

# **Mit der Technikgeschichte die Energietechnik der Zukunft erschließen**

**Zur Lernortkooperation Schule-technisches Museum  
phanTECHNIKUM Wismar  
6.2.2013**

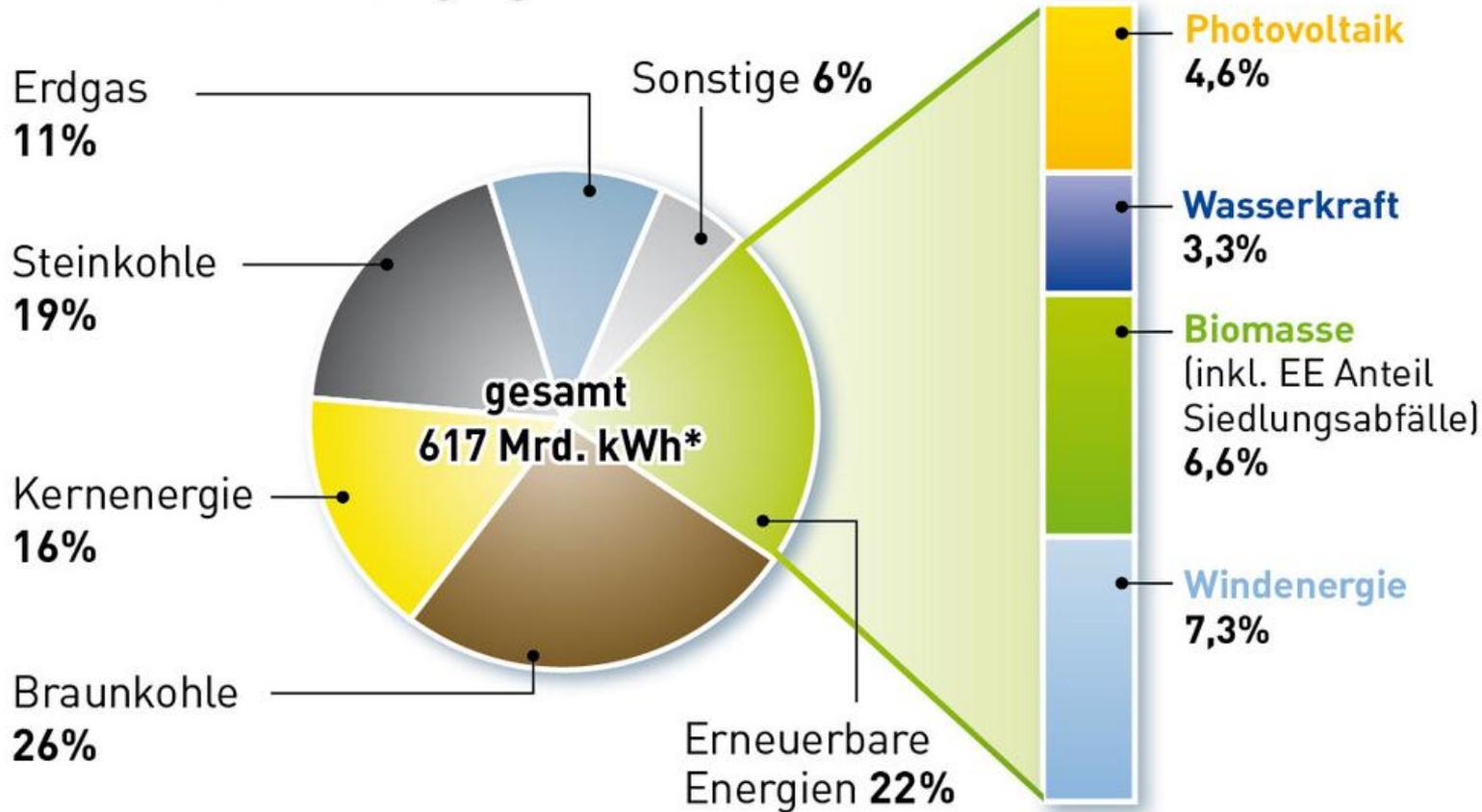
# Aufbau des Vortrags

1. Startpunkt (Einleitung)
2. Aufgaben des Unterrichts: Energiewende
3. Ein Beispiel für eine Geschichte aus der Technik und was man lernen kann
4. Außerschulischer Lernort und TG als Aufgabe im SiTec-Projekt

# Die Entwicklung in Deutschland nach Fukushima

## Der Strommix in Deutschland im Jahr 2012

Erneuerbare Energien lieferten 22% der Bruttostromerzeugung.



Quelle: BDEW  
Stand: 12/2012

\*vorläufig, teilweise geschätzt [www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



# 2. Aufgaben für den Unterricht

- Energiewende als Thema in der Schule
- Neben Fachunterricht: Politische Bildung
- Schüler müssen Erfahrungen sammeln:  
außerschulischer Lernorte: z.B.  
Energieversorger, Produzenten von  
regenerativer Energietechnik, etc.
- Technikgeschichte kann für die Entwicklung  
der Bedeutung des Themas hilfreich sein

- a) Technikgeschichte als Mittel der Kontrastierung
- b) Technikgeschichte als Vorgeschichte (Genese)
- c) Technikgeschichte als Lieferant historischer Situationen mit aktuellem Bezug

# Technikgeschichte als Mittel der Kontrastierung

Ganz neu: Elektroauto

Wirklich neu?



Bergmann-Paketzustell-Wagen mit Elektromotor, gebaut zwischen 1922 und 1927, Leistung 20 PS, Geschwindigkeit 20 km/h, Nutzlast 2,5 t, im Museum für Kommunikation in Nürnberg



Camille Jenatton in seinem Elektroauto  
La Jamais Contente, 1899



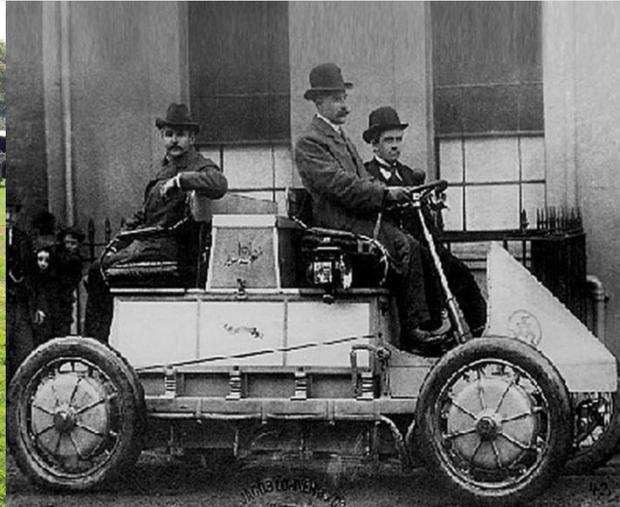
Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg

# Technikgeschichte liefert Situationen mit aktuellem Bezug

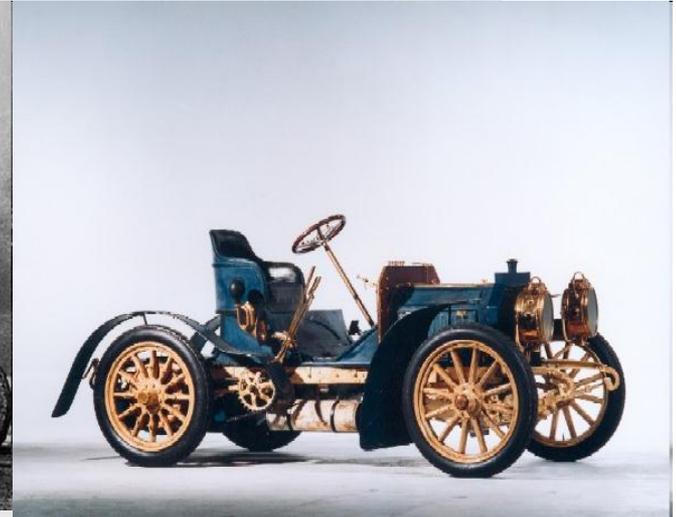
## Verzweigungssituation um 1900



Stanley Dampfwagen 1912



Allrad-Elektro-Rennwagen von  
Lohner Porsche 1900



Mercedes Simplex 1902

# Technikgeschichte liefert Situationen mit aktuellem Bezug

## Verzweigungssituation um 1900 (USA)

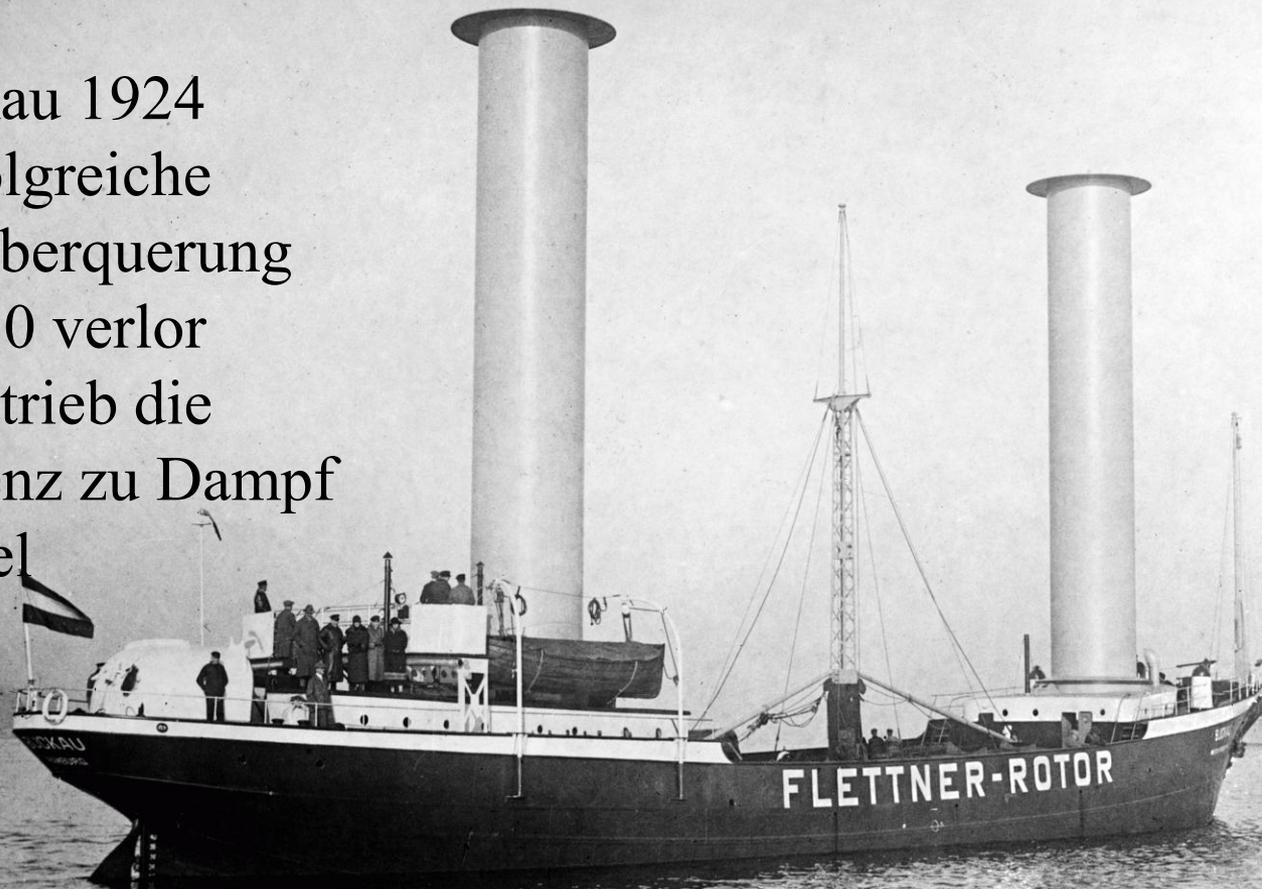
- 40 % der Automobile Dampfwagen, 38 % Elektrowagen und 22 % Benzinwagen.
- New York: 50 % Elektroautos und 30 % Dampfwagen
- Benziner war keinesfalls aussichtsreicher Kandidat

Heute: Wird sich das Elektroauto durchsetzen?

