

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen
(Fortsetzung von Nr. 22)
II Die einzelnen Gewitter und ihre Verteilung
III Die Dauer der Gewitter

von E. Zenone

Osservatorio Ticinese della Centrale Meteorologica Svizzera
Locarno-Monti

Bisher erschienen

- Nr. 1 a Uttinger H., Die Niederschlagsstunden in Zürich.
22 Seiten, 1962
- Nr. 1 b Ambrosetti Fl., Die Niederschlagsstunden in Locarno-Monti.
12 Seiten, 1965
- Nr. 2 Thams J. C., unter Mitarbeit von A. Aufdermaur, P. Schmid und E. Zenone.
Die Ergebnisse des Grossversuches III zur Bekämpfung des Hagels im
Tessin in den Jahren 1957-1963.
32 Seiten, 1966
- Nr. 3 Grütter M., Die bemerkenswertesten Niederschläge der Jahre
1948-1964 in der Schweiz.
20 Seiten, 1966
- Nr. 4 Schram K. und Thams J. C., [Redaktion], 9. Internationale Tagung für Alpine
Meteorologie in Brig und Zermatt, 14.-17. September 1966.
366 Seiten, 1967
- Nr. 5 Ambrosetti Fl. und Thams J. C., Die direkte Sonnenstrahlung auf die Flächen eines
nach Süden orientierten Würfels ohne Grundfläche in Locarno-Monti.
16 Seiten, 1967
- Nr. 6 Schram K. und Thams J. C., Der Tagesgang der Abkühlungs- und
Aufwärmungsgrösse in Locarno-Monti.
20 Seiten, 1968
- Nr. 7 Ambrosetti Fl., Schram K. und Thams J. C., Die Intensität der direkten
Sonnenstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen in
Locarno-Monti.
13 Seiten, 1968
- Nr. 8 Uttinger H., Die Zahl der Tage mit Windspitzen von mindestens
20 Metern pro Sekunde in Zürich (1934-1967).
22 Seiten, 1968
- Nr. 9 Mäder F., Untersuchung über die Windverhältnisse in Bodennähe
bei verschiedenen Wetterlagen.
42 Seiten, 1968
- Nr. 10 Schram K., Die Windverhältnisse in der bodennahen Luftschicht
an einem Hang von etwa 25 Grad Neigung.
13 Seiten, 1968
- Nr. 11 Schüepp M., Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967.
44 Seiten, 1968
- Nr. 12 Ackermann P., Die neue Radiosondenstation Payerne
der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
36 Seiten, 1968
- Nr. 13 Junod A., Contribution à la méthodologie granulométrique
des aérosols microscopiques.
70 Seiten, 1969

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen

(Fortsetzung von Nr. 22)

II Die einzelnen Gewitter und ihre Verteilung

von E. Zenone

Osservatorio Ticinese della Centrale Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti

Zusammenfassung

Teil II

In der vorliegenden Untersuchung werden die einzelnen Gewitter analysiert, welche an Gewittertagen vorkommen. Auf diese Weise wird unsere Kenntnis der Unterschiede zwischen verschiedenen Posten erweitert. Vermutlich wegen der Kürze der Beobachtungsreihen weisen die Streuungen grosse Werte auf, besonders im Fall der Südstau-
gewitter. Die Verteilung zeigt deutlich die maximale Häufigkeit im Gebiet des Centovallis und des Gridones, ferner eine rasche Abnahme von dort bis Cevio und eine viel langsamere von Cevio bis Bedretto. Die lokalen Gewitter haben vermutlich ein weiteres Maximum im Gebiet von Balerna. Die Tage mit der grössten Anzahl von Gewittern gehören dem Südstautyp an. Die lokalen Gewitter weisen hingegen die kleinsten Werte auf. Sie zeigen jedoch die höhere prozentuale Häufigkeit für die Fälle mit nur einem Gewitter pro Gewittertag. Die Südstaufälle hingegen haben hier die kleinsten Werte der drei Gewittertypen. Es sind noch nie mehr als 10 Lokalgewitter pro Tag vorgekommen, hingegen weisen die Südstaufälle, je nach Posten, Häufigkeiten der Tage mit über 10 Gewittern bis zu 4 % auf.

Résumé

Partie II

Dans la présente étude, on analyse les orages isolés qui se déclarent par temps orageux. Cette étude permet de mieux connaître les différences existant entre les postes d'observation. C'est probablement en raison du nombre trop réduit d'années d'observations que l'écart quadratique moyen de nos séries est très important, particulièrement en ce qui concerne les orages par barrage du sud. La distribution des orages isolés met clairement en évidence leur fréquence dans la région des Centovalli-Gridone et la rapide diminution de leur nombre entre cette zone et Cevio, diminution beaucoup plus lente entre Cevio et Bedretto. Les orages locaux présentent probablement un second maximum à Balerna. Les jours orageux présentant le plus grand nombre d'orages sont ceux de barrage du sud, alors que ce sont les orages locaux qui accusent la fréquence la plus basse. En effet, les orages locaux révèlent un taux maximum (en %) dans les cas d'un seul orage par jour. Dans les cas de barrage du sud, les jours ne présentant qu'un seul orage sont minimales. Par contre, en ce qui concerne les jours durant lesquels on dénombre plus de 10 orages, il n'en est aucun qui réponde à la définition d' "orages locaux", alors que les situations de barrage du sud atteignent dans certains cas 4% des journées critiques.

Riassunto

Parte II

Nella presente ricerca si analizzano i singoli temporali che si verificano durante i giorni temporaleschi. Il loro studio permette di conoscere più profondamente le diversità esistenti tra i singoli posti. Probabilmente a causa dell'insufficiente numero di anni di osservazione, lo scarto quadratico medio delle nostre serie è molto grande, specialmente per i temporali di "Südstau". La distribuzione dei singoli temporali mette chiaramente in evidenza la forte frequenza nella regione delle Centovalli-Gridone, e la rapida diminuzione del numero dei temporali tra questa zona e Cevio e molto più lenta tra Cevio e Bedretto. I temporali locali hanno probabilmente un altro nucleo di massima a Balerna. I giorni temporaleschi con il maggior numero di temporali sono quelli di "Südstau", mentre i locali hanno la frequenza più bassa. Infatti i temporali locali mostrano la massima frequenza percentuale per i casi di un solo temporale il giorno, mentre quelli di "Südstau" hanno il minimo. Invece per i casi con più di 10 temporali il giorno, quelli locali non hanno nessun caso, e quelli di "Südstau" arrivano in certi posti fino al 4% di giorni.

Summary

Part II

In the present study the different types of thunderstorms occurring on days with perturbations are analysed. Thus our knowledge of the variations between the different stations is completed. Probably because of the shortness of the observational series the distribution is very broad, especially in case of thunderstorms with southerly upper air current ("Südstau"). The distribution clearly proves the maximum frequency in the region of the Centovalli and the Gridone, then a rapid decrease from there to Cevio and a much slower decrease from Cevio to Bedretto. A further maximum of local thunderstorms is presumed in the region of Bedretto. Days with the highest number of thunderstorms belong to the "Südstau" type, whereas local thunderstorms show the lowest frequencies. The latter have a higher percentage of frequency for all cases with only one thunderstorm per day with perturbation, the cases of "Südstau" on the other hand show the lowest frequencies of all three types of thunderstorms. There have never occurred more than 10 local thunderstorms a day, whereas the cases of "Südstau", on days with more than 10 thunderstorms, show frequencies up to 4%, according to the station.

II. Die einzelnen Gewitter und ihre Verteilung.

1. Einleitung

In einer früheren Arbeit (2) wurden die Häufigkeiten der Tage mit Gewittern an verschiedenen Stationen südlich der Alpen bearbeitet. Wenn man aber nur die Anzahl der Tage betrachtet, so kann man nicht die wahre Gewittertätigkeit eines Ortes darstellen. Ein Ort mit einem Gewitter pro Tag und einer mit mehreren Gewittern pro Tag kann die gleiche Anzahl von Tagen mit Gewittern aufweisen, aber seine Gewittertätigkeit dennoch ganz verschieden sein.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Anzahl der einzelnen Gewitter betrachtet. Wie schon *M. Bossolasco* (1) darauf aufmerksam gemacht hat, kann es sehr schwierig sein, die einzelnen Gewitter eines Tages zu begrenzen und das subjektive Moment kann eine grosse Rolle spielen. Auch wenn hier in unserer Studie relativ wenige Posten untersucht worden sind, so waren doch zwischen 40 und 55 Posten auf einer Fläche von rund 3000 m² im Betrieb. Die einlaufenden Meldungen wurden in eine geographische Karte von 1:200'000 eingetragen. Es wurden die einzelnen Gewitterbahnen festgelegt und fehlende oder unvollständige Beobachtungen konnten ergänzt werden. Pausen von maximal 15 Minuten zwischen mehreren nachfolgenden Gewittern wurden miteinbezogen. Falls neue Donner aus der Richtung des bereits abgezogenen Gewitters gehört wurden, blieben auch längere Pausen unberücksichtigt.

Als Gewitter wurden alle Wettererscheinungen gezählt, bei denen mindestens ein Donner gehört wurde. Bezüglich Gebiet, Material und Postenverzeichnis wird auf die frühere Veröffentlichung verwiesen (2). Für die Auswertung gilt dasselbe und die dort aufgeführten Gewittertypen gelten auch hier. Es ist noch zu bemerken, dass die Posten Braggio und Rossa hier nicht berücksichtigt werden konnten.

2. Mittelwert, Streuung und Veränderlichkeitskoeffizient

Die Tab. II/1 und II/2 geben die Jahressummen aller Gewitter, sowie diejenigen der einzelnen Gewittertypen an. Tab. II/3 enthält die Mittelwerte und deren Streuungen und Veränderlichkeitskoeffizienten. Aus dieser letzten Tabelle sieht man gut, wie die Veränderlichkeitskoeffizienten V zunehmen, wenn man sich den Alpen nähert, d.h. die Streuungen werden grösser in Bezug auf den Mittelwert bei abnehmender Anzahl der Gewitter. Das wurde schon bei (2) gefunden. Der V der Südtaugewitter hat die grössten Werte bei allen Stationen. Das bedeutet, dass dieser Gewittertyp auch den grössten Variationen unterworfen ist. Kleinere V -Werte haben die LOC-Gewitter, gefolgt von den KF-Gewittern. Wie schon im Fall der Tage mit Gewittern, besonders nördlich von Locarno/Monti-Bellinzona, ist die Anzahl der Gewitter grossen Schwankungen unterworfen.

Der Vergleich der Tage mit Gewittern zeigt, dass hier die Streuungen fast durchgehend grösser sind, besonders für die Posten in den Tälern. Der Vergleich des Veränderlichkeitskoeffizienten zeigt, dass südlich von Bellinzona-Auressio die Streuungen, im Fall der einzelnen Gewitter, zwischen 3 und 11 Prozent höher als bei Tagen mit Gewitter liegen und in den Tälern zwischen 9 bis 15 Prozent betragen. Der tiefe Prozentsatz gehört hier zu den lokalen Gewittern. Es ist auch begreiflich, dass die Streuungen grösser sind, wenn man bedenkt, dass die Auszählung nicht durch eine Messapparatur erfolgt, sondern auf Sinnesbeobachtungen basiert. Die Beurteilung war manchmal sehr schwierig, besonders in den Tälern, wo die Gewitterbahnen von den Beobachtern nur für kurze Zeit verfolgt werden können, im Gegensatz zu den ebenen Gebieten.

Tab. II/1 Anzahl der einzelnen Gewitter in 14 Jahren, nach Monaten geordnet
(Cimalmotto hat 13 Beobachtungsjahre und Bedretto 10)

Posten	Alle Gewitter							Kaltfrontgewitter						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Balerna	100	181	338	289	215	109	27	26	78	122	101	100	65	17
Lugano	62	183	351	333	272	123	26	20	80	127	111	129	66	16
Migliaglia	71	190	379	334	283	119	32	22	81	136	108	129	66	20
Indemini	63	171	357	348	322	127	33	22	82	129	119	154	60	21
Bellinzona	56	227	406	452	371	169	41	23	98	152	164	179	83	27
Locarno-Monti	70	220	464	456	461	176	44	25	103	178	161	215	77	28
Auessio	58	234	509	569	484	186	52	17	89	185	175	208	71	33
Cimalmotto	20	120	208	253	197	69	24	9	38	89	68	91	23	14
Frasco	29	111	273	326	297	85	38	9	44	115	119	144	30	19
Piano di Peccia	11	83	152	237	192	42	22	7	29	64	78	92	12	11
Cavagnago	8	65	176	286	295	63	18	6	24	74	111	143	26	10
Comprovasco	9	60	161	239	231	56	13	5	21	73	96	97	15	7
Olivone	4	31	72	153	151	19	5	1	10	32	59	65	5	2
Airolo	5	72	111	179	156	31	14	5	23	55	50	68	12	5
Bedretto	1	38	55	95	86	19	9	1	11	31	23	34	6	6

Tab. II/2 Anzahl der einzelnen Gewitter in 14 Jahren, nach Monaten geordnet
(Cimalmotto hat 13 Beobachtungsjahre und Bedretto 10)

Posten	Lokalgewitter							Südstaugewitter						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Balerna	50	56	121	121	57	11	0	24	47	95	67	58	33	10
Lugano	23	52	110	133	53	13	0	19	51	114	89	90	44	10
Migliaglia	28	51	125	133	54	15	0	21	58	118	93	100	38	12
Indemini	21	33	106	135	55	16	0	20	56	122	94	113	51	12
Bellinzona	14	54	104	160	65	20	0	19	75	150	128	127	66	14
Locarno-Monti	16	47	126	167	68	21	0	29	70	160	128	178	78	16
Auessio	13	48	153	234	78	28	0	28	97	171	160	198	87	19
Cimalmotto	4	23	58	114	31	9	0	7	59	61	71	75	37	10
Frasco	3	25	69	117	36	11	0	17	42	89	90	117	44	19
Piano di Peccia	0	14	48	97	26	6	0	4	40	50	62	74	24	11
Cavagnago	0	13	42	99	50	4	0	2	28	60	76	102	33	8
Comprovasco	0	16	36	77	39	9	0	4	23	52	66	95	32	6
Olivone	0	7	17	52	31	3	0	3	14	23	42	55	11	3
Airolo	0	8	27	67	22	4	0	0	41	29	62	66	15	9
Bedretto	0	3	12	40	11	2	0	0	24	12	32	41	11	3

Tab. II/3 Statistische Masszahlen der Häufigkeiten der einzelnen Gewitter:

 \bar{x} = Mittelwert der Stichprobe, s = Streuung der Stichprobe, V = Veränderlichkeitskoeffizient, welcher den Anteil von s in Bezug auf \bar{x} in Prozenten gibt: $V = (100.s) : \bar{x}$.

