

Kugelblitze: Rätsel der Gewitterelektrizität
Axel Wittmann

© Verlag Kessel, Eifelweg 37, 53424 Remagen, 2026

Tel.: 02228-493

E-Mail: nkessel@web.de

Alle Rechte vorbehalten

Homepage: www.forstbuch.de, www.forestrybooks.com

Druck: www.business-copy.com

ISBN: 978-3-910611-42-9

Kugelblitze

Rätsel der Gewitterelektrizität

Axel Wittmann

1. Auflage 2026
Verlag Kessel

Inhalt

Vorwort	1
Kapitel 1	
Kugelblitze: Rätselhafte und seltene Phänomene der atmosphärischen Elektrizität	4
Kapitel 2	
Perlschnurblitze	23
Kapitel 3	
Fotografien von Kugelblitzen	26
Kapitel 4	
Videos von Kugelblitzen	38
Kapitel 5	
Das Kugelblitz-Ereignis von Neustadt bei Coburg (8. Juli 1951)	48
Kapitel 6	
Physik, Energie und Spektren der Kugelblitze	56
Kapitel 7	
Beispiele für Beobachtungsberichte aus der Literatur	63
Kapitel 8	
Beobachtungsberichte aus dem Archiv des Verfassers	68
Kapitel 9	
Literatur zu diesem Buch	99
Kapitel 10	
Bibliographische Hinweise	105
Sachwortregister (Subject index)	161
Namensverzeichnis (Name index)	165

Vorwort

Gewitter, besonders wenn sie heftig sind, gehören neben Tornados und Wasserhosen zu den spektakulärsten, aber auch gefährlichsten Erscheinungen der Meteorologie der Erdatmosphäre. Nicht selten lösen Blitzschläge Schadensfeuer aus oder bewirken Verletzungen oder gar den Tod von Menschen, besonders wenn diese aus Unkenntnis unter Bäumen Schutz gesucht haben. Nur wenn das Gewitter allein mit Wolke-zu-Wolke-Blitzen und ohne Wolke-zu-Erde-Blitze abläuft, besteht an und nahe dem Erdboden keine Gefahr. Die Zahl der amtlich durch die Blitzortungssysteme BLIDS und ALDIS registrierten Blitze (schwache mit weniger als 5 kA Stromstärke und Wolke-zu-Wolke-Blitze können im allgemeinen nicht registriert werden) in Deutschland variiert von Jahr zu Jahr und mit der Jahreszeit sehr stark. Im Mittel der Jahre 2020 bis 2025 betrug die Anzahl nur der Wolke-zu-Erde-Blitze im Mittel 181477 pro Jahr, bei ungefähr 80 Gewittertagen pro Jahr also etwa 2268 Wolke-zu-Erde-Blitze pro Gewittertag. Da etwa 2/3 aller Blitze Wolke-zu-Wolke-Blitze sind, aber wohl auch Kugelblitze auslösen können, beträgt die Gesamtzahl der Blitze im langjährigen Mittel mindestens etwa 7000 pro Gewittertag. Bei beispielsweise 6 über Deutschland verteilten einzelnen Gewitterzellen also ungefähr 1200 Blitze pro Gewitterzelle, von denen sich etwa 400 von Wolke zu Erde entladen. Dauert ein heftiges Gewitter zum Beispiel 60 Minuten, so entladen sich im Mittel etwa 7 Wolke-zu-Erde-Blitze und etwa 13 Wolke-zu-Wolke-Blitze pro Minute. Ungefähr jeder dritte dieser Blitze besteht aus mehreren für das menschliche Auge in der kurzen Zeit kaum aufzulösenden Einzelentladungen (sog. „strokes“).

Neben den häufigen Blitzformen (Linienblitze oder verzweigte Flächenblitze) können – wenn auch extrem selten – bei einem Gewitter auch Kugelblitze auftreten. Diese erscheinen urplötzlich „wie aus den Nichts“ als leuchtende Blitzkugeln mit Durchmessern von wenigen Zentimetern bis zu etwa zwei Metern, meist im Freien in Bodennähe – aber auch im Inneren von Häusern. Sie können sich sehr unvorhersehbar bewegen, aus einer gewissen Höhe herunterfallen, im Garten oder auf einer Straße entlang rollen, und in der Luft oder auch innerhalb eines Hauses herumfliegen. Nach nur wenigen Sekunden erlöschen sie wieder, entweder geräuschlos oder mit einem ohrenbetäubenden Knall. Wegen ihrer Kleinheit, im Vergleich zu Linienblitzen relativ geringen Helligkeit und ihrer Bodennähe – wo sie zum Beispiel durch Vordergrundobjekte wie ein Nachbarhaus leicht verdeckt werden können – sind Kugelblitze nur aus geringen Entfernungen (bis zu vielleicht 200 m) gut zu beobachten, was die Häufigkeit ihrer Beobachtung weiter einschränkt: Entsprechende Umfragen, die

unter anderem in Berlin und in Göttingen durchgeführt wurden, legen nahe, dass die Wahrscheinlichkeit, einen Kugelblitz zu beobachten, für jeden einzelnen Menschen nur etwa 1:10000 beträgt. Das heißt, von 10000 befragten Personen bekommt man im Mittel nur einen vernünftigen und glaubhaften Bericht über eine eigene Kugelblitzbeobachtung, und jeder einzelne Mensch müsste 10000 mal leben, um mit einiger Wahrscheinlichkeit einen Kugelblitz zu sehen. Es macht also wenig Sinn, sich bei einem Gewitter ans Fenster zu setzen und einen Kugelblitz sehen zu wollen. Hat man aber – wie der Verfasser – das Glück, einen Kugelblitz aus der Nähe zu beobachten, ist dies ein tief beeindruckendes Erlebnis, das sich für immer ins Gedächtnis brennt und in einigen Fällen sogar zu einer lebenslangen Beschäftigung mit diesem Thema führt; dies gilt jedenfalls für einige der in diesem Buch genannten Meteorologen und Fachleuten für Kugelblitze.

Kugelblitze sind – wie zum Beispiel auch die Perlschnurblitze und das Elmsfeuer – eine Erscheinungsform der atmosphärischen Elektrizität, gehören also in erster Linie in die Gebiete der Meteorologie und der Physik. In der Frühzeit wusste man über diese Ursachen noch nichts. Frühe Berichte über mögliche Kugelblitze waren daher meist mystisch verbrämt oder lassen sich nicht sicher von anderen Leuchtobjekten, wie zum Beispiel am Himmel verglühenden besonders hellen Meteoren (sogenannten Feuerkugeln) unterscheiden. Außerdem hat die Seltenheit der Kugelblitze sogar einzelne Meteorologen, die selbst nie einen Kugelblitz beobachten konnten, zu Skeptikern und Bezweiflern der Realität gemacht. Heute ist dies unter seriösen Wissenschaftlern und Meteorologen kein Thema mehr: Die reale Existenz von Kugelblitzen ist weltweit durch tausende von Beobachtungsberichten – darunter auch solche von beruflich geschulten und kompetenten Naturwissenschaftlern – nachgewiesen. Inzwischen sind die beobachteten Eigenschaften von Kugelblitzen schon recht gut erforscht und bekannt. Auch einige hundert physikalische Theorien zur Entstehung von Kugelblitzen sind in Fachzeitschriften über Meteorologie, Plasmaphysik, usw. veröffentlicht worden, aber so gut wie alle können bisher nur bestimmte beobachtete Eigenschaften erklären, nicht aber alle. In neuer Zeit bieten Filmkameras und die überall verbreiteten Kameras in Smartphones („Handys“) erweiterte Möglichkeiten zur Beobachtung und zur Aufnahme von Filmen und Videos von Kugelblitzen. Aufgrund der extremen Seltenheit und des im Gegensatz zu Linienblitzen unerwarteten („plötzlichen“) Auftretens von Kugelblitzen sind Fotos und Videos von Kugelblitzen bisher extrem selten und müssen sorgfältig von irrtümlichen, vermeintlichen oder gar bewusst gefälschten bildlichen Darstellungen unterschieden werden.