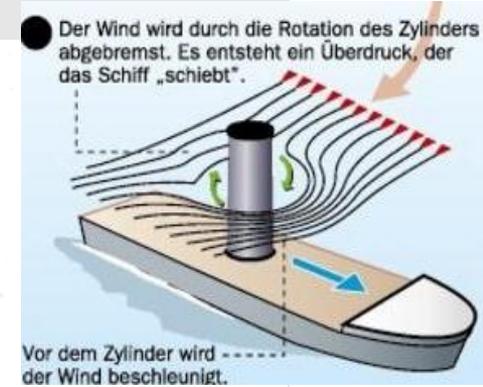
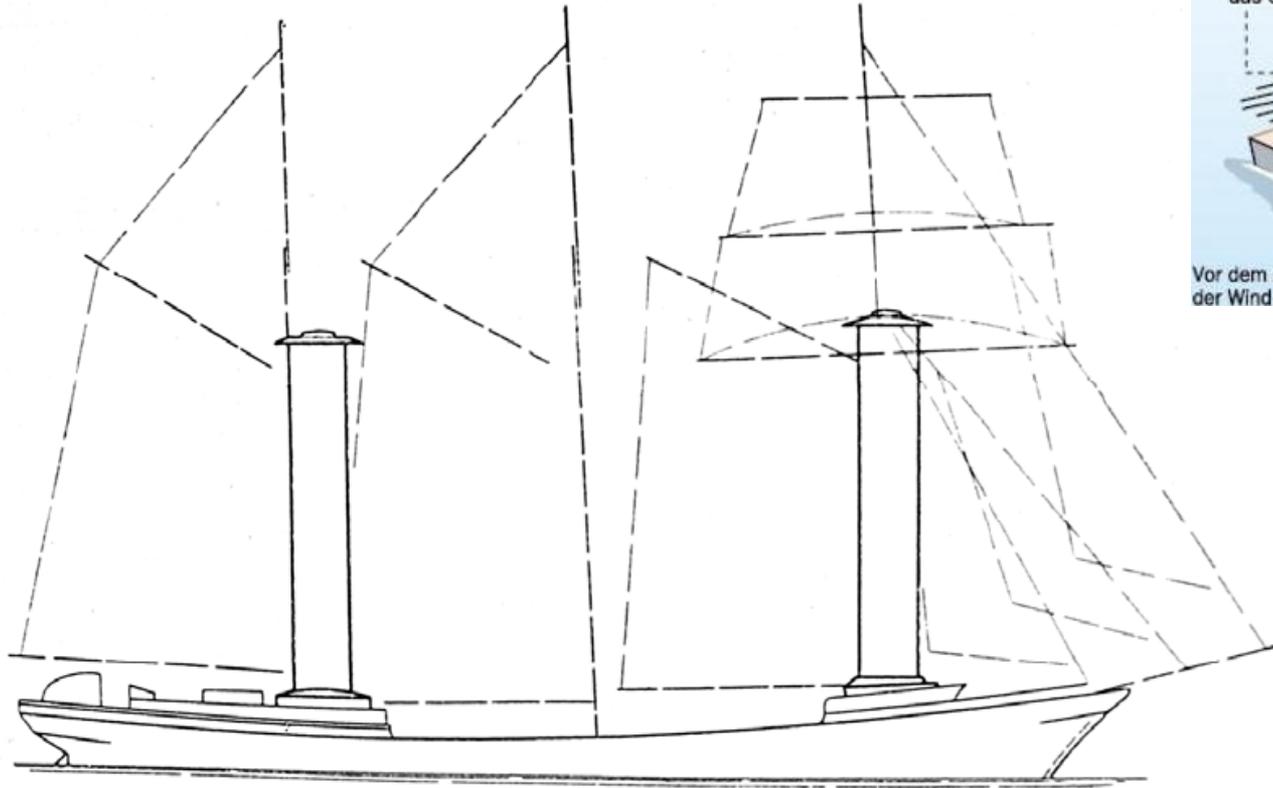
Vergangenheit: Warum scheiterte das Elektromobil?

# Sackgassen in der Technikgeschichte

MS Buckau 1924  
1926 erfolgreiche  
Atlantiküberquerung  
Nach 1930 verlor  
dieser Antrieb die  
Konkurrenz zu Dampf  
und Diesel



# Sackgassen in der Technikgeschichte



*Der Motorsegler Buckau hatte eine Segelfläche von 883m<sup>2</sup>. Als Rotorschiff brachte er mit knapp einem Zehntel der ursprünglichen Segelfläche sogar bessere Leistungen. Zeichnung: Sammlung d. Verf.*

[http://www.dsm.museum/DBSchiff/pdf\\_files/reuss\\_flettner\\_rotorschiffe.pdf](http://www.dsm.museum/DBSchiff/pdf_files/reuss_flettner_rotorschiffe.pdf) <http://www.tagesspiegel.de/wissen/riesige-litfassaeulen-sparen-sprit/1469564.html>

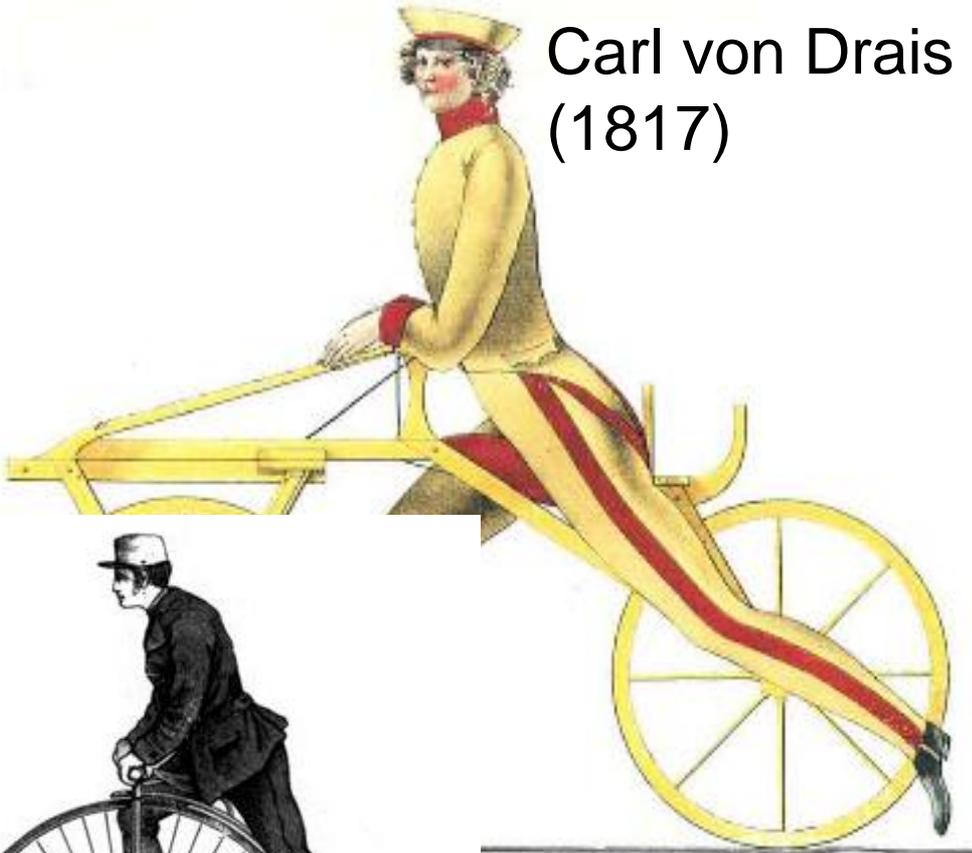
# Die geöffnete Sackgasse



E-Ship 1 der Firma Enercon, Stapellauf August 2010  
Schifffahrt verbraucht 280 Mio t Öl

# Technikgeschichte als Vorgeschichte

Fahrrad von  
Carl von Drais  
(1817)



Kurbelveloziped (um 1860)

Niederrad (ca. 1890)

