

**Verleihung
Aargauer Heimatschutzpreis 2009
Wasserenergie im Kanton Aargau
Rheinfelden 17. Oktober 2009**



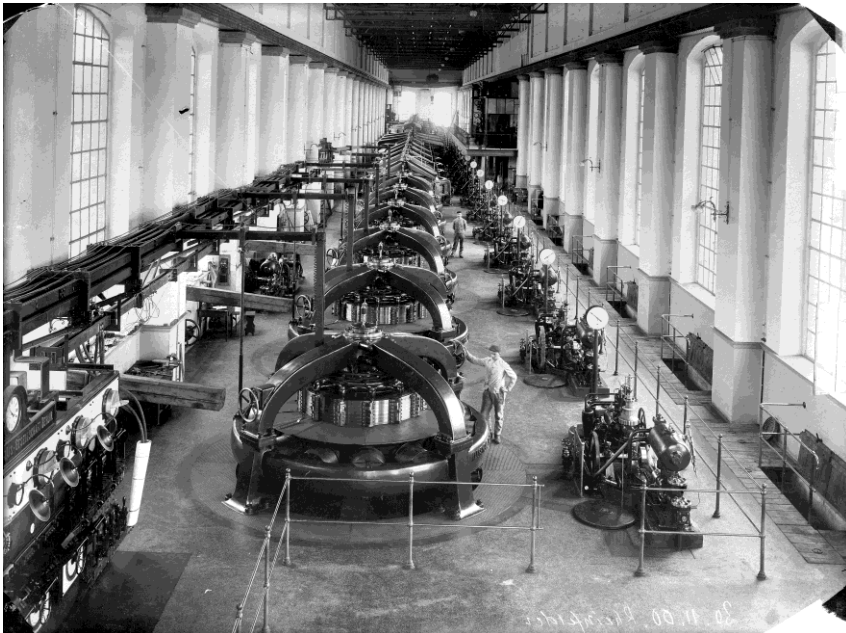
***Altes Kraftwerk Rheinfelden:
Technikgeschichtliche Bedeutung***

Prof. Dr. Gerhard Neidhöfer



Aufnahmen um 1900

**Das alte Flusskraftwerk
Rheinfelden**
entstanden 1895–1898
*„Perle aus den Anfängen der
Stromerzeugung“*



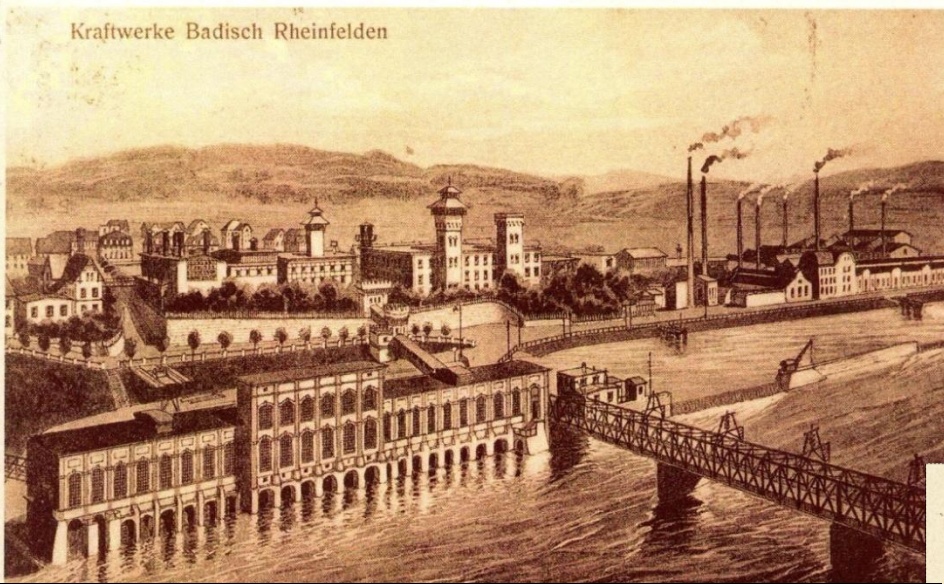
Seite Gleichstromgeneratoren



Seite Drehstromgeneratoren

Innenansichten

Kraftwerke Badisch Rheinfelden

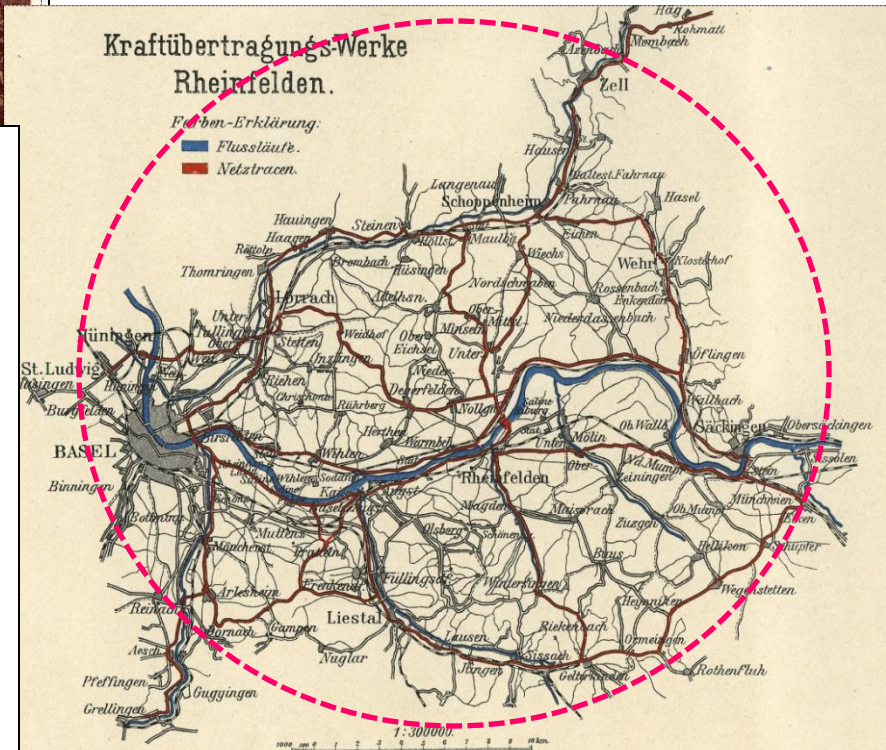


Gleichstrom für die elektro-
chemische Industrie nebenan

Wechsel- und Drehstrom für die
Nachbar-Grossbetriebe, zunehmend
auch für andere Industriebetriebe,
Kommunen, Gewerbe und Private
**„in einem Umkreis von ca. 20 km um
Rheinfelden herum“**

Kraftübertragungswerke Rheinfelden

Stromabsatz in der Anfangszeit 1898 ...



Was war in den 15 Jahren „vor Rheinfelden“ geschehen?

