

Ueber die Ursachen der Blitzschläge in Bäume.

Von **Dimitrie Jonesco.**

Mit 1 Holzschnitt.

Einleitung.

Es ist eine bemerkenswerte Erscheinung, dass die Pflanzenphysiologie bisher gerade diejenige der physikalischen Kräfte, die Elektrizität, welche der Technik unserer Zeit das charakteristische Gepräge verliehen, verhältnismässig noch wenig in den Bereich ihrer Untersuchungen gezogen hat. Und gerade auf diesem Gebiete der botanischen Forschung sind schon seit langer Zeit Fragen von hoher praktischer und wissenschaftlicher Bedeutung offen.

Während der Physiker und der Statistiker sich schon längst mit der von vielen Seiten behaupteten Steigerung der Blitzgefahr beschäftigt, ist der Botaniker der für ihn so nahe liegenden Frage nach den Beziehungen zwischen der Blitzgefahr und den Kulturbäumen noch nicht näher getreten.

Zwar sind die Untersuchungen zahlreich, welche die Charakteristik und die Ursache der vom Blitz hervorgerufenen Verletzungen an den Kulturgewächsen zum Gegenstand haben, trotzdem konnte bisher eine genaue Einsicht in die Wirkungsweise des Blitzes noch nicht gewonnen werden.

Über die Ursachen der Blitzschläge in Bäume liegen dagegen bis jetzt überhaupt keinerlei exakte Untersuchungen vor, man ist in dieser Beziehung über gelegentlich ausgesprochene Ansichten und Vermutungen nicht hinausgekommen. Dieser Umstand muss um so mehr überraschen, als schon vor Jahrhunderten die Verschonung bezw. die Bevorzugung gewisser Baumarten durch den Blitz mit aller Bestimmtheit behauptet worden ist, die Frage nach den Ursachen jener Verschonung bezw. Bevorzugung also schon seit langer Zeit nahe lag. Die Alten behaupteten vom Lorbeer, dass er vom Blitz überhaupt nicht geschlagen werde; SÜETONIUS berichtet vom Kaiser

TIBERIUS, dass er bei Gewittern einen Lorbeerkrantz trug, um sich gegen die Blitzgefahr zu sichern. Bis in die neueste Zeit ist namentlich von Praktikern mit Zähigkeit an der Anschauung festgehalten worden, dass manche Baumarten vom Blitz vollkommen verschont werden. Allein für alle Bäume, von denen dies bisher behauptet wurde, sind sichere Beobachtungen vorhanden, dass auch jene vom Blitz getroffen werden können. — Anderseits galt schon im Altertum die Eiche als derjenige Baum, welcher dem Blitzschlag am meisten unterworfen ist, er war deshalb dem Donnergott geweiht. THEOPHRAST berichtet von einer Eichenart, die so häufig vom Blitz geschlagen werde, dass man sie darum nicht mehr zum Opfern verwende.

Die bisher gemachten Beobachtungen schliessen nun jeden Zweifel darüber aus, dass die Bevorzugung gewisser Baumarten durch den Blitzschlag in der That vorhanden ist. Für diese eigentümliche Erscheinung wusste man bisher, wie bereits oben erwähnt, keinerlei befriedigende Erklärung zu geben.

Die folgenden Untersuchungen nun, die ich im Sommersemester 1891 und Wintersemester 1891/92 angestellt habe, sollen einen Beitrag zur Lösung der Frage nach den Ursachen der Blitzschläge in Bäumen liefern. Ich habe meine Untersuchungen zwar auf eine grössere Anzahl Arten und Gattungen ausgedehnt, trotzdem werde ich mich darauf beschränken, nur diejenigen (mit Ausnahme von *Juglans regia*) mitzuteilen, für die mir zugleich ein reiches statistisches Material zu Gebote stand, an dem ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen prüfen konnte. Bevor ich jedoch in die Darstellung der Ergebnisse meiner Untersuchungen eintrete, entledge ich mich mit Freuden der Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. M. FÜNFSÜCK, Privatdocent an der kgl. technischen Hochschule zu Stuttgart, dem ich die Anregung zu der in Rede stehenden Untersuchung verdanke, für die Unterstützung, die er meiner Arbeit hat angedeihen lassen, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ebenso bin ich Herrn Dr. KOCH, Professor der Physik an der kgl. technischen Hochschule zu Stuttgart, für die bereitwillige Überlassung der für meine Untersuchungen erforderlichen Apparate und für die wertvollen Ratschläge bei Anordnung der Versuche zu grossem Dank verpflichtet.

Allgemeines.

Nach dem Stande der Elektrizitätslehre kann es keinem Zweifel unterliegen, dass bei sehr hoher elektrischer Spannung jede Baumart vom Blitz getroffen werden kann. Steht beispielsweise ein Baum

auf undurchlässiger Gesteinsschicht, über welcher sich Wasser angesammelt hat, so wird in diesem Falle bei Gewitterbildung eine sehr beträchtliche elektrische Spannung eintreten und bei der Entladung die grössere oder geringere Leitungsfähigkeit des Baumes nicht mehr im stande sein, denselben gegen den Blitzschlag zu sichern, sind wir ja doch im stande, selbst Glas, einen exquisit schlechten Elektrizitätsleiter, vom elektrischen Funken durchschlagen zu lassen. Dasselbe gilt von Bäumen an Flussufern, in unmittelbarer Nähe von Teichen etc. CASPARY¹ bezweifelt zwar, dass Bäume an solchen Standorten öfter getroffen werden, als an trockenen, allein die von CASPARY vermissten statistischen Belege sind seitdem so zahlreich geworden, dass an der schon von v. Voss² ausgesprochenen Ansicht füglich nicht mehr gezweifelt werden kann. Unter den von der fürstlich Lippe'schen Forstverwaltung angestellten Beobachtungen, von denen später noch ausführlich die Rede sein wird, finden sich zahlreiche Fälle, welche den Einfluss der Grundwasserverhältnisse bestätigen. Auch anderwärts sind damit im Einklang stehende Beobachtungen gemacht worden, so von PECHUEL-LOESCHE³ in der Umgebung von Jena, welcher darüber berichtet: „An der rechten Thal-seite reichen die undurchlässigen Gesteinsschichten sehr hoch, durchschnittlich in etwa drei Fünftel der Höhe der Abhänge und darüber, an der linken aber fast an deren Fusse. Dorthin nun, wo das Wasser sich ansammelt, an der Ostseite nach den oberen Teilen der Erhebungen, an der Westseite an den unteren Teilen und ausserdem noch und zwar am zahlreichsten, in die locker mit Erlen, Pappeln und Weiden bestandene Aue gehen im grossen und ganzen die Schläge. Die Ränder und Gipfel der Erhebungen, also die höchsten Punkte, scheinen für die Entladungen so gut wie gar nicht vorhanden zu sein: dort stehen vereinzelt Stangen, hohe Masten und halbwüchsige Bäume seit Jahren durchaus unversehrt.“

Im Hinblick auf die Beobachtung, dass Bäume auf nassem Untergrunde besonders oft vom Blitz getroffen werden, stellt v. Voss⁴

¹ Caspary, Mitteilungen über vom Blitz getroffene Bäume und Telegraphenstangen (Schriften der kgl. phys.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. XII. Jahrg. S. 81).

² v. Voss, 4. Jahresbericht der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften in Gera. 1861. S. 55.

³ Pechuel-Loesche, Über Blitze und Blitzschläge (Ausland 1891. No. 38. S. 748—749).

⁴ v. Voss, l. c. S. 55.

ganz allgemein den Satz auf, dass bestimmte Bäume deswegen häufiger als andere vom Blitz getroffen werden, weil ihre tiefer gehenden Wurzeln öfter auf eine feuchte Erdschicht treffen und sie daher eine bessere Elektrizitätsleitung zwischen Erde und Baum vermitteln. Die Wurzeln eines solchen Baumes würden also nach v. Voss bei einem Gewitter den Baum wie einen Konduktor mit der ungleichnamigen Elektrizität laden, während bei einem Baum mit weniger tief in die Erde eindringenden Wurzeln eine solche Ladung naturgemäss in geringerem Grad stattfände.

Abgesehen davon, dass wir überhaupt über die Tiefen der Wurzeln bei unseren Bäumen, wie schon CASPARY¹ hervorhebt, noch recht wenig Zuverlässiges wissen, dass wir insbesondere nicht wissen, ob in der That die Bäume mit tief gehenden Wurzeln öfter als andere geschlagen werden, ist schon die für die fragliche Erklärungsweise unerlässliche Voraussetzung der gleichen elektrischen Leitungsfähigkeit der Bäume nicht zutreffend. Ich werde später vielmehr nachweisen, dass die elektrische Leitungsfähigkeit bei den verschiedenen Baumarten ausserordentlich verschieden ist.

Wie bereits oben bemerkt, kommt in bezug auf die Blitzgefahr die grössere oder geringere elektrische Leitungsfähigkeit der Bäume in dem Grade weniger in Betracht, in welchem die elektrische Spannung steigt. Bei genügend hoher Spannung kann daher recht gut der Fall eintreten, dass der elektrische Funke auf einen schlechten Leiter überspringt, während ein in der Nähe befindlicher besserer Leiter nicht berührt wird, d. h. der Funke nimmt in diesem Fall den kürzeren Weg durch den schlechteren Leiter. Breitet man z. B. einen Tropfen eines fetten Öles möglichst kreisförmig auf eine dünne Unterlage von ölfreiem, feuchtem Holz aus und bringt man dann das so vorbereitete Holz in der Weise zwischen die Konduktoren einer Influenzmaschine, unter Einschaltung einer Leydener Flasche von grosser Kapazität, dass das Centrum des Öltropfens- bzw. -fleckens mit der Centrale der beiden Konduktoren womöglich zusammenfällt, so wird bei schwach geladenen Konduktoren stets die besser leitende Holzunterlage, bei stärkerer Ladung der Ölfleck vom Funken getroffen. Es sei in dieser Beziehung auch an einen einfachen Versuch FARADAY'S² erinnert. Der genannte Forscher verband nämlich ein Ende *e* (siehe nebenstehende Figur) eines 74 Fuss langen,

¹ Caspary, l. c. S. 81.

² Faraday, Experimentaluntersuchungen über Elektrizität. Berlin 1891. Bd. III. S. 473.

