

# **Chronik technischer Entwicklungen und Leistungen in der BBC und ABB AG Mannheim**

zusammengestellt von  
Joachim Schubert, Mannheim, 2019

# Gliederung

1. Pionierleistungen der Firmengründer
2. Entwicklungsstrukturen im Konzern
3. Technische Leistungen verschiedener Geschäftsbereiche
  - 3.1. Schienenfahrzeuge
  - 3.2. Elektrische Generatoren
  - 3.3. Dampfturbinen
  - 3.4. Abgasturbolader
  - 3.5. Gasturbinen
  - 3.6. Kernkraftwerke
  - 3.7. Stromübertragung
  - 3.8. Industrieanlagen
  - 3.9. Umwandlung erneuerbarer Energien, Stromspeicher...
4. Fazit

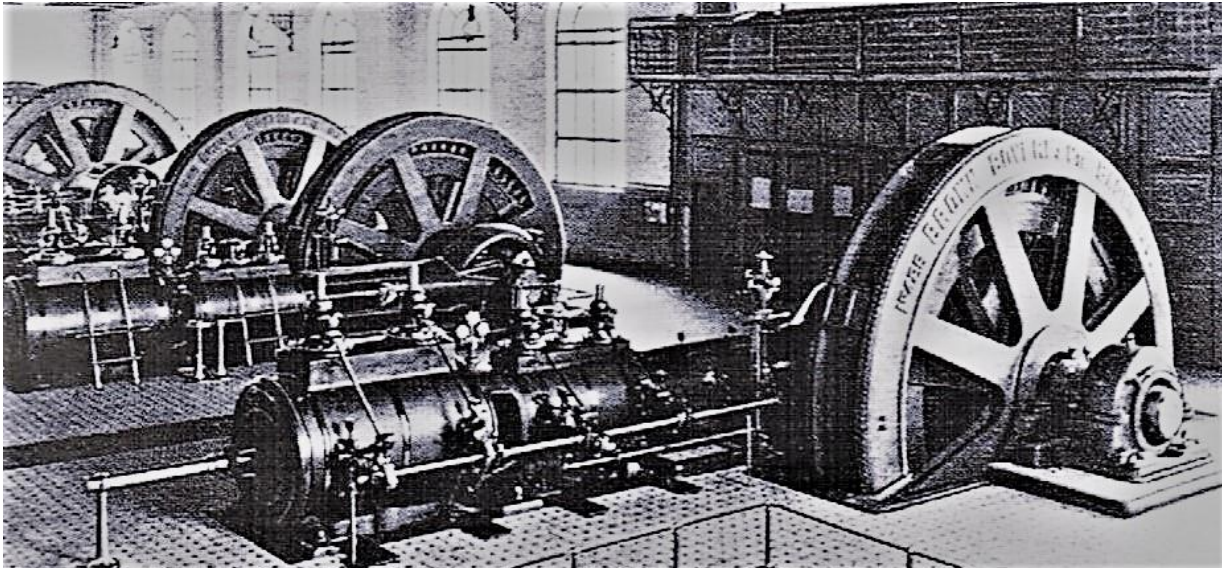
# 1. Pionierleistungen der Firmengründer (1)

- Ende des 19. Jahrhunderts beginnt der Siegeszug der Elektrizität (sog. 2. technologische Revolution): Turbinen, Generatoren und Elektromotoren lösen Dampfmaschinen ab.
- Dem englischstämmigen Elektroingenieur und Erfinder Charles Eugene Lancelot Brown gelingt 1891 erstmals eine verlustarme Hochspannungs-Drehstromübertragung von Lauffen a. Neckar über 178 km nach Frankfurt.
- Im gleichen Jahr gründet er mit Walter Boveri (Maschinenbauing. aus Bamberg) in Baden (Schweiz) die Brown Boveri & Cie AG.



# 1. Pionierleistungen der Firmengründer (2)

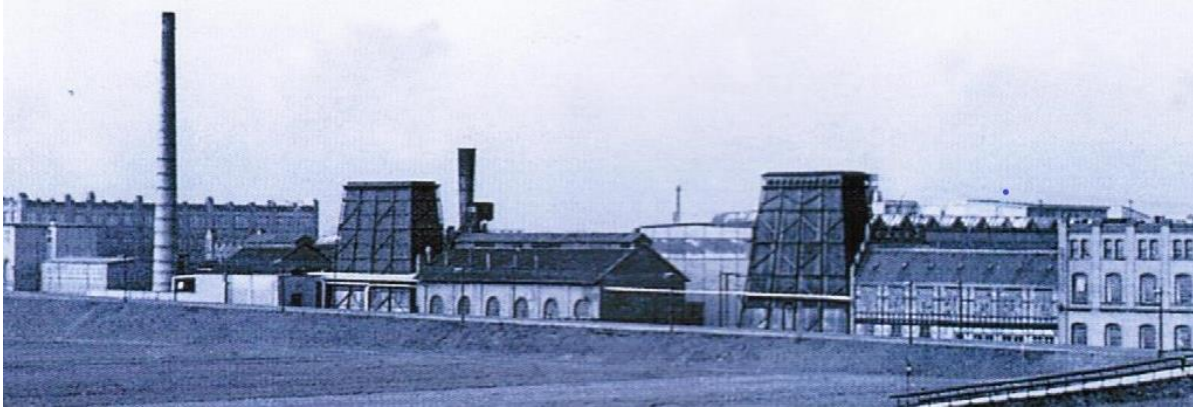
- 1893: Erstes Wechselstrom-Kraftwerk
- 1899: erste vollelektrische Lokomotive
- Um 1900: Bau und Betrieb der Elektrizitätswerke in Frankfurt, Mannheim und Karlsruhe mit Kolbendampfmaschinen und Schwunradgeneratoren



