

37

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen

(Fortsetzung der Veröffentlichungen Nr. 22 und 27)

von

Eleno Zenone

551.515.4 (494.5)

SZ ISSN 0080-7346

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen

(Fortsetzung der Veröffentlichungen Nr. 22 und 27)

von

Eleno Zenone

Osservatorio Ticinese della Centrale
Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti

INHALTSVERZEICHNIS

IV	DER TAGESGANG DER GEWITTER	6
V	DIE ZUGRICHTUNG DER GEWITTER	30
VI	GRÖSSE DER VON DEN GEWITTERN BESTRICHENEN FLÄCHE	36
VII	DIE NAHGEWITTER	44

IV DER TAGESGANG DER GEWITTER

Zusammenfassung

In diesem Teil der Untersuchung über die Gewitter südlich der Alpen hat man den täglichen Gang der Zeit des ersten Donners, der Zeit des letzten Donners und der Stunden mit Gewitter untersucht. Die Einteilung der Gewitter in drei Typen wurde auch hier beibehalten. Die Tagesgangkurve, welche nach der harmonischen Analyse erhalten wurde, zeigt zwei Minima und zwei Maxima, von denen das Hauptmaximum gegen Ende des Nachmittags auftritt. Die elf untersuchten Posten können in zwei Gruppen zusammengefasst werden: die eine für die Posten in den alpinen Tälern, nördlich von Locarno gelegen, und die andere für die Posten, die sich südlich davon befinden. Diese Gebietsaufteilung wurde besonders durch das Verhalten der Lokalgewitter nahegelegt, erweist sich aber auch bei anderen Parametern als zweckmässig. Die Tagesgangkurve dieses Gewittertypus ist für die Posten zwischen Balerna und Locarno-Monti asymmetrisch um das Hauptmaximum, weil nach dem Hauptmaximum die Gewitterabnahme sehr langsam erfolgt. Im Fall des letzten Donners hat man sogar für zwei Posten ein sekundäres Maximum. Dieses Verhalten ist sehr wahrscheinlich dem lokalen Windsystem zuzuschreiben. Hingegen ist die Kurve der Posten in den alpinen Tälern symmetrisch um das Hauptmaximum. Ferner zeigen die Lokalgewitter den ausgeprägtesten Tagesgang, und deren Hauptmaximum ist verfrüht in bezug auf die anderen Typen.

Die Südstaugewitter zeigen den kleineren Tagesgang: es scheint so zu sein, als wenn dieser Typ unabhängig vom Tagesgang der Temperatur oder der Labilität wäre. Die Tagesgangkurve der Kaltfrontgewitter ist ziemlich ähnlich der Tagesgangkurve der Kaltfrontdurchgänge.

Résumé

Dans cette partie de l'étude sur les orages au sud des Alpes, on a déterminé l'évolution journalière de l'heure du premier coup de tonnerre, de l'heure du dernier coup de tonnerre et des heures pendant lesquelles il a tonné. La répartition des orages en trois types a été conservée dans ce travail. La courbe de l'évolution journalière, obtenue par analyse harmonique, montre deux maxima, le maximum principal apparaissant vers la fin de l'après-midi. Les onze stations considérées se divisent en deux groupes: celui des stations se trouvant dans les vallées alpines au nord de Locarno et le deuxième groupe de celles qui se trouvent au sud de Locarno. C'est surtout en considérant les orages locaux que cette répartition en deux groupes se réalise. Pour les stations entre Balerna et Locarno-Monti la courbe journalière de ce type d'orage est asymétrique de part et d'autre de son maximum principal, car la décroissance de la courbe derrière son maximum principal est très lente. Dans le cas du dernier coup de tonnerre, on a même pour deux stations un maximum secondaire. Le système des vents locaux en est très vraisemblablement la cause. Par contre, la courbe des stations situées dans les vallées alpines est symétrique de part et d'autre de son maximum principal. Les orages locaux présentent en plus la plus grande corrélation avec l'évolution journalière des divers paramètres météorologiques et le maximum principal apparaît plus tôt que dans les cas des autres types d'orages.

Les orages causés par barrage du sud montrent la plus faible dépendance par rapport à l'évolution journalière des grandeurs météorologiques. Ce type d'orages donne l'impression d'être indépendant de la variation journalière de la température et de la stabilité verticale. La courbe des orages de fronts froids se rapproche beaucoup de la courbe des passages de fronts froids.

Riassunto

In questa parte della ricerca sui temporali a meridione delle Alpi, si analizza la variazione diurna dell'ora del primo tuono, dell'ultimo tuono e delle ore con temporale. Fu mantenuta anche qui la suddivisione dei temporali in tre tipi. La curva che caratterizza l'escursione diurna, sottoposta all'analisi armonica, presenta due minimi e due massimi, di cui il principale di questi ultimi si verifica la fine del pomeriggio. Si è visto che gli undici posti analizzati si possono riunire in due gruppi principali: l'uno quello dei posti situati nelle vallate alpine a nord di Locarno, l'altro quello dei posti situati più a meridione. Oltre ad altri elementi, la presenza dei due gruppi è soprattutto confermata dall'analisi dei temporali locali. Questi ultimi nel gruppo di posti situati tra Balerna e Locarno-Monti mostrano, dopo il massimo principale, un'assai lenta diminuzione del numero dei temporali, e nel caso dell'ultimo tuono per due posti si trova perfino un nuovo minimo e un nuovo massimo. Questo comportamento viene abbinato al sistema dei venti locali. Nel gruppo di posti situati nelle vallate invece la curva che rappresenta l'escursione diurna è simmetrica attorno al massimo principale. Inoltre i temporali locali mostrano la variazione diurna più pronunciata, e il loro massimo principale precede quello degli altri tipi di temporale. I temporali di "Südstau" presentano una variazione diurna assai piccola, infatti essi si mostrano come indipendenti dalla variazione diurna della temperatura o della stabilità. La curva dei temporali frontali è abbastanza simile a quella dell'ora del passaggio dei fronti freddi.

Summary

In this part of the study on thunderstorms observed on the southern slope of the Alps, the daily course of the time of occurrence of the first and last clap of thunder as well as the duration of the thunderstorms have been investigated. The division of the thunderstorms into three classes has been retained. The curve of the daily variation, which has been obtained by harmonic analysis, shows two maxima, the principal one appearing at the end of the afternoon. The eleven stations which have been considered for this study can be divided into two groups: the first one includes the stations in the alpine valleys, north of Locarno; the second one those south of Locarno. In addition to other parameters, this division of the stations into two groups is particularly confirmed by the behaviour of local thunderstorms. For this type of thunderstorm and for the stations located between Balerna and Locarno-Monti, the curve of the daily variation is asymmetric about its principal maximum, because after the maximum there is a very slow decrease of the number of thunderstorms.

In the case of the last clap of thunder, for two stations we even have a secondary maximum. This feature is very likely due to the local wind system. On the contrary, the curve of the stations located in the alpine valleys is symmetrical on both sides of its principal maximum. Moreover, local thunderstorms show the best correlation with the daily variations of the meteorological parameters and the principal maximum appears sooner than in the cases of the other types of thunderstorm.

Thunderstorms related to "Südstau" situations show a smaller daily variation. This type of thunderstorm is more or less independent of the daily variation of temperature and vertical stability. The daily curve of the thunderstorms related to cold fronts is very similar to the one of the crossings of cold fronts.

IV. DER TAGESGANG DER GEWITTER

1. EINLEITUNG

Die Kenntnis der Tagesgänge der meteorologischen Elemente ist sowohl für die Klimatologie als auch für die angewandte Meteorologie von Interesse. Auch für die reine Wissenschaft kann es sehr wertvoll sein, einen Tagesgang genau festzulegen, und ihn dann nach den erworbenen Kenntnissen und Vermutungen zu erklären. Man könnte dann die Wechselwirkung der verschiedenen meteorologischen Elemente einzeln erkennen. Die erste Voraussetzung für die Untersuchung meteorologischer Elemente sollte das Vorhandensein genügend langer Beobachtungsreihen sein. Leider ist diese Voraussetzung selten erfüllt. In der vorliegenden Untersuchung hat man die drei folgenden Momente der Gewitter untersucht :

- a) Tagesgang der Zeit des ersten Donners
- b) Tagesgang der Zeit des letzten Donners
- c) Tagesgang der Stunden mit Gewitter.

2. GEBIET UND BEOBACHTUNGSMATERIAL

Ueber Gebiet, Material und Postenverzeichnis verweisen wir auf die Veröffentlichung (17). Hier ist folgendes zu erwähnen :

- a) Eintrittszeiten der Gewitter : Es konnten nur die nachfolgenden elf Posten berücksichtigt werden : Balerna, Lugano, Indemini, Bellinzona, Locarno-Monti, Auressio, Cimalmotto, Piano di Peccia, Cavagnago, Comprovasco und Airolo. Beobachtungsperiode 1950 - 1963.
- b) Endzeiten der Gewitter : Es wurden die gleichen Posten analysiert, jedoch umfasst die Beobachtungsperiode nur 8 Jahre (statt 14) : 1956 - 1963, weil in der Zeit 1950 - 1955 die Beobachter diese Angabe nicht meldeten.
- c) Stunden mit Gewitter : Auch hier wurden dieselben Posten untersucht ; die Beobachtungsperiode umfasst wiederum nur die 8 Jahre 1956 - 1963.

3. UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die von den Beobachtern einlaufenden Meldungen wurden in eine geographische Karte 1:200'000 eingetragen. Für jedes einzelne Gewitter wurde eine solche Karte gezeichnet und wenn möglich immer die Gewitterbahn festgelegt (es ist zu bemerken, dass in diesen Karten alle Meldungen eingetragen wurden, also nicht nur diejenigen der hier untersuchten elf Posten). Das erwies sich als sehr wertvoll für die Interpretation bzw. für die Korrektur fehlender oder mangelhaft ausgeführter Beobachtungen. Dann wurden die Angaben von jedem einzelnen der hier untersuchten Posten in Klassen von je einer Stunde zusammengefasst, also von 00h00-00h59, ... 23h00 - 23h59. Man erhielt dann 24 Klassen. Um die mittleren jährlichen Häufigkeiten zu erhalten, wurden die Werte jeder Klasse durch 14 dividiert (Endzeiten und Stunden mit Gewitter durch 8) und zunächst einmal nach der Formel $(a + 2b + c) : 4$ geglättet. Diese Werte bilden die Grundlage für die weitere Glättung an Hand der harmonischen Analyse.

Die harmonische Analyse ist geeignet, solche Phänomene darzustellen, die Zeitrhythmen aufweisen. Andererseits ist sie auch eine brauchbare und hier für alle Posten gleich objektive Glättungsmethode. Es ist sehr schwierig, die Bedeutung der einzelnen Glieder der harmonischen Analyse zu erklären, ausgenommen für das erste Glied, welches im allgemeinen als thermisch bedingt (Tagesgang der Temperatur) betrachtet wird. Vielleicht hätte man eine vernünftiger Lösung des Problems durch die Konstruktion eines Polynoms erreichen können : man sollte aber in diesem Fall alle Ursachen kennen, die das Gewitter bedingen.

Bei der Untersuchung haben wir nur die ersten drei Glieder der harmonischen Analyse betrachtet : die Werte von a_3 sind im allgemeinen schon so klein, dass es sinnlos wäre, weitere Glieder zu berechnen. Unsere Gleichung hat folgende Form :

$$y = a_0 + \sum a_i \sin (ix + A_i)$$

wo i die Werte 1, 2 oder 3 annimmt und wobei in diesem Fall y die stündliche Häufigkeit des Gewittereinsatzes oder -endes oder der Stunden mit Gewitter ist. Ferner sind a_i und A_i zu bestimmende Konstanten und $x = (360 : 24) \cdot t = 15^\circ \cdot t$ ($t =$ Stunde).

In den Tabellen IV/1, IV/2, IV/3 sind für jeden der elf Posten die Ausgangswerte für die harmonische Analyse eingetragen, sowohl für alle Gewitter als auch getrennt nach den eingeführten drei Gewittertypen.

Ferner wurden weitere Vergleiche, wie z.B. für die Koeffizienten a_i , mit Hilfe des verteilungsfreien Wilcoxon-Testes durchgeführt. Wie bekannt, kann mit diesem Test aus den Werten zweier Stichproben eine Testgrösse U gebildet werden, die eine standardisierte Normalverteilung befolgt.

4. DEFINITIONEN

4.1 Gewitter und Gewittertypen :

Die Gewitter werden auch hier nach den drei Typen : Kaltfront-, Südstau- und Lokalgewitter eingeteilt. Die entsprechenden Definitionen sind in (17) zu finden.

4.2 Stunden mit Gewitter :

Im Intervall eines Tages, gezählt von 00 bis 24 h M.E.Z., ist eine " Stunde mit Gewitter " betrachtet worden, wenn in dieser Zeitspanne mindestens ein Donner gehört wurde. Wenn jedoch mehrere Gewitter in derselben Stunde auftraten, wurde diese Stunde nur einmal gezählt. Andererseits wurde ein Gewitter, welches z.B. 10 Stunden dauerte, zehnmal gezählt.

Tab.IV/I Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Zeit des ersten Donners für die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.

	Balerna				Lugano				Indemini				Bellinzona			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	2.14	1.00	0.71	0.43	2.50	0.98	0.75	0.77	3.16	1.43	0.62	1.11	2.91	1.50	0.29	1.12
1 - 2	1.57	0.73	0.45	0.39	2.13	0.77	0.54	0.82	2.43	0.98	0.43	1.02	2.34	1.07	0.14	1.12
2 - 3	1.71	0.71	0.50	0.50	2.20	0.80	0.49	0.91	2.52	1.04	0.39	1.09	2.30	1.02	0.14	1.14
3 - 4	1.88	0.88	0.52	0.48	2.13	0.89	0.41	0.82	2.95	1.41	0.36	1.18	2.43	1.18	0.20	1.05
4 - 5	1.79	0.91	0.45	0.43	2.05	1.00	0.34	0.71	2.75	1.36	0.30	1.09	2.73	1.38	0.23	1.12
5 - 6	1.79	0.89	0.45	0.45	2.11	1.05	0.34	0.71	2.50	1.11	0.36	1.04	3.04	1.38	0.34	1.32
6 - 7	2.04	1.00	0.50	0.54	2.25	1.07	0.38	0.80	2.75	1.14	0.48	1.12	3.30	1.30	0.50	1.50
7 - 8	2.23	1.20	0.45	0.59	2.43	1.09	0.46	0.88	2.95	1.29	0.62	1.04	3.48	1.41	0.54	1.54
8 - 9	2.02	1.11	0.41	0.50	2.20	0.98	0.46	0.75	2.55	1.21	0.50	0.84	3.36	1.46	0.50	1.39
9 - 10	1.70	0.84	0.39	0.46	1.88	0.93	0.29	0.66	2.04	0.95	0.27	0.82	3.16	1.38	0.52	1.27
10 - 11	1.75	0.84	0.38	0.54	2.00	1.00	0.25	0.75	1.95	0.84	0.25	0.86	2.91	1.23	0.43	1.25
11 - 12	2.29	1.05	0.54	0.70	2.48	1.14	0.52	0.82	2.46	1.09	0.41	0.96	3.04	1.32	0.32	1.39
12 - 13	3.88	1.43	1.25	1.20	3.70	1.46	1.16	1.07	3.98	1.64	1.02	1.32	4.46	1.80	0.96	1.70
13 - 14	5.88	1.84	2.27	1.77	5.29	1.88	1.80	1.61	5.82	2.18	1.89	1.75	6.54	2.46	2.20	1.88
14 - 15	6.70	2.21	2.70	1.79	5.98	2.12	2.07	1.79	6.52	2.32	2.32	1.88	7.82	2.96	2.82	2.04
15 - 16	6.71	2.52	2.54	1.66	6.20	2.21	2.30	1.68	6.66	2.27	2.43	1.96	8.11	2.96	2.88	2.27
16 - 17	6.79	2.38	2.55	1.86	6.93	2.50	2.55	1.88	6.84	2.34	2.38	2.12	8.50	3.21	2.86	2.43
17 - 18	6.91	2.21	2.66	2.04	7.79	2.88	2.64	2.27	6.79	2.68	2.07	2.04	9.14	3.80	2.79	2.54
18 - 19	6.84	2.46	2.34	2.04	7.50	2.88	2.32	2.30	6.70	2.86	1.86	1.98	8.88	3.77	2.62	2.48
19 - 20	6.36	2.61	1.96	1.79	6.66	2.70	1.88	2.09	6.68	2.70	1.82	2.16	8.30	3.59	2.32	2.39
20 - 21	5.46	2.43	1.62	1.41	6.48	2.80	1.70	1.98	6.45	2.59	1.80	2.05	7.98	3.59	2.04	2.36
21 - 22	4.54	2.11	1.39	1.04	5.82	2.71	1.46	1.64	5.57	2.48	1.57	1.52	7.38	3.25	1.88	2.25
22 - 23	3.86	1.70	1.45	0.71	4.43	2.00	1.25	1.18	4.59	2.20	1.14	1.25	6.34	2.70	1.50	2.14
23 - 24	3.13	1.30	1.25	0.57	3.32	1.36	1.07	0.89	3.91	1.84	0.84	1.23	4.55	2.12	0.79	1.64

	Locarno-Monti				Auessio				Cimalmotto				Cavagnago			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	4.25	1.89	0.77	1.59	3.98	1.84	0.52	1.62	1.29	0.67	0.15	0.46	1.50	0.66	0.20	0.64
1 - 2	3.45	1.54	0.46	1.45	3.88	1.80	0.36	1.71	1.06	0.52	0.10	0.44	1.46	0.66	0.18	0.62
2 - 3	3.30	1.45	0.39	1.46	4.00	1.77	0.38	1.86	1.17	0.42	0.10	0.65	1.52	0.73	0.20	0.59
3 - 4	3.73	1.64	0.39	1.70	4.07	1.77	0.43	1.88	1.62	0.50	0.19	0.92	1.68	0.91	0.14	0.62
4 - 5	3.91	1.79	0.34	1.79	4.04	1.70	0.38	1.96	1.69	0.62	0.21	0.86	1.82	0.93	0.14	0.75
5 - 6	3.68	1.62	0.43	1.62	4.02	1.55	0.43	2.04	1.50	0.64	0.14	0.73	1.66	0.75	0.14	0.77
6 - 7	3.91	1.68	0.54	1.70	4.23	1.64	0.52	2.07	1.56	0.64	0.08	0.85	1.57	0.68	0.09	0.80
7 - 8	4.18	1.77	0.59	1.82	4.52	1.77	0.62	2.12	1.79	0.71	0.12	0.96	1.68	0.70	0.09	0.89
8 - 9	3.84	1.57	0.54	1.73	4.21	1.48	0.70	2.04	1.71	0.69	0.14	0.88	1.70	0.66	0.11	0.93
9 - 10	3.55	1.45	0.41	1.70	3.75	1.21	0.62	1.91	1.54	0.60	0.17	0.77	1.70	0.71	0.11	0.88
10 - 11	3.43	1.54	0.34	1.55	4.04	1.39	0.70	1.95	1.77	0.65	0.29	0.83	1.71	0.70	0.14	0.88
11 - 12	3.86	1.82	0.59	1.45	4.89	1.77	1.25	1.88	2.46	0.88	0.56	1.02	2.00	0.73	0.29	0.98
12 - 13	5.32	2.14	1.41	1.77	6.82	2.29	2.39	2.14	3.35	1.19	0.98	1.17	2.77	1.16	0.55	1.05
13 - 14	6.93	2.39	2.45	2.09	9.30	2.84	3.61	2.86	4.21	1.42	1.36	1.42	3.43	1.43	0.86	1.14
14 - 15	8.11	2.73	3.12	2.25	10.29	3.09	4.21	2.98	4.92	1.69	1.62	1.62	3.64	1.34	1.12	1.17
15 - 16	8.57	3.09	2.98	2.50	10.55	3.38	4.18	3.00	5.46	2.14	1.75	1.58	4.09	1.62	1.45	1.02
16 - 17	8.61	3.41	2.50	2.70	11.14	3.95	3.89	3.30	5.81	2.27	2.00	1.54	4.84	2.14	1.71	0.98
17 - 18	9.11	3.89	2.52	2.70	10.59	4.11	3.41	3.07	5.46	1.88	2.12	1.46	5.04	2.25	1.61	1.18
18 - 19	9.09	3.98	2.52	2.59	9.00	3.54	2.82	2.64	4.77	1.60	1.88	1.29	4.71	2.20	1.34	1.18
19 - 20	8.63	3.70	2.27	2.66	8.20	3.00	2.61	2.59	4.38	1.60	1.62	1.17	4.57	2.11	1.34	1.12
20 - 21	7.96	3.39	2.02	2.55	7.70	2.91	2.25	2.54	3.90	1.46	1.27	1.17	4.30	1.91	1.25	1.14
21 - 22	6.70	2.89	1.71	2.09	6.43	2.64	1.52	2.27	3.12	1.12	0.85	1.15	3.41	1.55	0.89	0.96
22 - 23	5.80	2.54	1.41	1.86	5.27	2.20	1.04	2.04	2.33	0.86	0.48	0.98	2.45	0.96	0.64	0.84
23 - 24	5.16	2.30	1.09	1.77	4.52	1.95	0.75	1.82	1.67	0.77	0.23	0.67	1.82	0.64	0.41	0.77

