

Forschungsgeleitete Lehre als Erfolgsfaktor für Innovationen

Research-guided teaching as a basis for success in innovation

Lothar Fickert



Lothar Fickert ist Leiter des Instituts für Elektrische Anlagen. Das Institut beschäftigt sich u. a. mit Aufgaben der Planung und des Betriebes elektrischer Energiesysteme, der Versorgungssicherheit und Power Quality, der Einbindung dezentraler Energieerzeugungsanlagen sowie schutztechnischen Fragestellungen in Energieversorgungsnetzen.

Lothar Fickert is head of the Institute of Electrical Power Systems (IFEA). Among other fields, the institute deals with tasks relating to planning and operating electrical power systems, security of supply and power quality, integration of decentralized power generation and technical protection issues in electrical supply networks.

Im Februar 2009 wurden in Anwesenheit von Wissenschaftsminister Johannes Hahn in Wien die Siegerprojekte des PRIZE-Erfinderwettbewerbs prämiert. Ein wesentliches Kriterium bei der Jurierung war dabei die Patentfähigkeit der Entwicklungen. Gleich zwei Forscherteams der TU Graz wurden für ihre Erfindungen aus dem Energiebereich¹ ausgezeichnet. Dieser erfreuliche Anlass lässt die Frage zu, welche Faktoren für eine Auszeichnung dieser Art ausschlaggebend sind. Nach Meinung des Verfassers ist die forschungsgeleitete Lehre ein wichtiger Erfolgsfaktor für Innovationen dieser Art.

Was vorausging

Im Folgenden soll am Modell des Siegerprojekts „Ermitteln des Erdschlusses in gelöschten Netzen“ die Geschichte dieser Arbeit als Beispiel für eine erfolgreiche Weiterentwicklung von theoretischen Grundlagen beschrieben werden. Ausgangspunkt ist die technische Notwendigkeit, bei steigendem Energiebedarf und den daraus resultierenden Anforderungen an eine ständige Erweiterung der elektrischen Netze die Sicherheit dieser Netze zu erhalten. Eine besondere Anforderung stellt dabei die Einhaltung der so genannten Löschbedingung für elektrische Lichtbögen dar: Der Großteil der Verteilnetze in der Mittelspannungsebene wird nach dem Prinzip der Erdschlusslöschung betrieben. Dadurch gewinnen diese Netze die Eigenschaft eines „Self-healing grid“. Zu diesem Zweck muss allerdings die Löschorrichtung in Form der Petersenspule möglichst genau an das jeweilige Netz und seinen Schaltzustand angepasst werden. Die Abstimmung der Petersenspule in gelöschten Netzen führt bei den heute üblichen großen Netzen zu immer größeren Problemen. Hier gilt es einzugreifen: Das am Institut für Elektrische Anlagen entwickelte Verfahren zum Monitoring

On February 2009 the awards of the “PRIZE” invention competition were handed out in the presence of the Minister for Science and Research, Johannes Hahn. A key criterion in the judging process was the development of a patent. Two research teams of TU Graz were awarded prizes for their inventions in the field¹ of energy. On such an occasion it is often asked what the success factors for an award of this kind and the underlying technical innovation with practical economic application are. In the eyes of the author the concept of research-guided teaching is an important factor of success for an innovation of this kind.



Prize-Verleihung / PRIZE award

Background

The following section is based on the prize-winning project “Determining the End of an Earth Fault in Compensated Networks” and outlines the history of the project as an example of a successful development from theoretical foundations to a functioning, innovative achievement. The starting point was the technical necessity to preserve the safety of these networks while taking into account increasing energy demand and the corresponding requirements for their constant expansion. A specific requirement is the so-called self-extinguishing (quenching) condition in the case of an electric arc. Most of the distribution networks in the medium-voltage level are operated according to the principle where most of the earth faults become extinguishing. These networks thus gain



