

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

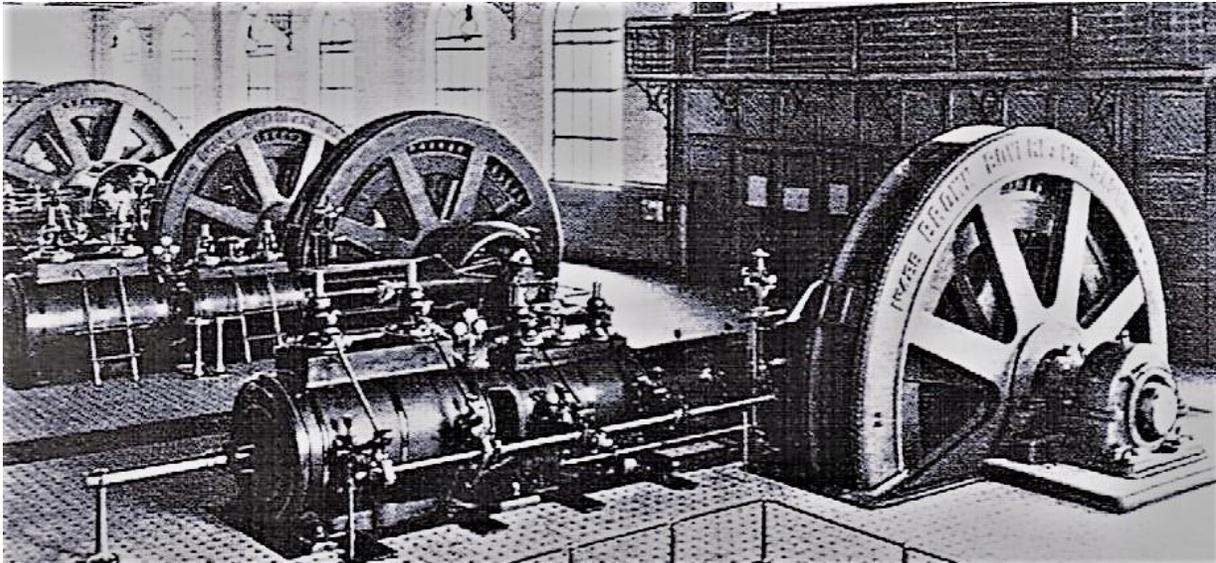
1. Pionierleistungen der Firmengründer (1)

- 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)

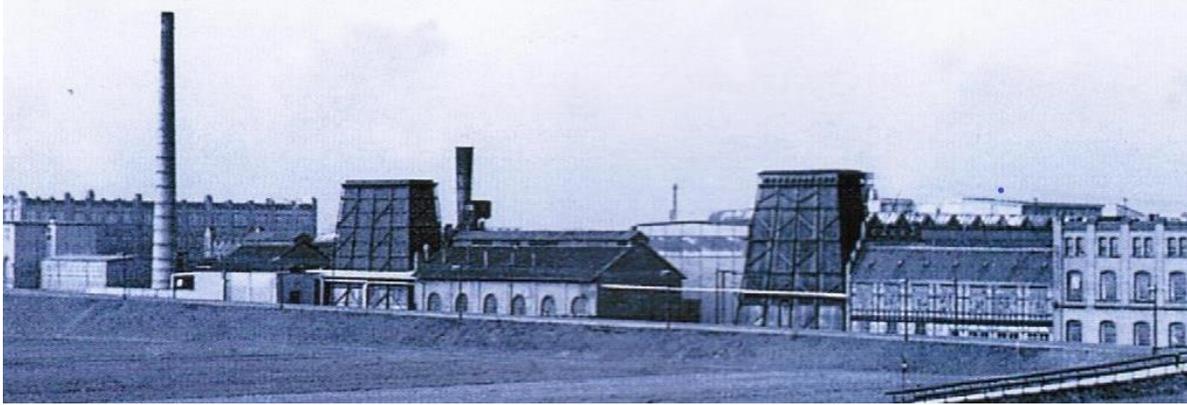
- 1893: Erstes Wechselstrom-Kraftwerk
- 1899: erste vollelektrische Lokomotive
- Um 1900: Bau und Betrieb der Elektrizitätswerke in Frankfurt, Mannheim und Karlsruhe mit Kolbendampfmaschinen und Schwunradgeneratoren



