

X.

Ueber die Regenverhältnisse der Alpen.

Von Dr. Hermann Schlagintweit.

(Auszug aus „Poggendorff's Annalen“, Bd. LXXVIII, pag. 145.)

Es ist zuerst die Menge und Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge in den Alpen im Allgemeinen, und dann der Einfluss der verticalen Erhebung auf die zu erhaltende Regenmenge zu betrachten. Das Erste, was bei Beobachtung der Wirkung der Alpen auf die Regenverhältnisse auffällt, ist, dass innerhalb der Alpen und in der Nähe derselben die Regenmenge bedeutend zunimmt, wovon gerade die Massenhaftigkeit des Gebirges die Ursache sein dürfte. Feuchte und warme Winde, wenn sie mit ausgedehnten Gebirgsmassen in Berührung kommen, verlieren ihren Wassergehalt viel rascher und reichlicher; einen Beleg dafür bietet ausser Dampier's ¹⁾ und Hutton's ²⁾ Untersuchungen über diesen Gegenstand die Thatsache, dass die Regenmenge in Ober-Italien mit der Entfernung vom Meere zunimmt, obschon fast in allen übrigen Gegenden das Umgekehrte stattfindet; weil gerade in dieser Richtung die Mächtigkeit der Alpen so schnell zunimmt.

Dass die Alpen zu den Regionen der reichsten Niederschläge in Europa gehören, zeigt sich aus nachstehender, aus Berghaus physikalischem Atlas entlehnter Tabelle.

Ort der Beobachtung:	Procentische Vertheilung				
	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Südabhang der Alpen	54'' 3'''	20	22	26	32
Nordseite der Alpen	33'' 11'''	19	20	35	26
Westabhang der Alpen	44'' 3'''	20	24	16	40
Mittel	40'' 0'''				
Südliches Deutschland	25'' 0'''	18	21	37	24
Nord- und Mittelddeutschland	19'' 11'''	20	23	37	20
Britische Inseln, Ebene	23'' 0'''	23	20	27	30
Britische Inseln, Bergland	38'' 10'''	26	19	25	30

¹⁾ *Traité des vents* p, 73, 77.

²⁾ *Edinburgh Transactions* I.

Der extremste Punct, der noch in das Gebiet der Alpen fällt, ist Tolmezzo; seine Regenmenge $70'' 0.5'''$ betragend, wird in Europa nur von Coimbra in Portugal, $111'' 6.5'''$, und Bergen in Norwegen $83.20''$ übertroffen; beide Puncte sind aber ebenfalls dem Einflusse mächtiger Gebirge ausgesetzt.

Aus obenstehender Tabelle ergibt sich, insbesondere in Bezug auf die Vertheilung in den drei unterschiedenen Alpengruppen, dass im westlichen Theile die Herbstregen vorherrschen, wie letztere auch besonders im westlichen Frankreich und England vertreten sind; die Südabfälle der Alpen haben wegen der aus den Wüsten Afrika's kommenden trockenen Luftströme ebenfalls wenig Sommerregen; allen gemeinschaftlich ist die grosse jährliche Menge.

Diese letztere ist, wie schon bemerkt wurde, durch die grosse Masse des Gebirgsstockes selbst bedingt, doch wirkt dieser nicht, wie man glauben könnte, als Kälteresevoir, in welchem die Dämpfe der darüber streichenden Winde gefällt werden, denn in der Ebene nimmt die Temperatur bei grösserer Erhebung in noch stärkerem Masse ab, als an Gebirgen. Die Erscheinung dürfte sich folgendermassen erklären lassen: Der mit Dämpfen beladene Südwestwind wird, wenn er die ruhenden Schichten atmosphärischer Luft über der Ebene trifft, dieselben mechanisch mit sich fortreissen, und erst bei längerer Dauer oder grösserer Temperatursverschiedenheit wird ein Niederschlag erfolgen. Wo aber der Strom die sich mauerähnlich entgegenstellenden Kämme der Alpen trifft, wird wegen des festen Widerstandes, wegen der Reihe von Erhebungen, welche er zu durchlaufen hat, die Vermischung ungleich warmer Luftmassen schneller vor sich gehen, und den Niederschlag bewirken.