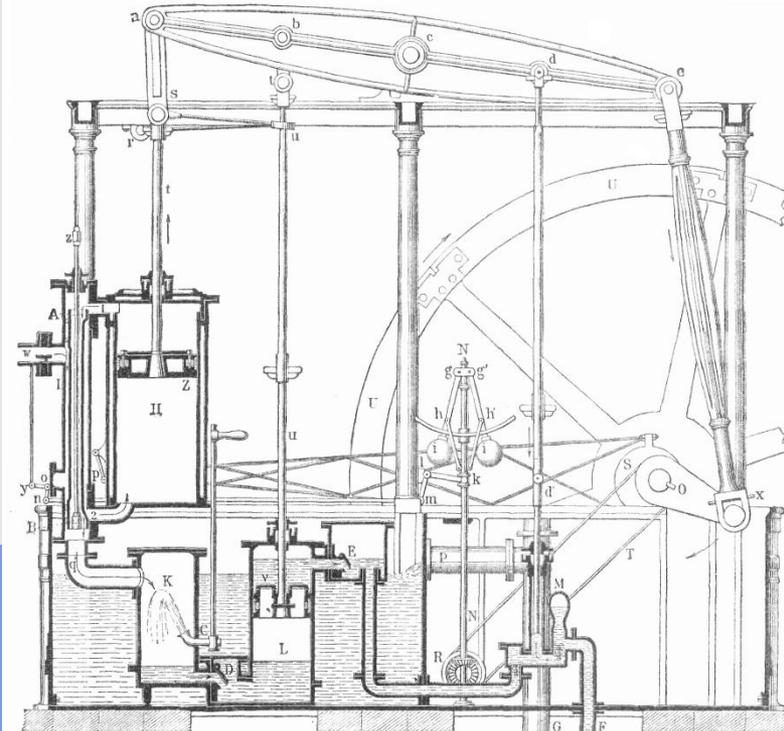
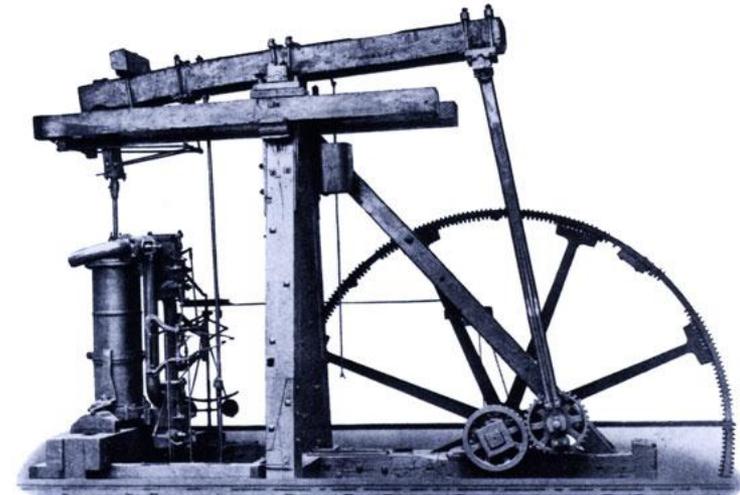
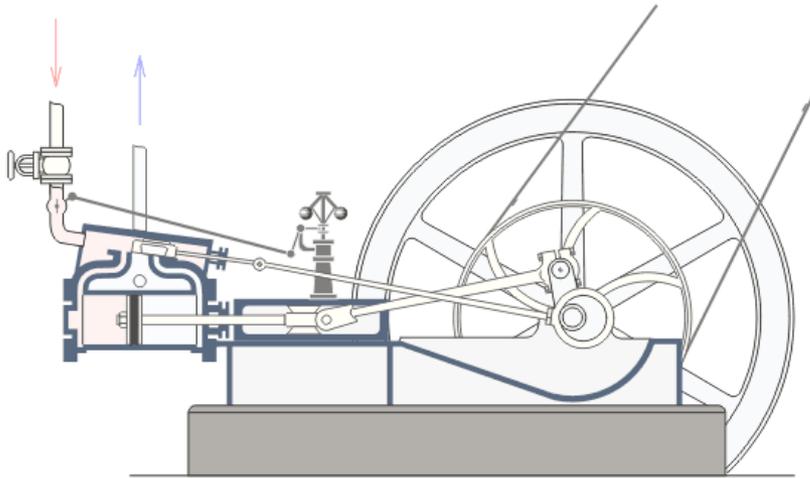


Hochrad (ab ca. 1870)

# Ein Beispiel der Technikgeschichte

Womit alles begann ...

Die Geburt der Kohle verschlingenden  
Maschinen



[http://www.deutsches-museum.de/uploads/pics/017\\_dampfmaschine\\_600.jpg](http://www.deutsches-museum.de/uploads/pics/017_dampfmaschine_600.jpg)

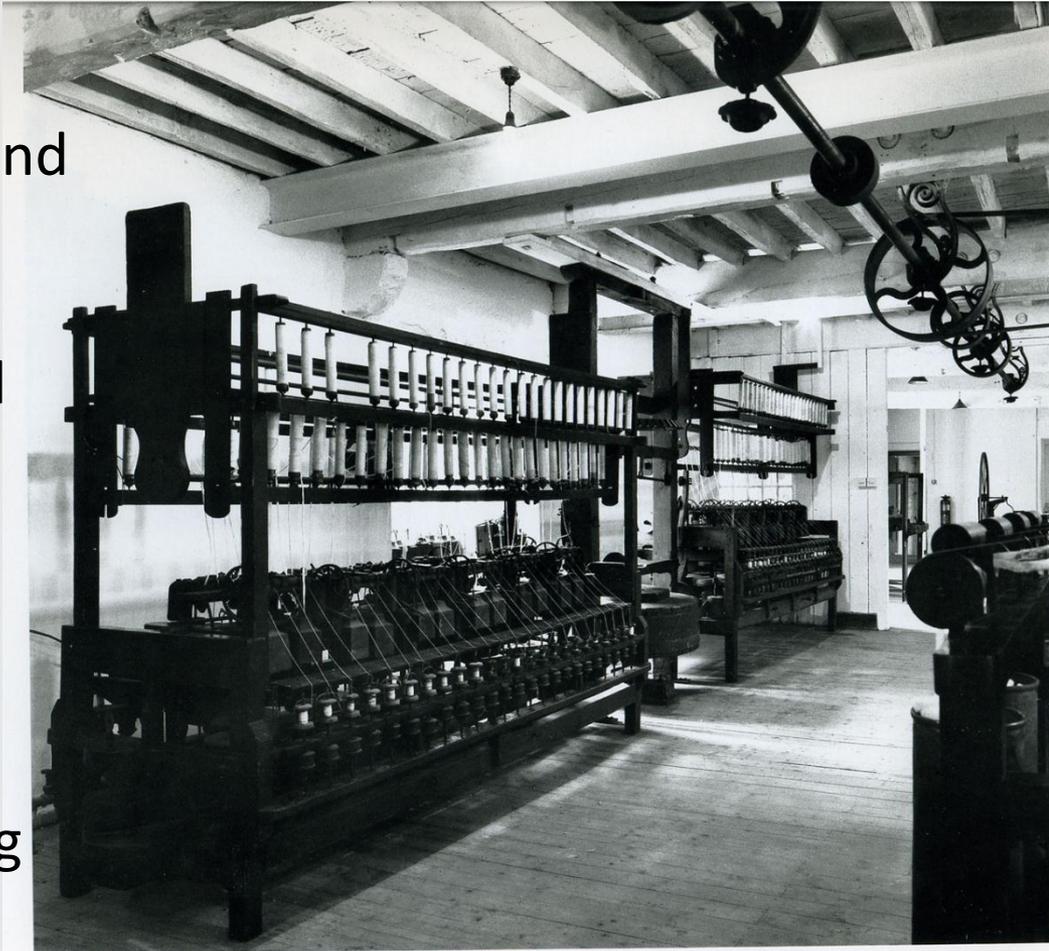
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Steam\\_engine\\_in\\_action.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Steam_engine_in_action.gif)

<http://images.zeno.org/Meyers-1905/I/big/040458a.jpg>

# Industrielle Revolution als Startpunkt

Erfunden 1782 bauen Boulton und Watt bis 1800 ca. 500 Dampfmaschinen.  
10 Jahre später allein in England 5000 Maschinen. 1900 knapp 100000 in Preußen.

Die Dampfmaschinen wird zum universeller Motor.  
Vision von Watt geht in Erfüllung



Waterframe-Baumwollspinnmaschine aus Richard Arkwrights Besitz im »Higher Mill Museum«, Rossendale-Helmshore, Lancashire, nach 1780

<http://www.zeno.org/Meyers-1905/A/Dampfmaschine>

# Industrielle Revolution als Startpunkt

Wie standen die Zeitgenossen dem Kohleverbrauch gegenüber?

1832 schrieb z.B. ein Resenztent des Buches von Cahrls Babbage „On the economy of Machinery and Manufactures“, dass die Überlegenheit von England in der Unerschöpflichkeit seiner Kohlevorräte liege. Es existierte keine Vorstellung von der Endlichkeit der Energie, wohl aber von lokalen Begrenztheiten von Holz oder Kohlelagerstätten.

# Endlichkeit der Energierohstoffe

Julius Robert Koch, James Prescott Joule, Hermann von Helmholtz:  
Erster Hauptsatz der Thermodynamik

Zweiter Hauptsatz von Rudolf Clausius (Güte der Energiewandlung):

Weil sich nicht alle Wärmeenergie in Arbeit umwandeln lässt, lässt sich ein theoretisch bestimmbarer Wirkungsgrad einer Dampfmaschine nicht übertreffen: Carnot-Wirkungsgrad.

# Die Suche nach Alternativen

Solarpionier Augustin Mouchot (1825-1912)

Studium Naturwissenschaften Dijon 1845-49

Arbeit als Grundschullehrer

Lehrberechtigung für höhere Schulen 1853, Doktor der

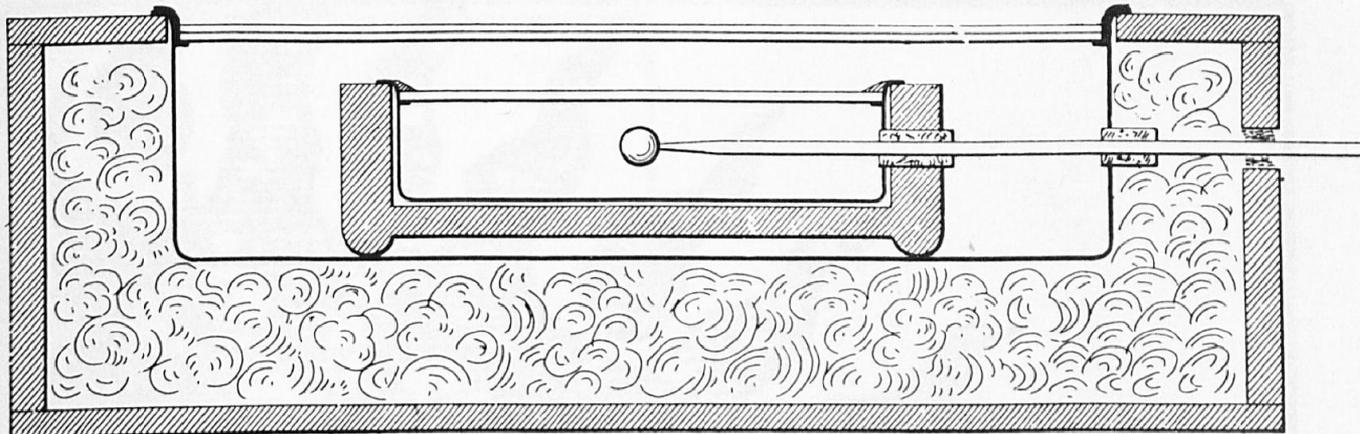
Naturwiss

Fächer Ma

1860 erste

Brennspie

Solarenerg



*Cross-section of Langley's hot box, which was similar to de Saussure's later models. A thermometer penetrating the walls at right was used to measure the air temperature inside the inner box.*