1880 ... 1890 Hochblüte Gleichstromtechnik

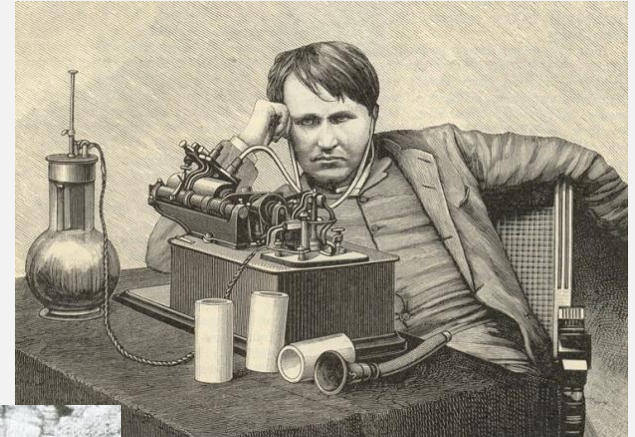
Erfindung 1879: Kohlefaden-Glühlampe

gleichmäßiges Licht,

kein Rußen,

kein Gestank,

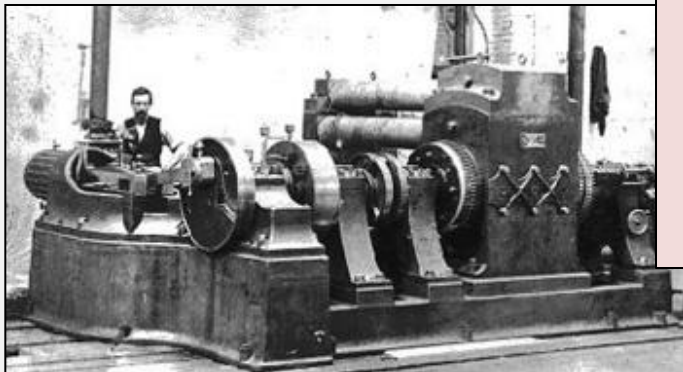
kein Nachfüllen.



Thomas Edison

Braucht aber Strom!

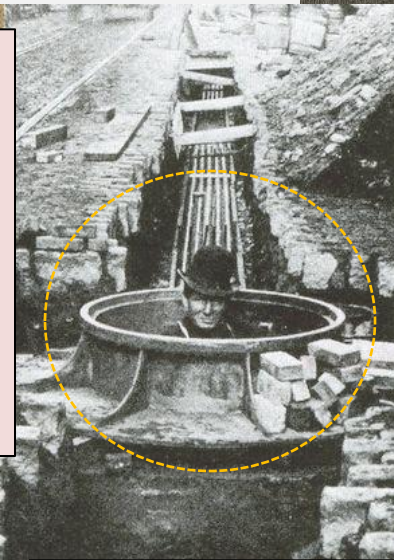
Stromversorgung



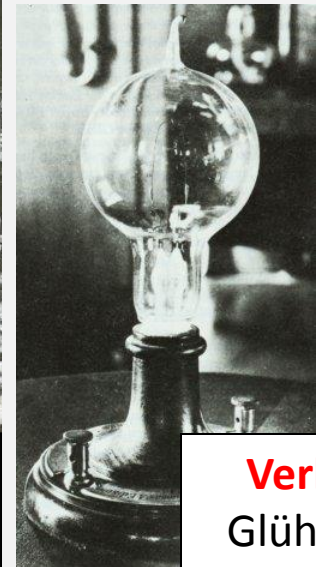
„Jumbo“-Gleichstrom-Dynamo
für 400 Lampen / 85 Abnehmer

New York
Pearl
Street

1882



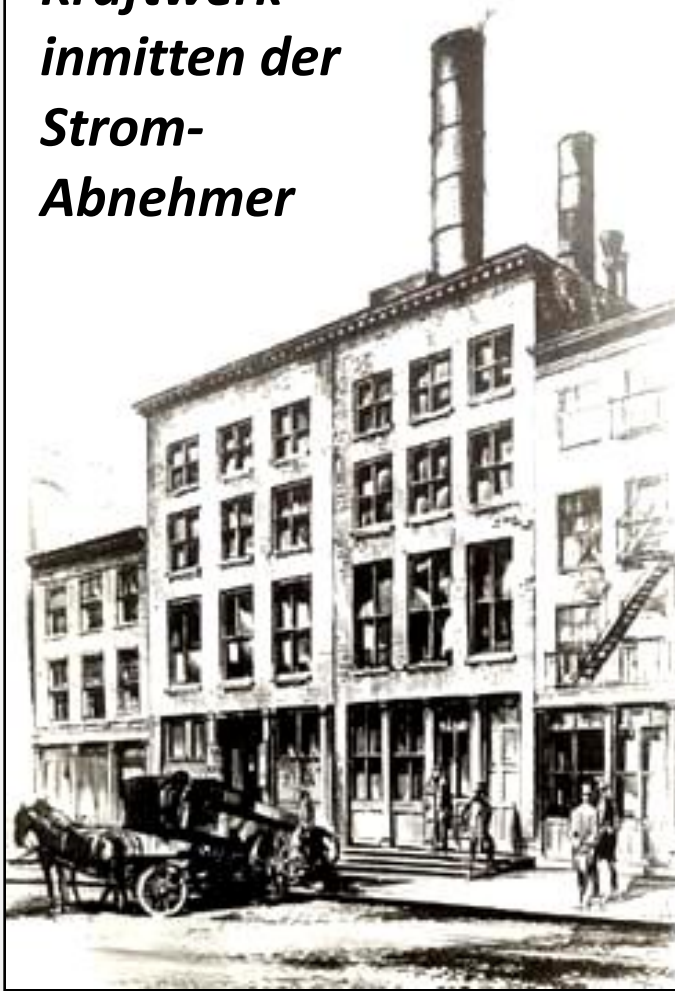
Kabel
unterirdisch



Verbraucher
Glühlampen

Gleichstrom reicht nicht weit!

**Kraftwerk
inmitten der
Strom-
Abnehmer**

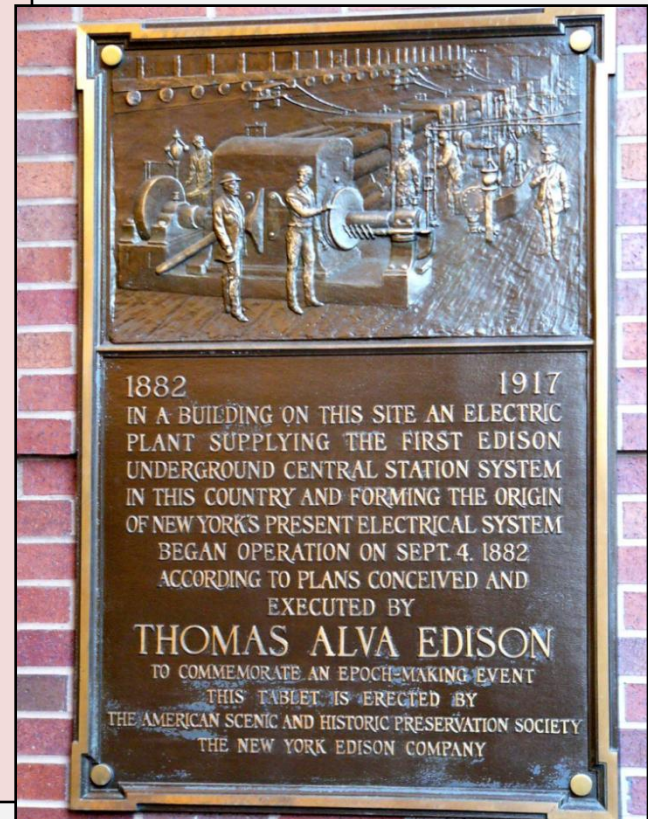


Übertragung mit Lampenspannung
(65 ... 150 Volt) → Aktionsradius
nur einige 100 m, zuletzt max. 1–2 km

**Erstes
Kraftwerk
der USA**

**New York
Pearl Street**

Inbetriebnahme 1882
Stilllegung 1895
Gedenktafel 1917

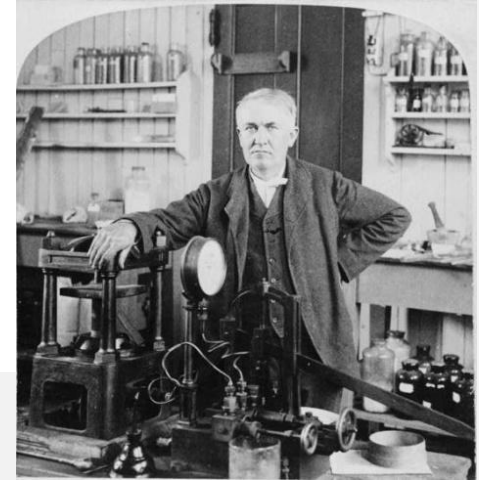


Der Wechselstrom rückt an! Krieg der Stromsysteme

Thomas Edison (1847–1931):