Eine merkwürdige locale Erscheinung sind die heftigen Schneefälle im Frühling bei Eintritt des warmen Südwestwindes (Föhn's). Am stärksten am Südabhang, sind sie bei fortwährender Abnahme noch am Nordrande bemerkbar. Sie bewirken, dass in den südlichen innern Alpenthälern die Vegetation oft später im Jahre beginnt, als in den nördlichen.

Die Art der Vertheilung des Regens innerhalb der einzelnen Jahreszeiten ist Ursache, dass die gute Ernte der nördlichen inneren Alpenthäler von trockenen, die der südlichen von nassen Jahren, natürlich nicht im Sinne der Extreme abhängt. Denn die Epochen der grösseren Regenmenge fallen im südlichen Theile in den Frühling und Herbst, welche für die Vegetation der Cerealien ohne Bedeutung sind; die Sommerregen machen im südlichen Abhang der Alpen nur 27, im westlichen sogar nur 16, im nördlichen aber 35, in Deutschland 37 Procent der jährlichen Menge aus.

Was den Einfluss der verticalen Erhebung innerhalb der Alpen auf die Regenmenge betrifft, so ergibt sich als Resultat der hierüber angestellten Beobachtungen, dass in ansteigender Höhe bis 5000 Pariser Fuss keine Abnahme stattfindet; im Gegentheile manchmal eine grössere Menge, als

in den angränzenden Ebenen zu bemerken ist, welche durch die innigere Mischung der Luftmassen bei der Nähe fester Gegenstände, durch die geringere Höhe vieler Regenwolken, endlich durch die grossen subalpinischen Wälder bedingt ist, welche bis hieher sich erstrecken. Zwischen 5000 und 6000 Schuh und weiter aufwärts nimmt aber die Menge allmählig ab. Die Ursache davon scheint hauptsächlich darin zu liegen, dass die ursprünglich vorhandene Atmosphäre wegen der niedrigeren Temperatur weniger Wasser enthält, als in den tiefern Regionen.

Diese Verhältnisse wurden auch durch gleichzeitige, während eines sehr allgemeinen Regens in verschiedenen Höhen angestellte Beobachtungen bestätigt. Die Verhältnisse für die einzelnen Orte waren folgende:

Lienz	=	1	(2311 Par. Fuss Höhe)
Heiligenblut	=	1.08	(4004 " " ")
Johannishütte	=	0.71	(7581 " " ")

Die Differenz für die zwei ersten Punkte ist unmerklich, die für Heiligenblut und die Johanneshütte aber allerdings sehr deutlich.

Eine fernere Bestätigung bietet die geringe Tiefe des Schnees bei zunehmender Höhe, obschon man wegen der Veränderlichkeit solcher Grössen nicht zuviel Werth darauf legen darf.

Obgleich die Menge der Niederschläge bei zunehmender Höhe abnimmt, so verschwinden sie doch selbst auf den höchsten Gipfeln nie vollständig. Es wurde mehrmals in der Höhe von mehr als 10000 Fuss anhaltender Regen beobachtet. Die Tropfen waren klein und nicht sehr dicht, die Menge betrug nach einer ungefähren Berechnung für 3—4 Stunden zwei Linien. Der grössere Theil des Niederschlags ist jedenfalls dem Schnee zuzuschreiben. Auch die Wiederherstellung der Schneedecke auf den höchsten Alpengipfeln, wenn diese durch Firnbrüche oder Orkane bei heissen Sommern entfernt worden war, zeigt, dass auch in den grössten Höhen noch Niederschlag gebildet wird; so z. B. war im Jahre 1842 der Gipfel des Similaun ganz schneefrei, im Jahre 1847 fand er sich 8' tief mit Schnee bedeckt.

Es folgen nun die Resulte achtjähriger, durch die k. k. Bergbeamten Herren Lipold und Binna angestellten Beobachtungen über die Regensmengen am Salzberge bei Hall in Tirol, dessen Höhe nach Hrn. Schlagintweit's Messung 4548, nach Buch 4568, nach Binna 4576, nach Lipold 4663 Par. Fuss beträgt, in den nachstehenden Tabellen.

Tabelle über die Höhe des atmosphärischen Niederschlages am Haller Salzberge.

(Pariser Mass.)