Posten	a Alle Gewitter			b KF-Gewitter			c LOC-Gewitter			d SS-Gewitter		
	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V	\bar{x}	s	V
Balerna	89.93	17.51	19	36.36	8.97	25	29.71	12.88	43	23.86	11.12	47
Lugano	96.43	14.93	15	39.21	10.34	26	27.43	10.40	38	29.79	12.54	42
Migliaglia	100.57	18.97	19	40.14	6.89	17	29.00	10.49	36	31.43	16.42	52
Indemini	101.50	21.50	21	41.93	10.22	24	26.14	13.08	50	33.43	17.82	53
Bellinzona	123.00	28.41	23	51.86	13.36	26	29.78	14.59	49	41.36	23.05	56
Locarno-Monti	135.07	27.17	20	56.21	14.07	25	31.79	13.67	43	47.07	23.63	50
Auressio	149.43	50.57	34	55.57	19.12	34	39.57	23.39	59	54.29	33.50	62
Cimalmotto	68.54	23.88	35	25.54	8.18	32	18.38	12.31	67	24.62	17.55	71
Frasco	82.79	27.81	34	34.29	12.98	38	18.64	9.86	53	29.86	17.27	58
Piano di Peccia	52.79	19.47	37	20.93	9.16	44	12.93	8.56	66	18.93	13.06	69
Cavagnago	65.07	19.05	29	28.14	9.78	35	14.86	7.68	52	22.07	13.08	59
Comprovasco	54.93	16.60	30	22.43	7.71	34	12.64	5.83	46	19.86	12.68	64
Olivone	31.07	11.97	39	12.43	6.04	49	7.86	4.11	52	10.79	8.50	79
Airolo	40.57	23.42	58	15.57	7.68	49	9.14	6.29	69	15.86	14.73	93
Bedretto	30.30	16.73	55	11.20	7.02	63	6.80	5.27	78	12.30	11.89	97

Die Abb. II/1—4 geben die Verteilung der einzelnen Gewitter an. Bei jedem Posten ist die entsprechende mittlere Anzahl der einzelnen Gewitter eingetragen worden. Durch einfache Interpolation wurden Linien mit gleicher Anzahl von Gewittern eingezeichnet: in Abb. 1 von 10 zu 10, in den Abb. 2—4 von 5 zu 5 Gewittern.

Abb. II/1 Alle Gewitter

Das Maximum liegt zwischen Centovalli und Bellinzona, mit Kern im Centovalli selber. Wenn man von dort nach Norden oder nach Süden geht, so findet man eine Abnahme der Gewitteranzahl, die in Richtung der Alpen grösser ist. Im Gegensatz zu Abb. II/1, Tage mit Gewittern (2), sieht man folgendes: Balerna und Auressio und das ganze dazwischen liegende Gebiet, haben fast genau dieselbe Anzahl von Tagen mit Gewittern, hingegen hat Auressio rund 60 einzelne Gewitter mehr, d.h. zwei Drittel mehr als Balerna. Das beweist, dass in Auressio eine regere Gewittertätigkeit herrscht als in Balerna. Das gilt für das ganze Gebiet zwischen Balerna und der Magadinoebene: die Gewitteraktivität nimmt von Balerna bis ungefähr zur Linie Auressio-Bellinzona zu, um dann nach Norden wieder rasch abzunehmen. Ein weiterer Unterschied kann man zwischen Auressio und Bedretto finden. Die Abnahme ist nicht regelmässig, aber man könnte sagen, sie erfolgt in 2 Etappen: eine rasche Abnahme zwischen Auressio und der Isolinie 75 (bei Cevio) und eine langsamere von dort bis Bedretto. Die Unterschiede sind markant, im ersten Abschnitt hat man eine Abnahme von 5,3 Gewittern pro km, im zweiten von nur 2,0 Gewittern pro km. Im Fall der Tage mit Gewittern war dieser Unterschied kaum merkbar. (Die Abnahme würde 1,3 Tage pro km, resp. 0,8 Tage für den ersten und zweiten Abschnitt ausmachen).

Abb. II/2 Kaltfrontgewitter

Dasselbe Bild wie im vorigen Fall, nur die Zahlen sind anders. Auressio hat hier rund 19 Gewitter mehr als Balerna, d.h. fast die Hälfte mehr. Ferner von Auressio bis zur Isolinie 30 hat man eine Abnahme von 1,8 Gewittern pro km und von dort bis Bedretto von 0,8 Gewittern pro km. Im Fall der Tage mit KF-Gewittern war der Unterschied sehr klein.

Abb. II/3 Lokalgewitter

Die Hauptgewitterzone mit Kern im Centovalli bleibt bestehen. Die Verteilung gegen Süden ist nicht regelmässig. Vermutlich ist die verschiedene Anzahl von Gewittern durch die Lage der Posten bedingt. Deutlich ist der höhere Wert von Balerna in Bezug auf Lugano zu sehen, ein neuer Kern scheint hier vorhanden zu sein.

Die Abnahme gegen Norden tritt auch hier hervor, wie schon in den Abb. II/1 und 2. Rasche Abnahme, um 1,6 Gewitter pro km, bis zur Isolinie 18 (Cevio), gegen 0,5 von dieser Isolinie bis Bedretto.

Abb. II/4 Südstaugewitter

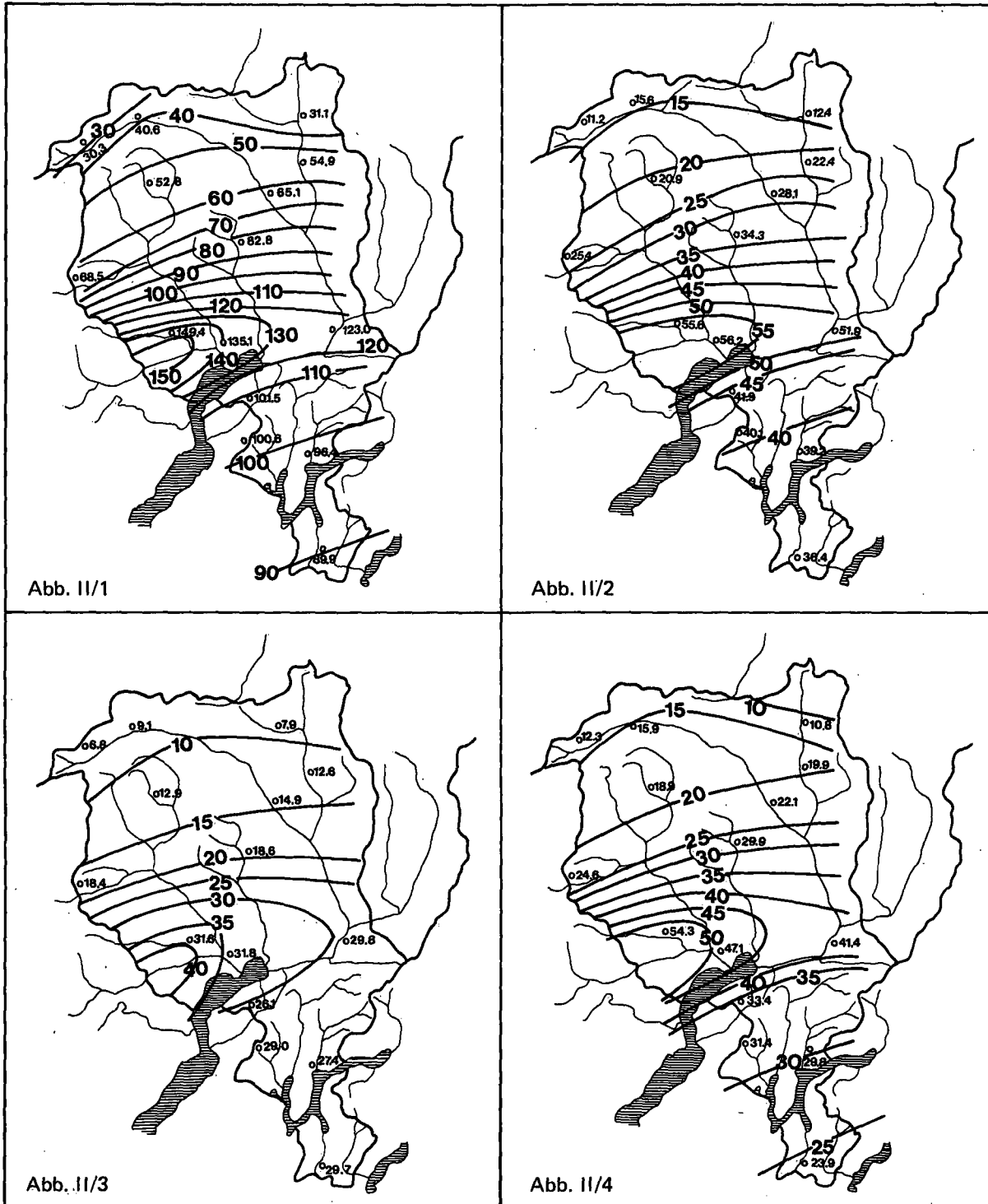
Die Verteilung ist hier ähnlich wie bei den Abb. II/1 und 2. Die Hauptgewitterzone und deren Kern ändern ihre Lage nicht. Von dort an, Abnahme gegen Süden und Norden. Die Abnahme gegen Norden zeigt, was bis jetzt gefunden wurde: Abnahme von 2,1 Gewittern pro km bis Cevio (Isolinie 25) und von dort bis Bedretto von nur 0,6 pro km.

In allen vier Abbildungen erfolgt hingegen die Abnahme der Gewitter zwischen Bellinzona und Olivone nicht stufenweise, sondern ist viel regelmässiger. Leider war es nicht möglich, einen Beobachter in Biasca zu finden, sodass man gezwungen war, die Gewitter zwischen Comprovasco und Bellinzona zu interpolieren und sie als gleichmässig verteilt zu betrachten.

Die gefundenen Verteilungen könnte man noch mit guter Approximation durch eine Kurve 2. Grades darstellen, aber nur längs der Linie Balerna-Bellinzona-Olivone. Bei der Verteilung zwischen Balerna und Bedretto sind die Abweichungen zwischen berechneten und beobachteten Werten zu gross und man sollte zu einer Kurve höheren Grades übergehen. Deswegen hat man auf diese Darstellungsart verzichtet.

Wie kann man die verschiedene Verteilung zwischen Auressio-Bedretto und Bellinzona-Olivone erklären? Man kann annehmen, dass die stark verschiedene Orographie dafür verantwortlich ist. Wenn man die geographische Karte betrachtet, so fällt folgendes auf: zwischen Bellinzona und Olivone liegt ein fast S → N gerichtetes Tal, wo die Gewitter eingebettet werden und relativ leicht gegen Norden wandern können, was zwischen Auressio und Bedretto oder Locarno und Bedretto nicht zu beobachten ist. Bis Cevio können sich die Gewitter einigermassen leicht fortpflanzen, dann tritt eine Verzweigung des Tales in drei Abschnitten auf und gerade hier beobachtet man einen Sprung in der Anzahl der Gewitter, wie wenn da die Gewitterbahnen enden würden.

Auch für das Verzascatal, welches ins Gebiet von Locarno mündet, ist etwas nördlich von Frasco vollkommen geschlossen, sodass die Gewitter meistens nicht nach Norden weiterwandern können, oder nur selten. Das gilt natürlich nur für die Gewitter, welche aus dem Süden kommen. Vermutlich werden in einer späteren Arbeit die Fortpflanzungsrichtungen bei den einzelnen Posten untersucht und das wird sicher dazu beitragen, diese Unterschiede besser zu erfassen.



- Abb. II/1 Alle Gewitter. Verteilung der einzelnen Gewitter. Isolinien von 10 zu 10 Gewittern gezeichnet.
- Abb. II/2 Kaltfrontgewitter. Verteilung der einzelnen Gewitter. Isolinien von 5 zu 5 Gewittern gezeichnet.
- Abb. II/3 Lokalgewitter. Verteilung der einzelnen Gewitter. Isolinien von 5 zu 5 Gewittern gezeichnet.
- Abb. II/4 Südstaugewitter. Verteilung der einzelnen Gewitter. Isolinien von 5 zu 5 Gewittern gezeichnet.

3. Die prozentualen Häufigkeiten der Gewittertypen

Die Tab. II/4 gibt die prozentuale Häufigkeiten der einzelnen Gewittertypen an.

3.1 Kaltfrontgewitter: die Extremwerte sind 43% in Cavagnago und 37% in 3 anderen Posten. Die Abweichung vom Mittelwert (40%) beträgt nur $\pm 3\%$. Das gestattet uns zu sagen, dass die Anzahl der Kaltfrontdurchgänge im Mittel ziemlich gleich für alle Posten ist.

3.2 Lokalgewitter: die Extremwerte liegen weiter entfernt: 33% in Balerna und 22% in Bedretto. Bei einem Mittelwert von 25% hat man 8 Posten mit kleineren Werten als der Mittelwert. Alle diese Posten liegen in der Magadinoebene oder nördlich davon, und im Sottoceneri hat man meist grössere Werte.

3.3 Südstaugewitter: die kleineren Prozentsätze gehören hier dem Sottoceneri und die höheren den Tälern. Die Extremwerte liegen noch weiter voneinander: 27% in Balerna und 41% in Bedretto. Man sieht also, da die prozentuale Häufigkeit der Kaltfrontgewitter wenig variiert, dass das, was übrig bleibt, zwischen den zwei übrigen Typen verteilt ist: wo wenig lokale Gewitter vorkommen, nimmt die prozentuale Häufigkeit der Südstaugewitter zu und umgekehrt. Wenn man alle Posten zusammenfasst, so findet man folgende prozentuale Häufigkeiten: Kaltfrontgewitter 40%, Südstaugewitter 35%, Lokalgewitter 25%.

