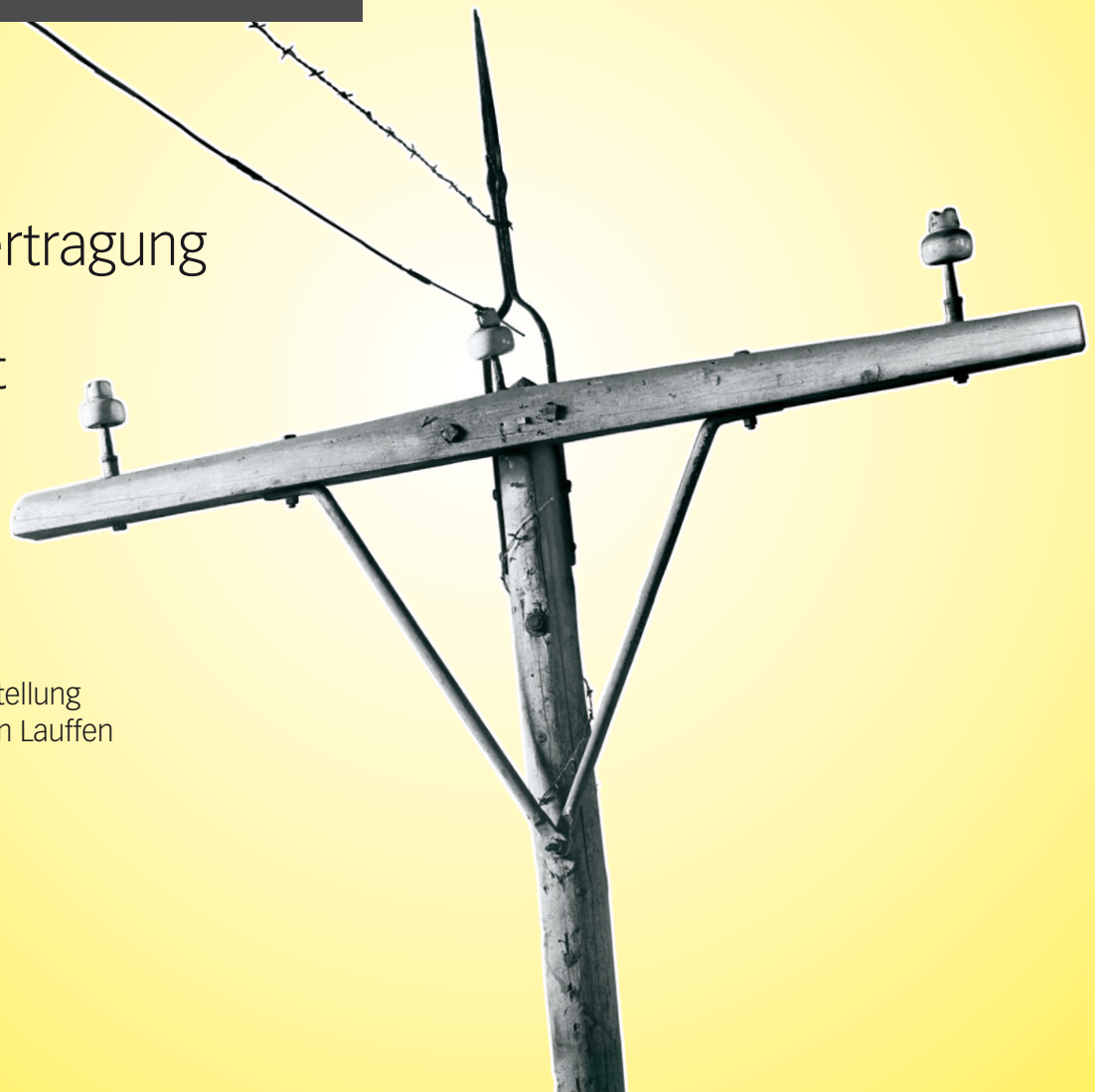


Er fließt!

Es leuchtet!

120 Jahre
Drehstromübertragung
von Lauffen
nach Frankfurt

Begleitbroschüre zur Ausstellung
im Museum im Klosterhof in Lauffen
9.10.2011 bis 12.2.2012



1889, Arbeiter beim Bau des Zementwerks in Lauffen
Foto: ZEAG Energie AG Heilbronn



Er fließt!

Es leuchtet!

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Freunde der Lauffener Energie-Historie,

im 19. Jahrhundert erwuchs aus der industriellen Revolution eine ungeheure Vielfalt an technischen Entwicklungen. Dampfmaschine, Eisenbahn, Telefon, dezentrale Versorgung mit Wasser und Energie, öffentlicher Nahverkehr und die beginnende Elektrifizierung veränderten die Lebensumwelt in schnellem Tempo. Auch vor der Stadt Lauffen a.N. machte dieser technische Aufschwung nicht Halt – ganz im Gegenteil! Von der ganzen Welt bestaunt, floss am 24. August 1891 elektrische Energie von Lauffen a.N. nach Frankfurt. Zum ersten Mal wurde so Drehstrom über eine Strecke von über 170 km ohne gravierende Verluste transportiert.

Unter dem Titel „Er fließt! Es leuchtet! 120 Jahre Drehstromübertragung von Lauffen nach Frankfurt“ feiert die Stadt Lauffen a.N. dieses Jahr das historische Jubiläum der ersten Stromfernübertragung.

Unterstützt von der Baden-Württemberg Stiftung, der ZEAG Energie AG und EnBW war es möglich, dieses bedeutungsvolle Ereignis der weltweit ersten Fernleitung von elektrischer Energie in einer Ausstellung im Museum Klosterhof in Lauffen a.N. festzuhalten und zahlreiche Begleitveranstaltungen zum Thema anzubieten.

Für diese Förderung bedanke ich mich sehr herzlich. Ein großes Dankeschön geht hierbei auch an den Heimatverein Alt-Lauffen e.V. und das tatkräftige Team rund um das engagierte Museumsteam der Stadt Lauffen a.N.

Zahlreiche Besucher kamen schon zur Eröffnung der Ausstellung und zu den verschiedenen Begleitveranstaltungen: Zum Vortrag über die Bedeutung der Wasserkraft bei den erneuerbaren Energien von Dr. Roland Münch von Voith Hydro, dem Besuch des Zementwerks als Geburtsort der Stromübertragung bis hin zur „Elektronacht“ im Museum Klosterhof. Viele interessierte Zuhörer konnten ihr Wissen über die elektrische Energie erweitern.

Ich bin stolz darauf, die Stadt Lauffen a.N. als Wiege der Energieversorgung, wie wir sie heute kennen, bezeichnen zu dürfen. Schon vor 120 Jahren ist gelungen, was noch heute, bei der Umstellung auf erneuerbare Energien, eine große Herausforderung darstellt – die Entkopplung von Produktion und Verbrauch. Es ist zu hoffen, dass die in Lauffen a.N. konzipierte Wanderausstellung auch in Eberbach, ihrem nächsten Halt, ein so großer Erfolg sein wird.

Ihr Bürgermeister



Klaus-Peter Waldenberger

120 Jahre Drehstromübertragung von Lauffen nach Frankfurt

Als am 12. September 1891 in Frankfurt 1000 Glühbirnen aufleuchteten und ein künstlicher Wasserfall zu fließen begann, wussten die verantwortlichen Ingenieure, allen voran Oskar von Miller, der spätere Gründer des Deutschen Museums in München: Es ist gelungen! Von der ganzen Welt beachtet wurde erstmals elektrische Energie über eine große Entfernung hinweg ohne nennenswerte Verluste transportiert. Die Anfänge der heutigen Stromversorgung wurden mit diesem erfolgreichen Versuch begonnen. Eine rasante Entwicklung der elektrotechnischen Forschung und Industrie schloss sich an.

Eine Welt ohne elektrischen Strom ist heutzutage undenkbar.

Die Ausstellung „Er fließt! Es leuchtet!“ widmet sich den Pionieren dieser Anfangszeit und der besonderen historischen Situation des 19. Jahrhunderts, spannt aber auch den Bogen bis zu den Zukunftsfragen der erneuerbaren Energien.



Eva Ehrenfeld (Kuratorin)



Volker Friebe (Museumsleiter)

Dampfmaschine und Gaslicht

• 19. Jh.

1

Viele Jahrhunderte lang prägte der natürliche Tagesverlauf das Leben der Bevölkerung. Der Arbeitstag begann mit dem Sonnenaufgang, mit Beginn der Dunkelheit legte man sich schlafen. Erwünschte Beleuchtung und Unterstützung bei der Arbeit erfolgte durch Naturprodukte. Herdlicht oder Kerzen spendeten ein schummriges, eng umgrenztes Licht.

Tiere wurden zur Arbeit herangezogen. Noch heute ist die Pferdestärke (PS) im kulturellen Gedächtnis verankert. James Watt definierte sie als Größe, bei der ein Arbeitspferd etwa 55 Meter pro Minute läuft und 90 Kilogramm zieht.



James Watt (1736-1819) wird oft als Erfinder der Dampfmaschine bezeichnet. Seine eigentliche Leistung war aber die Verbesserung des Wirkungsgrades der Maschinen um 60%. Ihm zu Ehren wird die aus einer Energieaufwendung erbrachte messbare Leistung in der Einheit „Watt“ gemessen.

2

Mit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, der Errichtung von Fabriken und dem Beginn der Massenproduktion veränderte sich der Bedarf an Energiezufuhr dramatisch.

Die Erfindung der Eisenbahn ermöglichte neue logistische Leistungen. Der Transport von Materialien und Produkten wurde nun nicht mehr von den Menschen selbst bewerkstelligt, sondern von einer übergeordneten Organisation, der Eisenbahngesellschaft. Die Offenheit für technologische Weiterentwicklung war da, die sozialen Begleiterscheinungen wurden aber durchaus mit Skepsis betrachtet.

3

Massenproduktion war nur möglich, wenn die Fabriken Tag und Nacht produzieren konnten. Dampfmaschine und Gaslicht erlaubten diese gesteigerte Produktion durch Schichtarbeit.

Dampfmaschinen wurden mit Kohle betrieben. Installation und Betrieb waren aufwendig. Handwerksbetriebe konnten sich die großen und teuren Maschinen nicht leisten, was zum Niedergang der handwerklichen Produktion beitrug.

Gas wurde seit Beginn des 19. Jahrhunderts aus Steinkohle gewonnen und wurde Zug um Zug über öffentliche Versorgungsleitungen auch in Privathaushalten installiert. Das Gaslicht wurde zunächst als große Errungenschaft gefeiert.

Energie

4

Was ist Energie? Das Wort selbst kommt, wie so Vieles, aus dem Griechischen und ist zusammengesetzt aus „EN“ - „innen“ und „ERGEIA“ (énérgēia) - „Wirken“. Energie ist also eine „innen wohnende Wirkung“.

Energie ist in allem, was es gibt, vorhanden und wird in verschiedenen Formen sichtbar: als Bewegung, als Wärme, als Licht, als Elektrizität oder als chemische Energie. Naturerscheinungen, deren „innen wohnende Wirkung“ so groß ist, dass sich industrielle Nutzung lohnt, sind zum Beispiel: Wasser, Wind, Sonnenlicht und Pflanzen, zu denen auch

Kohle und Erdöl gehören. Aber auch ein Ball, der von einer Mauer herunterfällt, setzt seine Lageenergie blitzschnell in Bewegungsenergie um. Ohne dass wir diese Energie nutzen könnten natürlich.

Die vorhandene Energiemenge ist immer gleich. Sie ist vorhanden und sie kann nicht verloren gehen oder verbraucht werden, sie wird nur „verwandelt“. Der Heilbronner Robert Mayer hat als Erster diesen Energieerhaltungssatz formuliert, der später leicht verändert zu den Grundtatsachen der Physik wurde.

