

Die Bedeutung des Systemmodells der Kausalketten in einer Innovationsorientierten Ingenieurausbildung

Stefan Bartzer

Universität Politehnica Timisoara, Fakultät Elektrisch Ingenieurwesen
Pta Victoriei nr. 2, 1900 Timisoara, Rumänien

Das Ziel mehrerer Forschungsarbeiten des Autors war die Bereicherung des Paradigma der Innovation (PI) mit neuen Methoden zur wirkungsvolleren Enthüllung/Auffindung, Formulierung und Lösung technischer Probleme. Diese Methoden beruhen überwiegend auf neuen Modalitäten des kreativen Denkens und Handelns. Die transdisziplinäre Systemanalyse, angewandt auf das Objekt (OTK), den Prozeß und die Hilfsmittel der technischen Kreation und assistiert von entsprechenden Systemmodellen, spielte dabei eine wesentliche Rolle. Als Vertiefung und Weiterentwicklung zum selben Zweck, wird in der gegenwärtigen Studie das Systemmodell der Kausalketten für eine innovationsorientierte Ingenieurausbildung angeboten und analysiert. Es werden Vorteile wie ein leichteres Verstehen und Lösen der technischen und physikalischen Widersprüche und ein vollständigeres Hervorheben aller verbesserungsfähigen Elemente/Aspekte des erforschten OTK angestrebt. Der angebotene Beitrag ist gleichzeitig ein Plädoyer zur Förderung von solchen Aktivitäten in der Ingenieurausbildung, welche die kreativen Fähigkeiten in einer konstruktiven Gruppe anregen und verstärken und die Erkenntnisse über Kreativität und Innovation erweitern und vertiefen. Es wird die Überzeugung vermittelt, daß die Kreativität, wie jede Fähigkeit, entwicklungsfähig ist, und daß durch entsprechende Kreativitätstechniken sich die Anzahl, Originalität und Qualität der Ideen deutlich erhöhen lassen.

*Die Dinge haben einen Anfang und ein Ende.
Wenn du weißt was vorher und nachher
kommt, dann näherst du dich der methode.*

Confucius (551-479 v.Chr.)

ALLGEMEINE ERKENNTNISSE

Die Finalität jeder Forschungs- und Innovationstätigkeit ist die Realisierung eines neuen (oder renovierten) globaloptimierten Produktes von Wert. Um ein solches Produkt zu erhalten (Abbildung 1) ist eine streng koordinierte Teamarbeit und transdisziplinäre, systemorientierte Problemstellung, bzw. Problemlösung absolut notwendig [1].

Zwischen Fortschritt, im allgemeinen, professioneller Kompetenz und der Fähigkeit der Spezialisten ihre Kreativität zu verwerten besteht eine direkte Verbindung. Kreativität, als Quelle aller Innovationen, bedingt Wissen, Erfahrung und Verständnis. Große Leistungen in Wissenschaft, Technik und Technologie basieren auf der Kenntnis

von wirkungsvollen Verfahren, Techniken und Methoden aus dem Bereich der Kreativitätsentfaltung. Diese sind wesentliche Bestandteile im Paradigma der Innovation (PI) und interessieren folglich in gleichem Maße alle Spezialisten (Forscher, Designer, Erfinder,

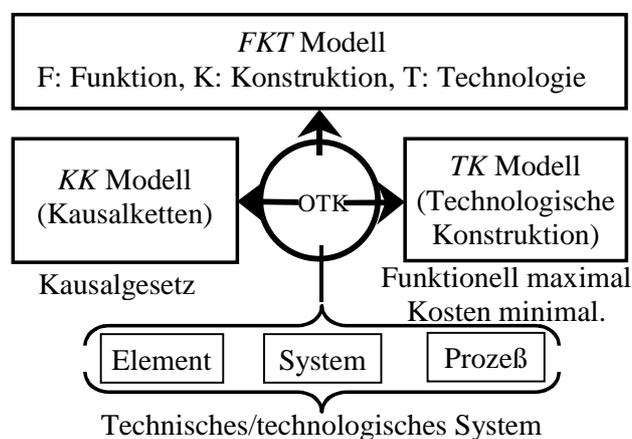


Abbildung 1: Prinzipiell – generelle Systemmodelle des Objekt der Technischen Kreation (OTK).