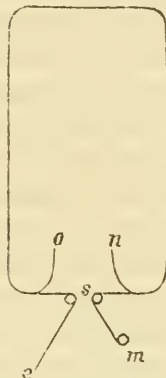
an der Luft isolierten Kupferdrahtes von nur $\frac{1}{12}$ Zoll Dicke mit der Erde. Das andere Ende des Drahtes trug die Metallkugel *m*. Sodann näherte er zwei Punkte in der Nähe von *m* und *e* bei *s* auf einen halben Zoll und verband die äussere Belegung einer gut geladenen Leydener Flasche mit *e*, die innere mit *m*. Wurde nun dem Draht, der ja an und für sich ein vorzüglicher Elektrizitätsleiter ist, eine genügend starke Ladung erteilt, so ging dieselbe nicht mehr vollständig durch den Draht, sondern zum grossen Teil durch die Luft bei *s* in Form eines Funkens. Bei der Länge des Drahtes war also sein Leitungswiderstand für Elektrizität von so hoher Intensität grösser, als derjenige der Luft bei *s*.

Genau um dieselben Erscheinungen handelt es sich ohne Zweifel, wenn bei sehr heftigen Gewittern schlechtere Leiter getroffen werden, während in der Nachbarschaft befindliche bessere verschont bleiben. Für solche Fälle liegen zahlreiche und sichere Beobachtungen vor. So wurde am 13. Juli 1884 ein äusserst heftiges Gewitter von $2\frac{1}{2}$ stündiger Dauer von der Oberförsterei Varenholz (Lippe-Detmold) beobachtet, bei welchem 3 Eichen, 2 Buchen und 1 Esche vom Blitz getroffen wurden und über welches der amtliche Bericht lautet:

„Mässiger Regen, sehr heftige, elektrische Entladungen, ohne Unterbrechung, in nächster Nähe 1 Buche im Bestande, 90jährig, 20 m hoch, 25 cm Durchmesser in Brusthöhe, geringe Krone, 14 m Schaftlänge. Ansatz des Blitzstrahles in 18 m Höhe vom Boden, von Osten her in einer Astgabel, ist dann in mehrfachen Unterbrechungen der Süd-, West- und wieder Südseite in zwei Strahlen sichtbar, gerade nieder zur Erde gefahren. Stamm nicht zersplittert. Ganz in der Nähe eine sehr starke und alte Eiche, mit trockenen Astzapfen, hoch hervorragend, ist nicht getroffen.“

In dem angeführten Beispiel haben wir, wie ich später zeigen werde, die Buche als relativ schlechten, die Eiche dagegen als relativ guten Elektrizitätsleiter anzusprechen.

Wenn es nun nach dem bisher Gesagten einerseits leicht begreiflich erscheint, dass alle Baumarten vom Blitz getroffen werden



können, was übrigens schon COHN¹ erkannt hat, so bleibt doch anderseits die Frage offen, warum bestimmte Baumarten vom Blitzschlag bevorzugt werden. So stimmen alle Beobachtungen ausnahmslos darin überein, dass unter gleichen Standortsverhältnissen (z. B. in gemischten Bestände) die Buche sehr selten, die Eiche sehr häufig vom Blitz getroffen wird. In solchen Fällen, wo für beide nebeneinander vorkommende Baumgattungen dieselben Untergrundsverhältnisse bestehen, kann aus den letzteren unmöglich eine Erklärung für jene Erscheinung hergeleitet werden. Es ist vielmehr im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Ursachen der Blitzschläge in der Beschaffenheit und den Eigenschaften der Bäume selbst zu suchen sind, dass die Bäume, wie auch CASPARY² vermuthet, „je nach ihrer Leitungsfähigkeit für Elektrizität vom Blitz heimgesucht werden, die besten Leiter am meisten, die schlechtesten am wenigsten.“ Man brauchte also nur die Bäume auf ihre Leitungsfähigkeit für den elektrischen Strom zu prüfen, um festzustellen, ob in der That die schlechter leitenden Arten seltener vom Blitz getroffen werden, als die besser leitenden.

Solche Messungen sind nun, wenigstens was den Holzkörper anlangt, bereits von verschiedenen Forschern vorgenommen worden, doch stets mit negativem Erfolg. Am eingehendsten hat DU MONCEL³ die elektrische Leitungsfähigkeit einer Reihe von Holzarten untersucht, jedoch so ausserordentlich schwankende Werte gefunden, dass der genannte Forscher die Möglichkeit zuverlässiger Messungen unter Darlegung der Schwierigkeiten, die sich ihnen entgegenstellen, bezweifelt.

Ich kann mich der Meinung von DU MONCEL insofern nicht ganz anschliessen, als ich der Ansicht zuneige, dass die widersprechenden Ergebnisse jener direkten Messungen der elektrischen Leitungsfähigkeit der Hölzer, wenigstens zum Theil, auf die ungenügende Berücksichtigung der anatomischen, namentlich aber der physiologischen und chemischen Verhältnisse der Versuchsobjekte zurückzuführen sind. Erweiterung der Untersuchungen nach dieser Richtung hin wäre sehr wünschenswert und dürfte ohne Zweifel zu

¹ Cohn, Über die Einwirkung des Blitzes auf Bäume (Denkschrift der Schles. Gesellsch. für vaterländische Kultur. Breslau 1853. S. 282).

² Caspary, l. c. S. 81.

³ Du Moncel, Recherches sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs et les phénomènes qui l'accompagnent (Annales de Chimie et de Physique. 5. série. T. X. S. 471 ff.).

positiven Ergebnissen führen, wenn sie auch die Frage noch komplizierter gestaltet, als sie es schon ohnehin ist.

Nach dem bisher Gesagten begreift es sich, dass es mir zur Zeit zweckmässiger erschien, anstatt die Leitungsfähigkeit auf galvanometrischem Wege zu prüfen, direkt mit dem elektrischen Funken zu experimentieren, also zu untersuchen, welche elektrische Spannungen notwendig sind, um gegebene Längen verschiedener Holzarten (im lebenden Zustande) zu durchschlagen. Es erschien mir ferner von vornherein sehr wahrscheinlich, dass sich die Verschiedenheiten der Leitungsfähigkeit aus den anatomischen, chemischen oder physiologischen Verhältnissen der in Betracht kommenden Gewebe erklären lassen würden. Ich benutzte zu meinen Experimenten eine HOLTZ'sche Influenzmaschine grösserer Gattung in Verbindung mit einer Leydener Flasche von grosser Kapazität, nur in einem Falle bei Untersuchung der Blätter einen starken konstanten Strom.

Der Holzkörper.

Alles, was wir bis jetzt über die Leitungsfähigkeit der Hölzer für den elektrischen Funken wissen, beschränkt sich auf die zuerst von VILLARI (POGGENDORFF's Annalen der Physik, Bd. 133. p. 418 ff.) gemachte Beobachtung, dass trockene Hölzer die Elektrizität in der Richtung der Holzfaser weit besser leiten, als in der Richtung senkrecht auf die Fasern, welche Beobachtung insofern von CASPARY¹ erweitert worden ist, als er nachgewiesen hat, dass das Holz den elektrischen Funken in longitudinaler, radialer und tangentialer Richtung verschieden leitet. CASPARY benutzte zu seinen Versuchen frisches Lindenholz und trockenes Fichtenholz; bei ersterem verhielt sich die Schlagweite in longitudinaler, radialer und tangentialer Richtung wie 19 : 2 : 1, bei letzterem wie 7 : 2 : 1. Weder über die chemische Beschaffenheit des Versuchsmaterials, noch über die Zeit der Versuche finden sich Angaben, so dass die gefundenen Werte, wie wir später sehen werden, nicht einmal als Näherungswerte, wie CASPARY meint, anzusehen sind.

Ich wählte zunächst der äusseren Form nach möglichst gleich beschaffene Stücke lebenden Splintholzes von Buche und Eiche (*Quercus pedunculata* EHRH.) aus, und liess sie in der Längsrichtung der Fasern vom Funken durchschlagen. Es zeigte sich, so oft ich auch unter gleichen Verhältnissen die Versuche wiederholte, dass

¹ Caspary, l. c. S. 84.

das Eichenholz schon bei 1—3 Umdrehungen durchschlagen wurde, während zur Erzielung desselben Effektes beim Buchenholz mindestens 12, in manchen Fällen sogar 20 Umdrehungen erforderlich waren. Es wird nämlich bei gleichbleibender Kapazität des Systems, roh gerechnet, die Anzahl der Umdrehungen, welche die Influenzmaschine unter sonst gleichen Umständen machen muss, um eine Funkenentladung zwischen den Elektroden zu erzeugen, ein Mass für die zur Entladung notwendige Potentialdifferenz abgeben. Bei *Populus nigra* L. und *Salix caprea* L. genühten ebenfalls schon einige wenige Umdrehungen (im Maximum 5), um unter den sonst gleichen äusseren Bedingungen die Versuchsobjekte in der ganzen Längsrichtung vom Funken durchschlagen zu lassen. Das Kernholz verhielt sich in allen Fällen ganz ähnlich. Es empfiehlt sich übrigens, die Versuche in möglichst rascher Folge auszuführen, um sich für dieselben möglichst gleiche Bedingungen zu sichern.

Es ist wiederholt die Vermutung geäussert worden, dass der Wassergehalt der Bäume für deren elektrische Leitungsfähigkeit von Einfluss sei. Nach SCHÜBLER und HARTIG enthalten 100 Teile frisch gefällten Holzes an Wasser:

<i>Populus nigra</i> L.	51,8 ⁰ / ₀
<i>Fagus silvatica</i> L.	39,7 „
<i>Quercus pedunculata</i> EHRH.	35,4 „
<i>Salix caprea</i> L.	26,0 „

Während sich bei den mitgeteilten Versuchen *Populus nigra* L. und *Salix caprea* L. als gleich gute Leiter erwiesen, obwohl der Wassergehalt beider Arten sich wie 2 : 1 verhält, war sogar das wasserärmere Eichenholz ein viel besserer Leiter für den elektrischen Funken, als das wasserreichere Buchenholz. Die Versuche liefern somit den Beweis, dass die Leitungsfähigkeit des lebenden Holzes für den elektrischen Funken vom Wassergehalt unabhängig ist, dass für dieselbe vielmehr andere Faktoren massgebend sein müssen.