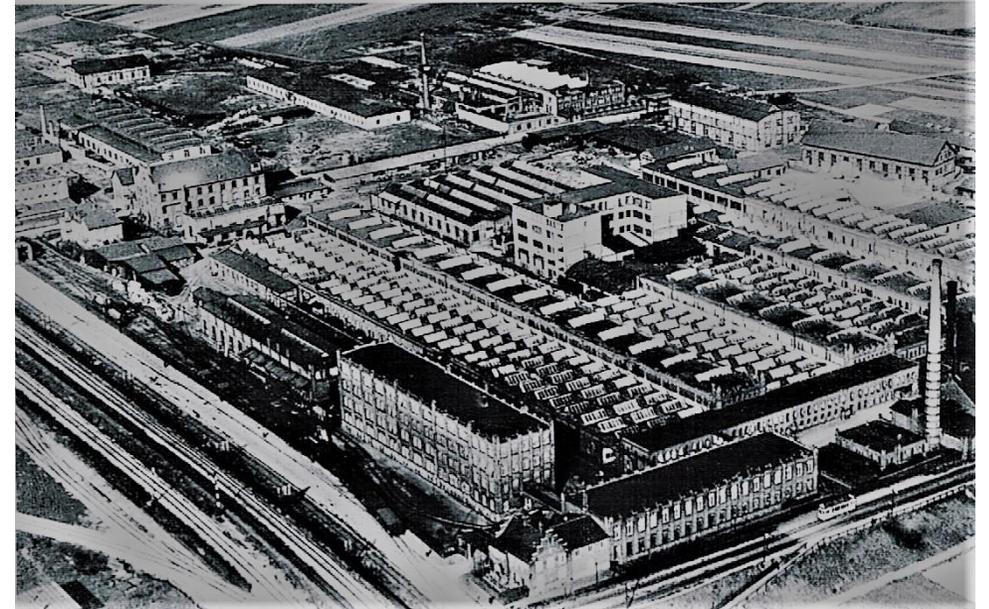
E-Werk der SW Frankfurt/M.[1], 1894

1. Pionierleistungen der Firmengründer (3)

- 1900: Gründung der deutschen Tochtergesellschaft in Mannheim



Fabrikneubau in Käfertal an östl. Riedbahnstrecke [1]



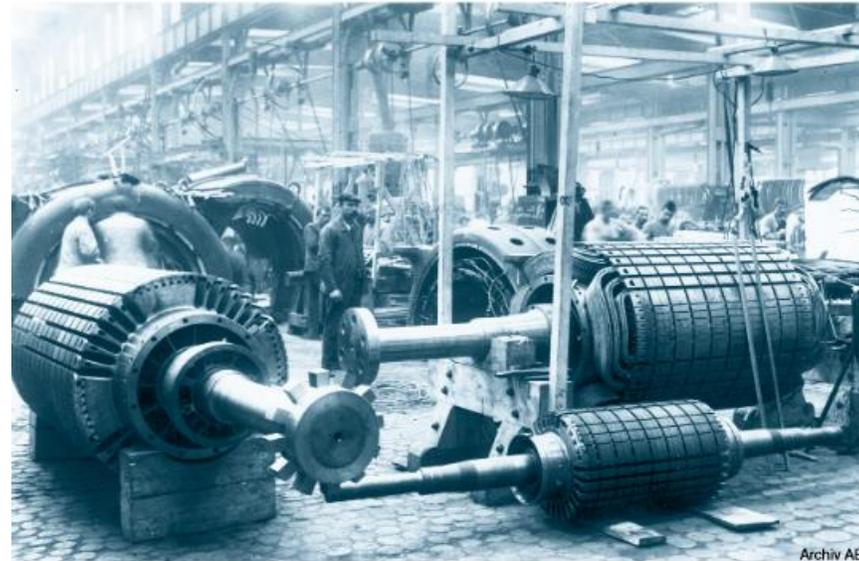
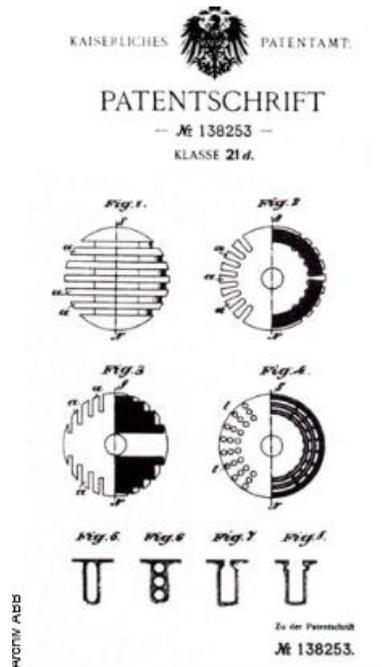
Standort Käfertal um 1925 [1]



