

## BEMERKENSWERTE GEWITTER IN SUEDEDEUTSCHLAND

T. TAKEUTI\*

(The Research Institute of Atmospherics, Nagoya University,  
von Juni 1967 bis Januar 1969 Astronomisches Institut der  
Universität Tübingen, Außenstelle Weißenau/Württ., BRD)

R. MUEHLEISEN\*\* und H.-J. FISCHER\*\*

(Astronomisches Institut der Universität Tübingen, Außenstelle  
Weißenau/Württ., BRD)

Bei gemeinsamen Gewitterforschungen, die von T. Takeuti während eines Aufenthaltes in Deutschland zusammen mit R. Mühleisen und H.-J. Fischer am Astronomisches Institut der Universität Tübingen, Außenstelle Weißenau/Württ. durchgeführt worden sind, wurden drei Fälle von außergewöhnlichen Gewittern beobachtet. Diese Gewitter sollen hier referiert werden, da auch die Phänomenologie einzelner Gewitter wertvoll ist für die allgemeine Gewitterforschung und Hinweise für Gewittertheorien geben kann.

### 1. Schwaches Sommergewitter

Ganz im Gegensatz zu den normalen Erscheinungen von mitteleuropäischen Sommergewittern ereignete sich in Weißenau am Nachmittag des 28. 5. 1968 ein sehr schwaches Gewitter, obgleich alle Voraussetzungen für einen normalen Ablauf eines starken Gewitters gegeben waren. Wie die Wetterkarte dieses Tages für 16.00 Uhr MEZ zeigt, lag über Süddeutschland ein schwach ausgeprägtes Tief bei geringen Luftdruckgradienten. Dies ist eine günstige Situation für die Entstehung von Gewittern; viele Orte in Süddeutschland meldeten auch Gewitter. Die 150 km östlich von Weißenau durchgeführte aerologische Aufstiegsmessung von 13 Uhr MEZ (Abb. 1) zeigt eine kräftige Labilität bis über 10 km Höhe. Die Tageszeit (16.30 Uhr) und die Lufttemperatur am Boden (26°C) ließen unter diesen Voraussetzungen auch in Weißenau ein kräftiges Gewitter erwarten. Tatsächlich begann mit zunehmender, starker Cb-Entwicklung (siehe Abnahme der Helligkeit in Abb. 2) die Registrierung des luftelektrischen Feldes am Boden (Abb. 2)

hohe Werte wie bei einem voll entwickelten Gewitter anzunehmen. Aber erst um 16.43 Uhr wurde ein kräftiger Wolkenblitz ca. 3 km östlich des Instituts beobachtet und als negativer Feldsprung registriert. Weitere Entladungen erfolgten nicht. Niederschlag und markante Winterscheinungen fehlten während des Gewitterablaufs völlig.

Bemerkenswert ist, daß die Entladung erst drei viertel Stunden nach Eintritt der Gewitterwolke ins Reifestadium erfolgte, was aus dem Minimum der registrierten Himmelshelligkeit und aus dem Feldstärkeverlauf geschlossen werden kann. Im allgemeinen folgt die erste Blitzentladung meist schon kurz nach Erreichen des Reifestadiums, wie viele Autoren, u. a. auch T. Takeuti et al. (1) bei Gewitterbeobachtungen in Japan gefunden haben.

Da im vorliegenden Falle alle Voraussetzungen für ein normales Sommergewitter gegeben waren, bleibt die Frage bestehen, warum sich lediglich ein einzelner Wolkenblitz ereignete und die typischen Merkmale Niederschlag und Windböen ausblieben. Vielleicht

