreitung der erratischen Blöcke. Hebungsverhältnisse. Bemerkungen über die parallele Zerklüftung des Gesteines, unabhängig von der Schichtung. Hebungsverhältnisse der Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines. Gebirgszüge zwischen der Loisach und der Amper.

## Einleitende Bemerkungen.

Die Beobachtungen, welche der folgenden Abhandlung und der geologischen Karte auf Tafel XIX zu Grunde liegen, wurden im September und October 1852 und im Laufe des Sommers 1853 angestellt. Ich beschränke mich hier auf die gedrängte Mittheilung meiner Untersuchungen über die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines und über die Bergzüge nördlich davon am linken Loisachufer bis zur Amper, da ich durch die nöthigen Vorbereitungen zu einer grösseren Reise verhindert war, die Beobachtungen, welche ich zum Theil schon früher in anderen Theilen der bayerischen Alpen gesammelt hatte, zu vervollständigen und weiter auszuarbeiten.

Die Versteinerungen, welche ich in den verschiedenen Formationen aufgefunden hatte, wurden theils von mir selbst, theils von Herrn Bergrath FRANZ von HAUER und Herrn SUESS in Wien bestimmt, welche mir gestatteten, ihnen eine Reihe der besser erhaltenen Exemplare zur Vergleichung mit den ausgedehnten und vortrefflichen Sammlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt zu übersenden. Herr von HAUER, welcher eben in Gemeinschaft mit Herrn SUESS mit einer sehr wichtigen Arbeit über die Fauna der verschiedenen alpinen Lias-Etagen beschäftigt ist, hatte

die Gefälligkeit, mir viele interessante und werthvolle Bemerkungen<sup>1</sup> über die einzelnen Petrefakte und deren weitere Verbreitung mitzutheilen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, diesen beiden Herren für ihre freundschaftliche Güte meinen aufrichtigen Dank hier zu wiederholen.

### Litteratur.

Folgendes sind die wichtigsten neueren Arbeiten über diese und die angrenzenden Theile der Alpen, welche ich vorzüglich zur Vergleichung benützen konnte.

LEOP. VON BUCH, einige Bemerkungen über die Alpen in Bayern. Abhandl. der Akademie zu Berlin für 1828. S. 73—84.

SCHMITZ, über das Vorkommen nutzbarer Fossilien in den bayerischen Alpen; Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für Bayern. 28ster Jahrgang. 1842. S. 292 u. s. w., 363 u. s. w.; und Mineralogisch-petrographische Karte der bayerischen Alpen zwischen der Isar und Wertach.

A. ESCHER VON DER LINTH, Beiträge zur Kenntniss der tyroler und bayerischen Alpen. LEONHARD und BRONN's Jahrbuch 1845. S. 536. Ferner: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. 1853. 4<sup>o</sup>, aus den Abhandlungen der schweiz. naturforsch. Gesellschaft.

SCHAFHÄUTL, geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. München 1851. Ferner: Ueber die Gliederung des südbayerischen Alpenkalkes; LEONHARD und BRONN's Jahrbuch 1851. S. 129. Ueber einige neue Petrefakten des südbayerischen Vorgebirges. Jahrbuch 1851. S. 407. Geognostische Bemerkungen über den Kramerberg bei Garmisch. Jahrbuch 1852. S. 282. Beiträge zur näheren Kenntniss der bayerischen Voralpen. Jahrbuch 1853. S. 299—319 und S. 399—432.

EMMRICH, geognostische Notizen über den Alpenkalk und seine Gliederung im bayerischen Gebirge. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. I. 1849. S. 263—288; ferner die Mittheilungen und Abhandlungen in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. II. 298. IV. 83, und im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1851. S. 1—22; und: Beobachtungen aus den östlichen bayerischen und den angrenzenden österreichischen Alpen, im Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt. 1853. S. 80 und S. 326—394.

MURCHISON, on the geological structure of the Alps, Apennines and Carpathians, Quarterly journal of the geol. soc. Vol. V. 1847; auch deutsch von G. LEONHARD.

FR. VON HAUER, über die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen; Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wis-

1) Diese Bemerkungen sind gewöhnlich bei der Aufzählung der Petrefakte durch Anführungszeichen unterschieden.

senschaften. Februar 1850; ferner die zahlreichen, wichtigen Beobachtungen von HAUER, CZIZEK, LIPOLD, KUDERNATSCH, SUESS und Anderen in dem Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt<sup>1</sup>.

Geognostische Karte von Tyrol und Vorarlberg in 11 Blättern, herausgegeben von dem geognostisch-montanistischen Verein. 1851.

### Höhenverhältnisse.

Zur näheren Begründung der Höhen, welche auf der Karte eingetragen sind, habe ich ein Verzeichniss der gemessenen Punkte mit Angabe der Beobachter und der verschiedenen Resultate zusammengestellt. Es wurden hierzu die folgenden Beobachtungsreihen und Arbeiten benützt:

Die barometrischen Beobachtungen, welche ich in Gemeinschaft mit meinem Bruder im Jahre 1852 angestellt habe, S. 86—99 dieses Buches. Ferner die Bestimmungen einiger Punkte dieses Gebietes im Jahre 1847 u. 1848, mitgetheilt in unseren früheren Untersuchungen 1850. Die Höhe einiger Quellen (in Cap. V dieses Buches) konnte auf der Karte nicht eingetragen werden. Die Höhe der oberen Grenze der erratischen Blöcke ist das Mittel aus mehreren Barometer Ablesungen an den verschiedenen Punkten ihres Vorkommens.

LAMONT, Verzeichniss der in Bayern gemessenen Höhepunkte. 2te Aufl. 1851.

PARTSCH, in WALTHER'S topischer Geographie von Bayern. 1844. S. 300.

WINKLER, in WALTHER.

WEISS, Süd-Bayern's Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt. 1820.

Geologische Karte Tyrol's, in 11 Blättern 1851. Die Höhen sind hier in Wiener Fuss eingetragen, in meinem Verzeichnisse jedoch in Pariser Fuss verwandelt.

Seit dem Drucke unserer Beobachtungen in der ersten Abtheilung dieses Werkes sind mir noch die zahlreichen und werthvollen hypsometrischen Bestimmungen in den beiden folgenden Arbeiten bekannt geworden:

SENDTNER, Vegetationsverhältnisse von Süd-Bayern: München 1854 S. 151 ff.

Trigonometrische Höhenbestimmungen aus der nicht veröffentlichten Beschreibung der Landesgrenze zwischen dem Königreich Bayern und Tyrol und Vorarlberg, von SENDTNER in dem angeführten Werke ausgezogen. In dem folgenden Verzeichnisse sind dieselben mit Gr. Beschr. bezeichnet.

Um die nöthige Gleichförmigkeit in der Citation der Höhen durch das ganze Buch nicht zu stören, schien es mir am besten, im Allgemeinen unsere Resultate

1) Die ausführliche Abhandlung v. HAUER'S: „über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen“, Jahrb. der geolog. Reichsanst. IV 1853 S. 715, in welcher die Resultate der bisherigen Beobachtungen zusammengestellt sind, erhielt ich leider erst, nachdem der Druck dieses Capitels beinahe beendigt war.

und die Mittel, welche aus denselben und schon früher angestellten Messungen genommen wurden (S. 86–99), an den verhältnissmässig wenigen Punkten, welche zugleich in den schönen Bestimmungen von SENDTNER und von der Grenz-Commission vorkamen, für jetzt nicht mehr zu verändern; es findet überdiess öfter, besonders an den Stationen mehrfach wiederholter Beobachtungen, eine sehr befriedigende Uebereinstimmung statt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bei SENDTNER, ebenso wie bei unseren Beobachtungen von 1847 und 1848, die Delcros'sche Höhe des Pflasters der Frauenkirche zu München = 1597 Par. Fuss zu Grunde gelegt ist; bei unseren Bestimmungen von 1852 aber, ebenso wie bei allen übrigen der angeführten Messungen die Höhe dieses Punktes = 1569 P. F. angenommen wurde<sup>1</sup>.

Einige früher gemessene Punkte, deren Lage zu ungenau angegeben wurde, um sie mit Bestimmtheit aufzufinden und auf der Karte einzutragen, zum Beispiel das Kirchenchor oder Gemenchor von WEISS, ebenso wie einige zweifelhafte oder widersprechende Bestimmungen wurden in dem Verzeichnisse nicht aufgenommen.

	Par. Fuss.	
Ahrnspitze, zwischen der Isar und Leutasch.	6676	Gr. Beschr.
Alpspitze.	8060	Mittel der verschiedenen Bestimmungen (in runden Zahlen, eigentlich 8058,6). Es erhielten 8005 SENDTNER, 8048 WINKLER, 8069 PARTSCH, 8085 WEISS bar. 8086 WEISS trig.
St. Anton bei Partenkirchen, Kirchenpflaster.	2309	SCHLAGINTWEIT.
Arlesberg, südlich von der Mauth Griesen, auf der Grenze zwischen Bayern und Tyrol; höchster Punkt.	3067	Gr. Beschr.
Bergli, kleiner Felsengipfel im Höllenthalkahre.	6990	SCHLAGINTWEIT.
Bernardinalpe.	4395	SENDTNER.
Bodenlahnalpe.	3382	SENDTNER.
Burgberg, bei Mittenwald.	3617	Gr. Beschr.
Daniel oder Upsberg, bei Lermoos.	7136	WEISS.
Drehrain, Signal auf den Drehwiesen nördlich vom Kreuzjoch.	3745	WINKLER.
Dreithorspitze.	8057	Gr. Beschr. 7975 PARTSCH, 7976 LAMONT, 7978 G. Karte Tyr., 8061 WEISS; 8288 SENDTNER, vielleicht ein etwas verschiedener Punkt.
Ehrwald, das Dorf.	3138	G. Karte Tyrols. Bezieht sich wohl auf die höheren Theile des Dorfes.
Ehrwaldschanze, Mauthhaus eb. Erde.	2781	SENDTNER. (2874 G. Karte Tyrols.)

1) Vgl. über die Höhe von München die Bemerkungen Seite 91.

	Par. Fuss.	
Eibsee, Spiegel des See's.	2929	Mittel aus: 2923 LAMONT, 2929 STOLZ, 2936 SCHLAGINTWEIT 1847. (2728 WEISS sicher zu nieder, 2994 SENDTNER, 3001 WINKLER Felsen am Ufer.)
Enningalpe.	4785	SCHLAGINTWEIT.
Enningspitze, etwas südlich von Graswang.	5973	WEISS.
Erratische Blöcke, an den höchsten Punkten ihres Vorkommens.		
In den oberen Theilen der Bodenlahne, unterhalb des Weges von der Hochalpe zur Kreuzalpe.	4600	SCHLAGINTWEIT. Einige wenige sehr vereinzelte Hornblende- u. Glimmerschieferstücke.
In den obersten Theilen des Finzbachthales, in den Umgebungen des hinteren Esterhofes.	3900 bis 4000	SCHLAGINTWEIT. (Auf der Karte ist dieser Punkt nicht mehr enthalten.)
Im Geisthale, an den Bergen auf der linken Seite des Thales, am Wege zur steinernen Hütte.	4150	SCHLAGINTWEIT.
Im Giessenbachthal (südwestlich von Oberau), oberhalb der Ross- oder Giessenbachalpe.	4400	SCHLAGINTWEIT.
Auf der linken Seite des Lahnewiesgrabens.	3580	(?) SCHLAGINTWEIT. Es dürften in diesem Thale vielleicht an anderen Punkten noch höher oben erratische Gesteine vorkommen.
Am Fusse der steilen Wände des Kämikopfes, Zirmeskopfes, des Rachen u. s. w.	4000 bis 4200	SCHLAGINTWEIT. Nördlich davon im Wettersteinwald, ebenso wie an den Bergen in den Umgebungen des Ferchensees und des Lauterseees sind die erratischen Geschiebe sehr verbreitet.
Im Rainthale, an den Abhängen auf der linken Seite des Thales.	3180	SCHLAGINTWEIT. Die erratischen Gesteine finden sich in diesem Thale nur in geringer Anzahl.
Eselberg.	3223	WINKLER.
Eselhöhe.	3853	WINKLER.
Ettaler Berg, zwischen Ettal und Oberau.	2651	(?) WINKLER.
Ferchensee, Spiegel des Sees.	3261	SENDTNER. (3160 WINKLER)
Wasserscheide zwischen dem Ferchen- und Lautersee, zwischen der Isar und Loisach.	3360	SENDTNER.
Franzosensteig, westlich vom Grünkopf, höchster Punkt des Ueberganges.	3930	Gr. Beschr.
Frauenalp Kopf.	7274	WINKLER.
Frauenalp Spitze.	6883	WINKLER.

	Par. Fuss.	
Gamsangerle-Kopf, beim Kreuze.	6091	SENDTNER.
Garmisch, Loisachbrücke	2125	Nach den Beobachtungen von SCHLAGINTWEIT, von STOLZ und PARTSCH, und von LAMONT. Hiemit stimmen auch sehr gut überein die Resultate von SENDTNER: 2137 Loisach b. Beneficiatenhaus; 2142 Beneficiatenhaus ebener Erde.
Gassenalpe, am Fusse der Alpspitze.	4742	WINKLER.
Gatterle-Pass.	6235	SCHLAGINTWEIT. Hiemit stimmt überein die Höhe von 6229 in der Gr. Beschr.
Gernkopf, nordwestlich vom Eibsee.	6654	WINKLER.
Geschwend, Bauernhof auf der südlichen Abdachung des Eckenberges.	3193	WINKLER.
Grainau (Ober-), Beneficiatenhaus.	2360	SENDTNER.
Graseck (Mitter-).	2872	WINKLER.
Graseck (Vorder-), ebener Platz vor den Bauernhöfen	2674	SCHLAGINTWEIT. (2698 und 2700 WINKLER, 2757 SENDTNER Forsthaus.)
Grasecker-Klamm, Brücke.	2491	SCHLAGINTWEIT. 2549 SENDTNER.
Graswang, Capelle.	2710	(?) WEISS.
Grenze zwischen Bayern und Oesterreich.		
Auf den Thörlern oberhalb der Luttergrube.	4876	Gr. Beschr.
Grenze am Ausgange der Leutasch-Klamm.	2781	Gr. Beschr.
Grenze in der Scharte zwischen dem Würzberg und Riedkopf.	4307	Gr. Beschr.
Grenze im Isarthale zwischen Scharnitz und Mittenwald.		
a. Grenzstein am rechten Isarufer, an der Poststrasse.	2876	Gr. Beschr.
b. Grenzstein am linken Isarufer.	2863	Gr. Beschr. (Diese Zahl konnte wegen Mangel an Raum auf der Karte nicht eingetragen werden.)
Griesen, Mauthhaus ebener Erde.	2543	SENDTNER.
„    Loisachspiegel.	2538	SENDTNER.
„    Loisachspiegel südlich von Griesen an der Grenze, neben der Poststrasse.	2539	Gr. Beschr.
Grünkopf (oder Graskopf), in der Nähe von Mittenwald.	4829	Gr. Beschr.
Gutes Wasser, auf dem Wege von der Hinterangerhütte zur Zugspitze.	6312	SCHLAGINTWEIT.

	Par. Fuss.	
Hammersbach, Bauernhöfe am Ausgange des Höllenthalés.	2378	SCHLAGINTWEIT. (2304 SENDTNER.)
Hammersbacheralpe.	4627	SCHLAGINTWEIT.
Hinteranger Hütte.	4182	SCHLAGINTWEIT.
Hochalpe.	5146	SCHLAGINTWEIT.
Höfel, auf der südöstlichen Abdachung des Eckenberges.	2884	WINKLER.
Höllensklamm-Brücke.	3554	SCHLAGINTWEIT. (3600 SENDTNER.)
Höllenthal, Weg zum Bergwerk „Auf der Stange“.	3889	SENDTNER.
Höllenthal, Huthaus bei Herrn Biebl's Bergwerken.	4625	SCHLAGINTWEIT. Mittel zahlreicher Beobachtungen. 4660 SENDTNER.
Höllenthal, Unterbaustollen. (Diese Höhe konnte auf der Karte nicht eingetragen werden.)	4410	SCHLAGINTWEIT. 4430 SENDTNER.
Höllenthalspitze.	8237	LAMONT. (8229 und 8334 WINKLER.)
Hoher Blassen.	8308	WINKLER.
Hochkampen oder Auf dem Kampen.	8436	WEISS. (Bei den etwas schwankenden Benennungen der Bergspitzen auf dem hohen Grate längs der bayrisch-österreichischen Grenze könnte sich diese Messung möglicherweise auch auf den Hochwanner (= Kothbachspitze) beziehen.)
Hupfleite, ein kleiner Pass zwischen dem Höllenthalé und der Hammersbacher Alpe.	5317	SCHLAGINTWEIT. An der tiefsten Stelle der Einsattelung.
Isarspiegel bei Mittenwald.	2770	SCHLAGINTWEIT 1848.
Isarspiegel bei Scharnitz.	2853	SCHLAGINTWEIT 1848.
Kämikopf.	6128	WINKLER.
Kämithor, nördlich vom Wetterstein.	5747	WINKLER.
Kahrspitze.	8228	Gr. Beschr.
Kainzenbad, Schwefelquelle.	2287	Mittel aus: 2267 WINKLER und 2306 SENDTNER.
Kaltenbrunn, unterer Bauer.	2653	WINKLER.
Klais, Wasserscheide zwischen der Isar und Loisach.	2876	SENDTNER.
Kothbachspitze oder Hochwanner.	8434	Gr. Beschr. (3894 WINKLER, 8401 PARTSCH.)
Kramer, Gipfel.	6085	Mittel aus den Beobachtungen von SCHLAGINTWEIT, WEISS, LAMONT u. WINKLER.
Kreuzalpe.	4827	SCHLAGINTWEIT.

	Par. Fuss.	
Kreuzjoch.	5268	Mittel aus: 5265 LAMONT und 5271 WINKLER.
Kuhflucht, am westlichen Abhange des Frickenberges, Fuss des Wasserfalles.	3444	SCHLAGINTWEIT.
Kühneckspitze oder Elmenspitze, südlich von Graswang.	5572	WEISS.
Kühnjoch, südlich von Graswang.	6233	LAMONT.
Lautersee bei Mittenwald.	3115	SENDTNER. 3128 WINKLER.
Lermoos, Post ebener Erde.	3052	SENDTNER. (3167 Geogn. Karte Tyrol's bezieht sich vielleicht auf höhere Theile des Dorfes.)
Lermoos, tiefste Stelle des weiten Thalbeckens zwischen Lermoos und Ehrwald, an der Loisach, etwas nördlich von Ehrwald.	2907	SCHLAGINTWEIT 1847.
Leutasch (Ober-), Platz vor der Kirche.	3571	SCHLAGINTWEIT. (3522 G. Karte Tyrol's.)
Marxen Seppel, Bauernhof oberhalb Graseck.	3821	WINKLER.
Mittenwald, Markt.	2802	SENDTNER, Pflaster bei der Kirche. 2802 LAMONT, Strassenmitte. 2823 SENDTNER, Gasthaus zum Schwipacher zweiter Stock.
Mittenwald, Isarspiegel.	2770	SCHLAGINTWEIT 1848
Nothspitze, südwestlich von Ettal.	5825	Mittel aus: 5789 WEISS bar., 5799 WEISS trig., 5888 LAMONT.
Oberau, das Dorf.	2175	WINKLER.
Oberau, Loisachbrücke.	2033	WINKLER. (WEISS 2156 Loisachspiegel ist entschieden zu hoch.)
Partenkirchen, Platz vor der Kirche.	2151	SCHLAGINTWEIT, Mittel zahlreicher Beobachtungen.
Pestcapelle im Geisthale, an der Wasserscheide zwischen der Loisach und Isar.	5104	G. Karte Tyrol's.
Petersbrunnen am Kochelberg, Schwefelquelle.	2642	SENDTNER.
Plattachergletscher oder Schneeferner, mittlere Höhe seines unteren Endes.	7633	SCHLAGINTWEIT.
Riedkopf, zwischen der Isar und Leutasch.	5870	Gr. Beschr.
Rainthaler Bauer.	2913	Mittel aus: SCHLAGINTWEIT 1847 und 1852 und WINKLER. 2888 SENDTNER.
Rainthaler Schrofen (oder Mittereckkopf).	7721	Mittel aus: 7709 PARTSCH, 7712 WINKLER, 7719 LAMONT und 7743 Gr. Beschr.
Schachenalpe.	5319	SCHLAGINTWEIT. (5457 WINKLER.)

	Par. Fuss.	
Schachensee.	5112	WINKLER.
Schachenthor.	5550	SENDTNER. (6028 WINKLER (?) „Stand am Schachenthor“.)
Scharnitzspitze.	7553	Gr. Beschr. (WEISS 8230 Scharnitz - Thörlspitze bezieht sich wohl auf einen verschiedenen Punkt, etwa auf die Kahrlspitze der Grenz-Beschreibung = 8228.)
Schlattan, Bauernhöfe auf der südlichen Abdachung des Eckenberges.	2878	WINKLER.
Schneefernerkopf, südlich von der Zugspitze.	8794	Gr. Beschr. 8879 SENDTNER.
Seealpe, oberhalb des Eibsee's.	4111	SENDTNER.
Solden- oder Soller - Pass, aus dem Puitenthale in ein kleines Hochthal am südlichen Fusse der Dreithorspitzen führend.	6569	SCHLAGINTWEIT.
Sonnenberg bei Graswang.	5450	WEISS.
Sonnspitze, östlich vom Wetterschrofen gegen den Gatterlepass.	7677	Gr. Beschr.
Steinerne Hütte am Kothbach, auf der linken Seite des Leutaschthales.	5920	SCHLAGINTWEIT.
Steppbergalpe, westlich vom Kramerberge.	4894	SCHLAGINTWEIT.
Stuibensee, am Fusse der Alpspitze.	5963	SENDTNER.
Thörlpass, am nordöstlichen Fusse der Dreithorspitzen.	7258	SCHLAGINTWEIT.
Thörlspitze, unmittelbar östlich vom Pass.	7444	Gr. Beschr.
Wachsenstein.	6923	LAMONT. (Die Messung von WEISS 7109 bezieht sich vielleicht auf einen etwas verschiedenen Punkt.)
Wagenbrechsee bei Gerold.	2885	WINKLER.
Wasserscheide zwischen dem Ferchen- und Lautersee, zwischen der Loisach und Isar.	3360	SENDTNER.
Wetterschrofen.	8306	Gr. Beschr.
Wetterspitze südlich vom Plattachergletscher.		
a. Nordwestliche Spitze.	8408	Gr. Beschr.
b. Südöstliche Spitze.	8291	Gr. Beschr.
Wettersteinalpe.	4440	SENDTNER. (4485 WINKLER.)
Wetterstein, höchster Punkt.	7624	Gr. Beschr. (7619 WEISS, westliche Spitze. 7311 LAMONT, wohl ein anderer Punkt.)

	Par. Fuss.	
Wetterstein, altes trigon. Signal.	7044	Gr. Beschr. (7083 WEISS, östliche Spitze.)
Wetterstein, Gamskopf, östlich vom Gams- angerle.	6591	Gr. Beschr.
Wildermimingeralpe, im Geisthale.	4352	G. Karte Tyrol's.
Zugspitze, westlicher Gipfel am Fusse des Kreuzes.	9094	= 2954 Meter oder 10122 bayer. Fuss. Mittel aus unseren zwei barometrischen Beobachtun- gen, berechnet nach dem Peissenberge, Innsbruck und der Hinterangerhütte (9096) und aus den trigonometri- schen Bestimmungen von BONNE u. BROUSSEAU (9086) und von WEISS (9099). Vgl. S. 91.

Seit dem Drucke der Beobachtungen in der ersten Abtheilung dieses Buches sind mir noch bekannt geworden: Eine trigonometrische Messung der Zugspitze aus der Beschreibung der Landesgrenze zwischen Bayern und Tyrol zu 9088 P.F. (Höhe des Pflasters der Frauenkirche, wie bei uns = 1569' angenommen); ferner eine Messung von SENDTNER zu 9024 P.F., beruhend auf einer Aufnahme des Zenithalwinkels vom Gipfel der Alpspitze aus, wobei die Höhe der Alpspitze = 8005' zu Grunde gelegt ist; eine barometrische Bestimmung SENDTNER's im August 1853 ergab 9150 P.F.; bei diesen beiden Höhenbestimmungen ist das Pflaster der Frauenkirche zu 1597' nach DELCROS angenommen. (Vergl. SENDTNER's „Vegetationsverhältnisse Südbayerns“ S. 160.)

Auf der geologischen Karte Tyrol's ist die Zahl 9326 Wiener Fuss eingetragen, = 9075 Par. Fuss.

### Topographische Bemerkungen.

Construction der Horizontalcurven. Die topographische Grundlage der Karte (1:75000), welche dieser Abhandlung beigegeben ist, bilden die betreffenden Blätter der schönen und detaillirten Karten des k. bayerischen Generalstabes (Verhältniss 1:50000) und des k. k. österreichischen Generalstabes (1:144000).

Für meine Karte wurden überdiess in der Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines die Horizontalen in Abständen von je 1000 Pariser Fuss construirt, sie sind auf einer Reduction im Maassstabe von 1:200000 eingetragen.

Als Grundlage zur Construction dieser Horizontalen wurden benützt:

Erstens, die zahlreichen Höhenbestimmungen in diesem Gebiete, welche in der vorhergehenden Tabelle zusammengestellt sind.

Zweitens, wurden mit diesen schon vorhandenen Höhenbestimmungen durch den Seite 129 beschriebenen und Taf. V Fig. 6 abgebildeten Verticalkreis zur Abstecung der Horizontalen möglichst zahlreiche Punkte von gleichem Niveau verbunden.

Die so erhaltenen Niveauangaben, welche durch das ganze Gebirge verbreitet waren, habe ich hierauf durch Interpolation auf die Linien gleicher Höhe von je 1000 zu 1000 Par. Fuss reducirt.

Berechnung der mittleren Höhe. Zur Vergleichung mit einer der höchsten Gruppen der Centralalpen, mit dem Monte-Rosa, von welchem wir eine ähnliche Karte der äquidistanten Horizontalen aufgenommen hatten, wurde auch in der Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines, die in orographischer Beziehung sehr hübsch umgrenzt ist, die mittlere Höhe berechnet. Es wurde dabei der cubische Inhalt der einzelnen Terrainsegmente, welche durch zwei horizontale Flächen von 1000 Fuss Höhenabstand eingeschlossen sind<sup>1</sup>, bestimmt, und dann die Masse aller einzelnen Segmente über die ganze Oberfläche der Curvenkarte gleichmässig verbreitet gedacht<sup>2</sup>. Es ergab sich daraus für die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines, in derselben Umgrenzung des Terrains wie auf der Curvenkarte, eine  
mittlere Höhe von 5200 Par. Fuss = 1690 Meter.

Das heisst: wenn sich das Terrain, in dem Umfang der Curvenkarte durch verticale Flächen abgegrenzt, vollkommen ins Gleichgewicht setzen könnte wie eine Flüssigkeit, wobei also alle Thäler und Berge verschwinden müssten, so würde die dadurch gebildete gleichmässige Oberfläche überall die oben angegebene mittlere Höhe haben<sup>3</sup>.

Gletscher und Firnansammlungen. Auf der geologischen Karte wurden auch die kleinen secundären Gletscher und die Firnansammlungen näher unterschieden, welche in diesem Gebiete vorkommen.

Es befinden sich hier zwei deutlich entwickelte secundäre Gletscher: der Plattachergletscher und der Höllthalgletscher.

Der Plattachergletscher (auch Schneeferner genannt) nimmt die Mulde südlich von der Zugspitze ein. Er ist verhältnissmässig ziemlich breit, und zeigt eine deutliche Randmoräne und mehrere kurze Mittelmoränen. Die mittlere Höhe seines unteren Endes beträgt 7633 Par. Fuss.

Der Höllthalgletscher liegt in einer kleinen Mulde, am nördlichen Fusse des Zugspitzkammes. Die Wände selbst, welche das Firnmeer umgeben, sind so steil, dass sich im Allgemeinen nur sehr wenig Schnee auf denselben zu erhalten vermag.

1) Bei dieser Berechnung wurde, der grösseren Deutlichkeit wegen, nicht die Reduction der Horizontalcurven im Massstabe von 1:200000, sondern die ursprüngliche Construction derselben auf einer Karte im Massstabe von 1:50000 zu Grunde gelegt.

2) Ueber die Art und Weise der Berechnung vergl. die näheren Bemerkungen des vierten Theiles Cap. XVIII.

3) Eine ähnliche Berechnung ergab für unsere Karte des Monte-Rosa eine mittlere Höhe von 9390 Par. Fuss = 3050 Meter.

Ueberdiess kommen an mehreren Stellen in den engen Schluchten und Rinnen, welche für diese steilen Kalkgebirge so characteristisch sind, permanente Firnlagen vor.

Begünstigt durch die anomale Temperatur der Luft und des Bodens in den beschatteten Schluchten, reichen die Firnlager in denselben oft ziemlich weit unter die Schneegrenze herab. Einer der interessantesten dieser Tieffirne in dem Gebiete der Karte ist jener, welcher im Rainthale etwas unterhalb der Hinterangerhütte<sup>1</sup> liegt. Er hatte im Jahre 1852 und 1853 ziemlich dieselbe Ausdehnung beibehalten, welche wir früher, 1847, beobachteten. (Vergl. die kleine Zeichnung dieses Tiefirnes Fig. 15. S. 42 unserer früheren Untersuchungen.)

## Uebersicht der Formationen.

### I. Unterer Alpenkalk; Muschelkalk.

Es ist dieses die tiefste Formation, welche man in dem oberen Loisachgebiete entblösst findet. Sie besteht vorherrschend aus grauen Dolomiten, zwischen welchen nur selten Lagen von dunkelen, grauen und bräunlichen Kalken vorkommen. Durch grösseren Bitumengehalt werden die Dolomite zuweilen auffallend dunkel; an anderen Stellen finden sich sehr lichte Abänderungen von gelblicher und bräunlicher Farbe. Diese hellen Dolomite, unter dem Hammer oft in viele eckige Fragmente zerspringend, trifft man besonders in dem langen Dolomitzuge bei Mittenwald, am Ellmauerbache, am Abhang des Stegreifes und von da westlich an mehreren Punkten der Bodenlahne.

Versteinerungen konnte ich in dem unteren Alpenkalk nirgends auffinden; da derselbe die Grundlage der später folgenden, versteinerungsreichen Schichten des unteren Lias bildet, so muss dieser untere Alpenkalk wohl als ein Aequivalent des Muschelkalkes betrachtet werden<sup>2</sup>.

### II. Unterer Lias.

Diese Formation tritt in dem Gebiete der Karte in grosser Ausdehnung und Entwicklung auf. Sie besteht in Allgemeinen aus dunkel gefärbten Mergelschiefeln und mergeligen Kalksteinen; zuweilen kommen auch weit lichtere, festere Kalke vor, z. B. am Risserkopf, Katzenstein, an den unteren Abhängen der Berge auf der linken Seite des Geisthales, und östlich von der Stuibenalpe gegen das Rainthal<sup>3</sup>; diese

1) Die Höhe der Hinterangerhütte beträgt 4182 Fuss.

2) Vergl. auch die Bemerkungen Cap. XVII S. 558.

3) Diese bräunlichen und gelblich-braunen thonigen Kalksteine sind zuweilen ziemlich hell gefärbt und enthalten zahlreiche sehr feine Spathadern, die sich netzförmig durchkreuzen; sie ziehen sich öst-

helleren Abänderungen sind jedoch ebenfalls durch einen bald geringeren, bald grösseren Thongehalt characterisirt. Sehr dunkle, thonreiche Schiefer, welche zuweilen mit Säuren nur schwach brausen, finden sich in grösserer Ausdehnung an den Seitenzuflüssen der Degernlahne, am Kochelberg, bei Graseck und Wamberg, ferner am Schachenthor, Kämithor u. s. w. Zwischen den thonigen Schiefen sind dann dickere, dunkelgraue Kalksteinbänke eingelagert.

Ausser den mergeligen Kalken und Schiefen treten an mehreren Stellen auch Schichten eines feinkörnigen, öfter etwas glimmerigen, grauen, bei der Verwitterung braunen Sandsteines auf, welcher mit Säuren gar nicht oder nur sehr wenig braust. Man trifft diese Sandsteine am südlichen Fuss des Risserkopfes und des Vorderhausberges, in den oberen Verzweigungen des Sulzgrabens am östlichen Fuss des Kreuzschrofens, auf der Hochalpe, am Sattel zwischen dem Osterfeld und Längenfeld, bei der Hammersbacheralpe; ferner in einigen längeren Streifen auf der linken Seite des Ferchenbaches von dem Einflusse in die Partnach bis gegen die Ellmau, am Kämi, auf der Schachenalpe u. s. w.; auch auf der südlichen Abdachung der Zugspitz-Gruppe, südlich vom Grate des Hochkampen, habe ich wieder einen ganz ähnlichen Sandsteinstreifen beobachtet. Diese Sandsteine sind sehr arm an Petrefakten; es fanden sich nur einige undeutliche Pflanzenreste am Stegreif auf der linken Seite des Ferchenbaches, und Bruchstücke von Aviculen und Nuculen in den Umgebungen der Hochalpe und der Hammersbacheralpe. Die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse, welche allerdings in diesem Gebiete sehr unregelmässig sind, schien mir zu zeigen, dass diese Sandsteine noch als ein Glied der unteren Liasformation im Allgemeinen betrachtet werden müssen, indem es mir bis jetzt nicht gelang, eine bestimmte und constante Lagerungsfolge der Sandsteine in Beziehung auf die übrigen petrefaktenführenden Kalksteine und Mergel dieser Formation aufzufinden. Auf meine Vermuthungen in Betreff der Parallelisirung dieser Sandsteinbildung mit jener, welche die Alpenkohle in Oesterreich und in Vorarlberg<sup>1</sup> begleitet, hatte Herr VON HAUER die Güte mir mitzutheilen, dass die Gesteine allerdings grosse Aehnlichkeit mit jenen der Alpenkohle haben. „Die Formation, welcher die letztere angehört, ist sicher unterer Lias, und liegt unmittelbar auf Hallstädter (ächten Cassianer-) Schichten. Ihre Fauna zeigt manche Abweichungen von jener der ächten Kössenerschichten (vergl. SUSS: Die Brachiopoden der Kössenerschichten. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. X. S. 283), jedoch stimmen auch manche Arten überein. Dieses, sowie die gleiche geologische Stellung veranlasst uns, diese Schichten, die wir Grestener-

---

lich von der Stuibenalpe gegen das Rainthal herab, und dürften, wie mir scheint, nach den Lagerungsverhältnissen wohl am besten zum unteren Lias gerechnet werden. Die in diesen Gesteinen enthaltenen Korallen und Zweischaler konnten noch nicht näher bestimmt werden. Die östliche Begrenzung dieser Schichten auf der rechten Seite des Rainthales wird durch die Vegetation und die Anhäufung von Gebirgsschutt theilweise der Beobachtung entzogen.

1) Vergl. vorzüglich die wichtige oben angeführte Arbeit ESCHER'S über Vorarlberg.

schichten nennen, als ein Aequivalent der Kössenerschichten anzusehen und als unteren Lias zu betrachten.“

Die Sandsteine und die sandigen Mergelschiefer werden in bergmännischer Beziehung dadurch von Wichtigkeit, dass sie vorzugsweise einzelne Schwefelkies- und Brauneisenstein-Lager einschliessen, obgleich diese Erze auch in anderen Gesteinen dieser Formation vorkommen.

Man findet Eisenerze, welche zuweilen durch ältere Grubenbaue oder durch Schürfversuche aufgeschlossen sind<sup>1</sup>, zum Beispiel in der Nähe der Hammersbacher Alpe, ferner am Sattel, welcher von dieser zur Hochalpe führt, zwischen dem Osterfeld und Längenfeld, am Hirschbühel und an anderen Punkten in den Umgebungen des Lahnewiesgrabens; schwache Spuren derselben kommen vor in den verschiedenen Sandstein- und Mergelpartien am nördlichen Fusse des Wettersteines, am Schachenthor, am Kämmi, am Gamsangerle und an mehreren anderen Punkten im Gebiete der Karte.

Ich habe diese Formation (die Gervilliensichten EMMRICH's) vorläufig als unteren Lias bezeichnet, indem ich mich dabei F. VON HAUER anschliesse, welcher annimmt, dass dieselben ihrer verschiedenen Fauna wegen von den Cassianerschichten, als dem obersten Gliede der alpinen Trias, zu trennen seien, während EMMRICH, ESCHER und MERIAN geneigt sind, die Gervilliensichten mit den Cassianerschichten zu parallelisiren. Sie beziehen sich dabei theils auf die Lagerungsverhältnisse in den südlichen Alpen, theils auf die Verwandtschaft in manchen paläontologischen Charakteren.

Nach den neueren ausgedehnten Untersuchungen in den österreichischen Alpen werden dort jetzt die Hallstädter Schichten als oberer Muschelkalk betrachtet = Cassianerschichten nach MÜNSTER und KLIPSTEIN.

Zum unteren Lias werden als gleichalterig gerechnet:

- a. die Kössenerschichten = Gervilliensichten EMMRICH's = obere St. Cassianerschichten der Schweizer Geologen;
- b. die Dachsteinkalke mit *Megalodon triquetra* (*Megalodus scutatus* SCHAFFH.);
- und c. die Grestener Schichten.

Da die verschiedenen versteinierungsführenden Glieder der Trias in dem von mir untersuchten Gebiete nicht auftreten, so konnte ich hier keine näheren Beobachtungen über das Verhältniss der Gervilliensichten und ihrer Fauna zu jener der tieferen Bildungen anstellen.

#### Verzeichniss der wichtigsten Petrefakte.

Ich habe gesucht in der folgenden Zusammenstellung für die verschiedenen Localitäten einige der wichtigsten und verbreitetsten Petrefakte aufzuzählen, welche ich in deutlichen und sicher bestimmbarern Exemplaren auffinden konnte. Viele an-

1) Vergl. hierüber die ausführlicheren Mittheilungen von SCHMIDT, a. a. O. S. 370.

dere Versteinerungen wurden bei der unvollständigen Erhaltung der Exemplare für jetzt noch nicht näher untersucht.

Der Lahnewiesgraben und seine Umgebungen<sup>1</sup>, am nördlichen Fusse des Kramerberges von der Mündung in das Loisachthal bis zur Enningalpe, sind ein vorzüglicher Fundort schöner und zahlreicher Versteinerungen. Durch die folgenden Arten<sup>2</sup> werden diese Schichten ganz deutlich als Unterer Lias = Kössener-Schichten oder Gervillenschichten bezeichnet:

*Ammonites Roberti* HAUER<sup>3</sup>. Aus dem Brunstgraben, einem Zufluss auf der linken Seite des Lahnewiesbaches, in einem dunkelgrauen Mergelkalke. In Oesterreich wurde diese Art bis jetzt nur im oberen Lias beobachtet.

*Avicula inaequiradiata* SCHAFFH. In ziemlich zahlreichen Exemplaren. Die Art kömmt, obgleich seltener, auch in den Kössenerschichten der österreichischen Alpen vor.

*Cardium rhaeticum* MERIAN (bei ESCHER Taf. IV, Fig. 40, 41).

*Gervillia inflata* SCHAFFH. An einigen Stellen in den höheren Theilen des Thales westlich vom Brunstgraben in sehr zahlreichen Exemplaren.

*Lima*, in einigen nicht sicher bestimmaren Exemplaren.

*Modiola Schafhäutli* STUR = *Modiola texta* SCHAFFH.

*Nucula complanata* PHILL. Sie kömmt auch in Oesterreich im unteren Lias vor. Mit ihr zusammen fanden sich in diesem Gebiete noch einige andere, wahrscheinlich davon verschiedene *Nucula*-Arten.

*Pecten lugdunensis* MICH. (MERIAN bei ESCHER Taf. III, Fig. 22—24).

*Pholadomya lagenalis* SCHAFFH. *Pinna Hartmanni* ZIET.

*Trigonia*, „ähnlich *Trigonia harpa* MÜ. oder *Trig. Whateleyae* BUCH; doch davon verschieden und wohl neu“.

*Rhynchonella fissicostata* SUESS. *Rhynchonella cornigera* SCHAFFH.

*Terebratula gregaria* SUESS, häufig zwischen Korallen festsitzend.

*Rhynchonella subrimosa* SCHAFFH. *Spirigera oxycolpos* EMMRICH.

Korallen kommen in einzelnen Schichten, wie es scheint vorzüglich in der unteren Abtheilung dieser Formation, in grosser Anzahl vor, so dass sie zuweilen die Hauptmasse des Gesteines bilden. Die Arten dieser Korallen, vorzüglich

1) Bei der Untersuchung der petrefaktenreichen Schichten des Lahnewiesgrabens erfreute ich mich öfter der Begleitung des Herrn Bergpraktikanten WURMER in Garmisch; ich verdanke seiner gütigen Mittheilung mehrere interessante Versteinerungen aus diesem Thale.

2) Ich beschränke mich hier, wie schon oben erwähnt, gegenwärtig nur auf die Mittheilung einiger Arten, welche für die Formationsbestimmung vorzüglich wichtig sind. Für die nähere Beschreibung der reichhaltigen Fauna der Lahnewieschichten vergl. die verschiedenen Abhandlungen SCHAFFHÄUTL'S in LEONHARD und BRONN'S Jahrbuch 1851, 1852 und 1853.

3) Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt 1853 S. 748.

Lithodendren und Astraeen, wurden bisher noch nicht näher untersucht und bestimmt.

An den nordwestlichen Abhängen des Wachsensteines gegen den Eibsee und Grainau fanden sich in den Entblössungen des Röhrbaches, des Alpebaches u. s. w. unter anderen Petrefakten vorzugsweise folgende sicher bestimmbare Arten, welche jedenfalls diese Schichten als unteren Lias charakterisiren:

*Gervillia inflata* SCHAFFH. An einigen Stellen in sehr zahlreichen Exemplaren.

*Lima gigantea* SOW.?

*Modiola* Schafhäütli STUR = *Modiola texta* SCHAFFH.

*Rhynchonella subrimosa* SCHAFFH.

*Trigonia*, übereinstimmend mit der oben angeführten Art aus dem Lahnewiesgraben.

Diese Schichten setzen sich in östlicher Richtung über die nördlichen Abhänge des Kreuzjoches, über den Eselberg und Wamberg bis zum Isarthale fort. Die dunkelen mergeligen Kalksteine und Mergelschiefer sind an diesen Localitäten im Allgemeinen nicht sehr reich an Versteinerungen; sie gehören jedoch sowohl den Lagerungsverhältnissen als der Gesteinbeschaffenheit nach zum unteren Lias. Es finden sich darin öfter einige undeutliche, nicht näher bestimmbare Zweischaler; nordöstlich von Elmau am Wege nach Klais traf ich jedoch auch einige Stücke voll von *Nucula complanata* PHILL., die sowohl im Lahnewiesgraben als bei der Wettersteinalpe vorkömmt.

In nördlicher Richtung stehen diese Schichten in unmittelbarem Zusammenhang mit den ganz ähnlichen Gesteinen auf der rechten Seite des Kankerbaches und am Südwest-Fusse des Eckenberges. Hier fanden sich etwas oberhalb St. Anton, am Wege zur Esteralpe:

Ziemlich zahlreiche Reste von Gasteropoden. „Sie sind zwar nicht mit Sicherheit zu bestimmen, doch dürften sie nicht verschieden sein von Formen, die häufig in den Dachsteinkalken vorkommen.“

*Modiola*. „Neue Species, übereinstimmend mit einer Art aus den Kössenerschichten.“

*Nucula complanata* PHILL.

Eine interessante Localität in diesem breiten Zuge der unteren Lias-Gesteine bildet noch der Katzenstein, südlich von Garmisch. In dem hellgrauen thonigen Kalksteine an den Abhängen 400 bis 800' über dem Thale wurden hier beobachtet: „Ein Bruchstück einer *Terebratula*, welches zu *Terebratula trigonella* SCHLTH. gehören könnte, und

Crinoidenstielglieder, ähnlich denen des *Dadoerinus gracilis* H. VON MEYER.“

Diese beiden Arten könnten auf Trias deuten, mit ihnen zusammen kömmt noch ein anderes Petrefakt vor, welches vielleicht *Natica alpina* MER. (ESCHER T. V, F. 54—57) ist und den Kössenerschichten angehört. Die Lagerungsverhältnisse an dieser Localität bieten ebenfalls keinen speciellen Grund, die Schichten,

welche diese Petrefakte enthalten, von der unteren Liasformation im Allgemeinen zu trennen.

In den Schichten des unteren Lias am nördlichen Fusse des Wettersteines, in den Umgebungen der Wettersteinalpe u. s. w. treten (oft in sehr grosser Anzahl) vorzugsweise auf:

*Cardium austriacum* HAU. „Es ist dieses die so oft als *Cardita crenata* bezeichnete Art. Zwei Seitenzähne am Schloss, die wir an Exemplaren aus unseren Alpen blosslegen konnten, stellen die Art ziemlich sicher in das Geschlecht *Cardium*. Die ächte *Cardita crenata* aus den Cassianerschichten scheint ein ganz abweichendes Schloss zu besitzen, doch kenne ich dasselbe nicht vollständig“. Sehr häufig.

*Nucula complanata* PHILL.

*Ostrea Haidingeriana* EMMRICH. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1853. 377.) Oft in grosser Anzahl angehäuft in den mergeligen Kalken auf dem Kamme östlich von der Wettersteinalpe.

An den Abhängen auf der südlichen Seite des Wettersteines, unterhalb des Schönberges, Rossberges und bei der Ehrwalderalpe, fanden sich in einem dunklen mergeligen Kalke, der hier von lichterem thonigen Kalksteinen unterlagert wird, folgende Arten:

*Rhynchonella fissicostata* SUSS. Spirifer *Emmrichi* SUSS.

*Avicula intermedia* EMMR. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. IV, 1853. 376.) Von den sehr ähnlichen Arten *Avicula inaequalis* Sow. und *Avicula Münsteri* BR. durch die Zahl der Rippen verschieden.

*Cardium austriacum* HAU. Uebereinstimmend mit Exemplaren von der Wettersteinalpe, wo diese Art weit häufiger auftritt als hier.

*Lima gigantea* SOW.

*Modiola Schafhäutli* STUR = *Modiola texta* SCHAFFH.

### III. u. IV. Oberer Lias, und Jura.

#### A. Oberer Lias von Ammergau.

Ich hatte Gelegenheit, sehr deutlich entwickelte Schichten des oberen Lias in den Umgebungen von Oberammergau zu beobachten, unmittelbar nördlich von dem Gebiete der Karte. Diese Schichten sind hier durch einen grossen Reichthum charakteristischer Cephalopoden des Lias ausgezeichnet.

Mehrere schöne Exemplare von diesem Fundorte verdanke ich der Güte des Herrn FLUNGER, Zeichnungslehrers und Bildhauers in Ammergau, welcher mich wiederholt bei der Untersuchung der wichtigsten Punkte begleitete. Das Gestein ist vorherrschend ein blaugrauer Kalkmergel, der von SCHAFFHÄUTL<sup>1</sup> genau beschriebene Amaltheen-Fleckenmergel.

1) Geognostische Untersuchungen des südbairischen Alpengebirges. S. 22<sup>o</sup> u. 142. Taf. X. u. XI.