*E-Werk der SW Frankfurt/M.[1], 1894*

# 1. Pionierleistungen der Firmengründer (3)

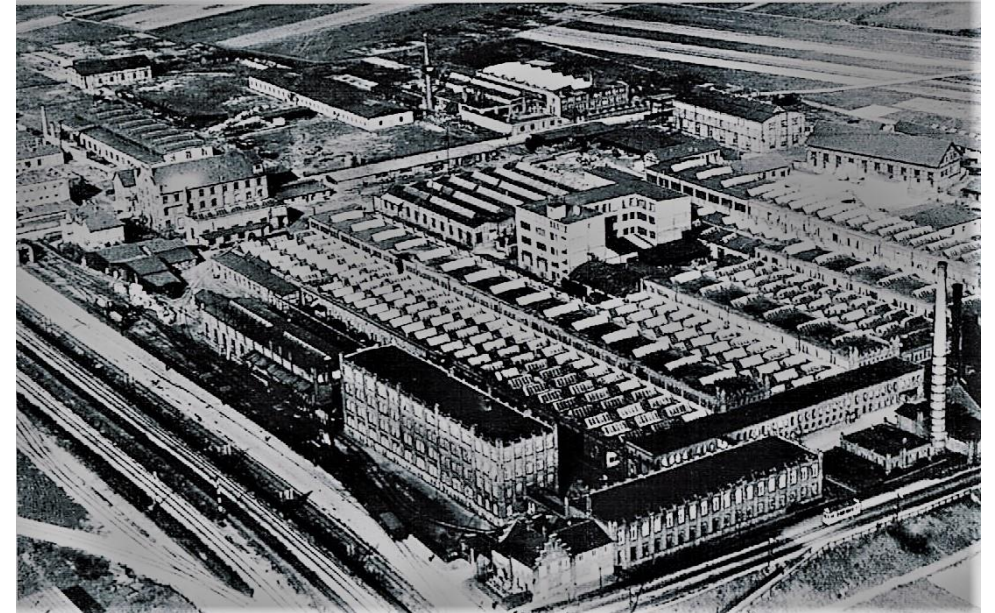
- 1900: Gründung der deutschen Tochtergesellschaft in Mannheim



*Fabrikneubau in Käfertal an östl. Riedbahnstrecke [1]*



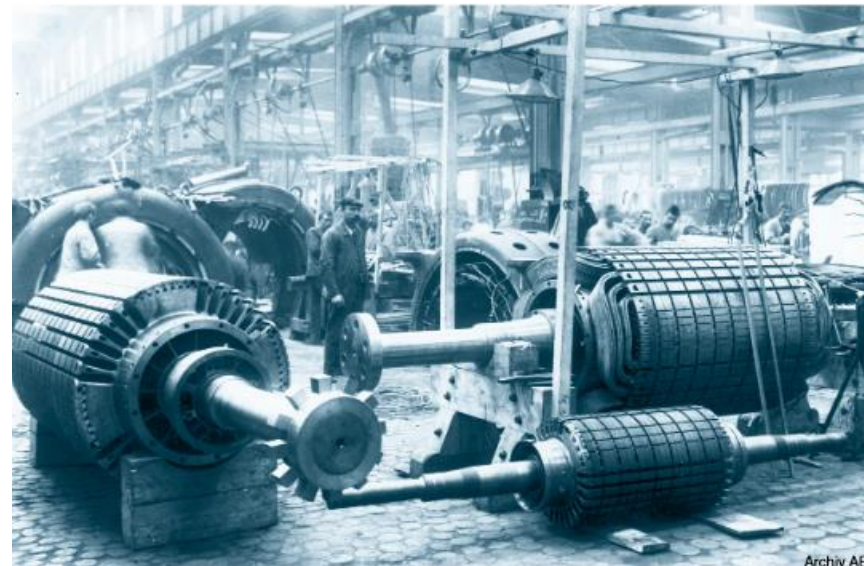
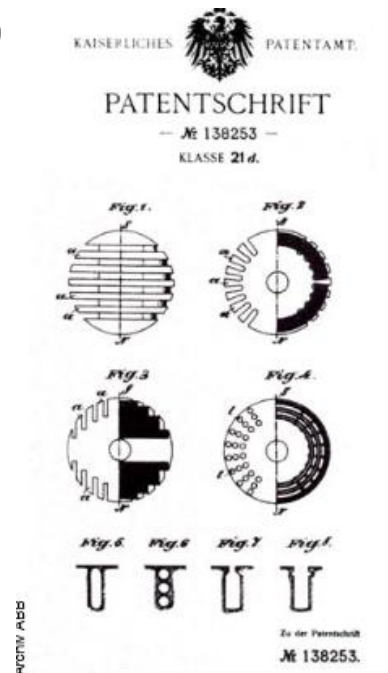
*Pförtnerhaus mit Tor1 [1]*



*Standort Käfertal um 1925 [1]*

# 1. Pionierleistungen der Firmengründer (4)

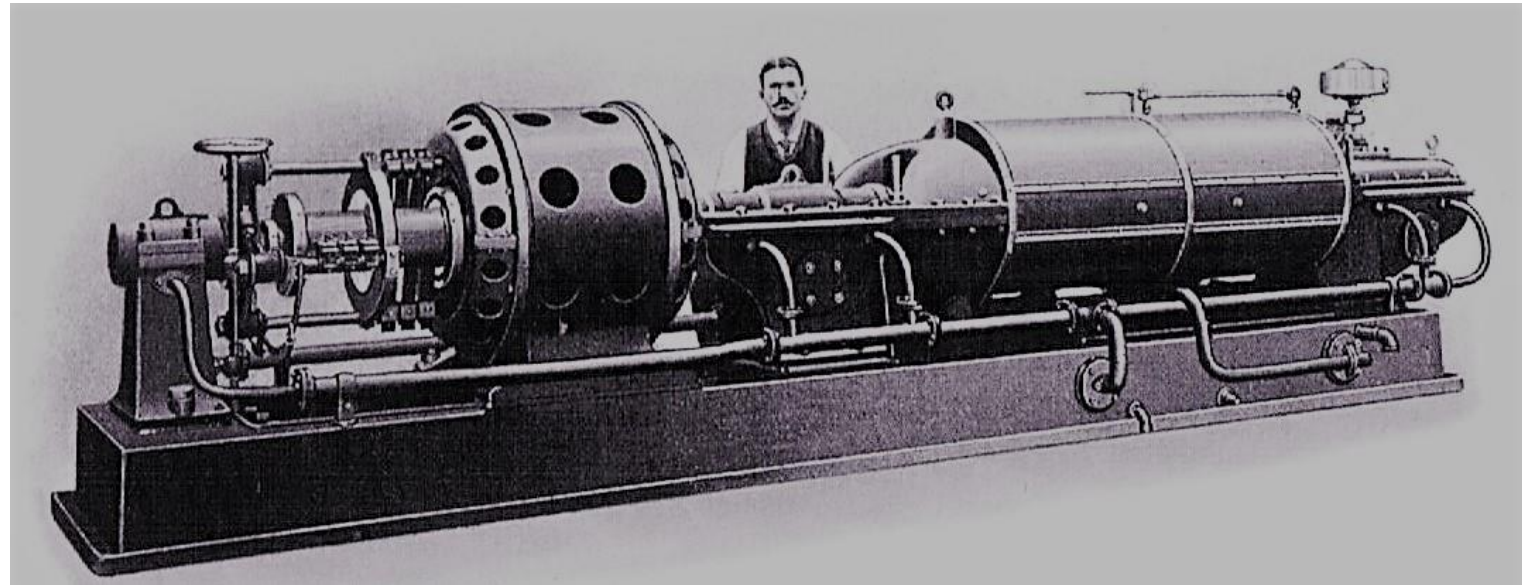
- 1898: Brown erfindet den „rotierenden Feldmagneten“ zur Wechselstromerzeugung
- 1901: Konstruktion des dazu passenden zweipoligen, schnelllaufenden Turbogenerators ( „BBC-Hausgenerator“: zylindrischer Läufer mit Längsnuten zur Aufnahme der Erregerwicklungsstäbe; Stator mit Induktionswicklungen und Blechpaketen)



