

Einführung in die Geschichte elektrischer Kometentheorien

Es gibt seit etwa 250 Jahren Ideen, Hypothesen und Theorien über elektrische Kometen. Viele Naturphilosophen, Physiker und Astronomen glaubten, dass die Lichterscheinungen und Schweife von Kometen grundsätzlich elektrischer Natur seien. Andere Wissenschaftler entwickelten umfassendere Ideen. Sie sahen Kometen als Komponenten eines elektrischen Sonnensystems oder elektrischen Universums. Der Autor stellt einige bedeutende Vertreter dieser Versuche aus dem späten 18. Jahrhundert bis hin zur Dominanz elektrischer Theorien gegen Ende des 19. Jahrhunderts vor.

Bevor Wissenschaftler die Diskussion elektrischer Interpretationen von Kometen beginnen konnten, mussten einige kluge Köpfe die notwendigen Grundlagen dafür auf den Gebieten des Elektromagnetismus und der Vakuumexperimente legen. Deshalb beginne ich meinen Vortrag mit einigen frühen Pionieren beider Wissenschaftsbereiche.

William Gilbert (1544-1603) war ein englischer Physiker, Leibarzt der Königin Elisabeth und Naturwissenschaftler. **1600** wurde sein bedeutendes Buch „On the Magnet and Magnet Bodies, and on the Great Magnet Earth“ publiziert. Dieses Buch enthielt alles frühere Wissen über Magnete und fügte zusätzliche Ideen und Experimente hinzu. Ein Kapitel dieses Werkes summierte alles, was er in älteren Quellen und durch eigene Experimente über die Kraft „Vis electrica“ herausfinden konnte. Gilbert bemerkte, dass Bernstein nicht der einzige Leiter war und listete Unterschiede zwischen Magnetismus und Elektrizität auf. Trotzdem unterstrich er, dass Magnetismus und Elektrizität zwei Erscheinungsformen der gleichen Grundkraft in aller Materie seien. Die direkte Nützlichkeit seiner Magnetismusforschungen für die englische Marine überschattete jedoch seine Errungenschaften auf dem Feld der Elektrizität. Es verging eine lange Zeit, bevor andere Wissenschaftler seiner Spur folgten und begannen, Ideen über Elektrizität auf das Licht der Kometen anzuwenden.

Otto von Guericke (1602-1686) war Bürgermeister der Stadt Magdeburg, Physiker und Erfinder. Er beschäftigte sich mit Astronomie und Vakuumexperimenten sowie elektrischen Phänomenen. Früh sagte er vorher, dass man die Rückkehr von Kometen berechnen könnte. Guericke ist besonders bekannt für seine Erfindung der Vakuumpumpe und das Experiment mit den Magdeburger Halbkugeln. Er nutzte wie Gilbert für einige Experimente eine Terrella. Guericke verwendete in den 1660ern eine große Schwefelkugel für Experimente mit elektrischer Anziehung, Abstoßung und Leitung und veröffentlichte seine Entdeckungen im Jahr **1672**. Ein Jahrhundert später berichtete sein deutscher Landsmann Wiedeburg, „... bereits der Erfinder der Luftpumpe spielte mit einer elektrisierten Schwefelkugel und isolierten Korkbällchen und demonstrierte das Sonnensystem.“¹

Doch der große wissenschaftliche Durchbruch der Elektrizitätswissenschaft blieb noch aus. Guericke's Erklärungen mit so genannten planetaren Kräften halfen nicht, das Wesen der Elektrizität zu klären und widersprachen den vorherrschenden mechanistischen Ideen.

Stephen Gray (1666-1736) wurde in Canterbury als Sohn eines Färbers geboren. Er war ein großer Astronom und Experimentator. Gray war der Erste, der die Rolle, die Leiter und Isolatoren spielten, verstand. Er war berühmt für seine Experimente mit Elektrizität und einige nennen ihn heute den „Vater der Elektrizität“.

Gray sah elektrische Materie als allgemeine Ursache aller Bewegung an und glaubte, dass der Mechanismus des Universums von Elektrizität abhänge. Er dachte sogar, dass er einen Einfluss der Elektrizität auf die Umlaufbahnen von Planeten beobachtet habe. Deshalb

entwarf der bereits kranke alte Wissenschaftler einige neue elektrische Experimente. Er beabsichtigte „... die Welt mit einer neuen Art von Planetarium zu erstaunen, an die zuvor nie jemand gedacht hat, und meinte, dass diese Experimente eine bestimmte Theorie etablieren könnten, die die Bewegungen des großen Planetariums des Universums erklären könnte.“²

Cromwell Mortimer, Sekretär der Royal Society of London, nahm dies und die Beschreibung der drei Experimente aus Gray's eigenem Munde auf, einen Tag bevor dieser in London im Februar 1736 starb. Die Experimente wurden in den „Philosophical Transactions of the Royal Society of London“ veröffentlicht und Mr. Mortimer fügte einige Bemerkungen hinzu. Mortimer selbst und andere versuchten später die Experimente zu replizieren, erhielten aber nicht immer die erwarteten Ergebnisse, wahrscheinlich aufgrund einiger Unklarheiten in den Beschreibungen.

