

# GEWITTER-FORSCHUNG

Separatabdruck aus der Neuen Zürcher Zeitung, Beilage Technik,  
Nr. 1008, vom 14. Juni 1944

---

Abb. 1 (auf Titelblatt). **Blitzeinschlag in den 215 Meter hohen Sendeturm Beromünster  
im Juli 1942** (Aufnahme H. Egli)

# Gewitterforschung

von Karl Berger, Zollikon

Die Gewitterforschung befaßt sich im allgemeinen mit der Frage nach der Entstehung und dem Haushalt der atmosphärischen Elektrizität, im speziellen mit der Entstehung und den Eigenschaften der Blitze. Die erste Frage ist in erster Linie eine meteorologische Angelegenheit, bedingt aber auch die Kenntnis vieler elektro-physikalischer Erscheinungen. Im Gegensatz dazu interessiert die Entstehung der Blitze besonders Physiker und Elektriker. Der Physiker möchte wissen, welches die genauen Vorgänge sind, die zur Entstehung dieser wundervollen und großartigen Naturerscheinung führen. Für den Elektriker, vor allem für den Betriebsleiter großer Elektrizitätswerke dagegen stellt sich besonders die Frage, wie er Störungen seines Betriebes durch den Blitz vermeiden kann. Den Problemen des Blitzschutzes kommt auch im Hinblick auf den Gebäudeblitzschutz volkswirtschaftliche Bedeutung zu. Die Schäden, die der Blitz verursacht, haben es wohl in erster Linie möglich gemacht, den Blitzvorgang wissenschaftlich zu erforschen. Die Idee der technischen Ausnützung der Energie von Blitzen, von der gelegentlich immer wieder die Rede ist, liegt heute fern von jeder praktischen Verwirklichung und wird es nach Auffassung des Verfassers auch noch lange bleiben. Von besondern Ausnahmefällen der Verwendung atmosphärischer Spannungen für Versuchszwecke, wie sie beispielsweise am Monte Generoso geschah, ist dabei natürlich abgesehen.

In der Atmosphäre besteht auch bei schönem Wetter ein elektrisches Feld, das sich unter anderm darin äußert, daß die in der Luft überall vorhandenen elektrischen positiven und negativen Träger sich gleichmäßig und langsam bewegen. Solche Träger werden vor allem von der radio-aktiven Ausstrahlung der Erde laufend neu in der Luftschicht über dem Erdboden erzeugt, indem neutrale Moleküle in positive und negative Teilchen gespalten werden. Die Erfahrung zeigt nun, daß die Erde sich gegenüber den hohen Luftschichten dauernd negativ geladen erweist. Die

positiven Träger wandern deshalb gemächlich dem negativen Erdboden zu; die negativen Ladungen wandern nach oben. Dieser Ladungstransport macht einen Strom aus, der in den üblichen Einheiten gemessen für die ganze Erdoberfläche etwa + 1200 A beträgt. Die negative Ladung der Erde müßte somit nach kurzer Zeit aufgehoben sein. Daß sie es nicht ist, ist nun offenbar dem Einfluß der Blitze zuzuschreiben. Diese transportieren nämlich ganz überwiegend negative Ladungen aus den Gewitterwolken zum Erdboden. Da nach einer englischen Statistik im Mittel jede Sekunde auf die ganze Erdoberfläche zusammengerechnet etwa 100 Blitze vorkommen, genügt ihre Ladung, um die Erde dauernd negativ geladen zu erhalten.

Bei Gewitter ändert sich das luftelektrische Feld ganz beträchtlich. Statt der gleichmäßigen kleinen Feldstärken über dem Erdboden von 100 ... 300 V/m entstehen Feldstärken der Größenordnung 10 000 V/m. Ihre Richtung ist nicht einheitlich, auch ihre Stärke schwankt recht stark und rasch. Die elektrischen Ladungen in der Gewitteratmosphäre sind viel dichter als bei ruhigem Wetter, und vor allem sind sie nicht mehr gleichmäßig verteilt: Es gibt nun Gebiete, die ganz vorwiegend positiv, und andere, die vorwiegend negativ geladen sind. Eine erste meteorologische Frage ist somit die, woher die Kräfte stammen, welche diese Ladungen erzeugen und räumlich trennen.

