

Herbert Hübner

Das Verhältnis von Theoretischem und Empirischem am Beispiel der Elektrotechnik

Wenn Theorie Eingang beim Praktiker finden will, sollte sie einfach und fassbar dargestellt werden, wie mit dem trivialen Vergleich des Öffnens einer Büchse durch Mathematiker, Physiker, Philosophen und Ingenieur versucht wurde zu zeigen. Aus der Sicht eines immer praktisch tätigen Ingenieurs möchte ich daher auch zu diesem Thema sprechen.

Die Elektrizität/Elektrotechnik kann besonders gut als Beispiel für das Verhältnis Theorie und Empirie herangezogen werden, weil sie den Menschen in allen Situationen seines Lebens in irgendeiner Form umgibt, und das naturgemäß auch schon zu Zeiten, wo noch keine Deutung oder Erklärung möglich war. Aber schon 1600 wurde durch William Gilbert der Nachweis einer Erscheinung geführt, die er dann als Elektrizität bezeichnete.

Man entdeckte den Unterhaltungswert elektrischer Erscheinungen und gewann so empirisch Erkenntnisse über Formen, jedoch ohne Erklärung der Ursache.

Mit der Voltaschen Säule stand 1799 erstmals eine definierte Spannungsquelle zur Verfügung, die systematisches Experimentieren erlaubte. Nach dem experimentellen Nachweis des Zusammenhanges von Magnetismus und Elektrizität und der Entdeckung einer Prinziplösung für einen Generator begann eine stürmische Entwicklung. Die gewinnbaren Erkenntnisse wurden sehr schnell in technisch/industriell nutzbare Lösungen überführt.

Es bleibt auch heute noch erstaunlich, dass zwischen der Voltaschen Säule und den uns jetzt zur Verfügung stehenden Anwendungen der Elektrotechnik nur 200 Jahre vergangen sind.

Sicher auch dadurch bedingt können heute die meisten Menschen die Elektrotechnik nur noch nutzen, aber nicht mehr verstehen (vgl. Abb. 1)!

Das heißt aber auch, dass die empirische Nutzung überwiegt, während der theoretische Gehalt der Allgemeinheit eher immer weniger zugänglich ist (Beispiele sind Geräte allgemein mit Gebrauchsanweisungen für Hausfrauen,

Computer usw.). Das halte ich für einen wichtigen Aspekt bei der Beurteilung des Verhältnisses Theorie und Empirie in der Elektrotechnik und das ist übrigens auch ein weites Feld für Werbephilosophien jeder Art.

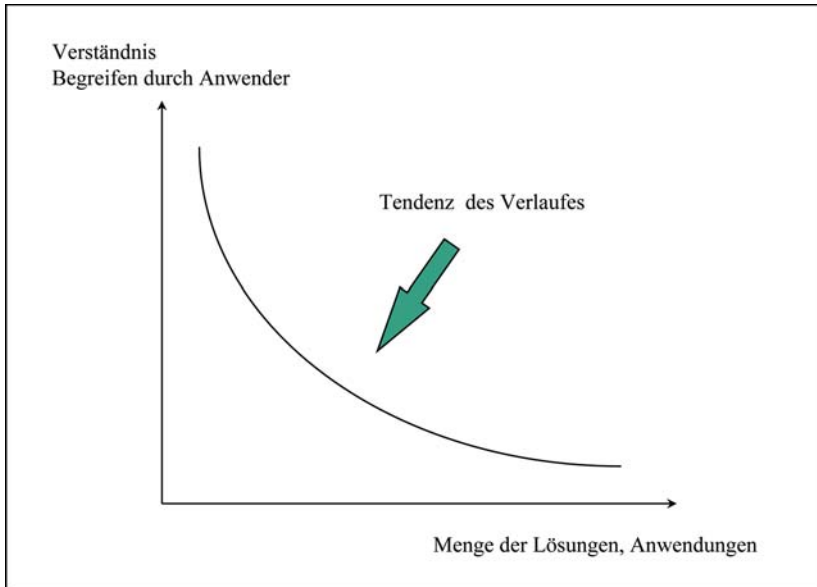


Abb. 1: Beziehung zwischen Nutzung und Verständnis von Technik

Aber nochmals zurück zur Entwicklung. Mit dem 1. Coulombschen Gesetz 1785 („Die zwischen zwei punktförmigen Ladungen wirkende Kraft ist dem Betrage jeder der beiden Ladungen proportional, dem Quadrat ihrer Abstände umgekehrt proportional“) wurde eine theoretische Erklärung gefunden, die später mehrfach bewiesen wurde.

Auch die Leitung oder Nichtleitung des elektrischen Stromes (Otto von Guericke, Stephan Gray 1729) wurde als Erfahrungstatsache erkannt und konnte erst viel später auch theoretisch begründet werden. Es konnte festgestellt werden, dass der gesamte Inhalt der Elektrizitätslehre aus dem Elektrodynamischen Elementargesetz und aus dem 1. Coulombschen Gesetz abgeleitet werden konnte. Und wörtlich: „Vor der Tatsache, dass es möglich ist, das ungeheure Gebiet der elektrodynamischen Erscheinungen mit zwei so einfachen Gesetzen einzufangen, dürfen wir einen Augenblick mit Bewunderung verweilen“ (Westphal 1953, S. 450). Die hier herausgestellte einfache Form ist besonders wichtig!