Mr. Mortimer hatte zum Beispiel die folgenden Zeilen über das Experiment I aufgezeichnet:
„Man nehme eine kleine Eisenkugel von einem Zoll oder einem und einem halben Zoll Durchmesser, welche auf die Mitte eines Rosinenkuchens von etwa sieben oder acht Zoll Durchmesser gesetzt wird, nachdem man den Kuchen zuerst durch sanftes Reiben angeregt hat, ihn drei oder vier Mal mit den Händen geschlagen oder ein bißchen vor dem Feuer erwärmt hat; dann befestige man einen leichten Körper, wie ein kleines Stück Kork oder Holundermark, an einem überaus feinem Faden, fünf oder sechs Zoll lang, welchen Sie zwischen ihrem Finger und Daumen genau über der Kugel halten: Dieser leichte Körper wird sich selbst beginnen, um die Eisenkugel zu bewegen, und das kontinuierlich von West nach Ost, was dieselbe Richtung ist, wie die der Planeten in ihrem Orbit um die Sonne. Wenn der Rosinenkuchen kreisförmig ist, und die Eisenkugel genau in seinem Zentrum platziert ist, dann wird der leichte Körper einen Kreis beschreiben; doch wenn die Eisenkugel in irgendeiner Entfernung vom Zentrum des kreisförmigen Kuchens platziert wird, dann wird der leichte Körper einen [elliptischen] Orbit beschreiben, welcher die gleiche Exzentrizität beschreiben wird wie die Entfernung der Kugel vom Zentrum des Kuchens.
Wenn der Rosinenkuchen von elliptischer Form ist, und die Eisenkugel in seinem Zentrum platziert wird, wird der leichte Körper einen elliptischen Orbit von der gleichen Exzentrizität wie die Form des Kuchens haben.
Wenn die Eisenkugel in oder nahe eines der Foki des elliptischen Kuchens platziert wird, wird der leichte Körper sich viel schneller im Apogäumteil des Orbits bewegen, als im Perigäumteil, was dem widerspricht, was bei den Planeten beobachtet wird.“³

Gray erwähnte in seinem letzten Bericht keine Kometen, aber ein elektrisches Planetensystem sollte elektrische Kometen einschließen.

Hugh Hamilton (1729-1805) war ein Mathematiker, Naturphilosoph und Professor in Dublin. 1767 wurden seine „Philosophical Essays“ über drei verschiedene Themen veröffentlicht. Das zweite Essay beschäftigte sich mit „Beobachtungen und Vermutungen über die Natur der Aurora Borealis und die Schweife der Kometen“. In diesem Essay erklärte Hamilton das Nordlicht und die Kometenschweife als elektrische Phänomene.

„Aber wir stellen fest, dass jeder Körper, sogar der elektrischste, wenn er genügend erhitzt wird, zu einem Leiter wird, oder die elektrische Materie sehr leicht passieren lassen wird, und deshalb schlussfolgern wir, dass Wärme alle Körper schnell dazu veranlasst, sich von der elektrischen Materie zu trennen, die sie enthalten, und wir führen mit dem Turmalinstein ein Beispiel dafür an, dass einige Körper immer elektrische Materie abgeben werden, wenn sie nur erwärmt werden. Nun, wenn ein Komet aus Regionen extremer Kälte in Richtung Sonne stürzt und beginnt sich bis zu einem gewissen Grad zu erhitzen, wird er wie die elektrische

Materie, welche er wahrscheinlich in großer Fülle enthalten könnte und die Materie wird sich uns als Erscheinungsbild eines leuchtenden Schweifes zeigen, wie sie es in der Aurora Borealis tut; und wenn der Komet in sein Perihelium kommt, und die Hitze steigt, wird diese Materie im Übermaß hervorbrechen, und der Schweif oder die Schleppe wird an Länge zunehmen, bis die Entfernung des Kometen von der Sonne die Hitze verringern wird und diese Materie ziemlich erschöpft sein wird, der Schweif in seinen Dimensionen schrumpfen wird, und nach einiger Zeit zu weit entfernt sein wird und zu sehr verblasen wird, um beobachtet werden zu können.“⁴

Nach einigen weiteren Erklärungen folgte Hamilton:

„Zukünftige Experimente und Beobachtungen werden diese, meine Annahmen entweder bestätigen oder andere, wahrscheinlichere vorschlagen; aber jetzt können wir nur argumentieren mittels der Analogie vom Aufstieg der elektrischen Materie durch die kälteren Regionen unserer Atmosphäre in die Aurora Borealis, dass der gleiche Effekt in der Atmosphäre eines Kometen stattfinden wird und wegen der gleichen Ursache, was auch immer diese sein mag.“⁵

Andrew Oliver Jr. (1731-1799) war ein Richter, Philosoph, Mathematiker und Kometenforscher. Er lebte in Salem (Massachusetts) in New England. 1772 wurde sein „Essay on Comets“ publiziert. In Teil I versuchte Oliver, die Phänomene der Schweife der Kometen zu erklären und ihre der Sonne immer entgegengesetzte Richtung zu interpretieren. In Teil II spekulierte er, ob Kometen trotz der riesigen Exzentrizitäten ihren Umlaufbahnen bewohnte Welten sein könnten.

Oliver beschrieb, dass sein kleiner Komet - ein kleines Kügelchen aus Kork oder Holundermark - viele Umdrehungen um seine elektrische Sonne machte, eine feuervergoldete Holzkugel von vier oder fünf Zoll Durchmesser. Der Schweif des Kometen - einige wenige Fäden von drei oder vier Zoll Länge - wendete sich von der Sonne ab und behielt diese Position immer bei. Die elektrische Sonne wurde durch einen Draht von einer elektrischen Flasche [Leidener Flasche] mit Energie versorgt und der künstliche Komet wurde an einem Seidenfaden aufgehängt.

Oliver erwog, dass, wenn „... der elektrische Schweif eines Kometen einen nahen Planeten passiert, er durch ihn angezogen werden würde, aus seiner der Sonne entgegengesetzten Position zur Seite in Richtung der Sonne gezogen werden würde und auf ihr den Überschuss seines Feuers entlädt, von dem beide gleiche oder proportionale Anteile haben könnten; welche sich entladen. Wenn wir das Überspringen eines kleinen Funkens zwischen zwei Korkkügelchen bedenken und diese Idee proportional vergrößern, so dass augenblicklich Katarkte aus Feuer entstehen, welche notwendigerweise zwischen zwei Welten in einer ähnlichen Situation stattfinden müssten, könnten wir uns sehr wohl vorstellen, dass das eine Explosion ergibt, welcher nichts gleichen könnte, nahe der letzten Stimme eines Erzengels; und, als wenn das nicht genug wäre, um die Asche der Toten zu erwecken, könnte das die Lebenden zu einfachem Staub werden lassen.“⁶

Doch Oliver beeilte sich zu versichern, dass wir nicht das Geringste zu befürchten hätten, weil unendliche Weisheit und Güte nicht eine Welt erschaffen würden, nur um eine andere zu zerstören.