Bei der mikroskopischen Prüfung des Versuchsmaterials fiel zunächst bei *Fagus silvatica* L. der relativ grosse Gehalt an fettem Öl auf; dasselbe fand sich in allen Holzzellen und zwar nicht nur in Form grösserer Tropfen, sondern auch in sehr zahlreichen winzigen Tröpfchen als dichter Belag der Zellwände. *Populus nigra* L., *Quercus pedunculata* EHRH. und *Salix caprea* L. waren dagegen nahezu frei von Öl. Da nun bekanntlich fettes Öl ein schlechter Elektrizitätsleiter ist, bei den oben beschriebenen Versuchen die ölarmen Arten

leicht, die ölreichen dagegen weit schwerer vom Funken durchschlagen wurden. so lag der Gedanke nahe, in dem Ölgehalt des Holzes den Grund für die verschiedene Leitungsfähigkeit zu erblicken. Ich suchte daher, mich über den Ölgehalt der verschiedenen Holzgewächse zu orientieren, um sie dann auf ihr Verhalten dem elektrischen Funken gegenüber zu prüfen.

Für unsere Frage sind die Beobachtungen FISCHER's¹ über die mehrfachen Wandlungen der Stärke im Baumkörper sehr wichtig. Der genannte Autor unterscheidet auf Grund seiner Untersuchungen zwischen Fett- und Stärkebäumen. Zu den letzteren rechnet er alle diejenigen Bäume, deren Reservestärke im Holz und Mark vom Herbst bis zum Mai unverändert bleibt, zu den Fettbäumen solche, bei denen sich im Winter und Frühjahr die gesamte Stärke in Mark, Holz und Rinde in fettes Öl, ein Teil der Rindenstärke auch in Glykose verwandelt.

FISCHER² beobachtete ferner ein centrifugales Fortschreiten der Stärkelösung im Holz der Fettbäume, an der Markscheide beginnend und nach dem Cambium zu allmählich fortschreitend. Die Fettbäume würden also in dieser Beziehung ein besonderes Verhalten zeigen, denn nach den Untersuchungen von SCHRÖDER³ und RUSROW⁴ verlieren die ältesten Jahresringe die Stärke zuletzt, der Lösungsprozess der Stärke verläuft also in umgekehrter Richtung, vom Cambium zum Marke fortschreitend. In dem Masse, in welchem die Stärke verschwindet, tritt bei Fettbäumen Öl auf. Nach FISCHER's⁵ Meinung „dürfte die ganze Holzstärke der jüngeren Äste bei den Fettbäumen an Ort und Stelle sich verwandeln“. FISCHER betont wiederholt, dass die Hauptmasse der Stärke keine Translokation erfährt, sondern an Ort und Stelle den betreffenden Umwandlungen unterliegt. Der genannte Autor fand ansehnliche Fettmengen am 13. Mai in dem Holz eines 7jährigen Lindenastes, am 31. Mai in dem Holz eines 7jährigen Birkenastes und am 24. Mai in dem Holz eines 5jährigen Lindenastes; ein am 14. Juni untersuchter 25jähriger

¹ Fischer, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse (Pringsheim's Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXII. S. 73 ff.).

² Fischer, l. c. S. 95.

³ Schröder, Beiträge zur Kenntnis der Frühjahrsperiode des Ahorns (Pringsheim's Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. VII. S. 341).

⁴ Russow, Sitzungsberichte der Dorpater Naturforscher-Gesellsch. VI., 1884. S. 382.

⁵ Fischer, l. c. S. 97.

Lindenast strotzte von Fett. FISCHER¹ gelangt zu der Ansicht, „dass gar nicht alles Fett in Stärke im Frühjahr verwandelt wird, und zwar um so weniger, je älter die Äste sind. Das in ihnen verbleibende Fett wird während des ganzen Sommers nicht gelöst und wird gar nicht in den Wachstumsprozess eingezogen. Nur so viel von dem im Winter vorhandenen Fett dient im Frühjahr zur Ernährung der austreibenden Zweige, als im Vorfrühjahr in Stärke verwandelt worden ist. Es ist noch besonders hervorzuheben, dass namentlich im Holzkörper der Äste diese unveränderlichen Fettansammlungen sich finden, während in der Rinde der grössere Teil schwindet.“

Nach SUROŽ², der sich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, beginnt nach Eintritt des Herbstmaximums der Öl-ablagerung eine Wanderung des Öles in die dickeren Stammteile, die zuletzt ein völliges Schwinden des Öles in den dünneren Zweigen zur Folge hat. Die Untersuchungen von SUROŽ erstrecken sich nur auf wenige Gattungen (*Tilia*, *Caragana*, *Populus*, *Betula* und *Prunus*), stehen teilweise im Widerspruch mit den Beobachtungen FISCHER's und enthalten ebenfalls keine genauen Angaben über die Grösse des Ölgehaltes der verschiedenen Holzregionen zu den verschiedenen Zeiten, Angaben, die für die Beantwortung unserer Frage von der grössten Bedeutung sein würden. Bei meinen Versuchen war ich demnach lediglich auf approximative Bestimmung des Ölgehaltes angewiesen. Ich stimme daher mit FISCHER vollkommen darin überein, dass eine specielle Untersuchung der Fettbäume nach der oben bezeichneten Richtung ausserordentlich wünschenswert erscheint.

Aus dem im Vorstehenden Mitgeteilten geht hervor, dass der Ölgehalt des Holzes der Fettbäume nicht nur Schwankungen unterliegt, sondern auch, dass die verschiedenen Regionen des Holzkörpers verschieden reich an Fett sind. Dieser Umstand dürfte die Erklärung dafür liefern, dass der Leitungswiderstand des Buchenholzes bei den oben mitgeteilten Versuchen scheinbar relativ beträchtliche Schwankungen (12—20 Umdrehungen) zeigte.

Sehen wir nun zu, ob sich das Holz der Fettbäume stets als schlechter Leiter für den elektrischen Funken erweist.

Ich wählte zu weiteren Versuchen ca. 15-jähriges frisches Holz von *Juglans regia* L. und *Tilia parvifolia* EHRH. und stellte Stücke her, die in Bezug auf die Grössenverhältnisse jenen möglichst gleich

¹ Fischer, l. c. S. 109.

² Surož, Öl als Reservestoff der Bäume (VIII. Kongress russischer Naturforscher und Ärzte; Botanik, S. 24—28; russisch).

kamen, welche ich zu den bereits mitgeteilten Versuchen mit *Fagus sylvatica* L. benutzt hatte. Das Holz von *Juglans regia* L. war zweifellos reicher an Öl als dasjenige von *Fagus sylvatica* L., das von *Tilia parvifolia* EHRH. dagegen ärmer. Bei den Ende Juli und Anfang August unter sonst gleichen Bedingungen ausgeführten und sehr oft wiederholten Versuchen stellte sich ausnahmslos heraus, dass bei *Juglans regia* L. mindestens 20, bei *Tilia parvifolia* EHRH. dagegen nur 8—10 Umdrehungen erforderlich waren, ehe die Versuchsobjekte vom Funken durchschlagen wurden.

Ich habe nun noch das frische Holz einer Reihe sowohl von Fettbäumen (*Betula*, *Pinus*, *Larix* etc.) als auch von Stärkebäumen (*Acer*, *Corylus*, *Syringa*, *Ulmus*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Fraxinus* etc.) in der gleichen Weise mit stets dem gleichen Ergebnis geprüft: Das frische Holz der Fettbäume war in allen Fällen ein schlechter Elektrizitätsleiter und zwar ein um so schlechterer, je reicher das Holz an Öl war; das fettarme frische Holz der Stärkebäume dagegen leitete die Elektrizität relativ gut, erheblichere Differenzen im Leitungsvermögen der verschiedenen Arten konnten nicht festgestellt werden.

Von besonderem Interesse sind für uns die Koniferen, von denen ich besonders *Picea vulgaris* LK. und *Pinus silvestris* L. in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen habe.

Bei einer Anzahl Koniferen (*Picea vulgaris* LK., *Larix europaea* DC., *Juniperus communis* L., *Taxus baccata* L., *Thuja occidentalis* L.) beobachtete bereits FISCHER¹, dass im Gegensatz zu anderen Koniferen (*Pinus silvestris* L.) keine vollkommene Entstärkung eintritt, dass die Koniferen somit eine Mittelstellung zwischen Fett- und Stärkebäumen einnehmen. Trotzdem rechnet FISCHER die Koniferen insgesamt zu den Fettbäumen, weil sie während des Winters im Holz vorwiegend Fett führen.

Was zunächst *Pinus silvestris* L. anbelangt, so stimmen die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit denjenigen FISCHER's darin überein, dass das Holz der genannten Art während des Winters in allen Teilen entstärkt erscheint und ansehnliche Mengen Öl führt. *Pinus silvestris* L. unterscheidet sich dagegen sehr wesentlich dadurch von den bereits behandelten Fettbäumen (*Fagus*, *Juglans* etc.), dass das Holz während des Sommers fast ebenso arm

¹ Fischer, l. c. S. 93.

an Fett ist, als dasjenige der typischen Stärkebäume. Etwas anders liegen die Verhältnisse bei *Picea vulgaris* Lk., wo das Holz im Sommer reicher, im Winter dagegen ärmer an Fett ist, als bei *Pinus silvestris* L.

Wir haben also zu unterscheiden: 1. Fettbäume, deren Holz stets reich an Öl ist; dahin gehören z. B. *Juglans regia* L. und *Fagus sylvatica* L.; 2. Fettbäume, welche während des Sommers arm an Fett sind; dahin gehört z. B. *Pinus silvestris* L.; endlich 3. Fettbäume, die zwischen den beiden ersten Kategorien eine Mittelstellung einnehmen, indem ihr Fettgehalt im Winter zwar hinter demjenigen der (unter 1 genannten) typischen Fettbäume zurücksteht, im Sommer jedoch denjenigen der zweiten Kategorie beträchtlich übertrifft; dahin gehört *Picea vulgaris* Lk. Da für meine Zwecke lediglich der Fettgehalt zur Zeit der Häufigkeit der Gewitter, also zur Sommerzeit (vergl. Tab. I auf S. 50 u. 51) in Betracht kommt, so könnte ich also *Pinus silvestris* L. ebensogut zu den Stärkebäumen stellen.

