

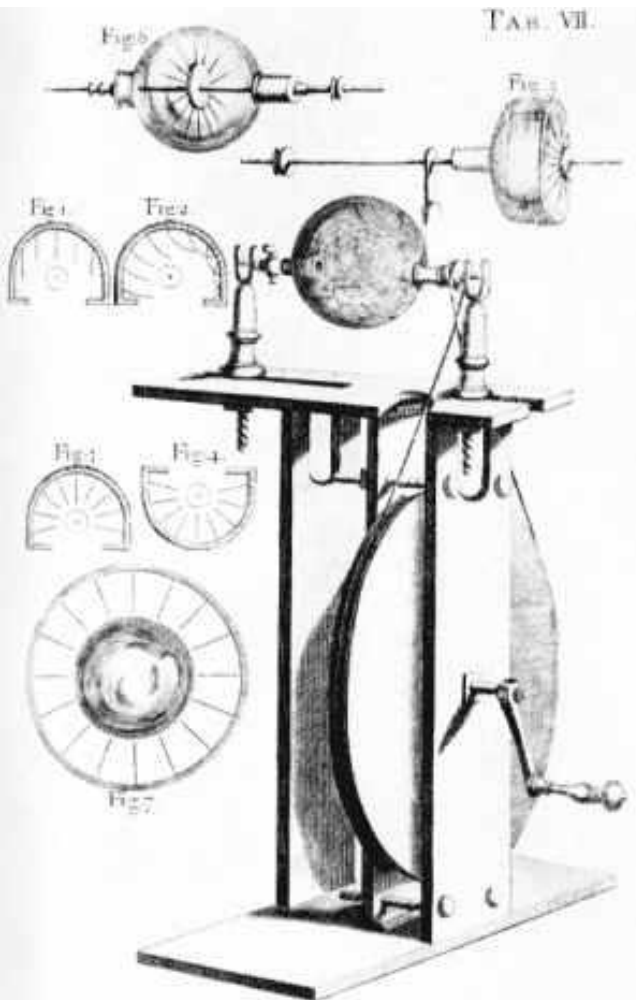
Das Verhältnis von Technikwissenschaften und Naturwissenschaften am Beispiel der historischen Herausbildung der Disziplin Elektrotechnik

Prof. Dr. Peter Röben, PH Heidelberg
roeben@ph-heidelberg.de

Warum der Gang in die Geschichte?

- Entstehung der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik als Abnabelung von der Naturwissenschaft Physik
- Mit Einrichtung des ersten Lehrstuhls für Elektrotechnik 1882 in Darmstadt war der Grundstein für eine eigenständige Disziplin gelegt
- Dieser Prozess ist gut untersucht (W. König: Technikwissenschaften. GfB-Verlag Fakultas, Chur 1995)
- Merkmale eines eigenständigen Wissensbereichs der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik auf Grundlage der Definition technischen Wissens von Ropohl
- Basis auch für technische Kompetenz

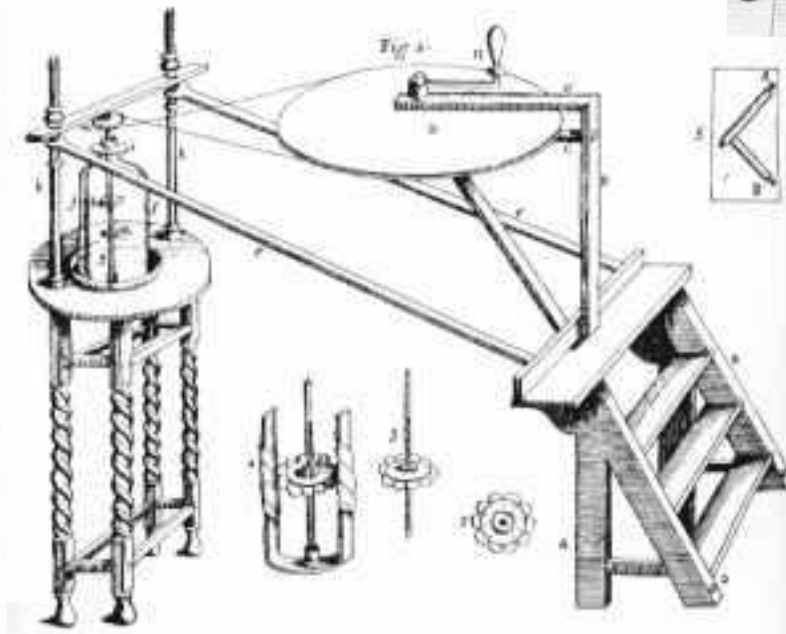
Entstehung der Elektrophysik im 18 Jahrhundert



