B. Béll:*

Bedeutung des Null-Grad Niveaus für das Entstehen der Gewitter

Significance of the 0° isotherm in the forming of thunderstorm. An examination of the data of thunderstorms and rains from the period 1951—1957 shows that there is a considerable number of thunderstorms during the summer half-year in the zone of Budapest, and the precipitation-amount at thunderstorm-days surpasses that of rainy days without thunderstorms. Within the scope of aerological research, investigations on summer thunderstorms are carried out by the author in order to state whether any characteristical differences can be found between thunderstorms and rains in respect to the level of the 0° isotherm. It is shown that in the zone of Budapest very little probability of the forming of a thunderstorm exists when the 0° isotherm is situated under 2000 m in spring and under 2800 m in summer. On basis of the observational material of 7 years it may be stated also that the 0° isotherm — when under 1600 m — excludes the forming of thunderstorms during the whole summer halfyear (April—September). As a further result it is stated that the insignificant fluctuations of the 0° isotherm — to be observed during thunderstorms — are restricted to its lower limit. This statement is in accordance with the basic condition of the forming of squall clouds, according to which the 0° isotherm must be at a considerably higher level than the lower boundary of the cloud.

★

Die Erforschung der Gewitter ist nicht nur wegen der Blitzschläge und der damit verbundenen Witterungsschäden, sondern auch infolge der grossen Intensität und der Niederschlagsmenge der Gewitterregen unerlässlich. Dies kann leicht eingesehen werden, wenn man in der zu aerologischen Untersuchungen am meisten geeigneten siebenjährigen Periode (1951—57) die in Budapest registrierten Niederschläge ohne Gewitter mit den Gewitterniederschlägen derselben Periode vergleicht. Tabelle I. gibt die Zahl der Gewittertage der obigen Periode.

Tabelle I.

Zahl der Gewittertage

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
Summe	1	2	1	16	40	55	55	35	14	3	1	1	224
Mittel 1951—57	0,1	0,3	0,1	2,3	5,7	7,8	7,8	5,0	2,0	0,4	0,1	0,1	32,0
Normal 1901—40	0,0	0,1	0,5	1,9	6,0	6,4	5,9	4,7	2,0	0,6	0,2	0,1	28,4

Aus den letzten zwei Zeilen der Tabelle ist zu ersehen, dass in der obigen siebenjährigen Periode die Gewittertätigkeit im Jahresdurchschnitt die Normale um etwa 13% überstieg. Das übernormale Erscheinen der Gewitter in dem Sommerhalbjahr dieser Periode kann — mit Ausnahme des Monats Mai — in allen Monaten vorgefunden werden, aber auch im Mai ist es nur in einem unbedeutenden Maßstabe unter dem vierzigjährigen Normalwert geblieben. Zu aerologischen Untersuchungen wurde diese Periode nicht nur wegen diesem Umstande gewählt, sondern auch darum, weil in Budapest von 1951 angefangen genügendes aerologisches Material zu unserer Verfügung stand.

Aus Tabelle I ist ersichtlich, dass durch die Jahresverteilung der Gewitter das Jahr in ein gewitterreiches Sommerhalbjahr (April—September) und in ein gewitterarmes Winterhalbjahr (Oktober—März) geteilt wird. In den zwei

* Verfasser des Artikels ist dr. Béla *Béll,* Leiter des Aerologischen Observatoriums „Marczell György", Budapest.

Perioden weichen auch die Witterungsbedingungen der Gewitterbildung voneinander ab. Die vorliegende Abhandlung befasst sich nur mit den Sommergewittern.

Vergleichen wir zunächst die Niederschlagsmengen der Gewitter und jene der Regen ohne Gewitter. Tabelle II gibt die Zahlen der Gewittertage, sowie die Zahl der Regentage (mit einer Niederschlagsmenge von zumindest 0,1 mm) und die monatliche Gesamtniederschlagsmenge in den Sommerhalbjahren der Jahren 1951—57 in Budapest an.

Tabelle II.