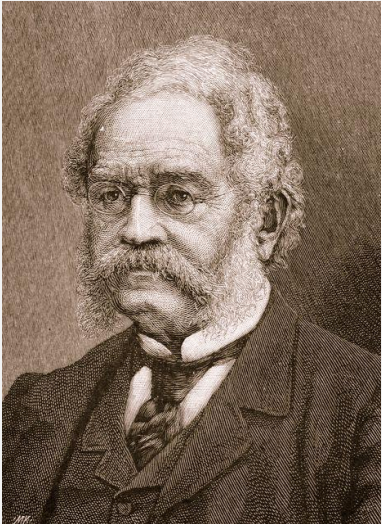
Nein, nein, Wechselstrom, ist ein Unding, hat keine Zukunft, ich will nichts von Wechselstrom sehen noch hören! (1891)

Die Verwendung von Wechselstrom anstelle von Gleichstrom ist vernünftig denkender Menschen unwürdig!



Werner von Siemens (1816–1892):

Solange ich da bin, gibt es nur Gleichstrom!



Anonymus:
Wechselstrom und Hochspannung sind des Teufels; man kann damit Tiere und Menschen töten!



„Westinghousing“ auf elektrischem Stuhl

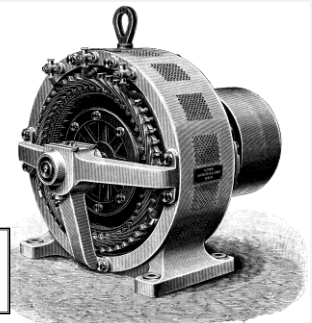
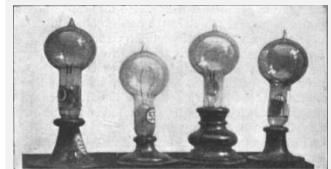
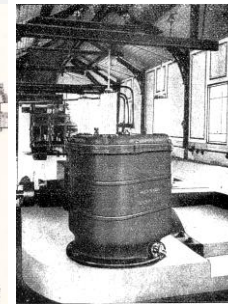
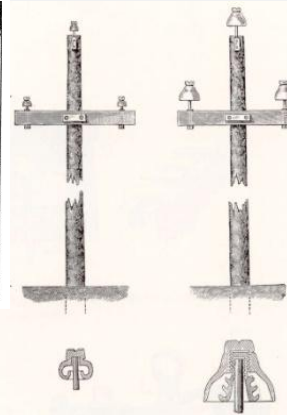
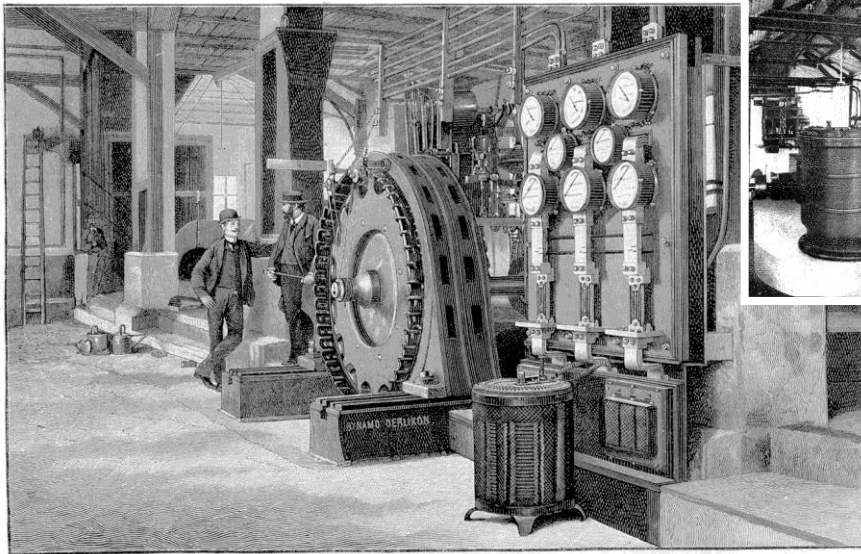
Doch mit Wechselstrom kommt man viel weiter!

1885 ... Neues System: Wechselstrom und Hochspannung für
 • Licht • Kraft & • (Fern-)Übertragung

**Erfindung Transformator 1885: Trennung Generator-,
 Übertragungs- und Verbraucher-Spannung → Grosse Reichweite**



Generator → Trafo → Leitung → Trafo ↘ Verbraucher Lampen



aber auch für Motoren?

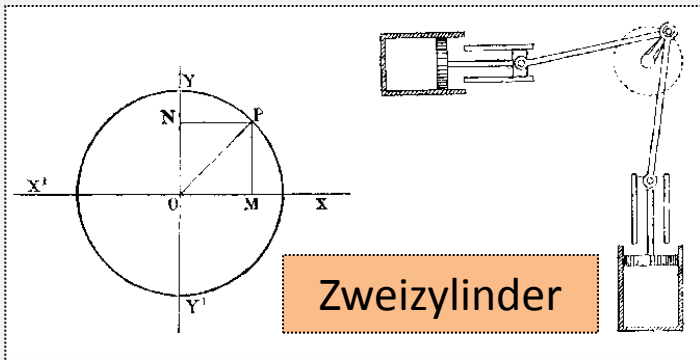
Wechselstrom bewirkt noch keine Drehung! — Kunstgriff