Hochschullehrer u.a.) [2][3]. Zur Förderung von Wissenschaft, Forschung und Innovation sind darum spezielle Aktivitäten in Schulen, Hochschulen und anderen Institutionen absolut notwendig. Eine Erziehung und Bewußtseinsbildung im Hinblick auf die Entfaltung kreativer Fähigkeiten, bzw. eine ergänzende Ausbildung der Spezialisten zu diesem Zweck, sollte dabei angestrebt werden.

Lernen muß zu einer Verhaltensänderung führen. Dies ist eine Hauptbedingung auch für die moderne Ingenieurausbildung, welche deswegen *überwiegend persönlichkeitsformend* sein muß. Bei der Erfüllung dieser Bedingung spielen die Aneignung und Entwicklung/Vertiefung von wirkungsvollen Modalitäten des kreativen Denkens und Handelns eine bedeutende Rolle [4]. Im wesentlichen sind es jene Denkweisen, Denkprozesse, Methoden und Verfahren, die bei der Problemstellung/Lösung durch die transdisziplinäre Systemanalyse in den Vordergrund getreten sind und mit Hilfe von entsprechenden Systemmodellen (Abbildung 1) synthetisch beschrieben werden konnten [1-5]. Diese erleichtern den Übergang vom intuitiv - empirischen zum rationalen Wissen und unterstützen eine Steigerung der Kreativitätsentfaltung der Spezialisten.

All diese Systemmodelle sind Repräsentativ für den Gesamtprozeß der Forschung und Innovation. Sie erleichtern die Erkenntnisse zu erweitern und zu vertiefen. Deswegen verdienen sie eine besondere Aufmerksamkeit. Die gegenwärtige Studie verfolgt eine solche Finalität.

DAS SYSTEMMODELL DER KAUSALKETTEN

In einer früheren Studie des Autors [4] wurden zwölf fundamentale prozedurale Attribute des wissenschaftlichen, technischen und technologischen hoch produktiven, kreativen Denkens hervorgehoben. Eines dieser Denkattribute ist das Attribut *aufeinanderfolgend*, aus der Gruppe der expliziten Attribute, als Resultat eines komplexen Prozesses des Bewußtwerdens. Dieses Denkattribut ist in direkter Verbindung mit dem Kausalgesetz. Die transdisziplinäre Systemanalyse dieser Verbindung führte zu dem Systemmodell der Kausalketten. Die Anwendung dieses Modells in der Ingenieurausbildung und in der Forschung und Innovation, hat sich als sehr vorteilhaft bewährt.

Im Lichte der transdisziplinären Systemanalyse ist das Objekt der Technischen Kreation (OTK) ein technisches oder technologisches System [1]. Eine wesentliche Feststellung war, daß in der Struktur der OTK-Systeme, sowie auch in der Struktur aller

Natursysteme, verschiedene *Kettenprozesse* des Transfers, der Transmission und/oder der Umwandlung von Energie, Substanz, Bewegung, Kraft/Moment und/oder Information aktiv sind. Eine andere Feststellung war, daß durch eine sorgfältige Untersuchung sich diese Kettenprozesse identifizieren lassen. Daraus wurde offensichtlich, daß die OTK-Systeme auch durch das Prisma des Kausalgesetzes analysiert (erforscht) werden können. Darum wurden die Kettenprozesse im OTK auch als *Kausalketten* bezeichnet (Abbildungen 2 und 3).