Die Zahl der Gewittertage und Regentage, und die monatlichen Niederschlagsmengen

Monat	4		5		6		7		8		9		4—9	
	Tag	mm	Tag	mm	Tag	mm	Tag	mm	Tag	mm	Tag	mm	Tag	mm
⊠	12	87,1	31	197,0	50	572,8	41	332,6	34	349,5	12	108,3	180	1647,3
●	66	224,0	73	273,6	32	82,4	28	56,1	30	147,9	44	213,1	273	997,1
⊠+●	78	311,1	104	470,6	82	655,2	69	388,7	64	497,4	56	321,4	453	2644,4

Wie ersichtlich, ist die Zahl der Gewittertage im Sommerhalbjahr eine bedeutende: in den Jahren 1951—57 erreichte sie 40% der Zahl sämtlicher Regentagen. In den drei Sommermonaten (Juni—August) überstieg sie die Zahl der Regentage. Die grosse Bedeutung der Gewitter wird durch die Niederschlagsmenge der Gewittertage veranschaulicht, welche in dieser siebenjährigen Periode 62% der gesamten Niederschlagsmenge des Sommerhalbjahres erreichte.

Bezüglich der Niederschlagsintensität kann mittels der auf einen Tag fallenden durchschnittlichen Niederschlagsmenge der Gewittertage und der Regentage ohne Gewitter, nur ein annäherndes Bild gegeben werden. Diese Zusammenstellung gibt Tabelle III.

Tabelle III.

Durchschnittliche tägliche Niederschlagsmengen der Gewittertage und der Regentage ohne Gewitter (mm)

Monat	4	5	6	7	8	9	4—9
⊠	7,3	6,4	11,5	8,1	10,3	9,0	9,2
●	3,4	3,7	2,6	2,0	4,9	4,8	3,7
⊠+●	4,0	4,5	8,0	5,6	7,8	5,7	5,8

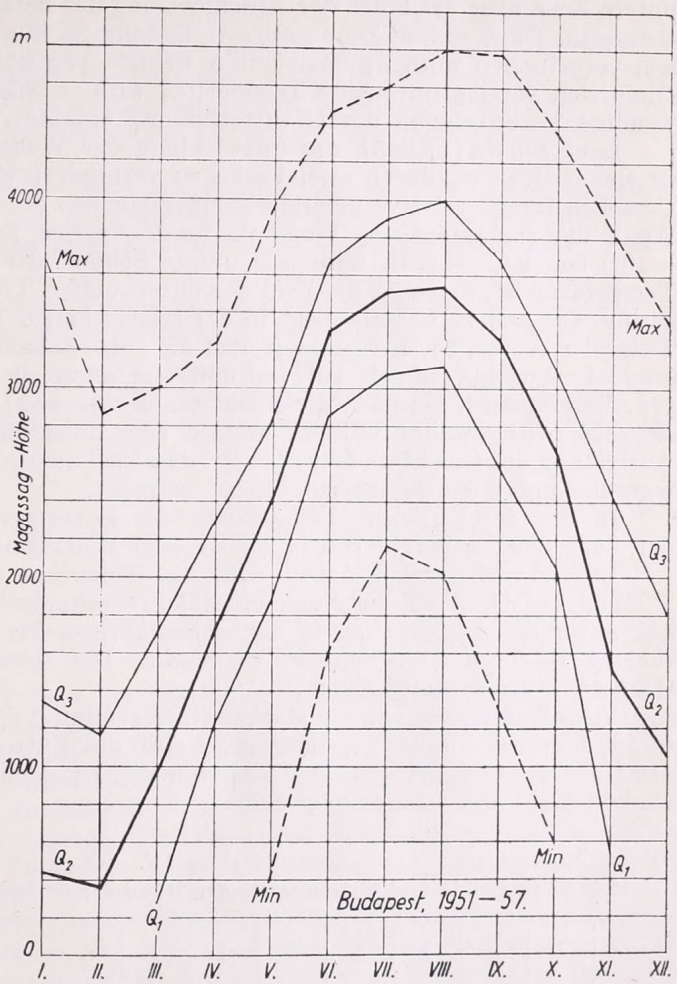
Wie ersichtlich, beläuft sich in der siebenjährigen Periode die tägliche Niederschlagsmenge der Gewittertage auf das 2½-fache der Niederschlagsmenge der Regentage, woraus hervorgeht dass in unserem Klima im Sommerhalbjahre in den Gewitterwolken solche Processe vor sich gehen, welche mit Regenfällen ohne Gewitter verglichen eine die letzteren übersteigende Niederschlagsintensität und reichlichere Regen hervorrufen.