Hauksbees Glaskugel
Elektrisiermaschine, um 1707



Der "elektrische
Kuss", um 1740



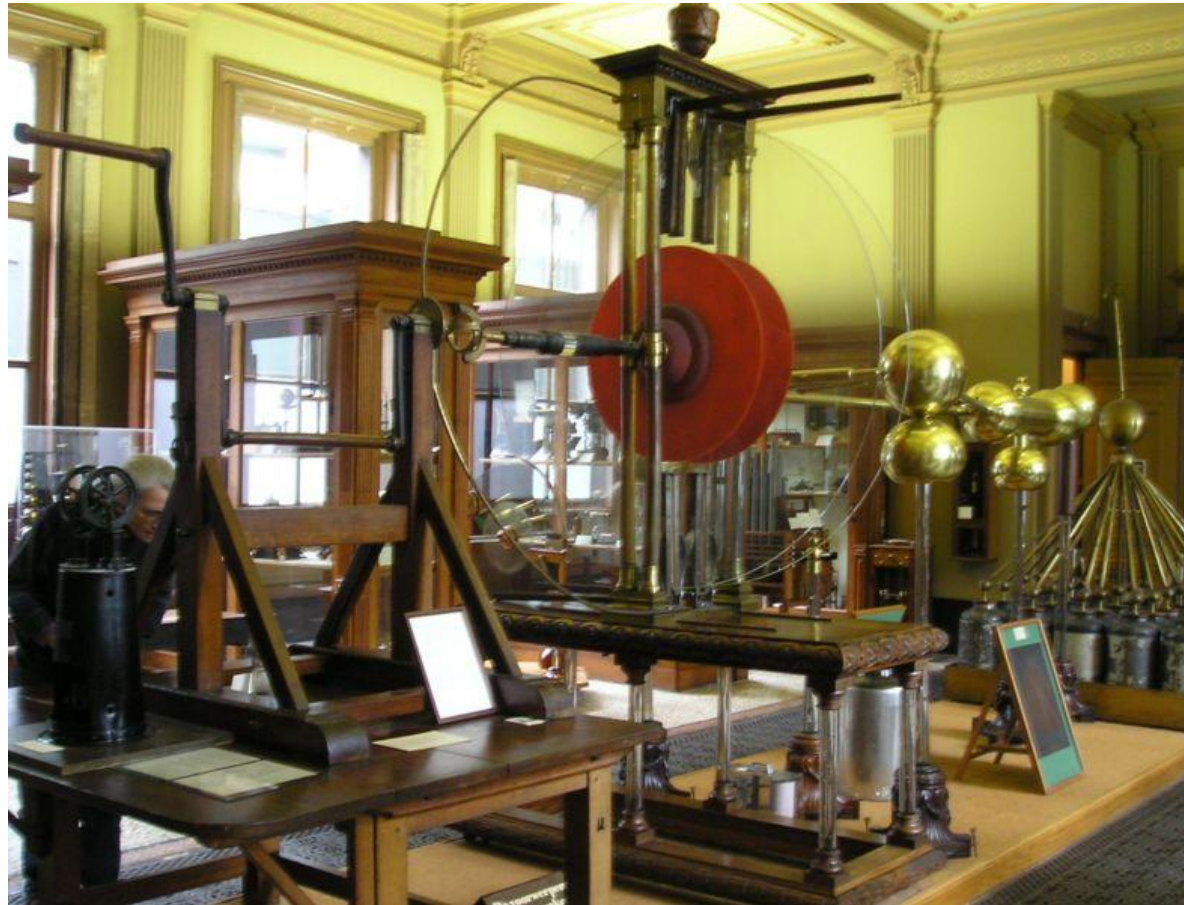
Hauksbees Bernstein
Rotor, um 1707

<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrisiermaschine>

Entwicklung der Elektrisiermaschinen

1755 Martin de Planta
verwendet
Glasscheiben statt
Kugeln. Bessere
Reibung.

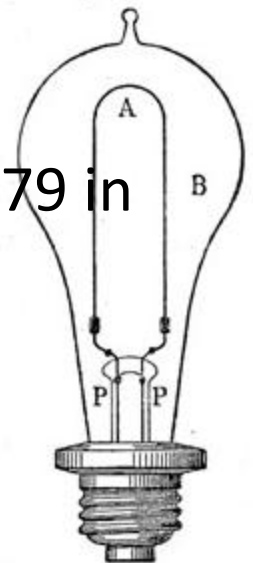
Elektrostatischer
Scheibengenerator im
Teylers Museum,
Niederlande