Einzylinder-Kolbenmaschine

Reine Hin- und Her-Bewegung,
zwei Totpunkte



Kniffe: Mehrzylinder



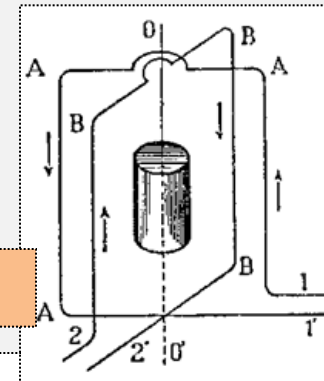
Zweizylinder

Zweiphasen

Mehrphasen

Einphasen-Wechselstromspule

Magnetfeld zwischen +/- wechselnd,
keine Drehung

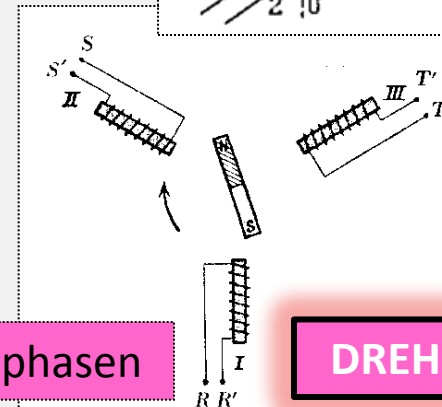


Drehung



Dreizylinder

Dreiphasen

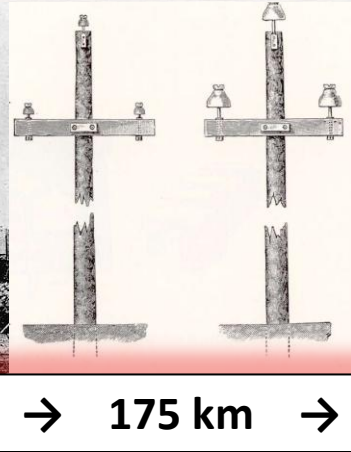
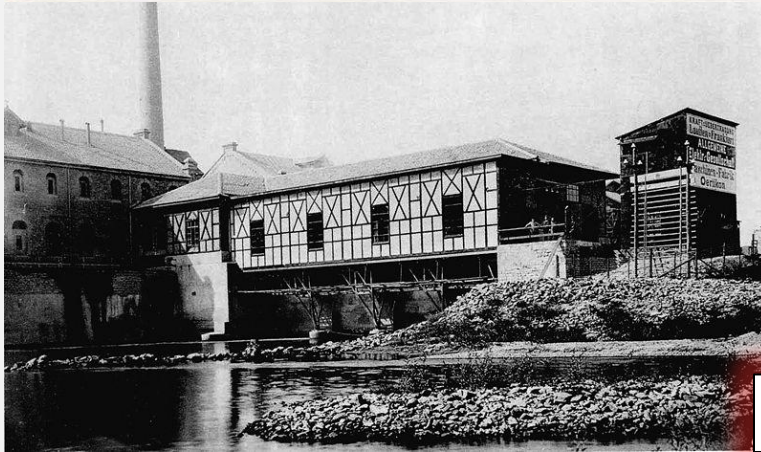
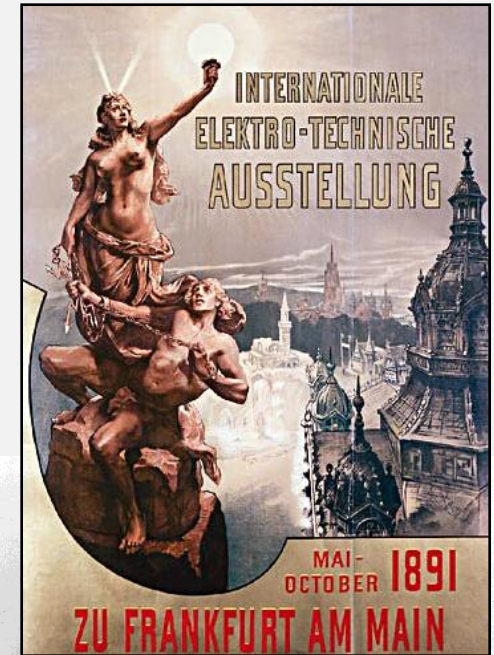
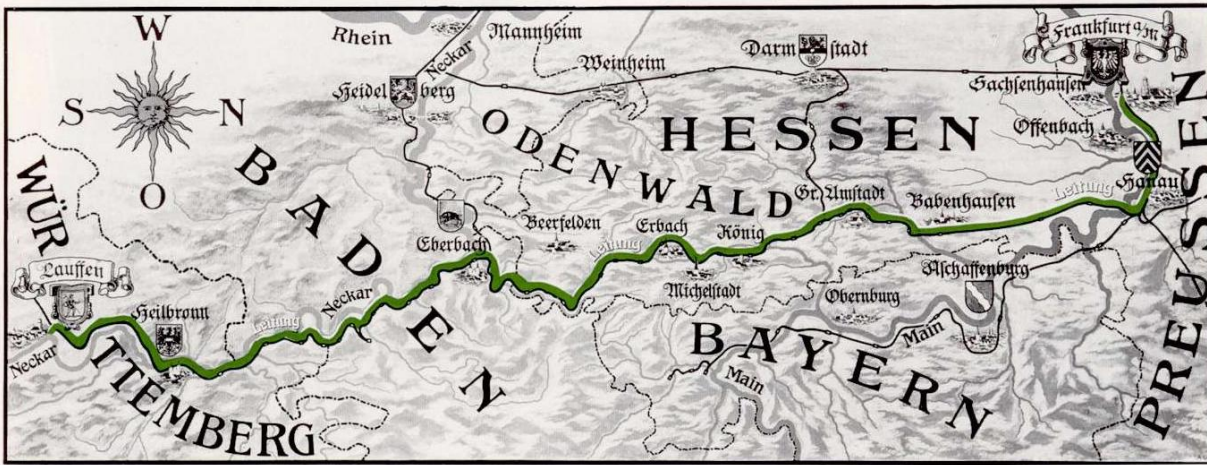


DREHSTROM



Gross-Experiment 1891:

Drehstrom-Fernübertragung Lauffen / Neckar → Frankfurt / Main



→ 175 km →



Skeptiker: ... Es ist zu befürchten, dass am anderen Ende der Leitung von dem in die Linie geschickten Strome nichts mehr erhältlich sein wird. **Ergebnis:** Es kamen 75% an!



Kraftübertragung Lauffen am Neckar – Frankfurt am Main 1891 mit hochgespanntem Dreiphasenstrom (Drehstrom)

Charles E. L. Brown

Maschinenfabrik Oerlikon MFO



1890 „Fernleitungssystem
Oerlikon“
mit Hochspannung

Michael von Dolivo-Dobrowolsky

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft AEG Berlin



1889 Dreiphasen-Käfigläufermotor
Dreiphasen-Transformator
1891 Bezeichnung „Drehstrom“

Hauptakteure
und
Vorleistungen

Kraftwerke aus der Zeit des Systemstreits

		<u>Periodenzahl</u>	<u>Phasenzahl</u>
1891	Lauffen (Heilbronn)	40 Hz ☹️	drei 😊
1892	Hochfelden bei Bülach ZH	50 😊	drei 😊
1892	Baden-Kappelerhof AG	40 ☹️	zwei ☹️
1893	Frankfurt am Main	45 $\frac{1}{3}$ ☹️	eins ☹️
1895	Niagara Falls	25 ☹️	zwei ☹️
1898	Rheinfelden	50 Hz 😊	drei 😊



RHEINFELDEN: Meilenstein im Frequenz- und Strom-Streit

Emil Rathenau in einem Vortrag

Die Kraftübertragungswerke zu Rheinfelden

an der VDE-Jahresversammlung **1896** in Berlin:

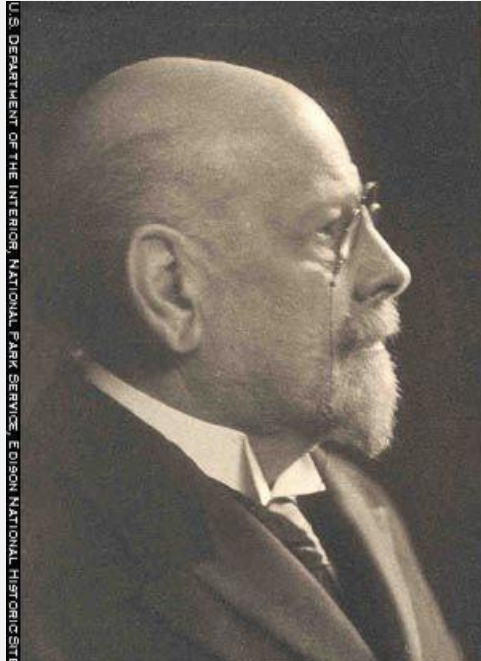
*„ ... Nach eingehenden Erwägungen entschloss man sich zu **50 Perioden in der Sekunde**. Für den Betrieb von Transformatoren, Motoren und Glühlampen erscheint diese Wechselzahl besonders geeignet ... “*



In einer ausführlichen Studie

Technische und wirtschaftliche Darstellung der Ausnützung der Wasserkräfte des Rheins bei Rheinfelden

hält die AEG **1896** fest: *„ ... In ihrer Gesamtheit sind die hier dargestellten Vorzüge des Dreiphasenstromes ausschlaggebend gewesen, bei der Kraftübertragungs-Anlage Rheinfelden ... **Drehstrom** anzuwenden.“*



U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, NATIONAL PARK SERVICE, EDISON NATIONAL HISTORIC SITE

Emil Rathenau

(1838 – 1915)