»Sozial und wirtschaftlich wird die Elektrizität am Ende des 19. Jahrhunderts und im Anfang des 20. Jahrhunderts revolutionierend wirken, wenn auch in anderer Weise als der Dampf am Ende des 18. Jahrhunderts. Hat der letztere als Lichtseite die gewaltig gestiegene industrielle Produktion all unserer Culturländer und den riesigen Weltverkehr, als Schattenseite dagegen den grellen ebenfalls stetig gestiegenen Gegensatz zwischen Proletariat und übergroßem Einzelreichtum und damit die heute so schwer zu lösende soziale Frage geschaffen, so wird es Aufgabe der Elektrizität sein, neben all ihren anderen Wunderleistungen in sozialer Beziehung heilend und versöhnend zu wirken.«

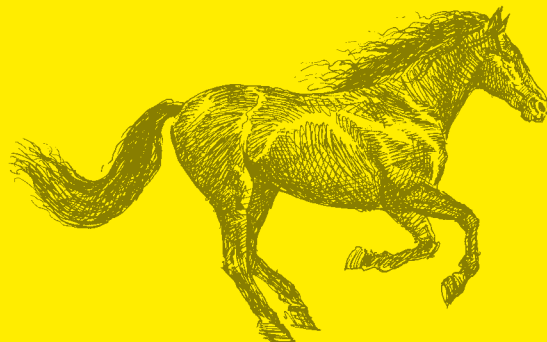
Aus der Zeitschrift „Die Gegenwart“ 1891

4
Dampfkraft und Gas offenbarten aber auch ihre Schattenseiten. Schon bald wurden Bürgerproteste laut, wenn eine neue Dampfmaschine in der Nachbarschaft installiert werden sollte. Rauchbelästigung und Lärm waren die nicht gern gesehenen Begleiterscheinungen wirtschaftlichen Fortschritts. Mit der Zentralisierung der Arbeit in Fabriken mussten größere Massen an Arbeitern von ihren Wohnungen zum Arbeitsplatz transportiert werden. Die dafür eingesetzten Pferdeomnibusse stießen bald an ihre Kapazitätsgrenzen. Die Verunreinigung mit Pferdeäpfeln wurde zu einem innerstädtischen Problem.

5
Die Gasbeleuchtung wurde zunächst euphorisch begrüßt wegen ihrer Klarheit und Helligkeit, offenbarte sich in Innenräumen aber als Sauerstoffräuber und unerwünschte Raumheizung. In manchen Theatern und Konzertsälen war die Luft so erhitzt und sauerstoffarm, dass Besucher in Ohnmacht fielen. Auch die Explosionsgefahr rückte zunehmend in das Bewusstsein. 1881 kamen im Wiener Ringtheater 384 Menschen bei einer Gasexplosion um, im darauf folgenden Jahr gab es 47 Brände in Theatern, und immer wieder wurde von Gasvergiftungen auch in Privathäusern berichtet.



Elektrischer Beleuchtungswagen für Arbeiten im Freien, 1880, Abb.: Deutsches Museum



Aber nicht alle Formen von Energie sind für uns nutzbar. Wenn Holz oder Kohle verbrannt sind, ist es bisher noch nicht möglich, die Energie, die in Kohlenstoff, Wasserstoff und den anderen Verbrennungsprodukten steckt, ein weiteres Mal nutzbar zu machen.

Energieverlust oder Energieverschwendung heißt, nicht das Maximale heraus geholt zu haben. Ein Fahrraddynamo zum Beispiel wandelt mechanische Energie in elektrische Energie. Die Glühbirne am Fahrrad leuchtet. Dass der Dynamo dabei durch die Reibung warm wird, also

einen Teil der erzeugten Energie an eine nicht erwünschte Nebenwirkung verschwendet, ist ein Energieverlust für die beabsichtigte Wirkung, das Licht. Energie sparen heißt also: entweder so wenig wie möglich zu verbrauchen oder die vorhandenen Energieträger maximal zu nutzen.

Vom Herdlicht zum Glühlicht

• 18. Jh.

1
Das künstliche Licht hat seinen Ursprung im Feuer. Viele Jahrhunderte lang war das Herdfeuer die einzige Lichtquelle im Haus. Beleuchtung war mit „verbrennen“ verbunden. Wärme und Licht spendend, war das Feuer aber auch immer als Bedrohung präsent.

Holzscheite, Kienspäne, Fackeln waren die ersten transportablen Leuchtmittel. Die Erfindung des Dochtes bedeutete eine radikale Umwälzung in der Beleuchtungstechnik. Das Zerstörerische des Feuers war im gleichmäßigen Brennen des Dochtes regulierbar und beherrschbar geworden. Bis ins 18. Jahrhundert waren Kerzenflammen die einzige Form von künstlichem Licht. Lichtfülle konnte nur über die Anzahl der Flammen erreicht werden. 1688 wurde der Park von Versailles mit 24 000 Wachskerzen erleuchtet.

• 19. Jh.

2
Im 19. Jahrhundert wurden neue Techniken der Beleuchtung erprobt. Es wurden Öllampen entwickelt, die mit Rüböl gespeist wurden, ab etwa 1870 auch mit Petroleum. Glaszylinder umschlossen die Flamme. Der Franzose Francois Argand entwickelte eine Lampe, deren Docht hohl war, so dass der Docht von innen und außen Sauerstoffzufuhr erhielt. Diese Flamme brannte heller und rußte weniger als die herkömmlichen Dochte. Als „Argand-Lampe“ war sie Ende des 19. Jahrhunderts in fast allen Haushalten vorhanden.

rechts: Die am längsten glühende Lampe leuchtet ununterbrochen seit 110 Jahren in der Feuerwache Nr. 6 im kalifornischen Livermore.

3
Dass Gas, gewonnen aus Kohle oder Erdöl, brennbar ist, wusste man seit Mitte des 18. Jahrhunderts. Der unsichtbare Stoff, der brennen konnte, wurde aber zunächst nur zur Unterhaltung von Publikum eingesetzt.

1810 stellte William Murdoch dem britischen Unterhaus sein Gaslicht vor. Damals war nicht vorstellbar, dass es eine Flamme ohne Docht geben könne. Anfangs füllte man Gas in Behälter und stellte sie in den Zimmern der Häuser auf. Die Versorgung über Leitungen, die in jedes Haus gelegt wurden, war der erste Schritt zu einer dezentralen Versorgung mit Energie. Das war ein völlig neues Phänomen. Ebenso neu war, dass die Gasflamme größer oder kleiner gehalten werden konnte und die Lichtwirkung dadurch regulierbar wurde. Die Helligkeit der Gasflamme wurde allgemein als „blendend“ beschrieben, die Augen des 19. Jahrhunderts waren an solche Lichtintensität nicht gewöhnt.

Licht

6
Für das Jahr 1889 war in Paris eine Weltausstellung geplant. Zu Ehren des hundertsten Jahrestages der Französischen Revolution sollte diese Ausstellung besonders beeindruckende Monumente und moderne Errungenschaften präsentieren. Als Hauptattraktion wurden verschiedene Großkonstruktionen vorgeschlagen, wovon zuletzt zwei zur Wahl standen: Ein stählerner Turm in moderner Brückenbauoptik, der von Gustave Eiffel erbaut werden sollte, und ein Sonnenturm, konstruiert von Jules Bourdais, an dessen Spitze eine elektrische Bogenlampe mit Hilfe von Reflektoren die ganze Stadt Paris taghell

erleuchten sollte. Für die Stadtabgeordneten war es keine leichte Entscheidung. Man fürchtete, die Metallkonstruktion Eiffels könnte nicht stabil sein oder das starke Licht des Sonnenturmes Bourdais' könnte die Bewohner von Paris blenden. Nach langen Diskussionen entschied man sich schließlich für den Eiffelturm.

Die Idee einer Stadtbeleuchtung von Türmen aus wurde zur damaligen Zeit breit diskutiert. Man stellte sich vor, damit eine Art „Sonnensatz“ schaffen zu können. Verwirklicht wurden solche Pläne aber nur



Die Zeitschrift „La Lumière électrique“ schreibt 1883 über das Licht der Bogenlampen:

»Die Spaziergänger, die sich gegen neun Uhr in der Umgebung des Chateau Beaujou aufhielten, wurden plötzlich von einer Lichtflut überschwemmt, die so hell wie die Sonne war. Diese Illusion war so wirksam, dass die aus ihrem Schlaf geweckten Vögel zu singen anfangen, die Damen ihre Schirme aufspannten um sich gegen die Strahlung dieser geheimnisvollen neuen Sonne zu schützen.«

Aus: Wolfgang Schivelbusch: Lichtblicke, München Wien 1983

4

Die Nachteile des Gaslichts waren der hohe Sauerstoffverbrauch, die Erhitzung des Raumes und die Ablagerung von Verbrennungsprodukten auf der Inneneinrichtung. Mit der Erfindung des elektrischen Lichts wurden diese Nachteile abgeschafft. Das „Glühlicht“ war sauber, hell, verbrauchte keinen Sauerstoff und erhitzte nicht die Umgebung.

Das erste öffentlich verwendete elektrische Licht waren Bogenlampen. Zwei sich gegenüber liegende Kohlenstäbe wurden entzündet und zwischen ihnen entstand eine dauerhafte elektrische Entladung, die die Kohle verglühen ließ und so als Beleuchtung genutzt werden konnte. Die Bogenlampen machten die Nacht zum Tag, aber ihre blendende Helligkeit, die sich nicht regulieren ließ, war für Innenräume nicht geeignet.

5

Mehrere Erfinder arbeiteten zwischen 1860 und 1880 an der Entwicklung einer elektrisch gespeisten Glühlampe, die ein mäßiges, den Augen zuträgliches Licht ausstrahlte und für den allgemeinen Gebrauch geeignet war. Entscheidend waren die Vakuumisierung des Glaskolbens und der Glühfaden, der zwischen den stromführenden Polen das Licht abstrahlt. Thomas Alva Edison ließ mit etwa 6000 Stoffen experimentieren, bis er schließlich in einer japanischen

Bambusart die besten Glühfaden-Eigenschaften zu erkennen glaubte. Allerdings lösten zu Beginn des 20. Jahrhunderts Metalllegierungen die Naturstoffe ab, bis sich schließlich der Wolfram-Draht durchsetzte. Wolfram ist ein Schwermetall und besitzt von allen reinen Metallen den höchsten Schmelzpunkt und den zweithöchsten Siedepunkt. Daher eignet es sich besonders gut für die Verwendung in einer Glühlampe.

Oskar von Miller zur Pariser Elektrotechnischen Ausstellung 1881:

»Das allgrößte Aufsehen aber erregte eine Glühlampe von Edison, die man mit einem Schalter anzünden und auslöschten konnte, an welcher die Menschen zu Hunderten anstanden, um selbst diesen Schalter einmal bedienen zu können.«

Aus: Moderne Energie für eine neue Zeit. Hg. ZEAG Zementwerk Lauffen 1991

in den Vereinigten Staaten. In Detroit wurden 122 Beleuchtungstürme errichtet, die einen Lichtteppich über die gesamte Stadt legten und die flackernden Petroleumleuchten ablösten.

Die Vision der Ingenieure des 19. Jahrhunderts von einer kompletten Ausleuchtung der Städte entpuppte sich allerdings als Fehlvorstellung. Der schattenlos ausgeleuchtete Raum war kein Lebensraum mehr, sondern einer, der mit Ungemütlichkeit und Überwachung assoziiert wurde. Der Schriftsteller Robert Louis Stevenson, der Autor des Ro-

mans „Die Schatzinsel“, schrieb dazu: „Ein neuer Stern leuchtet jetzt über den Städten, schrecklich, dem Auge unerträglich, als wäre er von einer anderen Welt. Die Beleuchtung eines Alptraums!“

Die Lichttürme in Detroit wurden wenige Jahre später wieder abgebaut und durch eine Beleuchtung mit Straßenlaternen ersetzt.

Luxusgut

Strom



• 1800

1

Der Namensvater für das moderne Wort „Elektrizität“ ist der Bernstein, griechisch „elektron“. Er ist statisch leicht aufladbar durch Reibung. In vornehmen antiken Haushalten diente ein größerer Bernstein als Kleiderbürste; durch das Gleiten am Stoff lud er sich auf und zog die Staubteilchen an sich.

Der Begriff wurde von William Gilbert um 1600 als Wort für die Aufladung verschiedener Materialien eingeführt. Als Träger von Energie wurde Elektrizität aber erst nach Erfindung der Batterie durch Alessandro Volta 1800 und der Verwendungsreife des wieder aufladbaren Akkumulators zwischen 1850 und 1880 wissenschaftlich und wirtschaftlich interessant.



Alessandro Volta (1745 - 1827) war ein italienischer Physiker und gilt als der Begründer des Zeitalters der Elektrizität. Um 1800 konstruierte er die „Voltasche Säule“ (siehe Illustration rechts), die erste funktionierende Batterie. Ihm zu Ehren wurde die Maßeinheit für die elektrische Spannung „Volt“ genannt.