Die Unterscheidung der Gewitter und der Regen ohne Gewitter wird auf Grund der Aufzeichnungen über Blitze und Donner vorgenommen. Zwecks Vertiefung dieser Distinktion anhand aerologischer Messungen, müssen die Bedingungen der elektrischen Aufladung der Gewitterwolken in Betracht gezogen werden.

Bezüglich des Entstehens der Gewitterelektrizität wurden in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Theorien aufgestellt, die neueren Forschun-

gen stimmen jedoch darin überein, dass die Entstehung der elektrischen Ladung der Gewitterwolken den in der Wolke vor sich gehenden Aggregatzustandsänderung des Wassers entstamme, die Trennung der Ladungen aber eine Folge eines in der Gewitterwolke auftretenden starken Aufwindes sei. Es ist durch zahlreiche Laboratoriumexperimente, sowie auf Bergen und mit Flugzeugen in den Wolken ausgeführten Messungen bewiesen worden, dass der Übergang des Wassers in den festen Aggregatzustand mit dem Erscheinen von elektrischer Ladungen verbunden ist.

Wenn die Träger der Ladungen verschiedenen Vorzeichens nebeneinander bleiben, entfaltet das System nach aussen keine elektrische Wirkung. Das Strömungssystem der Gewitterwolke entfernt die schweren und leichten Teilchen voneinander, so dass in der Gewitterwolke Zonen verschiedener elektrischer Ladung entstehen. Dieses Luftströmungssystem kann sich in den Gewitterwolken verschiedenen Typs sehr kompliziert gestalten und es setzt sich aus mehr oder weniger, ineinandergreifender Zellen zusammen. Aus diesem Grunde ist auch die räumliche Verteilung der elektrischen Ladung der Gewitterwolke sehr verschieden. Die Forschungen stimmen im allgemeinen darin überein, dass der Herd Gewitterelektrizität hauptsächlich in die zwischen 0° und —10° liegende Wolkenzone fällt, wo das Ausfrieren, die Graupelbildung, das Drauffrieren und hiermit das Erscheinen der elektrischen Ladungen am intensivsten vor sich geht. Diese Zone weist überwiegend negative Ladung auf. Die obere Zone der Gewitterwolke, welche von positiver Ladung ist, kann eine Folge der zerteilenden Wirkung des Aufwindes, die



1. ábra — *Abb. 1.* A 0°-os izoterma magasságának szélső értékei, első (Q_1) és harmadik (Q_3) kvartilisei és mediánértékei (Q_2) az egyes hónapokban. — *Extremwerte, erste (Q_1) und dritte (Q_3) Quartilen und Medianwerte (Q_2) der Höhe der 0°-Isotherme in den einzelnen Monaten.*

untere Zone aber die Folge der Abschmelzung der herabfallenden festen Teilchen sein. Diese untere Zone positiver Ladung ist nur in jenen Gewitterwolken vorgefunden worden, deren untere Schicht von positiver Temperatur ist. Diese sich vertikal ordnende Tripolarität wird in allgemeinen als eine notwendige Vorbedingung der Gewitterbildung erachtet.

Laut *Similä* [1] kann die Entwicklung der Wolken vertikaler Struktur zu einem Gewitter durch zwei Ursachen verhindert werden. Die eine dieser Ursachen ist die relative niedrige Temperatur des unteren Teiles der Wolke. Wenn die zur intensiven Wolkenbildung günstige Zone (zwischen 0° und —10°) eng ist, — z. B. wenn die untere Schicht der Wolke von negativer Temperatur ist, — so ist die Zahl der unterkühlten Tropfen verhältnismässig gering. Die andere Ursache liegt in der relativ hohen Temperatur des oberen Teiles der Wolke. Die Inversionen über die —10° Schicht entfalten eine bremsende Auswirkung auf den Aufwind und verhindern die Trennung der Ladungen. Es können hiezu noch die Ansichten *Küttners* [2], sowie *Workmans* und *Reynolds's* [3] erwähnt werden, wonach eine unbedingte Voraussetzung der Ausbildung des Gewitters diejenige ist, dass sich die untere Schicht der Gewitterwolke unter der Isotherme von 0° befindet.

