



**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt**  
**Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie**  
**Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia**  
**Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**

**Zürich**

Nr. 71

GEWITTER, ABSOLUTE UND RELATIVE TOPOGRAPHIEN

von

Eleno Zenone

OSSERVATORIO TICINESE LOCARNO-MONTI

Mai 1977

Prognosen

551.515.4 (494.5)

551.509.317

Zusammenfassung:

In dieser Arbeit wurde der Zusammenhang zwischen Gewittern und absoluten Topographien, sowie der relativen Topographie 850/500 mbar untersucht. Leider ist dieser Zusammenhang ziemlich locker, so dass er für Prognosenzwecke nicht brauchbar ist: nur für wenige Fälle wurde eine Wahrscheinlichkeit über 80% gefunden.

Résumé:

L'objet de ce travail est la recherche d'une relation entre les orages et les topographies absolues d'une part, la topographie relative 850/500 mbar d'autre part. Pourtant, cette relation n'est pas suffisamment étroite pour être utilisée dans la prévision des orages. Ce n'est que dans un très petit nombre de cas que la probabilité dépasse 80 %.

Riassunto:

In questo lavoro si è cercata una relazione tra i temporali e le topografie assolute, come pure la topografia relativa 850/500 mbar. Purtroppo questa relazione non è sufficientemente stretta da poter essere impiegata per la previsione dei temporali: soltanto in pochi casi si ha una probabilità maggiore dell'80 per cento.

Summary:

In this work, the relations between thunderstorms and the absolute topographies, as well as the relative topographie 850/500 mbar, have been investigated. Unfortunately these relations are rather loose, therefore unapplicable for weather forecasting purposes. Only in a few cases a probability of more than 80 per cent has been found.

In dieser Arbeit wird untersucht, bei welchen Werten der Topographien Gewitter vorgekommen sind.

### Absolute Topographien, Werte und Gewitter

W. Kirchhofer hat in seiner Arbeit "Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum" die geglätteten Pentadenmittel einiger absoluter Topographien angegeben; die Glättung erfolgte durch die Fourieranalyse. Die berücksichtigte Periode umfasste die Jahre 1955 bis 1968.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Periode 1954 - 1963 untersucht, da von dieser Periode für das Tessin, Calanca- und Misoxtal zahlreiche Gewitterbeobachtungen vorliegen und kaum ein Gewittertag verloren gegangen sein sollte. Die berücksichtigte Zeitspanne umfasst die Tage vom 30.5. bis zum 2.9. . Diese Periode ist genau in 19 Pentaden teilbar. Für die 1000-, 850-, 700- und 300-mbar-Fläche wurden die Pentadenmittel berechnet. Die weitere Glättung erfolgte aber graphisch und nicht nach der Fourieranalyse, hingegen wurde der Kurvenverlauf der 500 mbar-Fläche nach W. Kirchhofer berücksichtigt.

Bearbeitet wurden die 12z-Werte der Radiosonde von Payerne, die entsprechenden Werte der Radiosonde von Mailand standen leider nicht zur Verfügung.

In der Tabelle 1 ist die Anzahl Fälle der Tage mit und ohne Gewitter eingetragen und in zwei Klassen eingeteilt: die Klasse + mit Isohypsenwerten grösser als das entsprechende geglättete Pentadenmittel (g.Pm) und die Klasse - mit Werten kleiner als diese Grenze. Aus dieser Tabelle sieht man, dass die Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter meistens im Bereich 40 - 60 % liegt.

In der Tabelle 2 hat man für die Standardflächen oberhalb 1000 mbar dieselbe Einteilung wie bei Tabelle 1, aber diesmal in Funktion der 1000-mbar-Fläche. Die Unterschiede zwischen den Tagen mit und ohne Gewitter sind etwas grösser. Das beste Resultat findet man bei der 1000 mbar-Fläche mit Werten kleiner als das g.Pm, kombiniert mit der 300-mbar-Fläche, auch

mit Werten kleiner als das g.Pm: Hier findet man 70 % der Fälle mit und 30 % ohne Gewitter: das ist gültig für 29 % der 949 bearbeiteten Tage.

Auch die Teilung und die weitere Kombination zwischen den verschiedenen Flächen führte zu keinem besseren Resultat.

Da das Strömungsfeld in 500 mbar als massgebend in der synoptischen Meteorologie betrachtet wird, wurde das Material nach 4 Windrichtungen in 500 mbar aufgeteilt: SW, NW, NE, SE; SW umfasst in der 36-teiligen Windrose den Richtungsbereich 19 - 27, NW 28 - 36 usw.