# Der erste Sonnenmotor

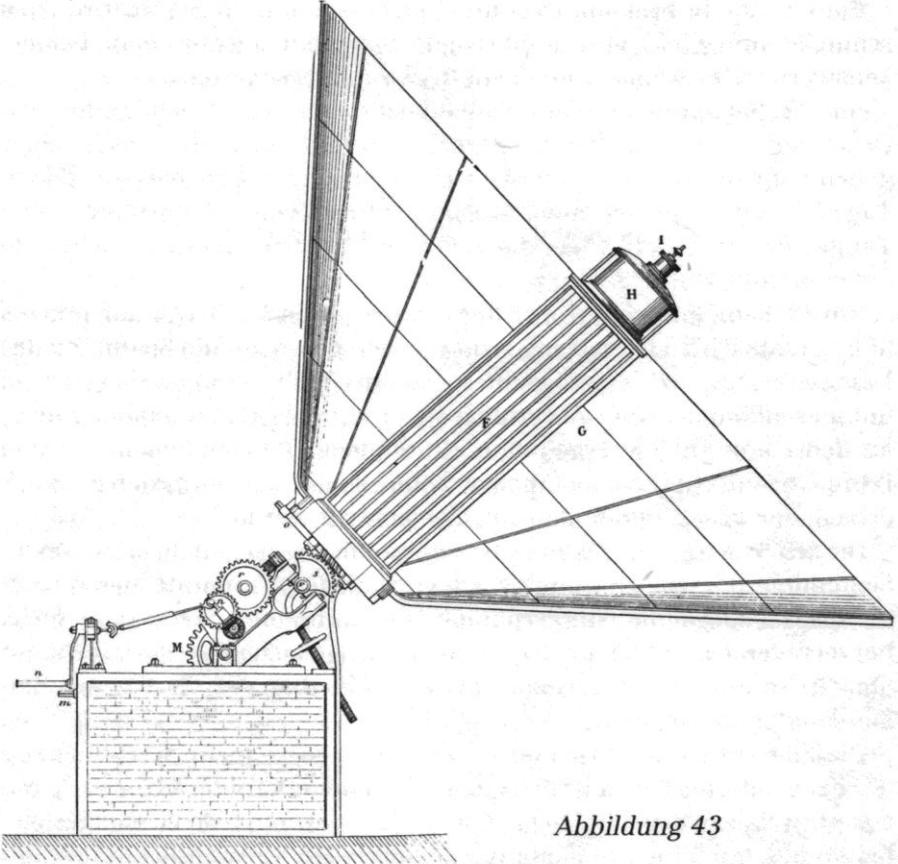
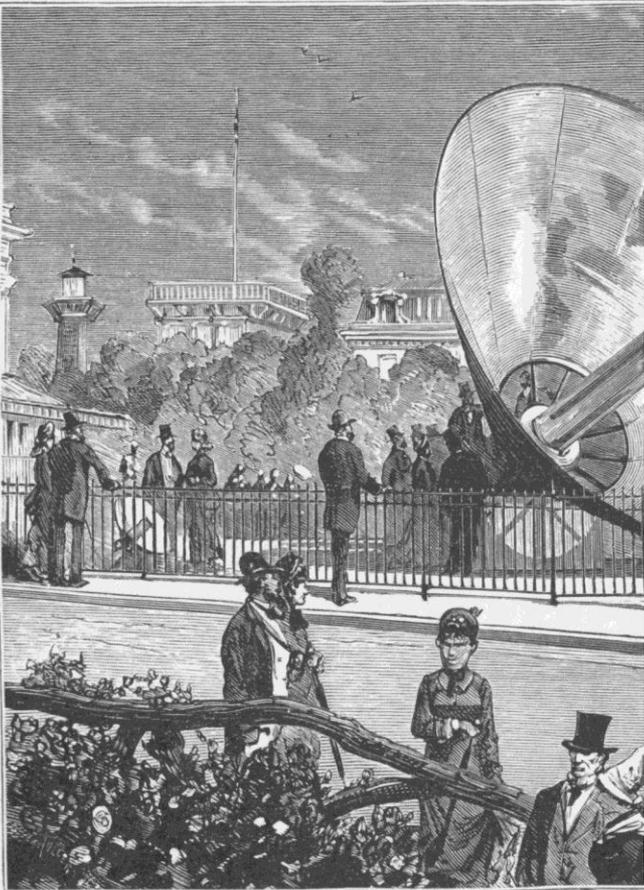


Abbildung 43

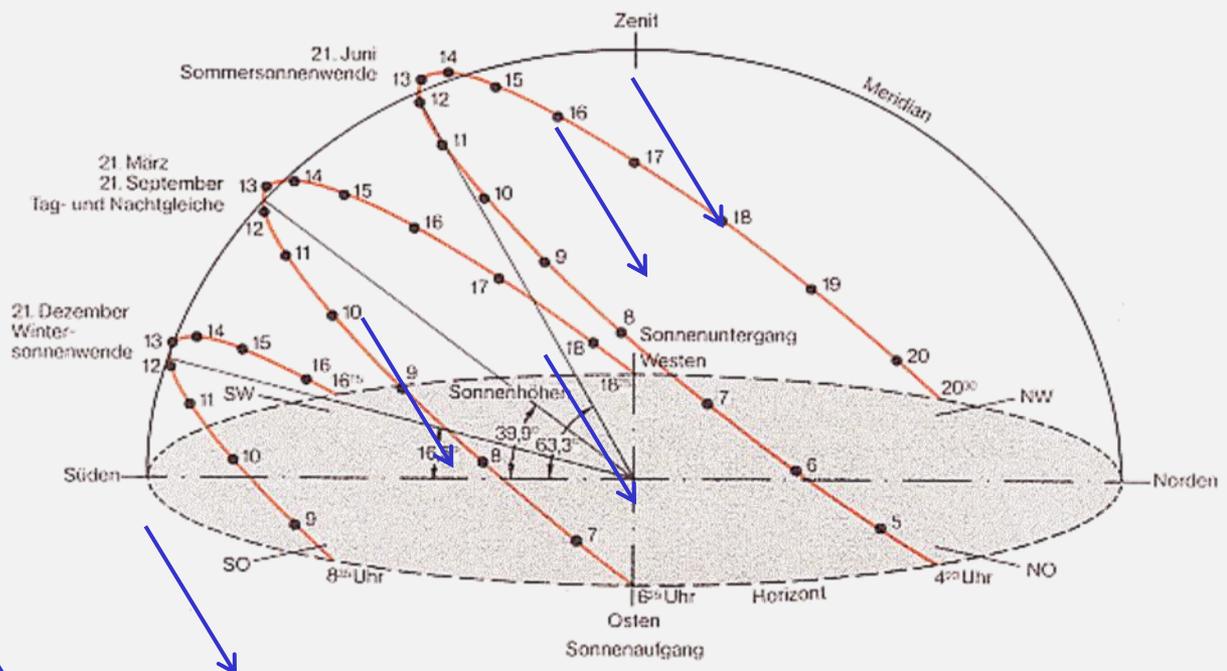
## Pariser Weltausstellung 1878

Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg

Quelle: Mouchot, Augustin: Die Sonnenwärme und ihre industrielle Anwendung.  
Oberbözing: Olynthus 1987 (Original 1879), S. 199

# Details der Maschine der Weltausstellung 1878

M Segment zur Einstellung der geographischen Breite



ung der  
von

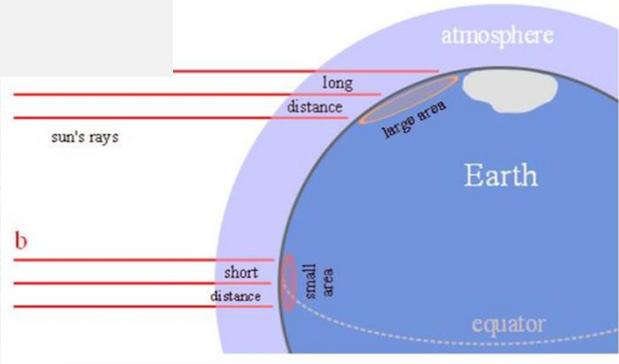
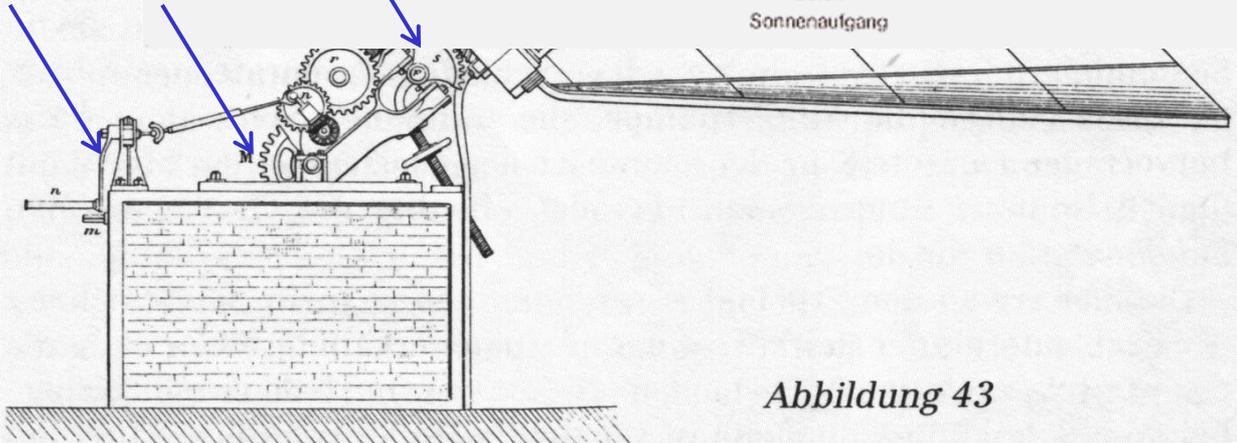
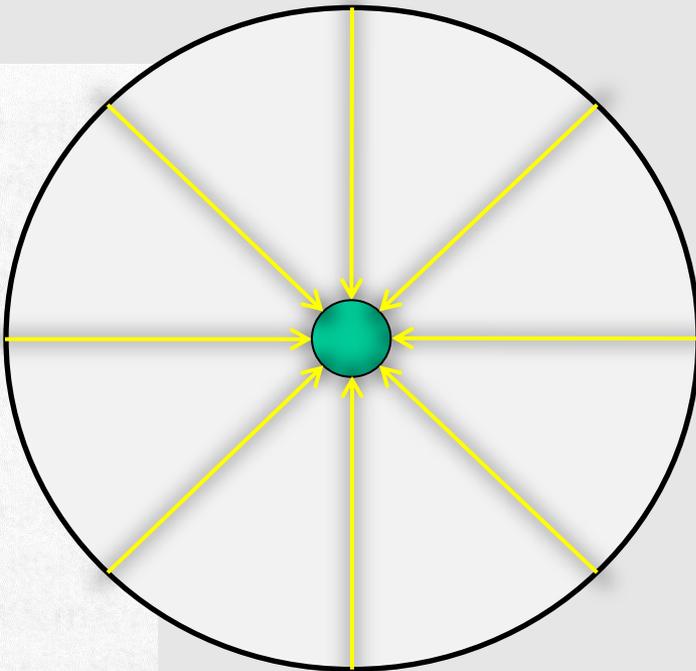
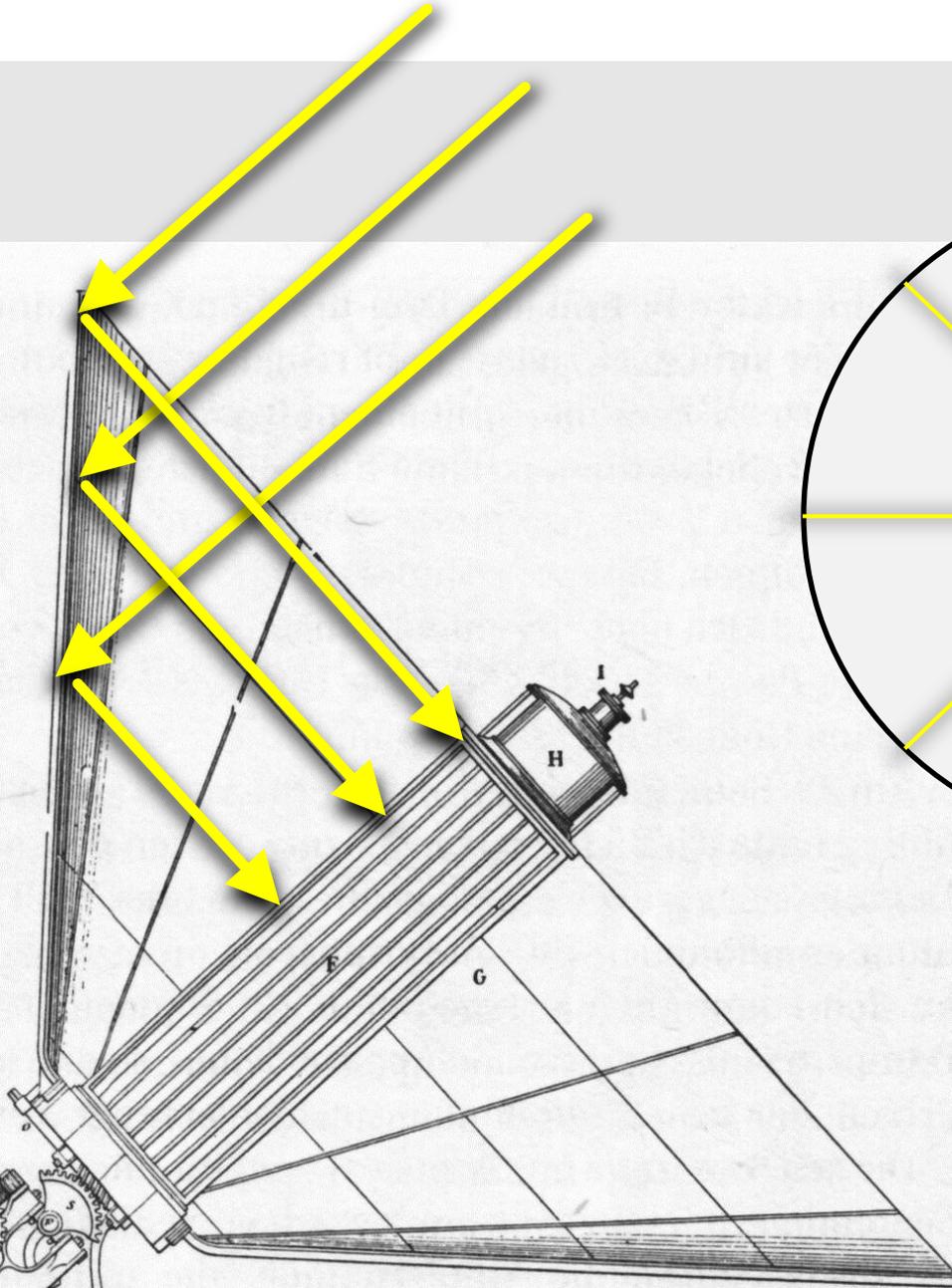


