

Referate der Vorträge für die Jahresversammlung in Locarno : Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **13 (1940)**

Heft I

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

**Referate der Vorträge für die Jahresversammlung in Locarno.
Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie.**

Vom Klima der südalpinen Schweiz

von W. BRÜCKMANN, Locarno.
(Kein Referat eingegangen.)

Wärmestrahlung von Sonne und Himmel in Davos

von CHR. THAMS, Davos.
(Kein Referat eingegangen.)

Synoptische Untersuchungen zu grossen Schneefällen in Graubünden

von F. PROHASKA, Davos.
(Kein Referat eingegangen.)

„Ozonwolken“

von F. W. PAUL GÖTZ, Arosa.

Dass in der die Erde schützenden Ozonschicht zeitweise richtiggehende „Löcher“ sein müssten¹⁾, konnte bis heute durch keine einzige einwandfreie Messung festgestellt werden. Wenn neuerdings wieder von vorüberziehenden „Ozonwolken bzw. Ozonlöchern“²⁾ die Rede ist, ist dies also nur im Sinne der altbekannten, oft starken wetterhaften Schwankungen des hohen Ozons von Tag zu Tag. Die solchermassen im Tagesgang des Ozonbetrags vorhandene Unruhe wurde allerdings noch wenig beachtet, obwohl das Ozongebiet mehr und mehr auch für die meteorologische Praxis bedeutsam wird³⁾. Einen ungewöhnlich ausgeprägten Einzelfall vom 1. März 1937 auf Jungfrauoch beschreiben BARBIER und CHALONGE⁴⁾, deren nächst-

¹⁾ F. DANNMEYER und A. RÜTTENAUER: Grundlegende Untersuchungen an Glühlampen mit ultraviolett durchlässigem Glase. Mitt. aus Lichtforschungsinstitut Hamburg-Eppendorf und Studienges. für elektr. Beleuchtung Berlin, Vit. 51 (1929?).

²⁾ K. O. KIEPENHEUER: Veröff. Univ. Sternw. Göttingen, Nr. 57, 1938; Nr. 60, 1938. E. MEYER, F. MÜLLER und K. ZUBER, Helv. Phys. Acta 12, 415, 1939.

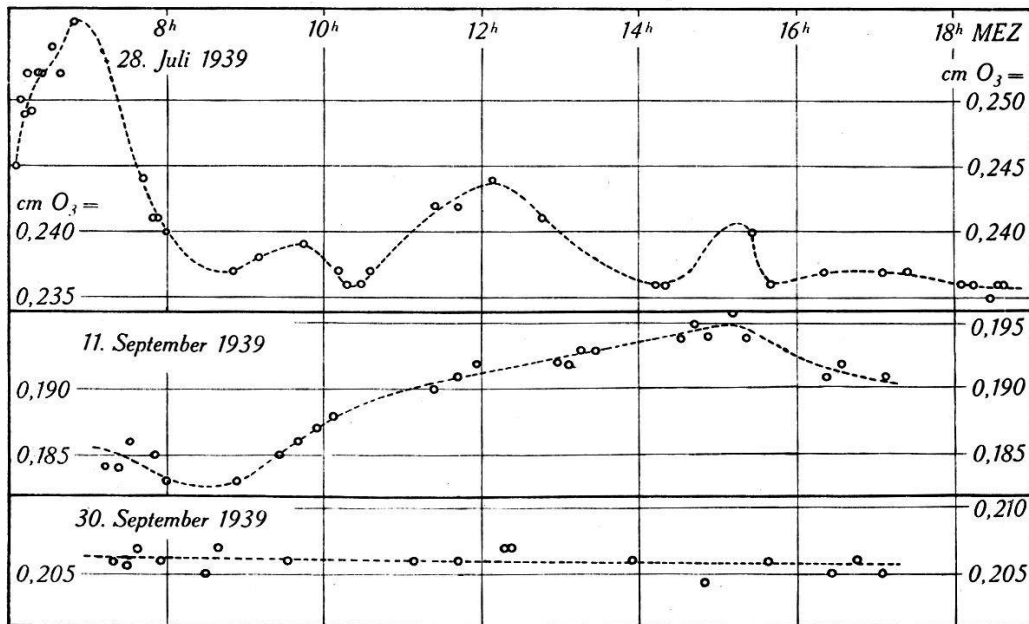
³⁾ Ergebn. Kosm. Phys. Bd. III, Leipzig 1938.

⁴⁾ D. BARBIER et D. CHALONGE, Journ. Phys. (7) 10, 113, 1939.



liche Ozonwerte überhaupt oft ganz besonders stark von Nacht zu Nacht schwanken; aus den sich leider über drei Stunden verteilenden Ozonmessungen jenes 1. März mittels verschiedener Sterne, also nach verschiedener Richtung machen sie den Versuch, eine Ozonwolke räumlich festzulegen.

Das in Arosa, dank der Internationalen Geophysikalischen Vereinigung (Ozonkommission), seit Ende Juli 1939 zur Verfügung stehende photoelektrische Spektralphotometer für Ozonmessungen nach Dr. DOBSON, Oxford, eignet sich nun vorzüglich für eine



Unruhe des hohen Ozons an drei Arosener Messtagen.

systematische Verfolgung dieser Unruhe; das hervorragende durchkonstruierte Instrument gestattet bei einer Streuung des einzelnen Ozonbetrags von höchstens $\pm 0,3\%$ eine Häufung der Messungen über den Tag, wie sie bei der seit 13 Jahren in Arosa durchlaufenden photographischen Methode viel zu zeitraubend wäre. Wenn auch vermutlich erst die hohen Ozonwerte des Frühjahrs die interessantesten Fälle bringen werden, seien doch einige Beispiele herausgegriffen. Völlig konstant bleibt innerhalb der erwähnten Beobachtungsgenauigkeit während zehnstündiger Messzeit das Ozon an dem klaren Herbsttag des 30. September. Am 11. September steigt es von einem Minimum von 0,183 cm früh 8 Uhr ganz stetig auf 0,195 cm um 15 Uhr, um dann wieder ebenso zu fallen. Viel kürzere Wellen zeigen die letzten Tage des Juli, am unruhigsten ist der 28. Juli früh 7 Uhr. Um diese Zeit war das eine Stunde früher 0,245 cm betragende Ozon bis 0,256 cm angestiegen, um dann wieder auf 0,240 cm um 8 Uhr zurückzugehen; man hatte so östlich

Arosa eine Ozonwolke der grössenordnungsmässigen Ausdehnung von 100 km, wenn man diesen Ausdruck beibehalten will. (Fluktuationen in der bodennahen Schicht, wie sie schon durch gelegentlichen „Ozongeruch“ oder die neueren Friedrichshafener chemischen Messungen¹⁾ nahegelegt werden, wären dann entsprechend als „Ozonschwaden“ zu bezeichnen.) Ein engmaschiges Beobachtungsnetz, wenigstens ein Basisnetz mit drei Dobson'schen Spektralphotometern würde aus dem Vergleich der drei Tageskurven, den graduell und zeitlich verschiedenen Einsätzen usw. reizvolle aerologische Einblicke eröffnen. Es bleibt nur der Wunsch, dass die Zeiten bald wieder solche Gemeinschaftsarbeiten gestatten möchten.