Im Rahmen einer transdisziplinären Systemanalyse muß jede Prozeßkette im OTK-System und jeder Ring der jeweiligen Prozeßkette erforscht werden, um die Möglichkeiten hervorzuheben, neue bzw. bessere technische Lösungen zu erfinden. Eine Systemlösung muß zusätzlich folgende Bedingung erfüllen: die den Ringen entsprechenden technischen Einzellösungen müssen mit dem Zweck (der Funktion) der ganzen Kette kompatibel sein und alle zwischen den verschiedenen Ketten existierenden Beziehungen (Interaktionen, Abhängigkeiten, Konditionen) respektieren.

Alle hervorgehobenen Kettenprozesse stellen sich unter verschiedenen Formen dar und sind gewöhnlich kausal vernetzt. Die Ringe dieser Kausalketten entsprechen einem jeweils spezifischen Prozeß und verkörpern gleichzeitig den Effekt einer vorherigen Ursache und die Ursache eines nachherigen Effektes

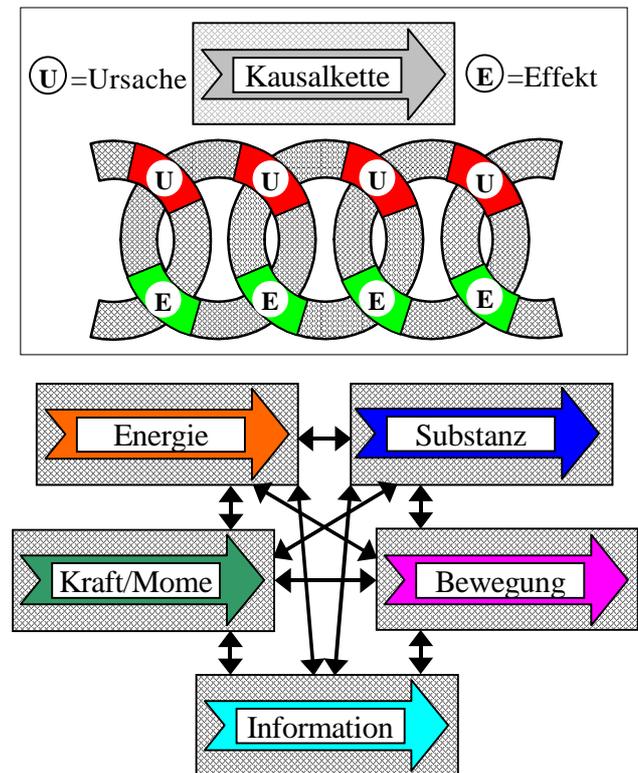


Abbildung 2: Das Systemmodell der Kausalketten.

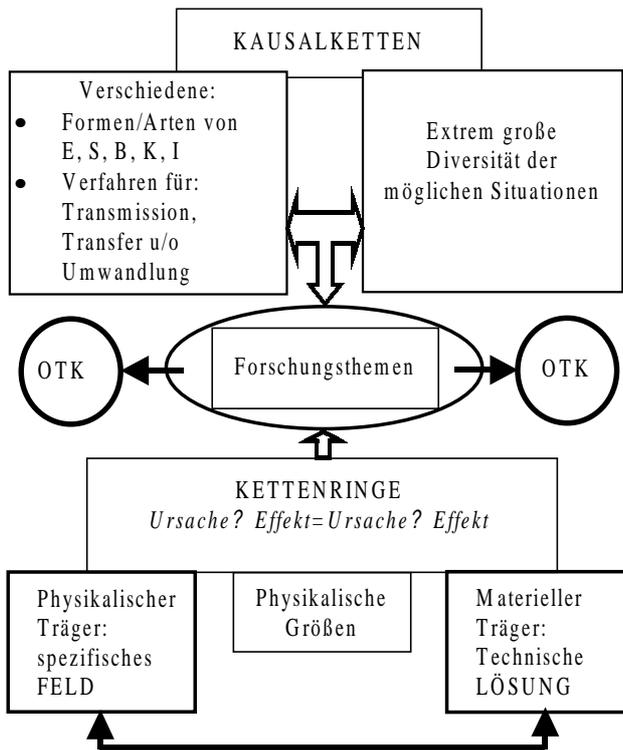


Abbildung 3: Charakterisierung der Kausalketten (Energie, Substanz, Bewegung, Kraft, Information).

in den untersuchten Prozessen des Transfers, der Transmission und/oder der Umwandlung von Energie, Substanz, Bewegung, Kraft/Moment und/oder Information (Abbildung 3).