In der aerologischen Erforschung der Gewitterwolken muss demnach der Lage der Isotherme von 0° eine grosse Bedeutung beigemessen werden.

In der vorliegenden Arbeit wird die Bedeutung dieses Faktors für die Bildung der Gewitter der Sommerhalbjahre untersucht. Zu diesem Zwecke haben wir die Angaben der in der siebenjährigen Periode (1951—57) ausgeführten Radiosondenmessungen verwendet. Die Messungen wurden um 3^h GMT in Budapest ausgeführt.

Vor allem haben wir die statistische Verteilung der Höhe der Isotherme 0° im Laufe des Jahres festgestellt, wofür die Extremwerte und Quartilen der Höhe am geeignetesten gefunden wurden. Diese charakteristischen Werte sind in Tab. IV. zusammengestellt.

Tabelle IV.

Quartilen und Extremwerte der Höhe der 0° Isotherme (gpm)

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
Min	—	—	—	—	400	1610	2160	2030	1300	570	—	—	—
Q_1	—	—	276	1220	1878	2859	3081	3122	2582	2053	447	—	1020
Q_2	427	358	992	1717	2424	3295	3508	3545	3258	2690	1490	1028	2230
Q_3	1343	1166	1702	2294	2828	3674	3898	3998	3694	3090	2417	1784	3163
Max	3680	2860	3010	3250	3970	4460	4610	4800	4780	4350	3800	3340	4800
n	216	198	217	210	213	210	216	216	209	217	210	216	2548

Abb. 1. bringt die Quartilen und Extremwerte der 0°-Isotherme. In sechs Monaten des Jahres (Mai—Oktober) war in der Troposphäre jeden Tag eine Luftschicht positiver Temperatur — mithin die Isotherme von 0° — über Budapest vorzufinden. Die ganze Troposphäre war von negativer Temperatur:

im November in 17% der Fälle,
,, Dezember ,, 27% ,, ,,
,, Januar ,, 41% ,, ,,
,, Februar ,, 43% ,, ,,
,, April ,, 2% ,, ,,

Die 0°-Isotherme blieb in 75% der Fälle unter 4000 m, — im extremen Fall erreichte sie 4800 m, — im Hochsommer (Juli—August) senkte sie sich aber niemals unter 2 km. Da die 0°-Isotherme in der Troposphäre nicht in allen Monaten vorgefunden werden kann, wird zur Charakteristik der jährlichen Änderung nicht der aritmetische Mittel, sondern die Mediane verwendet. Auf Abb. 1 wird der Jahresgang der Mediane (Q_2) durch die dick gestrichene Linie dargestellt.

Mittels vor Gewitter und Regen ausgeführten Radiosondenaufstiege wurde untersucht, ob sich ein Unterschied in der Höhe des 0° im Falle von Gewitter und bei Regen ohne Gewitter (im Sommerhalbjahr meist Schauerregen) ergibt.

Tabelle V bringt Monatsmittelwerte (M) der Höhe von 0°, Streuung (μ) und die Zahl der Fälle an Gewittertagen und Regentagen.

Tabelle V.

Mittelwerte der 0° Höhe und die Streuung bei Gewitter und Regen (gpm)

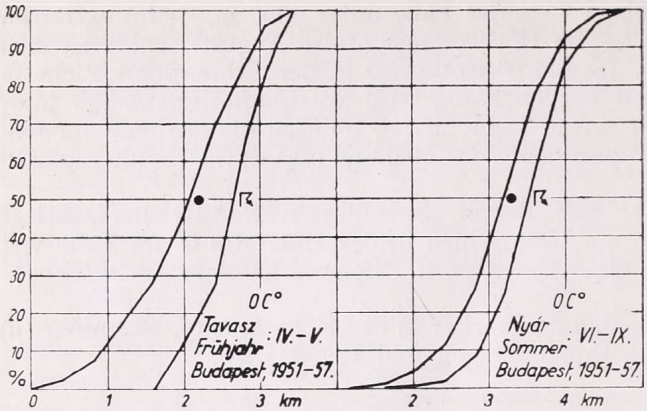
Monat	4	5	6	7	8	9
$M_{\boxtimes}$	2400	2680	3336	3589	3732	3316
$M_{\bullet}$	1552	2244	3078	3168	3388	2964
$\mu_{\boxtimes}$	347	460	530	458	485	430
$\mu_{\bullet}$	676	720	580	500	542	674
$n_{\boxtimes}$	16	40	55	55	35	14
$n_{\bullet}$	102	102	51	55	62	76