*Halbfertige Generatorrotoren in der Badener Fabrik*

# 1. Pionierleistungen der Firmengründer (5)

- 1900: Kauf des Patents für Überdruck-Dampfturbinen von Parsons (Engl.)
- 1903: BBC liefert weltweit größte Dampfturbogruppe (2,6 MW) an SW Frankfurt



*1901: Industrie-Dampfturbogruppe (0,11 MW) aus dem Werk Mannheim-Käfertal [1]*

## 2. Entwicklungsstrukturen im Konzern (1)

- Gleichberechtigte Forschung und Entwicklung in Baden (Schweiz) und Mannheim/Heidelberg
  - Hohes F&E-Budget (zeitweilig bis zu 8% vom Umsatz)
  - Sehr gute Verbindung zu technischen Hochschulen (v.a. ETH Zürich und TH Karlsruhe; Lehrtätigkeit) und Wirtschaftsministerien
  - Herausragende BBC-Ingenieure aus Mannheim, beispielsweise:
    - Fritz Marguerre (Direktor der früheren BBC-Tochter Kraftanlagen AG, GKM-Gründer: HD-Dampfturbine, Bahnstromkupplung, Fernwärmeauskopplung)
    - Rudolf Schulten (Kerntechnik: AVR, THTR)
    - Robert Schnörr (F&E-Chef von BBC )
    - Hermann Reuter (Chefkonstrukteur für Turbinen und Verdichter)
  - Ab 1960 Aufbau von Zentrallabors (z.B. für Werkstofftechnik in Mannheim/Baden und Grundlagenforschung in Heidelberg und Dättwil)
  - Regelmäßige Treffen in Mannheim und Baden zum Ergebnis- und Erfahrungsaustausch
  - Jedoch: wenig Synergien zwischen Gasturbine/Dampfturbine/Nukleartechnik
  - Starke finanzielle Förderung aus Steuermitteln



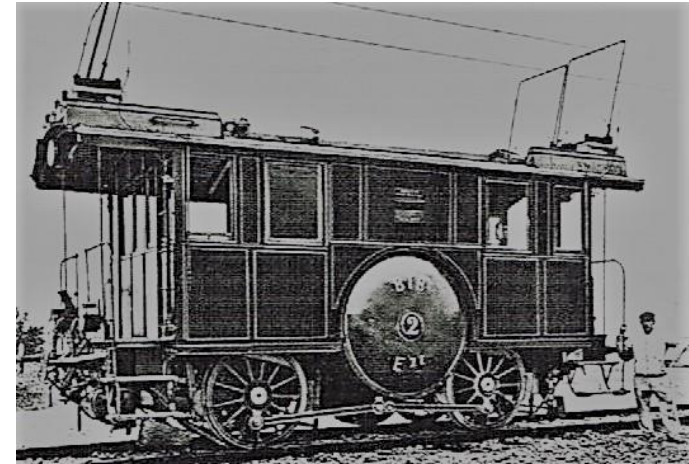
## 2. Entwicklungsstrukturen im Konzern (2)

- Nach der Fusion mit der schwedischen ASEA zum global wirkenden ABB-Konzern (ab 1988):
  - Einstellung der Grundlagenforschung
  - Anwendungsbezogene F&E (Budget bis zu 8% vom Umsatz)
  - Schrittweiser Abzug der Entwicklung für Gasturbinen, Generatoren und Dampfturbinen aus Mannheim (der „Beherrschungsvertrag“ von 1986 wirkt)
  - Konzentration der Entwicklung in Baden
- Nach Übernahme durch ALSTOM (ab 2000):
  - Konzentration der Entwicklung Baden und Rugby (Engl.)

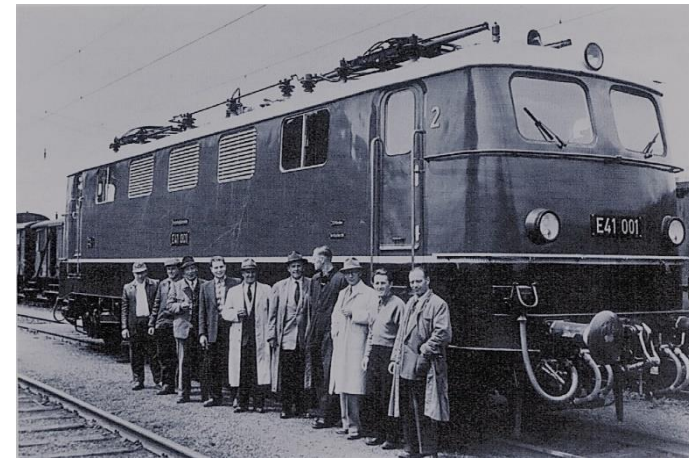
# 3. Technische Leistungen verschiedener Geschäftsbereiche

## 3.1. Schienenfahrzeuge (1)

- **1899:** erste vollelektrische Lokomotive
- **1952:** erste Zweifrequenz-Lokomotive der Welt
- **1979:** weltweit erste Universal-Drehstrom-Lokomotive (E120); Bremsenergie geht ins Netz zurück (Bild unten [1])



*Erste vollelektrische Lok [1]*



*1956: die erste von 491 Einheitsloks (E41) für die DB verlässt das Werk-Süd in Käfertal[1]*

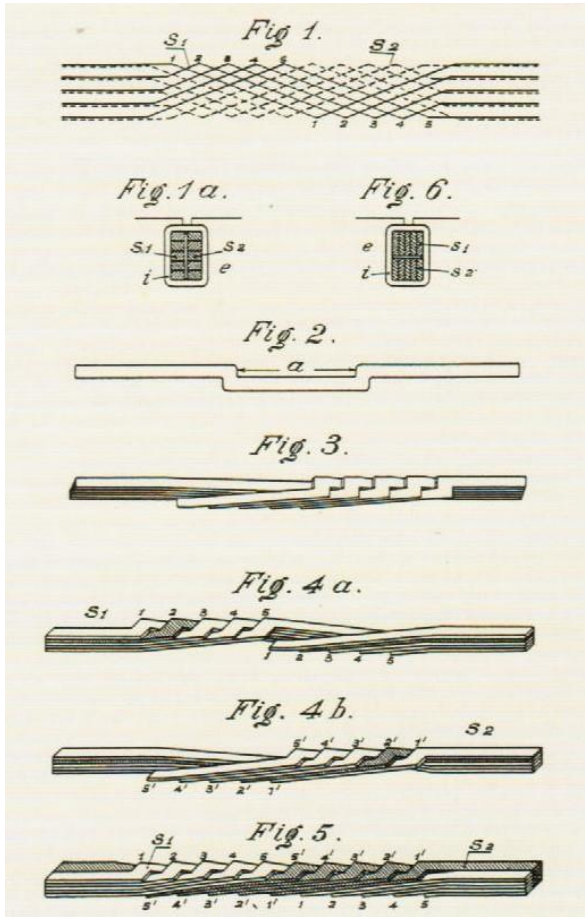
## 3.1. Schienenfahrzeuge (2)