In unsern geographischen Breiten ist die Entstehung der Gewitter und Blitze erfahrungsgemäß stets gebunden an die Kondensation von Wasserdampf. Nur in den Tropen, vor allem in Sandwüsten, sind auch Staubgewitter möglich, wo vermutlich die Berührungs- oder Reibungselektrizität eine Rolle spielt. Erfolgt die Kondensation in den untern Schichten, in denen flüssiges Wasser entsteht, so spielt unter anderm als atmosphärische Dynamomaschine der sog. Wasserfalleffekt eine Rolle. Dieser vom deutschen Physiker Leonard entdeckte Effekt besagt, daß beim plötzlichen Zerfall eines Wassertropfens, beispielsweise beim Aufprall auf feste oder flüssige Körper, oft kleine Tröpfchen sich loslösen, die sich als negativ geladen erweisen, während der große Rest positiv geladen ist (Vgl. Abb 3.) Ein solches Platzen von Wassertropfen findet nach Simpson im aufsteigenden Luftstrom eines sommerlichen

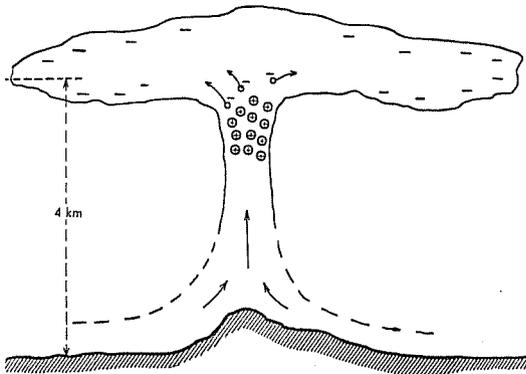
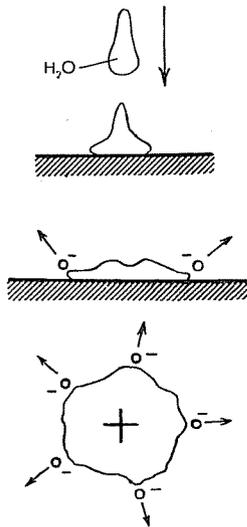


Abb. 2 (oben). Entstehung des pilzförmigen Gewitter-Kumulus durch den Aufwind bei windstillem Sommerwetter („Wärmegewitter“)

Abb. 3 (unten). Trennung elektrischer Ladungen beim plötzlichen Zerfall von Wassertropfen (Wasserfall-Elektrizität nach Lenard & Simpson): Die feinen Splittertröpfchen sind negativ, der große Resttropfen positiv geladen

Wärmegewitters statt. Wenn nämlich bei windstillem, heißem Sommerwetter feuchte, warme Luft an Abhängen aufsteigt und den von den Segelfliegern gesuchten Aufwind bildet, so entsteht infolge der adiabatischen Ausdehnung eine Abkühlung der Luft und damit eine Wasserkondensation. Die größer werdenden Wassertropfen fallen gegen den Luftstrom des Aufwinds und werden bei genügender Geschwindigkeit von diesem zerblasen, so daß sie platzen. Die großen Reste tanzen als positiv geladene Tropfen weiter im Luftstrom auf und ab, während die kleinen Splittertröpfchen vom Aufwind mitgetragen werden in die oberen und seitlichen Teile



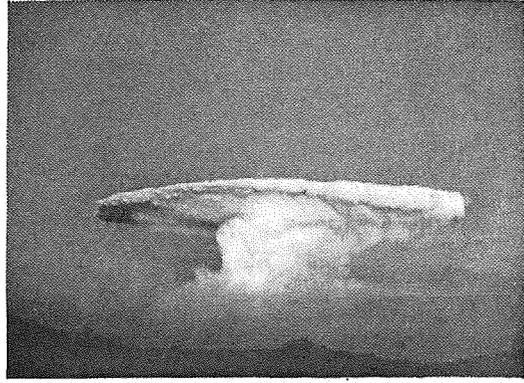
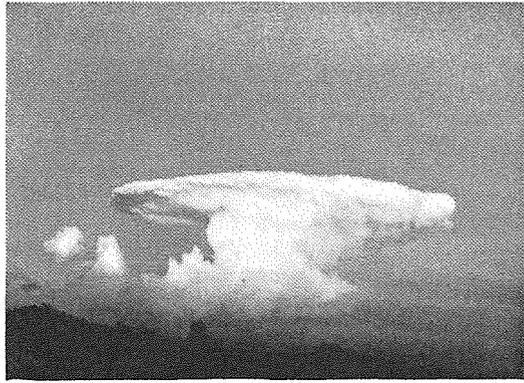
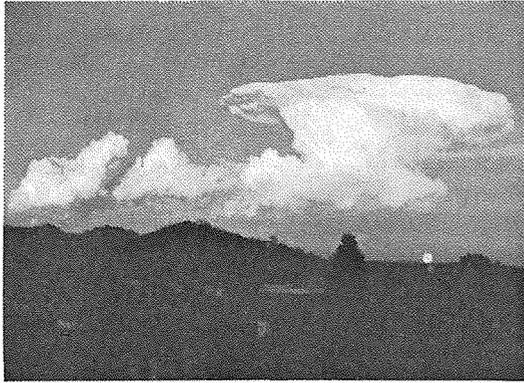


Abb. 4. Photo der Entstehungsphasen eines pilzförmigen  
Gewitter-Kumulus am Monte Misma (Oberitalien)  
(Aufnahmen von Dr. R. G. Legler)

des bekannten Gewitter-Kumulus oder Gewitterpilzes, dessen Bild für sommerliche Wärmegewitter charakteristisch ist (vgl. Abb. 2 und 4). So bildet sich im oberen Teil des Aufwindstromes ein positiver Ladungskern, während das Pilzdach überwiegend negativ erscheint. Als Energiequelle dieses atmosphärischen Generators wirkt somit in erster Linie der Aufwind, das heißt die Sonnenstrahlungsenergie.