Verteilung der 949 Tage nach der Windrichtung in 500 mbar

	<u>Anzahl</u>	<u>Anzahl in %</u>	<u>Mit Gewitter</u>	<u>Ohne Gewitter</u>
SW	461	49	314	147
NW	366	38	112	254
NE	78	8	26	52
SE	44	5	34	10
Summen	949	100	486	463

In den nachfolgenden Tabellen wurde für jede Windrichtung und für die einzelnen Standardflächen die Anzahl Fälle für die zwei Klassen mit Werten grösser und kleiner als das g.Pm eingetragen (bezeichnet mit + und -).

Gewitterfälle bei SW-Strömung in 500 mbar

Siehe Tabelle 3.

Von den 461 Tagen mit SW-Wind fallen 314 oder 68 % auf Tage mit Gewitter und 147 oder 32 % auf Tage ohne Gewitter. Die besseren Verhältnisse findet man in 300 mbar, mit Isohypsenwerten kleiner als das g.Pm: hier hat man 79 % der Tage mit Gewitter und diese Zahl ist gültig für 49 % aller Fälle mit SW-Wind in 500 mbar. In 500 und 700 mbar, immer bei absoluter Topographie kleiner als das g.Pm, hat man Gewitter an 76 % der Tage, diese Zahl ist gültig für 59 bzw. 55 % der Tage mit SW-Wind in 500 mbar. Wenn man die 500 mbar Fläche in Funktion der 850 mbar-Fläche betrachtet, so findet man folgendes: im Falle der 850 mbar-Fläche mit Werten höher als

das g.Pm hat man bei 500 mbar, mit Werten kleiner als das g.Pm, 83 % der Fälle mit Gewitter und 17 % ohne Gewitter, aber das ist nur für 29 Fälle gültig, also nur 6 % aller Fälle mit SW-Wind in 500 mbar.

Die weitere Teilung in Tage mit nur lokalen Gewittern und in Tage mit Kaltfront- und Südstau-Gewittern bringt nichts Erwähnenswertes: alle Prozentzahlen zwischen den zwei Möglichkeiten Gewitter - nicht Gewitter sind zu klein, um für Prognosezwecke Verwendung zu finden.

#### Gewitterfälle bei NW-Wind in 500 mbar

Siehe Tabelle 4.

Es handelt sich um 366 Fälle, wovon 31 % mit Gewitter und 69 % ohne Gewitter. Für 300 mbar hat man bei Isohypsenwerten höher als das g.Pm 77 % der Fälle ohne Gewitter, Zahl gültig für 49 % der Tage mit NW-Wind in 500 mbar. Bei der 1000 mbar-Fläche hat man 76 % der Tage ohne Gewitter, Zahl gültig für 69 % der Tage mit NW-Wind in 500 mbar.

Die 202 Fälle in 500 mbar mit Isohypsenwerten kleiner als das g.Pm können nach der 300 mbar-Fläche unterteilt werden. Für 23 Fälle bekommt man bei 300 mbar + 20 Tage ohne Gewitter (87 %) und 3 Tage mit Gewitter (13 %), das ist aber nur für 6 % der Fälle mit NW-Wind in 500 mbar gültig!

#### Gewitterfälle bei NE-Strömung in 500 mbar

Hier hat man 78 Fälle (8 % der Gesamtanzahl), von denen 33 % Gewitter haben und 76 % keine Gewitter. Die Tabelle 5 gibt die bekannte Einteilung. Im Fall der Isohypsenwerte höher als das g.Pm findet man die besseren Wahrscheinlichkeiten bei der 700 mbar-Fläche, wo an 79 % der Tage kein Gewitter und an 21 % der Tage ein Gewitter zu erwarten ist. Diese Zahlen sind gültig für 62 % der Fälle mit NE-Wind in 500 mbar.

Die Unterteilung in Tage mit ausschliesslich lokalen Gewittern und in Tage mit anderen Gewittertypen zeigt, dass bei dieser Strömungsrichtung fast ausschliesslich lokale Gewitter auftreten. Im Falle der 1000 mbar-Fläche mit Isohypsenwerten höher als das g.Pm, weisen von den 61 Tagen 15 Gewitter auf: alle sind lokale Gewitter. Kaltfront- oder Südstau-

gewitter sollten also bei Werten der 1000 mbar-Fläche grösser als das g.Pm kaum zu erwarten sein.

#### Gewitterfälle bei SE-Strömung in 500 mbar

Es stehen 44 Fälle zur Verfügung (5 % aller Tage). Die Tabelle 6 liefert die verschiedenen Unterteilungen. Von diesen Tagen haben 77 % Gewitter und 23 % kein Gewitter. Die Unterteilung nach + und - bringt wenige Vorteile: bei Isohypsenwerten kleiner als das g.Pm haben von den 20 Tagen in 700 mbar 80 % Gewitter und 20 % kein Gewitter (in 1000 und 850 mbar 79 % und 21 %); diese Zahlen sind gültig für 45 % der Tage mit SE-Wind in 500 mbar.