Tab. II/4 Prozentuale Verteilung der drei Gewittertypen

Posten	KF	LOC	SS
Balerna	40	33	27
Lugano	41	28	31
Migliaglia	40	29	31
Indemini	41	26	33
Bellinzona	42	24	34
Locarno-Monti	42	23	35
Auressio	37	26	37
Cimalmotto	37	27	36
Frasco	41	23	36
Piano di Peccia	40	24	36
Cavagnago	43	23	34
Comprovasco	41	23	36
Olivone	40	25	35
Airolo	38	23	39
Bedretto	37	22	41
Mittel	40.0	25.3	34.7

4. Mittlere Anzahl der Gewitter pro Gewittertag

Die Tabellen 11/5 und 6 geben die Anzahl der Gewitter pro Gewittertag, für die einzelnen Monate und Posten, sowie für alle Gewitter und die verschiedenen Gewittertypen an. Die Betrachtung der Gewittertypen zeigt folgendes: bei den LOC-Gewittern 91% der 84 Werte des entsprechenden Abschnittes der Tab. 11/6 zeigen, dass an solchen Tagen weniger als zwei Gewitter pro Gewittertag vorkommen. Nur 9% haben im Mittel zwischen 2 und 2,9 Gewitter pro Gewittertag. Bei den KF-Gewittern hat man 75% weniger als 2 Gewitter und 25% zwischen 2 – 2,9 Gewitter pro Gewittertag. Bei den SS-Gewittern sind die Verhältnisse ganz anders: nur 43% der Werte geben weniger als 2 Gewitter pro Gewittertag, 46% zwischen 2 – 2,9 und dazu weitere 11% mit mehr als 3 Gewittern pro Gewittertag. Die Tage mit Südstaugewittern sind viel gewitterreicher als die Tage mit Lokalgewittern. Die Kaltfrontfälle nehmen ungefähr eine Mittelstellung ein, die aber den Verhältnissen der Lokalgewitter näher steht. Eine nähere Betrachtung der Tabelle 11/5 und 11/6 in Bezug auf die Typen sagt, dass bei den LOC-Gewittern in den Monaten Juni, Juli und August die mittleren Werte der LOC-Gewitter fast für alle Posten die kleineren Werte darstellen. Für die SS-Gewitter hingegen von Mai bis September inbegriffen, sind die entsprechenden Mittelwerte fast überall höher. In grossen Zügen erkennt man für die Posten zwischen Balerna und Bellinzona-Auressio auch einen "Jahresgang", d.h. die Monate mit der grösseren Anzahl von Tagen mit Gewittern und von Gewittern, zeigen auch mehr Gewitter pro Gewittertag, als in den Frühlings- und Herbstmonaten. Das ist sicher keine neue Entdeckung, aber ist mindestens hier mit Zahlen bewiesen. Für die Posten in den Tälern hat man einen unregelmässigen Gang, vermutlich weil hier die Periode zu kurz ist. Wir hoffen aber, dieses Problem weiter untersuchen zu können.

Noch ein Wort zu den Südstaufällen. Man kann sich fragen, warum entstehen so viele Gewitter? Die Definition, die wir in (2) gegeben haben, sagt: "Die Ursache dieses Gewittertypus ist, neben der labilen Schichtung der Luftmassen, die erzwungene Hebung der aus dem S-Halbraum kommenden Luftmassen auf der Luvseite des Alpenwalles". Diese Definition sagt uns, dass die Luftmassen anhaltend und mehr oder weniger rasch erneuert werden, je nach Windgeschwindigkeit. Diese Erneuerung bedingt, dass auch die Labilitätsverhältnisse ständig erneuert werden, solange die Luftmasse nicht wechselt und die Gewittertätigkeit nicht durch die früheren Gewitter unterbunden wird. Ferner hat sich in (3) herausgestellt, dass im Mittel eine gut entwickelte Südstaulage 55 Stunden dauert und mit Unterbrechungen (4) kann sie bis 216 Stunden andauern. Dies sind Verhältnisse, welche bei den übrigen Gewittertypen kaum vorkommen können. Eine Kaltfront ist ein Gebilde, das sich bewegt; ein Lokalgewitter ist ein Ereignis, das die Labilität auf einer gewissen Fläche zerstört und das sich nicht so rasch wieder herstellt. Es wird sicher einmal interessant sein, zu untersuchen, wie die LOC- und Südstaugewitter an Tagen mit mehreren Gewittern aufeinander folgen.

Eine weitere Bemerkung betrifft die Tage mit mehr als einem Gewittertyp; diese sind hier nicht gesondert betrachtet worden.

Tab. 11/5 Anzahl der Gewitter pro Gewittertag

Posten	Alle Gewitter							Kaltfrontgewitter						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Balerna	1.5	1.7	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.6	1.7	1.8	1.6	1.5	1.3
Lugano	1.3	1.8	2.0	2.1	1.9	1.8	1.0	1.25	1.5	1.6	1.85	1.7	1.5	1.0
Migliaglia	1.4	1.8	2.2	2.2	2.1	1.9	1.3	1.3	1.5	1.8	1.8	1.7	1.6	1.25
Indemini	1.5	1.7	2.2	2.2	2.3	2.1	1.5	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0	1.6	1.3
Bellinzona	1.3	2.2	2.4	2.8	2.4	2.6	1.8	1.15	1.8	2.2	2.3	2.3	2.0	1.8
Locarno-Monti	2.1	2.2	2.7	2.7	3.1	2.8	2.0	1.7	1.8	2.5	2.3	2.6	2.0	1.75
Auressio	1.7	2.5	2.9	2.3	3.2	2.9	2.3	1.4	1.9	2.5	2.5	2.6	1.8	2.0
Cimalmotto	2.0	2.4	2.3	2.0	1.9	2.1	2.0	2.25	1.7	2.5	1.7	1.6	1.3	1.6
Frasco	2.1	1.8	2.6	2.2	2.6	2.2	2.5	2.25	1.5	2.4	2.1	2.0	1.6	2.1
Piano di Peccia	1.8	1.9	1.8	1.9	2.0	1.8	2.7	2.3	1.4	1.8	1.8	1.7	1.3	2.75
Cavagnago	1.3	1.5	2.0	2.2	2.5	2.1	1.3	1.5	1.0	1.8	2.1	2.1	1.6	1.4
Comprovasco	1.5	1.8	2.0	2.0	2.4	2.0	1.4	1.25	1.3	1.8	1.8	1.8	1.25	1.75
Olivone	1.0	1.6	1.3	1.7	1.9	1.3	1.0	1.0	1.1	1.1	1.5	1.7	1.0	1.0
Airolo	1.7	2.9	2.2	2.1	2.3	1.8	2.3	1.7	1.6	2.0	1.7	1.9	1.3	1.7
Bedretto	1.0	2.4	2.0	1.8	2.2	1.6	2.2	1.0	1.6	1.8	1.5	1.8	1.2	2.0

Tab. II/6 Anzahl der Gewitter pro Gewittertag

Posten	Lokalgewitter							Südstaugewitter						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Balerna	1.6	1.4	1.4	1.5	1.3	1.1	—	1.6	1.7	2.1	1.8	1.6	1.5	1.7
Lugano	1.1	1.5	1.4	1.7	1.5	1.1	—	1.6	1.9	2.3	2.3	1.9	1.9	1.1
Migliaglia	1.4	1.4	1.6	2.0	1.5	1.2	—	1.5	2.0	2.4	2.2	2.3	1.8	1.3
Indemini	1.75	1.4	1.6	1.9	1.5	1.1	—	1.4	1.8	2.4	2.0	2.4	2.4	1.5
Bellinzona	1.3	1.6	1.5	2.1	1.6	1.8	—	1.5	2.3	2.9	3.0	2.5	2.5	1.75
Locarno-Monti	1.8	1.7	1.9	2.0	1.7	1.5	—	2.4	2.1	2.9	2.7	3.2	3.5	1.8
Auessio	1.3	2.0	2.1	2.6	1.7	2.2	—	2.0	2.9	3.2	3.3	3.4	3.5	1.9
Cimalmotto	1.3	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	—	1.4	2.9	1.9	2.2	1.7	2.8	2.0
Frasco	1.0	1.5	1.7	1.7	1.4	1.6	—	2.4	1.8	2.5	2.4	2.9	2.9	2.4
Piano di Peccia	—	1.3	1.4	1.5	1.4	1.0	—	1.3	2.4	1.8	1.7	2.1	2.7	2.2
Cavagnago	—	1.4	1.5	1.5	1.5	1.0	—	1.0	1.9	2.1	2.3	3.0	3.3	1.3
Comprovasco	—	1.8	1.6	1.5	1.6	1.8	—	1.3	1.9	1.9	2.1	3.0	2.3	1.0
Olivone	—	1.4	1.1	1.4	1.7	1.5	—	1.0	2.0	1.2	1.6	1.7	1.4	1.0
Airolo	—	2.0	1.8	1.7	1.5	1.3	—	—	3.2	3.2	2.2	2.5	1.7	2.2
Bedretto	—	1.5	1.7	1.4	1.1	1.0	—	—	2.7	1.5	2.1	2.7	2.2	1.5

5. Gruppen von Posten, deren Anzahl von Gewittern voneinander nicht signifikant verschieden ist.

Im Fall der einzelnen Gewitter sind die Verhältnisse nicht so einfach wie im Fall der Tage mit Gewittern. Das ausgeprägte Maximum im Centovallgebiet bedingt eine andere Gliederung, als sie in (2) vorgenommen wurde. Wir wollen hier die Einzelheiten nicht berücksichtigen. Im grossen und ganzen sieht man folgendes: Das Sottocenergebiet ist einheitlich, ausgenommen für die Südstaugewitter, deren Anzahl in Balerna signifikant kleiner ist. Die Magadinoebene ist nicht einheitlich: Locarno ist sehr nahe dem Centovalli-Kern und Bellinzona ist anderseits weit entfernt. In den Tälern beeinflusst das Centovallmaximum die Gebiete bis Frasco — Piano di Peccia, sodass Unterschiede nicht nur in der S → N- aber auch in der W → E-Verteilung vorkommen. Man sieht also, dass unter Berücksichtigung der Anzahl der einzelnen Gewitter, mehr Informationen geliefert werden und die Unterschiede zwischen den Posten grösser sind, als im Fall der Tage mit Gewittern.

6. Anzahl der Tage mit einem oder mehreren Gewittern pro Gewittertag

In den nachfolgenden Tabellen II/7, II/8, II/9 und II/10 sind die entsprechenden Häufigkeiten in Prozent der Anzahl der Gewittertage umgerechnet worden. Damit ist ein Vergleich zwischen den Typen und den Posten erleichtert. Eine erste Betrachtung soll man den Posten Olivone—Airolo und Bedretto schenken, weil hier grosse Schwankungen in den Prozentzahlen zu finden sind. Man hat schon am Anfang gesehen (siehe Tab. II/3), dass zu diesen Posten die grössten Streuungen gehören, und vermutlich liegt der Grund dieser grossen Schwankungen in der noch zu kleinen Anzahl von Beobachtungsjahren in diesen Gebieten. Abgesehen von diesen drei Posten sieht man folgendes:

6.1. Gewittertage mit einem Gewitter. Für alle Posten haben die LOC-Gewitter die höheren Prozentzahlen und die Südstaugewitter, mit einer Ausnahme, die kleineren. Abgesehen von vier Posten, haben die übrigen bei den LOC-Gewittern in mehr als 60% der Tage nur ein Gewitter, bei den Südstaugewittern hingegen, ausgenommen 3 Posten, weniger als 50 Prozent. Wenn man die Posten betrachtet, so sieht man, dass die Posten Locarno-Monti und Auressio die kleineren Postenzahlen aufweisen, d.h. gerade die Posten, welche beim Hauptmaximum liegen: es ist klar, dass bei diesen zwei Posten die Häufigkeit für mehrere Gewitter pro Gewittertag grösser sein muss, als bei den übrigen Posten.

Die Prozenzhäufigkeiten der Tage mit KF-Gewittern liegen zwischen den LOC- und Südstaugewittern.

6.2. Tage mit 2, 3, 4 und 5 Gewittern. Mit wenigen Ausnahmen sind die Zahlen der LOC-Gewitter immer die kleineren. Die Südstaufälle überwiegen meistens, wenn nicht für das ganze Gebiet, doch mindestens teilweise.

6.3. Tage mit 6 – 10 Gewittern. Hier herrschen sehr deutlich die Tage mit Südstaugewittern vor, deren Maximum bei Locarno-Monti und Auressio liegt.

6.4. Tage mit mehr als 10 Gewittern. Die Südstaugewitter, welche an 6 Posten vertreten sind, herrschen vor. Das Maximum liegt wieder bei Locarno-Monti und Auressio.

Ferner sind die LOC-Gewitter hier nicht vertreten und die Kaltfrontgewitter nur mit einem Fall in Locarno-Monti.

Wir verzichten auf die Diskussion aller Gewitter zusammen.

Abschliessend sieht man aus dieser Untersuchung, trotz der Schwierigkeit, welche die Auszählung der einzelnen Gewitter durch Beobachter bereitet, dass die Gewittertätigkeit der einzelnen Posten besser in Erscheinung tritt, als wenn man nur die Tage mit Gewittern berücksichtigt.

Ein weiterer Schritt wird uns dann die nachfolgende Untersuchung liefern, in welcher die Dauer der Gewitter analysiert wird.

Tab. II/7 Anzahl der Tage mit einem oder mehreren Gewittern pro Gewittertag in Prozent der Anzahl der Gewittertage (Alle Gewitter)

Posten	1	2	3	4	5	6-10	>10
Balerna	60.6	25.2	10.7	2.8	0.4	0.4	
Lugano	60.9	22.9	10.1	3.0	1.7	1.4	
Migliaglia	55.8	25.2	11.3	4.8	1.6	1.3	
Indemini	56.9	23.7	10.6	4.4	2.4	1.8	0.3
Bellinzona	50.1	20.8	14.3	7.5	3.4	3.4	0.5
Locarno-Monti	43.3	26.1	13.0	8.7	4.2	4.0	0.7
Auressio	40.8	24.4	14.6	6.8	5.2	7.0	1.2
Cimalmotto	56.0	22.5	11.4	4.2	2.1	3.8	
Frasco	50.3	23.0	12.9	6.2	4.8	2.7	0.2
Piano di Peccia	57.9	26.6	7.9	3.7	2.6	1.4	
Cavagnago	53.0	25.0	12.7	4.0	2.9	1.9	0.4
Comprovasco	53.1	29.5	9.7	3.3	2.6	1.9	
Olivone	69.6	21.1	5.7	2.3	0.7	0.7	
Airolo	47.8	28.3	16.7	2.7	1.4	3.1	
Bedretto	56.1	24.6	11.7	2.9	2.9	1.8	

Tab. II/8 Anzahl der Tage mit einem oder mehreren Gewittern pro Gewittertag in Prozent der Anzahl der Gewittertage (Kaltfrontgewitter)

Posten	1	2	3	4	5	6-10	>10
Balerna	59.1	26.1	11.0	3.5	0.0	0.3	
Lugano	62.9	21.1	11.7	2.0	2.0	0.3	
Migliaglia	57.4	25.0	13.2	3.8	0.6	0.0	
Indemini	56.7	25.2	11.4	3.8	2.3	0.6	
Bellinzona	47.7	22.7	14.4	8.3	4.0	2.9	
Locarno-Monti	42.3	25.9	13.4	10.5	4.5	3.1	0.3
Auressio	43.3	23.5	14.8	7.1	5.1	6.2	
Cimalmotto	57.8	23.2	10.3	2.7	2.2	3.8	
Frasco	48.3	25.0	11.9	7.6	5.1	2.1	
Piano di Peccia	53.2	31.0	9.9	4.1	0.6	1.2	
Cavagnago	52.1	25.6	12.8	4.7	2.9	1.9	
Comprovasco	52.7	33.2	8.1	3.3	2.2	0.5	
Olivone	72.4	19.5	4.1	3.2	0.0	0.8	
Airolo	52.9	26.0	14.6	4.9	0.8	0.8	
Bedretto	55.2	29.9	10.4	1.5	3.0	0.0	

Tab. II/9 Anzahl der Tage mit einem oder mehreren Gewittern pro Gewittertag in Prozent der Anzahl der Gewittertage (Lokalgewitter)