A propos du Lucimètre Bellani Henry

Observations avec le pluviomètre aérodynamique de MZA

von P.-L. MERCANTON, Zürich.

(Kein Referat eingegangen.)

Temperaturunterschiede zwischen Stadt- und Freilandstationen

von M. BIDER, Basel-Binningen.

Die Verlegung der Astronomisch-meteorologischen Anstalt der Universität Basel auf den etwas ausserhalb der Stadt gelegenen St. Margarethenhügel (317 m) im Jahre 1928 und die Fortsetzung der meteorologischen Beobachtungen am alten Standort (Bernoullianum, 277 m) im Stadtinnern, ermöglichte ein gründliches Studium des Einflusses der Stadt auf die Temperaturverhältnisse. In der folgenden Tabelle sind die zehnjährigen Mittelwerte 1929 bis 1938 der Temperaturdifferenzen Margarethen (M) minus Bernoullianum (B) angeführt.

Ausserhalb der Stadt ist es durchschnittlich 0,7° kälter als im Innern. Die Werte zu den verschiedenen Tageszeiten zeigen, dass die Temperaturamplitude des Tagesganges auf St. Margarethen wesentlich grösser ist als beim Bernoullianum; dieses Verhalten ist nicht nur auf den Unterschied Stadt-Land zurückzuführen, sondern ist auch durch die verschiedenartige Aufstellung der Stationen (Bernoullianum im Schatten eines grossen Gebäudes, St. Margarethen freie Aufstellung) bedingt.

¹⁾ R. AUER, Gerl. Beitr. 54, 137, 1939.

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli
7 ³⁰	-1,0	-1,2	-1,1	-0,8	-0,2	+0,1	-0,1
13 ³⁰	-0,2	+0,2	+0,6	+0,4	+0,8	+0,1	+1,0
21 ³⁰	-1,0	-1,2	-1,4	-1,6	-1,9	-2,0	-2,0
Minimum	-1,1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,6	-1,5	-1,6
Maximum	0,0	+0,5	+0,8	+0,7	+1,2	+1,5	+1,4
Mittel $\frac{7\frac{1}{2}+13\frac{1}{2}+2\cdot 21\frac{1}{2}}{4}$	-0,8	-0,9	-0,8	-0,9	-0,8	-0,7	-0,7
24stündiges Mittel	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6

	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Mittlere Fehler des einzelnen Monatsmittels
7 ³⁰	-0,4	-0,9	-0,1	-1,1	-1,0	-0,7	±0,15
13 ³⁰	+1,3	+1,3	0,6	0,0	-0,2	+0,6	±0,28
21 ³⁰	-1,8	-1,6	-1,3	-1,1	-1,0	-1,5	±0,23
Minimum	-1,5	-1,3	-1,3	-1,1	-1,1	-1,3	±0,28
Maximum	+1,6	+1,6	+1,0	+0,2	-0,1	+0,9	±0,30
Mittel $\frac{7\frac{1}{2}+13\frac{1}{2}+2\cdot 21\frac{1}{2}}{4}$	-0,7	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	±0,12
24stündiges Mittel	-0,6	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8	-0,7	±0,08

Die Auszählung der in der Klimatologie häufig verwendeten Frosttage (Minimum < 0°) und der Sommertage (Maximum ≥ 25°) ergibt für die beiden Stationen folgende Mittelwerte (1929—1938):

		Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni
Frosttage . . .	St. M.	19,1	19,2	13,1	4,7	0,5	—
	Bernou.	15,0	16,7	8,3	1,6	—	—
Sommertage . .	St. M.	—	—	—	0,5	6,0	15,1
	Bernou.	—	—	—	0,4	3,7	10,9

		Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Frosttage . . .	St. M.	—	—	0,3	1,7	7,7	18,3	84,6
	Bernou.	—	—	—	0,5	4,9	16,5	63,5
Sommertage . .	St. M.	16,5	16,1	8,6	0,7	—	—	63,5
	Bernou.	13,6	11,3	3,6	0,2	—	—	43,7

Auf St. Margarethen ist sowohl die Zahl der Frost- wie der Sommertage sehr viel grösser als im Stadtinnern. Von grosser praktischer Bedeutung ist besonders der Unterschied der Frosthäufigkeit und die Verlängerung der Frostzeit ausserhalb der Stadt.

Die Temperaturdifferenzen sind abhängig von der Windgeschwindigkeit und der Bewölkung (besser gesagt: der Ein- resp. Ausstrahlung). Als Beispiel für diese Beziehungen seien in der folgenden Tabelle die Temperaturdifferenzen (aus Einzelbeobachtungen ermittelt) um 21.30 Uhr in den Sommermonaten mitgeteilt.

Wind- geschwindigkeit	Bewölkung			
	0—3	4—7	8—9	10
0—1,0 m/s	—3,0	—2,3	—1,8	—1,2
1,2—2,3 m/s	—2,6	—2,0	—1,6	—1,1
2,3—4,0 m/s	—2,4	—1,9	—1,1	—1,1
> 4,0 m/s	—1,2	—0,9	—0,9	—0,9

Man sieht, dass mit zunehmender Windgeschwindigkeit und zunehmender Bewölkung die Temperaturdifferenzen, wie zu erwarten ist, abnehmen.

Da sich die Station Bernoullianum am Ende des vergangenen Jahrhunderts an der Peripherie der Stadt befand, jetzt aber mit dem Wachstum der Stadt schon zum Zentrum gerechnet werden muss, weist die an sich homogene Temperaturreihe der Station Bernoullianum eine stets zunehmende Temperatur auf, verglichen mit den frei und völlig unveränderten Nachbarstationen der näheren und weiteren Umgebung. Eine eingehende Prüfung ergibt eine Zunahme von $0,4^{\circ}$ vom Jahrzehnt 1891—1900 bis zum Zeitraum 1931—1938.

An anderer Stelle soll ausführlich auf alle hier behandelten Fragen eingegangen werden.

Über die Frequenz der täglichen Niederschläge

von E. WANNER (Zürich).