Am besten aufgeschlossen sind diese Schichten in der Weidachlahne und ihren Seitenzuffüssen, auf der rechten Seite des Ammerthales, unmittelbar östlich von Oberammergau; jedoch auch auf der gegenüberstehenden, linken Seite des Thales kommen in den mergeligen Kalken Liasammoniten vor.

Den unteren Lias (= Gervillenschichten) konnte ich hier bis jetzt nicht in deutlicher Entwicklung auffinden.

Die Liasschichten fallen steil nach Süden und befinden sich jedenfalls in sehr unregelmässigen Lagerungsverhältnissen. Auf der rechten Seite des Thales breiten sich nördlich davon grosse Massen mergeliger und sandiger Flyschgesteine aus, deren Gliederung nur durch eine sorgfältige paläontologische Untersuchung der Schichten möglich würde. Unmittelbar im Liegenden der Liasschichten, im Lehmgraben, am Kühberg u. s. w. enthalten die grauen Kalkmergel, ebenfalls mit  $77^\circ$  nach Süden  $30^\circ$  Westen fallend, nichts als den *Fucus intricatus*. Im Hangenden der Liasmergel, auf der linken Seite der Weidachlahne findet man einen wenig mächtigen Zug dolomitischen Kalkes, welcher hier ebenso wie in seiner westlichen Verlängerung am Rainer- oder Schinderbüchel, südlich von Ammergau mit  $70-75^\circ$  nach Süden oder Süden  $7^\circ$  Westen fällt. Weiter nach aufwärts an den Abhängen des Laberberges folgt durch einen dickberasteten und schuttbedeckten Weideplatz getrennt der helle obere Alpenkalk<sup>1</sup>, welcher jedoch an den Laberköpfen ganz entgegengesetzt mit  $70-80^\circ$  nach Norden fällt, und weiter gegen Ettal zu von einem rothen Marmor<sup>2</sup> (= Lias) unterlagert wird.

Folgendes sind die wichtigsten Versteinerungen aus dem Lias von Ammergau: *Ammonites amaltheus* SCHLTH. In den Adnetherschichten noch nicht gefunden. *Ammonites Nodotianus* D'ORB. Kömmt auch bei Adneth vor.

*Ammonites radians* SCHLTH. In mehreren Varietäten und zahlreichen Exemplaren. *Ammonites Reussi* HAU.? „Ein dem *Am. Humphriesianus* Sow. in der äusseren Form sehr ähnlicher Ammonit von St. Wolfgang, der aber eine ganz abweichende Lobenzeichnung besitzt, veranlasste mich diese Art aufzustellen. Die in Ammergau gefundenen Exemplare lassen zwar die Lobenzeichnung nicht erkennen, doch kann man, da sie aus gleicher Formation stammen, vermüthen, dass sie zu *Am. Reussi* gehören werden, da *A. Humphriesianus* in der nächst höheren Etage (Unteren Jura) liegt“.

*Ammonites Partschii* STUR. (Jahrb. der geol. Reichsanst. Bd. II. Hft 3. S. 26.) „Eine neue Heterophyllenart, die besonders dadurch wichtig ist, dass sie die Adnetherschichten mit den Hierlatzschichten<sup>3</sup> verbindet“.

1) Vergl. Seite 540.

2) Vergl. Seite 538.

3) Sie gehören beide dem oberen Lias an.

*Ammonites tatricus* PUSCH. „Er reicht in Oesterreich durch den oberen Lias und den unteren Jura hindurch, ist jedoch weit häufiger in der letzteren Etage“.

*Inoceramus ventricosus* SOW.<sup>1</sup>

B. Lias, und Jura am Hirschbühel und auf der südlichen Abdachung des Wettersteines.

Auf der Karte sind mit der Bezeichnung „oberer Lias, und Jura“ zwei getrennte Streifen eingetragen, der eine auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens zwischen der Enningalpe und dem Hirschbühel, der andere am südlichen Fusse der steilen Wände des Wettersteines. Man trifft an beiden Localitäten mergelige und kalkige Schichten, vorherrschend von rother, zuweilen auch von grauer und grünlicher Farbe. Unter den Versteinerungen, welche ich theils am Hirschbühel, theils im Kothbache und am Rossberge im Geisthale aufgefunden hatte, liessen sich bis jetzt nur mit Sicherheit erkennen:

*Ammonites radians* SCHLTH. Kleine Exemplare dieser Art fanden sich im Lahnewiesgraben am nordöstlichen Fuss des Hirschbühels unmittelbar über den Gerwillenschichten; auch im Geisthale fand ich an mehreren Stellen Ammonitenfragmente, die sehr wahrscheinlich dieser Art angehören.

*Ammonites*, wahrscheinlich *A. tatricus* PUSCH, oberhalb des Rossberges, auf der linken Seite des Geisthales.

*Aptychus*, ähnlich *Aptychus lamellosus*, von SCHAFHAÜTL als *Aptychus subalpinus* unterschieden. (LEONH. u. BRONN'S Jahrb. 1853. S. 405. Taf VI.)

Diese Aptychen kommen stellenweise in zahlreichen Exemplaren in den rothen Mergelkalken vor, welche mit sehr steiler Stellung und vielfach verdrückt die unteren Abhänge des Hirschbühels bilden.

In den ganz ähnlichen rothen Kalksteinschichten, welche man in einem langen Zuge von dem Puitenthale aus über den Rossberg, Schönberg und die Steinerne Hütte hinweg verfolgen kann, war es mir noch nicht gelungen, diese Aptychen aufzufinden.

Den Lagerungsverhältnissen nach befinden sich die hier besprochenen Schichten zwischen dem unteren Lias und dem oberen Alpenkalk, wie-man im Geisthale ganz deutlich sehen kann. Die angeführten Versteinerungen könnten theils auf Lias, theils schon auf eine höhere Jura-Etage deuten; ich habe auf der Karte diesen Schichtencomplex als oberen Lias und Jura bezeichnet, da ich es für nicht unwahrscheinlich halte, dass fortgesetzte specielle Beobachtungen es möglich machen würden, diese Schichten in zwei verschiedene Formationen zu sondern.

Wenn man die Verbreitung dieser Formationen auf der Karte näher verfolgen

1) Vergl. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt IV 1853 S. 751.

will, so ist zunächst hervorzuheben, dass im Lahnewiesgraben die östliche Verlängerung der rothen und grünlichgrauen Lias- und Juraschichten durch eine sehr merkwürdige übergreifende Lagerung der Dolomite des Kramerberges der Beobachtung entzogen wird. Ich werde später (S. 552) auf dieses Verhältniss wieder zurückkommen.

Grosse Schwierigkeiten zeigen sich in Beziehung auf die östliche und westliche Begrenzung des zweiten Zuges dieser Formation, am Südfusse des Wettersteines. Es liessen sich nämlich auf der westlichen und nordwestlichen Abdachung der Zugspitze und des Wachsensteines weder die so charakteristischen rothen mergeligen Kalke dieser Formation, noch Spuren der Versteinerungen auffinden, welche in derselben im Geisthale an verschiedenen Punkten auftreten. Da ich bis jetzt nicht im Stande war (zum Theil auch durch die Anhäufung von Gebirgsschutt und die Terrainschwierigkeiten gehindert), die Lias- und Juraschichten in ihrer östlichen und nordwestlichen Verlängerung genau zu verfolgen, so musste ich auf der Karte die betreffenden Grenzen etwas unbestimmter lassen.

#### C. Rother Marmor von Graswang und Ettal.

Auf den Abhängen des Sonnenberges und des Brunnberges gegen Süden und Osten, ebenso wie in dem Gebirgsstocke des Laberberges<sup>1</sup> trifft man an mehreren Stellen ausgedehnte Schichten eines theils hellrothen, theils weissen oder auch gelblichen Marmors.

Bei den vielfachen Verdrückungen und den sehr unregelmässigen Stellungen der Schichten, und der, wie es scheint abweichenden Ueberlagerung der Orbitulitensandsteine (vergl. S. 541) wird der Zusammenhang und die regelmässige Fortsetzung dieser Kalk- und Marmorschichten öfter gestört und theilweise unterbrochen.

Man findet dieselben sehr schön an der Kapellenwand und am Schäffelberg, auf der westlichen Abdachung des Laberberges; sie reichen hier bis zur Sohle des Ammerthales herab. Auch in den Umgebungen des Ettaler Mändl's treten diese Marmorschichten in grosser Ausdehnung auf.

Gegenüber der Kapellenwand, auf der linken Seite des Ammerdurchbruches erheben sich abermals dieselben Schichten. Wenn man den Fuss des Berges in der Richtung von Ammergau nach Graswang umgeht, so trifft man den Marmor etwas südlich von einem kleinen Heiligenbilde; es finden sich hier sehr hübsche Abänderungen des Marmors, welche bei dem Bau des Klosters Ettal vielfach benützt wurden. Die Schichten setzen sich höher an den Abhängen des Berges, an der Falkenwand u. s. w. in grosser Entwicklung fort. Noch ehe man jedoch die südliche Ecke des Bergzuges erreicht hat, und in das Graswangthal einbiegt, wird der Marmor durch die mächtigen Orbitulitensandsteine verdrängt, die dann bis gegen Graswang

1) Auf der geologischen Karte Taf. XIX sind diese Bergzüge nicht mehr enthalten.

hin die unteren Abhänge des Gebirges zusammensetzen. Ob der Marmor, welcher an verschiedenen Theilen der weiter rückwärts und höher gelegenen Abhänge des Sonnenberges, des Pürstlingkopfes u. s. w. ansteht, die unmittelbare Fortsetzung der Schichten an der Falkenwand bildet, konnte ich nicht entscheiden.

Das Liegende und das Hangende der Marmorschichten lässt sich, ungeachtet der verwickelten Lagerungsverhältnisse, durch vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Punkten mit hinreichender Bestimmtheit erkennen.

Ueber den Marmorschichten folgt, im Allgemeinen mit sehr steilem Nordfallen, der weisse obere Alpenkalk, welcher an den Laberköpfen, ebenso wie am Kofel und in seiner westlichen Verlängerung ansteht, und stellenweise dieselben kleinen Korallenreste enthält, wie auf der Zugspitze. Das Liegende des Marmors ist zwar im Graswangthale durch die breite schutterfüllte Thalsohle vielfach der Beobachtung entzogen; man findet jedoch etwas weiter rückwärts im Thale zwischen Graswang und den Linderhöfen deutlich als Unterlage des Marmors dunkle blaugraue Mergel und Kalksteine, welche sowohl nach der Gesteinsbeschaffenheit als auch nach den, allerdings nicht sehr zahlreichen Petrefaktenresten, den Schichten des unteren Lias im Lahnewiesgraben zu entsprechen scheinen. Noch tiefer als diese mergeligen Schichten liegen dann die Dolomite des unteren Alpenkalkes, welche südlich vom Graswangthale an der Noth, am Kühnjoch und am Kuchelberg in einem breiten Zuge mit wechselndem Schichtenfallen anstehen.

Auch an dem östlichen und südöstlichen Fusse des Ettaler Männdl's, im Eschenloher Loch, tritt als Grundlage des weissen und röthlichen Terebratel-Kalkes ein Streifen der mergeligen Schichten des unteren Lias hervor.

Die letzteren enthalten hier:

*Cardium austriacum* HAU., wie am Wetterstein.

*Gervillia inflata* SCHAFFH.; es kamen nur wenige schlecht erhaltene Exemplare vor.

*Nucula complanata* PHILL., und

Reste von *Avicula*, *Lima* u. s. w.

Aus den angeführten Lagerungsverhältnissen geht also hervor, dass die Kalk- und Marmorschichten zwischen dem unteren Lias und dem oberen Alpenkalk eingereiht werden müssen. Unter den organischen Einschlüssen sind vorzugsweise charakteristisch zahlreiche Terebratel-Reste, welche das Gestein stellenweise erfüllen<sup>1</sup>; es liessen sich nach den Bestimmungen von SUESS erkennen:

*Rhynchonella Hörnesi* SUESS.

*Rhynchonella variabilis* SCHLTH.

Eine nähere Parallelisirung mit einer speciellen Jura-Etage scheint mir für jetzt noch nicht möglich.

<sup>1</sup>) Sehr zahlreich findet man diese Terebrateln in zerstreuten Felsblöcken auf der Jägerrast am Raubbüchel hinter Graswang.

## V. Oberer Alpenkalk.

Es ist dieses ein heller, gelblich weisser, zuweilen fast ganz reiner Kalkstein, welcher an der Zugspitze, an der Alpspitze und an der Wettersteinwand u. s. w. in mächtigen Lagen auftritt, und hohe steile Felsenwände bildet.

Diese Gesteine sind deutlich die Decke aller jurassischen Ablagerungen in diesen Alpentheilen; jedoch ist bis jetzt die Untersuchung der darin enthaltenen Versteinerungen noch nicht weit genug vorgeschritten, um mit hinreichender Sicherheit das Alter dieses oberen Alpenkalkes näher festzustellen.

An mehreren Punkten, zum Beispiel auf dem Gipfel der Zugspitze, im Höllenthalkahr, an der Wettersteinwand, in der Mulde zwischen dem Soller- und dem Thörl-Pass u. s. w. treten oft ungemein zahlreiche kleine Korallenreste auf; SCHAFHAÜTL hat einige dieser Korallen als *Nullipora annulata* beschrieben und abgebildet. (LEONH. und BRONN's Jahrbuch 1853 S. 303 Taf. VI, Fig. 1.)

Ferner fanden sich auf der linken Seite des Höllenthal am Fusse des Wachsensteines „Auf der Stange“, ebenso wie auf der südlichen Seite der Zugspitze „Auf dem Platt“, nicht weit von dem unteren Ende des Plattachergletschers, mehrere Exemplare von *Nerineen*. Nach HAUER's Vergleichung scheinen diese *Nerineen* ganz übereinzustimmen mit denen des Plassen bei Hallstadt. „Der dortige Kalkstein ist beinahe sicher identisch mit den so petrefaktenreichen Schichten von Stramberg in Mähren; und diese letzteren scheinen nach den neueren Untersuchungen HOHENEGGER's vielleicht schon zur Neocomienformation zu gehören.“

In den gleichen Verhältnissen und mit sehr ähnlichen äusseren Formen, wie an der Zugspitze und am Wetterstein, setzt der obere Alpenkalk auch die höheren Theile und Gipfel des Kahrwendelgebirges zusammen, welches unmittelbar im Osten der hier näher betrachteten Gebirgsgruppe sich erhebt, und durch die wichtige Einsenkung des Isarthales von derselben getrennt ist.

Auch nördlich von dem Gebiete der Karte, in den Umgebungen des Ammerthales, tritt der obere Alpenkalk nochmals hervor. Man trifft denselben an den Laberköpfen, auf der nördlichen Abdachung des Laberberges, ferner an dem kleinen aber steil abgedachten „Kofel“, welcher sich unmittelbar südlich von Oberammergau mit pittoresken Formen erhebt und in seiner westlichen Verlängerung auf den nördlichen Abhängen des Brunnberges u. s. w. Es zeigt sich hier derselbe weisse, massige Kalk wie an der Zugspitze, auch enthält er stellenweise ganz die gleichen kleinen Korallenreste. Man findet die letzteren z. B. an den Laberköpfen, links vom Wege, welcher in nördlicher Richtung von der Soile-Alpe zur Weidachlahne führt, und besonders ziemlich zahlreich in den Schutthalden auf der südlichen und südöstlichen Abdachung des „Kofels“.

Interessant sind die mannigfachen Erosionsformen, welche das Regenwasser an den geeigneten Schichten des oberen Alpenkalkes oder in den ebeneren Thalflächen hervorbringt. In den weiten Mulden im Hintergrunde des Rainthales, des Höllenthales und am südöstlichen Fusse der Dreithorspitzen, in welchen das Gestein im Allgemeinen fast ohne Vegetationsbedeckung der Einwirkung des atmosphärischen Wassers ausgesetzt ist, haben sich auf diese Weise ausgezeichnete Karrenfelder gebildet. Der Boden ist theils mit tiefen und breiten Erosionsfurchen, theils mit kesselförmigen Vertiefungen und Einsenkungen bedeckt. Die Bildung der letzteren wird hauptsächlich durch die zahlreichen Klüfte im Inneren des Gebirges möglich; sie gestatten dem Regen- und Schneewasser, nachdem es den kohlensauren Kalk aufgelöst hat, einen unterirdischen Abfluss am Boden der verschiedenen Trichter.

In dem oberen Alpenkalk kommen an mehreren Punkten Bleierzspuren<sup>1</sup> vor, z. B. in der Kohlstattleite östlich von der Ahrnspitze, an der Ferchenwand und an anderen Punkten des Wettersteines, im Gassenthale nördlich vom Hohen Gaif und an mehreren Stellen im Höllenthale.

In dem letzteren Thale betreibt Herr Rechnungscommissär BIEBL, welcher dieses Gebiet vielfach in bergmännischer Beziehung durchforscht hat, seit längerer Zeit einen regelmässigen Bergbau, in einer Höhe von 4625 P. F. Es kömmt dort vorzugsweise Schwefelblei und molybdänsaures Bleioxyd (Gelb-Bleierz) vor. Galmei wurde noch nicht gefunden.

## VI. Kreidebildungen, Orbitulitensandstein<sup>2</sup>.

Die Orbitulitengesteine treten in den Umgebungen von Oberammergau an mehreren Punkten in ziemlich grosser Mächtigkeit auf. Es sind graue und grünlich-graue Sandsteine, durch die Verwitterung an der Aussenseite braun gefärbt, mit einem kalkigen und thonigen Cement. Das letztere wird an manchen Stücken sehr vorherrschend, überhaupt ist die Zusammensetzung dieses Gesteines, welches bald fein- bald grobkörnig ist, sehr wechselnd. In einzelnen Schichten werden die Quarz- und Hornsteinkörner sehr vorherrschend, und erlangen zuweilen eine bedeutende Grösse. Das Gestein ist dann sehr fest und nicht selten von unregelmässig verwachsenen Hornsteinstreifen durchzogen; die Aussenfläche wird bei der Verwitterung rauh und es treten theils kleinere gerundete Hornsteinkörner, theils grössere, gewöhnlich etwas eckige Hornsteinknollen bis zur Grösse einer Wallnuss, an derselben hervor.

Diese festen, grobkörnigen, zuweilen breccienartigen Gesteine kann man an den südlichen Abdachungen des Laberberges gegen Ettal beobachten, wenn man von der Nebelalpe zur Mändlalde geht; sehr ausgezeichnet treten dieselben auch an den

1) Vergl. die näheren Bemerkungen bei SCHMITZ S. 379.

2) In dem Terrain der Karte, auf Taf. XIX, kömmt diese Formation nicht mehr vor, sondern erst nördlich davon.

Wänden auf, welche sich unmittelbar unterhalb des Rappenkopfes und des Brunnberges auf der südlichen Seite hinziehen, man berührt sie am Wege von der Kofel zur Wegl-Alpe.

Ob ein hornsteinreicher dolomitischer Kalk von hellgrauer und bräunlicher Farbe, welcher bei der Verwitterung und unter dem Hammer gewöhnlich in zahlreiche eckige Fragmente zerfällt, vielleicht noch mit zu der Orbitulitenkreide gerechnet werden muss, wage ich für jetzt nicht zu entscheiden. Er steht am Kamme des Brunnberges und des Sonnenberges in dicken, steil nach Norden geneigten Bänken an. Auch an den Abhängen des Labers, zwischen der Laberalpe und dem Labergipfel, kommen einige ähnliche dolomitische Gesteine vor.

Unter den Versteinerungen sind vor allem charakteristisch und fast allenthalben verbreitet zahlreiche Orbituliten; jedenfalls in zwei Species, wovon die eine mit *Orbitulina concava* LAM. die meiste Aehnlichkeit hat.

Ferner kam ein Bruchstück eines Ammoniten vor, an den Wänden südlich vom Rappenkopfe, oberhalb der Wegl-alpe; dieser Ammonit stimmt, nach HAUER, mit keiner bestimmten Art und ist wohl neu.

Auch fanden sich einige Ostreen, Nerineen, ein Turbo theils auf dem Südabhang des Rappenkopfes gegen das Graswangthal, theils in den Umgebungen der Soile- und Nebele-Alpe.

Diese Ablagerungen scheinen in Beziehung auf die Beschaffenheit des Gesteines und wahrscheinlich auch in Beziehung auf die Petrefakte mit ganz ähnlichen Schichten übereinzustimmen, welche EMMRICH in der Urschelau im Traungebiete beobachtet und nach den dortigen, zahlreicheren Petrefakten zur Cenoman-Formation D'ORBIGNY's gerechnet hat<sup>1</sup>.

Die Verbreitung der Orbitulitengesteine am Laberberg und am Brunnberg kann man bei den verwickelten Hebungsverhältnissen dieser beiden Bergzüge nur schwierig bestimmen. Es scheint, dass die Kreidebildungen unmittelbar auf den oberen Alpenkalk folgen, und dass sie in abweichender Lagerung über den älteren, schon früher theilweise gehobenen Formationen abgesetzt wurden. Ihre Schichten wurden später noch bedeutend gehoben, und häufig, wie zum Beispiel am Rappenkopf und Sonnenberg, durch Faltungen und Verschiebungen in sehr unregelmässige Stellungen zu den älteren Bildungen gebracht. An den Wänden unterhalb des Brunnberges und des Rappenkopfes zeigen die festen grobkörnigen Sandsteine vielfach wiederkehrende, wellenförmige Biegungen.

Die Kreidebildungen sind sehr entwickelt in dem Becken der Soile- und der Nebele-Alpe, zwischen den Laberköpfen und dem Ettaler Männld; es kommen hier viele feinkörnige, kalkige, leicht zerstörbare Schichten vor, durch deren Verwitterung sich grosse Massen eines thonigen Schuttes gebildet haben.

1) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. IV. 1853, S. 335–338.

Man trifft diese Formation wieder auf der südlichen Abdachung dieses Bergrückens, in den Verzweigungen des Spitzschlaggrabens.

Auch auf der gegenüberstehenden linken Seite der Amper treten, wie schon erwähnt, die Orbitulitensandsteine auf. Man findet sie am Rappenkopf südlich vom Kofel, sie ziehen von hier zum Brunnberg und setzen von dort wohl noch weiter in westlicher Richtung fort. Die steilen Abhänge dieses Bergzuges gegen die Wegl-alpe, gegen die Rambauern u. s. w. scheinen wohl grossentheils aus den verschiedenen Abänderungen dieser Gesteine zu bestehen<sup>1</sup>.

#### Diluvium und Alluvium.

Das Diluvium und Alluvium sind auf der Karte mit der gleichen Farbe bezeichnet. Alluvialbildungen in den höheren Theilen des Gebirges, ebenso wie sehr untergeordnete Diluvialablagerungen in den Thälern, wurden nicht im einzelnen angegeben; dazu gehören z. B. die Alluvionen der Gebirgsbäche, und ferner die grossen Schutthalden, welche zuweilen die Abhänge der Berge bedecken, und an einigen Stellen, wie an den beiden Abdachungen des Thörlpasses, in den oberen Verzweigungen der Bodenlahne u. s. w. durch ein kalkiges Cement zu etwas festeren Massen verkittet sind.

Mit den übrigen Diluvialbildungen kommen am Eibsee und bei Grainau vorherrschend mächtige Anhäufungen von Trümmern des hellen oberen Alpenkalkes vor. Man findet einige sehr grosse Blöcke, zuweilen von 10 bis zu 25 Fuss Höhe. Diese Trümmeranhäufungen verdanken ihren Ursprung offenbar ausgedehnten Ablösungen und Felsstürzen an den langen, vielfach zerklüfteten Wänden des Wachsensteines; die Zeit ihrer Entstehung könnte vielleicht in ihren Anfängen schon in die Diluvial-epoche zurückreichen; vorzugsweise jedoch gehören sie wohl späteren Perioden, bis zur Gegenwart herab, an.

Von Interesse sind die beiden Diluvialterrassen im Loisachthale südlich von Garmisch und auf der linken Seite des Isarthales. Sie bestehen aus festeren Conglomeraten der verschiedenen sedimentären Alpengesteine mit erratischen Geschieben vermischt, welche bis in die untersten sichtbaren Lagen hinabreichen; im Isarthale kommen zwischen den Conglomeraten auch sandige und kalkige Ablagerungen vor. An mehreren Punkten erheben sich dieselben 120 bis 180 Fuss über das Niveau der Flüsse, und sie machen uns dadurch auf die grosse Mächtigkeit aufmerksam, mit welcher ursprünglich die Diluvialbildungen die Thalsohlen ausfüllten, und auf die bedeutenden Erosionen, welche später durch die Gewalt der Flüsse in diesen Ablagerungen hervorgebracht wurden.

Mit den Diluvialbildungen vereinigt kommen in diesem Gebiete zuweilen mäch-

1) Weiter nördlich folgen noch, im Ammerthal, von jüngeren Bildungen: die eocenen *Fucoiden*-gesteine, in grosser Mächtigkeit; und die Tertiärablagerungen von Kohlgrub, Rottenbuch u. s. w.

tige Bänke und Stöcke von weisslichen, sehr feingeschlemmten Kalktheilchen vor, welche durch einigen Thongehalt zu etwas compacteren Massen verbunden sind. Sie werden (unter dem Namen „Kreide“) vorzüglich bei Kaltenbrunn, am Kranzbach südwestlich von Klais, am linken Ufer des Isarthales südlich von Krün u. s. w. ausgebeutet.

Herr Professor EHRENBERG, welcher die Güte hatte, eine Probe dieser Ablagerungen unter dem Mikroskope näher zu untersuchen, fand ebenfalls, dass sie aus quarzigen Trümmern, Sand und unkrystallinischen Kalktheilchen zusammengesetzt sind. „Einige quarzige Theilchen ähneln zerfressenen Phytolitharien. Wenn man sich viel Mühe giebt, solche Spuren zu verfolgen, d. h. wenn man mehrere hundert Analysen machen kann, so möchte ich mit Ueberzeugung aussprechen, werden sich auch einige wohlerhaltene Festland-Phytolitharien nachweisen lassen, was mir bisher nicht gelang, indem ich nur zweifelhaft Lithostylidium zu erkennen glaubte.“

Eine der wichtigsten Erscheinungen, welche sich bei dem Studium der alpinen Diluvialbildungen darbietet, sind die erratischen Blöcke. Ich habe mich bemüht, auf der Karte und auf Seite 7, nach directen barometrischen Messungen, die obersten Grenzen ihres Vorkommens anzugeben. In den unteren Theilen dieses Gebietes kann man fast allenthalben, wenigstens zerstreute Rollstücke crystallinischer Gesteine auffinden. In grösserer Anzahl kommen dieselben vor auf der linken Seite des Isarthales beim Lautersee und auf der Höhe der Diluvialterrasse, ferner westlich von da auf dem hügeligen Hochlande in den Umgebungen von Klais, wo man allenthalben Spuren von Diluviallagerungen antrifft; dieselben verbreiten sich von hier nach Osten durch das Kankerthal und nach Südosten auf die Abhänge des Kranzberges in der Ellmau und auf den Wettersteinwald; zahlreiche und ziemlich grosse Blöcke, bisweilen von 100 bis 300 Centimeter Umfang, welche aber auch hier stets als abgeriebene Geschiebe auftreten, liegen „Auf der Ebnet“ auf der Höhe der Diluvialterrasse im Loisachthale.

Für die Beurtheilung der Art und Weise der Ablagerung der erratischen Blöcke möchten folgende Punkte vorzüglich Erwähnung verdienen:

Die erratischen Geschiebe reichen in dem oberen Loisach- und Isargebiete im allgemeinen bis zu einer Höhe von 4000 und 4400, zuweilen selbst bis 4600 Par. Fuss. Auch an diesen obersten Grenzen sind es völlig abgerundete Geschiebe von 5 bis 20 Centimeter im Durchmesser. Vorherrschend sind hier Hornblendegesteine, mit ihren mannigfachen massigen und schieferigen Abänderungen; zuweilen auch mit Granaten gemengt, als Eklogite. Neben ihnen findet sich auch Glimmerschiefer, Gneiss, ebenso wie einige wenige Granitstücke.

Selbst auf dem isolirten Gipfel des Peissenberges bei 3005 Par. Fuss, mehr als 2 Meilen vom Rande der Alpen entfernt, befinden sich noch mächtige Lagen von Diluvialgeröllen und abgerundeten erratischen Blöcken.

Die erratischen Gesteine sind durchaus nicht auf der Oberfläche der älteren Diluvialgerölle allein abgesetzt, sondern sie finden sich auch in dem Inneren der letzteren allenthalben zerstreut, und sie reichen selbst bis in die untersten Lagen derselben hinab.

Einen sehr schönen Aufschluss gewähren hierüber die tiefen Erosionen der grösseren Flüsse in den Geröllmassen, welche die bayerische Hochebene bedecken. In der Nähe von München sieht man zum Beispiel bei der Mengerschwaige, bei Heseloh und Pullach u. s. w., wo die Diluvialgerölle, theilweise zu festeren Conglomeraten verkittet, eine Mächtigkeit von 100 P. F. und darüber erreichen, allenthalben gerundete erratische Gesteine, selten grösser als eine Faust, noch in den tiefsten Bänken dieser Bildungen, unmittelbar über dem Tegel, eingeschlossen.

Die Grundlage der Diluvialablagerungen wird hier, wie überall in den Umgebungen von München, von einem gelblich-grünen kalkhaltigen, etwas glimmerigen Thon<sup>1</sup> gebildet, welcher zuweilen mit sandigen feinkörnigen Lagen wechselt. Diese Bildungen werden Tegel und Flinz genannt; sie gehen längs der Isar zu Tage, auch trifft man sie stets bei der Anlage von Brunnen in dem weiten Erosionsthale der Isar bei München, Garching, Freising u. s. w. Diese Thonunterlage scheint eine undulirende Oberfläche zu haben, indem sie bald mehr bald weniger hoch zwischen die Diluvialgerölle emporreicht. Eine deutliche Schichtung konnte ich an den verhältnissmässig wenigen Stellen, an welchen sich grössere Entblössungen dieser Ablagerungen darbieten, nicht beobachten.

Der Tegel und Flinz dürfte wohl schon zu den obersten (pliocenen) Tertiärbildungen gerechnet werden, obgleich bis jetzt Versteinerungen noch nicht darin aufgefunden werden konnten.

Blöcke von auffallend grossen Dimensionen sind überhaupt in den von mir untersuchten Thälern ebenso wie auf den Hochebenen in den Umgebungen der Isar und Amper nicht sehr häufig. Da wo grössere Blöcke zahlreicher auftreten, sind sie zwar zuweilen mehr in den oberen Ablagerungen angehäuft, sie stecken aber stets in den anderen Diluvialgeröllen und sind theils eckig theils zugerundet und abgerieben, wie die kleineren Geschiebe. Auch wurden, wie ich mich an mehreren Punkten ganz bestimmt überzeugen konnte, bei dem Graben von Brunnen öfter grosse Blöcke selbst aus bedeutenden Tiefen emporgeschafft.

Die Lagerungsverhältnisse der erratischen Gesteine<sup>2</sup> lassen wohl keinen Zweifel übrig, dass hier wenigstens die Art ihres Transportes und die Zeit der Ablagerung die gleiche gewesen sein muss, wie jene der anderen sie einschliessenden diluvialen

1) Vergl. über sein chemisches Verhalten: SCHAFHAEUTL, geognostische Untersuchungen u. s. w. S. 21.

2) Das Vorkommen der erratischen Gesteine und ihre Beziehung zu den übrigen diluvialen Geröllablagerungen in Oberbayern, bietet vielfache Analogien mit dem Auftreten dieser Bildungen im Bodensee-Becken dar, worüber FROMHERZ gründliche Beobachtungen mitgetheilt hat. LEONHARD und BRONN's Jahrbuch. 1850. S. 641 — 656.

Geröllmassen, welche die bayerische Hochebene in so grosser Ausdehnung bedecken. Diese Geröllablagerungen sind offenbar Bildungen mächtiger Strömungen<sup>1</sup>.

Die bedeutende Höhe, bis zu welcher die erratischen Geschiebe in einzelnen Thälern und an den Abhängen der Berge hinaufreichen, ebenso wie ihre Verbreitung aus den centralen Theilen Tyrols nach Norden über hohe Pässe und Käme hinweg, kann wohl am besten durch die Annahme erklärt werden, dass erst nach der Ablagerung des erratischen Diluviums noch bedeutende Veränderungen in der Configuration der Gebirgsoberfläche vor sich gingen, und dass in einzelnen Theilen zusammenhängende Massen-Erhebungen oder Senkungen stattfanden, wodurch die früheren<sup>2</sup> Niveauverhältnisse der Diluvialablagerungen bedeutend gestört wurden<sup>3</sup>. Die ausgedehnten und tiefen Verwerfungsspalten (fault der englischen Geologen), welche die Alpen in allen Richtungen durchziehen und, wie ich glaube, vorzugsweise die Thalbildung bedingt haben, mussten ähnliche Hebungen oder Senkungen verschiedener Theile des Gebirges wesentlich erleichtern.

---

Die Unterlage der Diluvialgerölle auf der bayerischen Hochebene bildet, wie schon oben erwähnt wurde, der (tertiäre) Tegel.

Als die oberste Decke des Diluviums treten mit wechselnder Dicke ausgedehnte Lehmager auf. Die Mächtigkeit und die Verbreitung derselben wurde durch die Erosionen und den wechselnden früheren Lauf<sup>4</sup> kleinerer Bäche und Flüsse vielfach verändert.

---

### Hebungsverhältnisse.

Das auf der Karte angegebene Fallen und Streichen der Schichten bezieht sich nicht auf den magnetischen, sondern auf den wahren Meridian. Die Abweichung der Magnetnadel wurde nach den gleichzeitigen Beobachtungen auf der Königlichen Sternwarte zu München, in runder Zahl, zu  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  nach Westen angenommen.

---

1) Ueber das Vorkommen grosser, mehr oder minder scharfkantiger Blöcke in vielen Thälern der Alpen, in den Ebenen der Schweiz und am Jura, und über die Beziehungen der Gletscher zu diesen Phänomenen vergl. die kurzen Bemerkungen S. 123—125 und die Beobachtungen über die schalige Absonderung des Granites in Cap. IV, S. 167—174.

2) Verschiedene Ungleichheiten in dem Nivean der Diluvialablagerungen konnten auch schon bei der ursprünglichen Bildung derselben unter dem Einflusse verschiedener Strömungen hergebracht werden.

3) Vergl. die interessanten Mittheilungen über das alpine Diluvium von Sir Rod. Murchison. Quart. Journ. Geol. Soc. VI. 1850. S. 65.

4) Viele interessante Beobachtungen über den früheren Lauf der Flüsse auf der bayerischen Hochebene, und über die Zusammensetzung der Geröllmassen enthält die sorgfältige Arbeit von Weiss: Südbayerns Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt. München 1820.

Die Beobachtungen über das Fallen der Schichten wurden gewöhnlich an mehreren nahe gelegenen Stellen wiederholt, um mich von der Uebereinstimmung desselben zu überzeugen, und um kleinere nur locale Unregelmässigkeiten in einem allgemeinen Mittel zu eliminieren.

Ausser der regelmässigen Stratification trifft man in diesem Gebiete auch häufig eine ausgedehnte und weit verbreitete Zerklüftung des Gesteines, welche von der Schichtung unabhängig ist; sie kann mit jenen von MURCHISON, SEDGWICK, SHARPE, DE LA BECHE<sup>1</sup> und Anderen sorgfältig untersuchten Erscheinungen der transversalen Zerklüftung<sup>2</sup> (joints) verglichen werden. Man muss natürlich die blos auf die oberen Felslagen beschränkte, ganz unregelmässige Zerspaltung durch die Verwitterung, welche besonders an isolirten Kämmen in sehr auffallender Weise eintritt, von den langen, regelmässig streichenden Klüften unterscheiden, welche uns hier beschäftigen.

Es lässt sich dabei ganz deutlich erkennen, dass diese Klüfte oder Blätter, wie sie ganz passend von den Bergleuten im Höllenthale genannt werden, oft auf einem ziemlich grossen Areale eine bestimmte mittlere Richtung beibehalten, und ferner, dass verschiedene sich durchschneidende Klüftungssysteme zugleich in demselben Gebiete vorkommen. Diese Klüfte treten besonders schön in dem oberen Alpenkalk auf; man findet sie jedoch auch in dem Dolomit ebenso wie in den Kalkmergeln.

Ich werde einige specielle Beispiele aus dem Höllenthale und seinen Umgebungen zur Erläuterung anführen, da ich hier, begünstigt durch einen längeren Aufenthalt und die Aufschlüsse, welche mir die interessanten Bergbauarbeiten gewährten, diese Erscheinungen am besten verfolgen konnte.

Die mittlere Richtung des einen, vorherrschenden Systemes von Klüften geht hier von N.O. nach S.W. (N. 25—50 O. nach S. 25—50 W.). Man kann die ziemlich steil, zuweilen fast vertical stehenden, gewöhnlich geglätteten und abgeriebenen Flächen der Klüfte oft weithin an den Wänden oder an den kleinen Bächen verfolgen, welche sich überhaupt da, wo sie längs der verschiedenen Klüfte laufen, vorzugsweise tiefe Rinnsale gegraben haben. Die steile Stellung der Klüfte begünstigt dabei sehr wesentlich die Tiefe der Erosion. Man trifft die langen Klüfte mit der oben angeführten mittleren Streichungslinie zum Beispiel in den Stollen des Bergwerkes, am Wege zur Hupfleite, im Mathiaskahr und im Mitterkahr weiter rückwärts im Thale, an der steilen Senkung am Nordrande des Höllenthalkahres, in dem letzteren selbst, am Fusse des Bergli; ferner sind sie sehr schön entblösst

1) DE LA BECHE (the geological observer. 1851, S. 706—726) hat eine sehr lehrreiche Uebersicht der wichtigsten Facta gegeben.

2) Die transversale Schieferung (cleavage), welche hauptsächlich in den paläozoischen Schiefnern vorkommt, ist eine von diesen Klüften (joints) verschiedene Erscheinung.

an den Wänden auf der nordwestlichen Seite des Wachsensteines zwischen dem Alplebach und dem Rohrbach, u. s. w.

Neben diesen vorherrschenden Klüften konnte ich noch ein anderes, wie es scheint untergeordnetes, Spaltensystem beobachten, dessen mittlere Richtung von W.N.W. nach O.S.O. geht. Diese Klüfte finden sich am Hupfleitenpasse, am Schwarzenkopf und Osterfeld, auf der südlichen Abdachung des Kreuzjoches, am nordöstlichen Ende des Wachsensteines und an anderen Punkten seiner steilen Wände, ferner im Höllenthalkahre u. s. w. An dem letzteren Punkte durchschneiden sie die Klüfte des ersteren Systemes, welche hier von N.N.O. und N.O. nach S.S.W. und S.W. streichen, unter sehr grossen, oder fast rechten Winkeln, wodurch vielfache Senkungen und Verwerfungen einzelner Gesteinpartieen entstehen.

Wenn man an Ort und Stelle diese langen Klüfte verfolgt, so wird man sehr bald auf einen gewissen Zusammenhang aufmerksam, welcher zwischen ihrer mittleren Richtung und zwischen jener verschiedener Thalspalten und steiler Felsenwände stattfindet. Manche Thäler und Kämmе, welche mit der Streichungslinie oder dem verschiedenen Fallen der Schichten keinen Zusammenhang zeigen, zum Beispiel das Höllenthal oder der nach beiden Seiten steil abgeschnittene Zug des Wachsensteines, verdanken ihre Richtung und Entstehung sehr wahrscheinlich denselben oder ähnlichen Ursachen, welche die oben beschriebenen Spaltensysteme hervorgerufen haben.

Aus den angeführten Beobachtungen sieht man zugleich, dass das Gebirge hier durch die ursprüngliche Stratification und durch spätere Zerklüftungen in sehr verschiedenartigen Richtungen durchschnitten wird. Es bedarf daher oft einiger Vorsicht, um mit Sicherheit die wirklichen Schichtenflächen bei der Bestimmung ihres Fallens und Streichens aufzufinden, um so mehr, da in dem oberen Alpenkalk ebenso wie in dem Dolomite die Stratification zuweilen ziemlich undeutlich wird. Klüftung und Schichtung unterscheiden sich sehr häufig dadurch, dass die Schichtungslinien an einem Abhänge weit zahlreicher und regelmässiger wiederkehren, als die Klüfte und Spalten; man muss ferner einzelne etwas verschieden gefärbte Gesteinlagen aufmerksam verfolgen, und die Beobachtungen an mehreren Punkten und besonders auf verschiedenen Abdachungen eines Berges wiederholen, um ein klares Bild von der Stellung der Schichten und der davon bedingten inneren Structur des Gebirges zu erhalten.

#### A. Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines<sup>1</sup>.

Der lichte obere Alpenkalk bildet von dem Wetterstein über die Dreithorspitzen

1) Vergl. mit diesen Bemerkungen die Zeichen für das Fallen und Streichen der Schichten auf der Karte.

Durch diese Zeichen, welche an den wichtigsten Punkten eingetragen sind, dürften wohl die Structur und die Hebungsverhältnisse des Gebirges hinreichend deutlich und naturgemäss hervortreten.

bis zum steilen nordwestlichen Abfalle der Zugspitze gegen den Eibsee einen sehr zusammenhängenden Felskamm, welcher sich schon aus weiter Ferne auszeichnet.

Im Westen und im Süden ruht der obere Alpenkalk in regelmässiger Folge auf den älteren Formationen, welche unter denselben einfallen.

Weit unregelmässiger zeigen sich die Lagerungsverhältnisse auf der nördlichen Seite dieser Gebirgsmasse. Das Gebirge ist hier vielfach durch ausgedehnte Verwerfungsspalten zerrissen und zerstückt, und einzelne Schollen desselben wurden durch spätere Hebungen und durch seitlichen Druck auf so sonderbare Weise zusammengeschoben, dass öfter der obere Alpenkalk regelmässig unter die dunkelen Mergel und Kalksteine des unteren Lias einzufallen scheint; diese letzteren werden dann zuweilen im weiteren Verlaufe abermals von dem oberen Alpenkalk oder selbst von den Dolomiten des unteren Alpenkalkes bedeckt.

Diese abnormen Lagerungsverhältnisse sind zum Beispiel sehr schön aufgeschlossen an dem kleinen Sattel zwischen dem Längenfeld und dem Osterfeld.

Der Dolomit, welcher dort in der Bodenlahne gleichfalls mit Nordostfallen folgt, muss trotz der scheinbaren Auflagerung auf den unteren Lias an der ganzen linken Seite der Bodenlahne doch zum unteren Alpenkalk gerechnet werden, da er in seiner östlichen und nordöstlichen Verlängerung, bei Krün und nördlich vom Barmsee, unmittelbar mit den Dolomiten des unteren Alpenkalkes zusammenhängt, welche am Rindberg und Eckenberg in regelmässiger Weise als die Grundlage des unteren Lias auftreten.

Sehr interessant ist die Structur des Gebirges auf der nördlichen Abdachung des Wettersteines. Gerade auf der Höhe der kleinen Kämme, welche vom Wetterstein auslaufen, am Zirmeskopf, Kämikopf und am Gamsangerle, ist das Gebirge sehr zerrissen, so dass hier kleine Particen der Sandsteine und Mergelkalke des unteren Lias mitten zwischen dem lichten Alpenkalk zum Vorschein kommen. Die Schichten des oberen Alpenkalkes, welche am Hauptkamme selbst mit 40 bis 50° nach Norden 15° Westen fallen, werden unmittelbar am Fusse der Wände weit flacher, wie auch auf der Karte angegeben ist, und sie haben hier am Kämithor, am Vorder- und Hinter-Kämi nur eine Neigung von 20 bis 25°. Gegen diese flacheren Kalkbänke sind nun die, oft verdrückten und gewundenen, sandigen Mergel, gewöhnlich mit steileren Neigungen auf sehr verschiedenartige Weise herangepresst. Ueber ihnen folgt abermals der ganz gewöhnliche, unverkennbare obere Alpenkalk, welcher an den Abhängen des Gamsangerle, des Zirmes-<sup>1</sup> und Kämi-

---

In Profilen würden sich diese verwickelten Structurverhältnisse wohl nur schwer richtig und übersichtlich ausdrücken lassen; die Durchschnitte könnten bei der sehr wechselnden Streichungslinie der Schichten nur immer auf kurze Distanzen eine gleiche Richtung beibehalten, wenn auf denselben das Fallen der Schichten in dem wahren Verhältnisse eingetragen werden soll.

1) Auf meiner Karte wurde der Name Zirmeskopf zum vorderen Kämi, der Name Kämikopf hingegen zum hinteren Kämi gesetzt, übereinstimmend mit der jetzt allgemein gebräuchlichen Bezeichnung

kopfes überall Nord- und NordNordOst-Fallen zeigt; er fällt nämlich am Zirmeskopf mit  $47^\circ$  nach Norden  $3^\circ$  Osten, am Kämikopf auf der westlichen Seite mit  $65^\circ$  nach Norden  $19^\circ$  Osten, auf der östlichen Seite mit  $77^\circ$  nach Norden  $12^\circ$  Osten. In den oberen Theilen dieser Kämmen, zunächst den Schiefen, ist die Stratification durch vielfach sich durchkreuzende Klüfte sehr undeutlich.

Nördlich vom Kämi- und Zirmeskopf trifft man einen langen zusammenhängenden Streifen der thonigen, dunklen Unter-Lias-Gesteine mit ihren charakteristischen Versteinerungen. Ihre Lagerungsverhältnisse zu dem im Süden befindlichen oberen Alpenkalk scheinen, soweit die Rasen- und Waldbedeckung ihre Beobachtung gestattet, nicht immer dieselben zu sein. — Unmittelbar am nördlichen Fusse des Kämi kopfes sind Schichten entblösst, welche mit  $65^\circ$  nach Norden  $30^\circ$  Osten fallen, und dieses Fallen ist auch noch an anderen Stellen am Fusse des Kämi- und Zirmeskopfes angedeutet. Hingegen in der östlichen Verlängerung dieses schmalen Bandes von unterem Lias, am Burgberg, wo die Structur des Gebirges etwas einfacher wird, sieht man überall ganz bestimmt den steil südlich fallenden Dolomit als die Grundlage des in gleicher Richtung fallenden unteren Lias, über welchem dann der obere Alpenkalk folgt.

Aber auch im Westen, in den sehr versteinerungsreichen Schichten des unteren Lias südlich vom Rachen, findet man wieder ein Fallen nach Süden  $15^\circ$  Westen mit ungefähr  $70^\circ$  Neigung; ich vermochte bei der wenig deutlichen Stratification des Dolomites im Rachengraben nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob der letztere, wie mir mehrmals schien, ebenfalls südliches Einfallen besitzt.

Die Bildung der kleinen Querthäler am Wetterstein, welche sich zwischen den verschiedenen secundären Kämmen herabziehen, von der Schachenalpe bis zum westlichen Fusse des Gamsangerle, ist deutlich von den allgemeinen Hebungsverhältnissen des Gebirges bedingt. Es sind Senkungsthäler, welche den Zusammenhang der Schichten unterbrechen; auch ist das Fallen der Schichten in den Thalsohlen sehr verschieden von jenem auf den Kämmen.