- 1972: BBC entwickelt mit AEG und Siemens ein Schwebesystem mit supraleitenden Magnetspulen für die Magnetschwebebahn „Transrapid“ von Thyssen
- 1984: erfolgreicher Probebetrieb auf 31,5 km langen Teststrecke im Emsland (Geschwindigkeitsrekord: 450 km/h)
- 1995: Planung der Strecke Berlin-Hamburg (Fahrzeit: 1 h)
- 2000: Bundesverkehrsministerium stoppt das Projekt



*„Transrapid 05“ auf der internationalen Verkehrsausstellung in Hamburg 1979 [1]*

## 3.2. Elektrische Generatoren (1)



Skizzierter Roebelstab [1]

- **1912:** der Mannheimer Ingenieur Ludwig Roebel erfindet den nach ihm benannten „Roebelstab“ und macht damit den Weg frei für leistungsstarke Generatoren.
- **Problem:** mehr Leistung → höhere Ströme → dickere Leiterquerschnitte → hohe induzierte Wirbelstromverluste.
- **Lösung:** dünne, voneinander isolierte, verdrehte Teilleiter → geringe Wirbelstromverluste

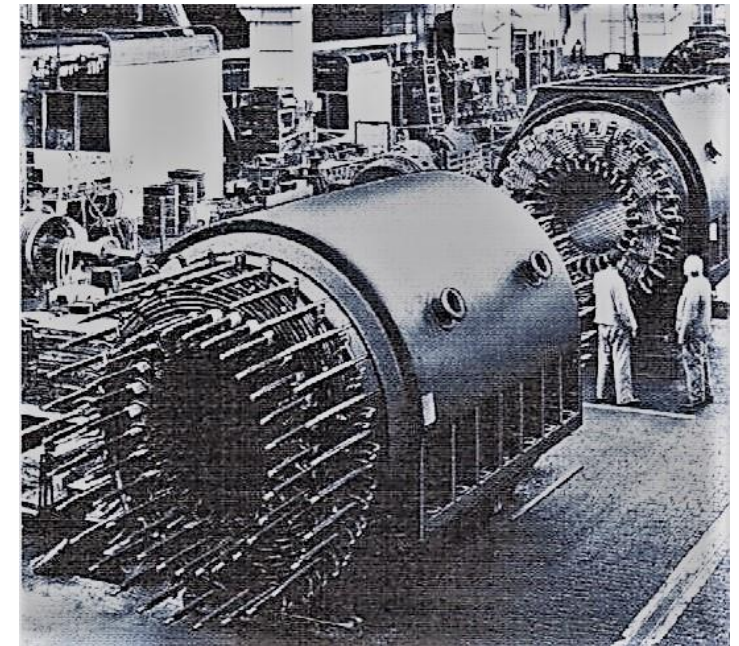


## 3.2. Elektrische Generatoren (2)

- **1914:** weltweit größter Turbogenerator (29 MW) für das KW Elverlingsen

*Generatorenfabrik in Mannheim vor dem 1. Weltkrieg [1]*

- **1955:** größter wasserstoffgekühlter (188 MVA) mit direkter Läuferkühlung im KW Weisweiler
- **1980:** Einführung von korrosionsbeständigen Stahlhohlleitern für große, wassergekühlte Generatoren (Weltneuheit).
- BBC/ABB wird einer der weltweit führenden Hersteller von großen Wasserkraftgeneratoren (beispielsweise für die KW Assuan, Itaipu, Cabora Bassa, Drei Schluchten ..)



**BROWN BOVERI**



**Große, langsam laufende GENERATOREN**

**BBC lieferte bis 1927**  
Generatoren zur Kupplung mit

Kraftmaschinen (Dampf, Gas, Diesel)	245 Stück zu	1 43 705 kVA
Wasserturbinen mit vertikaler Welle	255	377 077 kVA
mit horizontaler Welle	445	2 524 432 kVA
	946	3 545 214 kVA

**BBC lieferte**  
**Europas größte Generatoren**  
Generatoren größter Leistungen:

mit vertikaler Welle	Drehstrom 50 Per.	45 000 kVA, 300 U.p.M.
mit horizontaler Welle	Drehstrom 46 Per.	30 000 kVA, 460 U.p.M.

Generatoren größter Abmessungen:

mit vertikaler Welle	Einphasenstrom 16 1/2 Per.	12 000 kVA, 166,7 U.p.M.
mit horizontaler Welle	Einphasenstrom 16 1/2 Per.	18 000 kVA, 250 U.p.M.