Der vorliegende Band versucht, auf alle diese Fragen einzugehen, Antworten zu geben, und verweist im Übrigen auf die in den Literaturverzeichnissen angegebenen

zahlreichen Quellen. Mein Dank gilt allen – insbesondere den im Buch namentlich genannten – Personen, die mich durch Korrespondenz und durch die Zusendung von Material, Publikationen und Beobachtungsberichten unterstützt haben. Meinem Verleger, Herrn Norbert Kessel, danke ich ganz besonders für den zeitnah und mit großer Sorgfalt erledigten Satz dieses Buches.

A. Wittmann, im September 2026

Kapitel 1

Kugelblitze: Rätselhafte und seltene Phänomene der atmosphärischen Elektrizität

Schon in alten Chroniken wird – meist sehr laienhaft – über Beobachtungen heller Leuchterscheinungen in der Erdatmosphäre berichtet, die meisten davon helle Meteore (sog. Feuerkugeln) betreffend. Zu den elektrischen Entladungen in der Erdatmosphäre gehören insbesondere die verschiedenen Arten von Blitzen, sowie die filamentartigen Entladungen des nach dem katholischen Heiligen Elmo Erasmus von Antiochia (ca. 240–303) als Schutzpatron für Seeleute benannten Elmsfeuers, das bei gewittriger Wetterlage an Schiffsmasten und anderen spitzen oder hohen Gegenständen, wie etwa an Gipfelkreuzen im Gebirge oder an den Flügellenden von Flugzeugen auftritt.¹ Die ersten Erwähnungen des Begriffs Kugelblitz (ball lightning, globular lightning, foudre globulaire, fulmine globulare, bolbliks, klotblix, kuglelyn, gulöví blesk, usw.) in der europäischen Literatur stammen aus dem 17. Jahrhundert. Frühere Beobachtungberichte sind selten und benutzen diesen Begriff noch nicht, da der Zusammenhang mit Gewitterelektrizität erst später erkannt wurde. Erst seit etwa Mitte des 17. Jahrhundert gibt es halbwegs sachliche und zuverlässige Beobachtungsberichte von Kugelblitzen, beispielsweise in den „Philosophical Transactions of the Royal Society“ (London), und zum Beispiel wurden in der russischen Zeitschrift „NaukFotoga i Zhizn“ in den Jahren 1900 bis 1980 1507 Berichte veröffentlicht, die Iossif Petrowitsch Stakhanov (1928–2002) in einer Datenbank gesammelt und analysiert hat (Stakhanova 1997 S. 35–36). In den Jahren 2021 bis 2024 sind im Mittel etwa 80 wissenschaftliche Aufsätze über Kugelblitze pro Jahr erschienen², und man kann davon ausgehen, dass es weltweit gesehen viele tausend glaubwürdi-

1 Auf diese und andere atmosphärische Leuchterscheinungen kann hier nicht weiter eingegangen werden.

2 Nach einer im *nature portfolio* von Springer Nature 2025 veröffentlichten Grafik. Insgesamt wurden bisher mehrere tausend Aufsätze zur Beobachtung von Kugelblitzen und viele hundert Aufsätze mit Theorien zu deren Erklärung veröffentlicht. Eine weltweite Gesamtübersicht zu erstellen ist schlechterdings unmöglich, wir beziehen uns daher hier mit statistischen Angaben im Wesentlichen auf Europa einschließlich der früheren Sowjetunion.

ge Kugelblitzberichte gibt. Sehr oft handelt es sich bei den von Laien eingesandten Beobachtungsberichten allerdings um „Feuerkugeln“, also besonders helle und große Meteore, die im Gegensatz zu Kugelblitzen über weite Entfernungen beobachtet werden können und sorgfältig von diesen unterschieden werden müssen: Helle Meteore stammen aus dem Weltall und sind sehr viel häufiger als Kugelblitze, sie haben mit Gewitterelektrizität natürlich nichts zu tun: Im Falle historischer Berichte ist die Beschreibung oft zu ungenau und oberflächlich (z.B. fehlen Ort und Zeit), als dass eine Unterscheidung zwischen Kugelblitzen und anderen Leuchterscheinungen mit Sicherheit möglich wäre. Erfolgte die Beobachtung aber aus einem größeren Gebiet gleichzeitig, bei gutem Wetter oder bei sternklarem Himmel, ohne dass ein Gewitter auch nur in der Nähe ist und ein Blitzschlag „aus heiterem Himmel“ erfolgt, kann ein Kugelblitz so gut wie ausgeschlossen werden. Echte Kugelblitze sind extrem selten, nur etwa fußballgroß und treten nur bei Gewitter oder in Gewitternähe auf. In bebauten oder bewaldeten Gebieten sind sie nur aus geringer Entfernung beobachtbar, weil sie meist durch Vordergrundobjekte (etwa ein Nachbarhaus) verdeckt werden oder hinter diesen verschwinden. Kugelblitze sind extrem selten und daher nur sehr schwer mit wissenschaftlichen Methoden erforschbares Phänomen der atmosphärischen Elektrizität.

Ohne Zweifel gibt es ihrem Aussehen nach mindestens vier verschiedene Arten von Kugelblitzen: 1. genau kugelförmige oder ellipsoidische mit einer glatten undurchsichtigen Oberfläche, 2. ungefähr kugelförmige, die von einem atmosphärenähnlichen Halo umgeben sind, 3. diffuse oder fast wolkenartige, die (wohl besonders in der Phase kurz vor ihrem Zerfall) von sprühenden oder weit ausgedehnten flammenartigen Filamenten oder leuchtenden Strahlen umgeben sind, und 4. eher dünne durchsichtige, die (sofern der Beobachter nahe genug ist) im Zentrum einen hellen, länglichen oder runden „Kern“ erkennen lassen. Die äußere Form eines Kugelblitzes kann kugelförmig (Durchmesser 2 bis 200 cm, gelegentlich leicht abgeplattet oder mit anhängenden Strahlenbündeln), ellipsoidisch, diskusförmig oder stabförmig (mit einer Länge von 15 bis 40 cm) sein. Außerdem sind eher harmlose, niederenergetische Kugelblitze (die keine Zerstörungen anrichten und praktisch geräuschlos verlöschen) von energiereichen Kugelblitzen zu unterscheiden: Bei letzteren (die wohl die Mehrzahl der Fälle bilden) kommt es in der Regel zu erheblichen Zerstörungen, und schließlich zu einer Explosion mit einem lauten Knall, das ist durch sehr viele Beobachtungen belegt. Die vom Verfasser aus vielen Beobachtungen zusammengestellte ungefähre Häufigkeitsverteilung des Durchmessers der Kugelblitze zeigt Abbildung 1.1. Diese ist so zu verstehen, dass die durch die Ordinate („Häufigkeit“) angegebene Prozentzahl aller Kugelblitze (also von insgesamt 100%) die durch die rote Kurve an-