	Piano di Peccia				Comprovasco				Airolo			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	1.09	0.54	0.21	0.34	1.73	0.70	0.27	0.77	0.88	0.36	0.07	0.45
1 - 2	1.00	0.50	0.16	0.34	1.45	0.62	0.18	0.64	1.00	0.48	0.05	0.46
2 - 3	1.04	0.43	0.16	0.45	1.21	0.55	0.14	0.52	1.07	0.57	0.07	0.43
3 - 4	1.18	0.48	0.12	0.57	1.23	0.61	0.12	0.50	0.93	0.48	0.05	0.39
4 - 5	1.18	0.59	0.07	0.52	1.39	0.71	0.07	0.61	0.86	0.48	0.04	0.34
5 - 6	1.07	0.57	0.09	0.41	1.25	0.61	0.04	0.61	0.80	0.48	0.04	0.29
6 - 7	1.04	0.50	0.09	0.45	1.04	0.41	0.04	0.59	0.66	0.38	0.04	0.25
7 - 8	1.09	0.50	0.05	0.54	1.16	0.41	0.05	0.70	0.63	0.38	0.02	0.23
8 - 9	1.25	0.55	0.07	0.62	1.36	0.50	0.09	0.77	0.73	0.36	0.02	0.36
9 - 10	1.29	0.46	0.14	0.68	1.38	0.46	0.09	0.82	0.79	0.20	0.04	0.55
10 - 11	1.11	0.27	0.12	0.71	1.30	0.32	0.12	0.86	0.82	0.16	0.05	0.61
11 - 12	1.25	0.30	0.16	0.79	1.50	0.36	0.29	0.86	0.98	0.34	0.09	0.55
12 - 13	1.93	0.70	0.46	0.77	2.21	0.82	0.50	0.89	1.43	0.57	0.21	0.64
13 - 14	3.00	1.14	0.86	1.00	3.10	1.32	0.79	0.98	2.05	0.66	0.46	0.93
14 - 15	3.89	1.38	1.12	1.39	3.39	1.29	1.07	1.04	2.64	0.64	0.75	1.25
15 - 16	4.18	1.55	1.27	1.36	3.52	1.21	1.30	1.00	3.16	0.80	1.00	1.36
16 - 17	4.48	1.79	1.39	1.30	3.95	1.62	1.46	0.86	3.34	1.09	1.12	1.12
17 - 18	4.48	1.70	1.48	1.30	4.13	1.91	1.30	0.91	3.13	1.18	1.05	0.89
18 - 19	3.93	1.43	1.43	1.07	3.86	1.71	1.05	1.09	2.82	1.05	0.93	0.84
19 - 20	3.64	1.48	1.16	1.00	3.70	1.50	1.11	1.09	2.70	1.05	0.88	0.77
20 - 21	3.50	1.54	0.86	1.11	3.59	1.45	1.07	1.07	2.75	1.18	0.79	0.79
21 - 22	2.89	1.20	0.68	1.02	3.04	1.38	0.70	0.96	2.71	1.14	0.68	0.89
22 - 23	1.96	0.77	0.46	0.73	2.43	1.12	0.43	0.88	2.29	0.95	0.48	0.86
23 - 24	1.32	0.57	0.29	0.46	2.04	0.82	0.36	0.86	1.41	0.59	0.21	0.61

Tab.IV/2 Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Zeit des letzten Donners für die einzelnen Posten, für alle Gewitter und die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.

	Balerna				Lugano				Indemini				Bellinzona			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	2.59	0.94	1.12	0.53	3.47	1.44	1.03	1.00	4.25	2.12	0.78	1.34	4.97	2.28	0.81	1.88
1 - 2	1.78	0.72	0.53	0.53	2.69	1.03	0.66	1.00	3.38	1.78	0.47	1.12	3.78	2.00	0.19	1.59
2 - 3	1.59	0.81	0.34	0.44	2.66	1.03	0.66	0.97	3.00	1.47	0.44	1.09	3.47	1.72	0.06	1.69
3 - 4	2.06	1.09	0.66	0.31	2.47	1.09	0.44	0.94	3.09	1.38	0.44	1.28	2.88	1.31	0.12	1.44
4 - 5	2.53	1.34	0.81	0.38	2.53	1.28	0.38	0.88	3.12	1.59	0.38	1.16	2.88	1.41	0.16	1.31
5 - 6	2.09	1.09	0.56	0.44	2.72	1.44	0.50	0.78	2.97	1.66	0.41	0.91	3.72	1.78	0.41	1.53
6 - 7	1.88	1.09	0.38	0.41	2.66	1.25	0.56	0.84	3.12	1.50	0.59	1.03	4.22	1.84	0.66	1.72
7 - 8	2.25	1.31	0.50	0.44	2.62	1.16	0.53	0.94	3.44	1.41	0.78	1.25	4.03	1.69	0.59	1.75
8 - 9	2.31	1.25	0.62	0.44	2.69	1.25	0.53	0.91	3.53	1.50	0.78	1.25	3.75	1.66	0.56	1.53
9 - 10	1.90	1.06	0.50	0.34	2.62	1.28	0.59	0.75	3.09	1.53	0.56	1.00	3.69	1.91	0.62	1.16
10 - 11	1.73	0.91	0.41	0.41	2.38	1.28	0.50	0.59	2.44	1.25	0.47	0.72	3.47	1.94	0.50	1.03
11 - 12	2.00	0.97	0.56	0.47	2.25	1.25	0.31	0.69	2.19	0.91	0.44	0.84	3.31	1.56	0.41	1.34
12 - 13	2.53	1.19	0.81	0.53	2.88	1.44	0.53	0.91	3.09	1.16	0.69	1.25	4.22	1.66	0.78	1.78
13 - 14	3.79	1.47	1.41	0.91	4.22	1.72	1.31	1.19	4.75	1.78	1.62	1.34	5.53	2.25	1.50	1.78
14 - 15	5.75	1.91	2.53	1.31	5.34	1.84	2.12	1.38	5.69	2.09	2.38	1.22	6.78	2.69	2.50	1.59
15 - 16	6.88	2.47	2.88	1.53	5.44	1.94	2.19	1.31	6.06	2.31	2.34	1.41	7.56	2.81	3.16	1.59
16 - 17	6.72	2.72	2.38	1.62	5.75	2.38	1.97	1.41	6.75	2.66	2.28	1.81	7.97	3.16	3.06	1.75
17 - 18	7.18	2.81	2.78	1.59	7.03	3.06	2.25	1.72	7.09	2.81	2.25	2.03	9.06	3.75	3.19	2.12
18 - 19	7.52	2.81	3.09	1.62	7.22	3.16	2.31	1.75	6.91	2.94	1.81	2.16	9.56	4.09	3.09	2.38
19 - 20	6.40	2.31	2.47	1.62	6.38	2.69	2.06	1.62	6.97	3.03	1.53	2.41	8.75	4.06	2.41	2.28
20 - 21	5.59	2.09	1.97	1.53	6.00	2.56	1.75	1.69	7.09	3.03	1.72	2.34	8.09	3.78	1.97	2.34
21 - 22	5.56	2.47	1.75	1.34	6.60	2.88	1.44	1.75	6.66	2.81	1.94	1.91	8.09	3.75	2.03	2.31
22 - 23	5.31	2.50	1.78	1.03	6.38	2.97	1.78	1.62	6.19	2.56	1.94	1.69	8.25	3.78	2.16	2.31
23 - 24	4.16	1.78	1.66	0.72	5.44	2.34	1.84	1.25	5.50	2.47	1.47	1.56	7.22	3.12	1.69	2.41

	Locarno-Monti				Auessio				Cimalmotto				Cavagnago			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	5.47	2.56	0.91	2.00	4.81	2.44	0.47	1.91	1.81	0.94	0.09	0.78	1.69	0.72	0.28	0.69
1 - 2	4.56	2.22	0.56	1.78	4.62	2.25	0.34	2.03	1.44	0.81	0.09	0.53	1.59	0.78	0.16	0.66
2 - 3	3.72	1.69	0.47	1.56	4.94	2.34	0.44	2.16	1.19	0.50	0.12	0.56	1.84	0.94	0.22	0.69
3 - 4	3.85	1.69	0.41	1.75	5.25	2.41	0.50	2.34	1.84	0.59	0.25	1.00	2.03	1.12	0.19	0.72
4 - 5	4.82	2.25	0.38	2.19	5.47	2.38	0.47	2.62	2.22	0.88	0.31	1.03	1.97	1.12	0.12	0.72
5 - 6	5.25	2.44	0.53	2.28	5.34	2.25	0.53	2.56	1.88	0.94	0.25	0.69	1.81	1.06	0.09	0.66
6 - 7	4.78	2.03	0.66	2.09	5.25	2.09	0.66	2.50	1.69	0.84	0.12	0.72	1.78	1.06	0.03	0.69
7 - 8	4.37	1.78	0.62	1.97	5.50	2.22	0.81	2.47	1.88	0.91	0.09	0.88	1.69	0.97	0.00	0.72
8 - 9	4.47	1.78	0.78	1.91	5.75	2.22	1.03	2.50	2.09	1.12	0.09	0.88	1.69	0.94	0.03	0.72
9 - 10	4.60	1.94	0.91	1.75	5.34	1.94	1.03	2.38	2.06	1.03	0.12	0.91	2.06	1.12	0.12	0.81
10 - 11	4.32	1.97	0.69	1.66	4.91	1.84	0.91	2.16	2.06	0.81	0.31	0.94	2.28	1.09	0.22	0.97
11 - 12	3.84	1.62	0.50	1.72	5.38	1.84	1.19	2.34	2.19	0.69	0.56	0.94	2.09	0.84	0.19	1.06
12 - 13	4.34	1.72	0.84	1.78	6.78	2.06	2.03	2.69	2.81	0.84	0.88	1.09	2.28	1.03	0.16	1.09
13 - 14	5.91	2.16	2.03	1.72	8.78	2.69	3.22	2.88	4.09	1.22	1.28	1.59	3.22	1.56	0.53	1.12
14 - 15	7.19	2.50	3.16	1.53	10.50	3.41	4.28	2.81	5.25	1.69	1.75	1.81	3.97	1.69	1.25	1.03
15 - 16	7.51	2.88	2.97	1.66	11.38	4.09	4.59	2.69	6.16	2.25	2.25	1.66	4.66	1.97	1.84	0.84
16 - 17	7.88	3.38	2.41	2.09	11.88	4.56	4.44	2.88	7.03	2.69	2.59	1.75	5.66	2.72	2.12	0.81
17 - 18	8.63	3.88	2.34	2.41	11.78	4.72	3.97	3.09	6.94	2.62	2.47	1.84	5.84	2.75	2.00	1.09
18 - 19	8.97	4.19	2.25	2.53	10.44	4.34	3.03	3.06	5.66	1.97	2.03	1.66	5.12	2.34	1.44	1.34
19 - 20	8.99	4.09	2.09	2.81	9.16	3.69	2.50	2.97	5.00	1.62	1.84	1.53	4.69	2.16	1.22	1.31
20 - 21	8.60	3.44	2.19	2.97	8.97	3.56	2.44	2.97	5.06	1.66	1.69	1.72	4.88	2.16	1.44	1.28
21 - 22	8.22	3.25	2.28	2.69	8.47	3.31	2.19	2.97	4.28	1.47	1.25	1.56	4.59	2.09	1.25	1.25
22 - 23	8.03	3.50	2.09	2.44	7.44	2.75	1.75	2.94	2.94	1.12	0.75	1.06	3.41	1.44	0.94	1.03
23 - 24	6.84	3.06	1.56	2.22	6.12	2.59	1.06	2.47	2.06	0.91	0.28	0.88	2.28	0.81	0.66	0.81

	Piano di Peccia				Comprovasco				Airolo			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	1.06	0.56	0.09	0.41	2.12	1.12	0.22	0.78	1.28	0.47	0.06	0.75
1 - 2	1.19	0.53	0.16	0.50	1.88	1.03	0.12	0.72	1.06	0.47	0.06	0.53
2 - 3	1.34	0.47	0.31	0.56	1.50	0.75	0.19	0.56	1.19	0.59	0.16	0.44
3 - 4	1.50	0.66	0.25	0.59	1.34	0.66	0.22	0.47	1.19	0.59	0.12	0.47
4 - 5	1.50	0.72	0.09	0.69	1.34	0.69	0.09	0.56	1.12	0.66	0.03	0.44
5 - 6	1.44	0.66	0.12	0.66	1.34	0.72	0.03	0.59	1.16	0.78	0.03	0.34
6 - 7	1.38	0.69	0.16	0.53	1.38	0.75	0.06	0.56	1.00	0.62	0.06	0.31
7 - 8	1.50	0.75	0.06	0.69	1.28	0.66	0.06	0.56	0.84	0.47	0.03	0.34
8 - 9	1.75	0.88	0.06	0.81	1.38	0.66	0.09	0.62	0.91	0.50	0.00	0.41
9 - 10	1.72	0.81	0.16	0.75	1.56	0.72	0.09	0.75	1.00	0.38	0.03	0.59
10 - 11	1.50	0.47	0.19	0.84	1.59	0.56	0.16	0.88	1.12	0.25	0.09	0.78
11 - 12	1.34	0.25	0.25	0.84	1.72	0.47	0.28	0.97	1.22	0.28	0.16	0.78
12 - 13	1.72	0.47	0.53	0.72	2.09	0.69	0.25	1.16	1.38	0.38	0.25	0.75
13 - 14	2.91	0.94	0.97	1.00	2.84	1.19	0.44	1.22	1.84	0.53	0.44	0.88
14 - 15	4.16	1.44	1.28	1.44	3.50	1.59	1.00	0.91	2.72	0.66	0.78	1.28
15 - 16	4.78	1.88	1.50	1.41	3.94	1.72	1.56	0.66	3.47	0.72	1.28	1.47
16 - 17	5.22	2.19	1.78	1.25	4.38	1.84	1.81	0.72	3.75	1.03	1.50	1.22
17 - 18	5.12	2.09	1.81	1.22	4.56	1.97	1.66	0.94	3.81	1.44	1.22	1.16
18 - 19	4.34	1.59	1.47	1.28	4.41	2.00	1.41	1.00	3.50	1.31	1.03	1.16
19 - 20	4.41	1.59	1.31	1.50	4.16	1.88	1.34	0.94	3.06	1.06	1.03	0.97
20 - 21	4.81	1.97	1.31	1.53	3.94	1.59	1.28	1.06	3.30	1.19	0.94	0.91
21 - 22	3.97	1.75	1.03	1.19	3.50	1.41	0.97	1.12	2.94	1.22	0.81	0.91
22 - 23	2.53	1.19	0.59	0.75	2.88	1.25	0.69	0.94	2.56	1.03	0.59	0.94
23 - 24	1.44	0.72	0.25	0.47	2.38	1.09	0.47	0.81	1.97	0.75	0.28	0.94

Tab. IV/3 Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Stunden mit Gewitter für die einzelnen Posten, für alle Gewitter und die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.

	Balerna				Lugano				Indemini				Bellinzona			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	4.53	2.06	1.66	0.81	5.88	2.56	1.62	1.69	6.22	3.22	1.12	1.88	6.75	3.62	0.94	2.19
1 - 2	4.00	2.16	1.16	0.69	4.94	2.09	1.19	1.66	4.66	2.41	0.69	1.56	4.97	2.94	0.28	1.75
2 - 3	4.16	2.16	1.25	0.75	4.41	1.75	1.03	1.62	4.03	1.97	0.59	1.47	4.00	2.25	0.16	1.59
3 - 4	4.53	2.19	1.47	0.88	4.16	1.75	0.84	1.56	4.41	2.19	0.59	1.62	3.91	2.09	0.25	1.56
4 - 5	4.41	2.22	1.28	0.91	4.31	2.03	0.81	1.47	4.78	2.53	0.59	1.66	4.56	2.44	0.41	1.72
5 - 6	3.81	2.00	0.97	0.84	4.47	2.12	0.94	1.41	4.88	2.50	0.72	1.66	5.25	2.72	0.66	1.88
6 - 7	3.75	1.94	0.94	0.88	4.28	1.94	0.97	1.38	5.06	2.22	0.91	1.94	5.31	2.53	0.84	1.94
7 - 8	3.94	1.97	1.00	0.97	4.06	1.81	0.94	1.31	5.25	2.12	1.09	2.03	4.91	2.22	0.78	1.91
8 - 9	3.62	1.88	0.91	0.84	3.97	1.84	0.94	1.19	4.88	2.06	1.03	1.78	4.62	2.19	0.72	1.72
9 - 10	3.09	1.62	0.81	0.66	3.75	1.75	0.84	1.16	3.94	1.72	0.81	1.41	4.47	2.22	0.78	1.47
10 - 11	3.25	1.50	1.00	0.75	3.56	1.59	0.62	1.34	3.22	1.44	0.72	1.06	4.25	2.06	0.72	1.47
11 - 12	4.06	1.72	1.38	0.97	4.00	1.78	0.69	1.53	3.53	1.56	0.75	1.22	4.62	2.06	0.69	1.88
12 - 13	5.84	2.25	2.22	1.38	5.28	2.25	1.38	1.66	5.34	2.25	1.38	1.72	5.88	2.41	1.25	2.22
13 - 14	9.09	3.19	3.81	2.09	7.03	2.69	2.41	1.94	7.59	3.12	2.53	1.94	7.47	2.94	2.38	2.16
14 - 15	11.75	4.09	5.06	2.59	8.31	3.09	3.16	2.06	8.88	3.72	3.19	1.97	9.12	3.56	3.41	2.16
15 - 16	12.38	4.69	5.06	2.62	8.97	3.53	3.38	2.06	9.62	4.16	3.28	2.19	10.25	4.90	4.00	2.25
16 - 17	12.31	4.91	4.94	2.47	10.03	4.06	3.62	2.34	10.41	4.47	3.31	2.62	10.97	4.44	4.19	2.34
17 - 18	12.56	4.78	5.31	2.47	11.19	4.69	3.78	2.72	10.50	4.56	2.97	2.97	11.62	5.03	3.97	2.62
18 - 19	12.25	4.53	5.00	2.72	11.06	4.91	3.22	2.94	9.94	4.47	2.44	3.03	11.56	5.28	3.38	2.91
19 - 20	11.22	4.22	4.19	2.81	10.41	4.69	2.62	3.09	10.03	4.31	2.56	3.16	11.19	5.19	2.84	3.16
20 - 21	10.41	4.19	3.59	2.62	10.38	4.69	2.53	3.16	10.31	4.22	3.00	3.09	11.41	5.19	2.78	3.44
21 - 22	9.44	4.22	3.09	2.12	10.28	4.75	2.62	2.91	9.47	4.06	2.84	2.56	11.62	5.09	3.06	3.47
22 - 23	7.84	3.59	2.78	1.47	9.28	4.22	2.72	2.34	8.62	3.94	2.34	2.34	11.00	4.59	3.03	3.38
23 - 24	6.00	2.56	2.38	1.06	7.50	3.28	2.38	1.84	7.81	3.78	1.78	2.25	9.16	4.06	2.12	2.97