• 1832

2

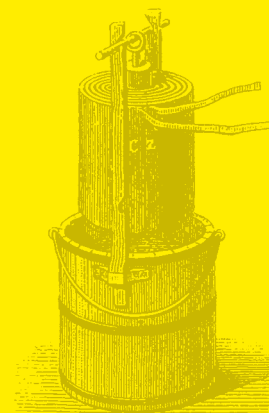
Die Erkenntnis, dass die Natur ungenutzte Ressourcen barg, führte zu einer verstärkten technologischen Verwertung von Wasserkraft. Die Erfindung des Generators, auch Dynamo, 1832, der mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt, war ein wichtiger Schritt zur Nutzung dieser Naturkräfte. Wissenschaft, Technik und Markt waren bei den Entwicklungen der Elektrotechnik von Anfang an miteinander verknüpft.

Ein Hauptproblem war, dass Strom nicht gespeichert werden kann. Das ist bis heute eine Herausforderung für die Stromwirtschaft. Strom muss zur Verfügung stehen, wenn er verbraucht wird, er kann nicht gelagert werden. Zunächst wurde das versucht. Über Batterien und Akkumulatoren konnten einzelne elektrische Einrichtungen betrieben werden, aber für eine flächendeckende Versorgung mit elektrischer Energie war dies kein gangbarer Weg.

• 1883

3

Ab 1883 wurden Zentralstationen eingerichtet, die Gebäude im Umkreis von etwa 500 Metern versorgen konnten. Zahlreiche technische Probleme erschwerten die Installation. Die Generatoren überhitzten sich, sodass mit nassen Lappen und sogar Eis aus dem Champagnerkeller gekühlt werden musste. Der Aufwand war hoch – jede Dampfmaschine musste mit dem Dynamo einzeln abgestimmt werden. Große Mengen an Kohle waren nötig.



8

„Wir brauchen ein neues Fluidum, Heil dir, elektrisches Säkulum!“ In dieser scherzhaft überzeichneten Formulierung der Zeitschrift „Lustige Blätter“ äußert sich die Begeisterung über die neue Technologie. Dem elektrischen Strom wurden Wunderdinge nachgesagt.

Über Jahrhunderte hinweg hatten echte und selbsternannte Forscher nach der so genannten „Lebenskraft“ gesucht, nach dem geheimnisvollen „Fluidum“, das den Unterschied zwischen belebter und unbelebter Materie ausmacht. Mit dem elektrischen Strom schien man

etwas Derartiges gefunden zu haben. Ihm wurde belebende Wirkung in den verschiedensten Bereichen zugeschrieben.

Die „Elektrokultur“ setzte Ackerflächen unter Strom und behauptete höhere Erträge und schmackhaftere Produkte zu erhalten. Von Ärzten wurden elektrisierende Bäder und Bestrahlungen verschrieben.

Im Theater ließ sich das Wunder Strom besonders effektiv einsetzen: Von sanftem Mondschein bis zu Feuersbrünsten und Blitzen konnten

»Allerdings grenzt das, was durch sie (die Elektrizität) ermöglicht wird, zum Theile an das Unbegreifliche, ans Märchenhafte, oder hätte vielleicht nicht Jeder noch vor wenigen Jahren den Gedanken: „die menschliche Sprache mit Blitzesschnelle einige hundert Meilen weit zu übertragen“, d.h. das Telephon zu erfinden, für die Idee eines Wahnsinnigen gehalten? Hielt man nicht noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit die Glühlichtlampe und das Telephon für amerikanischen Humbug?«

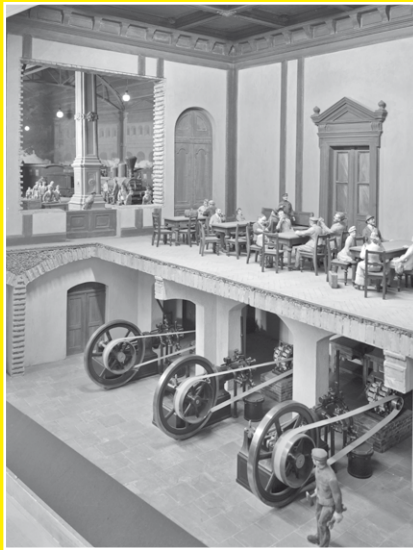
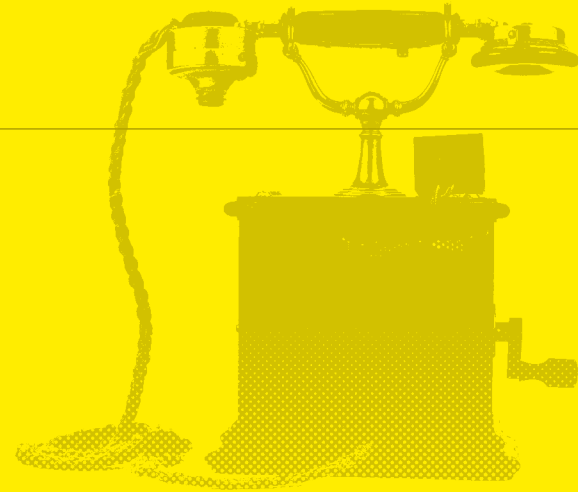
Aus: Alfred Ritter von Urbanitzky, Die Elektrizität im Dienste der Menschheit. Wien/Pest/Leipzig 1885

• 1914

4

Elektrizität war teuer. Eine Kilowattstunde kostete 80 Pfennig, ein Arbeiter verdiente durchschnittlich 4 Mark am Tag, sodass diese Technik für die breite Bevölkerung nicht erschwinglich war. Elektrische Beleuchtung galt als Luxus für die Reichen; dementsprechend waren die ersten Stromkunden große Kaufhäuser, Theater, vornehme Restaurants und Cafés. Das erste Stromnetz in Berlin, das von einer Zentralstation versorgt wurde, umfasste 28 Kunden. Noch 1914 waren nur etwa 6% aller Wohnungen elektrifiziert.

Die elektrische Energie galt aber als sauber und hygienisch und wurde ähnlich euphorisch begrüßt wie Jahrzehnte zuvor das Gas. Die Möglichkeiten, die in diesem neuen Energielieferanten steckten, wurden mit Begeisterung in der Presse ausgemalt.



Turbinen zur Versorgung mit elektrischer Energie im Keller des Zentralbahnhofs München, 1879, Foto: Deutsches Museum

elektron

beeindruckende Lichteffekte erzielt werden. Tänzerinnen wurden mit Batterien im Kostüm und Leuchten im Haar auf die Bühne geschickt.

Ein kurioser Fall von Rechtsprechung trug sich in Berlin zu: Dort wurde ein Bürger, der illegal aus einer Verteilstation Strom für die eigene Nutzung abgezweigt hatte, vom Verdacht des Diebstahls frei gesprochen, weil Strom keine Körperlichkeit besitzt, also keine Sache sei und somit auch nicht entwendet werden könne. Die meisten der zum Teil skurrilen Versuche zur Anwendung von Strom verschwanden schnell

wieder. Aber die Behandlung von Patienten mit Elektroschocks, die auch zu einer weit verbreiteten Foltermethode autoritärer Regimes wurde, und der „Elektrische Stuhl“ als Hinrichtungsart blieben bis heute erhalten.

Und in der Medizin verwendet man nach wie vor elektrische Erwärmung und Stimulation in verschiedenen Therapieformen. Auch die Herzschrittmacher gehören in diesen Anwendungsbereich.

Das unnennbare

Etwas

1

Der menschliche Organismus hat keinen Sinn für die Wahrnehmung von Strom. Man kann Elektrizität nicht sehen, nicht riechen, nicht hören. Sie ist nicht direkt begreifbar, sondern nur indirekt abbildbar über Messgeräte oder sichtbare und spürbare Effekte wie Licht und Wärme. Dieses seltsam unfassbare physikalische Phänomen bleibt deshalb immer etwas rätselhaft und abstrakt.

Zudem ist Strom auch noch gefährlich und zum Schutz der Menschen müssen genaue Bedingungen bei der Verwendung eingehalten werden.

Als man begonnen hatte, das Phänomen Elektrizität zu verstehen, benutzte man Wörter für das neu Entdeckte, die in anderen Bereichen bereits ihre Bedeutung hatten. So sind Begriffe, die mit Elektrizität zu tun haben, oftmals Wörter mit doppelter Bedeutung.

In der Anfangszeit der elektrischen Beleuchtung in Privathäusern sagte man „anzünden“ und „auslösch“, bis diese Worte ersetzt wurden durch die technischeren Begriffe „einschalten“ und „ausschalten“.

Das „verlöschende Licht“ eines Sonnenuntergangs ist auch heute noch eine Redewendung, die an das Löschen des Feuers durch Wasser erinnert.



Dynamis

»Vom Cementwerk in Lauffen zieht sich an hohen Telegraphenstangen ein dreifacher Draht. Die rastlose Arbeit eines Stromfalles des Neckar zuckt diesen Draht entlang, sie „strömt“ und ist doch ungreifbar und imponderabel (unwägbar). Das ist zugleich strömendes, dunkles Licht, das an jeder beliebigen Stelle in strahlende Helle verwandelt werden kann, es ist Feuer von höchster irdischen Gluth, das nicht brennt als dort, wo man seiner benötigt.«

Aus: Die Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt 1891, Hg. Württembergisches Portland Cement-Werk, Stadtarchiv Lauffen am Neckar

2

Ein paar Beispiele für die Herkunft der in der Elektrizität verwendeten Wörter; wenn man die ursprünglichen und die hinzugekommenen Bedeutungen einander gegenüberstellt, ergeben sich neue gedankliche Perspektiven dieser „Strom-Wörter“.

Strom

fließendes Gewässer, Flüchtlinge

Netz

Spinnen, miteinander kommunizierende Gruppen

Schalter

Verkaufseinrichtung, z.B. an Bahnhöfen oder in Banken

Widerstand

ein Sich-dagegen-Stellen, Protest

Spannung

Aufregung, emotionaler Stress, Vorfreude

Leitung

der Chef, eine geführte Strecke, z.B. eine Um-Leitung

3

Bei den technischen Begriffen sieht es anders aus. Sie wurden aus dem Griechischen und Lateinischen entlehnt und werden normalerweise nur im Zusammenhang mit Elektrizität verwendet

Turbine

Wirbel, Sturm, Kreis (von lat. turbo)

Generator

Erzeuger (von lat. generare)

Transformator

Umformer, Verwandler (von lat. transformare)

Dynamo

Kraft (grch. dynamis)

Batterie

französische Militäreinheit (von lat. battere, schlagen), bedeutet eine „zusammengesetzte Kraft“

4

Es gibt aber auch eine Entwicklung in die andere Richtung. Begriffe aus dem neuen Feld der Elektrizität wandern in den alltäglichen Sprachgebrauch ein und erwerben sich ihre zweite Bedeutung auf einer anderen Ebene.

elektrisiert sein

bedeutet „unter Spannung stehen“, aufgeregt sein, positiv angestoßen.

geerdet sein

Mit der Erfindung des Blitzableiters wurde die Ableitung hoher elektrischer Spannung in den Erdboden möglich. Damit konnten Brände vermieden werden. „Geerdet“ ist jemand, der sich an der Realität orientiert, der nicht „über dem Boden schwebt“.

isoliert sein

ist entlehnt aus dem Lateinischen „insula“, die Insel, und bedeutet „abgesondert, vereinzelt sein“.

Der Frankfurter Systemstreit, das Zementwerk und Oskar von Miller

• 1889

1

1889 sollte in Frankfurt am Main über den Bau eines Elektrizitätswerks entschieden werden. Unklar war, ob Gleichstrom oder Wechselstrom die zukunftsfähigere Stromvariante war. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Einrichtung einer Stromversorgung war die Erhaltung des Stadtbildes. Gegen die Verschandelung durch Oberleitungen bei elektrischen Straßenbahnen hatte es bereits wütende Proteste gegeben. Versorgungseinrichtungen wünschte man sich an den Rand der Stadt.

2

Leopold Sonnemann, selbst Stadtrat und Gründer der Frankfurter Zeitung, schlug vor, eine elektrotechnische Ausstellung durchzuführen, bei der die weltweit agierenden Firmen ihre neuesten Entwicklungen präsentieren sollten. Davon erhoffte man sich eine Klärung, welche Stromart die großen Investitionssummen am besten umsetzen konnte.