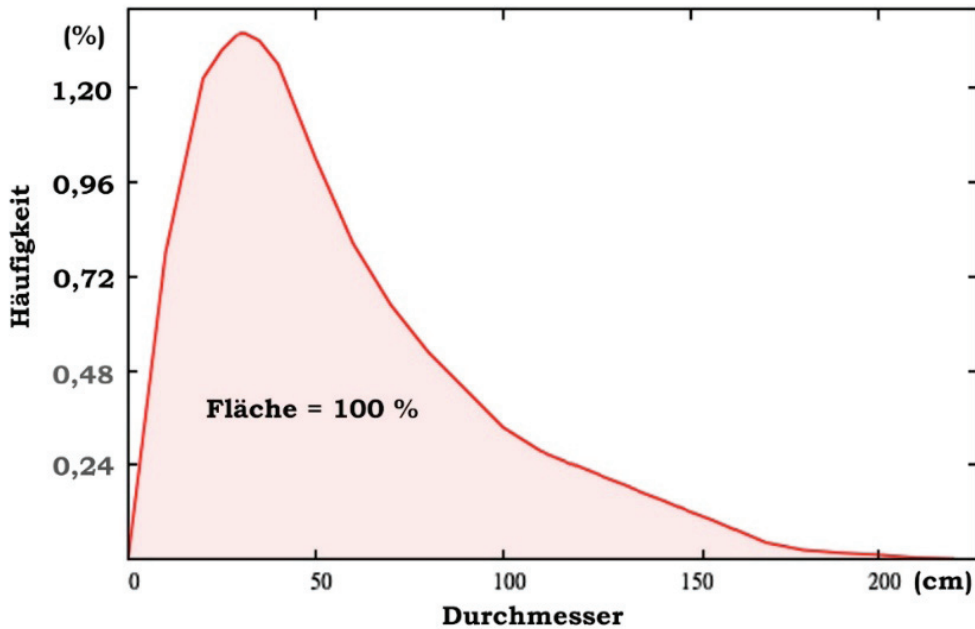


Abb. 1.1

Häufigkeitsverteilung des beobachteten Durchmessers von Kugelblitzen in Prozent. (Grafik: Verf.)

gegebenen Durchmesser haben: Zum Beispiel haben 0,5% (also etwa jeder zweihundertste Kugelblitz) einen Durchmesser von recht genau 7 cm oder 80 cm. Insbesondere haben 1,4 % (also etwa jeder siebzigste aller Kugelblitze mit Durchmessern bis zu 2 m) den am häufigsten beobachteten Durchmesser von 30 cm. Die Häufigkeit der Anzahl der Kugelblitze in einem bestimmten Durchmesser-Bereich lässt sich durch das Integral (die Fläche unter der Kurve) über das jeweilige Intervall berechnen: Einige so berechnete Werte sind in Tabelle 1.1 angegeben. Eine frühe Verteilungskurve der Durchmesser von Kugelblitzen hat Galli aus 156 Fällen abgeleitet (Galli, 1910) und eine „Glockenkurve“ mit einem Maximum von 20 bis 30 cm gefunden. Mehrere neuere Autoren haben die Häufigkeitsverteilung der für Kugelblitze maßgeblichen Parameter (Durchmesser, Farbe, Lebensdauer, jahreszeitliche Verteilung (auf der Nordhalbkugel), Helligkeit, Abstand vom Beobachter usw.) mit statistischen Methoden untersucht, so z.B. Smirnow (1983), Bychkov et al. (1993), Keul und Stummer (2002).

Auch innerhalb von Gebäuden wurden Kugelblitze oft beobachtet. Diese können sich also etwa in Schornsteinen oder Kaminen bilden oder auch durch offene oder sogar durch geschlossene Fenster hereinfliegen: So wird verschiedentlich von

Durchmesser (cm)	relative Häufigkeit (%)
0 -20 cm	14,9 %
20-40 cm	27,1 %
40-60 cm	21,4 %
60-80 cm	13,6 %
80-100 cm	8,7 %
100-120 cm	6,0 %
120-140 cm	4,2 %
140-160 cm	2,6 %
160-180 cm	1,0 %
180-200 cm	0,3 %
> 2 m	0,2 %

Tabelle 1.1
 Prozentsatz der Häufigkeit der Durchmesser
 von Kugelblitzen in einem bestimmten
 Intervall

zirkelrunden Löchern in Fensterscheiben mit einem Durchmesser von 8 oder 10 cm berichtet. Das Foto einer 1994 in Shelkovo bei Moskau von einem Kugelblitz durchschlagenen Fensterscheibe (Abbildung 1.2) wurde als Titelbild des Tagungsbandes des 11th International Symposium on Ball Lightning ISBL-10 (Kaliningrad 2010) veröffentlicht, siehe auch das Beispiel von Décharme (1884) in Kapitel 7. Zur Theorie der Durchdringung von Fensterscheiben durch ein Plasma (bei Licht, Radiowellen usw. ist dies ja allgemein bekannt) vgl. zum Beispiel Meessen (2023).

Sehr selten wurden zwei oder mehr Blitzkugeln gleichzeitig beobachtet. Auch kann ein größerer Kugelblitz in mehrere kleinere zerfallen, muss also ähnlich wie eine Seifenblase eine Art Oberflächenspannung haben, was Mathias (vgl. Mathias 1929) schon frühzeitig aus der Aufspaltung von Kugelblitzen geschlossen hat. Kugelblitze sind selbstleuchtend und haben in den meisten Fällen eine undurchsichtige, relativ scharf begrenzte Oberfläche, gelegentlich treten aus dieser aber auch sprühende, haarförmige Entladungen auf. Und sehr selten ist im Zentrum der Kugel ein hellerer Bereich („eine kleine züngelnde Flamme“) zu erkennen. Kugelblitze speichern in ihrem Inneren – vermutlich in Form eines heißen, wahrscheinlich stark ionisierten, nach außen hin aber neutralen Gases (eines „Plasmas“) – eine beachtlich große Energie: In vielen Fällen wurde die Erhitzung, Zerstörung oder Verdampfung von Materialien beobachtet, die von einem Kugelblitz getroffen worden waren: Dies schließt alle nicht-physikalischen oder gar esoterischen Erklärungen aus. Aber es gibt auch zahlreiche Berichte, wonach Kugelblitze Menschen sehr nahe gekommen sind, ohne dass diese Verbrennungen durch Hitze erlitten hätten.