Comte de Lacépède (1756-1825) befasste sich mit Musik, Philosophie und Naturgeschichte. Er entging dem revolutionären Terror und wurde später als französischer Politiker bekannt. Bereits in den 1770ern sah er elektrische Materie als allgemeine, aktive Ursache in der Natur

an. Während andere den Ort der konzentrierten Wirkung elektrischer Materie in der Sonne fanden, wollte Lacépède den Sammelpunkt der elektrischen Materie in die Erde verlegen. Von dort aus, glaubte er, steige Elektrizität auf und verursache gewaltige Explosionen. Seiner Meinung nach waren diese Explosionen verantwortlich für den Untergang von Atlantis, die Trennung Spaniens von Afrika, die Entstehung der Meerenge zwischen Frankreich und England wie auch vulkanische Eruptionen und Erdbeben. Außerdem glaubte er an elektrische Atmosphären um Sterne, Planeten und Kometen.

Im späten 18. Jahrhundert wuchs das Wissen über Elektrizität sehr schnell. Wissenschaftler schrieben viele Bücher über das Wesen der Elektrizität und die Geschichte der Nutzung derselben. **Joseph Priestley** (1733-1804) zum Beispiel publizierte „The History and Present State of Electricity with Original Experiments“ im Jahr **1767**. Der deutsche Arzt **Johann August Donndorff** (1754-1837) veröffentlichte sein Werk „Lehre von der Elektrizität, theoretisch und praktisch auseinandergesetzt, zum gemeinnützigen Gebrauch, auch für solche die keine Gelehrte sind“ in den Jahren **1783/84**. Donndorff beschrieb 72 elektrische Experimente in Kapitel 19 von Band II. Ein anderer deutscher Doktor publizierte ein sehr ähnliches Werk in den gleichen Jahren. **Carl (Karl) Gottlob Kuehn** (1754-1840) nannte sein Buch „Geschichte der medizinischen und physikalischen Elektrizität und der neuesten Versuche, die in dieser nützlichen Wissenschaft gemacht wurden“.

Es ist aufregend zu lesen, dass Kuehn die folgenden Erscheinungen als völlig oder zumindest teilweise durch Elektrizität verursacht beschrieb: Donner, Blitze, Gewitterstürme, St. Elmo-Feuer, Wetterleuchten, die Atmosphäre, Feuerkugeln, Aurora borealis, Kometenschweife, Wasserhosen, Regenstürme, Regen, Nebel, Hagel, Erdbeben (verursacht durch unterirdische Blitze), vulkanische Eruptionen (verursacht durch elektrische Funken) und sogar Verbindungen zwischen zwei Vulkanen. Auch die Ergebnisse des Einflusses von Elektrizität auf Pflanzen und Tiere wurde diskutiert, aber die größte Aufmerksamkeit wurde auf die Behandlung von Menschen mit Elektrizität gerichtet. Es wurde bereits zuvor erwähnt, dass Lacépède an elektrische Atmosphären um Sonnen, Planeten und Kometen glaubte. Doch Elektrizität wurde von einigen Forschern auch als Akteur in der Sonne und der Erde gesehen.

Der ganze Rummel um die Elektrizität erschien **Georg Christoph Lichtenberg** (1742-1799) befremdlich. Der bekannte Pionier der Elektrizität war ein nüchterner Experimentator und forderte für jede Behauptung Beweise. Deshalb schrieb er 1796 die folgenden Zeilen:
*„Auch die elektrische Materie ist als Ursache des Kometenschweifes angegeben worden. Das ist so der rechte Scherwenzel [eine beliebig einsetzbare Trumpfkarte] der Physiker. Von Allem, was man nicht weiter erklären kann, muß nun die Elektrizität die Ursache seyn. Der Blitz und das Leuchten der Mastbäume, sind bisher die einzig wahren Phänomene der Elektrizität.“*⁷

Doch selbst Lichtenberg konnte dem Zeitgeist nicht widerstehen! Und dieser Zeitgeist war elektrisch. Lichtenberg spekulierte in „Erxleben's Anfangsgründe der Naturlehre“ im Jahr 1791, dass Elektrizität - zumindestens zeitweise - an Phänomenen wie fliegenden Drachen [Kometen] , Sternschnuppen, Boliden etc. beteiligt sein könnte⁸

Lichtenberg unterstützte den begabten Physiker **Ernst Chladni** (1756-1827). Während einer Diskussion bemerkte Chladni, dass Lichtenberg über Feuerbälle wie über elektrische Meteore sprach. Er machte Lichtenberg darauf aufmerksam, dass solche eine Erklärung fehl am Platze sei. Doch Lichtenberg gab zu, dass die Wissenschaftler mit den Feuerbällen nichts anzufangen wußten. Sie könnten auch kosmischer Herkunft sein wie Kometen. Diese Feststellung ermutigte Chladni, Lichtenbergs Idee für seine eigenen Forschungen

aufzugreifen. Im Jahr 1794 veröffentlichte er seine Entdeckungen über die kosmische Herkunft von Meteoriten und Boliden.

Chladni nahm an, dass kosmische Materie in Gestalt von Feuerbällen von der Erde angezogen und beschleunigt werde. Diese rasche Bewegung verursache starke elektrische Ströme und Wärme aufgrund der starken Reibung in der Erdatmosphäre, was wiederum zum Verbrennen und Schmelzen der Himmelskörper führe, ihrer Ausdehnung und sogar Explosion. Es bedurfte einiger hilfreicher Steinfälle in den nächsten Jahren und einer langen wissenschaftlichen Diskussion, bevor Chladnis Theorie der Herkunft der Meteoriten allgemein anerkannt wurde.

Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816) war ein Jurist, hoher Beamter und bekannter Astronom. Sein Observatorium in Lilienthal, einem Dorf nahe der Stadt Bremen, war weithin bekannt. Anfang **1800** wurde sein Buch „Beobachtungen des Cometen von 1799, mit weitem cometologischen Bemerkungen“ publiziert. Er schlussfolgerte, dass die meisten Kometen feste Körper sind, schloss aber flüssige Kometen nicht aus. Schroeter verglich das Licht der Kometen mit dem Zodiaklicht und dem Nordlicht. Außerdem schlussfolgerte er, dass die Strahlen- oder Lichtschüsse der Kometen auf einen elektrischen Meteor hinweisen würden. Er glaubte, der so genannte „Lichtstoff“ würde durch den Kometen angezogen und in der Photosphäre des Kometenkerns zu Licht umgewandelt aufgrund der anziehenden und abstoßenden Aktionen der positiven und negativen Elektrizität (oder einer vergleichbaren Kraft). Schroeter betonte, dass Wilhelm Olbers 1 1/2 Jahre früher in einer akademischen Vorlesung (also Mitte 1798) bereits eine sehr ähnliche Idee vorgebracht hatte. Schroeter wiederholte seine Annahmen für den Kometen von 1807 und bezeichnete seine Strahlenschüsse als galvano-elektrische Effekte. Auch 1811 verglich er den großen Kometen dieses Jahres mit dem Nordlicht und dem Zodiaklicht.

Dann beendeten die Napoleonischen Kriege im Jahr 1813 alle weiteren Forschungen. Französische Truppen überfielen sein Observatorium. Die meisten astronomischen Geräte wurden zerstört, alle seine Bücher und Schriften verbrannten. Schroeter überwand diesen Verlust nie und starb drei Jahre später.

Jean André de Luc (1727-1815) wurde in Genf (Schweiz) geboren und arbeitete als Händler. 1773 wanderte er nach Großbritannien aus und war bis zum Ende seines Lebens Vorleser der Königin Charlotte und der noblen Gesellschaft. Im Jahr **1800** veröffentlichte er in Deutschland einen kleinen Artikel mit dem Titel „Gedanken über die Natur der Kometen“. Er nahm an, dass chemische Zerfallsprozesse auf dem Komet leuchtende, lichtartige Dämpfe produzierten, die in der Kometenatmosphäre aufsteigen. Desweiteren verglich de Luc den Kometenschweif mit Nordlichtern und elektrischen Fluiden in unserer Atmosphäre. Er spekulierte, dass ein Fluid - ähnlich den so genannten elektrischen Fluiden - auf Kometen existiert.

Carl Constantin Haberle (1764-1832) arbeitete in vielen Bereichen der Wissenschaft. Er publizierte meteorologische Jahrbücher mit der Wettervorhersage für das gesamte folgende Jahr 1809 und 1810. Haberle verkündete, dass der Kosmos und insbesondere die Positionen der Planeten unser Wetter auf der Erde beeinflussen. So postulierte er, dass unsere Sonne elektrische Wechselwirkungen mit benachbarten Sonnen und Kometen sowie unseren Planeten habe. Sonneneruptionen und Sonnenflecken sollten das Ergebnis solcher Wechselwirkungen sein. Außerdem erklärte Haberle Erdbeben als Ergebnisse elektrischer Interaktionen.

Nach der Publikation seines Jahrbuchs für 1810 kam er unter schweres Feuer durch einen anonymen Rezensenten. Deshalb beinhaltete sein nächstes Jahrbuch mit den Wettervorhersagen für 1811 einen Anhang mit dem Titel „Kritik und Anti-Kritik meiner meteorologischen Schriften“. In diesem Anhang tritt er für die Existenz einer „Ätherluft“ und kritisierte den Mangel an Erklärungen in Newtons mathematischer Theorie des Universums. Haberle zitierte auch Professor Placidus Heinrich, der sich Kometen als elektrisch oder magnetisch vorstellte. Haberle unterstrich, dass Meteorologie Flickwerk bleibe, ohne die Berücksichtigung der Tatsache, dass das kosmische Leben der Erde eng verknüpft ist mit dem kosmischen Leben der Sonne und ihrer Familie von Planeten, Satelliten und Kometen. Nach Haberles Meinung hatte Gott die Millionen von Himmelskugeln im Äther mit Hilfe der Elektrochemie erschaffen.

Es scheint jedoch, als habe Haberle seine Arbeit nicht fortgesetzt. 1813 verließ er Deutschland und wanderte nach Ungarn aus. Dort arbeitete er als Professor der Botanik und Mineralogie. 1832 wurde er durch einen Raubmörder in Pest/Ungarn ermordet.

Franz von Paula Gruithuisen (1774-1852) arbeitete als Mediziner in München in Bayern. Er war bereits berühmt - oder eher berüchtigt? - wegen seines Büchleins „Ueber die Existenz der Empfindung in den Köpfen und Rümpfen der Geköpften“, das 1807 publiziert worden war. Er arbeitete jedoch auch als Astronom und schrieb ein wichtiges Buch mit 370 Seiten über Kometen, genannt „Ueber die Natur der Kometen, mit Reflexionen auf ihre Bewohnbarkeit und Schicksale; Bey Gelegenheyt des Kometen von 1811.“ Paula Gruithuisen teilte Schroeters und Olbers Meinung über die elektrische Natur des Kometenlichts, ergänzte aber, dass beide die daran beteiligte Elektrochemie übersehen würden.