Die Frequenzkurve der täglichen Niederschläge in den Monaten Januar und Februar kann mit guter Näherung theoretisch durch die Wahrscheinlichkeitsansteckung beschrieben werden¹⁾. Die Niederschlagsverhältnisse der beiden Monate sind wenigstens für die meisten Stationen der Schweiz ziemlich homogen. Die langjährigen Monatsmittel betragen zum Beispiel in Zürich 54, bzw. 55 mm, so dass man beide Monate zusammen untersuchen kann. Die folgende Tabelle gibt die Verhältnisse in Zürich. Die täglichen

¹⁾ Vgl. F. EGGENBERGER: Die Wahrscheinlichkeitsansteckung (Diss. E.T.H. 1924). G. POLYA: Über die Statistik verketteter Vorgänge (Z. angew. Math., Vol. 49).

Niederschläge wurden jeweils auf den ganzen Millimeter auf- oder abgerundet.

Tabelle 1.

Zürich: Frequenz der täglichen Niederschläge in den Monaten Januar und Februar 1881—1936.

$$h = 1,82 \quad d = 7,69$$

I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Milli- meter	Zahl der Tage be- obacht.	Zahl der Tage be- rechnet	Summe von II	Summe von III	IV-V	Milli- meter	Zahl d. Tage be- obacht.	Zahl d. Tage berech- net	Summe II	Summe III	IV-V
0	2076	1989	2076	1989	+ 87	26	1	2	3307	3301	+ 6
1	318	416	2394	2405	- 11	27	1	2	3308	3303	+ 5
2	207	228	2601	2633	- 32	28	2	1	3310	3304	+ 6
3	167	149	2768	2782	- 14	29	0	1	3310	3305	+ 5
4	110	107	2878	2889	- 11	30	2	1	3312	3306	+ 6
5	96	80	2974	2969	+ 5	31	0	1	3312	3307	+ 5
6	58	62	3032	3031	+ 1	32	0	1	3312	3308	+ 4
7	56	49	3088	3080	+ 8	33	1	1	3313	3309	+ 4
8	27	39	3115	3119	- 4	34	0	1	3313	3310	+ 3
9	26	32	3141	3151	- 10	35	1	1	3314	3311	+ 3
10	27	26	3168	3177	- 9	36	1	0	3315	3311	+ 4
11	28	21	3196	3198	- 2	37	0	0	3315	3311	+ 4
12	20	18	3216	3216	+ 0	38	1	0	3316	3311	+ 5
13	21	15	3237	3231	+ 6	39	0	0	3316	3311	+ 5
14	13	12	3250	3243	+ 7	40	0	0	3316	3311	+ 5
15	13	10	3263	3253	+ 10	41	0	0	3316	3311	+ 5
16	5	9	3268	3262	+ 6	42	0	0	3316	3311	+ 5
17	7	7	3275	3269	+ 6	43	0	0	3316	3311	+ 5
18	6	6	3281	3275	+ 6	44	0	0	3316	3311	+ 5
19	3	5	3284	3280	+ 4	45	0	0	3316	3311	+ 5
20	3	5	3287	3285	+ 2	46	0	0	3316	3311	+ 5
21	4	4	3291	3289	+ 2	47	0	0	3316	3311	+ 5
22	3	3	3294	3292	+ 2	48	0	0	3316	3311	+ 5
23	4	3	3298	3295	+ 3	49	0	0	3316	3311	+ 5
24	4	2	3302	3297	+ 5	50	1	0	3317	3311	+ 6
25	4	2	3306	3299	+ 7	51	0	0	3317	3311	+ 6

Die Abweichungen zwischen Theorie und Beobachtung sind besonders bei den kleinen Niederschlägen ziemlich beträchtlich, doch zeigen sie keinen systematischen Gang. Vom Standpunkt der theoretischen Statistik kann man also die Frequenz der täglichen Niederschläge im Januar und Februar durch die beiden charakteristischen Konstanten der Wahrscheinlichkeitsansteckung Mittelwert $h = 1,82$ mm und Ansteckung $d = 7,69$ erschöpfend dar-

stellen. Das gilt mit guter Näherung für alle bis jetzt untersuchten Stationen mit zuverlässigen Niederschlagsmessungen.

In der Klimakunde ist es üblich, die Niederschlagsverhältnisse eines Ortes durch die Monatssummen und die Anzahl der Tage mit Niederschlag zu charakterisieren. Die vorausgegangenen Zeilen besagen, dass in den Wintermonaten diese Darstellungsweise das Niederschlagsphänomen quantitativ statistisch vollkommen erfasst. Aus der mittleren Monatssumme lässt sich ohne weiteres das mittlere Tagesmittel h berechnen. Bedeutet N die Anzahl der Tage eines bestimmten Monats, n seine mittlere Zahl der Niederschlags-tage, so ergibt sich die Ansteckung d nach folgender Formel¹⁾:

$$N(1+d)^{-\frac{h}{d}} = N - n$$

Für Zürich gibt z. B. W. BRÜCKMANN²⁾ $n = 11,6$ im Januar, $n = 11,4$ im Februar. Da wir beide Monate zusammen untersucht haben und h nach Tab. 1 1,82 ist, lautet die Gleichung:

$$59(1+d)^{-\frac{1,82}{d}} = 36$$

woraus man $d = 8,0$ erhält, also ein Wert, der dem in Tab. 1 errechneten $d = 7,7$ recht nahe kommt. (Besser ist es natürlich, zur Berechnung von d das gesamte Material zu benutzen, wie das in Tab. 1 geschehen ist, denn Einzelwerte, wie z. B. die Zahl der niederschlagslosen Tage $N-n$, können doch mit beträchtlichen zufälligen Schwankungen behaftet sein.) Mit h und d ist aber die Frequenzkurve bestimmt, d. h. vom statistischen Standpunkt ist damit das Niederschlagsproblem vollkommen erfasst. Leider kann man das bis heute nur für sehr wenige meteorologische Elemente sagen. Die Klimatologie begnügt sich mit Mittelwerten. Sie benutzt also nur die sogenannte erste Charakteristik und die höhern Charakteristiken werden vernachlässigt. Nur in vereinzelt Fällen ist die Analyse weiter getrieben worden³⁾. Es ist aber sehr wohl möglich, dass sich bei konsequenter Bearbeitung der grossen Beobachtungsreihen mit den Methoden der theoretischen Statistik auch für die Meteorologie neue Gesichtspunkte ergeben. Eine Er-

¹⁾ Vgl. z. B.: EGGENBERGER: Die Wahrscheinlichkeitsansteckung, S. 29 (letzte Formel).

²⁾ Zürcher Statistische Nachrichten 1928, Heft 1, S. 5.