Sonnemann ging es als Sozialdemokrat darüber hinaus auch um eine sozial gerechte Verteilung von Energie an alle Bevölkerungsschichten. In Oskar von Miller hoffte er den richtigen Fachmann dafür zu finden. Dass das Organisations-talent des damals 36-jährigen von Miller noch größer war als seine Fachkenntnis, sollte der Frankfurter Ausstellung schließlich sehr zugute kommen.

3

1889 hatte sich Oskar von Miller von der AEG, wo er Vorstandsmitglied war, getrennt, um sich selbständig zu machen. Er gründete ein eigenes Ingenieurbüro in München. Er galt inzwischen als Experte im Bereich der Stromtechnologie. 1882 hatte er eine Ausstellung in München organisiert, die große Beachtung fand. Ein damals durchgeführter Leitungsversuch mit Gleichstrom über 57 Kilometer von Miesbach nach München war aber wenig erfolgreich. Nur etwa 25% der Strommenge kamen an.

Dass Wechselstrom geeigneter war für den Transport über größere Entfernungen, war bereits bekannt. Aber noch fehlte es an den Geräten, die dafür eingesetzt werden konnten.

Drehstrom

12

Die rasanten Fortschritte in der Umsetzung technischer Ideen führten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu einer Fülle neuer Patente. Dabei kam es immer wieder zu Parallelentwicklungen, sodass eine Erfindung manchmal nicht eindeutig zugeschrieben werden konnte. Die „jungen Wilden“ der damaligen Zeit, gut ausgebildete junge Männer, suchten sich ihren Markt unabhängig von Nationengrenzen. Sie waren an der Sache interessiert und ehrgeizig.

Die Etablierung der Elektrizität in der Gesellschaft war ein für die damaligen politischen Verhältnisse erstaunlich überstaatlicher Prozess. So arbeiteten zum Beispiel der Deutsche Friedrich August Haselwander, der Kroat Nikola Tesla, der Italiener Galileo Ferraris und der Russe Michail Dolivo-Dobrovolsky unabhängig voneinander an der Übertragungsfähigkeit von Wechselstrom. Dobrovolsky, Ingenieur bei der AEG, war schließlich 1888 der Konstrukteur des ersten Drehstromgenerators.

»Im tiefen Waldesschatten, zwischen hohen Felsenklippen stürzt brausend und tobend ein Wasserfall ins Thal hinab. Weitab von menschlicher Behausung, besuchte ihn früher nur selten ein kühner Wanderer. Und jetzt! Jetzt muss er mächtige Turbinen drehen, welche mit Hilfe unserer Maschinen seine gewaltige Kraft wieder in Elektrizität umwandeln. In unfassbarer Schnelligkeit durchheilt diese ihre Leitungsdrähte, weder Berge noch Thäler, weder Flüsse noch Wälder hemmen ihren Lauf, und bei den Wohnstätten der Menschen angelangt, verwandelt sie sich wieder in Wärme und Licht, in mechanische Kraft oder leistet chemische Arbeit.«

Aus: Alfred Ritter von Urbanitzky, Die Elektrizität im Dienste der Menschheit. Wien/Pest/Leipzig 1885

4

1888 wurde das Württembergische Portland Cement-Werk in Heilbronn als Aktiengesellschaft gegründet. Standort des Werks wurde Lauffen am Neckar. Dort flossen im so genannten Mühlgraben bei einem Gefälle von 3,8 Metern zwischen 40 000 und 44 000 Litern Wasser pro Sekunde.

Die darin enthaltene Energie sollte für das Zementwerk verwendet werden, überstieg den Bedarf aber um 60 %. Der junge Direktor Arendt erkannte früh, dass diese überschüssige Energie auch anders verwertet werden konnte. Sie sollte zur Elektrifizierung Heilbronn beitragen. Auf eine Ausschreibung dieses Projektes bewarben sich sechs Firmen. Das Büro Oskar von Miller schlug eine elektrische Stromübertragung in Form von Drehstrom vor.

Eine Drehstromübertragung hatte es noch nie davor gegeben. Neueste Entwicklungen hatten diese Stromform erstmals publik gemacht. Der AEG-Ingenieur Dolivo-Dobrowolski hatte den ersten Drehstromgenerator 1889 öffentlich vorgestellt.



1889, Arbeiter beim Bau des Zementwerks in Lauffen
Foto: ZEAG Energie AG Heilbronn

»Gelingt dieser Versuch, und ich glaube an ihn, weil er allzu kühn ist – so hat die Frankfurter Ausstellung sich ein Ehrenblatt in der Geschichte der Elektrotechnik gesichert. Denn uns alle hindert ja bekanntlich nicht die Thatsache, sondern der Gedanke, der Schlagbaum des eigenen Vorurteils.«

Aus: Die Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt 1891, Hg. Württembergisches Portland Cement-Werk, Stadtarchiv Lauffen am Neckar

Die bildungsbürgerlich orientierte Gesellschaft des 19. Jahrhunderts tat sich schwer mit der Anerkennung der geistigen Leistungen der neuen, technisch orientierten Generation. Ingenieure wurden eher dem Handwerk als der Wissenschaft zugeordnet. In Thomas Manns Roman „Der Zauberberg“ wird Hans Castorp gefragt, welchen Beruf er ausübe. Auf seine Antwort „Ich bin Ingenieur“ bekommt er ein „Ach!“ zu hören - mit dem Unterton: „Nicht jedem ist es gegeben einen anständigen Beruf auszuüben.“

1882 wurde der weltweit erste Lehrstuhl für Elektrotechnik an der Technischen Universität Darmstadt eingerichtet. 1898 verlieh Kaiser Wilhelm den Technischen Universitäten Preußens das Recht zur Verleihung der Doktorwürde und stellte sie damit den traditionellen Universitäten gleich. Der Übergang von der klassisch-humanistisch gebildeten Gesellschaft zur naturwissenschaftlich-technisch orientierten war damit eingeläutet.

Die Veränderer

• 19. Jh.

1

Das 19. Jahrhundert war ein Jahrhundert des Aufbruchs. Die technischen Neuerungen führten zu tief greifenden gesellschaftlichen Veränderungen. Die Bevölkerung begrüßte neue Technologien wie die Eisenbahn, die industrielle Produktion, das Telefon mit einer Mischung aus Euphorie und Skepsis. Als emotional motivierte Gegenbewegung entstand der Historismus; in der Architektur knüpfte er als Neogotik, Neoklassizismus und Neobarock an vergangene Jahrhunderte an. Bis in das private Umfeld hinein wurde die Tradition betont.

Oskar von Miller nutzte diese Haltung geschickt bei der Planung der Ausstellungsarchitektur in Frankfurt. In historisierenden, pittoresk gestalteten Gebäuden verbarg sich die modernste der damaligen Technologien, die Elektrizität.

2

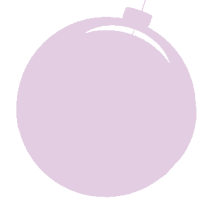
Die junge Generation der Techniker und Erfinder fand sich dort ein, wo ihnen interessante Arbeitsbedingungen zur Verfügung gestellt wurden. Die Ideen wurden gegenseitig sehr genau wahrgenommen. Markt und Entwicklung arbeiteten Hand in Hand. Die weltweit führenden Firmen waren in den USA das Unternehmen von Thomas Alva Edison, Edison Electric Light, später General Electric, sein direkter Konkurrent war George Westinghouse mit seinem Unternehmen Westinghouse Electric. In Deutschland war die Firma Siemens & Halske zunächst führend, wurde aber durch geschickte unternehmerische Weichenstellungen der AEG, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, unter der Leitung von Emil Rathenau schließlich überholt. Zahlreiche kleinere Firmen versuchten ebenso ihren Markt zu sichern.

3

Kurzporträts – die Wegbereiter für das Experiment der Fernleitung, geordnet nach ihrem Alter im Jahr 1891, dem Jahr der Drehstromübertragung

»Nein, Wechselstrom ist ein Unding, hat keine Zukunft. Ich will nichts von Wechselstrom wissen.«

Thomas Alva Edison



Aufbruch

14

Stromkrieg in den USA, 1890

Die Stromindustrie verspricht ein lukrativer Wirtschaftszweig zu werden. Thomas Alva Edison ist einer der Ersten, der konsequent die Vermarktung der neuen Technologie verfolgt. Flächendeckend sollen Gleichstromverteiler eingerichtet werden, um öffentliche Einrichtungen und Privathaushalte mit Strom zu versorgen.

Sein Konkurrent Westinghouse befürwortet den zweiphasigen Wechselstrom, der über Entfernungen unter höherer Spannung und mit

geringerem Energieverlust transportiert werden kann. Westinghouses Ingenieur Dolivo-Dobrovolsky hat diese Technik zur Marktreife gebracht. Transformatoren sollen die ankommende Spannung in gebrauchstaugliche 110 Volt verwandeln.

Der Kampf um den Verbrauchermarkt wurde teilweise mit fragwürdigen Methoden geführt. Edison ließ in Versuchen Tiere durch Wechselstrom töten, um zu beweisen, dass diese Art von Strom gefährlicher

Von Kaiser Wilhelm wird berichtet, er habe sich angesichts des ersten Fernsprechers so geäußert:

»Die Herren, die dies in die Welt bringen, können froh sein, dass sie nicht vor vierhundert Jahren gelebt haben; damals würden sie wahrscheinlich als Hexenmeister verbrannt worden sein.«

Aus: Vossische Zeitung, Oktober 1891

• 1831 • 1838 • 1854 • 1855 • 1861 • 1863



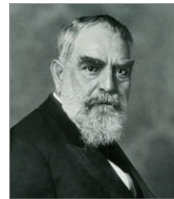
60
Leopold Sonnemann (1831-1909) war Bankier, Journalist, Verleger, Politiker und Mäzen. Er gründete die Frankfurter Zeitung und war sozialdemokratischer Stadtrat in Frankfurt, wo er sich um die Stadtentwicklung verdient machte. Seine Idee war es, eine internationale elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt zu organisieren und dafür Oskar von Miller zu engagieren.



53
Emil Rathenau (1838-1915) war Maschinenbauingenieur. Er erwarb Vermarktungsrechte für Patente von Edison. Auf diesen Erwerbungen basierend gründete er die Firma DEG, die „Deutsche Edison Gesellschaft“, die später zur AEG, der „Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft“ wurde. Oskar von Miller war von 1883 bis 1888 deren Direktor und arbeitete eng mit ihm zusammen. Rathenau kooperierte konstruktiv mit von Miller bei der Planung und Durchführung der Drehstromübertragung.



37
Dr. Martin Arendt (geb. 1854) war von 1888 bis 1895 der erste Direktor des neu gegründeten Portland Cement-Werkes. Auf seine Initiative hin sollten die nicht genutzten Wasserkräfte im Lauffener Werk als elektrische Energie weiterverkauft werden. Er war mit dem Plan Oskar von Millers einverstanden, erstmals überhaupt eine Stromleitung über Drehstrom zu versuchen.



36
Oskar von Miller (1855-1934) begann seine berufliche Laufbahn als Ingenieur im Wasserbau. Der Besuch der elektrotechnischen Ausstellung in Paris 1881 war der Anstoß für sein Engagement, Elektrizität als die Energie der Zukunft zu propagieren und auch praktisch umzusetzen. Einige Jahre war er in leitender Stellung bei der AEG tätig. Als Gründer des Deutschen Museums in München hat er als Pionier in der deutschen Museumslandschaft technische Entwicklung als museal relevant definiert.



30
Michail Dolivo-Dobrowolski (1861-1919) war ein vielseitig talentierter Techniker und Erfinder. Aufgrund politischer Repression musste er als Student aus Russland fliehen. In Darmstadt konnte er Elektrotechnik studieren. Als langjähriger Chefkonstrukteur der AEG baute er unter anderem den ersten Drehstromgenerator.