	18 $\frac{32}{28}$	18 $\frac{32}{26}$	18 $\frac{30}{21}$	18 $\frac{21}{22}$	18 $\frac{21}{23}$	18 $\frac{11}{24}$	18 $\frac{11}{26}$	18 $\frac{10}{27}$
November.....	1" 7.9"	1" 10.6"	3" 5.7"	1" 5.5"	1" 11.3"	2" 7.6"	2" 9.6"	0" 0.0"
December.....	0 9.4	2 9.6	1 8.5	4 8.3	2 11.8	1 3.3	0 0.0	2 0.8
Januar.....	7 10.9	4 2.9	4 5.8	0 7.5	6 10.6	11 3.1	1 5.5	1 9.1
Februar.....	0 8.0	1 6.8	4 0.4	0 0.7	1 4.5	3 10.8	4 7.9	5 10.9
März.....	0 9.8	2 8.9	2 3.5	13 2.3	1 6.9	5 3.0	2 0.5	1 1.1
April.....	0 7.5	5 1.6	1 11.4	3 4.8	3 2.5	5 6.6	2 2.2	8 4.1
Mai.....	3 6.1	5 9.3	1 2.5	4 11.6	5 7.9	2 7.8	6 1.8	2 11.7
Juni.....	3 6.1	7 10.9	7 5.6	2 11.8	5 0.6	3 4.9	4 1.6	5 4.3
Juli.....	2 1.5	8 6.9	7 5.9	5 1.9	6 11.3	5 0.7	6 1.1	4 5.2
August.....	5 9.1	5 4.3	3 4.8	2 1.5	6 1.2	5 9.5	5 5.4	5 1.4
September.....	3 6.1	6 0.0	4 5.8	2 10.4	1 0.5	4 8.3	3 9.5	3 10.1
October.....	0 0.0	6 7.9	3 4.2	2 0.5	5 5.1	5 1.6	4 2.6	3 3.6
Jahr.....	30 10.4	58 7.7	44 4.1	43 6.8	48 2.2	56 7.2	43 11.7	44 2.3
Winter.....	9 4.3	8 7.3	10 2.7	5 4.5	11 2.9	16 5.2	7 1 4	9 8.8
Frühling.....	4 11.4	13 7.8	4 5.4	21 6.7	10 5.3	13 5.4	10 4.5	12 4.9
Sommer.....	11 4.7	21 10.1	18 4.3	10 3.2	18 1.1	14 3.1	15 8.1	14 10.9
Herbst.....	5 2.0	14 6.5	11 3.7	6 4.4	8 4.9	12 5.5	10 9.7	6 13.7
Procente... { Winter.....	30	15	26	12	23	29	16	20
{ Frühling.....	16	23	10	51	22	24	23	29
{ Sommer.....	36	37	46	25	38	25	36	34
{ Herbst.....	17	25	28	14	17	22	24	16
Winter Sommer = 1 : ...	1.200	2.466	1.769	2.833	1.652	0.862	2.250	1.700
Sommer : Herbst = 1 ...	0.472	0.829	0.609	0.560	0.447	0.880	0.666	0.470

Ueber die Regenverhältnisse der Alpen.

Zusammenstellung der Tage atmosphärischen Niederschlages im Allgemeinen, und der Schneetage insbesondere.

(Die erste Spalte enthält immer die Summe aller Tage, die zweite die Schneetage.)

	18 $\frac{3}{5}$	18 $\frac{4}{6}$	18 $\frac{5}{7}$	18 $\frac{6}{8}$	18 $\frac{7}{9}$	18 $\frac{8}{10}$	18 $\frac{9}{11}$	18 $\frac{10}{12}$	18 $\frac{11}{13}$	18 $\frac{12}{14}$	18 $\frac{13}{15}$	18 $\frac{14}{16}$	18 $\frac{15}{17}$			
November.....	9	2	4	3	7	5	5	5	12	10	7	7	8	6	0	0
December.....	5	5	8	5	4	3	10	10	6	5	8	8	0	0	7	6
Jänner.....	15	15	10	9	13	13	6	6	15	14	14	14	7	7	5	5
Februar.....	5	4	3	3	3	3	7	1	6	6	10	10	14	14	10	10
März.....	4	4	8	8	2	2	11	11	9	8	10	10	7	7	3	2
April.....	4	4	2	0	10	9	8	7	10	8	5	3	10	8	17	17
Mai.....	10	4	12	3	4	3	13	4	17	4	8	2	18	15	9	1
Juni.....	10	0	13	0	14	4	13	0	15	1	9	0	13	0	19	4
Juli.....	5	0	16	1	16	0	12	0	17	0	14	0	12	0	12	1
August.....	12	0	20	0	12	0	9	0	13	0	17	0	15	0	14	0
September.....	7	6	12	1	7	0	7	2	6	3	10	0	12	2	15	4
October.....	0	0	11	9	9	1	7	5	12	8	13	6	10	5	7	4
Jahr.....	86	44	119	42	101	43	108	51	138	67	126	60	126	64	118	53
Winter.....	25	24	21	17	20	19	23	17	27	25	32	32	21	21	22	21
Frühling.....	18	12	22	11	16	14	32	22	36	20	24	15	35	30	29	20
Sommer.....	27	0	49	1	42	4	34	0	45	1	40	0	40	0	45	4
Herbst.....	16	8	27	13	23	6	19	12	30	21	30	13	30	13	22	8