Die physikalischen Größen welche sich auf die Kausalketten beziehen haben als *physikalischen Träger* je ein spezifisches *Feld*. Der Begriff *Feld* wurde hier im allgemeinsten Sinne des Wortes angenommen. Die Art des Feldes (elektrisch, magnetisch, elektromagnetisch, gravitations- oder andersartig) ist von der Natur der jeweils beschriebenen Erscheinung abhängig. Alle Prozeßbringe vom Typ *Ursache - Effekt*, bzw. *Effekt - Ursache* der Kausalketten haben als *materiellen Träger* je eine spezifische technische Lösung, welche das OTK sein kann.

Im Sinne des Kausalgesetzes ist *aufeinanderfolgend* zu verstehen als der unmittelbare Effekt einer Ursache und als die direkte Ursache eines Effektes. Die Aufmerksamkeit muß sich auf die Kausalketten der beschriebenen Realität (des OTK) konzentrieren. Es muß schrittweise vorgegangen werden, von *nahe zu nahe*. Es sollte nicht ein einziger Ring dieser Kausalketten übersprungen (außer Acht gelassen) werden. Alle verbesserungsfähigen Elemente/Aspekte des OTK können auf diesem Wege leichter identifiziert und hervorgehoben werden. Das Hauptwerkzeug (Instrument) bei diesem Vorgang ist das Kausalgesetz.

VORTEILE DER TRANSDISZIPLINÄREN SYSTEMANALYZE

Die gegenwärtige Studie ist ein Teil der vom Autor durchgeführten transdisziplinären Systemanalyse, bezogen auf das Objekt, den Prozeß und die Hilfsmittel der wissenschaftlichen und technischen Kreation. Grundlagenforschung machte die Synthese mehrerer operativen Systemmodelle möglich. Zu diesen fügt sich auch das Systemmodell der Kausalketten. Alle haben einen generellen Charakter und entsprechen den Prinzipien der transdisziplinären Systemanalyse. Die Vorteile ihrer Anwendung in der Forschung und Innovation, sowie auch in der Ingenieurausbildung, ergeben sich aus folgenden Gesichtspunkten und appellieren unumgänglich an das Attribut *aufeinanderfolgend* aus der Gruppe der expliziten Denkattribute des Bewußtwerdens [4].

Unabhängig von seinem Komplexitätsgrad, hat jedes OTK-System (Abbildung 2) eine oder mehrere Funktionen zu erfüllen [1]. Dazu verwertet es gewisse aktive (physikalische, chemische, biologische, technische) Prinzipien (Effekte), in einer gewissen konstruktiven Struktur, durch gewisse technische Lösungen. Für die wirtschaftliche Herstellung und Anwendung (Verwertung) dieser Lösungen werden gewisse spezifische technologische Verfahren benötigt. In all diesen sechs wesentlichen Untersystemen eines OTK-Systems wirkt das Kausalgesetz in einer gewissen Weise. Sie bilden eine dialektische Einheit und sollten auch als solche erforscht werden. Alle funktionelle, organologische und technologische Aspekte, mit all ihren komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen, sind dabei in Betracht zu ziehen, um folgende Handlungen zu unterstützen:

- Abgrenzung aus einem komplexen System des nur notwendigen und genügenden Teils, welcher effektiv das OTK darstellen soll.
- Identifizierung der notwendigen/möglichen Erneuerungen/Verbesserungen, Aufstellung und Formulierung der Innovationsthemen.
- Erforschung der dialektischen Beziehungen die zwischen den einzelnen *Funktionseinheiten* des OTK und zwischen diesen und der *Umgebung* bestehen.
- Auffindung/Erfindung der neuen technischen Lösungen, entsprechend der vom OTK zu erfüllende *Gesamtfunktion*.