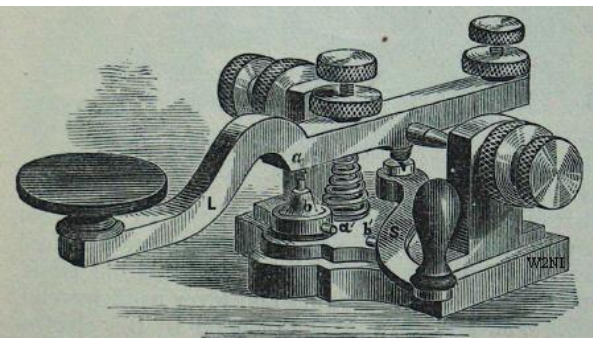
Wikipedia: Elektrisiermaschine

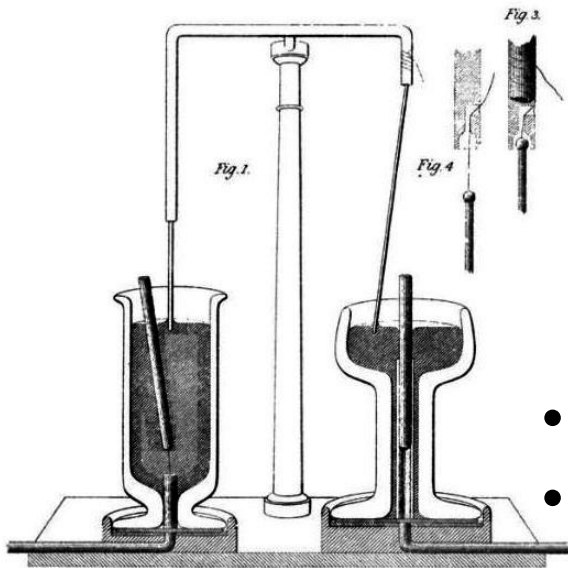
Die ersten technischen Artefakte

- Elektrischer Telegraf (Morse 1844 Baltimore-Washington)
- Galvanisierungstechnik (1831 Elkington, Birmingham)
- Lichttechnik (Kohlefadenglühlampe von Edison 1879)
- Erstes Kraftwerk in New York 1882
- Erstes Gebäude in Europa mit elektrischem Licht: Mahen Theater in Brünn (1882)
- Cafe Bauer, Berlin, war erstes elektrisch beleuchtete Gebäude in Deutschland
- Erste Telefonzentrale der Edison Telephon Company 1879 in New Haven

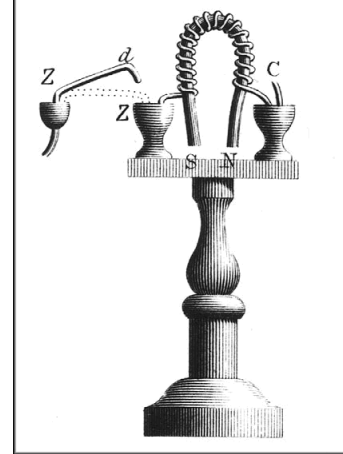


Edisons Glüh-
lampe.