Abbildung 43

strielle Anwendung.

# Konzentration der Sonnenstrahlen



...stin: Die Sonnenwärme und ihre industrielle  
...berg: Olynthus 1987 (Original1879), S. 199

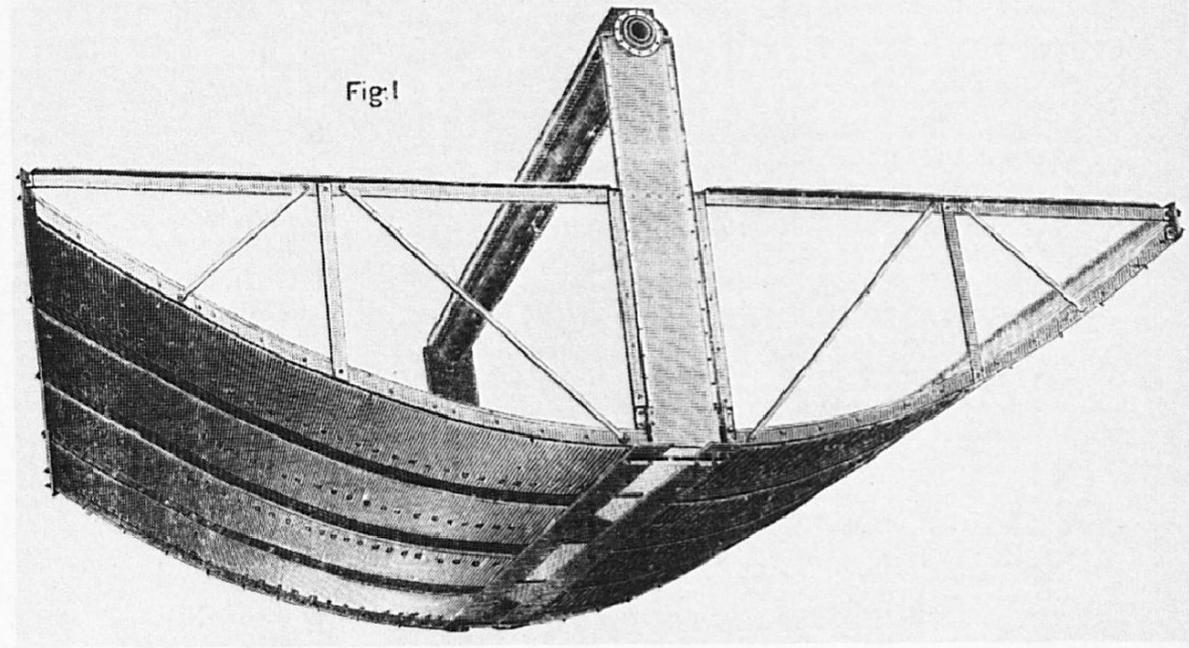
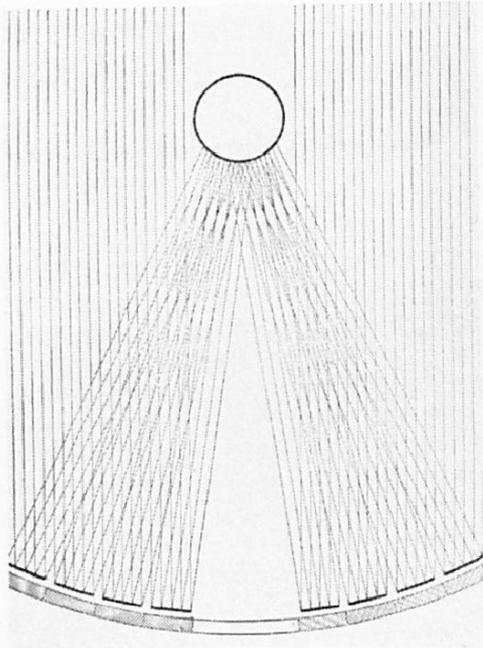
## Wie geht die Geschichte weiter?

Goldmedaille Weltausstellung 1878  
**Der Beweis für die Möglichkeit der technischen Nutzung der Sonnenenergie war erbracht.**

Kommission prüft den Einsatz in Frankreich und kam zu dem Ergebnis:

„In Frankreich wie in anderen gemäßigten Zonen ist das Ausmaß an Sonnenstrahlung zu gering als dass man hoffen könnte, die Anlage für industrielle Zwecke verwenden zu können.“

# Die Nutzung des Parabolspiegels zur Erhöhung der Konzentration des Sonnenlichts



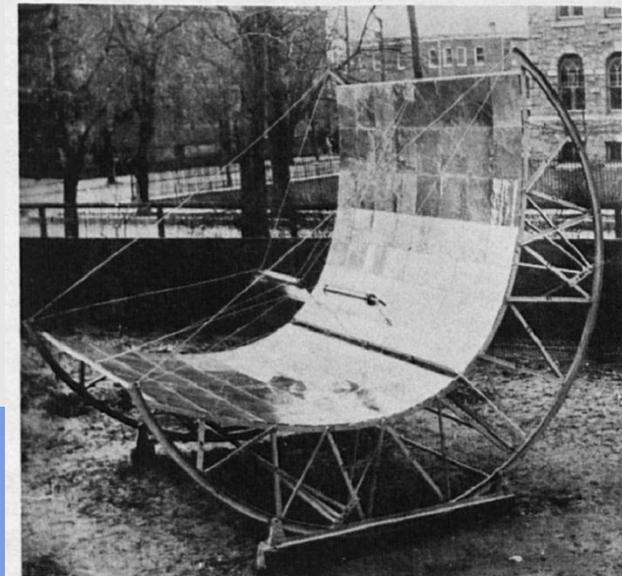
*The lightweight parabolic-trough reflector developed by Ericsson in 1884.*