	Locarno-Monti				Auessio				Cimalmotto				Cavagnago			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	7.47	3.38	1.31	2.78	7.53	3.66	0.72	3.16	2.22	1.19	0.16	0.88	2.69	1.28	0.28	1.12
1 - 2	6.16	2.88	0.81	2.47	7.38	3.63	0.56	3.19	1.75	0.97	0.16	0.62	2.50	1.25	0.19	1.06
2 - 3	5.31	2.41	0.59	2.31	7.53	3.72	0.59	3.22	1.88	0.78	0.19	0.91	2.56	1.28	0.28	1.00
3 - 4	5.62	2.53	0.53	2.56	7.59	3.56	0.72	3.31	2.62	0.91	0.31	1.41	2.75	1.50	0.22	1.03
4 - 5	6.38	3.06	0.50	2.81	7.22	3.19	0.69	3.34	2.78	1.16	0.38	1.25	2.66	1.53	0.12	1.00
5 - 6	6.25	2.97	0.62	2.66	6.84	2.84	0.78	3.22	2.34	1.22	0.28	0.84	2.41	1.34	0.09	0.97
6 - 7	5.69	2.38	0.81	2.50	7.03	2.78	1.00	3.25	2.06	1.09	0.12	0.84	2.28	1.25	0.03	1.00
7 - 8	5.56	2.19	0.94	2.44	7.25	2.91	1.12	3.22	2.12	1.09	0.09	0.94	2.22	1.19	0.03	1.00
8 - 9	5.47	2.19	1.00	2.28	6.88	2.69	1.16	3.03	2.25	1.16	0.12	0.97	2.28	1.16	0.09	1.03
9 - 10	5.16	2.09	0.94	2.12	6.09	2.31	1.03	2.75	2.34	1.06	0.25	1.03	2.57	1.25	0.16	1.16
10 - 11	4.62	1.88	0.72	2.03	5.75	2.19	1.00	2.56	2.56	0.94	0.50	1.12	2.78	1.19	0.25	1.34
11 - 12	4.47	1.88	0.66	1.94	6.44	2.38	1.47	2.59	3.03	0.94	0.78	1.31	2.78	1.16	0.31	1.31
12 - 13	5.84	2.53	1.31	2.00	8.48	2.94	2.66	2.88	4.12	1.31	1.19	1.62	3.38	1.69	0.50	1.19
13 - 14	7.75	3.16	2.53	2.06	11.19	3.75	4.16	3.28	5.53	1.78	1.75	2.00	4.75	2.25	1.19	1.31
14 - 15	8.94	3.59	3.31	2.03	13.00	4.59	5.16	3.25	6.88	2.28	2.41	2.19	5.72	2.31	1.94	1.47
15 - 16	9.72	4.12	3.25	2.34	13.78	5.22	5.44	3.12	8.09	2.91	2.94	2.25	6.34	2.59	2.34	1.41
16 - 17	10.50	4.62	3.12	2.75	14.47	5.78	5.31	3.38	8.50	3.09	3.12	2.28	7.16	3.16	2.62	1.38
17 - 18	11.06	5.03	3.12	2.91	14.44	6.28	4.59	3.56	7.53	2.59	2.84	2.09	7.19	3.25	2.41	1.53
18 - 19	10.94	5.09	2.81	3.03	12.91	5.84	3.50	3.56	6.19	2.00	2.41	1.78	6.41	3.09	1.81	1.50
19 - 20	10.91	4.84	2.62	3.44	11.69	4.91	3.03	3.75	5.91	2.03	2.19	1.69	6.38	3.06	1.84	1.47
20 - 21	11.22	4.62	2.91	3.69	11.62	4.56	3.12	3.94	5.81	2.12	1.84	1.84	6.59	2.97	2.00	1.62
21 - 22	10.94	4.59	2.94	3.41	11.16	4.41	3.03	3.72	4.78	1.75	1.31	1.72	5.41	2.50	1.47	1.44
22 - 23	10.00	4.38	2.47	3.16	9.91	4.12	2.34	3.44	3.56	1.44	0.75	1.38	3.75	1.72	0.94	1.09
23 - 24	8.78	3.84	1.91	3.03	8.47	3.88	1.31	3.28	2.75	1.31	0.28	1.16	2.97	1.28	0.62	1.06

	Piano di Peccia				Comprovasco				Airolo			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
0 - 1	1.69	0.75	0.22	0.72	3.03	1.34	0.31	1.38	1.66	0.59	0.16	0.91
1 - 2	1.72	0.66	0.31	0.75	2.56	1.16	0.28	1.12	1.53	0.62	0.16	0.75
2 - 3	1.72	0.59	0.38	0.75	2.06	0.88	0.34	0.84	1.62	0.81	0.19	0.62
3 - 4	1.88	0.81	0.25	0.81	2.00	0.91	0.28	0.81	1.50	0.84	0.12	0.53
4 - 5	1.94	0.91	0.12	0.91	2.34	1.28	0.09	0.97	1.41	0.91	0.03	0.47
5 - 6	1.84	0.81	0.19	0.84	2.44	1.50	0.03	0.91	1.44	0.97	0.03	0.44
6 - 7	1.78	0.88	0.19	0.72	2.19	1.31	0.06	0.81	1.31	0.81	0.06	0.44
7 - 8	1.75	0.91	0.06	0.78	2.03	1.06	0.09	0.88	1.25	0.72	0.03	0.50
8 - 9	1.88	0.91	0.09	0.88	2.22	1.09	0.16	0.97	1.38	0.62	0.03	0.72
9 - 10	2.03	0.84	0.28	0.91	2.31	1.06	0.16	1.09	1.50	0.38	0.09	1.03
10 - 11	1.91	0.50	0.34	1.06	2.38	0.78	0.22	1.38	1.62	0.31	0.12	1.19
11 - 12	1.78	0.34	0.34	1.09	2.75	0.75	0.34	1.66	1.69	0.47	0.16	1.06
12 - 13	2.28	0.78	0.59	0.91	3.44	1.28	0.41	1.75	1.81	0.62	0.31	0.88
13 - 14	3.69	1.50	1.03	1.16	4.53	2.06	0.88	1.59	2.31	0.69	0.62	1.00
14 - 15	5.19	2.09	1.41	1.69	5.47	2.38	1.81	1.28	3.12	0.69	1.00	1.44
15 - 16	5.78	2.34	1.72	1.72	5.97	2.25	2.53	1.19	3.91	0.84	1.41	1.66
16 - 17	5.97	2.44	1.94	1.59	6.38	2.38	2.72	1.28	4.66	1.38	1.62	1.66
17 - 18	5.84	2.28	1.91	1.66	6.44	2.69	2.44	1.31	5.03	1.84	1.47	1.72
18 - 19	5.31	1.94	1.78	1.59	6.03	2.75	2.00	1.28	4.56	1.72	1.34	1.50
19 - 20	5.38	2.09	1.72	1.56	5.75	2.56	1.88	1.31	4.06	1.53	1.34	1.19
20 - 21	5.38	2.38	1.44	1.56	5.69	2.41	1.78	1.50	3.94	1.59	1.19	1.16
21 - 22	4.25	2.03	1.00	1.22	5.19	2.34	1.31	1.53	3.69	1.62	0.94	1.12
22 - 23	2.84	1.41	0.62	0.81	4.28	2.06	0.84	1.38	3.22	1.50	0.62	1.09
23 - 24	1.94	0.94	0.31	0.69	3.50	1.59	0.53	1.38	2.41	1.03	0.31	1.06

Tab. IV/4 Betrag des Koeffizienten a_0 = mittlere 24-stündige Häufigkeit der Eintritts- und Endzeiten der Gewitter bezogen auf eine Periode von 14 Jahren sowie für die Stunden mit Gewitter: diese bezogen auf eine Periode von 8 Jahren.

	Erster und letzter Donner				Stunden mit Gewitter			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
Balerna	3.75	1.52	1.24	0.99	7.01	2.94	2.55	1.52
Lugano	4.02	1.63	1.14	1.24	6.73	2.91	1.88	1.93
Indemini	4.23	1.75	1.09	1.39	6.81	3.04	1.72	2.05
Bellinzona	5.13	2.16	1.24	1.72	7.45	3.38	1.82	2.26
Locarno-Monti	5.63	2.34	1.32	1.96	7.70	3.34	1.74	2.62
Auressio	6.23	2.32	1.65	2.26	9.36	3.84	2.27	3.25
Cimalmotto	2.86	1.06	0.77	1.03	4.07	1.55	1.10	1.42
Piano di Peccia	2.20	0.87	0.54	0.79	3.16	1.30	0.76	1.10
Cavagnago	2.71	1.17	0.62	0.91	4.02	1.88	0.91	1.23
Comprovasco	2.29	0.93	0.53	0.83	3.79	1.66	0.90	1.23
Airolo	1.69	0.65	0.38	0.66	2.53	0.96	0.56	1.00

5. RESULTATE

5.1 Der Koeffizient a_0

Dieser Koeffizient bestimmt die Entfernung der Tagesgangkurve von der Abszissenachse, er stellt auch die mittlere Häufigkeit der Gewitter pro Stunde oder der Stunden mit Gewitter dar.

5.1.1 Einsatz- und Endzeiten der Gewitter :

Da für die Einsatzzeiten 14 und für die Endzeiten nur 8 Jahre zur Verfügung stehen, so hat man zwei Reihen von a_0 -Werten. Um aber die Tagesgangkurven besser vergleichen zu können, hat man auch für die Endzeiten den Koeffizienten a_0 der Anfangszeiten angewendet.

5.1.2 Stunden mit Gewitter :

Hier hat a_0 grössere Werte als im Fall des ersten und letzten Donners. Der Grund dazu ist durch die Dauer der Gewitter zu erklären : ein Gewitter, welches z.B. 5 Stunden dauerte, wurde 5 mal gezählt. Die Tab. IV/4 gibt alle diese Werte an. - Tabelle IV/4 siehe Seite 13.

5.2. Die Koeffizienten a_1 , a_2 , a_3

Diese Koeffizienten stellen die Amplituden der ersten drei Glieder der harmonischen Analyse dar. Man verzichtet auf die Wiedergabe der Tabelle mit den berechneten Werten.

5.2.1 Streuung zwischen den Posten :

Bei der Berechnung dieses Wertes hat man gesehen, dass die Posten in zwei Gruppen geteilt werden können, nämlich die Gruppe A mit den Posten von Balerna, Lugano, Indemini, Bellinzona, Locarno-Monti und Auressio und die Gruppe B mit den Posten, die nördlich davon gelegen sind : Cimalmotto, Piano di Peccia, Cavagnago, Comprovasco und Airolo. In der Tab. IV/5 geben wir diese Werte nur für den Koeffizienten a_1 an, welcher der wichtigste ist und bei welchem die Zusammenfassung der Posten in zwei Gruppen am besten bestätigt ist. Im Falle aller Gewitter haben die Streuungen der zwei Gruppen Werte, die fast die Hälfte sind von denjenigen der Streuungen ohne Teilung in Gruppen. Bei den Gewittertypen sind die Unterschiede nicht so gross, aber man sieht, dass zwei verschiedene Gruppen von Posten vorhanden sind. Nur bei den Lokalgewittern der Gruppe A sind die Unterschiede kleiner in bezug auf alle Posten zusammen : das bedeutet, dass die Lokalgewitter der Gruppe A grössere Unterschiede aufwiesen als diejenigen der zwei anderen Typen. Das wird in der Folge bestätigt.

5.2.2 Vergleich zwischen den zwei Gruppen von Posten :

Der Vergleich erfolgt an Hand des Wilcoxon-Testes (alle Signifikanzschranken sind zweiseitig zu verstehen) und bestätigt im allgemeinen die Zusammenfassung der Posten in den zwei angegebenen Gruppen. Es ist jedoch zu sagen, dass die Vergleiche nicht immer durchgeführt werden konnten, weil in gewissen Fällen die Streuungen zu gross waren.

- a_1 der Gruppe A ist auf der 1%-Schwelle statistisch signifikant grösser als a_1 der Gruppe B.
- a_2 Hier sind die Unterschiede weniger zahlreich, meistens sind diejenigen der Gruppe A grösser als jene der Gruppe B oder es besteht kein Unterschied.
- a_3 der Lokalgewitter der Gruppe A ist auf der 1%-Schranke statistisch signifikant grösser als a_3 der Gruppe B. Dieser Unterschied bedingt, dass die Tagesgangkurven der Posten der Gruppe A nach dem Hauptmaximum ganz anders gestaltet sind als bei Gruppe B und auch in bezug auf die zwei anderen Gewittertypen.

5.2.3 Vergleich zwischen a_1 , a_2 und a_3 in den zwei Gruppen :

- a_1 Alle a_1 haben immer höhere Werte als a_2 und a_3 , vorwiegend auf der 1%-Schranke. Das bedeutet, dass das ganztägige Glied der harmonischen Analyse die Hauptrolle spielt.
- a_2 Alle a_2 haben immer signifikant höhere Werte (1% - Niveau) als a_3 , ausgenommen in der Gruppe A, für die Lokalgewitter bei den Endzeiten und Stunden mit Gewittern. Für die Lokalgewitter bedeutet das Fehlen eines Unterschiedes in den Werten von a_2 und a_3 , dass für diesen Gewittertyp dieser Koeffizient eine wichtigere Rolle spielt als bei den anderen Typen.

5.2.4 Vergleich zwischen a_1 , a_2 , a_3 zwischen den drei Gewittertypen :

- a_1 der Südstaugewitter weist immer die kleinsten Werte auf : Signifikanzschranke von 1% in bezug auf die Lokalgewitter, meistens von 5% in bezug auf die Kaltfrontgewitter. Man kann daraus schliessen, dass für diesen Gewittertyp das erste Glied der harmonischen Analyse die kleinste Bedeutung hat. Im Mittel aller Posten beträgt a_1 der Südstaugewitter höchstens die Hälfte von a_1 der Lokalgewitter.

Zwischen Kaltfront- und Lokalgewittern bestehen meistens keine signifikante Unterschiede, nur im Fall des ersten Donners haben die Lokalgewitter signifikant höhere Werte.

- a_2 der Südstaugewitter hat immer signifikant kleinere Werte (1%-Niveau) als die übrigen Typen bei der Gruppe B und der Gruppe A in bezug auf die Anfangszeiten der Lokalgewitter und die Endzeiten der Kaltfrontgewitter sowie der Stunden mit Gewitter. Das bedeutet, dass für die Südstaugewitter das zweite Glied der harmonischen Analyse eine kleinere Bedeutung hat als bei den anderen Typen.

- a_3 In der Gruppe A ist a_3 der Lokalgewitter vorwiegend statistisch signifikant höher als a_3 der Südstaugewitter und der Kaltfrontgewitter. Ferner ist noch bei Gruppe A a_3 der Lokalgewitter grösser als a_2 der Südstaugewitter. Sodann besteht in der Gruppe A kein signifikanter Unterschied zwischen a_3 der Lokalgewitter und a_2 der Kaltfrontgewitter. Das bedeutet, dass für die Lokalgewitter der Gruppe A das dritte Glied der harmonischen Analyse eine wichtigere Rolle spielt als bei den zwei anderen Typen und als bei Gruppe B, d.h. bei den Posten in den Tälern nördlich von Locarno.

5.2.5 Vergleich zwischen a_1 , a_2 , a_3 zwischen Anfangs- und Endzeiten sowie zwischen Stunden mit Gewittern.

Im allgemeinen bestehen keine statistisch signifikanten Unterschiede.

5.3. Die Phasenwinkel A_1 , A_2 und A_3

Diese Koeffizienten zeigen die Lage der Maxima und der Minima der entsprechenden Glieder der harmonischen Analyse. Am grössten sind die Unterschiede bei A_3 . Man kann sich fragen, ob die Unterschiede zwischen den einzelnen Posten reell oder zufällig sind : das ist sicher schwierig zu beurteilen. Ein Teil dieser Unterschiede ist ohne weiteres den Beobachtern zuzuschreiben, da nicht alle gleich fleissig sein können !

Die Lage der Posten muss auch einen Einfluss haben, aber es ist nicht klar, wie man ihn berücksichtigen kann.

5.3.1 Die Streuung " s "

Von unserer Stichprobe hat man auch die Standardabweichung " s " der Phasenwinkel zwischen den Posten berechnet. Man sieht, dass für A_1 und A_2 die Südstaugewitter die grössten Standardabweichungen und die Lokalgewitter die kleinsten besitzen. Das bedeutet, dass für die ersten die Lage der Minima und der Maxima zwischen den verschiedenen Posten am stärksten abweicht, viel einheitlicher ist hingegen der Fall für die Lokalgewitter. Die Standardabweichung zeigt grössere Werte im Fall des letzten Donners und der Stunden mit Gewitter, sehr wahrscheinlich weil man nur über Werte von 8 Jahren (statt 14) verfügt.

Tab. IV/5 Streuungen " s " des Koeffizienten a_1 unserer Stichprobe

		alle	KF	LOC	SS
alle Posten	erster Donner	0.69	0.25	0.36	0.18
	letzter Donner	0.54	0.23	0.34	0.13
	Stunden mit Gewitter	0.91	0.38	0.45	0.24
Gruppe A	erster Donner	0.35	0.16	0.28	0.12
	letzter Donner	0.36	0.15	0.34	0.12
	Stunden mit Gewitter	0.54	0.09	0.38	0.23
Gruppe B	erster Donner	0.29	0.12	0.16	0.10
	letzter Donner	0.36	0.14	0.18	0.14
	Stunden mit Gewitter	0.40	0.16	0.24	0.16

5.4 Der Tagesgang der Gewitter

Die Amplitude des ersten Gliedes der harmonischen Analyse weist die grössten Werte auf, d.h. es hat die grösste Bedeutung. Die Einteilung der Gewitter nach verschiedenen Typen zeigt, dass die Abhängigkeit vom ersten Glied durch die besonderen Eigenschaften der Typen selber bedingt ist. Das erste Glied wird auch " thermisches " Glied bezeichnet, um seine Abhängigkeit von der Temperatur oder vom Einstrahlungsverlauf zu charakterisieren. Die thermische Konvektion ist also von der Einstrahlung abhängig und besitzt nicht nur einen Tagesgang, sondern auch einen Jahresgang. Leider ist unser Material nicht ausreichend, um Monatskurven zu berechnen, aber die grösste Häufigkeit der Lokalgewitter im Juni - Juli (17) ist schon ein Beweis für die Abhängigkeit dieses Typus von der Einstrahlung, da zu dieser Jahreszeit im Mittel die grössten Tagesmengen der Einstrahlung auftreten. Da aber die einzelnen

Posten verschiedene Werte von a_1 haben, soll das einerseits bedeuten, dass die Auswirkung der Einstrahlung bei den Posten auch verschieden ist und andererseits, dass die Einstrahlung selber durch andere Faktoren beeinflusst wird. Es ist klar, dass die Auswirkung der Einstrahlung von der Grösse, der Neigung und der Orientierung der eingestrahlten Fläche abhängig ist. Sonnenhang oder Schattenhang sind von grosser Bedeutung, da die Einstrahlung auf solche Hänge ganz verschieden ist. Je nach der orographischen Lage eines Postens ändert sich somit der Tagesgang. Eine erste Vereinfachung in der Analyse des Tagesganges haben wir mit der Einteilung in drei Gewittertypen erzielt, von denen die Südtaugewitter als "unabhängig" vom Tagesgang erscheinen (das kleinste a_1), hingegen die Lokalgewitter, welche die höheren Werte von a_1 haben, den ausgeprägtesten Tagesgang aufweisen, d.h. mit anderen Worten, die Entstehung der Lokalgewitter ist zur Hauptsache thermisch bedingt.