Paula Gruithuisen hat keinen Zweifel daran, dass das Licht der Kometen dem Nordlicht und dem Zodiaklicht stark ähnelt. Deshalb erklärt er das Kometenlicht als ein Polarlicht „... und zwar als *sur plus der Elektrizität, welche mit dem chemischen Prozeß auf dem Planetenkörper und in seiner niedrigen Atmosphäre sich entwickelt, in der höheren Atmosphäre einen Leiter findet und dadurch aus dem Äther die entgegengesetzte Elektrizität anzieht.*“⁹

Der bayrische Wissenschaftler vergleicht den Kometenschweif mit einem Experiment, bei dem Elektrizität den Metallknopf einer Glocke in verdünnter Luft im Dunklen trifft. Später fährt er fort:

„Die Ursachen der elektrischen Prozesse in den Atmosphären der Kometen und Erdpole aber sind nicht wesentlich verschieden; aber wohl in Bezug auf ihre Folge der Erscheinungsfähigkeit. Nämlich in den Kometen, welche ohnehin immer eine dünne, feuchte Atmosphäre haben) leitet sich die durch den Kometenchemismus erzeugte Electricität leicht ab, aber sie wird in so ungeheurer Menge durch Chemismus erzeugt, daß sie den Oxydationsprozeß der Kometendünste mit dem Sauerstoff der Sonnenatmosphäre mächtig befördert und also auch die Lichtproduktion vermehrt; dieses nun ist auf der Erde nicht der Fall.“*¹⁰

Am Ende dieses Abschnitts seines Buches gibt Paula Gruithuisen folgende beeindruckende Zusammenfassung:

„In der Aethersphäre des Schweifes dürfen wir diesem zufolge die allerverschiedensten chemischen und dynamischen Prozesse annehmen, welche Elektrizität erregen, da aber diese Elektrizität wieder jeden chemischen Prozeß aufregt, so haben wir einen Cyclus von Ursachen eines nie zu versiegenden Chemismus in den Kometenatmosphären; welcher Chemismus sich ganz ohne Zweifel abnehmend von jedem Weltkörper aus ohne Ende in den

Aether fortsetzt, und dabey eine immerwährende Contramotion der feineren Stoffe veranlaßt. ¹¹

Auch in späteren Publikationen in den 1830ern und 1840ern unterstrich Franz von Paula Gruithuisen die Bedeutung elektromagnetischer Variationen und Effekte und der Elektrochemie von Kometen.

Wilhelm Olbers (1758-1840), ein sehr bekannter Astronom, wurde bereits früher in Verbindung mit Schroeter erwähnt. Er entwickelte eine Theorie der Abstoßung von Kometenschweif. Diese wurde im Januar **1812** unter dem Titel „Über den Schweif des Großen Kometen von 1811“ veröffentlicht und später neu aufgelegt.

Olbers teilte Kometen in drei Klassen ein. Eine Klasse umfasste schweiflose Kometen. Diese Kometen entwickelten keine Materie oder Substanz, welche durch irgendeine abstoßende Kraft der Sonne beeinflusst werden könnte. Eine weitere Klasse umfasste Kometen, die nur eine abstoßende Kraft der Sonne zeigten, aber keine abstoßende Kraft des Kometen. Die dritte Klasse waren Kometen, welche zur selben Zeit eine abstoßende Kraft der Sonne und eine abstoßende Kraft des Kometenkerns zeigten, z.B. der Komet von 1811. Zuletzt schlussfolgerte Olbers:

„Kurz, ich weiß durchaus nicht, woher diese Repulsivkraft, oder bestimmter zu reden, woher dies Bestreben der Schweifmaterie sich von der Sonne und dem Cometenkern zu entfernen, entsteht: genug, daß die Beobachtung es deutlich zeigt. Enthalten kann man sich indessen schwerlich, dabey an etwas unsern electrischen Anziehungen und Abstoßungen analoges zu denken. Warum sollte auch diese mächtige Naturkraft, von der wir in unserer feuchten stets leitenden Atmosphäre schon so bedeutende Wirkungen sehen, nicht im großen Weltall nach einem weit über unsere kleinlichen Begriffe gehenden Maaßstabe wirksam seyn.“ ¹²

Carl August von Eschenmayer (1768-1852) ein Arzt und Philosoph, unterstrich **1832**: *„Auch schon der äußere Anblick von Kometen dringt uns den Gedanken an Elektrizität auf.“* ¹³ Eschenmayer griff Laplace' alte Idee auf, dass Kometen zwischen zwei Sonnen schwingen. Nahe der einen Sonne, nahm er an, wird der Komet entweder mit einer positiven oder einer negativen Ladung gesättigt. Dann würde der Komet mit erneuerter Energie zu einer anderen Sonne eilen, angezogen von der entgegengesetzten Ladung der Atmosphäre dieser Sonne. Erneut würde der Komet einen Zustand gesättigter Ladung in deren Atmosphäre erreichen, würde abgestoßen werden und wieder zur ersten Sonne eilen. So würde der Komet das große Phänomen der freigesetzten Elektrizität in einem stetigen Zyklus von Anziehung, Sättigung und Abstoßung demonstrieren. Eschenmayer betonte, dass Kometen nicht nur unter dem Einfluss der Gravitation stehen, sondern auch durch Effekte der Elektrizität beeinflusst werden.

Doch Eschenmayer nahm auch an, dass Kometen tatsächlich beide elektrische Ladungen haben, einen negativ geladenen Kometenkern und einen positiv geladenen Schweif, der hell leuchtet und sich ausdehnt. Dann hat er eine revolutionäre Idee! Er folgert, dass es dort eine „isolierende Zwischenlage“ zwischen der Konzentration negativer Ladung und der Konzentration positiver Ladung geben muss. Er fügt hinzu, dass wir die Natur dieser Schicht nicht kennen. Er konnte in der Tat den Begriff Plasma und dessen Konsequenzen im Jahr 1832 noch nicht kennen, aber er war der so genannten „Plasma-Doppelschicht“ sehr nahe.

Eschenmayer hatte leider eine Neigung zur Erforschung von animalischem Magnetismus und Okkultismus. Deshalb wurde er ignoriert und später in einem Roman (Münchhausen von Karl Immermann) gnadenlos verspottet.