Pförtnerhaus mit Tor1 [1]

1. Pionierleistungen der Firmengründer (4)

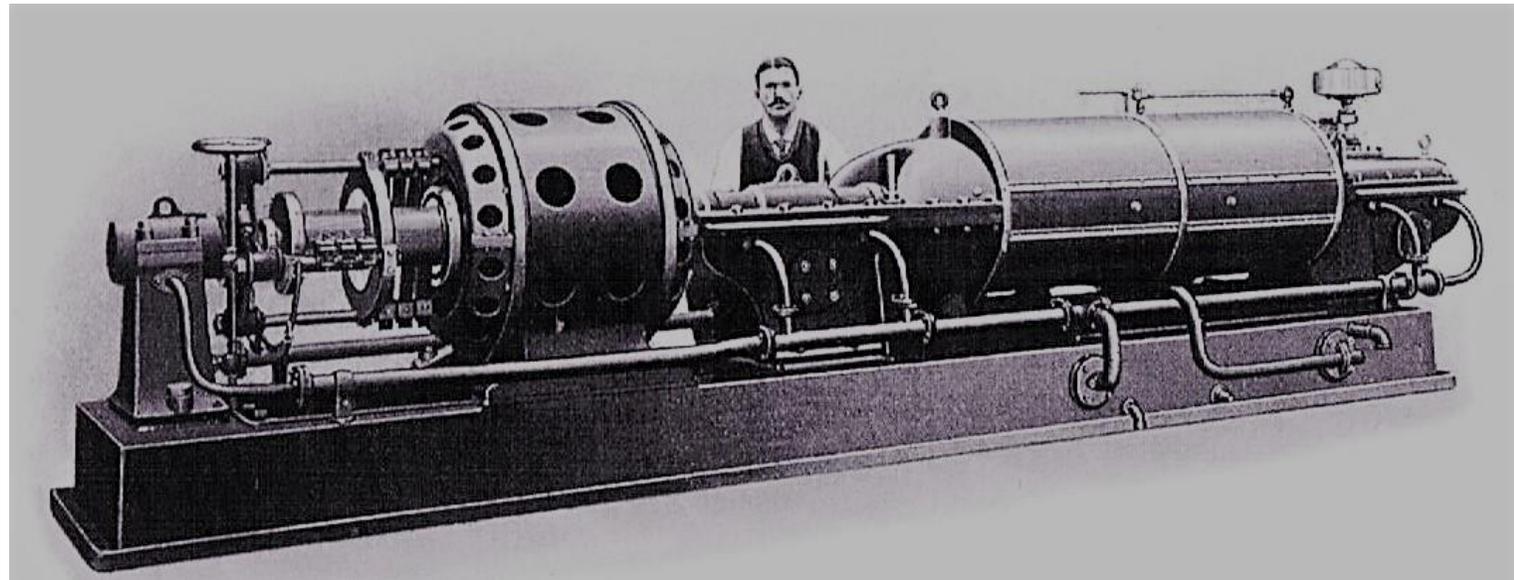
- 1898: Brown erfindet den „rotierenden Feldmagneten“ zur Wechselstromerzeugung
- 1901: Konstruktion des dazu passenden zweipoligen, schnelllaufenden Turbogenerators („BBC-Hausgenerator“: zylindrischer Läufer mit Längsnuten zur Aufnahme der Erregerwicklungsstäbe; Stator mit Induktionswicklungen und Blechpaketen)