**BBC lieferte für**  
**Europas größte Wasserkraftanlage**

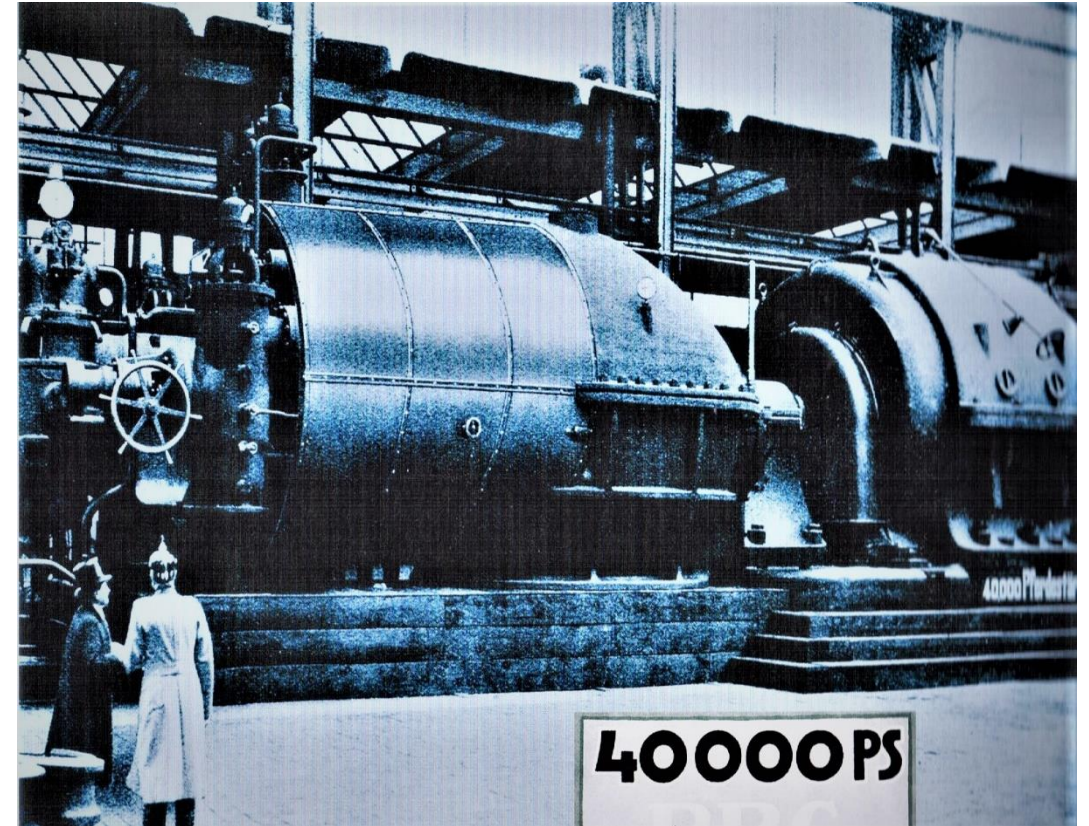
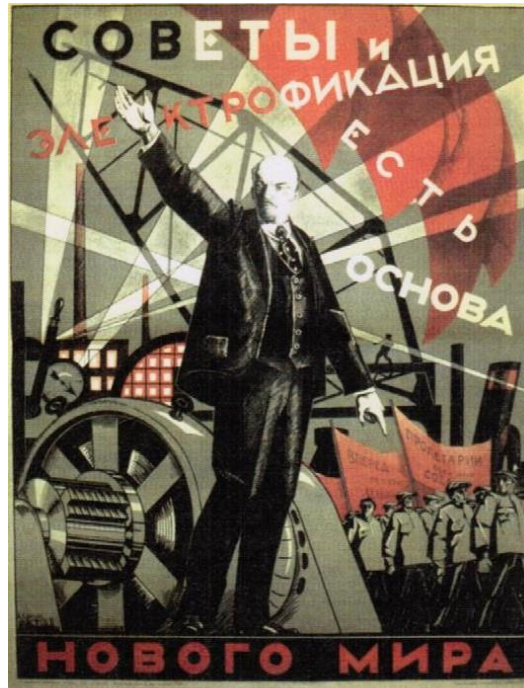
5 Generatoren je 17 000 kVA	zus. 85 000 kVA
3 Generatoren je 18 000 kVA	zus. 54 000 kVA
	zus. 139 000 kVA

**BROWN, BOVERI & CO. AKTIENGESELLSCHAFT, MANNHEIM**

## 3.3. Dampfturbinen (1)

- **Seit 1901:** Dampfturbinen als Antriebe für Generatoren, Schiffe, Industrieanlagen
- **Seit 1901-1920:** BBC-Dampfturbogruppen für die Elektrifizierung deutscher Städte; z.B. Frankfurt, Mannheim, Karlsruhe; Marktanteil ca. 20%.
- **1923-1941:** Hauptlieferant von Dampfturbogruppen für die Elektrifizierung der Sowjetunion

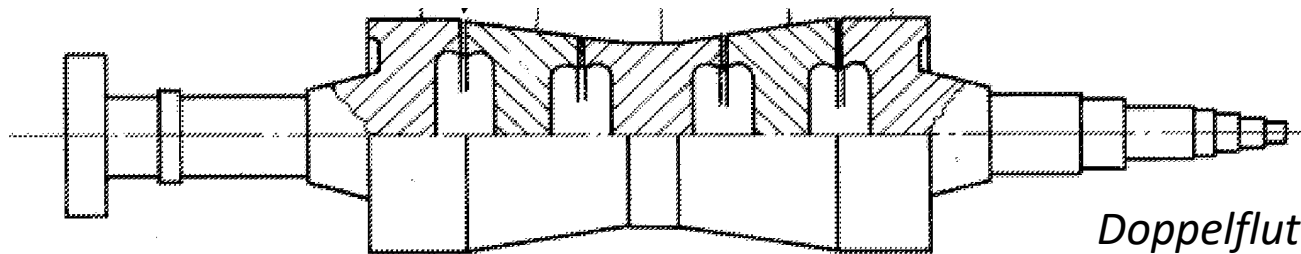
*1920: Plakat zum Leninschen GOELRO-Plan [1]*



*1914: 29 MW-Dampfturbogruppe fürs KW Elverlingsen beim Werksprobelauf [1]; Walter Boveri (links), Großherzog von Baden (rechts)*

## 3.3. Dampfturbinen (2)

- **1928:** weltweit größte Dampfturbogruppe (160 MW)
- **1928:** erste Hochdruck-Vorschaltturbine in Deutschland (150 bar, 450°C, 27 MW, GKM)
- **ab 1930:** Einführung geschweißter Turbinenwellen mit vielen Vorteilen gegenüber Vollwellen



*Doppelflutige, geschweißte Turbinenwelle*

- **1960:** erste überkritische Vorschaltturbine (CW Hüls, 295 bar)

## 3.3. Dampfturbinen (3)

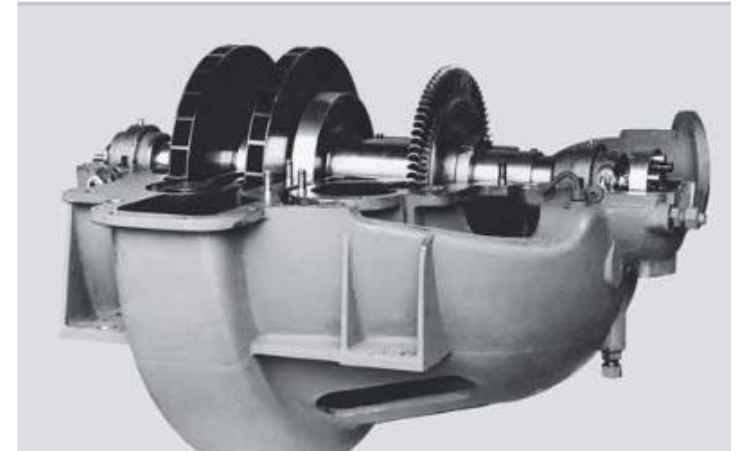


**2010:** 47,5 % Wirkungsgrad-  
weltrekord im Dampfturboblock  
RDK8  
( 940MW/ 605/620°C/275 bar).



## 3.4. Abgasturbolader

- 1905: Patentanmeldung des Schweizer Ingenieurs Alfred Büchi für Stauaufladung (Nutzung der Druckenergie des Abgases)
- 1924: BBC baut ersten Hochleistungs-Turbolader der Welt
- 1925: Büchi-Patent für Stoßaufladung bei Niederdruck (Nutzung der Bewegungsenergie des Abgases)
- 1940: offener Radialverdichter
- BBC/ABB wurden weltweit zu einem wichtigen Lieferanten für große Abgasturbolader für
  - Dieselmotoren in Schiffen, U-Booten, Panzern, Nutzfahrzeugen, Lokomotiven, Notstromaggregaten, Kraftwerken
  - Gasmotoren