Ende Juli und Anfang August in derselben Weise wie früher angestellte Versuche ergaben, dass der elektrische Funke frisches Splintholz von *Pinus silvestris* L. fast ebenso leicht durchschlug, wie bei Stärkebäumen, Ende Dezember und Anfang Januar aber sogar noch schwerer als bei *Fagus* und *Juglans*. Zur Erzielung des gleichen Resultates bei *Picea vulgaris* Lk. war das eine Mal eine grössere, das andere Mal eine verhältnismässig geringere elektrische Spannung erforderlich.

Die vorstehend mitgetheilten Versuche bestätigen daher ebenfalls, dass die elektrische Leitungsfähigkeit des frischen Holzes von dem Fettgehalt desselben abhängig ist. Würden wir demnach aus dem Holz der Fettbäume das Öl entfernen, so müsste sich dann dieses entölte Holz in bezug auf seine elektrische Leitungsfähigkeit ebenso verhalten, wie das Holz von Stärkebäumen. Dies ist in der That der Fall. Ich habe bei *Fagus* und *Juglans* das Öl mit Äther extrahiert: das so behandelte Holz wurde dann vom Funken ebenso leicht durchschlagen, als das Holz typischer Stärkebäume.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, dass über die Beschaffenheit des mit Äther behandelten Holzes insofern eine Täuschung leicht möglich ist, als das Holz bei blosser mikroskopischer Betrachtung als ölfrei erscheinen kann, während sich die Wände der Holzzellen bei Behandlung mit Alkana oder auch mit Schwefel-

säure als noch ziemlich reich mit Öl imprägniert erweisen. Wenn die in Rede stehenden Versuche gelingen sollen, muss die Extrahierung so lange fortgesetzt werden, bis keine nennenswerte Reaktion auf fettes Öl mehr eintritt.

Dieselben Beziehungen zwischen dem elektrischen Funken und der Beschaffenheit des Holzes, wie wir sie im kleinen durch unsere Experimente kennen gelernt haben, müssen nun auch im grossen, d. h. für den gesamten Holzkörper bestehen, hier wie dort handelt es sich ja um die gleichen Gesetze. Wenn wir im Vergleich zu den elektrischen Entladungen in der Natur nur mit einem verhältnismässig schwachen Funken experimentierten, so ist anderseits zu beachten, dass unsere Versuchsobjekte im Vergleich zu den vom Blitz getroffenen Bäumen ebenfalls nur sehr klein waren. Aus unseren Experimenten folgt daher — vorausgesetzt, dass Cambium, Rinde und Belaubung die Ergebnisse nicht alterieren, wovon weiter unten die Rede sein wird — der Satz: diejenigen Fettbäume, welche auch während des Sommers reich an Öl sind, erscheinen in hohem Grade gegen Blitzschlag gesichert, diejenigen am meisten, die den grössten Ölgehalt besitzen; solche Fettbäume dagegen, welche in der Gewitterzeit arm an Öl sind, desgleichen die Stärkebäume, werden vom Blitzschlag bevorzugt.

Wenn man bedenkt, dass das Holz der meisten unserer Kulturbäume während des Winters reich an Öl ist, so begreift sich leicht, warum bei Wintergewittern äusserst selten Blitzschläge in Bäume beobachtet werden. Auch HELLMANN¹ weist auf letztere Thatsache hin, nur giebt er für dieselbe eine unzureichende Erklärung, wenn er sagt: „Bei der anderweitig bekannten Blitzgefährlichkeit der Wintergewitter muss man annehmen, dass der Zustand der Ruhe, in welchem sich dann die Bäume in unserem Erdstriche befinden, wegen verringertes Saftthätigkeit, Abfalles der Blätter bei Laubbäumen, gefrorenen Bodens u. s. w. auf den Blitz weniger Anziehungskraft ausübt als in der Vegetationsperiode.“

Betreffs der Versuche an Zweigen habe ich noch einer wichtigen Beobachtung Erwägung zu thun. Wenn ich mit frischen Ästen experimentierte, an denen sich abgestorbene Verzweigungen befanden, so sprang der Funken nicht auf das sich der Entladung zunächst darbietende frische Holz, sondern stets auf die abgestorbenen

¹ Hellmann, Beiträge zur Statistik der Blitzschläge in Deutschland (in „Zeitschrift des Königl. Preuss. statist. Bureaus“, Berlin 1886. S. 188).

Zweigstücke über, gleichgültig ob das Material einem Stärke- oder einem Fettbaum entnommen war. Weitere Versuche, bei denen die abgestorbenen Zweige für sich allein auf ihre Leitungsfähigkeit geprüft wurden, stellten fest, dass selbst bei Stärkebäumen das lebende Holz weit weniger gut leitet, als das abgestorbene. Bei den von Fettbäumen stammenden Ästen erklärt sich die Erscheinung zum Teil dadurch, dass aus dem abgestorbenen Holz stets alles Öl verschwunden ist. Aus diesen Beobachtungen ist der Schluss zu ziehen, dass abgestorbene Äste sowohl bei Fett- wie bei Stärkebäumen die Blitzgefahr vergrössern.

Das Cambium und die Rinde.

Alle Autoren, welche sich mit dem Gegenstande näher befasst haben, stimmen darin überein, dass das Cambium relativ der beste Elektrizitätsleiter im Baume ist. Dagegen gehen die Ansichten über die Frage, ob die Cambialschicht thatsächlich als guter Leiter anzusehen sei, weit auseinander. CASPARY¹ hält dieselbe für einen „recht schlechten Leiter“, während COHN² meint, es werde „der Hauptstrom der Elektrizität in der gut leitenden Cambialschicht abgeleitet“.

Bei den zahlreichen Versuchen, welche ich an mehrjährigen lebenden Zweigen sowohl von Fett- wie von Stärkebäumen angestellt habe, ist die Thatsache bemerkenswert, dass in allen von mir untersuchten Fällen bei schwachen elektrischen Entladungen das Cambium allein getroffen wurde, Rinde und Holz unberührt blieben. Bei stärkeren Entladungen wurde auch das Holz getroffen. Wenn nun auch nach den Versuchen mit schwacher elektrischer Spannung die Cambialschicht als relativ bester Elektrizitätsleiter im Baum erscheint, so wird sie doch wegen ihrer sehr geringen Mächtigkeit im Vergleich zum Holzkörper für die heftigen elektrischen Entladungen in der Natur stets ein unzureichender Leiter sein, um den verhältnismässig grossen Entladungsstrom zur Erde abzuleiten. Hierzu kommt noch, dass sich das Cambium aller untersuchten Arten, mochten sie in die Kategorie der Fett- oder der Stärkebäume gehören, in bezug auf die Leitungsfähigkeit stets gleich verhielt. Dasselbe gilt von der Rinde, welche sich in allen Fällen als sehr schlechter Elektrizitätsleiter erwies. Weder das Cambium noch die Rinde werden somit im stande sein, das elektrische Leitungsvermögen der

¹ Caspary, l. c. S. 85.

² Cohn, Verhandl. der Leop.-Karol. Akad. XXVI. 1858. S. 177.

Bäume zu alterieren. Unser oben ausgesprochener Satz, nach welchem die Gefährdung der Bäume durch Blitzschlag vom Ölgehalt des Holzes abhängig ist, bleibt also zu Recht bestehen.

Die Belaubung.

Die sehr häufig gemachte Beobachtung, dass der Blitz unterhalb der Baumkrone in den Stamm schlägt, den belaubten Teil des Baumes also unberührt lässt, legt die Vermutung nahe, dass die Belaubung als schlechter Elektrizitätsleiter anzusprechen sei. Die Prüfung der Blätter einer grossen Zahl von Arten auf ihr Leitungsvermögen bestätigten die Vermutung im vollen Umfange. Es war eine relativ beträchtliche elektrische Spannung erforderlich: um die Blätter, die sich im allgemeinen bei den verschiedenen Arten gleich verhielten, vom Funken durchschlagen zu lassen. Wenn die Spannung ein gewisses Mass nicht überschritt, nahm der Funken regelmässig seinen Weg durch ein bereits vorhandenes Loch, ein Beweis dafür, dass in diesem Falle das Blatt schlechter leitete, als die atmosphärische Luft. Namentlich zeichnete sich die Epidermis durch ihr äusserst geringes Leitungsvermögen aus; an Stellen, wo auf beiden Seiten die Epidermis abgetragen worden war, wurde das Blatt merklich leichter vom Funken perforiert. Nur die Nerven, die Wasserbahnen des Blattes, zeichnen sich, wie ja leicht begreiflich, durch besseres Leitungsvermögen aus. Wurde das Blatt in einen konstanten Strom eingeschaltet, so nahm derselbe seinen Weg ausschliesslich durch die Nervatur. Die Wirkungen des Stromes zeigten sich augenblicklich selbst an den feinsten Nervenverzweigungen in Form von Bräunung, das angrenzende Gewebe blieb unberührt, selbst noch bei Anwendung eines verhältnismässig starken Stromes.

Allein das bessere Leitungsvermögen der Nervatur des Blattes kann aus denselben Gründen, die für das Cambium gelten, nicht ins Gewicht fallen; zudem ist zu bedenken, dass die Nerven ja ebenso wie das übrige Blattgewebe allseitig durch die Epidermis isoliert sind, was bei meinen Versuchen selbstredend nicht der Fall sein konnte.

Aus dem Vorstehenden leuchtet also ein, dass das Blatt an sich schon als sehr schlechter Elektrizitätsleiter anzusehen ist. Diese Eigenschaft wird ohne Zweifel noch durch die Art der Verteilung der Blätter am Baum gesteigert, so dass es im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass die Belaubung überhaupt nur in seltenen Fällen vom Blitzschlag getroffen wird. Da nun ferner die Blätter aller

untersuchten Arten in ihrem äusserst geringen Leitungsvermögen übereinstimmten, so wird auch die Belaubung auf die relative Leitungsfähigkeit der Bäume für den elektrischen Funken ohne Einfluss sein.