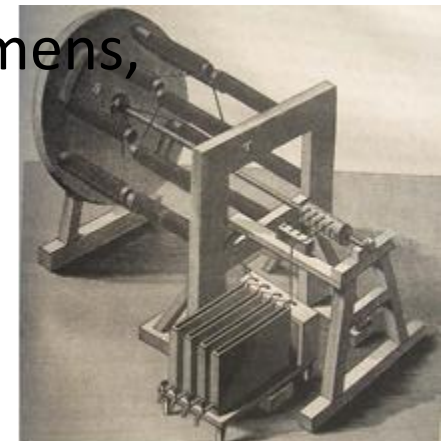
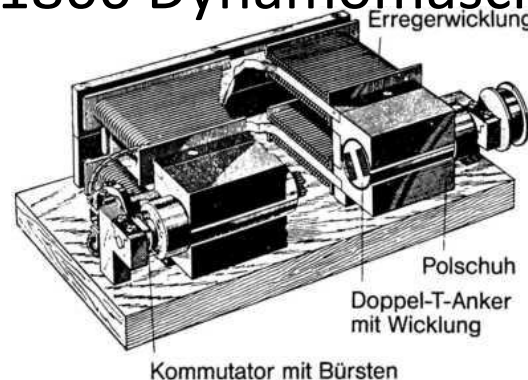
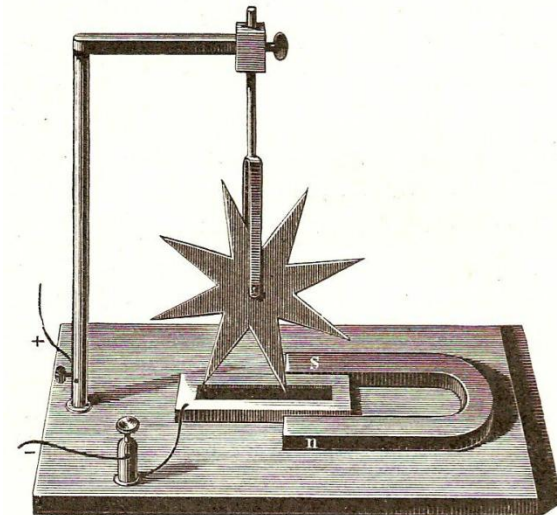
Der Elektromotor



- 1820 Oerstedt
- 1821 Faraday elektromagnetische Rotation
- 1822 Barow-Rad
- 1824 Elektromagnet (Sturgeon)
- 1834 erster praxistauglicher Elektromotor von Hermann Jacobi

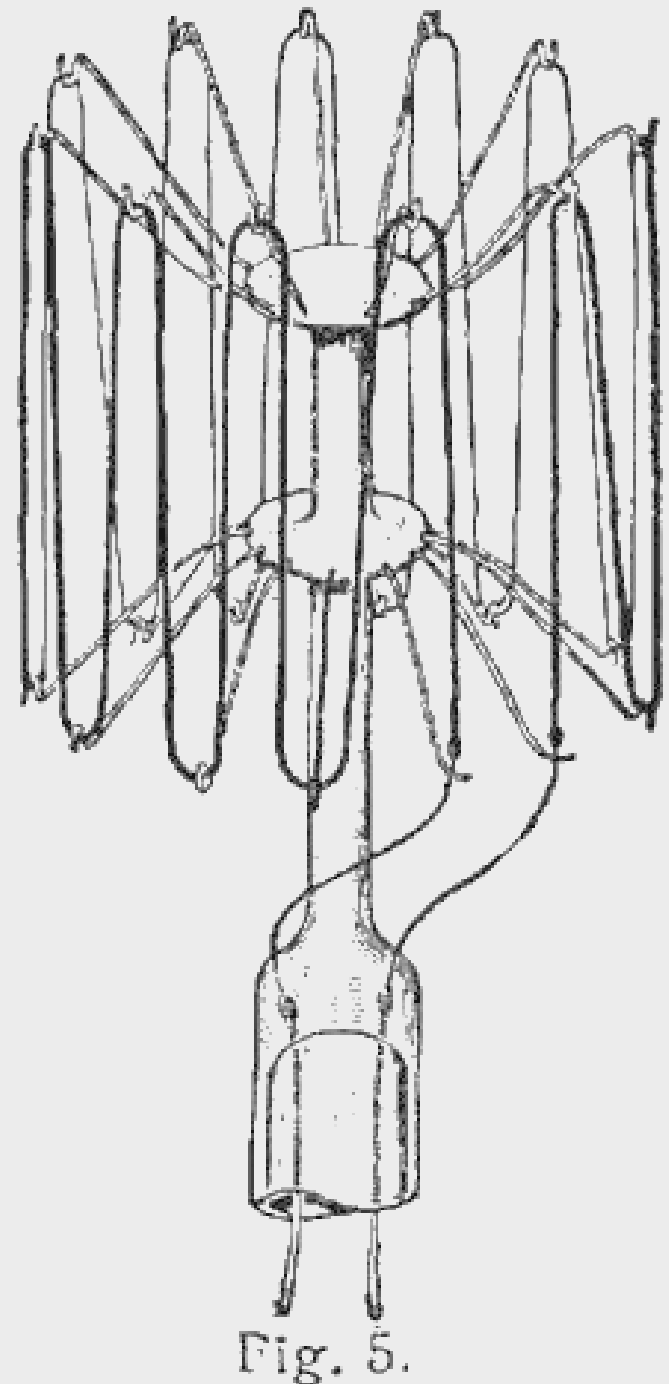
1838 Antrieb eines Boots in Petersburg mit 220 Watt-Elektromotor