Es ist sicher auch von Bedeutung, dass mit der Entwicklung der EDV Hilfsmittel entstehen konnten, die Voraussetzung zur theoretischen Durchdringung in allen Wissenschaftszweigen waren, eben auch in der Elektrotechnik selbst. Trotzdem bleibt aber: Auch in der Neuzeit ist das empirische Herangehen an viele Probleme noch ein bestimmender Lösungsweg.

Beispiele dafür sind:

- „die Spannung ist schlau“ – Zitat aus der Vorlesung von Professor Fritz Obenaus, TH Dresden;
- die Bewegung eines Lichtbogenfußpunktes ist experimentell darstellbar, aber nicht berechenbar;
- die Praxis der Prüfung elektrischer Geräte wie Kabel u. ä.;
- die Bestimmung der Kurzschlussbeanspruchung elektrischer Anlagen.

Eine Tendenz aus den sechziger Jahren: viele altgediente, praxiserfahrene Ingenieure wollten keine Theorie nutzen (ein Beispiel ist das eigene Erleben der Kabelprüfung in BUNA: Der Erfahrung wurde mehr vertraut als dem Ziel und Ergebnis der Prüfung). Man lernte aus bewährten Konstruktionen, aus den Erfahrungen damit, ohne dass man sich immer über die wissenschaftlichen Grundlagen erfolgreicher Konstruktionen im Klaren war. Probieren oder, systematischer, mit Versuchsreihen Ergebnisse zu verbessern, ist auch heute noch oft der Lösungsweg bei Problemen. Wolfgang König führt ein sehr schönes Beispiel bei der Entwicklung des Asynchronmotors an (vgl. König 1995, S. 313ff.).

Trotzdem ist nicht zu verkennen, dass die Tendenz von der Empirie zur Theorie bzw. vom technischen Regelwissen zum wissenschaftlich belegten Gesetzeswissen zunehmend ist, aber noch viele weiße Flecken zu finden sind. Dazu ein Beispiel aus der jüngeren Vergangenheit: Für die Technologie der energetischen Elektrotechnik existiert keine geschlossene Darstellung (vgl. Tzscheuschler 1981). Und das hat sich bis heute nicht geändert. Die Herausbildung einer eigenständigen Struktur der energetischen Elektrotechnik ist aber in mehrfacher Hinsicht bedeutungsvoll als

- Ansatzpunkt für gezielte Forschung;
- bessere Wissensvermittlung an Studierende;
- Aufwertung der bisher nicht explizit behandelten Gebiete der Technologien der Starkstromtechnik.

Es wurde von Tzscheuschler eine Struktur in Form einer allgemeinen und einer speziellen Matrix vorgeschlagen (vgl. Abb. 2; die Zeilen sind für die allgemein gültigen technologischen Grundverfahren, die Spalten sind für spezielle Fertigungsprozesse).

Technolog. Grund- verfahren		Spezielle Technologie				
		Technolog. Prozeß	Technologischer Prozeß zur Herstellung von			
			Motoren	Transformatoren	Schalter	Schaltanlagen
		Physikal. Funktion	Energie wandeln	Strom/Spanng. wandeln	Strom/Potent. trennen	Strom/Potent. trennen
Stromleiter	Strom leiten	Wicklung Ableitung	Wicklung Ableitung	Schaltstrecke Stromschiene	Schaltstrecke Stromschiene	
Isolierung	Strom nicht leiten	Drahtisolation Nutisolation	Drahtisolation Hauptisolation	Hauptisolation Schaltstrecke	Stützer Gehäuse	
Magnetkreis	Magnetfluß leiten	Magnetkern Polkerne	Magnetkern Shunt	(Magnetkern)		
Kühlkreis	Wärme leiten	Lüfter Radiatoren	Lüfter Radiatoren			
Mechanische Bauteile	Kräfte leiten	Gehäuse Welle	Kessel Verspannung	Gehäuse Mechanik	Gehäuse	

Abb. 2: Struktur der Technologie der energetischen Elektrotechnik

Damit stehen nach Auffassung des Autors alle elektrotypischen Fertigungsverfahren vergleichend nebeneinander und sind auf die jeweilige funktionelle Baugruppe ausgerichtet. Die Herausarbeitung allgemeingültiger Gesetzmäßigkeiten verlangt aber die vollständige Erfassung aller Elemente der Matrix und die systematische Analyse jedes dieser Elemente. Jedes Element ist in sich nach einer bestimmten Ordnung systematisierbar. Aus dem Vergleich der gefundenen Ergebnisse (z. B. mit den Mitteln der heutigen EDV) sind dann das allgemeingültige technologische Verfahren und das Spezielle der technologischen Prozesse ableitbar. Diese Anregung führte auch zu einer Vorlesung über die Technologie des Elektromaschinenbaues an der TU Dresden, wurde aber leider damals von vielen Fachkollegen noch nicht verstanden und nach 1990 nicht fortgesetzt. Ich habe übrigens nach einer vergleichbaren Lehrveranstaltung in einem aktuellen Vorlesungsverzeichnis gesucht, ohne fündig zu werden!

M. E. stehen auch heute noch Empirie und Theorie in der praktischen Elektrotechnik in einem Missverhältnis und bieten Raum für viele Vorschläge und Arbeiten, aber nicht als Selbstzweck. Die Bodenhaftung muss erhalten bleiben.

Literatur

- König, W. (1995): Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914. Chur
- Tzschentschler, R. (1981): Zur Struktur der energetischen Elektrotechnik. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, Heft 2–3, S. 157–160
- Westphal, W. (1953): Physik. Ein Lehrbuch. Berlin u. a.