

bar sein kann, geht daraus hervor, daß, als Zach im Jahre 1803 auf dem Brocken zum Zweck von Längenbestimmungen Blitzfeuer von 7 Unzen Pulver anzündete, man den Widerschein bis auf eine Entfernung von nahe 40 Meilen, also an Orten wahrnehmen konnte, von welchen aus wegen der Krümmung der Erde der Gipfel des Brockens selbst gar nicht mehr sichtbar sein konnte.

**199** Der Donner entsteht ohne Zweifel durch die Vibrationen der beim Ueber schlagen des Blitzes gewaltsam erschütterten Luft. Blitz und Donner entstehen gleichzeitig, und wenn man den Donner später hört, als man den Blitz sieht, so liegt dies nur darin, daß sich der Schall ungleich langsamer fortpflanzt als das Licht.

Aus dem Zeitintervall, welches zwischen der Wahrnehmung des Blitzes und des Donners vergeht, kann man auf die Entfernung des Blitzes vom Beobachtungsorte schließen.

Der Blitz ist, in runder Zahl ausgedrückt, so vielmal 1000 Fuß vom Beobachter entfernt, als Secunden zwischen der Wahrnehmung des Donners und des Blitzes verstreichen.

Der Donner ist nicht auf weithin hörbar; das größte Zeitintervall, welches man bis jetzt zwischen Blitz und Donner beobachtet hat, beträgt 72 Secunden, was auf eine Entfernung von nicht ganz 4 geographischen Meilen schließen läßt. Daß der Donner schon in so geringer Entfernung aufhört, wahrnehmbar zu sein, ist um so auffallender, da man Kanonenschüsse viel weiter hört. Bei der Belagerung von Genua durch die Franzosen hörte man den Kanonendonner zu Livorno, in einer Entfernung von 20 Meilen.

Man sieht das Licht gleichzeitig auf der ganzen Bahn des Blitzes, und auf der ganzen Strecke entsteht auch gleichzeitig der Knall; da sich aber der Schall langsamer verbreitet, als das Licht, da er in einer Secunde nur 340 Meter zurücklegt, so sieht man den Blitz eher, als man den Donner hört; ein Beobachter, welcher sich nahe an dem einen Ende der Bahn des Blitzes befindet, wird den in allen Punkten gleichzeitig entstehenden Ton nicht gleichzeitig hören. Nehmen wir an, der Blitz sei 3400 Meter lang und der Beobachter befinde sich in der Verlängerung seiner Bahn, so wird der Schall von dem entfernteren Ende des Blitzes 10 Secunden später ankommen, als von dem zunächst gelegenen Ende. Da demnach der Schall von den verschiedenen Stellen des Blitzes nur nach und nach zum Ohre des Beobachters gelangt, so hört er also nicht einen momentanen Knall, sondern ein, je nach der Länge des Blitzes und seiner Stellung gegen die Bahn desselben, länger oder kürzer dauerndes Rollen des Donners, welches wohl noch durch ein Echo in den Wolken verstärkt wird.

**200** Wirkungen des Blitzschlages. Denken wir uns, daß eine etwa positive Gewitterwolke über dem Meere oder über einem See schwebe, so wird sie vertheilend wirken, die positive Elektrizität im Wasser wird zurückgestoßen, die negative aber an der Oberfläche des Wassers angehäuft; diese Anhäufung kann so bedeutend sein, daß sie eine merkliche Erhebung des Wassers bewirkt;

es wird sich eine große Woge, ein Wasserberg bilden können, welcher so lange bleibt, als dieser elektrische Zustand dauert, der auf dreierlei Weise endigen kann. 1) Wenn sich die Electricität der Wolke allmählig verliert, ohne daß ein Entladungsschlag erfolgt, so wird sich auch der natürlich-electrische Zustand des Wassers allmählig wieder herstellen. 2) Wenn der Blitz zwischen einer Gewitterwolke und einer anderen, oder zwischen der Wolke und einem entfernteren Orte der Erde überschlägt, wenn also die Wolke plötzlich entladen wird, so muß die an der Oberfläche des Wasserberges angehäuften Electricität auch rasch wieder ab-, die bisher abgestoßene rasch wieder zuströmen, es findet eine plötzliche Ausgleichung, ein Rückschlag Statt. 3) Wenn die Gewitterwolke sich nahe genug befindet und wenn sie stark genug mit Electricität geladen ist, so schlägt der Blitz auf den Wasserberg über. Dieser directe Schlag bringt in der Regel eine bedeutendere Bewegung, ein stärkeres Aufwallen des Wassers hervor als der Rückschlag. Ein solcher Schlag findet nicht ohne mächtige mechanische Wirkung Statt.