Wie am Kämi, so findet man auch auf der hochgelegenen Frauenalpe, nördlich von den Dreithorspitzen, und im Grossen Hunds-Stall in Folge einer tiefen Zerspaltung und späteren mächtigen Zusammenschiebung des Gebirges, einzelne Partien des wohl charakterisirten unteren Lias zwischen den steil aufgerichteten Massen des oberen Alpenkalkes eingeklemmt<sup>1</sup>.

---

dieser Punkte durch die Gebirgsbewohner; auf der Generalstabkarte ist die Stellung dieser beiden Namen die umgekehrte.

1) Die dicken Schneelagen, welche auch bei wiederholtem Besuche dieser Punkte in den letzten Tagen des Juni noch viele Stellen des Bodens im Hunds-Stalle und auf der Frauenalpe, ebenso wie am Gamsangerle bedeckten, machten es mir leider unmöglich die Verbreitung der Gesteine des unteren Lias im Detail zu verfolgen; es möge dieser Umstand vorkommende kleine Abweichungen der Karte entschuldigen. Das allgemeine Factum konnte ich jedoch überall mit Bestimmtheit feststellen.

Von einem höheren Punkte aus sieht man sogleich, dass die beiden letzteren Streifen sich correspondiren und wohl in derselben Dislocationslinie liegen. Bis zur Sohle des Oberrainthales dürften die dunkelen Kalkmergel nicht mehr herabreichen, sie verschwinden, wie mir wenigstens deutlich schien, schon früher an den steilen Wänden zu beiden Seiten des Thales, zwischen den enger zusammengepressten Kalksteinmassen.

Längs der Dislocationsspalten treten an einigen Punkten stockförmige Massen einer sehr porösen und cavernösen hellgelben und röthlichen Rauchwacke auf, welche jedoch meistens mit Säuren braust, und in einen sehr zelligen Kalk übergeht.

Es erinnert dieses lebhaft an das ähnliche Vorkommen von Rauchwacke und Gips längs grosser Hebungs- und Verwerfungslinien in der Schweiz, welches STURDER und neuerdings BRUNNER<sup>1</sup> treffend hervorgehoben haben.

Zum Schlusse möge noch mit wenigen Worten das Rainthal besprochen werden, welches in so ausgezeichneter Weise tief in das Innere dieser Gebirgsgruppe eindringt. In seinen vorderen Theilen ist dasselbe ein entschiedenes Querthal, dessen gegenwärtige Formen vielfach durch die Erosion<sup>2</sup> der Gewässer in den thonigen Kalken und Mergeln bedingt wurden. Später wird dasselbe jedoch ein ausgezeichnetes Längenthal mit etwas breiterer Sohle, bis es zuletzt in eine jener weiten Mulden endiget, welche für die Thäler der Alpen überhaupt so charakteristisch sind. Da, wo es ein Längenthal ist, erscheint es zugleich als ein synclinales Thal, indem sich die Schichten der hohen Kämme auf den beiden Seiten mit ziemlich entgegengesetztem S.S.O.- und N.N.O.- oder N.O.-Fallen gegen das Thal hereinneigen.

#### B. Gebirgszüge zwischen der Loisach und Amper.

Der Dolomit des unteren Alpenkalkes, welcher die Kämme der Nothberge und des Kühnjoches zusammensetzt, und sich von hier noch weiter nach Westen über den Kuchel- und Friederberg erstreckt, bildet am Brunstelkopf, Schafkopf u. s. w. mit einem Fallen nach S.S.W. die Unterlage der dunkelen, mergeligen Kalke der unteren Lias-Formation. Jedoch weiter im Inneren des Dolomitzuges, an der Noth auf der linken Seite des oberen Giessenbachthales, ebenso wie zu beiden Seiten des Alpbaches herrscht N.N.O.-Fallen, während endlich an dem nördlichen und nordöstlichen Abfall dieser Berge die Schichten wieder in entgegengesetzter Richtung theils nach S.O., theils nach S.S.W. oder S. geneigt sind.

Es haben hier also wohl mehrfache Erhebungen und Zusammenschiebungen stattgefunden.

1) BRUNNER, über die Hebungsvorhältnisse der Schweizer Alpen. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. III. 1851. S. 554.

2) Ein schönes Beispiel für die Kraft dieser Gebirgsbäche gewähren die tiefen und steil eingeschnittenen Erosions-Rinnen der Partnach an der vorderen, mittleren und hinteren Klamm.

Sehr unregelmässige Lagerungsverhältnisse trifft man, wenn man ein Profil südlich über die Kalkmergel des Lahnewiesgrabens hinweg auf den Kramer zieht.

Es folgen hier am ganzen Kramer, bis zum 6085 P. F. hohen Gipfel desselben, mächtige Dolomitmassen deutlich über den Schichten des unteren Lias. Wenn man zunächst die unmittelbaren Umgebungen des Kramerberges untersucht, so scheint es anfangs allerdings, als ob die aufgelagerten Dolomite jünger sein müssten, als die darunter befindlichen Schichten des Lahnewiesgrabens. Wenn man jedoch den Dolomitzug des Kramer in seiner westlichen Fortsetzung verfolgt, so kann man sich bestimmt überzeugen, dass diese Gesteine mit dem gewöhnlich in diesem Gebiete als unterer Alpenkalk auftretenden Dolomit verbunden werden müssen.

Der Dolomitzug, welcher am Kramer eine so grosse Breite besitzt, wird nämlich weiter nach rückwärts am linken Ufer der Loisach über den Griesberg und Ofenberg hinweg immer schmaler, er hängt deutlich mit den ganz gleichen, auf das rechte Ufer der Loisach hinübersetzenden Gesteinen zusammen, welche sich dann, ohne die geringste Unterbrechung ihres Zusammenhanges zu erleiden, an den Thörlen und am Eibsee unmittelbar als die Grundlage der unteren Lias-Formation erweisen.

Der Dolomit wurde am Kramerberg offenbar längs einer tiefen Verwerfungsspalte durch einen mächtigen Druck über die jüngeren Formationen herübergeschoben.

Diese Ansicht findet auch darin eine Bestätigung, dass die Auflagerungsverhältnisse weit weniger regelmässig sind, als man bei der ersten Beobachtung an manchen Punkten vermuthen könnte. Am westlichen Ausläufer des Ofenberges sieht man zum Beispiel, dass die Dolomite, welche zunächst über den nach Süden oder nach Süd  $12^\circ$  Ost fallenden dunkelen Kalkmergeln folgen, mit etwa  $47^\circ$  nach N.  $30^\circ$  O. fallen, während etwas weiter entfernt, auf der südlichen Seite des Jägerecks, die Schichten nach S. circa  $30-45^\circ$  O. geneigt sind. Zwischen diesen beiden Punkten sind die Schichten mannigfach verdrückt und gebogen. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich noch öfter längs der nordwestlichen Grenze des Dolomites.

Auch am Kramer ist ein sehr bedeutender Unterschied in der Neigung der Dolomit- und der tieferen Mergel-Schichten vorhanden, welche von der ersteren in ganz abweichender Lagerung bedeckt werden. Die Dolomitschichten am Kramer fallen mit  $30$  bis  $40^\circ$  Neigung nach S. oder nach S.  $15$  bis  $25^\circ$  W., jene am Hirschbühel-Grat mit  $46^\circ$  nach S.  $9^\circ$  W., während hingegen die rothen Lias-Mergel und Kalksteine auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens, unterhalb des Hirschbühels und des Stepberg-Ecks, mit weit steileren Winkeln von  $60$  bis  $80^\circ$ , ja zuweilen fast  $90^\circ$  nach S., S.S.W. oder auch S.S.O. einfallen. Man kann am Bache die schön entblössten Schichten oft weit verfolgen; und man sieht hier, dass die Streichungslinie derselben vielfach wellenförmig gekrümmt und verdrückt ist; es zeigen sich daher, wie auch auf der Karte angegeben ist, oft in geringer Entfernung ziemlich abweichende Fallrichtungen.

Diese so unregelmässige Ueberschiebung des Dolomites über die jüngeren For-

mationen kann wohl auch zur Erklärung der auffallenden Erscheinung dienen, dass die obere Lias- und Jura-Formation, welche am nördlichen Fuss des Hirschbühels ansteht, in ihrer östlichen Verlängerung immer schmaler wird, und später ganz unter dem weiter nach Norden vortretenden Dolomit verschwindet. Wenigstens zeigten sich nirgends weiter thalabwärts auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens die charakteristischen rothen und grünlichgrauen Kalkmergel des oberen Lias und des Jura oder die sie begleitenden Petrefaktenreste. Die dunkel gefärbten, petrefaktenführenden Mergel und Kalksteine des unteren Lias scheinen hier im allgemeinen bis an den Dolomit heranzureichen, welcher gewöhnlich in seinen tieferen Theilen keine regelmässige Schichtung erkennen lässt.

---

## CAP. XVII.

BEMERKUNGEN ÜBER DIE PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE  
DES KAISERGEORGES.

VON

ROBERT SCHLAGINTWEIT.

## INHALT.

Orographische und geologische Verhältnisse. Allgemeine, muldenförmige Anordnung des Gebirges. Erläuterung zweier Ansichten des Kaisergebirges. Geologische Formationen. Bemerkungen über die Schichtenstellung und die Lagerungsverhältnisse. Hypsometrie. Barometrische Beobachtungen. Allgemeine Höhen-Uebersicht. Temperatur der Luft und der Quellen. Abnahme der Quelltemperatur mit der Höhe. Pflanzengeographische Beobachtungen. Verzeichniss der Pflanzen auf einigen höheren Punkten des Kaisergebirges.

---

 Orographische und geologische Verhältnisse.

Das Kaisergebirge, auch die Wilden Kaiser genannt, liegt auf der östlichen Seite des Innthales bei Kufstein, unter  $47^{\circ} 30'$  bis  $47^{\circ} 38'$  nördlicher Breite und  $10^{\circ}$  östlicher Länge von Paris. Es bildet dasselbe einen Theil der nördlichen Nebenzone der Alpen, die sich aus der Schweiz durch Bayern und Oesterreich bis nach Wien erstreckt.

Diese Gebirgsgruppe wird auf allen Seiten von tiefen Thaleinsenkungen umschlossen und ragt ziemlich bedeutend über die umgebenden Berge hervor. Da mir noch keine specielleren Untersuchungen über das Kaisergebirge bekannt waren, so habe ich versucht, im August und September 1853 einige Beobachtungen über die geologischen und physicalischen Verhältnisse desselben zu sammeln.

Als der vorzüglichste Charakter in der orographischen Gestaltung des Kaisergebirges dürfte hervorzuheben sein, dass hier die hohen Bergzüge eine weite, nur gegen Westen, nämlich gegen das Innthal geöffnete Mulde umschliessen. Die beiden vorzüglichsten Erhebungen befinden sich im Süden und im Norden der Mulde; das Stripsenjoch im Westen derselben vermittelt den Uebergang zwischen den beiden anderen Seiten.

Auf dem hohen Kamme, welcher den südlichen Rand des Kaisergebirges bildet, trifft man vom Innthale ausgehend den niedrigeren Moosberg oder Zeppkaiser; an diesen schliessen sich die Scheffauerspitze, ferner der Wesberg und die Achsel an. Es folgt hierauf im Osten der Treffauerkaiser mit der Treffauerspitze, welche den höchsten Punkt der ganzen Gebirgsgruppe bildet. Als Ausläufer des Treffauerkaisers sind gegen Osten die Kaiserspitzen, das Grosse Thor und der Hochkaiser, gegen Nordosten die Maukspitze zu nennen.

Der nördlich gelegene Hinterkaiser, auch kleiner Kaiser genannt, welcher durch das Stripsenjoch mit dem eben beschriebenen südlichen Kamme zusammenhängt, fällt steil gegen das Innthal ab, während ein Ausläufer desselben, der Habberg oder Haberberg, gegen Norden sich allmählig verflacht.

Die weite Mulde, welche von diesen Bergzügen eingeschlossen wird, ist durch einige kleinere Erhebungen, durch den Stadtberg, ferner durch das Brentenjoch mit seiner Fortsetzung dem Gemsberge in zwei Thäler getheilt, nämlich in das grössere, nördlich gelegene Kaiserthal und das kleinere Thal des Gaisbaches.

Die beiden Zeichnungen auf der Tafel XX dürften vielleicht dazu beitragen, den allgemeinen orographischen Charakter dieser Gebirgsgruppe noch etwas näher zu erläutern.

Figur 2 zeigt den hohen südlichen Kamm des Kaisergebirges in seiner ganzen Ausdehnung. Diese Ansicht ist von der Hohen Salve aus gezeichnet, welche sich im Süden, dem Kaisergebirge gegenüber erhebt, und durch das Thal von Söll und Elmau davon getrennt ist. Die Hohe Salve gewährt zugleich ihrer isolirten Lage wegen einen höchst belehrenden Ueberblick über die Alpen von Tirol und Salzburg, von welchen sie in einem weiten Kreise umgeben ist<sup>1</sup>.

Das Kaisergebirge zeigt hier eine Reihe von Gipfeln, die in der Richtung von Westen nach Osten allmählig an Höhe zunehmen, und in dem Treffauerkaiser ihre grösste Erhebung erreichen. Bei näherer Untersuchung dieser Gebirgskette erkennt man sehr bald, dass die einzelnen nur durch schmale Einschnitte getrennten Gipfel früher sehr wahrscheinlich einen weit mehr zusammenhängenden Kamm gebildet haben, welcher erst später durch die Verwitterung seine jetzigen mannigfachen Formen erhielt. Besonders deutlich lässt sich dies am Treffauerkaiser erkennen; auf seinem Kamme erheben sich mehrere einzelne Gipfel, die sich so wenig durch ihre Höhe unterscheiden, dass es beim ersten Anblick schwer ist zu bestimmen, welcher unter ihnen der höchste sei.

1) Die Höhen mehrerer Punkte, welche auf dem Deckblatte zu dieser Zeichnung eingetragen sind, wurden im allgemeinen in dem Höhenverzeichnisse S. 566 näher motivirt. Nur die Höhe einiger Bergspitzen, welche schon ausserhalb des Kaisergebirges liegen, sind in dieser Liste nicht mehr enthalten. Der Heuberg 4274 P. F., der Hochriss 4772 P. F. und der Spitzstein 4883 P. F. nach dem k. k. General-Stab sind aus LAMONT'S Verzeichniss u. s. w. Die Höhe des Rabenecks 3679 P. F. ist entnommen aus den Vegetationsverhältnissen Südbayerns von O. SENDTNER. 1854.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass ähnliche Erscheinungen in den hohen Kalk- und Dolomitketten der nördlichen Alpen überhaupt ziemlich häufig sind. Als schöne Beispiele können angeführt werden die verschiedenen kleinen Gipfel, welche sich mit einer relativen Höhe von 100' bis 300' über dem obersten Kamm der Zugspitze erheben<sup>1</sup>, ferner die verschiedenen Gipfel und steilen Einzahnungen des langen Wettersteinzuges bei Partenkirchen und des ihm gegenüberstehenden Kahrwendelgebirges bei Mittenwald<sup>2</sup>.

Fig. 1 der Taf. XX enthält die Ansicht des Wesberges, der Achsel und der Treffauerspizze; der Standpunkt ist bei den „Bauernhöfen am Hinterkaiser“; es zeigt demnach hier das Gebirge seinen nordwestlichen Abfall gegen das Innere der grossen Mulde. Diese Seite des Gebirges zeichnet sich durch ungemein schroffe und zerrissene Formen aus. Die mächtige fortdauernde Wirkung der Verwitterung auf die kahlen Felsmassen kann man hier vielfach beobachten. Die Stellen, an welchen erst in neuerer Zeit eine Lostrennung grösserer Gesteinmassen statt gefunden hat, sind durch ihre hellere röthliche Farbe schon aus der Ferne erkennbar. Einige der auffallendsten Punkte wurden auf dem Deckblatte durch F, F, F (— Felsstürze) näher bezeichnet. Durch diese wiederholten Lostrennungen sind an mehreren Stellen ausgedehnte Schutthalden entstanden, welche mit einer sehr regelmässigen Neigung von 30 bis 35° den Fuss des Gebirges umgeben.

Der niedrigere Berg, welcher der Masse des Kaisergebirges vorliegt, ist der Gernsberg. Seine sanfteren bewaldeten Abdachungen tragen wesentlich dazu bei, den eigenthümlichen Charakter des kahlen und schroffen Hochgebirges noch mehr hervorzuheben.

Von dieser Seite kann man die höheren Gipfel desselben wegen ihres steilen Abfalles nicht erreichen, sondern nur von Süden aus.

Ich erlaube mir, hier einige Bemerkungen über den Weg beizufügen, welchen wir einschlugen, um auf die höchste Spitze des Treffauerkaisers zu gelangen.

Der beste Ausgangspunkt schien mir Bärenstadt, eine Capelle mit einem einzelstehenden Hause. Wir verliessen diesen Ort am 8. September Morgens 6 Uhr<sup>3</sup> und gingen über die Schliesslingerhöfe nach der Kaiseralpe. Von hier aus verfolgt man bis über die Buchengrenze hinaus den tief eingeschnittenen Wegscheidgraben. Der Weg wendet sich hierauf etwas weiter nach Osten und führt über mehrere, steil abfallende Felsenterrassen, „Stufen oder Stiegen“ genannt, zu den letzten bewachsenen Abhängen des Treffauerkaisers, welche als Schafweiden benützt werden.

1) Vergl. die Bemerkungen über die Neigungsverhältnisse dieser kleinen Gipfel Cap. II. S. 141.

2) Die angeführten Käme der Zugspitze, des Wettersteins und des Kahrwendelgebirges bestehen aus dem festen Oberen Alpenkalk.

3) Ich war begleitet von meinem Bruder EMIL SCHLAGINTWEIT und dem Führer MATHIAS ÖRGER aus Neuberg bei Kufstein.

Unterhalb „der Stiegen“ verliess ich den gewöhnlichen Weg, um eine westlich gelegene etwas grössere Schnee- und Firnmasse zu untersuchen, welche hier „Kees“<sup>1</sup> genannt wird. Sie besteht zum grössten Theile aus losen Firnkörnern; nur da wo sie auf dem Boden selbst aufliegt, finden sich kleine Lagen festeren Eises. Auch zeigte sie weder Spalten noch die übrigen für kleine secundäre Gletscher charakteristischen Eigenschaften.

Von den letzten kleinern Weideplätzen gelangt man sehr bald auf den Kamm des Gebirges, der unmittelbar gegen die Spitze führt; um 11<sup>h</sup> 30' a. m. erreichten wir den höchsten Punkt der Treffauerspitze, nachdem wir  $\frac{3}{4}$  Stunden dem Kamme gefolgt waren; dieser Kamm ist ziemlich schmal und zuweilen nur 2 bis 4 F. breit. Das Barometer stand hier (Höhe 7244,3 Par. Fuss) um 12<sup>h</sup> auf 570,6 M. M. Das Thermometer zeigte bei schwachen Nordostwind + 2,1° C.

Die dichten Nebel, welche uns auf den höheren Punkten grösstentheils umgaben, gestatteten uns nur von Zeit zu Zeit einzelne Bruchstücke der umfassenden und belehrenden Aussicht auf die umgebenden Alpenzüge näher zu betrachten. Es fiel vor allem in die Augen der lange, beschneite und beeiste Zug der Tauern mit der breiten Masse des Venedigers und der steilen Pyramide des Grossglockners. Einen schönen Gegensatz zu diesen Gipfeln der Hochalpen bildeten die näher gelegenen Bergrücken mit ihren dunkeln Tannenwäldern, grünen Weideplätzen und zahlreichen Alpenhütten, während gegen Norden zuweilen zwischen den Wolkenmassen einzelne Streifen der weiten bayerischen Hochebene am Fusse des Gebirges sich erkennen liessen.

Die folgenden geologischen Formationen treten am Kaisergebirge und seinen Umgebungen auf:

1. Der Thonschiefer, mit einzelnen kleinen Kalkeinlagerungen; aus diesem besteht die breite Masse der Hohen Salve, südlich vom Kaisergebirge. Diese Schichten müssen wohl der Uebergangsformation zugerechnet werden, obgleich es mir an der Hohen Salve nirgends möglich war, Versteinerungen darin aufzufinden. Der Zug von Thonschiefer und Grauwacke steht in östlicher Richtung in Verbindung mit dem ähnlichen Gesteine von Dienten und Werfen, in welchen unzweifelhafte Petrefakte der Uebergangsformation, speciell des silurischen Systems aufgefunden wurden<sup>2</sup>.

2. Ueber dem Thonschiefer folgen hier im Norden ganz allgemein rothe

1) Es ist dies in Salzburg und dem östlichen Tirol die gewöhnliche Bezeichnung für kleinere und grössere Gletscher.

2) Vergl. MURCHISON. On the geological structure of the Alps u. s. w. in Quarterly Journal of the geol. society of London. Vol. V. p. 192; und F. von HAUER: Ueber die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen. Ber. der Wiener Acad. Febr. 1850.

Sandsteine; sie sind sehr feinkörnig, reich an Glimmer und brausen nicht mit Säuren; zuweilen schliessen sie kleine Lagen einer rothen sehr thonigen Gesteinmasse ein.

Diese in den östlichen Alpen weit verbreiteten Sandsteine werden jetzt nach ihren Lagerungsverhältnissen und nach den Versteinerungen, welche sie an einigen Punkten enthalten, wohl am passendsten als die untere Abtheilung der Triasformation, nämlich als bunter Sandstein betrachtet. Die rothen Sandsteine umziehen den ganzen südlichen Fuss des Kaisergebirges und bilden mit nördlichem Einfallen die Unterlage desselben.

3. Unterer Alpenkalk, Muschelkalk. Es sind dieses compacte, grossentheils dolomitische Kalksteine von grauer Färbung, in mächtige Bänke abgesondert, nicht selten mit undeutlicher Schichtung; aus ihnen besteht der grösste Theil des Kaisergebirges. Obwohl die weitverbreiteten Massen des dolomitischen Alpenkalkes in den Alpen von Tirol und Bayern bis jetzt immer leer an Petrefacten waren, so lässt sich doch aus den Lagerungsverhältnissen an verschiedenen Punkten erkennen, dass ihre Bildungszeit wohl der Periode des Muschelkalkes angehören dürfte. Gerade am Kaisergebirge sieht man sehr schön, dass der Untere Alpenkalk unmittelbar über den Schichten des rothen Sandsteins liegt, während er weiter nach aufwärts von den mergeligen, petrefactenreichen Kalksteinen der folgenden Formation bedeckt wird.

Der hohe südliche Kamm des Gebirges am Scheffauerkaiser, an der Achsel u. s. w. wird in seiner ganzen Ausdehnung von dem Unteren Alpenkalk gebildet, ebenso die nördliche Kette am Hinterkaiser, so dass man leicht zu der Ansicht geführt würde, das ganze Kaisergebirge und die dazwischen liegende Mulde beständen nur aus dieser Formation; auch ist in der That auf der schönen und lehrreichen geognostischen Karte Tirols, welche man den erfolgreichen Bemühungen des geognostisch-montanistischen Vereins verdankt, dieser ganze Theil des Gebirges als Unterer Alpenkalk colorirt. Es gelang mir jedoch bei weiterer Untersuchung im Inneren des Kaisergebirges noch einen zusammenhängenden Zug petrefactenreicher Mergel aufzufinden, welche deutlich der folgenden Unteren Liasformation angehören.

4. Unterer Lias. Es sind dieses auch in petrographischer Beziehung ganz dieselben Schichten, welche ich früher in Begleitung meines Bruders in dem oberen Loisachthale kennen gelernt hatte. Sie bestehen theils aus dunklen schiefrigen Mergeln, theils aus etwas helleren thonigen Kalksteinen<sup>1</sup>. Diese Formation ist hier sehr schön aufgeschlossen zu beiden Seiten des Gaisbaches, ungefähr  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Stunden oberhalb Neuberg, südöstlich von Kufstein. Sie lässt sich von hier im allgemeinen

---

1) Bei der Bezeichnung dieser Schichten als Untere Liasformation bin ich der Classification F. von HAUER's gefolgt; andere Geologen z. B. MERIAN, ESCHER u. s. w. haben dieselben noch den triassischen Cassianerbildungen angereiht.

in östlicher Richtung am nördlichen Abhange des Moosberges und des Scheffauerkaisers u. s. w. über die Steinbergeralpe und die Puiten hinweg verfolgen. Man durchschneidet sie, wenn man von der Steinbergeralpe zur Scharte oder von der Brentenjochalpe zur Walleralpe geht.

Unter den Versteinerungen, welche ich in diesen Schichten auffand, liessen sich folgende Arten unterscheiden:

*Terebratula subrimosa* SCHAFHÄUTL; *Terebratula gregaria* SUESS; *Pholadomya lagenalis* SCHAFHÄUTL; *Gervillia inflata* SCHAFHÄUTL, in einigen kleinen, schlecht entwickelten Exemplaren; *Ammonites*, sehr ähnlich *A. radians* REIN., mit anderen nicht näher bestimmbaren Ammoniten-Fragmenten. An einigen Stellen kamen zahlreiche Bruchstücke von *Pecten*, *Avicula* und *Nucula* vor; sie liessen zwar eine genauere Untersuchung nicht zu, stimmen jedoch ganz mit ähnlichen Formen überein, welche in anderen Localitäten z. B. im oberen Loisachgebiete die Schichten dieser Formation begleiten.

Jüngere Glieder der Jura- und der Kreideformation kann man in dem Kaisergebirge und seinen nächsten Umgebungen nirgends beobachten. Die Tertiärformation jedoch mit den bekannten petrefactenreichen Braunkohlenflötzen von Häring findet sich am westlichen und am nördlichen Fusse des Gebirges in grosser Entwicklung.

Die Diluvialbildungen endlich treten in der Form mächtiger Geröllmassen mit erratischen Geschieben vermischt in dem weiten Innthale, ferner in den Umgebungen des Walchsee's im Norden und in dem Thale von Söll und Elmau im Süden des Kaisergebirges sehr ausgedehnt auf.

Für eine nähere Betrachtung der Schichtenstellung und der Hebungverhältnisse ist besonders hervorzuheben, dass auf dem ganzen südlichen Kamme des Kaisergebirges, sowohl in dem rothen Sandsteine, als in dem darüber liegenden Dolomite des Unteren Alpenkalks, im allgemeinen ziemlich steiles Nordfallen herrscht, mit Abweichungen, welche bald gegen N.N.W., bald gegen N.N.O. gerichtet zu sein scheinen. Ueber dem Unteren Alpenkalk folgen sodann mit gleicher nördlicher Fallrichtung die dunkeln mergeligen Schichten des Unteren Lias. Ich beobachtete z. B. in den verschiedenen Theilen des Gaisbaches eine Neigung von 45° bis 55° nach N.N.W. und N.

Verfolgt man von hier die Profillinie weiter in nördlicher Richtung, so trifft man im Kaiserthal und auf der Hinterkaiserkette abermals den Unteren Alpenkalk. Obgleich die Stratification häufig sehr undeutlich ist, so lässt sich doch erkennen, dass im allgemeinen die Schichten nach Süden fallen, nämlich entgegengesetzt jenen am Treffauerkaiser. Es zeigt sich daher im Grossen betrachtet eine muldenförmige Anordnung der Schichtenstellung übereinstimmend mit der schon früher erwähnten allgemeinen orographischen Gestaltung dieser Gebirgsgruppe.

Das Fehlen der Glieder der Juraformation oberhalb des Unteren Lias und der

Kreideformation in dem ganzen Gebiete scheint zu zeigen, dass dieses Gebirge schon sehr frühe, nämlich nach der Ablagerung der Liasschichten über das Niveau der Meere emporgehoben war.

### Hypsometrie.

Das Barometer, dessen ich mich bei meinen Beobachtungen bediente, war ein Heberbarometer von A. GREINER in München, mit der Nummer 47. Der Durchmesser der Röhre beträgt 5,5 M. M. Die Scala ist auf einem Glaszylinder getheilt, welcher über der Barometerröhre verschoben werden kann. Die Correction beträgt  $-0,03$  M. M.<sup>1</sup>, sie hat daher auf die Ablesung, bei welcher nur die Zehntel berücksichtigt wurden, keinen Einfluss. Die Höhen wurden nach der Tafel von GAUSS

#### Barometrische Höhenmessungen

No.	Orte der Beobachtung.	1853.		Baro- meter.	Thermo- meter.
		Tag.	Stunde.		
1.	Brentenjoch, östlich vom Kufstein. Die Beobachtungen wurden bei der Alpenhütte zum „Schusterbauern“ angestellt.	31. Aug.	4 <sup>h</sup> 45' p. m.	664,2	13,6
		31. „	6 <sup>h</sup> 15' p. m.	662,8	12,4
		1. Sept.	6 <sup>h</sup> 30' p. m.	664,8	12,0
		2. „	7 <sup>h</sup> 15' a. m.	661,2	14,0
		2. „	12 <sup>h</sup> 15' p. m.	661,9	14,2
		2. „	5 <sup>h</sup> 30' p. m.	660,7	12,6
		3. „	9 <sup>h</sup> 30' a. m.	660,5	11,1
2.	Buchengrenze. Höchster Standpunkt dieser Bäume am Wege von der Steinbergeralpe zur Scharte.	1. „	2 <sup>h</sup> 15' p. m.	647,8	12,0
3.	Duxeralpe, östlich von Kufstein.	31. Aug.	5 <sup>h</sup> 45' p. m.	688,8	16,3
4.	Beim Duxerer, obere Quelle am Wege zur Duxeralpe gelegen.	31. „	3 <sup>h</sup> 15' p. m.	695,3	17,1
5.	Beim Duxerer, untere Quelle.	31. „	2 <sup>h</sup> 30' p. m.	706,3	17,7
6.	Kufstein, Gasthaus z. Post, 3. Stock.	30. „	7 <sup>h</sup> p. m.	722,8	17,4
		31. „	7 <sup>h</sup> 45' a. m.	721,8	16,5
		31. „	1 30' p. m.	720,3	20,4

1) Vergl. S. 86.

berechnet. Auch wurde für einige höhere Punkte, nämlich für die Scharte und die Treffauerspitze, noch die Correction BESSEL's<sup>1</sup> für die Feuchtigkeit der Luft angebracht.

Als correspondirende Station benützte ich die sorgfältigen Beobachtungen auf der königl. Sternwarte in München, deren Mittheilung ich der Güte des Herrn Directors LAMONT verdanke.

Das Barometer der Sternwarte hängt 37,4 bayrische Fuss oder 33,6 P. F. über dem Pflaster der Frauenkirche; nimmt man die Höhe des letzteren Punktes nach SEYFFER zu 1569 P. F. an, so erhält man für die absolute Höhe des Barometers der Sternwarte in München: 520,6 Meter = 1602,6 P. F.<sup>2</sup>

im Kaisergebirge.

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
München	717,5	18,1	1175,9	3619,9		
	717,3	17,1	1188,7	3659,3		
	718,3	15,9	1173,9	3613,9		
	715,0	16,1	1182,8	3641,2		
	714,8	19,1	1175,2	3617,7		
	713,5	17,1	1170,9	3604,5		
	714,2	17,4	1180,2	3633,1		
		Mittel		1178	3627	
München	719,2	16,6	1403,1	4319,4		
München	717,9	17,8	873,5	2688,9		
München	718,0	17,8	794,9	2447,0		
München	717,9	18,6	660,0	2031,6		
München	719,3	14,0	479,4	1475,7		
	717,6	13,3	471,1	1450,3		
	717,9	20,1	491,8	1513,9		
		Mittel		481	1480	

1) BESSEL, Bemerkungen über das barometrische Höhenmessen. SCHUMACHER's astronomische Nachrichten. 1838. S. 329.

2) Ueber die Höhe von München vergl. S. 91.

## Barometrische Höhenmessungen

No.	Orte der Beobachtung.	1 8 5 3.		Baro- meter	Thermo- meter.
		Tag.	Stunde.		
7.	Kufstein, Niveau des Inns, bei der Brücke <sup>1</sup> .	31. „	8 <sup>h</sup> a. m.	722,6	16,5
8.	Mitterputt; obere Grenze der Alpenweiden, am Fusse der steileren Wände, welche den nördlichen Abfall des Treffauerkaisers und der Scharte bilden.	1. Sept.	1 <sup>h</sup> 30' p. m.	630,9	11,4
9.	Rosenheim; Gasthaus zum Bernloner im ersten Stock.	30. Aug.	7 <sup>h</sup> a. m.	729,0	14,5
10.	Scharte des Scheffauerkaisers; sie bildet eine tiefe Einzahnung im Kamme. Man gelangt auf die Scharte von der Steinbergeralpe aus.	1. Sept.	11 <sup>h</sup> a. m.	615,2	8,9
		1. „	12 <sup>h</sup>	615,3	9,5
11.	Steinbergeralpe; die Beobachtungen wurden bei der Alpenhütte zum „Baumeyer“ angestellt.	31. Aug.	7 <sup>h</sup> 30' p. m.	656,1	9,8
		1. Sept.	6 <sup>h</sup> 30' a. m.	656,7	9,3
		1. „	8 <sup>h</sup> 30' a. m.	656,6	12,0
		1. „	5 <sup>h</sup> p. m.	657,8	13,7
12.	Treffauerspitze; höchster Punkt des Kaisergebirges <sup>2</sup> .	8. „	12 <sup>h</sup>	570,6	2,1

1) Die Vergleichung der Ablesung am Innufer um 8<sup>h</sup> a. m. mit jener im Gasthause um 7<sup>h</sup> 45' a. m., Höhenunterschied von dem Mittel meiner 3 Beobachtungen im Gasthause ab, so erhält man für das mungen des Innufers von LIPOLD und LAMONT findet man als die wahrscheinlichste Höhe 1455 P. F.

2) Die Feuchtigkeit war in München 57, auf der Treffauerspitze 100, Mittel 79; daraus erhält 7133 P. F. nach BAUMGARTNER (= 7320,3 Wien. F.). Diese Bestimmung bezieht sich auf das trigonome könnte sich vielleicht ebenfalls auf dieses trigonometrische Signal beziehen.

## im Kaisergebirge.

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
München.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
München	717,4	13,8	458,1	1410,2*	1455	LIPOLD und Geogn. Karte.
	Mittel meiner Beobachtungen		468	1440	1470	LAMONT.
	Allgem. Mittel		473	1455		* Da das Barometer nicht ganz im Niveau des Inns aufgehängt werden konnte, so ist hier eine Correction von -4 P. F. nöthig; dieselbe ist bei dem Resultate bereits angebracht.
München	719,4	15,8	1625,7	5004,6		
München	721,4	11,5	432,6	1331,8	1347	BONNE und BROUSSEAU bei LAMONT; Boden am dicken Thurm.
					1356	LAMONT; Marktplatz an der Kirche.
					1377	SENDTNER; Pflaster vor der ehemaligen Post.
					1315	WEISS bei LAMONT; Innbrücke.
					1346	LAMONT, Innbrücke.
					1355	SENDTNER, Niveau des Inns.
München	718,9	16,3	1833,3	5644,0		Feuchtigkeitscorrection für die erste Ablesung 19,5 Par. Fuss; für die zweite Ablesung 21,6 P. F.; dieselbe ist bei den Resultaten bereits angebracht.
	719,3	16,8	1839,8	5663,9		
	Mittel		1837	5654		
München	717,5	14,5	1269,4	3907,7		
	718,0	14,5	1266,7	3899,5		
	718,4	15,0	1277,8	3933,6		
	718,6	18,0	1271,3	3913,6		
	Mittel		1271	3914		
München	711,8	14,9	2353,2	7244,3 <sup>2</sup>	7202	} LAMONT; höchster Punkt des Kaisergebirges.
					7246	

ergibt für diese beiden Punkte einen Höhenunterschied von 40 P. Fuss. Zieht man diesen gefundenen Niveau des Inns 1440 Par. Fuss. Aus der Vergleichung dieses Resultates mit den früheren Bestim-

man eine Correction von +22,1 P. F., welche in der oben mitgetheilten Höhe bereits angebracht ist. — trische Signal, welches etwas tiefer steht. — 7194 P. F. nach BONNE und BROUSSEAU bei LAMONT;

Um ein allgemeines Bild der wichtigsten hypsometrischen Verhältnisse<sup>1</sup> des Kaisergebirges und seiner nächsten Umgebungen zu erhalten, habe ich versucht, die mir bekannten Höhenbestimmungen zusammenzustellen. Es sind in der folgenden Liste die Höhen mehrerer Quellen und Pflanzengrenzen nicht aufgenommen, da ich auf dieselben später (S. 568 u. 570) noch specieller zurückkommen werde. Ich muss hier zugleich bemerken, dass die dort mitgetheilten Höhen von Quellen und Pflanzengrenzen theils durch direkte barometrische Beobachtungen, theils durch die Ablesungen eines sehr sorgfältig gearbeiteten Aneroidbarometers von HOHNBAUM in Hannover gefunden wurden. Da der Gang dieses Aneroidbarometers von meinem Bruder wiederholt untersucht und auf früheren Reisen mit jenem des Quecksilberbarometers sorgfältig verglichen war<sup>2</sup>, so dürften die mittleren Höhen, welche ich stets aus mehreren Ablesungen des Instrumentes ableitete, eine hier ganz hinreichende Genauigkeit gewähren.

Die Resultate früherer Messungen, welche ich zu meiner Uebersicht benützen könnte, sind in den folgenden Arbeiten enthalten; die Wiener Fuss, in welchen die meisten Originalbeobachtungen mitgetheilt sind, wurden auf Pariser Fuss reducirt.

v. BAUMGARTNER, Trigonometrisch bestimmte Höhen von Oesterreich, Steiermark, Tirol u. s. w., aus den Protokollen der Generaldirektion der k. k. Katastral-Landesvermessung. Wien 1832.

Geognostische Karte Tirols, aufgenommen und herausgegeben auf Kosten des geognostisch-montanistischen Vereins von Tirol und Vorarlberg 1849.

Resultate aus KREIL'S Bereisungen des österreichischen Kaiserstaates in kurzer, übersichtlicher Darstellung von C. KORISTKA. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1850. 1 Heft.

LAMONT, Verzeichniss der vorzüglichsten, im Königreiche Bayern gemessenen Höhenpunkte. München 1851.

LIPOLD, Uebersicht der geognostischen Verhältnisse vom östlichen Theile des Kreises Unter-Innthal; in den Berichten der 5ten Generalversammlung des geognostisch-montanistischen Vereines für Tirol und Vorarlberg und im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1851. 1 Heft.

Eine ausführliche und genaue Zusammenstellung der bisher gemachten Höhenmessungen in Tirol von ADOLPH SENDTNER findet sich im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1851. 1 Heft Seite 59.

SENDTNER, Höhenbestimmungen aus den „Vegetationsverhältnissen Südbayerns 1854“. Die Höhe des Pflasters der Frauenkirche ist bei diesen Beobachtungen

1) Im Herabwege von der Treffauerspitze wurde durch einen heftigen Stoss gegen einen Stein die Glasscala meines Barometers zerbrochen, so dass es mir leider nicht möglich war, meinen Beobachtungen später noch jene Ausdehnung zu geben, welche ich ursprünglich beabsichtigt hatte.

2) Vergl. Cap. XII.

nach DELCROS zu 1597 P. Fuss angenommen, also 28' höher, als bei LAMONT und bei meinen Beobachtungen.

### Uebersicht der wichtigsten Höhenverhältnisse.

#### A. Gipfel.

	Par. Fuss.	
Ebersberg, südlich vom Walchsee.	3507	Geognost. Karte.
Habberg oder Haberberg, nördlicher Ausläufer des Hinterkaisers.	4866	LIPOLD.
Hinterkaiser-Spitze, auch kleiner Kaiser genannt.	6143	LAMONT.
Hohe Salve; Capelle daselbst.	5602	BAUMGARTNER.
Kogelberg, südwestlich vom Walchsee.	4834	Geognost. Karte.
Naunspitze am Hinterkaiser, nordöstlich von Kufstein.	5051	Geognost. Karte.
Scheffauer-Spitze nordöstlich von Scheffau; es ist dieses der Höhe nach die zweite Spitze des Kaisergebirges.	7141	Geognost. Karte.
Scheibenbüchelberg od. Schiebenbüchelberg, östlicher Ausläufer des Hinterkaiserkammes, gegen den Kohlbach.	4663	Geognost. Karte.
Stadtberg, unmittelbar östlich von Kufstein.	3802	Geognost. Karte.
Treffauer-Spitze nördlich von Elmau; höchster Punkt des Kaisergebirges.	7244	SCHLAGINTWEIT. Andere Bestimmungen dieses Gipfels sind 7202 und 7246 LAMONT. 7133 BAUMGARTNER. Diese Bestimmung bezieht sich auf das trigonometrische Signal, welches etwas niedriger steht. 7194 BONNE und BROUSSEAU bei LAMONT, könnte sich vielleicht ebenfalls auf dieses trigonometrische Signal beziehen.

#### B. Pässe.

Brentenjoch, östlich von Kufstein.	3627	SCHLAGINTWEIT. Mittel aus 7 Beobachtungen.
Scharte des Scheffauerkaisers, Einzahnung im Kamme. Es kann die Scharte jedoch nicht als ein Pass im eigentlichen Sinne des Wortes betrachtet werden, da man nur von der nördlichen Seite aus auf dieselbe gelangt.	5654	SCHLAGINTWEIT.
Stripsenjoch; Pass, welcher in nordöstlicher Richtung aus dem Kaiserthal in das Ebersauerthal führt.	4911	Geognost. Karte.

## C. Bewohnte Orte, Alpenhütten u. s. w.

	Par. Fuss.	
Bärenbadalpe am Hinterkaiser	2558	Geognost. Karte.
Brentenjochalpe am Brentenjoch; die Ablesungen wurden an der Alpenhütte zum Schusterbauern gemacht.	3627	SCHLAGINTWEIT.
Durchholzen, Dorf am nördlichen Fusse des Hinterkaisers.	1956	Geognost. Karte.
Duxeralpe, östlich von Kufstein.	2689	SCHLAGINTWEIT.
Elmau, am südlichen Fusse des Kaisergebirges; Flur des Posthauses.	2290	KREIL.
Habersauualpe am Kohlbach.	2550	LIPOLD.
Hintersteinersee am südlichen Fusse des Moosberges gelegen, Niveau des Sees.	2826	Geognost. Karte.
Koglalpe am Koglberg, westlich vom Kohlthal.	4843	Geognost. Karte.
Kohlalpe im Kohlthale.	3584	LIPOLD.
Kufstein, Niveau des Inn's.	1455	Mittel aus den Beobachtungen von LAMONT, LIPOLD und SCHLAGINTWEIT.
Kiefersfelden; Grenze zwischen Bayern und Tirol am linken Innufer.	1446	SENDTNER.
Kiefersfelden, Ufer des Inn's.	1431	SENDTNER.
Mündung des Gaisbaches in den Inn; oberhalb Kufstein.	1461	LIPOLD.
Neuberg, Bauernhof; südöstlich von Kufstein.	2065	LIPOLD.
Mitterpuit, obere Grenze der Alpenweiden.	5005	SCHLAGINTWEIT.
Oed-Kapelle, südlich vom Walchsee.	2771	Geognost. Karte.
Scheffau; Dorf am südlichen Abhange des Kaisergebirges.	2237	Geognost. Karte.
Söll; am nördlichen Fusse der Hohen Salve; Flur des Posthauses.	1974	KREIL. Eine andere Bestimmung von Söll zu 2007' ist auf der Geognostischen Karte eingetragen.
Steinbergeralpe am nördlichen Abhange des Moosberges*). Die Beobachtungen wurden auf der Alpenhütte zum Baumeyer angestellt.	3914	SCHLAGINTWEIT. Mittel aus 4 Beobachtungen.
*) Es ist dieses die grösste Alpe, welche sich am Kaisergebirge befindet; sie besteht aus 22 einzelnen Hütten.		
Walchsee am nördlichen Fusse des Hinterkaisers.	1955	Geognost. Karte.
Wegscheidalpe nördlich von Elmau.	2997	LIPOLD.
Wochenbrunnengraben nördlich von Elmau, bei der Holzklaus.	2684	LIPOLD.

## Bemerkungen über die Temperatur der Luft und der Quellen.

In der folgenden Tabelle sind die Lufttemperaturen mitgetheilt, welche ich auf verschiedenen höheren Punkten des Kaisergebirges zu beobachten Gelegenheit hatte. Es wurden denselben zur Vergleichung die gleichzeitigen Beobachtungen in München, Innsbruck und Kufstein hinzugefügt; die Beobachtungen in Kufstein wurden auf meine Bitte mit grosser Sorgfalt von Herrn Verwalter W. BOCH angestellt, wofür ich ihm hiemit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Die niedere Temperatur auf der Treffauer Spitze war wohl theilweise davon bedingt, dass dieser Punkt während der Beobachtung mit geringen Unterbrechungen von ziemlich dichten Nebelmassen umgeben war.

Beobachtungen über die Lufttemperatur.

Orte der Beobachtung.	Höhe P. F.	1853.	Stunde.	Temperatur. Cels.	Gleichzeitige Temperatur in			Witterungsverhältnisse.
					Innsbruck 1795'	München. 1603'	Kufstein. 1455'	
Treffauer- spitze.	7244	8. Sept.	12 <sup>h</sup>	2,1	14,3	14,9	18,0	Starker Nebel auf der Spitze; in der Ebene fast allgemein bewölkt.
Scharte des Scheffauerkaisers.	5654	1. „	11 <sup>h</sup> a. m.	8,9	18,9	16,3	22,0	Vorüberstreichende Nebel auf der Scharte; in der Ebene unwölkt.
Scharte des Scheffauerkaisers.	5654	1. „	12 <sup>h</sup>	9,5	19,8	16,8	22,9	Vorüberstreichende Nebel auf der Scharte; in der Ebene unwölkt.
Hohe Salve; Gipfel.	5602	12. „	6 <sup>h</sup> 30 p. m.	5,9	16,4	15,6	19,8	Reiner, fast wolkenloser Himmel.
Hohe Salve; Gipfel.	5602	13. „	7 <sup>h</sup> a. m.	7,9	10,3	8,0	16,2	Reiner, wolkenloser Himmel auf der Hohen Salve; in München neblig.
Letzte Quelle am Treffauer- kaiser.	5520	8. „	9 <sup>h</sup> 15 a. m.	5,2	12,9	13,6	17,8	Vorüberstreichende Nebel; in der Ebene fast allgemein bewölkt.

Die Nullpunkte der Thermometer, welche ich zur Bestimmung der Temperatur der Quellen, ebenso wie zu jener der Luft benützte, wurden vor und nach der Reise untersucht. Die Correctionen, die während der Beobachtungen sich nicht geändert hatten, sind bei den mitgetheilten Zahlen bereits angebracht.

Ich habe mich bestrebt durch Wiederholung der Ablesungen und sorgfältige

Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln, eine möglichst richtige Temperatur des Quellwassers, frei von äusseren Einflüssen zu erhalten. Ueber die Art der Höhenbestimmungen für die verschiedenen Quellen vergl. die Bemerkungen Seite 564.