Abb. 1: Praxistest eines Prototypen
Fig. 1: Testing a prototype

und zur Optimierung der Petersenspule beruht auf dem Patent „Verfahren zum Nachstellen einer Löserspule“, das von Institutsmitarbeitern entwickelt und von der TU Graz erfolgreich zum Patent eingereicht wurde. Die technische Grundlage stellt die Signaltechnische Analyse eines Erdschlusswischers dar. Es wurde am Institut für Elektrische Anlagen ein Algorithmus erarbeitet, mit dessen Hilfe die tatsächliche Verstimmung der Petersenspule berechnet werden kann. Dadurch ist der Netzbetreiber in der Lage, die Verstimmung der Petersenspule zu kontrollieren bzw. die Parameter der Petersenspule gezielt umzustellen, um unter dem zulässigen Lösstrom zu bleiben. Somit gewährleistet das Verfahren eine bessere Versorgungssicherheit für den Kunden. Des Weiteren wird unter bestimmten Voraussetzungen ein weiterer Ausbau des Netzes ermöglicht. Soweit der technische Hintergrund – und welche Rolle spielt für diese Innovation die forschungsgelenkte Lehre im Sinne eines Erfolgsfaktors?

Was sich dahinter verbirgt

Der Verfasser arbeitet nicht nur als aktiver Forscher auf dem Gebiet der Versorgungssicherheit, sondern erlaubt sich hier, als Institutsvorstand und Studiendekan bzw. als Stellvertretender Vorsitzender der Studienkommission, den Erfindungsprozess unter dem Aspekt der forschungsgelenkten Lehre zu analysieren und zu kommentieren.

Die Ausbildung an der TU Graz zum Dipl.-Ing. basiert ganz bewusst auf einer breiten und soliden technisch/naturwissenschaftlichen Grundlagenausbildung. Dadurch wird nicht nur das Schritthalten, sondern auch das Vorantreiben der enormen Vielfalt der Anwendungsgebiete elektrotechnischer Systeme sowie die äußerst hohe Innovation in diesem Bereich ermöglicht. Ein herausragendes Kennzeichen dieser universitären Ausbildung besteht darin, dass dem Vermitteln

the status of a „self-healing grid.“ For this purpose, however, the arc extinguishing device, i.e. the Petersen coil, has to be adjusted as closely as possible to the respective network and its actual operating status. And this adaptation of the Petersen coil in compensated networks leads today with the usual extensive networks to ever larger problems. Here it is necessary to intervene on a scientific basis. The Institute of Electrical Power Systems developed procedures for monitoring and optimizing the arc-suppression Petersen coil in the patent „Method for Adjustment of Arc-suppression Coils,“ which was successfully developed and filed by the staff of the Institute and TU Graz. The technical basis for this innovation is the evaluation of the instantaneous frequency. At the Institute for Electrical Power Systems an algorithm was designed with the help of which the actual detuning of the Petersen coil can be determined. Using this, the network operator can set the detuning of the arc suppression coil and selectively control the parameters of this device to remain under the allowed extinction current. Hence the procedure ensures better safety for the customer due to the self-healing properties of compensated networks. Furthermore, under certain conditions, the network can be expanded. So much for the technical background. Now, what is the role of research-guided teaching as a success factor for this innovation?

Underlying success story

As an active researcher in the field of power network security, the author is also justified as Head of Institute and Dean of Studies, as well as vice-chairman of the curricular commission to analyze and to comment on the invention process under the aspect of research-guided teaching. The academic training at TU Graz is based on a broad and solid technical and scientific educational basis. This not only enables the students

¹ Prämiert wurden die Arbeiten zu den Themen „Ermitteln des Erdschlusses in gelöschten Netzen“ sowie „Oberschwingungsarme und flickerarme Variation der aufgenommenen Leistung von elektrischen Verbrauchern“.

¹ The works „Determining the End of an Earth Fault in Compensated Networks“ and „Harmonic and Flicker Reduced Variation of the Absorbed Power of Electric Consumers“ were awarded prizes.