Betrachten wir nun die Wirkungen der Gewitterwolken auf dem Lande.

Eine allmähliche Zerlegung und Wiedervereinigung der Electricität bringt keine sichtbaren Wirkungen hervor; es scheint jedoch, daß solche Störungen des elektrischen Gleichgewichts durch organische Wesen, und namentlich durch nerven-krankte Personen, empfunden werden können.

Der Rückschlag ist stets weniger heftig als der directe; es giebt kein Beispiel, daß er eine Entzündung veranlaßt habe, dagegen fehlt es nicht an Beispielen, daß Menschen und Thiere durch den Rückschlag getödtet worden sind; man findet an ihnen in diesem Falle durchaus keine gebrochenen Glieder, keine Wunden und keine Brandspuren.

Die furchtbarsten Wirkungen bringt der directe Schlag hervor. Wenn der Blitz einschlägt, so bezeichnet er die Stelle, wo er den Boden trifft, durch ein oder mehrere, bald mehr, bald minder tiefe Löcher.

Alles, was sich über die Ebene erhebt, ist vorzugsweise dem Blitzschlage ausgesetzt; daher kommt es, daß so oft Thiere mitten in der Ebene erschlagen werden; unter sonst gleichen Umständen ist man jedoch auf einem nichtleitenden Boden sicherer, als auf einem gutleitenden.

Bäume sind schon durch Säfte, welche in ihnen circuliren, gute Leiter; wenn eine Gewitterwolke über ihnen hinzieht, so findet in den Bäumen eine starke Anhäufung von Electricität Statt, und deshalb sagt man mit Recht, daß Bäume den Blitz anziehen; man darf daher während eines Gewitters unter Bäumen, namentlich unter einsam stehenden Bäumen, ja selbst unter einsam in der Ebene stehenden Sträuchen keinen Schutz suchen.

Gebäude sind in der Regel aus Metall, Steinen und Holz zusammengesetzt. Wegen der ungleichen Leitungsfähigkeit dieser Substanzen ist auch die Wirkung der Gewitterwolken auf dieselben sehr verschieden. Wenn der Blitz einschlägt, so trifft er vorzugsweise die besseren Leiter, mögen sie nun frei oder durch schlechtere Leiter eingehüllt sein; die vertheilende Kraft der atmosphärischen Electricität wirkt auf den in die Wand eingeschlagenen Nagel eben so gut, wie auf die frei in die Luft ragende Windsahne.

Die mechanischen Wirkungen des Blitzes sind in der Regel sehr heftig. Wenn der Blitz in ein Zimmer einschlägt, so werden die Möbeln umgestürzt und zertrümmert, Metallstücke werden herausgerissen und fortgeschleudert. Bäume werden vom Blitz gespalten und zersplittert, gewöhnlich aber kann man vom Gipfel bis zum Boden eine mehrere Centimeter breite und tiefe Furche verfolgen, die abgeschälte Rinde und die ausgerissenen Späne findet man weit weggeschleudert, und am Fuße des Baumes sieht man oft ein Loch, durch welches das elektrische Fluidum sich in den Boden verbreitete.

Die physikalischen Wirkungen des Blitzes beweisen eine mehr oder minder bedeutende Temperaturerhöhung. Wenn der Blitz ein Strohdach, trockenes Holz, ja grüne Bäume trifft, so findet eine Verkohlung, meistens sogar eine Entzündung Statt; bei Bäumen findet man jedoch seltener Spuren von Verkohlung. Metalle werden durch den Blitz stark erhitzt, geschmolzen oder verflüchtigt. Wiederholte Blitzschläge bringen auf hohen Bergen sichtbare Spuren von Schmelzung hervor; Saussure bemerkte sie auf dem Gipfel des Montblanc in Hornblendeschiefer, Ramond auf dem Gipfel des Montperdu in Glimmerschiefer und auf dem Puy de Dome in Porphyr; endlich sahen Humboldt und Bonpland auf dem Gipfel des Vulcans von Toluca auf einer Ausdehnung von mehr als zwei Quadratfuß hin die Oberfläche der Felsen verglast; an einigen Stellen fanden sie sogar Löcher, welche innen mit einer glasigen Kruste überzogen waren.