Gesamthaft gesehen könnte man unsere "Lokalgewitter" auch als "Wärmegewitter" betrachten. Wir haben aber diese Bezeichnung von Anfang an nicht angewendet, weil uns die Angaben fehlten, um eine solche Einteilung zu beweisen: im Laufe der Analyse hat man gesehen, dass es verschiedene Typen von "Wärmegewittern" geben könnte, und nicht für alle wäre diese Bezeichnung im strengen Sinne anwendbar. Bei Südtaulagen spielen die thermischen Effekte eine bedeutend kleinere Rolle, da der Himmel meist bedeckt ist und die Bildung von Gewittern in erster Linie der erzwungenen Hebung von feuchten Luftmassen am Gebirge zuzuschreiben ist: diese Hebung kann die Labilität der ins Spiel gesetzten Luftmassen verursachen oder die schon vorhandene Labilität verstärken.

5.4.1 Die Summe der ersten drei Glieder der harmonischen Analyse

In bezug auf die einzelnen Glieder und deren Maxima und Minima wäre noch folgendes zu betrachten (gültig für den ersten sowie für den letzten Donner und die Stunden mit Gewitter):

5.4.1.1 Das erste Maximum des halbtägigen und des dritteltägigen Gliedes fällt mit dem Minimum des ganztägigen zeitlich zusammen, und bei der Summenkurve entsteht in den frühen Morgenstunden ein sekundäres Maximum.

5.4.1.2 Das Maximum des ganztägigen Gliedes wird durch das zweite Maximum des halbtägigen verstärkt und durch das dritte Minimum der dritteltägigen Welle etwas reduziert. Die Lokalgewitter machen aber eine Ausnahme, besonders im Fall des letzten Donners und bei den Stunden mit Gewitter. Zunächst ist dieses dritte Minimum etwas nach den späteren Stunden verschoben, ferner kann, wegen des relativ grossen Betrages von a_3 , die Reduktion so gross sein, dass für bestimmte Posten ein neues Minimum entsteht (bei der Summenkurve). Die Abb. IV/2, Seite 54 zeigt dieses Verhalten sehr gut, in 5.4.4 ist diese Abbildung genauer beschrieben.

5.4.1.3 Bei den Lokalgewittern am späten Vormittag fällt noch das Minimum des halbtägigen Gliedes mit dem zweiten Minimum des dritteltägigen zusammen. Bei den anderen Gewittertypen ist diese Überlagerung nur teilweise vorhanden. Dieses Verhalten der Lokalgewitter ist durch das Verschieben des dritten Gliedes nach späteren Stunden in bezug auf die zwei anderen Typen gegeben. In der Folge (siehe 5.4.4 und 5.4.5) wird versucht, die

Bedeutung des dritten Gliedes zu analysieren und zu erklären.

5.4.2 Die Form der Summenkurve

Die Summe der ersten drei Glieder der harmonischen Analyse liefert eine Kurve oder besser eine Grundkurve mit zwei Maxima und zwei Minima : ein kleines Maximum ungefähr bei Sonnenaufgang und das Hauptmaximum in den späten Nachmittagsstunden. Von den zwei dazwischen eingelagerten Minima hat das erste im allgemeinen etwas kleinere Werte als das zweite. Im Fall des letzten Donners ist die ganze Tagesgangkurve verspätet. Im Fall der Stunden mit Gewitter liegen die entsprechenden Zeiten im allgemeinen zwischen den Zeiten des ersten und des letzten Donners.

Wir haben uns gestattet, die Zeiten und die Werte der Maxima und der Minima aus den mittleren Tagesgangkurven der Gruppe A und getrennt aus der Gruppe B abzuleiten ; es sind also nicht Mittelwerte aus den Kurven der einzelnen Posten. Die mittleren Tagesgangkurven für die zwei Gruppen wurden erhalten, indem man die Kurven der sechs Posten der Gruppe A und der fünf Posten der Gruppe B gemittelt hat, aber man hat nicht eine mittlere Gleichung berechnet, aus der man eine entsprechende Kurve hätte ableiten können. Die Tagesgangkurven nach Gruppen sollten die ganz lokalen Unterschiede dämpfen sowie auch die Unterschiede, die den Beobachtern zuzuschreiben sind.

Die Abb. IV/1, Seite 53 gibt für die Gruppe A und die Gruppe B die Tagesgangkurven für den ersten und den letzten Donner.

In den Tabellen IV/6 und IV/7, Seite 20 sind diese Zeiten und deren Werte angegeben.

Bei den Lokalgewittern weicht die Tagesgangkurve von der angegebenen Grundkurve nach dem Hauptmaximum ab, siehe besonders Abb. IV/2, Seite 54. Im Fall des ersten Donners und bei den Stunden mit Gewitter tritt bei den Posten der Gruppe A (für Lugano beim ersten Donner nicht deutlich zu sehen) nach dem Hauptmaximum ein Wendepunkt ein, der zwischen 19h30 und 21h00 zu liegen kommt. Im Fall des letzten Donners weisen die Tagesgangkurven von Indemini und Locarno-Monti ein weiteres Minimum und Maximum nach dem Hauptmaximum auf, bei Lugano und Bellinzona einen deutlicheren und bei Auressio einen sehr schwachen Wendepunkt. Das bedeutet, dass für diese Posten die Tätigkeit der Lokalgewitter am Abend wiederauflebten. Bei der Gruppe B ist nichts ähnliches zu finden, und deren Kurven entsprechen dem Grundtyp. Das bedeutet, dass in den Tälern am Abend die Tätigkeit der Lokalgewitter viel rascher zu Ende geht als in den südlichen Regionen.

Bei den Südstaugewittern hat man meistens eine unregelmässige Tagesgangkurve, z.T. mit nur einem Minimum oder nur einem Maximum oder mit drei Minima und Maxima, deren Werte weniger voneinander abweichen, fast als ob kein Tagesgang vorhanden wäre.

5.4.2.1 Zeit der Minima und der Maxima

Wie schon erwähnt, wurden diese Angaben aus den gezeichneten Kurven entnommen, getrennt für Gruppe A und Gruppe B. Siehe Tab. IV/6 und IV/7 Seite 20.

Die Zeiten des letzten Donners sind meistens verspätet in bezug auf den ersten Donner und die Zeiten der Stunden mit Gewitter stehen meistens dazwischen.

Der Wilcoxon-Test zeigt, dass bei den Lokalgewittern die Zeiten der zwei Gruppen von Posten fast auf dem 1%-Niveau statistisch signifikant verschieden sind im Fall des ersten Donners ; beim letzten Donner liegen die Unterschiede knapp unterhalb der Signifikanzschränke und bei den Stunden mit Gewitter erreicht man das 1%-Niveau. Hingegen ist das nicht der Fall für die Kaltfrontgewitter (grössere Streuungen !). Die mittleren Zeiten zwischen Lokal- und Kaltfrontgewittern sind in bezug auf die 1%-Schwelle statistisch signifikant verschieden, jedoch nur für die Gruppe A. Das heisst, dass die Lokalgewitter der Gruppe A ein statistisch bewiesenes verfrühtes Hauptmaximum in bezug auf die Kaltfrontgewitter haben : das bedeutet, dass die Lokalgewitter in den Tälern anderen Bildungsbedingungen als in den südlicheren Gebieten unterstehen müssen.

In bezug auf die Südstaugewitter findet man nichts Ähnliches. Der Grund muss bei den grossen Streuungen dieses Typus liegen.

5.4.2.2 Wert der Minima und der Maxima

Siehe Tab. IV/6 und IV/7, Seite 20.

Auch bei einer nur oberflächlichen Betrachtung der abgebildeten Kurven sieht man sofort, dass zwischen den einzelnen Gewittertypen grosse Unterschiede bestehen : die Lokalgewitter zeigen sehr kleine Häufigkeiten nachts und teils auch am Vormittag, die Südstaugewitter haben einen sehr wenig ausgeprägten Tagesgang. Die Unterschiede zwischen den zwei Minima sind klein. Das erste Maximum, am frühen Morgen kurz nach dem mittleren astronomischen Sonnenaufgang der Monate April bis Oktober, ist bei den Lokalgewittern und für die Posten ausserhalb der Täler gut ausgeprägt. Genauer zeigen die Abbildungen folgendes : (Abb.IV/1).

5.4.2.2.1 Alle Gewitter und Kaltfrontgewitter

Das Hauptmaximum ist sehr gut ausgebildet, hingegen ist das erste für gewisse Posten in den Tälern fast nur angedeutet und sein Wert ist unbedeutend höher als die zwei Minima, die es umschliessen. Die kleineren Verhältnisse Hauptmaxima/erstes Maximum gehören zu den Posten Indemini, Bellinzona, Locarno-Monti und Auessio : das bedeutet, dass in diesen Gebieten nachts mehr Gewitter auftreten als südlich und nördlich davon.

Tab. IV/6 Zeit und Wert der Minima und der Maxima für die Gruppe A

	Erstes Minimum		Erstes Maximum		Zweites Minimum		Zweites Maximum	
	Zeit	Wert	Zeit	Wert	Zeit	Wert	Zeit	Wert
Erster Donner								
Alle Gewitter	02.06	2.46	05.40	3.30	08.50	2.57	16.20	8.41
Kaltfrontgewitter	01.45	1.12	05.30	1.42	09.00	1.15	17.50	3.20
Lokalgewitter	02.25	0.25	05.45	0.58	08.50	0.30	15.25	2.98
Südstaugewitter	01.20	1.05	05.30	1.31	08.40	1.12	16.55	2.44
Letzter Donner								
Alle Gewitter	02.50	2.62	06.20	3.55	09.50	2.64	17.15	7.86
Kaltfrontgewitter	02.00	1.23	06.20	1.48	10.20	1.12	18.10	3.19
Lokalgewitter	02.50	0.12	06.50	0.69	09.40	0.34	15.45	2.90
Südstaugewitter	02.00	1.24	05.30	1.45	09.45	1.17	19.30	2.27
Stunden mit Gewitter								
Alle Gewitter	02.40	4.70	05.40	5.57	09.30	4.07	16.50	11.67
Kaltfrontgewitter	03.00	2.37	05.20	2.48	09.45	1.77	17.50	4.96
Lokalgewitter	02.40	0.47	06.25	1.10	09.20	0.64	15.30	4.15
Südstaugewitter	01.40	1.79	05.00	2.05	09.20	1.61	19.50	3.23

Tab. IV/7 Zeit und Wert der Minima und der Maxima für die Gruppe B

	Erstes Minimum		Erstes Maximum		Zweites Minimum		Zweites Maximum	
	Zeit	Wert	Zeit	Wert	Zeit	Wert	Zeit	Wert
Erster Donner								
Alle Gewitter	01.45	1.12	05.20	1.38	08.25	1.17	16.30	4.38
Kaltfrontgewitter	01.30	0.51	04.50	0.64	08.50	0.43	17.10	1.74
Lokalgewitter	03.00	0.10	05.45	1.11	08.50	0.05	16.40	1.53
Südstaugewitter	02.00	0.50	--	--	--	--	15.00	1.22
Letzter Donner								
Alle Gewitter	02.20	1.00	06.00	1.30	09.00	1.09	17.00	4.79
Kaltfrontgewitter	02.20	0.47	06.10	0.71	10.30	0.39	17.10	1.89
Lokalgewitter	03.00	0.01	06.00	0.04	08.20	0.00	16.45	1.74
Südstaugewitter	02.00	0.51	05.00	0.57	06.40	0.55	19.00	1.22
Stunden mit Gewitter								
Alle Gewitter	02.10	1.91	05.30	2.18	08.30	1.87	16.50	6.41
Kaltfrontgewitter	01.40	0.85	05.30	1.20	09.40	0.73	17.20	2.48
Lokalgewitter	03.40	0.15	05.00	0.16	08.15	0.83	16.40	2.31
Südstaugewitter	05.30	0.82	--	--	--	--	16.30	1.63

Tab. IV/8 Prozentuale Verteilung der Gewitter auf die 3 Wittertypen in der Nacht (02h - 03h) und am Nachmittag (16h - 17h).

	erster Donner		letzter Donner		Stunden mit Gewitter	
	02h-03h	16h-17h	02h-03h	16h-17h	02h-03h	16h-17h
Kaltfrontgewitter	43 %	38 %	46 %	39 %	47 %	40 %
Lokalgewitter	13 %	34 %	5 %	36 %	15 %	37 %
Südstaugewitter	44 %	28 %	49 %	25 %	38 %	23 %

5.4.2.2.2 Lokalgewitter

Hier hat man ganz andere Verhältnisse : überall treten in der Nacht weniger Gewitter auf als bei den anderen Typen. Der Unterschied ist bemerkenswert in den Tälern. Das kann man gut sehen, wenn man z.B. für zwei Tageszeiten den Anteil der Typen an der Gesamtsumme betrachtet. Man hat die Anzahl der Gewitter zwischen 02h-03h (ungefähre Zeit des ersten Minimums) und zwischen 16h-17h (ungefähre Zeit des Hauptmaximums) gezählt. Die prozentuale Verteilung im Mittel aller Posten ist in der Tabelle IV/8 enthalten. Man sieht sehr deutlich, wie wenig Lokalgewitter zwischen 02h-03h vorkommen. Das kann man erklären, wenn man bedenkt, dass dieser Gewittertyp am meisten vom Tagesgang der Temperatur abhängt. Auch am Vormittag bis gegen 09h haben die Lokalgewitter geringere Häufigkeit als die übrigen Typen. Das Hauptmaximum liegt hingegen zwischen demjenigen der Kaltfront- und der Südstaugewitter : die kleinsten mittleren Häufigkeiten gehören zum letztgenannten Typ.

Wenn man einen Tagesgang mit grossem Unterschied Hauptmaximum/Hauptminimum als ausgeprägt bezeichnet, dann weisen die Lokalgewitter einen solchen Tagesgang auf. Es genügt, die Werte der Tab. IV/6 und IV/7, Seite 20 zu vergleichen, um zu sehen, dass die Verhältniszahlen Hauptmaximum/Hauptminimum bei den Südstaugewittern die kleinsten Werte aufweisen, hingegen sind bei den Lokalgewittern diese Werte viel grösser als bei den anderen Typen : die Werte bei den Lokalgewittern sind auf dem 1%-Niveau höher als diejenigen bei Südstau und auf dem 5%-Niveau im Vergleich zu den Kaltfrontgewittern, ferner sind die Werte der Südstaugewitter auf dem 5%-oder 1%-Niveau kleiner als diejenigen der Kaltfrontgewitter. Das ist ein weiterer Beweis, dass die Lokalgewitter den ausgeprägtesten und die Südstaugewitter den ausgeglichtesten Tagesgang haben.

5.4.2.2.3 Südstaugewitter

Verschiedene Eigenschaften dieses Gewittertypus sind schon bei der Behandlung der zwei anderen Typen hervorgetreten. Wichtig ist, dass für diesen Typ die Unterschiede zwischen Tag und Nacht am kleinsten sind und dass das erste Glied der harmonischen Analyse viel weniger wichtig ist als bei den zwei anderen Typen. Man hat auch gefunden, dass im Ver -

gleich zu den Lokalgewittern das Hauptminimum der Südtaugewitter im Mittel aller Posten sechsmal höher ist als dasjenige der Lokalgewitter, während das Hauptmaximum der Lokalgewitter im Mittel aller Posten nur um ein Viertel höher als dasjenige der Südtaugewitter ist.

5.4.2.2.4 Die Symmetrie der Tagesgangkurve

Unter diesem Begriff wird die Symmetrie der Tagesgangkurve im Bereich des Hauptmaximums bzw. auf beiden Seiten der Ordinate durch das Hauptmaximum verstanden. Um dies zahlenmässig erfassen zu können, wurden die Werte 1, 2 bis 6 Stunden vor dem Maximum abgelesen und summiert und mit den entsprechenden Werten nach dem Maximum verglichen.

Die grösste Asymmetrie ist bei den Lokalgewittern zu finden, hauptsächlich bei Gruppe A. Im Fall des ersten Donners gibt es 39 % mehr Gewitter nach dem Hauptmaximum als in den vorhergehenden sechs Stunden und im Fall des letzten Donners und der Stunden mit Gewittern gibt es sogar 55 % mehr Gewitter nach dem Hauptmaximum. Bei Gruppe B nur im Fall des letzten Donners gibt es nach dem Hauptmaximum 20 % mehr Gewitter, sonst sind die Unterschiede viel kleiner und von derselben Grössenordnung wie bei den zwei anderen Gewittertypen. Dieses Verhalten der Lokalgewitter bedingt auch eine Asymmetrie bei der Tagesgangkurve aller Gewitter bei der Gruppe A, wo in den sechs Stunden nach dem Hauptmaximum fast 20 % mehr Gewitter vorkommen als vorher.

Wenn man die einzelnen Posten betrachtet, so findet man sogar im Fall des letzten Donners bei den Posten Indemini und Locarno-Monti ein drittes Maximum um 21h12 für die erste Station und um 21h00 für die zweite, und dieses Maximum beträgt rund dreiviertel des Hauptmaximums.

Man sieht, dass die Lokalgewitter sehr stark von den lokalen Verhältnissen abhängen und dass in den Tälern ganz andere Bedingungen als in den südlichen Regionen abends die Aktivität dieses Gewittertypus steuern. Das ist eine Folgerung aus der Form der Tagesgangkurve nach dem Hauptmaximum, wie dies geschildert wurde.

5.4.3 Zum Tagesgang der Kaltfrontgewitter

Wir haben gefunden, dass auch die Kaltfrontgewitter einen Tagesgang aufweisen. Das würde bedeuten, dass die tageszeitliche Verteilung der Gewitter an einer Kaltfront nicht einheitlich ist. Nach G. Malkowski (10) sollten die Eintrittszeiten der Kaltfrontgewitter im Mittel zufällig über den ganzen Tag verteilt sein, da sie nicht vom täglichen Labilitäts-gang abhängig sind. Aber andere Untersuchungen zeigen, dass der Kaltfrontdurchgang auch einen Tagesgang aufweist. Nach einer Arbeit von W.Undt (13) scheint es, " dass die Mehrzahl der Frontdurchgänge auch in Wien auf die Nachmittagsstunden von 13h bis 19h fällt, der Maximalwert wird um 17h erreicht. Die wenigsten Frontdurchgänge fallen in die Zeit von 07h bis 09h vormittags". M. Bouët (4) untersucht in seiner Arbeit über Kaltfronten in der französischen Schweiz auch deren Tagesschwankungen und er findet zwei Maxima. Das erste Maximum liegt gegen 6 Uhr, das Hauptmaximum gegen 15-16 Uhr. Es scheint also eindeutig,

dass die Kaltfrontdurchgänge einem Tagesgang unterworfen sind, und dieser Tagesgang bestimmt also den Tagesgang der Kaltfrontgewitter. H. Ungeheuer (14) findet, " dass sich in der warmen Jahreszeit ein die Zufallsgrenze weit überschreitendes Maximum der Frontdurchgänge zwischen 16 und 18h ergibt und eine Verarmung in den Stunden bis Mitternacht ".