Etwas günstiger gestaltet sich die Sache bei mit Wasser benetzten Blättern, die bei geringerer elektrischer Spannung durchgeschlagen wurden, als unbenetzte. Bei nur zur Hälfte benetzten Blättern perforierte der Funken regelmässig die benetzte Hälfte, indem er über die nicht benetzte hinwegschlug. Die Erscheinungen liefern vielleicht die Erklärung für die Beobachtung, dass der Blitz vorwiegend bei Regen bzw. starkem Regen in die belaubte Baumkrone schlägt.

Statistisches.

Nachdem ich meine Untersuchungen in der Hauptsache bereits abgeschlossen hatte, gelangte zu meiner Kenntnis, dass die fürstlich LIPPE'sche Forstdirektion schon seit 1874 auf allen ihren Oberförstereien eingehende Beobachtungen über Blitzschläge in Bäume anstellt. Mit der grössten Bereitwilligkeit stellte die fürstliche Forstdirektion nicht allein ihre Publikationen über die geführte Gewitterstatistik, sondern sogar das gesamte, überaus umfangreiche Aktenmaterial aus den Jahren 1879—1885 und 1890 zur Verfügung und gern ergreife ich die Gelegenheit, hierfür der fürstlich LIPPE'schen Forstdirektion meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Ehe ich in die Besprechung der Statistik selbst eintrete, seien noch einige Bemerkungen allgemeiner Natur vorausgeschickt. COHN, CASPARY und andere frühere Forscher waren bei ihren Untersuchungen auf dem vorliegenden Gebiet auf höchst lückenhafte und zum Teil wohl auch unzuverlässige statistische Angaben angewiesen, aus denen sie namentlich nicht im entferntesten Schlüsse auf die Ursachen der Blitzschläge in Bäume ziehen konnten. Dass es an einer für unsere Zwecke brauchbaren Statistik so lange gefehlt hat, kann nicht überraschen, wenn man sich vergegenwärtigt, wie gross die Schwierigkeiten sind, die sich einer solchen Arbeit entgegenstellen. Bei früheren derartigen Beobachtungen begnügte man sich eben damit, mehr oder minder genaue Beschreibungen der Wirkungen der einzelnen Blitzschläge, der Beschaffenheit der getroffenen Objekte zu geben und etwa noch Angaben über die Zeit und Art des Gewitters, der Art des eventuellen Niederschlages u. dergl. hinzuzufügen. Die Beobachtungen nahmen aber insbesondere keine Rücksicht darauf, in

welchem Zahlverhältnis die verschiedenen Baumarten in bezug auf die Häufigkeit des Vorkommens in einem bestimmten Beobachtungsgebiete zu einander standen und in welcher Weise sie sich auf die verschiedenen Bodenarten verteilten. Dass sich aus solchen Angaben nicht einmål Schlüsse ziehen lassen, ob eine gewisse Baum- oder Bodenart vom Blitzschlag bevorzugt worden ist oder nicht, liegt auf der Hand.

Wenn beispielsweise in einem bestimmten Gebiet nur sehr wenig Eichen vorhanden sind, so können naturgemäss auch nur sehr wenige vom Blitz getroffen werden; wir sind so lange nicht in der Lage, zu beurteilen, ob Eichen seltener oder häufiger als bestimmte andere Bäume vom Blitz getroffen werden, als wir nicht wissen, um wieviel mal seltener oder häufiger die Eichen in gedachtem Gebiet vertreten sind. Wären also in einem gewissen Gebiete dreimal mehr Buchen als Eichen vorhanden, die Blitzschläge für beide Baumgattungen aber gleich, so würde sich die Blitzgefahr der Buche zur Eiche — unter Nichtberücksichtigung aller übrigen Faktoren — nicht wie 1 : 1, sondern wie 1 : 3 verhalten. Wie wir bereits gesehen haben, ist *Juglans regia* L. in hohem Grade gegen Blitzgefahr gesichert; auch wenn das nicht der Fall wäre, so würden doch nicht häufig Blitzschläge in Nussbäume zur Beobachtung gelangen, weil letztere eben verhältnismässig selten sind.

Die Brauchbarkeit einer Statistik für unsere Zwecke wird also in erster Linie von der Ermittlung jener Zahlenverhältnisse abhängen. Es ist wohl unzweifelhaft, dass es sich hierbei nicht um absolut genaue Werte, sondern nur um mehr oder minder genaue Näherungswerte handeln kann, die aber für unsere Zwecke vollkommen ausreichen. Dasselbe gilt im allgemeinen von der Anzahl der Einzelbeobachtungen der fraglichen Statistik. So ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in dem so vorzüglich beobachteten Gebiet von Lippe-Detmold nicht alle Blitzschläge in Bäume beobachtet worden sind, namentlich dürften solche übersehen worden sein, die mit keinen erheblichen Verletzungen verbunden waren. Es ist überhaupt schon sehr schwierig, die Anzahl der Gewitter für einen bestimmten Zeitraum zu ermitteln. So sind z. B. für 1885 in den betreffenden Akten der fürstlich Lippe'schen Forstdirektion 333 Gewitter angegeben. Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, dass manche dieser Gewitter, wenn nicht auf allen 9 Oberförstereien, so doch auf verschiedenen beobachtet wurden. Es gelangten so mehrere Gewitter zur Notierung, während es sich in Wahrheit eigentlich nur um ein Gewitter handelte. Es kann also durch einfache Addition

der auf den 9 Beobachtungsstationen beobachteten Gewitter die wirkliche Zahl der Gewitter nicht gefunden werden; ebensowenig würde der arithmetische Mittelwert die Zahl der wirklich stattgefundenen Gewitter repräsentieren. Trotzdem besitzen die gefundenen Zahlen in denjenigen Fällen, wo es sich um Vergleiche handelt, annähernd denselben Wert wie absolut richtige Zahlen, da jene stets in derselben Weise gefunden wurden. Andererseits neige ich der Ansicht zu, dass die von manchen Autoren, so z. B. in neuester Zeit wieder von PECHUEL-LOESCHE¹ behauptete stetige Zunahme der Blitzgefahr in Wahrheit nicht besteht. Die von der Statistik ermittelten grösseren Zahlenwerte dürften vielmehr daher rühren, dass gegenwärtig die Blitzschläge genauer registriert werden, als früher.

Wie schon hervorgehoben, besitzen wir im Fürstentum Lippe-Detmold ein sorgfältig und umsichtig beobachtetes Gebiet, das uns in bezug auf alle in Betracht kommenden Fragen wichtige Aufschlüsse zu geben im stande ist. Die dort angestellten Beobachtungen sind für mich von hohem Wert, denn ich kann nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen an jener zuverlässigen und eingehenden Statistik prüfen. Wir werden sehen, dass die Resultate meiner Untersuchungen in allen wesentlichen Punkten von den in Rede stehenden statistischen Beobachtungen bestätigt wurden.

Ich lasse nun zunächst die Beobachtungen folgen, die ich der Übersichtlichkeit wegen in Tabellenform gebracht und zum Teil in $\%$ umgerechnet habe. Dabei habe ich mich nicht lediglich auf die Wiedergabe der uns direkt interessierenden Beobachtungen beschränkt, sondern ich teile auch einige solche mit, welche ich für meine Zwecke hätte entbehren können. Vielleicht sind dieselben späteren Forschern von Nutzen; ausserdem dürften sie allgemeines Interesse besitzen.

I. Von den beobachteten Gewittern fanden statt in $\%$:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Januar	—	—	—	3,4	—	0,7	—	2,1
Februar	—	0,5	—	0,3	—	—	0,3	0,3
März	—	0,7	6,1	5,6	0,4	—	—	0,6
April	7,6	8,8	2,5	0,9	—	2,2	6,9	8,6
Mai	17,1	1,0	14,0	12,7	15,0	23,8	26,5	36,1
Juni	28,8	23,8	21,0	13,7	15,8	13,0	27,6	7,6

¹ Pechuel-Loesche, Über Blitze und Blitzschläge (Ausland 1891, No. 38, p. 748).

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Juli	24,2	40,9	27,6	31,4	31,6	36,1	13,5	15,0
August	14,4	6,4	13,2	17,1	19,4	11,4	14,1	28,8
September	4,5	12,0	3,3	8,1	9,5	8,1	8,7	—
Oktober	3,4	1,2	11,9	2,8	3,2	3,8	0,3	0,6
November	—	0,5	—	4,0	4,7	—	1,8	—
Dezember	—	4,2	0,4	—	0,4	0,9	0,3	0,3

II. Der Tageszeit nach in %:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Von 12— 6 Uhr morgens	6,4	7,8	8,2	10,6	7,1	9,0	3,3	7,4
„ 6—12 „ vorm. .	6,1	17,4	23,5	7,1	7,1	12,1	6,0	17,6
„ 12—6 „ nachm. .	65,9	51,0	48,1	51,2	55,3	61,6	63,1	50,3
„ 6—12 „ abends .	21,6	23,8	20,2	31,1	30,5	17,3	27,6	24,7

III. Niederschlag bezw. Luftbewegung in %:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Ohne Regen	6,9	7,4	13,6	7,8	15,4	9,9	11,5	12,1
Mit etwas Regen	45,9	56,6	60,5	47,5	41,5	52,2	45,6	49,7
„ starkem „	29,1	36,0	19,4	40,7	37,9	34,8	40,2	38,2
„ Hagel	8,4	5,4	0,8	1,2	2,0	1,3	2,1	6,0
„ Schnee	—	1,5	1,6	1,6	0,4	0,5	0,3	0,6
„ Sturm	9,7	9,6	4,1	1,2	2,8	1,3	0,3	10,6

IV. Es wurden getroffen:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Eiche	17	45	11	9	4	40	27	6
Buche	7	4	1	1	—	6	2	—
Esche	1	1	—	—	—	2	1	—
Fichte	6	3	1	—	—	4	3	3
Kiefer	9	11	—	—	—	23	11	5
Birke	—	1	—	—	—	2	1	—
Lärche	—	2	—	—	—	1	4	—
Pappel	—	—	—	—	—	2	1	—
Mehlbeer	—	—	—	—	—	1	—	—
Tanne	—	—	—	—	—	—	1	—

V. Die in Tabelle IV angegebenen Werte in % ausgedrückt ergibt für die wichtigsten Baumarten:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Eiche	42,5	67,2	84,6	90,0	100,0	49,4	53,0	42,9
Buche	17,5	5,9	7,7	10,0	—	7,4	4,0	—
Fichte	15,0	4,5	7,7	—	—	4,9	6,0	21,4
Kiefer	22,5	16,4	—	—	—	27,2	21,6	35,7

Das Beobachtungsgebiet umfasst ca. 18 180 ha (vergl. Tab. X). Auf dieser Fläche finden sich (nach einer brieflichen Mitteilung der fürstl. Lippe'schen Forstdirektion an die Hauptstation des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde) annähernd:

Eichen	11 %
Buchen	70 %
Fichten	13 %
Kiefern	6 %

Ausgedehnte zusammenhängende Nadelholzbestände sind nur an den südlichen Abhängen des Teutoburgerwaldes (nach der sog. Senne hin) vorhanden; im übrigen ist das Nadelholz auf die für Laubholz ungeeigneten Bodenpartien beschränkt und findet sich deshalb nur in verhältnismässig unbedeutenden, zerstreuten Beständen.