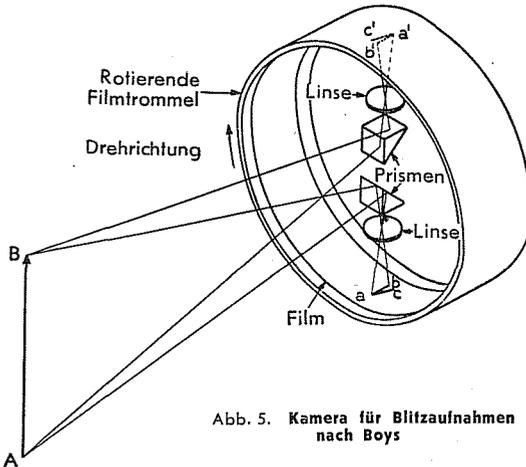


Abb. 5. Kamera für Blitzaufnahmen nach Boys

Komplizierter, wenn auch prinzipiell ähnlich mögen die Verhältnisse in den sog. Frontgewittern sein, die beim Einbruch einer Kaltwetterfront über dem Kontinent entstehen und sich oft über Hunderte von Kilometern Breite ausdehnen. In größeren Höhen spielen dagegen vermutlich wesentlich andere Vorgänge die Rolle der atmosphärischen Dynamomaschine, weil dort flüssiges Wasser nicht existiert. Ob die unter der Einwirkung des ultravioletten Sonnenlichts entstehende lichtelektrische Auslösung von Elektronen aus Eiskristallen dabei wesentlich ist, läßt sich heute nicht sicher entscheiden.

Sind einmal genügend Ladungen entgegen den anziehenden Coulombschen Kräften vom Wind getrennt, so sind damit im wesentlichen in der Trennschicht beider Ladungsgebiete auch die Vorbedingungen für die Bildung von Blitzen gegeben. Das elektrische Feld führt dort bei genügender Intensität zur sog. Ionisation der Luft, indem vor allem

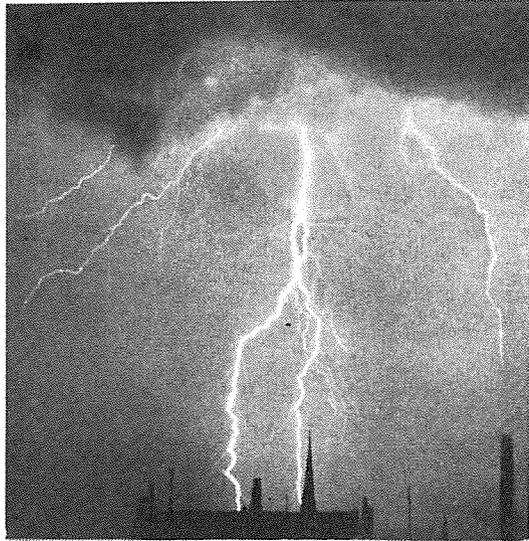


Abb. 6a. Photographie eines Blitzes mit ruhendem Photoapparat  
(Photo B. Waller, Hamburg)

freie negative Träger so stark vom Feld beschleunigt werden, daß sie ihrerseits befähigt werden, bisher neutrale Atome und Moleküle in elektrisch geladene Teile, nämlich Elektronen und Ionen, zu spalten. Dieser Vorgang kann lawinenartig anschwellen, so daß sich schließlich nach Messungen des deutschen Physikers M. Töpler Kanäle bilden, deren elektrische Leitfähigkeit beträchtlich wird. Dieses Leitendwerden der Luft ermöglicht den Elektronenlawinen das Vordringen in immer weiter wegliegende Feldgebiete: Aus dem anfänglich schwachen Ionisationspfad entwickelt sich der elektrisch gutleitende Blitzkanal, der aus der Wolke herauswächst und schließlich bis zur Erde vordringen kann. (Abb. 1 auf Titelblatt zeigt eine Photographie von H. Egli eines Blitzeinschlages in den Sendeturm Beromünster.)