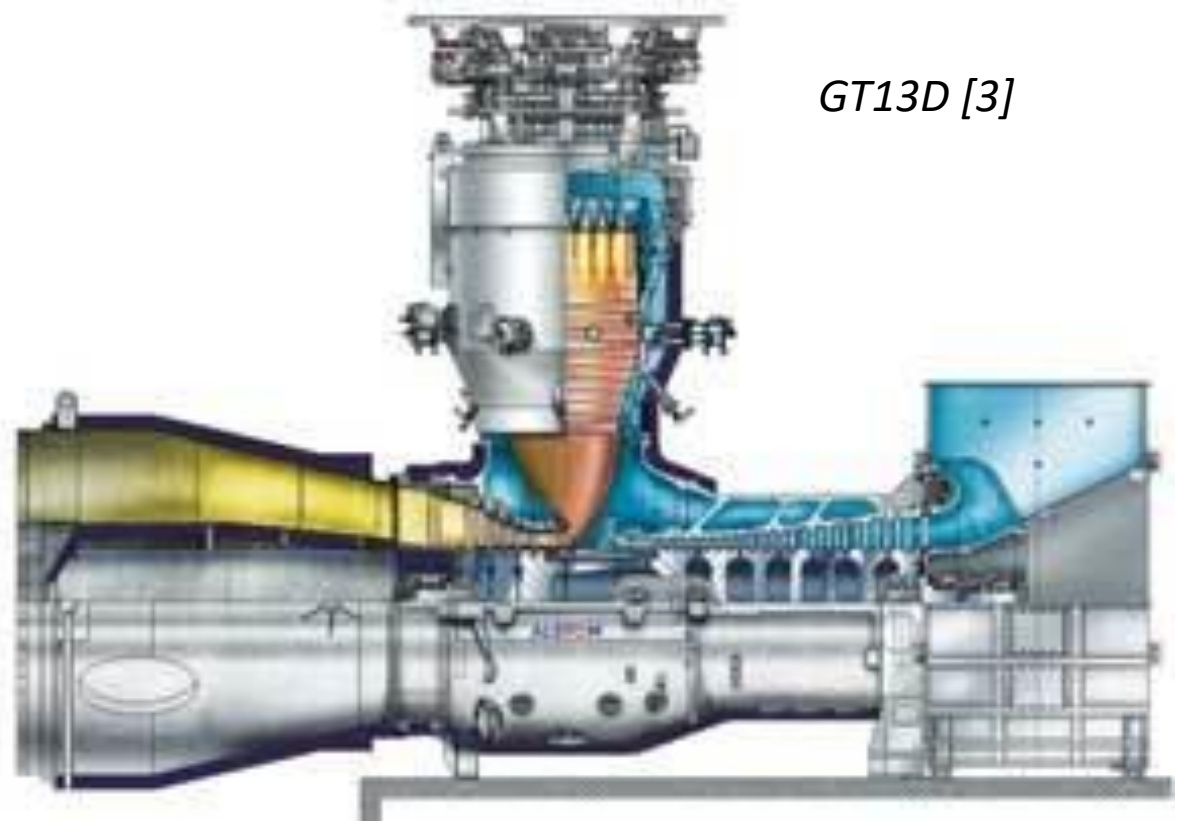
*Weltweit erster Turbolader für große Dieselmotoren (1924), [2]*



*ABB-Turbolader für Schiffsdieselmotoren von 5-25 MW [2]*

## 3.5. Gasturbinen (1)

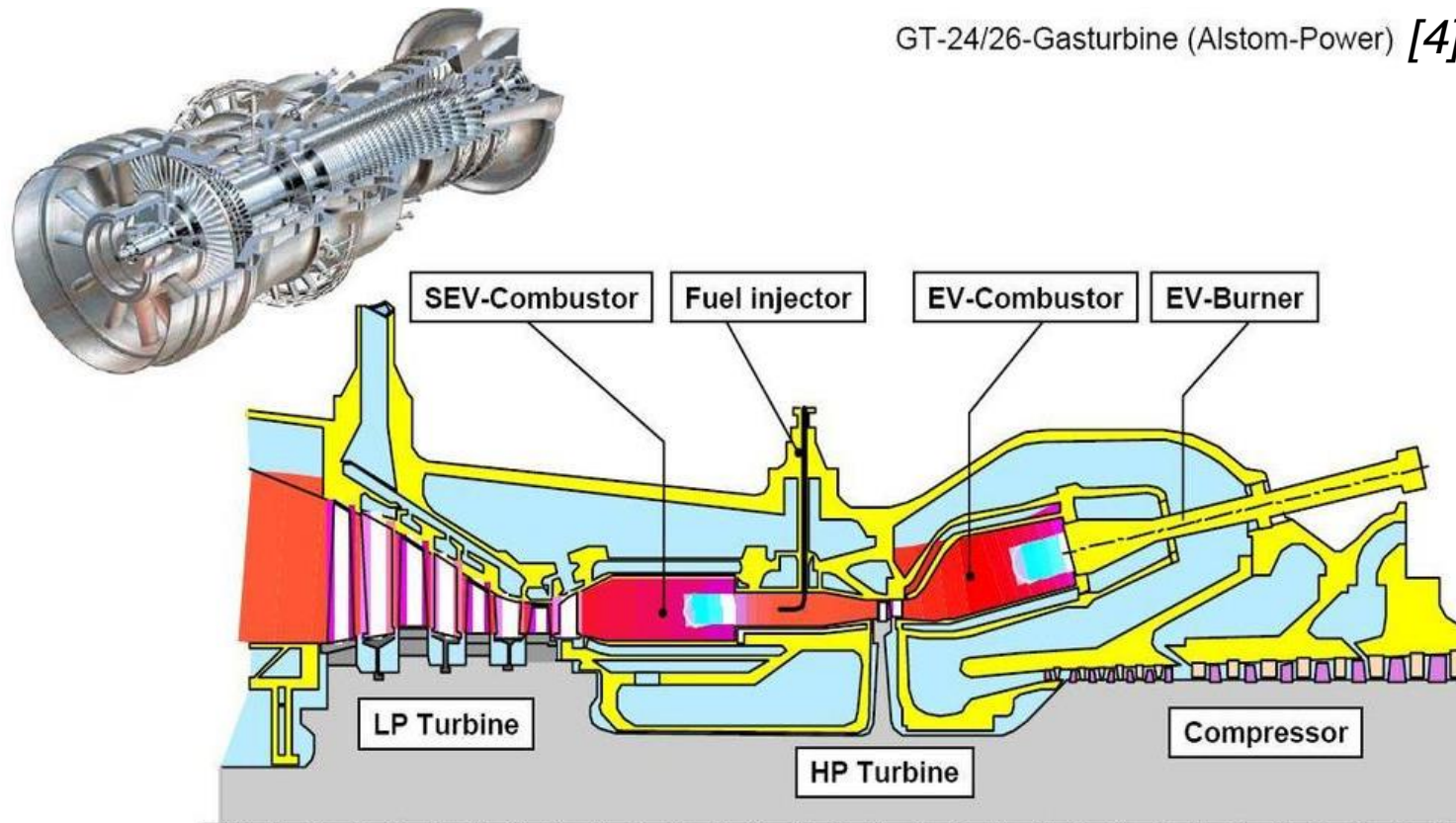
- 1939: erste Verbrennungsgasturbine der Welt zur Stromerzeugung (4 MW)
- 1986: weltweit größte Gasturbine (GT13D, mit 33 % Wirkungsgrad, 140 MW, KW Hemweg 7)
- 1989: Weltrekord mit GT13E im Kombibetrieb: 52% Wirkungsgrad im KW Pegus 12