³⁾ A. SCHMAUSS und L. EGERSDÖRFER: Scheitelwerte des Luftdruckes (Meteorologisches Jahrbuch Bayern 1925).

L. W. POLLACK: Prager Geophysikalische Studien I: Charakteristiken der Luftdruckfrequenzkurven.

schwerung für die Anwendung dieser Methoden liegt in der Inhomogenität der meteorologischen Reihen. Meistens ist ihnen ein Jahresgang aufgeprägt, der zuerst eliminiert oder dann aber in Rechnung gesetzt werden muss.

Tabelle 2.

Zürich: Frequenz der täglichen Niederschläge in den Monaten Juli und August für die Jahre 1881—1936.

$$h = 4,13 \quad d = 13,25$$

I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Milli- meter	Zahl der Tage be- obacht.	Zahl der Tage be- rechnet	Summe II	Summe III	IV-V	Milli- meter	Zahl d. Tage be- obacht.	Zahl d. Tage be- rechnet	Summe II	Summe III	IV-V
0	1894	1517	1894	1517	+ 377	33	4	4	3423	3424	- 1
1	253	440	2147	1957	+ 190	34	6	4	3429	3428	+ 1
2	141	268	2288	2225	+ 63	35	4	4	3433	3432	+ 1
3	147	192	2435	2417	+ 18	36	3	3	3436	3435	+ 1
4	103	148	2538	2565	- 27	37	4	3	3440	3438	+ 2
5	89	119	2627	2684	- 57	38	5	3	3445	3441	+ 4
6	90	98	2717	2782	- 65	39	3	2	3448	3443	+ 5
7	85	82	2802	2864	- 62	40	0	2	3448	3445	+ 3
8	69	70	2871	2934	- 63	41	1	2	3449	3447	+ 2
9	67	60	2938	2994	- 56	42	1	2	3450	3449	+ 1
10	41	51	2979	3045	- 66	43	3	2	3453	3451	+ 2
11	43	45	3022	3090	- 68	44	5	2	3458	3453	+ 5
12	60	39	3012	3129	- 47	45	4	1	3462	3454	+ 8
13	41	35	3123	3164	- 41	46	2	1	3464	3455	+ 9
14	27	31	3150	3195	- 45	47	2	1	3466	3456	+ 10
15	35	27	3185	3222	- 37	48	1	1	3467	3457	+ 10
16	23	24	3208	3246	- 38	49	0	1	3467	3458	+ 9
17	29	21	3237	3267	- 30	50	1	1	3468	3459	+ 9
18	31	19	3268	3286	- 18	51	1	1	3469	3460	+ 9
19	16	17	3284	3303	- 19	52	0	1	3469	3461	+ 8
20	21	15	3305	3318	- 13	53	0	1	3469	3462	+ 7
21	16	14	3321	3332	- 11	54	0	1	3469	3463	+ 6
22	19	13	3340	3345	- 5	55	0	1	3469	3464	+ 5
23	17	11	3357	3356	+ 1	56	1	1	3470	3465	+ 5
24	6	10	3363	3366	- 3	57	1	1	3471	3466	+ 5
25	8	9	3371	3375	- 4	58	0	0	3471	3466	+ 5
26	10	8	2381	3383	- 2	59	0	0	3471	3466	+ 5
27	7	8	3388	3391	- 3	60	0	0	3471	3466	+ 5
28	10	7	3398	3398	- 0	61	0	0	3471	3466	+ 5
29	4	6	3402	3404	- 2	62	1	0	3472	3466	+ 6
30	4	6	3406	3410	- 4	63	0	0	3472	3466	+ 6
31	7	5	3413	3415	- 2	64	0	0	3472	3466	+ 6
32	6	5	3419	3420	- 1						

In den Sommermonaten ist z. B. das Niederschlagsphänomen etwas komplizierter. Als Beispiel wählen wir wiederum die Daten von Zürich. Juli und August können auch hier zusammen untersucht werden. Die langjährigen Mittel sind 130, bzw. 129 mm. Die Niederschlagsverhältnisse der beiden Monate sind also homogen.

Wir sehen, dass viel mehr trockene Tage beobachtet worden sind, als die theoretische Kurve erwarten lässt. Dafür werden bei kleinen Niederschlägen bis 5 mm wesentlich zu wenig Tage beobachtet. Die Abweichungen nach beiden Seiten sind nahezu gleich. Diese Tatsache ist auch schon schwach angedeutet in Tabelle 1.

In den Sommermonaten Juli und August kann man also die Niederschlagsverhältnisse nicht mehr allein durch die beiden Konstanten h und d charakterisieren. Es tritt ein neues Element hinzu, das eine Verschiebung der Tage mit wenig Niederschlag nach den trockenen Tagen bewirkt. Diese Tatsache wurde bei allen untersuchten Stationen festgestellt. Vermutlich ist dieses neue dritte Element im Zusammenhang mit der Verdunstung, die sich in den Sommermonaten viel stärker, besonders bei kleinen Niederschlägen bemerkbar macht. In den Übergangsmonaten April und Oktober mit 92, bzw. 94 mm Monatsmittel zeigt sich diese Erscheinung auch. Für diese beiden Monate mit 92, bzw. 94 mm Monatsmittel ist die Verschiebung kleiner als im Sommer, aber grösser als im Winter. Sie macht sich bis zu Niederschlägen von 4 mm bemerkbar.

Über Messungen am Erdschatten während der Mondfinsternis vom 7./8. November 1938

von HCH. MEYER-BÜHRER, Steckborn.

Bei Mondfinsternissen durchläuft der Mond nicht den Kernschattenraum des festen Erdkörpers, sondern den Schatten der irdischen Lufthülle. Nimmt man den festen Erdkörper als Kugel an, so berechnet sich der scheinbare Radius eines Querschnittes durch den wirklichen Kernschattenkegel in Mondentfernung nach der Formel:

$$R = \pi \odot + \pi \textcircled{C} - r \odot - 2 \rho.$$

$\pi \odot$ und $\pi \textcircled{C}$ sind die Parallaxen von Sonne und Mond, $r \odot$ der scheinbare Radius der Sonne und ρ die zweimal zu nehmende Refraktion für jene Lichtstrahlen, welche den festen Erdkörper streifend umhüllen und damit dessen ganz lichtlosen Kernschattenkegel begrenzen.