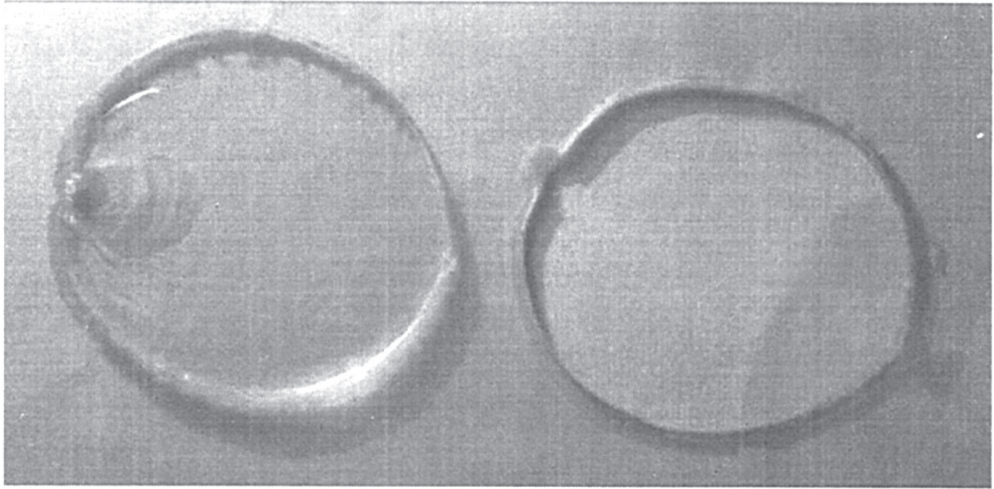


Abb. 1.2

Ein 1994 durch einen Kugelblitz in Shelkovo bei Moskau in einer Fensterscheibe gebildetes Loch, der Durchmesser ist nicht angegeben. (Titelbild Proceedings ISBL-10, Repro: Verf.)

Kugelblitze sind klein, in 95 % der Fälle kugelförmig rund und haben in 70% der Fälle einen Durchmesser von ungefähr 20 oder 30 cm: Sie sind daher nur aus geringer Entfernung sichtbar und oft durch Vordergrundobjekte wie z.B. Hecken oder Nachbarhäuser verdeckt, während Linienblitze in der Regel über mehrere Kilometer Entfernung zu sehen sind. Sehr selten berichtete Durchmesser von mehr als 2 m bis etwa 10 m beruhen auf Schätzungen über sehr große Entfernungen und sind daher oft unzuverlässig oder beziehen sich möglicherweise auf andere Leuchterscheinungen. Die Farbe der Kugelblitze ist in den meisten Fällen (70 %) Gelborange bis Rot, kann aber auch Weiß, Violett, Blau, Grün, Orange oder Pink sein, was offenbar nicht durch unterschiedliche „Schwarzkörper-Temperaturen“ nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz zu erklären ist. Offenbar gibt es Kugelblitze unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, unterschiedlicher Temperatur, unterschiedlicher Größe bzw. Durchmesser, unterschiedlicher Energiedichte, und insbesondere solche eher harmloser Natur („niederenergetische“) und solche mit sehr zerstörerischer Natur („hochenergetische“). Es ist davon auszugehen, dass vor allem Elemente wie Schwefel, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, wahrscheinlich aber auch Kohlenstoff, Eisen, Silizium usw. zur chemischen Zusammensetzung eines Kugelblitzes beitragen.

Die Lebensdauer der Kugelblitze beträgt in etwa 60 % der Fälle 1 bis 5 Sekunden, höchstens 20 Sekunden und in sehr seltenen Fällen bis zu 30 Sekunden oder gar bis zu etwa 2 oder 3 Minuten (Keul et al., 2006). Wird ein leuchtender Ball sehr viel länger beobachtet, kann unter Umständen eine Verwechslung mit der Sonnen-

scheibe oder bei Nacht mit dem Mond vorliegen; ganz besonders wenn weit und breit kein Gewitter vorhanden ist oder wenn der Bericht von Kindern oder Laien stammt. Sehr laienhafte oder gar esoterische Berichte sind nicht selten. Insgesamt gibt es inzwischen in den Facharchiven aber mehrere tausend glaubwürdige Beobachtungsberichte und viele hundert verschiedene Theorien, von denen bisher keine alle Eigenschaften der Kugelblitze erklären kann und von denen bisher keine unter den Fachleuten allgemein anerkannt ist.

Die Bewegung der Kugelblitze ist vielfältig, sie können sich gleichförmig aufwärts, abwärts oder auch horizontal bewegen, schwebend kurvenreiche Bahnen durch die Luft fliegen, auf und ab hüpfen, oder z.B. über eine Straße oder eine Wiese rollen. Das Verschwinden bzw. Erlöschen am Ende einer Lebensdauer von meist nur wenigen Sekunden erfolgt entweder durch lautloses Erlöschen oder mit einem lauten („ohrenbetäubenden“) Knall. In beiden Fällen wird von Beobachtern, die – etwa innerhalb eines Hauses – nahe genug waren, häufig von einem stechenden oder beißenden Geruch nach „Schwefel“, „Stickoxiden“, „Ozon“ oder „Ammoniak“ berichtet. Ozon selbst riecht nicht, reagiert aber heftig mit vielen anderen Substanzen und bildet spontan eine große Zahl charakteristisch riechender Substanzen, darunter auch organische Substanzen und Moleküle aller Art und kann explosiv reagieren. Wasser kann durch elektrischen Strom („Elektrolyse“) in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt werden, also in Gase die zusammen ein hochexplosives Gemisch bilden. Früher wurde selten auch über einen Geruch nach „Vitriol“ berichtet, wofür verschieden Substanzen wie z.B. Kupfersulfat oder Eisensulfat infrage kommen könnten. Fast immer wird „Schwefelgeruch“ nach dem Zerplatzen eines Kugelblitzes berichtet. Da Schwefel selbst nicht riecht, kommt wohl in erster Linie Schwefelwasserstoff (H_2S) infrage. Dieser ist hochgiftig (kann den Beobachter also betäuben, wovon beim Zerplatzen in Innenräumen gelegentlich berichtet wird) und reagiert in Reaktion mit anderen Substanzen bei Temperaturen von mehr als 270°C explosiv³. Schwefel selbst wird bei Temperaturen von 445°C oder mehr gasförmig.

Kugelblitze werden häufig auch im Inneren von Gebäuden beobachtet, wobei sie durch offene und sogar auch durch geschlossene Fenster, durch Kamine und Abluftschächte (besonders in Küchen) oder auch durch Schlüssellocher eindringen können. Man beachte, dass auch elektromagnetische Wellen wie z.B. Licht oder Radiowellen oder auch Magnetfelder oder auch bestimmte Elementarteilchen der „Höhenstrahlung“ und Neutrinos problemlos durch Glasscheiben hindurchgehen, die im Falle von Kugelblitzen manchmal auch ungefähr kreisförmig ausgeschnitten werden (vgl. Abbildung 1.2).

3 Private Mitteilung von Prof. Hans-Jürgen Troe (2026).

Häufig werden ungefähr kugelförmige, leuchtende und meist etwas sprühenden Entladungen beschrieben, die auf freiliegenden Hochspannungsleitungen oder Telegrafentelegraphenleitungen entstehen und sich entlang dieser Leitungen ausbreiten und gelegentlich dann entlang eines Mastes zur Erde fallen: Diese mögen von ihrer Physik her ähnlich einem Kugelblitz sein, gehören aber nicht zu den Kugelblitzen: Die „aufgesetzten Entladungen“ oder „Punktentladungen“ entstehen am Einschlagpunkt eines Wolke-Erde-Blitzes, zum Beispiel in eine (oberirdische) Hochspannungs- oder andere Drahtleitung, einen Metallmasten, einen Metallzaun usw. durch Materialverdampfung und bilden eine leuchtende Wolke aus Metaldampf. Sie können kugelähnliche Formen aufweisen und stillstehend bleiben oder sich entlang der Drahtleitung ausbreiten, wobei sie oft eine wesentlich größere Lebensdauer als Kugelblitze haben. Auf Filmen amerikanischer Tornados kann man solche Entladungen aus über der Straße hängenden metallischen Leitungen häufig sehen. Diese haben aber mit den echten Kugelblitzen nichts zu tun, auch können sie anders als „echte“ Kugelblitze nicht beliebig frei durch die Luft fliegen, sondern bewegen sich entlang der Stromleitung, zum Beispiel auch der einer Straßenbahn- oder einer Eisenbahnlinie.