Die transdisziplinäre Systemanalyse konkretisiert folglich alle fundamentalen Regeln, Bedingungen und Attribute eines effizienten Forschungsprozesses.

Zusammenfassend kann folgendes festgelegt

werden. Die einheitliche, kritische Erforschung der gesamten funktionell-konstruktiv-technologischen Struktur des OTK erlaubt, nicht nur in der Ausgangssituation, die Hervorhebung und Formulierung einer Vielzahl von Forschungs- und Innovationsthemen. Wenn eine solche Erforschung einschließlich im Sinne des Systemmodells der Kausalketten und durch konsequentes Verwerten des Denkattributes *aufeinanderfolgend* durchgeführt wird, dann verstärkt dies die erwähnten Vorteile. Es wird eine komplettere Erkenntnis des erforschten OTK-Systems, mit all seinen Komponenten, Erscheinungen, Vorgänge, Zusammenhänge und Wechselwirkungen, in hohem Maße gewährleistet. Dadurch wird die Aufgabenstellung wesentlich unterstützt, die Strukturierung der Probleme erleichtert und, was nicht unwesentlich ist, die Übersicht auf die verbesserungsfähigen Elemente/Aspekte des OTK erweitert. Ein solcher Vorgang führt, im allgemeinen Sinne, zu einem höheren Ausmaß der Problemstellung und Problemlösung.

Zusätzlich muß noch die Variabilität aller hervorgehobenen Aspekte berücksichtigt werden. Es gibt verschiedene Formen/Arten der Energie, der Substanz, der Bewegung, der Kraft, der Information und des Feldes. Ebenfalls bestehen verschiedene Verfahren diese zu transferieren, zu übertragen und/oder umzuwandeln. Weiterhin ist zu beachten, daß allgemein jedes technische oder technologische Problem mehrere Varianten der Lösung erlaubt. Daraus ergibt sich eine extrem hohe Vielfalt der möglichen Situationen, die leicht zu verstehen ist.

Wenn all diese Erkenntnisse in Betracht gezogen werden, dann kommt man zu der Schlußfolgerung, daß durch eine gekonnte transdisziplinäre Systemanalyse erhebliche Möglichkeiten für die Entfaltung der Kreativität der Spezialisten und Studenten bestehen. Ein entsprechender Methodeneinsatz ist dabei unumgänglich.

Folglich stellt sich die Frage, in welcher Weise am besten in den Forschungs-, Innovations-, Lehr- und Lernprozessen vorgegangen werden sollte, um einen maximalen Nutzen aus den bisherigen Erkenntnissen zu ziehen.

VORAUSSETZUNG FÜR EINE INNOVATIONS-ORIENTIERTE INGENIEURAUDBILDUNG

Alle angesprochenen Gesichtspunkte kommen aus dem PI und haben einen ausgeprägt allgemeingültigen Charakter. Es ist sinnvoll an solch ein Paradigma zu appellieren, nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Ausbildung. Gleichfalls ist es nützlich keine Mühe

zu scheuen solche Bedingungen zu schaffen, die eine maximale Kreativitätsentfaltung ermöglichen, das kreative Denken und Handeln entsprechend orientieren und unterstützen.

Die Entfaltung der Kreativität ist ein komplexer Prozeß. Dabei werden spezifische Begriffe, Konzepte, Prinzipien, Gesetze, Grund- und Fachkenntnisse, theoretische Fähigkeiten und praktische Fertigkeiten aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen bewertet und verwertet. Daraus ergab sich die gegenwärtige Tendenz, die komplexen Forschungsprobleme auf transdisziplinäre Systemanalyse und entsprechenden Methodeneinsatz zu stützen. Diese Tendenz muß tiefgreifende Implikationen auch im Bereich der Ingenieurausbildung haben. Die im PI verzeichnete Fortschritte sollten entsprechend in allen Unterrichtsstufen reflektiert werden (Abbildung 3) [1][6]. Die *Bildung kreativer Kompetenzen* sollte ein fundamentales Objektiv sein. Dies ist leider noch nicht in einem entsprechenden Maße der Fall [6].