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

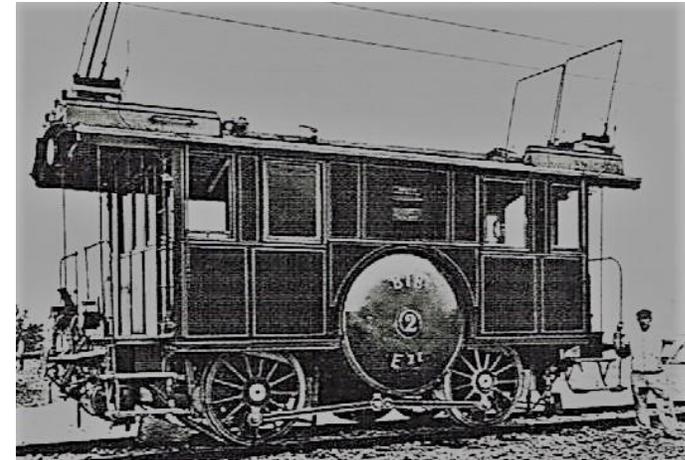
2. Entwicklungsstrukturen im Konzern (2)

- 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]

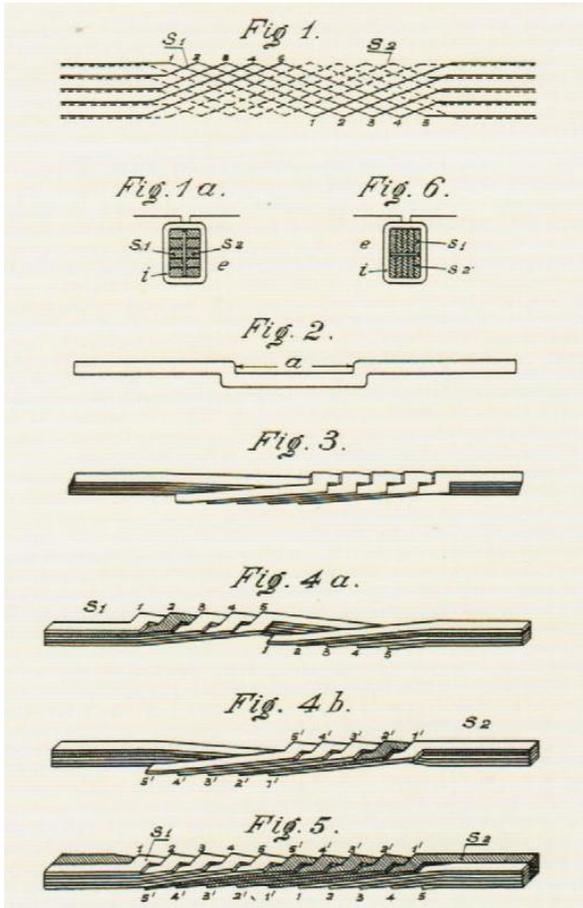
3.1. Schienenfahrzeuge (2)

- 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

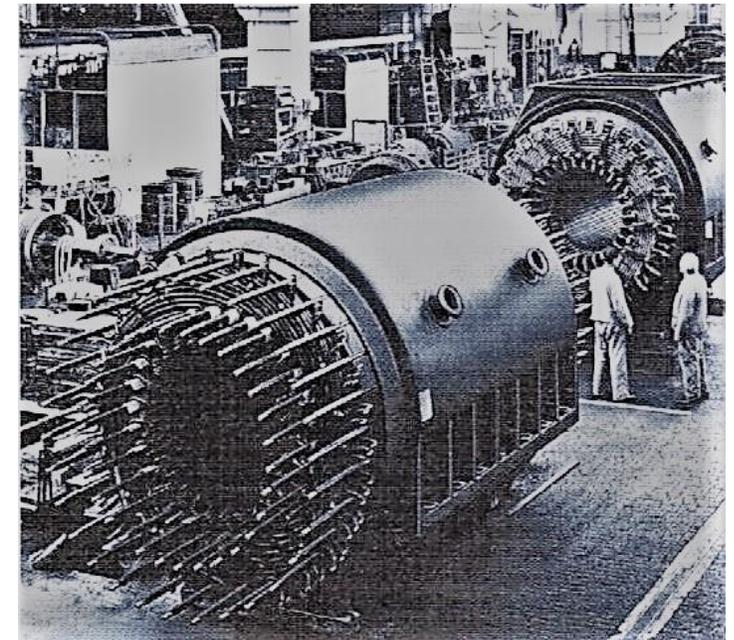


3.2. Elektrische Generatoren (2)

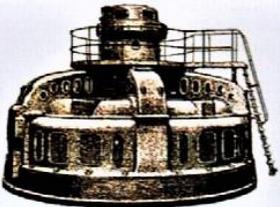
- **1914:** weltweit größter Turbogenerator (29 MW) für das KW Elverlingsen