28
Charles Brown (1863-1924) war Maschinenkonstrukteur bei der Schweizer Firma Oerlikon und später Mitbegründer des weltweit tätigen Elektrotechnikkonzerns Brown, Boveri & Cie. Als überdurchschnittlich talentiertem Erfinder gelangen ihm zahlreiche technische Pionierleistungen. Für die Fernstromübertragung Lauffen-Frankfurt führte er entscheidende Versuche im Vorfeld aus, die der Absicherung des eigentlichen Experiments dienten.

als Gleichstrom ist. Als der erste zum Tod Verurteilte durch Wechselstrom hingerichtet wurde, versuchte das Unternehmen Edison, die Formulierung „to be westinghoused“ als Redewendung einzuführen. Westinghouse distanzierte sich vehement von dieser Diffamierung, da er nicht wolle, dass jemand durch seine Forschung zu Schaden käme.

Diese Auseinandersetzung ging als „Stromkrieg“ in die Geschichte ein. Die Vermischung von Fortschritt und Markteroberung in der von

Edison praktizierten Weise war ein bisher nicht gekanntes Phänomen. Denn die direkte Verwertung von neuen Erkenntnissen aus Wissenschaft und Technik für den konkurrierenden Verkauf von Produkten war – neu.

170 spannende

Kilometer

• 1890

1

6. Oktober 1890. Nach einer sechzehn-einhalbstündigen Besprechung in München werden um 0 Uhr 30 die Verträge unterzeichnet. Die Durchführung einer Fernstromübertragung ist beschlossen.

Die beteiligten Firmen AEG, Oerlikon und das Lauffener Zementwerk sind bereit, Investitionen zu tätigen. Oskar von Miller ist zufrieden, aber er und die anderen wissen: Nun beginnt die eigentliche Arbeit.

2

Die vier von der Stromübertragung betroffenen Länder Württemberg, Baden, Hessen und Preußen erteilen ihre Genehmigung nach einer von Charles Brown bei der Firma Oerlikon durchgeführten Anwendung von Hochspannungsstrom.

Zahlreiche Sponsoren und Unterstützer werden geworben. Als positives Signal gilt, dass Kaiser Wilhelm 10 000 Mark zur Verfügung stellt. Die Reichspost lässt sich davon überzeugen, die Übertragungsdrähte auf eigene Kosten einzurichten. Der 4 mm starke Kupferdraht wird von der Firma F.A. Hesse Söhne aus Frankfurt leihweise zur Verfügung gestellt.

Die Schweizer Firma Oerlikon testet in Versuchsreihen bei unterschiedlicher Witterung die Eigenschaften von hoch gespanntem Strom. Sie empfehlen Porzellanisolatoren mit Ölrinne zur Isolation an den Übertragungsmasten (siehe Illustration unten). Die Firma H. Schomburg & Söhne in Berlin stellt die benötigten Isolatoren unter größtem Zeitdruck her.

Neu entwickelte Transformatoren werden von der Firma Oerlikon und der AEG zur Verfügung gestellt, ebenso die Generatoren und die Turbinen. Regulatoren zum Abbremsen der Turbinen bei geringerem Wasserdurchfluss werden von der Maschinenfabrik J.M. Voith in Heidenheim geliefert.

3

Ein Sicherheitskonzept wird ausgearbeitet. Jeder einzelne der Isolatoren wird mit 30 000 Volt auf seine Durchhaltefähigkeit getestet. Über der Leitung werden mehrere Kurzschlusseinrichtungen angebracht, die bei wetterbedingten Störungen, Reißen eines Drahtes oder Unfällen sofort die Stromzufuhr unterbrechen. In Leserbriefen fordern besorgte Bürger, die Übertragungsmasten mit Stacheldraht abzusichern, weil schon die Berührung des Holzes tödlich sein könnte. Die Bevölkerung wird ausführlich über die Gefährlichkeit der Drähte informiert. Jeder Strommast wird zur Warnung mit einem Totenkopf versehen.

Querschnitt durch einen mit Öl gefüllten Porzellanisolator Grafik aus der Elektrotechnischen Zeitung März 1891, bearbeitet



16

Ein Mitarbeiter der elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt erinnert sich: „Wer da kam und glaubte 1 bis 2 Quadratmeter belegen zu wollen, wurde von Herrn Miller persönlich empfangen und erwärmt. Wer dann das Büro verließ, hatte sich für eine Ausstellung größeren Stils entschlossen.“ Um die Überredungskunst Oskar von Millers ranken sich zahlreiche Anekdoten. Für die Einwerbung von Ausstellern in Frankfurt hat er 18 000 Briefe diktiert und auch für sein späteres Projekt, die Einrichtung des Deutschen Museums in München, gelang es ihm, unzählige Spenden und Stiftungen zu erhalten. 60 000

Kubikmeter Sand und Kies, 1700 Eisenbahnwaggons mit Zement, drei Millionen Kilogramm Eisen, sieben Millionen Ziegelsteine und 33 000 Meter Gussrohre wurden ihm für den Bau kostenlos geliefert. Als er einen Besuch bei der Firma Krupp ankündigte, wurde vorab firmenintern die Anweisung gegeben, die besten Stücke zu verstecken. Oskar Miller wurde am 7. Mai 1855 in München geboren. Er war das jüngste von 14 Kindern. Sein Vater war Gießereinspektor und wurde 1875 aufgrund seiner Verdienste geadelt. In der Erziehung der Kinder waren Religiosität, Vaterlandsliebe, Fleiß, Tüchtigkeit und Einfachheit die

Oskar von Miller erinnert sich:

»Nachts noch fuhr ich hin, ging den ganzen Tag mit dem badischen Vertreter die Leitung ab, jede Kleinigkeit, die er beanstandete, wurde sofort behoben, aber als ich abends mit der Kommission nach Eberbach kam, wollte er den Zusammenschluss wiederum verhindern, sodass ich noch nachts zum Minister nach Karlsruhe fahren wollte. Ich war so aufgeregt, dass ich wegen Beamtenbeleidigung fast einen dreiwöchigen Urlaub im Gefängnis bekommen hätte.«

Aus: Wilhelm Fübli: Oskar von Miller, München 2005

4

Das Experiment in Zahlen:
Die genaue Entfernung betrug
169,93 km.

Benötigt wurden:

3182 Telegrafstangen –
jeweils 8 Meter hoch,
60 Tonnen Kupferdraht,
9546 Porzellanisolatoren,
750 kg Öl für die Isolatoren.

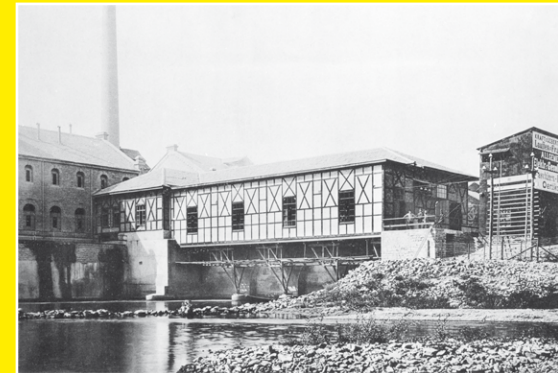
8 Arbeitskolonnen arbeiteten gleichzeitig und stellten die Stromleitung innerhalb von sechs Wochen fertig.

Die Gesamtkosten für Material und Einrichtung beliefen sich auf 700 000 Mark. Nicht eingerechnet sind hier die Entwicklungsinvestitionen der Firmen Oerlikon und AEG. Der Beginn des Übertragungsexperiments wird für den 15. August geplant.

5

Zeitprobleme der beteiligten Firmen machen eine Verschiebung des geplanten Übertragungstermins nötig. Letzte Bedenken der badischen Landesregierung können beigelegt werden. Am 24. August 1891, abends um 20 Uhr, erfolgt der Zusammenschluss der Leitung mit der sofortigen Erfolgsmeldung „Der Strom ist in Frankfurt!“. Zunächst werden die Spannungen überprüft und Messungen vorgenommen. Am 25. August leuchten erstmals die 1000 Glühlampen um das Präsentationsschild „Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt“, am 8. September wird der Wasserfall für ein paar Stunden in Betrieb genommen, ab dem 12. September arbeiten beide Einrichtungen störungsfrei bis zum Ende der Ausstellung am 19. Oktober.

Untersuchungen zum Wirkungsgrad ergeben das höchst zufrieden stellende Ergebnis von 75% erfolgreicher Energieübertragung. Berichte über die erfolgreiche Fernleitung von Strom erscheinen weltweit. In den USA, Japan, China, Brasilien, Indien, Mexiko wird berichtet. Drei Viertel der 436 angemeldeten Journalisten kommen aus dem Ausland.



Das Turbinenhaus der Stromübertragung im Lauffener Zementwerk. Foto: Deutsches Museum

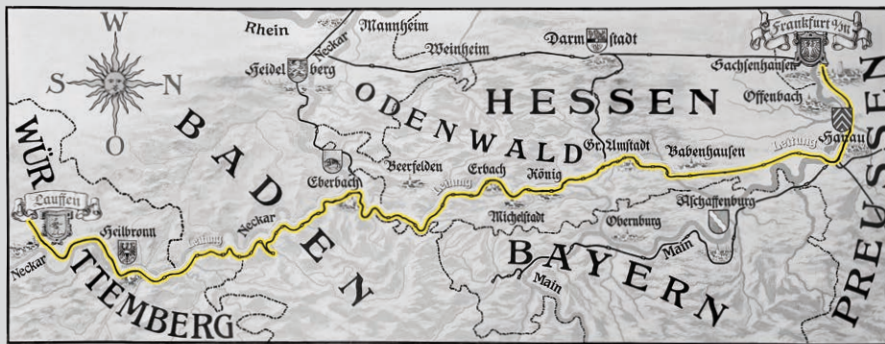
Experiment

entscheidenden Werte. Sie wurden auch das Credo des Sohnes. Oskar studierte Ingenieurwesen. Eine Studienreise zur elektrotechnischen Ausstellung 1881 in Paris wurde zum Anstoß für seine späteres Wirken. Ein Vortrag von Marcel Duprez erweckte in ihm die Vision, die neue Stromtechnologie flächendeckend einzuführen. 1882 organisierte er eine elektrotechnische Ausstellung in München. Nach mehrjähriger Tätigkeit bei der AEG, der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, beschloss er sich selbständig zu machen und gründete das „Ingenieurbüro Miller“. Seine ersten beiden Projekte, die Fernstromübertragung

und die Elektrifizierung von Heilbronn, machten ihn zu einem Pionier der neuen Technologie. Von seinen Mitarbeitern verlangte er loyales Arbeiten, er war großzügig bei Geschenken und geizig bei der Bewilligung von Urlaub. Als gläubiger Katholik besuchte er regelmäßig den Gottesdienst, auch wenn er auf Reisen war. Als ihm zum Besuch der Frühmesse ein Auto angeboten wurde, antwortete er: „Meinen Herrgott pflege ich zu Fuß aufzusuchen.“ Am 9. April 1934 starb Oskar von Miller im Alter von 79 Jahren an einem Herzanfall im Ingenieurbüro des Deutschen Museums.

Ein Korrespondent der London Times schreibt zur Fernübertragung:
»Ich meine mich keiner Übertreibung schuldig zu machen, wenn ich die Ansicht ausdrücke, daß die Lauffen-Frankfurter-Kraftübertragung das schwerste und wichtigste Experiment in der technischen Elektrizität ist, seitdem diese geheimnisvolle Naturkraft der Menschheit dienstbar gemacht ist.«

Aus: Wilhelm Fühl: Oskar von Miller, München 2005



Die Strecke der Fernleitung entlang der Bahntrasse durch vier Länder.

rechts: Besuch am 14. September 1891 in Lauffen. Eine Gruppe von etwa 100 prominenten Politikern, Unternehmern und Technikern besichtigt das Drehstrom-Kraftwerk in Lauffen bei Heilbronn

Foto: Deutsches Museum





Die geheimnisvolle Kraft

• 20. Jh.

1

In der Physik sind viele Vorgänge umkehrbar. Aus Wasser kann Eis werden und aus Eis wieder Wasser. Mit der Energie ist es ähnlich. Sie kann in verschiedene Formen verwandelt werden. Zur Gewinnung von Strom nutzt man Turbinen und Generatoren.

Eine Turbine verwandelt die Strömungsenergie von Flüssigkeiten oder Gasen (z.B. Dampf) in Rotationsenergie. In Kohlekraftwerken und Kernkraftwerken wird die dort erzeugte Wärme genutzt um Wasserdampf herzustellen, mit dem eine Dampfturbine beschickt wird. Ein Generator kann diese mechanische Energie in elektrische umwandeln. In ihm dreht sich ein Magnetfeld, das eine elektrische Spannung aufbaut. Die Spannung bewirkt, dass Strom durch elektrische Verbraucher fließen kann.

