

Von Froschschenkeln und Elektrizität Wie der Strom zu fließen begann

1780

Luigi Galvani, Professor für Anatomie an der Universität Bologna, seziierte seit Jahren Vögel, Frösche und anderes Kleingetier auf der Suche nach der Lebenskraft. Dieses geheimnisvolle Fluidum, das alles Lebendige eine Zeitlang vor



Luigi Galvani wurde am 9. September 1737 in Bologna geboren. Er studierte zuerst Theologie, später Medizin und wurde Professor der praktischen Anatomie an der Universität in Bologna. Nachdem Napoleon Norditalien erobert hatte, verweigerte Galvani der neu gegründeten cisalpinischen Republik den Treueeid und verlor dadurch im April 1798 seine Ämter. Am 4. Dezember 1798 starb er in seiner Heimatstadt.

dem Verfall bewahrt, musste doch irgendwo seinen Sitz haben.

Am 6. November 1780 machte er eine merkwürdige Entdeckung: Beim Berühren eines Froschschenkelnerfs mit dem Seziermesser zuckte der Froschschenkel plötzlich zusammen. Ein Gehilfe, der zufällig an einer Elektrysiermaschine drehte, meinte, dass das Zucken in dem Moment auftrat, in dem am elektrischen Leiter ein Funke übersprang. Elf Jahre lang studierte Galvani nun in immer neuen Versuchen das Phänomen der zuckenden Froschschenkel. Nachdem er festgestellt hatte, dass die Froschschenkel sich unter dem Einfluss der künstlich durch die Elektrysiermaschine hergestellten Elektrizität bewegten, machte er Versuche bei Gewitter. Auch unter dem Einfluss atmosphärischer Entladungen zeigten die toten Froschteile die wildesten Verrenkungen.

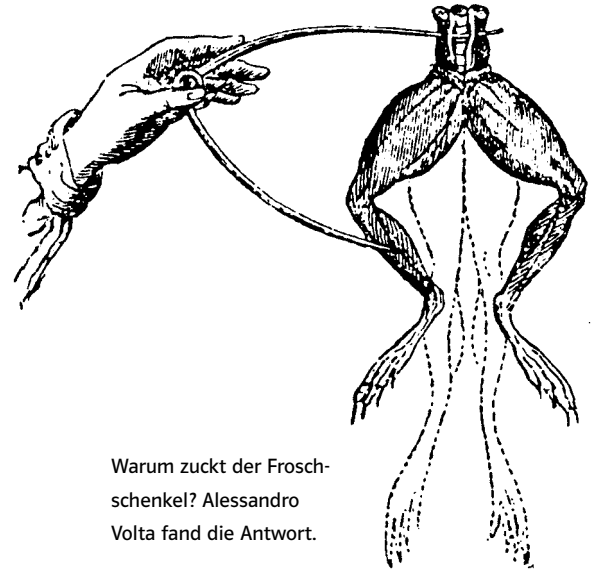
Doch erst durch einen Zufall entdeckte er, dass die Froschschenkel scheinbar auch ohne äußere Elektrizitätseinwirkung zuckten, als er

einen Frosch mit einem Messinghaken an ein Eisengitter hängte. Diesen Vorfall untersuchte er gewissenhaft in einem geschlossenen Raum. Immer, wenn er den Froschschenkel mit einem Messinghaken auf eine Metallplatte brachte, zuckte er zusammen. Legte er ihn auf eine Glas- oder Steinplatte, so unterblieben diese Bewegungen. Galvani konnte dieses Geheimnis nicht lösen. Er vermutete, dass es eine Art tierische Elektrizität geben muss, die vielleicht im Gehirn entsteht und in den Muskeln gespeichert wird.