## Bestimmungen von Quellentemperaturen.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe.	1853.	Temperat. Cels.
		Par. Fuss.		
1.	Untere Quelle „beim Duxerer“, eine schöne, ziemlich starke Quelle zwischen Felsen hervorkommend. Exp. N.W.	2032	31. Aug.	8,3
2.	Obere Quelle „beim Duxerer“, eine schwache, aus Felsen und Gerölle hervorsickernde Quelle. Exp. N.W.	2447	31. „	8,4
3.	Mehrere Quellen auf der rechten Seite des Bärenbaches, etwas vor der Bärenbaderalpe. Die Quellen befinden sich in einer ziemlich engen, sehr beschatteten Schlucht.	2520	10. Sept.	7,1
4.	Mehrere starke Quellen auf der nördlichen Seite des Hintersteinersees, am Fusse des Moosberges entspringend. Sie befinden sich, ebenso wie Nr. 5 in einem der Besonnung nicht sehr zugänglichen Thalkessel.	2835	7. „ 9. „	6,2
5.	Ziemlich schwache Quelle auf der südlichen Seite des Hintersteinersees.	2840	9. „	6,4
6.	Quelle im Grünen Graben, auf der nördlichen Abdachung des Moosberges gegen den Gaisbach. Diese Quelle befindet sich neben dem Wege, welcher vom Brentenjoch zur Walleralpe führt.	3480	3. „	6,0
7.	Quelle an der Hohen Salve, aus einem berasten, schwach gegen Norden geneigten Abhange entspringend, welcher der freien Besonnung ausgesetzt ist. Der Boden besteht aus dunkeln Thonschiefer.	5300	12. „	5,0
8.	Schöne Quelle, am Wege von der Bärnstadt zur Treffauer-Spitze, aus Dolomithfelsen entspringend. Sie befindet sich etwas unterhalb der „Stiegen“ Exp. S.O.	5520	8. „	4,2

Ogleich man allgemeine Werthe für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe nur aus der Vergleichung zahlreicherer Quellen erhalten kann, welche sich zugleich in sehr verschiedenen Höhen und Expositionen eines Gebirges befinden, so schien es mir doch nicht ohne Interesse, um die Temperaturabnahme in speciel-

len Fällen zu veranschaulichen, die Quellen, welche ich in dem Kaisergebirge zu beobachten Gelegenheit fand, unter sich zu vergleichen. Die daraus hervorgehenden Temperaturabnahmen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

## Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe.

Verglichene Punkte.	Erhebung für 1° C. Abnahme.
Abhang der Treffauerspitze und Mittel aus den Duxerquellen (Nr. 1 und 2).	790 Par. Fuss.
5520' 4,2°	2240' 8,35°
Abhang der Treffauerspitze und Quellen am Bärenbach	1034 " "
	2520' 7,1°
Abhang der Treffauerspitze und Mittel aus dem Hintersteinersee (Nr. 4 und 5).	1277 " "
	2838' 6,3°
Abhang der Treffauerspitze und Grüner Graben.	1133 " "
	3480' 6,0°
Hohe Salve und Mittel aus den beiden Duxerquellen.	910 " "
5300' 5,0°	
Hohe Salve und Quellen am Bärenbach.	1324 " "
Hohe Salve und Mittel aus dem Hintersteinersee.	1894 " "
Hohe Salve und Grüner Graben.	1820 " "
Grüner Graben und Mittel aus den Duxerquellen.	515
Grüner Graben und Quellen am Bärenbach.	845 } 680 P. F.

Die Abnahme der Temperatur, welche man bei Vergleichung der Quellen Nr. 8 am Treffauerkaiser und Nr. 7 auf der Hohen Salve mit den tieferen Quellen erhält, ist im allgemeinen sehr langsam. Es erklärt sich dieses dadurch, dass diese beiden Quellen in einer der Besonnung zugänglichen Lage sich befinden und daher wärmer sind, als das Mittel der Quellentemperatur für diese Höhen. Ueberdiess befinden sich die Mehrzahl der tieferen Quellen (Nr. 3, 4, 5, 6) in beschatteten Lagen, sie sind etwas zu kalt.

Es können daher, um einigermaßen einen richtigen Ausdruck für die mittlere Abnahme der Temperatur zu erhalten, eigentlich nur die beiden Duxerquellen mit jenen auf der Hohen Salve und auf dem Abhange der Treffauerspitze verglichen werden. Selbst hier ist wegen der Wärme der beiden oberen Quellen die Temperaturabnahme noch etwas langsamer, als das Mittel für die Alpen im allgemeinen, welches nach der Vergleichung zahlreicher Quellen in sehr verschiedenen Theilen der Alpen 700—730' beträgt.

Die Vergleichung von Quellen, deren Höhe nur geringe Unterschiede zeigt, während sie sich zugleich in ganz abweichenden Expositionen befinden, kann natürlich für die allgemeine Betrachtung der Temperaturabnahme von keinem Interesse sein. Ich unterliess deshalb in der obigen Tabelle die Vergleichung der in nördlichen La-

gen befindlichen Quellen No. 3, 4 und 5 mit jenen von No. 1 und 2, da die Höhendifferenzen hier nur einige hundert Fuss betragen.

Die am Schlusse der Tabelle beigefügte Vergleichung der Quelle im Grünen Graben bei 3480' mit jenen vom Duxerer und im Bärenbache ergibt, im ersteren Falle wegen der kälteren nördlichen Lage der oberen Quelle eine sehr rasche Temperaturabnahme; das Mittel beider Vergleichungen (680') nähert sich hingegen so ziemlich der für die Alpen im allgemeinen gefundenen Zahl.

### Pflanzengeographische Beobachtungen.

Ich werde hier versuchen, zuerst eine kurze Uebersicht einiger der wichtigsten Vegetationsgrenzen in dem Kaisergebirge zu geben, und hierauf eine Zusammenstellung jener Pflanzen folgen lassen, welche ich im Stande war, an einigen der höher gelegenen Punkten dieses Gebirges aufzufinden. Bei der Einsammlung wurde alle Sorgfalt darauf verwendet, die Pflanzen der verschiedenen Localitäten getrennt zu erhalten; bei der Bestimmung derselben erfreute ich mich der gütigen Beihülfe von Herrn Dr. O. SENDTNER, dem ich hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

#### Obere Grenze einiger der wichtigsten Pflanzen.

	Höhe Par. Fuss.
Zea Mays L.; letzte Felder am Wege zur Duxeralpe.	2400
Mittlere Grenze des Ackerbaues.	2600 bis 2900
Fagus sylvatica L.; zwischen der Steinbergeralpe und der Scharte; in nordwestlicher Lage.	4319
Pinus Abies L.; obere Grenze auf der nördlichen Abdachung des Wesberges und des Scheffauerkaisers.	5000 bis 5100
Pinus Abies L. und Pinus Larix L.; Mittel für die Abdachung des Kaisergebirges gegen Elmau und Scheffau, in südlichen, südöstlichen und südwestlichen Lagen.	5400 bis 5500
Strauchregion, obere Grenze; sie ist vorzugsweise durch Pinus Pumilio Haenke gebildet; Mittel auf der südlichen und südwestlichen Abdachung der Treffauerspitze, und auf dem westlichen und nördlichen Abfall des Scheffauerkaisers.	6000 bis 6300
Die Höhe der Schneegrenze liegt in der nördlichen Nebenzone der Alpen, nemlich in der nordöstlichen Schweiz, in Bayern und Oesterreich im Mittel bei	8000 bis 8200

Das Kaisergebirge reicht selbst in seinen höchsten Spitzen nicht bis zu Schneegrenze empor.

Das Auftreten von Tieffirnen (Bas névés der französischen Alpentheile) lässt sich jedoch auch hier beobachten. Einzelne kleine Schneemassen, die sich das

ganze Jahr hindurch erhalten, finden sich in schattigen Schluchten, vorzugsweise am Treffauerkaiser schon bei 5800' und 6400', also gegen 2000' unter der Höhe, welche in diesen Alpentheilen der Schneegrenze entsprechen würde<sup>1</sup>.

Verzeichniss der Pflanzen auf einigen höheren Punkten des Kaisergebirges.

Auf der Treffauerspitze, 7244 Par. Fuss; auf Dolomittfelsen.

*Alsine verna* Bartl.  
*Campanula pusilla* Hke.  
*Calamintha alpina* Lam.  
*Cherleria sedoides* L.  
*Saxifraga aizoon* Jacq.  
*Silene acaulis* L.  
*Carex firma* Host.  
*Festuca Halleri* All.  
*Poa alpina* L.

---

*Hypnum abietinum* L.  
*Cetraria cucullata* Bell.  
*Cetraria islandica* Ach.  
*Cetraria juniperina* L.  
*Cetraria nivalis* L.

Auf dem Kamme des Treffauerkaisers, zwischen 7200 und 7000 P. F.; auf Dolomit.

*Campanula pusilla* Hke.  
*Cherleria sedoides* L.  
*Galium sylvestre* Pollich.  
*Gentiana germanica* Willd.  
*Petrocallis pyrenaica* Brown.  
*Saxifraga aizoon* Jacq.  
*Sedum atratum* L.  
*Silene acaulis* L.  
*Carex firma* Host.  
*Festuca Halleri* All.  
*Festuca pumila* Vill.

---

1) Als einer der tiefsten Punkte ähnlicher Firnansammlungen kann die Eiskapelle am Königsee genannt werden. Sie liegt nur wenig höher als der Spiegel des Königsees, 2075 P. F.

Vom Kamme des Treffauerkaisers bis zur obersten Quelle, zwischen 7000 und 5520 P. F.; auf Dolomit in südlicher und südwestlicher Exposition.

*Achillea atrata* L.  
*Alchemilla alpina* L.  
*Calamintha alpina* Lam.  
*Campanula pusilla* Hke.  
*Campanula Scheuchzeri* Vill.  
*Crepis Jacquini* Tausch.  
*Erigeron alpinus* L.  
*Euphrasia officinalis* L.  
*Gentiana germanica* Willd.  
*Helianthemum vulgare* Gaertn.  
*Hutchinsia alpina* R. Br.  
*Linaria alpina* Mill.  
*Pinus Pumilio* Hke.  
*Rhododendron hirsutum* L.  
*Saxifraga aizoides* L.  
*Saxifraga caesia* L.  
*Thymus serpyllum* L.  
*Carex firma* Host.  
*Poa alpina* L.

---

*Asplenium viride* Huds.  
*Cetraria nivalis* L.

Auf der Scharte, einer Einzahnung in dem Kamme des Scheffauerkaisers; bei 5654 P. F.; auf Dolomit.

*Achillea atrata* L.  
*Athamanta cretensis* L.  
*Campanula alpina* Jacq.  
*Campanula Scheuchzeri* Vill.  
*Helianthemum oelandicum* Wahl.  
*Homogyne alpina* Cassin.  
*Panassia palustris* L.  
*Pinus Pumilio* Hke.  
*Rhododendron Chamaecistus* L.  
*Rhododendron hirsutum* L.  
*Vaccinium Vitis idaeae* L.  
*Poa alpina*.

---

*Trichostomum flexicaule* Bruch. u. Sch.

*Hypnum triquetrum* L.

Von der Scharte bis zum Beginn der Alpenweiden von Mitterpuit, zwischen 5654 und 5000 P. F.; theils auf Dolomit, theils auf Kalkmergeln, in nördlicher Exposition.

*Achillea atrata* L.

*Adenostyles albifrons* Reichb.

*Campanula Scheuchzeri* Vill.

*Carduus defloratus* L.

*Knautia sylvatica* Dub.

*Parnassia palustris* L.

*Phyteuma orbiculare* L.

*Pinus Pumilio* Hke.

*Ranunculus lanuginosus* L.

*Silene acaulis* L.

*Solidago Virga aurea* L.

*Vaccinium Myrtillus* L.

*Barbula tortuosa* Vill.

*Mastigobryum deflexum* N. ab E.

*Asplenium viride* Huds.

*Biatora vernalis* Fries.

*Cladonia rangiferina* Hoffm.

*Hypnum Schreari* Willd.

*Hypnum splendens* Hedw.

*Hypnum triquetrum* L.

## CAP. XVIII.

ERLÄUTERUNGEN ZUR VERGLEICHENDEN DARSTELLUNG DER  
PHYSICALISCHEN VERHÄLTNISSE DER ALPEN.

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT UND HERMANN SCHLAGINTWEIT.

## I N H A L T.

Construction des Profils. Mittlere Höhe und Masse der Alpen. Berechnete Höhe für das ganze Alpengebiet. Höhe der Ebenen, welche die Alpen umgeben; westlicher Rand der Alpen, Hochebene der Schweiz, schwäbisch-bayerische Hochebene, Po-Ebene. — Berechnung der mittleren Masse des Monte-Rosa und der Zugspitze. Höchste bewohnte Orte. Meteorologische Verhältnisse. Wärme der Luft. Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten. Barometergang. Winde. Luftpolarität. Ozongehalt. Vegetationsverhältnisse und Pflanzengrenzen. Höhe der wichtigsten Vegetationsgrenzen in verschiedenen Alpengruppen. Periodische Erscheinungen in der Entwicklung der Pflanzen. Höhengrenzen der Thiere.

Auf Tafel XXII des Atlas, zu welcher die folgenden Bemerkungen als Erläuterung dienen, haben wir versucht eine vergleichende Zusammenstellung der verschiedenen physischen Phänomene des Alpengebietes zu entwerfen. Wir fühlen lebhaft die Schwierigkeit, die ein Versuch bietet, einzelne, wenn auch über alle Alpentheile ziemlich gleichmässig vertheilte Beobachtungen zu einem allgemeinen Bilde zu verbinden; es sei uns gestattet, dabei mit dem wärmsten Danke der wichtigen Hülfe zu erwähnen, die wir Herrn ALEX. VON HUMBOLDT verdanken. Sein Tableau physique<sup>1</sup> des régions équinoxiales, in welchem zuerst in vergleichender Weise die verschiedenen Theile der physischen Geographie zusammengestellt wurden, ein unerreichtes Vorbild, bot uns die wichtigsten Anhaltspunkte für einen ähnlichen Versuch über die Alpen. Ueberdies waren wir so glücklich, noch vielfach der mündlichen Belehrungen Herrn VON HUMBOLDT's uns zu erfreuen.

In der vorliegenden graphischen Darstellung des Alpengebietes mussten die Höhen einen weit grösseren Maassstab als die Längen erhalten; dies erlaubte nicht

1) Essai sur la géographie des plantes accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales Paris 1807.

nur die Höhenunterschiede der einzelnen Alpentheile besser hervortreten zu lassen, auch die Aenderungen in der Gestalt der verschiedenen Linien zeigen sich dadurch in grösserer Bestimmtheit. Der Maassstab zu beiden Seiten macht es zugleich möglich, die Abweichungen zu beurtheilen und die Grösse derselben abzulesen.

Die Bedeutung der einzelnen Signaturen ist auf der Tafel selbst angegeben. Wir bemerken hier nur, dass durch die muldenförmigen Einbiegungen an den Abhängen die Pässe angedeutet wurden.

Der Durchschnitt geht im Allgemeinen von O.N.O. nach W.S.W. Die Bergketten westlich vom Mont-Blanc, welche in jenem nach Süden gerichteten Theile der Alpen liegen, wurden, um die Drehung anzudeuten, mehr in seitlicher Ansicht dargestellt.

### Mittlere Höhe und Masse der Alpen.

Berechnete Höhe für das ganze Alpengebiet.

Die mittlere Höhe des Alpengebietes wurde von A. VON HUMBOLDT wiederholt auf das Sorgfältigste bestimmt<sup>1</sup>. Die Resultate seiner Berechnungen sind für das Alpengebiet im Allgemeinen folgende:

Die Alpen haben im Meridian des Como-Sees und von Bassano 30 bis 40 Seemeilen oder  $22\frac{1}{2}$  bis 30 geographische Meilen Breite, an anderen Punkten der Bergkette erreicht ihre Breite nur 11 geographische Meilen.

Die Grundfläche des ganzen Alpensystemes bestimmte A. VON HUMBOLDT zu  
2700 Quadrat-Seemeilen = 1512 geogr. Quadratmeilen;

die mittlere Höhe mit Berücksichtigung der Einschnitte durch die Quer- und Längenthäler  
4800 P. F.<sup>2</sup>

Die mittlere Kammhöhe der Alpen, aus 10 Pässen geschlossen, fand derselbe 1843  
7068 P. F.; nach einer neuen Bestimmung ergab sich für die Kammhöhe

7200 P. F.

Indem die mittlere Höhe aus 47 gemessenen Alpenpässen zu Grunde gelegt wurde, ergab sich, ganz übereinstimmend mit der früheren Berechnung, 6972' als Mittel für die Pässe.

Da die Basis der Alpen, das heisst die allgemeine Höhe der Ebenen, auf welchen die Ketten sich erheben, an der mittleren Höhe derselben einen wesentlichen

1) Mémoire sur le rapport des points culminants ou maxima des lignes de faite des Pyrénées, des Alpes, des Andes et de l'Himalaya à la hauteur moyenne de leur crêtes. Annales des sciences naturelles T. IV 1825 p. 236, 240 et 253 — und Kleinere Schriften. Cotta 1853. Ueber die mittlere Höhe der Continente S. 398—446.

2) Die Alpen würden demnach, auf die Oberfläche von Europa ausgebreitet, eine Erhöhung von 3,5 Toisen, 21 P. F. ergeben.

Antheil hat, versuchten wir, durch Herrn VON HUMBOLDT darauf aufmerksam gemacht, die mittlere Höhe zunächst für diese Ebenen specieller zu berechnen.

Im Folgenden sind die einzelnen Anhaltspunkte für diese Bestimmungen zusammengestellt. Diese Ebenen sind zugleich auf der kleinen Alpenkarte Taf. XVIII durch verschiedene Schraffirung unterschieden.

Höhe der Ebenen, welche die Alpen umgeben.

I. Am niedrigsten und zugleich am wenigsten ausgedehnt sind die Ebenen am westlichen Rande der Cottischen Alpen und der Meeralpen.

Der Rhonespiegel zeigt folgende Abdachungen:

bei Lyon an der Saône . . . . .	162 M.	499 P.F.
bei der Mündung der Isère . . . . .	110	„ 339 „
bei Valence . . . . .	106	„ 326 „
bei der Brücke von Avignon (provençalische Ebene)	14,5	„ 45 „

II. Die Hochebene der Schweiz zwischen den Alpen und dem Jura wird im Nordosten vom Bodensee, im Südwesten vom Genfersee begrenzt. Ihre Länge ist 35 Meilen, die grösste Breite erreicht sie zwischen dem Thunersee und der Ausbiegung der Aar nach Osten (bei der Einmündung der Saane), nahe 8 geogr. Meilen. Ihr Flächeninhalt beträgt gegen 230 Quadratmeilen. Jener Theil derselben, der nördlich von der Reuss liegt, ist etwas mehr als der übrige von kleinen Hügeln bedeckt.

Ihr unterer Rand ist durch den Genfersee, den Neufchäteler-, den Bielersee und die Aar und den Rhein gebildet. An ihrem oberen Rande sind vorzüglich die Seen zu berücksichtigen, die unmittelbar am Fusse der Alpen liegen.

Als ihre mittlere Höhe kann bei der ziemlich gleichförmigen Abdachung das arithmetische Mittel aus der Höhe des oberen und unteren Randes betrachtet werden. Die Höhenverhältnisse (nach den schweizerisch-eidgenössischen Vermessungen) sind folgende:

Oberer Rand:

Bischoffszell . . . . .	457 M.	1407 P.F.
Greifensee . . . . .	439	„ 1351 „
Pfäffikonsee . . . . .	546	„ 1681 „
Zürchersee . . . . .	409	„ 1258 „
Zugersee . . . . .	417	„ 1285 „
Vierwaldstättersee . . . . .	437	„ 1345 „
Sarnersee . . . . .	473	„ 1456 „
Brienzersee . . . . .	564	„ 1736 „
Thunersee . . . . .	556	„ 1713 „
Bern (Aar) . . . . .	512	„ 1576 „
Freiburg (Saane) . . . . .	537	„ 1653 „

Unterer Rand<sup>1</sup>:

Bodensee . . . . .	398 M.	1225 P.F.
Schaffhausen . . . . .	391 „	1203 „
Rhein bei Waldshut . . . . .	313 „	963 „
Aarau . . . . .	366 „	1127 „
Solothurn . . . . .	431 „	1327 „
Bielsee . . . . .	434 „	1336 „
Neuenburgersee . . . . .	435 „	1339 „
Murtensee . . . . .	435 „	1340 „
La Sarraz <sup>2</sup> . . . . .	502 „	1545 „
Genfersee . . . . .	375 „	1154 „

Mittel für den oberen Rand . . . . . 486 M. 1496 P.F.

„ „ „ unteren Rand . . . . . 408 „ 1256 „

„ „ die ganze Schweizer Hochebene: 448 M. (1376 P.F.) 1380 „

III. Die schwäbisch-bayerische Hochebene, nördlich von den Alpen, zwischen der Jller und der Salzach, erreicht ebenfalls eine sehr grosse Höhe; sie ist zugleich sehr weit nach Norden ausgedehnt. In der Nähe der Alpen kann ihre Höhe zu 1700 bis 1800' angenommen werden. Es beträgt nämlich ihre Höhe<sup>3</sup>:

bei Kempten . . . . .	638 M.	1964 P.F.
bei Benediktbeuern . . . . .	613 „	1886 „
am Kochelsee . . . . .	601 „	1850 „
am Chiemsee . . . . .	497 „	1531 „
am Würmsee . . . . .	578 „	1782 „

Gegen Norden erstreckt sich die Ebene, die mit diluvialen Alpengerölle bedeckt ist, bis an die Donau, welche von Ulm bis Passau im Allgemeinen die nördliche Grenze derselben bildet, (nur von Kehlheim bis nahe gegen Regensburg liegt ihr Thalweg im Jura; von Passau bis Linz durchschneidet sie einen kleinen Theil der granitischen Gesteine des Bayerischen und Böhmer-Waldes).

Die Oberfläche dieser Ebene beträgt etwas über 200 (210 bis 220) Quadratmeilen; zugleich sind hier die quaternären (diluvialen) Kies- und Schuttbildungen weit ausgebreiteter und mächtiger als in der Schweiz.

Die mittlere Höhe ihres nördlichen Randes kann zu 370 M. 1140' angenommen werden. Es ist nämlich die Höhe

von Ulm, Pflaster . . . . .	1455'	} Der Spiegel der Donau würde hier die Ebene zu niedrig ergeben.
„ Regensburg, Kirche . . . . .	1153'	
„ Passau, Donau . . . . .	845'	

1) Die obigen Höhen sind ZIEGLER'S Hypsometrie der Schweiz entnommen.

2) La Sarraz ist ein Dorf auf der Wasserscheide zwischen dem Rhein- und Rhonegebiet. Diese Wasserscheide kann zugleich als der niedrigste Pass der Schweiz betrachtet werden.

3) Nach LAMONT'S Zusammenstellung der im Königreich Bayern gemessenen Höhenpunkte und nach unseren früheren Höhenbestimmungen.

Um die mittlere Höhe der ganzen Ebene zu beurtheilen, muss man berücksichtigen, dass die Zuflüsse der Donau in der unmittelbaren Nähe der Alpen ein weit stärkeres Gefälle haben als in ihrem weiteren Laufe; das Mittel aus dem oberen Rande (1750') und aus dem unteren (1140') würde demnach die Höhe der ganzen Ebene zu gross ergeben; folgende Orte dagegen, die zugleich nahe der Mitte der einzelnen Zuflüsse der Donau liegen, bieten bessere Anhaltspunkte:

Augsburg, Kirche	1518'
Moosburg, Isar	1255'
Mühldorf, Inn	1173'

(etwas tiefe Erosion; die Ebene liegt 100 bis 150' höher, circa 1300').

Mittlere Höhe der Ebene 440 M. 1350'

Die schwäbisch-bayerische Hochebene ist demnach im Mittel nur wenig niedriger als die schweizer Hochebene und hat eine 6mal grössere Flächenausdehnung.

Oestlich von der Salzach und vom Inn wird die Ebene zwischen den Alpen und der Donau bald sehr schmal und ihre Höhe beträgt an einigen Stellen über 1000'. Die Höhe von Linz ist 689', jene von Wien 450'.

Am Ostrande der Alpen schliesst sich unmittelbar an ihren Fuss das ungarische Tiefland an.

Die Po-Ebene, welche die Alpen im Süden begrenzt, erhebt sich, ganz in der Nähe der Alpen, zu 600 bis 800 P.F.

Die Höhe der Ebene ist bei Turin 800', bei Ivrea, beim Austritte der Dora baltea in die Ebene, 768'.

Die Seen am Rande der Alpen haben, nach dem österreichischen Generalstabe, folgende Höhen:

Lago Maggiore	642 P.F.
„ di Lugano	876 „
„ di Varese	798 „
„ di Como	655 „

Weiter östlich wird auch hier die Höhe der Ebene am Fuss der Alpen niedriger.

Die mittlere Masse versuchten wir auch für die nächsten Umgebungen des Monte-Rosa und der Zugspitze zu berechnen.

Wir benützten dazu die Construction der aequidistanten Horizontalen von 1000 zu 1000', und an den flacheren Stellen von 500 zu 500'.

Die ursprüngliche Construction der Horizontalen war im Maassstabe von 1:50000 ausgeführt worden; eine kleine Reduction 1:200000 ist auf den betreffenden Karten Taf. I und Taf. XIX enthalten. Die verschiedenen Etagen sind unter sich durch eine nach oben dunkler werdende Schraffirung unterschieden; auf der Curvenkarte des Monte-Rosa sind zugleich die mit Schnee- und Gletschermassen bedeckten

Oberflächen um einen Grad heller gehalten, indem nach vollendeter allgemeiner Schraffirung über das schnee- und eisfreie Terrain noch eine gleichmässige Querschraffirung gelegt wurde.

Um die mittlere Höhe zu erhalten, wurde auf folgende Weise verfahren.

Die Horizontalcurven können als die Durchschnittslinien (affleurements) betrachtet werden, welche horizontale Flächen, durch das Terrain gelegt, an der äusseren Oberfläche des Terrains zeigen würden. Da diese Flächen in gleichen Abständen sich folgen, so lässt sich leicht übersehen, dass man, wenn die Oberfläche jeder einzelnen bekannt ist, die mittlere Höhe berechnen kann, d. h. jene Höhe, welche das ganze Terrain annehmen würde, wenn es sich wie eine Flüssigkeit auf derselben Basis und von verticalen Wänden begrenzt an allen Punkten ins Gleichgewicht setzen könnte.

Es war also nöthig, zunächst den quadratischen Inhalt der verschiedenen horizontalen Durchschnittsflächen zu bestimmen.

In dieser Absicht wurde jede der aequidistanten Horizontalen auf ein mit sehr kleinen Quadraten bedecktes Papier (sogenanntes Stickmuster-Papier) übertragen, und dann die Zahl der Quadrate unmittelbar abgezählt. Dieses Verfahren wurde dadurch sehr erleichtert, dass auf dem Papiere selbst bereits je 100 Quadrate durch stärkere Linien zusammengefasst waren. Die absolute Grösse einer Quadratseite war nahe 1,3 Millimeter. Die Monte-Rosa-Karte bedeckte demnach 130220, jene der Zugspitze 94600 Quadrate.

Die Grösse der Basis beträgt für die Curvenkarte

des Monte-Rosa . . . . .	550,83	□Kilom.	=	10,04	geogr. □Meilen <sup>1</sup> ,
der Zugspitze und des Wettersteins	400	„	=	7,3	„ „

Setzt man die Basis des Monte-Rosa ebenso wie jene der Zugspitze gleich 10000, indem man im ersten Falle die Zahl der erhaltenen kleinen Quadrate mit 13,022, im letzteren mit 9,46 dividirte, so ergaben sich für die quadratische Oberfläche der horizontalen Durchschnittsflächen die Zahlen, welche in der 2ten und 4ten Spalte als R.O. (relative Grösse der Oberfläche) angegeben sind, in der 3ten und 5ten Spalte ist  $\sqrt{R.O.}$ , oder die Grösse der Seiten eingetragen, welche den Quadraten entsprechen<sup>2</sup>.

1) Es wurde dabei der mittlere Meridiangrad nach BESSEL = 57013,109 Toisen, die geographische Meile = 3807,23 Toisen gesetzt. Vergl. HUMBOLDT's Cosmos I S. 421.

2) Um die Rechnungen mit diesen Zahlen zu erleichtern, benützten wir 7stellige Logarithmentafeln.

Zur Berechnung der mittleren Höhe.  
Relative Grösse der Oberfläche der horizontalen Durchschnittsflächen von  
1000 zu 1000 Par. F. Seiten der entsprechenden Quadrate.

Monte-Rosa.			Zugspitze und Wetterstein.		
Höhe.	R. O.	$\sqrt{R.O.}$	Höhe.	R. O.	$\sqrt{R.O.}$
3000	10000	100	2000	10000	100
4000	9907	99,5	3000	8465	92,0
5000	9553	97,9	4000	5178	72,0
6000	8325	91,2	5000	3092	55,6
7000	6785	82,4	6000	1831	42,8
8000	5061	71,1	7000	880	29,7
9000	3302	57,5	8000	264	16,2
10000	1920	43,8	9000	20	4,6
11000	795	28,2			
12000	300	17,3			
13000	38	6,2			
14000	3,2	1,8			

Die mittlere Höhe wurde dann dadurch erhalten, dass in einer zweiten graphischen Darstellung (ebenfalls auf einem mit kleinen Quadraten bedeckten Papiere) die durch die erste Construction erhaltenen Seiten der Quadrate,  $\sqrt{R.O.}$  der obigen Tabelle, auf der Abscissenachse, die entsprechenden Höhen von 1000 zu 1000' auf der Ordinatenachse eingetragen wurden, und, nach Verbindung der einzelnen Punkte, durch eine möglichst sorgfältig gezogene Curve der Flächeninhalt und daraus die mittlere Höhe dieser Figur bestimmt wurde.

Wir erhielten daraus als mittlere Höhe:

für den Monte-Rosa und seine Umgebungen

(5508 □Kilom. = 10,04 geogr. □Meilen)      mittlere Höhe 3050 M. 9390 P.F.

für die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines

(400 □Kilom. = 7,3 geogr. □Meilen)      „      „      1690 „      5200 „

Die Aufnahme der aequidistanten Horizontalen wurde zugleich zur Construction von 2 Reliefs dieser Gebirgsgruppen (im Maassstabe von 1 : 50000) benützt<sup>1</sup>. Jenes des Monte-Rosa wurde nach unseren Höhenprofilen und Horizontalcurven von Hrn. WARNSTEDT ausgeführt; jenes der Zugspitze von uns selbst.

Wir benützten dabei unmittelbar die aequidistanten Horizontalflächen, die in Pappe ausgeschnitten und an kleinen Maassstäben, die im Modell stehen blieben, aufgebaut wurden. Man erhielt so ein treppenförmiges Skelett, das an den Rändern zuerst, der Festigkeit wegen, mit Gips und Gummi ausgefüllt und dann mit flüssigem und halbflüssigem Wachse nach unseren Zeichnungen überarbeitet wurde.

1) Sie sind bei J. A. BARTH in galvanisirtem hohlen Zinkgusse erschienen. Leipzig 1854.

Da für die gegenseitige Distanz der Flächen ebenfalls genau der Maassstab von 1:50000 beibehalten wurde, so erhielten alle Abdachungen die gleiche Neigung wie in der Natur.

Wir erwähnten zunächst hier die Reliefe auch deshalb, weil wir die hohlen Formen in Gips benützten, um eine kleine Probe über die Berechnungen der mittleren Masse zu machen. Die hohlen Formen wurden nämlich wiederholt mit genau gemessenen Quantitäten Wassers bis zur vollständigen Ausfüllung vollgegossen und nun auch daraus die mittlere Masse und Höhe berechnet.

Wir erhielten im Mittel mehrerer Versuche ganz gut mit der Rechnung übereinstimmende Resultate; die einzelnen Messungen zeigten aber, da es sehr schwer war eine ganz horizontale Lage herzustellen, Abweichungen unter sich, die 100 bis 150' für die mittlere Höhe betrug.

Die beiden Reliefe wurden auch benützt um zu versuchen, durch die Photographie das Terrain darzustellen, ein Versuch, der uns Vergleiche mit der Terraindarstellung im Allgemeinen zu erlauben schien, da bei unseren Modellen für die Neigungen der Bergabhänge die gleiche Grösse wie in der Natur beibehalten war<sup>1</sup>.

---

#### Höchste bewohnte Orte.

Die höchsten, auch im Winter bewohnten Orte der Alpen reichen bis 6000 Par. Fuss; einige übersteigen selbst diese Höhe. Sie sind vorzugsweise in jenen Alpentheilen häufig, in denen nicht nur die Gipfelhöhe, sondern zugleich die allgemeine Erhebung des Terrains eine sehr grosse ist. Sehr hohe Orte finden sich deshalb vorzugsweise in Graubündten, während in den Umgebungen des Mont-Blanc wegen der Steilheit der Abhänge die bewohnten Orte viel geringere Höhen erreichen.

Die folgende Zusammenstellung enthält einige Beispiele sehr hoher Winterwohnungen in verschiedenen Alpentheilen.

In Kärnthen gehören zu den höchsten Winterwohnungen:

St. Lorenz . . . . . 4535 P.F.

Heiligenblut, die Häuser in der Nähe des Calvarienberges 4381 „

Andere hohe Orte sind:

Truchel, Curatie bei Obervellach . . . . . 4205 „

St. Oswald bei Klein-Kirchheim . . . . . 4183 „

---

1) Dieser kleine Atlas von 5 Blättern ist ebenfalls bei J. A. BARTH erschienen unter dem Titel: *Epreuves de cartes géographiques produites par la photographie d'après les reliefs du Mont-Rose et de la Zugspitze*, par A. S. et H. S. Er enthält 5 Blätter, nämlich eine Photographie des Monte-Rosa-Reliefs mit gleichem Ton (weisse Oberfläche) für Gletscher und Terrain; eine zweite Photographie desselben Gegenstandes mit verschiedenem Tone für Gletscher und Terrain. 3. Die Photographie des Zugspitzreliefs. 4 und 5. Die beiden Curvenkarten. Der Maassstab der Photographien ist 1:200000; die Reduction wurde dadurch bestimmt, dass in der Mitte der Reliefe ein Maassstab aufgelegt und dessen

In Tirol scheint das höchste bewohnte Dorf Vent im Oetzthale zu sein, dessen Höhe 600 bis 700' P.F., über der Getreidegrenze 5791' beträgt.

In jenem Theile der rhätischen Alpen vom Ortles bis zum Splügen finden sich sehr viele Orte über 5000', da hier auch die Getreidegrenze die bedeutende Erhebung von 5400 bis 5700' erreicht.

Nach TSCHUDI<sup>1</sup> ist das Averserthal in Graubündten zwischen dem Maloyapasse und dem Hinterrheinthale wohl das höchste bewohnte Thal der Alpen.

Höhe des Weilers Juf . . . . .	6730 P.F.
Cresta; etwas über . . . . .	6300 „
Die Höhe von Soglio im Val Bregaglia beträgt	
nach KASTBERG . . . . .	6300 „
Ofen, im Unterengadin . . . . .	6020 „ <sup>2</sup>
Dorf Stalla in Graubündten . . . . .	5960 „
Dorf Lu im Münsterthale . . . . .	5904 „
St. Moritz im Engadin . . . . .	5574 „

Am Monte-Rosa sind die höchsten Winterwohnungen Bödemé 5925 und Staffel 5654', beide im Lysthale' und mit der Getreidegrenze zusammenfallend. Hier treten zugleich sehr grosse Gruppen von Alpenhütten auf, Sommerdörfer, wie Zmutt 5999, Findelen 6748, Breuil 6187', die sich in den westlichen Theilen der Alpen ebenfalls wiederholen, und theilweise dazu beitragen, das Ueberschreiten der Getreidegrenze für die Winterwohnungen zu beschränken.

Am Mont-Blanc ist die höchste Winterwohnung der Weiler Tour 1495 M. 4600 P.F.	
„ Mont-Iséran Val de Tignes . . . . .	1852,5 „ 5703 „
„ Monte-Viso erreicht, nach BRAVAIS, das Dorf St. Veran	
die bedeutende Höhe von . . . . .	2040 „ 6280 „

In den französischen Alpen hat die grösste Höhe das Dorf St. Maurin 1902 M.	
Alpenhütten erreichen bisweilen über 7000' Höhe. So die Torrenthütte im An-	
niviersthale . . . . .	2564 M. 7893 P.F.
die Flualpe am Findelengletscher, Monte-Rosa . . . . .	2580 „ 7942 „
die Bergerie am Monte-Viso . . . . .	2524 „ 7770 „

Die Alpenpässe bedingen häufig in grossen Höhen permanente Wohnungen, wie am Stilfserjoche, am Malayapasse, am St. Bernhard, am Col di Valdobbia u. s. w., die aber mit den anderen hohen Orten deswegen nicht vergleichbar sind, weil hier, des bestimmten Zweckes wegen, die eigentliche Grenze der bewohnbaren Region

Verkleinerung auf dem matten Glase der Camera gemessen wurde. Von beiden Reliefs sind auch Daguerreotypbilder für das Stereoscop im Maassstab von 1:400000 bei J. A. BARTH erschienen.

1) v. TSCHUDI, Thierleben der Alpen S. 210.

2) Nach DENZLER enthalten in dem Programm der naturforschenden Gesellschaft in Zürich für 1850. (von Mousson.)

der Alpen bei weitem überschritten wird. Dasselbe gilt von einigen sehr hohen Bergwerken in Kärnthén und in den Umgebungen des Monte-Rosa.

### Meteorologische Verhältnisse.

Die Alpen bieten durch die bedeutenden absoluten Erhebungen und zugleich durch die Verschiedenartigkeit der Bodengestaltung in den Massen der Centralalpen, in den niedrigeren Formen der Nebenzonen und Hochebenen ein sehr günstiges Terrain, um den Einfluss der Höhe auf die verschiedenen meteorologischen Phänomene zu beurtheilen.

Wir haben wiederholt gestrebt, durch specielle Beobachtungen die Veränderungen der Wärme der Luft und des Bodens, der Feuchtigkeit und des Luftdruckes, der verschiedenen optischen Eigenschaften der Atmosphäre zu vergleichen; im Folgenden wollen wir versuchen einige der allgemeinsten Resultate zusammenzustellen.

#### Wärme der Luft.

Die wesentlichste Quelle der Wärme an der Oberfläche der Erde ist ausser der Eigenwärme der Erde die Insolation der Oberfläche.

Gesetzt der Radius der Erde würde um ein Tausendstel vergrößert, ohne dass dadurch an der Oberfläche weder die Gestalt der Meere und Continente, noch die gegenseitigen Höhenverhältnisse einzelner Theile verändert würden, so hätte eine solche Vergrößerung des Radius auf die Temperatur der Luft gewiss ungemein wenig Einfluss. Und doch wäre dadurch die Oberfläche der Erde in eine Entfernung vom Mittelpunkte (d. h. in eine Höhe) versetzt, die jetzt Berge von 19000 bis 20000' einnehmen.

Die Luft in der Nähe hoher Gipfel ist deswegen kalt, weil sie von der allgemeinen Oberfläche der Erde, der vorzüglichsten Quelle für atmosphärische Wärme, entfernt ist. Auf den Gipfeln selbst kann die Besonnung nur auf eine kleine Oberfläche wirken, zugleich wird ihnen die Wärme der Erde weniger zugeleitet. Die geringe Menge der Luft, welche also hier in Berührung mit dem Boden erwärmt wird, verschwindet fast spurlos in der ungleich grössern Masse der kalten Luft, welche solche Gipfel umgiebt.

Es vereinen sich mit dem Einflusse der isolirten Oberfläche noch viele andere, verschiedenartige Ursachen, welche die unteren Schichten der Atmosphäre erwärmen, die oberen erkalten. Aber in Beziehung auf die Grösse ihres Einflusses ist die Wirkung der Besonnung auf eine Oberfläche festen Gesteines bei weitem die wichtigste.

Tritt nun, wie es an ausgedehnten Theilen der Erde wirklich der Fall ist, eine partielle aber weit verbreitete Erhöhung der Oberfläche ein, so muss an so

gestalteten Stellen die Luft weit mehr erwärmt werden, als in der Nähe isolirter Gipfel von gleicher Höhe.

Eine partielle Erhöhung der Erdoberfläche findet im Allgemeinen entweder in der Form von Plateaux oder von Gebirgen statt; weit seltener treten ganz einzeln stehende Berge auf.

Am meisten sind grosse Plateaux geeignet die Luft verhältnissmässig stark zu erwärmen und bedeutend von der Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe abzuweichen. Auch für grosse Gebirge, obwohl sie von Thälern mannigfach durchschnitten sind, findet eine ähnliche relative Erhöhung der Wärme durch das Vorhandensein von insulationsfähigen Massen in grossen Höhen statt.

Der mittlere Höhenunterschied, welcher im Gebiete der Alpen einer Temperaturverminderung von  $1^{\circ}$  C. entspricht, beträgt für die Alpen 540 P.F.; vergleicht man jedoch die Abweichungen der Linien gleicher Luftwärme von den horizontalen Linien gleicher Höhe, so zeigt sich, dass nicht nur die Schnelligkeit der Abnahme in verschiedenen Höhen sich etwas ändert, sondern auch in den einzelnen Alpengruppen sehr verschieden ist und, mit Ausschluss des Einflusses, den die Breite ausübt, vorzugsweise davon abhängt, ob in einer bestimmten Höhe noch viel Masse vorhanden ist oder ob bereits die schmalen Formen der Kämme und Gipfel vorherrschen.

Die bedeutende allgemeine Bodenerhebung in Graubündten und in den Umgebungen des Monte-Rosa bedingt zugleich die grösste relative Erhebung der Isothermen im Alpengebiete. Am Monte-Rosa tritt die grösste absolute Höhe dieser Linien ein. Hier ist zugleich die etwas südlichere Lage und die Nähe der piemontesischen Ebene von entschiedenem Einflusse.

Die Temperaturabnahme bleibt sich im Mittel ziemlich gleich, sowohl zwischen zwei Punkten der freien Atmosphäre, berechnet aus der Barometerformel bei bekannten Höhenunterschieden, als auch zwischen isolirten Berggipfeln oder Punkten an den Abhängen eines Berges in gleicher Exposition, da hier constante Grössen auftreten, die für gleichartige Punkte mit der Höhe sich nur wenig zu verändern scheinen. Die Temperaturabnahme wird jedoch sogleich eine andere, wenn nicht die verschiedenen eben angeführten Localitäten unter sich allein, sondern mit Punkten von ungleichartiger Bodengestaltung verglichen werden. Als allgemeines Resultat wird man stets eine Beschleunigung der Abnahme finden, wenn der Abhang eines Berges mit einem isolirten Gipfel verglichen wird, da in der Nähe des Bodens im Mittel stets eine verhältnissmässig grössere Wärme stattfindet, als in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe. Selbst Gipfel, wenn sie nicht vollständig mit Schnee bedeckt sind, zeigen noch diesen Unterschied; nur ist hier wegen der unmittelbaren Nähe der freien und im Mittel kältern Atmosphäre der Unterschied nicht so bedeutend; oft genügt ein geringer Luftzug, der die etwas entfernteren Luftschichten mit der Oberfläche der Gipfel in Berührung bringt. Als ein

sehr gutes Beispiel können für den Einfluss der Masse auf die Lufttemperatur die Unterschiede zwischen der Mont-Blanc- und Monte-Rosa-Gruppe angeführt werden. Es lässt sich erwarten, was auch die directe Beobachtung überall bestätigt, dass das Vorhandensein hoher Thalsohlen oder alpiner Plateaux besonders durch die vertheilende Einwirkung des aufsteigenden Luftstromes auch auf die höheren Theile einen nicht unbedeutenden Einfluss ausüben wird.

Die Exposition der Abhänge und die allgemeine nördliche und südliche Abdachung bedingen ebenfalls in allen Theilen der Alpen sehr merkliche Unterschiede. Wir versuchten dieselben dadurch auszudrücken, dass die Linien auf der nördlichen (linken) Seite des Beschauers, in entsprechender Grösse nach abwärts sich krümmen.

Der Ueberschuss der Temperatur in der Nähe von erwärmungsfähigen Oberflächen über die Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe ist eine Funktion der Masse und zugleich ihrer Oberfläche. Sie erscheint da am grössten, wo die Massen mit der geringsten Oberflächenentwicklung vorhanden sind, also am grössten in Hochebenen. Sie wird bedeutend vermindert, wenn durch steile Formen des Gebirges viele verhältnissmässig tiefe Einschnitte hervorgebracht werden, weil jetzt die Strahlung der nicht besonnten Oberflächen am Tage und aller Flächen bei Nacht in raschem Verhältnisse wächst. Gebirge mit tief eingeschnittenen Thälern, in denen sich überdies die herabsinkenden kalten Luftströme anhäufen können, werden daher immer kälter sein, als solche, in welchen die Erhebung wenig unterbrochener Massen bis zu grossen Höhen hinaufreicht. Dadurch geschieht es zugleich, dass jene Pflanzengrenzen, welche vorzüglich von extremen Temperaturen abhängen, diese Unterschiede, sowohl der Exposition als der Massenhaftigkeit, weit grösser ergeben, als die Linien gleicher Jahreswärme.

Die absolute Veränderlichkeit für die einzelnen Monate, das heisst die Abweichung des kältesten und des wärmsten Monats während einer langen Beobachtungsreihe vom wahren Mittel, nimmt, ähnlich wie die tägliche Amplitude der Lufttemperatur, vom Winter gegen den Sommer zu. Ihre Grösse scheint, ganz im Allgemeinen, der mittleren täglichen Amplitude nahe gleich zu kommen<sup>1</sup>.

Die Unterschiede zwischen den kältesten und wärmsten Jahren sind im Gebiete der Alpen ebenfalls ziemlich bedeutend und theilweise durch das Vorhandensein ausgedehnter Abhänge gesteigert, indem dadurch, besonders für einzelne Localitäten, der Temperaturgang durch locale Strömungen der Luft ein etwas extremerer wird.

Zur Vergleichung mit einigen früher mitgetheilten Jahresmitteln für Stationen innerhalb der Alpen fügen wir hier noch einige Angaben von der Lombardei an. Sie sind der Abhandlung von CURZIO BUZZETTI in dem reichhaltigen Werke: *No-tizie civili e naturali su la Lombardia*<sup>2</sup>, entnommen.

1) Vergl. die speciellen Angaben und die Construction auf Taf. VII.

2) Milano. Bd. I. 1844. S. 99.

In Mailand erreichte die grösste mittlere Jahreswärme 1772, 1802 und 1822 =  $14,4^{\circ}$  C.; die niedrigsten Jahresmittel zeigten 1837 =  $10,9^{\circ}$  C; 1835 =  $11,1^{\circ}$  C. Die absoluten Extreme einzelner Beobachtungen waren Max.:  $34,4^{\circ}$  (Juli 1832), Min.:  $-15,0^{\circ}$  C. (Januar 1767 und 1838); im letzteren Jahre war auch ein Thermograph beobachtet, der  $-16,3^{\circ}$  C. als die grösste bis jetzt in der lombardischen Ebene beobachtete Kälte ergab.

#### Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten.

Die Veränderungen der Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten schliessen sich innig den Temperaturveränderungen der äusseren Atmosphäre an.