Für das hier untersuchte Gebiet hat man den Tagesgang der Kaltfrontdurchgänge noch nicht untersucht. Es scheint also, dass auch die Kaltfrontdurchgänge vom Tagesgang der Temperatur beeinflusst werden. Das ist aber nicht so einfach zu erklären. Wie M. Bouët (4) schreibt, " une recherche à base plus large sur le plan synoptique pourrait seule fournir réponse à ces questions ". W. Undt (13) erachtet in Anbetracht der höheren Anzahl der Fälle am Vormittag einen Einfluss der Doppelwelle des Luftdruckes als möglich. Nach V. Ermini und E. Zenone (6) entspricht das zweite Glied der harmonischen Analyse der Doppelwelle des Luftdruckes, aber mit umgekehrtem Vorzeichen.

5.4.4 Die Rolle des dritteltägigen Gliedes

Ist bei den Lokalgewittern für die Posten südlich von Bellinzona-Locarno-Monti sehr gut zu sehen. Die wichtige Rolle von a_3 dieses Gewittertypus haben wir schon in 5.2.2, 5.2.3 und 5.2.4 kennengelernt, hier wollen wir die Folge dieses Verhaltens darstellen. Die Abbildung IV/2, Seite 54 zeigt bildlich den Einfluss des dritteltägigen Gliedes im Fall des letzten Donners für die Lokalgewitter. In dieser Abbildung wird ein Abschnitt der Tagesgangkurve für die verschiedenen Posten dargestellt. In Abbildung IV/2 hat man die Station Locarno-Monti dargestellt, mit $a_3 = 0,42$, und Indemini mit $a_3 = 0,39$. Das dritte Minimum bedingt das Minimum der Tagesgangkurve gegen 19h30, das nachfolgende Maximum desselben Gliedes bedingt das dritte Maximum der Summenkurve gegen 21h00. In Abbildung IV/2, Seite 54 ist dasselbe für Lugano dargestellt, mit $a_3 = 0,26$. Wegen des kleinen Betrages von a_3 entsteht kein neues Minimum und Maximum, jedoch ein Wendepunkt gegen 21h00.

In Abbildung IV/2, Seite 54 ist ein Abschnitt der Tagesgangkurve von Comprovasco dargestellt: hier ist $a_3 = 0,08$; deswegen ist der Einfluss auf die Tagesgangkurve sehr klein, sie ist ziemlich symmetrisch um das Hauptmaximum. Es scheint deswegen begreiflich, wenn in der Folge das dritte Glied der harmonischen Analyse als Vertreter lokaler Einflüsse verantwortlich gemacht wird. Im Fall der Kaltfront- und der Südtaugewitter werden diese lokalen Einflüsse unwirksam durch die Eigenschaften der Wetterlagen, welche diese zwei ganz verschiedenen Gewittertypen verursachen.

Man kann auch sagen, dass die Unterschiede vom Betrag der dritten Welle in bezug auf die zwei ersten abhängen. Für die zwei Posten mit dem dritten Minimum und Maximum liegt a_3 zwischen 32 und 36 % der Summe von $a_1 + a_3$; für die Posten mit nur einem Wendepunkt gegen 21.00h liegt a_3 zwischen 22 und 23% von $a_1 + a_2$, ferner beträgt a_3 in den Tälern, wo a_3 sehr klein ist, meist weniger als 10% der Summe von $a_1 + a_2$.

5.4.5 Zum Tagesgang der Lokalgewitter

Die Gründe des Verhaltens der Lokalgewitter müssen bei den lokalen Verhältnissen gesucht werden. Für die Posten in den Tälern sollte es klar sein, dass hier die Lokalgewitter am Abend ausfallen, weil in solch schmalen, meist V-artigen Tälern, der Talaufwind sofort nach Sonnenuntergang zu Ende geht und Hangabwind und Talabwind gleichzeitig einsetzen. In den südlichen Gebieten hingegen gestattet die Breite der Täler (U-förmige Täler) ein langes Leben des Talaufwindes, der Hangabwind kann am Abend den Aufwindstrom in der Mitte des Tales verursachen oder verstärken.

Indemini und Locarno-Monti sind die zwei Posten mit dem dritten Minimum und Maximum. Indemini liegt am oberen Ende des Veddascales, welches in den Langensee mündet und liegt rund 9 km südsüdöstlich von Locarno-Monti. Locarno-Monti liegt am nördlichen Ende des Langensees. Man hat einen Vergleich zwischen den mittleren monatlichen Temperaturen der Brissago-Inseln auf dem Langensee und jenen vom Flugplatz Locarno-Magadino, wo der Beobachtungsposten rund 2 km vom Seeufer liegt. Die Mitteltemperaturen der Inseln sind um 21h30 (MEZ) für die Monate Mai-September zwischen zwei und drei Grad höher als auf dem Lande. Nur um 13h30 wie zu erwarten ist, hat der Flugplatz höhere Temperaturen. Nach einer Arbeit von J.C. Thoms und E. Zenone (12) weht der Talwind auf dem Flugplatz an antizyklonalen Tagen im Sommer im Mittel bis 20h40. Das bedeutet, dass die wärmere Luft, die auf dem See liegt, bis zu dieser Zeit talaufwärts verfrachtet wird und bei der Bildung der abendlichen lokalen Gewitter einen Beitrag liefert. Hier scheint es also, dass die Bedingungen für ein Wiederaufleben der Gewittertätigkeit am Abend vorhanden sind. Es könnte vorteilhaft sein, anhand der vorliegenden Windregistrierungen von Locarno-Monti einmal die Windverhältnisse an Tagen mit Lokalgewittern am Abend zu untersuchen. Nach H. Flohn und K. Fraedrich (7) ist die Verteilung der Niederschläge am Victoria-See (Ostafrika) durch die tagesperiodische Zirkulation erklärbar : das nächtliche nachgewiesene Niederschlagsmaximum mitten auf dem See steht im Zusammenhang mit der Konvergenz der regelmässigen nächtlichen Landwinde über dem See selber. Auch in Indonesien bedingt die Konvergenz der Landwindssysteme ein nächtliches Maximum der Gewitterbildung auf dem See und derselbe Vorgang ist über dem Roten Meer zu beobachten. Hier spielt natürlich die Temperatur des Wassers eine viel grössere Rolle als bei unseren kleinen Seen, aber die Konvergenz der lokalen Hangwinde und Talaufwinde in der Mitte der Talsohle dürfte die Hauptsache darstellen für dieses Verhalten der Lokalgewitter am Abend.

Das morgendliche sekundäre Maximum wird im allgemeinen auf die nächtliche Ausstrahlung an der Dunst- und Wolkenobergrenze zurückgeführt. Wir sind uns bewusst, dass es sich bei dieser Erklärung um eine Arbeitshypothese handelt, welche mit dem vorliegenden Material allein nicht geprüft werden kann.

Verschiedene theoretische Betrachtungen stützen diese Hypothese (11, 15), so dass man ohne weiteres die Nachtgewitter zum Teil erklären kann. W. Laun schreibt in seinem Aufsatz über die Tornados (9), " die schwersten Gewitter an einer squall-line entstehen oft erst nach Einbruch der Dunkelheit durch die dann einsetzende Strahlungsabkühlung an der Wolkenobergrenze ". Das Wiederaufleben der Gewittertätigkeit beim lokalen Typ geht wohl primär auf dieselbe Ursache zurück. In bezug auf die Unterschiede zwischen den Posten sind wir der

Auffassung, dass diese durch die lokalen Windverhältnisse bedingt sind. Eine wesentliche Änderung der Strahlungsabkühlung 30 km südlich oder nördlich der Station Locarno-Monti, welche die regere Tätigkeit der Lokalgewitter in der ersten Nachthälfte aufweist, ist sicher nicht vorhanden, so dass dieser Faktor für eine Erklärung der regionalen Unterschiede nicht in Frage kommt.

6. VERGLEICH MIT ANDEREN UNTERSUCHUNGEN

Hier wollen wir nur wenige Vergleiche behandeln. Der erste befasst sich mit der Arbeit von F. Ambrosetti, M. Bider und M. Bouët (2). Die Abbildung 2 für Locarno-Monti entspricht mehr unserer Tagesgangkurve der Lokalgewitter als derjenigen aller Gewitter. Man sollte für diese Periode (1935 - 1954) wissen, wie die verschiedenen Gewittertypen verteilt sind. Nach unseren Ergebnissen können andererseits die Gewitterverhältnisse von Locarno-Monti nicht auf die Gebiete südlich des Monte Ceneri übertragen werden.

Eine sehr gute Übereinstimmung zeigen unsere Beobachtungen mit denen von V. Ermini (5) im Südalpengebiet. Es handelt sich hier um eine relativ kurze Periode von 5 bis 8 Jahren an folgenden drei Stationen : Monte Bisbino (1325 m/M, $45^{\circ}52' N$, $9^{\circ}03' E$), wenige Kilometer nordöstlich von Balerna, Monte Grigna (2403 m/M, $45^{\circ}57' N$, $9^{\circ}23' E$) ungefähr 30 km östlich von Lugano und Balerna, und Pian Rosà (3480 m/M, $45^{\circ}56' N$, $7^{\circ}42' E$) im Alpengebiet, ungefähr 95 km westlich von Lugano. Alle diese drei Stationen gehören der gleichen Region an wie unser Gebiet, und die gute Übereinstimmung der Tagesgänge der Gewitter ist daher nicht überraschend.

H. Hauer (8) findet für eine zehnjährige Beobachtungsperiode auf der Zugspitze ein kleines sekundäres Maximum zwischen 6 und 8 Uhr, das Hauptmaximum zwischen 16 und 18 Uhr. Das stimmt also mit unseren Ergebnissen überein.

7. DER TAGESGANG DER NIEDERSCHLÄGE

Man hat versucht, den Tagesgang der Gewitter mit dem Tagesgang der Niederschläge unseres Gebietes zu vergleichen. Die Tagesgangkurven, wie sie in (1) und (3) abgeleitet wurden, sind die Summen von sehr verschiedenen Niederschlagstypen, so dass kein Vergleich möglich ist. Die Autoren dieser Untersuchungen haben auch ihre Tagesgänge nicht erklären können : aber einen Schritt in dieser Richtung könnte man erzielen, wenn man die Niederschläge nach Typen unterteilen würde. So sind sicher die Niederschläge während Südstaulagen ganz verschieden von denjenigen bei Nordlagen und die gewittrigen Niederschläge verschieden von den Südstaufällen. Die gewittrigen folgen dem täglichen Labilitätsgang, diejenigen der Südstaulagen mehr dem täglichen Luftdruckgang.

Wir haben die Niederschläge unserer Gewitter nicht analysieren können, weil in dieser Zeitspanne zeitweise mit Silberjodid geimpft wurde. Die Auswertung der geimpften Fälle hat ergeben, dass die Niederschläge beeinflusst wurden. Aus diesem Grund hat man auf deren Auswertung verzichten müssen.

8. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nur sehr sorgfältige Beobachtungen können weitere Beiträge zum hier behandelten Thema bringen. Schon in (16) haben wir gezeigt, wie für Locarno-Monti die Perioden 1935 - 1949 und 1950 - 1963 signifikant verschiedene Mittelwerte in der Anzahl der Nahgewitter geben, nur weil die Beobachtungsmethode in der zweiten Periode verfeinert wurde. Wir sind der Meinung, dass mittels entsprechender Apparaturen die Gewitterbeobachtungen verbessert werden können. Sollten die jetzt in Betrieb gesetzten Blitzzähler das Azimut und die Zeit angeben, glauben wir, könnte man schon viel erreichen.

Kann man unsere Resultate verallgemeinern? Wir haben in dieser Arbeit eine vierzehnjährige Periode untersucht, während welcher sehr sorgfältige Beobachtungen durchgeführt wurden. Andererseits zeigt uns die Erfahrung, dass eine andere 14-jährige Periode in der Verteilung der Gewittertypen anders ausfallen kann, so dass deren Summe auch andere Häufigkeiten aufweist. Die Gewittertypen sollten ihre Eigenschaften nicht ändern, nur die Mittelwerte können schwanken, so dass die Form der Tagesgangkurve bestehen bleiben sollte. Hingegen kann die Tagesgangkurve aller Gewitter zusammen, je nach dem Anteil der verschiedenen Typen, ändern, so dass die Gesamtkollektive Unterschiede aufweisen können.

LEGENDE ZU DEN TABELLEN

TEIL IV

- Tab. IV/1 Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Zeit des ersten Donners für die einzelnen Posten, für alle Gewitter und die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.
- Tab. IV/2 Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Zeit des letzten Donners für die einzelnen Posten, für alle Gewitter und die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.
- Tab. IV/3 Mittlere Häufigkeit pro Stunde der Stunden mit Gewitter für die einzelnen Posten, für alle Gewitter und die einzelnen Gewittertypen. Wegen der Rundung kann die Summe der Typen um 1% vom Fall aller Gewitter abweichen.
- Tab. IV/4 Betrag des Koeffizienten a_0 = mittlere 24-stündige Häufigkeit der Eintritts- und Endzeiten der Gewitter bezogen auf eine Periode von 14 Jahren sowie für die Stunden mit Gewitter : diese bezogen auf eine Periode von 8 Jahren.
- Tab. IV/5 Streuungen " s " des Koeffizienten a_1 unserer Stichprobe.
- Tab. IV/6 Zeit und Wert der Minima und der Maxima für die Gruppe A.
- Tab. IV/7 Zeit und Wert der Minima und der Maxima für die Gruppe B.
- Tab. IV/8 Prozentuale Verteilung der Gewitter auf die 3 Wettertypen in der Nacht (02h00 - 03h00) und am Nachmittag (16h00 - 17h00).

LEGENDE ZU DEN ABBILDUNGEN

TEIL IV

- Abb. IV/1 Tagesgangkurve für Gruppe A und Gruppe B im Fall des ersten Donners (ausgezogene Kurven) und des letzten Donners (gestrichelte Kurven).
- Abb. IV/2 Abschnitt der Tagesgangkurve der Lokalgewitter im Bereich des Hauptmaximums für vier verschiedene Posten. Im Fall des letzten Donners sieht man für Indemini (3) und Locarno-Monti (4) das neue Maximum gegen 21h00. Um zu zeigen, dass in den alpinen Tälern die Verhältnisse anders sind, wurde als Beispiel die entsprechende Kurve von Comprovasco eingezeichnet, welche um das Hauptmaximum ziemlich symmetrisch ist.

LITERATUR ZU TEIL IV

- (1) AMBROSETTI F. 1965 Die Niederschlagsstunden in Locarno-Monti
Veröffentl. der Schweiz. Meteorologischen Zentral-
anstalt, Zürich, Nr. 1b
- (2) AMBROSETTI F. 1957 L'orage en Suisse
BIDER M.,
BOUËT M.,
Archiv Meteor., Geoph. Biokl., Serie B, Bd. 8,
2. Heft, S. 172 - 184
- (3) BIDER M. UND 1951 Das Niederschlagsregime nord- und südwärts der Alpen
THAMS J.C.,
auf Grund zehnjähriger Pluviographenregistrierungen
Archiv Meteor., Geoph., Biokl., Serie B, Bd 17,
S. 123 - 148
- (4) BOUËT M. 1968 Sur la chronologie des fronts froids
Archiv Meteor., Geoph., Biokl., Serie A, Bd. 17
S. 207 - 214
- (5) ERMINI V. 1958 I temporali sul versante italiano delle Alpi centro-
occidentali
Riv. Meteor., Aer., No. 2, pag. 27 - 39
- (6) ERMINI V. E 1970 L'attività temporalesca sul versante meridionale delle
ZENONE E.,
Alpi
Annalen der Meteorologie (Neue Folge) Nr. 5
- (7) FLOHN H. UND 1966 Tagesperiodische Zirkulation und Niederschlagsverteilung
FRAEDIRCH K.,
am Victoria-See (Ostafrika)
Meteor., Rundschau, 19. Jahrgang, Heft 6, S. 157 - 165
- (8) HAUER H. 1950 Klima und Wetter der Zugspitze
Ber. des Deutschen Wd. in der US-Zone, Nr. 16,
S. 98 - 99
- (9) LAUN W. 1970 Tornados und ihre Ursache
Meteor. Rundschau, 23. Jahrgang, Heft 2, S. 47 - 48
- (10) MALKOWSKI G. 1961 Zur täglichen Periode der Gewitterhäufigkeit an einer
Flachlandstation
Gerlands Beitr. zur Geophysik, Bd. 10, S. 72 - 78
- (11) MÖLLER F. 1943 Labilisierung von Schichtwolken durch Strahlung
Meteor. Zeitschr. Bd. 6, S. 212 - 213
- (12) THAMS J.C. 1955 Osservazioni sui venti di monte e di valle nel Piano
ZENONE E.,
di Magadino (Svizzera sudalpina)
Geof. Pura e Applicata. Vol. 30, pag. 185 - 194
- (13) UNDT W. 1956 Der Tagesgang markanter Kaltfrontdurchgänge in Wien
Wetter und Leben, Jahrg. 8, H. 3 - 4, S. 69 - 72
- (14) UNGEHEUER H. 1955 Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der
Medizin. Meteorologie
Ber. d. Dt. Wd. Nr. 16, Bad Kissingen
- (15) VILLA E. 1942 Instabilitä per radiazione notturna
Riv. Meteor. Aeron., Vol. VI, No. 1
- (16) ZENONE E. 1965 Serie di giorni con temporali vicini a Sud delle Alpi
Bollettino Soc. Tic. Sc, Nat., Anno LVIII, pag. 25 - 30
- (17) ZENONE E. 1971 Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen
und Voralpen
Veröffentl. der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt,
Nr. 22
- (18) ZENONE E. 1972 Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen
und Voralpen
Veröffentl. der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt,
Nr. 27

V DIE ZUGRICHTUNG DER GEWITTER

Zusammenfassung

In dieser Untersuchung hat man das Azimut der Gewitter in zwei Gruppen eingeteilt: die Gruppe wo die Zugrichtung deutlich feststellbar war, und die Gruppe, bei der man nur das Azimut kennt, unter welchem Donner gehört wurde. Der Sektor SW gilt als vorherrschende Zugrichtung. Als Gewitterherd konnte man nur das Tamarogebiet deutlich erkennen.

Résumé

Dans cette étude on a divisé les azimuts des orages en deux groupes: celui où la direction de propagation fut clairement déterminée, et celui où on ne connaît que l'azimut sous lequel le tonnerre fut entendu. La direction la plus fréquente d'où viennent les orages est le sud-ouest. Le seul foyer orageux qui s'est dégagé clairement est celui de la région du Tamaro.

Riassunto

L'analisi di questo elemento viene fatta separando gli azimut in due gruppi: quello in cui la direzione di spostamento è chiaramente determinabile, e quello in cui si conosce soltanto la direzione secondo la quale il temporale viene udito. Quale direzione di provenienza predomina il settore sudovest. Quale focolaio temporalesco fu possibile accertare con sicurezza soltanto la zona del Tamaro.

Summary

For this work the observations of the azimuth of thunderstorms are separated into two groups: one where the trace has been observed, and one where only the azimuth of the thunder is known. It is concluded that thunderstorms most frequently come from south-westerly directions. Only the region of Tamaro was clearly defined as a place of origin of storms.

V. DIE ZUGRICHTUNG DER GEWITTER

1. EINLEITUNG

Auch wenn in der Untersuchung von Ambrosetti/Bider/Bouët (1) das Wichtigste über das Azimut der Gewitter gesagt wurde, so hat man hier trotzdem versucht, etwas Genaueres aus unserem Material herauszufinden. Ein weiterer Zweck dieser Untersuchung war die Festlegung der Gewitterherde.

2. GEBIET UND MATERIAL

Siehe Veröffentlichung Nr.22 (2).. Die betrachteten Posten sind in der Tab. V/1 zu sehen.