Mittlerer Zustand der Regenverhältnisse nach 8jährigen Beobachtungen.

	Haller Salzburg				Tegernsee		
	Höhe des Niederschlages in Pariser Mass.	Tage des Niederschlages		Niederschlag für 1 Schne- oder Regentag	Höhe des Niederschlages in Pariser Mass.	Tage des Niederschlages	Niederschlag für 1 Schne- oder Regentag
		Summe aller Tage	Schneetage				
Jänner.....	4'' 9.9'''	10.6	10.4	0'' 5.5'''	2'' 2.7'''	12.7	0'' 2.1'''
Februar.....	2 9.0	7.3	6.4	4.7	3 0.3	14.1	2.6
März.....	3 7.5	6.8	6.5	6.3	2 5.1	14.0	2.1
April.....	3 9.3	8.4	7.0	5.4	2 4.1	14.0	2.0
Mai.....	4 0.6	11.4	4.5	4.4	3 4.2	14.6	2.8
Juni.....	4 11.7	13.3	1.1	4.5	6 9.8	18.1	4.5
Juli.....	5 8.8	13.0	0.1	5.4	6 8.0	17.3	4.6
August.....	4 10.6	14.0	0.1	4.2	6 0.4	16.6	4.4
September...	3 9.3	9.5	2.3	4.7	3 5.4	11.9	3.5
October.....	3 9.2	8.6	4.8	5.2	3 6.0	13.7	3.1
November....	1 11.7	6.5	4.8	3.6	1 11.6	12.1	1.9
December....	2 0.4	6.0	5.3	4.1	1 11.1	10.6	2.2
Jahr ¹⁾	46 1.3	115.3	53.0	4.8	43 9.6	169.7	3.0
Winter.....	9 9.2	23.9	22.0	4.9	Procente (16.4	23.0	2.3
Frühling.....	11 4.9	25.5	18.0	5.2	Procente 18.5	25.1	2.3
Sommer.....	15 7.2	40.3	1.3	4.7	Procente 44.7	30.6	4.5
Herbst.....	9 3.5	24.6	11.7	4.5	Procente 20.4	22.2	2.8

1) Procente W. 21, F. 24, S. 34, H. 20.
W. : S. = 1 : 1'619
S. : H. = 1 : 0'588.

Extreme der Regenverhältnisse.

Jahr	Maximum des Schnee's		Maximum des Regens		Grösste Reihe regenloser Tage	Zahl der Tage
	Zeit	Grösse	Zeit	Grösse		
18 $\frac{3}{8}$	22. Januar	1'' 11·6'''	9. August	1'' 1·1'''	30. Sept. — 6. Nov.	36
18 $\frac{3}{9}$	26. Januar	0 10·5	23. Juni	1 5·1	26. März — 21. April	26
	6. Februar	0 10·5	28. Juli	1 5·1		
18 $\frac{0}{11}$	30. Januar	0 10·5	2. Juni	1 9·0	31. Jan. — 25. Febr.	25
18 $\frac{1}{2}$	29. März	2 2·2	23. Juli	0 7·9	15. Febr. — 10. März	23
	(am 27. 28. u. 29. M. zusammen)	5 9·6)				
18 $\frac{3}{8}$	8. Januar	1 0·3	23. Juli	1 3·1	27. Nov. — 19. Dec.	22
18 $\frac{3}{9}$	28. Januar	1 8·3	13. August	0 9·2	30. März — 13. April	14
18 $\frac{1}{4}$	6. Februar	1 2·3	31. Mai	2 4·9	30. Nov. — 22. Jan.	53
18 $\frac{1}{5}$	8. April	2 4·7	27. August	1 1·1	30. Oct. — 1. Dec.	31
	Mittel..	1'' 5·6'''	Mittel..	1'' 3·8'''		