Posten	1	2	3	4	5	6-10
Balerna	67.8	22.2	8.3	1.7		
Lugano	67.6	22.8	6.2	1.5	1.1	0.8
Migliaglia	59.4	24.9	11.7	2.4	0.8	0.8
Indemini	66.3	18.2	9.3	2.2	2.2	1.8
Bellinzona	62.2	17.4	12.9	3.7	1.7	2.1
Locarno-Monti	54.8	25.3	9.9	5.0	2.1	2.9
Auressio	48.2	22.3	12.2	6.3	5.1	5.9
Cimalmotto	58.6	22.1	12.9	3.6	2.1	0.7
Frasco	63.0	22.8	7.4	4.3	1.9	0.6
Piano di Peccia	67.7	27.6	2.3	0.0	1.6	0.8
Cavagnago	64.5	23.2	9.4	2.9	0.0	
Comprovasco	61.4	25.4	10.5	1.8	0.9	
Olivone	68.8	20.8	9.1	1.3		
Airolo	50.6	32.5	16.9			
Bedretto	72.0	20.0	8.0			

Tab. II/10 Anzahl der Tage mit einem oder mehreren Gewittern pro Gewittertag in Prozent der Anzahl der Gewittertage (Südstaugewitter)

Posten	1	2	3	4	5	6-10	>10
Balerna	52.1	28.2	13.8	3.2	1.6	1.1	
Lugano	49.3	26.1	12.6	6.3	1.9	3.8	
Migliaglia	49.0	26.0	7.7	9.1	4.3	3.9	
Indemini	47.5	26.9	10.5	7.8	2.7	3.7	0.9
Bellinzona	40.6	21.4	15.6	10.3	4.5	5.8	1.8
Locarno-Monti	33.1	27.1	15.7	9.7	5.9	6.4	2.1
Auressio	29.6	28.0	16.9	7.0	5.3	9.1	4.1
Cimalmotto	51.3	22.0	11.3	6.7	2.0	6.7	0.0
Frasco	40.7	20.4	19.7	6.0	7.2	5.4	0.6
Piano di Peccia	54.5	20.2	10.4	6.7	6.0	2.2	0.0
Cavagnago	42.3	26.2	16.2	3.8	6.2	3.8	1.5
Comprovasco	46.0	27.8	11.1	4.8	4.8	5.5	
Olivone	66.7	23.2	5.1	2.0	2.0	1.0	
Airolo	38.7	28.0	19.4	2.1	3.2	8.6	
Bedretto	42.6	22.2	16.7	7.4	5.6	5.5	

Literatur zu Teil II

- (1) Bossolasco M. Distribuzione e frequenza dei temporali nell'Italia settentrionale.
Geofisica Pura e Applicata. Fasc. 2, Vol. III, 1941.
- (2) Zenone E. Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.
Die geographische und jahreszeitliche Verteilung der Tage mit Gewittern.
Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt
Nr. 22, 1971.
- (3) Zenone E. Die Steuerung der 24-stündigen negativen Bodendruckänderungen.
Geofisica Pura e Applicata, Bd. 37, 1957 (S. 289–302).
- (4) E. Zenone Le situazioni di "Südstau" al sud delle Alpi, dovute a campi isallobarici
negativi di 24 ore.
Geofisica e Meteorologia. Vol. VII, No. 5/6, 1959.

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen

(Fortsetzung von Nr. 22)

III Die Dauer der Gewitter

von E. Zenone

Osservatorio Ticinese della Centrale Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti

Zusammenfassung

Teil III

In der vorliegenden Untersuchung wird die Dauer der einzelnen Gewitter und der Gewittertätigkeit behandelt. Die mittlere Dauer der einzelnen Gewitter ist nicht besonders aufschlussreich. Die Verteilung dieser Dauer ist stark vom Beobachter abhängig. Bessere Kenntnisse erreicht man, wenn man die Dauer in Intervalle von 10 Minuten zusammenfasst. Es tritt dann deutlich hervor, wie im Süden die langen, im Norden die kürzeren Zeiten überwiegen. Bei der Beobachtung der Gewitter muss man eine besondere Aufmerksamkeit den Fällen mit einem einzigen Donner schenken, besonders in den alpinen Tälern, da sogar die Anzahl der Tage mit Gewittern durch deren exakte Beobachtung beeinflusst wird.

Die Untersuchung der Dauer der Gewittertätigkeit, unabhängig von der Anzahl der einzelnen Gewitter – deren Zeitvorkommen sich überschneiden kann – zeigt, dass die Hochsommermonate keine statistisch signifikanten Unterschiede aufweisen. Nur bei den lokalen Gewittern ist der August signifikant minimal. Dass die alpinen Täler eine kürzere Dauer haben, wird auch hier bestätigt. Bei den Typen KF- und SS-Gewitter zeigt sich kein Unterschied in der Dauer, hingegen die lokalen zeigen signifikant kürzere Zeiten. Endlich lässt die Verteilung der Dauer in Stunden das Kerngebiet im Centovalli deutlich hervortreten, ausgenommen bei den LOC-Gewittern, deren Hauptherd im Mendrisiotto liegt. Ferner ist der Unterschied in der Gewittertätigkeit zwischen den Gebieten Locarno-Cevio und Cevio-Bedretto stark ausgeprägt.

Resumé

Partie III

La présente recherche traite des orages isolés et de l'activité orageuse en général. L'analyse de la durée moyenne des orages isolés ne conduit à aucun résultat satisfaisant; sa distribution ne peut être analysée, car elle dépend par trop de l'observateur lui-même. On obtient de meilleurs résultats en analysant les fréquences par intervalles successifs de 10 minutes. Il apparaît alors clairement que les orages sont généralement de longue durée au sud, de courte durée au nord. Dans l'observation des orages, il est très important de tenir compte des cas où ne se produit qu'un seul coup de tonnerre, dont l'observation exacte peut influencer le nombre des jours d'orages. En analysant la durée de l'activité orageuse indépendamment du nombre d'orages qui se puissent observer durant un intervalle déterminé, on obtient de très bons résultats. Par exemple, les mois de plein été présentent des durées moyennes qui ne diffèrent pas statistiquement, à l'exception du mois d'août, durant lequel les orages locaux sont nettement moins nombreux qu'au cours de juillet et juin. En outre, l'analyse confirme que, dans les vallées alpines, la durée des orages est plus brève.

Enfin, les orages locaux ont une durée moyenne inférieure à celle des 2 autres catégories, lesquels, à leur tour, ne s'en différencient pas statistiquement. La distribution du nombre annuel moyen des heures d'orages montre la présence de centres de forte activité orageuse dans la zone des Centovalli, à l'exception des orages locaux qui sont plus nombreux dans le Mendrisiotto. De plus, l'activité orageuse est plus nette dans la région de Locarno-Cevio que dans celle de Cevio-Bedretto.

Riassunto

Parte III

La presente ricerca tratta i singoli temporali e l'attività temporalesca in genere. La durata media dei singoli temporali non dà risultati soddisfacenti. La distribuzione delle durate non è analizzabile, essendo troppo grande l'influsso dell'osservatore. Migliori risultati si ottengono analizzando le frequenze per successivi intervalli di durata di 10 minuti. Allora appare in modo chiaro che al sud prevalgono le durate lunghe e al nord quelle brevi. Osservando i temporali, bisogna in particolare tener conto dei casi in cui si ode un solo tuono, la cui esatta osservazione può influenzare il numero dei giorni con temporale. Analizzando la durata dell'attività temporalesca, indipendentemente dal numero dei temporali che in un determinato intervallo possono verificarsi, si ottengono pure buoni risultati. Per es. i mesi prettamente estivi hanno durate medie che non differiscono statisticamente, ad eccezione di agosto per i temporali locali, essendo i suoi valori più bassi di quelli di luglio e giugno. Inoltre si riconferma che le vallate alpine hanno durate più brevi. Infine i temporali locali hanno una durata media più breve degli altri due, i quali a loro volta non differiscono statisticamente. La distribuzione del numero medio annuale di ore di temporale mostra in modo evidente la presenza del nucleo di forte attività temporalesca nella zona delle Centovalli, ad eccezione di temporali locali, la cui fucina resta riservata al Mendrisiotto. Inoltre appare in modo evidente la forte attività temporalesca di tutta la zona compresa tra Locarno e Cevio rispetto alla zona tra Cevio e Bedretto.

Summary

Part III

In the present study the duration of the different thunderstorms and of their activity is examined. The mean duration of the thunderstorms cannot be analysed, the distribution of the duration depending too much on the observer. Better results are obtained when the duration is divided into intervals of 10 minutes. It then becomes evident that long durations predominate in the south and shorter ones in the north. When observing thunderstorms, special attention has to be paid to the cases with one single clap of thunder, especially in alpine valleys, because the number of thunderstorm days will be influenced by such an exact observation.

The examination of the duration of thunderstorms, without taking into account the number occurring in a certain interval, nevertheless yields good results. The summer months e.g. do not show statistically significant differences. Only with regard to local thunderstorms August displays a significant minimum. It is also confirmed that thunderstorms in alpine valleys are of shorter duration. There is no difference in duration between cold front thunderstorms and "Südtau" thunderstorms, whereas local thunderstorms are of significantly shorter duration. Finally, the distribution of the number of hours distinctly proves the existence of the nucleus of an intense thunderstorm activity in the Centovalli zone, with the exception of local thunderstorms, the center of which lies in the Mendrisiotto. Furthermore, the thunderstorm activity in the region Locarno-Cevio is much stronger than the one in the region Cevio-Bedretto.

III. Die Dauer der Gewitter

1. Zweck der Untersuchung

Die Beschreibung des Klimas eines Gebietes schliesst auch die Kenntnisse der Dauer der Phänomene in sich ein, welche das Klima selber bedingen. Da es sich hier um Gewitter handelt, das heisst um Phänomene mit heftiger Entwicklung, können die Kenntnisse ihrer Dauer von besonderer Bedeutung sein.

2. Gebiet und Material

Während der Durchführung des Grossversuches für die Hagelbekämpfung wurde in den Jahren 1956—63 auch die Zeit des letzten gehörten Donners notiert, sodass für diese Periode die Dauer der einzelnen Gewitter vorhanden ist. Die betrachteten Posten sind folgende: Balerna, Lugano, Indemini, Bellinzona, Locarno-Monti, Auressio; Braggio und Rossa im Calancatal; Comprovasco und Olivone im Bleiniotal; Frasco im Verzascatal; Cimalmotto und Piano di Peccia im Maggiatal; Cavagnago, Airolo und Bedretto im Leventinatal (genauer: Bedretto im Bedrettotal). Die Beschreibung der Posten ist in (5) zu sehen.

3. Definition von Gewittern und deren Einteilung

Für die Definition von Gewittern und deren Einteilung siehe (5).

In den Fällen mit nur einem Donner wurde die entsprechende Dauer zu einer Minute festgelegt. Bei den übrigen Fällen ist die Dauer durch die Anzahl von Minuten bestimmt, welche zwischen dem ersten und dem letzten Donner gezählt wurden. Es handelt sich also nicht um die wahre Dauer der Gewitter, welche von der Lage der Beobachter unabhängig ist. Es wäre sicher interessanter, die wahre Dauer zu kennen, aber diese Angabe ist im untersuchten Gebiet schwierig festzulegen, weil ein grosser Teil der Gewitter aus Italien kommt, oder entfernt sich in dieser Richtung, so dass der wahre Anfang und/oder das wahre Ende nicht bekannt ist. Die hier untersuchte Dauer hat also einen relativen Wert: sie hängt ab von der Lage der Beobachter, von der Zuggeschwindigkeit der Gewitter und von den Hörbarkeitsverhältnissen des Donners. Diese Dauer ist also auf folgende Weise zu verstehen: Dauer der Hörbarkeit der Gewitterphänomene an einem bestimmten Ort. Um das an Hand einiger Beispiele zu erläutern, möchte man folgendes sagen: ein Hagelgewitter auf der Magadinoebene, in zirka 10 km Entfernung, wurde nicht gehört: man sah die Blitze, aber es wurde kein Donner wahrgenommen. Hingegen in einzelnen Fällen wurden Donner von Gewittern gehört, welche sich in 40 km Entfernung entwickelten. Über die Möglichkeit, Gewitter in passenden Gebieten (Ebene) hören zu können, gibt uns eine Statistik von C. Veenema (4) Auskunft, wo Entfernungen bis 100 km festgestellt wurden.

4. Mittlere Dauer der Gewitter. Streuung und Veränderlichkeit.

Tab. III/1 gibt die mittlere Dauer der einzelnen Gewitter in Minuten für alle Gewitter und die Gewittertypen an. Wenn man zuerst die einzelnen Posten betrachtet, so sieht man, dass die Unterschiede zwischen den vier mittleren Zeiten klein sind: zwischen 2 und 9 Minuten. Nur Balerna macht eine Ausnahme mit den Südstaugewittern. Das bedeutet, dass kein Unterschied zwischen den Gewittertypen feststellbar ist, und man kann nicht behaupten, dass der eine oder der andere Gewittertyp eine längere oder kürzere mittlere Dauer hat. Wenn man die Posten zwischeneinander vergleicht, so sieht man eine Abnahme von Süden nach Norden. Die Posten im Süden weisen eine längere Dauer als die Posten in den alpinen Tälern auf. Eine Ausnahme ist bei den Südstaugewittern in Balerna festzustellen, vermutlich weil Balerna sich an der südlichen Grenze der Stauzone befindet. Deswegen hat es nicht nur weniger Tage mit Südstaugewittern, wie man in (5) gesehen hat, sondern auch diese letzteren weisen eine kürzere Dauer auf (siehe auch S. 8). Die Abnahme von Süden nach Norden ist zum Teil durch die geographische Lage der Posten erklärbar. Die Posten mit dem freien Horizont liegen gerade dort, wo fast keine Berge vorhanden sind, wie z.B. bei Balerna, wo gegen Süden nur Hügel zu sehen sind. In diesem Fall ist der Schirm-einfluss der Berge ausgeschaltet, und die Gewitter können für längere Zeit gehört und beobachtet werden. In Abb. III/1 wurde der Horizont von einzelnen Posten gezeichnet. Man sieht wie klein dieser sein kann. Man könnte sich fragen, warum z.B. in Locarno-Monti mit dem relativ grossen Horizont, keine längeren Zeiten festzustellen sind: man muss sagen, dass hier die Gewitter meist quer durch das Gebiet hinwegziehen und seltener wird das Gebiet von W nach E durchquert. Die Zugrichtung der Gewitter in Bezug auf die Lage der Posten spielt also

Tab. III/1 Mittlere Dauer der einzelnen Gewitter in Minuten (1956–63)
 Monate April–Oktober (für die Lokalgewitter April–September und für die einzelnen Posten
 Mai–September), ferner:
 s = Streuung der Stickprobe $V = \text{Veränderlichkeit} = (100 \cdot s) : x$