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	143 705 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

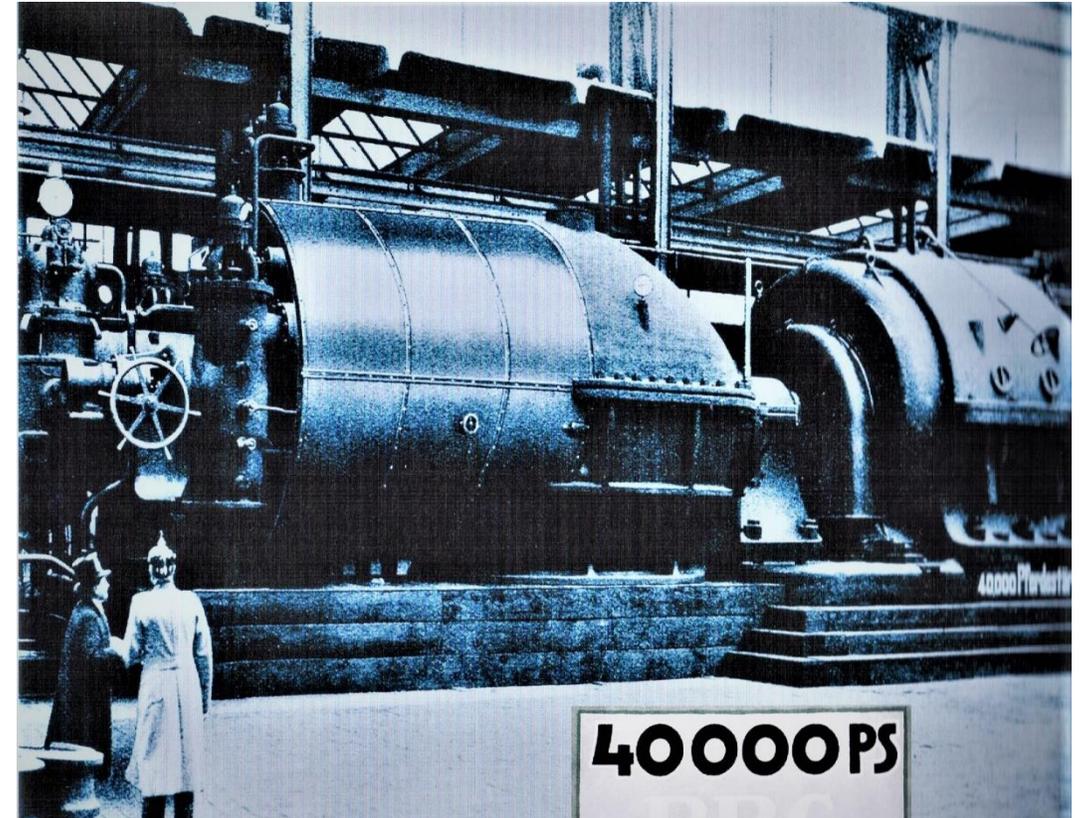
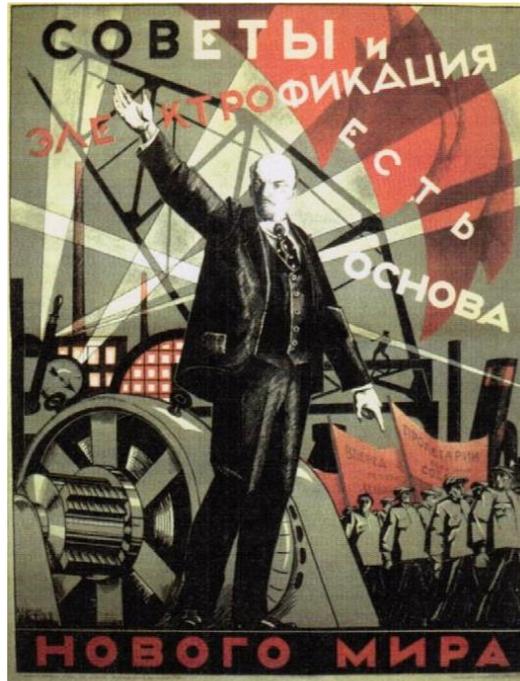
5 Generatoren je 17 000 kVA	zus. 85 000 kVA
3 Generatoren je 18 000 kVA	zus. 54 000 kVA
	zus. 139 000 kVA