Früher unterschied man in der Meteorologie drei Klassen von Blitzen: Linienblitze, Flächenblitze und Kugelblitze⁴. Zu diesen sind in neuerer Zeit weitere Arten von Blitzen hinzugekommen, insbesondere die geräuschlosen Wärmeblitze bzw. Streifenblitze, die Perlschnurblitze und die erst seit 1989 näher bekannten ‚Sprites‘: Das sind baumartig verzweigt aussehende Entladungen, die in der Stratosphäre und in der D-Schicht der Ionosphäre (in wolkenfreien Höhen von etwa 40 bis 100 km) koboldartig aufleuchten und als „Red Sprites“, „Blue Jets“ oder „Elves“ sehr verschiedenartig aussehen können. Während eines Gewitters entstehen ganz überwiegend Linienblitze innerhalb und zwischen den Wolken („Wolkenblitze“), das sind in Europa etwa 70 % aller Blitze (vgl. Abbildung 1.3). Blitzschläge zwischen Wolken und Erde („Erdblitz“) machen etwa 30% aller Blitze aus: Diese können negativ oder positiv geladen sein, wobei die positiven Blitze wesentlich seltener (etwa 4% aller Blitze sind positiv) und wesentlich energiereicher sind. Zur Entstehung der Ladungen sind sich bewegende und insbesondere fallende Wassertropfen („Regen“) erforderlich, ein Vorgang der experimentell mit sogenannten Wasser-Influenzmaschinen (Kelvin-Generatoren) nachgebildet werden kann (zu den wichtigen Arbeiten von J. Elster und H.F. Geitel über die Lufterlektrizität siehe z.B. Fricke und Kegel, 2018). Die negativen Blitze entstehen in negativen Ladungen der Wassertropfchen in dem unteren Teil einer Gewitterwolke, die positiven in dem oberen Teil. Die Blitze bilden sich bei Über-

4 Die sogenannten „Bandblitze“ treten nur in länger belichteten Fotografien infolge der Windverschiebung einer Blitzbahn auf.



Abb. 1.3

Wolke-Wolke-Blitz zwischen sehr tiefhängen Wolken, aufgenommen am 12. Juli 1971 um 21 Uhr MEZ am Istituto Richerche Solari in Locarno-Orselina (Schweiz) auf Kleinbildfilm KODAK SO-392. Rechts unten das Gebäude des Gregory-Coudé-Teleskops, links davon eine schräg nach oben verlaufende Kurzwellenantenne des Max-Planck-Instituts für Aeronomie (Lindau am Harz). (Foto: Verf.).

schreiten der Durchschlagsfeldstärke von (feuchter) Luft ⁵ von der Größenordnung 30000 V/cm zwischen verschieden geladenen Teilen einer Wolke.

Ist die Entladung in Gang gekommen, wird durch zusätzliche Stoßionisation ein Ionen- und Elektronenkanal aufgebaut, der mit einer Spannungsdifferenz von etwa 200 bis 300 Millionen Volt in nur etwa einem Drittel der Fälle nicht von Wolke zu Wolke, sondern von der Wolke zur Erde durchschlägt. Der Einschlag (englisch: stroke) erfolgt vorzugsweise an erhöhten leitenden Objekten wie z.B. Bäumen oder

⁵ Die Durchschlagsfeldstärke von Luft hängt vom Luftdruck (der Luftdichte), von der Temperatur und von der Luftfeuchte ab, vgl. Hinrichsen (2010). Die Sättigungsfeuchte der Luft beträgt etwa 64 %, (11,1 g H₂O/cm³), sie muss überschritten werden, damit Regen einsetzt.

Metallmasten. Wolkenblitze können bis mehrere Kilometer lang sein, Wolke-Erde-Blitze schlagen vorzugsweise aus tiefhängenden Wolken und sind oft nur wenige hundert Meter lang. Beim Einschlagen und der Ausbreitung in Sandböden können Blitze schlangenförmige Gebilde aus geschmolzenem Sand, die sogenannten „Fulgurite“ erzeugen. Diese sind (in der westlichen Literatur) seit 1711 bekannt und seit 1805 erklärt. Der dem menschlichen Auge erscheinender Einzelblitz besteht zeitlich hochaufgelöst aus 2 bis 4 (maximal etwa 6) durch kurze Pausen getrennten Entladungsvorgängen mit einer Gesamtdauer von etwa 0,07 bis maximal etwa 0,20 Sekunden, die das Auge in der Regel nicht auflösen kann und normalerweise als „einen Blitz“ sieht. Die im UV sowie im infraroten Wellenlängenbereich ausgestrahlten Emissionslinien kann das menschliche Auge nicht sehen, für dieses leuchtet der Blitz nur im sichtbaren Bereich.

Zunächst bildet sich ein abwärts gerichteter „Vorblitz“, also ein Abwärtsblitz (englisch: stepped leader): Dieser erfolgt in Stößen von 10 bis 15 m Länge und sucht sich einen meist zickzackförmigen oder als „Flächenblitz“ einen verästelten Weg nach unten und breitet sich in durch extrem kurze Pausen unterbrochenen Schritten zur Erde aus: Dies geschieht mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 30000 km/s innerhalb einer Zeitspanne von etwa 0,05 ms (Millisekunden) aus meist sehr tiefhängenden Wolken über eine Strecke von einigen hundert Metern (maximal etwa 1,5 km) bis zur Erde. Dem Abwärtsblitz folgt in etwa 80% der Fälle und um etwa 1 ms verzögert in der gleichen Spur (also vom gleichen Einschlagpunkt ausgehend) ein „Aufwärtsblitz“ (Rückwärtsblitz, return stroke) in Richtung Wolken, so dass die Dauer des Einzelblitzes bis zu etwa 2 ms betragen kann. Und nicht selten kommt es nach mehreren Sekunden zu einem erneuten Blitzschlag in nahezu derselben Bahn (die z.B. durch Wind etwas verschoben sein kann). Für Mensch und Tier auf der Oberfläche der Erde sind nur die Abwärtsblitze an ihren Einschlagstellen gefährlich, nicht aber die von ebendiesen kurz danach ausgehenden Aufwärtsblitze und die Wolkenblitze, so dass sich Blitzschutzmaßnahmen im Wesentlichen gegen die Abwärtsblitze richten müssen. Die den Entladungskanal mit einem Durchmesser etwa 2 bis 5 mm umgebende Luft wird entlang des Blitzkanals (der leuchtenden Blitzspur) in einem Bereich von etwa 10 cm Durchmesser (also einer Querschnittsfläche von etwa 80 cm²) aufgeheizt und leuchtet dadurch bis zu einigen Millisekunden nach, im Falle der – besonders bei negativen Blitzen häufigen – Mehrfach-Einschläge oder strokes (bis zu 18 Teilentladungen wurden schon beobachtet) bis zu etwa 0,1 Sekunden. Gelegentlich können Blitze auch eine spiralförmige Rotation zeigen (sogenannte „Spiralblitze“).