— AEG-Generaldirektor

— In Rheinfelden

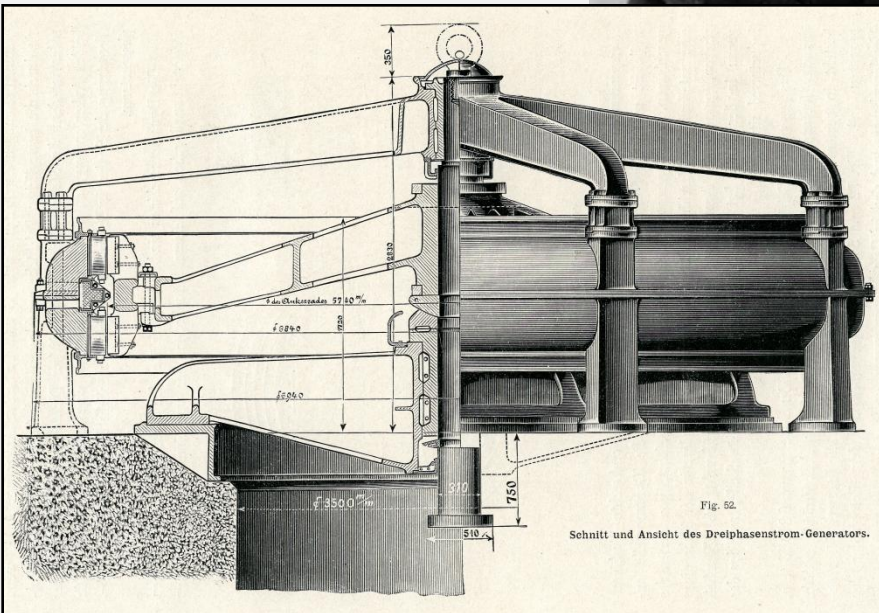
(Baden)

gibt es eine

Rathenaustraße!

Generator-Montage RHEINFELDEN unter prominenter Aufsicht

1898: Montage und Inbetriebsetzung der Generatoren durch Drehstrom-Pionier **Michael von Dolivo-Dobrowolsky** persönlich überwacht



Buch über Leben und Werk,
erschienen 2004 / 2008

VDE
VERLAG

Geschichte
der Elektrotechnik 19

Michael
von Dolivo-Dobrowolsky
und der Drehstrom



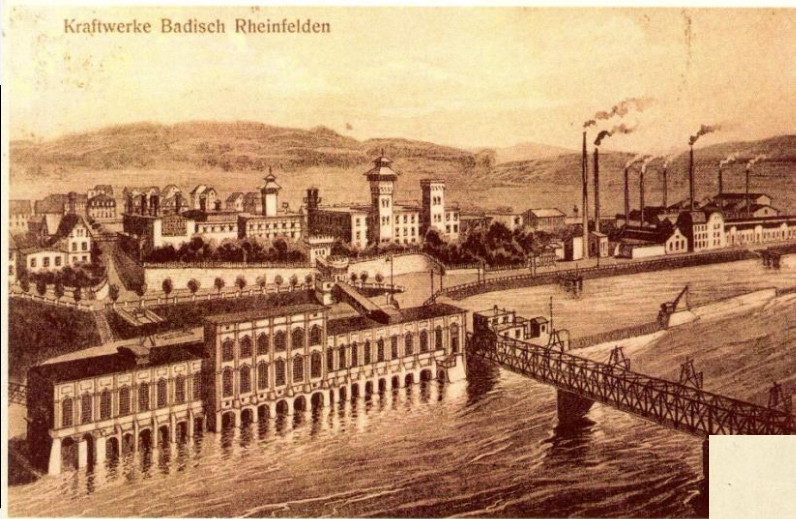
Anfänge der
modernen Antriebstechnik
und Stromversorgung

2. Auflage

Kraftübertragungswerke Rheinfelden: *wie ging es weiter?*

1898 ...

zunächst
Inselbetrieb
mit
Nahversorgung



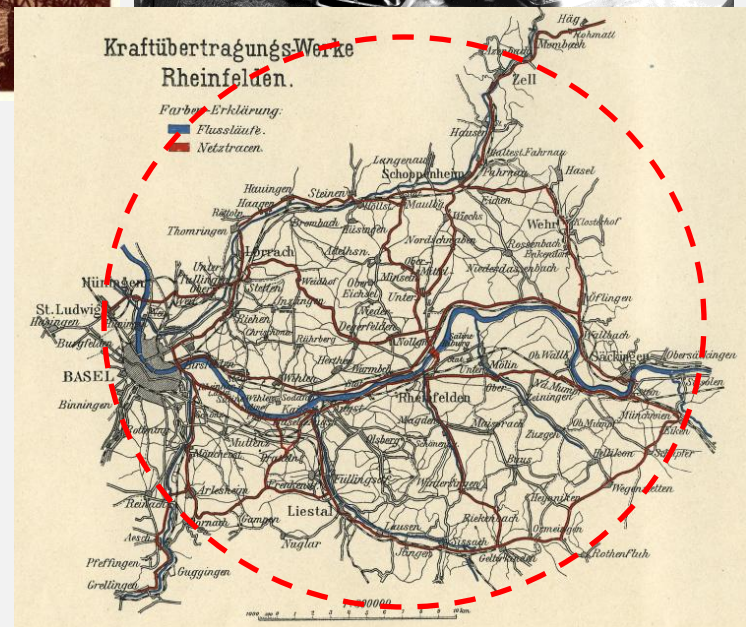
allmählich

Betrieb als Überlandwerk

„zur Stromversorgung im Umkreis
von ca. 20 km um Rheinfelden herum“

Ausdehnung Versorgungsgebiet

allmählich bis Basel
und weit ins Markgräflerland und Oberelsass



Kraftübertragungswerke Rheinfelden: *wie ging es weiter?*

Zusammenarbeit mit nachfolgenden Kraftwerken

- zur
- Aushilfe bei Störungen und Engpässen
 - Ausgleich von Lastschwankungen und Produktionskapazitäten