Von der Ueberzeugung durchdrungen, daß der Blitz ein elektrischer Strom sei, der durch passende Mittel unschädlich gemacht werden kann, hat B. Franklin im Jahr 1752 den ersten Blitzableiter auf seinem Haus montiert. In Europa war es besonders der Hamburger Arzt Reimarus, der sich für den Blitzableiter nach dem Vorbild von Frank-

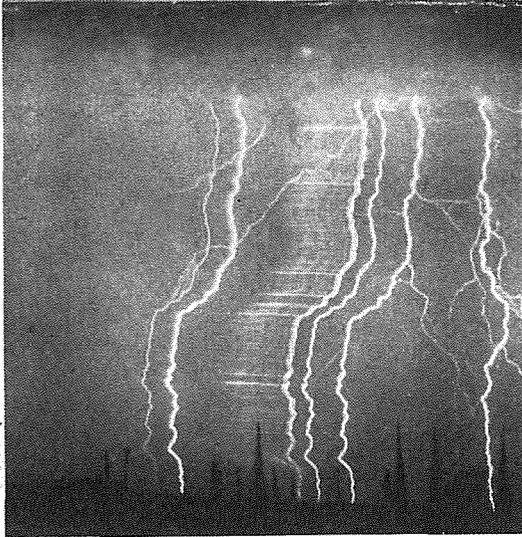


Abb. 6b. Photographie eines Blitzes mit bewegtem Photoapparat  
(Photo B. Walter, Hamburg)

lin einsetzte. Viel zum Interesse am Blitzableiter beigetragen hat wohl auch eine im Jahr 1769 in Brescia erfolgte Explosion eines Pulvermagazins infolge Blitzschlag, bei der 3000 Personen den Tod gefunden haben sollen und große Teile der Stadt zerstört wurden.

Die Erforschung der physikalischen Vorgänge bei der Blitzbildung beginnt viel später. Als deren Anfang darf man vielleicht die photographischen Untersuchungen des Hamburger Professors und Blitzableiter-Fachmannes B. Walter um 1900 herum bezeichnen. Walter gebührt das Verdienst, als Erster die optischen Untersuchungen mit bewegtem Photoapparat begonnen zu haben. Seine Bilder zeigen mit aller Klarheit, daß die scheinbaren Verzweigungen des Blitzes zum Teil auf zeitlich nacheinander erfolgende sogenannte Teilblitze zurückzuführen sind, deren Abstand und Einzeldauer sehr verschieden sind. (Vgl. Abb. 6a und 6b.) In Abb. 6a ist derselbe Blitz nach einer Aufnahme von Walter mit einem ruhenden, in 6b mit einem bewegten Photoapparat photographiert worden. Der erste Teilblitz nimmt darin einen

andern Weg als alle folgenden Teilblitze. Der zeitliche Abstand der Teilblitze liegt meistens bei Zehntelsekunden, geht aber bis zu Tausendstelsekunden herunter.

Einer ersten Zerlegung des Gesamtblitzes in Teilblitze ist vor etwa einem Jahrzehnt die weitergehende photographische Zerlegung der Teilblitze gefolgt. Denn offenbar muß es möglich sein, durch genügend rasche Vorbewegung der Photoplatte vor dem Blitz oder seinem Bild selbst das Vorwachsen des Blitzes festzustellen. Zu diesem Zweck hat Boys in London eine sinnreiche Kamera gebaut. (Vgl. Abb. 5.) Der photographische Film wird in einen hohlen Stahlzylinder gelegt, der in rasche Rotation versetzt wird. Durch zwei Prismen- und Linsensysteme werden vom Blitz AB zwei Bilder erzeugt, die sich in der Trommel diametral gegenüberliegen; das sind  $ab$  und  $a'b'$ . Dreht sich nun die Trommel und wächst der Blitz mit nicht allzu großer Geschwindigkeit von A nach B vor, so entstehen auf dem bewegten Film statt der Bilder  $ab$  und  $a'b'$  die Bilder  $ac$  und  $a'c'$ . Diese schließen einen gewissen Winkel miteinander ein, aus dem leicht geschlossen werden kann, wie rasch der in einem bestimmten Abstand befindliche Blitz AB vorgewachsen ist.

Die ersten mit dieser Kamera erhaltenen Bilder des Blitzes wurden von Schonland, Malan und Collens in Südafrika veröffentlicht. Sie haben unser Wissen um die Blitzbildung in unerwarteter Weise vermehrt, indem sie zeigen, daß der Teilblitz von

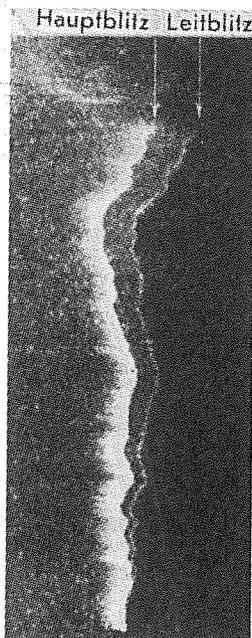


Abb. 7 (oben)  
Eine der ersten Blitzphotographien mit Boys-Kamera. Aufnahme Schonland & Collens, Südafrika. Langsam vorwachsender Leitblitz und rascher, intensiver Hauptblitz

einem sehr leuchtschwachen Vorblitz oder Leitblitz („Leader stroke“) eingeleitet wird, dem in der Regel ein viel hellerer und stromstärkerer Hauptblitz („Main stroke“) folgt. In der Boys-Aufnahme erscheint dementsprechend ein Zwickel zwischen einem lichtschwachen Bild (rechts in Abb. 7) und dem starken Hauptblitz (links), welcher letzterem auch der Donner zuzuschreiben ist. In der Folge ist es durch äußerste Steigerung der Filmgeschwindigkeit gelungen, diesen Zwickel noch weiter aufzuhellen und aufzulösen (vgl. Abb. 8)