Wir (A.) versuchten im Cap. XI der Untersuchungen u. s. w. 1850 und im Cap. VI des vorliegenden Buches einige specielle Beobachtungen zusammenzustellen und einige mittlere Zahlenverhältnisse daraus abzuleiten. Es sei uns gestattet zu wiederholen, dass die mittlere Höhe für 1 Grad Celsius Temperaturunterschied in der Wärme der Quellen einem Höhenunterschiede von 720 Fuss (120 Toisen) in runder Zahl entspricht. In den einzelnen Alpentheilen ist diese Grösse, die sehr innig mit der Bodengestaltung zusammenzuhängen scheint, sehr veränderlich<sup>1</sup>.

Das Eindringen der äusseren Wärme in den Boden ist nicht nur abhängig von der Leitungsfähigkeit desselben für Wärme und von der specifischen Wärme desselben (die für feste Gesteine nahe gleich 0,2 gesetzt werden kann<sup>2</sup>); in vielen Fällen scheinen auch entschieden Strömungen des in dem Boden enthaltenen Wassers wesentlich zur Fortpflanzung der Wärme beizutragen.

Wir (H.) hatten Gelegenheit, mit Prof. WIEDEMANN, als sich derselbe mit einer Untersuchung über die Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle beschäftigte, auch einige Versuche über die Fortpflanzung der Wärme in Cylindern von Blei, von carrarischem Marmor, von trockenem und nassem Sande und von Eis anzustellen; ich benütze mit grossem Vergnügen diese Gelegenheit, Herrn Prof. WIEDEMANN meinen verbindlichsten Dank für seine freundliche Theilnahme an diesen Versuchen auszusprechen.

Es wurden Cylinder der betreffenden Substanzen zu diesen Versuchen angewandt, die 16,5 Ctm. hoch waren, 6,6 Ctm. im Durchmesser hatten und in deren Achse eine cylindrische Röhre von 7 M.M. Durchmesser, bis zur halben Höhe hin-

1) Auffallend ist die ungemein rasche Abnahme der Quellenwärme mit der Höhe in kleinen Gebirgen. In Thüringen scheint sie im Mittel von zahlreichen Quellenbestimmungen, die wir theils den Mittheilungen des Herrn Major FILS verdanken, theils im Juni 1853 selbst zu machen Gelegenheit hatten (H.), die Abnahme von  $1^{\circ}$  C. bereits bei einem Höhenunterschiede von 420 bis 440 P. F. einzutreten, während in den Alpen dem gleichen Unterschiede eine Höhendifferenz von 720' im Mittel entspricht. Die einzelnen Beobachtungen dieser Quellen wurden von uns Herrn Prof. BERGHAUS zur gelegentlichen Benützung übergeben. Einige Beobachtungen über den jährlichen Gang der Temperatur des Louisenbrunnens bei Berlin sind bereits in dessen Landbuch der Mark Brandenburg aufgenommen.

2) Vergl. NEUMANN in POGG. Annalen Bd. 23 S. 28.

abreichend, ausgebohrt war; in dieser Röhre befand sich ein sehr empfindliches Thermometer.

Diese Cylinder wurden, um alle Versuche<sup>1</sup> direct mit den Beobachtungen am Eise vergleichen zu können, zuerst in einem Gemische von Schnee und Wasser auf 0° gebracht, dann in ein Kältegemisch von -18° getaucht und nun der Stand des Thermometers Anfangs von Minute zu Minute, später in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten abgelesen.

Setzt man die Wärmeveränderungen, die das Blei zeigte<sup>2</sup>, gleich 100, so ergab sich aus diesen Versuchen für Eis 30, für trockenen, möglichst fest eingedrückten Quarzsand 10 bis 12. War hingegen der Sand stark befeuchtet, so pflanzte sich die Wärme verhältnissmässig sehr rasch fort, nahe im Verhältnisse von 50 bis 60, wenn Blei gleich 100 gesetzt wurde. Es war zugleich die Art der Wärmeveränderung dann eine ganz andere, indem jetzt entschieden Strömungen in den kleinen, zwischen den Sandkörnern enthaltenen Wassertheilchen entstanden, die, wie auch die Gestalt der Wärmecurve zeigte, einen ganz verschiedenen Gang befolgten.

Man kann die Resultate dieser Versuche keineswegs mit der Leitungsfähigkeit für Wärme der betreffenden Körper identificiren, da die specifische Wärme, die pulvrige Beschaffenheit des Sandes, die Diathermanität des Eises hier ebenfalls von Einfluss waren; dieselben Verhältnisse bleiben aber auch in Wirksamkeit, wenn sich in den jährlichen Temperaturveränderungen der oberen Bodenschichten die äusseren Temperaturverhältnisse allmählig in die Tiefe fortpflanzen. Die im Boden enthaltene Feuchtigkeit trägt wesentlich dazu bei, die Fortpflanzung der Wärme in demselben zu beschleunigen; andertheils wird die Mächtigkeit der gefrorenen Bodenschichten in grossen Höhen das Eindringen der Kälte in die tieferen Bodenschichten wesentlich beschränken; dasselbe findet auch statt in continentalen Climates gegenüber den Climates mit milden Wintern<sup>3</sup>.

Die Schichten des Eises im Boden befinden sich zunächst an der Oberfläche selbst, also gerade in jenen Lagen, in denen sonst die Temperaturveränderungen die grössten sind. Sie wirken offenbar durch diese Lage mehr abstumpfend ein, als wenn sich eine Eislage von gleicher Mächtigkeit erst in grösserer Tiefe unter der äusseren Oberfläche befände.

LEOPOLD VON BUCH hat auf die grosse Bedeutung aufmerksam gemacht<sup>4</sup>, wel-

1) Die Versuche wurden Ende Februar 1853 gemacht.

2) Die einzelnen Beobachtungen, auf welche diese Zahlen gegründet sind, werden später in POGENDORFF's Annalen specieller mitgetheilt werden.

3) In Höhen von 5000 bis 6000 Fuss ist die Dicke der gefrorenen Bodenschichten im Winter oft ungemein beträchtlich; in Vent 5791 fand sie Herr Pfarrer ARNOLD, nach einer brieflichen Mittheilung vom 19. Febr. 1849, 6 Fuss 5 bis 7 Zoll.

4) LEOP. v. BUCH, Einige Bemerkungen über Quellentemperatur. Abh. Berl. Acad. 1825, in Pogg. Ann. XII, 403; vergl. auch HALLMANN's an interessanten Beobachtungen reiches Werk über die Temperatur der Quellen. Berlin D. Reimer. 1854.

che die Temperatur der atmosphärischen Niederschläge auf die Wärme der Quellen ausübt, indem er zeigte, dass Regionen mit Winterregen verhältnissmässig kältere Quellen haben, als solche mit vorherrschenden Sommerregen.

Ein ähnlicher Unterschied zwischen der relativen Wärme der Luft und der Wärme des atmosphärischen Wassers, das die Bodenschichten durchtränkt, findet statt, wenn wir hohe Orte mit niedrigen vergleichen, auch dann, wenn die verglichenen Punkte unmittelbar übereinander folgen, also dieselbe Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge in der Jahresperiode haben.

Die Bestimmungen der Temperatur der Niederschläge ergeben, dass in grossen Höhen die Regentemperatur im Mittel einen grösseren Ueberschuss über die Wärme der Luft zeigt als in den unteren; zugleich ist aber auch der Umstand von sehr grossem Einflusse, dass beim Schmelzen der Schneedecke die gebundene Wärme vorzugsweise der Atmosphäre entnommen wird; zum grossen Theile durch Condensation des atmosphärischen Wasserdampfes bei vorherrschenden feuchten Winden, mit deren Auftreten das bedeutende Schmelzen des Schnees stets zusammenfällt. Dadurch geschieht es, dass in grossen Höhen, deren mittlere Luftwärme bedeutend unter Null ist, die mittlere Wärme des in den Boden eindringenden Wassers, das nie unter Null sein kann, einen Ueberschuss über die Luftwärme zeigt, welcher auch auf die Wärme der Quellen einen entschiedenen Einfluss ausübt.

#### Gang des Barometers.

Das Barometer zeigt in grösseren Höhen ein constantes Abnehmen in der Grösse der Veränderungen des Luftdruckes; doch werden die nicht periodischen Veränderungen des Luftdruckes selbst für die höchsten Alpengipfel nicht verschwindend klein.

Es ergibt demnach der Gang des Barometers in den Hochregionen an einzelnen Tagen eine geringere Differenz der Extreme und nähert sich so jenem an Orten in grösseren Breiten. Die Differenz der Extreme in den einzelnen Monaten wird mit der Höhe ebenfalls geringer und nähert sich so dem Typus des Barometerganges in geringeren Breiten.

Die Grösse des Unterschiedes zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel scheint weit mehr von unregelmässigen Einflüssen der Bodengestaltung und von der Vertheilung der Feuchtigkeit abzuhängen, als davon, ob die Alpenkette im Allgemeinen nördlich oder südlich vom Beobachtungspunkte liegt. In der Jahresperiode zeigt der Druck der trockenen Luft für die wärmsten Monate, analog dem täglichen Gange, nur an den höheren Orten ein Maximum.

Die täglichen periodischen Veränderungen des Barometerstandes ergeben in den Ebenen und auf plateauartig gestalteten Erhebungen 2 Maxima und 2 Minima; auf isolirten hohen Bergen und in der freien Atmosphäre tritt nur 1 Maximum und 1 Minimum ein, die ungefähr zur Zeit der Temperaturextreme stattfinden.

Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt darin, dass die Barometerschwan-

kungen nicht ausschliesslich von dem Abfliessen oder dem Zuströmen der Luft in der Nähe der oberen und der unteren Grenze der Atmosphäre abhängen. Eine isolirt gedachte Luftsäule ändert nämlich nicht allein periodisch ihre Dichtigkeit im Allgemeinen; auch innerhalb der Luftsäule treten periodische Verdichtungen oder Verdünnungen ein, die in grossen Höhen mit den Veränderungen des Gesamtdruckes nicht gleichzeitig sind.

### Winde.

Die Erwärmung der oberen Bodenschichten durch die Insolation, andererseits ihre Erkaltung durch nächtliche Strahlung bedingt wesentlich die Temperatur der Luft; fehlte der Atmosphäre ihre Beweglichkeit, so würde diese Betrachtung für die Beurtheilung der Temperatur an einem einzelnen Punkte ebenso anwendbar sein, als sie es für die Gesamttemperatur der Erde ist.

Aber durch die weit verbreiteten Bewegungen der Atmosphäre geschieht es, dass die localen Einflüsse sehr geschwächt werden; ja was noch wichtiger ist, durch die ziemlich constanten mittleren Windesrichtungen wird einzelnen Theilen im Mittel Wärme zugeführt, während anderen constant eine kältere Luft zuströmt; ein Phänomen, welches mit den Strömen wärmeren und kälteren Wassers, welche die Meere durchziehen, ganz analog ist.

Ausserhalb der Tropen, wo alle meteorologischen Verhältnisse an Regelmässigkeit verlieren, wird auch die Windesrichtung viel veränderlicher, und der erkältende oder erwärmende Einfluss der Winde ist hier als die Differenz periodisch wechselnder warmer und kalter Luftströme zu betrachten.

Ohne auf die allgemeinen Gesetze dieser Phänomene hier näher einzugehen, wollen wir nur erwähnen, dass im Gebiete der Alpen wie im mittleren Europa überhaupt im Winter südwestliche, im Sommer nordöstliche Winde vorherrschen. Von den Alpen im Allgemeinen scheint nach den Ebenen an ihrem Fusse kein Vorherrschen absteigender Luftströme stattzufinden; wenigstens lassen die Beobachtungen an den Windfahnen dies ebenso wenig erkennen, als etwa eine verhältnissmässige Temperaturdepression am Fusse der Alpen; dass aber in einzelnen Fällen absteigende Luftströme die Thäler durchziehen, lässt sich an den periodisch wiederkehrenden Morgen- und Abendwinden sehr deutlich verfolgen; es ist zugleich zu erwarten, dass ähnliche Verhältnisse die Wärme der Orte in der unmittelbaren Nähe der Alpen etwas deprimiren; allein die Verminderung der Wärme aus dieser Ursache kann nicht dadurch wahrgenommen werden, dass wir Punkte in der Nähe der Alpen mit anderen Orten von gleicher Höhe, etwa in kleineren Gebirgen in gleicher Breite, oder auf die gleiche Breite durch Rechnung reducirt vergleichen; in den Alpen wird durch die allgemeine Bodenerhebung und durch die relative Erwärmung, welche diese hervorbringt, der geringe erkältende Einfluss nach abwärts gerichteter Luftströme jedenfalls bedeutend übertroffen.

Eine besonders auffallende Erscheinung absteigender Winde sind die Strömungen kalter Luftmassen längs der Gletscher, die Gletscherwinde, die in den zunächst liegenden Thälern bisweilen sehr merkliche Temperaturveränderungen hervorzubringen im Stande sind.

#### Luftelectricität.

Die Luftelectricität ist auf hohen Punkten, besonders wenn sie zugleich auf freien Abhängen und Gipfeln liegen, gewöhnlich viel stärker als in den Ebenen; enge Thäler zeigen an heiteren Tagen, wegen der Höhe der Bergwände, nur sehr geringe Spuren von Electricität. — Auch auf Gipfeln, besonders aber längs der Abhänge, ist die Spannung der Electricität sehr gering in der unmittelbaren Nähe des Bodens, wächst aber sehr rasch mit der Erhebung des Instrumentes über die Bodenfläche.

Wir benützten bei unserm Aufenthalte in den Umgebungen der Zugspitze 1852 ein dem SAUSSURE'schen ähnliches Electrometer, in welchem sich statt der Strohhalmes ganz feine Papierstreifen befanden; dies Instrument liess die Vermehrung der Electricität mit der Höhe sehr deutlich erkennen, zeigte aber doch zu grosse Unregelmässigkeiten in seinen quantitativen Angaben, als dass sich bestimmte Werthe feststellen liessen<sup>1</sup>. Das Zeichen der Electricität liess sich dagegen mit grosser Sicherheit erkennen. Man findet in Gebirgen wie in den Ebenen die Electricität der Luft gewöhnlich positiv; negative Electricität tritt in den Ebenen gewöhnlich nur bei Gewittern, Nebeln und Schneefällen auf; diese beiden letzteren Umstände lassen erwarten, in der Region der Wolken dieser Art der Electricität öfter zu begegnen; besonders häufig fanden wir beim ersten Anfange des Nebels und bei Schneefällen, die grosse feuchte Flocken hatten, die Electricität der Luft negativ.

Ein interessanter Gegenstand der Beobachtungen in Gebirgen ist die Bestimmung der Electricität in der unmittelbaren Nähe der Wasserfälle. Sie ist hier, wie bereits seit lange bekannt, und durch HUMBOLDT und TRALLES vielfach nachgewiesen, gewöhnlich negativ; positive Electricität der Wasserfälle ist, soviel uns bekannt, bis jetzt niemals beobachtet worden.

Die Ursache der Electricität der Wasserfälle ist die Vertheilung; kleine Wassersälchen werden an ihrem oberen Ende negativ, entgegengesetzt der Luft, während die positive Electricität abgeleitet wird; reisst in diesem Augenblicke das Wassersälchen ab, so kommt der kleine Tropfen mit negativer Electricität geladen in

1) Besonders war es sehr störend, dass man an den tieferen Orten, um die Empfindlichkeit des Instrumentes zu vermehren, stets einen brennenden Schwamm anwenden musste, dessen Wirkung eine sehr veränderliche ist. Ein sehr schönes PELTIER'sches Electrometer, identisch mit jenem, das in Brüssel mit so grosser Sorgfalt angewandt wird, litt sehr durch den Transport, indem die Spitze, auf welcher das Hütchen der Nadel sich bewegte, nicht seine nothwendige Schärfe behielt, und auch in dem metallenen Hütchen selbst kleine Vertiefungen entstanden zu sein schienen.

die Atmosphäre, zugleich wird ein Theil seiner negativen Electricität beim Herabfallen frei, da in der Nähe des Bodens die positive Electricität der Luft rasch abnimmt. Diese Betrachtung lässt erwarten, dass bei negativer Electricität der Luft die Electricität in der Nähe der Wasserfälle ebenfalls das entgegengesetzte Zeichen haben, also positiv sein müsste. Es gelang uns im Höllenthale bei Partenkirchen mehrere Male, diese Erscheinung an den schönen Wasserfällen dieses Thales unmittelbar zu beobachten. Besonders war der Wasserfall Mariensprung, der mit kleinen schmalen Absätzen mehrere hundert Fuss Fall hatte, durch starke Spannung der Electricität ausgezeichnet. Die Neigung des Felsens, über die das Wasser stürzte, war 60 bis 70°. Die absolute Höhe des unteren Endes 1323,8 M. 4075,6 P.F. Die Höhe der sehr mächtigen Quelle, welche diesen Wasserfall bildete, war 1454,9 M. 4478,8 P.F., daher die relative Höhe des Falles 131,1 M. 403 P.F.

Am 22. September 1852 3<sup>h</sup> p. m. fanden wir dort, unmittelbar am Fusse des Wasserfalles, die positive Electricität so stark, dass die Papierchen unseres Electrometers eine Divergenz von 12 Millimetern zeigten; während die Luft 500' davon entfernt entschieden negativ war, aber weniger stark (Divergenz 8 bis 9). Die stärkere Electricität in der Nähe der Wasserfälle, deren Spannung jene der Luft (auch in beträchtlicher horizontaler Entfernung) fast immer bedeutend übertrifft, ist wohl theils der nach unten breiter werdenden Gestalt der Wasserfälle, theils dem Umstande zuzuschreiben, dass die Luftschicht oberhalb des Wasserfalles, in welcher die Tröpfchen durch Vertheilung electricisirt werden, wegen ihrer Höhe über der Thalsole stets stärker electricisch war, als die Luft in gleichem Niveau mit dem unteren Ende des Wasserfalles. Oberhalb des Wasserfalles findet natürlich keine ähnliche Veränderung der Luftpolelectricität statt.

Wir hatten Gelegenheit, dieselbe Beobachtung über das Positivwerden der Electricität bei Wasserfällen bei negativer Luftpolelectricität noch zwei Mal zu beobachten; nämlich wieder am Mariensprunge am 23. Sept. 10<sup>h</sup> a. m. und an einem anderen kleinen Wasserfalle beim Unterbaustollen im Höllenthale am 21. Sept. 8<sup>h</sup> 30' a. m. Die absolute Höhe dieser Wasserfälle ist nur gering.

#### Ozongehalt.

Auch der Ozongehalt der Atmosphäre scheint in grossen Höhen gleichzeitig etwas stärker zu sein, als in den Ebenen am Fusse der Gebirge. Einige Versuche, die wir 1852 mit Papieren machten, welche wir von Herrn SCHÖNBEIN selbst erhielten, hatten die folgenden Reactionen gezeigt; sie wurden mit der von demselben ebenfalls gesandten Scala verglichen. Die Beobachtungen am Huthause waren von uns, die correspondirenden in St. Anton bei Partenkirchen von Herrn REISER gemacht.

Die Papiere wurden Morgens und Abends um 7 Uhr gewechselt.

## Beobachtungen über den Ozongehalt 1852.

	St. Anton. 750 M. 2309 P. F.	Huthaus. 1502 M. 4624 P. F.
Sept. 24.	2,0	4,5
„ 24/25.	3	4,2
„ 25.	1	2,5
„ 25/26.	3,0	4,1
„ 26.	0,5	2,5
„ 26/27.	7,0	8,5

Auf der Zugspitze schien am 10. Sept. ebenfalls entschieden mehr Ozon gewesen zu sein, als in Garmisch (Beobachtungen des Herrn Dr. BIEHL).

In Garmisch war von Morgens 6 Uhr bis Abends 6 Uhr die Färbung des Papieres . . . . . 4,6

In Partenkirchen (St. Anton) von Morgens 7 Uhr bis Abends 7 Uhr 3,8

Bei der Hinterangerhütte im Rainthale von Morgens 5 Uhr bis Abends 5 Uhr . . . . . 5,8

Auf dem Gipfel der Zugspitze von 11<sup>h</sup> 30' bis 1<sup>h</sup> 30' . . . . . 7

Die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre zeigt mit der Höhe vorzüglich in Beziehung auf die Menge der Kohlensäure Veränderungen. Diese Menge derselben nimmt besonders auf isolirten Gipfeln in grossen Höhen bedeutend zu.

In den Ebenen am Fusse der Alpen beträgt ihre Menge in 10000 Volumtheilen Luft 4,2 bis 4,8 Theile im Mittel; in Höhen von 10000 bis 13000 Fuss, Rachern in Kärnthen, Vincenthütte und Vincentpyramide am Monte-Rosa fanden wir (A.) sie 9 bis 9,5 Volumtheile übersteigen<sup>1</sup>.

## Vegetationsverhältnisse und Pflanzengrenzen.

Bei der allgemeinen und vergleichenden Betrachtung der climatischen Verhältnisse der Alpen ist es sehr wesentlich, auch die Vertheilung der Vegetation in verschiedenen Höhen, den Eintritt der Vegetationsepochen, ebenso wie die numerischen Verhältnisse einzelner wichtiger Pflanzenfamilien zu berücksichtigen. Man wird durch eine genauere Betrachtung ähnlicher Erscheinungen auf manche Eigenthümlichkeiten

1) Einige Reihen, die nahe 1 Jahr umfassen, in Berlin, Sanssouci und München, konnten hier wegen unserer nahe bevorstehenden Abreise nach Indien nicht speciell untersucht werden. Sie zeigten, ganz im Allgemeinen, in Berlin stets weniger Ozon als in Sanssouci; die Wintermonate scheinen durchschnittlich etwas mehr zu ergeben als die Sommermonate. Sehr auffallend sind die oft sehr grossen Unterschiede zwischen zwei sich folgenden Tagen; bisweilen fanden sie fast gleichzeitig für Berlin und München statt.

des Climas aufmerksam, welche man aus blossen Reihen meteorologischer Beobachtungen allein nur schwer erkennen dürfte.

Wir haben früher versucht, die pflanzengeographischen Verhältnisse der Alpen etwas ausführlicher darzustellen<sup>1</sup>, wir werden uns in dem Folgenden darauf beschränken, einige der wichtigsten Punkte hervorzuheben und besonders ihren Zusammenhang mit den Veränderungen des Climas etwas näher zu verfolgen. Durch unsere Beobachtungen in der Schweiz, in Piemont, in Savoyen u. s. w. haben wir zugleich gesucht die Angaben zu vervollständigen, um die westlichen und die östlichen Alpen besser vergleichen zu können.

In der folgenden Tabelle, welche eine Uebersicht der wichtigsten Vegetationsgrenzen in verschiedenen Alpengruppen enthält, sind die Spalten für das Wallis, die Gruppen des Mont-Blanc, Monte-Rosa und der westlichen Alpen nach unseren Beobachtungen im Jahre 1851 neu bearbeitet. Es wurden hier ausser den allgemeinen Mitteln unserer Beobachtungen noch einige der interessanteren Beispiele angeführt. Wir hatten auch in den Berneralpen, in der nördlichen Schweiz und in den bayerischen Alpen Gelegenheit, die Angaben von früheren Beobachtern zu bestätigen oder theilweise zu ergänzen.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen sind, wenn nicht das Gegentheil speciell bemerkt ist, Mittelwerthe, abgeleitet aus einer grösseren Anzahl von Beobachtungen in verschiedenen Localitäten<sup>2</sup>.

Die grossen Veränderungen, welche an einzelnen Stellen durch die Exposition, die Richtung und Heftigkeit der Winde, die Bodenbeschaffenheit, die Nähe von Schnee- und Eismassen u. s. w. in der Höhe der Pflanzengrenzen hervorgebracht werden, konnten dem Plane dieser Abhandlung gemäss hier nicht mehr näher betrachtet werden.

---

1) In Cap. XVIII, XIX, XX und XXI unserer früheren Untersuchungen u. s. w., von AD. SCHLAG-INTWEIT.

2) In Beziehung auf das Material, welches uns zu dem Entwurfe dieser Uebersicht zu Gebote stand, und für die nähere Beurtheilung der angegebenen Zahlen überhaupt müssen wir auf die Literatur (S. 472) und auf die Erläuterungen (S. 498 unserer früheren Untersuchungen u. s. w. 1850) verweisen. Als ein wichtiges neues Werk ist noch SENDTNER'S Südbayerns Vegetationsverhältnisse, München 1854, beizufügen.

Uebersicht der vorzüglichsten Vegetation

Die Höhen

Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.	Oestreich unter der Enns u. Steiermark.	Kalkalpen von Bayern und Salzburg.	Nördliche Schweiz.	Nordöstl. Tirol.	Oestliche Centralalpen.	Berner Alpen.	Graubünd.
Vitis vinifera L. Castanea vulgaris LAM.	—	—	1500 bis 1700 2400 Max. der Kastanienbäume.	—	1900	1700 bis 1900 2700 Max. vereinzelter Kastanien; sehr selten.	2200 2800 Kastaniengr. südl. Bünd.
Juglans regia L.	—	2500	2500 Nach WAHLENBERG bisweilen schon bei 1950. Max. 2900 am Wallenstädter See.	2700	2700 Max. 3550 bis 3600	2500 bis 2700 bisweilen Min. bei 2000 Max. 3600 in einem Thalkessel gegen Südwest.	3200
Quercus sessiliflora SM. u. pedunculata EHRH.	—	—	3000 bis 3500	—	3300 bis 3400 Max. 3750	3360 Max. 3800 bis 4000 2462 Min. bei Meyringen.	—
Prunus Cerasus L.	—	2900 Max. 3660	2900 Max. 3400 (Pyr. comm. und P. malus 2700 bis 3000).	—	4000 Max. 4580 Höchste vereinzelte Bäume. (Pyr. comm. und P. Malus 3800 bis 4000)	4000 (Pyr. comm. u. P. Malus 3800)	4000 bis Mittl. Max. (Pyr. comm. P. Malus)
Fraxinus excelsior L.	—	Circa 3700 bis 3800	3500 Erreicht überall diese Höhe.	—	4100 Max. 4500	4100 Noch gut gedeihend mit Ulm. camp.	—
Fagus sylvatica L.	—	4150 bis 4200	4200 Max. 4600 bis 4800	4000 Max. 4800 Strauch.	3700	3700 u. 3900 sehr oft niedriger b. 2700 b. 3000. Selt. Max. 4500	4666 (Tessin)
Acer Pseudoplatanus L.	—	4300 Max. Baum 4650 „ Strauch 4800 bis 4900	4300 bis 4500 Max. 4600 bis 5000	—	4300 Max. 4700	4300 Max. 4600 bis 5000	—
Mittlere Grenze des Ackerbaues.	Oestr. 1800	—	2700	2700	4000 Weizen 3800 bis 4000	4000	4000 bis Weizen, S. Hirse: 4000
Aeusserste Getreidegrenze.	Oestr. 2800, 2850, 3200. Steierm. 3847	3500 bis 3800	(3400 <sup>1</sup> ) Im Allgemeinen.	3764 b. 3800 Hafer und Winterroggen.	4700 Im Allgemeinen. 4500 bis 4600 selt. Max. d. Weizens. 5000 und 5200 Max. Hafer, Gerste, zuw. Winterroggen.	4700 Roggen auf dem St. Gotthard bei Realp 4700	5000 4600 5400 bis Max. Hafer, ste im Eng.

1) Die Höhe der obersten Getreidegrenze bei 3400 (nach WAHLENBERG) ist ein mittleres Maximum, welches öfter übersteigt.

grenzen in verschiedenen Alpengruppen.

in jeder Fass angegeben.

Wiedere Gebirgs- höhe am Rande der Centralalpen von Tirol.	Wallis, Nordab- dachung des Monte- Rosa und Gruppe des Mont-Blanc.	Südabdachung des Monte-Rosa in Piemont.	Westliche Alpen, einen Theil der Cottischen, der Grajischen und der Dauphinier Alpen umfassend.	Südliche Nebenzone der Alpen. Südöstl. Tirol, Venetianer Alpen.	Veroneser Alpen u. Umgebung des Como-Sees.	Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.
2000 Regelm. Wein- cult. 2300 bis 2400 Höchste Wein- pflanzungen.	2450 bis 2500 Max. 3000 bis 3100 Im Rhonethal 2480 Im Vispthal oberh. Stal- den 2900 Im Vispthal Max. bei Galputran 3100	2750 Max. 3000 bis 3300 Rebencult. im Aostathale 2960 Kastan. am Col de Jou 3250 Kastan. im Tournanche- thale 3350	2750 bis 2800 Max. der Kastanien auf dersüdl. Abda- chung des Mont- Cenis 3400	1500 Grössere Wein- berge. 1933 Reben in Agor- do ohne Weinpro- duction.	1540 Region des Oel- baumes. Sehr reichlich: Vit. vinif., Laur. nobil., Pin. Pinea, Cupr. semperv. etc. Kastanienb. 2400 (Como - See).	Vitis vini- fera L. Castanea vulgaris LAM.
3000	3500 bis 3600	3500 bis 3700 Max. 3900 im Val Tour- nanche, Aostathal u. s. w.	3700 bis 3800 Max. 4000 bei Bri- ançon.	3500	—	Juglans regia L.
3400 Max. 3750	—	—	—	—	—	Quercus ses- siflora SM. u. peduncu- lata EHRH.
4100 Max. 4400	4600 Max. 5000 (Zermatt)	4600 Max. 5000 bis 5100	4600 bis 4700 Max. 5100 bis 5300 Bei Les Tignes im Isèrethale 5100 Im Thal der Gui- sanne bei Lauzet (Dauphiné) Max. 5200 bis 5300.	—	—	Prunus Cera- sus L.
4100 Max. 4500 bis 4580	—	—	—	—	—	Fraxinus ex- celsior L.
—	4800	4800 bis 4900 Sehr oft niedriger, oder fast gänzlich fehlend.	5000	4684 u. 4915	—	Fagus sylva- tica L.
4300 Max. 4800	—	—	5000 bis 5100 (Auf der nördlichen u. südl. Abdachung des Col des Encom- bres.)	—	—	Acer pseudo- platanus L.
4000 bis 4100	4500 bis 5000	4700 bis 5000	4700 bis 5000	4000	—	Mittlere Grenze des Acker- baues.
4000 bis 4800	6100 Höchste Roggen- u. Ger- stenculturen bei Zmutt und Findelen 6100 bis 6220, bei Tours (am Mont-Blanc) nur 5900.	6100 Bei Bödemié Winterrog- gen und Gerste 6100	6000 Im Romanche-Thale oberhalb Villars d'Arcine, mittl. Max. 5682 Im Thale d. Guisanne bei La Madeleine 6100	4400	4700 selten	Aeusserste Getreide- grenze.

Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.	Oestreich unter der Enns u. Steiermark.	Kalkalpen von Bayern und Salzburg.	Nördliche Schweiz.	Nordöstl. Tirol.	Oestliche Centralalpen.	Berner Alpen.	Graubü...
Höchste Dörfer u. Bauernhöfe.	—	3000 bis 4000	—	—	5800 bis 6000	5800 bis 6000	6000 bis Max. im Thal über 6300 ler Juf
Höchste Alpenhütten.	—	5500 bis 6000	6000 bis 6500	6000 b. 6500	Milchwirtschaft 6500 Schafalpen 7000	Milchwirtschaft 6500 Schafalpen 7000 bis 7200	—
Pinus Abies L.	4200 Wald- und Baumgrenze Oestr.; Steiermark Waldgr. 4800, Baumgr. 5218.	5500 <sup>1)</sup> Max. 5800 bis 5900	5500 Max. 5800 bis 6000 (Pin. Pic. 4550 5000)	(5200)	6000 Max. 6200 bis 6300	6000 Max. 6200 bis 6300 (Pin. Picea 4500 bis 5000)	6000
Pinus Larix L.	—	—	— Max. 6000	—	6000 6200 bis 6300 Allgem. Max.; ziemlich häufig.	6000 Allg. Max. 6200 bis 6300	6300 Aeusserst. 7000 bis
Pinus Cembra L.	—	— Max. 5900 bis 6000	— Max. 6000	—	6100 Allg. Max. 6300 Höchste isolirte Stämme 6500 bis 6600	6100 Allg. Max. 6300 Höchste Stämme 6500 bis 6600	6300 bis Im Rheintal Inng. Im Adtschgeb. Höchste Stämme 7000 bis
Obere Grenze der Strauchregion.	Legföhre und Birke. Oestr. 5500	6100 bis 6250	6200 bis 6300	6300	6500 bis 6700 Max. 7000	6500 bis 6700 Max. 7000	Max. im 7000 Letzte Waldgrenze nach HERRMANN bis 8300
Schnee-grenze.	8000 In Steiermark.	8000 bis 8100	8200	—	8300 (Stellenweise bis 8400)	8300	8600 bis
Aeusserste Phanerogamen-grenze.	—	—	—	—	10000 Im Allgemeinen; an einzelnen Punkten 10300 bis 10400	10000 Im Allgemeinen; an einzelnen Punkten 10300 bis 10468	Am Piz 10700

Flechten ebenso wie Infusorien finden

1) Es dürfte hier wohl das Mittel gleich jenem von WAHLENBERG gegebenen angenommen werden; die Coniferengrenze ist

Höhe am Rande Centralalpen von Tirol.	Wallis, Nordabdachung des Monte-Rosa und Gruppe des Mont-Blanc.	Südabdachung des Monte-Rosa in Piemont.	Westliche Alpen, einen Theil der Cottischen, der Grajischen und der Dauphinier Alpen umfassend.	Südliche Nebenzone der Alpen.	Südöstl. Tirol, Venetianer Alpen u. Umgebung des Como-Sees.	Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.
—	5900 bis 6000	5900 bis 6000	6000	—	4000 bis 4800 Grenze im allgemeinen.	Höchste Dörfer u. Bauernhöfe.
—	Milchwirtschaft 7000 bis 7400 Schafalpen 8000	Milchwirtschaft 7000 bis 7600 Schafalpen 8000 bis 8100	— Bergerie am Monte Viso 7770	—	—	Höchste Alpenhöfen.
3900	6400	6500	—	Waldgrenze mit guter Baumveget. 5500. Vereinzelte Stämme 6300	Circa 5500 Baumgrenze an den Vorbergen.	Pinus Abies L.
3900 bis 6000	6500 Max. 7000 N. Abdachung des Matterjochs, Max. 6822 und 6860 Oberhalb Findelen 6896 Max. am Riffelberg 7020 Oberhalb des Combalsees in einem schattigen Thale, Mittel 6251 Nordwestseite der Mont-Blanc-Kette nach Forbes 6380 Südostseite 6760	6600 Max. 7000 bis 7100 Ober Bödemie 6940; bei der Bettafurke 7100. (Auf der östlichen Abdachung des Monte-Rosa, gegen den Macugnaga-Gletscher, Mittel 6290; durch die kalten Gletscherwinde deprimirt.)	6200 bis 6300 Oft auch tiefer und überhaupt etwas wechselnd; die Coniferenwaldungen sind an vielen Stellen sehr dünn.	— Vereinzelte Stämme 6300	Am Mte. Legnone nach Her 6000. Einzelne verkümmelte Stämme 6484. (Der Berg reicht über 8000 F.)	Pinus Larix L.
6000	6550 Max. 7000	6600 Max. 7000 bis 7100	—	—	—	Pinus Cembra L.
6500	7000 bis 7500 Einzelne Rhododendra u. Juniperus bis 8600 und 9000 (z. B. Gadmen, Hochthäligrat, Hörnli u. s. w.)	7000 bis 7500 Einzelne Rhododendra zuweilen bis 8600 u. 9000. Höchster kleiner Juniperus am Fuss der Nase 10467	—	—	—	Obere Grenze der Strauchregion.
—	9000 An den Abhängen der Gabelhörner gegen das Zmutthal 8900 Am Riffelhorn 8990 Am Rymphischgrat u. s. w. 9050 Für den Mont-Blanc Mittel nur 8900	9200 In den Umgebungen der Cimes Blanches 9100 Oberhalb der mittl. Baraque gegen Corno Camozzo u. Ollen 9200 Auf der südwestl. Abdachung d. Grauen Hauptes 9350	8700 bis 8800	—	—	Schneegrenze.
—	11000 Im Allgemeinen. Mont-Blanc 10680 Weissthor 11138 Nordwestl. Abhang des Monte-Rosa 11462 hoch auf den höchsten Gipfeln zwischen	11100 Nase 11176 Max. 11770, auf der süd. Abdachung d. Vincentpyramide ein paar sehr verkümmerte Pflanzen. 12000 und 14800 P. F.	—	—	—	Aeusserste Phanerogamengrenze.

schwankend und sinkt öfter ziemlich weit unter 5000 F. hinab.

Nach den Beobachtungen, welche in dieser Tabelle mitgetheilt sind, wurden auf der Tafel XXII des Atlas die Linien für die Grenzen der wichtigsten Pflanzen eingetragen. Es lässt sich bei einer näheren Betrachtung derselben ein Einfluss sowohl der geographischen Lage, als auch der Bodengestaltung und der Massenhaftigkeit der Gebirge deutlich unterscheiden. Es werden nämlich, zusammenhängend mit den allgemeinen Veränderungen des Klimas, auch hier die Grenzen höher, je mehr man sich den südlichen und südwestlichen Gruppen nähert. Ueberdies bedingt auch die Form des Gebirges eine wesentliche Veränderung in der Lage der Vegetationsgrenzen; sie reichen, wie die Linien für Luft- und Quellenwärme, in den massenhaften centralen Alpengruppen höher als in niederen Zügen. Die absolute Höhe einzelner Berge ist dabei von geringerer Bedeutung als die Erhebung ganzer Gebirgsmassen mit Einschluss der Thalsohlen. Der Einfluss, den die Massenhaftigkeit der Erhebung auf die Begünstigung der Vegetation ausübt, ist im Wesentlichen derselbe, welchen wir für die Temperatur der Luft und des Bodens bereits näher entwickelt haben. Für die Vegetation insbesondere scheint aber eine massenhafte Erhebung auch dadurch günstig, dass dabei noch an sehr vielen Stellen weit geringere Neigungen der Abhänge auftreten, als dieses bei gleicher Höhe in niederen Alpengruppen der Fall ist. Es wird theils durch die Bodengestalt, theils durch die verminderte Zugänglichkeit für Winde und Stürme die zahlreiche Entwicklung einiger Pflanzen, vorzüglich der Bäume, unterstützt, und es werden dadurch auch sehr häufig die Grenzen derselben höher gerückt. Verfolgt man die Vegetationslinien in ihrem Verhältnisse zu den Jahres-Isothermen, so bemerkt man sogleich, dass die verschiedenen Vegetationsglieder nicht immer bei denselben mittleren Jahrestemperaturen enden. Die folgende Tabelle enthält die specielleren Vergleichen<sup>1</sup>.

Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.	Nördliche Alpen.		Centralalpen.		Südl. Alpen am Monte-Rosa u. Mont-Blanc.	
	Höhe in P.F.	Temp. C.	Höhe in P.F.	Temp. C.	Höhe in P.F.	Temp. C.
Rebe . . . . .	1500	9,0	1800	8,8	2750	8,5
Wallnuss; mittlere Grenze	2500	7,3	2700	7,3	3600	6,7
Wallnuss; Maximum . . .	2900	6,6	3600	5,7	—	—
Buche (Mittel) . . . . .	4200	4,1	3900	5,2	4800	4,8
Getreide; mittlere Grenze	2700	7,0	4000	5,0	4750	4,6
Getreide; Maximum . . .	3700	5,1	5100	2,7	6000	2,5
Coniferen; mittlere Grenze	5500	1,3	6000	0,9	6500	1,5
Coniferen; Maximum . . .	6000	0,2	6500	−0,2	7000	0,5
Schneegrenze . . . . .	8200	−4,3	8400	−4,4	9300	−3,5
Aeusserste Phanerogamen- grenze.	—	—	10000	−7,6	11000	−7,6

1) Vergl. S. 506 der Untersuchungen 1850 u. s. w. mit Ergänzungen.

Mit Ausnahme der Buche, welche wir später betrachten werden, zeigt sich bis zur Höhe der Coniferen, dass die Grenzen in den nördlichen Alpen bei wärmeren Isothermen liegen, als in den östlichen Centralalpen; noch etwas geringere Jahrestemperaturen bemerkt man an den entsprechenden Punkten in den westlichen Centralalpen von Wallis und Savoyen. Es wird dieses wohl von dem grossen Einflusse bedingt, welchen die Temperatur der Jahreszeiten und der Monate auf das Gedeihen der Pflanzen ausübt. Die Wärme des Sommers ist dabei von besonderer Wichtigkeit; je grösser diese bei gleicher mittlerer Jahrestemperatur ist, desto höher reichen die Pflanzen hinauf und desto kälter sind die Jahresisothermen, welche man an ihren Grenzen findet.

Die früher erwähnten Unterschiede in dem Charakter des Klimas in verschiedenen Alpengruppen und für verschiedene Expositionen machen sich bei weitem am deutlichsten bei der Grenze der Cerealien in ihrem Verlaufe durch das Alpengebiet bemerkbar, da gerade die Cerealien von der Sommerwärme vorzugsweise abhängen.

Das Aufhören der Rebencultur und die mittlere Grenze der Wallnuss scheinen in den nördlichen Alpen und in den Centralalpen von Kärnthen, Tyrol und der östlichen Schweiz bei nur wenig abweichenden Isothermen zu liegen; es entsteht hingegen, wohl vorzugsweise durch den Einfluss der südlichen Lage, in den hohen Gebirgsmassen des Wallis, in Piemont und in Savoyen ein bedeutendes Steigen dieser Grenzen, welche dort bei kälteren Jahresisothermen enden, als in den beiden ersteren Gruppen. Für die Extreme der Wallnuss lässt sich jedoch bereits ein deutlicher Unterschied der mittleren Jahrestemperatur in der nördlichen Nebenzone und in den östlichen Centralalpen erkennen.

Die Buche steht, abweichend von den übrigen Pflanzen, in den nördlichen Alpen bei kälteren Isothermen als in den Centralalpen, in welchen sie überhaupt nicht sehr zahlreich auftritt; auch in der Gruppe des Monte-Rosa, im Wallis u. s. w. reicht sie im Allgemeinen weniger hoch, als man bei den warmen Lufttemperaturen erwarten sollte.

Schon MOHL und Andere haben auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht und damit verglichen, dass die Buche im Allgemeinen das continentale Klima zu fliehen scheint. Jedoch erreichen die Unterschiede in der Vertheilung der Temperatur zwischen einzelnen Alpentheilen nie einen so bedeutenden Grad, dass die Verbreitung der Buche unmittelbar darauf zurückgeführt werden könnte. Es dürften hier noch manche andere climatische Verhältnisse und theilweise auch die Bodenbeschaffenheit von Einfluss sein; zugleich wird die Vegetation der Buche und der Laubbäume überhaupt durch das Vorhandensein der ausgedehnten Coniferen-Waldungen unmittelbar beeinträchtigt, und es können dadurch auch ihre Höhengrenzen Depressionen erleiden.

An den niederen Vorbergen, welche den Südrand der Alpen bilden, erreichen die Pflanzen in den oberen Theilen der Gebirgzüge nicht jene grossen absoluten

Höhen, welche die günstigen Temperaturverhältnisse erwarten liessen. An dem Fusse der Alpen zeigen sich hier bereits Spuren der Region der immergrünen Laubbäume, welche erst südlicher in Italien zu grösserer Entwicklung gelangt. Die Region des Oelbaumes, mit der Pinie, der Cypresse u. s. w., erreicht in den Umgebungen der schönen italienischen Seen fast jene Höhe, in welcher in den nördlichen Alpen die untere Bergregion beginnt, bezeichnet durch das Aufhören der Rebencultur. Jedoch sobald man sich weiter in die Höhe begiebt, sinken die Pflanzengrenzen verhältnissmässig herab, und die verschiedenen, sich rasch folgenden Vegetationsabstufungen treten daher noch bei sehr warmen Isothermen ein.

Als specielles Beispiel führen wir die äusserste Getreidegrenze an, obgleich auch die Coniferen und andere Pflanzen dieselbe Erscheinung in ähnlicher Weise zeigen. Das Maximum der Getreidecultur von 4700 P.F. befindet sich hier bei  $+6,0^{\circ}$  C., während in den nördlichen Kalkalpen 5,1, in den östlichen Centralalpen  $+2,7$ , in den hohen Gebirgsmassen von Wallis und Savoyen  $2,2^{\circ}$  C. die entsprechenden Isothermen sind. Der Grund dieses tiefen Sinkens der Pflanzengrenzen in den oberen Theilen des Gebirges gegenüber den Isothermen dürfte wohl im Wesentlichen in der Gestalt des Gebirges zu suchen sein, welches hier verhältnissmässig sehr geringe Höhen erreicht, und durch seine freie Lage, seine Zugänglichkeit für heftige Winde und den Mangel hoher Thalsohlen der Vegetation ungünstig ist. Auch die schönen Beobachtungen von CH. MARTINS am Mont-Ventoux, nordöstlich von Avignon (unter  $44^{\circ} 10'$  nördl. Br., 1911,4 M. hoch), bestätigen dieses Resultat; ungeachtet der südlichen Lage erreichen hier doch zum Beispiel *Pinus uncinata* und *Abies excelsa* auf der Nordseite nur 5295 P.F., und die erstere Pflanze allein auf der Südseite 5572'.

Schon bei einem Vergleiche der Pflanzengrenzen in der Spalte „Westliche Alpen“ kann man, wenn auch in kleineren Maassstabe, eine ähnliche Erscheinung beobachten. Es sind hier grossentheils etwas niedrigere Theile der cottischen und grajischen Alpen enthalten, welche sich im Allgemeinen nicht bedeutend über die Schneelinie erheben. Während in den unteren Theilen des Gebirges die Grenzen der Rebe, der Wallnuss, der Kirsche ebenso hoch oder selbst etwas höher liegen als in den Centralalpen von Wallis und Savoyen, so tritt hier eine ziemlich merkliche Depression sowohl der mittleren als auch der äussersten Coniferengrenze ein.

---

1) Sur la topographie botanique du Mont Ventoux de Provence. Ann. d. scienc. natur. 1838, X. p. 129, und übers. in BERGHAUS Annalen der Erdkunde. 1840. IX. S. 237.

Eine plötzliche Unterbrechung in den Vegetationsverhältnissen, die durch ihre Ausdehnung und Gestalt bisweilen an die Region über der Schneegrenze erinnert, hängt an einzelnen Stellen von der Porosität des Gesteines und dem damit verbundenen Wassermangel ab. Solche Stellen kommen vorzüglich in den östlichen Alpen, und zwar in der nördlichen Nebenzone derselben vor. Wir führen als Beispiele an: das steinerne Meer, das Tennengebirge, den Dachstein, das Prielgebirge u. s. w. u. s. w. Nach SIMONY HADINGER's Ber. 8<sup>o</sup> I S. 215 liegen dieselben gewöhnlich zwischen 6500 bis 9000 P.F.

Die Höhe der Schneegrenze (deren Veränderungen wegen ihrer Beweglichkeit besonders geeignet sind climatische Unterschiede hervortreten zu lassen) ist für die einzelnen Alpentheile speciell in der allgemeinen Tabelle Cap. XV angegeben. Ihre mittleren monatlichen Veränderungen sind am Fusse „der vergleichenden Darstellung“ Taf. XXII zugleich mit den monatlichen Veränderungen der Isothermen zusammengestellt<sup>1</sup>.