Ein interessantes Beispiel von Schmelzung durch den Blitz erzählt uns Withering (Phil. Transact. 1790). Am 3. September 1789 schlug der Blitz in eine Eiche im Park des Grafen von Aylesford ein und tödtete einen Menschen, welcher unter diesem Baume Schutz gesucht hatte. Der Stock, welchen der Unglückliche trug, scheint besonders den Blitz geleitet zu haben, weil sich da, wo der Stock auf den Boden aufgestützt war, ein Loch von 5 Zoll Tiefe und  $2\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser fand. Das Loch wurde alsbald von Withering untersucht, und es fanden sich in demselben nur einige verbrannte Wurzelfasern. Der Lord Aylesford wollte nun an dieser Stelle eine Pyramide mit einer Inschrift errichten lassen, welche davor warnen sollte, bei Gewittern unter Bäumen Schutz zu suchen. Beim Graben des Fundaments fand man den Boden in der Richtung des Loches bis zu einer Tiefe von 10 Zoll geschwärzt, und 2 Zoll tiefer fand man in dem quarzigen Boden deutliche Spuren von Schmelzung. Unter Anderem fand sich ein Quarzstück, dessen Kanten und Ecken vollkommen geschmolzen waren, und eine durch die Hitze zusammengebackene Sandmasse, in welcher sich eine Höhlung befand, in der die Schmelzung so vollkommen war, daß die geschmolzene Quarzmasse an den Seiten der Höhlung herunterglossen war.

Endlich müssen hier noch die sogenannten Blitzröhren erwähnt werden, welche man in den sandigen Ebenen von Schlesien, von Ostpreußen, von Cumberland und in Brasilien, nahe bei Bahia, findet. Diese Röhren sind oft 8 bis 10 Meter lang, ihr äußerer Durchmesser beträgt gewöhnlich 5 Centimeter, ihr innerer einige Millimeter; die innere Fläche ist vollkommen verglast, die äußere ist rauh; sie sieht aus wie eine mit zusammengebackenen Sandkörnern bedeckte Kruste; man findet sie bald in verticaler, bald in schräger Richtung im Sande;

am unteren Ende verzweigen sie sich gewöhnlich und werden nach und nach spitzer. Fiedler, welcher über diesen Gegenstand viele interessante Beobachtungen gemacht hat (Gilbert's Annal. Bd. LV. und LXI.), bemerkt, daß sich in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche der Sandebenen Wassermulden befinden, und er betrachtet die Blitzröhren dadurch entstanden, daß der Blitz durch den Sand nach dem Wasser durchschlägt.

Am 9. Juli 1849 entlud sich über Basel ein heftiges Gewitter, welches dreimal einschlug. Einer dieser Blitzschläge folgte dem Blitzableiter eines Hauses bis in den Boden, sprang aber von da auf eine 3 Fuß vom unteren Ende der metallischen Leitung vorübergehende eiserne Wasserleitung über. Die einzelnen Röhrenstücke dieser Wasserleitung waren mit Pech in einander gefügt, und gerade an diesen Stellen, wo also die metallische Leitung unterbrochen war, wurden viele Röhrenstücke bis auf eine Entfernung von mehr als  $\frac{1}{6}$  Meile durch das Ueberspringen des elektrischen Fluidum zersprengt. Gleich nach jenem Blitzschläge hörten deshalb auch alle Brunnen des entsprechenden Stadtviertels auf zu fließen.

Daß der Blitzschlag Menschen und Thiere tödten kann, ist bekannt; als Beispiele führe ich hier einige der Fälle an, welche Arago in seiner ausgezeichneten Abhandlung „sur le tonnère“ Seite 475 zusammengestellt hat. (Annuaire du bureau des longitudes pour 1838.)

In der Nacht vom 26. auf den 27. Juli 1759 schlug der Blitz in das Theater der Stadt Feltre ein, tödtete viele Zuschauer und verwundete fast alle übrigen.

Im Jahre 1808 schlug der Blitz in ein Wirthshaus des Fleckens Kappel im Breisgau und tödtete 4 Personen.

Am 20. März 1784 schlug der Blitz in den Saal des Theaters zu Mantua, wo 400 Personen versammelt waren; er tödtete 2 derselben und verwundete 10.