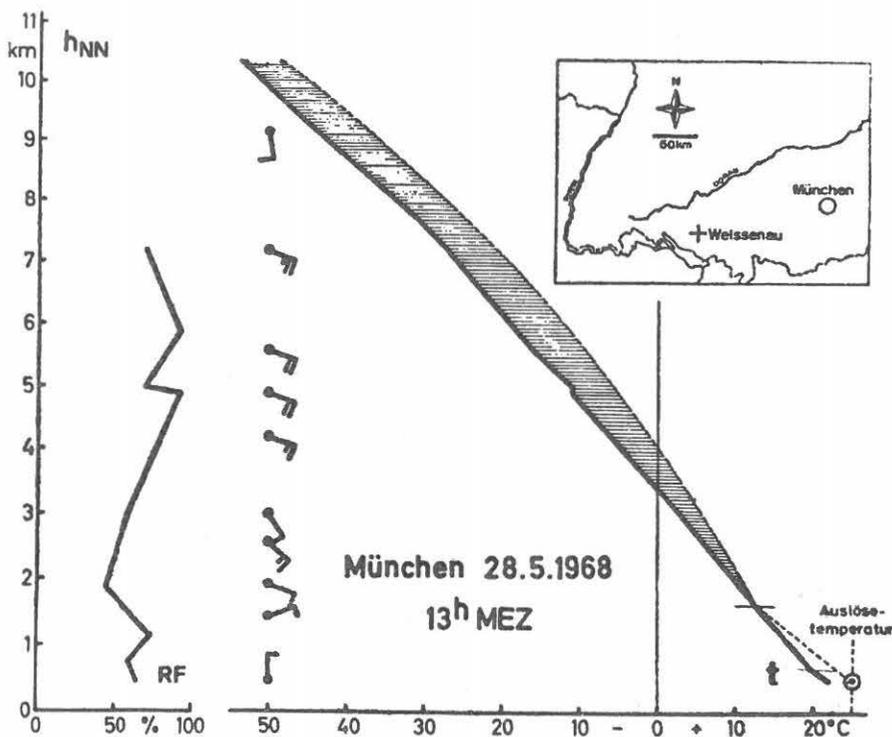


Abb. 1. Temperatur  $t$  und relative Feuchte  $RF$  in Funktion der Höhe (aerologische Messung München) vor einem schwachen Sommergewitter über Weissenau.

Fig. 1. Temperature  $t$  and relative humidity  $RF$  vs. altitude (aerological ascent München) before a weak thunderstorm over Weissenau.

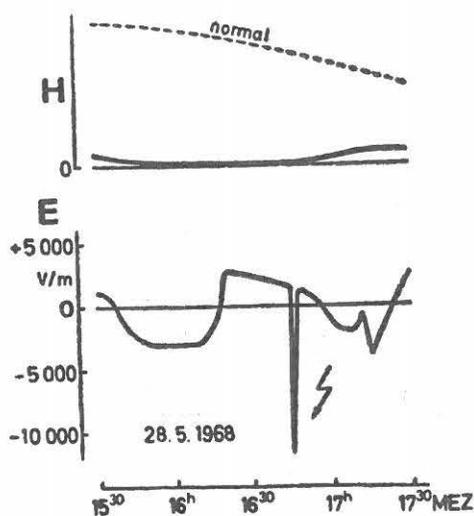


Abb. 2. Verlauf des luftelektrischen Bodenfeldes  $E$  und der Helligkeit  $H$  während eines schwachen Sommergewitters, bei dem nur eine Blitzentladung erfolgte.

Fig. 2. Course of the electric field  $E$  at the ground and brightness  $H$  during a weak thunderstorm with only one lightning discharge.

gibt der aerologische Aufstieg gemäß Abb. 1 darauf einen Hinweis. Wie man erkennt, war in der unteren Troposphäre eine Zone sehr geringer Feuchtigkeit vorhanden, die möglicherweise einen entscheidenden Einfluß auf die Niederschlagsvorgänge ausgeübt hat.

## 2. Ladungsgröße und Blitzhäufigkeit bei einem ortsfesten Gewitter

Ein Gewitter am 14. 7. 1967 ermöglichte durch seine geringe Ortsveränderung während seines Ablaufs gute Meßmöglichkeiten bezüglich der Größe der elektrischen Wolkenladung  $Q$ .

Bei konstanter horizontaler Entfernung von 3.5 km zum Blitzort kann man die Amplitude eines Feldsprungs  $\Delta E$  errechnen, der auf Grund eines Ladungsausgleichs von 1 Coulomb (1C) zwischen einem Punkt in der Höhe  $h$  und dem Erdboden registriert wird. Diese Feldsprungamplitude ist in der Abb. 3 als Funktion der Höhe  $h$  dargestellt. Im Höhenbereich zwischen 1 und 5 km, der für die meisten Erdblitzes zutreffen dürfte, ändert sich die Feldsprungamplitude nicht erheblich und es kann für sie ein Mittelwert

von 500 V/m angesetzt werden. Da  $\Delta E$  und  $Q$  linear proportional sind, ergibt sich als Faustformel für eine Horizontaldistanz von 3.5 km näherungsweise

$$Q[C] \cdot = \frac{\Delta E[V/m]}{500}$$

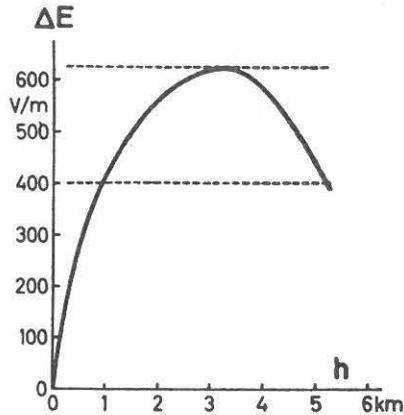


Abb. 3. Feldsprungamplitude  $\Delta E$  in einer Horizontaldistanz von 3.5 km beim Ausgleich einer in der Höhe  $h$  befindlichen Wolkenladung von 1 Coulomb zum Erdboden.