In den höchsten Theilen des Gebirges verringern sich, wie in dem meteorologischen Theile dieser Untersuchungen gezeigt wurde, die Unterschiede in der Vertheilung der Temperatur zwischen den einzelnen Alpengruppen, indem hier überall die Gipfellagen vorherrschen. Die äusserste Phanerogamengrenze scheint sich daher auch in verschiedenen Alpengruppen bei nahezu gleichen Isothermen zu befinden. Es reichen einzelne phanerogamische Pflanzen, unter anderen<sup>2</sup>: *Androsace glacialis* und *A. helvetica*, *Cerastium latifolium*, *Cherleria sedoides*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gentiana bavarica*, *Ranunculus glacialis*, *Saxifraga bryoides*, *S. oppositifolia*, *Silene acaulis* u. s. w. u. s. w., sowohl in den östlichen als in den westlichen Centralalpen im Mittel noch 2000 P.F. höher als die untere Grenze der Schneelinie. Das Gedeihen dieser kleinen Hochalpen-Pflanzen, welche sich nur sehr wenig über den Boden erheben, scheint wesentlich mit den Temperaturverhältnissen der oberen Bodenschichten zusammenzuhängen<sup>3</sup>. Die bedeutende Erwärmung, welche die Oberfläche der Felsen und des trockenen Schuttbodens unter dem Einflusse der directen Besonnung zeigt, ist dabei wohl von besonderer Wichtigkeit. Einzelne Flechten, Lecideen, Parmelien, Umbilicarien u. s. w. sind selbst auf den höchsten Gipfeln der Alpen, bei mittleren Jahrestemperaturen von  $-12$  bis  $-15^{\circ}$  C. an hervorragenden Felsen angeheftet, ohne eine Höhengrenze ihres Auftretens zu finden.

#### Periodische Erscheinungen in der Entwicklung der Pflanzen.

Indem eine Pflanze sich der Grenze ihres äussersten Vorkommens nähert, erleidet sie viele wesentliche Veränderungen ihres Wachsthumes und ihrer Entwicklung. Der grosse Unterschied, welcher in der Zeit der Belaubung, Blütenbildung und Fruchtreife der Pflanzen in verschiedenen Höhen eintritt, verdient bei der Wichtigkeit dieser Erscheinungen für den gesammten Lebensprocess, wohl in vorzüglichem Grade unsere Aufmerksamkeit.

Wir waren früher<sup>4</sup> bemüht, eine Reihe von Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen der Vegetation in verschiedenen Höhen zu sammeln und ihren

1) Vergl. auch Cap. XVIII über die mittlere Höhe der Gletscher.

2) Die specielle Aufzählung der phanerogamischen Pflanzen, welche wir noch über der Schneegrenze beobachtet haben, ist in Theil II Cap. VII dieses Buches und in Cap. XXI unserer früheren Untersuchungen mitgetheilt.

3) Vergl. die Bemerkungen Cap. VI.

4) In Cap. XIX unserer Untersuchungen u. s. w.

Zusammenhang mit den climatischen Verhältnissen zu betrachten. Die folgende Tabelle<sup>1</sup> enthält eine allgemeine Uebersicht über den mittleren Eintritt der Vegetationsepochen für einige der wichtigsten und verbreitetsten Pflanzenarten.

Mittlerer Eintritt der Vegetationsepochen.

Bezeichnung der Epochen.	1500 bis 2000'.	2000 bis 3000'.	3000 bis 4000'.	4000 bis 5000'.	5000 bis 6000'.	6000 bis 7000'.	7000 bis 8000'.
Schmelzen des Schnees; Erwachen der Vegetation.	17. März	30. März	10. April	21. April	12. Mai	2. Juni	28. Juni
Anbau des Sommergetreides.	25. März	8. April	15. April	24. April	13. Mai		
Letzte Schneefälle: Mittel.	20. April	30. April	15. Mai	28. Mai	15. Juni		
Extreme.	15—25. Mai	15. Juni	30. Juni	15. Juli			
Belaubung. Fagus sylvatica.	2. Mai	11. Mai					
Fraxinus excelsior.	3. Mai	11. Mai	22. Mai	31. Mai	17. Mai (Grün der Wiesen.)	7. Juni (Grün der Wiesen.)	1. Juli (Grün der Wiesen.)
Juglans regia.	10. Mai	19. Mai	26. Mai (In sehr günstigen Lagen.)				
Blüthenbildung. Viola odorata.	4. April	12. April	21. April	4. Mai	12—15. Mai (Erste Frühlingsblüthen von Anemonen, Gentianen, Primeln u. s. w.)	2—5. Juni (Erste Frühlingsblüthen u. s. w.)	28—30. Juni (Erste Blüthen u. s. w.)
Prunus Cerasus.	5. Mai	10. Mai	16. Mai	28. Mai	22. Juni (Rhododendra)	11. Juli (Rhododendra)	29. Juli (Rhododendra.)
Fragaria vesca.	4. Mai	10. Mai	16. Mai				
Syringa vulgaris.	9. Mai	21. Mai	2. Juni				
Secale cereale hibernum.	4. Juni	14. Juni	21. Juni	28. Juni	8. Juli (5200')		
Sambucus nigra.	8. Juni	19. Juni	29. Juni				
Hordeum dystichum und hexastichon.	11. Juni	20. Juni	30. Juni	11. Juli	21. Juli (5200')		
Heuernte.	15—20. Juni	24. Juni	25. Juni	27. Juni	1. Juli	3. Aug.	

1) Vergl Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 529.

## Mittlerer Eintritt der Vegetationsepochen (Fortsetzung).

Bezeichnung der Epochen.	1500 bis 2000'.	2000 bis 3000'.	3000 bis 4000'.	4000 bis 5000'.	5000 bis 6000'.	6000 bis 7000'.	7000 bis 8000'.
<b>Fruchtreife.</b>							
Prunus Cerasus.	25. Juni	18. Juli	3. Aug.	20. Aug.			
Secale cereale hibernum.	18. Juli	31. Juli	8. Aug.	18. Aug.	3. Septbr. (5200')		
Hordeum distichum und hexastichon.	25. Juli	7. Aug.	17. Aug.	29. Aug.	11. Septbr. (5200')		
Triticum vulgare aestivum.	9. August	21. Aug.	31. Aug.	13. Sept.			
Avena sativa.	14. August	27. Aug.	5. Sept.	16. Sept.	29. Septbr. (5200')		
Sambucus nigra.	9. Septbr.	21. Sept.	3. Oct.				
Anhaltende allgemeine Schneedecke; Eintritt des Winters.	10. Decbr. Diese Epoche ist hier noch etwas unbestimmt.	30. Nov.	20. Nov.	10. Nov.	28. Octbr.	15. Oct.	1. Oct.

Aus der Vergleichung dieser Zahlen erhält man im Mittel für die ganze Dauer des Vegetationscyclus

eine Verzögerung der Vegetationsentwicklung von 11 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.

Jedoch ist dieses Zurückbleiben der Vegetationsentwicklung nicht in allen Jahreszeiten in gleichem Grade der Fall; man findet:

im Frühlinge, bis zum Ende der Blütenbildung, eine Verzögerung von 10 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.;

hingegen während der Fruchtreife bis zum Eintritte des Winters eine Verzögerung von 12,5 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.

Der Grund dieser sehr constanten Unterschiede dürfte theilweise in der rascheren Temperaturabnahme zu suchen sein, welche in den Sommermonaten stattfindet, indem dadurch die höheren Orte verhältnissmässig kälter werden, und daher auch in der Entwicklung der Pflanzen weiter zurück sind, als bei dem Beginne der Vegetation. Der verticale Abstand zweier Punkte um 1000', welcher hier der Verzögerung von 11 Tagen entspricht, bringt im Allgemeinen in der mittleren Temperatur, besonders jenes Zeitraumes, in welchem die Vegetationsentwicklung stattfindet, eine Veränderung von 2° C. hervor.

Wie bereits erwähnt, sind in der obigen Uebersicht die südlichen und südwestlichen Alpen nicht mit inbegriffen. Verschiedene Angaben über den Eintritt der Vegetationsepochen, welche wir im Jahre 1851 im Wallis, in Savoyen und dem Dauphiné zu sammeln Gelegenheit hatten, zeigen deutlich, dass hier die Verzöge-

rung der Vegetationsentwicklung mit der Höhe in übereinstimmender Weise stattfindet; auch liessen sich die grösseren Differenzen im Herbste sehr schön erkennen.

Unter den Eigenthümlichkeiten, welche eine nähere Vergleichung der Vegetationsepochen in diesen Theilen der Alpen darbietet, möchten wir vorzüglich die beiden folgenden hervorheben.

1. Die Verzögerung der Vegetationsepochen wird etwas rascher als im allgemeinen Mittel, wenn man die höheren Stationen in den westlichen und südwestlichen Alpen mit den Punkten am südlichen Fusse der Alpen, z. B. mit Biella, Ivrea, Turin u. s. w. vergleicht. In der lombardischen Ebene erleidet nämlich das Clima und die gesammte Vegetation eine ungemein bedeutende und rasche Veränderung, wodurch auch die periodische Entwicklung der Vegetation in ungewöhnlicher Weise beschleunigt wird.

2. In den westlichen und südwestlichen Alpen treten im Allgemeinen in gleicher Höhe die Vegetationsepochen etwas früher ein, als in den östlichen.

---

### Höhengrenzen der Thiere.

Mit dem Charakter der Vegetation und mit der Verbreitung derselben in verschiedenen Höhen der Alpen hängt auch das thierische Leben innig zusammen.

Es ist jedoch bei der Beweglichkeit der Thiere und ihren verschiedenartigen Lebensbedingungen weit schwieriger, bestimmte Thierregionen abzugrenzen, als einzelne Pflanzenregionen eines Gebirges zu unterscheiden; viele kleine Vögel und einige grosse Raubvögel bewegen sich zum Beispiel von den Thalsohlen bis zur Höhe der Alpengipfel.

Wir führen hier einige charakteristische Beispiele für die Höhengrenzen der Thiere an<sup>1</sup>, um dadurch das Bild der physikalischen Verhältnisse der Alpen etwas zu vervollständigen.

Am mannigfaltigsten ist das Thierleben in den reichen Ebenen am Fusse der Alpen und in der unteren Bergregion entwickelt. In der oberen Bergregion (2500 bis 4000 P.F.) finden schon viele Thiere des Tieflandes und der Hochebenen ihre Grenze; es verlieren sich hier zum Beispiel oft ziemlich rasch die Maikäfer, ebenso der Frostspanner, die Maulwurfsgrille u. s. w. bei circ. 3000 bis 3300'.

Viele kleine Vögel, welche durch ihr zahlreicheres Auftreten die Landschaft

---

1) Mit den Bemerkungen, welche wir selbst in unseren früheren Untersuchungen S. 518–520 mitgetheilt haben, und mit verschiedenen Beobachtungen, welche wir später zunächst in den penninischen Alpen zu sammeln Gelegenheit hatten, wurden vorzüglich verglichen die vielen interessanten Angaben und Untersuchungen von SCHINZ und von OSWALD HEER (in FRÖBEL und HEER'S Mittheilungen aus der theoretischen Erdkunde 1836 und in den Denkschriften der schweiz. Gesellschaft) und von TSCHUDI (das Thierleben der Alpenwelt, 1853).

beleben, reichen noch durch die Bergregion hindurch, theilweise bis in die subalpine oder untere Alpenregion (4000—5500'); z. B. die Schwalben, der Mauersegler oder Spyr (*Cypselus murarius*), welcher nach TSCHUDI im Dorfe Splügen 4480' noch häufig nistet, der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), die verschiedenen Arten der Spechte, der Buchfinke (*Fringilla coelebs*) und einige andere Finkenarten, der Haus- und der Feld-Sperling (*Fringilla domestica*, *F. montana*), welche jedoch nicht sehr hoch zu gehen scheinen, die Baumlerche (*Alauda arborea*) und die Feldlerche (*Alauda arvensis*), mehrere Meisenarten, die Drosseln, die Bachstelzen u. s. w.

Die grossen Fischarten, welche die tiefer gelegenen Seen bevölkern, verschwinden grossentheils in der Bergregion; einzelne Arten jedoch, besonders die Bach- und die Rothforelle, reichen noch in die alpine Region (5500—7000') hinauf; die Forellen finden sich in einigen Hochalpenseen bis zu einer Höhe von 6500', ja ausnahmsweise bis gegen 7000'. In den Seen am grossen St. Bernhard gedeihen jedoch weder eingesetzte Forellen noch andere Fische.

Mit der Grenze der Waldvegetation (bei 5500—6000') tritt eine auffallende Veränderung der alpinen Fauna ein, und es zeigt sich über derselben eine bedeutende Verminderung sowohl in der Zahl der Arten als der Individuen.

Die Region der letzten kleinen Wälder bildet für die Vertheilung der Thiere eine wichtigere Grenze als die Baumgrenze selbst, an welcher die Bäume mehr vereinzelt auftreten.

Die Gamsen, welche für die Alpenregion vorzugsweise charakteristisch sind, obgleich sie, besonders in kleineren Alpengruppen, auch an tiefer gelegenen Stellen sich aufhalten, weiden im Sommer an einzelnen Rasenplätzen bei 8000, 9000 und zuweilen bis zu 10000'; sie steigen aber, besonders wenn sie verfolgt werden, noch weit höher hinauf, und wir sahen an den Pässen des Monte-Rosa, z. B. am Weissthor, ihre Spuren mehrere Male bei 11000 und 12000'.

In derselben Höhe wie die Gamsen hält sich der in den Alpen so seltene Steinbock auf, der aber mehr durch die Verfolgung als durch seine ursprüngliche Lebensweise diese höchsten Theile der Alpen zu seinem Aufenthalte zu wählen scheint.

Bären kommen in manchen Theilen der alpinen Region vor. Sie werden bisweilen, besonders im Engadin, den Schafheerden auf den höchsten Weideplätzen gefährlich. Sie sind in Beziehung auf die Zahl ihres Auftretens sehr ungleich über die verschiedenen Alpengruppen vertheilt.

Die Murmelthiere haben ihre Wohnungen in der alpinen und subnivalen Region, bis zu einer Höhe von 8000'.

Die Füchse halten sich noch bleibend in der Alpenregion auf; sie streifen jedoch bis 10000'.

In der alpinen Region findet man noch mehrere Mausarten; in der subni-

valen Region (7000—8500') hat jedenfalls *Hypudaeus nivalis* seinen beständigen Aufenthalt; er wurde an mehreren Punkten über 8000' hoch wohnend getroffen; HUGI bemerkte diese Mausart selbst noch am Finsteraarhorn bei 12000'. — Auch bei der mittleren Barraque im Lysthale, 9075', fanden wir mehrere Mäuse.

Der Steinadler und der Lämmergeier halten sich sehr oft in der Schnee-region auf und erheben sich bisweilen bis zu sehr bedeutenden Höhen. Sie wurden mehrmals schon bei 14000—15000' gesehen.

Unter den kleineren, für die Schneeregion charakteristischen Vögeln erwähnen wir das Schneehuhn, den Schneefinken oder Schneevogel (*Fringilla nivalis*), welchen wir zusammen mit *Accentor alpinus* öfter auf den Firnmeeren des Pasterzengletschers bei 10000—11000' bemerkten; das Blaukehlchen (*Sylvia cyaneola*), welches wir bei 11000' an der Wildspitze sahen; die Steinkrähen (*Corvus graculus*) und besonders die Schneekrähen oder Bergdohlen (*Corvus pyrrhocorax*), welche noch bei 9000—10000' brüten, kommen auch bei 11000' ziemlich häufig vor, z. B. sehr häufig in den zerklüfteten Felsenmassen des Stollenberges, Taf. IX; sie wurden auch bei 13000 und 14000' gesehen. Wir bemerkten zwei dieser Vögel bei unserer Besteigung des Monte-Rosa, in geringer Entfernung vorüberfliegend, in einer Höhe von 14000'. Auch ULRICH und STUDER haben dieselben vom Sattel am Fusse der höchsten Spitze des Monte-Rosa bei 14000' gesehen.

Der Alpenfrosch (*Rana alpina*) reicht bis 6600—7000'; die gemeine Kröte bis 6200'.

Die schwarzen Salamander, welche in der Bergregion sehr zahlreich sind, trifft man ebenso wie den Wurfbeinischen Molch (*Triton Wurfbeinii*) noch bis an die obere Grenze der alpinen Region, bis 7000'.

Einige Eidechsenarten (die rothbauchige Eidechse, *Zootoca pyrrhogastra*, die Bergeidechse, *Z. montana*) finden sich bei 7000—8000', während die gemeine Eidechse mit dem Holzwuchse verschwindet; die erstere wurde im Maximum selbst bei 9134' am Umbrail gefunden.

Kleine Schnecken (*Helix arbustorum alpicola*, *Hel. sylvatica alpicola*, *Bulimus montanus*, *Vitrina diaphana* var. *glacialis* etc.) findet man nicht selten in der alpinen und auch noch in der subnivalen Region. Man kann als ihre obere Grenze im Mittel 7000—7500' annehmen, während wir sie im Maximum, sehr vereinzelt, bei einer Höhe von 9075 und 9734' sahen, nämlich bei der mittleren Barraque und auf der Vincenthütte am Südabfalle des Monte-Rosa.

Vorüberfliegende Schmetterlinge, welche jedoch in diesen Höhen nicht ihren bleibenden Aufenthalt haben, wurden mehrere Male bei der Besteigung des Mont-Blanc, des Monte-Rosa und der Gipfel der Berner Alpen in Höhen von 13000 und 14000' beobachtet.

Die Käfer, mehrere Arten von Spinnen und Podurellen sind jene Thiere, welche in den Alpen vorzugsweise noch an den höchsten Standpunkten während

des ganzen Jahres zu leben vermögen. Bei 12012' am kleinen Mont-Cervin<sup>1</sup> (den SAUSSURE bekanntlich Cime Brune du Breithorn nennt) fand derselbe noch einige Podurellen; bei 11770' am Südabhange der Vincentpyramide, wo noch die höchsten verkümmerten phanerogamischen Pflanzen vorkamen, und bei 11138' am Weiss-thore, beobachteten wir mehrere Podurellen und an dem letzteren Platze noch eine Spinne. Am Gipfel des Piz Linard wurde bei 11387' nach TSCHUDI ebenfalls eine Weberknechts- oder Zimmermannsspinne (*Opilio glacialis*) gefunden.

Unter den ziemlich zahlreichen Exemplaren kleiner Thiere, welche in den Umgebungen der Vincenthütte (9734') lebten, befanden sich bereits mehrere Käferarten. Die Thiere, welche uns unsere anderen Beschäftigungen hier zu sammeln gestatteten, waren, nach den Bestimmungen von Hrn. Geh. Rath KLUG in Berlin, folgende:

*Elater rugosus* BONELLI (in Tirol, Schweiz, Savoyen).

Mehrere kleine schwarze Carabici.

Eine grosse Spinne.

Ein Spanner, sehr wahrscheinlich *Larentia dilatata*, Wiener Verzeichniss.

(Auch sonst im Hochgebirge.)

Mehrere kleine nicht näher bestimmte Larven.

Eine *Nebria*, vermuthlich *angusticollis*.

Ein *Obsidium* in 3 Exemplaren.

Ein Paar kleine Schnecken.

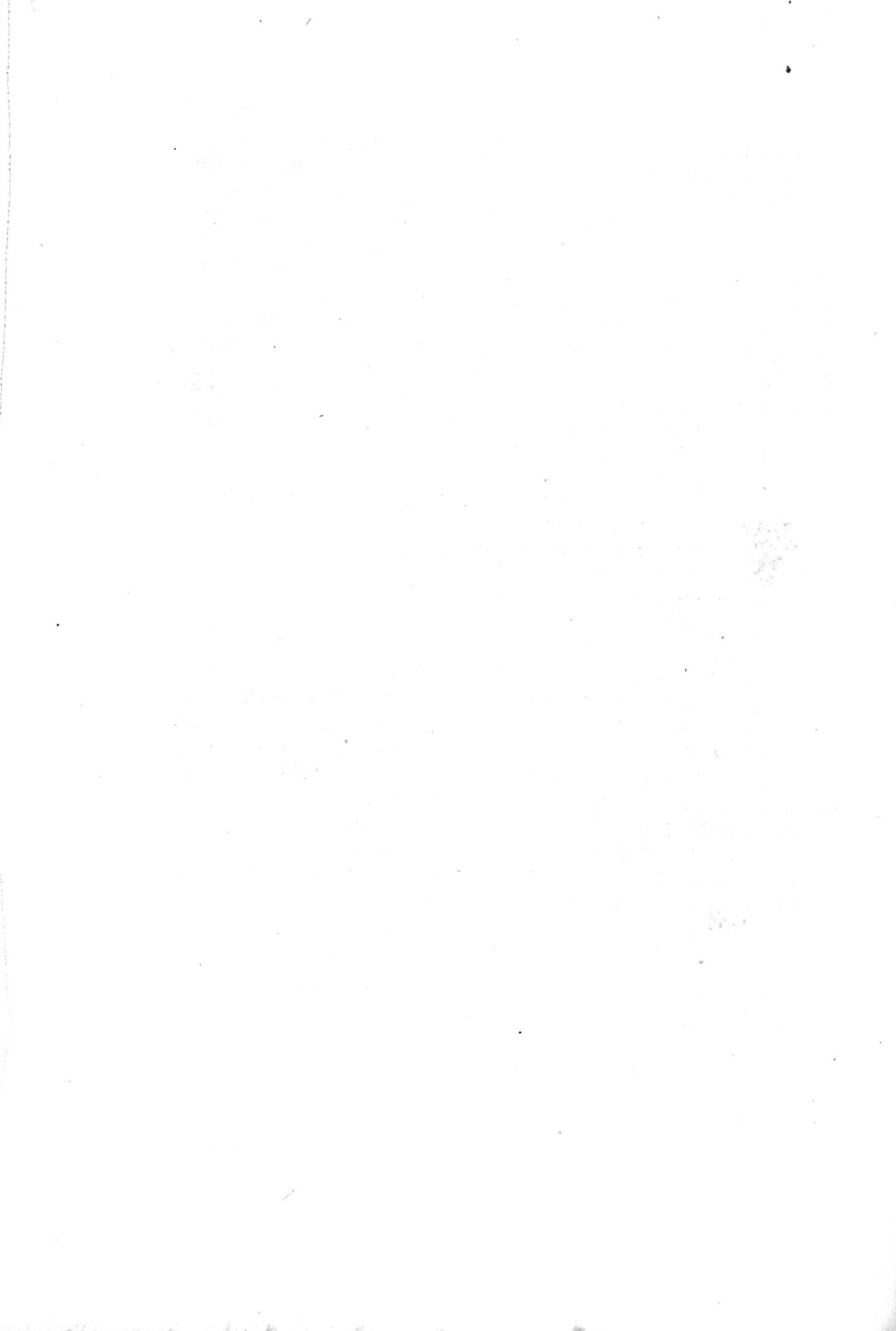
Mehrere kleine Podurellen.

Am Piz Linard in Graubünden fand HEER zwischen 8500 und 9000' noch 13 Käferarten. Es scheint, dass im Allgemeinen 9000' als die obere Grenze für den bleibenden Aufenthalt der Käfer in den Centralalpen angenommen werden kann. Für die Schneeregion überhaupt führt TSCHUDI nach den sorgfältigen Forschungen von HEER 32 Thierarten an, welche in ihr bleibend wohnen, nämlich 18 Insecten, 13 Spinnen und 1 Schnecke (*Vitрина diaphana* var. *glacialis*).

Jedoch ist hiemit das thierische Leben der höchsten Alpenregionen noch nicht abgeschlossen. Die zahlreichen Infusorien, welche Herr Professor EHRENBERG in den von uns gesammelten Materialien nachgewiesen hat<sup>2</sup>, zeigen, dass das kleinste thierische Leben noch bis auf die höchsten beeisten Alpengipfel reicht, an welchen die Vegetation nur mehr durch kümmerlich entwickelte Flechten vertreten ist.

1) SAUSSURE versuchte hier zugleich die Zahl der Insecten zu schätzen, welche in grosser Menge auf dem Firne lagen. Er zählte durchschnittlich 9 Thiere auf die Quadrattoise, was auf die Quadratmeile 12 Millionen betrüge.

2) Vergl. Cap. VIII.



# REGISTER.

## A. HÖHENREGISTER.

(Die röm. Ziffer I bezieht sich auf die 1850 erschienenen „Untersuchungen“ etc.; Ziffer II auf das vorliegende Buch.)

- Arau. I, 329. II, 577.  
 Aargletscher, unteres Ende. II, 21.  
 Abschwung (am Unteraargletscher). II, 20.  
 Adlersruhe (am Grossglockner). I, 182. 374.  
 Agordo. I, 403. 429.  
 Ahrnspitze. II, 522.  
 Aibling, Brücke. I, 330.  
 Aiguille de Blaitière (Gruppe des Mont-Blanc).  
   I, 146.  
 Aiguille du Dru, desgl. I, 146.  
 Aiguille du Midi, desgl. I, 146.  
 Alagua, Niveau der Sesia. I, 34.  
 Albez (am Grossglockner). I, 183.  
 Albrisrieden. I, 261. 273.  
 Aletschgletscher, grosser. II, 502.  
 Allée blanche, Plan de l'Allée bl. II, 48. 440.  
   „ Glac. d'Allée bl. II, 497.  
 Alpenkamm, mittlerer. II, 575.  
 Alpenpässe, mittlere. II, 575.  
 Alpspitze. II, 522.  
 Alt-Aussée in Steiermark. I, 323. 326.  
 Am Brettbühel. I, 284.  
 Am Hendelstein (Gruppe der Rachern). I, 183.  
 Am Kupele Berg. I, 284.  
 Am Trog (Möllthal). I, 271.  
 Andechs (in Oberbayern). I, 324.  
 Antey, Dorf am Matterjoch. II, 30.  
 St. Anton, Wallfahrtskirche bei Partenkirchen.  
   II, 92. 522.  
 Aosta. I, 330. II, 8. 201. 359.  
 Aransole, s. Col d'Aransole.  
 Argentièrè, Gletscher. II, 496.  
 Arlefroide, Glac. d'Arl. II, 495.  
 Arlesberg. II, 522.  
 Arsine, Glac. de l'Ars. II, 496.  
 Art (am Zuger See). II, 14.  
   „ Quelle bei Art. II, 214.  
 Auf dem Land (Pfundelthal). I, 183.  
 Augsburg. II, 376. 578.  
 Augstkumm, Alpenhütten a. d. Riffelberge. II, 28.  
 Augstkummhütte. II, 440.  
 Bärenbach, Quelle an d. II, 568.  
 Bärenbadalpe (in Tirol). II, 567.  
 Bärenitz, Coniferengrenze (am Unteraargletscher).  
   II, 20.  
 Baierberg. II, 173.  
 Bains du Mont-Dore. II, 217. 225.  
 Balig. Am Bal. (Gippachthal). I, 183.  
 Balmenhorn (auf dem Monte-Rosa). II, 74. 144.  
 Barraque, mittlere (am Monte-Rosa). II, 36.  
   „ oberste (Vincenthütte). II, 85.  
 Beim guten Wasser, im hintern Rainthal. II, 213.  
 Beim Plattl (im Gippachthal). I, 178.  
 Beim Reichen. I, 261. 273.  
 Benedictbeuern, in Oberbayern. I, 324. II, 577.  
 Benedictenwand. I, 174. 256.  
 Bergerie, am Monte-Viso. II, 582.  
 Bergli, im Höllenthal-Kahre. II, 92. 522.  
 Bern. I, 324. II, 8. 576.  
 Bernardin-Alpe. II, 522.  
 Bernersteig. II, 17.  
 St. Bernhard, grosser. II, 8. 201. 376. 397.  
   „ kleiner. I, 325. II. 201.  
 Bevers, in Engadin. II, 354.  
 Biehl. I, 173.  
 Bieler See. II, 577.  
 Bionnassay, Quelle daselbst. II, 216.  
   „ bei der Kapelle. II, 52.  
 Bionnassaygletscher. II, 52. 496.  
 Blanke Alp. I, 261. 273.  
 Blaugletscher. II, 502.  
 Bleiberg in Kärnthen. I, 326.  
 Bludenz. I, 447.  
 Bockwald, Quelle in dems. II, 213.  
 Bodenlahnalpe. II, 522.  
 Bodensee. II, 577.  
 Bödemié im Lysthal. II, 34. 582.  
   „ Quelle das. II, 215.  
 Bogenhausen, Sternwarte das. I, 324.  
 Bois, Glacis des Bois. II, 496.  
 Bonneval am Col d'Iséran. II. 54.  
 Bossonsgletscher, unteres Ende. II, 52. 496.

- Botzen. I, 330.  
 Breuil, Sommerdorf am Matterjoch. II, 30. 201.  
 Brenoagletscher, unteres Ende. II, 48.  
     " Häuser und kleine Mühlen  
     oberhalb dess. II, 48.  
 Brentenjoch. II, 561.  
 Brentenjochalpe. II, 567.  
 Brenvagletscher, unteres Ende. II, 48.  
 Bretterboden, Alpenhütten im Br. II, 18.  
 Brettbühel, am Br. I, 284.  
 Breuil. II, 582.  
 Briançon. II, 58.  
 Briccius-Kapelle, im Möllthal. I, 180. 249. 270.  
 Brieg. II, 24.  
 Briener See. II, 576.  
 Brüdern, im Gross-Entlenthale. II, 16. 463.  
 Brüdern-Höfen, Quelle bei den. II, 214.  
 Brunecken im Pusterthal. I, 191.  
 Brumi. I, 261. 273.  
 Brusson am Col d'Arransole. II, 38.  
 Buochser Horn, im Ct. Unterwalden. II, 140.  
 Burgberg bei Mittenwald. II, 522.  
 Burgisweid, Alpenhütte am Rigi. II, 14.  
 Burgstall, am Pasterzengletscher. I, 178.  
  
**C**alanda. II, 287.  
 Calvarienberg bei Heiligenblut. I, 566.  
 Capucin (Auvergne), Quelle am Fusse desselben.  
     II, 217. 225.  
 Casset, Glac. du C. II, 496.  
 Castel, im Lythal. II, 34.  
 Châlets du Motet (am Col de Seigne). II, 48.  
 Chambéry. II, 364.  
 Chamouny. I, 328.  
     " Brücke über die Arve. II, 52.  
     " Quelle im Thal II, 52.  
 Champel oder Champlet am Col du Bon-  
     homme. II, 52.  
 Chapiu oder Chapeau, Sommerdorf am Fusse  
     des Col du Bonhomme. II, 50. 201. 440.  
     " Quellen im Thal. II, 216.  
 Chatillon am Matterjoch. II, 30.  
 Chaudane, Quelle bei C. II, 56. 216.  
 Chieming. I, 551.  
 Chiemsee. II, 577.  
 Chur. I, 324.  
 Col d'Arransole (am Monte-Rosa). II, 38. 47.  
     " Quelle an dems. II, 215.  
 Col du Bonhomme. II, 50.  
     " des Encombres. II, 56.  
     " du Gauche (am Col du Bonhomme). II, 50.  
     " du Géant. I, 328. 374. II, 33. 110. 286.  
     " du Mont Iséran. II, 54.  
     " de Jou. II, 38.  
     " du Lautaret. II, 58.  
     " d'Ollen. II, 34.  
  
 Col de la Seigne. II, 48. 440.  
     " " Quellen an dems. II, 216.  
     " du St. Théodule (Matterjoch). II, 30. 83.  
     " de Voza. II, 52.  
 Combalsee. II, 48.  
     " Coniferengrenze oberhalb dess. II, 48.  
     " Quellen in dessen Nähe. II, 216.  
 Comersee. I, 447.  
 Contamines, les C. (am Col du Bonhomme).  
     II, 50. 466.  
 Contamines, Quellen daselbst. II, 216.  
 Conche, bei Genf. II, 200.  
 Courmayeur. II, 48. 440.  
 Cresta. II, 582.  
  
**D**achstein. I, 261.  
 Daniel- oder Upsberg bei Leermos. II, 522.  
 Dent-Parapée in Savoyen. I, 197.  
 Derby an der Dora Baltea. I, 48.  
 Döllach im Möllthal. I, 181. 249. 261. 285.  
 Dogne-Quelle (Auvergne). II, 217.  
 Donau bei Passau. II, 577.  
 Dore-Quelle (Auvergne). II, 217.  
 Drau, Quelle ders. I, 191. 272. 283.  
 Drehraine am Kreuzjoch. II, 522.  
 Dreithorspitzen, Schachen-Alpe an ders. II, 96.  
     " Gipfel. II, 141. 512.  
 Dumpen im Oetzthal. I, 184.  
 Durance bei Embrun. II, 58.  
     " bei Briançon. II, 58.  
 Durchholzen. II, 567.  
 Duxeralpe. II, 561. 567.  
     " Quellen an d. II, 568.  
  
**E**benalp. I, 261. 273.  
 Ebersberg. II, 566.  
 Ehrenbachkapelle. I, 273.  
 Ehrwald, Dorf. II, 522.  
 Ehrwaldschanze. II, 522.  
 Eiblerskamm. I, 261.  
     " Quelle in ders. I, 269.  
     " Grenze der Ahornbäume. I, 174.  
 Eiblersfleckalpe. I, 174.  
 Eibsee. I, 175. II, 204. 522.  
 Eiger. II, 143.  
 Eisack. I, 261.  
 Eisackthal. I, 191. 272.  
 Eiscapelle am Königsee. II, 572.  
 Elmau. II, 567.  
 Embach im Fuschthal. I, 177. 286. 581.  
 Emboursthal, Minere delle Piscie. II, 36.  
 Embrun, Niveau der Durance. II, 58.  
 Encombres s. Col des Encombres.  
 Engelhörner, Coniferengrenze an d. II, 18.  
 Engelsberg. I, 261. 273.  
 Enning-Alpe. II, 92. 441. 464. 523.

- Enningspitze. II, 523.  
 Entlibuch. II, 16.  
 Enzenhütte im Urbachthale. II, 24.  
 Erpfendorf. I, 261. 273.  
 Eselberg. II, 523.  
 Eselhöhe. II, 523.  
 Esterhöfe. II, 92.  
 Esterberg-See. II, 104.  
 Ettaler Berg. II, 523.  
 Ewigschneehorn. II, 20.  
     "    Gletscher. II, 463.
- F**all. I, 551.  
 Farchanthütte. II, 92.  
 Faulhorn. II, 391. I, 324. 328. 374.  
 Faulhorngletscher. II, 502.  
 Fehnleiten in Fuschthal. I, 177. 286. 552.  
 Fern, Pass. I, 175.  
 Ferschensee. II, 523.  
 Findelen, II, 542.  
     "    obere Alphütten. II, 32.  
 Findelengletscher, unt. Ende. II, 46. 498. 500.  
 Finsteraarhorn. I, 196. II, 23.  
     "    Phanerogamengrenze an dems. II, 22.  
 Firmmeer des Pasterzengletschers. I, 178.  
 Fleschenhütte, Alpe im Urbachthal. II, 20. 440.  
 Fluhalpe am Findelengletscher. II, 46. 582.  
 St. Foi in der Tarantaise. II, 54.  
 St. Foi la Tuile ebend. II, 54.  
 Fontanas, Quellen bei F. (Auvergne). II, 217. 225.  
 Fourneaux-dessus am Matterjoch. II, 47.  
 Fourneaux, See bei F. II, 47.  
 Frachmunt. I, 261. 273.  
 Franzosensteig. II, 523.  
 Frauenalpkopf. II, 523.  
 Frauenalpspitze. II, 523.  
 Freiburg. I, 324. II, 576.  
 Freiwand. I, 249. 250. 271. 283.  
 Frohnwies an der Saalach. I, 173.  
 Furke-Gletscher, unteres Ende. II, 30. 501.  
 Fusch, Dorf. I, 286. 261.  
 Fuschthal, Baumgrenze. I, 177. 567.  
 Fuschenthal. I, 249. 250.  
 Fuschthor. I, 178.
- G**abiet-Alpe, Coniferengrenze. II, 36.  
     "    Quelle a. d. II, 36. 215.  
 Gadmen, in den G. (am Gornergletscher). II, 28.  
     75. 440.  
 Gaisbach, Mündung dess. II, 567.  
 Gaisthal, Bach aus d. I, 284.  
 Galenstock. II, 142.  
 St. Gallen. I, 324.  
 Galputran (im Vispthal). I, 46.  
 Gamsangerle-Kopf. II, 523.  
 Gamskopf. II, 528.
- Gap. II, 58.  
 Garmisch. I, 175. 441. II, 92. 464. 524.  
 Gassenalpe. II, 524.  
 Garsteletgletscher. II, 499.  
 Garsterengletscher. II, 502.  
 Gasteig. I, 258. 261.  
     "    Quellen d. I, 189.  
 Gatterle-Pass. II, 92. 524.  
 Gauligletscher. II, 20. 24. 463. 502.  
 Gaulipass. II, 20.  
 Géant s. Col du Géant.  
 Gebatschgletscher. II, 504.  
 Gebra. I, 261. 273.  
 Georgenstein. I, 180. 430.  
 Genf. I, 324. II, 8. 376. 464.  
 Genfer See. II, 577.  
 Gernkopf. II, 524.  
 Geschwend. II, 524.  
 Gippachthal, Baumgrenze. I, 178.  
     "    beim Plattl. im G. I, 178. 284. 567.  
 Görz. I, 325.  
 Gössnitz. I, 430.  
 Gössnitz-Abhänge. I, 250.  
 Gössnitz, Hauptstollen. I, 184. 249.  
 Gössnitzstollen. I, 249.  
 Gössnitzgrube. I, 249.  
 Gössnitzthal. I, 432.  
     "    Baumgrenze. I, 184.  
     "    Grubengebäude. I, 184.  
 Goldzeche, auf der Fleuss im Möllthale. I, 249.  
     250. 323.  
 Goldzeche, im Stollen der G. I, 184. 271.  
 Goldzechhorn. I, 374.  
 Gornergletscher, unteres Ende. II, 28. 498.  
     "    Coniferengrenze. II, 30.  
 Gornervisp, bei Stalden. II, 26,  
     "    bei Mattsand. II, 26.  
     "    bei Zermatt. II, 26.  
 St. Gotthard. I, 42. 48. 325. II, 376.  
 Grainau. II, 524.  
 Grand Coeur am Col des Encombres. II, 56.  
 Grand Pelvoux. I, 196.  
 Le Grand Sarcouy. II, 148.  
 Grangols, Brücke über d. Rhone. II, 22.  
 Graseck. II, 92. 524.  
 Grasecker Klamm. II, 92. 195. 524.  
 Graswang. II, 524.  
 St. Grat am Col d'Arransole. II, 38.  
     "    "    de Jou. II, 38.  
 Gratz. I, 324.  
 Gräve, Glac. de la G. II, 496.  
 Greifensee. II, 576.  
 Grenoble, Niveau der Isère. II, 58.  
     "    Quelle bei Gr. II, 215.  
 Grenze von Bayern und Oestereich an der Zug-  
     spitzgruppe. II, 524.

Gressoney, St. Jean. II, 34. 42. 217.  
 „ la Trinité. II, 34.  
 Gries im Selrainthal in Tirol. I, 324.  
 Griesen. II, 524.  
 Grimselospiz, Niveau des Sees. II, 20. 440.  
 Grindelwaldgletscher, Ende d. obern. II, 18.  
 502.  
 Grindelwaldgletscher, Ende d. untern. II, 18.  
 440. 502.  
 Gross Entlenbach-Thal, Quelle in d. II, 214.  
 Grosse Alp im Gurglerthal. I, 284.  
 „ letzte Zirbeln auf d. I, 186.  
 Grosser Oetzthaler Gletscher. I, 188.  
 Grosser Mythen (im Ct. Schwyz). II, 141.  
 Grossglockner. I, 28. 166. 181. 192. 196. 282.  
 373. 403. 429. II, 416. 424.  
 Grüner Graben, Quelle a. d. II, 568.  
 Grünbergli am Gauligletscher. II, 25.  
 Grünkopf. II, 524.  
 Gumpe, untere blaue im Rainthal. II, 204.  
 Gurgl, Kirche. I, 186.  
 Gurgler See. I, 188. 281.  
 Gutes Wasser bei der Zugspitze. II, 92, 524.  
 Guttanen. I, 261. 273.

**H**abberg. II, 566.  
 Habersaualp. II, 567.  
 Hafnerspitze. II, 565.  
 Hall. I, 261. 269.  
 „ Quelle oberhalb H. I, 177.  
 Haller Salzberg. I, 176. 323. 419.  
 Hammersbach am Höllenthal. II, 94. 525.  
 Hammersbacher Alpe. II, 94. 525.  
 Hasli-Scheideck. II, 16. 18.  
 „ Coniferengrenze. II, 18.  
 Hausstattalpe, untere. I, 174.  
 Heilbronn. I, 175.  
 Heiligenblut, Fuss d. hohen Wände im H. Thal.  
 I, 180.  
 Heiligenblut, Calvarienberg. I, 180.  
 „ Dorf. I, 180.  
 „ Ufer der Möll. I, 180.  
 „ Quelle bei H. I, 184. 249. 250.  
 261. 286. 323. 553.  
 Heiligenkreuz. I, 185. 553.  
 Hendelstein am H. bei Albeg. I, 183.  
 Heuberg. II, 555.  
 Hinteranger Hütte. II, 89. 94. 441. 525. 530.  
 Hinterauthal, Quelle im H. I, 176. 261. 269.  
 Hintereishütte, am Rofnerberge. I, 186.  
 Hintereisgletscher. I, 188. II, 504.  
 Hinterkaiserspitze. II, 566.  
 Hintersteinersee. II, 567.  
 „ Quelle an d. H. II, 568.  
 Hochalp. I, 273. II, 94. 525.  
 Hochkampen. II, 525.

Hochriss. II, 555.  
 Hochthor oder Heiligenbluter Tauern. I, 178.  
 249. 261. 271.  
 Höfel. II, 525.  
 Höllenklamm-Brücke. II, 94. 525.  
 Höllenthal. II, 92. 94. 113. 525.  
 Höllthalgletscher. II, 529.  
 Hoher Blassen. II, 525.  
 Hohenpeissenberg. II, 349.  
 Hohe Salve. II, 566.  
 „ Quelle an d. H. II, 568.  
 Hoher Sattel an der Pasterze. I, 179.  
 Hohenwarte am Grossglockner. I, 182.  
 Huben im Oetzthal. I, 185.  
 Hütte, steinerne im Leutaschthale. II, 213.  
 Hupfleite im Höllenthal. II, 94. 525.  
 Huthaus im Höllenthal. II, 94. 465.

**I**m Brand. I, 173.  
 Im Fall, Spiegel der Isar. I, 176.  
 Im Indren, im Lysthal. II, 36.  
 Immensee. II, 14.  
 Im Moos, am Riffelberg, Quelle. II, 28.  
 Imst, im Innthal. I, 175.  
 In den Gadmen, am Monte-Rosa. II, 28. 75.  
 In der Klaus. (an d. Benedictenwand) I, 281.  
 Indrengletscher, im Lysthal. II, 36. 501.  
 Inn bei Mühldorf. II, 578.  
 Innichen, im Pusterthal. I, 191. 323. 553. II. 345.  
 Innsbruck. I, 164. 177. 321. 323. II, 376.  
 Innthal. I, 256. 551.  
 Inzell. I, 172. 551.  
 Isar-Spiegel, bei im Fall. I, 176.  
 „ „ Krün. I, 176.  
 „ „ Längries. I, 176.  
 „ „ Mittenwalde. I, 176. II, 525.  
 „ „ Moosburg. II, 578.  
 „ „ Scharnitz. I, 176. II, 525.  
 „ „ Tölz. I, 176.  
 „ „ Wolfartshausen. I, 176.  
 Isarquelle. I, 176. 256. 261. 269. 283. 287.  
 Iselberg. I, 566.  
 „ Grenze d. Wallnuss an d. I, 190.  
 „ Quellen an d.  
 Iselberg-Pass. I, 190.  
 Isère bei les Brevières. II, 54.  
 „ „ Grenoble. II, 58.  
 „ „ les Tignes. II, 54.  
 „ „ Viclair. II, 54.  
 Ivrea. II, 358.  
 St. Jaques d' Ayas. II, 201.  
 Jaufen, Quelle an d. I, 189.  
 „ Baumgrenze. I, 172.  
 „ Pass. I, 258. 261. 272.  
 Jaufenhaus. I, 189. 554.

- Jazzialpe am Ollenpass. II, 34.  
 St. Jean de Gressoney s. Gressoney.  
 St. Jean de Maurienne. II, 364.  
 Jahannishütte an der Pasterze. I, 179. 323. 328.  
 Johannisquelle. I, 249. 271. 283.  
 Jau s. Col de Jau.  
 Jungfrau, I, 196. 373. II, 143. 216.  
 Jut, Weiler. II, 582.
- K**ämikopf. II, 525,  
 Kämithor. II, 525.  
 Kahrlspitze. II, 525.  
 Kainzenbad. II, 525.  
 Kaisergebirge. II, 561.  
 Kaltebad, Quelle am Rigi. II, 14.  
 „ im Schlierenthal. II, 16.  
 Kalvarienberg s. Calvarienberg.  
 Kaltenbrunn. II, 525.  
 Kamor. I, 261. 273.  
 Kammliman am Gauligletscher. II, 20.  
 Kandergletscher. II, 502.  
 Kasereck-Alpe. I, 249. 250. 567.  
 „ Quelle an ders. I, 178.  
 Kastenhorn. II, 22.  
 Kempten. II, 577.  
 Kerchera, Kirche. I, 174.  
 Kesselberg, Strasse. I, 175.  
 Kesselwandgletscher im Oetzthal. I, 188.  
 Kiefersfelden. II, 566.  
 Kipeler Berg (Gurgl) I, 446.  
 Kitzbühel. I, 261. 273. 324. 551.  
 Klagenfurt. I, 164. 323.  
 Klaiss. II, 525.  
 Klotzhütte im Niederthal. I, 186.  
 Kochel, Spiegel des Sees. I, 175. II, 577.  
 Königsdorf, Kirche. I, 174.  
 Kögelberg. II, 566.  
 Köglalpe. II, 567.  
 Kohlalpe. II, 567.  
 Kohlstattalpe an d. Benediktenwand. I, 173.  
 261. 269.  
 Kothbachspitze. II, 525.  
 Kothbachthal, Alpe im K. II, 96.  
 Kramer, Gipfel. II, 94. 441.  
 Kreuzalpe. II, 94. 525.  
 Kreuzjoch. II, 526.  
 Krottenkopf bei Partenkirchen. II, 140.  
 Krün. I, 261. 269. 551.  
 „ Spiegel der Isar. I, 176.  
 Kühler Brunnen, Quelle am Riffelberge. II, 28.  
 Kühneckspitze. II, 526.  
 Kühnjoch. II, 526.  
 Kuhflucht am Fricken. II, 96. 441. 526.  
 Küpele-Berg. I, 284.  
 Kufstein. II, 561. 566. 567.
- L**a Barne, Alpenhütten. II, 50.  
 Länggries, Spiegel d. Isar. I, 176.  
 Länggletscher. II, 502.  
 Lagerhorn. II, 166.  
 Lago di Como. II, 578.  
 „ Lugano. II, 578.  
 „ Maggiore. II, 578.  
 „ Varese. II, 578.  
 La Grave, Kirschbaumgrenze. II, 58.  
 Lahnewies-Graben, Quelle. II, 212.  
 Langau. I, 273.  
 Langofen. I, 180.  
 Langtauferergletscher. II, 504.  
 Langthalgletscher. II, 505.  
 Lanslebourg. I, 54.  
 La Ramasse, am Mt. Cenis. II, 58.  
 La Sarraz. II, 577.  
 Lauchbühel, Alpenhütte im obern Lauchbühel.  
 II, 18.  
 Lausanne. I, 324.  
 Lautaret s. Col de Lautaret.  
 Lauteraarhorn, grosses. II, 416.  
 Lautersee. II, 526.  
 Lavatschjoch. I, 176.  
 Lavezalpe. II, 36.  
 Leermoos, Bach daselbst. I, 284.  
 Leitergletscher, Firmlinie. I, 182. 282.  
 Leiterthal, Alpenhütte der Kaserin. I, 181. 282.  
 Lengenfeld, Kirche. I, 185. 552.  
 Lenta, Alpenhütten von Lenta. II, 54.  
 Lenzburg. I, 324.  
 St. Leonhard im Passeier Thal. I, 190.  
 Les Brevières, Niveau d. Isère. II, 54.  
 „ Quelle bei Brevières. II, 216.  
 Les Tignes, Niveau d. Isère. II, 54.  
 Leutasch, Dorf. II, 96. 526.  
 Leutaschthal, Steinerne Hütte im Leutaschth.  
 II, 213.  
 Lienz im Pusterthal. I, 190. 323.  
 Lindau. II, 347.  
 Linz. II, 578.  
 Lötschgletscher. II, 502.  
 Lofer. I, 172.  
 Loisach bei Garmisch. II, 92.  
 „ bei Leermoos. I, 175.  
 „ Mündung. I, 287.  
 Langefoi in der Maurienne. II, 54.  
 St. Lorenz. II, 581.  
 Lu, Dorf. II, 582.  
 Ludwigshöhe (Mt. Rosa) II, 73. 144.  
 Lüttschinenthal im vordern Boden. II, 18.  
 Lys bei Gressoney St. Jean. II, 34.  
 „ „ la Trinité. II, 34.  
 „ „ St. Martin. II, 35.  
 Lysgletscher, unteres Ende. II, 36. 498. 500.