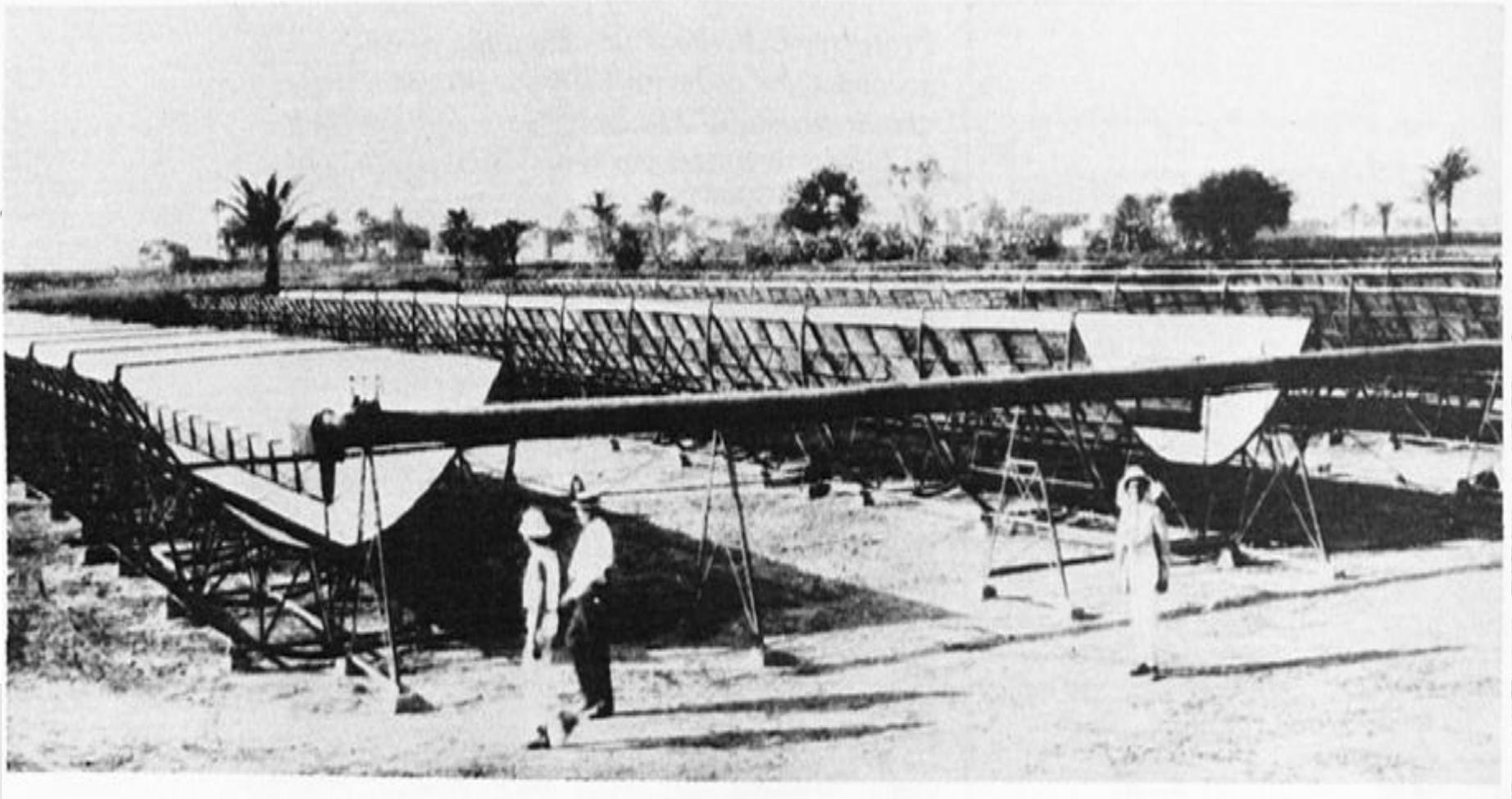
## Ein weiterer Anlauf in den USA

Frank Shuman (1862-1918)

Ab 1906 Entwicklung von Solarkraftwerken  
1907 Gründung der „Solar Power Company“  
1911 Zusammenarbeit mit Prof. Boys  
Erste Demonstrationsanlage in Tacony bei Philadelphia

1912 Aufbau einer Anlage in Ägypten





Perlin/Butti: A golden threat. 1980, S.108  
Mener: War die Energiewende zu Beginn des 20.Jahrhunderts möglich? Sonnenenergie, Heft 5, S.40-43



*Parabolrinnenkollektor des Solarkraftwerks von Shuman in Meadi bei Kairo. Aufnahme vom Frühjahr 1914 (aus: Technisches Archiv des Deutschen Museums. NL 038/002. Wilhelm Maier. Foto Deutsches Museum München. Bild-Nr. 25056).*

## Ein weiteres vorläufiges Ende

Parabolspiegel brachte so hohe Temperaturen, dass  
Wärmerohre aus Zink schmolzen

Konstruktion wies noch gravierende Mängel auf.

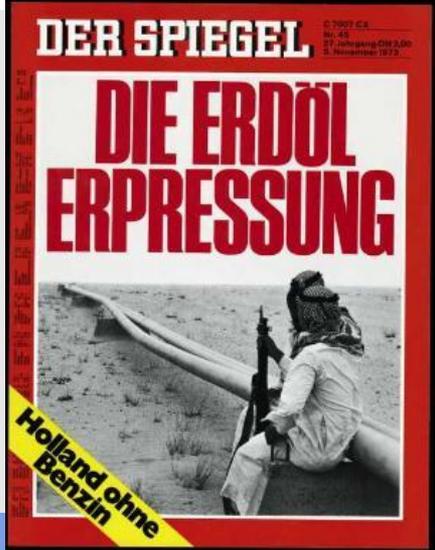
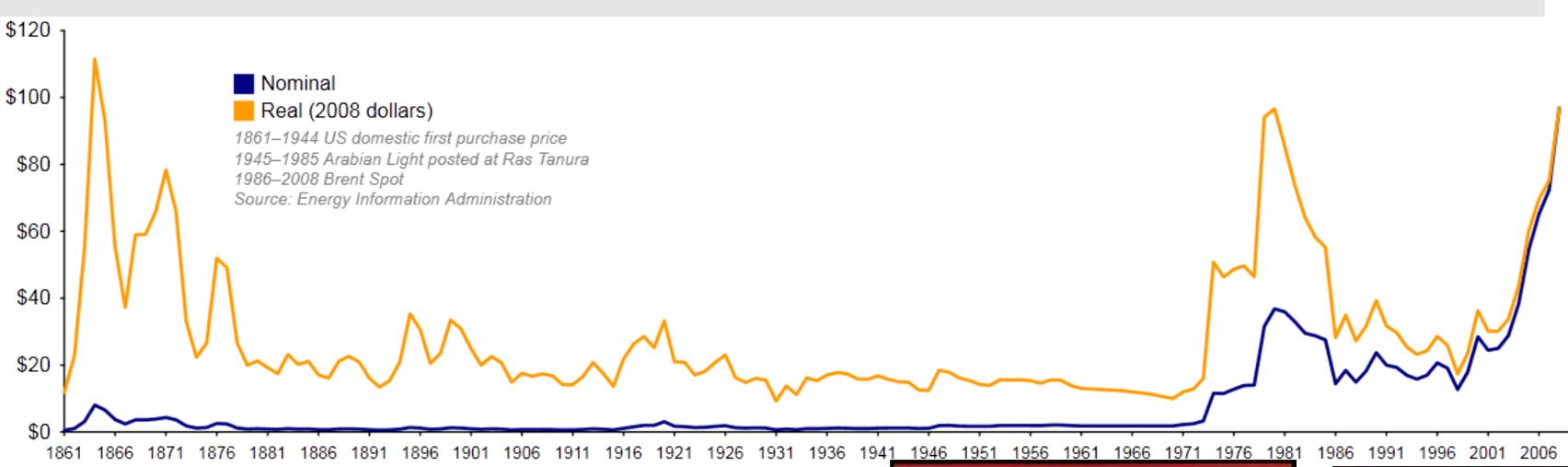
Inspektoren der britischen Regierung lehnten  
Unterstützung des Projektes 1912/1913 ab

1914 Stilllegung des Kraftwerks

Nach dem ersten Weltkrieg:  
Siegeszug des Öls

Hermann Scheer: Ein  
Jahrhundertversäumnis

# Ölkrise



**Prof. Dr. Peter Röben**  
**PH Heidelberg**

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Oil\\_Prices\\_1861\\_2007.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Oil_Prices_1861_2007.svg)  
[http://www.inghist.nl/overview/binaries/afbeeldingen-nieuw/history/twintigste-eeuw/1973\\_kort\\_2.jpg](http://www.inghist.nl/overview/binaries/afbeeldingen-nieuw/history/twintigste-eeuw/1973_kort_2.jpg)

# Solarthermische Kraftwerke SEGS (USA, Mojovewüste)

## Parabolrinnenkraftwerk

1978 Public Utilities Regulatory Policy Act verpflichtete öffentliche Stromversorgungsgesellschaften Strom von unabhängigen Produzenten zu klar definierten Kosten abzunehmen

1984 Errichtung des ersten solarthermischen Parabolrinnenkraftwerks

Bis zum Jahr 2006 waren die SEGS-Parabolrinnenkraftwerke (Solar-Electric-Generation-System) die einzigen kommerziellen Anlagen der Welt

*Parabolrinnenkollektoren konzentrieren die solare Strahlung und erzeugen Hochtemperaturwärme (400 °C). Das Foto zeigt einen Ausschnitt aus dem größten Solarkraftwerk der Welt in Kalifornien.*



>1 Mio Spiegelsegmente  
Öffnungsfläche 2,3 Mio qm  
354 MW und 800 GWh pro Jahr

## Ein weiteres vorläufiges Ende

Bis zum Jahr 2006 waren die SEGS-Parabolrinnenkraftwerke (Solar-Electric-Generation-System) die einzigen kommerziellen Anlagen der Welt

Startschuß für neue Ära CSP 2006: Solar One, Nevada

Juni 2007 ans Netz, 64 MW

Spiegel: Flabeg

Receiver: Schott Solar

Dampfturbine: Siemens



# Solarthermische Kraftwerke Adasol (Spanien)



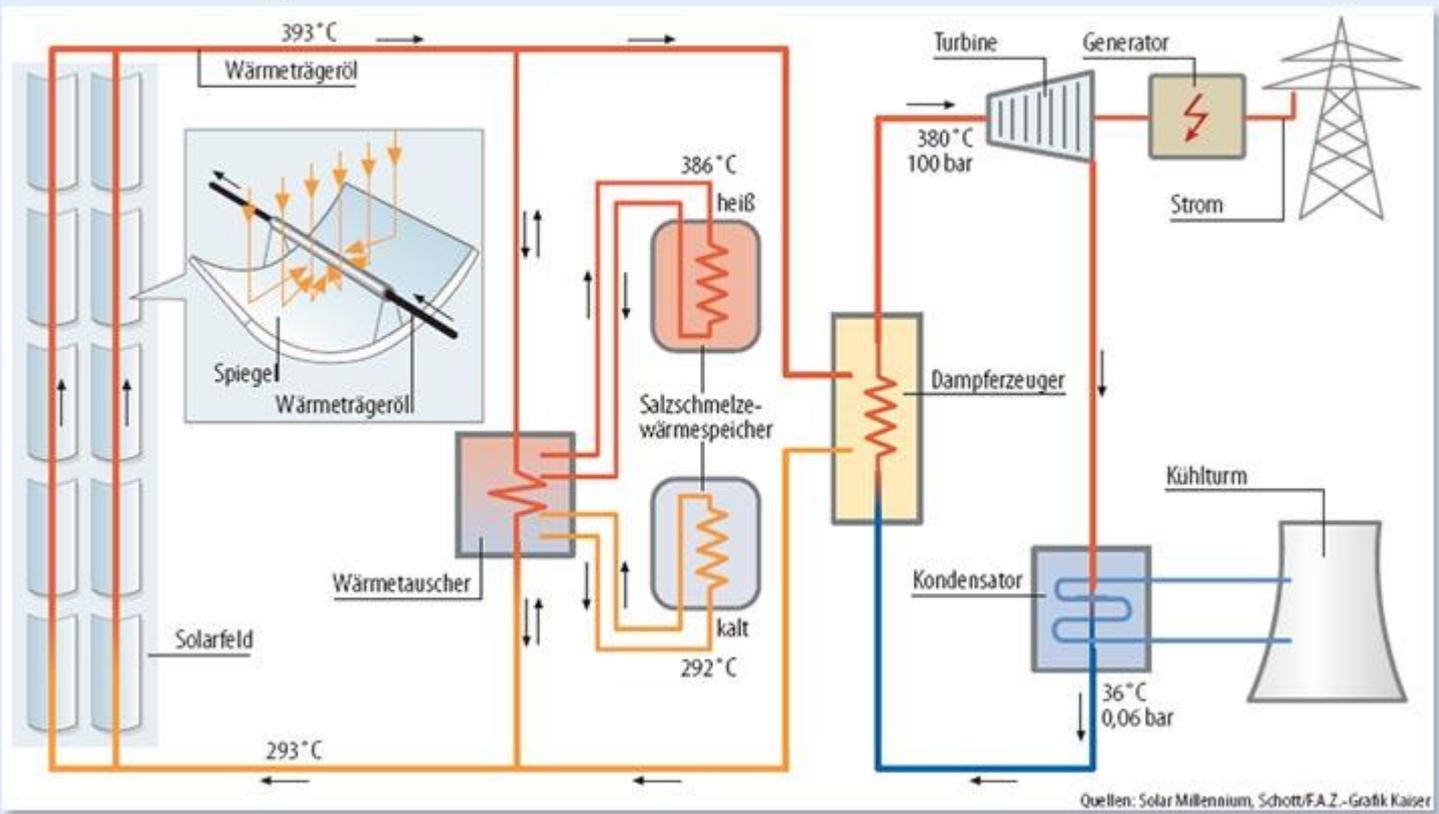
Adasol 1 bereits seit 2008 in Betrieb

Adasol 2 seit 2009

Andasol 3 Seit Sommer 2011 größtes Solarkraftwerk Europas

# Reduzierte Darstellung Parabolrinnenkraftwerk

## Das erste europäische Solarrinnenkraftwerk



Der Gesamtwirkungsgrad setzt sich aus den Wirkungsgraden der Komponenten zusammen.