Elektrischer Strom wird in drei Formen verwendet, als Wechselstrom, Drehstrom oder Gleichstrom.

2

Wechselstrom

ist ein sinusförmiger Strom, dessen Fließrichtung sich in schneller Frequenz ändert. Das deutsche Stromnetz wird mit Wechselstrom der Frequenz 50 Hertz betrieben. Hertz ist die physikalische Einheit für Schwingungen pro Sekunde. Das heißt, innerhalb einer Sekunde wechselt der Strom 50 Mal seine Richtung.

Die Drehzahl der Generatoren, die Wechselstrom liefern, wird passend zu dieser Frequenz eingestellt. Transformatoren wandeln die Spannungshöhe um, wenn Wechselstrom über größere Entfernungen transportiert werden soll. Viele Haushaltsgeräte werden mit Wechselstrom betrieben, z.B. Glühlampen, Haartrockner und Staubsauger.

3

Drehstrom

ist die umgangssprachliche Bezeichnung für dreiphasigen Wechselstrom. Elektroherde und große Elektromaschinen wie z.B. Betonmischer und Baukräne werden meistens mit Drehstrom betrieben.

Bei dieser Stromart fließen drei gegeneinander zeitlich versetzte Wechselströme. Die Leistung aller drei Phasen ist zeitlich konstant, weshalb sich Drehstrom sehr gut transformieren lässt. Weltweit wird die elektrische Energieversorgung am häufigsten mit Dreh- und Wechselstrom vorgenommen. Einfache Erzeugung und hoher Wirkungsgrad bei der Transformation machen Dreh- und Wechselstrom zu den bevorzugten Transportformen, wenn große Mengen des Energieträgers Elektrizität benötigt werden.

Wunder

20

Während der Drehstromübertragung ereignete sich ein tödlicher Stromunfall in Lauffen. Ein Augenzeuge berichtet in der Elektrotechnischen Zeitung vom Oktober 1891: „Als wir nun sofort aus dem Turbinenhaus hinaus eilten, sahen wir in dem gegenüber befindlichen Transformatorhaus den Monteur Rau an der Thür auf der Erde liegen. Er lag mit dem Gesicht nach unten, der Oberkörper war krampfartig zusammengekrümmt. Nachdem wir ihn aufgehoben und auf einen Stuhl gesetzt, löste sich die krampfartige Verziehung des Körpers allmählich, während die Arme und der Brustkorb des Verunglückten noch einige

Mal zuckten. Gesicht und Hände waren leichenblass, die Augen halb geschlossen, die Glieder schlaff. Kühlen des Kopfes und der Brust mit Wasser hatte keine Wirkung. Der Herzschlag war schon von Anfang an nicht mehr zu spüren. An der inneren Fläche der rechten Hand befand sich eine starke, fast 1 Zentimeter tiefe Brandwunde, während ein Theil des Handrückens beträchtlich versengt war. Die linke Hand war auf der Außenseite, an den Fingern sowohl wie auf dem Handrücken ebenfalls angebrannt, wie durch eine größere Flamme.



4 **Gleichstrom**

ist ein Strom, dessen Fließrichtung sich nicht ändert. Manche Elektrogeräte arbeiten mit Gleichstrom, zum Beispiel Fernseher und Computer. In diesen Geräten wird der Wechselstrom aus dem Stromnetz gleichgerichtet und mit Kondensatoren geglättet. In Batterien wird Gleichstrom aus chemischen Stoffen erzeugt, die dabei aufgebraucht werden. In Akkus kann Gleichstrom gespeichert werden. Das geschieht auch über chemische Stoffe, aber ohne diese aufzubrauchen.

5

Elektrischer Strom ist – trotz des heute vorhandenen Wissens und der breit erforschten Verwendbarkeit - eine geheimnisvolle Kraft. Auf Atomebene springen Elektronen hin und her, werden Ladungen verschoben oder ausgeglichen und daraufhin fließt Energie. Das Phänomen „Strom“ ist eines der Wunder dieser Erde.

»Schon hat auf die verschiedensten Zweige menschlicher Thätigkeit die Elektrizität ihren revolutionierenden Einfluß geltend gemacht; im Betriebe, der Tausende von Menschen beschäftigt, wie in der kleinen Haushaltung sehen wir sie wirksam – wer wollte sich vermessen, den Umfang und die Tiefe der Revolution auch nur annähernd festzustellen, die sie vielleicht in verhältnißmäßig kurzer Zeit in allen unseren Lebensbeziehungen und Gesellschaftsverhältnissen herbeiführen wird?«

Aus: Kleine Presse, Mai 1891

Eine wiederholte Besichtigung der Unglücksstätte ergab über die Art und Weise, wie der Unfall hatte geschehen können das Folgende: Rau hatte gehört, dass nebenan noch eine Lampe angeschlossen werden sollte und hat augenscheinlich begonnen die Leitung vorzubereiten. Zu dieser Verrichtung hatte er jedoch keinerlei Auftrag erhalten. Er stand dabei auf einem über der Thür befindlichen Balken etwa 2 Meter über dem Erdboden. Es war außerordentlich leichtsinnig von ihm, denn er war dabei mit seiner linken Seite nur etwa 40 cm von dem nächstliegenden blanken Drahte der

Hochspannungsleitung entfernt, von der er wusste, dass sie im Betriebe war. Infolge Strauchelns oder beim Versuche herabzusteigen, muss er nun den Hochspannungsdraht vorübergehend berührt haben, sodass der Strom durch seinen Körper ging. Er stürzte herab und kam bei der Thüre zu liegen.

Rau war 25 Jahre alt, geborener Schweizer, verheiratet, von unterstem, kräftigem Wuchse. Er stand im Dienste der Maschinenfabrik Oerlikon. Auf Anordnung der letzteren wird seine Leiche nach seiner Heimat transportiert.“

Stromspektakel

in Frankfurt

• 1891

Die „Internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt am Main“ öffnete vom 16. Mai bis 19. Oktober 1891 täglich um 8 Uhr morgens und schloss abends um 23 Uhr.

Auf 77 000 Quadratmetern wurden die neuesten Entwicklungen der Elektrotechnologie und ihre Anwendung gezeigt und praktisch vorgeführt. Die Ausstellungsarchitektur war dem Zeitgeschmack entsprechend historisierend und zeigte modernste Technik innerhalb von historischem und der Tradition folgendem Ambiente. Alle Funktionen wurden mit Hilfe der Elektrizität betrieben. Oskar von Miller stellte eine „Stadt der Zukunft“ vor, in der alle Lebensbereiche von der Nutzung der elektrischen Energie berührt wurden.

Die Ausstellungskonzeption umfasste drei Grundsatzentscheidungen.

1

Die Gliederung nach Sachthemen

Üblich bei größeren Ausstellungen war damals die Gliederung nach ausstellenden Firmen. Nun sollten die Beteiligten ihre Produkte unter den Themenhallen „Erzeugung“, „Verteilung“, „Installation“ und „Anwendung“ von Strom präsentieren. Das bedeutete für manche Firmen einen Mehraufwand, war aber für das Publikum eine wesentlich attraktivere Aufteilung. Dampfmaschinen und Generatoren produzierten den benötigten Strom direkt vor Ort. 4000 PS standen den Ausstellern zur Verfügung, was sozusagen das größte funktionierende „Kraftwerk“ der damaligen Welt bedeutete.

2

Das Prinzip der „arbeitenden Ausstellung“

Die ausgestellten Produkte wurden alle in Funktion gezeigt. Man konnte mit einer elektrischen Straßenbahn fahren und zum Vergleich mit einem Pferdeomnibus. In Werkstätten wurden verschiedene elektrisch unterstützte Handwerke gezeigt, man konnte elektrisch zentrifugierte Milch kosten und auch eine ausgestellte Feuerspritze wäre im Brandfall einsatzbereit gewesen. Musterzimmer zeigten, wie elektrische Beleuchtung in Wohnräumen wirkte. Telefone und Telegrafen funktionierten.

Handschriftliche Skizze Oskar von Millers, der erste Plan für die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt
Abb.: Deutsches Museum



Expo

22

Am 7. Oktober 1891 wurde der einmillionste Besucher in der Frankfurter Ausstellung begrüßt. Ihm wurde eine Erinnerungsmedaille überreicht. Die Besucherresonanz konnte sich sehen lassen: 1 Million 140 000 Besuche wurden an den 157 Öffnungstagen gezählt. Damit war ein wichtiger Finanzierungsaspekt verbunden. Etwa die Hälfte der Unkosten konnte durch Eintrittsgelder gedeckt werden. Der reguläre Eintrittspreis von 1 Mark war allerdings für die einfache Bevölkerung astronomisch hoch. Ein Arbeiterhaushalt hatte etwa 3 Mark pro Tag für den Lebensunterhalt zur Verfügung. Deshalb wurde

ein besonderes Ticketsystem eingeführt. Für 10 Mark waren „Anteilscheine“ zu erwerben, die 10 Eintrittskarten und ein Los für eine Lotterie beinhalteten. Diese Karten konnten an Angestellte oder Freunde verschenkt werden. Darüber hinaus wurden die „20-Pfennig-Tage“ eingerichtet, die einen regen Publikumszuspruch verzeichnen konnten.

Zahlreiche Gruppierungen und Verbände hielten ihre Jahrestagungen in Frankfurt ab und besuchten die Ausstellung, sogar der Zahnärzterverband und der Schriftstellerverband waren zu Gast.

»Es war einmal eine Lichterstadt, die stand vor dem Hauptbahnhof in Frankfurt a.M. Jeder Reisende, welcher in diesem Sommer Abends hier ankam, sah ihre höchsten Gebäude schon von ferneher in Feuerlinien durch das Dunkel erglänzen, trat er aber aus dem Portal des Hauptbahnhofes heraus, so erblickte er die Märchenstadt vollständig in weißes schimmerndes Licht getaucht. Millionen haben dieses Märchen von Ferne gesehen; viele Hunderttausende haben sich näher herangewagt, sind in den Straßen und Häusern der kleinen lichten Zauberstadt herumgewandert und werden wohl ihr Lebtage nicht vergessen, welche Fülle von märchenhaften Dingen und Erscheinungen sie da wahrgenommen haben.«

Kleine Presse November 1891

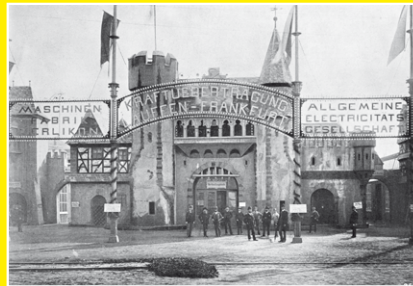
3

Der Aspekt der Unterhaltung

Etlliche Attraktionen trugen zum Vergnügen der Besucher bei: eine elektrische Rennbahn, ein Irrgarten, eine Kunstausstellung, ein Theater, in dem täglich ein Ballett vorgeführt wurde. Am Glockenturm der Bergschänke gab eine elektrisch betriebene Uhr die Zeit an. Glühlichtilluminationen an den Fassaden zeichneten abends und nachts die Konturen einer barocken Kuppel, eines orientalischen Zwiebelturms oder eines indischen Pagodenturms nach. Eine besondere Attraktion war ein Panoramabild, das eine 360-Grad-Rundumsicht von der Schiffsbrücke eines Ozeandampfers bei Einfahrt in den Hafen von New York bot, kombiniert mit elektrisch beleuchteten, original eingerichteten Schiffsräumen.

4

Der für die Entwicklung der Stromwirtschaft entscheidende Impuls war aber die Fernstromübertragung Lauffen-Frankfurt vom 24. August bis 19. Oktober. Mit ihr begann eine neue Epoche der Nutzung von elektrischer Energie.