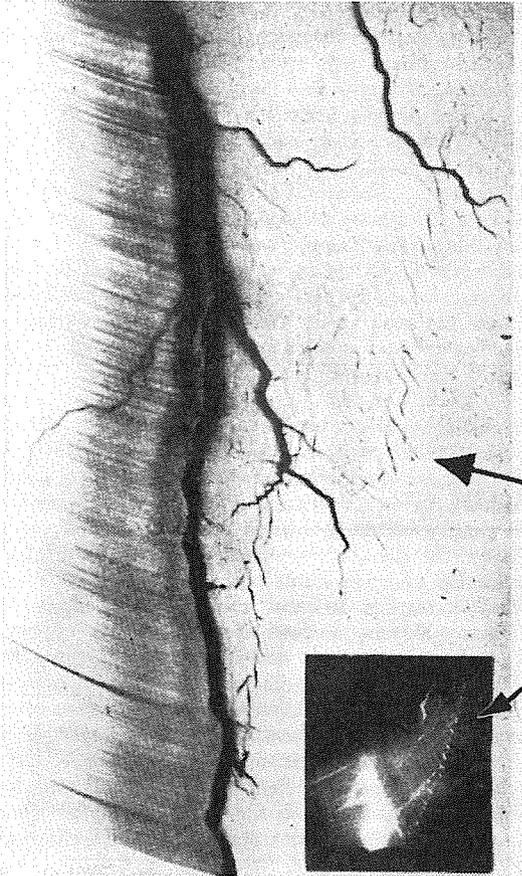


Abb. 8. Blitzphotographie mittels Boys-Kamera höchster Auflösung: Rückweises Vorwachsen des Leitblitzes

und damit zu zeigen, daß der erste Leitblitz nicht in einem Guß gleichmäßig entsteht, sondern ruckweise, wie durch Vorschießen leuchtender Pfeile. Deren Bahnendpunkte werden infolge der dort stärkern Rekombination elektrischer Ladungen besser sichtbar als die übrigen Bahnstrecken. Deshalb entsteht bei schwächerer Auflösung der Eindruck eines gleichmäßig vorrückenden Leitblitzes, wie Abb. 7 zeigt. Im Moment, wo dieser den Erdboden erreicht, entsteht schlagartig die starke elektrische Entladung zwischen Erdboden und Blitzkanal. Während der Leitblitz mit der Größenordnung von weniger als  $\frac{1}{1000}$  der Lichtgeschwindigkeit vorwächst, bildet sich der Hauptblitz mit der Größenordnung von etwa  $\frac{1}{10}$  der Lichtgeschwindigkeit.

Nach diesen optischen Untersuchungen des Blitzes aus größerer Entfernung ist nun in den Jahren vor dem Krieg weiter versucht worden, den Blitz aus der Nähe optisch und elektrisch zu untersuchen. Um das zu können, muß nun leider der Einschlagspunkt zum voraus bekannt sein, was natürlich praktisch recht schwierig ist. Günstige Objekte bilden in dieser Beziehung die amerikanischen Wolkenkratzer, deren große Höhe Blitzeinschläge häufiger entstehen läßt. So sollen am größten Wolkenkratzer, dem Empire State Building in New York, in den Jahren 1935—1937 insgesamt 68 Blitzeinschläge vorgekommen sein. Diese Gelegenheit zur weitem Erforschung des Blitzes ist von McEachron, einem Ingenieur der General Electric Co. in den Vereinigten Staaten von Amerika, benützt worden, indem er elektrische Meßinstrumente zur Blitzstrommessung in der Turmspitze aufstellte und den Turm zugleich von benachbarten Wolkenkratzern aus mit ruhenden und bewegten Photoapparaten beobachtete. Zunächst ergeben diese Untersuchungen, daß elektrische und optische Beobachtungen gut übereinstimmen. Erstmals konnte ferner gezeigt werden, daß die zwischen zwei Teilblitzen gelegentlich optisch festgestellten Schleier tatsächlich einem langdauernden elektrischen Strom entsprechen (siehe auch die Mitte des Bildes von Walter, Abb. 6). Sodann ergab sich aus den Aufnahmen mit der raschen Boys-Kamera die wiederum unerwartete Erscheinung, daß sich am Wolkenkratzer im Gegensatz zur Ebene der Leitblitz sehr oft nicht von der Wolke zur Erde, son-