Die in Abbildung 1.4 wiedergegebenen Reihenaufnahmen der Mehrfach-Entladung eines Wolke-Erde-Linienblitzes wurden am 10. August 2025 um

23^h00^m36^s Uhr MEZ am westlichen Ortsrand von Rosdorf mit einer Bildfrequenz von 30 Bildern pro Sekunde aufgenommen. Die 35 Einzelbilder umfassende Videoaufnahme umfasst eine Zeitspanne von nur 1,2 Sekunden. In dieser kurzen Zeit erfolgten 8 oder 9 einzelne Entladungen (strokes) in stets demselben Blitzkanal. In 4 Fällen (Bilder 56, 59, 65, 68 in Abb. 1.4) hat möglicherweise eine Änderung der Blitzentladung und damit das Aussehen der Entladung während der Belichtungszeit (der Öffnungszeit der „Blende“ der Kamera) stattgefunden, so dass in diesen Bildern verschiedene Phasen des Blitzschlags überlagert abgebildet sind. Die Atome und Ionen im Blitzkanal leuchten bis zu etwa 0,07 Sekunden lang nach, und bei Mehrfach-Strokes bis zu etwa einer Sekunde.

Die von Kirchhoff und Bunsen 1859 erfundene Spektralanalyse gestattet es, Strahlung aussendende Körper, wie zum Beispiel die Sonne und andere Fixsterne, hinsichtlich ihrer Temperatur und ihrer chemischen Zusammensetzung aus der *E n t f e r n u n g* zu analysieren. Sie bietet daher einen entscheidenden Zugang zum Studium der Physik der Blitze, indem sie sowohl die chemische Zusammensetzung des Blitzkanals als auch dessen Temperatur usw. zu bestimmen gestattet. Die Spektren der Blitze können seit Mitte der 1960er Jahre sowohl zeitlich als auch spektral hochauflösend gemessen werden, näheres hierzu siehe Kapitel 6.

Gesicherte Linienspektren von wirklichen, *g l e i c h z e i t i g* auch beobachteten oder gefilmten Kugelblitzen sind im Gegensatz zu Spektren von normalen Blitzen jedoch extrem selten. Die wenigen bisher erhaltenen Spektren zeigen Emissionslinien der in der Luft der Erdatmosphäre vorhandenen Atome, Ionen und Moleküle. Ein am 23 Juli 2012 von Jianyong Cen und Kollegen in China aus 902 m Entfernung aufgenommenes Spektrum eines angeblichen Kugelblitzes von 10 Meter Durchmesser (Cen et al. 2014) zeigt nach einer Analyse des Spektrums durch Gerhard Fußmann⁶ und einer Analyse der örtlichen Gegebenheiten mit Hilfe von Satellitenaufnahmen durch A. Wittmann, dass es sich dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht um einen Kugelblitz, sondern um eine große Punktentladung nahe dem Leitungsmast einer 35 kV-Hochspannungsleitung und einer elektrischen Eisenbahnlinie handelt (zumal das Spektrum den chinesischen Autoren zufolge Linien von Eisen und Silizium enthält) und das aufgenommene Video die typische Fluktuation mit den 50 Hz bzw. 100 Hz einer Wechselstromleitung zeigt.

Im Gegensatz zu einem sich zwischen Wolke und Erde entladenden Linienblitz sind Menschen oder Tiere durch die nichtexplosiven Kugelblitze auch dann kaum gefährdet, wenn sie sich in wenigen Metern oder gar Zentimetern Nähe zu diesen befinden, ein direkter Kontakt kann aber zu erheblichen Verletzungen oder gar zum

6 Private Mitteilung vom 9. März 2014.



Abb. 1.4

Reihenaufnahmen eines aus 8 oder 9 Einzelentladungen bestehenden Wolke-Erde-Linienblitzes, aufgenommen in Rosdorf bei Göttingen am 10. August 2025. Erläuterungen siehe Text (Fotos: Verf.).

Tode führen. Ein ebenso berühmtes wie seltenes Beispiel für die Wirkung eines energiereichen Kugelblitzes ist Professor Georg Wilhelm Richmann (1711–1753), der in St. Petersburg am 6. August 1753 unvorsichtigerweise bei Gewitter einen Blitzableiter von außen in sein Labor führte und im Beisein des Zeichners Sokolov prompt von einem aus diesem austretenden Kugelblitz getötet wurde (vgl. Watson, 1754). Kugelblitze können, weil sie relativ klein sind, nur aus geringer Entfernung (typischerweise etwa 3 bis 30 m) gut beobachtet werden: Während ein Linienblitz, der sich zwischen den Wolken oder von einer Wolke zur Erde entlädt, über viele Kilometer weit sichtbar ist, ist ein Kugelblitz bei größerer Entfernung fast immer durch Vordergrundobjekte (Gebäude, Bäume, Fahrzeuge usw.) verdeckt. Und ist er weiter als etwa 200 m entfernt, kann er allein schon wegen seiner Kleinheit nicht mehr im Detail beobachtet und mit Sicherheit als Kugelblitz identifiziert werden.

Das in den Beobachtungsberichten bei weitem am häufigsten vorkommende Wort ist „plötzlich“: Zwar treten normale Blitze auch plötzlich auf, werden bei einem Gewitter aber erwartet und man rechnet damit. Kugelblitze dagegen treten sehr selten und unerwartet auf. Wenn man am Fenster sitzt und ein Gewitter beobachtet, rechnet man ständig mit einem Blitz und dem ihm folgenden Donner. Das Auftauchen eines Kugelblitzes ist dagegen – auch mit Blick auf seine extreme Seltenheit – völlig unerwartet und insofern „plötzlich“ (ein normaler Blitz erfolgt ja auch plötzlich, aber eben „wie erwartet“). Die Mehrzahl der Beobachtungsberichte stammen von Laien und sind eher ungenau und gestatten daher meist keine Schlussfolgerungen auf die physikalischen Eigenschaften der Kugelblitze. Außer Farbe und Durchmesser⁷ wird nur selten etwas physikalisch Verwertbares angegeben. Besondere Vorsicht ist auch bei Beobachtern geboten, die berichten, dass sie vor Schreck ohnmächtig wurden oder in einem Schockzustand waren. „Blendend hell“ ist eine auch eine nur sehr relative Angabe, weil die subjektiv empfundene Helligkeit von der Helligkeit und dem Kontrast der Umgebung abhängt, bei Dunkelheit durch den Effekt der Irradiation beeinflusst wird, usw. Ganz grob geschätzt mag es insgesamt vielleicht 5000 gedruckte Berichte über Kugelblitzbeobachtungen geben, von denen nur jeder zehnte physikalische Erkenntnisse über Kugelblitze zulässt. Und viele der neueren Beobachtungsberichte bestätigen einfach nur, was man schon weiß, und geben keine neuen Erkenntnisse über die Entstehung oder die Physik der Kugelblitze. Die meisten der umfangreicheren Schriften und Bücher über Gewitterelektrizität oder Kugelblitze enthalten auch eine Sammlung einzelner Beobachtungsberichte, bezüglich derer weitgehend auf die im Literaturverzeichnis angegebenen Publika-

7 Letzterer wird oft im Vergleich mit dem Mond angegeben, also als Winkeldurchmesser, jedoch ohne die dazu zwingend notwendige Entfernungsangabe.

tionen verwiesen werden muss. Zum Beispiel hat Humphreys (1936) in den USA 280 Kugelblitz-Berichte an das Wetterbüro in Washington aus der Zeit von 1924 bis 1931 untersucht, die überwiegend keine echten Kugelblitze beschreiben. Viele der Beobachtungsberichte sind faszinierend zu lesen. Insgesamt 63 dem Verfasser zugegangene Berichte (also authentischer Herkunft) sind in Kapitel 8 wiedergegeben.