Aus der obigen Tabelle ist ersichtlich, dass die Isotherme von 0° bei Gewittern um durchschnittlich 300—800 m höher liegt, als an Regentagen. *V. M. Mutschnik* [4] unternahm ähnliche Untersuchungen in der Ukraine, und erhielt in Frühjahr beinahe die gleichen, im Sommer höhere und im Herbst bedeutend niedrigere durchschnittliche Höhen als die obigen Angaben von Budapest. Da die Berechnungen von Mutschnik eine andere Periode umfassen, können aus diesem Vergleiche keine weitgehendere Folgerungen gezogen werden, der Unterschied weist jedoch darauf hin, dass der September in Ungarn einen eher sommerlichen Charakter aufweist. Aus den Abweichungen der Streuung geht hervor, dass bei Gewittern die 0°-Isotherme innerhalb eines weit engeren Höhenintervalls schwankt, als an Regentagen. Besonders auffallend ist dieser Unterschied in den Frühjahrsmonaten. Eine genauere Untersuchung dieser Erscheinung unternahmen wir mit Hilfe der Häufigkeitswerte. Bei diesen Berechnungen wurden die Frühjahrsmonate (April—Mai) und die Sommermonate (Juni—September) in je eine Gruppe zusammengefasst. Auf Grund der Angaben der Tab. V sowie der Häufigkeitsberechnungen auf die einzelnen Monate konnte der September — aus dem Standpunkte der Gewitter — dem Sommer angeschlossen werden. Die Resultate der Berechnungen finden wir in Tabelle VI.

Tabelle IV.

Häufigkeitswerte (%) der Höhe der 0°-Isotherme im Frühjahr und Sommer

H_{km}	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	n
⊠				0	12,4	16,0	39,4	23,3	8,9	0				56
●	2,9	4,9	10,3	20,1	17,7	14,2	16,3	9,7	3,9	0				204
⊠				0	0,6	1,3	6,3	17,6	29,6	29,6	11,3	3,7	0	159
●			0	0,8	3,3	7,7	14,4	25,8	25,8	14,8	6,6	0,8	0	244



2. ábra — *Abb. 2.* A 0° magasságának gyakorisági összeggörbéi zivatarok és zivatarnélküli esők idején tavasszal és nyáron. — *Summenpolygone der 0°-Höhe bei Gewitter und Regenfälle ohne Gewitter im Frühjahr und Sommer.*

Die Zahlen der ersten Reihe (H_{km}) bezeichnen die obere Grenze der Höhenintervalle. Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass im Frühjahr vor den Gewittern die am häufigsten vorkommende Höhe des 0° um 2600 m, im Sommer aber um 3600 m liegt. Vor Regen ohne Gewitter dagegen ist die häufigste Höhe des 0° im Frühjahr 1400 m und im Sommer 3200 m, geringer also, als im Falle von Gewittern.