1866 Dynamomaschine von Siemens,



Die Situation bis ca. 1880

- Erstaunlicher Umfang elektrotechnischer Artefakte
- Beginn der elektrischen Beleuchtung und damit der elektrischen Energieversorgung (1882)
- Erste Internationale Elektrizitätsausstellung Paris 1881, zweite 1882 in München
- Elektrische Telegrafie weit entwickelt, interkontinentale Kommunikation, erste Welle der Globalisierung
- Beginn des Telefonnetzes
 - **ABER: Keine universitäre Disziplin Elektrotechnik**



Verhältnis Elektrophysik und Elektrotechnik um 1880



„Hatte für die Einführung der Telegraphie noch ein physikalisches Grundwissen ausgereicht, so wurde mit dem Beginn der Elektrifizierung um 1880 die umfassende elektrophysikalische Fundierung des Elektromaschinenbaus unumgänglich. Sie bildete eine unverzichtbare Komponente für die Herausbildung der Starkstromelektrotechnik als Technikwissenschaft.“ Schreier: Geschichte der Physik, 1991

Der Wandel in den achtziger Jahren

- Bis 1860er Jahre war Siemens&Halske das dominierende elektrotechnische Unternehmen
- Mitte der 1870er Jahre 90% des Umsatzes technische Produkte für Schwachstrom
- Mitte 1890er Jahre 10% Schwachstrom und 90% Starkstrom
- Wesentliche Ursache: elektrische Beleuchtung

Ursache des Wandels

- Science based industrie?
- Um 1880 gab es keine entscheidenden Durchbrüche bei der Erklärung elektrischer Maschinen
- Konstruktion elektrischer Maschinen nicht auf Basis der elektrischen Theorie
- Bedarf an elektrotechnisch ausgebildeten Arbeitskräften in der Gesellschaft: Ausbildung bis Jahrhundertwende wichtigste Aufgabe der Hochschulen
- Neben Produktion elektrischer Artefakte wird wichtig: Anlagen, Maschinen und Einrichtung müssen projektiert, installiert, betrieben und überwacht werden
- Voraussetzung für Technikwissenschaft: es existiert bereits eine Praxis der Herstellung elektrotechnischer Artefakte

Sicht der Physik auf Elektrotechnik

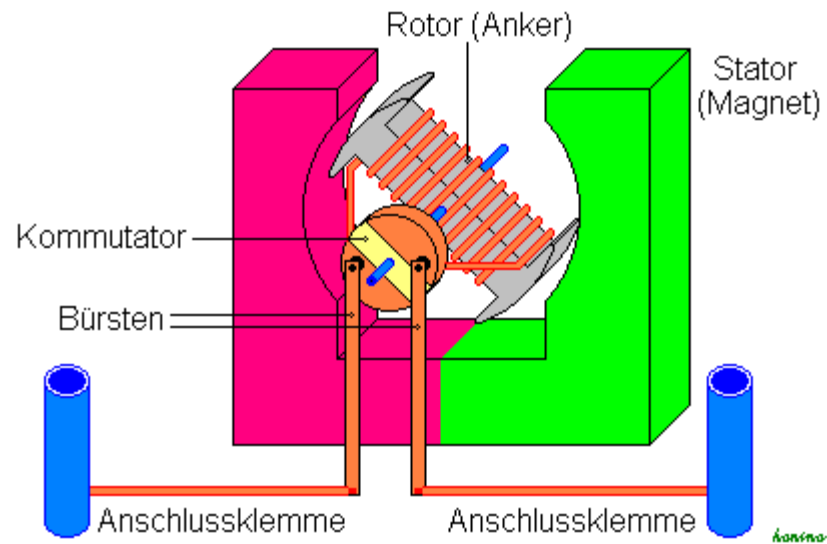
Gutachter Adolf Wüllner, 1882:

„Die electrischen Maschinen sind samt und sonders Specialfälle der magnetischen Induction; nach den Gesetzen der Induction muß in jedem Falle die Wickelung der Trommeln oder Ringe und der Magnete bestimmt werden, um die erforderlichen elektromagnetischen Kräfte zu erhalten...