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

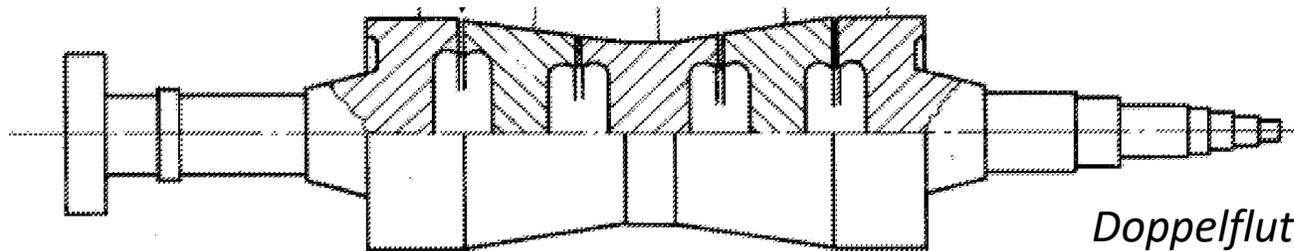
1920: Plakat zum Leninschen GOELRO-Plan [1]



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)

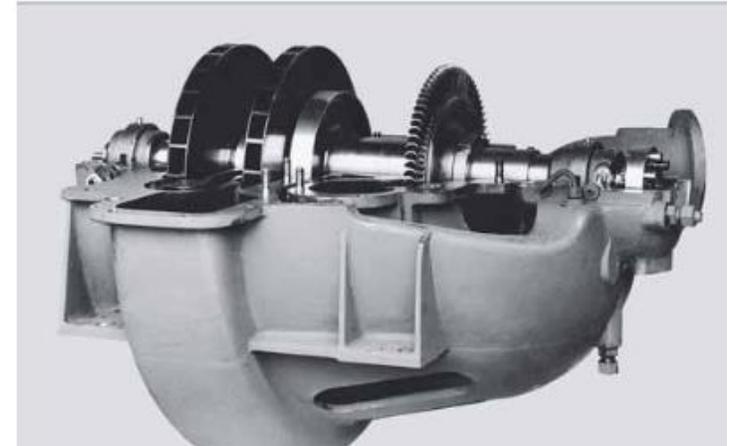
3.3. Dampfturbinen (3)