3. DEFINITION

Als Zugrichtung eines Gewitters versteht man ganz allgemein die Richtung, aus welcher das Gewitter gekommen ist. Aber bei entfernten Gewittern kennt man das Azimut der gehörten Donner, eine Fortpflanzungsrichtung ist dagegen nicht feststellbar. Deswegen hat man hier das Azimut in zwei Gruppen unterteilt.:

Gruppe a) weitentfernte Gewitter, deren Zugrichtung nicht bestimmbar war und die die Station oder Stationsumgebung nicht erreichten.

Gruppe b) Gewitter, deren Zugrichtung einwandfrei festgelegt werden konnte : Azimut am Anfang und am Ende der Gewitter waren bekannt.

~~Es wurden nur acht Richtungen betrachtet, d.h. die vier Kardinalpunkte und deren Zwischenrichtung.~~

Die Daten wurden an Hand der Methode der Streuungserlegung behandelt, und $P_{0.01}$ statt $P_{0.05}$ wurde als Signifikanzschranke betrachtet. Da der Materialumfang nicht sehr gross ist, hätte man sonst zu viele Unterschiede gefunden.

Ferner wurden die drei eingeführten Gewittertypen Kaltfront-, Lokal- und Südtaugewitter auch hier beibehalten.

4. RESULTATE

Die prozentualen Häufigkeiten im Falle aller Gewitter sind in der Tab. V/1 enthalten.

4.1 Gruppe a) : weitentfernte Gewitter, deren Zugrichtung unbestimmbar blieb.

4.1.1 Alle Gewitter

In Balerna zeigt keine der betrachteten acht Richtungen signifikante Unterschiede, alle sind gleich wahrscheinlich. Dasselbe gilt für Cimalmotto, Piano di Peccia und Bedretto. Für Lugano herrschen in statistisch signifikanter Weise die Azimute W und NW vor, in Migliaglia W, in Locarno-Monti, Indemini und Auressio das Azimut SE. Die vorherrschenden

Azimute dieser fünf Stationen führen zu einem gemeinsamen Gewitterherd, welcher vom Monte Tamaro mit seiner Verlängerung gegen den Monte Lema verläuft. Bellinzona ist von nahen hohen Bergen umrahmt und der Beobachter hat bei der Festlegung der Fortpflanzungsrichtung der Gewitter immer grosse Schwierigkeiten. Durch das Echo wird die wahre Lage der Gewitter nicht erkannt. Das habe ich selber erlebt: z.B. wurden am Osservatorio von Locarno-Monti einmal Donner im Süden gehört, wo der Himmel wolkenlos war, aber das Gewitter sah man deutlich im NE. Ferner wurden von Auressio im Onsernonetal in einer Nacht Blitze im SW gesehen, aber deren Donner hörte man im SE, in der Richtung, in welcher das Tal offen ist.

Für die Posten Cavagnago, Comprovasco und Olivone hat der Sektor zwischen S und W signifikant höhere Häufigkeiten. Für Airolo herrscht der Sektor Süd vor. Man hat versucht, das Gewitterazimut für Rossa im Calancatal zu bestimmen, aber es kamen immer nur Nord und Süd in Betracht, da das Tal nach diesen Himmelsrichtungen orientiert ist, sehr schmal und von hohen Bergen umschlossen ist. Dasselbe hat man für Frasco gefunden. Für alle Posten in etlichen alpinen Tälern unseres Gebietes ist der Horizont zu beschränkt, um die Gewitterherde festlegen zu können, aber aus eigener Erfahrung und aus Erfahrung von Berglern kann man annehmen, dass es auch in diesen Gebieten Orte gibt, die als Gewitterherde funktionieren.

4.1.2 Kaltfront- und Südstaugewitter

Es gilt das gleiche, was unter 4.1.1 gesagt wurde.

4.1.3

Die Lokalgewitter der Posten Indemini, Locarno-Monti und Auressio zeigen noch das Gebiet vom Monte Tamaro als Gewitterherd. Für alle übrigen Posten sind alle acht Azimute, statistisch gesehen, gleich häufig.

4.2 Gruppe b) : Gewitter, deren Fortpflanzungsrichtung bestimmbar war.

4.2.1 Alle Gewitter (siehe Tab. V/1)

Für Balerna und Lugano sind die Gewitter, die aus S und SW kommen, die häufigsten, an zweiter Stelle diejenigen aus W. In Miglieglia herrscht SW vor, dann folgt S. In Indemini, Locarno-Monti, Bellinzona und Auressio ist die Zugrichtung aus SW signifikant häufiger als die übrigen, an zweiter Stelle kommen SE und S für Indemini, W für Locarno-Monti, W und S für Bellinzona und für Auressio S, W und NW, welche statistisch voneinander nicht signifikant verschieden sind.

In etlichen alpinen Tälern gibt es entweder keine bevorzugte Zugrichtung, oder man hat zwei grosse Gruppen, von denen die häufigere jene um die SW-Richtung ist. Nur in Cavagnago herrscht NW vor, vermutlich durch die Orientierung des Tales bedingt.

4.2.2 Kaltfrontgewitter

In Balerna und Lugano gilt als bevorzugt der Sektor S bis NW, in Miglieglia, Indemini, Locarno-Monti, Bellinzona und Auressio herrscht SW vor, an zweiter Stelle hat man in Miglieglia und Indemini SE, S, W, NW, in Locarno W, dann folgen S und NW. In Auressio hat

man an zweiter Stelle S, W und NW und in Bellinzona sind alle übrigen Richtungen voneinander nicht signifikant verschieden. In den Tälern gilt, was im Abschnitt 4.2.1 gesagt wurde.

4.2.3 Lokalgewitter

Die häufigeren Zugrichtungen gehören zu den Gewittern, die aus S und SW kommen : das gilt für Balerna, Lugano, Miglieglia und Indemini. Für Locarno-Monti und Bellinzona ist SW allein vorherrschend und in Auressio sind die Zugrichtungen S, SW, W und NW gleichwertig. An zweiter Stelle und für alle diese Posten kommen die übrigen Zugrichtungen. In den Tälern gilt, was unter 4.2.1 gesagt wurde.

4.2.4 Südtaugewitter

In Balerna, Lugano und Miglieglia herrschen S und SW (Balerna auch W) vor. In Indemini, Locarno-Monti, Bellinzona und Auressio liegt SW an erster Stelle, an zweiter Stelle hat man SE, S und W, welche voneinander nicht signifikant verschieden sind. In den Tälern herrschen meistens die Zugrichtungen zwischen SE und W vor. Die Fortpflanzungsrichtung dieser Gewitter entspricht vollkommen der Höhenströmung (siehe Definition der Südtaugewitter).

Tab. V/1 Prozentuale Häufigkeiten der Azimute der Gewitter im Falle aller Gewitter, in zwei Gruppen geteilt :

Gruppe a) entfernte Gewitter, deren Fortpflanzungsrichtung nicht bestimmbar war,
Gruppe b) Gewitter, deren Zugrichtung einwandfrei festgelegt werden konnte

	a) Gewitter gehört im							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Balerna	17	15	6	11	15	12	11	13
Lugano	9	6	6	10	14	13	20	22
Miglieglia	4	6	12	6	13	15	27	17
Indemini	9	13	3	34	14	23	1	3
Bellinzona	7	8	13	20	9	16	10	17
Locarno-Monti	4	4	12	30	13	20	9	8
Auressio	4	6	8	28	12	11	15	16
Cimalmotto	6	9	7	16	26	17	14	5
Piano di Peccia	5	9	8	21	17	14	10	16
Cavagnago	7	6	7	22	8	20	22	8
Comprovasco	2	7	3	11	19	26	22	10
Olivone	8	5	7	8	30	18	17	7
Airolo	6	2	16	24	29	13	7	3
Bedretto	19	7	2	17	23	8	9	15

b) Gewitter gehört im

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Balerna	9	7	4	6	22	27	15	10
Lugano	5	3	3	7	31	27	16	8
Migliaglia	2	2	1	15	22	45	9	4
Indemini	4	7	2	14	15	45	6	7
Bellinzona	4	6	4	5	10	57	10	4
Locarno-Monti	2	3	2	5	8	52	18	10
Auessio	1	3	4	7	15	39	18	13
Cimalotto	3	6	8	13	18	21	21	10
Piano di Peccia	4	2	1	19	21	26	13	14
Cavagnago	1	1	2	18	7	6	15	50
Comprovasco	8	6	2	22	26	6	8	22
Olivone	9	1	2	2	42	22	14	8
Airolo	10	11	2	11	15	21	15	15
Bedretto	9	2	2	1	4	34	25	23

5. RESULTATE

Mit dieser Methode und mit den Stationen, die zur Verfügung standen, hat man eindeutig nur das Gebiet des Monte Tamaro als Gewitterherd bestimmen können. Andere Gebiete, wie z.B. den Gridone, von dem man aus Erfahrung weiss, dass er ein guter Gewitterherd ist, hat man nicht finden können. Zum Teil weil zu wenige Stationen um den Gewitterherd vorhanden waren, teils weil sich gewisse Herde an der Landesgrenze oder sogar ausserhalb dieser Grenze befinden.

Die Zusammenfassung der zwei Gruppen zu einer einzigen Gruppe gibt eine Verteilung, deren Häufigkeiten ziemlich gleich sind, wie diejenigen der Tab.IV der Arbeit von Ambrosetti/ Bider/ Bouët (1). In dieser Arbeit wird auch der Zweifel aufgeworfen, das Azimut SE von Locarno könnte überschätzt sein. Es wurde hier aber gezeigt, dass zum Azimut SE hauptsächlich Ferngewitter gehören, welche die Station nicht erreichen. Es handelt sich also nicht um Gewitter, welche von SE nach Locarno ziehen. Damit bleibt die " Ueberschätzung " dieses Azimutes erklärt.

LITERATUR ZU TEIL V

- (1) AMBROSETTI F., 1957 L'orage en Suisse.
BIDER M., Archiv f. Meteor., Geoph. und Bioklima, Serie B,
BOUËT M., Bd. 8, 2. Heft, S. 172 - 184
- (2) ZENONE E. 1971 Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentral-
alpen und Voralpen.
Veröffentl. der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt,
Nr. 22

VI GRÖSSE DER VON DEN GEWITTERN BESTRICHENEN FLÄCHE

Zusammenfassung

Die Analyse dieses Parameters der Gewitter (Grösse der bestrichenen Fläche) zeigt eine weitere Charakteristik der Lokalgewitter : sie haben signifikant kleinere Häufigkeiten im Falle grosser Flächen, verglichen mit den Kaltfront- und Südstaugewittern. Ferner haben alle Gewitter die grössten Häufigkeiten für relativ kleine Flächen.

Résumé

L'analyse de cette grandeur de l'orage (surface où il sévit) représente une caractéristique supplémentaire des orages locaux : Ils sont, et cela de façon significative, moins nombreux à intéresser de grandes surfaces que les orages issus de fronts froids ou de barrages du sud. En outre, les orages n'intéressant que des surfaces restreintes sont les plus fréquents.

Riassunto

L'analisi di questo elemento dei temporali, (la grandezza della superficie) pone ancora in evidenza una delle caratteristiche dei temporali locali, i quali hanno una frequenza significativamente inferiore per le grandi superfici rispetto ai temporali frontali e di Südtau. Inoltre le frequenze maggiori per tutti i tipi si manifestano per superfici relativamente piccole.

Summary

The analysis of this parameter of storms (size of area covered) shows characteristically that local storms move significantly less frequently over large areas than do storms under frontal or southerly stow conditions. Furthermore it is most frequent that storms in general move over relatively small areas.

VI GRÖSSE DER VON DEN GEWITTERN BESTRICHENEN FLÄCHE

1. EINLEITUNG UND DEFINITION

Der erste Gedanke war, die wahre von den Gewittern bestrichene Fläche zu untersuchen. Man hat aber sofort gesehen, dass es unmöglich war, diese Fläche zu begrenzen. Einerseits hätte man viel mehr Beobachter einsetzen sollen, andererseits sollte man alle Gewitter ausscheiden, welche vom Ausland kamen, oder sich nach dem Ausland entfernten. Es würden dann ziemlich wenige übrig bleiben !

Wenn an einem Ort nur Donner gehört wurde und das Gewitter weit entfernt von diesem Ort blieb, so wurde trotzdem dieses Gebiet als " Fläche vom Gewitter bestrichen " betrachtet, was sicher nicht zutrifft. Als Definition soll die folgende gültig sein : " Als von den Gewittern bestrichene Fläche " versteht man hier die ganze Fläche, wo Donner gehört wurde innerhalb der Gebietsgrenze.

Man hatte zuerst das ganze Gebiet untersucht, aber keine befriedigenden Resultate erhalten, so dass man gezwungen war, das Gebiet zu unterteilen. Wenn man die Abb. 2 - 5 meiner Untersuchung Nr. 22 (1) berücksichtigt, so sieht man, dass man das Gebiet in zwei Abschnitte unterteilen kann, nämlich das Gebiet der etlichen alpinen Täler, wo die Gewitterhäufigkeit rasch nach Norden abnimmt, und das Gebiet südlich davon, wo die Gewitterhäufigkeit ziemlich gleichförmig verteilt ist. Als Trennungslinie wurde der Breitenkreis $46^{\circ} 12' 30''$ gewählt, welcher rund zwei ' nördlich vom Osservatorio von Locarno-Monti verläuft. Um die Berechnung der Flächen zu erleichtern, wurde das ganze Gebiet in 200 Felder von 15 km^2 Fläche geteilt (3 km Breite und 5 km Länge). Von diesen 200 Feldern gehören 144 zum nördlichen Gebiet und 56 zum südlichen. Da das ganze Gebiet eine Fläche von rund 3000 km^2 aufweist, so gehören 840 km^2 zum südlichen und 2160 zum nördlichen Gebiet. Für die Gewitter, welche von einem Gebiet in das andere ziehen, wurden die betroffenen Felder den entsprechenden Teilgebieten zugeschrieben.

2. GEBIET SÜDLICH DES BREITENKREISES $46^{\circ} 12' 30''$

2.1 Mittlere Fläche

Die Tab. VI/1 gibt die Anzahl Felder nach gewissen Intervallen an. Es wurden die Flächen von 4341 Gewittern gezählt und gemessen. Die mittlere Fläche beträgt 256 km^2 , also rund 30% der Gesamtfläche. Wenn man die einzelnen eingeführten Gewittertypen betrachtet (1), so erhält man folgende Werte :

Kaltfrontgewitter im Mittel	280 km^2	(33% der Gesamtfläche)
Lokalgewitter	227	27%
Südstaugewitter	253	30%
alle Gewitter zusammen	256	30%

Diese drei Werte sind vom statistischen Standpunkt aus gesehen nicht signifikant voneinander verschieden. Man hat auch das ganze Material geteilt, um zu sehen, ob es Abschnitte gibt,

zwischen denen die Flächen der Gewittertypen statistisch signifikant verschieden sein könnten, es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede gefunden.

2.2 Häufigkeiten

Auch in bezug auf die Häufigkeiten der verschiedenen Stufen der Flächen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gewittertypen vorhanden, ausgenommen im Falle der Gewitter, welche die ganze Fläche betrafen. Die in 14 Jahren gezählten Fälle sind folgende : Kaltfrontgewitter 143 Fälle, Südstaugewitter 81 und Lokalgewitter nur 56 Fälle.

Die mittleren jährlichen Häufigkeiten lauten : für die Kaltfrontgewitter 10,2 (Streuung : $s = 5,8$), für die Lokalgewitter 4,0 ($s = 2,9$) und für die Südstaugewitter 5,8 ($s = 4,1$). Diese drei Mittelwerte sind zum Teil signifikant verschieden. Der Unterschied zwischen Kaltfront- und Lokalgewittern ist stark gesichert, zwischen Kaltfront- und Südstaugewittern gesichert und zwischen Lokal- und Südstaugewittern ist kein signifikanter Unterschied feststellbar. Das bedeutet, dass die ganze Fläche viel leichter von den Kaltfrontgewittern als von den anderen Gewittertypen bestrichen wird.

2.3 Teilung der Gesamtfläche in vier Abschnitte

Ein weiterer Vergleich betrifft die Häufigkeit von verschiedenen Stufen der Gewitterfläche, die in der Tab. VI/2 enthalten sind. Man hat also die Gesamtfläche in vier gleich grosse Abschnitte geteilt. Man sieht, dass in rund 60% der Fälle die Gewitter eine Fläche haben, die maximal ein Viertel der Gesamtfläche beträgt. Die letzte Zeile der Tab. VI/2 entspricht dem, was in 2.2 gezeigt wurde.

3. GEBIET NÖRDLICH DES BREITENKREISES $46^{\circ} 12' 30''$

3.1 Mittlere Fläche

Die Tab. VI/3 gibt die Anzahl Felder nach gewissen Klassen an. In dieser Zone wurden die Flächen von 3151 Gewittern gezählt und gemessen. Die mittlere Fläche beträgt hier 383 km^2 , d.h. 18% der Gesamtfläche. Die einzelnen Gewittertypen weisen die folgenden Mittelwerte auf : Kaltfrontgewitter 426 km^2 (20%), Lokalgewitter 332 (15%) und Südstaugewitter 376 km^2 (17%). Ein Vergleich nach der Methode der Streuungszerlegung hat ergeben, dass der Wert der Lokalgewitter auf dem 1%-Niveau kleiner ist als die zwei übrigen Gewittertypen, welche ihrerseits voneinander nicht signifikant verschieden sind. Wenn man nur die kleineren Flächen betrachtet, können auch keine Unterschiede entstehen. So findet man z.B. für die Flächen bis zu einem Viertel der Gesamtfläche, dass die Werte der Lokalgewitter nur auf dem 5%-Niveau kleiner sind als jene der Kaltfrontgewitter, und zu den Südstaugewittern besteht kein statistisch signifikanter Unterschied. Das bedeutet, dass die Ausdehnung der von den Lokalgewittern betroffenen Fläche eine obere Grenze haben muss. Das liegt aber auch in der Natur dieses Gewittertypus.

3.2 Häufigkeiten

Hier betrachtet man den Fall der Häufigkeiten, bei denen die ganze Fläche bestrichen wurde. Es sind insgesamt 12 Fälle, von denen 5 auf die Kaltfrontgewitter fallen, nur einer auf die Lokalgewitter und 6 auf die Südstaugewitter. Die Fälle, bei welchen die ganze Fläche bestrichen wird, sind also selten; bei den Lokalgewittern ist das nur einmal in 14 Jahren geschehen.

Interessanter ist die Analyse der Fälle für Flächen grösser als 840 km^2 (Fläche des südlichen Gebietes). Man erhält folgende Zahlen: eine Fläche grösser als 840 km^2 wird in 132 Fällen von den Kaltfrontgewittern bestrichen, in 138 Fällen von den Südstaugewittern und in nur 77 Fällen von den Lokalgewittern. Zur Hypothese, dass alle drei Gewittertypen dieselbe Wahrscheinlichkeit haben, die gleichen Flächen zu bestreichen, sagt der Vergleich mit dem χ^2 -Test, dass die Kaltfront- und Südstaugewitter nur zufällig abweichen, hingegen ist der Unterschied zu den Lokalgewittern sehr stark gesichert, d.h. die Häufigkeit der Lokalgewitter ist tatsächlich kleiner als jene der andern zwei Typen.

3.3 Teilung der Gesamtfläche in vier Abschnitte

Wie schon in 2.3 hat man auch hier die Gesamtfläche in vier gleich grosse Abschnitte geteilt, deren Werte in der Tab. VI/4 enthalten sind. Auch hier überwiegen die kleineren Flächen: rund drei Viertel der Gewitter weisen eine Fläche von maximal 540 km^2 auf. Die letzte Zeile der Tab. VI/4 entspricht dem, was in 3.2 geschildert wurde.