Beziehen wir nun die in Tabelle IV bzw. V angegebenen Werte auf die Häufigkeit der wichtigsten Baumarten des Beobachtungsgebietes, so erhalten wir unter Reduktion auf Buche (= 1) folgende Verhältniszahlen:

VI.

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Buche	1,0	1,0	1,0	1,0	Wurden überhaupt nur Eichen getroffen	1,0	1,0	Wurde keine Buche getroffen
Eiche	15,4	72,4	69,7	57,2		37,5	84,3	
Fichte	4,8	4,1	5,4	—		3,6	8,1	
Kiefer	15,0	32,4	—	—		42,6	40,8	

VII. Von den getroffenen Bäumen waren:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
gesund	36	64	12	9	4	74	51	14
krank	4	3	1	1	—	7	—	—
Randbäume	5	15	—	—	—	—	7	1
ganz frei stehend .	5	—	—	2	—	15	5	4

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
im Bestande befindl.	29	51	13	6	3	65	36	9
Waldrechter . . .	1	1	—	2	1	1	3	—
5—10 m hoch . . .	2	3	1	—	—	32	2	—
10—15 m „ . . .	7	17	5	1	1		16	—
15—20 m „ . . .	18	37	7	9	2	37	23	4
20—25 m „ . . .	12	9	—	—	1	12	6	10
25—30 m „ . . .	2	1	—	—	—		4	—

VIII. Der Blitz traf:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
die Spitze . . .	15mal	17mal	3mal	2mal	1mal	22mal	16mal	2mal
den Stamm . . .	25 „	50 „	10 „	8 „	3 „	59 „	35 „	7 „
grüne Äste . . .	3 „	14 „	—	—	—	3 „	4 „	—
abgestorbene Äste .	15 „	12 „	4 „	3 „	3 „	18 „	9 „	5 „

IX. In bezug auf die Bodenbeschaffenheit verteilen sich die beobachteten Blitzschläge in $\frac{\circ}{\circ}$ auf:

	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1890
Kalkboden . . .	3,4	4,5	—	—	—	6,2	11,1	8,0
Keupermergel . . .	6,9	10,4	7,7	10,0	—	4,9	6,7	—
Thonboden . . .	10,4	16,4	23,1	10,0	—	9,9	22,2	—
Sandboden . . .	27,6	19,4	—	30,0	—	34,6	15,6	25,0
Lehmboden . . .	51,7	49,3	69,2	50,0	100,0	44,4	44,4	67,0

X. Die in Tabelle IX genannten Bodenarten des Beobachtungsgebietes umfassen:

Kalkboden	ca. 4 735 ha	= 26,05 %
Keupermergel	5 640 „	= 31,02 „
Thonboden	3 160 „	= 17,38 „
Sandboden	2 365 „	= 13,01 „
Lehmboden	2 280 „	= 12,54 „

Sa. ca. 18 180 ha

XI. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Flächenausdehnung der verschiedenen Bodenarten und der Häufigkeit der auf denselben beobachteten Blitzschläge ergaben sich, auf Kalkboden (= 1) reduziert, folgende Verhältniszahlen für die Blitzgefahr auf den verschiedenen Bodenarten:

	1879	1880	1884	1885	1890
Kalkboden	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Keupernergel	1,66	1,93	0,66	0,50	—
Thonboden	4,54	5,52	2,41	3,03	—
Sandboden	16,40	8,64	11,16	2,79	6,25
Lehm Boden	31,66	22,81	14,92	8,33	17,45

Aus Tabelle III ergibt sich zunächst zur Evidenz, dass die Zahl der Gewitter mit wenig Regen diejenige der Gewitter mit starkem Regen stets, und zwar in einzelnen Fällen (1879, 1881) sogar erheblich übertrifft; mehr als 10 % der Gewitter waren überhaupt ohne Regen.

Diese Thatsachen widerlegen die schon von REIMARUS¹ gemachte Annahme, dass der Blitzstrahl in denjenigen Fällen, wo sein Eintritt zuerst am Stamm unterhalb der Krone beobachtet wird, zuerst die Oberfläche der vom Regen benetzten und darum besser leitenden Blätter und Zweige treffe und die zerstörenden Wirkungen des Blitzes erst dort in die Erscheinung treten, wo jene gute Leitung nicht mehr wirksam ist, also unterhalb der Baumkrone. Der elektrische Strom fände also hier plötzlich beträchtlichen Widerstand, daher auch die beträchtlichen, in die Augen fallenden, mechanischen Wirkungen. Gegen diese Annahme, die übrigens auch schon von COHN² für unwahrscheinlich gehalten wurde, spricht zunächst die Thatsache, dass in zahlreichen Fällen unserer Statistik der Blitz ebenfalls unterhalb der Baumkrone einschlug, wo überhaupt kein Regen vorausgegangen war, also auch die von REIMARUS und andern behauptete Wirkung schlechterdings nicht haben konnte. Allerdings ist zugegeben, dass durch die Benetzung der Baumkrone das sonst sehr geringe Leitungsvermögen derselben gesteigert wird. Das geht sowohl aus meinen Versuchen an Blättern (vergl. S. 48) hervor, als auch aus den statistischen Beobachtungen, nach welchen gesunde Bäume vorwiegend in die Krone bzw. Spitze nur bei Regen getroffen werden. Andererseits zeigten meine Blattexperimente, dass selbst schwache Funken an benetzten Blättern stets Verletzungen hervorrufen. Es ist daher im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass es bei Blitzschlag, wo es sich zweifellos auch verhältnismässig um

¹ Reimarus, Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. S. 141.

² Cohn, Über die Einwirkung des Blitzes auf Bäume (Denkschrift der Schles. Gesellschaft für vaterl. Kultur. Breslau 1853. p. 276).

viel beträchtlichere Entladungen handelt, stets ohne Verletzungen der benetzten Blätter und Zweige abgehen sollte.

Schwer wiegende Belege für den auf Grund meiner Experimente aufgestellten Satz, dass gewisse Arten von Bäumen, nämlich die Stärkebäume, in hohem Masse der Blitzgefahr ausgesetzt sind, enthalten die Tab. IV—VI. Aus denselben ist ersichtlich, dass z. B. für Eiche die Blitzgefahr um ein Vielfaches grösser ist, als für Buche. Im Jahre 1890 wurde gar keine Buche getroffen, im Jahre 1883 überhaupt nur Eichen! Wie ich aber bereits früher festgestellt habe, ist die Buche ein typischer Fett-, die Eiche ein typischer Stärkebaum. Die aus den Ergebnissen der Experimente und aus den anatomischen Thatsachen gezogenen Schlüsse erhalten demnach durch die statistischen Beobachtungen ihre volle Bestätigung.

Von vielen Seiten, namentlich von Praktikern, ist die Behauptung aufgestellt worden, dass isoliert stehende Bäume unter allen Umständen dem Blitzschlage besonders ausgesetzt seien. Tab. VII giebt uns Anhaltspunkte darüber, dass der Einfluss des Standorts in dieser Beziehung, wenn er überhaupt vorhanden, sehr minimal und gegenüber den uns bereits bekannten Faktoren der Blitzgefahr nicht in Betracht kommen kann. In drei Jahrgängen (1880, 1881, 1883) wurden gar keine freistehende Bäume getroffen; darunter befindet sich ein Jahrgang (1880), der besonders reich an Blitzschlägen war: von den zur Beobachtung gelangten 67 Blitzschlägen entfielen 51 auf Bäume, die sich in geschlossenen Beständen befanden. Allein sichere Schlüsse lassen sich aus den in Rede stehenden Angaben nicht ziehen, weil uns nicht bekannt ist, welches Zahlenverhältnis die freistehenden und die im geschlossenen Bestände befindlichen Bäume bilden.

Dasselbe gilt von den Angaben über die Höhe der getroffenen Bäume und über die pathologischen Verhältnisse derselben.

Seit langer Zeit weiss man, dass der Blitz keineswegs immer den Baum an der höchsten Spitze des Wipfels trifft. Schon REIMARUS berichtet von einer Eiche bei Hannover, die am 5. September 1751 im ersten Drittel ihrer Höhe, COHN¹ von einer Silberpappel, welche in halber Höhe getroffen wurde. Wie bereits hervorgehoben, fehlte es den früheren Forschern an einer für ihre Untersuchungen brauchbaren Statistik; sie waren auf mehr oder weniger zuverlässige, zusammenschlinglose, zufällig gemachte Beobachtungen angewiesen. Daraus

¹ Cohn, l. c. S. 276.

ist es zu erklären, dass sie übereinstimmend der Meinung sind, der Blitz treffe nur ausnahmsweise nicht die Spitze der Bäume. Die Zahlen der Tab. VIII liefern nun den Beweis für die Unhaltbarkeit jener Anschauung: Der Stamm wurde stets öfter getroffen als die Spitze. Diese Thatsache bildet einen schlagenden Beweis für den von uns auf experimentellem Wege gefundenen Satz (vergl. S. 48), dass die Spitze bezw. die Blattmasse des Baumes im allgemeinen ein viel schlechterer Leiter für den elektrischen Funken ist, als der Stamm mit seinen Astverletzungen, der daher der Blitzgefahr gegenüber mehr gefährdet ist, als die Krone. Bei dieser Gelegenheit sei der Irrtum SORAUER'S¹, dass bei Eichen vorzugsweise der Wipfel getroffen werde, berichtigt; nach den umfangreichen Beobachtungen in den Lippe'schen Forsten wird bei Eichen der Stamm mindestens ebenso häufig geschlagen, als bei anderen Bäumen.

