



Lebensgefährliches Experiment
Der Amerikaner Benjamin Franklin liess zusammen mit seinem Sohn während eines heftigen Gewitters einen Drachen steigen. Als sich die Fasern der Drachenschnur plötzlich aufrichteten, verspürte er Sekundenbruchteile später einen heftigen elektrischen Schlag. Franklin folgerte daraus, dass ein Gewitter eine elektrische Entladung sei. Später erfand er den Blitzableiter. Die Blitzexperimente fanden Nachahmer: Dabei kam es auch zu tödlichen Unfällen, z.B. als Professor Georg Richmann 1753 eine Stange mit Drahtspitze hoch in die Luft hielt. Bis heute lassen sich Blitze und Gewitter nicht vollständig erklären.

Elektrische Schläge zur Unterhaltung

An Fürstenhöfen gehörte es im 18./19. Jahrhundert zur Unterhaltung, dass Physiker mit Elektrisiermaschinen den Gästen Experimente vorführten und sie elektrische Schläge erleben liessen. Aus: *phänomenal 2002, Klassenmaterial KM12*

Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelten sich zwei Bereiche: die Energietechnik, welche «Starkstrom» respektive viel Leistung verlangte, dies im Gegensatz zur Informationstechnik, die mit «Schwachstrom» auskam. Ab 1950 wurden diese Bereiche immer stärker vermischt, und heute spricht man von Elektrotechnik, auch weil Starkstrom und Schwachstrom meist gemischt verwendet werden. Im vorliegenden Band sprechen die Autoren bewusst vom Phänomen Schwachstrom und nicht von Elektrizität oder Elektrotechnik. Dies aus zwei Gründen: Erstens soll damit geklärt sein, in welchem Bereich in der Schule experimentiert werden darf, und zweitens sagt der Begriff Schwachstrom aus, welchem Anteil des Phänomens sich im technischen Gestalten handlungsorientiert umsetzen lässt.

Aus der historischen Forschung

Allgemeines

Das Phänomen Elektrizität faszinierte die Menschheit, lange bevor das Wissen mit abenteuerlichen, zum Teil **lebensgefährlichen Experimenten** in mühsamer, aufwändiger Kleinarbeit erforscht wurde. In seiner Schrift «Die Stärke der elektrischen Kraft» von 1746 schrieb J. Winkler: «Der Schlag hat den ganzen Körper erschüttert, dass die Zähne geklappert, die Lippen sich verzogen und das Gesicht feuerrot geworden ist ...» (aus: A. Kloss 1987).

Meist führten kleine Teilschritte zu einem wichtigen Ergebnis. Thomas Edison beispielsweise experimentierte mit über 2000 Materialien, bis er die Lösung seines Glühfadenproblems fand. Nach seinem Erfolgsrezept gefragt, antwortete er: «Ein Prozent Inspiration, neunundneunzig Prozent Transpiration». Das Aufteilen in Teilschritte zusammen mit Durchhaltewillen führt auch beim Hauptanliegen des heutigen Gestaltungsunterrichts, dem Problemlösen, zum Erfolg: «Das Aha-Erlebnis, die Erleuchtung, kommt nicht von alleine, sondern ist das Resultat intensiver Auseinandersetzung ...» (T. Stuber, aus: *Werkweiser 2, S. 23*).

Die Themen aus der historischen Forschung begleiten den vorliegenden Band und sind Teil des Konzepts.