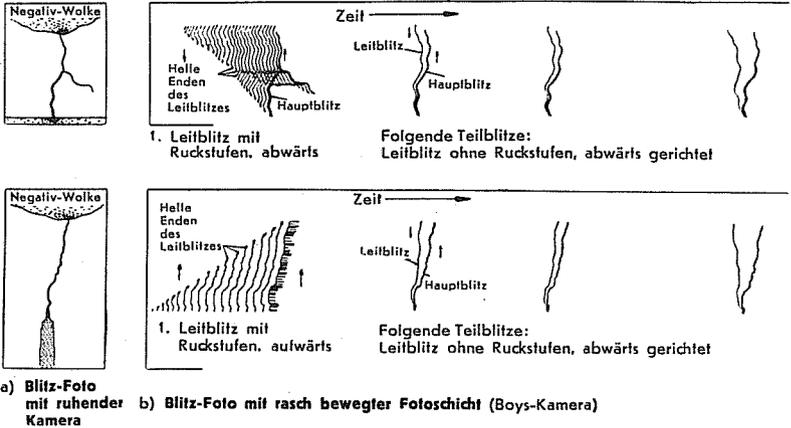


Abb. 9. Unterschied der Blitzbildung in der Ebene und an hohen Türmen (Empire State Building). Darstellung K. B. MacEachron (New York). Der Blitz wächst im ebenen Gebiet vorwiegend von der Wolke zur Erde (vgl. Bild oben), an hohen Türmen dagegen meist vom Turm zur Wolke hinauf (vgl. Bild unten)

dern von der Turmspitze gegen die Wolke hin bildet (Abb. 9). Trotzdem diese Erscheinung dem Hochspannungstechniker nicht ganz fremd ist, bildet doch der Wolkenkratzer gegenüber der negativ geladenen Wolke eine positive Spitze, so bildete sie doch eine große Ueberraschung, vermag doch der Wolkenkratzer damit die Entstehung des Blitzes wesentlich zu beeinflussen.

Da der zur Wolke vorwachsende Leitblitz keine gutleitende Gegenelektrode findet, fehlt der zugehörige Hauptblitz beim ersten Teilblitz. Erst die eventuell folgenden Teilblitze wachsen im geschaffenen Blitzkanal in gleicher Weise wie über der Ebene vor, nämlich von der Wolke zur Erde, und zwar ohne die Bildung von Ruckstufen. Bestünde der erste Teilblitz allein, so wäre auch kein Donner hörbar. An sehr hohen Türmen oder Bergspitzen sind somit donnerlose Blitze möglich.

In der Schweiz sind seit 1926 Gewitteruntersuchungen im Gang. Sie wurden vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (S. E. V.) und vom Verband Schweiz. Elektrizitätswerke (V. S. E.) angeregt, um den Blitz als Störungsquelle der elektrischen Energieübertragung zu erforschen und um Mittel zu finden, diese Störungen zukünftig zu vermeiden und damit die Betriebssicherheit der elektrischen Hochspannungsanlagen zu erhöhen. Seit dem Jahre 1937 besteht zu diesem Zwecke eine be-

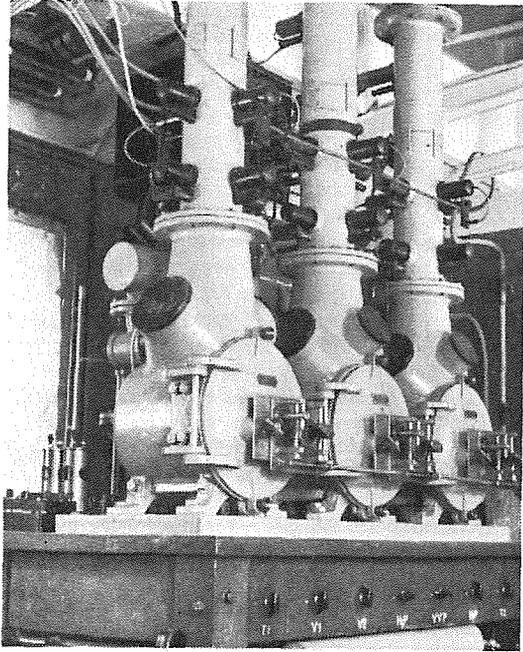


Abb. 10. Dreipoliger Kathodenstrahl-Oszillograph, im Eisenbahn-Meßwagen eingebaut (1930 . . . 1937)

sondere Forschungskommission des S. E. V. und V. S. E. für Hochspannungsfragen (F. K. H.), deren erstes Ziel die Blitzforschung bildet und deren Mittel von den größern Elektrizitätswerken und Firmen der Elektroindustrie zur Verfügung gestellt werden. Diesem Zweck entsprechend mußten vor allem die nötigen Meßinstrumente entwickelt werden, wozu in erster Linie der Kathodenstrahl-Oszillograph gehört. Unter Benützung der Vorarbeiten des französischen Physikers Dufour gelang es, durch gründliche Forschungsarbeit in den Werkstätten des S. E. V. einen Kathodenstrahl-Oszillographen mit kalter Kathode zu entwickeln, der für Registrierzwecke brauchbar ist und mit dem irgendwelche raschen elektrischen Vorgänge photographisch aufgezeichnet werden können. Dieser heute in der Schweiz hergestellte Apparat hat sich in der Folge als universelles Meßinstrument in der Hochspannungstechnik allgemein eingebürgert. Sodann wurden während zehn Sommern 1928—1937 die von