Mit den beiden extremen Entfernungen zwischen Sonne, Erde und Mond sowie mit der einfachen Refraktion am Horizont, 34', gibt die Formel:

$$R_1 = 8,7'' + 53,0' - 16,3' - 68' = -31'$$

$$R_2 = 9,0'' + 61,0' - 15,8' - 68' = -23'.$$

Da R immer negativ ausfällt, heisst das, dass die begrenzenden Lichtstrahlen des Kernschatten-Kegelmantels die Schattenaxe stets zwischen Erde und Mond schneiden, dass also die Spitze dieses Schattenkegels den Mond nie erreichen kann. Damit auch nur die Schattenspitze bis zum Monde reichen könnte, müsste die Lichtbrechung $2\varrho = 45'$ bis $37'$ sein; die Lichtstrahlen müssten in rund 4 bis 5,5 km Höhe über den festen Erdkörper hinstreichen. Bei mittleren Entfernungen von Erde zu Mond hat der Querschnitt des dunklen Schattens einen scheinbaren Radius von rund $42'$. Die Sonnenstrahlen, welche in diesen Schattenrand eintreffen, haben die irdische Lufthülle in 7 bis 50 km Höhe und höher durchlaufen. Ausserhalb des dunklen Schattens bemerkt man auch mit blossen Auge noch den ziemlich rasch heller werdenden Schleierschatten, der früher Halbschatten genannt wurde. Eine äussere Grenze ist freilich nicht zu beobachten, sie müsste, als Halbschattengrenze berechnet, bei rund $R = 75'$ liegen.

Aus diesen Schatten der Erdatmosphäre, welche einzig bei Mondfinsternissen sichtbar werden, versuchen heute verschiedene Beobachter Aufschlüsse über die Beschaffenheit unserer Lufthülle zu gewinnen, indem sie meistens den verfinsterten Mond visuell oder fotografisch fotometrieren. Gewisse Asymmetrien und Bewegungen im Dämmerungsschein und im Zodiakallicht regen auch zu Versuchen an, durch geometrische Messungen die Umrissform des dunklen Schattens zu ermitteln.

Ein erster Versuch dieser Art wurde 1938 November 7/8 auf der Eidgen. Sternwarte in Zürich in folgender Weise durchgeführt: das Gesichtsfeld eines Refraktors wird bei etwa 50facher Vergrösserung von der Mondscheibe nicht ganz eingenommen. Während ein Uhrwerk den Refraktor dem Monde nachführt, wird ein fester Faden des Schraubenmikrometers tangierend am hellen Mondrand zu halten gesucht. Ein beweglicher Faden wird, z. B. abwechselungsweise, mittels des Positionskreises als Tangente an den ziemlich scharf erscheinenden Rand des dunklen Schattens oder als Sekante über die „Hörnerlinie“ gelegt. Dann folgen Ablesungen der Zeit, der Fadendistanzen und des Positionskreises. Im ersten Falle ist die Lage eines, im zweiten Falle zweier Punkte festgelegt, wenn

nach der Efemeride durch Rechnung oder Zeichnung die Distanz von Mondmitte zum Gegenpunkt der Sonnenmitte und ein für Kreisformannahme des Schattens gültiger Positionswinkel für die Sekante bestimmt sind.

Im letzteren Falle weist ein Unterschied der Positionswinkel, wie auch der Radiusvektoren der angezielten Punkte auf Abweichungen, z. B. auf elliptische Form der Schattenrandfigur hin. Eine solche Form kann schon durch die Abplattung der Troposphäre bedingt sein, welche über den Polen etwa 8 km weniger hoch hinaufreichen soll als über dem Äquator. Aber auch eine mehr oder weniger ausgebreitete, durch irgendwelche Ursachen in grösserer Höhe schwebende „Staubschicht“ kann stellenweise stärkere Auslöschung des durchgehenden Lichtes und damit Verdunkelung, Verschärfung oder Erweiterung am Umriss des dunklen Schattens bewirken. Entsprechende Veränderungen im Schleierschatten wären allerdings nur durch Fotometrie, und wohl auch so nur durch viele Versuche allenfalls herauszufinden.

Durch die erwähnten Messungen vom November 1938 wurde die Lage von 19 brauchbaren Punkten der Umrissfigur bestimmt. Abgesehen von teilweiser Streuung liegen sie auf der Ein- und Austrittseite von Mond und Schatten ungefähr je auf einem Kreisbogen. Die Messungen erwiesen sich aber noch als zu unsicher, um weitere Schlüsse daraus ziehen zu können und müssen oft und vielleicht noch auf andere Weise sowie namentlich durch weitere Beobachter an anderen Orten (der Bewölkung wegen) wiederholt werden.

**Farbfilter- und kinematographische Aufnahmen der Mondfinsternis vom
7./8. November 1938**

von W. BRUNNER, Zürich.

(Kein Referat eingegangen.)

Die Feinstruktur der Sonnenoberfläche

von M. WALDMEIER, Zürich.

Nachdem die Konvektionstheorie der Sonnenatmosphäre (SIEDENTOPF, UNSÖLD) die Granulationsstruktur weitgehend zu deuten vermocht hat, wurde die Untersuchung der Granulation, die seit den 30 bis 50 Jahre zurückliegenden klassischen Arbeiten ganz vernachlässigt worden war, wieder aufgenommen, haupt-

sächlich in Oxford und Potsdam. Diese neueren Untersuchungen zeigten aber Ergebnisse, die mit den klassischen Arbeiten von JANSSEN unvereinbar waren, insbesondere waren die Granulations-elemente viel grösser als auf den Aufnahmen von JANSSEN. Zur Abklärung dieser verwirrenden Situation wurde das Granulationsproblem an verschiedenen Stellen neu untersucht. Brauchbare Granulationsaufnahmen wurden erhalten von PH. C. KEENAN auf Yerkes, von P. TEN BRUGGENCATE und W. GROTRIAN in Potsdam und vom Verfasser in Zürich. Eine umfassende Bearbeitung der Zürcher-Granulationsaufnahmen, die hauptsächlich im Herbst 1938 erhalten worden sind, liegt noch nicht vor. Hier sollen kurz einige vorläufige Ergebnisse mitgeteilt werden.

a) Die Dimensionen der Granulationselemente betragen im Zentrum der Sonnenscheibe 1,1'' bis 2,3'' mit einem Mittelwert von 1,7''.

b) Die Flächenhelligkeit der Granulationselemente in der Sonnenmitte ist etwa 30—40% grösser als die Helligkeit der intergranularen Gebiete.

c) Das Aussehen der Granulation hängt nicht ab von der heliographischen Breite, wohl aber vom Abstand vom Sonnenmittelpunkt.

d) Die Grösse der Granula ist unabhängig vom Abstand vom Zentrum der Sonnenscheibe.

e) Mit zunehmender Entfernung vom Sonnenzentrum nimmt der Kontrast Granula/intergranulare Gebiete ab und am Sonnenrand ist die Granulation überhaupt nicht mehr vorhanden.