Im Jahre 1791 veröffentlichte er seine Versuche und forderte die Wissenschaft auf, das Geheimnis zu lösen. Sein Werk trägt den „schlichten“ Titel „De viribus electricitatis in motu musculari commentarius“. Die Übersetzung lautet etwa: „Abhandlung über die Kräfte der Elektrizität bei der Muskelbewegung.“

Volta forscht weiter

Die Hypothese von der tierischen Elektrizität bewegte zahlreiche Forscher zu Versuchen mit Froschschenkeln. Auch der Physiker Alessandro Volta beteiligte sich daran. Seine Versuche mit präparierten Froschschenkeln und metallischen Schließungsbögen ließen ihn immer mehr an der

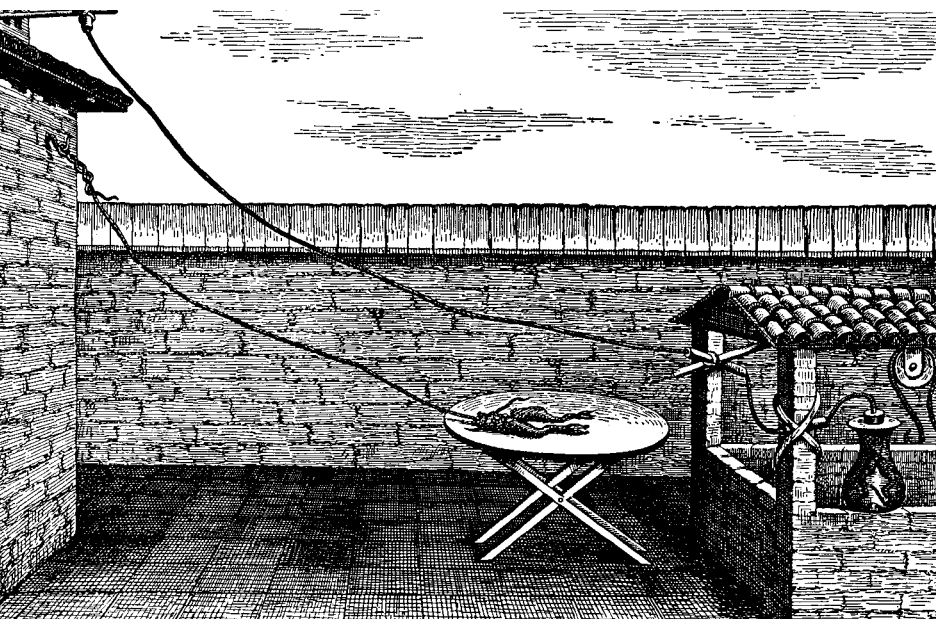


Warum zuckt der Froschschenkel? Alessandro Volta fand die Antwort.

Existenz tierischer Elektrizität zweifeln. Eines Tages kam ihm die Idee, sich zwei verschiedene Metalle auf seinen Zungenmuskel zu legen. Wider Erwarten erfolgte kein Zucken an der Zungenspitze, sondern er verspürte einen andauernden säuerlichen Geschmack. Dieser Zungenversuch beeinflusste seine weitere Forschung entscheidend. Dabei war dieses Phänomen seit langem bekannt. Bereits 1751 hatte der Schweizer Naturforscher Sulzer diesen eigenartigen Geschmack bemerkt. Volta kam durch den Zungenversuch zu der Erkenntnis, dass man zur Erzeugung metallischer