Fig. 3. Field change amplitude  $\Delta E$  at a horizontal distance of 3.5 km from a lightning stroke carrying 1 C cloud charge at altitude  $h$  down to ground.

In Abb. 4 a sind die Feldsprungamplituden aller in einer Entfernung zwischen 3 und 4 km beobachteten Erdblitzes in Funktion der Zeit aufgetragen. Nach der abgeleiteten Beziehung läßt sich aus der Feldesprungamplitude gemäß der zweiten Ordinatenkala die jeweils dabei vorhandene Ladung am Ursprungsort in Coulomb angeben. Man erkennt eine Zunahme dieser Ladung von weniger als 1 C auf nahezu 20 C während des Gewitterablaufs.

Gleichzeitig mit der Ladung nimmt aber auch die Blitzhäufigkeit zu, wie aus Abb. 4 b ersichtlich ist. Hier ist als Meßpunktfolge über der Zeit die Anzahl der Feldsprünge über 500 V/m aufgetragen. Kleinere Feldsprünge wurden nicht berücksichtigt, um das Ergebnis nicht durch ein Einfluß weit entfernter Gewitter zu verfälschen. Die Anzahl der Feldsprünge stimmt tendenzmäßig mit der Zunahme der Ladungsgröße am

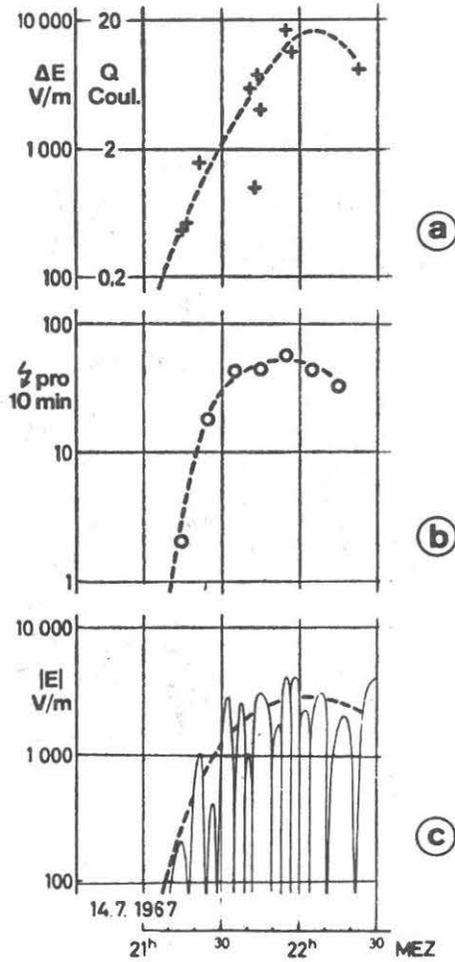


Abb. 4. Luftelektrische Parameter während eines ortsfesten Gewitters :

a) Feldsprungamplitude  $\Delta E$  von beobachteten Erdblitzen und errechnete Wolkenladung  $Q$ .

b) mittlere Blitzhäufigkeit,

c) zeitlicher Verlauf des Betrages des statischen Bodenfeldes  $E$ .

Fig. 4. Atmospheric electric parameters vs. time during a stationary thunderstorm :

a) field change amplitude  $\Delta E$  and calculated cloud discharge  $Q$  of the observed cloud-to-ground lightning strokes,

b) mean frequency of lightning discharges,

c) atmospheric electric field  $E$  on the ground.

Ursprungsort des jeweiligen Blitzes überein. Schließlich ist in der Abb. 4c noch der Verlauf des Betrags der statischen elektrischen Feldstärke während der Gewitterdauer eingezeichnet. Es ist interessant, daß auch hier eine ähnliche Zunahme vorliegt. Also verliefen die drei Größen Wolkenladung, Blitzhäufigkeit und statische Bodenfeldstärke während dieses Gewitters parallel.

### 3. Nebelgewitter

Im allgemeinen besteht eine Gewitterwolke aus einer positiven Ladung im oberen Teil, einer negativen Ladung im unteren Teil und einem kleinen positiven Ladungsgebiet in der Basis der Wolke. Es gibt verschiedene Theorien zur Entstehung dieses kleinen positiven Ladungsgebietes, die man in zwei Gruppen einteilen kann:

- a) Die positive Ladung wird vom Spitzenstrom am Erdboden verursacht und im Aufwind zur Wolkenbasis gebracht.
- b) Die positive Ladung entsteht bei Fall von Wolkenteilchen, beispielsweise beim Zerspritzen von Wassertropfen oder beim Schmelzen von Graupel und Hagelkörnern.