f) Die Granulation verschwindet bei etwa 70° Abstand vom Sonnenzentrum (natürlich handelt es sich um eine allmähliche Abnahme der Sichtbarkeit). Diese Erscheinung wird von der Theorie gefordert. Der Anteil der unter dem Winkel ϑ gegen die Normale der Sonnenoberfläche austretenden Gesamtstrahlung, der aus der optischen Tiefe τ stammt, beträgt:

$$(1 + \frac{3}{2} \cdot \tau) \cdot e^{-\tau \cdot \sec \vartheta} \sec \vartheta.$$

Da die Theorie für die obere Grenze der Konvektionszone die optische Tiefe $\tau = 1,6$ ergibt, muss die Granulation verschwinden, sobald ϑ so gross ist, dass die Strahlung im wesentlichen aus Tiefen $\tau < 1,6$ stammt. Die numerische Ausrechnung ergibt, dass dies der Fall ist für $\vartheta > 70^\circ$, in Übereinstimmung mit der Beobachtung.

g) Aufnahmen in Abständen von 3 bis 4 Minuten lassen nur wenige Granulen identifizieren, sodass die Lebensdauer der Granulationselemente einige Minuten betragen dürfte.

h) Eine Aufnahme vom 16. Oktober 1938 zeigte erstmals die Struktur der Fackeln. Die Fackeln zeigen ebenfalls die Granulationsstruktur, die später noch auf vielen weiteren Aufnahmen beobachtet werden konnte. Die Fackelgranulen sind perlschnurartig aneinander gereiht. Die gegenseitigen Abstände der Fackelgranulen sind grösser als die der normalen Granulation, jedoch haben sie dieselbe Dimension wie die normalen Granulen. Der mittlere Durchmesser der Fackelgranulen ergab sich zu 1,8''.

i) Der Helligkeitskontrast Fackelgranula/intergranulares Gebiet ist viel grösser als bei der normalen Granulation.

k) Auf 2 Aufnahmen im Abstand von 2 Stunden konnten die meisten Fackelgranula identifiziert werden, sodass diesen Gebilden eine Lebensdauer von einigen Stunden zuzuschreiben ist.

l) Im Zentrum der Sonnenscheibe konnte bisher die Fackelgranulation nicht festgestellt werden. Im Übergangsbereich $30^\circ < \vartheta < 70^\circ$, wo die normale und die Fackelgranulation nebeneinander existieren, zeichnen sich die Fackelgranula von den normalen Granula durch grössere Helligkeit aus.

Literatur.

PH. C. KEENAN, Ap. J. **88**, 360 (1938).

P. TEN BRUGGENCATE, „Die Sterne“ Heft 8 (1939).

Seismogramme und wahre Bodenbewegung

von F. GASSMANN, Aarau.

(Kein Referat eingegangen.)

Quartärchronologie auf geophysikalischer Grundlage mit möglichst wenig Hypothesen

von Dr. Jacob M. SCHNEIDER, Altstätten.

Aufs neue hat ALBRECHT PENCK nebst anderen Gegnern die Erklärung der Eiszeitperioden durch die Strahlungskurve nach MILANKOWITSCH als unmöglich erklärt, als im Widerspruch zu meteorologischen und geologischen Realitäten¹⁾, die auch PAUL BECK'S Bemühungen in den „Eclogae“ nicht beseitigen konnten. Teils gleiche Gründe sprechen gegen die je wieder anders verlaufenden Kurven von CROLL, SPITALER, PILGRIM²⁾. SÖRGELS und EBERTS lokale Befunde werden verschiedentlich teils kausal teils stratigraphisch anders gedeutet³⁾. Der versuchten Chronologisie-

rung der Eiszeitperioden nach den einander auch selbst widersprechenden, astromechanischen Strahlungskurven muss eine Chronologie zur Seite treten, welche sich unter Ausschluss von blossen Hypothesen vor allem auf sachliche, ganz erfassbare Beweise stützt. Wir führen folgende zur Diskussion an.

1. Das vollständige Profil eines ganzen Interglazials mit Einschluss des ganzen Spätglazials unten und Präglazials oben bietet auf der Lüneburger Heide die Kieselgur⁴⁾ von ihrer Basis bis zur Decke. Der Beweis liegt in den lückenlosen vegetativen Einschlüssen, welche unten mit spärlicher Kaltflora über Glazialsand beginnen, oben mit solcher unter Glazialsand enden und zwischenhinein nach langsamem Übergang unten in warme, oben von warmer in kalte Flora die ganze Folge einer warmen Vegetation aufweisen⁵⁾. Die darin vorkommenden *Acer platanoides*, *Ilex aquatifolia*, *tilia platyphyllos*, nebst Eiche, Hainbuche, Ulme, Hasel etc. verlangten nach v. DEWALL etwas wärmere durchschnittliche Sommertemperatur gegenüber heute⁶⁾. Es ist mit Gewissheit ein volles Interglazial; blosses Stadial mit noch nicht sehr entferntem, schwankendem Eisrand ist unmöglich. Das von GIESENHAGEN⁷⁾, v. DEWALL, GISTL⁸⁾ bearbeitete Profil der Grube Reye bei Neu-Ohe ist von glazialer Basis bis glazialer Decke 11,1 m hoch, streckenweise gebändert. Die Bändchen sind in einem nur 13,5 cm mächtigen Stück 1,1 mm mächtig nach GIESENHAGEN, der damit als Dauer des ganzen Interglazials 11000 Jahre berechnete. DEWALL konnte in einem Profil bei Breloh durch 6,526 m Höhe 3793 Bändchen von je 1,7 mm Höhe zählen und berechnete sie wie oben GIESENHAGEN als Jahres-schichten, was für die Kieselgur von Breloh, maximal 10 m Höhe, fast 5900 gibt; für Neu-Ohe 6529 Jahre, was stimmen könnte, wenn durch den grössten Teil der Gur die Bändchen auch 1,7 mm und bei stärkeren Schlamm- oder Feinsand-Einschwemmungen noch über 2 mm messen würden. Etwas hypothetisch ist in diesem wirklichen Interglazialprofil also nur die Zählung der Bänder als Jahres-schichten und ihre mittlere Mächtigkeit. Die untersten 50 cm sind sehr sandig; Sand ferner in 2,9 m; 3,4—3,7 m; 5 m; 5,6 und 5,7 m; 7,8 m; 10,1 und 10,2 m Höhe⁷⁾. Das bedingt einen starken Wechsel der Bänderdicke, so dass, falls nicht zwei bis mehrere Bänder auf ein Jahr fallen, 11000 Jahre für die Dauer des gesamten Interglazials als maximal zu nennen sind. Die Profildauer umfasst folgende Perioden: Zurückschmelzen des Inlandeises von der Lüneburger Heide, also vom damaligen Maximum der Eiszeit bis ins schwedische Gebirge, das reine, warme Interglazial, das neue Heranrücken des schwedischen Inlandeises bis zum Überziehen der Heide mit neuem Glazialsand ohne Blütenpollen und ohne Diatomeen.