1903

Verbundbetrieb
mit Aare-Kraftwerk

BEZNAU

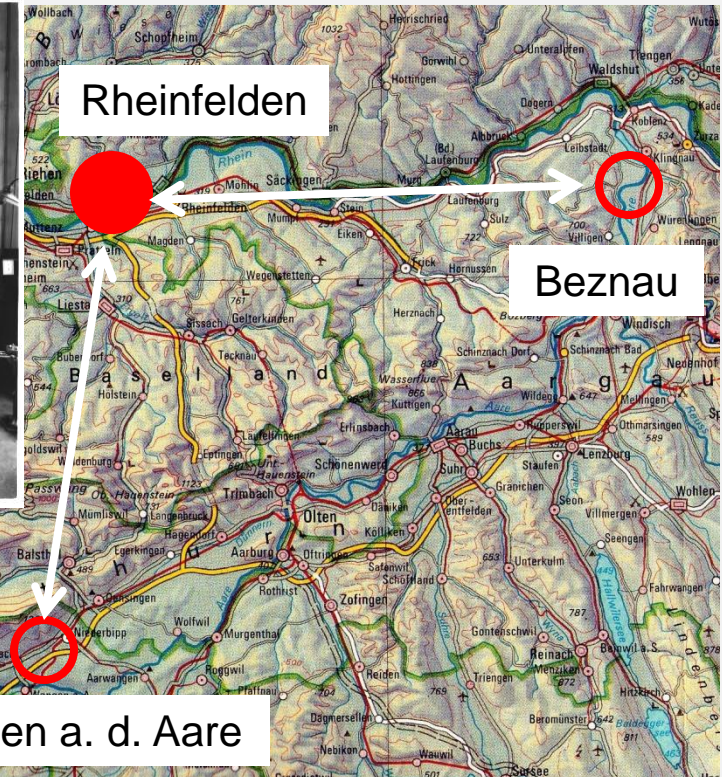
u.a. mit

Stromlieferung
nach Basel, weil
Verzögerung im

Kraftwerkbau Augst/Wyhlen

1905 Unterstützung Kraftwerk

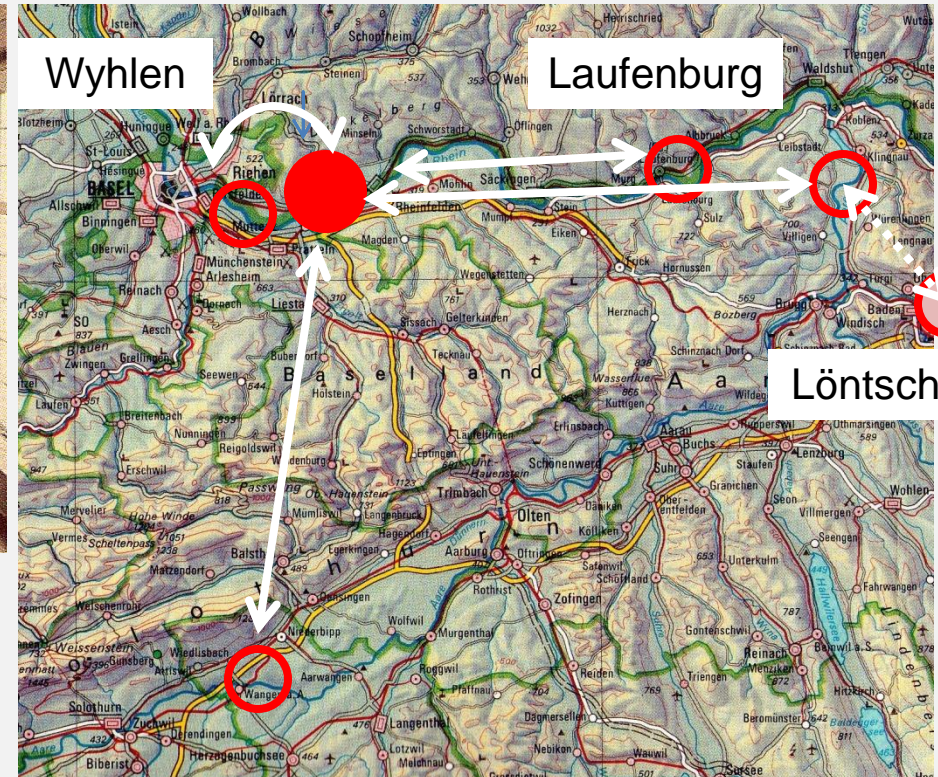
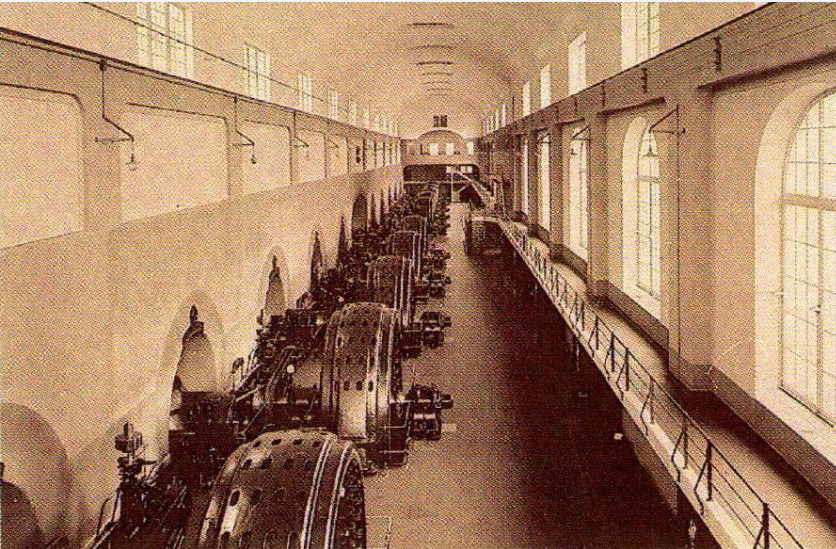
WANGEN a. d. Aare wegen Havarie



Kraftübertragungswerke Rheinfelden: *wie ging es weiter?*

1908 Verbund **BEZNAU** ↔ **LÖNTSCH**, Speicherkraftwerk im Kanton Glarus

1912 Zusammenarbeit mit den Rhein-Kraftwerken **AUGST-WYHLEN**



1914 Zusammenarbeit mit dem Rhein-Kraftwerk **LAUFENBURG**

Von der Einzelanlage zum Verbundnetz

Alles mit Drehstrom und 50 Hz!

1914 ... Kraftwerk **Laufenburg** mit Anbindung an Versorgungsgebiete in **Baden** und **Württemberg**

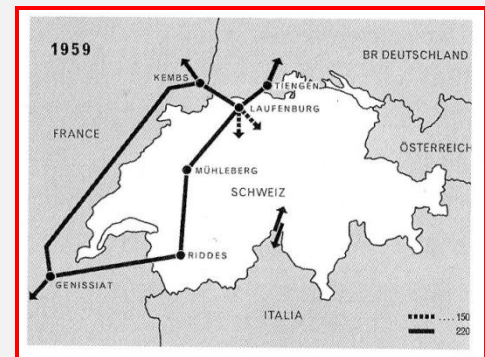
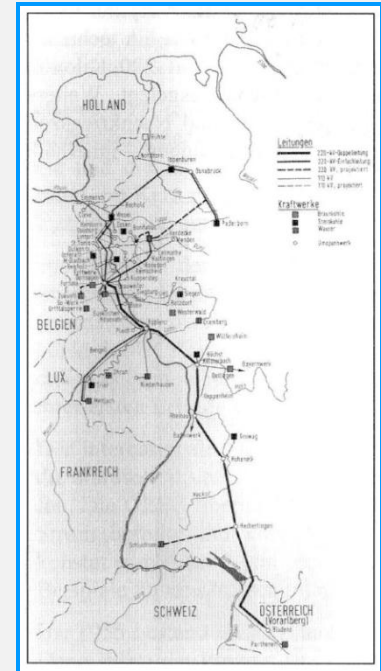
1920 ... Schweizerische Kraftübertragung
Die Eidgenössische Sammelschiene
Bodensee ↔ Genfersee 250 km 110'000 Volt
Mitbeteiligung KW Laufenburg, Bindeglied

1928 Verbund Alpine Wasserkraft im **Vorarlberg** und Kohlekraftwerke im **Rheinland** und **Westfalen**
800 km 220'000 Volt