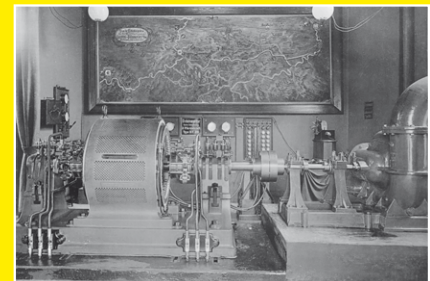
Die 1000 Glühlampen der Fernstromübertragung Lauffen-Frankfurt



Der Wasserfall in Frankfurt, Symbol für die elektrisch übertragene Wasserkraft des Neckars,



Ansichtskarte des Transformatorhauses der Fernstromübertragung



Der Drehstrommotor der Fernstromübertragung mit der Karte der Überlandleitung,

Fotos: Deutsches Museum

Auch das internationale Interesse war groß. Der Prince of Wales, der dänische König, der griechische Kronprinz waren zu Besuch, Beauftragte verschiedener ausländischer Regierungen wurden begrüßt, die Londoner Handelskammer, der österreichische Ingenieur- und Architektenverein. Oskar von Miller versprach sich besonders viel von der Jahresversammlung des Deutschen Städtetages. Ihm ging es ja um die flächendeckende Elektrifizierung Deutschlands.

Die meisten Besucher aber fanden die Ausstellung einfach nur „schön“. In ihr schien die Versöhnung von Technik, die bisher als Fabrikhalle und Eisenbahn aufgetreten war, mit dem Wunsch nach einer schönen Lebensumwelt gelungen zu sein. Die kaum sichtbare elektrische Technologie erlaubte stimmungsvolle Beleuchtung und Lichteffekte im Ambiente historisierender Architektur - das war die Poesie des Feierabends, die sich die Menschen wünschten.

Der Weltverbesserer



Plakat zur Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt am Main 1891
Abb.: Deutsches Museum

• 1991

1

Der Frankfurter Katalog zum 100-Jahr-Jubiläum 1991 beschreibt das Plakat der Elektrotechnischen Ausstellung:

»Das Plakat zitierte den antiken Prometheusmythos und deutete ihn auf die elektrische Energie um. In der Berührung durch die Elektrizität reißen die Ketten des Titanen. Seine Entfesselung symbolisiert die Entgrenzung mechanischer Kraft durch die elektrische Energie. Die Lampe in der Hand der Allegorie der Elektrizität bringt das Licht in die Welt und assoziiert Aufklärung. Die Welt, die im Plakat sichtbar wird, ist aus Motiven der Frankfurter Stadtsilhouette und der Ausstellungsarchitektur collagiert und nimmt die Metapher der „Stadt in der Stadt“ auf.«

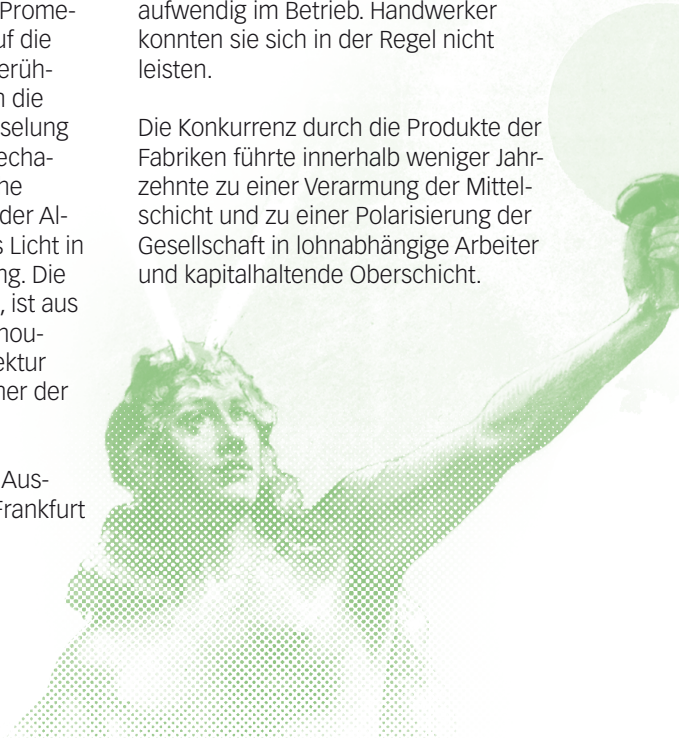
Aus: Eine neue Zeit! Katalog zur Ausstellung, Historisches Museum Frankfurt am Main 1991

• 1891

2

Der so genannte „Dampfmaschinenkapitalismus“ war eine Folge der industriellen Revolution. Dampfmaschinen waren energiestark, aber teuer und aufwendig im Betrieb. Handwerker konnten sie sich in der Regel nicht leisten.

Die Konkurrenz durch die Produkte der Fabriken führte innerhalb weniger Jahrzehnte zu einer Verarmung der Mittelschicht und zu einer Polarisierung der Gesellschaft in lohnabhängige Arbeiter und kapitalhaltende Oberschicht.



24

Der Übergang vom exklusiven Luxusgut zum allgemein verwendeten Energieträger in Privathäusern vollzog sich nur langsam. Zunächst waren die neu einzurichtenden Leitungen und auch der Strom oftmals zu teuer für private Abnehmer. Mit der zunehmenden Versorgung über Elektrizitätswerke wurden aber immer mehr Haushalte an das entstehende Stromnetz angeschlossen.

Gleichzeitig musste auch eine kulturelle Gewöhnung an die neue Art von Licht erfolgen. Die Wirkung der neuen Beleuchtung von Woh-

nungen wurde kontrovers diskutiert. 1881 urteilte ein begeisterter Zeitungsartikel: „Das von der Lampe ausstrahlende Licht gleicht an Farbe und Leuchtkraft dem der Gasflamme, zeichnet sich aber vor letzterer durch absolute Beständigkeit und Ruhe aus. Aber welch ein Unterschied zum Gas! Das elektrische Licht hinterlässt keinen Verbrennungsrückstand in der Wohnung, es erhöht nicht die Lufttemperatur, sie macht Schluss mit der Explosions- und Feuergefahr. Sie kommen nach Hause, Sie betätigen den Schalter und ohne Feuer, ohne Streichholz, erhellt sich das ganze Haus“.

Die „Badische Neckarzeitung“ berichtet am 3. September 1891 über den Mosbacher Gewerbeverein, der zum Besuch der Ausstellung in Frankfurt auffordert.

»Wer sich auf das nothwendigste beschränkt, kann mit 4 Mk. pro Tag ausreichen, ohne Hunger und Durst leiden zu müssen. Der Besuch der Ausstellung ist jedem strebsamen Handwerker dringend zu empfehlen. Er darf sich der umgestaltenden Bewegung auf dem gewerblichen Gebiete nicht verschließen. Der Eberbacher Gewerbeverein hat sogar einen gemeinschaftlichen Besuch der Ausstellung beschlossen.«

Aus: Mosbacher Jahresheft 2006, Stadtarchiv Lauffen am Neckar

3

Leopold Sonnemann und Oskar von Miller gehörten zu den Visionären, die sich durch die Einführung eines flächendeckenden Stromverteilungssystems eine Verbesserung der sozialen Verhältnisse erhofften. Die Elektrizität schien in ihren Augen eine „demokratische“ Kraft zu sein, die allen Bevölkerungsschichten zugute kommen sollte. Deshalb waren einige Beispiele von Elektromotoren für kleinere Handwerksbetriebe in Frankfurt zu sehen.

Als seinen „sehnlichen Wunsch“ bezeichnete von Miller ein Projekt, das er mit verschiedenen Kooperationspartnern versuchte umzusetzen. Kleinhandwerkern sollte ein Elektromotor leihweise gegen Miete zur Verfügung gestellt werden, gekoppelt mit einem pauschalen Stromtarif, damit man auf Messinstrumente und Zähler verzichten konnte. Davon erhoffte sich Miller eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen und einen Rückgang der Frauen- und Kinderarbeit in Fabriken.

Karl Wolff, der Sparkassendirektor von Fürstenfeldbruck, initiierte den Bau des örtlichen Elektrizitätswerkes durch Oskar von Miller.

»... das kleine Handwerk, welches, wie überall in der Welt, im Niedergang und Verfall begriffen, aber seinen goldenen Boden mit Hilfe des von Oskar von Miller erbauten Elektrizitätswerkes wiederzugewinnen beginnt. Das ist wie ein Wunder in der heutigen Zeit, in der man sich nachgerade daran gewöhnt hat, das Handwerk als eine überwundene Betriebsform und als einen verlorenen Posten anzusehen, welcher der übermächtigen Konkurrenz der mit Dampfmaschinen, großen Arbeiterheeren, billigen Einkaufs- und Verkaufspreisen arbeitenden Großindustrie rettungslos erliegen müsse, und in der man bereits mit verschränkten Armen oder mitleidigem Achselzucken dem Ringkämpfe des einen und anderen sich tüchtig wehrenden Kleinmeisters zusieht, weil doch alle Hilfe vergeblich sei.«

Aus: Wilhelm Fühl: Oskar von Miller, München 2005

Vision

Häufig wurde aber auch kritisiert, dass das elektrische Licht ein kaltes Licht sei, dass die Lampenschirme, die die Leuchtkraft des Glühfadens verteilen sollten, hässlich seien im Vergleich zu einer flackernden offenen Flamme, die ein warmes, der Netzhaut des Auges angenehmes Licht gebe.

Diese Diskussion über Schönheit und Wirkung des Lichtes wurde und wird immer wieder geführt, wenn neue Leuchtmittel auf den Markt gebracht werden. Auch Halogenlampen und Energiesparlampen wurden

zunächst negativ bewertet, was ihre Lichtwirkung anging. Hier zeigt sich ein gewissermaßen archaisches Motiv: zu Hause soll es warm und gemütlich sein, deshalb möchte man warmes Licht um sich haben. Dieser Wunsch deutet auf den Ursprung der häuslichen Beleuchtung zurück, das Herdfeuer.

Stadt unter Strom

• 1891

1

Die Stadt Heilbronn wurde die erste Stadt der Welt, die über eine Fernleitung mit Elektrizität versorgt wurde. Bereits 1890, vor der ersten Drehstromübertragung, war der Vertrag zwischen dem Portland Cement-Werk, der Stadt Heilbronn und dem Büro Miller über die Errichtung eines Elektrizitätswerks aus Wasserkraft geschlossen worden. Mit dem Erfolg der ersten Fernübertragung wurden die Arbeiten am 15. September 1891 begonnen. Am 10. Januar 1892 floss erstmals Strom von Lauffen nach Heilbronn. Die 30 000 Einwohner begrüßten die neue Energie begeistert.

2

Die Kosten für das Elektrizitätswerk und die Leitung beliefen sich auf 260 000 Mark. Der Aufbau war ähnlich wie bei der Fernstromübertragung. Drei Kupferdrähte, diesmal mit einem Durchmesser von 6 mm, und ein Stacheldraht, der an den Masten herunter bis in die Erde geführt wurde, wurden ergänzt. Der Stacheldraht diente als Blitzableiter und sollte gleichzeitig von unerlaubtem Beklettern abhalten. In Heilbronn wurde der auf 5000 Volt hochgespannte Strom in runden Transformatorenhäuschen aus Eisenblech wieder heruntertransformiert. Die Häuschen waren wartungsfreundlich und wurden gleichzeitig als Litfasssäulen genutzt. Die zu den Verbrauchern geführte Gebrauchsspannung betrug 100 Volt.



Transformatorsäule in Heilbronn 1892,
Foto: ZEAG Energie AG

Die öffentliche Ausschreibung für die Stromversorgung Heilbronn durch das Lauffener Zementwerk:

„Nachdem wir beschlossen haben, die für unsere Fabrikationszwecke überschüssigen, durch drei besondere Turbinen erzeugten Wasserkräfte von ca. 900 H.P. (horse power, Pferdestärke) in dem ca. zehn Kilometer entfernten Heilbronn für Kraft und Licht zu verwerten, laden wir hiermit leistungsfähige Elektrizitätsfirmen ein, um für Lieferung der erforderlichen Maschinen, Leitungen und Installationen, nebst allem Zubehör, Offerte zu machen.“

Aus: Moderne Energie für eine neue Zeit, ZEAG Zementwerk 1991, Stadtarchiv Lauffen

Transform

1892

3

Am 1. März 1892 waren 1100 Glühlampen, 8 in der Bahnhofstraße aufgestellte Bogenlampen und 3 Elektromotoren mit zusammen 8 PS gemeldet. Im November desselben Jahres waren es bereits 1700 Glühlampen, 20 Bogenlampen und 11 Motoren mit zusammen 32 PS.