3.4 Vergleich mit dem südlichen Gebiet

Ein solcher Vergleich ist kaum durchführbar. Die einzige Möglichkeit besteht im Vergleich der Gewitter des nördlichen Gebietes, welche eine Fläche von 840 km^2 (Fläche des südlichen Gebietes) nicht überschritten haben. Es sind 2756 Fälle, welche diese Bedingung erfüllen. Der Vergleich gibt erstaunlicherweise fast dieselben Zahlen wie im Abschnitt 2.1: alle Gewitter zusammen geben eine mittlere Fläche von 255 km^2 (30% der Gesamtfläche von 840 km^2), die Kaltfrontgewitter von 271 km^2 (32%), die Lokalgewitter von 237 km^2 (28%) und die Südstaugewitter von 253 km^2 (30%). Diese Zahlen sind also fast gleich wie diejenigen des südlichen Gebietes. Das würde bedeuten, dass die in 3.1 gefundenen Unterschiede zwischen den drei Gewittertypen erst in Erscheinung treten, wenn die zu untersuchende Fläche genügend gross ist. Ferner kann man daraus noch ableiten, dass die Lokalgewitter hauptsächlich lokalen oder regionalen Charakter haben (kleinere Flächen), hingegen nehmen die Kaltfrontgewitter leichter einen allgemeinen Charakter an (grosse Flächen).

Tab. VI/1

Anzahl der Felder, nach Klassen von 4 zu 4 Feldern. Jedes Feld hat eine Fläche von 15 km^2 . Die Flächen wurden durch Multiplizieren mit 15 der Zahlen der Kolonnen berechnet.

Klassen	Anzahl Felder			
	KF	LOC	SS	Alle
1 - 4	1438	1330	1241	4009
5 - 8	1565	1355	1722	4642
9 - 12	1202	1083	857	3142
13 - 16	1964	1766	1899	5629
17 - 20	1665	1317	1040	4022
21 - 24	1083	759	896	2738
25 - 28	2000	1477	1696	5173
29 - 32	1072	1033	1038	3143
33 - 36	906	1500	1037	3443
37 - 40	1845	1158	1430	4433
41 - 44	4172	1898	3332	9402
45 - 48	1324	1103	1830	4257
49 - 52	1810	558	956	3324
53 - 56	8226	3515	4861	16602
Summen	30272	19852	23835	73959
Anzahl Fälle	1619	1311	1411	4341

Tab. VI/2

Prozentuale Häufigkeit von verschiedenen Flächenabschnitten für das Gebiet südlich des Breitenkreises $46^{\circ} 12' 30''$

Flächenabschnitte	Gewittertyp			
	KF	LOC	SS	Alle
< 210 km^2	58	64	62	61
210 bis 420 km^2	16	17	15	16
420 bis 630 km^2	12	11	12	12
630 bis 840 km^2	14	8	11	11
	100	100	100	100
nur 840 km^2	9	4	6	6

Tab. VI/3

Anzahl Felder, nach Klassen von 4 zu 4 Feldern. Jedes Feld hat eine Fläche von 15 km². Die Flächen wurden durch Multiplizieren mit 15 der Zahlen der Kolonnen berechnet.

Klassen	Anzahl Felder			
	KF	LOC	SS	Alle
1 - 4	787	647	856	2290
5 - 8	1090	711	1162	2963
9 - 12	1370	1127	1193	3690
13 - 16	1097	964	1700	3761
17 - 20	1104	1256	1508	3868
21 - 24	1295	685	1077	3057
25 - 28	1449	1047	981	3477
29 - 32	1183	737	1193	3113
33 - 36	1742	898	1172	3812
37 - 40	1874	506	1303	3683
41 - 44	1126	730	1202	3058
45 - 48	1541	563	1347	3451
49 - 52	1157	957	1415	3529
53 - 56	1305	655	1140	3100
57 - 60	1281	886	822	2989
61 - 64	1266	184	944	2394
65 - 68	1128	605	805	2538
69 - 72	843	424	353	1620
73 - 76	593	520	817	1930
77 - 80	1184	473	1186	2843
81 - 84	493	251	411	1155
85 - 88	787	434	610	1831
89 - 92	544	725	543	1812
93 - 96	944	188	942	2074
97 - 100	691	391	788	1870
101 - 104	310	0	621	931
105 - 108	849	323	216	1388
109 - 112	774	0	441	1215
113 - 116	456	0	342	798
117 - 120	831	117	238	1186
121 - 124	494	248	121	863
125 - 128	380	125	127	632
129 - 132	130	0	394	524
133 - 136	402	0	135	537
137 - 140	417	278	140	835
141 - 144	720	144	864	1728
Gesamtsummen	33637	17799	29109	80545
Anzahl Fälle	1184	805	1162	3151

Tab. VI/4

Prozentuale Häufigkeiten von verschiedenen Flächenabschnitten für das Gebiet nördlich des Breitenkreises $46^{\circ} 12' 30''$

Flächen	Gewittertyp			
	KF	LOC	SS	Alle
< 540 km ²	72	81	76	76
540 bis 1080 km ²	19	13	16	16
1080 bis 1620 km ²	6	5	6	6
1620 bis 2160 km ²	3	1	2	2
	100	100	100	100
nur 2160 km ²	0,4	0,1	0,5	0,4

LITERATUR ZU TEIL VI

(1) ZENONE E.,

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.

Veröffentlichung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt Nr. 22, 1971

VII DIE NAHGEWITTER

Zusammenfassung

Die Analyse der Nahgewitter, d.h. der Gewitter, welche sich in einem Umkreis von 3 km um den Beobachtungsort entwickeln, zeigt, dass die Lage der Posten für eine solch feine Beobachtung nicht zufällig gewählt werden darf. Dies gilt für die lokalen Nahgewitter. Die Kaltfrontgewitter, und in unserem Gebiet auch die Südstaugewitter, sind die Folge von grossräumigen Bewegungen von Luftmassen, deren Gewitter leichter grosse Flächen bestreichen. Hingegen betreffen die Lokalgewitter nur einen kleinen Teil einer Luftmasse und können sich nur an besonders bevorzugten Stellen bilden. Infolgedessen kann die unterschiedliche Distanz eines Beobachtungspostens von einem solchen Gewitterherd grosse Unterschiede in der Anzahl der lokalen Nahgewitter bewirken.

Résumé

L'analyse du nombre d'orages approchés, c'est à dire de ceux qui se produisent dans un rayon de 3 km autour du point d'observation, montre que le choix d'un tel point d'observation ne peut être laissé au hasard. Ceci se rapporte plus spécialement aux orages locaux. En effet, les orages de fronts froids, tout comme ceux provenant d'un barrage du sud résultent du mouvement de masses d'air à l'échelon sub-continental. Ils affectent donc de grandes surfaces. Les orages locaux ne concernent par contre que de petites parties d'une même masse d'air et ne se développent souvent qu'en des endroits prédestinés. Par conséquent, la position relative du point d'observation par rapport à un tel centre privilégié de développement peut être déterminant quant au nombre d'orages proches enregistrés.

Riassunto

L'analisi dei temporali vicini, ossia di quelli che passano entro un raggio di tre chilometri attorno alla stazione di osservazione, mostra che la scelta dei posti non può essere fatta a caso. E' l'analisi dei temporali locali vicini che permette questa affermazione. I temporali frontali, e nella nostra regione anche quelli di Südtau, sono dovuti al movimento in grande di masse d'aria, e i temporali che in esse si sviluppano assumono facilmente grande ampiezza. Invece i temporali locali interessano soltanto una piccola porzione di una massa d'aria, inoltre possono formarsi soltanto in luoghi in cui l'orografia è particolarmente adatta al loro sviluppo. Di conseguenza se un posto è vicino o lontano da un tale focolaio temporalesco, si possono avere grandi differenze nel numero dei temporali locali vicini.

Summary

The analysis of the number of storms which develop within the distance of 3 km around the station, shows that observation sites must not be chosen at random. This is only true for local storms close to the station. Coldfront storms and in our region storms under stow conditions are created by large scale movements of airmasses and move more easily over larger areas. On the other hand local storms only develop in a small section of a given airmass and over especially favourable places. Therefor the distance between an observation site and such a storm favouring area may well influence the frequency of local storms observed in the immediate vicinity.

VII DIE NAHGEWITTER

1. EINLEITUNG UND DEFINITION

Die Beobachter der klimatologischen Stationen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt mussten bei ihren Wettermeldungen die Nah- und Ferngewitter unterscheiden. Die Instruktionen lauteten: "Die erste Bezeichnung ist anzuwenden, wenn das Gewitter in höchstens 3 km Abstand vom Beobachter vorüberzieht (Zeitunterschied zirka 10 Sekunden), die zweite bei grösserer Entfernung". Die "Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt" haben bis 1970 als Gewitteranzahl nur die Zahl der Nahgewitter angegeben. Die Nahgewitter geben die wahre Gewittertätigkeit eines bestimmten Ortes, deren Häufigkeiten kaum extrapoliert werden dürfen, wie man in der Folge sehen wird. Hingegen gilt die Anzahl der Gewitter nach der internationalen Definition viel mehr als Häufigkeit für ein bestimmtes Gebiet und ist nicht streng ortsgebunden.

2. MITTELWERT UND STREUUNG

Man verzichtet auf die Angabe dieser Parameter. Die Mittelwerte der Tage mit Nahgewitter können an Hand der Tab.5 der Veröffentlichung Nr.22 (1) und der Koeffizienten der Tab.VII/1 dieser Arbeit leicht berechnet werden. Die mittlere Anzahl der einzelnen Nahgewitter kann an Hand der Tab. II/3 der Veröffentlichung Nr.27 (2) und der Koeffizienten der Tab. VII/2 dieser Arbeit auch berechnet werden.

In Bezug auf die Streuungen ergab die Berechnung Werte von der gleichen Grössenordnung wie in den oben erwähnten Veröffentlichungen: auch hier haben die Streuungen höhere Werte, wenn man sich der Alpenkette nähert, und im Falle aller Gewitter schwanken sie zwischen 23 und 40% des Mittelwertes südlich von Bellinzona-Auressio und zwischen 34 und 53% nördlich davon.

3. VERGLEICH ZWISCHEN DER ANZAHL DER GEWITTER UND DER NAHGEWITTER

3.1 Anzahl der Tage mit Gewittern und der Tage mit Nahgewittern

Der Vergleich wurde an Hand des "t-Testes" (Student) durchgeführt. Die Resultate sind folgende: es bestehen keine statistisch gesicherten Unterschiede für die Kaltfrontgewitter in Comprovasco, für die Lokalgewitter in Airolo, für die Südstaugewitter in Comprovasco, Airolo, Bedretto und Indemini. Die übrigen Posten geben statistisch gesicherte bis stark gesicherte Unterschiede zwischen diesen zwei Gruppen, d.h. die mittlere Anzahl der Tage mit Nahgewittern ist tatsächlich kleiner als die mittlere Anzahl der Tage mit Gewittern. Würde man die Südstaugewitter ausschalten, dann wären die Unterschiede sehr stark gesichert. Die wenigen Fälle, welche keinen gesicherten Unterschied aufweisen, sind vermutlich durch die hohen Streuungen bedingt: in der Veröffentlichung Nr.22 (1), Seite 10 wurde z.B. gefunden, dass in Bedretto für die Südstaugewitter die Streuung 79% des Mittelwertes beträgt!

3.2. Die einzelnen Gewitter und die einzelnen Nahgewitter

Man hat gefunden, dass die Südstau-Nahgewitter in Bedretto und Airolo und die lokalen Nahgewitter in Bedretto keine gesicherten Unterschiede aufweisen. Für alle anderen Posten ist die Anzahl der Nahgewitter immer, mindestens statistisch gesichert, kleiner als die Anzahl der Gewitter. Sonst gilt, was unter 3.1 geschrieben wurde.

4. VERGLEICH ZWISCHEN DEN GEWITTERTYPEN

4.1 Tage mit Gewittern

Man untersucht hier, ob die Anzahl (oder der Mittelwert) der Tage mit Nahgewittern der drei Gewittertypen untereinander verschieden ist oder nicht. Die Analyse wurde an Hand des F-Testes durchgeführt. Wie schon in der Veröffentlichung Nr.22 (1) gefunden wurde, bilden die Tage mit Nahgewittern der Kaltfrontgewitter für die Mehrzahl der Posten das absolute Maximum, hingegen unterscheiden sich die Lokalgewitter und Südstaugewitter nicht voneinander. Nur für die Posten von Auressio und Locarno zeigen diese zwei letzten Gewittertypen einen gesicherten Unterschied ($P = 0.05$), d.h. die Anzahl der lokalen Nahgewitter ist kleiner als die entsprechende Anzahl der Südstaugewitter. Um sicher zu sein, dass diese Resultate richtig waren, hat man dieselben nach einer anderen Methode geprüft, d.h. man hat angenommen, dass die drei Gewittertypen alle die gleiche Wahrscheinlichkeit haben, aufzutreten. In diesem Fall ist es mit dem χ^2 -Test möglich zu prüfen, ob die beobachteten Häufigkeiten nur zufällig oder wesentlich vom Verhältnis 1:1 abweichen. Die erhaltenen Resultate stimmen vollkommen mit den Resultaten des F-Testes überein.

4.2 Einzelne Gewitter

Die Analyse wurde mit dem F-Test und dem χ^2 -Test durchgeführt. Mit dem zweiten Test bekommt man hier einige signifikante Unterschiede mehr. Das Resultat ist, dass es meistens bei wenigen Posten einen gesicherten Unterschied zwischen den nahen Kaltfront- und Südstaugewittern gibt. Hingegen ist der Unterschied von den nahen Kaltfront- und Südstaugewittern zu den Lokalgewittern meistens stark gesichert. Oberflächlich betrachtet würde man daraus schliessen, dass die Lokalgewitter tatsächlich weniger Nahgewitter geben. Aber dieses Resultat ist durch die Lage der Posten bedingt : damit die Lokalgewitter prozentual so viele Nahgewitter geben, muss der Beobachtungsposten in unmittelbarer Nähe des Gewitterherdes liegen.

Die Natur der einzelnen Gewittertypen spielt also eine Rolle. Die Lokalgewitter sind an lokale Bedingungen gebunden, es handelt sich um relativ kleinräumige Vertikalbewegungen von ziemlich kleinen Teilen einer Luftmasse. Bei den Kaltfrontgewittern handelt es sich um grossräumige Bewegungen und bei den Südstaugewittern in unserem Gebiet auch um grossräumige orographische Hebungen einer Luftmasse, die schon labil geschichtet sein kann. Deswegen kann für die Kaltfront- und Südstaugewitter die Lage der Posten (abgesehen von der Höhe) ziemlich beliebig gewählt werden, nicht aber bei den Lokalgewittern, wie man gezeigt hat und es noch weiter bestätigen wird.

5. DIE TAGE MIT GEWITTERN

Die Tab. VII/1 zeigt im Abschnitt A das Verhältnis zwischen den Tagen mit Gewittern und den Tagen mit Nahgewittern, im Abschnitt B das reziproke Verhältnis in Prozenten ausgedrückt. Für die Kolonne " alle " ist zu bemerken, dass es sich nicht um den Mittelwert der nachfolgenden Kolonnen handelt, da ein Gewittertag mehrere Gewittertypen aufweisen kann.

Die Analyse des Abschnittes B der Tabelle ist anschaulicher als die des Abschnittes A, deswegen beziehen sich die nachfolgenden Betrachtungen auf Abschnitt B, sind aber auch für Abschnitt A gültig.

5.1 Indemini

Für die Posten südlich von Auressio-Bellinzona rägt die Lage von Indemini hervor : es zeigt mehr Nahgewitter als die übrigen Posten. Für alle Gewitter hat es an 63% der Tage Nahgewitter, die übrigen Posten zusammen 10% weniger. Der Unterschied ist etwas kleiner im Fall der Kaltfrontgewitter und etwas grösser für die Südstaugewitter. Für die Lokalgewitter haben die Posten von Balerna, Lugano und Migliaglia in 40% der Fälle Nahgewitter, gegen 35% die Posten von Bellinzona, Locarno-Monti und Auressio (Kaltfront- und Südstaugewitter = rund 55%). Hingegen hat Indemini eine Prozentzahl von 49. Man sieht ferner, dass die Posten von Bellinzona, Locarno-Monti und Auressio den tiefsten Prozentsatz zeigen, d.h. diese drei Posten müssen besonders weit entfernt von den Gewitterherden liegen, welche die lokalen Nahgewitter bedingen. Indemini liegt auf 942 m/M, in unmittelbarer Nähe vom Tamarogipfel (1967 m/M). Dieses Gebiet ist, wie man im Teil V, Seite 30 gefunden hat, Sitz eines Gewitterherdes. Nur Indemini befindet sich in diesem Gebiet, sodass es begreiflich ist, dass es mehr Nahgewitter hat. Für die Nahgewitter spielt auch die Höhe eine Rolle (Bellinzona 237 m/M, Locarno-Monti 380 m/M, Auressio 661 m/M), da man sich mit der Höhe den Gewitterwolken nähert.

5.2 Balerna

Dieser Posten hat nur 44% Nahgewitter im Fall der Südstaugewitter : ein ziemlich kleiner Wert in bezug auf die anderen Posten. In der Veröffentlichung Nr.27 (2), Teil III, Abschnitt 6, Seite 23 hat man gezeigt, wie Balerna für die Südstaugewitter an der südlichen Grenze des Südstaugebietes liegt und dass es in 63% der Fälle seine Donner im Nordhalbraum hört. Ferner sieht man hier, dass seine Südstaugewitter meistens Ferngewitter sind. Diese kleine Prozentzahl bestätigt also die südliche Lage von Balerna in bezug auf das Südstaugebiet.

5.3 Comprovasco

Dieser Posten zeigt sehr hohe Prozentzahlen, was bedeutet, dass er viele Tage mit Nahgewittern hat. Es ist zu sagen, dass bei diesem Posten schon im Laufe des Grossversuches zur Bekämpfung des Hagels Schwierigkeiten bei den Analysen seiner Gewitterbeobachtungen entstanden sind, weil zu oft Nahgewitter gemeldet wurden. Man ist gezwungen, diesen Posten auszuschalten.

5.4 Olivone

Hier hat der Beobachter die Nahgewitter nie gemeldet, trotz zahlreichen Reklamationen. Die kleineren Prozentzahlen dieses Postens stimmen nicht, man muss ihn deshalb auch ausschalten.

5.5 Cimalmotto

Dieser Posten zeigt für die Lokalgewitter eine höhere Prozentzahl als die Mehrzahl der Posten, d.h. er hat mehr Tage mit lokalen Nahgewittern. Dieser Posten hat eine Höhe von 1408 m/M, liegt auf grossen Terrassen zirka 200 Meter über der Talsohle. Der Horizont ist ziemlich offen, und vermutlich sind in der Nähe gute Gewitterherde für die Entstehung der Lokalgewitter. Ferner muss die grosse Höhenlage auch eine Rolle spielen.

5.6 Frasco und Piano di Peccia

Frasco und Piano di Peccia haben eine Höhe von 878 und 1017 m/M, liegen auf Talsohlen und besitzen einen sehr kleinen Horizont; dies ist vermutlich der Grund für den kleinen Prozentwert der Lokalgewitter.

5.7 Cavagnago

Liegt auf 1020 m/M auf einer Terrasse, zirka 500 m über der Talsohle. Der Horizont ist offener als in Frasco und in Piano di Peccia. Trotzdem stehen seine Werte näher denjenigen dieser zwei Posten statt jenen von Cimalmotto, wie zu erwarten wäre. Liegen wahrscheinlich die Gewitterherde der Lokalgewitter zu weit entfernt?