... 1938 Weitere Leitungsprojekte, national und international

1951 Gründung **UCPTE** *Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité*

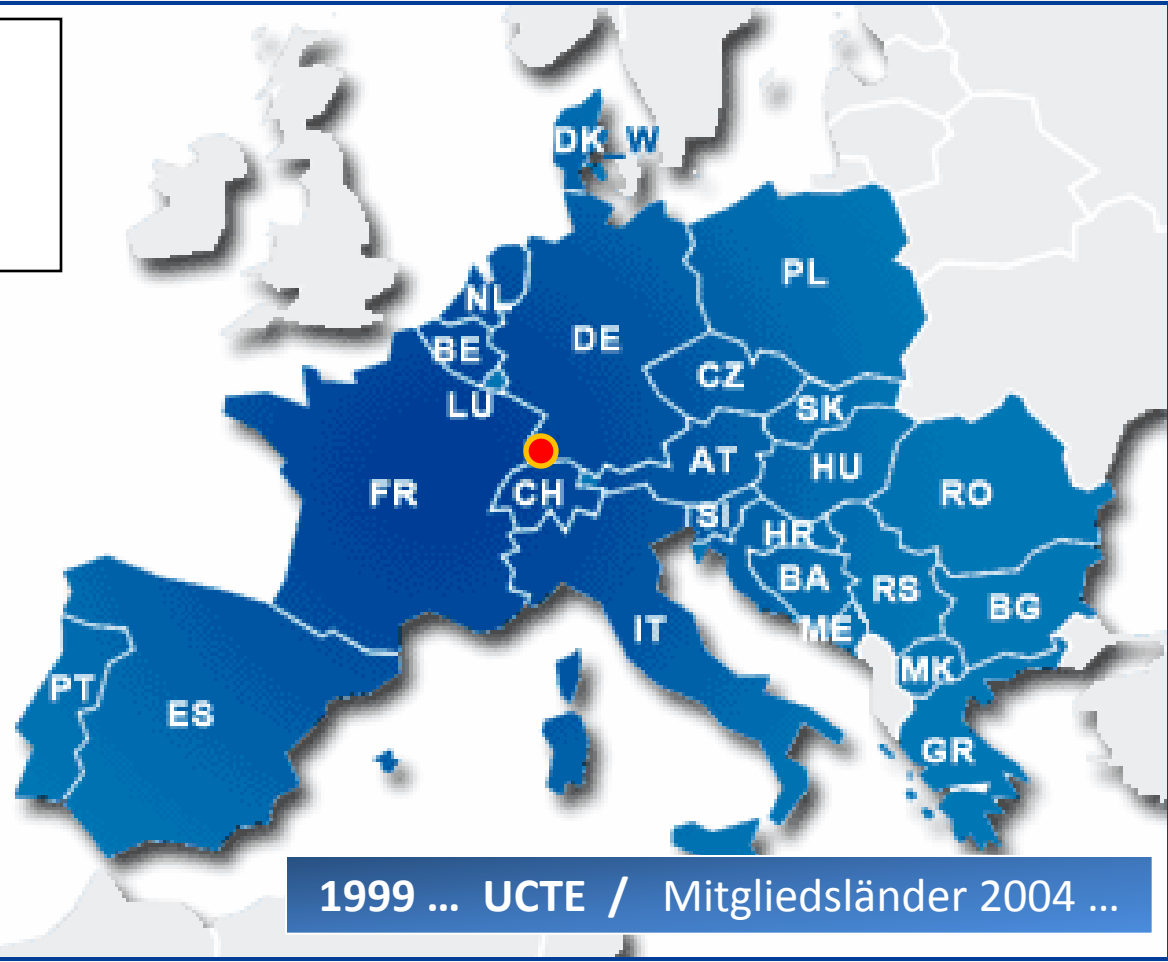
1959 Hochspannungsverbindungen 220'000 Volt
Schweiz – Westdeutschland – Frankreich



Europäisches Verbundnetz UCPTTE / UCTE

- Kraftübertragungswerke Rheinfelden als Keimzelle

***Synchron verknüpfte
nationale Netze
mit Drehstrom 50 Hz***



Kraftwerk Rheinfelden

Historische Bedeutung und Vergleich



RHEINFELDEN

NIAGARA

Erste grosse Wasserkraftanlage **Europas**

Erste WK-Grossanlage der Welt

Inbetriebsetzung 1898

1895

Gesamtleistung 12'000 kW

11'000 kW

20 Maschinensätze (10 Gleich-, 10 Drehstrom)

3 „Tesla-Generatoren“

Dreiphasen-Wechselstrom:

„Polyphase alternating current“:

Drehstrom

Zweiphasen-Wechselstrom

Systemfrequenz **50 Hz**

25 Hz

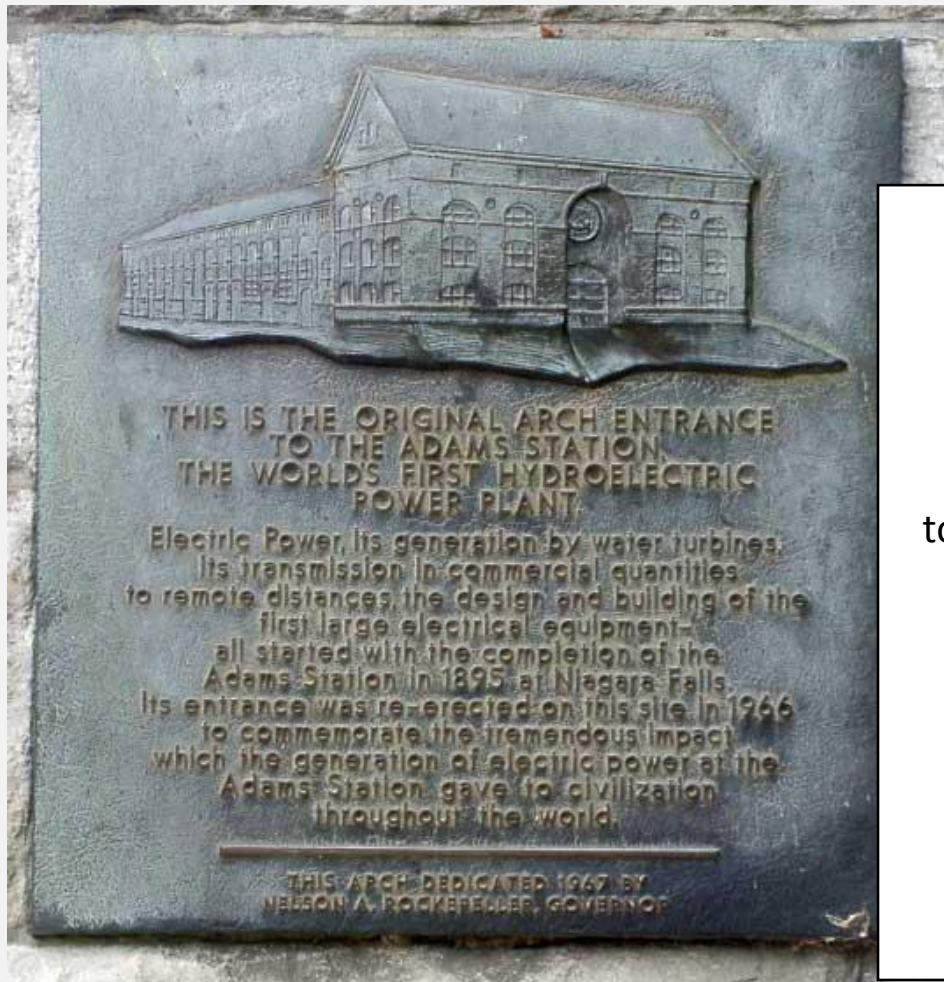
**Urzelle des europäischen Verbundnetzes
mit 50-Perioden-Drehstrom**