Lysgletscher, Fuss der Nase. II, 47. 440.  
Lyskamm. II, 145.

**M**acugnaga, Dorf. II, 32.  
Macugnagagletscher, unteres Ende. II, 46.  
496. 500.  
Mailand. I, 325. II, 8.  
Marcellgletscher, I, 188. II, 504.  
Margaritze. I, 177. 249. 250. 270.  
" Quelle auf d. I, 180.  
St. Maria am Wormserjoch. I, 324.  
Mariensprung, Quelle im Höllenthal, II, 213.  
St. Martin an d. Lys-Mündung. II, 35.  
" de Belleville. II, 56.  
Martisbrunn. I, 261. 273.  
Marzen Seppel. II, 526.  
Matt im Ct. Glarus. II, 353.  
Matterjoch. II, 30. 42. 83. 201.  
Matterhorn s. Mt. Cervin.  
Mattsand. II, 26.  
St. Maurice. II, 50, 582.  
Maurienne s. St. Jean de Maurienne.  
Mauls, Kirche. II, 188.  
Melleck. II, 172.  
Meran. II, 345.  
Mer de Glace, unteres Ende. II, 496.  
Miagegletscher. " II, 48. 496.  
Minere delle Piscie im Emboursthale. II, 36.  
Mischabelhörner. II, 166. 416.  
Mittenwald, Spiegel d. Isar. II, 176. 526.  
" Kirche. I, 189. 324.  
" Markt. II, 526.  
Mitterkahr (im Höllenthal) II, 213.  
Mitterputt. II, 561. 566.  
Modane. (am Col des Encombres) II, 56.  
Moé im Tournanche-Thal. II, 30.  
Möll, bei Heiligenblut. I, 180.  
" " Döllach. I, 181.  
" " Quelle. I, 183.  
Möllthal, Quelle in dems. I, 183.  
Mönch. I, 196. II, 143.  
Mörtschach im Möllthal. I, 181.  
Montblanc. I, 196. 372. II, 145. 416. 423.  
Mont Cenis, Station an dems. I, 325.  
" Grenze der Kastanie. I, 56.  
Mont Cervin. I, 196. II, 145.  
Mont de Lans, Glace de M. II, 495.  
Mont Dore, Bains du M. II, 217. 225.  
Monte Baldo. I, 197.  
Monte delle Disgracie. I, 197.  
Monte Viso. I, 197. II, 146.  
Mont Genève Pass. II, 58.  
Mont Isèran, I, 186.  
" Pass s. Col du M.  
Mont Jovet am Col du Bonhomme. II, 50.

Monte-Rosa. I, 196. 373. II, 60, 144. 371. 416.  
423. 440.  
Montauvert. II, 52.  
Moos, Kirche am Jaufen. I, 190.  
Moosberg im Kaisergebirge, Quelle an dems.  
II, 559.  
Moosburg. II, 578.  
Morgex am Col de la Seigne. II, 48.  
St. Moritz im Engadin. II, 582.  
Motet, Quelle am Col de la Seigne. II, 216.  
Moutiers am Col des Encombres. II, 56. 365.  
" Quelle daselbst. II, 216.  
Mühlbach, an der Rienz. I, 191.  
Mülldorf. II, 578.  
München. I, 164. 172. 256. 261. II, 91. 378. 568.  
" Quelle bei München. I, 269.  
" Sternwarte in Bogenhausen. I, 324.  
Münstergletscher. II, 502.  
Murat la Quayre, Quelle daselbst. II, 225.  
Murtensee. II, 577.  
Mythen, grosser. II, 141.  
**N**ant Bourant am Col du Bonhomme. II, 50. 201.  
Nase am Monte-Rosa. I, 373. II, 47.  
Nassareit, Kirche. I, 175.  
Nassfeld im Fuschthal. I, 282.  
Nauspitze im Kaisergebirge. II, 565.  
Neuberg. II, 566.  
Niederndorf, Spiegel der Rienz. I, 191.  
Niesen im Ct. Bern. II, 140.  
Nothspitze. II, 526.  
Notre-Dame de la George im Thal von  
Montjoie. II, 50.  
Noversch im Lysthal. II, 34.  
**O**beraarhorn. II, 22.  
Oberaargletscher. II, 22. 25. 502.  
Oberaarsattel, Pass. II, 22. 440.  
Oberau, Dorf. II, 526.  
Obere Wasserplatte im Höllenthal. II, 96.  
Ober-Grainau, Quelle daselbst. II, 212.  
Obervellach in Kärnten. I, 326.  
Obir I, II. und III. bei Klagenfurt. I, 323.  
Oed, Capelle am Walchsee. II, 566.  
Oestlicher Zwillig. II, 145.  
Oetz, Dorf. I, 184.  
" Fluss am Einflusse unter dem Vernagtlet-  
scher. I, 285.  
" Ausfluss aus dem Hinterseitgletscher. I, 285.  
" Mündung ders. I, 184.  
Oetzbruck, I, 184. 286.  
Oetzthaler Gletscher. I, 188. II, 504.  
" Firmmeer dess. I, 432.  
Ollang. I, 261.  
Ollenalpe. II, 34.  
Ollenberg, Quelle das. II, 215.

- Ollenpass, s. Col d'Ollen.  
 Oratoire du glacier, Alpenhütten das. II, 48.  
 Ortles. I, 196.  
 St. Oswald. II, 581.  
 Ouchy. I, 324.  
 Oulx. II, 58.
- P**adua. I, 413.  
 Parrotspitze des Monte-Rosa. II, 73. 144.  
 Partenkirchen. II, 96. 440. 464. 526.  
 Partnach, Ursprung ders. II, 212.  
 Passau. II, 577.  
 Pasterze, Fuss des grossen Burgstalles. I, 430.  
 Pasterzengletscher und seine Umgebungen.  
 I, 178. II, 505.  
 Pasterzensee. I, 177. 281.  
 Pavillon am Unteraargletscher. I, 328. II, 20.  
 Peiss. I, 172.  
 Peissenberg. I, 324. II, 87. 89. 349. 376. 464.  
 Pelvoux, Grand P. I, 196.  
 Pestkapelle im Geisthal. II, 426.  
 Petersbrunn, im Fuschthal. I, 177. 249. 250.  
 270. 283. II, 526.  
 Peterzell. I, 261. 273.  
 Petit-Coeur am Col des Encombres. II, 56.  
 Pfäffikonsee. II, 576.  
 Pfandelbach an der Pasterze. I, 179.  
 Pfandelgletscher, Ausfluss dess. I, 285.  
 Pilatus, Tomlishorn. I, 197.  
 Pitzthalgletscher. II, 504.  
 Plattacherferner an der Zugspitze. II, 96.  
 Plattachergletscher. II, 526. 529.  
 Plan de Torette am Matterjoch. II, 30.  
 Plattl, beim Plattl, im Gippachthal. I, 178. 553.  
 Platteikogel. I, 187. 374.  
 Pockhorn an der Möll. I, 181. 249.  
 Priem im Saalachthal. I, 172.  
 Pusterthal. I, 191. 272.  
 Puy de l'Angle. II, 148.  
 „ „ Dôme. II, 147. 225.  
 „ „ Gravenoire. II, 148.  
 „ „ Pariou. II, 148.  
 „ „ Sancy. II, 148. 217. 225.  
 „ „ la Tasche. II, 148.
- Q**uarana, im Quarazzathal. II, 32.
- R**achern. I, 183. 374. 403. 429.  
 Rabeneck. II, 555.  
 Radsberg bei Klagenfurt. I, 323.  
 Rainthaler Bauer an der Partnach. I, 175.  
 II, 96. 526.  
 Rainthaler Schrofen. II, 526.  
 Rainthal, Grenze der Fichten. I, 175.  
 „ Bach im R. I, 285.  
 „ untere blaue Gumpe im R. II, 204.
- Randa, im Vispthal. II, 26.  
 Ranfergletscher im Urbachthal. II, 24. 502.  
 Rauchengletscher. II, 502.  
 Rauriser Tauern. I, 374.  
 Rauristhal. I, 284.  
 Regensburg. II, 376. 577.  
 Reichenhall in Oberbayern. I, 324.  
 Rhein bei Waldshut. II, 577.  
 Rhone bei Avignon. II, 576.  
 „ bei Grangols. II, 22.  
 „ an der Mündung der Isère. II, 576.  
 „ bei der Einmündung der Visp. II, 24.  
 „ bei Lyon. II, 576.  
 „ bei Valence. II, 576.  
 Rhonegletscher. II, 502.  
 Rhonethal, Kastaniengrenze. II, 24.  
 Riedkopf. II, 526.  
 Rienz bei Niederndorf. I, 191.  
 „ „ Brunnecken. I, 191.  
 „ „ Untervintl. I, 191.  
 Riffelberg, Quelle an d. II, 28.  
 „ Alpenhütten auf d. II, 28.  
 Rigi-Kulm. I, 197. 261. 327. II, 14. 140.  
 „ Coniferengrenze. II, 14.  
 „ Kaltebad, Quelle am Rigi. I, 273. II, 14.  
 Rigistaffel. II, 17.  
 Roche St. Michel, Spitze des Mt.-Cénis. II, 197.  
 Rofen, im Oetzthal. I, 185.  
 Rofenberg. Schneegrenze am R. I, 187.  
 „ Südöstlicher Gipfel. I, 187.  
 Rofnerthal. Baumgrenze im R. I, 186.  
 Rofelstafelalpe. II, 32.  
 Rosenheim. II, 563.  
 Rosenlaur. II, 18. 440.  
 Rosenlaugletscher, unteres Ende. II, 18. 24.  
 440. 502.  
 Rossberg. II, 140.  
 Rossboden. I, 261. 273.  
 Rossweide, Quelle auf ders. II, 17.  
 Rothe Kumme (am Monte-Rosa). II, 28.  
 Rothmoosbach (am Pfandelgletscher). I, 285.  
 Rothmoosgletscher. I, 188. II, 505.  
 Rothsattel. II, 22. 440.  
 „ Felsen am Fusse dess. II, 22.  
 Royatgrotte (Auvergne). II, 217.
- S**aalfelden, im Saalachthal. I, 173.  
 Saat-Tammatten. II, 357.  
 Sagritz, im Möllthal. I, 181.  
 Salins. I, 323. 415. 552.  
 „ am Col des Encombres. I, 56.  
 Salmshöhe. I, 181. 271.  
 Salmshütte. I, 182. 249. 554.  
 Salzburg. I, 324.  
 Sarcony, le grand Sarc. II, 148.  
 Sarnersee. II, 576.

- Scarpe, Alpenhütten von Sc. II, 32.  
 „ Quelle bei der Sc. II, 215.  
 Scessaplana am Prättigau. II, 287.  
 Schaafalpe im Rainthal. I, 175.  
 Schachenalpe. II, 96. 526.  
 Schachensee. II, 527.  
 Schachenthor. II, 527.  
 Schäftlarn. I, 173.  
 Schaffhausen. II, 577.  
 Scharnitz, Spiegel der Isar. I, 176. 287.  
 Scharnitzspitze. II, 527.  
 Scheffau, Dorf am Kaisergebirge II, 564. 586.  
 Scheffauerkaiser. II, 563. 568.  
 Scheffauerspitze. II, 566.  
 Scheibenbüchelberg. II, 566.  
 Schlättau. II, 527.  
 Schlierenthal, grosses. II, 16.  
 Schmandriggletscher. II, 502.  
 Schmidtläehne an d. Benediktenwand. II, 173.  
 Schmidtlahnbach, Klausse dess. I, 174.  
 „ Austritt dess. I, 174.  
 Schneeberg, österreichischer. I, 197.  
 Schneeferner an der Zugspitze. II, 96.  
 Schneefernerkopf am Plattacher Gletscher.  
 II, 527.  
 Schönau im Passeierthal. I, 190. 553.  
 Schreckhorn. I, 196. II, 142.  
 Schulerbühel bei Heiligenblut. I, 566.  
 Schwäbisch-bayerische Hochebene. II, 577.  
 Schwander Allmend im Schlierenthal. I, 261.  
 273. II, 16. 214.  
 Schwarzberg. I, 273.  
 „ Gletscher. II, 500.  
 Schwarzhorn. II, 144.  
 Schweizer Hochebene. II, 577.  
 Seealpe. II, 527.  
 Seebodenhütte, Alpe. II, 14.  
 Seez am Col d'Iséran. II, 54.  
 Sesia bei Alagna. II, 34.  
 Sewelibrunn. I, 261.  
 Sieben Sprünge bei der Zugspitze. II, 212.  
 Signalkuppe auf d. Monte-Rosa. II, 73, 144.  
 Silian im Pusterthal. I, 191.  
 Similaun. I, 174. 187. 194. 197. 403. 428. 432.  
 Sölden im Oetzthal. I, 185. 286.  
 Soglio. I, 325. II, 582.  
 Soldenpass. II, 26. 527.  
 Söll am Kaisergebirge. II, 566.  
 Solothurn. I, 329. II, 582.  
 Sonnenberg. II, 527.  
 Sonnspitze. II, 527.  
 Spieglerbach. I, 285.  
 Spiererhütten. II, 16.  
 Spitzstein. II, 555.  
 Stadtberg im Kaisergeb. II, 566.  
 Staffel im Lythal. II, 36. 582.  
 Staffelberg. I, 261. 273.  
 Stalden bei Saumen. II, 16. 26. 463.  
 Stalla, Dorf. II, 582.  
 Stanzbad am Vierwaldstädtersee. II, 14.  
 Stanzer Horn, Ct. Unterwalden. II, 140.  
 Starnbergersee, s. auch Würmsee. II, 203.  
 „ Quelle bei dems. I, 269.  
 Steinbergalpe. II, 563. 566.  
 Steiner-gletscher. II, 502.  
 Steinerne Hütte im Leutaschthal. II, 96. 527.  
 Steppberg-Alpe bei d. Zugspitze. II, 96. 441. 527.  
 Sterzing am Jaufen. I, 189.  
 Stockhorn, Ct. Bern. II, 141.  
 Strahleck, Pass am Unteraargletscher. II, 21.  
 Streiteck. I, 261. 273.  
 Stripsenjoch. II, 565.  
 Stuibensee. II, 527.  
 Suldnerferner. II, 504.  
 Susa. II, 56.  
 Tacconay-Gletscher, unteres Ende. II, 496.  
 Täsch am Monte-Rosa. II, 26.  
 „ Quelle bei Täsch. II, 216.  
 Täschhorn. II, 166.  
 Taglia-Ferro im Sesiathal. II, 145. 475.  
 Taubach-Alpe im Fuschthal. I, 177. 574.  
 Tegernsee. I, 324.  
 Terglou. I, 197.  
 Thaleitberg am Rofnerthal, Baum- u. Strauch-  
 grenze. I, 186.  
 St. Theodulpass, s. Col de St. Th. und Mat-  
 terjoch.  
 Theodulgletscher, Moos auf d. II, 46.  
 Thörlpass. II, 98. 527.  
 „ Quelle an d. II, 214.  
 Thuner See. II, 16. 576.  
 Timbls am Jaufen, Baumgrenze. I, 190.  
 „ Pass. I, 190.  
 „ Abhang gegen d. Gurglerthal. I, 190.  
 „ I, 258. 261. 272.  
 Titlis. I, 197. II, 141.  
 Toblach, I, 191.  
 Todtenlöcher. I, 374. 403. 430.  
 Toedi. I, 197.  
 Tölz, Spiegel der Isar. I, 176.  
 „ I, 287.  
 Törbel im Wallis. II, 356.  
 Tolmezzo. I, 325.  
 Tomlishorn s. Pilatus.  
 Torrenthütte. II, 582.  
 Tour, Weiler. II, 582.  
 Tourgletscher am Montblanc. II, 496.  
 Tournanche-Thal. II, 30.  
 „ Quelle an d. II, 30.  
 Treffauerspitze. II, 557. 563. 566. 568. 569.  
 „ Quelle an d. II, 569.

- Tré-la-tête-Gletscher, unteres Ende. II, 496.  
 Trient. I, 325.  
 Triest. I, 325.  
 Trog, am Tr., im Möllthal. I, 249.  
 Truchel. II, 581.  
 Tüssistock (Ct. Uri). II, 141.  
 Turni. I, 325. II, 8. 216. 578.  
 Turlo-Pass, tiefster Punkt. II, 32.  
   "  Strauchgrenze. II, 34.  
   "  Quelle an d. II, 215.
- U**lm. II, 577.  
 Umhausen an d. Oetz. I, 184. 552. 566.  
 Unken am Saalachthal. I, 172.  
 Unteraargletscher, unteres Ende. II, 21. 502.  
   "  linkes Ufer der Lauteraar.  
   "  II, 20.  
   "  Höhe am Abschwung. II, 20.  
   "  Pavillon. I, 328. II, 20.  
   "  Hôtel des Neufchâtelois.  
   I, 328. II, 21.  
 Unterbaustollen im Höllenthal. II, 98. 213.  
 Untervintl, Ufer der Rienz. I, 191.  
 Urbachsattel. II, 20. 440.  
 Urbachthal. II, 24.  
 Ursio im Lysthal. II, 34.
- V**al de Tignes. II, 54. 582.  
 Val Dobbia am Lysthal. II, 362.  
   "  Quarazza. II, 32.  
   "  Tournanche. II, 30.  
 Vegetationsepochen. II, 602.  
 Venedig. I, 325.  
 Vent im Oetzthal. I, 185. 286. 323. II, 346. 582.  
 Venter-Thal. I, 567.  
 St. Veran. II, 582.  
 Verare, Alpenhöfen auf dem Plan der Verare.  
   II, 50.  
 Vermontgletscher. II, 503. 504.  
 Vernagt im Oetzthal. I, 187.  
 Vernagt-Seeboden. I, 188.  
 Verrex im Aostathale. II, 201.  
 Vevey am Genfersee. I, 324. II, 201. 352.  
 Viclair an der Isère. II, 54.  
 Vierwaldstädtersee. II, 14. 576.  
 Viesch, Dorf. II, 22.  
 Vieschergletscher, Coniferengrenze. II, 22.  
   "  Quelle an d. II, 22. 218.  
   "  unteres Ende. II, 22. 440. 502.  
   "  Grünbergli am V. II, 25.  
   "  Höhe der Firnlinie. II, 25.  
   "  Steile Terrasse im V. II, 25.  
 Villette am Col des Encombres. II, 56.
- St. Vincent bei der Mineralquelle. II, 38.  
 Vincenthütte. II, 36. 44. 84. 440. 463.  
 Vincentpyramide (Mt. Rosa). II, 38. 70. 74. 440.  
   "  Phanerogamengrenze. II, 38.  
 Visp, Niveau der Rhone. II, 24.  
   "  obere Kirche.  
 Vispthal. Quelle im V. II, 214. 499.  
 Vizelles am Col du Lautares. II, 59.
- W**achsenstein. II, 527.  
 Wagenbrechsee. II, 527.  
 Walchsee. I, 175. II, 566.  
 Wallersee. I, 281.  
 Wallnerhütte, im Pfandelthal. I, 183. 430. 446.  
 Wasserradkopf, Gipfel. I, 183. 249.  
   "  Abhänge. I, 271. 575.  
 Wasserscheide zwischen Isar u. Loisach. II, 527.  
 Watzmann. I, 197.  
 Wegscheidealpe. II, 566.  
 Weissförde, Dorf am Sarnenthal. II, 16.  
 Weisskugel in der Oetzthaler Gruppe. I, 197.  
 Weissthor. II, 32. 81. 110. 371.  
 Wetterhorn. I, 197. II, 142.  
 Wetterschroffen. II, 527.  
 Wetterspitze. II, 527.  
 Wettersteinalpe. II, 527.  
 Wetterstein. II, 527. 528. 529.  
 Wetterstein, Gamkopf. II, 528.  
 Wien. I, 324. II, 578.  
 Wildermimingeralpe. II, 528.  
 Wildspitze. I, 187. 194. 197. 373.  
 Windstierkopf. II, 92.  
 Winklern im Möllthal, Kirche. I, 191.  
   "  Quelle das. I, 181. 249. 266. 286. 551.  
 Winterstall im Vent-Rofnerthal. I, 185. 575.  
 Wochenbrunnengraben. II, 566.  
 Wolfgangsbrunnen. I, 273.  
 Wolfgangshütte im Möllthal. I, 180.  
 Wolfrathshausen. I, 173. 176. 287.  
 Würmsee. I, 174. 281. II, 203. 577.
- Z**eller-See im Pinzgau. I, 177. 281. II, 203.  
 Zermatt, Kirche. II, 26. 440.  
   "  Niveau der Gornervisp. II, 40.  
   "  Quelle bei Z. II, 215.  
 Zinken, auf Z., Quelle d. II, 22.  
 Zinkenberg im Berner Oberland, Quelle am Z.  
   II, 215.  
 Zmutt, Sommerdorf am Monte-Rosa. II, 28. 582.  
 Zmuttgletscher. II, 498. 501.  
 Zufallgletscher. II, 504.  
 Zürich. I, 324. II, 8.  
 Züricher-See. II, 462. 576.

- Zugersee. II, 14. 203. 576.  
 Zugspitze. I, 197. II, 86. 88. 92. 141. 441. 528. 529.  
 Zumsteinspitze des Monte-Rosa. II, 73. 144. 416.  
 Zweilütschinen. II, 18.  
 Zwerchwand am Gurglerthal. I, 187.
- Zwieselstein, Ufer der Oetz. I, 185.  
 „ Zusammenfluss des Venter- und Gurglerbachs. I, 564.  
 „ im Oetzthale. I, 574.  
 Zwilling, östlicher. II, 145.

## B. ALLGEMEINES SACHREGISTER.

- Aargletscher, Oscillationen desselben. I, 133.  
 Aern, Abschmelzen des Schnees. I, 31.  
 Abendwinde. I, 393.  
 Aberlinien. I, 31.  
 Acer Pseudoplatanus. I, 476. 480. 488.  
 Achsel (im Kaisergeb.) II, 554.  
 Ackerbau, obere Grenze dess. I, 482. 488. 571.  
 Adneterschichten. II, 539.  
 Adler, Vorkommen in den Alpen. II, 606.  
 Aiguille de Blaitière, Neigung. II, 146.  
 „ du Charmotz, Neig. II, 146.  
 Aiguille du Gouté, Neig. II, 146.  
 Allgauer Alpen, Gletscher in denselben. II, 505.  
 Alluvium in den bayer. Alpen. II, 543.  
 Alpen, Berge und Gipfel ders. I, 217.  
 „ geringer Einfluss ders. auf Windesrichtung. I, 394.  
 „ Einwirkung auf die atmosphärischen Niederschläge. I, 277.  
 „ Gliederung ders. II, 105.  
 „ Literatur über dies. II, 105.  
 „ Masse ders. I, 217. II, 575.  
 „ meteorologische Verhältnisse. II, 583.  
 „ Profil. II, 574.  
 „ Thalbildung in dens. I, 198.  
 „ Vegetationsgrenze an deren Südrande. I, 501.  
 „ Veränderlichkeit der Temp. in dens. I, 375.  
 „ Vergleich ihrer Temperatur mit d. Temp. höherer Breiten. I, 375.  
 Alpenbäche, Temperatur ihres Wassers. I, 284.  
 Alpenflüsse, Gefälle ders. I, 292. 294.  
 Alpenglüh. I, 452. II, 475.  
 Alpenhütten, höchste. I, 482. 488. 594.  
 Alpenkalk, Vorkommen desselb. II, 119. 530. 536. 540.  
 Alpenpässe. II, 110.  
 „ mittlere Höhe. II, 575.  
 Alpenseen, Temper. einiger Alp. II, 203.  
 „ Allmälige Ausfüll. ders. I, 307.  
 „ Vertheil. d. Temper. in dens. I, 279.
- Alpenwirthschaft, Dauer ders. I, 553.  
 „ Obere Grenze ders. I, 482.  
 Althofen, Temp.-Beob. II, 338. 342. 344.  
 Amaltheen, Fleckenmergel. II, 536. 539.  
 Ammergau, Liasformat. II, 535.  
 „ Petrefacten. II, 536.  
 Aneroidbarometer, Bemerk. üb. das. II, 428.  
 „ Interpolation des. II, 8.  
 Anthracometer. Construct. u. Gebrauch des. I, 454. 461.  
 „ Abbildung des. I, Taf. X.  
 Aosta, Temp.-Beob. II, 359.  
 Arc, Querprofil des Thales. II, 139.  
 Arve s. Zirbel.  
 Atmosphäre, Dampfgehalt. I, 399.  
 „ Durchsichtigkeit. I, 435.  
 „ Farbe. I, 441.  
 „ Kohlensäuregehalt. I, 455. II, 175. 592.  
 „ Optische Erscheinungen. I, 441. II, 472.  
 „ Undurchsichtigkeit durch Condensation des Dampfes. I, 441.  
 „ Verhalten ders. gegen Wärme. I, 426.  
 Atmosphärischer Druck. I, 381.  
 Auflösungen, Einfluss ders. auf Erosion der Alpen. I, 296.  
 Ausstrahlung, nächtliche der Wärme. I, 434.  
 Auvergne, Beob. daselbst. II, 137.  
 „ Temp. d. Quellen in ders. II, 205.
- Bachrinnen, Bildung ders. I, 299.  
 Bänder am Wassereise. I, 38. 89.  
 „ blaue am Eise. I, 12. 14. 77. 78.  
 „ blaue Abbild. ders. I, Fig. V. 30. 31. 32.  
 „ blaue, nächtliches Verschwinden ders. I, 13.  
 „ Faltungen ders. I, 94. 80. Fig. 33.  
 „ gebogene am Rande. d. Vernagtletscher. I, 95. Fig. 42.  
 „ Lage ders. an einem Quer- u. Längendurchschnitt. I, 88. 39.

- Bänder, Structur ders. am Ausgange des Gletschers. I, 91.  
 „ Unterschied ihrer Entstehung von der der Spalten. I, 96.  
 „ Verbreitung im Innern des Eises. I, 87.  
 Bären, ihr Vorkommen in den Alpen. I, 519. II, 605.  
 Bäume, hohes Alter ders. I, 562.  
 Bagnethal, Fluthen in dems. I, 306.  
 Bannwälder (Schonungen). I, 32.  
 Barometer, Beschreibung desselb. I, 381.  
 „ Anwendung dess. zum Höhenmessen. I, 164. II, 3.  
 „ Bestimmung der Lufttemp. durch dass. II, 409.  
 „ Gang dess. II, 385. 390. 588.  
 „ Oscillation dess. I, 388.  
 „ tägliche Periode dess. II, 381.  
 Barometerstand in Höhen von 12000'—14000'. II, 422.  
 Bas névés. II, 572.  
 Bayern, Temp.-Beob. das. II, 347.  
 Bayrische Alpen, geologische Beob. II, 519.  
 „ Höhen, II, 519. 521.  
 „ Infusorien. II, 255.  
 „ Quellen. II, 220.  
 „ Vegetationsgr. I, 499. 594.  
 Benedictenwand, Veget.-Grenze an ders. I, 476. 479.  
 Berberitze, Grenze. I, 480.  
 Bergabhänge, Neigung ders. II, 108. 130.  
 Bergfälle. I, 313.  
 Bergschatten, der, in freier Atmosphäre. I, 408.  
 Bergstürze, Einfluss ders. auf die Bildung der Thalsohlen. I, 315.  
 „ Form. I, 314.  
 Berlin, Kohlensäuregehalt der Luft das. II, 175.  
 Bern, Temp.-Aenderungen. II, 378.  
 Berner Alpen, Gletscher. II, 502.  
 „ Höhen. II, 17.  
 „ Infusorien. II, 238. 250.  
 „ Pflanzen. II, 229.  
 „ Vegetationsgrenze. I, 500. 594.  
 St. Bernhard, Bar.-Beob. I, 394.  
 „ Hospiz, Vegetationsepochen. daselbst. I, 554.  
 „ Temp.-Beob. II, 313. 320. 330.  
 „ Temp.-Aenderung, tägliche. II, 281. 299.  
 „ Veränderlichkeit der Temp. II, 376. 377.  
 Berninagruppe, Gletscher. II, 503.  
 Bévers, Temp.-Beob. II, 352.  
 Birke, obere Grenze. I, 480.  
 Bläue des Himmels. I, 409. 441.  
 Bleierz in den bayr. Alpen. II, 541.  
 Blöcke, erratische. II, 123.  
 Blöcke, erratische, in den bayr. Alp. II, 523. 544.  
 Bodengestalt, Einfluss ders. auf d. Klima. I, 36.  
 Bodenschichten, Temp. d. obern. II, 185. 586.  
 Bodentemperatur. I, 510. II, 518.  
 „ Abnahme m. d. Höhe. I, 248.  
 „ Einfluss ders. auf d. Vegetation. I, 343. II, 208.  
 „ Vertheilung in den versch. Alpengruppen. I, 260.  
 Bogenhausen, hygrom. Beob. daselbst. I, 406.  
 Braunkohlen in d. Alpen. II, 120.  
 Breite, Einfluss der geogr. Br. auf die Wärme-Abnahme mit d. Höhe. I, 333.  
 Brentenjoch im Kaisergebirge. II, 555.  
 Brockengespenst. II, 473.  
 Brunberg, Marmor an dems. II, 538. 542.  
 Brunnecken, Vegetationsepochen das. I, 551.  
 Buche, obere Grenze ders. I, 480. 506. 509. 571. II, 599.  
 Burgberg. II, 550.  
 Burgstall, grosser, Pasterzen-. I, 94. Fig. 41.  
 Calanda, tägliche Temp.-Aenderungen an ders. II, 287.  
 Canäle in Gletschereis. I, 12—16. Fig. 2.  
 Centralalpen, Bodentemper. ders. I, 249.  
 „ Höhen ders. I, 177.  
 „ mittlere Temp. ders. I, 328.  
 „ östliche Vegetationsgrenze in denselb. I, 488. II, 594.  
 Centralmassen, Structur und Lagerungsverhältnisse. II, 112.  
 Cerealien, Grenzen. I, 471. II, 600.  
 „ Gedeihen ders. in grösseren Höhen. II, 556.  
 Cerealien, Verbreitung. I, 506. 512.  
 Chambéry, Temp.-Beob. II, 364.  
 Chamouny, Klima. I, 365.  
 „ tägl. Temp.-Aenderungen. II, 285.  
 Chieming, Vegetationsepochen daselbst. I, 551.  
 Chloritgesteine in den Tauern. I, 230.  
 Cirque, Thalmulde. I, 41. 200.  
 Cirrus s. Federwolke.  
 Clima, Unterschied des extremen und constanten. I, 542.  
 Col du Géant, Höhe. II, 110.  
 „ Temp. daselbst. II, 364.  
 „ Temp.-Aenderungen, tägl. II, 286.  
 Conche (bei Genf) Bodentemp. II, 200.  
 Condensation, s. Niederschlag.  
 Coniferen, Einfluss der Höhen auf die Dicke ihrer Jahresringe. I, 561.  
 Coniferen, Verbreitung ders. I, 477. 506. 515.  
 Contacterscheinungen zwischen den crystall. Feldspathgesteinen und den Sedimentschichten. II, 113.

- Cottische Alpen, Gletscher in dens. II, 495.  
 „ „ Höhen. II, 56.  
 Couches contournées. I, 94.  
 Cumulus, s. Haufenwolke.  
 Cyanometer. I, 441. 454. Taf. X.  
 Cyanometrische Versuche. I, 444.
- D**achsteinkalk, II, 532.  
 Dämmerung, Dauer ders. I, 454. 457. 472.  
 Dämmerungsbogen. II, 472.  
 Dampf, Elasticität dess. I, 400.  
 Dampfgehalt der Atmosphäre, s. Atmosphäre.  
 Dampfmenge, Unterschied d. absoluten u. relativen. I, 399.  
 Dampfmenge, tägl. Veränderung d. absoluten in versch. Höhen. I, 401.  
 Deutschland, Veränderlichkeit d. Klima. II, 375.  
 Diaphanometer. I, 435. 454. Taf. X.  
 Dilatationstheorie zur Erklärung der Gletscherbewegung. I, 121.  
 Diluvium in den bayr. Alpen. II, 543.  
 Dolomit, Vorkommen dess. II, 118. 550. 551.  
 Donau, Gefälle ders. I, 294.  
 Dora-Riparia, Querprofil ihres Thales. II, 139.  
 Drauthal, I, 209.  
 „ Vegetationsgrenzen. I, 488. 490.  
 Durchsichtigkeit der Atmosphäre. I, 435.
- E**benen um die Alpen. II, 576.  
 Eckenberg, Neigung. II, 140. 534.  
 Eiche, Grenze ders. I, 480. 488.  
 Eidechsen, Vorkommen in den Alpen. II, 606.  
 Eis, Cohäsion. I, 23.  
 „ Durchsichtigkeit. I, 18.  
 „ Farben. I, 21—23.  
 „ Formen des zerfallenden. I, 2. Fig. 1.  
 „ Luftgehalt. I, 17.  
 „ Sprödigkeit. I, 24.  
 „ Verschiebbarkeit dess. in grossen Massen. I, 122.  
 „ Zusammenziehung. I, 4.  
 Eisblöcke. I, 305. Fig. 70.  
 „ I, 148. Fig. 58.  
 „ Gruppe transportirter. I, 143. Taf. 56.  
 Eisenerze in den bayr. Alpen. II, 532.  
 Eiscrystalle im Stollen der Vincenthütte. II, 469.  
 Eismassen, ihr Einfluss auf Temp. I, 366.  
 Eisrinnen im Firn. I, 36.  
 Elbe, Pegelstände ders. I, 466. Taf. XI.  
 Embach, Vegetationsepochen daselbst I, 551.  
 Engelhörner, Neigung ihrer Wände. II, 147.  
 Entleerung, plötzl. grosser Wassermassen. I, 301.  
 Eocenformation. II, 119.  
 Erde, physicalische Eigenschaften ders. I, 308.  
 „ Masse ders. in versch. Höhen. I, 311.  
 Erdbildung I, 307.  
 Erdschatten, beobachtet am Monte-Rosa. II, 472.  
 Erdstürze. I, 312.  
 Erosion. I, 298.  
 Erosionsflächen, löffelförmige. I, 10.  
 Erosionsformen in den bayr. Alpen. II, 541.  
 Erwärmung durch directe Besonnung. I, 433.  
 Erzgänge am Monte-Rosa. II, 155.  
 Esche, Grenze ders. I, 480. 488.  
 Eselberg. II, 534.  
 Ettaler Mändl. II, 537.  
 Eudiometer. I, 19. 454. 456. Taf. X.  
 Exposition, Einfluss auf die Vegetationsgrenze. I, 505.  
 Extreme, absolute einzelner Tage. I, 370.
- F**all, Vegetationsepochen daselbst. I, 551.  
 Farbe der Atmosphäre s. Atm.  
 Faulhorn, Baromet.-Beob. daselbst. II, 391.  
 „ Thermomet.-Beob. das. II, 356,  
 Federwolken, Höhe ders. II, 456.  
 Fehrleiten, Veget.-Epochen das. I, 552.  
 Feldspath am Monte-Rosa. II, 150.  
 Felsarten am Monte-Rosa. II, 150.  
 Felswände, Neigung. II, 136. 142.  
 Ferchenwand. II, 541.  
 Ferner. I, 51.  
 Feuchtigkeit, atmosph. I, 399.  
 „ „ Beob. über dies. II, 446.  
 „ „ Methode sie zu messen. I, 398.  
 „ „ Vertheilung ders. in die einzelnen Monate. I, 405.  
 Feuchtigkeit, relative, auf hohen Bergen und an der Oberfläche der Gletscher. I, 403.  
 Fichte, Jahresringe u. Wachsthum ders. I, 477. 484. 574.  
 „ Vegetationsgrenze ders. I, 477. 484. 571.  
 Finsteraarhorn, Gletscher an dems. II, 502.  
 Firn. I, 26—31.  
 „ Consistenzveränderung dess. mit dem Temperatur-Wechsel. I, 29.  
 „ Einfluss des Druckes auf dens. I, 45.  
 „ Schichtung. I, 39.  
 „ Uebergang in Eis. I, 41.  
 Firneis, Structur. I, 27.  
 Firnhöhlen. I, 10. Fig. 4.  
 Firmassen, Bewegung. I, 119.  
 Firnmeere, Ausdehnung ders. I, 26.  
 „ Charakteristik ders. I, 35.  
 „ Durchschnitt ders. I, 27. Fig. 8.  
 „ Einförmigkeit ders. I, 35.  
 „ Streifung ders. I, 34.  
 Firmoränen. I, 68. Fig. 27.  
 Firnregion. I, 26.  
 Firnschichten. I, 87.  
 Firntische, unter Eisblöcken und organischen Massen. I, 154.

- Fische in den Alpen. II, 605.  
 Flechten, höchste. I, 486.  
 „ im obern Möllgebiet. I, 592.  
 „ am Monte-Rosa. II, 228.  
 „ im Kaisergebirge. II, 573.  
 Fleuss, Temp.-Beobacht. das. II, 338. 344.  
 Flieder, Grenze dess. I, 480.  
 Flinz. II, 545.  
 Flüsse, Bestimmung ihrer Geschwindigkeit. I, 290.  
 „ stetige Wirkungen ders. I, 298.  
 Flysch. II, 119.  
 Flyschgesteine. II, 536.  
 Föhn. I, 396.  
 Formationen, sedimentäre und Hebungsverhältn. ders. II, 116.  
 Frauenalpe. II, 550.  
 Freienwalde a. O., Schutthalden das. II, 147.  
 Frösche in den Alpen. II, 606.  
 Fruchtreife, Epochen ders. I, 546.  
 Fucoïden-Gestein. II, 543.  
 Füchse in den Alpen. I, 519. II, 605.  
 Fuschthal, Neigungen in dems. II, 131.  
 „ Vegetationsgrenze in dems. I, 480. 492.  
 Fusch-Gasteinerthal. I, 207.
- Gaisbach. II, 555.  
 St. Gallen, Temp.-Aenderungen das. II, 376.  
 Gamsangerle. II, 550.  
 Gamsgrube, Vegetat.-Epoch. das. I, 554.  
 Gassenthal. II, 541.  
 Gault (Kreide). II, 119.  
 Gebirge, Masse ders. II, 109.  
 Gebirgsbäche, erkältender Einfluss ders. auf den Boden. II, 211.  
 Gebirgsbildung, Ursachen ders. II, 111.  
 Gebirgsformen in den Alpen. I, 198.  
 Gebirgszüge, Formen ders. I, 215.  
 Gefälle der Alpenflüsse. I, 290.  
 Geier in den Alpen. II, 606.  
 Gemsberg. II, 555. 556.  
 Gemsen in den Alpen. I, 519. II, 605.  
 Genf, Klima daselbst. I, 365.  
 „ Temp.-Beobachtungen. II, 313. 318. 330.  
 „ tägliche Temp.-Aenderungen. II, 285.  
 „ Vegetat.-Epochen. I, 551.  
 „ Veränderlichkeit d. Temper. II, 376. 377.  
 Geographie der Alpen. II, 104.  
 Geographische Lage, ihr Einfluss auf die Vegetations-Grenzen. I, 508.  
 Geologie der Alpen im Allgemeinen. II, 113.  
 „ des Kaisergebirges. II, 557.  
 Geologische Untersuchungen. II, 103.  
 Geothermometer. II, 186.  
 Gerölle, Bestandtheile dess. I, 298.  
 Gerste, Grenze ders. I, 482. 490.  
 Geschiebe, Transport ders. I, 307.
- Gestein, mechanische Zertrümmerung und chemische Zersetzung dess. I, 308.  
 Getreide, s. Cerealien.  
 Gewitter, Vorkomm. ders. auf hoh. Bergen. II, 457.  
 Gipfel der Berge, Neigung ders. II, 134.  
 Gippachthal, Veget.-Grenze in dems. I, 480. 492.  
 Gipfel u. Kammhöhe, Verhältn. ders. I, 216.  
 Gletscher, Abnahme durch Abschmelzen. I, 147.  
 „ Anzahl. II, 493.  
 „ Bewegung. I, 102.  
 „ „ Ursachen ders. I, 121.  
 „ „ Einfluss der Temperatur u. Witterung auf dieselbe. I, 111.  
 „ „ Veränder. in d. Geschwindigk. ders. I, 110.  
 „ „ Jährliche Bewegung ders. I, 117.  
 „ „ Seitliche Bewegung ders. I, 116.  
 „ Charakter und äussere Form ders. I, 61.  
 „ Einfluss d. Bedeck. auf ihr Abschmelzen. I, 151.  
 „ Einfluss ders. auf die Zertrümmerung des Gesteins. I, 312.  
 „ Ersatz ihrer Abtragung. I, 157.  
 „ Feuchtigkeit über dens. I, 402.  
 „ Flächenraum, den sie bedecken. II, 508.  
 „ Höhenverhältnisse ders. II, 510.  
 „ Messung ihrer Abtragung. I, 155.  
 „ Oscillationen ders. I, 124.  
 „ „ „ Einfl. d. Unterlage auf dieselben. I, 137.  
 „ „ „ desgl. d. Schuttanhäufung auf dies. I, 132.  
 „ „ „ desgl. d. Temperat. auf dieselben. I, 126.  
 „ primäre. I, 54.  
 „ secundäre. I, 65.  
 „ „ Bewegung ders. I, 118.  
 „ „ Oscillation ders. I, 132.  
 „ Structur ders. I, 77—101.  
 „ Substanzverlust ders. I, 147.  
 „ Thaubildung auf dens. I, 407.  
 „ Topographie ders. I, 48—76.  
 „ Untersuchungen über dies. I, 157.  
 „ Unterschied d. secundären u. primären. II, 494.  
 „ Verbreitung ders. I, 51.  
 „ „ in den verschiedenen Alpengruppen. II, 493. Vgl. Taf. XVIII.  
 „ Vorrücken ders., historische Nachrichten darüber. I, 144.  
 „ Zuflüsse ders. I, 66.  
 „ Zusammenhang ders. mit climatischen Verhältnissen. II, 512.
- Gletscheratmosphäre, Kohlensäuregehalt derselben. I, 463.  
 Gletscherausflüsse, Bestimmung ihrer Wassermenge. I, 275.  
 Gletscherbäche. I, 147.  
 „ Vergleichung ders. mit Rhein u. Elbe. I, 276.  
 Gletscherbildung, Bedingungen ders. I, 41.  
 Gletscherblumen. I, 408.  
 Gletschereis, Farbe dess. I, 12.

- Gletschereis, Form dess. I, 2. 24. Taf. I.  
 Gletscherhügel. I, 86. Fig. 34.  
 Gletscherkörner. I, 2. Fig. 1.  
 „ Vergrößerung ders. I, 8.  
 Gletschermassen, allg. Zerklüftung ders. I, 97.  
 „ störende Einwirkung ders. auf d. Vegetat. I, 509.  
 „ Zusammendrängen u. Anhäufen ders. an einzelnen Punkten. I, 158.  
 Gletscherseen. I, 301.  
 Gletscherspitze. I, 155.  
 Gletschertische. I, 151. 156. Fig. 60.  
 Gletscherthore. I, 148. 149.  
 „ Luftströmungen in dens. I, 393.  
 Gletscherwind. I, 368.  
 Glimmerschiefer am Monte-Rosa. II, 151.  
 Gneiss, schaalige Absonderung dess. II, 167.  
 „ am Monte-Rosa. II, 150.  
 Gössnitzthal, Veget.-Grenzen in dens. I, 429. 481.  
 Gosau-Formation. II, 119.  
 St. Gotthard, Veränderlichk. d. Temp. II, 376.  
 Gräser, äusserste Grenze ders. I, 486. 491.  
 Grajische Alpen, Gletscher auf dens. II, 496.  
 Granit, schaalige Absonderung dess. II, 167.  
 Graubündtner Alpen, Gletscher in dens. II, 503.  
 „ Vegetat.-Grenze in dens. I, 501.  
 „ II, 594.  
 Grossglockner. I. Taf. VII.  
 „ Firne dess. I, 28. Fig. 9.  
 „ Höhenbestimm. dess. I, 166.  
 „ Infusorien auf demselben. II, 237. 280.  
 „ Kamm dess. I, 218. Fig. VII.  
 „ Spitze dess. I, 193. Fig. 63.  
 „ Temp.-Berechnung. II, 338.  
 Grosses-Thor. II, 555.  
 Grünsand. II, 119.  
 Grundlawinen. I, 33.  
 Gurglersee, Aufstauung dess. I, 302.  
 Gurglthal. I, 227.  
 „ Veget.-Grenze in dems. I, 481. 495.  
**H**aarspalten im Gletschereis. I, 4.  
 Habberg oder Haberberg. II, 555.  
 Hafer, Grenze dess. I, 482.  
 Hagel auf grossen Höhen. II, 457.  
 Haller Salzberg, ombrometrische Beob. auf dems. I, 415. 419.  
 Hallerthal, Neigungen in dems. II, 131.  
 Hallthal, Vegetat.-Grenze in dems. I, 476. 479.  
 Haufenwolken, Höhen ders. II, 456.  
 „ Bestimm. ihrer Wassermenge. II, 446.  
 Hebungsverhältnisse in d. bayr. Alpen. II, 546.  
 Heiligenblut, anthrakometr. Beob. das. I, 459.  
 „ Clima das. I, 364.  
 „ Temp.-Beob. das. I, 328.  
 Heiligenblut, Vegetat.-Epoch. das. I, 553. 555.  
 Heiligenkreuz, Vegetat.-Epoch. das. I, 553.  
 Heuerndte in den Alpen. I, 533.  
 Hierlatschichten. II, 539.  
 Hintereisgletscher. I, 63. Taf. IV. Fig. 24.  
 „ Bewegung dess. I, 107.  
 „ Ende dess. I, 160. Fig. IV.  
 „ Oscillationen dess. I, 126.  
 Hintereishütte am Rofnerberg. I, 145. Fig. 57.  
 Hirschbühel, Lias- und Juraformation in dens. II, 537.  
 „ Neigung dess. II, 140.  
 Hochalpen, Gipfel ders. II, 134.  
 „ Hydrographie ders. I, 274.  
 Hocheis. I, 28.  
 Hochjochgletscher. I, 39. Fig. 14.  
 Hochkaiser. II, 555.  
 Höhen der Alpen s. das Höhenregister.  
 „ der Schweiz, Literatur ders. II, 10.  
 Höhenbestimmungen, Tab. über dies. I, 172.  
 Höhenisothermen der Alpen. I, 341. Taf. VIII.  
 „ „ monatl. Aenderung ders. I, 362. Fig. IX.  
 Höhenmessung. I, 163.  
 „ Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen. II, 397.  
 Höhenverhältnisse der Alpen. II, 107.  
 Höllenthal, tägl. Temp.-Aenderungen in dems. II, 304.  
 „ Geologie dess. II, 547.  
 Hörnerschnee. I, 28.  
 Hohenpeissenberg, Temp.-Beob. das. II, 349.  
 Hohe Salve. II, 355.  
 Horizont, Veränderung d. II, 474.  
 Humus, dessen Einfluss. I, 308.  
 Humusgehalt, Bestimmung dess. in verschiedenen Höhen. I, 310.  
 Hundsstall. II, 550.  
 Hupfleitenpass. II, 547.  
 Hydrographie der Alpen. II, 106.  
 Hygrometer. I, 398.  
 Hypsometer. I, 64. 382.  
 Hypsometrische Bestimmungen. I, 163. II, 1.  
 Hypsometrische Methoden. I, 163. II, 3.  
**I**nfiltrationstheorie. I, 122.  
 Infiltrationsversuch bei den Canälen des Gletschereises. I, 12.  
 Infusorien, Vorkommen ders. in den Alpen. II, 233. 607.  
 Innichen, Temp.-Beob. daselbst. II, 345.  
 „ Vegetationsepochen das. I, 553. 555.  
 Innsbruck, Höhenbestim. das. I, 164.  
 Innthal, Vegetationsepochen das. I, 551.  
 Insecten in den Alpen. I, 519.  
 Insolation auf Alpengipfeln. I, 342. 429.