→ BBC-Gasturbinen waren technisch Weltspitze

## 3.5. Gasturbinen (2)

- 1993: die ABB-GT26 kommt mit zwei Brennkammern und zahlreichen „Kinderkrankheiten“ als Erste auf den Markt für schwere Gasturbinen



### Vorteile:

- Hohe Leistung (265 MW)
- Sehr gutes Schwachlastverhalten
- Sehr gute Schnellstart-eigenschaften
- Extrem niedrige Abgaswerte
- Langlebige Wärmedämmschichten

### Nachteile:

- 30% mehr Bauteile und Kosten

## 3.5. Gasturbinen (3)

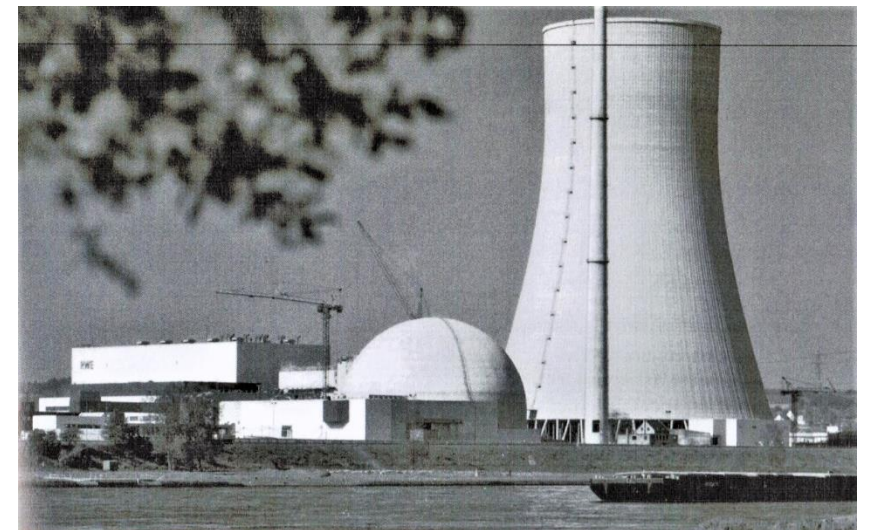
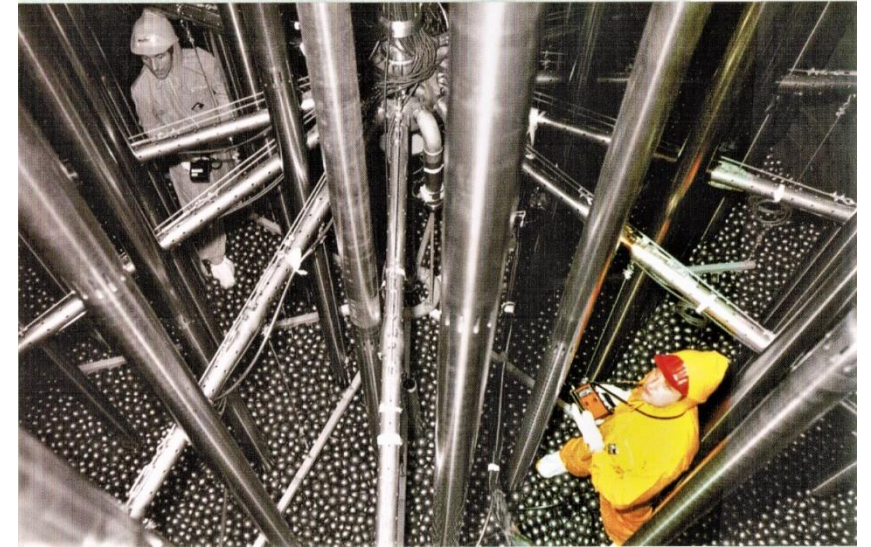
- „Kinderkrankheiten“:
  - Garantierte Maschinenwerte (v.a. Wirkungsgrad und Leistung) wurden zunächst nicht erreicht (u.a. wg. falscher Schaufelauslegung)
  - Flugzunder verstopft Schaufelkühlbohrungen → örtliche Überhitzungen
  - Unzulässige Verformungen von Bauteilen infolge versuchsmäßig ungenügend abgesicherter Auslegungskennwerte
- Ursachen :
  - ein überschätzter Entwicklungschef (Kiesow) unter Erfolgszwang
  - schwere Entwicklungsfehler eines weitgehend unerfahrenen, jungen, abgekapselten Badener Entwicklungsteams unter massivem Zeitdruck
  - Arroganz: Vorstand (Lienhard) verweigert Bauteil- und Maschinenprüfstände in Mannheim: „Wir brauchen in Mannheim keine Technik mehr“; „Gasturbinen können wie Bananen beim Kunden reifen“. Zu spät wurde in Birr (CH) ein Maschinenprüfstand gebaut.

→ Bei über 100 bestellten Maschinen beliefen sich die Fehlerkosten insgesamt auf 4-5 Mrd. €. ABB musste u.a. deshalb das Kraftwerksgeschäft an ALSTOM verkaufen. Die Folgekosten brachten ALSTOM 2003 an den Rand eines Konkurses. Dazu kam ein massiver Preisverfall.