1791

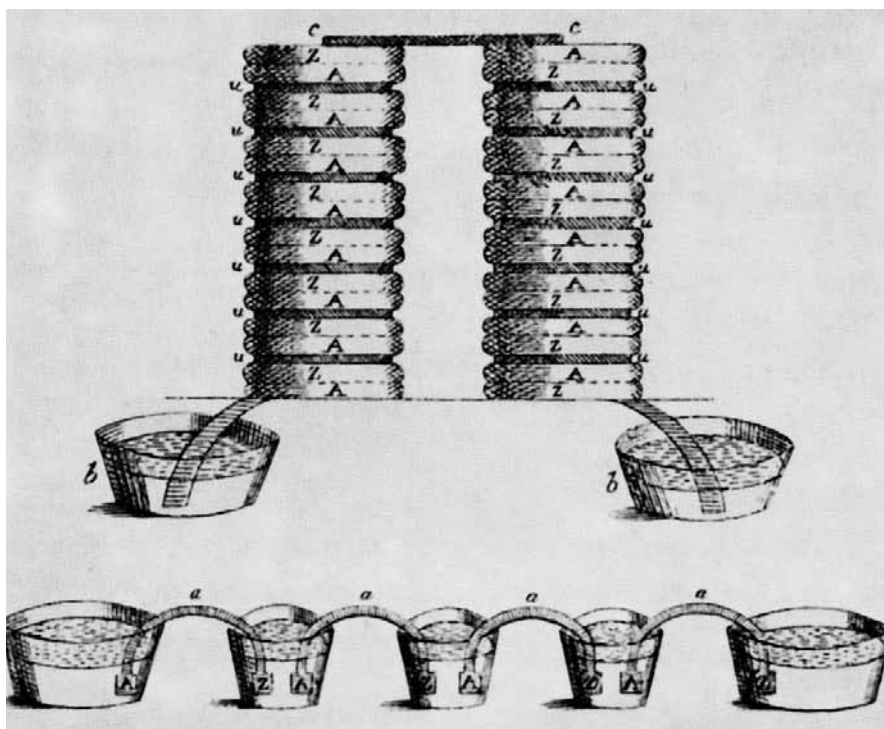
1751



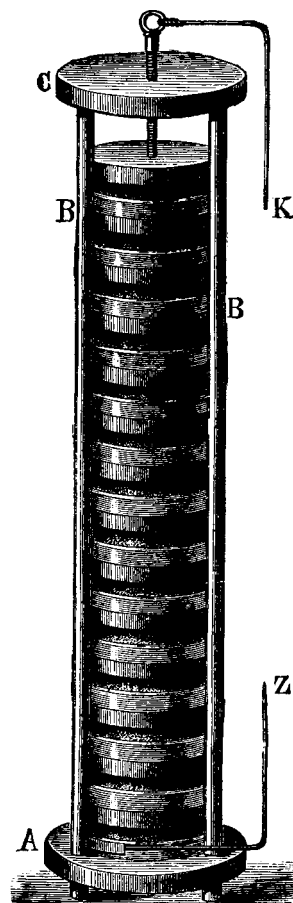
Experimente anno 1780: Luigi Galvani erforschte das Geheimnis der zuckenden Froschschenkel auch im Freien.



Alessandro Volta wurde am 18. Februar 1745 in Como, Italien, geboren. Nach einer Zeit als Physiklehrer am Gymnasium übernahm er den Lehrstuhl für Physik in Pavia. 1792 wurde er Mitglied der Londoner Royal Society. Die Einheit der elektrischen Spannung wird zu seinen Ehren Volt genannt.



Die Volta'sche Säule und der Becher- oder Tassenapparat. Die Zahl der hintereinander geschalteten Becher kann 30, 40 oder mehr betragen, jedoch erfordert diese Ausführung wesentlich mehr Platz als eine Säule. Trotzdem hat der Tassenapparat seine Bedeutung, denn nach seinem Vorbild entwickelten sich bald die ersten Bauformen der galvanischen Elemente.



Volta'sche Säule: Mehrere Scheiben aus unterschiedlichen Metallen, die durch feuchte Pappscheiben voneinander getrennt sind, werden zu einer Säule aufgeschichtet. Verbindet man die unterste und die oberste Platte der Säule als positiver und negativer Pol miteinander, entsteht ein stetig fließender Strom.

1793

Kontaktelektrizität zwei unterschiedliche Metalle – „Leiter der ersten Klasse“ – und einen nicht metallischen, nassen Leiter, den „Leiter der zweiten Klasse“, zusammenführen muss.