Aus Tab. II. zeigt sich, dass, wie es nach Beobachtungen auf dem Bernhard auch den übrigen Alpenstationen gemein zu sein scheint, die Differenzen des Maximum's und Minimums der jährlichen Menge sehr bedeutend sein können; die Differenz zwischen 18 $\frac{3}{8}$ und 18 $\frac{1}{2}$ beträgt 27'' 9·3'''. Die extremsten Jahresmengen sind nicht an die Mengen einzelner Jahreszeiten gebunden, sondern bald von grössern Sommerregen, bald von reicheren Schneefällen des Winters abhängig.

Das Uebergewicht der Sommerregen über die Herbstregen, und auch über die Winterregen (für letzteren Fall bietet das einzige Jahr 18 $\frac{1}{2}$ eine Ausnahme) ergibt sich aus Tab. II., ebenso die bedeutende Menge des Frühlingsniederschlags (wie oben bemerkt, meist ein heftiges Schneien bei Südwestwind); er betrug im Jahre 18 $\frac{1}{2}$ das doppelte des Herbstniederschlags.

Die grössere Regenmenge in den Alpen ist nicht von einer grössern Anzahl Regentage abhängig; denn diese beträgt für

den Haller-Salzberg	115·3
dagegen für Tegernsee	169·7
Peissenberg	163·4
München	149·4
Andechs	147·2
in Norddeutschland für Hamburg	135·0
Berlin	159·6
Regensburg	133·0

Es wird also die Grösse des Niederschlags für einen Tag bedeutender. Der Grund davon dürfte in der von Humboldt entdeckten leichteren Verdunstung des einmal herabgefallenen Wassers bei geringerem Luftdrucke (derselbe beträgt für den Haller-Salzberg 670 Millimeter), liegen.

Merkwürdig ist für den Haller Salzberg die Mächtigkeit der Schneefälle, deren Maximum im Mittel das Maximum der wässerigen Niederschläge noch überbietet (Tab. V.): das Jahr hat zwei Maxima, deren eines in die Zeit der Gewitter, das andere in die der Frühlingsneefälle trifft. Die Menge der Schneetage ist nach Tab. III. schon am Haller Salzberg sehr bedeutend, im Mai beträgt sie noch $\frac{1}{3}$, im October mehr als die Hälfte aller Niederschlags-tage. Ueberhaupt gewinnen die Schneetage im Sommer bei zunehmender Höhe ein rasches Uebergewicht über die Regentage; schon in 4500 Fuss Höhe am Haller Salzberge ist im Mittel von acht Jahren kein Monat schnee-frei; bei 7000 Fuss, an der Gränze der Alpenwirthschaft, finden in jedem Monat heftige Schneefälle Statt, nur in seltenen Fällen ist der Juli davon frei; in den Hochregionen sind die Schneetage entschieden vorherrschend über die Regentage, ohne jedoch letztere ganz auszuschliessen.

Aus den vorhergegangenen Untersuchungen ergeben sich folgende Re-sultate :

1. Die Alpen vermehren den atmosphärischen Niederschlag, aber nicht als condensirendes Kältereservoir, sondern durch mechanische Einwirkung ihrer hohen Kämme auf die Mischung der Luftmassen.

2. In den Nordabfällen der Alpen herrschen die Sommerregen, in den südlichen und besonders in den westlichen die Herbstregen vor.

3. Die Regenmenge in Beziehung zur vertikalen Höhe zeigt zwei Gruppen. In der ersten bis zu 5000 Fuss (Waldgränze) bleibt sich dieselbe gleich, in der zweiten, von 5000 Fuss aufwärts, tritt eine entschiedene Verminde-rung ein.

4. Die Häufigkeit der Schneefälle im Sommer nimmt mit der Höhe sehr rasch zu, schliesst aber wässerige Niederschläge selbst für die Hochregionen nicht aus.

5. Schon zwischen 4 bis 5000 Fuss und von da aufwärts zeigt der jähr-liche Niederschlag ein Frühlings- (Schnee-) Maximum, und ein zweites im Sommer (Gewitterregen).