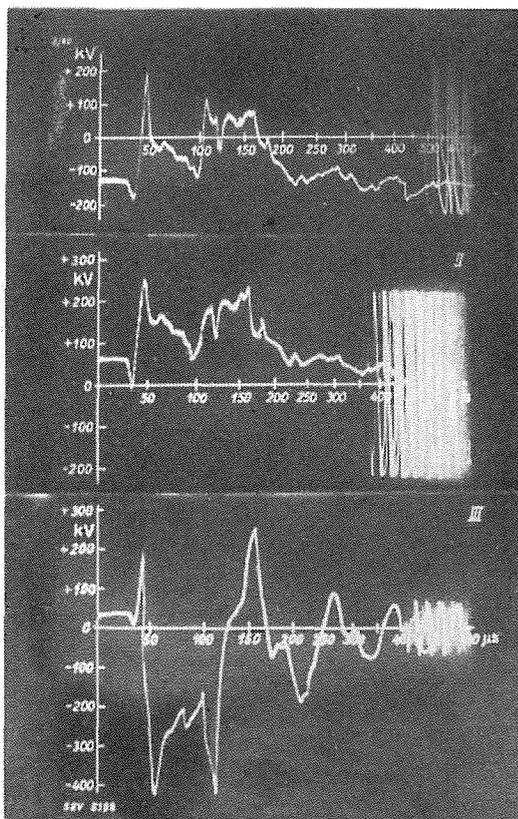


Abb. 11. Oszillogrammbeispiel einer durch Blitzschlag in die Gotthardleitung erzeugten Ueberspannung im Meßpunkt Lavorgo. Die drei Diagramme geben den Spannungsverlauf der drei Leitungsseile gegen Erde an

Gewittern auf schweizerischen Hochspannungsleitungen erzeugten elektrischen Ueberspannungen registriert und damit die Grundlage geschaffen für die Methoden und Mittel des Ueberspannungsschutzes gegen Störungen durch Gewitter. Zu diesem Zweck wurden von den Schweizerischen Bundesbahnen in großzügiger Weise zwei ausran- gierte Bahnwagen als Apparate- oder Meßwagen und als Wohnwagen für den Versuchsingenieur und seine Familie zur Verfügung gestellt. (Vgl. Abb. 10.)

Durch ständig verbesserte Oszillographen und weiter entwickelte Zubehöreinrichtungen gelang es,

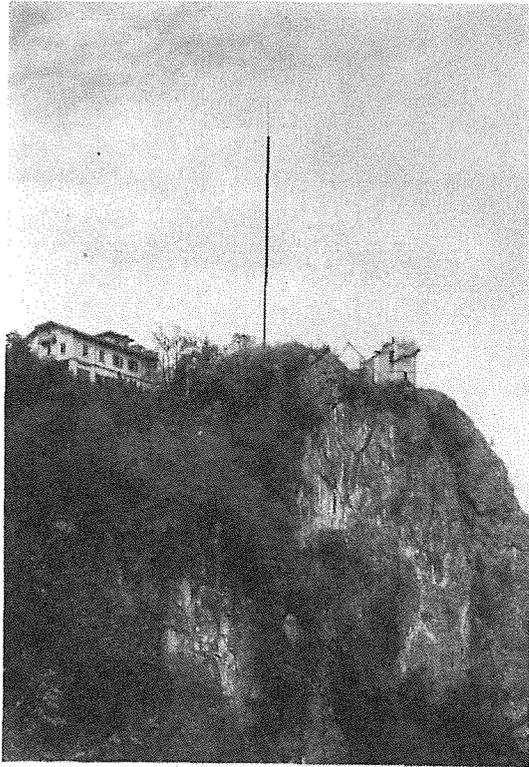


Abb. 12. 70 Meter hoher Blitzableiterturm aus Holz, zu Messzwecken auf dem Monte San Salvatore  
(Photo E. Himmelsbach, Lugano)

wertvolle Aufschlüsse über den Verlauf der Blitzstörungen zu erhalten. Vor allem erwies sich die elektrische Strömung stets als sog. Gleichstromstoß d. h. als Gleichstrom sehr kurze Dauer. Abb. 11 vermittelt ein Beispiel einer vom Blitz erzeugten Ueberspannung auf der Gotthard-Leitung, jener großen Leitung, die uns erlaubt, große Energiemengen über den Gotthard zu transportieren. Es ist daraus zu ersehen, daß die elektrische Spannung eines Leiters (unten) in wenigen Millionstel Sekunden ( $\mu s$ ) auf annähernd eine halbe Million Volt springt, um innerhalb etwa 50 weitem Millionstel Sekunden wieder abzuklingen. Zugleich vermitteln solche Bilder dem Elektriker sehr interessante und neue Kenntnisse von der wellenartigen Ausbreitung