Die transdisziplinäre Systemanalyse bedingt eine gewisse Art des Denkens, der Ausbildung der Spezialisten, der Organisation der Aktivitäten und der Zusammenarbeit der Beteiligten, durch welche eine optimale Gesamtlösung der aktuellen komplexen Probleme angestrebt wird. Es ist offensichtlich, daß die für eine solche Zielsetzung notwendigen Eigenschaften durch eine entsprechende Ausbildung entwickelt werden müssen. Der Inhalt einer solchen Ausbildung liegt im Bereich des PI.

Die Bedeutung des notwendigen *Paradigma-Transfers* entspricht folgender Weisheit von L.E. Boltzmann: *Nichts ist praktischer als eine gute Theorie*

Die Erfindungslehre, als Bestandteil des PI, wurde bis zum Status einer Wissenschaft und eines Unterrichtsgegenstands entwickelt [6-9]. Sie hat eine eigene Sprache und ein eigenes System der Begriffe, Konzepte, Prinzipien, Gesetze und Theorien, sie verwendet eine eigene Methodologie zur wissenschaftlichen Untersuchung und es besteht zweifellos eine enge Verbindung mit der Praxis. Darum ist es sinnvoll jeden Aufwand zur Bereicherung des PI zu akzeptieren. Die Vermittlung der Kenntnisse, der Methodologie, der operativen Systemmodelle, der Erfahrungen und der Beispiele aus dem Bereich des PI sollte durch entsprechende institutionalisierte und finanzielle Maßnahmen unterstützt werden.

Folgende Vorschläge werden zur Diskussion gestellt:

- Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen zur Ausbildung der Spezialisten im Bereich des PI. Dies bedingt auch eine Reform der Lehrpläne

nach der *Idee des formativ-kreativen Unterrichts*.

- Bildung und Entwicklung all jener Eigenschaften der Persönlichkeit, die ein kreatives Denken, Verhalten und Handeln der Spezialisten bewirken.
- Annäherung der didaktischen Logik an die Logik der Wissenschaft und der Unterrichtsmethodik an den Geist der wissenschaftlichen Untersuchung. Bildung der Gewohnheit, theoretisches Wissen in der Praxis anzuwenden und in den technischen Vorgängen die wissenschaftliche Erklärung zu suchen.
- Steigerung des Niveaus der transdisziplinären und systemischen Integration, der Kooperation und der Koordination verschiedener Fachbereiche und Aktivitäten, sowie in der Forschung und Innovation, als auch in der Ausbildung.

Berechtigte Frage: *Wo ist Herakles um Prometheus zu befreien?! [6].*

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Absicht dieser Studie ist in erster Linie die Unterstützung des Lehr- und Lernvorgangs in der methodenorientierten Ingenieurausbildung, durch effektive Denkweisen und Methoden aus dem Bereich der Forschungs- und Innovationslehre, bzw. des PI. Der Ausgangspunkt war die Erkenntnis, daß eine moderne Ingenieurausbildung das kreative Denken entwickeln und fördern muß.

Im Bereich des PI haben sich mehrere moderne Verfahren bei der Problemstellung und Problemlösung als sehr wirksam und nützlich erwiesen. Darunter haben jene, welche auf der transdisziplinären Systemanalyse basieren, eine besondere Bedeutung. Die in der gegenwärtigen Arbeit zur Diskussion gestellten Gesichtspunkte und Vorschläge sind ein Teil davon.