Ferner bestätigt die Tabelle zur Evidenz einen unserer wichtigsten Sätze, dass nämlich abgestorbene Äste unter allen Umständen grosse Blitzgefahr in sich schliessen. Aus Tab. VII geht hervor, dass weitaus die meisten der getroffenen Bäume gesund waren; die abgestorbenen Äste werden demnach gegenüber den grünen sehr beträchtlich in der Minderzahl gewesen sein. Trotzdem sind mit einer einzigen Ausnahme (1880) abgestorbene Äste nicht nur relativ, sondern positiv erheblich häufiger vom Blitz getroffen worden, als grüne; in vier Jahrgängen (1881, 1882, 1883, 1890) finden sich überhaupt keine Blitzschläge in grüne Äste verzeichnet. Dabei ist ferner in Betracht zu ziehen, dass die Zahlen für die abgestorbenen Äste annähernd ein Minimum repräsentieren dürften. Es wird nämlich von einem verhältnismässig nicht unbeträchtlichen Prozentsatz derjenigen Fälle, wo der Blitz in den Stamm schlug, von den Beobachtern berichtet, dass der Stamm stark, in einzelnen Fällen sogar total zersplittert worden sei und zuweilen einzelne Äste auf beträchtliche Entfernungen fortgeschleudert wurden. Selbst wenn der Stamm nur unerhebliche Verletzungen zeigte, waren die Beobachter über die Eintrittsstelle des Blitzstrahles zuweilen im Zweifel (vergl. den Fall b der auf S. 59 mitgetheilten Beobachtung vom 10. Mai 1879). Weiter finden sich in den Akten der fürstlich Lippe'schen Forstdirektion eine ganze Reihe Beobachtungen verzeichnet, wo an den

¹ Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Berlin 1886. I. Teil, S. 498).

getroffenen Bäumen äusserlich überhaupt keine Verletzungen wahrnehmbar waren. Aus diesen Gründen dürften ferner mehr oder minder zahlreiche derartige Fälle der Beobachtung entgangen sein. Es ist daher die Möglichkeit gewiss nicht von der Hand zu weisen, dass in vielen Fällen abgestorbene Äste nicht als Eintrittsstellen für den Blitzstrahl erkannt worden sind. In Wahrheit wird sich also das fragliche Zahlenverhältnis mindestens nicht ungünstiger für die Richtigkeit meines Satzes gestalten, dass abgestorbene Äste bzw. bis auf den Holzkörper dringende grössere, nicht durch einen isolierenden Verschluss (z. B. durch einen Harzüberzug) gesicherte Verletzungen die Blitzgefahr sehr erheblich steigern.

Nadelbäume scheinen im Vergleich zu Laubbäumen verhältnismässig seltener in Aststümpfe getroffen zu werden, was der Umständlichkeit wegen nicht mit in die tabellarischen Zusammenstellungen aufgenommen wurde. Dieser Umstand kann nicht überraschen, wenn man sich daran erinnert, dass bei Nadelhölzern die Enden solcher Stümpfe, insbesondere wenn es sich um glatte Flächen handelt, schon nach kurzer Zeit einen isolierenden Harzüberzug erhalten, ein pathologischer Vorgang, welcher bei den von mir untersuchten Laubhölzern nicht in die Erscheinung tritt.

Es sei an dieser Stelle noch der merkwürdigen Erscheinung gedacht, dass in zahlreichen Fällen der Blitz abgestorbene Äste bzw. den Stamm in auffallend geringer Höhe über dem Erdboden trifft (vergl. u. a. die unter b und d angeführten Fälle der weiter unten mitgeteilten Beobachtungen vom 10. Mai 1879); in einzelnen Fällen befanden sich sogar über der Eintrittsstelle dürre Äste. Für diese eigentümlichen Fälle weiss ich keine stichhaltige Erklärung zu geben.

Wenn wir bei unseren Untersuchungen nur allein aus statistischen Beobachtungen Schlüsse ziehen wollten, so würden die in Tab. IX—XI gegebenen Werte für die Häufigkeit der auf den verschiedenen Bodenarten beobachteten Blitzschläge geradezu ein erdrückendes Beweismaterial für die Anschauung bilden, dass gewisse Bodenarten der Blitzgefahr mehr ausgesetzt sind als andere. Übersteigt doch nach Tab. IX bzw. XI die Anzahl der auf Lehm- bzw. Sandboden beobachteten Blitzschläge diejenige der auf Kalk bzw. Keupermergel beobachteten um ein Vielfaches, in extremen Fällen um mehr als das Dreissigfache. Lehm Boden weist ausnahmslos bei weitem die höchsten Zahlen auf. 1883 (Tab. IX) kamen in unserem Beobachtungsgebiet überhaupt nur auf Lehm Boden Blitz-

schläge vor. Ähnlich verhält sich Sandboden, wenn auch hier beträchtliche Schwankungen zu verzeichnen sind: während sonst die Zahlen im Vergleich zu Kalk und Keupermergel ebenfalls sehr hoch sind, wurden auf der in Rede stehenden Bodenart 1881 und 1883 gar keine Blitzschläge beobachtet.

Wenn wir nur lediglich auf statistische Beobachtungen angewiesen wären, so dürften wir leicht geneigt sein, jene zwei Ausnahmen auf ungenaue Beobachtungen zurückzuführen; im übrigen würden die statistischen Zahlenwerte augenscheinlich für die Anschauung sprechen, dass in der That gewisse Bodenarten vom Blitzschlag bevorzugt werden. So lagen die in Rede stehenden Zahlenwerte auch HELLMANN¹ vor, der denn auch aus denselben den Schluss zieht, dass die verschieden grosse Blitzgefahr für die verschiedenen Baumarten in erster Linie von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist.

Der vorliegende Fall bietet einen trefflichen Beleg dafür, dass die Beurteilung der durch statistische Beobachtungen festgestellten Zahlenwerte keineswegs eine so einfache Sache ist, als es auf den ersten Augenblick scheint. In unserem Falle sind nämlich die statistischen Zahlen ein Beweis dafür, dass die Blitzgefahr mit der Bodenbeschaffenheit in keinem Zusammenhang steht, also ein Beweis für das Gegenteil von dem, was sie für den ersten Augenblick zu beweisen scheinen. Wie wir bereits experimentell nachgewiesen haben und wie auch durch die statistische Beobachtung bestätigt wurde, sind die Stärkebäume in hohem Grade dem Blitzschlag ausgesetzt. Zu denselben (in unserem Sinne) gehören Eiche und Kiefer, erstere noch mehr als letztere. Nun kommt in unserem Beobachtungsgebiet die Eiche auf Lehm-, die Kiefer auf Sandboden vor. Eiche und Kiefer werden daher nicht deshalb so oft getroffen, weil sie auf Lehm- bzw. Sandboden vorkommen, sondern umgekehrt: Lehm- und Sandboden weisen die höchsten Ziffern auf, weil die genannten Bodenarten von Eiche bzw. Kiefer bevorzugt werden. Aus diesem Grunde stehen die Werte der Tab. IX im allgemeinen im Einklang mit den Werten der Tab. IV. Das Extrem wird im Jahr 1883 erreicht, wo nur Eichen vom Blitz getroffen wurden (Tab. VI) und anderseits nur auf Lehmboden Blitzschläge zur Beobachtung kamen (Tab. IX).

Die fraglichen Werte können sich übrigens deshalb nicht genau,

¹ Hellmann, l. c. S. 189.

sondern nur im allgemeinen decken, weil die verschiedenen Baumarten im Beobachtungsgebiet nicht streng auf bestimmte Bodenarten beschränkt sind, sondern gelegentlich auch auf andere übergehen.

Die Buche kommt im Beobachtungsgebiet sowohl auf Lehmboden als auch auf Kalkboden vor und macht zudem 70 % des gesamten Bestandes aus. Wenn nun wirklich die Blitzgefahr von der Bodenart abhängig wäre, so müsste also auch die Buche häufig vom Blitz getroffen werden. Das ist aber thatsächlich nicht der Fall, denn aus Tab. VI geht hervor, dass die Buchen von allen anderen Baumgattungen um ein Vielfaches in bezug auf die Blitzgefahr übertraffen wird.

Man könnte sich allerdings noch vorstellen, dass zwischen Boden- und Baumart besondere, noch unbekannt, die Blitzgefahr erst hervorrufende Beziehungen bestehen, mit anderen Worten, dass z. B. die Buche auf Lehmboden wenig, dagegen auf Kalkboden mehr gefährdet sei, während bei anderen Bäumen das Umgekehrte stattfindet. Eine solche Annahme würde dann allerdings die in Tab. VI und IX bzw. XI gegebenen Werte beweiskräftig dafür erscheinen lassen, dass in der That die Blitzgefahr von der Bodenbeschaffenheit in hohem Masse abhängig ist.