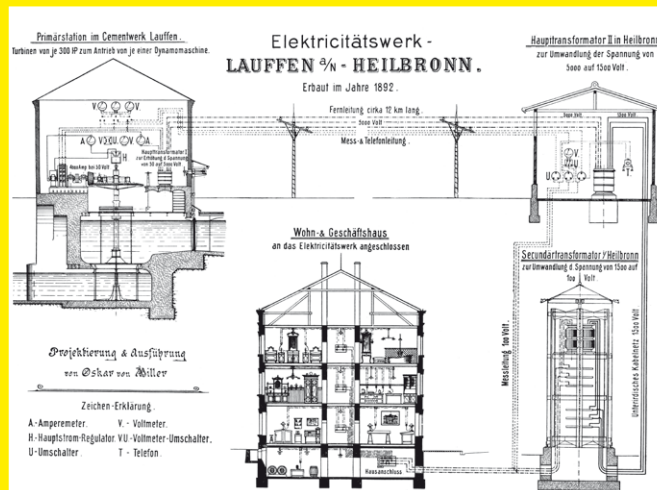
Im Vergleich zu der seit 40 Jahren etablierten Nutzung von Gas war Elektrizität aber nach wie vor ein kleiner Markt.

Mit Gas betrieben wurden 497 Straßenslaternen, 16 949 Lampen und 44 Motoren.

Aber die Vorteile des elektrischen Stroms begannen Wirkung zu zeigen. 1896 wurde aufgrund der gestiegenen Nachfrage ein Dampfkraftwerk in der Heilbronner Badstraße in Betrieb genommen, 1942 schließlich endete mit dem Ausbau der Lauffener Staustufe des Neckars die Produktion von Strom im Zementwerk in Lauffen.



Der Marktplatz in Heilbronn, Foto: Stadtarchiv Heilbronn



Schematische Darstellung der Stromproduktion und -leitung von Lauffen nach Heilbronn 1892, Abb.: Deutsches Museum

Industriegemälde zur Elektrifizierung von Heilbronn, Foto: Deutsches Museum



ator

Einstiege und Ausstiege

• 20. Jh.

1

Mit der Jahrhundertwende begann der Siegeszug der Elektrizität. Zahlreiche Städte ließen Elektrizitätswerke bauen, erste Stromnetze entstanden. Strom galt als saubere Energie. Die Nachteile der Stromerzeugung, wie zum Beispiel Landschaftszerstörung durch Wasserkraftwerke oder Flusserwärmung, rückten erst sehr viel später in das Bewusstsein. Mit der Erfindung der Wolfram-Glühlampe 1910 wurden Glühlampen wesentlich haltbarer und billiger. Elektrizität wurde aufgrund der größeren Nachfrage auch für die Durchschnittsbevölkerung bezahlbar. Trotzdem wurde die flächendeckende Versorgung erst in den 40er Jahren des 20. Jahrhunderts erreicht.

2

In den folgenden Jahrzehnten stieg der Stromverbrauch parallel zum Wirtschaftswachstum kontinuierlich an, seit den 90er Jahren bleibt er etwa konstant. Dazu tragen Energiesparmaßnahmen bei, aber auch ein verringertes Wirtschaftswachstum.

Heute versorgen mehrere Stromnetze mit unterschiedlichen Spannungen die Bundesrepublik. Das Höchstspannungsnetz hat 440 oder 230 kV (Kilovolt), das sind 400 000 bzw 230 000 Volt. Das Hochspannungsnetz hat 110 kV, das Mittelspannungsnetz 20 kV und das Niederspannungsnetz 400 Volt. Nach wie vor werden Porzellanisolatoren verwendet, die Leitungen sind aus Aluminium. Das deutsche Stromnetz ist etwa 1,78 Millionen Kilometer lang.

3

Eine Herausforderung bleibt, dass Strom nicht gespeichert werden kann. Wenn Bedarf besteht, muss er hergestellt werden. Durch unterschiedliche Kraftwerkstypen werden die Bedarfsschwankungen ausgeglichen. Wasserkraftwerke, Kernkraftwerke und Braunkohlekraftwerke sind ständig in Betrieb für die Grundversorgung. Steinkohlekraftwerke, Pumpspeicher- und Gasturbinenkraftwerke können in kurzer Zeit bei Bedarf hochgefahren werden.

Das „Merkblatt für das landwirtschaftliche Maschinenwesen“ schreibt 1912:

»Die elektrische Beleuchtung ist keineswegs als Luxus aufzufassen, vielmehr bietet die sehr feuersichere und windsichere Glühlampe, z.B. im Stall bei später Heimkunft mit den Pferden, beim Melken, und namentlich in Krankheitsfällen oftmals sehr wesentliche Vorteile. Zu Heizungszwecken, zum Kochen usw. wird elektrische Energie zur Zeit noch in geringerem Umfange benützt, dagegen hat das elektrische Bügeleisen bereits ausgedehnte Verwendung gefunden.«

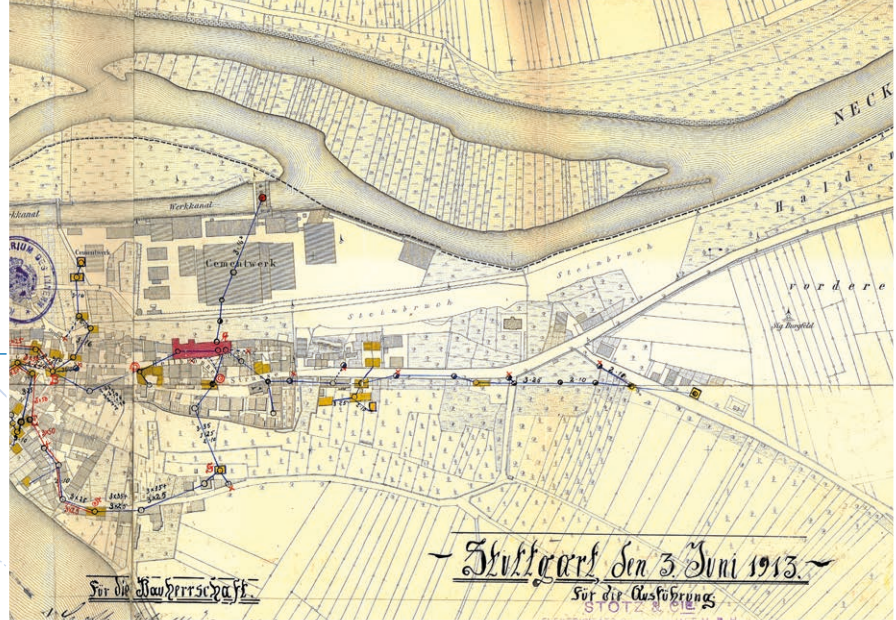
Aus: Dr. Jürgen Gysin: Entwicklung der Energieversorgung

• 21. Jh.

4

Mit der so genannten „Energiewende“ und dem Ausstieg aus der Atomenergie ergeben sich neue Fragestellungen an die Technologie. Wind- und Solarstrom werden unregelmäßig in das Stromnetz eingespeist. Eine neueste Entwicklung ist die Umwandlung von Strom in Methangas, das gelagert werden kann und bei Strombedarf wieder in Elektrizität rückgeführt wird.

Für den Privathaushalt werden inzwischen kleine „Kraftwerke“ angeboten, Mikrogasturbinen, die vom Wirkungsgrad her sehr effektiv arbeiten. Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen bleibt angesichts der begrenzten fossilen Ressourcen ein wichtiger Zweig der Forschung.

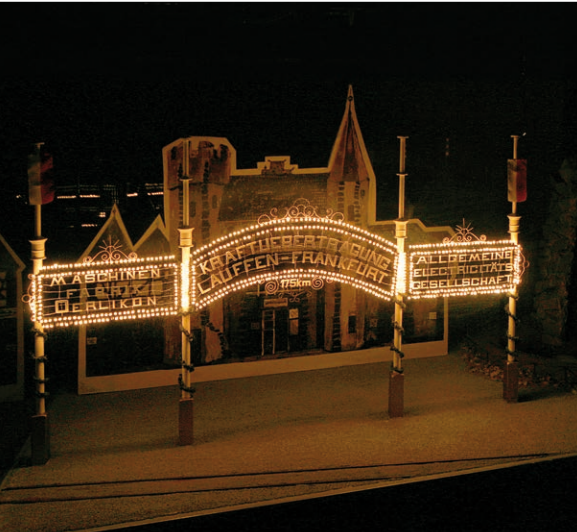


Die Stromversorgung in Lauffen a.N. im Jahr 1913, Abb.: ZEAG Energie AG Heilbronn

»Wird nun aber die Technik bei dem erreichten Ziel stehen bleiben? – Sicherlich nicht! Sehen wir uns doch den jetzigen Kreislauf etwas näher an! Fern im Atlantischen Ozean oder wer weiß wo lockt der warme Sonnenstrahl den Wassertropfen als unsichtbares Gas zum Aether empor. Dort vereinigt sich das Gas mit seinesgleichen zu himmelhohen Wolken, fällt aus großer Höhe als Regen herunter, treibt – etwa in Lauffen – unsere Turbine und fließt dann wieder dem Meere zu. Das ist ein weiter Umweg! Wäre es denn da nicht einfacher, die Wärme der Sonne ohne weiteres in elektrische Kraft zu verwandeln? Einfach die unmittelbare Übertragung der Sonnenwärme und Sonnenkraft in eine solche Kraft, wie sie sich für unsere Verbrauchszwecke eignet. Jeder muß sich irgendwo, womöglich auf seinem eigenen Dache, den hellen warmen Sonnenschein sammeln können, ihn aufspeichern. Die bisher schon erreichten Ziele sind so überraschend und wunderbar, daß wir schon ein Recht haben, dieser Trümelei ein wenig nachzuhängen.«

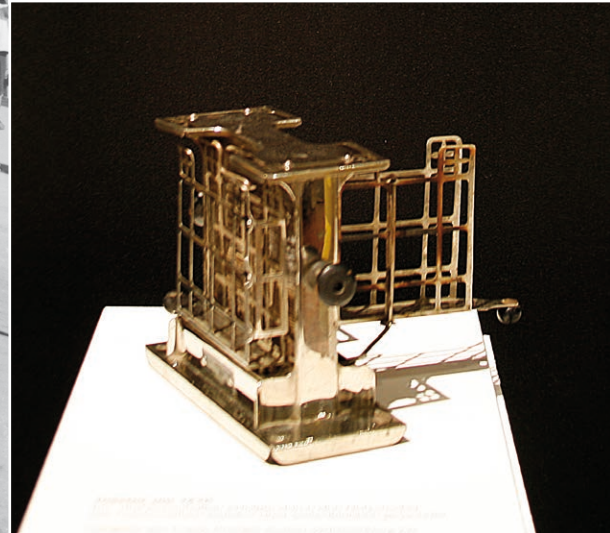
Aus: Die Gartenlaube, 1891

ukunft



Die Neckarbrücke zur Innenstadt von Heilbronn im Jahr 1926
mit elektrischer Straßenbahn
Fotos: Stadtarchiv Heilbronn

Motive rechts und links: Ausstellung Lauffen am Neckar
außer links unten: Besichtigung des ehemaligen Turbinenhauses von
1891 im Zementwerk Lauffen, Oktober 2011
Fotos: Matthias Balk



»Wenn man die tausend Glühlampen an dem Schild mit der Aufschrift „Lauffener Kraftübertragung“ so ruhig brennen sieht, fällt es schwer, sich zu vergegenwärtigen, dass sie dem fernen Neckarfall ihre Leuchtkraft verdanken, und dass durch die drei dünnen Leitungen auf den hohen Stangen eine Arbeitsmenge fließt, die einem stündlichen Verbrauch von 100 Kilogramm Kohle entspricht.

Aber wie kurz wird es dauern, bis die Menschheit sich auch darüber nicht mehr wundert und die Wohltaten des neuen ungeheuren Fortschrittes als ebenso selbstverständlich hinnimmt, wie sie sich in so unglaublich kurzer Zeit an die Zauberkünste des Telephons gewöhnt hat.«

Elektrotechnische Zeitschrift, September 1891

Kuratorin: Eva Ehrenfeld
Idee und Leitung: Volker Friebe
Technische Unterstützung: Hans-Joachim Mächtle, Matthias Balk

Grafische Gestaltung: face-design.de
Druck und Konfektion: frank-werbung.de
Audioguide: tonwelt.com
Licht: beleo.de

Gefördert von: BW-Stiftung, ZEAG Energie AG, EnBW, Stadt Lauffen a.N., Heimatverein Alt-Lauffen e.V.