Die Anwendung der transdisziplinären Systemanalyse bei der Erforschung eines OTK-Systems erlaubt eine bessere (komplettere) Übersicht auf alle wesentlichen Aspekte und bringt dazu noch den Vorteil einer leichteren Enthüllung und korrekteren Formulierung von Forschungs- und/oder Ausbildungsthemen, welche anderenfalls versteckt blieben. Dies steigert die kreativen Fähigkeiten der Forscher, Erfinder und Studenten, weil sie auf diesem Wege mehrere und gründlichere Informationen über das OTK-System erhalten.

Der aktuelle Stand der Psychognoseologie der technischen Kreation führt zu der Überzeugung, daß die transdisziplinäre Systemanalyse die Erweiterung der Grundlagen des kreativen Denkens unterstützen

und fördern, insbesondere durch spezielle, operative, allgemeingültige und zu diesem Zweck entwickelte Systemmodelle. Deren offene Struktur erlaubt die erforderliche Anpassung an jede einzelne Anwendung. Dadurch unterstützen sie die Identifizierung und Wahl entsprechender Themen auch für eine projekt- und innovationsorientierte Ingenieurausbildung.

Die vielseitige Verwendung im Unterricht der aus dem PI zur Verfügung stehender Erkenntnisse und Modelle ist von großer Bedeutung für eine gute Ingenieurausbildung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Integration des PI in den Unterricht. Speziell ausgebildete Erfindungswissenschaftler könnten dabei behilflich sein [6].

Die Lehr/Lerngegenstände in der Ingenieurausbildung könnten im Sinne der gegenwärtigen Studie auch nach dem Systemmodell der Kausalketten strukturiert und gestaltet werden. Dessen Einbeziehung in die Ingenieurausbildung kann die kreative Tätigkeit der Absolventen maßgebend unterstützen. Die Vorteile die sich daraus ergeben beziehen sich insbesondere auf das Attribut „aufeinanderfolgend“, aus der Gruppe der expliziten Attribute des Bewußtwerdens, durch welche ein hoch produktives kreatives Denken gekennzeichnet ist. Die konkrete Ausführung eines solchen Unterfangens muß aber der Verantwortliche des jeweiligen Lehrfaches übernehmen.

Zusammenfassend kann noch behauptet werden, daß es sinnvoll wäre, das PI als wissenschaftliche und ausbildende Disziplin komplex weiter zu entwickeln. Dies sollte eine fundamentale Zielsetzung aller beteiligten, entscheidenden und handelnden, Faktoren sein. Die vorwiegenden Hebel zur Erreichung dieser angestrebten Finalität liegen in erster Linie in der Ausbildung, aber auch bei deren direkten Nutznießer.

REFERENZEN

1. Bartzer, S., Transdisziplinäre Systemstrukturierung des Lehr/Lerngegenstands in der Ingenieurausbildung. *1st German Seminar on Engineering Education*. Mannheim, Deutschland, Nr.2 (2001).
2. Bartzer, S., The paradigm of innovation. *Proc. Inter. Symp. GENIUS'96*, Budapest, Ungarn (1996).
3. Bartzer, S., The paradigm of innovation. *J. of the Higher Educ.*, **8-9-10**, 18-30 (1996).
4. Bartzer, S., The development of creative thinking through an adequate engineering education. *Proc. ICEE-2001*, Oslo, Norwegen, Session 6D8, 18-23 (2001).
5. Bartzer, S., General models of trans-disciplinarity in engineering education. *Proc. 2nd Global*

Congress on Engng. Educ., Wismar, Deutschland, 57-60 (2000).

6. Bartzter, S. The invention scientist - Prometheus among gods. *J. of the Higher Educ.*, **1-2-3**, 58-62 (1995).
7. Bartzter, S., The attestation of inventics as scientific and educational discipline. *J. of the Higher Educ.*, **7-8-9**, 21-32 (1994).
8. Belous, V., Inventics. Edit. *Gh. Asachi*, Iassy, Rumänien, (1992).
9. Belous, V., The bases of human performance. Edit. *Performantica*, Iassy, Rumänien (1995).