Die Beobachtung des Halleyschen Kometen **1835** blieb nicht ohne bleibende Konsequenzen für die weitere Entwicklung elektrischer Ideen über Kometen. **Wilhelm Struve** (1793-1864), ein Astronom und Geodät, schrieb **1836** einen Artikel mit dem Titel „Ueber die im Jahre 1835 auf der Dorpater Sternwarte angestellten Beobachtungen des Halleyschen Kometen (1835 vom 20. Aug. bis 5. Nov.)“. Der deutsche Astronom Dr. von Schubert behauptete unter Bezug auf Struves Zeichnungen des Kometen, dass diese ohne Zweifel elektrische Kräfte bei der Arbeit zeigen würden. Auch Dr. Remeis listete Struve unter den großen Astronomen auf, die an elektrische Kometen glaubten. Ich konnte jedoch bisher in Struves Publikationen keinen definitiven Beweis für diese Behauptung finden.

Wilhelm Bessel (1784-1846) war ein sehr erfolgreicher Schüler des großen Astronomen Olbers. Er schrieb mehr als 100 Artikel über Kometen. Am 20. Januar **1835** verfasste er einen Brief mit den folgenden Zeilen an Olbers:

„Ich glaube, dass das Ausströmen des Schweifes des Kometen ein rein elektrisches Phänomen ist: Körperchen auf dem Cometen und der Comet selbst werden durch den Uebergang von grösserer zu geringerer Entfernung von der Sonne elektrisiert und dadurch abgestoßen. Wenn man doch das Licht des Schweifes prüfen könnte, um dadurch zu erfahren, ob es elektrisch ist!“¹⁴

Im Februar 1836 publizierte Bessel seinen Artikel „Beobachtungen über die physikalische Beschaffenheit des Halleyschen Kometen und daraus resultierende Kommentare“. Darin entwickelt er eine Theorie der Kometenschweife, die später von dem russischen Astronom und Mathematiker Fjodor Bredichin weiterentwickelt wurde.

Sir John Herschel (1792-1871), Sohn des berühmten Wilhelm oder William Herschel, war selbst ein großer Wissenschaftler. Sein Werk „Results of Astronomical Observations Made during the Years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of Good Hope“ wurde stark verspätet **1847** veröffentlicht. Wie Struve und Bessel leistete Herschel bedeutende Beiträge zu den Erkenntnissen zum Halleyschen Kometen und der Kometenforschung im Allgemeinen. Er bemerkte in einer Fußnote in „Results of Astronomical Observations...“:

„... ich kann nicht anders, als zu bemerken, dass das Konzept einer hochgradigen elektrischen Anregung in der Materie des Schweifs (von derselben Art wie die einer ständigen elektrischen Entladung, die auf der Sonne vor sich gehen soll) die meisten grundlegenden Bedingungen des Problems zufriedenstellend lösen würde. Daran, dass die Hitze der Sonne im Perihelium wirklich einen Teil der Kometenmaterie verdampft, kann nicht länger, glaube ich, irgendein vernünftiger Zweifel bestehen. Dass bei einer solchen Verdampfung eine Trennung der beiden Elektrizitäten erfolgen sollte, der Kern (vermutlich) negativ wird und der Schweif positiv, steht in Übereinstimmung mit vielen physikalischen Fakten. Die Umstände einer solchen Verdampfung, wie man sie beim Halleyschen Kometen stattfinden sah, waren in starkem Maße günstig für solch eine Trennung. Die Materie des Schweifs schien in gewalttätigen Strahlen und Strömen emittiert zu werden, wie von Ursprüngen oder Rissen im vorderen Teil des Kerns (...) durch mächtige elektrische Anregung.“¹⁵

Später betont die gleiche Fußnote, „die außergewöhnliche Energie der elektrischen im Vergleich zur Gravitationskraft, wie sie auf Materie gleicher Massenträgheit ausgeübt wird, spricht stark zu ihren Gunsten.“¹⁶ John Herschel wies auch auf Struves außergewöhnliche Zeichnungen vom Halleyschen Kometen hin, um die elektrische Erregung desselben zu beweisen.

Friedrich Zöllner (1834-1882) war ein in Berlin geborener Physiker und Astronom, der in Leipzig in Sachsen arbeitete. Ein moderner Wissenschaftler beschrieb seine Leistungen so: *„Zöllner hat wichtige Arbeit in der Sternfotometrie, Astrospektroskopie, Kosmologie und Kometentheorie getan und er trug auch zu Aspekten der Geophysik, einschließlich einer elektrodynamischen Theorie des Ursprungs des Erdmagnetismus, bei.“*¹⁷

Sein Werk „Über die Natur der Kometen, Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntnis“ wurde **1871** veröffentlicht. Deshalb wurde Zöllner in Deutschland als der Vater der elektrischen Theorie vom Kometen bezeichnet, doch er selbst verwies immer auf Olbers als Begründer dieser Theorie. Meiner Meinung nach war er eher der Kreuzritter der elektrischen Kometentheorien! Sein Angriffsgeist half ihm in der Wissenschaft die Idee des elektrischen Kometen zu verbreiten, aber er verursachte auch viele hitzige Debatten und hatte eine wachsende Anzahl wissenschaftlicher Gegner und privater Feinde. Es scheint, als ob Zöllner die physikalische Weltanschauung des berühmten Philosophen Friedrich Nietzsche beeinflusste.

Zöllner folgte Ideen von Olbers, Bessel und Herschel. Er spekulierte nicht darüber, dass unbekannte Kräfte am Werk seien, wie andere Kometenforscher. Zöllner nimmt an, dass die Materie des Kometenkerns bei seiner Annäherung an die Sonne schnell zu verdampfen beginnt. Dann entwickelt sich eine Gaswolke und ein Schweif entsteht, der immer von der Sonne abgewendet ist. Letzteres ist laut Zöllner ein elektrostatisches Phänomen. Er postuliert, dass die Verdampfung mit einem Aufladungsprozess verbunden ist. Außerdem nimmt er eine Fernwirkung der Sonne an. Dann entwickeln sich unvermeidlich Schweife, weil die Gravitationswirkung der Sonne auf Kometen wegen der geringen Masse des Kometen geringer ist als der elektrische Effekt.