Posten	Anzahl der Fälle				mittlere Dauer				s				V			
	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS
Balerna	750	309	266	175	58	63	59	46	46	47	46	41	79	75	78	89
Lugano	750	349	181	220	51	53	49	50	40	41	42	35	78	77	86	70
Migliaglia	821	343	227	251	39	42	37	35	26	27	26	25	67	64	70	71
Indemini	891	382	231	278	42	44	40	40	29	29	30	29	69	66	75	72
Bellinzona	1143	497	277	369	36	39	36	32	32	33	34	28	89	85	94	88
Locarno-Monti	1157	495	269	393	35	37	33	34	32	33	32	32	91	89	97	94
Auessio	1417	548	367	502	35	39	32	33	28	29	29	26	80	74	91	79
Cimalmotto	637	239	172	226	26	27	26	25	23	25	26	23	88	92	100	92
Frasco	776	342	183	251	26	27	24	24	21	22	20	21	81	81	83	88
Braggio	646	269	159	218	32	34	32	30	30	30	30	28	94	88	94	93
Piano di Peccia	500	203	124	173	25	24	27	23	23	24	23	21	92	100	85	91
Cavagnago	586	268	139	179	31	32	27	31	31	30	27	29	100	94	100	94
Comprovasco	495	214	114	167	38	40	37	36	34	35	37	32	89	88	100	89
Rossa	414	185	86	143	34	42	32	26	34	41	30	25	100	98	94	96
Olivone	269	109	75	85	35	40	33	31	30	32	32	25	86	80	97	81
Airolo	384	145	88	151	27	26	27	29	26	23	26	28	96	88	96	97
Bedretto	259	99	58	102	34	37	29	33	29	39	26	30	85	81	90	91

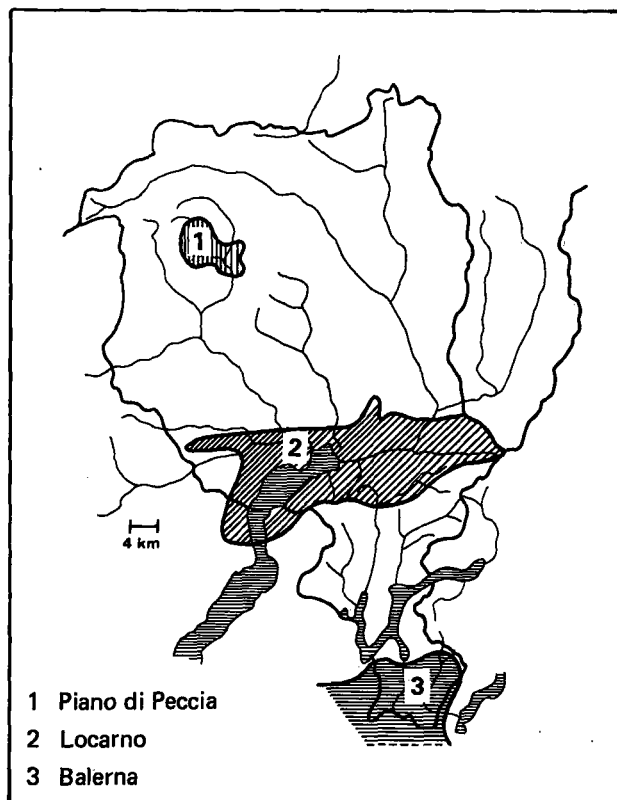


Abb. III/1 Horizont der Posten Piano di Peccia (im NW des Bildes), Locarno-Monti (Mitte) und Balerna (ganz im Süden). Die Höhe des Horizontes in Bezug auf die Höhe des Postens spielt eine weitere Rolle, diese Höhe ist bedeutend in Piano di Peccia und am kleinsten in Balerna.

auch eine Rolle auf deren Dauer. Aber ein Teil der Abnahme der Dauer muss reel sein. Hier ist zu sagen, dass im Sommer in den südlichen Gebieten die Sonneneinstrahlung grösser ist, nicht im Sinne der Intensität, aber im Sinne der Quantität, d.h. die fast ebenen Flächen bieten keine Schattenhänge und mehr oder weniger steile Abhänge, die eine Reduktion der Menge der Einstrahlung bewirken. Hingegen bilden sich im Gebirge kleinere Flächen mit Aufwinden. Dies gibt ein kontinuierliches Aufeinanderfolgen von kleinen Hängen mit Aufwinden und Schattenhängen ohne Aufwinde. Es bilden sich also hier relativ kleine Ströme, welche die Aufwinde ernähren können, im Gegensatz zu den ebenen Gebieten, wo sich relativ grosse Aufwindgebiete bilden können. In Bezug auf Streuung und Veränderlichkeit sieht man, dass beide grosse Werte annehmen. In fast 90% der Fälle erreicht das Koeffizient V 75%. Die grösseren Werte sind auch hier im Norden zu beobachten. Man kann sich fragen, was für einen Sinn unsere Mittelwerte haben. Deswegen wird man in den nachfolgenden Abschnitten die Untersuchung auf eine andere Basis stützen.

Bevor man weiter geht, möchte man auf den Einfluss der Beobachter auf die Festlegung der Dauerzeiten hinweisen, ein Einfluss, der hier sehr schön zu beobachten ist. In Tab. III/2 wurden, für die ersten 30 Minuten Dauer und für drei Posten, die Häufigkeiten der Frequenzen in 7 Jahren, von Minute zu Minute, eingetragen. Einer der Posten ist Locarno-Monti, Sitz des Observatoriums selber. Aus dieser Tabelle sieht man sehr gut, wie die Häufigkeiten bei den Dauerzeiten 5, 10, 15, 20, 25 und 30 Minuten viel grössere Werte aufweisen, als bei den Zwischenwerten. Das ist sicher nicht reel, denn es gibt keinen Grund, nach welchem die Dauer der Gewitter stufenweise verteilt sein muss. Auch die mittlere Dauer nach Tagesstunden wurde berechnet, um zu schauen, ob ein täglicher Gang vorhanden ist, d.h. um zu prüfen, ob die Dauer der Gewitter von der Tageszeit abhängig ist. Die zahlreichen Kurven, mit der Methode der harmonischen Analyse berechnet, haben zu keinem befriedigenden Resultat geführt. Man soll also daraus schliessen, dass an Hand des hier untersuchten Materials kein solcher täglicher Gang vorhanden ist. Auch wenn man grosse Intervalle vergleicht, wie z.B. die Intervalle 06–18 und 18–06, erhält man kein deutliches Resultat.

Tab. III/2 Frequenz der Dauerintervalle von Minute zu Minute für die drei Beobachtungsposten.
8-jährige Summen für die Monate April–Oktober.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Locarno-Monti	196	15	10	12	23	8	9	9	3	29	9	15	6	9	26
Balerna	86	2	3	1	8	1	1	5	1	18	0	0	0	3	15
Cavagnago	104	6	4	2	9	0	7	4	3	22	5	10	6	3	14

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Locarno-Monti	10	17	13	11	30	9	10	14	11	20	9	6	14	8	48
Balerna	1	0	2	2	24	0	2	1	0	30	0	4	4	2	28
Cavagnago	4	9	8	3	29	2	10	4	4	19	6	6	9	6	30

5. Analyse nach Dauerintervallen

Hier hat man zuerst einige Posten in Gruppen zusammengefasst: die Gruppe Monti mit den Posten Locarno-Monti, Bellinzona und Auressio, deren Mittelwerte nach Tab. III/1 ziemlich indentisch sind und die Gruppe Täler mit allen Posten, welche nördlich von Auressio-Bellinzona gelegen sind und deren Mittelwerte meistens von der gleichen Grössenordnung sind. Ferner hat man die Dauerintervalle von 10 zu 10 Minuten gewählt, und keine Glättung zwischen den Intervallen durchgeführt. Die entsprechenden prozentualen Häufigkeiten sind in Tab. III/3 enthalten. Da aus diesen Zahlen die verschiedene Verteilung der Posten oder Gruppen von Posten nicht gut in Erscheinung tritt, hat man in Abb. III/2 die kumulativen Summen der Prozentualwerte aller Gewitter der Tabelle III/3 graphisch dargestellt. Diese Darstellung zeigt uns sofort, wie verschieden die Dauerzeiten verteilt sind: in den alpinen Tälern überwiegen die kürzeren, im Süden die längeren Zeiten. Die mittlere Dauer aller Gewitter der Gruppe Täler beträgt 31 Minuten. Man sieht also, dass bis zu einer Dauer von 30 Minuten die prozentuale Häufigkeit dieser Gruppe rund 64% ausmacht, gegen die 33% von Balerna. Andererseits sind in den Tälern Häufigkeiten über 30 Minuten Dauer nur in 37% der Fälle vertreten, gegen die 67% von Balerna. Wenn man Dauerzeiten von 60 Minuten betrachtet (mittlere Dauer in Balerna 58 Minuten), so findet man in Balerna solche über 60 Minuten in noch 42% der Fälle, hingegen in den Tälern nur in 12%!

Aus Tab. III/3 sieht man auch, dass die Häufigkeiten beim Intervall 1–10 Minuten die grössten sind: das hängt von der grossen Häufigkeit der Fälle mit einem einzigen Donner zusammen.

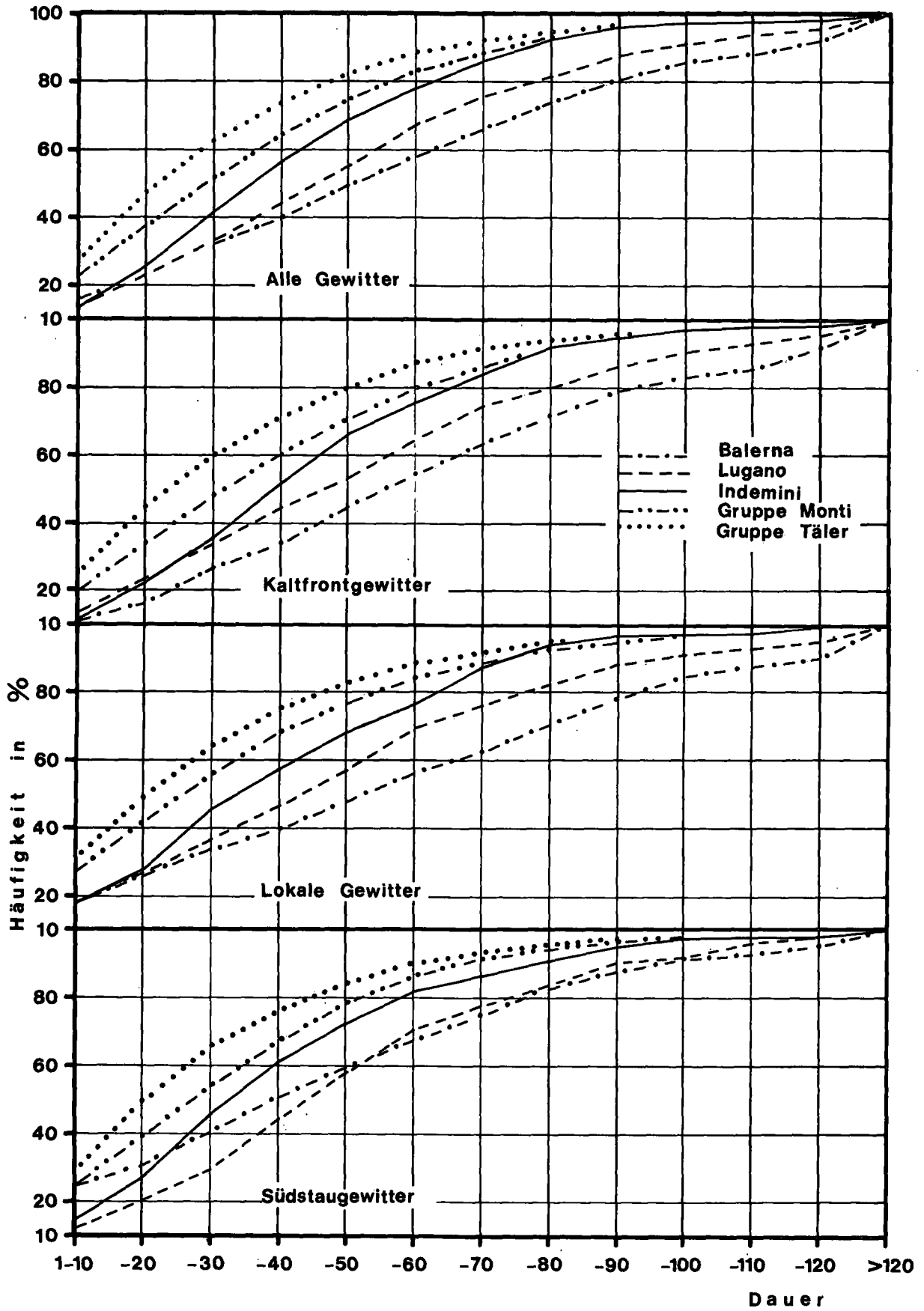


Abb. III/2 Kummulative Summen der Prozentualwerte von Tab. 3, die Dauer ist in Minuten.

Tab. III/3 Prozentuale Häufigkeit der Dauer der Gewitter nach Intervallen von 10 Minuten. Werte nicht geglättet.