Abgesehen davon, dass wir über jene Beziehungen nicht das Mindeste wissen, und dass die ganze Vorstellungweise von vornherein mindestens sehr gezwungen erscheint, steht sie mit den statistischen Beobachtungen in direktem Widerspruch. Die Aufzeichnungen in Lippe zeigen nämlich, dass die verschiedenen Baumgattungen auf verschiedenen Bodenarten vom Blitz getroffen werden, dass insbesondere die Buche sowohl auf Kalk, als auch auf Lehmboden geschlagen wurde. Ein sehr interessantes Beispiel für den letzteren Fall bietet die am 10. Mai 1879 von der Oberförsterei Lopshorn (Lippe) gemachte Beobachtung, wo während eines Gewitters von $1\frac{1}{2}$ Stunden Dauer bei starkem Regen und Hagel 5 Buchen und 1 Fichte, sämtlich auf Lehmboden stehend, getroffen wurden. Der Bericht hierüber, der auch sonst für uns wertvolle Angaben enthält, lautet in den betreffenden Akten:

a) » 1 Buche am Gestelle zwischen Distrikt 4 und 8,18 m hoch, 0,50 m im Durchmesser, ziemlich freistehend, gesund, mit einem trockenen Ast. Der Blitz war auf 10 m Höhe in den trockenen Ast geschlagen und von da in gerader Linie am Stamme hinab in die Erde gefahren. Der Stamm war stark zersplittert und starb bald ab.

b) 1 Buche unterhalb des alten Hermannssteinbruchs im lichten Bestande, gesund, 17 m hoch, 0,48 m im Durchmesser. Der

Blitz hatte, wie es schien, auf 5 m Höhe vom Stamme angesetzt und war von da in gerader Linie in den Boden gefahren mit Hinterlassung von mehreren Furchen am Stamm.

c) 3 Buchen südlich vom Mietschause auf der Grotenburg im vollen Bestande in Distrikt 12, von einem Blitzstrahl gleichzeitig getroffen. — Die eine war gipfeldürr, 8 m hoch, 0,31 m im Durchmesser. Der Blitz ist in einen trockenen Ast eingeschlagen und dann in gewundener Linie in die Erde gefahren. Der Stamm war stark zersplittert. — Die zweite war von der ersten 8 m entfernt, gesund, 10 m hoch, 0,30 m im Durchmesser. Der Blitz ist gleichfalls in einen trockenen Ast eingeschlagen und in wenig gewundener Richtung am Stamme hinabgefahren. Der Stamm war nicht sehr beschädigt. — Die dritte, 16 m von der zweiten entfernt, 12 m hoch, 0,28 m im Durchmesser. Auf 10 m Höhe in einem trockenen Aste eingeschlagen, ist der Blitz von da in ziemlich gerader Linie in den Boden gefahren.

d) 1 Fichte im Distrikt 9, Abteilung b, im vollen Bestande, gesund, 18 m hoch, 0,28 m im Durchmesser. Scheinbar war der Blitz an einem trockenen Aststumpfe auf 5 m Höhe eingeschlagen. Die Richtung von da in den Boden war eine gerade. Der Stamm ist stark beschädigt.*

Dergleichen Beobachtungen, wie die vorstehenden, könnte ich aus den Lippe'schen Akten, und zwar für alle in Betracht kommenden Baumarten, noch in grosser Zahl mitteilen. Dieselben sprechen, wie schon oben bemerkt, deutlich dafür, dass die Bodenart auf die Blitzgefahr ohne Einfluss ist.

Die in Rede stehenden Beobachtungen sind für uns ferner deswegen von Interesse, weil sie eine Bestätigung unseres Satzes enthalten, dass abgestorbene Äste geeignet sind, die Blitzgefahr sowohl für Stärke- wie für Fettbäume in hohem Masse zu vergrössern: in vier von den angeführten fünf Fällen sind trockene Äste als Eintrittsstelle für den Blitz bezeichnet. Allerdings handelt es sich bei dem herausgegriffenen Beispiel um einen extremen Fall. Aber auch im allgemeinen ändert sich das Verhältnis nur ganz unerheblich, wie aus Tab. VIII ersichtlich ist: ausnahmslos bestätigen die Beobachtungen die Gefährlichkeit abgestorbener Äste.

Die Natur der tabellarischen Zusammenstellung bringt es mit sich, dass ich nicht alles für unsere Fragen Wissenswerte aus den Lippe'schen Akten in den Tabellen zum Ausdruck bringen konnte, dieselben wären sonst unübersichtlich geworden und hätten den Zweck verfehlt. Ich teile deshalb zum Schluss dieses Abschnittes in folgendem sämtliche Beschreibungen der im Jahre 1890 — so weit reicht bis jetzt die Statistik — beobachteten Blitzschläge in Bäume aus den Akten der fürstlich Lippe'schen Forstdirektion mit.

Ich greife den letzten Jahrgang lediglich aus dem Grunde heraus, weil er für die Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Beobachtungen infolge der grösseren Erfahrung der Beobachter die meiste Gewähr bietet.

2. Mai 1890. Beet; Lehmboden; mit starkem Regen. Der Blitz schlug in 1,5 m Höhe in einen trockenen Ast (einer Eiche) und fuhr in der Richtung der Längsfasern am Stamme herunter in die Erde mit Hinterlassung einer starken Furche in der Borke und im Splint. Die Eiche hat einen Festmetergehalt von 0,75.

5. Mai 1890. Moseshütten; feuchter, tiefgründiger Lehmboden; mit Regen und Hagel. Einschlag in eine 23 m hohe, in Brusthöhe 58 cm Durchmesser habende Eiche, 5 m von der Emmer entfernt, welche 10 m vom Boden eine weitästige Krone ansetzt. In diesem Ansatz an der Ostseite hat der Blitz die Eiche getroffen, die Borke $\frac{1}{2}$ m leicht verletzt, wieder abgesprungen, 3 m tiefer eine gleiche Verletzung vorgenommen. 4 m vom Boden hat er zum drittenmale angesetzt, wo er die Borke 35 cm breit weggerissen hat und so in die Erde verlaufen ist.

13. Mai 1890. Vahrenkamp; Lehmboden; mit mässigem Regen. Mitten im Bestande schlug der Blitz in 9 m Höhe in eine starke Fichte von 29 m Höhe und 39 cm Durchmesser in Brusthöhe, und zwar an der Nordseite, fuhr an derselben in ziemlich gerader Richtung den Holzfasern folgend, herunter bis in die Erde. Der Stamm war total zerrissen und als Nutzholz nicht mehr zu gebrauchen.

17. Mai 1890. Paulinenholz; Sandboden; starker Regen. Die vom Blitz getroffene Kiefer ist 19 m hoch und hat in Brusthöhe 32 cm Durchmesser. Der Blitz war in die grüne Spitze geschlagen.

17. Mai 1890. Hermann; Sandboden; starker Regen. Getroffen eine Kiefer. Selbige ist 23 m lang und hat in Brusthöhe 23 cm Durchmesser. Die grüne Spitze hatte den Blitz aufgefangen und war solcher in gewundener Richtung an dem Stamm heruntergefahren.

17. Mai 1890. Eckelau; Velmertot; sehr starker Regen mit Sturm und Hagel. Im Forstdistrikt Eckelau wurden 3 zusammenstehende Kiefern im geschlossenen Bestande vom Blitz getroffen. Der Blitz hatte bei einer Kiefer etwa 7 m vom Boden angesetzt, war dann 2 m an derselben heruntergefahren, auf die nächststehende bei einem trockenen Aste übergesprungen und dann in den Boden gefahren. Die dritte Kiefer war vom Blitz auf 5 m Höhe getroffen und hatte einen Durchmesser von 24 cm. Im Forstdistrikt Velmertot zerschmetterte der Blitz eine sehr starke Fichte vollständig, welche mitten im Bestande stand. Die Fichte stand an einer Stelle, wo sich der Bestand infolge des nassen Untergrundes schon mehr gelichtet hatte.

20. Mai 1890. Reuterpfad; Kalk; starker Regen. In der Allee wurde eine grüne Eiche von 18 m Höhe, 37 cm Durchmesser auf etwa 11 m Höhe an einem an der Spitze trockenen Aste der Südseite vom Blitze getroffen. Der Blitz ist spiralförmig in $1\frac{1}{4}$ Umdrehung am Stamme

herab und an der Westseite an einer starken Wurzel entlang in den Boden gefahren, am Stamme eine etwa 3 cm breite Rille zurücklassend.

20. Mai 1890. Sandkuhle; humoser, tiefgründiger Lehmboden; Regen und Hagel. Eine 26 m hohe, in Brusthöhe 28 cm Durchmesser haltende Eiche wurde unter der Krone auf 20 m Höhe an der Nordseite vom Blitze getroffen, welcher sich über Osten drehend, an der Südseite in den Boden fuhr und in 2 cm breite Rinde und Splint fortriss. Die nächste Eiche steht in 3,5 m Entfernung, die dann folgenden in 4 m Entfernung.

20. Mai 1890. Bärental: Lehmboden; starker Regen, Donner, Sturm. Eine im geschlossenen Bestand stehende 22 m hohe gesunde Eiche, 52 cm Durchmesser, ist in einer Höhe von 9 m in einer Gabel getroffen, bis zur Erde stark zersplittert worden. Der Blitz ist in spiralförmiger Richtung an dem Stamme hinunter in die Erde gefahren.

21. Mai 1890. Frettholz; mergeliger Lehmboden; mit ziemlich starkem Regen. Im geschlossenen Bestande auf ebener Fläche wurde eine Eiche von 20 m Höhe und 60 cm Durchmesser in Brusthöhe, welche stark beastet war, an einem trockenen Aste in der Höhe von 6 m vom Blitze getroffen, der zunächst an diesem und dann am Stamme selbst in gewundener Richtung heruntergefahren ist und den Stamm zersplitterte.

30. August 1890. Grotenburg; Sandboden; starker Regen, Hagel, Sturm. Eine grüne Fichte, 24 m hoch, 30 cm Durchmesser, im vollen Bestande, 20 m vom Rande entfernt, wurde auf 12 m Höhe an einem trockenen Aste der Südseite getroffen. Der Stamm ist vom Blitze, welcher im Innern des Stammes herabgefahren und einer Wurzel folgend, in die Erde gelangt ist, auf 5 m Höhe über dem Boden vollständig abgeschlagen und der Stumpf zersplittert.

Zusammenfassung.

Die Hauptergebnisse unserer Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze kurz zusammenfassen:

1. Bei sehr hoher elektrischer Spannung können alle Baumarten vom Blitze getroffen werden.
2. Fettbäume, die auch während des Sommers reich an Öl sind, sind in hohem Grade gegen Blitzschlag gesichert, diejenigen am meisten, die den grössten Ölgehalt besitzen.
3. Stärkebäume und Fettbäume, die während des Sommers arm an Öl sind, werden vom Blitzschlag bevorzugt.
4. Der Wassergehalt der Bäume ist auf die Blitzgefahr ohne Einfluss.
5. Abgestorbene Äste erhöhen sowohl bei Stärke- als auch bei Fettbäumen die Blitzgefahr.
6. Cambium, Rinde und Belaubung sind nicht im stande, das elektrische Leitungsvermögen der Bäume zu alterieren.
7. Die Bodenart steht in keinem direkten Zusammenhange mit der Häufigkeit der Blitzschläge in Bäume.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Jonesco Dimitrie

Artikel/Article: [Ueber die Ursachen der Blitzschläge in Bäume. 33-62](#)