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



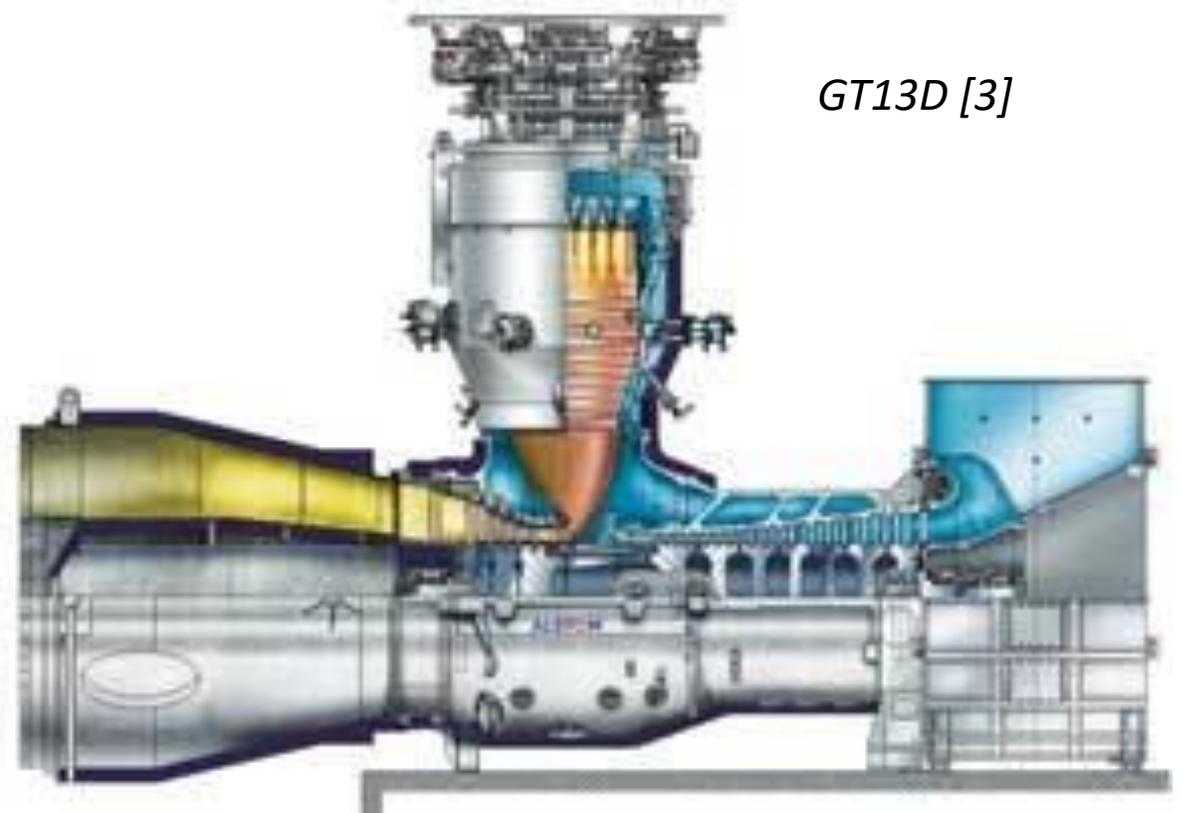
Weltweit erster Turbolader für große Dieselmotoren (1924), [2]