Mit ähnlichen Methoden wie bei der Berechnung der Linien des Sonnenspektrums (insbesondere der Anwendung der Saha-Eggert-Gleichung auf verschiedenen Atome bei Kenntnis der Zustandssummen und unter der Annahme lokalen thermischen Gleichgewichts LTE) haben inzwischen mehrere Autoren die physikalischen Daten des Blitzkanals – die je nach Blitz stark schwanken können – berechnet: Die Stromstärke beträgt im Mittel bei negativen Blitzen etwa 30000 A (Ampère) und kann bei positiven Blitzen bis zu 100000 A oder gar 300000 A betragen. Die Spannung beträgt etwa 200 bis 300 Millionen V (2 bis $3 \cdot 10^8$ Volt), der Luftdruck im Kanal etwa das 300- bis 500-fache des normalen Atmosphärendrucks, und die Temperatur im Kanal etwa 28000 °C, bei positiven Blitzen bis zu 40000 °C. Ein typischer Einzelblitzschlag überträgt eine Energie von 6000 bis 13000 kWh (Kilowattstunden) und eine Ladung bis zu 300 Coulomb (das entspricht der Ladung von $1,9 \cdot 10^{21}$ Elektronen). Die Elektronendichte n_e im Kanal beträgt ungefähr $9 \cdot 10^{24}$ Elektronen pro m^3 , so dass sich ein Volumen des Entladungskanals von etwa 0,000211 m^3 errechnet. Für einen zum Beispiel 800 m langen Entladungskanal ergibt sich also eine Querschnittsfläche von $2,64 \cdot 10^{-7} m^2$ oder ein Durchmesser von 0,058 cm und ein Leuchtkanal von bis zu etwa 18 cm Durchmesser. Der Elektronendruck im Kanal beträgt $p_e = n_e \cdot k_B \cdot T(K)$. Mit $n_e = 9 \cdot 10^{18} cm^{-3}$, der Boltzmann-Konstante $k_B = 1,380649 \cdot 10^{-16} erg/K$, und einer Temperatur $T = 36000 K$ (Kelvin) errechnet sich (mit 1 erg = 1 dyn·cm) ein Elektronendruck von etwa $4,47 \cdot 10^7 dyn/cm^2$ oder $4,47 \cdot 10^6 Newton/m^2$. Das ist etwa das fünfzigfache des Luftdrucks auf Meereshöhe (und nur der Druck der Elektronen alleine).

Bei jedem Einschlag entstehen Radiowellen (sog. ‚atmospherics‘ oder kurz ‚sferics‘), die man z.B. mit einem Radio im Mittelwellenbereich bei 580 kHz (das entspricht einer Wellenlänge von 517 m) sehr gut auch dann schon hören kann, wenn von dem Gewitter nichts oder noch nichts (auch noch kein „Wetterleuchten“) zu sehen ist. Durch Triangulation der Laufzeiten zu den über das Land verteilten Empfangsantennen der Blitzortungssysteme (ALDIS, BLIDS) können die Einschlagspunkte geographisch auf ungefähr 100 Meter genau festgestellt werden, ohne dass jemand den Einschlag überhaupt beobachtet haben muss. Und bei jedem Einschlag entstehen (ebenso unsichtbare) Magnetfelder, wie sie jeden Strom umgeben: Die Stärke der ungefähr ringförmig den Entladungskanal umgebenden und linear mit der

Entfernung abnehmenden Magnetfelder beträgt nach dem Ampereschen Gesetz in einem radialen Abstand von 50 cm $0,0004 \cdot I [\text{kA}]$ Tesla, wobei $I [\text{kA}]$ die Stromstärke in Kiloampere bezeichnet: Für $I=20$ bis 100 kA beträgt die magnetische Kraftflussdichte in der Umgebung des Leuchtkanals also etwa 0,008 bis 0,04 Tesla oder 80 bis 400 Gauß. Blitze, insbesondere solche zwischen Wolken, können auch sehr verschlungene oder filamentartige Formen ausbilden und gelegentlich auch beobachtbar langsam und ganz ohne Donner – nur mit einem leisen „Klingeln“ oder sogar geräuschlos – verlaufen: Diese unter anderem auch schon von dem französischen Astronomen und Physiker François Arago (1786–1853) im Jahre 1838 beschriebenen „Blitze ohne Donner“ treten bevorzugt in warmem Klima auf und wurden zum Beispiel schon 1785 in Rio de Janeiro, am 22. Juni 1843 in Wien (Haidinger 1845) und 1851 auf der Insel Martinique beobachtet. Sie werden meist als „heat lightning“ (de la Rive, 1858) oder als „Wärmeblitze“ (Urbanitzky, 1888) bezeichnet, hier sollen sie als „silent lightning“ (stille Blitze) bezeichnet werden. Ein Beispiel zeigt die am Lago Maggiore im Tessin bei etwa 28 Grad Lufttemperatur aufgenommene Abbildung 1.5: Unten im Bild ein Wolke-zu-Wolke-Linienblitz oberhalb des Monte Gambarogno und des Monte Tamaro (Entfernung etwa 8 km). Oben im Bild ein filamentförmiger Blitz, der sich beobachtbar langsam von rechts nach links ausbreitete und ohne Donner verlief. Der Meteorologe Wilhelm Meinardus (1867–1952) hat 1895 nachgewiesen, dass die Hörbarkeit des Donners von Temperaturgradient und Windrichtung abhängt und dass die Schallwellen unter bestimmten Bedingungen nach oben abgelenkt oder sogar auch total reflektiert werden können (vgl. Hann, 1901, S. 638).

Einen sehr frühen Bericht über die Beobachtung eines wahrscheinlich echten Kugelblitzes aus dem 12. Jahrhundert haben die Professoren Brian Keith Tanner und Giles Gasper von der Universität Durham in England vor wenigen Jahren bei mittelalterlichen Studien in einer klösterlichen Chronik („Chronica“) des Benediktinermönches Gervase von Canterbury (ca. 1145 – ca. 1210) entdeckt: Danach ist am 7. Juni 1195 (julianisches Datum) ein „wundersames Zeichen nahe London“ vom Himmel gefallen: Eine dichte dunkle Wolke stieß ein weiße Substanz aus, die unter der Wolke eine kugelförmige Form annahm, aus der eine feurige Kugel in Richtung auf den Fluss herabfiel. Ein weiteres wahrscheinlich als Kugelblitz zu deutendes Ereignis wurde im Jahre 1402 in der Ortschaft Danby (Essex) beobachtet, wie Michael W. Rowe (1987) berichtet: Ein leuchtendes rotierendes Objekt drang in die dortige Kirche ein. Es verursachte erhebliche Zerstörungen am Kirchengebäude und versetzte die Kirchgänger, die es als Erscheinen des Teufels deuteten, in helle Panik. Eine sachgerechte Schilderung kann unter solchen Umständen natürlich nicht erwartet werden. Mehr Berichte von Kugelblitzen, wenngleich sehr vage, sind aus dem 16.