Im Ostseegebiet und in Südschweden dauerte also die gleiche Eiszeit viel länger, das Interglazial um so kürzer. Die Dauer der gleichen Eiszeit und Zwischeneiszeit ist je nach der Entfernung vom Gletscherursprung an Länge verschieden. Von den nordischen Zwischeneiszeiten, Mindel-Riss und Riss-Würm, wird Mindel-Riss, welcher verschiedene Geologen das Lüneburger Interglazial zuschreiben¹⁰), als die längste betrachtet, die somit in maximaler Berechnung 11 000 Jahre dauerte aber ca. 6 500 Jahre wahrscheinlicher. Für zwei gleich lange Interglaziale mit der vollen Ausbreitung (die Lüneburger Heide war die äusserste Grenze des Eisrandes) und Zurückschmelzung des Inlandeises ergeben sich nur 22 000 Jahre; 33 000 Jahre mit drittem Interglazial und vierter Eiszeit. Das Eiszeitmaximum, durch die äusserste Endmoräne markiert, dauerte nur kurz, denn die neueste Moräne des vorgerückten Rhonegletschers war anno 1921 7 m hoch mit 9,4 m Quer-Breite und 3 m Kammbreite. In 100 Jahren gleicher Aufschüttung ergäbe sich ein berg hoher Wall. Das wird bestätigt durch die grossen Moränenhügel vom Vorrücken des Gletschers etwas vor und nach dem Jahr 1800 bis fast ans Ende des Gletschtälchens¹¹). Dasselbe bezeugen die Vorkommen am Kehlegletscher und im Göschenerreusstal¹²). Die Raschheit der Neubewachsung zeigt sich dadurch, dass vor dem unteren Grindelwaldgletscher auf dem erst seit 50 Jahren wieder gletscherfreien Boden hochstämmiger Wald wuchs¹³), und auf dem vom Rhonegletscher seit 65 Jahren freigewordenen Gletscherboden in 1800 m Höhe Kühe neues Gras abweideten, und Alpenrosen, Erlen und Lärchen wuchsen weniger als 500 m von der Gletscherzunge entfernt. So müssen die oft viel zu grossen Zahlen als Hypothesen durch die Tatsachen eliminiert werden.

2. Die relativ kurze Dauer der Eiszeit wird auch durch das Mass der physikalischen Erosionseffekte der Gletscher belegt. Vor dem Morteratschgletscher rieb ich mit einem klaren losgeschlagenen Eisblock frisch abgewaschenen, anstehenden Granit und liess das Schmelzwasser in einen reinen, weissen Teller traufen. So oft ich das mit frischer Eisfläche wiederholte, tropfte mit dem Wasser Granitmehl mit wenigen feinsten Gesteinsplättchen in den Teller. Jedesmal wurde die Schliifseite des Eisblockes durch angepresste Gesteinsteilchen trüb und undurchsichtig. Die Felserosion durch Gletscherreiben selbst bei schwachem Druck ist physikalische Tatsache. HESS, LÜTSCHG, DE QUERVIN und SCHNITZER kamen am Hintereis, ferner Allalingletscher, Bifertengletscher auf wenigstens 1 cm Jahreseffekt der Gletschererosion bei schwacher Gletscherzunge mit wenig Bewegung¹⁴). HESS errechnete selbst 2 cm¹⁵). In der Eiszeit stieg an den gleichen Stellen die Gletschermächtig-

keit um über 500 m an und die Bewegung vervielfachte sich beim Vernetgletscher im Tirol a. 1844/45 von 0,9 m auf 12,5 m täglich¹⁶). Den Totaleffekt der Eiszeiterosion finden wir nicht in den ausmündenden Alpentälern, wo der Gletscher spät ankam und früh wieder zurückschmolz, sondern nahe den heutigen Gletschern. Da ist es auffallend, dass die Ursprungs-Gletschertäler oft in schmale Schluchten auslaufen¹⁷). Der Rhonegletscher musste sich durch die Schlucht am Ausgang von Gletsch, der Reussgletscher durch das Urnerloch und die Schöllenschlucht, der Kehle-, Damma-, Voralpgletscher durch das schluchtartige Göscheneralptal¹⁸), der Hinterrheingletscher durch die Viamala¹⁹), der Inngletscher durch die Finstermünzschlucht, der Aaregletscher durch die Grimselhospizschlucht²⁰) reibend hindurchzwängen. Hier ist der Totaleffekt der Gletschererosion aller Eiszeiten zu finden. Die Tiefenerosion des Gletschers ist, weil, wie Grönland und die Osbildungen in Fennoskandien zeigen²¹), unter dem Grosseis subglaziale Ströme fließen, andererseits die Basis starker Grundmoränen der Gletscherbewegung wenig folgt, nicht verwertbar. Alle genannten Schluchten sind erst in gewissen Höhen 100 m breit, die Hälfte je 50 m²²). Davon geht die nicht erfassbare Schluchtbreite ab, welche der subglaziale und interglaziale Fluss erodierte. 1 cm Jahreffekt der Gletschererosion gibt 1 m in 100 Jahren, schon 50 m in 5000 Jahren. Die gesamte Eiszeit hatte zufolge ihres physikalischen Effektes nur kurze Dauer. Dasselbe beweisen die Gletscherfälle. Die eisgeschliffenen Rundbuckel zeigen, dass der bewegte Gletscher die Kanten am stärksten abarbeitet. Deshalb muss jeder Gletscher bei langer Arbeit die Kante des Gletscherfalles wegschleifen²³).