Überblick historische Entwicklung

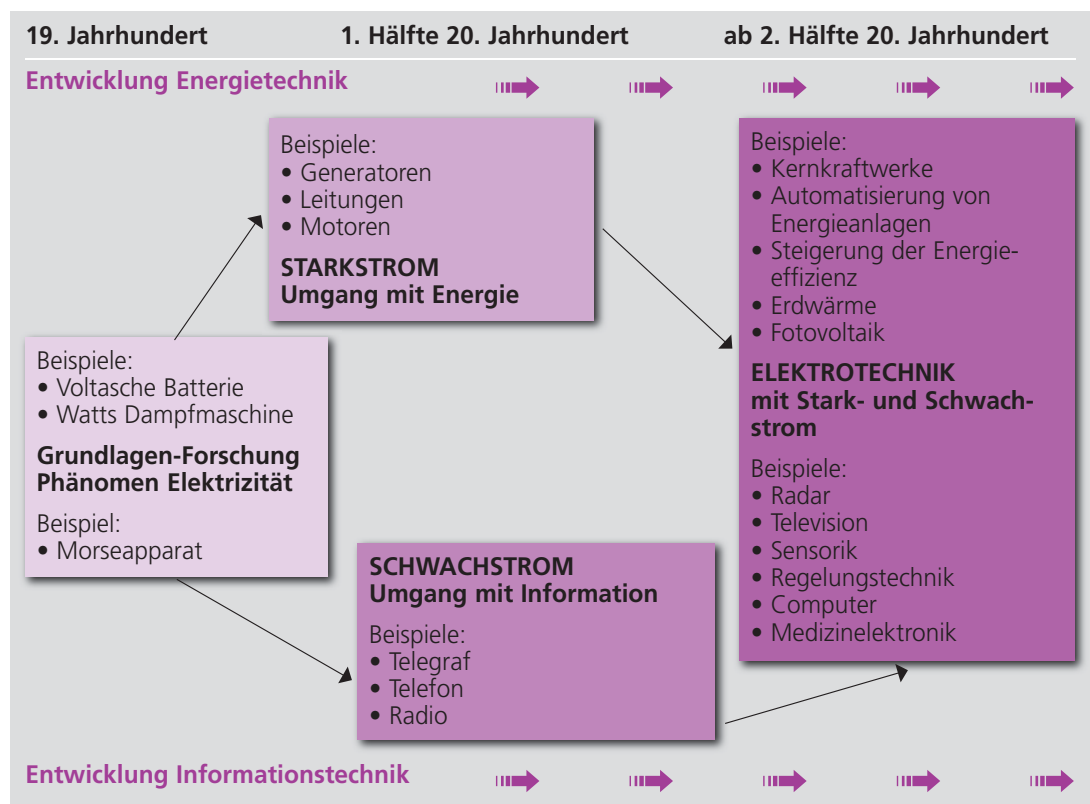


Abbildung: Vereinfachte Darstellung der Elektrotechnik-Entwicklungsgeschichte

Kunst und Technik hat der Mensch speziell im Bauwesen schon seit Jahrtausenden verstanden und beherrscht. Die Elektrotechnik reifte hingegen erst in den letzten beiden Jahrhunderten. Erst Anfang des 19. Jahrhunderts schufen Forscher Grundlagen, welche praktische Anwendungen ermöglichten. Unter dem Fachgebiet Elektrotechnik versteht man heute den technischen Umgang mit Energie und Information. Das Gebiet reicht vom vollautomatischen Kraftwerk über die Telekommunikation, bildgebende Verfahren in der Medizintechnik bis zu den Bausteinen der Mikroelektronik, die das Herz heutiger Computer bilden. Es gibt kaum mehr technische Systeme, die nicht Computer zum Messen, Steuern und Regeln einsetzen. Eine Darstellung der Entwicklungsgeschichte findet sich im nächsten Abschnitt.



Meilensteine in der Erforschung

Bernstein, Namensgeber für das Phänomen Elektrizität

Bereits die Griechen stellten vor über 2500 Jahren fest, dass ein Bernstein kleine Federchen anzieht, wenn er zuvor mit einem Fell gerieben wurde. **Bernstein** ist ein versteinertes Baumharz und heisst auf Griechisch «electron».

Um 1600 untersuchte der königliche Leibarzt **William Gilbert** aus England diese Eigenschaft des Bernsteins und bezeichnete sie als «Kraft des electron» und die Erscheinung als Elektrizität.

Die erste Batterie

In Holland konnten 1746 erstmals elektrische Ladungen gespeichert werden. 1800 erfand **Alessandro Volta** die erste Batterie, die sogenannte **Volta'sche Säule**. Er benutzte dabei drei Scheibenarten Zink, Kupfer und Karton, welcher in einer Salzlösung getränkt war, die eine elektrochemische Reaktion auslösten. Volta hatte die erste elektrische Zelle erfunden, Grundlage jeder Batterie.

Der Franzose Georges Leclanché entwickelte 1860 eine Zelle, bei der eine Elektrode aus einem Zinkstab, die andere aus einem Kohlestab bestand. Die Zelle erzeugte eine Spannung von 1,5 V (Volt), und da sie keine gefährliche Säure, sondern eingedicktes Ammoniumchlorid enthielt, war sie ein beliebter, leicht zu transportierender Stromlieferant, der Vorläufer unserer Taschenlampenbatterien. Weitere Informationen im Abschnitt *Energiespeicherung*.

Elektrizität und Magnetismus

Zwanzig Jahre nach der Erfindung der Batterie durch Volta entdeckte der Däne Hans Christian Oersted die Verbindung zwischen Elektrizität und Magnetismus, die Grundlage der Elektromaschinentechnik. 1825 zeigte **André Marie Ampère** die Zusammenhänge wissenschaftlich auf. Mehr zu den bahnbrechenden Erkenntnissen im Kapitel *Phänomen Magnetismus – Grundlagen*.