*Zweiphasen-25 Hz-Insellösung
mit Umformern nach außen*

NIAGARA FALLS

Powerhouse No. 1 demolished in 1961

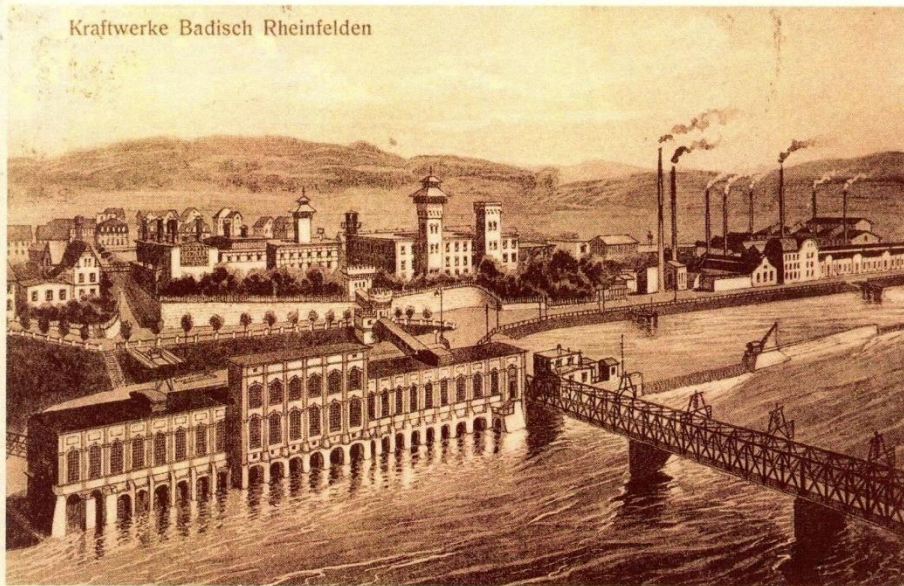
Arch entrance re-erected in 1966



THIS IS THE ORIGINAL ARCH ENTRANCE TO THE ADAM'S STATION, THE WORLD'S FIRST HYDROELECTRIC POWER PLANT.

Electric power, its generation by water turbines,
its transmission in commercial quantities
to remote distances, the design and building of the
first large electrical equipment –
all started with the completion of the
Adam's Station in 1895 at Niagara Falls.
Its entrance was re-erected on this site in 1966
to commemorate the tremendous impact
which the generation of electric power of the
Adam's Station gave to civilization
throughout the world.

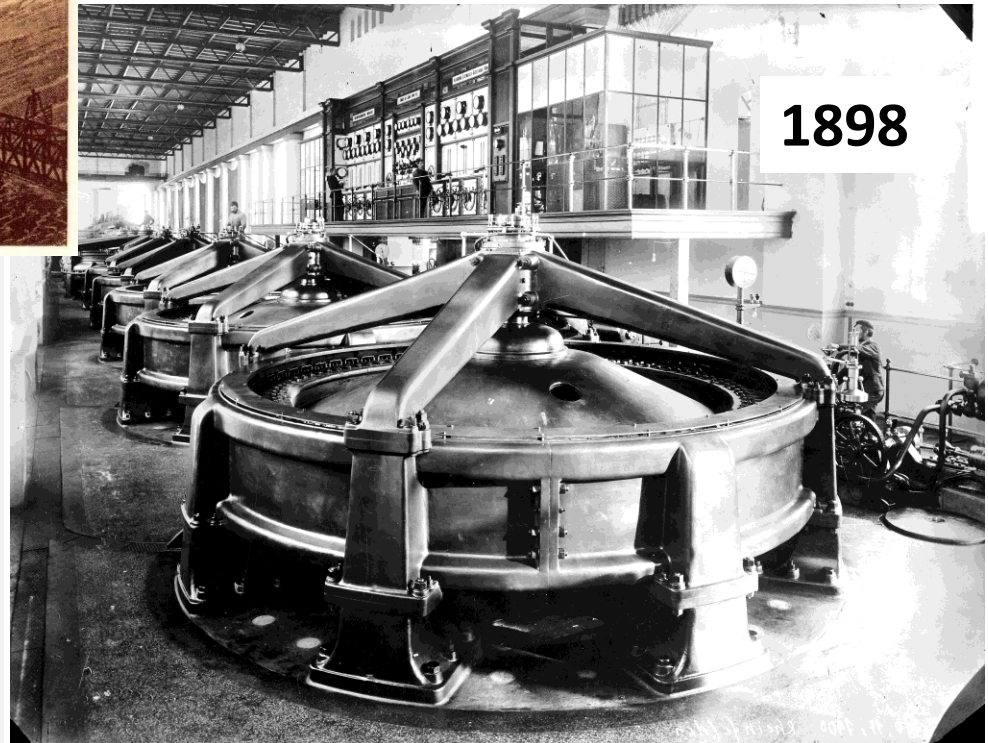
Kraftübertragungswerke Rheinfelden **gestern**



*Meisterwerk in der
Entwicklung der
Überland-Stromversorgung*

*Europas erste grosse
Wasserkraftanlage*

*Erstes Überlandwerk,
goldrichtig mit
Drehstrom 50 Hz*



Kraftübertragungswerke Rheinfelden heute



Brücke zur Gegenwart
Urzelle des europäischen
Verbundnetzes
mit Drehstrom 50 Hz



Generatoren
Nr. 10 & 13
(Baujahr 1896 & 97)
heute noch
in Betrieb



Kraftübertragungswerke Rheinfelden im Rückblick



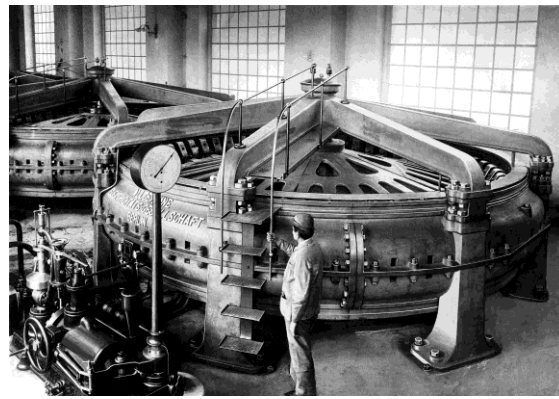
Dieses Maschinenhaus ist der weltweit noch bestehende älteste Sachzeuge der großtechnischen Stromerzeugung aus Wasserkraft und somit ein einmaliges Industriedenkmal

VDE

Ausschuss
Geschichte
der Elektrotechnik

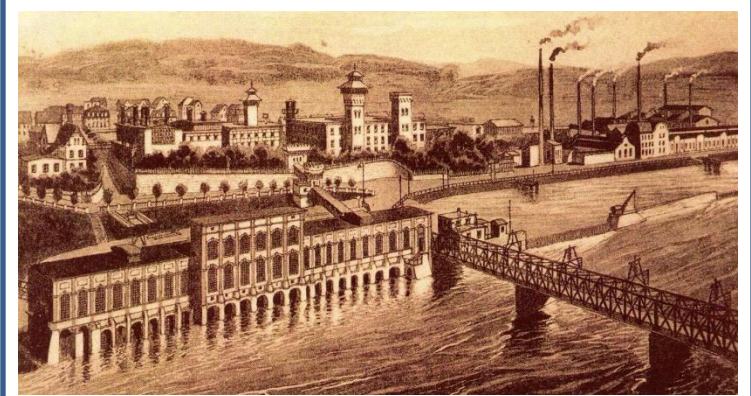


Dank für Bild-Unterlagen



Dr. Wolfgang Bocks
„Perspektiven mit Strom“

und viele
andere



Deutsches
Museum München

Deutsches Technikmuseum
(AEG-Archiv) Berlin



1882 1917
IN A BUILDING ON THIS SITE AN ELECTRIC
PLANT SUPPLYING THE FIRST EDISON
UNDERGROUND CENTRAL STATION SYSTEM
IN THIS COUNTRY AND FORMING THE ORIGIN
OF NEW YORK'S PRESENT ELECTRICAL SYSTEM
BEGAN OPERATION ON SEPT. 4, 1882
ACCORDING TO PLANS CONCEIVED AND
EXECUTED BY
THOMAS ALVA EDISON
TO COMMEMORATE AN EPOCHMAKING EVENT
THIS TABLET IS ERECTED BY
THE AMERICAN SCENIC AND HISTORIC PRESERVATION SOCIETY
THE NEW YORK EDISON COMPANY



IEEE New York

Historisches Archiv
der ABB Schweiz

Energiedienst AG / Holding AG
Rheinfelden / Laufenburg