#### Gewitter und rel. Topographie 850/500

In diesem Teil der Arbeit wurde die rel. Top. 850/500 mbar untersucht, immer an Hand der Werte der Sondierung von Payerne. Die Monate Juni, Juli und August wurden getrennt untersucht, da mit der Zunahme der Temperatur auch die mittleren Werte der rel. Topographie steigen. Das kann nur bewiesen werden, wenn man die Extreme der Verteilung betrachtet, welche folgende sind:

Höhe der rel. Topographie	Juni	Juli	August
$\leq$ 4120 M	23	6	12
$>$ 4280 M	21	55	49

Es ist möglich, dass man Juli und August zusammen nehmen kann, ohne das Resultat wesentlich zu beeinflussen.

Es wurden auch hier die Fälle ohne Gewitter, mit ausschliesslich lokalen Gewittern und mit den übrigen Gewittertypen untersucht und verglichen. Vereinzelt kommt es vor, dass der Mittelwert der rel. Topographie 850/500 auf dem Signifikanzniveau 5 % statistisch signifikant verschieden ist zwischen Gewitter und nicht Gewitter. Wenn man aber die Häufigkeitsverteilung beider Fälle untersucht, so findet man, dass Gewitter bei jedem Wert der rel. Top. vorkommen können, und dass die Unterschiede zwischen

den zwei Möglichkeiten nicht genügend gross sind, um für prognostische Zwecke Verwendung zu finden. So hat man zum Beispiel für hohe Werte der rel. Top. zwischen 4300 und 4400 im Juli 20 Fälle ohne Gewitter und 8 mit Gewitter, also fast ein Drittel mit Gewitter: ein zu hoher Wert für Prognosenzwecke. Im August sind die Werte folgende: 16 ohne Gewitter, 9 mit Gewitter, also hoffnungslos! Für die tiefsten Werte der rel. Top. 850/500 sind die Unterschiede zwischen den zwei Gruppen noch kleiner.

Die Tabelle 7 gibt Auskunft über die prozentuale Häufigkeitsverteilung.

Ein weiterer Versuch, der durchgeführt wurde, betrifft die Aufteilung der Gewitterfälle in:

Gewitter mit ganz lokaler Ausdehnung

Gewitter mit gebietsweiser Ausdehnung

Gewitter mit grosser Ausdehnung, die das ganze, oder fast das ganze Tessin betrafen.

Von diesen drei Möglichkeiten wurden die entsprechenden relativen Topographien 850/500 untersucht. Es wurden hier alle 3 Monate zusammengefasst, aber es wurden nur einzelne Jahre untersucht: 1954, 1960, 1963. Die Resultate sind negativ ausgefallen: ganz lokale Gewitter und ganz ausge dehnte Gewitter können bei denselben Werten der rel. Topographie vorkommen. Auch der Vergleich dieser drei Möglichkeiten mit dem Fall ohne Gewitter gab kein brauchbares Resultat für Prognosenzwecke.

Nach Untersuchungen anderer Autoren - ich beziehe mich hier besonders auf die Arbeiten von P. Emmrich über schwere Gewitter in Deutschland - muss, als gute Vorbedingung für Schwergewitter in den unteren Schichten Erwärmung und in der Höhe Abkühlung eintreten, und zwischen diesen Schichten gegensätzlicher Temperaturänderungen muss ein relatives Maximum der Divergenz auftreten. Die Berechnung dieser letzten Parameter bereitet die grössten Schwierigkeiten, weil sie die Kenntnisse der lokalen Temperaturänderung voraussetzt.

---

A. Cappel und P. Emmrich - Das Gewitterunwetter von Stuttgart vom 15.8.72  
~~Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 137-1975~~

P. Emmrich - Die Hagelfront im August 1974  
Meteor. Rundschau, 29. Jahrg., Heft 12, 1976

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
1000 mb	517 54 %	201 39 %	316 61 %	432 46 %	285 66 %	147 34 %
850 mb	474 50 %	196 41 %	278 59 %	475 50 %	290 61 %	185 39 %
700 mb	418 44 %	177 42 %	241 58 %	531 56 %	309 58 %	222 42 %
500 mb	441 46 %	193 44 %	248 56 %	508 54 %	293 58 %	215 42 %
300 mb	487 51 %	212 44 %	275 56 %	462 49 %	274 59 %	188 41 %

Tabelle 1

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter, in die zwei Klassen + und - eingeteilt, welche die Fälle mit Isohypsenwerten grösser oder kleiner als das entsprechende geglättete Pentadenmittel darstellen.