Zur Veranschaulichung der Tabelle wurde auf *Abb. 2* das Summenpolygon gewählt. Aus der Abbildung ist zunächst ersichtlich, dass die Kurven der Gewittertage und diejenigen der Regentage sich voneinander trennen undzwar im Frühjahr in einer ausgeprägteren Form als im Sommer. Die Kurven zeigen es sehr anschaulich, dass der Schwankungsbereich der 0°-Isotherme an Gewittertagen enger ist, als an Regentagen (wie man dies auch aus Tab. V feststellen konnte). Die Kurven sind bei der oberen Grenze der Werte (im Frühjahr 3600, im Sommer 4800 m) konvergent, bezüglich der oberen Grenze besteht also kein signifikanter Unterschied zwischen Gewittertage und Regentage. Die Abweichung kann in der unteren Grenze entdeckt werden. Diese liegt im Frühjahr an Regentagen in Bodennähe und an Gewittertagen in der Höhe von 1600 m. Der Unterschied steht in vollem Einklang mit den vorangehenden wolkenphysikalischen Erwägungen. Im Sommer ist dieser Unterschied geringer. Die untere Grenze ist an Regentagen 1200 m. Dieser Wert ist für die Regentage nicht bezeichnend, da er mit der kleinsten 0°-Höhe sämtlicher Sommertage übereinstimmt (Abb. 1). An Gewittertagen dagegen ist die untere Grenze bei 1600 m, dieselbe also, wie bei Frühjahrsgewittern. Dessenungeachtet muss aber bei der Erklärung der Trennung der Sommergewitter und Regen (aus dem Gesichtspunkte der Lage der 0°-Isotherme) neben wolkenphysikalischen Gründen auch der starken thermischen Labilität der Sommergewitter Platz eingeräumt werden. Dies besagt, dass dem Ausbruche der Sommergewitter eine so starke Erwärmung des unteren Teils der Troposphäre vorangeht, welche die Lagenhöhe von über 1600 m sichert.

Wenn wir die vereinzelten Extremfälle ausschliessen, und uns mit der Auswertung von 90% der Gewittertage begnügen, so kann auf Grund des aufgearbeiteten Materials mit grosser Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass die Höhe der 0°-Isotherme an Gewittertagen in den Frühjahrsmonaten über 2 km, im Sommer aber 2,8 km liegt. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch Mutschnik in seiner vorerwähnten Arbeit bezüglich der Ukraine, und er zieht daraus die Folgerung, dass wenn in den Frühjahrs- und Herbsmonaten die 0°-Isotherme unter 2 km zu liegen kommt, ein Gewitter kaum zu er-

warten sei. Diese Behauptung kann hinsichtlich der Frühjahrsmonate auch durch budapester Aufstiege bekräftigt werden, aus den Herbsmonaten kann in dieser Hinsicht der September zu den Sommermonaten zugezählt werden.

In den Folgenden wird untersucht, ob der zwischen den Gewittertagen und Regentagen nachgewiesener Unterschied als reell bezeichnet werden kann. Aus diesem Zwecke wurden Mittelwerte der Höhe der 0°-Isotherme *(M)* für das Frühjahr und den Sommer, getrennt für die Gewittertage und die Regentage errechnet. Die erhaltenen Werte finden wir in der ersten und zweiten Zeile der Tab. VII.

Tabelle VII.

Charakteristische Werte der Höhe der 0°-Isntherme

Jahreszeit	Frühjahr	Sommer
$M_{\boxtimes}$	2600 m	3508 m
$M_{\bullet}$	1900 ,,	3174 ,,
$\mu_{\boxtimes}$	446 ,,	514 ,,
$\mu_{\bullet}$	774 ,,	603 ,,
d	700 ,,	334 ,,
d/μ_d	8,8	5,9

In der dritten und vierten Zeile der Tabelle finden wir die Streuungen und in der fünften die Differenz der Mittelwerte *M*.

Um die Realität der Differenzen *d* beurteilen zu können, ist die mittlere Abweichung der Mittelwerte *M* errechnet worden :

$$\mu_M = \frac{\mu}{\sqrt{n}}$$

wo μ die Streuung, und *n* die Zahl der Fälle bezeichnet. Wenn wir die mittlere Abweichung der Differenzen

$$d = M_{\boxtimes} - M_{\bullet}$$

errechnen und erhalten :

$$\mu_d = \sqrt{\mu^2_{M\boxtimes} + \mu^2_{M\bullet}}$$

so kann aus dem Werte des Quotienten

$$\frac{d}{\mu_d} = \frac{M_{\boxtimes} - M_{\bullet}}{\sqrt{\mu^2_{M\boxtimes} + \mu^2_{M\bullet}}}$$