5.8 Airolo und Bedretto

Airolo und Bedretto liegen auf 1170 und 1405 m/M, beide auf einer Talsohle. Ist in der Nähe ein Gewitterherd? Das scheint der Fall zu sein. Ferner sollte für Bedretto auch die grosse Höhe eine Rolle spielen.

Airolo hat auch einen hohen Prozentwert für die Südstaugewitter, eine Erklärung dazu ist kaum zu finden. In 3.1 und 3.2 hat man für diese zwei Posten gefunden, dass nicht immer ein gesicherter Unterschied zwischen Fern- und Nahgewittern vorhanden ist. Sehr wahrscheinlich spielen die grossen Streuungen dieser Posten eine grosse Rolle, verbunden mit der Kürze der Beobachtungsperiode.

5.9 Weitere Betrachtungen

Die Posten in den alpinen Tälern zeigen folgendes: im allgemeinen haben alle Posten mehr lokale Nahgewitter. Unter Ausschaltung von Comprovasco und Olivone beträgt der Unterschied zwischen den Prozentzahlen der Lokalgewitter und der zwei anderen Gewittertypen im Mittel 8%, hingegen liegt für die Posten südlich von Bellinzona-Auressio der Unterschied bei 15-20%. Ferner ist die Lage der Posten - Talsohle oder Terrasse, kleiner oder geöffneter Horizont, Lage der Gewitterherde - von Bedeutung. Sehr wahrscheinlich gibt es in den alpinen Tälern zahlreichere Gewitterherde, und die einzelnen Posten liegen weniger weit entfernt als im Süden. Leider hat man im Teil V dieser Arbeit, wo man anstrebte, die Gewitterherde in Er-

scheinung zu bringen, das Ziel nicht erreichen können ; nur das Tamarogebiet konnte deutlich als Gewitterherd erkannt werden.

Eine geeignete Messapparatur könnte besser zur Lösung dieses Problems beitragen.

6. DIE EINZELNEN GEWITTER

Die Tab. VII/2 zeigt im Abschnitt A das Verhältnis einzelne Gewitter / einzelne Nahgewitter und im Abschnitt B das reziproke Verhältnis, in Prozenten ausgedrückt. Wie im Paragraph 5.3 und 5.4 geschildert wurde, hat man hier die Posten von Comprovasco und Olivone fallen gelassen.

Wie schon im Paragraph 5 gezeigt wurde, treten die meisten Unterschiede bei Lokalgewittern auf.

6.1 Indemini

Indemini hat die höheren Prozentzahlen (Teil B der Tab. VII/2), wie man schon in 5.1 gesehen hat und was dort gesagt wurde, gilt auch hier.

6.2 Bellinzona, Locarno-Monti und Auresio

Die Anzahl der lokalen Nahgewitter erreicht kaum 25% aller einzelnen Lokalgewitter. Der einzige Grund ist, dass sich diese drei Posten zu weit entfernt von den Gewitterherden befinden, welche die Lokalgewitter bedingen.

6.3 Frasco

Frasco zeigt im Gegensatz zu 5.7 viele einzelne Nahgewitter. Hat der Beobachter hier nur an gewissen Tagen mit Sorgfalt die Gewitter beobachtet ? Das scheint der Fall zu sein !

6.4 Bedretto

Bedretto gibt sehr viele einzelne lokale Nahgewitter, wie schon in 5.9 gefunden wurde.

6.5 Airolo

Airolo gibt sehr wenige einzelne lokale Nahgewitter, im Gegensatz zur Schilderung in 5.9

6.6 Weitere Betrachtungen

Man sieht hier, dass fast jeder Posten seine besonderen Eigenschaften in Erscheinung bringt. Man ist aber mehr der Auffassung, dass viele Unterschiede mehr dem Fleiss der Beobachter zuzuschreiben sind als der Lage der Posten : nur auf diese Weise kann man z.B. das widersprechende Verhalten in Frasco und Airolo, zwischen Gewittertagen und einzelnen Gewittern im Fall der lokalen Nahgewitter, erklären.

Wie man sieht, hat die Festlegung der Nahgewitter den Vorteil, dass die wahre Gewitter - tätigkeit eines Ortes festgestellt werden kann. Die negative Seite ist, dass die Anzahl der Nahgewitter sehr stark von der Lage des Ortes abhängt, besonders im Fall der Lokalgewitter,

und dass auch die Höhe über Meer eine Rolle spielt. Ferner muss der Beobachter das ganze Gewitter verfolgen, sodass er viel mehr Zeit den Phänomenen widmen muss, was leider zu oft nicht geschah, wie man im Laufe des Grossversuches beobachtet hat und auch aus dieser Untersuchung hervorgeht.

Eine Schwierigkeit gibt es bei der Beobachtung der Südstaugewitter : bei diesem Gewittertyp treten oft Entladungen zwischen den Wolken und nicht zwischen den Wolken und der Erde auf, sodass es vorkommt, dass, auch wenn sich das Gewitter im Zenit des Beobachters befindet, seine Entfernung grösser ist als die vorgeschriebenen 3 km, d.h. die Entladungen erfolgen in grossen Höhen und in diesem Fall wäre das Gewitter ein Ferngewitter, obwohl sein Regen auf den Beobachtungsort fällt !

Mit dieser Arbeit enden die Untersuchungen der Gewitter im betrachteten Gebiet. Man hätte noch gerne die Niederschlags- und Hagelverhältnisse untersucht, aber das ist hier nicht durchführbar : in diesen 14 Jahren sind Experimente zur Bekämpfung des Hagels durchgeführt worden und seit 1953 wurde an gewissen Tagen die Luft mit Silberjodid geimpft. Die Analysen dieser Versuche haben ergeben, dass sowohl die Regenmenge als auch das Hagelvorkommen beeinflusst wurden, sodass keine " natürlichen " Verhältnisse herrschten. Es bleiben noch die synoptischen Analysen offen, welche auch unabhängig von der untersuchten Periode durchgeführt werden können. Aber mit dem zur Verfügung stehenden synoptischen Material glauben wir nicht, die jetzige Kenntnis der Gewitterbildung verfeinern zu können. In unserem Institut in Locarno-Monti ist eine Forschungsgruppe " Wolkenphysik " tätig und wir hoffen, dass diese Gruppe neue Beiträge zur Lösung dieses Problems bringen wird.

Zum Schluss möchten wir allen Gewitterbeobachtern danken, deren Beobachtungen eine bessere Kenntnis der Gewitterverhältnisse im analysierten Gebiet gestattet haben. Ich möchte auch Herrn Dr. H.W. Courvoisier für die Durchsicht und die Sprachkorrekturen danken sowie Frä. Dora Forni, welche alle Statistiken und die meisten Berechnungen durchgeführt hat.

Tab. VII/1

Abschnitt A : Verhältnis Anzahl Tage mit Gewittern / Anzahl Tage mit Nahgewittern.

Abschnitt B : umgekehrtes Verhältnis in Prozenten ausgedrückt.

	A				B			
	Tage : mit Gewittern / Nahgewittern				Tage : mit Nahgewittern / Gewittern in %			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
Balerna	2.01	1.78	2.43	2.26	50	56	41	44
Lugano	1.72	1.58	2.40	1.64	58	63	42	61
Migliaglia	1.97	1.91	2.74	1.98	51	52	37	50
Indemini	1.58	1.55	2.06	1.45	63	65	49	69
Bellinzona	2.06	1.87	3.01	1.91	49	53	33	52
Locarno-Monti	1.78	1.71	2.72	1.59	56	58	37	63
Auressio	1.83	1.68	2.93	1.62	55	59	34	62
Cimalmotto	1.91	1.94	1.90	1.95	52	52	53	51
Frasco	1.94	1.90	2.42	1.78	51	53	41	56
Piano Peccia	2.05	1.97	2.59	1.84	49	51	39	54
Cavagnago	1.86	1.82	2.38	1.71	54	55	42	58
Compravasco	1.34	1.31	1.67	1.54	75	76	60	65
Olivone	3.29	2.93	3.85	3.30	30	34	26	30
Airolo	1.54	1.71	1.94	1.48	65	58	52	68
Bedretto	1.80	1.83	2.09	1.87	56	55	48	54

Tab. VII/2

Abschnitt A : Verhältnis Anzahl einzelne Gewitter / Anzahl
einzelne Nahgewitter.

Abschnitt B : umgekehrtes Verhältnis in Prozenten ausgedrückt.

	A				B			
	einzelne Gewitter / einzelne Nahgewitter				einzelne Nahgewitter / einzelne Gewitter in %			
	alle	KF	LOC	SS	alle	KF	LOC	SS
Balerna	2.5	2.2	2.8	2.8	40	46	35	36
Lugano	2.2	2.0	2.8	2.0	46	51	36	49
Migliaglia	2.5	2.2	2.9	2.7	40	45	34	37
Indemini	1.7	1.7	1.9	1.6	59	60	52	63
Bellinzona	3.0	2.8	4.4	2.7	33	36	23	37
Locarno-Monti	2.8	2.6	4.1	2.5	35	38	24	40
Auressio	2.9	2.4	4.6	2.6	35	41	22	38
Cimalmotto	2.1	2.0	2.5	2.1	47	50	41	49
Frasco	(1.7)	(1.6)	(2.1)	(1.6)	60	64	47	63
Piano Peccia	2.5	2.6	3.2	2.0	40	38	31	50
Cavagnago	2.4	2.2	3.0	2.4	42	46	32	43
Airolo	2.4	2.5	2.7	2.2	41	40	33	46
Bedretto	2.6	2.7	2.4	2.6	48	46	52	47

LITERATUR ZU TEIL VII

(1) ZENONE E.,

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.

Veröffentlichung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 22, 1971

(2) ZENONE E.,

Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.

Veröffentlichung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 27, 1972

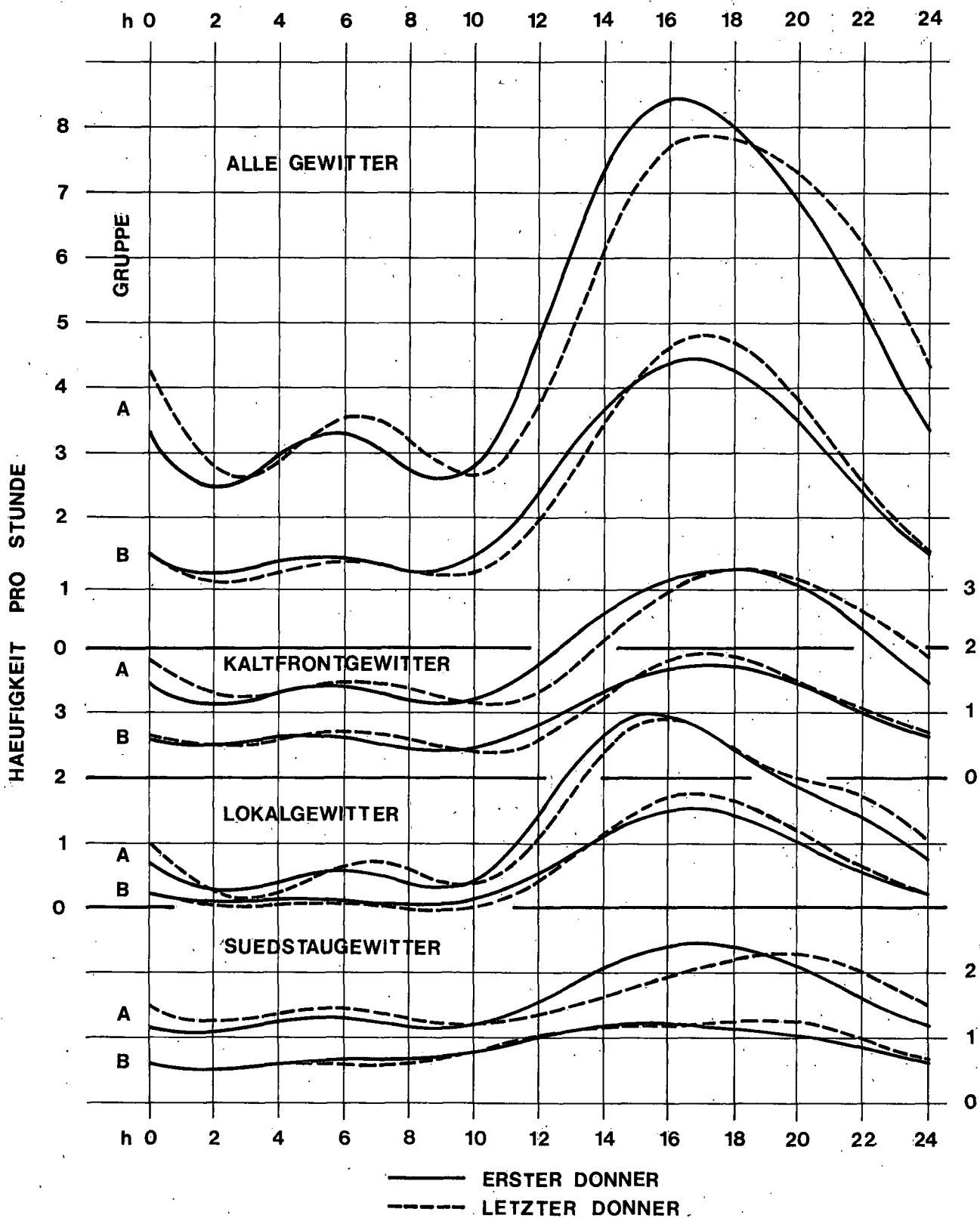


Abb. IV/1

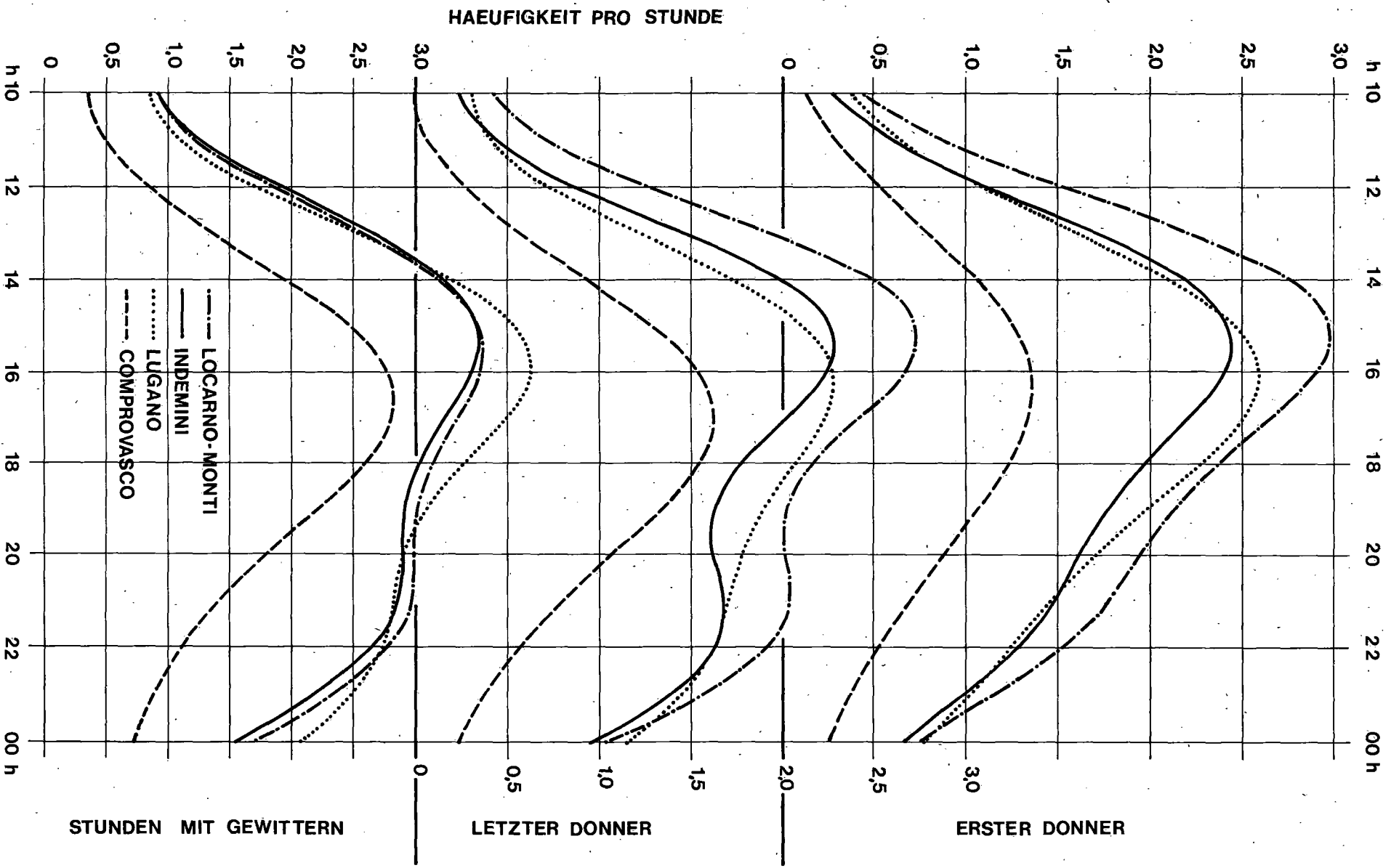


Abb. IV/2

- Nr. 1a Uttinger H., Die Niederschlagsstunden in Zürich.
22 Seiten, 1962
- Nr. 1b 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 (vergriffen)
- 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 (vergriffen)
- Nr. 7 Ambrosetti Fl., Schram K. und Thams J.C., Die Intensität der direkten
Sonnenstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen in
Locarno-Monti.
13 Seiten, 1968 (vergriffen)
- 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 (vergriffen)
- Nr. 12 Ackermann P., Die neue Radiosondenstation Payerne
der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
36 Seiten, 1968 (vergriffen)
- Nr. 13 Junod A., Contribution à la méthodologie granulométrique
des aérosols amicroscopiques.
70 Seiten, 1969
- Nr. 14 Joss J., Schram K., Thams J.C., Waldvogel A., Untersuchungen zur quantitativen
Bestimmung von Niederschlagsmengen mittels Radar.
37 Seiten, 1969 (vergriffen)
- Nr. 15 Courvoisier H.W., Die quantitative Niederschlagsprognose winterlicher
zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite der Schweiz.
15 Seiten, 1970 (vergriffen)

- 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 Gutermaun 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 32 Seiten, 1972
- Nr. 28 Catzeflis J., Primault B., Strehler H., Analyse de la pluviosité dans le Valais central. 15 Seiten, 1972
- Nr. 29 Courvoisier H.W., Die Niederschlagswirksamkeit markanter, hochreichender Kaltluftinbrüche im Sommer in der Schweiz. 11 Seiten, 1973
- Nr. 30 Sevruk B., Erfahrungen mit Totalisatoren mit schiefen, geneigten und bodenebenen Auffangflächen im Einzugsgebiet der Baye de Montreux. Einfluss der Temperatur auf die Messung des Niederschlages mit Totalisator. 44 Seiten, 1973
- Nr. 31 Strehler H., Beziehung zwischen Witterung und Zuckerrübenmerkmalen im Spätsommer. 20 Seiten, 1975
- Nr. 32 Courvoisier H.W., Katalog objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin. 24 Seiten, 1975
- Nr. 33 Primault B., Essais d'évaluation climatologique du risque de gel. 28 Seiten, 1975

- Nr. 34 Kirchhofer W., Stationsbezogene Wetterlagenklassifikation.
50 Seiten, 1976
- Nr. 35 Piaget A., L'évolution orageuse au nord des Alpes
et la tornade du Jura vaudois du 26 août 1971
114 Seiten, 1976
- Nr. 36 Bouët M., Contribution à l'étude de la variation diurne
de pression en Suisse Romande.
23 Seiten, 1976
- Nr. 37 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen
Zentralalpen und Voralpen.
60 Seiten, 1976