Das speciell maschinentechnische an den Maschinen ist der Natur der Maschinen nach von der denkbar einfachsten Art; es handelt sich immer um die rotierende Bewegung eines Ankers, der Trommel oder des Rings...“(zitiert nach König 1995, S. 106)

Ignoranz gegen Fragen der Dimensionierung, Festigkeit, Lagerung, Schmierung, Wärmeverluste, Anfahrverhalten, Verhalten bei wechselnden Belastungen, Regelbarkeit

Alte Sicht?



Verwissenschaftlichung der Elektrotechnik

- Analyse technischen Wissens in den Kategorien: technisches Können, technisches Regelwissen und technikwissenschaftliches Gesetzeswissen (Bezug auf Ropohl)
- Innovation kann aus allen drei Bereichen erwachsen
- Verwissenschaftlichung: wenn antizipative Theorie im Erfindungs- und Entwicklungsprozess dominiert
- Vorausberechnung der Eigenschaften technischer Produkte auf der Basis technischer Modelle

Beispiele für Probleme bei Entwicklung des Elektromotors

- Welche geometrische Form soll der Anker haben?
- In 1870er Jahren wurden entwickelt: Ringanker, Flachringanker, Tromm

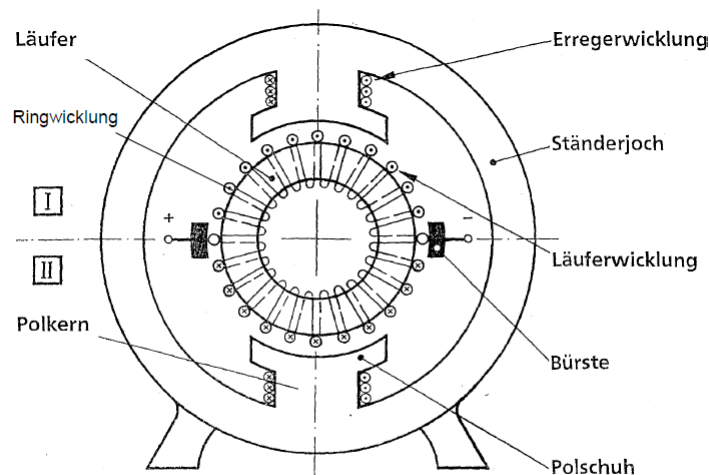
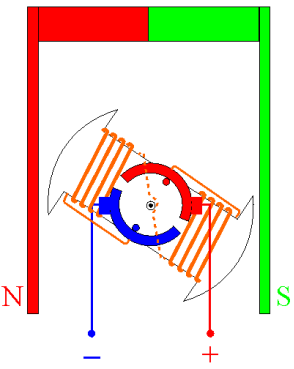