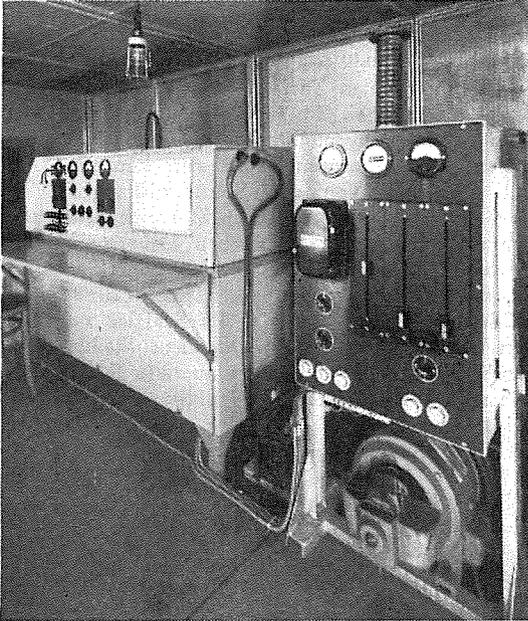


Abb. 13. Inneres der Meßkabine im Faradaykäfig auf dem Monte San Salvatore (Photo V. Vicari, Lugano)

solcher Störungen längs elektrischer Leitungen mit mehreren Leitern.

Eine sehr große Menge solcher Messungen half mit, der schweizerischen Elektroindustrie die Grundlagen zu liefern zur Entwicklung hochwertiger Ueberspannungs-Schutzgeräte, mit denen die Betriebssicherheit von Hochspannungsanlagen verbessert werden kann oder bereits verbessert wurde. Mit einfachen Mitteln, als es Kathodenstrahl-Oszillographen sind, wurde es möglich, wenigstens den Höchstwert und die größte Anstiegsgeschwindigkeit des Blitzstromes bei Einschlägen zu messen. Die erstere Methode stammt von der deutschen Studiengesellschaft für Höchstspannungs-Anlagen; die zweite wurde in der Schweiz entwickelt und zu Messungen benutzt. Sie ergibt, daß der Blitzstrom, der im allgemeinen zwischen wenigen 1000 bis zu 100 000 A beträgt, ganz außerordentlich rasch ansteigen kann, nämlich in der Größenordnung 10 000 A pro Millionstel Sekunde, d. h. mit dem gewaltigen Tempo von rund 10 Milliarden A pro

Sekunde! Aus dieser Erkenntnis lassen sich viele ganz ungewohnte Induktionswirkungen der Blitzströme verstehen.

Im allgemeinen darf gesagt werden, daß wir heute die meisten Blitzwirkungen verstehen und auch mittels sogenannter Blitzgeneratoren oder besser Stoßgeneratoren nachahmen können. Dies gilt vor allem von den Splitterwirkungen, den mechanischen und thermischen Stoßwirkungen, und vor allem von den elektrischen Ueberspannungserscheinungen. Was noch nicht genügend geklärt ist, sind die Wirkungen der kleinern Blitzströme größerer Dauer, von denen die Schleier zwischen den einzelnen Teilblitzen stammen. Stoßversuche ergeben nämlich, daß kurzdauernde Stoßströme, wie sie den kurzdauernden Teilblitzen entsprechen, keine wesentliche Feuersgefahr mit sich bringen. Daher scheint es heute, daß diese kurzen Teilblitze den im Volksmund bekannten „kalten Schlag“ bilden, während die langdauernden stromschwachen Blitze den „zündenden Blitz“ darstellen.

Zur bessern Abklärung dieser Fragen unter den für unser Land gegebenen natürlichen Verhältnissen ist von der FKH auf dem Monte San Salvatore ein großer Blitzableiter aufgestellt worden, dessen Höhe von 70 m über Boden die Häufigkeit von Blitzeinschlägen erhöhen soll. (Vgl. Abb. 12). Sodann wurde eine Meßeinrichtung entwickelt und in einem alten Gebäude auf dem Berggipfel montiert, die erlauben wird, den Blitzstrom bei Einschlägen in den Turm oszillographisch zu messen. (Vgl. Abb. 13.) Im vergangenen Sommer 1943 sind insgesamt 7 Einschläge in den Blitzableiter festgestellt worden. Bei einem Teil derselben befand sich die Meßeinrichtung bereits im Betrieb, so daß bereits einige wenige Resultate vorliegen. Sie scheinen zu bestätigen, daß es tatsächlich sehr verschiedenartige Blitze gibt, deren Dauer vor allem in sehr weiten Grenzen ändert. Es ist vorgesehen, die Meßeinrichtung im nächsten Sommer zu ergänzen, um genaue Auskunft zu erhalten, wie sich in unserer geographischen Breite und bei unsern bergigen Bodenverhältnissen der Blitz entwickelt, diese Naturscheinung, deren Pracht und Majestät wir nur staunend und mit tiefem Erschauern vor der Allmacht der Schöpfung bewundern können.