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

3.5. Gasturbinen (1)

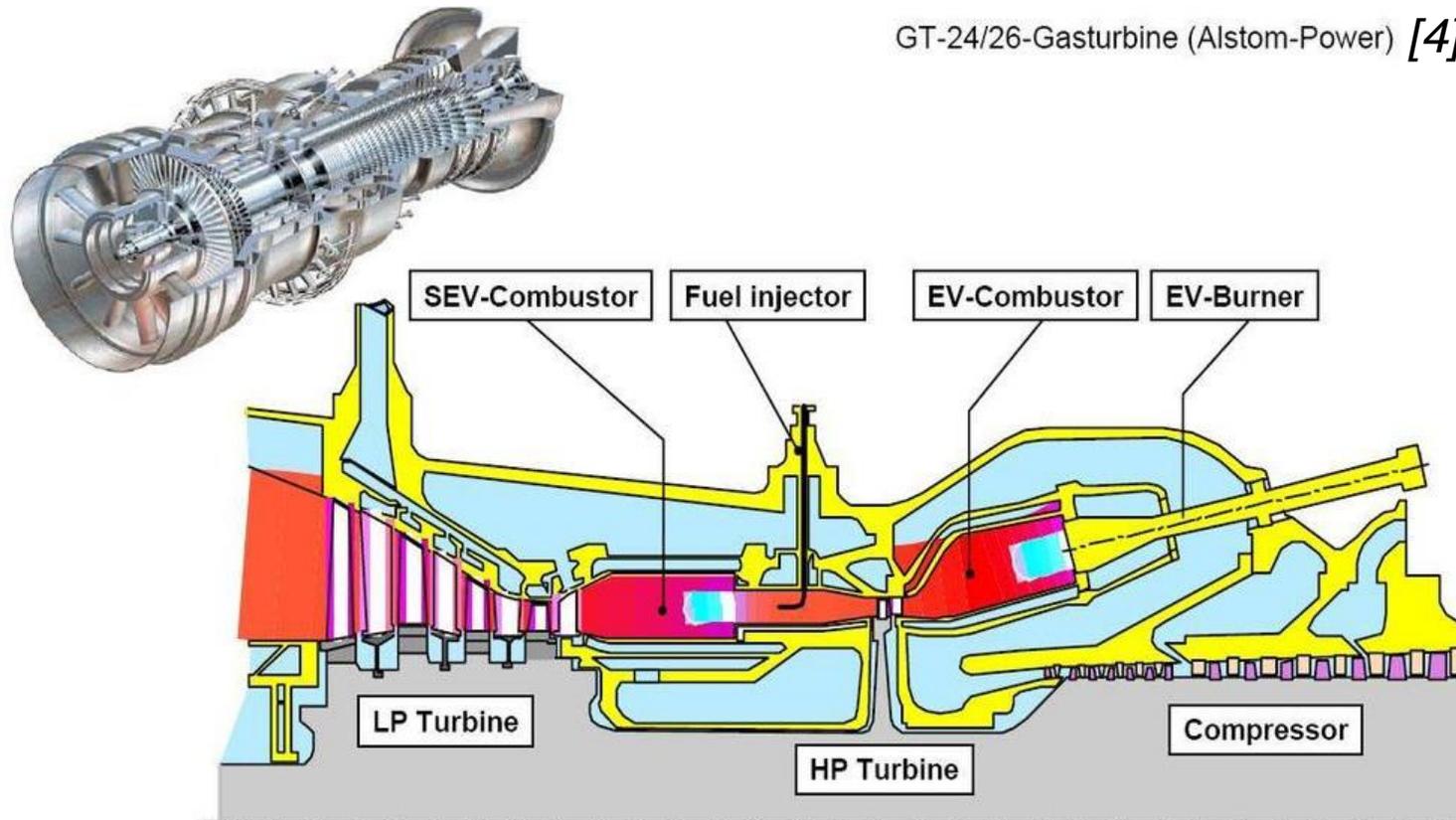
- 1939: erste Verbrennungsgasturbine der Welt zur Stromerzeugung (4 MW)
- 1986: weltweit größte Gasturbine (GT13D, mit 33 % Wirkungsgrad, 140 MW, KW Hemweg 7)
- 1989: Weltrekord mit GT13E im Kombibetrieb: 52% Wirkungsgrad im KW Pegus 12



→ 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)

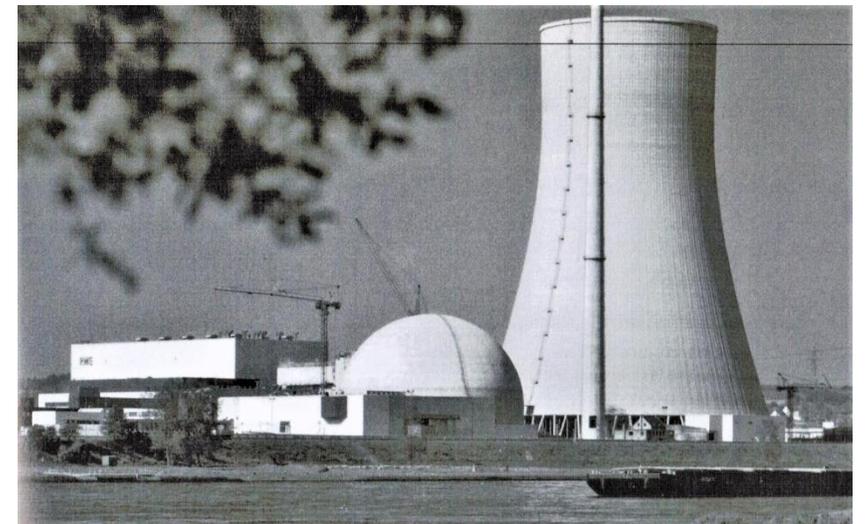
- „Kinderkrankheiten“:
 - Garantierte Maschinenwerte (v.a. Wirkungsgrad und Leistung) wurden zunächst nicht erreicht (u.a. wg. falscher Schaufelauslegung)
 - Flugzunder verstopft Schaufelkühlbohrungen → örtliche Überhitzungen
 - Unzulässige Verformungen von Bauteilen infolge versuchsmäßig ungenügend 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 SF₆-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