BIOGRAPHIE



Abschluß, mit Verdienst-diplom, der Fakultät für Elektrotechnik aus Timisoara - Rumänien (1959). Doktorat an der Universität *Politehnica* aus Timisoara, im Fachbereich *Anwendung der elektrischen Energie* (1976). Zwei Spezialisierungen im Produktionsbereich (1972-1976 und 1982/1983).

Abschluß, mit Diplomarbeit im Fachbereich *Pädagogik (Didaktische Technologie)*, der Universität aus Bukarest, Rumänien (1982-1983). Ununterbrochen tätig in der Ingenieurausbildung seit 1964.

Professor Bartzter ist gegenwärtig ordentlicher Universitätsprofessor am Lehrstuhl für Elektrische Maschinen, Antriebe und Anwendungen, innerhalb der Universität *Politehnica* aus Timisoara. Er ist verantwortlich für einige Lehrfächer in den Bereichen wie: *Technologie der elektrischen Produkte, Flexible Fertigungslinien und Industrieroboter, Logik der kreativen Prozesse und Pädagogik - Lehrmethoden*. Professor Bartzter war in mehreren Leitungssämtern der Abteilung für Prototypen und Mikroproduktion des Politechnischen Instituts aus Timisoara tätig (1972-1976 und 1982-1983). Er ist ebenfalls wissenschaftlicher Forscher ersten Grades im Gebiet des *Paradigmas der Innovation*. Zwischen 1994 und 1999, war er Direktor der Filiale Timisoara des Nationalen Erfindungsinstituts, Rumänien.

Zwischen 1992 und 1999 war Professor Bartzter Ratsmitglied des Unternehmens für öffentlichen Personenverkehr in Timisoara.

Seine bisherigen Leistungen sind technische Projekte (36), Erfindungen (19), Lehrbücher (11) und wissenschaftliche Schriften (186) in den Bereichen der elektrischen Systeme, der Erfindungslehre und der Ausbildung.

Seine gegenwärtigen Forschungsinteressen sind die *Grundlagen des wissenschaftlichen kreativen Denkens* und die *Strategie und Methodologie der Ingenieurausbildung*.

Professor Bartzter ist Mitglied mehrerer professioneller Organisationen: die Kommission für Erfindungslehre (Inventics), im Rahmen der Filiale Iasi der Rumänischen Akademie; der Rumänische Ausschuß für die Geschichte und Philosophie der Wissenschaft, die Division für die Geschichte der Technologie, im Rahmen der Filiale Timisoara der Rumänischen Akademie; die Allgemeine Gesellschaft der Rumänischen Ingenieure (Präsident des Zirkels für Elektrotechnik aus Timisoara, bis m Jahr 2000); der Verband der rumänischen Erfinder; die Stiftung für die Förderung der Simulationstechniken, Timisoara; die Gesellschaft für Multidisziplinäre Forschung in der westlichen Zone Rumäniens (im Direktorialrat, verantwortlich für die Steigerung des professionellen Niveaus junger Forscher); das Internationale Netzwerk für Ingenieurausbildung und Forschung (INEER – USA).

Professor Bartzter wurde durch mehrere Auszeichnungen, Preise und Medaillen geehrt, darunter: der Spezialpreis *INVENTICA '94*, verliehen (1994) vom Ministerium für Erziehung und Forschung, für besondere Verdienste als Inventolog und die Fürsorge zur Stimulation der Kreativität der Studenten im Unterricht; die Urkunde und Goldmedaille *Henri Coandă* erster Klasse, verliehen (1996) vom Nationalen Erfindungsinstitut, Iasi und dem Verband der rumänischen Erfinder, als Anerkennung für seine Beiträge zu der komplexen Entwicklung der Erfindungslehre als Wissenschaft und Lehrfach; vier Preise für Erfindungen, inklusive eine Goldmedaille, bei verschiedenen nationalen und internationalen Ausstellungen.