Am 11. Juli 1819 schlug der Blitz während des Gottesdienstes in die Kirche von Chateauf-neuf-Moustiers im Arrondissement von Digne (Departement der Niederalpen) ein, tödtete 9 Personen und verletzte deren 24 mehr oder weniger.

Am 10. Juli 1855 entlud sich Morgens zwischen 7 und 9 Uhr über der ganzen badischen Rheinebene und einem Theile des Schwarzwaldes ein Gewitter, welches an weit auseinander liegenden Orten mehrere Menschen tödtete. Zu Thunsel, oberhalb Freiburg, erschlug nämlich der Blitz einen aus dem Felde heimkehrenden Ackerknecht sammt seinen beiden Pferden. Im Amte Durlach suchten vier Personen unter einem 40 Fuß hohen Birnbaum Schutz gegen den Regen; ein Blitzschlag, welcher den Baum traf, tödtete zwei derselben, während die beiden anderen gelähmt wurden. In der Nähe von Bruchsal endlich schlug während desselben Gewitters der Blitz in eine Torfhütte, in welche sich viele Arbeiter geflüchtet hatten, verletzte mehrere und tödtete zwei derselben.

Im Ganzen ist aber doch die Summe der durch den Blitz erschlagenen Personen so gering, daß man solche Fälle immerhin zu den Seltenheiten zählen kann, obgleich das Einschlagen des Blitzes in Gebäude ziemlich häufig vorkommt.

So schlug in der einzigen Nacht vom 14. auf den 15. April 1718 der Blitz längs der Küste der Bretagne in 24 Kirchtürme und am 11. Januar 1815 traf der Blitz in den Niederlanden 12 Thürme.

Ausgezeichnete und hohe Gebäude werden sehr häufig durch den Blitz heimgesucht.

Im Jahre 1417 schlug der Blitz in den Glockenthurm von St. Marcus in Venedig und zündete das Gebälk an, welches vollständig verbrannte; das wiederhergestellte Dach wurde im Jahre 1489 durch einen Blitzschlag abermals in Asche gelegt. Die später von Stein erbaute Pyramide wurde am 23. April 1745 durch einen heftigen Blitzschlag so verwüstet, daß die Reparaturen 8000 Ducaten kosteten.

Im Juli 1759 entzündete der Blitz das Dach des Straßburger Münsters, und im October des folgenden Jahres traf ein Blitzstrahl den Thurm desselben

Fig. 256.



und zerschmetterte die Pfeiler, welche die sogenannte Laterne tragen, dermaßen, daß die Reparatur über 100,000 Franken kostete.

Auch der Thurm des Freiburger Münsters ist öfters vom Blitz getroffen worden; so richtete z. B. ein Blitzschlag, welcher am 28. April 1561 die herrliche Pyramide, Fig. 256, traf, so bedeutenden Schaden an, daß man zur Wiederherstellung derselben Werkmeister von Straßburg, Colmar und Ettlingen kommen ließ und die benachbarten Stifter beisteuerten, um die Kosten dieser Reparatur zu decken.

Am 2. Januar 1819 traf ein Blitzstrahl den Münsterthurm und ging, nachdem er die in der Höhe von *b*, Fig. 256, hängenden Glocken erreicht hatte, ohne merklichen Schaden zu thun, auf der Nordseite des Thurms an dem Draht herab, welcher zu der Signalschelle in der Wohnung des Thurmwächters führt. Ein Knabe, welcher gerade unter dem Handgriff dieses Drahtes sich befand, wurde getödtet.

Am 10. Januar 1843 zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittags nahm ein Blitzschlag wieder fast denselben Weg, wie im Jahr 1819. Von der Pyramide, an welcher nur einige Steine beschädigt wurden, trat er in die Schneckenstiege *ab*, Fig. 256, welche das nordöstliche Eck des Thurmes bildet; die eisernen Klammern, welche hier zur besseren Verbindung der einzelnen Steine mittelst Blei eingelassen sind, bestimmten den Weg; von einer solchen Klammer zur nächsten überspringend, wurde ein Theil des zur Befestigung dienenden Bleies geschmolzen, mit fortgerissen und auf dem Zwischenraum zwischen je zwei Klammern wurde auf der Oberfläche des Sandsteines ein Bleiglas erzeugt, welches in Form kleiner Glaskügelchen einen fingerbreiten weißen Streifen bildete. Durch allmälige Verwitterung des Bleiglases ist dieser Streifen jetzt wieder verschwunden. Aus der Schneckenstiege nahm der Blitz abermals seinen Weg über die Glocken zu dem schon erwähnten ungefähr 1" dicken eisernen Schellendraht, welcher diesmal theilweise geschmolzen und zerrissen wurde.