Sein ständiger Kampf gegen bestimmte Erscheinungen des akademischen Lebens, seine scharfe Polemik gegen Fachkollegen und sein Nationalismus und starker Antisemitismus steigerten die allgemeine Ablehnung gegenüber Zöllner. Nach einer Reise nach London im Jahr 1875 kam er unter den Einfluss des Spiritualismus und versuchte die Existenz einer vierten Dimension im Raum zu beweisen. Er hoffte, so Geister und ähnliche Phänomene erklären zu können. Doch er wurde von dem US-amerikanischen Medium Henry Slade betrogen und von seinen Feinden schließlich für geisteskrank erklärt. Zöllner verstarb plötzlich 1882 im Alter von 48 Jahren, gerade rechtzeitig bevor das Königreich Sachsen den ‚notorischen Querulanten‘ aus seiner akademischen Position entfernen konnte. Sein Tod verhinderte auch die Publikation der dritten, erweiterten Ausgabe seines Buches über Kometen.

Wilhelm Foerster (1832-1921) war ein sehr bekannter deutscher Astronom. Er teilte nicht Zöllners politische Überzeugungen oder aggressiven Charakter, war aber von Zöllners Ideen so beeindruckt, dass er das ehrgeizige Projekt „Untersuchungen über das Wesen der Elektrizität im Weltraum“ organisierte. Entsprechende Experimente beschäftigten sich mit Kometenphänomenen, Polarlichtern und ihren Frequenzen und dem Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Veränderungen des Erdmagnetfelds. Foerster wählte den fähigen Physiker Eugen Goldstein aus, um das Wesen der Elektrizität im Weltraum zu erforschen, weil Goldstein große Erfahrungen mit Experimenten mit Gasentladungsröhren hatte.

Foerster gab **Eugen Goldstein** (1850-1930) viel Unterstützung, aber dieser musste seit Beginn seiner Arbeit über Elektrizität im Weltraum Mitte der 1880er immer mit vielen Hindernissen kämpfen. Mangel an Geld, Ausrüstung und Zeit verzögerten oder unterbrachen seine Arbeit wieder und wieder. Es brauchte Jahre, bevor Goldstein eine Stelle am

Observatorium in Berlin bekam, doch seine Vorgesetzten dort verstanden seine Arbeit nicht wirklich und dachten, sie habe nichts mit Astronomie zu tun.

Später, im Jahr 1920 wurde ein Fazit gezogen: „*Es ist Goldstein auch gelungen, die wesentlichen Besonderheiten der Kometenerscheinung experimentell nachzubilden (24, 29, 30). Goldstein betrachtete die Kometenschweife als sekundäre Kathodenstrahlen, welche an der den Kometenkern bildenden Meteoritenwolke durch die von der Sonne ausgehenden Kathodenstrahlen herangerufen werden. Durch elektrostatische Abstoßung seitens der Sonne werden diese Sekundärstrahlen annähernd in die Verlängerung des Radiusvektors des Kometenkerns zurückgebogen.*“¹⁸

Viele Laien und Experten glaubten, dass Goldstein bei der Nachahmung der Kometenphänomene erfolgreich war. Aber Goldstein war mehr Experimentator als Theoretiker. Er lehnte das aufsteigende neue Konzept des Elektrons ab und entkoppelte sich so vom wissenschaftlichen Fortschritt. Schließlich schien der Erfolg von Arrhenius' Theorie des Strahlungsdrucks der Sonne einige der Erscheinungen der Kometenschweife zu erklären und verringerte das Interesse an anderen Erklärungen. Das ist seltsam, weil Arrhenius selbst den elektrischen Kometen befürwortete. Letztendlich war Foerstes und Goldsteins Projekt trotz eines vielversprechenden Ansatzes gescheitert. Die Kometenwissenschaft beschritt im 20. Jahrhundert einen anderen Weg und versucht noch immer die richtige Bahn ins 21. Jahrhundert zu finden.

Teilliste der verwendeten Quellen:

Bessel, Franz Friedrich Wilhelm: Brief No. 348 Bessel an Olbers, Königsberg, 20. Januar 1835, in: Adolph Erman (Hrsg.), Briefwechsel zwischen Olbers und Bessel, 2.Bd., Avenarius Mendelssohn, Leipzig 1852.

Bessel, Franz Friedrich Wilhelm: Beobachtungen über die physische Beschaffenheit des Halleyschen Kometen und dadurch veranlasste Bemerkungen, in: Schuhmacher, H.C. (Hrsg.), Astronomische Nachrichten No. 300, 301, 302, Hammerich- und Lessersche Buchdruckerei, Altona 1836.

Chladni, Ernst Florens Friedrich: Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen, und über einige damit in Verbindung stehende Naturscheinungen, Hartknoch, Riga 1794.

(Neuaufgabe 1971, Titel: Über den kosmischen Ursprung der Meteorite und Feuerkugeln)

Chladni, Ernst Florens Friedrich: Ueber Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen, Verlag J. G. Heudner, Wien 1819.

de Luc, Jean André: Gedanken über die Natur der Kometen, in: Bode, J. E. (Hrsg.), Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1803, C. F. E. Späthen, Berlin 1800.

Donndorff, Johann August: Lehre von der Elektrizität, theoretisch und praktisch auseinandergesetzt zum gemeinnützigen Gebrauch, auch für solche die keine Gelehrte sind, Bd. 1 & 2, Georg Adam Keyser, Erfurt 1783 & 1784.

Erxleben, Johann Christian Polykarp: Anfangsgründe der Naturlehre, mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg, 5. Auflage, 1791.

Eschenmayer, Adolph Carl August: Grundriß der Natur-Philosophie. Heinrich Laupp, 1832.

Gilbert, William: De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure, Tübingen 1600.

Gray, Stephen: An Account of some Electrical Experiments intended to be communicated to the Royal Society by Mr. Stephen Gray, F.S.R. taken from his Mouth by Cromwell Mortimer, M.D.R.S. Secr. on Feb. 14, 1735-6. being the day before he died, in: Royal Society (ed.), Philosophical Transactions 1735-6, Vol. XXXIX., London 1738.