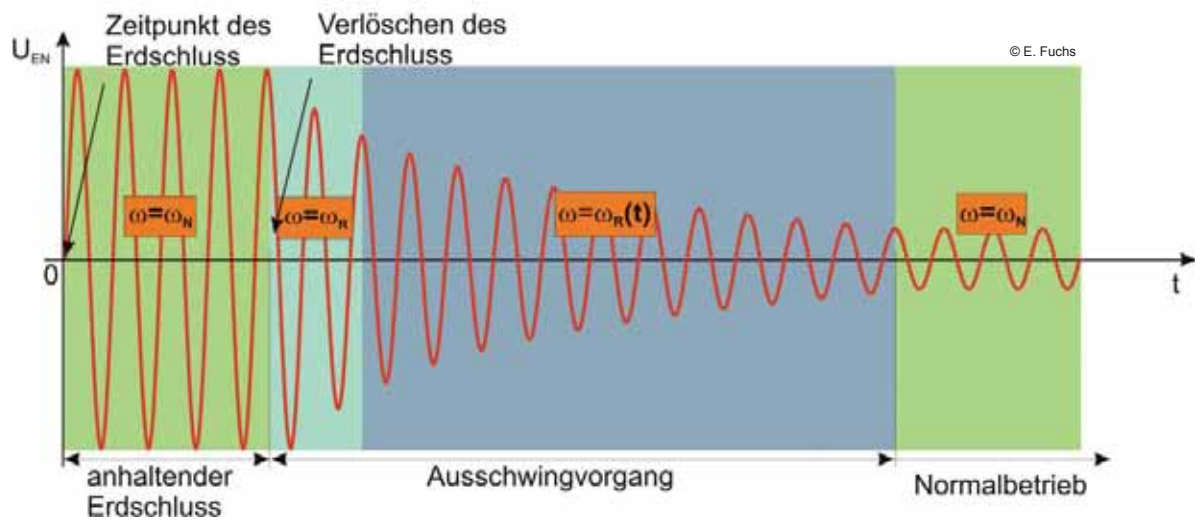


Abb. 2: Signalcharakteristik eines Erdschlusswischers.

Fig. 2: Signal characteristics of a transitory line-to-earth fault.

von nachhaltigen wissenschaftlichen Methoden der Vorzug gegenüber kurzlebigen Faktenwissen gegeben wird.

Die Interdisziplinarität der TU Graz führte im Falle der PRIZE-Verleihung dazu, dass ein Diplomand der Studienrichtung Prozessautomatisierungstechnik sich rasch und effizient in die komplexe Materie der elektrischen Energiesysteme mit dem Schwerpunkt der Schutztechnik einarbeiten konnte. Diese war nämlich bereits seit einigen Jahren von zwei Dissertanten durch Erstellen theoriebasierter Modelle und anschließende Messungen zur Verifikation weiterentwickelt worden. Gerade durch die interdisziplinäre Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit gelang es, die Charakteristika der erforderlichen Filter und Signalverarbeitungs-Algorithmen zu bestimmen und zu optimieren. Die Mitbetreuung der Diplomarbeit durch Dissertanten ist ein weiterer Schlüsselfaktor zum Erfolg, denn deren abgeschlossenes Diplom- (Master-)studium der Elektrotechnik, das auch den Grundstein für eine Universitätslaufbahn oder eine Karriere in einer außeruniversitären Forschungseinrichtung legt, befähigte sie im Sinne von Multiplikatoren zur Weitergestaltung der ersten Ansätze seitens der Signalverarbeitung.

Nicht zu vergessen bei der Analyse der Erfolgsfaktoren ist die wirtschaftliche Zusatzorientierung in der Ausbildung zum Diplomingenieur / zur Diplomingenieurin der Elektrotechnik an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, die sich in dem Studiengang Elektrotechnik-Wirtschaft niederschlägt: Hier spielt die wirtschaftsorientierte Umsetzung der elektrotechnischen

to keep pace, but also advances the enormous diversity of areas of application of electrical systems as well as the extremely high level of innovation in this sector. An outstanding feature of this academic education is focus on the communication of scientific methods for sustainable rather than ephemeral knowledge.

The interdisciplinary approach of TU Graz in the case of the PRIZE award led to an automation-engineering graduate student being able to rapidly and efficiently incorporate the complex matter of electrical energy systems with its emphasis on protection technology. This way of posing a problem had been developed a few years before by two PhD students at the Institute of Electrical Power Systems. They created theory-based models and made measurements for subsequent verification. Especially due to the interdisciplinary communication and co-operation skills, it was possible to determine and optimize the characteristics of the necessary filters and signal processing algorithms. Co-mentoring by the PhD students was another key factor of success because their completed master's degree in electrical engineering, which is also the foundation for a university career or a career in a non-university research institution, enabled them as knowledge multipliers to advance the design of the signal processing algorithms.