Abb. 1.5

Blitze über dem Lago Maggiore, aufgenommen am 17. Juli 1971 gegen Mitternacht (MEZ) in Orselina oberhalb von Locarno. Der Blitz oben im Bild wurde visuell beobachtet und verlief ohne Donner. (Foto: Verf.).

Jahrhundert überliefert. Hier zwei Beispiele: In der Zeitschrift *Ciel et Terre*, Band 7 (1885), wird auf Seite 261 unter dem Titel „Un cas curieux de foudre en boule“ ein Bericht aus den Memoiren des französischen Lyrikers Joachim Du Bellay (um 1522-1560) zitiert, wonach in der Hochzeitsnacht von Diana von Frankreich (1538-1619) und François de Montmorency am 3. März 1557 ein Kugelblitz in das Schlafzimmer des Paares eindrang und zu deren Schrecken Verbrennungen an einigen Gegenständen verursachte. Ebenfalls um die Mitte des 16. Jahrhunderts, zwischen 1546 und 1550, beobachtete der Conde von Feria, Don Pedro, in Zafra (Spanien) während eines Gewitters eine „Feuerkugel“, bei der es sich wahrscheinlich um einen Kugelblitz gehandelt hat (Vaquero, 2017).

In Abbildung 1.6 sind einige aus historischen Büchern und Aufsätzen entnommene Abbildungen aus dem Archiv des Verfassers wiedergegeben. Diese sind – mit Ausnahme der Zeichnung von Haidinger (6. Bild, unten rechts) – als nicht unbedingt genau wirklichkeitsgetreu anzusehen, weil der Zeichner das Ereignis nicht selbst gesehen, sondern nach einer Beschreibung oder vom Hörensagen phantasievoll nachempfunden hat. Die Beobachtung des österreichischen Physikers Ritter

von Haidinger (Haidinger 1868, Abbildung 1.6 unten rechts) ist insofern von ganz besonderer Bedeutung, als sie eine zuverlässige Beschreibung und ein besonders beeindruckendes, realitätsnahes Farbbild enthält: Haidinger wohnte in der Ungargasse 3 im III. Bezirk in Wien und beobachtete am 20. Oktober 1868 gegen während eines Gewitters um 17.30 Uhr als eine der allerersten Entladungen eine „elektrische Feuerkugel“ durch ein nach Südwesten gerichtetes Fenster seiner Wohnung einen Kugelblitz. Dieser hatte einen Durchmesser von 13,2 cm und stand etwa 2 bis 3 Sekunden vor dem Fenster, in einem Abstand von nur etwa 4,6 m vom Beobachter. Die Kugel war vorzüglich rechts von „lebhaft gelbem Lichte“, während links, gegen die Südseite zu, „deutlich rot vorwaltete“. Dazu deutlich längere Strahlen als die Kugel selbst und gegen die Erde geneigt „aus derselben schießend“, deren Farbe sich von Rot über Gelb bis in das „blendendste Weiß“ steigerte. Der Kugelblitz stand etwa 2 bis 3 Sekunden vor der rechten Scheibe des Fensters und hatte vermutlich keine sehr viel längere Lebensdauer.

Im Falle des 1. Bildes (oben links) ⁸ saß der französische Ingenieur Louis Otto mit 3 Freunden in der Ortschaft Pont du Loup westlich von Nizza (Frankreich) in einem Saal des Hotels „Georges de Loup“ nahe dem Fluss „Loup“ und einer hohen Brücke, als von der Brücke her durch einen Windstoß ein Kugelblitz durchs Fenster hereingeweht wurde (La Nature 29, 1901, S. 361). Ebenso im Falle des in eine Scheune eindringenden Kugelblitzes (2. Bild, oben rechts, nach Flammarion 1888, S. 731, Fig. 291), in dem von dem Mediziner Jean Martin Charcot publizierten Fall (Charcot 1895) nach dem Bericht eines seiner Patienten (4. Bild, Mitte rechts), in dem Fall vom Oktober 1898 aus Marseille (5. Bild, unten links, nach Brenner 1899 ⁹), im Fall des in einen Raum eindringenden Kugelblitzes (3. Bild Mitte links, nach Hartwig 1892, S. 267). In dem im 5. Bild nachempfundenen Fall ist nach einem dem französischen Astronomen Camille Flammarion eingesandten Bericht ein Kugelblitz in einem Zimmer in Marseille erschienen, in dem ein junges Mädchen auf einem Tisch saß. Der Kugelblitz sprang in Spiralen um sie herum und verschwand mit einem furchtbaren Krach durch den Schornstein. Eine ähnliche Situation hat der Zeitungsjournalist und Comiczeichner „Hergé“ (Georges P. Remis, 1907-1983), dem als Redakteur tagesaktuelle Ereignisberichte zur Verfügung standen, in Heft 11 der deutschsprachigen Ausgabe seiner Comicreihe ‚Les Aventures de Tintin‘ („Tim und Struppi“) verewigt.

⁸ Das am 6. Dezember 2025 immerhin 476-mal ohne Quellenangabe im Internet aufzufindend war.

⁹ Leo Brenner (1893-1909, eigentlich Spiridion Gopčević) aus Kroatien betrieb von 1893 bis 1909 die private Manora-Sternwarte in Lussinpiccolo (Österreich) und gab die Zeitschrift „Astronomische Rundschau“ heraus, von der 10 Hefen erschienen.

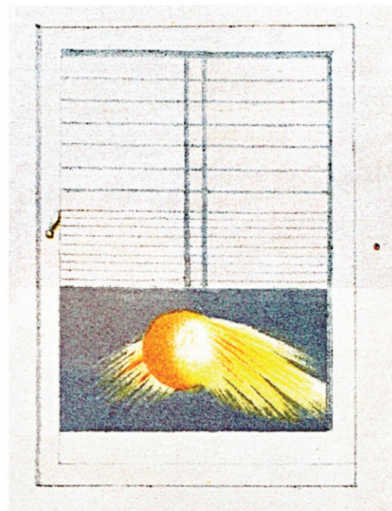
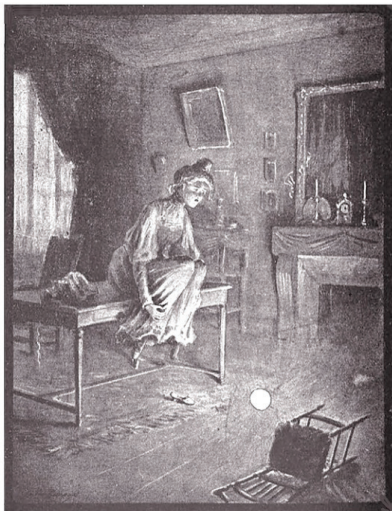


Abb. 1.6
Historische Zeichnungen und Holzschnitte von Kugelblitzen aus der älteren Literatur.
Erläuterungen siehe Text. (Repros: Verf.)