Von 1793 an widersprach Volta der Theorie Galvanis, dass die Elektrizität im Frosch sei. Für Volta stellte der Froschschenkel lediglich einen Leiter zweiter Klasse dar. Gleichzeitig bildete der Froschschenkel durch seine Zuckungen ein vorzügliches Nachweismittel für das Vorhandensein von Elektrizität, ein tierisches Elektroskop.

Die erste elektrische Batterie

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse konstruierte Volta die nach ihm benannte Säule, die erste elektrische Batterie. Sie bestand aus vielen aufeinander liegenden Zink- und Kupferscheiben, die paarweise durch feuchte Filzplättchen getrennt waren. Die Säule war konstruktiv unzweckmäßig, und Volta ging bald zu Becher- und Tassenapparaten über. Aber der kompakte Aufbau der Säule

erwies sich als sehr werbewirksam und machte Volta weltberühmt. Die italienischen 10.000-Lire-Scheine zeigen Volta neben seiner Säule, die er Anfang 1800 zum ersten Mal in einem Brief an den Präsidenten der Londoner Royal Society beschrieb.

Die Erfindung Voltas bedeutete in der Geschichte der Elektrizität einen gewaltigen Schritt nach vorn und rettete nebenbei die Frösche vor der Ausrottung durch die Wissenschaft. Bisher hatte man nur statische Elektrizität durch Reibungs- und Influenzmaschinen in kleinen Mengen erzeugen können. Nun hatte man „fließende Elektrizität“ in beinahe jeder gewünschten Menge zur Verfügung.

Viele Forscher beschäftigten sich mit der Kontaktelektrizität und versuchten Volta durch eigene Konstruktionen zu übertreffen. Zu Ehren Galvanis wurden diese Elektrizitätserzeuger galvanische Elemente genannt, während man die Einheit der elektrischen Spannung Volt nannte. Es blieb jedoch zu Lebzeiten Voltas weiterhin ein Geheimnis,

1800



7. November 1800:
Alessandro Volta demon-
striert seine Säule vor
Napoleon Bonaparte, der
zu jener Zeit den Posten
eines Ersten Konsuls
bekleidete. Als Napoleon
Kaiser wurde, erhob er
Volta in den Grafenstand.

warum Froschschenkel so heftig auf winzige Elektrizitätsmengen reagieren, viel heftiger als das bis dahin empfindlichste Anzeigegerät, das Goldplättchenelektroskop.

Der Strom im Frosch

Die Beschäftigung mit den galvanischen Elementen lenkte die Wissenschaftler zunächst von der Lösung des Problems ab. Erst im Jahr 1827 gelang dem Wissenschaftler Nobile mit Hilfe eines sehr empfindlichen Messgerätes, des Multiplikators, zum ersten Mal der Nachweis animalischer Aktionsströme. Der Berliner Du Bois-Reymond befasste sich sehr intensiv mit Galvanis Froschstrom und stellte fest, dass in jeder lebenden Zelle ein Aktionsstrom entsteht und dass diese Ströme stets die Herz-, Muskel-, Nerven- und Drüsentätigkeit begleiten. Wenn die Steuerung der Muskelbewegungen durch winzige innere Ströme erfolgte, so musste natürlich eine von außen aufgebrachte

Fremdspannung auch eine unkontrollierte Bewegung verursachen. Das also war die Lösung des Geheimnisses, warum Froschschenkel unter dem Einfluss galvanischer Ströme so heftig zucken.

Konnten Nobile und Du Bois-Reymond nur die Existenz dieser animalischen Ströme nachweisen, so gelang es Willem Einthofen mit Hilfe des von ihm entwickelten Saitengalvanometers, den zeitlichen Verlauf dieser Ströme aufzuzeichnen. Im Jahre 1924 wurde Einthofen dafür mit dem Nobelpreis geehrt.

So hat Galvani durch seine Froschschenkelversuche zu zwei sehr unterschiedlichen Entwicklungen beigetragen: in der Elektrotechnik zur Erfindung der Batterie und in der Medizin unter anderem zur Entwicklung des Elektrokardiogramms.

1827

1924