3. Ferner spricht für kurze Dauer des letzten Interglazials, Riss-Würm, der Aufbau des interglazialen Kalktuffs bei Weimarehringsdorf²²). Im Bruch Fischer folgen auf diluvialen Ilmkiesen mit nordischem Material und kalter Fauna 8,7 m Tuff, 1,2 m „Pariser“, wovon obere 0,2 m verwittert, 1,45 m Tuff, 0,4 m „Pseudopariser“ nach SÖRGEL, 4,9 m Tuff, 0,65 m Löss und Gehängeschutt, 0,6 m Humus²³). Die 15 m Tuff, welche also fast das ganze interglaziale Profil aufbauen, bestehen aus 80% bis über 95% CaCO₃. An frischem Bruch fand ich den Tuff scharf weiss gebändert, von 0,9 mm bis 3 mm mächtigen Schichten; auf 1,55 m 88 Schichten, je 1,7 cm dick, auch auf Photo zählbar, die je aus weisser und bläulichgrauer oder bräunlicher Lage bestehen. Diese Schichten sind Jahresbildungen, indem die weisse Schicht kalte Bildung, die durch gelöste Stoffe verfärbte warme, Sommerbildung darstellt. Bei durchschnittlich gleicher Mächtigkeit kämen auf 15 m Tuff 882 Schichten, gleich Jahren. In neuer Zeit erhielt VOIGT in jener Gegend in zwei

Jahren eine „über 1 Zoll“ mächtige Tuffschicht, demnach auch eine etwa 1,7 cm mächtige Jahresschicht²⁴). Der Tuff ist jedoch unter dem Pariser mit 7 Aschenschichten von 3–12 cm Dicke durchzogen, im oberen Tuff weniger (im unteren Tuff in 18,5 m Tiefe wurde anno 1925 der damals älteste paläolithische Schädel in Deutschland gefunden). Diese Aschen wurden in den verschiedenen Jahren nach grossem Holzbrand wohl je an einem einzigen Tage von den „Neandertalern“ aufgeschüttet. Es sind weniger als 15 m wirklicher Tuff, die Aufbauzeit etwas kürzer. Dazu kommen aber die Jahre der Verwitterung der 0,2 m Pariseroberschicht und der Bildung des „Parisers“ und „Pseudoparisers“. Nach WIEGERS ist der Pariser Hochflutschlamm, also nur eine Bildung von höchstens wenigen Jahren. Der Pseudopariser hat schwache Humusrinde. Sonach besteht die Möglichkeit, dass das ganze Interglazialprofil in etwa 1000 Jahren entstand²⁵). Den im Tuff gefundenen fossilen Mollusken zufolge, nebst vielen jetzt noch dort lebenden Schnecken auch *helix banatica*, heute in Siebenbürgen, Ostungarn, *pupa pagodula*, heute bis Montenegro, Oberitalien, Südfrankreich, *belgrandia* sp., heute Italien, Balkanhalbinsel, Teile von Frankreich²⁶), war das Klima dieses Interglazials ebenfalls wärmer als in der Gegenwart; wieder ein charakteristisches Interglazial, ein kühles Stadal in halbperipherer Eiszeitschwankung ausgeschlossen. Neuen, weiss und bräunlich gebänderten Kalktuff, der in Weiterbildung begriffen ist mit Möglichkeit zur Feststellung jeweiliger Jahrzeitbildung, fand ich an einem Bergbächlein bei Altstätten; der Kalkniederschlag ist hier kleiner, wohl wegen niedrigerer Temperatur in etwa 650 m Höhe.

Literatur-Belege.

1) Forschungen und Fortschritte, 1939, 6, Eiszeit und Strahlungskurve.

2) JAC. M. SCHNEIDER, Zur quartären Temperaturkurve nach SPITALER gegen MILANKOWITSCH. In *Helvetica Physica Acta*, Basel 1918.

3) J. BAYER, in *Die Eiszeit*, Leipzig 1925, S. 136f.

4) JAC. M. SCHNEIDER, Interglaziale Klimaperioden und nächste Ursachen der Eiszeit. In *Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft*, Einsiedeln 1935, S. 326f.

5) JAC. M. SCHNEIDER, Die Sonne als veränderlicher Stern. In *Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft*, Solothurn 1936, S. 255f.

6) V. DEWALL, Geologisch-biologische Studie über die Kieselgurlager der Lüneburger Heide. In *Jahrbuch der Preussischen geolog. Landesanstalt*, S. 192f.

7) K. GIESENHAGEN, Kieselgur als Zeitmass für eine Interglazialzeit. In *Zeitschrift für Gletscherkunde*, Berlin 1925.

8) R. GISTL, Die letzte Interglazialzeit der Lüneburgerheide, pollenanalytisch betrachtet. In *Botanisches Archiv*, 21, Leipzig 1928, S. 648ff.

9) P. WOLDSTEDT, *Das Eiszeitalter*, Stuttgart 1929, S. 735.

- ¹⁰⁾ Die Alpen im Eiszeitalter, von A. PENEK und E. BRÜKNER, Leipzig 1909, S. 1162. Geologie der Schweiz, von A. HEIM, Leipzig 1917; im ersten Band.
- ¹¹⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Mikrogeographie des Gletschergebietes im Oberwallis. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, Einsiedeln 1935, S. 406 f.
- ¹²⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Morphologisches und Kausalgeographisches über das Göschenentalgebiet. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft Chur 1938.
- ¹³⁾ Geographisches Lexikon der Schweiz, Neuenburg 1903, Artikel Grindelwald.
- ¹⁴⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Zur Grösse und Dauer der Diluvial-Erosion nach HESS und MILANKOWITSCH. In *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel 1931, S. 109.
- ¹⁵⁾ H. HESS, Die Gletscher, Braunschweig 1904, S. 188, 198 f.
- ¹⁶⁾ H. HESS, Die Gletscher, Braunschweig 1904, S. 301.
- ¹⁷⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Maxima diluvialer Gletschererosion in verschiedenen Alpentälern. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, Luzern 1924, S. 152 f.
- ¹⁸⁾ Siehe Fussnote ¹²⁾.
- ¹⁹⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Die diluviale Glazialerosion an der Via-Malastrecke, am Fläscherberg, Gonzen und Schäniserberg. In *Eclogae geologicae Helvetiae* 1926, S. 678 f.
- ²⁰⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Kausale Geographie der Gegend des Grimselhospizes. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, Genf 1937, S. 201.
- ²¹⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Stokholmer Doppel-Os-Mittelstück als Klimaindikator der Späteiszeit. In *Eclogae geologicae Helvetiae*, 1937, S. 562 f.
- ²²⁾ Siehe Fussnote ¹⁹⁾ und ²⁰⁾.
- ²³⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Gletscherfälle und Erosion. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, Basel 1927, S. 155 f.
- ²⁴⁾ FRITZ WIEGERS, FRANZ WEIDENREICH, ERICH SCHUSTER, Der Schädel-fund von Weimar-Ehringsdorf, Jena 1928, im ersten Teil.
- ²⁵⁾ JAC. M. SCHNEIDER, Der Aufbau der interglazialen Weimarer Kalktuffe. In Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, Solothurn 1936, S. 288 f.
- ²⁶⁾ E. WERTH, Der fossile Mensch, Berlin 1922, S. 503.
-