$$\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

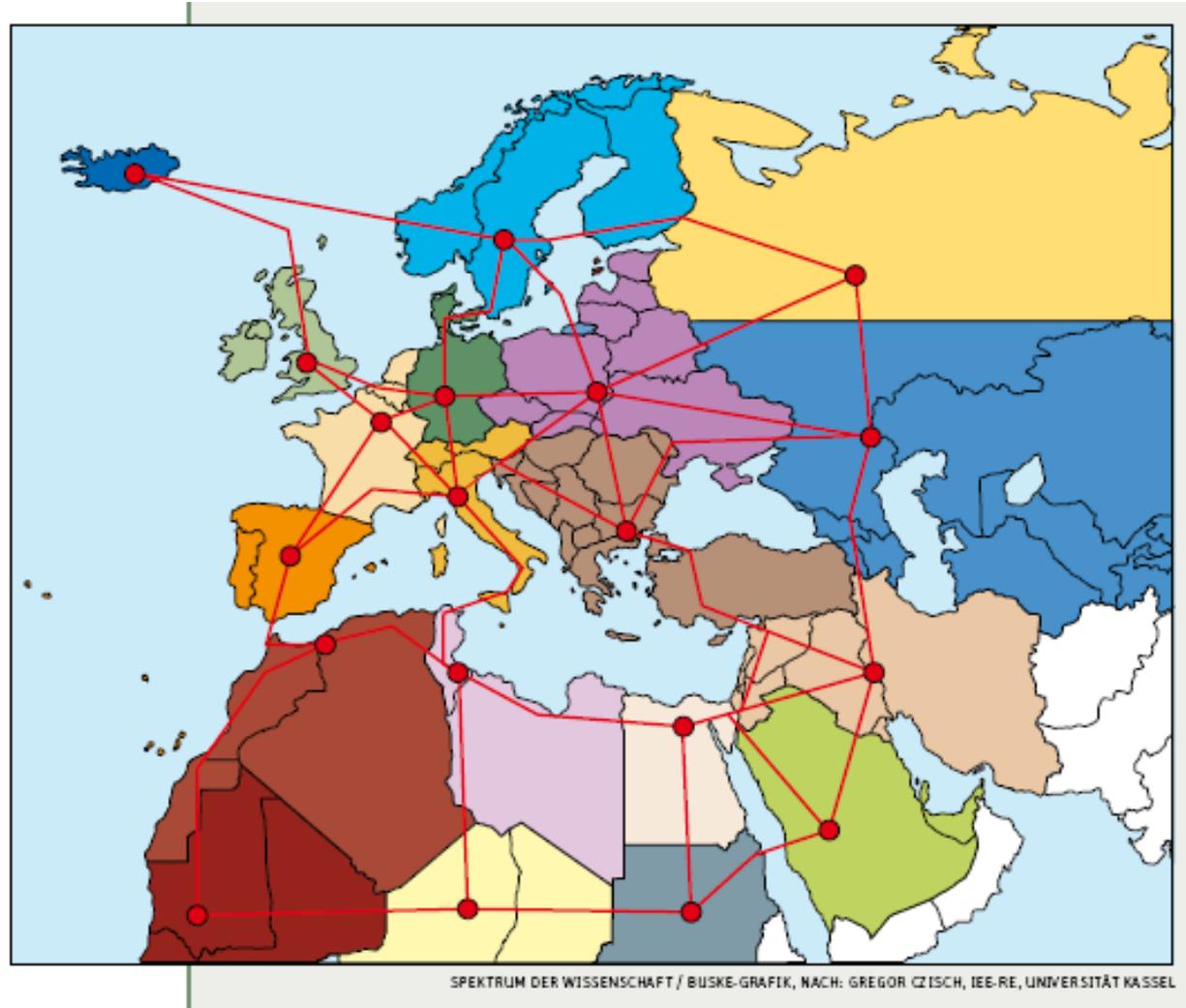
Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg

Quelle: Das Parabolrinnenkraftwerk Andasol 1 bis 3. Broschüre der Firma Solarmellennium

<http://www.faz.net/s/Rub58F0CED852D8491CB25EDD10B71DB86F/Doc~E5BEC6539B4E640E380B5290C8697B8E8~ATpl~Ecommon~SMed.html#139C7C1EF1094B06BC3D4AE8D955BED8>

## Stand der Technik

- Massenfertigung v SEGs-Kraftwerke entscheidende ök
- Geringster Material
- Geringster Landb
- Beste nachgewies
- Beste solare Wirts (KWh)
- Beste Modularität
- Höchster Wertsch Industrie (Fertigung Ingenieurarbeit)



# Neuere Entwicklungen

- Flabeg baut Fabrik für Solarspiegel in USA
- Weltweit 1265 MW bereits in Betrieb
- Weitere 1934 MW im Bau
- Geplant: USA 9659 MW, Spanien 1080 MW, weitere Länder: 6799 MW
- Projekt Helios: Griechenland will bis 2020 10 GW Solarleistung installieren (SZ 14.3.2012)

# Vergessene Erfindungen

- Mouchot und Ericsson waren die ersten Solarpioniere
- In Europa schnell vergessen
- In USA aufgegriffen durch Eneas, Willsie, Boyle
- Shuman entwickelt den Prototyp des heutigen Parabolrinnenkraftwerks
- Vergessen zwischen 1914 und 1976
- Vergessen zwischen 1984 und 2006
- Jetzt eines der Zugpferde der Solarenergie

# Lehre aus der Geschichte

- Technik: schneller, weiter, höher, besser?
- Wie entwickelt sich Technik tatsächlich?
- Bezug zur Gegenwart: Jetzige Entscheidungen stellen die Weichen zur Energietechnik der Zukunft

# Das Technoseum

PREV



Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg

Das Technoseum



- Dauerausstellung
- Sonderausstellungen
- Elementa
- Schülerlabor

# Struktur des Technoseums: Dauerausstellung

## Stationen einer Zeitreise

Aufklärung der Besucher über

„a) Triebkräfte der Entwicklung in der Phase der Proto- und Frühindustrialisierung

b) Faktoren des Übergangs von der Agrar- zur Industriegesellschaft in der Gründerzeit und Hochindustrialisierungsphase

c) Chancen und Risiken der in immer kürzeren Abständen folgenden wissenschaft-technischen Innovationsschüben in der Industriegesellschaft seit dem ersten Weltkrieg.“

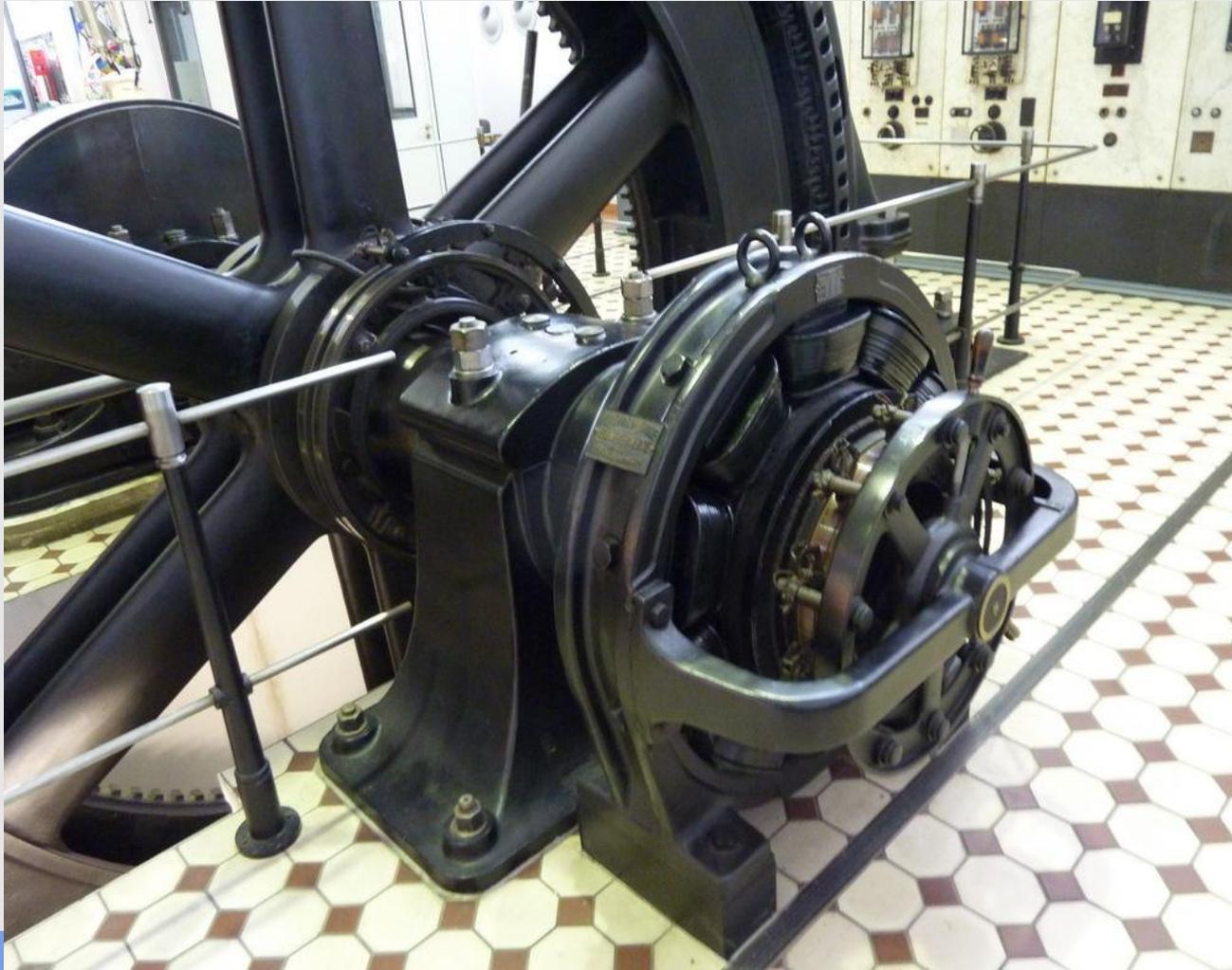
(Ausstellungskatalog LTA 2001, S17)