- Instrumente, hypsometrische. I, 163.  
 „ meteorologische. I, 454. Taf. X.  
 Inzell, Vegetationsepochen das. I, 551.  
 Isar, Geschwindigkeit ihres Laufes. I, 293.  
 Isarquelle, Temp. ders. I, 241.  
 Isarthal. I, 215.  
 „ Neigung dess. II, 131.  
 „ Querprofil dess. II, 138.  
 „ Vegetationsgrenzen in dem. I, 476. 479.  
 Isbräen. I, 57.  
 Isèrethal, Querprofil dess. II, 139.  
 „ geol. Structur dess. II, 121.  
 „ Neigungen in dems. II, 132.  
 Isogothermen der Alpen. I, 231. Taf. V.  
 „ Höhe ders. II, 220.  
 „ Tafel über dies. I, 261.  
 Italien, Veränderlichkeit d. Temp. II, 375.  
 Ivrea, Temp.-Beob. das. II. 358.  
  
 St. Jacob, Temp.-Beob. das. II, 338.  
 Jahresringe der Coniferen, Einfluss der Höhe  
 auf deren Dicke. I, 561.  
 Jaufen, Vegetat.-Grenze auf dems. I, 489. 499.  
 „ Umgebungen des. I, 513.  
 Jaufenhau, Vegetat.-Epoche das. I, 554.  
 St. Jean de Maurienne, Temp.-Beob. das.  
 II, 364.  
 „ Veränderlichkeit d. Temp. das. II, 377.  
 Jokul. I, 52.  
 Johannishütte auf der Pasterze. I, 53. Fig. 18.  
 „ Klima das. I, 368.  
 „ anhrakometrische Beob. daselbst.  
 I, 459.  
 „ psychrometrische das. I, 401. 402.  
 „ Vegetat.-Epochen das. I, 554.  
 Joints. II, 547.  
 Jungfrau, Pflanzen auf ders. II, 332.  
 Juniperus communis, höchster Stand. II, 47.  
 Juraformation in den Alpen. II, 118.  
 Justithal, Querprofil dess. II, 138.  
  
**K**äfer in den Alpen. II, 606.  
 Kämikopf. II, 549.  
 Kämme, Formen des Gletschereises. I, 155.  
 „ mechanische Einwirkung hoher Kämme  
 auf die Mischung der Luftmassen und die  
 Menge des Niederschlages. I, 398.  
 Kärnthen, Temp.-Beob. d. II, 333.  
 Kahr (Thalmulde). I, 41. 200.  
 Kahrwendelgebirge. II, 540. 556.  
 Kaiser, kleiner. II, 555.  
 Kaisergebirge, Bemerkungen über dessen phy-  
 sicalische Geographie. II, 554.  
 Kaisergebirge, Geologie dess. II, 557.  
 „ Pflanzen auf dems. II, 570.  
  
 Kaiserspitzen. II, 588.  
 Kaiserthal. II, 555.  
 Kalk, Zerklüftung und Porosität dess. I, 241.  
 Kalkalpen, nördliche, Fehlen d. Gletscher. I, 41.  
 „ Höhen in dens. I, 172.  
 „ Thäler ders. I, 214.  
 „ Temp. in dens. I, 327.  
 „ Veget.-Grenze in dens. I, 476.  
 „ Bayerische, Vegetation. II, 594.  
 „ Salzburger, Vegetation. II, 594.  
 Kalkgebirge, eigenthümliche Erscheinungen der  
 Quellen in dens. I, 243. 814.  
 Kalkglimmerschiefer in d. Tauern. I, 229.  
 Kamm und Gipfel, Verhältniss ders. I, 216.  
 Kanker (bei Partenkirchen), Temp. das. I, 202. 209.  
 Kankerbach. II, 534.  
 Kapellenwand, Marmor an ders. II, 538.  
 Karnische Alpen, Gletscher in dens. II, 505.  
 Karrenfelder in d. bayr. Alpen. II, 541.  
 Kartoffel, Grenze ders. I, 482.  
 Kastanien, Grenze ders. I, 488.  
 Katzenstein. II, 534.  
 Kegel von Eis. I, 153.  
 Kesselthäler. I, 200.  
 Kirschen, oberste Grenze ders. I, 476.  
 „ Temp. zum Reifen ders. I, 546.  
 Kitzbühel, Vegetat.-Epochen das. I, 551.  
 Klagenfurt, Höhenbest. I, 164.  
 „ Temp.-Beob. das. II, 333. 338.  
 342. 344.  
 Klammern der Thalengen. I, 299.  
 Klausen. I, 212.  
 Klima s. Klima.  
 Klinometer. II, 127.  
 Klüfte. II, 547.  
 Königssee, Firnmasse an dems. I, 43.  
 Körnerstructur des Eises. I, 3.  
 Kössenerschichten. II, 531.  
 Kofel. II, 540.  
 Kohlensäuregehalt der Atmosphäre. I, 455.  
 II, 592.  
 Kohlensäuregehalt in d. höh. Schichten d. II, 145.  
 „ Schwankungen ders. I, 461. 463.  
 „ „ an verschied. Tagen. I, 459.  
 „ in verschiedenen Höhen. I, 466. Taf. XI.  
 „ regelmässige Zunahme ders. mit der Höhe.  
 I, 462.  
 Kohlstattleite. II, 541.  
 Korallen in den bayr. Alpen. II, 534. 540.  
 Kramer-Berg, Geologie dess. II, 147. 551.  
 Kreideformation. II, 118.  
 „ in d. bayr. Alpen. II, 541.  
 Kremsmünster, Temp.-Beob. d. II, 312. 316. 328.  
 „ Temp.-Aender. d. II, 379. 380.  
 Kreuzjoch. II, 534.  
 Krün, Veget.-Epochen das. I, 551.

- Laberberg**, II, 538. 542.  
**Laberköpfl**, II, 540.  
**Längenspalten**, in den Gletschern. I, 97.  
**Längenthäler**, I, 208.  
**Lärche**, oberste Grenze ders. I, 478. 484. 490. 571.  
 „ Jahresringe, Wachstum ders. I, 565.  
**Lahnenrunst** (Lawinenzug). I, 32.  
**Lahnwiesgraben**, in Bayern, II, 533.  
**Langthaler Gletscher** im Gurglthal. I, 64. Fig. 25.  
**Laubbäume**, Verbreitung ders. I, 512.  
**Laubmoose** im obern Möltgebiet. I, 590.  
**Lauzüge**, I, 32.  
**Lawinen**, I, 31—35.  
**Lawinenmauern**, I, 31.  
**Leben**, kleinstes in den Alpen. II, 233.  
**Legföhre**, I, 478.  
**Lehen**, II, 546.  
**Leitergletscher**, I, 134. Fig. 54.  
 „ Endmoräne dess. I, 75. Fig. 29.  
 „ Firnmeer dess. I, 34. Fig. 11.  
 „ Firnschund dess. I, 98. Fig. 44.  
 „ Moränen dess. I, 75.  
 „ Perioden dess. I, 133.  
**Leiterthal**, Veget.-Grenze in dems. I, 481. 492.  
**Lengenfeld**, Veget.-Grenze das. I, 552.  
**Leoben**, Temp.-Beob. II, 338.  
**Lias**, oberer im Ammergau. II, 535.  
 „ unterer in d. bayr. Alpen. II, 530.  
**Liasgebilde** in d. Alpen. II, 118.  
**Licht**, Absorption dess. I, 435.  
 „ chemische Wirkungen dess. II, 440.  
 „ „ Beob. u. Bemerkungen über das. II, 481.  
**Lichtreiz**, Intensität dess. I, 512.  
**Lienz**, Klima dess. I, 365.  
 „ antrakometrische Beob. das. I, 459.  
 „ Veget.-Epochen das. I, 551.  
**Lignite**, II, 120.  
**Lima**, II, 533. 534. 535.  
**Lindau**, Temp.-Beob. das. II, 347.  
**Loisach**, Temp. ders. II, 202. 209.  
**Loisachthal**, Querprofil dess. II, 138. 543.  
**Lombardei**, Temp.-Beob. II, 586.  
**St. Lorenz**, Temp.-Beob. das. II, 338.  
**Losbrechen** der Lawinen. I, 31.  
**Lütschine**, Thal der schwarzen L., Querprofil. II, 138.  
**Luft**, Bestandtheile der atmosphär. I, 455.  
 „ im Eise, Analyse dess. I, 19.  
**Luftblasen** im Gletschereis. I, 16—21. Fig. 7.  
**Luftdruck**, I, 380.  
**Luftelectricität** in den Alpen. II, 590.  
**Luftströmungen**, locale in d. Gebirgen in Folge ungleicher Erwärmung. I, 393.  
**Lufttemperatur**, Bestimm. ders. aus barometr. Beob. II, 409.  
 „ im Schatten u. an der Sonne. I, 541.  
**Luftthermometer**, I, 454. Taf. X.  
**Luftwärme** in den Alpen. II, 583.  
**Lysthal**, Neigungen dess. II, 131.  
**Mäuse** in den A. II, 583.  
**Mailand**, hygromet. Beob. das. I, 406.  
 „ Veränderlichkeit d. Temp. das. II, 375. 377.  
**Mais**, obere Grenze dess. I, 480. 488. 571.  
**Marcellgletscher**, I, 76. Taf. III.  
 „ Thor an dems. I, 150. Fig. 59.  
 „ Oscillation dess. I, 126.  
**Marmolatta**, Gletscher an d. I, 143.  
**Marmor**, rother von Graswang u. Ettal. II, 538.  
**Matt**, Temp.-Beob. das. II, 352.  
**Matterjoch**, tägliche Temperatur-Aenderungen das. II, 288. 399.  
**Matschgletscher**, oberer. I, 65. Fig. 26.  
**Maukspitze**, II, 555.  
**Maurienne**, Alpen d. II, 54.  
**Maximumthermometer**, II, 271.  
**Melaphyr** in den Alpen. II, 118.  
**Meran**, Temperatur-Beobacht. das. II, 345.  
**Meteore**, optische. II, 472.  
**Meteorologische Beobachtungen** in den Alpen. I, 317. II, 271.  
**Mikroskopische Organismen** in den Alpen. II, 233.  
**Mittagslöcher** im Gletschereis. I, 154.  
**Möll**, Gerölle in dems. I, 297.  
 „ „ Geschwindigkeit ihres Laufes. I, 292.  
 „ „ Wassermenge am Ausflusse aus dem Gletscher. I, 276.  
**Möllgebiet**, Vegetations-Verhältnisse im obern Möllg. I, 584.  
**Möllthal**, I, 205.  
 „ geognostische Beschaffenheit d. I, 229.  
 „ Neigungen dess. II, 131.  
 „ Profil dess. I, 205. Fig. 65.  
**Molasse**, II, 119.  
**Molassegebirge**, Erscheinungen in d. I, 314.  
**Monatsisothermen**, I, 352.  
**Mont-Blanc**, Barometer-Beobacht. auf dessen grossem Plateau. II, 392.  
 „ Gletscher an dems. II, 496.  
 „ verschiedene Färbung d. II, 476.  
 „ Geologie dess. II, 112.  
 „ Pflanzen auf dems. II, 595.  
 „ tägliche Temperatur-Aenderungen. II, 284.  
 „ Umgebungen dess. II, 48.  
**Mont-Cervin**, Pflanzen auf dems. I, 388.  
**Monte-Rosa** und dessen Umgebungen. II, 24.  
 „ Gletscher an dems. II, 497.  
 „ Infusorien auf dems. II, 239. 252.

- Monte-Rosa, Kamm dess. II, 62.  
 „ geographische Lage dess. II, 63.  
 „ Höhenverhältnisse dess. II, 60.  
 „ Pflanzen auf dems. I, 588. II, 228. 597.  
 „ geologisches Profil dess. II, 112.  
 „ Profil der südlichen Abdachung gegen das  
 Lysthal. II, 161.  
 „ Structur dess. II, 149.  
 „ Temp.-Beob. in dessen Umgebungen.  
 II, 366. 371.  
 „ tägl. Temp.-Aend. in dessen Umgeb. II, 302.  
 „ antrakometrische Versuche an dems. II, 180.  
 Moose, Grenze ders. I, 590.  
 Moosberg. II, 557.  
 Moränen, Entstehung ders. I, 66.  
 Moränenblöcke, transportirte. I, 312. Fig. 71.  
 Moränenfetzen. I, 93.  
 Morgenwinde. I, 393.  
 Moutiers, Temper.-Beobachtungen das. II, 365.  
 München, Temp.-Beob. das. II, 350.  
 „ Vegetationsepochen das. I, 551.  
 „ Veränderlichkeit der Temper. das. II, 377. 378.  
 Muldenform in den Hochalpen. I, 199.  
 Murmelthiere. I, 519. II, 605.  
 Murren, Erdstürze. I, 313.  
 Muschelkalk in den bayer. Alpen. II, 530.  
 Nachttemperatur. I, 434.  
 „ relative Depression derselben in grösseren  
 Höhen. I, 364.  
 Nadelhölzer, s. Coniferen.  
 Nagelflue. II, 119.  
 Nagethiere. I, 519.  
 Nebel, Farben dess. I, 453.  
 Nebelbildung in den Alpen. I, 409.  
 Nebele-Alp. II, 542.  
 Neigung der Thäler. II, 108.  
 Neigungsverhältnisse, Methoden und Appa-  
 rate zu deren Beobachtung. II, 127.  
 Neocomien. II, 119. 122.  
 Neuenburger See. II, 577.  
 Nicolaithal, Querprofil dess. II, 138.  
 Niedergehen der Lawinen. I, 31.  
 Niederschlag, in den Alpen. II, 106.  
 „ allgem. Ursachen dess. I, 407.  
 „ atmosphärischer, dess. Einfluss auf die schein-  
 bare Veränderlichkeit der Temper. II, 309.  
 „ Temperaturbestimmung des atmosphärischen  
 N. II, 459.  
 Niederthal, Vegetationsgrenze in d. I, 481. 495.  
 Nizza, Veränderlichkeit der Temperatur. II, 375.  
 Nord-Europa, Veränderlichk. d. Temper. II, 375.  
 Norische Alpen, Gletscher in dens. II, 505.  
 Normalstationen der Temperatur-Beobacht.  
 in den Alpen. II, 309.  
 Norwegen, Gletscher. I, 52.  
 Nullpunkt am Thermometer, Bestimmung dess.  
 II, 272. 276.  
 Nummuliten. II, 119.  
 Oberfläche, Veränderung ders. durch Erosion.  
 I, 274.  
 Obir, Temperatur-Beobacht. das. II, 338. 343.  
 Obstbäume, Grenzen ders. I, 471.  
 Oestreich. II, 594.  
 „ unter der Ens, Vegetationsgrenzen das. I, 498.  
 Oetz, Gerölle in d. I, 297.  
 „ Geschwindigkeit ihres Laufs. I, 292.  
 „ Pegelstände d. I, 466. Taf. XI.  
 „ Wassermenge ders. am Ausfluss aus dem  
 Gletscherbach. I, 276.  
 Oetzthal. I, 201.  
 „ geognostische Beschaffenheit. I, 223.  
 „ Lawinen in d. I, 32. Fig. 10.  
 „ Neigungen d. II, 131.  
 „ Profil d. I, 202. Fig. 64.  
 „ Vegetationsepochen in d. I, 551.  
 „ Vegetationsgrenzen in d. I, 452. 492.  
 „ Wasserentleerungen in d. I, 301.  
 Oetzthaler Gruppe, Höhen. I, 184.  
 „ geognostische Beschaffenheit d. I, 221.  
 Oetzthalgletscher. I, 58. II, 504.  
 „ Karte dess. I, 600.  
 „ Oscillationen d. I, 126. 138.  
 „ Dimensionen d. I, 59.  
 „ Firnmeer d. I, 38. Fig. 13.  
 Ofen, im Engadin II, 582.  
 Ofenberg. II, 552.  
 Ogiven. I, 78. 82—85. Fig. 35.  
 „ Vertheilung und Form ders. auf einzelnen  
 Zuflüssen. I, 83.  
 „ regelmässige Form ders. auf einem einfachen  
 Gletscher. I, 84.  
 „ allmälige Vereinigung d. I, 85.  
 Ombrometer, Beob. mit dems. I, 413.  
 „ Einfluss seiner Erhebung über den Boden. I, 416.  
 Optische Erscheinungen in der Atmosphäre.  
 I, 426.  
 Orbitulitensandstein in d. bayr. Alpen. II, 541.  
 Orographie der Alpen. II, 104.  
 Orte, höchste bewohnte. II, 581.  
 Orthoklas am Monte-Rosa. II, 150.  
 Ortles, Gletscher in dess. Umgebung. II, 504.  
 Ostalpen, Temp. in dens. I, 326.  
 Ozongehalt der Atmosphäre. II, 591.  
 Padua, Temp.-Beob. das. II, 312. 314. 328.  
 „ Veränderlichkeit d. Temp. das. II, 375.  
 Pässe in den Alpen. II, 110.  
 Partnach, Temp. daselbst. II, 202. 209.  
 Passeier-Thal, Veget.-Grenzen in d. I, 489. 497.  
 Passeier Wildsee. I, 307.

- Pasterzengletscher. I, 52. Taf. II. II, 500.  
 „ Abnahme. I, 155.  
 „ Bewegung. I, 104.  
 „ Dimensionen I, 54.  
 „ Firmmeer I, 37.  
 „ Infiltrationsversuch in d. I, 15.  
 „ Karte. I, 600.  
 „ Längenprofil d. I, 55. Fig. 19.  
 „ Moränengruppe auf d. I, 71. Fig. 28.  
 „ Oscillationen. I, 127.  
 „ Querprofile d. I, 56. Fig. 20.  
 „ blaue Bänder an d. I, 78.  
 „ Senkung d. gegen d. See am grünen Thor.  
 I, 62. Fig. 23.  
 Spalten in d. I, 37. Fig. 12. 99. Fig. 45.  
 Pegelstände. I, 466. Taf. XI.  
 Peissenberg, hygrometr. Beob. I, 406. 544.  
 „ Temp.-Aenderungen. II, 306. 378. 379.  
 Pelvoux-Gruppe, Gletscher in d. II, 495.  
 Penninische Alpen, desgl. II, 496.  
 St. Peter, Temp.-Beob. das. II, 338.  
 Pfandelbach, Wassermenge d. I, 276.  
 Pflanzen, Antheil ders. an d. Bodentemp. I, 543.  
 „ an der Jungfrau. II, 322.  
 „ im Kaisergebirge. II, 573.  
 „ am Mont-Cervin. I, 388.  
 „ am Monte-Rosa. I, 588. II, 228.  
 „ an der Vincenthütte. II, 227.  
 „ an der Zugspitze. II, 227.  
 „ periodische Erscheinungen in deren Ent-  
 wicklung. II, 601.  
 Pflanzengeographie. I, 469.  
 Pflanzengrenzen, s. Veget.-Grenzen.  
 Pflanzliches Leben, oberste Grenze dess. in  
 den Hochalpen. I, 517.  
 Pflaume, Grenze ders. I, 480. 488.  
 Pfossenthal, Brücke in dems. I, 299. Fig. 68  
 Phanerogamen, letzte isolirte. I, 486.  
 „ über d. Schneelinie. II, 226.  
 „ im obern Möllgebiet. I, 588.  
 „ obere Grenze. II, 594.  
 Phosphorescenz der Schneeflächen. II, 479.  
 Photometrische Versuche auf chemischem  
 Wege. II, 481.  
 Physicalische Untersuchungen. II, 103.  
 Piemont, Quelltemp. das. II, 221.  
 „ Temp.-Beob. das. II, 358.  
 Pikrolith, am Monte-Rosa. II, 154.  
 Pilzartige Formen des Gletschereises. I, 153.  
 Pinus Abies s. Fichte.  
 „ Cembra s. Zirbel.  
 „ Larix s. Lärche.  
 Pinus-Arten, oberste Grenze. II, 594.  
 Piz-Linard, Pflanzen auf dems. I, 588.  
 Pizzo-Bianco, Profil dess. II, 159.  
 Plasticität des Gletschereises. I, 122.  
 Plateiberg. I, 225.  
 Plattl, am P., Veget.-Epochen das. I, 553.  
 Poebene. II, 578.  
 Polarländer, Temp. das. I, 377.  
 Porphyr, rother in den Alpen. II, 118.  
 Porrhometer, Prismenporrhometer, Mess-  
 instrument mit constanten Winkeln. I, 49. 454.  
 Taf. X.  
 Psychrometer. I, 398.  
 „ Beob. mit dems. II, 446.  
 Pusterthal. I, 201.  
 Pyrrheliometer. I, 426. 454. Taf. X.  
 Quarazzathal. II, 168.  
 „ Querprofil dess. II, 138.  
 Quellen, Bildung ders. I, 234. 236.  
 „ Höhengrenze ders. I, 242. 258.  
 Quellentemperatur. I, 264. II, 212. 586.  
 „ Methode sie zu beobachten. I, 244.  
 „ Beob. im Kaisergebirge. II, 569.  
 Quellwasser, schnelle Erwärmung d. I, 230.  
 Querspalten im Gletschereis. I, 96.  
 Querthäler. I, 201.  
 „ secundäre. I, 213.  
 Rachern, anthrakometrische Beobachtungen das.  
 I, 460.  
 Rachern, psychometrische desgl. I, 401.  
 Radsberg, Temp.-Beob. d. II, 344.  
 Rainthal, Geognosie dess. II, 551.  
 „ Querprofil dess. II, 138.  
 „ Veget.-Grenze in dems. I, 476. 479.  
 Randspalten in den Gletschern I, 96.  
 Rappenkopf. II, 542.  
 Rauchen der Berge. I, 29.  
 Regen, in Bezug auf die Vegetation. I, 544.  
 „ Geschwindigkeit seines Falles II, 468.  
 „ Temp. dess. II, 459.  
 „ Vertheil. dess. in d. Alpen. I, 466. Taf. XI.  
 Regenmenge in d. Alpen. I, 413. II, 107.  
 „ Abnahme dess. mit d. Erhebung. I, 417.  
 „ Einfluss d. Gebirge auf dies. I, 412.  
 „ Vertheil. ders. nach der Höhe. I, 415.  
 Regentropfen, Bemerkung über ihre gegensei-  
 tige Entfernung. II, 467.  
 Regenverhältnisse in d. Alpen. I, 411.  
 Regensburg, Veränderlichkeit d. Temper. das.  
 II, 377. 378.  
 Regionen der Alpen. I, 521.  
 Reifbildung in der Nacht. I, 408.  
 Rhätische Alpen, Gletscher in d. II, 503.  
 Rhein, Gefälle dess. I, 294.  
 „ Pegelstände dess. I, 466. Taf. XI.  
 Rhododendron, Jahresringe dess. I, 581.  
 Rhône, Wassertemp. ders. I, 290.  
 „ Gerölle in ders. I, 297.

- Rienzthal, I, 210.  
 „ Veget.-Grenze in dems. I, 488. 496.  
 Roggen, Grenze dess. I, 482. 488.  
 „ Temp. zum Reifen dess. I, 546.  
 Roll-Lawinen. I, 33.  
 Romanchethal, Querprofil dess. II, 139.  
 „ geolog. Structur dess. II, 114.  
 Roseometer. I, 398.  
 Rothtanne s. Fichte.  
 Rutschtheorie zur Erklärung der Gletscherbewegung. I, 121.  
 Saas-Tammatten, Temp.-Beob. das. II, 357.  
 Sagritz, Temp.-Beob. II, 338. 342. 344.  
 „ psychometr. Beob. das. I, 400.  
 „ Veget.-Epochen das. I, 552.  
 Salmshütte, Veget.-Epochen das. I, 554.  
 Salzburg, desgl. I, 551.  
 Salzburger Alpen, Veget.-Grenze in dens. I, 498. II, 594.  
 Salzkammergut, Gletscher das. II, 507.  
 Sand, Bild. d. durch Abreihen v. Felsen. I, 312.  
 Sandstein in den bayr. Alpen. II, 531.  
 „ Wiener. II, 119.  
 Saone, Gerölle ders. II, 290.  
 Sauerstoffgehalt d. Atmosphäre. I, 455.  
 Savoiën, Quelltemp. II, 221.  
 „ Temp.-Beob. das. II, 364.  
 Scaglia (Kreide) II, 119.  
 Scaletta-Gebirge, Gletscher in dems. II, 503.  
 Scessa-Plana, tägl. Temp.-Änderungen das. II, 287.  
 Schäffelberg, Marmor aus dems. II, 538.  
 Schallige Bildung der Gesteine. II, 170.  
 Schatten in der Atmosphäre. I, 409.  
 Scheffauerspitze. II, 554.  
 Schiefer am Monte-Rosa. II, 152.  
 Schieferung, transversale. II, 547.  
 Schlaglawinen. I, 31.  
 Schlammströme. I, 313.  
 Schmetterlinge. II, 606.  
 Schmutzbänder im Gletschereis. I, 92.  
 Schmutzlager der Gletscher, Entstehung ders. I, 93. Fig. 40.  
 Schnalserbach, Wassermenge dess. I, 276.  
 Schnee, Schmelzbarkeit des alten und neuen. I, 30.  
 „ Gleiten dess. I, 120.  
 Schneedruck. I, 120.  
 Schneefälle, extreme. I, 531.  
 „ im Frühling beim Wehen des Föhn. I, 415.  
 „ rasche Zunahme ders. an den höhern Stationen. I, 415. 432.  
 Schneeflächen, relative Helligkeit ders. II, 475.  
 Schneegänge im Firn. I, 40.  
 Schneegrenze. II, 594.  
 Schneegrenze, monatliche. I, 357. 366.  
 Schneelinie. I, 486. 506. 515. 571.  
 Schneemassen, ihr Einfluss auf Temp. I, 366.  
 Schneerädchen. I, 33.  
 Schnecken in den A. II, 606.  
 Schönau, Veget.-Epochen das. I, 553.  
 Schutthalden, I, 313.  
 „ Neigung ders. II, 136. 147.  
 Schuttkegel. I, 136. 155.  
 Schuttmassen, Bewegung grösserer. I, 312.  
 Schwarzwaldgletscher am Grindelwald. I, 119.  
 Schwefeläther-Hygrometer, Döbereiners. I, 399.  
 Schweiz, Höhen in der östlichen Schweiz. II, 14.  
 „ Temp.-Beob. das. II, 352.  
 „ Veget.-Grenze in der nördl. Schweiz. I, 499. II, 594.  
 Schweizer Alpen, Gletscher in dens. II, 502.  
 Sedimentaire Formationen. II, 116.  
 Seenreichtum der Alpen. II, 107.  
 Seitengletscher, I, 51.  
 Selvretta-Gebirge, Gletscher in dems. II, 103.  
 Serneilhes. I, 52.  
 Serpentin am Monte-Rosa. II, 153.  
 „ in den Tauern. I, 231.  
 Servières, Querprofil des Thales. II, 139.  
 Sesia-Thal, Querprofil. II, 139.  
 Sewerkalk. II, 119.  
 Sichtbarkeit, Grenzen ders. I, 437.  
 Siedepunkt, Bestimmung dess. II, 7.  
 Snybräen. I, 52.  
 Sölden, Veget.-Epochen das. I, 553.  
 Soile-Alpe. II, 542.  
 Soll, II, 555.  
 Sörg, Temp.-Beob. das. II, 138.  
 Sonnenberg, Marmor auf dems. II, 538. 542.  
 Spalten des Firnes. I, 37.  
 „ Bildung und Verbreitung ders. I, 95.  
 „ Schliessen ders. I, 98.  
 „ Unterschied ihrer Entstehung von der der Bänder. I, 96.  
 Spaltennetz im Gletschereis. I, 5. Fig. 3.  
 Spitzbergen, Gletscher das. I, 52.  
 Stadtberg. II, 555.  
 Stäuben der Berge. I, 29.  
 Staublawinen. I, 31.  
 Stegreif. II, 531.  
 Steiermark, Veget.-Grenzen ders. I, 498. II, 594.  
 Steinböcke in den Alpen. I, 519. II, 605.  
 Steinernes Meer, Firnhöhle in dems. I, 10.  
 Steinkohlenformation in d. Alpen. II, 117.  
 Steinmoränen, Entstehung ders. I, 68.  
 Stickstoffgehalt der Atmosphäre. I, 455.  
 Stiegen im Kaisergebirge. II, 551.  
 Stockgletscher. I, 76. Taf. III.  
 Stollenberg. II, 168.

- Sträucher, Dicke ihrer Jahresringe. I, 580.  
 Strahlstein am Monte-Rosa. II, 185.  
 Strahlungsvermögen, relatives verschiedener Körper. I, 435.  
 Strauchregion, I, 478. 484. 490. 491. 515. 571. II, 594.  
 Stripsenjoch im Kaisergebirge. II, 554. 555.  
 Stufen, ebendas. II, 556.  
 Suoggi-Schnee. I, 120.  
 Suspension, ihr Einfluss auf Erosion. I, 296.  
**T**äuschungen, optische, durch veränderte Durchsichtigkeit der Atmosphäre. I, 437.  
 Tageszeit, Einfluss ders. auf barometr. Höhenmessungen. II, 399.  
 Talk in den Tauern. I, 230.  
 Tanne, Grenze ders. I, 490. 571.  
 Tarentaise. II, 54.  
 Tauern, Bodentemp. in dens. I, 249. 255.  
   „ geogn. Beschaffenheit ders. I, 228.  
   „ Gletscher in dens. II, 505.  
   „ Höhen in dens. I, 177.  
   „ im obern Möllgebiet. I, 228.  
 Tegel. II, 545.  
 Temperatur, Abnahme ders. mit d. Höhe. II, 204.  
   „ Schnelligkeit dieser Abnahme in der tägl. Periode. II, 294.  
   „ tägl. Aenderungen ders. in den höhern Alpenthälern. II, 271.  
   „ Unterschied ders. in der Höhe und Tiefe. II, 288.  
   „ tägl. Gang ders. I, 363.  
   „ der Luft im Schatten und an der Sonne. I, 541.  
   „ des Jahres. I, 319.  
   „ der Monate. I, 346.  
   „ des Tages. II, 310. 324.  
   „ Veränderungen, tägl. II, 309.  
   „ nach der Höhe. I, 357.  
   „ Veränderlichkeit der absoluten und mittleren. II, 373. II, 585.  
   „ Vertheilung ders. in d. Alpen. I, 319.  
 Temperaturtafeln. I, 321.  
 Tertiärformation. II, 119.  
 Tessiner Alpen. II, 165.  
 Thäler, Einfluss ihrer Richtung auf die Veget.-Grenzen. I, 504.  
   „ Längenprofil ders. II, 132.  
   „ Neigungsverhältnisse. II, 130.  
   „ Querprofil ders. II, 133.  
   „ Ursachen ihrer Bildung. I, 198. 219.  
 Thalbecken, Klima in dens. I, 346.  
   „ Einfluss ders. auf den Lauf der Wassermassen. I, 302.  
 Thalbildung in den Alpen. I, 198. II, 107.  
 Thalpforten. I, 212.  
 Thalstationen, Anomalien d. Kohlensäuregehalts in dens. I, 463.  
 Thauen, regelmässiges auf der Gletscheroberfläche. I, 407.  
 Thaubildung. I, 407.  
 Thermobarometer. I, 382.  
   „ dessen Anwendung zum Höhenmessen. I, 164. II, 6  
 Thermometer, Differenz des besonnten und beschatteten. I, 429.  
   „ mit geschwärtzter Kugel. I, 432.  
   „ Bestimmung des Nullpunktes an dems. II, 272.  
 Thermometrograph. II, 271.  
 Theodulpass, tägl. Temp.-Aenderungen an dems. II, 282. 299.  
 Thierberg. II, 168.  
 Thierisches Leben, oberste Grenze dess. in den Hochalpen. I, 518. II, 604.  
 Thor, grosses, im Kaisergebirge. II, 555.  
   „ im grünen Thor, See an d. Pasterze. I, 302.  
 Tieffirn. I, 42.  
   „ im Kaisergebirge. II, 572.  
 Timbls, Umgebungen. I, 258.  
 Timblspass, Veget.-Grenze dess. I, 489. 497.  
 Tirol, Temp.-Beob. das. II, 345.  
   „ nordöstl., Veget.-Grenze das. I, 500.  
 Tiroler Alpen, Gletscher in dens. II, 504.  
   „ Vegetation. II, 594. 595.  
 Tische auf den Gletschern. I, 152. 156.  
 Törbel, Temp.-Beob. II, 356.  
 Tolmezzo, grosse Regenmenge. I, 413.  
 Treffauerspizze, Treffauerkaiser. II, 554. 557.  
 Triasformation in d. Alpen. II, 118.  
 Trockenheit, Beob. der grössten. I, 409.  
 Truelles, Eisrinnen. I, 70.  
 Turbo. II, 542.  
 Turin, tägl. Temper.-Aender. das. II, 282.  
   „ Veränderlichkeit der Temp. das. II, 375.  
 Turlo, Profil dess. II, 159.  
 Turriliten-Etage. II, 119.  
 Twisted veins. I, 94.  
**U**ebergangsformation in d. Alpen. II, 117.  
 Ueberschwemmungen in d. Alpen. I, 307.  
 Umhausen, Veget.-Epochen das. I, 552.  
 Ungarisches Tiefland. II, 578.  
 Unteraargletscher, Mittelmoräne das. II, 147.  
 Urbachsattel. II, 115.  
**V**accinium, Jahresringe dess. I, 581.  
 Val Dobbia, Temp.-Beob. II, 362.  
 Val Tournanche, Neigung. II, 131.  
 Vedretta de Marioletta. I, 52.  
   „ Gletscher an dems. I, 44. Fig. 16.  
 Vegetation, Einfluss ders. auf die Bildung der

- Erde u. Festhalten ders. an steilen Abhängen. I, 311.
- Vegetation, Einfluss climatischer Verhältnisse auf dies. I, 540.
- „ locale Einflüsse auf dies. I, 544.
- „ Einfluss d. Feuchtigkeit auf dies. I, 544.
- „ periodische Erscheinungen ders. I, 524.
- „ Erwachen ders. I, 531.
- „ wichtigsten Abstufungen ders. I, 521.
- Vegetationsentwicklung, Verzögerung ders. mit der Höhe. I, 528.
- Vegetationsepochen, mittlerer Eintritt von 1000 zu 1000'. I, 529.
- „ Differenz ders. I, 537.
- Vegetationsgrenzen. I, 469. II, 592.
- „ Methode sie zu untersuchen. I, 469.
- „ Uebersicht der vorzüglichsten in verschiedenen Alpengruppen. I, 498.
- „ ihr Verhältniss zu d. Jahresisothermen. I, 506.
- „ ihr Zusammenhang mit climatischen Verhältnissen und der Bodengestaltung. I, 502.
- Vegetationsverhältnisse. II, 592.
- „ oberhalb d. Schneelinie. II, 226.
- Vegetationszeit, Dauer ders. I, 533.
- Venediger, Gletscher an dems. I, 505.
- Venetianer Alpen, Vegetation. II, 595.
- Vent, Temp.-Beob. das. II, 346.
- „ Uebersicht des Beckens. I, 304. Fig. 69.
- „ Veget.-Epochen. I, 554.
- Venterthal. I, 304. Taf. VI.
- Veränderlichkeit d. Temp., absolute und mittlere. II, 373.
- Vermontgletscher. I, 61. Fig. 22.
- Vernagt, gebogene Bänder an dessen Rande. I, 95. Fig. 42.
- „ Oscillation dess. I, 127. Fig. 52.
- „ zerklüftete Stelle an dems. I, 98. Fig. 43.
- Vernagtgletscher, I, 14. Fig. 6. I, 60.
- „ Bänder am nördl. Ende dess. I, 91. Fig. 39.
- „ Bewegung dess. I, 108.
- „ Durchschnitt dess. I, 60. Fig. 21.
- „ Ende dess. gegen den See. I, 142. Fig. 85.
- „ Infiltrationsversuche an dems. I, 14.
- „ linke Seite dess. I, 128. Fig. 53.
- „ Ogiven dess. I, 85. Fig. 35.
- „ Oscillationen dess. I, 127. 138.
- Vernagtsee. I, 301.
- Veroneser Alpen, Veget.-Grenzen in dens. I, 501. II, 598.
- Versteinerungen in den Alpen. II, 116.
- „ in d. bayr. Alpen. II, 519. 532.
- „ im Kaisergebirge. II, 558
- Vevay, Temp.-Beob. das. II, 352.
- Verwitterung, I, 307.
- Vierwaldstädter See, geol. Structur seiner Umgebungen. II, 120.
- Verwerfungsspalten. II, 546.
- Vincenthütte, barometr. Beob. auf ders. II, 383.
- „ Pflanzen in deren Umgebung. II, 227.
- „ Temp.-Beob. auf ders. II, 369.
- „ tägl. Temp.-Aenderg. das. II, 277.
- „ Tabelle über dies. II, 278.
- Vispachthal, Neigungen in dems. II, 131.
- „ Profil dss. II, 156.
- „ Schutthalden in dems. II, 147.
- Vögel, Verbreitung ders. in d. Alpen. I, 519. II, 604. 606.
- Vogelkirsche, oberste Grenze ders. I, 477. 480. 488.
- Vorararlberg. Gletscher. II, 505.
- Vorberge am Rande der Alpen. II, 134.
- Vorrücken der Gletscher, historische Nachrichten über d. I, 144.
- Wachholder, Jahresringe d. I, 581.
- Wachsenstein, Versteinerungen in d. II, 534.
- Wärmeabnahme nach Osten. I, 334.
- „ mittlere Erhebung für 1°. I, 339.
- „ unter 3000'. I, 332.
- „ über 3000'. I, 336.
- „ Bedingungen d. 331.
- Wärmebeobachtungen auf den höchsten Punkten der Alpen. II, 416.
- Wärmetransmission. I, 426.
- Wallis, Quellentemp. das. II, 221.
- „ Vegetation II, 595.
- Wallnuss, in den Alpen. I, 480. 488. 506. 512.
- Wamberg. II, 534.
- Wärme, Abnahme mit der Höhe. II, 583. 584.
- Wasser, Menge u. Vertheilung d. in den A. I, 275.
- „ desgl. in den Gletschern. I, 147.
- „ Temp. d. I, 279.
- „ Vertheil. u. Masse d. in d. Alpen. I, 275.
- Wassereis, Formen d. I, 3.
- Wasserfälle, Electricität an d. II, 591.
- Wassermenge, Bestimmung dess. in Haufenwolken. II, 446.
- Wasserstuben. I, 148.
- Weidachlahne, Lias in d. II, 536.
- Weiden, Jahresringe d. I, 582.
- Weinbau, Grenze d. I, 488. 506.
- Weissbachgletscher im Fuschthal, Bewegung dess. I, 118.
- Weissthor, Temper. auf d. II, 371.
- Weissthorpass. II, 110.
- Weizen, Grenze d. I, 482.
- Wellen, atmosphärische. II, 393.
- Wesberg. II, 554.
- Westalpen, Höhen in d. II, 1.
- „ Vegetation. II, 595.
- Wetterstein, geognost. Beschaffenheit d. II, 519. 535. 548.

- Wettersteinzug. II, 556.  
 Wetzsteinbrüche bei Unterammergau. II, 147.  
 Wilder Kaiser, s. Kaisergebirge.  
 Winde. I, 393. II, 589.  
   "  Wirbel an Wänden. I, 395.  
   "  Geschwindigkeit d. I, 395.  
   "  Stärke d. I, 394.  
 Windlawinen. I, 31.  
 Winklern, Vegetationsepochen d. I, 551.  
 Wohnungen der Menschen in den Alpen. I,  
 476. 482. 488. 515.  
 Wolken, Bewegung u. Richtung d. II, 458.  
   "  Dicke d. I, 410.  
   "  Höhe d. I, 409. II, 453.  
   "  höchste, nach A. v. Humboldt. I, 411.  
   "  parasytische. I, 411.  
   "  Wassergehalt d. II, 446.  
 Wolkenbildung. I, 407.  
 Wolkenfarben. I, 452.  
 Wolkenformen. Beobachtungen über die Grösse  
 und Höhe einiger Wolken. I, 409.  
 Zeppkaiser. II, 554.  
 Zerklüftung, transversale. II, 547.  
 Zermatt, Profil d. II, 160.  
 Zirbel, Zirbelkiefer, Grenze d. I, 478. 484. 490. 494.  
   "  Wachstum u. Jahresringe d. I, 578.  
 Zirmeskopf. II, 549.  
 Zuflüsse der Gletscher. I, 66.  
 Zugspitze, Firnlager an d. I, 42. Fig. 15.  
   "  Geognosie d. II, 519. 548.  
   "  Höhen um d. II, 86. 555.  
   "  Neigung d. II, 140.  
   "  Pflanzen auf d. II, 227.  
 Zwergkiefer, Jahresringe d. I, 581.

### Verbesserungen.

- Seite 23 Zeile 1 von unten lies 13160 statt 3160.  
   "  89  "  1 u. 2  "  "  "  REINDL  "  STEINDL.  
   "  96  "  9  "  "  "  "  Anmerk. zu 209 statt Anmerk. zu 207.  
   "  107  "  3  "  oben  "  dieselbe statt derselbe.  
   "  115  "  3  "  unten  "  Seite 186  "  Seite 180.  
   "  135  "  18  "  "  "  schalte vor „je“ „und“ ein.  
   "  210  "  13  "  oben  lies die statt der.  
   "  237  "  10  "  "  "  fällt „Chrysanthemum alpinum“ weg.  
   "  332  "  3  "  "  "  lies 9734 „ 7581.  
   "  480  "  6  "  unten  "  DRAPER statt DROPER.  
   "  490  "  3  "  "  "  "  „breiten“ statt hellen.  
   "  493  "  6  "  oben  "  Zahl und statt Zahl der.

Im Verlage von **Joh. Ambr. Barth** in Leipzig erschien im Jahre 1850 und ist durch alle soliden Buchhandlungen Deutschlands und des Auslandes zu beziehen:

UNTERSUCHUNGEN  
ÜBER DIE  
PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE  
DER  
ALPEN

IN IHREN BEZIEHUNGEN ZU DEN PHÄNOMENEN DER GLETSCHER, ZUR GEOLOGIE,  
METEOROLOGIE UND PFLANZENGEOGRAPHIE

VON

HERMANN SCHLAGINTWEIT UND ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

Mit 71 im Texte befindlichen Holzschnitten, 7 in Farben gedruckten, 9 schwarzen lithographirten Tafeln und 2 in Farben gedruckten Karten in Folio.

**Imperial 8. 40 Bogen. Preis eines Exemplars cartonnirt 12 Thlr. Preuss. Courant.**

---

Es reiht sich dieses Werk, das Resultat mehrjähriger selbständiger Forschungen und der Vorläufer der vorliegenden „Neuen Untersuchungen“, den trefflichen Arbeiten von SAUSSURE, L. VON BUCH, AGASSIZ, WAHLENBERG, FORBES, STUDER und Anderen an und trägt durch die neuen vergleichenden Gesichtspunkte der Darstellung und die Vielseitigkeit des Materials, das es enthält, sehr wesentlich zur Erweiterung der wissenschaftlichen Kenntniss des eben so wichtigen als interessanten Alpengebietes bei.

Je grösser der Kreis derer ist, welche gerade in unserer Zeit die Naturwissenschaften mit Vorliebe pflegen, desto nachdrücklicher darf dieses Werk, welches sich der besondern Gunst eines ALEXANDER VON HUMBOLDT, dem es gewidmet ist, und anderer ausgezeichneten Männer erfreut, allen öffentlichen, Instituts- und Vereinsbibliotheken, wie allen Privatsammlern, deren Studienkreis seinen Inhalt irgend berührt, empfohlen werden.

In typographischer wie in artistischer Ausstattung kann es sich den besten Erzeugnissen des In- und Auslandes zur Seite stellen.

Leipzig, im Juni 1854.

**Joh. Ambr. Barth**  
Verlagsbuchhandlung.





In gleichem Verlage ist erschienen :

**GEOLOGIE**  
DER  
**INSEL MÖEN**  
EINE UNTERSUCHUNG ÜBER DIE UMWÄLZUNGEN DER KREIDE UND  
DER GLACIALBILDUNG

SOWIE ÜBER DIE  
QUATERNÄREN ABLAGERUNGEN UND DIE ERRATISCHEN BLÖCKE

VON

**CHRISTOPHER PUGGAARD,**

DOCTOR DER PHILOSOPHIE, MITGLIED DER SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Mit 13 Tafeln und vielen Holzschnitten.

Preis 1 Thlr. 15 Ngr.

---

DIE  
**A L P E N.**

VON

**BERNHARD COTTA.**

Nebst einem Stahlstich, fünf lithographirten Tafeln in Farbendruck und zahlreichen Holzschnitten.

*Zweite Ausgabe.*

Preis 2 Thlr.

**LEIPZIG.**

**T. O. WEIGEL.**