## 3.6. Kernkraftwerke (1)

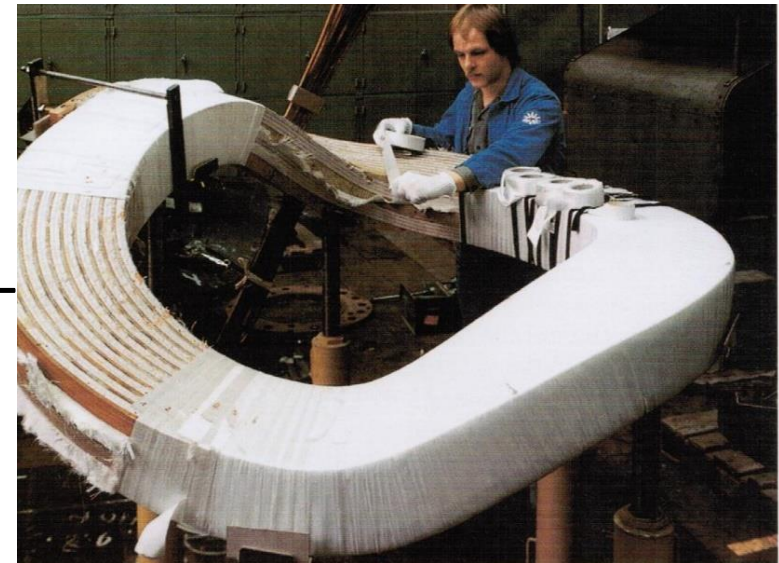
Um vom KKW-Boom zu profitieren, begab sich BBC mit Partnern auf Neuland und entwickelte zwei eigene Reaktortypen:

- Kugelhaufenreaktor (zusammen mit Krupp):
  - Thorium und Uran als Spalt- und Brutmaterial eingebettet in Graphitkugeln
  - Helium als Kühlgas;
  - Hochtemperaturanwendung: Strom, Prozess- und Fernwärme
  - Nach erfolgreichem Betrieb des Versuchsreaktors in Jülich (AVR, 15 MW) wurde in Schmehausen/Hamm-Uentrop eine 300MW-Referenzanlage mit weltweit größtem Trockenkühlturm gebaut. Betrieb von 1985-1988 (*Bild oben [1]*)
- Druckwasserreaktor (zusammen mit Babcock&Wilcox):
  - Bau des KKW Mülheim-Kärlich (1300 MW)
  - Betrieb von 1986-1988 (*Bild unten [5]*)



## 3.6. Kernkraftwerke (2)

- Beide KKW wurden 1988 stillgelegt wegen
  - Unwirtschaftlichkeit infolge erhöhter Baukosten und Sicherheitsvorschriften nach Beinahe-Kernschmelze im KKW Three Miles Islands(1979); BBC-Verlust ca. 500 Mio.DM
  - Super-GAU im KKW Chernobyl (1986)
  - Sicherheitsmängel und verfehlte Wirkungsgrade im THTR
  - Anti-KKW-Bewegung in Deutschland
- In Mannheim wurden danach noch supraleitende Magnetspulen für die Kernfusions-Anlage „Wendelstein“ gefertigt (Bild rechts [1]).



## 3.7. Stromübertragung

- 1939: weltweit erste Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) in der Schweiz.
- 1971: weltweit größter Trafo (1300 MVA).
- 1980: Hochspannungs-Gleichstrom-Kurzkupplung zwischen den Stromnetzen der EWG und des RGW in Dürnröhr (A).
- 1981: weltweit größte SF<sub>6</sub>-Schaltanlage (500 kV).
- Ab 1989: Sanierungsverfahren für Trafos mit PCB-haltigen Trafoölen einschl. Entsorgungskonzept.
- 1997: weltweit erster dreiphasiger Trafo mit HT-Supraleitern.

## 3.8. Industrieanlagen

- 1936: erstes Walzwerk mit gittergesteuerten Gleichrichtern
- 1975: weltweit erste Hochleistungs-Niederdruck-UV-Lampe zu Trinkwasserentkeimung ausgeliefert
- 1987: leistungsfähigster Schachtfördermotor der Welt (4,2 MW) installiert
- BBC/ABB wurde ein führender Lieferant von elektrische Ausrüstungen für Walzwerke, Industrieöfen, Braunkohlebagger, Kühlanlagen (mittels Turboverdichter), Wasserwerke/Kläranlagen, Petrochemie...
- 1975: neue digitale Steuerung von Kraftwerken mit „Procontrol P“™



## 3.9. Umwandlung erneuerbarer Energien u. Stromspeicher(1)

- Windkraftanlagen:
  - 1940: Entwicklung von Windkraftanlagen in Mannheim; wurde 1942 wg. vollständiger Umstellung auf Kriegsproduktion eingestellt
  - Seit 1998: Betriebsrat forderte erfolglos die Wiederaufnahme
- Solarthermische Kraftwerke:
  - Ab 1983: Lieferung von 8 Turbogruppen für das kalifornische Sonnenkraftwerk SEGS in der Mojave-Wüste (365 MW)
  - auf Drängen des Betriebsrats wurde 2014 eine Turbogruppe für Turm-Kraftwerke entwickelt; bisher kein Bestelleingang; keine Partnerschaften
- Photovoltaik-Anlagen:
  - 1976: Beginn der Entwicklung von Sonnenkollektoren für Schwimmbäder und Häuser „Solarwatt“™ ; 1983 eingestellt
  - Seit 1988: Betriebsrat forderte erfolglos die Wiederaufnahme

## 3.9. Umwandlung erneuerbarer Energien u. Stromspeicher(2)

- 70er Jahre: Entwicklung und Erprobung einer HT-Brennstoffzelle, Mitte der 80er Jahre eingestellt.
- 70er Jahre: Entwicklung und Erprobung einer Hochenergie-NaS-Batterie für Fahrzeuge; Mitte der 80er Jahre wg. Bränden eingestellt.
- Pumpspeicherkraftwerke: BBC war führender Lieferant von Generatoren, Antriebsmotoren für Pumpen und Leittechnik, z.B. für das größte deutsche Pumpspeicherwerk Bad Säckingen.
- 1978: erstes Luftspeicher-GT-Kraftwerk in Huntorf (läuft heute noch)
- 1986: Pyrolyseanlage zur Kunststoffaufbereitung aus Müll; Projektaufgabe während des Probebetriebs.
- Seit 2012: Betriebsrat fordert erfolglos ein Power-to-Gas-Konzept.

## 4. Fazit

- BBC-Periode:

- erfolgreiche Entwicklung auf allen herkömmlichen Gebieten
- Hohe Qualität, lange Lebensdauern
- Zu wenig Synergien zwischen den Geschäftsbereichen
- riskanter, teurer Ausflug ins KKW-Geschäft (wie bei der AEG)
- geringes Durchhaltevermögen bei Entwicklung von Batterien, Brennstoffzellen, Solarthermie usw. wg. KKW-Verluste

- ABB- und ALSTOM-Perioden:

Weltmarktführungsanspruch führt zu

- übereilten, unausgereiften Entwicklungen
- Qualitätsproblemen
- Noch weniger Bereitschaft zu klimaschonenden Alternativen
- Konzentration der F&E statt Vielfalt.

**→ Konkurrenz um Weltmarktführerschaft ist für technische Entwicklung nicht vorteilhaft**

## Bildnachweise

- [1]: aus A. Hermann, K. Pfenning: Spannungswechsel – das Buch der ABB zum 100-jährigen Jubiläum
- [2]: aus ABB-Technik 2/2007
- [3]: aus BBC-Firmenbroschüre
- [4]: aus ABB-Firmenbroschüre
- [5]: aus ABB-Hauszeitschrift „Kontakt“, Sonderausgabe 2000