# Struktur des Lernrotes: Dauerausstellung



TECHNOSEUM

Landesmuseum  
für Technik und Arbeit  
in Mannheim



Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg



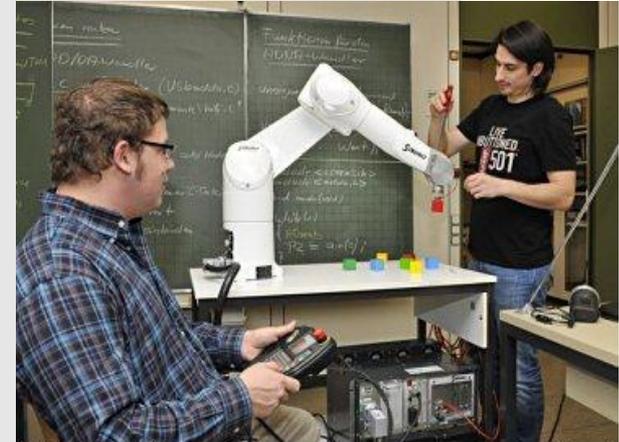
TECHNOSEUM

# ausstellung

Landesmuseum  
für Technik und Arbeit  
in Mannheim



# Struktur des Lernrotes: Elementa



(c) TECHNOSEUM [www.mami.lade.net](http://www.mami.lade.net)

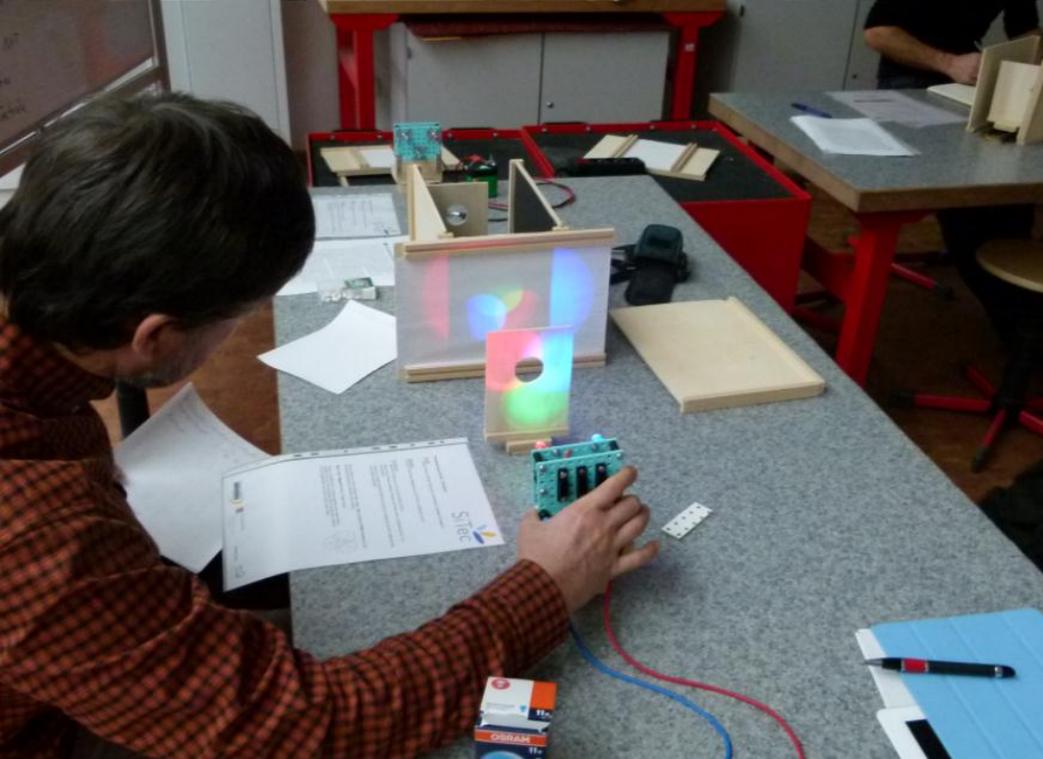
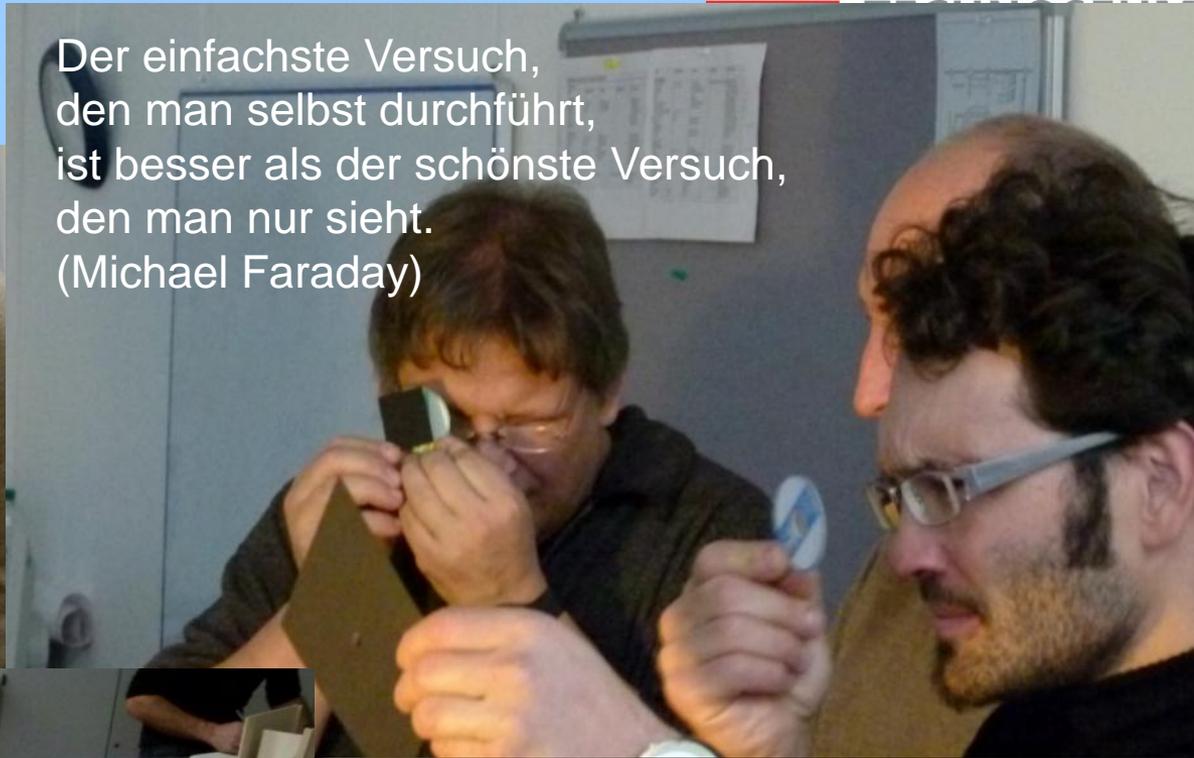


(c) TECHNOSEUM [www.mami.lade.net](http://www.mami.lade.net)

## 2. Das Technoseum (an sich)

# Laboratorium

Der einfachste Versuch,  
den man selbst durchführt,  
ist besser als der schönste Versuch,  
den man nur sieht.  
(Michael Faraday)



# Projekt

**„Lernortkooperation Schule-TECHNOSEUM –  
Aus der Technikgeschichte für die Energietechnik der Zukunft lernen“**

## Inhaltsfelder:

1. Windenergie
2. Sonnenenergie
3. Erzeugung elektrischer Energie
4. Der Wandel der elektrischen Beleuchtung
5. Wasserenergie
6. Der Elektromotor als Antrieb
7. Das Fahrrad als alternatives Verkehrsmittel



# Technoseum als außerschulischer Lernort

## Beispiel: Beleuchtungstechnik

Wie können die Potentiale des Technoseums genutzt werden?

### Drei Lernbereiche

1. Klassische Ausstellung
2. Elementarwissenschaften
3. Laboratorium
4. Das Technoseum als außerschulischer Lernort

Prof. Dr. Peter Röben  
PH Heidelberg

Zeit	Thema	Wer	Bemerkung
9:00-9:15	Eintreffen der Teilnehmer, Sammlung im Eingang und gemeinsamer Gang zum Lichtkasten Ebene F, kurze Präsentation Geschichte Lichttechnik	PR	Ausschilderung
9:15-9:30	Kurze Einführung in die historische Seite der Beleuchtung (PR,DB) Glühlampenverbot und Euphorie als historischer Kontrast	PR, DB	DB kümmert sich um Plakate, Bergmannplakat vom Technoseum,
9:45 – 10:00	Kurze Projektpräsentation, Intention DBU Erwartungsabfrage	PR, AN	
10:00-10:30	Einführung mit Schachteln der Leuchtmittel, Thematisierung von Angaben wie Watt, Farbtemperatur, Lichtstärke und Vorstellung der Ziele Genauere Betrachtung der Verpackungen, Leuchtkasten, sinnliche Wahrnehmung der verschiedenen Leuchtmittel	PR	Fokus auf Leuchtmittel Anleitungen
10:30-10:30	Pause integrativ		Kaffee, Sprudel, Saft bereitstellen, Spendenkasse
10:30-11:30	Experimente zur Beleuchtung 4-5 Experimente mit Arbeitsaufträgen bereitstellen Spektrometer (3 Versuche), Lampenvergleich nur in spektraler Hinsicht, Glühversuch (Schwarzer Strahler) (Fotos zu verschiedenen Temperaturen) Überleitung	DB, AN	Anleitungen
11:30 – 12:15	Theorieteil zur Erklärung dessen, was man gesehen hat.	PR	
12:15-13:30	Mittagspause		
13:30-14:15	Energieaspekt: Wie wird die Energie für die Beleuchtung erzeugt: Handgenerator, Ergometer, Lampenvergleich mit Leistungsmessung	AN	
14:15 – 15:45	Schütteltaschenlampe Produktanalyse und ev. Bau (?) Bau einer Dosenlampe	DB, AN	Unterlagen zum Lampenbau
15:45 -16:30	Elementarwissenschaften	AN	
16:30-17:00	Abschluss Feedback Vergleich Erwartungen Austeilen: Teilnahmebestätigungen und Infomaterial, Evaluationsbogen	alle	

Kooperation: Museumpädagogik

Entwicklung des Lerngangs unter Einbeziehung der  
Museumslernorte

Vorbereitung: Klärung der Ziele, Freiraum vs Intention,  
Entwicklung von Arbeitsblättern

- a) Welche Originale? Welche Arbeit? Welche Führung?
- b) Welche Elementa-Experimente?
- c) Was kann im Laboration gemacht werden?
- d) Nach dem Museumsbesuch: Was wird im Unterricht nachbearbeitet?