Leiter, Isolatoren, Widerstände

Bei Versuchen mit Batterien merkten die Forscher, dass einige Substanzen elektrische Ladungen fließen liessen, andere nicht. Erste Experimente mit Leitern und Isolatoren ergaben, dass Metalle, besonders Kupfer, Silber und Gold, gute Stromleiter sind. Als Isolatoren wurden Holz, Leder, Harz, Porzellan und andere benutzt. Der deutsche Wissenschaftler **Georg Ohm** zeigte in einer Reihe von Versuchen, dass es keine vollkommenen Leiter gibt und dass alle Leiter dem Strom gewisse Widerstände entgegenzusetzen. Er fand heraus, dass ein langer Draht mehr Widerstand entgegengesetzt als ein kurzer aus demselben Metall und ein dünner mehr als ein dicker. Die Beziehung zwischen Spannung, Strom und Widerstand beschreibt er 1826 im Ohm'schen Gesetz: siehe Unterkapitel *Aus der Physik*.

Die Erfindung der Telegrafie

Aus Drahtresten, Blechabfällen und Teilen seiner Wanduhr baute **Samuel Morse** den ersten Morseapparat, den er 1837 erstmals vorführte. Diesen ersten Versuch sah ein Student und entwickelte den Vorläufer des Morsecodes: Auf dem Papierstreifen standen kurze und lange Pendelablenkungen. Ohne die verbindenden Linien war dies der spätere, aus Punkten und Strichen zusammengesetzte Morsecode (Kopiervorlage, siehe www.do-it-werkstatt.ch/PhaenomenalesGestalten). Gesendet wurde mit einer Kontakttafel, in die kurze und lange Kupferplättchen eingesetzt waren. Strich man nun mit einem elektrisch leitenden Stift über die neben einem Buchstaben eingelassenen Plättchen, so wurde ein kurzer oder ein langer Stromstoss durch die Leitung gejagt. Diese Punkt-Strich- respektive Ja-Nein-Technik lässt sich als Vorstufe der heutigen Digitaltechnik verstehen. Die Übertragung erfolgt heute per Draht, Glasfaser (Lichtleiter) und drahtlos. Dabei werden auch Halbleiter benutzt.

Die Erfindung der Glühlampe

Als Erfinder der Glühlampe gilt **Thomas Edison**, obwohl schon 1854, also 25 Jahre vor Edison, Heinrich Goebel die erste Birne mit verkohlten Bambusfasern zum Glühen gebracht hatte. Da es noch kein elektrisches Stromnetz gab, musste Goebel seine Birne mit Batterien betreiben, was die Nutzung unwirtschaftlich machte. Seine Erfindung geriet in Vergessenheit.

Auf der Suche nach einem geeigneten Glühdraht erprobte Edison 1879 einen verkohlten Baumwollfaden: Die Glühlampe war geboren. Sie brannte 40 Stunden, heute beträgt die Lebensdauer rund 25 Mal mehr. Im Gegensatz zur Konkurrenz produzierte Edison gleich das passende Schraubgewinde, das seither unverändert blieb. An der Pariser Weltausstellung 1881 führte Edison seine Glühlampe vor – der weltweite Siegeszug der Glühlampe begann. Im Laufe der Zeit wurden immer effizientere Lichtquellen entwickelt. Mehr dazu im Abschnitt *Leuchtmittel*. Edisons Glühlampe ist bis heute die verbreitetste Lichtquelle geblieben. Weltweit werden jedes Jahr 15 Milliarden Glühlampen benötigt, was zwei Drittel des gesamten Lampenmarkts ausmacht.

William Gilbert vergleicht in seinem Buch «de Magnete» um 1600 die Fern-Kraftwirkungen bei Bernstein und bei Magnetstein.



Alessandro Volta erfand 1800 die erste brauchbare Batterie.



André Marie Ampère klärte um 1825 die Beziehung zwischen Elektrizität und Magnetismus. Damit legte er die Basis für Erfindungen wie den Elektromagneten, elektrische Maschinen und den Telegrafen.



Georg Ohm beschrieb 1826 die Beziehung zwischen Spannung, Strom und Widerstand (Ohm'sches Gesetz).



Samuel Morse sandte 1837 eine erste Nachricht mit seinem Telegrafen.



Thomas Edison demonstrierte 1879 die erste Glühlampe. Er entwickelte 1890 auch den ersten elektrischen Stuhl!

Bilder

- Bernstein**, Namensgeber für das Phänomen Elektrizität
- Volta'sche Säule**
- Heutige Batterie mit sichtbaren, in Serie geschalteten Monozellen
- alter Morseapparat
- Glühlampe von Thomas Edison
- Die batteriebetriebene Nachttischlampe mit Stoffschirm aus dem 19. Jahrhundert war zum Lesen wenig geeignet, aber sicherer als Kerzen (Umsetzung, vergleiche *Do-it-Aufgaben Nachttischlampchen*).

4



5



6