In the analysis of the success factors leading to the PRIZE award one must not forget the additional economic orientation in the formation of graduate engineers in the field of electrical engineering at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology. An additional study branch,

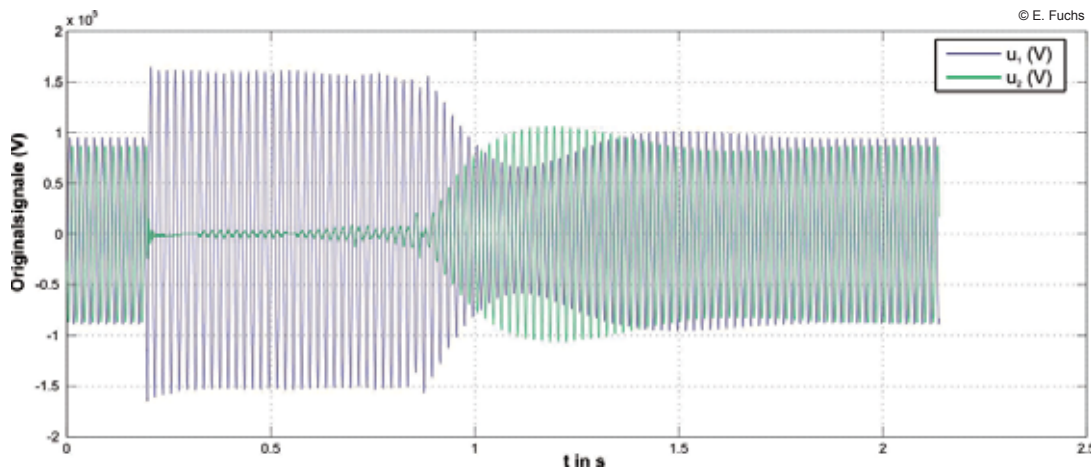


Abb. 3: Darstellung eines Erdschlusswischers.

Fig. 3: Representation of a transitory line-to-earth fault.

Kenntnisse eine zusätzliche Rolle. Soweit lässt sich die Erfindung auf den Erfolgsfaktor „Lehre“ im Sinne von Ausbildung zurückführen. Und welchen Anteil am Erfolg hat der „forschungsgeleitete Unterricht“ selbst?

Aus der Sicht eines Universitätsprofessors ist der Effekt des Strebens nach dem Wesentlichen im Sinne der grundsätzlichen Aufgabenstellung vorrangig. Hier gilt es, die wesentlichen Aspekte zu ermitteln, diese aber anschaulich und von ihrer faszinierenden Seite her aufzuzeigen und in der Tiefe zu erklären. Das zwingt dazu, im Sinne der forschungsgeleiteten Lehre hinter den Tageskontext zu schauen und die Legitimation eines wissenschaftlichen Ansatzes im Vermögen zu suchen, ungelöste Aufgabenstellungen zu beantworten.

Was sich daraus ableiten lässt

Ausgehend von der Erfordernis, Grundlagenwissen forschungsorientiert und damit ausgerichtet an den Erfordernissen der Realität zu fokussieren, konnte durch interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rahmen der Ausbildung und des Studiums ein Verfahren gefunden werden, welches die „Self Healing“-Eigenschaft von elektrischen Energienetzen aufrechterhält. Die auch wirtschaftsorientierte Positionierung der Ausbildung an der TU Graz führte zu einer Patentanmeldung und damit zu einer Verbindung von Universität und Wirtschaft. Forschungsgeleitete Lehre bestätigt sich an diesem Beispiel als Erfolgsfaktor.

leading to a master's degree in electrical engineering economy reflects the economic-oriented implementation of the technical knowledge. In this sense, an economically exploitable patent was sought and successfully implemented. So far, the invention can be traced back to the success factor „teaching“ within the meaning of education. But what percentage of success can be assigned to the „research-guided teaching“ itself?

From the perspective of a university professor, the effect of striving for the essentials in terms of the basic tasks should have priority. Here, it is necessary to point out the essential aspects and to do so clearly, not forgetting to demonstrate the fascinating aspects and explain them in depth. This compels the lecturer to look behind the day-to-day context by means of research-guided teaching and to seek to legitimize the scientific approach in the ability to answer unresolved challenges.

What can be inferred

Based on the demand that basic technical knowledge should be research-based and thus be aligned to the needs of reality, a new method was found that preserved the „self healing“ property of electrical energy networks. The interdisciplinary co-operation in the context of training and study was an integral part of the requirements for this successful research. Also the business-oriented training at Graz University of Technology led to the application for a patent, thus strengthening the co-operation of university and industry. In this example, research-guided teaching is confirmed as a decisive factor of success.