welchen wir in der letzten Zeile der Tabelle VII. vorfinden, auf die Realität der Differenz *d* geschlossen werden. Übersteigt oder erreicht dieser Quotient den Wert 3, so wird die Abweichung der Mittelwerte als „gesichert" erachtet, erreicht er diesen Wert nicht, kann sich die Abweichung auch aus zufälligen Schwankungen ergeben [5]. Wie ersichtlich, trennen sich im Frühjahr die Gewittertage und die Regentage ohne Gewitter charakteristisch voneinander, im Sommer weist dieser Unterschied eine kleinere statistische Zuverlässigkeit auf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in der Umgebung von Budapest die Wahrscheinlichkeit für die Ausbildung eines Gewitters sehr gering ist, wenn die Höhe der 0°-Isotherme im Frühjahr unter 2000 und im Sommer unter 2800 m ist. Ferner: Wenn die Höhe der 0°-Isotherme unter 1600 m liegt, so schliesst dies — auf Grund der Angaben der sieben Jahre — die Ausbildung eines Gewitters im Sommerhalbjahre (April—September) vollkommen aus. Aus der Bearbeitung des Angabenmaterials geht auch hervor, dass die Höhe der 0°-Isotherme an Gewittertagen in einem weit engeren Raumabstande schwankt, als an Tagen ohne Gewitter. Auch die obere Grenze dieses Wertes weist keine wesentliche Abweichung in den zwei Gruppen auf: die sich der oberen Grenze nähernde Kurven sind konvergent. Es kann also festgestellt werden, dass die im Falle von Gewittern beobachtete kleinere Höhenschwankung durch die niedrigeren Werte hervorgerufen wird. Diese Feststellung steht in Übereinstimmung mit jener Forderung für die Ausbildung von Gewitterwolken, wonach zum Zustandekommen einer positiven Ladung der unteren Schicht der Gewitterwolke die 0°-Isotherme genügend hoch über der unteren Wolkengrenze liegen muss.

SCHRIFTEVERZEICHNIS

[1] *A. Similä:* Über Gewitterbildung und Gewittervorhersage besonders in Skandinavien. Mitteil. d. Met. Zentralanstalt. No 38. Helsinki 1955.

[2] *J. Küttner:* The electrical and meteorological conditions inside thunderclouds. J. Met. 7. 1950.

[3] *E. J. Workmann* and *S. E. Reynolds:* Electrical phenomena occuring during the freezing of dilute aquaeous salutions and their possible relationship to thunderstorm electricity. Phys. Rev. 78. 1950.

[4] *В. М. Мучник:* Некоторые вопросы прогнозирования гроз. Метеорология и гидрология No 3. 1956. 32—33.

[5] *E. Czuber* und *F. Burkhardt:* Die Statistischen Forschungsmethoden. Wien 1938.

★

A 0°-OS SZINT JELENTŐSÉGE A ZIVATAROK KIALAKULÁSÁBAN

Összefoglalás

Az 1951—57 évek zivatarainak és esőinek feldolgozása kimutatja, hogy Budapest körzetében a nyári félév zivatarainak száma jelentékeny, a zivataros napok csapadékhozama pedig felülmúlja a zivatar nélküli esős napokét. A nyári zivatarok aerológiai vizsgálatának keretében a szerző megvizsgálja, hogy a zivatarok és esők karakterisztikusan szétválaszthatók-e a 0°-os izoterma magasságának alapján. A feldolgozás arra mutat, hogy Budapest körzetében nagyon kicsiny a valószinűsége a zivatarok kifejlődésének, ha a 0° magassága tavasszal a 2000, nyáron pedig a 2800 m alatt van, a 0° 1600 m alatti helyzete pedig a 7 év adatai alapján kizárja a zivatarok kialakulását az egész nyári félévben (április—szeptember). A feldolgozásból kitűnik az is, hogy a 0° magassága jóval kisebb közben ingadozik zivataros, mint zivatar nélküli napokon. A 0° felső határa nem mutat lényeges eltérést a két csoportban, a gyakorisági összeggörbék (2. ábra) a felső határ felé haladva összesímulnak. Azt mondhatjuk tehát, hogy a 0°-nak zivatarok esetén tapasztalt kisebb ingadozását az alsó határ korlátozza. Ez a megállapítás megegyezik a zivatarfelhők kialakulásának azzal a feltételével, amely megkívánja, hogy a 0° elegendő magasan legyen a felhő alsó szintje fölött s ezáltal létrejöhessen a zivatarfelhő alsó rétegének pozitív töltése.