Alle Gewitter

Posten	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	>120
Balerna	16.7	6.4	9.5	7.6	9.3	8.7	7.9	8.1	6.7	4.9	2.4	3.9	8.0
Lugano	14.0	9.3	10.0	11.7	10.7	11.9	8.5	5.7	6.1	3.3	2.7	2.1	3.9
Migliaglia	15.3	10.7	16.6	14.5	14.4	12.5	6.9	4.5	2.2	0.9	0.7	0.1	0.6
Indemini	13.8	11.6	16.2	14.9	12.3	9.1	8.1	6.4	3.1	1.8	0.3	0.6	1.8
Gruppe Monti	22.7	14.9	14.2	12.9	10.2	8.2	5.6	4.3	2.2	1.8	1.0	0.8	1.3
Gruppe Täler	27.2	20.0	15.6	11.3	8.1	6.3	3.7	2.5	1.7	0.9	0.8	0.7	1.0
Kaltfrontgewitter													
Balerna	11.0	5.2	10.7	7.4	10.7	9.4	9.4	8.1	7.1	4.2	2.3	6.1	8.4
Lugano	12.9	10.5	10.3	10.6	8.9	11.5	10.0	5.2	6.3	4.3	2.3	2.3	4.9
Migliaglia	11.4	10.5	14.9	13.7	17.2	14.6	7.3	4.7	2.9	0.3	1.2	0.3	1.2
Indemini	10.7	12.0	13.1	16.5	14.1	9.4	8.4	7.9	2.6	2.4	0.5	0.3	2.1
Gruppe Monti	19.2	14.6	14.2	12.7	10.1	9.2	6.3	5.5	2.3	1.7	1.6	1.1	1.4
Gruppe Täler	24.6	19.8	25.3	11.9	8.5	7.0	4.4	2.3	1.9	0.9	1.2	0.9	1.4
Lokalgewitter													
Balerna	18.0	7.9	7.9	6.0	8.3	8.3	6.4	8.3	7.1	6.8	3.0	2.3	9.8
Lugano	18.8	7.7	10.5	9.9	10.5	12.2	6.6	6.6	5.5	3.3	1.7	1.7	5.0
Migliaglia	17.2	11.5	17.6	15.0	10.6	11.0	8.4	4.0	3.1	1.8	0.0	0.0	0.0
Indemini	18.2	9.5	17.7	12.1	10.8	8.2	11.3	6.5	3.0	0.0	0.4	1.7	0.4
Gruppe Monti	26.6	15.4	13.7	12.7	8.6	7.2	4.7	3.9	2.1	2.1	0.9	0.6	1.7
Gruppe Täler	30.4	18.7	14.9	11.4	7.7	5.4	3.3	3.2	1.5	1.0	0.8	0.8	1.0
Südtaugewitter													
Balerna	24.6	6.3	9.7	10.3	8.6	8.0	7.4	8.0	5.1	3.4	1.7	2.3	4.6
Lugano	11.8	8.6	9.1	15.0	13.6	12.3	7.7	5.9	6.4	1.8	4.1	2.3	1.4
Migliaglia	19.1	10.4	17.9	15.1	13.9	11.2	5.2	4.8	0.4	0.8	0.8	0.0	0.4
Indemini	14.4	12.6	19.1	15.1	11.2	9.4	5.0	4.3	4.0	2.5	0.0	0.0	2.5
Gruppe Monti	24.0	15.0	14.6	13.4	11.3	7.9	5.2	3.1	2.2	1.7	0.3	0.5	0.8
Gruppe Täler	28.2	21.1	16.5	10.5	8.0	6.1	3.0	2.4	1.7	0.9	0.5	0.6	0.5

6. Gewitterfälle mit einem einzigen Donner (Tab. III/4)

Gewitter, bei denen nur ein Donner gehört wurde, sind häufig zu beobachten. Dies kann vorkommen, wenn das Gewitter wirklich nur eine hörbare Entladung hat, oder auch wenn das Gewitter in einer gewissen Entfernung vom Beobachtungsort vorbeizieht und von ihm nur den stärksten oder den nächsten Donner hört. Die Beobachter haben aber nie Vermerke darüber gemacht, sodass eine Einteilung nach den verschiedenen Möglichkeiten nicht durchführbar ist. Tab. III/4 gibt im Abschnitt A die prozentuale Häufigkeit der Fälle mit einem einzigen Donner für alle Gewitter und Gewittertypen. Es fällt sofort auf, wie bei den Posten Lugano, Auressio und Airolo die prozentualen Häufigkeiten klein sind. Vermutlich liegt hier der Grund beim Beobachter. Man muss bemerken, dass die Beobachtung von vereinzelt Donner auf Schwierigkeiten stösst. Man kann sich leicht durch andere

Tab. III/4 Abschnitt A: prozentuale Häufigkeit der Fälle mit einem einzigen Donner
(z.B.: Balerna KF 8% nur eine Minute, 92% mehr als eine Minute)

Abschnitt B: prozentuale Häufigkeit der häufigsten Dauer über einer Minute
(die häufigste Frequenz wird hier bei einer Dauer von 20 Min. gefunden)

Posten	A				B			
	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle
Balerna	8	11	18	11	5	3	3	4
Lugano	5	7	6	6	—	—	—	—
Migliaglia	7	16	14	11	8	8	9	8
Indemini	8	14	12	11	8	9	12	9
Bellinzona	10	14	13	12	5	5	4	4
Locarno-Monti	15	21	17	17	4	4	5	4
Auressio	5	6	6	6	—	—	—	—
Cimalmotto	11	17	18	15	5	5	8	6
Frasco	13	18	11	13	6	7	10	7
Braggio	17	18	24	20	10	12	11	10
Piano di Peccia	29	27	24	27	8	7	12	8
Cavagnago	17	21	17	18	6	5	7	5
Comprovasco	16	20	17	18	7	8	6	7
Rossa	18	23	22	20	7	8	6	7
Olivone	15	19	22	19	6	5	7	5
Airolo	12	10	9	10	—	—	—	—
Bedretto	19	19	19	19	7	10	11	7

Lärme täuschen lassen, wie z.B. Minensprengungen, Düsenflugzeuge durch schmale Täler, vereinzelt Artilleriegeschosse usw. Die kleine Häufigkeit dieser Posten kann nur so erklärt werden: durch zu grosse Vorsicht haben die Beobachter gewisse vereinzelt Lärme nicht als Donner betrachtet, weil nach ihrer Ansicht ihre Natur zweifelhaft war. Man ist also gezwungen, die Beobachtungen dieser drei Posten hier nicht zu berücksichtigen. Die Häufigkeiten von Piano di Peccia sind die grössten. Vermutlich ist hier der sehr reduzierte Horizont verantwortlich (siehe Abb. III/1). Viele Gewitter werden von den hohen umliegenden Bergen abgeschirmt und nur vereinzelt Donner können den Beobachtungsposten erreichen. Für die übrigen Posten beobachtet man schon eine gewisse Gleichmässigkeit. Der Grund, weshalb die Fälle mit einem einzigen Donner gesondert untersucht wurden, ist durch ihre relativ grosse Häufigkeit gegeben. Zwischen Balerna und Locarno-Monti hat man Häufigkeiten zwischen ungefähr 10 und 20 Prozent, in den alpinen Tälern zwischen 9 und 29 Prozent, also im Mittel höher als im Süden. Um zu zeigen, wie hoch diese Häufigkeit ist, sind im Abschnitt B von Tab. III/4 die maximalen Häufigkeiten für Dauerzeiten länger als eine Minute eingetragen. Die grössten Häufigkeiten gehören zu den Dauerzeiten von 20 und 30 Minuten. Vergleicht man in Tab. III/4 die Abschnitte A und B, so sieht man sofort, wie ihre Häufigkeiten, abgesehen von vereinzelt Ausnahmen, meistens zwei bis drei mal höher als die Werte im Abschnitt B sind. Nur in Indemini sind die Unterschiede kleiner, sowie in Frasco für die Südtaugewitter. Man sieht also, dass eine genaue und sorgfältige Beobachtung der Fälle mit einem einzigen Donner von grosser Wichtigkeit ist, nicht nur um eine exakte Anzahl der Gewitter eines Ortes zu haben, sondern auch für eine richtige Anzahl der Tage mit Gewittern. In dieser Hinsicht ist auch untersucht worden, an wie vielen Tagen nur ein Donner gehört wurde. Für unsere Beobachtungsperiode 1956 – 1963 findet man Zahlen zwischen 2 und 4 Tagen im Mittel pro Jahr. Wenn man die Anzahl Gewittertage betrachtet, so findet man, dass südlich von Auressio-Bellinzona die Häufigkeit die-

Tab. III/5 Mittlere Dauer der Gewittertätigkeit pro Gewittertag in Minuten (Monate April–Oktober, für die Lokalgewitter April–September und für die einzelnen Posten in den Tälern sogar Mai–September). Die Dauer ist hier unabhängig von der Gewitteranzahl, sodass ein bestimmtes Zeitintervall nur einmal pro Tag gerechnet wurde. (Die Parameter s und V sind nicht für alle Posten berechnet worden, ihre Grösse ist aus dem naheliegenden Posten schätzbar).

Posten	Anzahl Fälle				mittlere Dauer				s				V			
	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS
Balerna	409	181	171	93	106	108	92	86	79	74	84	79	75	69	91	92
Lugano	401	197	141	110	101	91	83	99	77	62	78	98	76	68	94	99
Migliaglia	391	193	128	112	80	74	65	79	58	53	57	68	72	72	88	86
Indemini	382	198	120	116	96	84	75	95	69	61	66	86	72	73	88	91
Bellinzona	405	207	128	121	96	88	75	91	78	72	66	100	81	82	88	110
Locarno-Monti	398	209	129	125	100	86	69	105	80	63	69	110	80	73	100	105
Auressio	396	201	136	138	124	106	79	121	95	78	81	126	77	74	103	104
Cimalmotto	256	113	86	94	64	56	52	58	54	49	42	69	84	88	81	119
Frasco	288	142	98	89	69	66	45	68								
Braggio	268	130	85	84	77	69	60	86								
Piano di Peccia	216	97	76	74	55	50	40	55	48	42	44	58	87	84	110	105
Cavagnago	146	130	84	67	73	67	44	82	70	61	45	104	96	91	102	127
Comprovasco	220	114	69	66	85	74	60	91	72	55	51	110	85	74	85	121
Rossa	207	102	61	62	69	76	45	61								
Olivone	156	77	45	51	61	56	55	52								
Airolo	142	67	49	52	75	58	49	84	53	42	42	73	71	72	86	87
Bedretto	125	56	41	42	69	65	41	80								

ser Tage zwischen 4 und 6% aller Gewittertage beträgt. Bei den Posten nördlich davon, d.h. in den alpinen Tälern, hat man Werte zwischen 8 und 19%: also gerade im Gebiet wo die Posten einen reduzierten Horizont aufweisen, ist die Wahrscheinlichkeit der Tage mit nur einem einzigen Donner grösser. Die Analyse von Tab. III/4 zeigt im grossen und ganzen eine Zunahme der Fälle von Süden nach Norden. Eine nennenswerte Ausnahme für die Südtaugewitter ist in Balerna zu beobachten, wo die prozentuale Häufigkeit gleich dem Mittel der Posten in den Tälern ist. Man kann ableiten, dass Balerna an der südlichen Grenze der Stauzone liegt. Um es zu beweisen, hat man bei den Fällen mit einem einzigen Donner untersucht, in welcher Richtung diese Donner in Balerna gehört wurden. Das Ergebnis ist folgendes: 12% der Donner wurde im Gebiet der Beobachter gehört, oder die Richtung blieb unbestimmbar, in 25% der Fälle kam der Donner aus dem Südhalbraum und in 63% der Fälle aus dem Nordhalbraum. Damit sollte die südliche Grenzlage von Balerna in Bezug auf das Staugebiet bewiesen sein. Man hat auch noch untersucht, ob die Fälle mit einem einzigen Donner nachts oder tagsüber häufiger sind. Es wurden Tabellen aufgestellt für alle Gewitter zusammen und für die drei Gewittertypen, in vier Abschnitte geteilt, für die Zeitintervalle 00–06, 06–12, 12–18 und 18–24. Für jeden Posten wurde dann die Prozentzahl der Fälle mit einem Donner in Abhängigkeit der Gesamtzahl der Gewitter im selben Zeitintervall berechnet. Es ergibt sich, dass die Verteilung von Posten zu Posten verschieden ist. Nur bei den lokalen Gewittern ist bei vielen Posten die Häufigkeit im Zeitintervall 12–18 grösser als in den übrigen Zeitabschnitten, aber dies ist keine feste Regel, sodass man aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial in dieser Hinsicht zu keinem Resultat gekommen ist.

7. Mittlere Dauer der Gewittertätigkeit pro Gewittertag

Die Dauer ist hier unabhängig von der Anzahl der Gewitter bestimmt worden, sodass ein bestimmtes Zeitintervall am gleichen Tag nur einmal gezählt wurde, auch wenn mehrere Gewitter in verschiedenen Richtungen während dieser Zeitspanne beobachtet wurden. Die Gesamtdauer wurde durch die entsprechende Anzahl der Gewittertage dividiert. Die in Tab. III/5 enthaltenen Zahlen geben uns die mittlere Dauer der Gewittertätigkeit an Gewittertagen an. (Streuung und Veränderlichkeit verhalten sich auch hier wie bei den schon behandelten Verteilungen, sodass sie keine gesonderte Betrachtung benötigen.) Abgesehen von kleinen Ausnahmen (Balerna und Olivone), weisen die Dauer der lokalen Gewitter für alle 7 Monate zusammen durchgehend die kleinste Dauer auf. Auch die Südtaugewitter der drei Typen zeigen hier meistens die längste Dauer, mit kleinen Ausnahmen, von denen die wichtigste die Station Balerna betrifft, deren Lage in Bezug auf das Stauegebiet schon dargestellt wurde. Ferner liegt die Dauer bei den Kaltfrontgewittern zwischen denjenigen der SS- und LOC-Gewittern. Wenn man die Monatswerte mit dem Mittelwert vergleicht, so sieht man folgendes: die Monate April und Mai, sowie der Oktober haben kürzere Dauerzeiten als der Mittelwert, Juni, Juli und August vorwiegend längere. Der September hat längere Zeiten für alle Gewitter und für die Südtaugewitter, kleiner für KF- und LOC-Gewitter. Es ist sicher normal, dass im Hochsommer die Gewitter täglich länger andauern als im Frühling und Herbst, wo die Bedingungen für die Entstehung der Gewitter oft nicht vollständig erfüllt sind.

Die Vergleiche zwischen den Monaten, den Posten und den Typen geben keine eindeutigen Resultate, wenn man die Posten einzeln betrachtet. Man kann dieses Problem vereinfachen, wenn man die Posten in zwei Gruppen teilt. Diese Gruppen wurden uns schon durch die graphischen Darstellungen der Monatswerte der Dauerzeiten deutlich zum Vorschein gebracht (hier nicht wiedergegeben): Gruppe der 7 Posten südlich von Auressio-Bellin-

Tab. III/6 Mittlere Dauer der Gewitter für zwei Gruppen von Posten und pro Gewittertag
(Die Zahlen wurden hier abgerundet). s = Streuung V = Veränderlichkeit
Gruppe A Posten: Balerna, Lugano, Miglieglia, Indemini, Bellinzona, Locarno-Monti, Auressio.
Gruppe B Posten: in den Tälern nördlich von Auressio-Bellinzona (10 Posten)

	Gruppe A					
	\bar{x} s V			\bar{x} s V		
	Alle Gewitter			Kaltfrontgewitter		
IV	46	10	22	42	15	36
V	80	15	19	67	27	40
VI	103	27	26	98	28	29
VII	111	30	27	99	37	37
VIII	116	27	23	115	25	21
IX	89	62	69	64	45	71
X	52	23	44	48	25	53
IV-X	100	11	11	91	15	16
	Lokalgewitter			Südtaugewitter		
IV	36	22	60	50	73	146
V	47	31	67	79	62	78
VI	70	34	48	105	69	65
VII	98	40	41	56	56	100
VIII	55	39	72	90	56	62
IX	24	20	86	105	184	175
X	0	0	0	44	55	126
IV-X	72	20	28	111	54	48

	Gruppe B					
	\bar{x} s V			\bar{x} s V		
	Alle Gewitter			Kaltfrontgewitter		
	26	18	68	37	31	84
	48	21	43	41	19	46
	68	30	44	71	28	40
	69	10	15	64	19	30
	80	10	12	73	15	21
	72	42	59	39	31	81
	36	26	73	30	33	111
	70	8	11	65	12	19
	Lokalgewitter			Südtaugewitter		
	4	9	255	14	27	196
	22	24	111	48	30	64
	58	34	58	70	66	94
	52	15	30	58	54	94
	36	25	71	68	32	47
	38	52	135	59	73	123
	0	0	0	21	23	112
	50	15	29	75	20	27

zona (Gruppe A) und Gruppe der 10 Posten in den alpinen Tälern (Gruppe B). Die Tab. III/6 gibt die berechneten mittleren Werte pro Gruppe. Die erste Betrachtung ist folgende: der Parameter s (Streuung) der Gruppe A zeigt im allgemeinen relativ kleine Werte, sodass deren Mittelwert als repräsentativ betrachtet werden kann. In der Gruppe B hat man hingegen schon grössere Werte für die Streuung und nicht immer ist der entsprechende Mittelwert repräsentativ. Eine längere Beobachtungsperiode wäre hier vorteilhafter. Im Fall aller Gewitter hat man meistens längere Dauerzeiten als bei den einzelnen Typen. Das ist so zu erklären: bei der Zusammenfassung der Tage mit mehr als einem Gewittertyp werden die Dauerzeiten summiert, die Anzahl der Tage hingegen nicht. Sollten z.B. an einem Tag alle drei Gewittertypen vorkommen, so wird die Gesamtdauerzeit auf die 3 Typen verteilt. Trennt man sie aber nicht nach Typen, so resultiert eine längere Dauerzeit.