- Guericke**, Otto von: Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio. Apud Johannem Janssonium Waesberg, Amstelodami [Amsterdam] Anno 1672.
- Haberle**, Carl Constantin Christian: Meteorologisches Jahrbuch, Zweiter Hauptteil, Praktische Witterungslehre, Oder Tagebuch der vermuthlichen Witterung des Jahres 1810, Verlag des Landes-Industrie-Comtoirs, Weimar 1810.
- Haberle**, Carl Constantin Christian: Kritik und Anti-Kritik meiner meteorologischen Schriften, in: Meteorologisches Jahrbuch, Zweiter Hauptteil, Praktische Witterungslehre, Oder Tagebuch der vermuthlichen Witterung des Jahres 1811, Verlag des Landes-Industrie-Comtoirs, Weimar 1811.
- Hamilton**, Hugh: Philosophical Essays On the following Subjects: I. On the Ascent of Vapours, the Formation of Clouds, Rain and Dew, and on several other Phenomena of Air and Water. II. Observations and Conjectures on the Nature of the Aurora Borealis, and the Tail of Comets. III. On the Principles of Mechanicks. John Nourse, London 1767.
- Hedenus**, Michael: Der Komet in der Entladungsröhre; Eugen Goldstein, Wilhelm Foerster und die Elektrizität im Weltraum, GNT-Verlag, Diepholz 2007.
- Herschel**, Sir John Frederick William: Results of Astronomical Observations Made during the Years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of Good Hope. Smith, Elder and Co., Cornhill, London 1847.
- Kragh**, Helge. Geometry and Astronomy: Pre-Einstein Speculations of Non-Euclidean Space, 2012, siehe: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1205/1205.4909.pdf>
- Kuehn**, Carl Gottlob: Geschichte der medizinischen und physikalischen Elektrizität und der neuesten Versuche, die in dieser nützlichen Wissenschaft gemacht wurden, Bd. 1 & 2, Weygandsche Buchhandlung, Leipzig 1783 & 1785.
- Lichtenberg**, Georg Christoph: Vorlesungen zur Naturlehre, Bd. 2, Teil IV, Theoretische Astronomie (1796), publiziert 1814. Siehe: <http://lichtenberg.adw-goe.de/baende/index/10>
- Olbers**, Heinrich Wilhelm Matthäus: Über den Schweif des großen Kometen von 1811, in: Freyherr F. von Zach (Hrsg.), Monatliche Correspondenz zur Förderung der Erd- und Himmelskunde, Vol. XXV, Verlag der Beckerschen Buchhandlung, Gotha 1812.
- Oliver Jr.**, Andrew: Essay on Comets, Part I & II, Salem, Samuel Hall, New-England 1772.
- Paula Gruithuisen**, Franz von: Ueber die Natur der Kometen, mit Reflexionen auf ihre Bewohnbarkeit und Schicksale; Bey Gelegenheyt des Kometen von 1811, Ignatz Joseph Lentner, München 1811.
- Priestley**, Joseph: The History and Present State of Electricity with Original Experiments, Vol. 1 & 2, London 1767.
- Reichenheim**, Otto: Eugen Goldstein, in: Die Naturwissenschaften, 8. Jahrgang, 1920.
- Schroeter**, Johann Hieronymus: Beobachtungen des Cometen von 1799, mit weitem cometologischen Bemerkungen, in: Bode, Johann Elert (Hrsg.), Neuste Beiträge zur Erweiterung der Sternkunde; 2: Mit drey Kupfertafeln, Lange Verlag, Berlin 1800
- Schubert**, Gotthilf Heinrich von: Ansichten der Nachtseite der Wissenschaft, Arnoldische Buchhandlung, Dresden und Leipzig 1840.
- Struve**, Friedrich Georg Wilhelm: Ueber die im Jahre 1835 auf der Dorpater Sternwarte angestellten Beobachtungen des Halleyschen Cometen, in: Schuhmacher, H.C. (Hrsg.), Astronomische Nachrichten No.304, Hammerich- und Lessersche Buchdruckerei, Altona 1836.
- Wiedeburg**, Johannes Ernst Basilius: Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken, Kometen und die erste Geschichte der Erde, Eine Vorlesung in der Gesellschaft der Wissenschaften zu Jena am 2ten November 1775, Carl Wilhelm Ettinger, Gotha 1776.
- Zöllner**, Johann Carl Friedrich: Über die Natur der Kometen, Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntnis, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1871.

- ¹ Wiedeburg, Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken..., S.16.
- ² Gray, An Account of some Electrical Experiments..., Philosophical Transactions 1735-6, S. 403.
- ³ Ebenda, S. 400 ff.
- ⁴ Hamilton, Philosophical Essays, S. 110.
- ⁵ Ebenda, S. 117.
- ⁶ Oliver, Essay on Comets, S. 47 ff.
- ⁷ Lichtenberg, Vorlesungen zur Naturlehre, 2.Bd., S. 772.
- ⁸ Lichtenberg in Erxleben's Anfangsgründe der Naturlehre (1791), S. 711.
- ⁹ Paula Gruithuisen, Ueber die Natur der Kometen, S. 166.
- ¹⁰ Ebenda, S. 167.
- ¹¹ Ebenda, S. 171.
- ¹² Olbers, Über den Schweif des großen Kometen von 1811, Monatl. Corr., S. 14.
- ¹³ Eschenmayer, Grundriß der Natur-Philosophie, S. 87
- ¹⁴ Bessel, Brief No. 348 Bessel an Olbers, S. 390.
- ¹⁵ Herschel, Results of Astronomical Observations..., S. 409.
- ¹⁶ Ebenda.
- ¹⁷ Kragh, Geometry and Astronomy: Pre-Einstein Speculations of Non-Euclidean Space, S. 14.
- ¹⁸ Reichenheim, Eugen Goldstein, S. 719.