Im Jahre 1844 stellte Frick den Blitzableiter am Thurme her, und zwar auf folgende ebenso einfache als zweckmäßige Weise: Von dem metallenen Stern, welcher als Wetterfahne dienend ohnehin schon die Spitze bildet, wurde ein aus 6 ungefähr 2<sup>mm</sup> dicken Kupferdrähten bestehendes Drahtseil bis in den Boden herabgeführt und mit diesem durch 5<sup>mm</sup> dicke Kupferdrähte alle bedeutenderen Metallmassen, wie die Glocken, die Eisenstangen, welche die Pyramiden halten, u. s. w., in Verbindung gebracht.

Diese Vorrichtung hat sich trefflich bewährt, indem ein Blitzstrahl, welcher am 28. April 1847 den Thurm traf, an dem erwähnten Drahte bis zum Boden herabfuhr, ohne daß er auch nur die mindeste Verletzung hervorgebracht hätte.

Am 18. August 1769 schlug der Blitz in einen Pulverthurm zu Brescia; 200,000 Pfund Pulver wurden entzündet und dadurch eine so furchtbare Explosion verursacht, daß  $\frac{1}{3}$  der Häuser dieser großen und schönen Stadt umgestürzt und die übrigen bedeutend beschädigt wurden. 3000 Menschen verloren bei dieser Katastrophe das Leben.

Im Jahre 1785 wurde ein Pulvermagazin zu Tanger, im Jahre 1807

ein solches zu Luxemburg und im Jahre 1808 eines im Fort St. Andrea del Vido zu Venedig durch den Blitz entzündet und in die Luft gesprengt.

Am 5. November 1755 schlug der Blitz in ein Pulvermagazin in der Nähe von Rouen, spaltete einen Balken des Daches und zersplitterte zwei Pulverfässer, ohne das Pulver zu entzünden.

Auf Seite 417, 418 und 419, sowie auf Seite 485 bis 488 der erwähnten Abhandlung führt Arago eine Reihe von Fällen an, in welchen der Blitz in Schiffe eingeschlagen hat. Aus dem Allen ergibt sich, wie nothwendig es ist, Schiffe sowohl wie Gebäude durch Blitzableiter zu schützen.

Die Blitzschläge sind zu keiner Zeit gefährlicher, als in den kälteren Jahreszeiten.

Arago fand diese allgemein verbreitete Ansicht bestätigt, als er bei seiner Lectüre alle Blitzschläge notirte, welche an bestimmt bezeichneten Tagen Schiffe getroffen hatten, und nachher die so zusammengetragenen Fälle nach Monaten ordnete. Er nahm in diesem Verzeichniß (Seite 417 bis 419 der Abhandlung) nur solche Fälle auf, welche sich auf der nördlichen Hemisphäre außerhalb der Wendekreise ereigneten.

Die Zahl der mit genügendem Datum und mit bestimmter Ortsbestimmung versehenen auf Schiffe gefallenen Blitzschläge, welche er auffinden konnte, war im

Januar . . . . .	5,
Februar . . . . .	4,
März . . . . .	1,
April . . . . .	5,
Mai . . . . .	0,
Juni . . . . .	0,
Juli . . . . .	2,
August . . . . .	1,
September . . . . .	2,
October . . . . .	2,
November . . . . .	4,
December . . . . .	4.

Bedenkt man nun, daß die Gewitter im Sommer weit häufiger sind als im Winter, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Wintergewitter, auf dem Meere wenigstens, weit gefährlicher sind als die Sommergewitter, was wohl damit zusammenhängen mag, daß die Gewitterwolken im Winter weit tiefer ziehen als im Sommer.

Auch die oben angeführten Blitzschläge, welche den Thurm des Freiburger Münsters trafen, fanden in den Monaten Januar und April Statt.

**201**      **Geographische Verbreitung der Gewitter.** Obgleich in dieser Beziehung das Beobachtungsmaterial noch sehr mangelhaft ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die Gewitter in der heißen Zone im Allgemeinen nicht allein heftiger, sondern auch häufiger sind als in der gemäßigten, wie man