Am 11. 9. 1968, 8.30 Uhr MEZ hatten wir die seltene Gelegenheit, ein kräftiges Gewitter bei Nebel zu beobachten, das einen wichtigen Hinweis zur Beurteilung der verschiedenen Theorien liefern kann. Vor und während des Gewitters betrug die Sichtweite unter 500 m ; völlige Windstille wechselte mit höchstens schwachem Wind unter 0.6 m/sec ab. Beide meteorologischen Elemente weisen auf nur geringen oder sogar fehlenden Aufwind am Boden hin. Das bedeutet, daß positive, vom Spitzenstrom herrührende Ladungen nicht zur Gewitterwolke transportiert werden konnten, sondern im Nebelgebiet festgehalten. wurden.

Die Abb. 5 zeigt nun den Verlauf des statischen Bodenfeldes  $E$  sowie Amplitude  $\Delta E$  und Entfernung  $e$  der registrierten Feldsprünge. Sowohl die Polarität der Feldsprünge, die mit zwei Ausnahmen positiv sind, als auch das überwiegend im Negativen verlaufende statische Feld weisen darauf hin, daß die Wolkenbasis des Cb, der während der Beobachtungszeit praktisch über dem Meßort stand, immer negativ war und kein Gebiet einer eingeschlossenen positiven Ladung aufwies. Damit wird die unter a) genannte Hypothese unterstützt, wonach der Spitzenstrom das untere, positive Ladungsgebiet erzeugt. Dieses Ladungsgebiet mußte im vorliegenden Falle fehlen, weil kein Aufwind für den Transport nach oben vorhanden war.

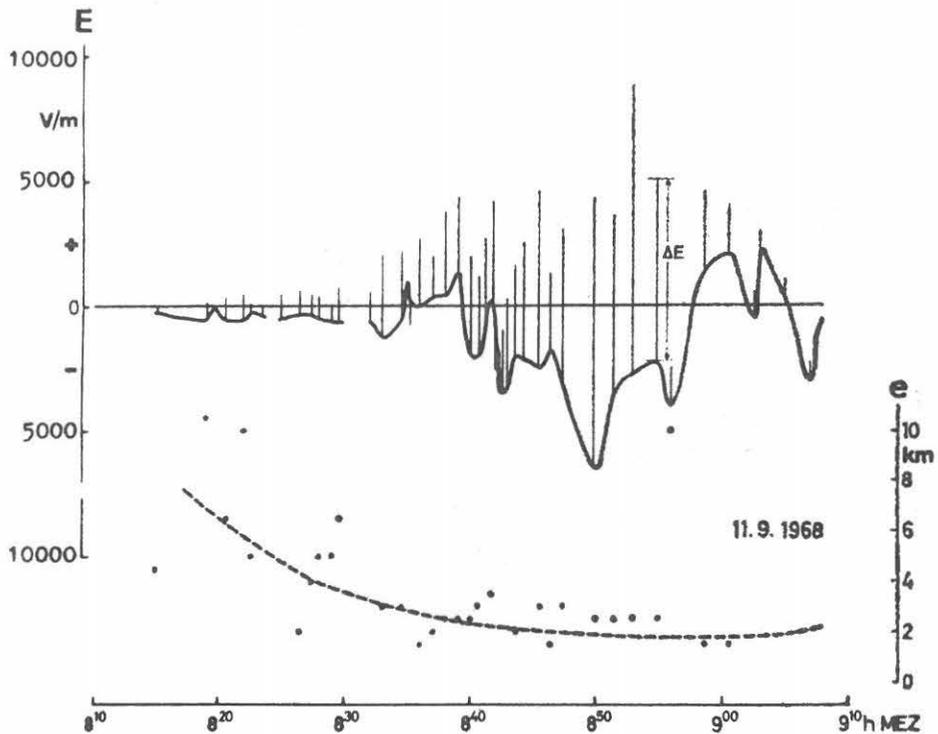


Abb. 5. Luftelektrische Parameter während eines Nebelgewitters :  
Luftelektrisches Bodenfeld  $E$ , Feldsprungamplitude  $\Delta E$  und die aus der Zeit  
zwischen Blitz und Donner errechnete Entfernung  $e$  zum Blitzort.

Fig. 5. Atmospheric electric parameters during a thunderstorm over ground fog : field  
 $E$  on the ground, field change amplitude  $\Delta E$  and the distance  $e$  between  
stroke and field station derived from the time between lightning and  
thunder.

Die Verfasser möchten an dieser Stelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen ihren Dank aussprechen. Dank gebührt auch den an den Messungen beteiligten Mitarbeitern Horst Riekert und Hans Hofmann sowie allen anderen Kollegen, die bei den Beobachtungen und Auswertungen mitgeholfen haben.

#### Literatur

- (1) Takeuti, T., Ishikawa, H. and Iwata, A.: On the forecast of thunderstorm behavior. Tenki  
14, 22-24(1967)