Die Streuungen sind besonders bei den Südstaugewittern teilweise sehr gross, hier wäre eine viel längere Beobachtungsreihe unbedingt notwendig. Deswegen sind auch die Vergleiche, welche in den nachfolgenden Seiten durchgeführt werden, mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten.

8. Vergleich zwischen den Monaten

Die Analyse nach dem verteilungsfreien Test von Wilcoxon hat folgendes ergeben: Im allgemeinen haben April und Oktober kürzere Dauerzeiten als die übrigen Monate, vorwiegend auf die 1%-Schwelle. Ausnahme machen die Südstaugewitter bei Gruppe A und teilweise die lokalen Gewitter auch bei Gruppe A. Bei der Gruppe B der Südstaugewitter überwiegt die 5%-Schwelle. Ferner weisen Juni, Juli und August kaum Unterschiede auf, ausgenommen bei den lokalen Gewittern, wo die Zeiten im August kürzer als im Juli sind (auf die 5% Signifikanzschranke), und bei Gruppe B wo der Unterschied nur unwesentlich entfernt von der 5%-Schranke ist. Ferner sind bei Gruppe A für die LOC-Gewitter April, Mai und August nicht signifikant verschieden.

Wie kann man das Verhalten in den verschiedenen Monaten erklären?

Betrachten wir zuerst die lokalen Gewitter.

8.1 Lokale Gewitter.

Dieser Typ ist an die am Ort herrschenden Verhältnisse gebunden und ist auch an Hand von diesen erklärlich. Hier wollen wir, was man in (5) gesagt hat, vervollständigen. In (2) ist für die Periode 1956–60 eine Tabelle gegeben, mit den mittleren Temperaturwerten vom Boden bis 10'000 m Höhe, die an Hand der Radiosondierungen von Mailand berechnet wurden (Höhe der Station rund 100 m/M). Im thermodynamischen Diagramm, Modell des französischen Wetterdienstes, wurden die Werte eingetragen, welche die Energieflächen unverzerrt wiedergeben. Ferner wurde für den Sommer, als mittleres Kondensationsniveau, die Höhe von 1500 m/M angenommen, was nach (6) für unser Gebiet vernünftig ist. Von da an wurden nach oben die Feuchtadiabaten eingezeichnet und nach unten die Trockenadiabate. Es zeigt sich folgendes:

April: stabile Schichtung der Temperaturverteilung oberhalb des Kondensationsniveaus. Das bedeutet, dass lokale Gewitter im April ein seltenes Ereignis sind, das sich nur ausnahmsweise an bestimmten, günstigen Tagen entwickeln kann. Wenn man unsere Statistiken anschaut, so sieht man nach (5), dass Balerna am meisten Tage mit LOC-Gewittern aufweist und hat im April während der 14-jährigen Periode lokale Gewitter an 9 Jahren, d.h. in rund 64% der Jahre. Lugano kommt an zweiter Stelle mit 57% der Jahre und weist schon 12 Tage weniger als Balerna auf. Wenn man Locarno-Monti betrachtet, so findet man LOC-Gewitter nur in 36% der Jahre und gesamt 24 Tage weniger als Balerna! Es soll uns also nicht verwundern, wenn nördlich von Cimalmotto–Frasco–Braggio nie ein Gewitter während unserer Beobachtungsperiode gehört wurde.

Mai: Im Mai weist die mittlere Temperaturverteilung eine leichte labile Schichtung bis 8100 m Höhe auf. Aus der Ausmessung der Fläche ergibt sich ein etwas kleinerer Wert als die Hälfte der entsprechenden Fläche des Monats Juli. Wir besitzen die mittlere tägliche Maximaltemperatur von Locarno-Monti, das sich auf ca 400 m/M befindet. Die Auslösetemperatur auf diese Höhe bezogen beträgt 19.3 Grad, die mittlere Maximaltemperatur 19.7 Grad; also im Mittel wird die Auslösetemperatur erreicht. Deswegen sind im Mai ohne weiteres Gewitter zu erwarten und für die Gebiete mit Gewittern im April hat man im Mai 2 bis 4 mal mehr Gewitter.

Juni: Hier ist die Labilitätsfläche rund ein Drittel kleiner als im Juli. Sie erstreckt sich bis auf 9000 m Höhe. Die Auslösetemperatur auf Locarno-Monti bezogen beträgt 22.4, Mittlere Maxima 23.7 Grad. Die Differenz zwischen beiden Temperaturen ist 1.3 Grad (Mai nur 0.4): Die Gewitter können sich sehr leicht bilden. Das entspricht auch der Zunahme der Anzahl Tage zwischen Mai und Juni, wo überall 2 bis 3 und in den Tälern bis 4 mal mehr Gewitter als im Mai zu beobachten sind.

Juli: Die Labilitätsfläche erreicht in diesem Monat ihre maximale Ausdehnung und endet im Mittel in 9400 m Höhe. Die mittlere Auslösetemperatur beträgt 24.8 und das mittlere Maximum 25.9. Die Auslösetemperatur wird im Mittel immer rund um ein Grad überschritten. Die lokalen Gewitter können sich sehr leicht bilden, sobald die allgemeine Wetterlage es zulässt. Im Sottoceneri sind die Unterschiede im Juni klein. Mit beiden Vorzeichen sind sie in der Magadinoebene etwas höher. In den alpinen Tälern ist die Zunahme gross: meistens etwas mehr als das Doppelte als im Juni. Das bedeutet, dass in den alpinen Tälern die Bedingungen für die LOC-Gewitter nur im Juli optimal sind, hingegen im Süden schon im Juni.

August: Hier besteht auch eine Labilitätsfläche, die geringfügig kleiner als die vom Juli ist. Die Auslösetemperatur beträgt wie im Juli 24.8 Grad. Das mittlere Maximum mit 24.6 Grad ist also kleiner. Das bedeutet, dass im Mittel die Auslösetemperatur nie erreicht wird. Infolgedessen muss auch die Ausbildung von lokalen Gewittern bedeutend zurückgehen: Im Sottoceneri ist die Anzahl Tage mit Gewittern nicht wesentlich verschieden als diejenige vom Mai, in den alpinen Tälern hingegen höher als im Mai. Die Abnahme in Bezug auf Juli ist aber gross. August hat insgesamt 2,5 mal weniger Gewitter.

September: In diesem Monat hat man dieselben Verhältnisse wie im April: die Schichtung ist stabil und die Gewitter können sich nur ausnahmsweise bilden.

Man sieht also, dass im Juni und Juli die lokalen Gewitter optimale Bedingungen haben um sich zu entwickeln, und ihre längere Dauer bedeutet auch, dass ihre Anzahl pro Gewittertag grösser ist als in den übrigen Monaten, wie schon erwähnt wurde.

8.2 Kaltfrontgewitter

Die geschilderten mittleren Labilitätsverhältnisse können zum Teil auch bei diesem Gewittertyp verwendet werden, d.h. die Gewitter können sich nicht nur bei einem Kaltfrontdurchgang entwickeln, weil das Vorseilen der Kaltluft (durch die Alpen begünstigt) eine labile Schichtung hervorruft, aber auch weil in den unteren Schichten die Auslöseenergie die notwendigen Werte erreicht, damit die Gewitter sich sehr leicht bilden können. Deswegen hängt ihre Dauer in erster Linie von der Anzahl der Gewitter ab, die sich längs der Front bilden. Diese Anzahl wird durch die dargestellten Verhältnisse bedingt.

8.3 Südtaugewitter

Sie weisen die grössten Streuungen auf, weil oft dieser Gewittertyp sehr lange andauern kann. Wenn die aus dem Südsektor kommenden Luftmassen eine labile Schichtung haben, können die Gewitter lange anhalten. Dieser Gewittertyp benötigt eine genauere Untersuchung als wir uns hier gestatten können. Hier wollen wir nur die Gewitterverhältnisse vom 4. September 1962 kurz darstellen. An diesem Tag herrschte eine Südtaulage über dem Gebiet. Zahlreiche Gewitter entwickelten sich an diesem Tag, und in Locarno-Monti wurde während rund 14 Stunden Donner gehört, in Auressio während 16 Stunden, in Bellinzona 9 Stunden, in Cavagnago 10 Stunden und in Balerna während nur 3 Stunden. Man sieht also, dass die langen mittleren Dauerzeiten vom September durch diesen Tag stark beeinflusst wurden und dass eine viel längere Beobachtungsperiode notwendig ist. Unsere Befunde sind teilweise nur als Hinweise zu betrachten.

9. Vergleich zwischen den zwei Gruppen von Posten

Der zahlenmässige Vergleich zwischen den zwei Gruppen erfolgt auch hier nach dem U-Test. Die Berechnungen ergaben folgendes: Für alle Gewitter zusammen weist die Gruppe der Posten in den Tälern signifikant kürzere Dauerzeiten für alle 7 Monate zusammen und für die einzelnen Monate auf, ausgenommen für September und Oktober, und dies fast ausschliesslich auf die 1%-Signifikanzschwelle. Ein ziemlich ähnliches Bild liefern die Kaltfrontgewitter, bei denen die 5%-Schwelle überwiegt. Eine Ausnahme machen die Monate April und September, welche in beiden Fällen die Monate mit wenigen Gewittern sind.

Bei den lokalen Gewittern sind die Unterschiede weniger zahlreich: auf die 5%-Schranke alle Monate zusammen und auf die 1% April, Juli und Oktober.

Für April ist zu sagen, dass während 3 Jahren kein lokales Gewitter bei Gruppe B stattgefunden hat. Ferner an 2 weiteren Jahren wurden nur an einem Posten lokale Gewitter beobachtet und in den übrigen 3 Jahren hatten nicht alle Posten lokale Gewitter. Für September sind die Verhältnisse zum Teil ähnlich: an 2 Jahren wurde bei Gruppe B kein lokales Gewitter beobachtet und in den übrigen Jahren meldete nur ein Teil der Posten Gewitter.

Ferner sind bei den Südstaugewittern die Unterschiede noch spärlicher: 1% für April und alle Monate zusammen, 5% für Oktober. Der Unterschied in Bezug auf die Dauer zwischen den Kaltfrontgewittern und den zwei übrigen Typen kann vermutlich so erklärt werden: die Kaltfrontgewitter pflanzen sich meistens mit einer gewissen Geschwindigkeit fort und wo der Horizont beschränkt ist, können sie für eine kürzere Zeit gehört werden als dort, wo der Horizont mehr oder weniger frei ist. Bei den übrigen Typen hat man mehr stationäre Verhältnisse: sicher bei den Lokalgewittern und sehr wahrscheinlich auch bei den Südstaugewittern, deren Vorkommen an die Topographie des Geländes gebunden ist.

10. Vergleich zwischen den 3 Gewittertypen für die 2 Gruppen von Posten

Der Wilcoxon-Test liefert uns die statistisch signifikanten Unterschiede. Alle zeigen die kleinsten Dauerzeiten der Lokalgewitter in Bezug auf die Kaltfront- und Südstaugewitter. Bei Gruppe A haben die Lokalgewitter auf der 1%-Schwelle im August und Oktober und auf 5% im September und bei allen 7 Monaten zusammen signifikant kürzere Dauerzeiten als die Kaltfrontgewitter. Man hat schon gesehen, dass der Oktober kein Lokalgewitter hat und dass im August und September die Anzahl der Lokalgewitter rasch abnimmt. Ferner: Südstau- und Lokalgewitter unterscheiden sich auf die 1%-Signifikanzschränke auch im Oktober sowie im Fall aller 7 Monate zusammen.

Bei Gruppe B unterscheiden sich Kaltfront- und Lokalgewitter auf die 1%-Schwelle im April, August und Oktober. Dasselbe gilt im Vergleich mit den Südstaugewittern (im August aber 5%-Schwelle), dazu kommen noch alle Monate zusammen. Es bleibt also bewiesen, dass gegen den Herbst und im Herbst die Lokalgewitter statistisch signifikant kürzere Dauerzeiten haben und in den Tälern auch im April vermutlich, wie schon dargestellt, weil in diesem Monat viele Posten und teilweise alle Posten, noch keine Lokalgewitter haben und die Bedingungen für deren Entstehen in dieser Zeit nicht erfüllt sind. Keine statistisch signifikanten Unterschiede sind zwischen Kaltfront- und Südstaugewittern festzustellen.

11. Die Verteilung der Gewitterdauer in Stunden

In der Tab. III/7 ist für alle Gewitter und für die einzelnen Gewittertypen die mittlere (jährlich) gerundete Anzahl von Stunden mit Gewittern für die Monate April bis Oktober gegeben. Diese Zahlen sind als Summen der täglichen Dauer der Gewittertätigkeit zu verstehen, d.h. Summen der täglichen Abschnitte mit Gewittern, unabhängig von der Anzahl Gewitter, welche in einer Zeitspanne stattfinden können. Die Betrachtung der mittleren Anzahl von Stunden mit Gewittern von Tab. 7 zeigt zuerst folgendes:

11.1 Alle Gewitter und Kaltfrontgewitter: Der Veränderlichkeitskoeffizient V , abgesehen von wenigen Ausnahmen (meistens an den Posten in der Nähe des Alpenkammes), zeigt Werte kleiner als 40%; das bedeutet, dass die entsprechenden mittleren Werte relativ kleinen Schwankungen unterworfen und als ziemlich repräsentativ zu betrachten sind.

11.2 Lokalgewitter: Hier hat man für den Veränderlichkeitskoeffizienten schon grössere Werte, die zwischen 55 und 86% schwanken. Das bedeutet, dass diese mittleren Werte grösseren Schwankungen unterliegen. Der Mittelwert könnte ziemlich anders ausfallen, wenn eine andere oder eine längere Beobachtungsreihe zur Verfügung stehen würde.