1000 - 432 mit Gewitter 285 = 66 %  
 ohne Gewitter 147 = 34 %

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
850 mb	57 13 %	36 63 %	21 37 %	375 87 %	249 66 %	126 34 %
700 mb	85 20 %	51 60 %	34 40 %	347 80 %	234 67 %	113 33 %
500 mb	112 26 %	69 62 %	43 38 %	320 74 %	216 67.5 %	104 32.5 %
300 mb	160 37 %	94 59 %	66 41 %	272 63 %	191 70 %	81 30 %
	1000 + 517 mit Gewitter 201 = 39 % ohne Gewitter 316 = 61 %					
850 mb	417 81 %	160 38 %	257 62 %	100 19 %	41 41 %	59 59 %
700 mb	333 64 %	126 38 %	207 62 %	184 36 %	75 41 %	109 59 %
500 mb	329 64 %	124 38 %	205 62 %	188 36 %	77 41 %	111 59 %
300 mb	327 63 %	118 36 %	209 64 %	190 37 %	83 44 %	107 56 %

TAB. 2

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter in den erwähnten Klassen + und -, für die oberen Standardflächen in Funktion der 1000 - mb Fläche.

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
1000 mb	178	107 60 %	71 40 %	283	207 73 %	76 27 %
850 mb	186	110 59 %	76 41 %	275	204 68 %	71 32 %
700 mb	187	105 56 %	82 44 %	274	209 76 %	65 24 %
500 mb	208	121 58 %	87 42 %	253	193 76 %	60 24 %
300 mb	236	137 58 %	99 42 %	225	177 79 %	48 21 %

TAB. 3

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter bei SW - Strömung in 500 mb, in den erwähnten zwei Klassen + und -.

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
1000 mb	253	60 24 %	193 76 %	113	52 46 %	61 54 %
850 mb	204	53 26 %	151 74 %	162	59 36 %	103 64 %
700 mb	158	43 27 %	115 73 %	208	69 33 %	139 67 %
500 mb	164	41 25 %	123 75 %	202	71 35 %	131 65 %
300 mb	180	41 23 %	139 77 %	186	71 38 %	115 62 %

Tabelle 4

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter bei NW-Strömung in 500 mbar, eingeteilt in die zwei Klassen + und -.

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
1000 mb	61	15 25 %	46 75 %	17	11 65 %	6 35 %
850 mb	59	14 24 %	45 76 %	19	12 63 %	7 37 %
700 mb	48	10 21 %	38 79 %	30	16 53 %	14 47 %
500 mb	45	13 29 %	32 71 %	33	13 39 %	20 61 %
300 mb	44	13 30 %	31 70 %	34	13 38 %	21 62 %

Tabelle 5

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter bei NE-Strömung in 500 mbar, eingeteilt in die zwei Klassen + und -.

	+			-		
	alle	mit Gew.	ohne Gew.	alle	mit Gew.	ohne Gew.
1000 mb	25	19 76 %	6 24 %	19	15 79 %	4 21 %
850 mb	25	19 76 %	6 24 %	19	15 79 %	4 21 %
700 mb	24	18 75 %	6 25 %	20	16 80 %	4 20 %
500 mb	26	20 77 %	6 23 %	18	14 78 %	4 22 %
300 mb	27	21 78 %	6 22 %	17	13 76 %	4 24 %

Tabelle 6

Anzahl der Tage mit und ohne Gewitter bei SE-Strömung in 500 mbar, eingeteilt in die zwei Klassen + und -.

	Juni				Juli				August			
	ohne Gew.	mit Gew.	ohne Gew. %	mit Gew. %	ohne Gew.	mit Gew.	ohne Gew. %	mit Gew. %	ohne Gew.	mit Gew.	ohne Gew. %	mit Gew. %
20-35		1		1								
40-55		1		1								
60-75	1	0	1	0		1		1				
80-95	6	4	4	2		2		1		3		2
100-115	6	5	4	3	1	2	1	1	4	5	2	3
120-135	7	9	5	6	3	5	2	3	6	1	4	1
140-155	8	15	6	9	11	9	7	6	4	4	3	3
160-175	19	19	14	12	9	7	6	4	7	10	4	7
180-195	13	19	9	12	19	17	13	11	18	20	11	13
200-215	19	30	14	19	14	27	9	17	17	26	11	17
220-235	17	23	12	14	19	25	13	16	21	23	13	16
240-255	13	19	10	12	23	22	16	14	24	22	15	15
260-275	15	6	11	4	11	23	7	15	24	17	15	11
280-295	10	6	7	4	17	10	12	6	15	9	10	6
300-315	1	1	1	1	14	4	10	2	9	6	6	4
320-335	2		1		4	1	3	1	4	0	3	0
340-355	1		1		2	2	1	1	1	3	1	2
360-375						1		1	1		1	
380-395									1		1	

TAB. 7

Häufigkeitsverteilung der Tage mit und ohne Gewitter in Funktion der relativen Topographie 850/500 mbar (4000 +).