Bild 1 Prinzipieller Aufbau einer Gleichstrommaschine

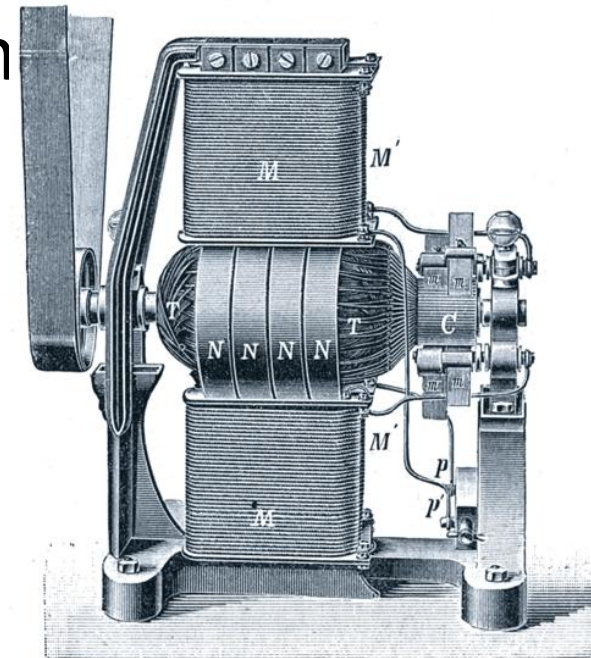


Fig. 389

Siemens-Hewner-Altenedische Dynamomaschine

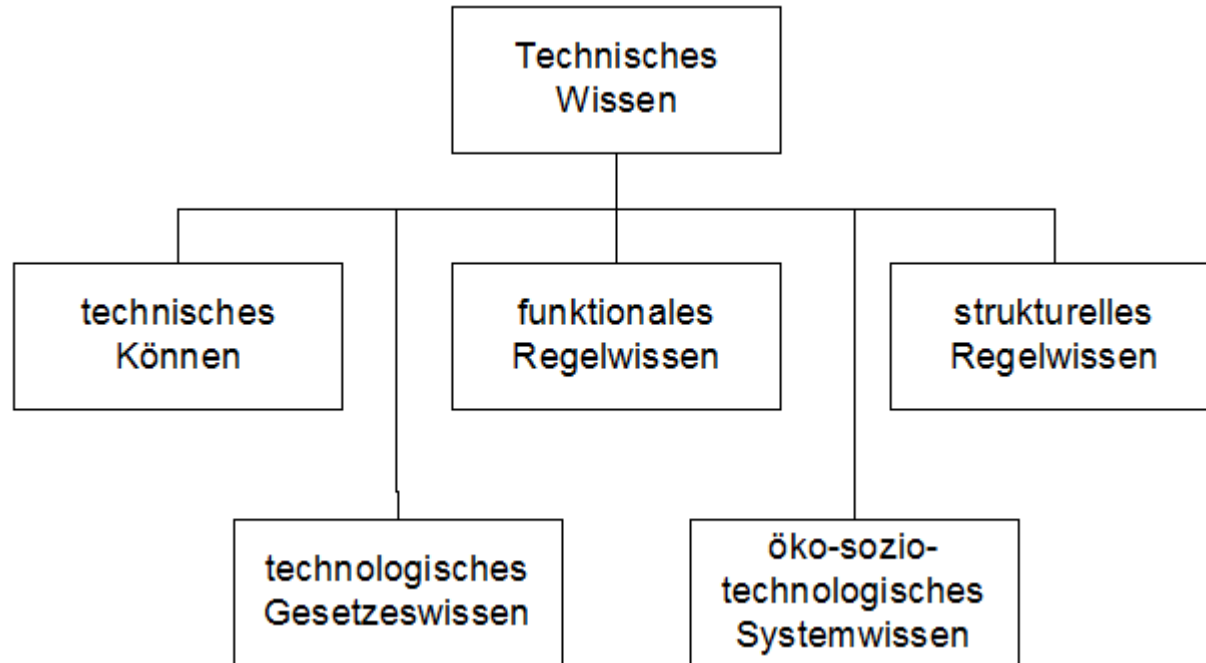
Lösung des Problems

- Erfahrung in den Werkstätten und Laboren der Elektroindustrie
- Die bis 1887 in Lehrbüchern beschriebenen Wicklungsschemata vollzogen praktisch bewährte und empirisch entwickelte Lösungen nach
- Erst 1891 Arnolds allgemeine Theorie der Ankerwicklung

Didaktische Reflexion

- Das Beweisziel von König war der Aufweis der Eigenständigkeit der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik gegenüber Physik und Maschinenbau
- Seine Hypothese ist: industry based science als Gegenentwurf zur science bases industry
- In der Beweisführung greift er auf die Bestimmung des technischen Wissens von Ropohl zurück

Formen technischen Wissens



- Ropohl 1999, S.210

Didaktische Relevanz

- Technisches Können als eigenständiger Wissensbereich: implizites und explizites Wissen
- Ausschließliche Dominanz des technologischen Gesetzeswissen im Innovationsprozess wird bestritten
- Technisches Können erwächst aus Erfahrungen im Umgang mit technischen Artefakten
- Hohe Bedeutung für technische Kompetenz

Unterrichtliche Anwendung

- Gängige Lehrmittel führen das Prinzip vor
- Keine Auswertung von Erfahrungen während des Zusammenbaus
- Bisherige Veröffentlichungen zum Elektromotor in TU legen Schwerpunkt auf Bau eines Motors
- Handlungsorientiertes Modell des Elektromotors (Examensarbeit Harald Hupp)
- Projekt in Planung