11.3 Südstaugewitter: Die Schwankungen von V sind zwischen 54 und 98% enthalten, für Bedretto sogar bis 105%. Das bedeutet, dass dieser Gewittertyp den grössten Schwankungen unterworfen ist. Eine viel längere Beobachtungsreihe wäre hier von grossem Vorteil gewesen. Über die Gründe der grossen Schwankungen dieses Gewittertypus sei erwähnt, was vorher über die mittlere Dauer pro Gewittertag gesagt wurde.

Die Werte der Tab. III/7 wurden in den 4 Abbildungen III/3–6 eingetragen. Zwischen den eingetragenen Werten der einzelnen Posten wurden die Linien gleicher Anzahl von Stunden gezogen, deren Abstand durch einfache Interpolation bestimmt wurde. Eine Schwierigkeit bestand zwischen Bellinzona und Comprovasco, weil dazwischen keine Beobachtungsposten vorhanden waren. Die hier gezeichnete Verteilung schien uns die vernünftigste.

Im Fall aller Gewitter liegt ein Kern ungefähr zwischen Onsernonetal und Langensee. Dieser Kern ist bei den Lokalgewittern wenig ausgeprägt, dagegen sehr bei den Südstaugewittern. Bei den Lokalgewittern, wie schon im Fall der Tage mit Gewittern, liegt das Hauptmaximum ganz im Süden und bei den Südstaugewittern tritt es im Gebiet von Centovalli-Gridone stärker in Erscheinung. Die Lage der maximalen Dauer der Gewittertätigkeit in diesem Gebiet und vermutlich auch westlich, oder vielleicht besser südwestlich davon, entspricht dem Niederschlagsmaximum der schweizerischen (1) und italienischen (3) Niederschlagskarten.

Die Abb. III/3–6 geben ein besseres Bild über die Gewittertätigkeit des untersuchten Gebietes, als die ähnliche Darstellung der Tage mit Gewittern, wo das Maximum zwischen Centovalli und Gridonegebiet nicht hervortritt. Die Verteilung der Stunden zeigt bei den Südstaugewittern die südliche Lage von Balerna in Bezug auf das Staugebiet.

Was hier auffällt, ist die Verteilung zwischen dem Gebiet um den Langensee und Bedretto. In Tab. III/8 sind die entsprechenden Werte eingetragen worden. Das Verhältnis in der Kolonne A wäre sicher grösser, wenn man statt Locarno den Beobachtungsposten von Auressio gewählt hätte, besonders im Fall der mittleren Anzahl von Gewitterstunden. Auf diese Weise kann man beweisen, dass zwischen Locarno und Cevio die Gewittertätigkeit viel grösser ist, als nördlich von Cevio. Dies ist eine Bestätigung der auf Seite 11 von (5) genannten Vermutungen. Also zwischen Locarno und Cevio hat man rund 2 bis 5 mal mehr Gewitterstunden als nördlich von Cevio. Der Unterschied bei den Tagen ist nur bei den Kaltfrontgewittern zu beobachten, hingegen ist er schon etwas grösser im Fall der einzelnen Gewitter.

Wenn man hingegen die Strecke Bellinzona–Olivone betrachtet, so kann man kein derartiges Verhalten finden, vor allem weil die Strecke ohne Beobachtungsposten zu lang ist (die Entfernung Bellinzona–Comprovasco beträgt rund 30 km).

Ein Beobachtungsposten in Biasca wäre sehr vorteilhaft gewesen. Die zwei Posten im Calancatal (Braggio und Rossa) können nicht für diesen Zweck verwendet werden, weil dort ganz andere Verhältnisse herrschen. Die Werte von Rossa würden denjenigen eines Postens entsprechen, der im Belnietal rund 15 km nördlicher liegen würde. Es ist andererseits verständlich, dass zwischen Bellinzona und Comprovasco andere Verhältnisse herrschen, welche durch die verschiedenen topographischen Verhältnisse dieses Gebietes bedingt sind: relativ breites Tal von Bellinzona bis Comprovasco, wo die Gewitter weniger gestört nach Norden wandern können, und im Maggiatal die Abzweigung bei Cevio, welche sehr wahrscheinlich eine Auflösung der Gewitter bedingt.

Die vorliegende Untersuchung hat unsere Kenntnisse über die Gewittertätigkeit im betrachteten Gebiet verfeinert, jedoch hätten gewisse Resultate befriedigender sein können, wenn man über eine längere Beobachtungsperiode verfügen könnte.

Tab. III/7 Mittlere Anzahl der Stunden mit Gewitter pro Jahr (Periode 1956–63)

Für die Lokalgewitter ist zu bemerken, dass der Oktober kein Gewitter dieses Types hatte und für die Posten Piano di Peccia bis Airolo auch der April)

s = Streuung V = Veränderlichkeit

Posten	Anzahl Stunden				s				V			
	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS	Alle	KF	LOC	SS
Balerna	90.1	40.6	32.8	16.7	37.1	16.2	23.4	11.6	41	40	71	70
Lugano	84.7	37.5	24.5	22.7	23.2	14.1	14.3	12.3	27	37	58	54
Migliaglia	65.5	29.8	17.3	18.4	11.6	7.3	9.6	11.3	18	24	55	62
Indemini	76.4	34.7	18.8	22.9	21.2	11.9	15.4	13.4	28	34	82	58
Bellinzona	81.0	38.1	20.0	22.9	19.7	11.8	14.2	14.5	24	31	71	63
Locarno-Monti	83.2	27.4	18.5	27.3	18.3	11.5	12.2	17.2	22	31	66	63
Auressio	102.2	44.5	22.5	35.1	22.6	9.9	18.4	21.4	22	22	82	61
Cimalmotto	34.3	13.3	9.2	11.9	11.9	6.1	6.5	9.2	35	46	71	77
Frasco	41.2	19.5	9.1	12.6	10.4	5.7	5.2	6.9	25	29	57	55
Braggio	44.4	18.7	10.7	15.0	16.2	6.7	6.4	10.1	36	36	60	67
Piano di Peccia	24.9	10.2	6.4	8.4	8.5	3.3	4.2	6.3	34	32	66	75
Cavagnago	37.8	18.1	8.1	11.5	10.4	5.1	4.6	8.8	28	28	57	67
Comprovasco	39.7	18.5	8.7	12.6	10.8	5.0	5.4	11.6	27	27	62	92
Rossa	29.6	16.1	5.7	7.8	11.1	8.1	3.7	7.4	38	50	66	94
Olivone	19.7	9.0	5.2	5.5	7.1	6.4	2.9	5.4	36	71	57	98
Airolo	22.1	8.0	5.0	9.1	11.4	3.8	4.3	8.9	52	47	86	98
Bedretto	18.1	7.6	3.5	7.0	9.3	3.0	2.8	7.4	51	40	81	105

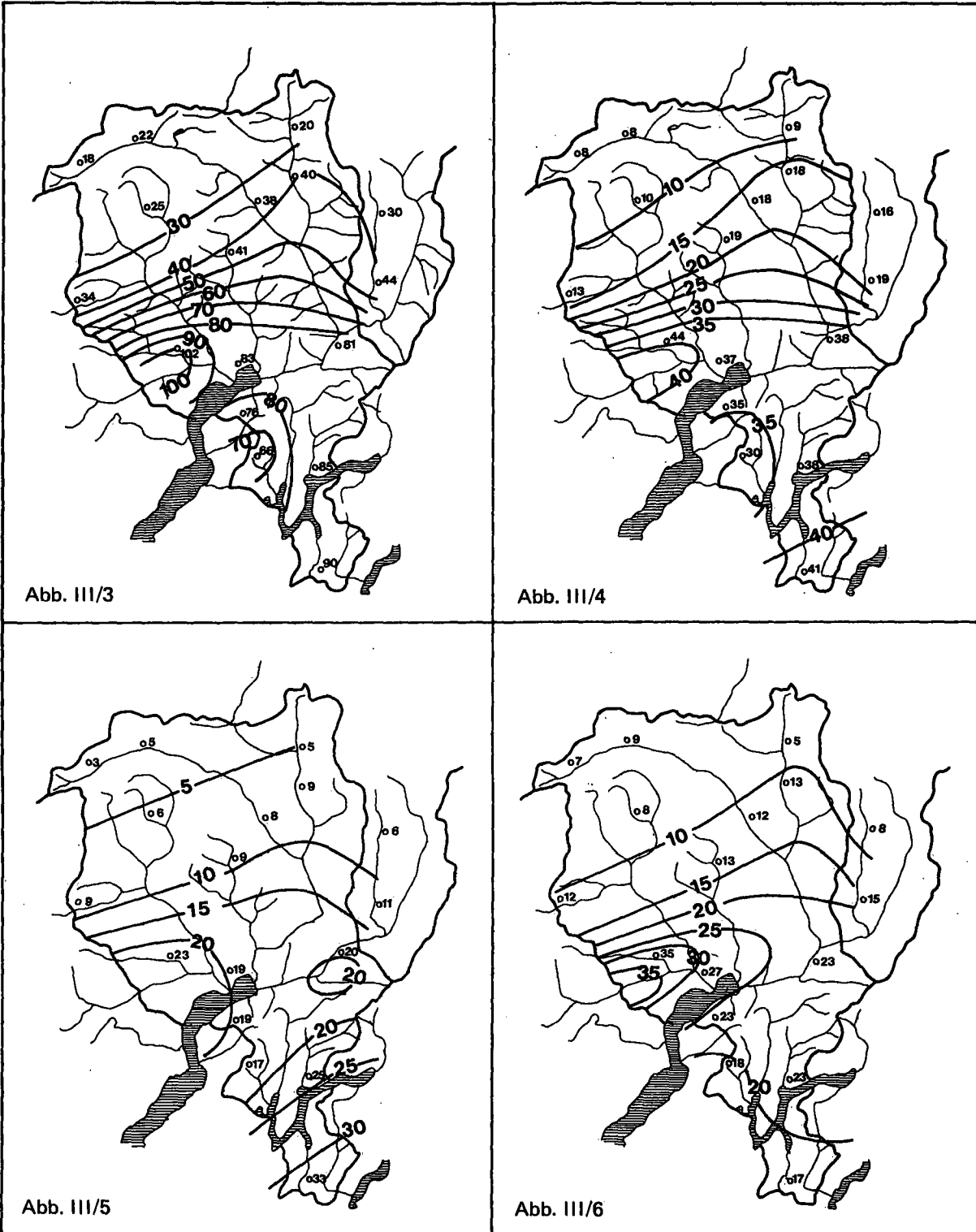


Abb. III/3 Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl von Stunden mit Gewittern. Alle Gewitter.

Abb. III/4 Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl von Stunden mit Gewittern. Kaltfrontgewitter.

Abb. III/5 Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl von Stunden mit Gewittern. Lokalgewitter.

Abb. III/6 Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl von Stunden mit Gewittern. Südtaugewitter.

Tab. III/8 Verteilung der Gewittertätigkeit zwischen Locarno-Cevio (L-C) und Cevio-Bedretto (C-B) im Fall aller Gewitter und der einzelnen Gewittertypen.

Abschnitt A: mittlere Anzahl der Gewitterstunden pro Jahr

Abschnitt B: mittlere Anzahl der Gewittertage pro Jahr

Abschnitt C: mittlere Anzahl der einzelnen Gewitter pro Jahr

	A			B			C		
	L-C	C-B	Verh.	L-C	C-B	Verh.	L-C	C-B	Verh.
Alle Gewitter	2.2	0.8	3	0.8	0.8	1	2.7	2.0	1.5
Kaltfrontgewitter	1.1	0.2	5	0.5	0.3	2	1.2	0.9	1.2
Lokalgewitter	0.5	0.3	2	0.3	0.3	1	0.6	0.5	1.0
Südstaugewitter	0.8	0.2	3	0.3	0.3	1	1.0	0.6	2.0

Literatur zu Teil III

- (1) Uttinger H. Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901 – 1940. Sonderdruck aus Bd 2 des "Führers durch die schweiz. Wasser- und Elektrizitätswirtschaft", III Ausgabe 1949.
- (2) Menella C. Il clima d'Italia Vol. I. Editrice E.D.A.R.T. Napoli, 1967, S. 307.
- (3) Servizio Idrografico del Po, Parma. – Sezione di Milano. Precipitazioni medie mensili ed annue per il trentennio 1921 – 1950. Pubbl. N. 24. Fascicolo XII b.
- (4) Veenema C. Die Hörbarkeit des Gewitterdonners. Das Wetter 1917. S. 127–130 und 187–192.
- (5) Zenone E. Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen. Die geographische und jahreszeitliche Verteilung der Tage mit Gewittern. Veröffentlichungen der Schweiz. Met. Zentralanstalt Nr. 22, 1971.
- (6) Zenone E. Über Sicht- und Bewölkungsverhältnisse auf dem Flugplatz Locarno-Magadino. Annalen der Schweiz. Met. Zentralanstalt, Jahrg. 1945.

- Nr. 14 Joss J., Schram K., Thams J.C., Waldvogel A., Untersuchungen zur quantitativen Bestimmung von Niederschlagsmengen mittels Radar.
37 Seiten, 1969
- Nr. 15 Courvoisier H.W., Die quantitative Niederschlagsprognose winterlicher zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite der Schweiz.
15 Seiten, 1970
- Nr. 16 Schram Karin und Thams J.C., Die kurzweilige Globalstrahlung und die diffuse Himmelsstrahlung auf dem Flugplatz Zürich-Kloten.
18 Seiten, 1970
- Nr. 17 Kasser P., Schram Karin und Thams J.C., Die Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Baye de Montreux.
46 Seiten, 1970
- Nr. 18 Gutermann Th., Vergleichende Untersuchungen zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee.
68 Seiten, 1970
- Nr. 19 Ginsburg Theo, Die statistische Auswertung von langjährigen Temperaturreihen.
42 Seiten, 1970
- Nr. 20 Primault B., Du risque de gel et de sa prévision.
20 Seiten, 1971
- Nr. 21 Piaget A., Utilisation de l'ozone atmosphérique comme traceur des échanges entre la troposphère et la stratosphère.
72 Seiten, 1971
- Nr. 22 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.
24 Seiten, 1971
- Nr. 23 Kirchhofer W., Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum.
72 Seiten, 1971
- Nr. 24 Primault B., Le climat, élément du plan d'aménagement.
Das Klima, eine der Grundlagen der Landesplanung.
The climate as an element of the land management.
28 Seiten und eine Karte, 1971
- Nr. 25 Fröhlich C. und Wierzejewski, Die verschiedenen Messverfahren zur Bestimmung der Strahlungsintensität mit dem Kompensationspyheliometer und die Entwicklung eines verbesserten Modells.
36 Seiten, 1972
- Nr. 26 Bouët M., Le foehn du Valais
12 Seiten, 1972
- Nr. 27 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen
(Fortsetzung von Nr. 22)
II Die einzelnen Gewitter und ihre Verteilung
III Die Dauer der Gewitter
32 Seiten, 1972

