

## **Learning Outcomes in PDE**

### **Computer Science**

Students can differentiate, identify and structure data management tasks (data acquisition, storage and analysis). They know important energy data management systems used in the industry, and can analyze time-series data. They know statistical methods (descriptive statistics and exploratory statistics) and can use them for problem-oriented data analysis. They are familiar with forecasting and optimization methods and can use them in a problem-oriented manner. The students know the possibilities and limitations of data-driven modelling methods in comparison to physically based modelling and can develop problem-oriented models. They are familiar with the range of concepts for automation and management of large distributed systems, from traditional central-hierarchical SCADA systems to multi-agent systems.

### **Energy Technology (General)**

The students can describe the structure of energy systems as distributed systems. They can analyze the structure of cyber-physical systems in general terms. They are familiar with the function and structure of the most important energy converters ("generator side" and "consumer side") as well as with the components of the transmission and distribution systems. They can define the signals required to determine the state of a distributed power system and perform energy flow analyses.

The students know and apply the terminology in the energy sector. Using the example of Germany, they learn about an energy market holistically, including technical, economic as well as legislative perspectives. They can effectively develop the structure of other energy markets and know examples of the massive impact of current developments in industry, politics and legislation on the energy sector. Students are able to carry out cost calculations and investment studies.

### **Electrical Energy Engineering**

The students have a basic understanding of the methods and tools required for planning the economical, reliable and technically secure operation of electrical power supply networks.

They can select network structures and dimension subnetworks using methods of network analysis and planning. They know software for load-flow and short-circuit calculation and can use it for simple questions. They have basic knowledge of network protection, grid stability and reliability as well as the operation of electrical networks.

### **Energy Efficiency**

The students are familiar with the essential technologies for energy conversion and storage in the industrial environment, the legal and energy policy framework (e. g. EN 16001, EN 15232), and the interfaces between energy-management systems and other operational management systems.

They know the boundary conditions for energy data acquisition, monitoring and controlling in the industrial environment and can propose a monitoring strategy for an energy flow analysis based on process analysis.

They can create detailed energy flow analyses and propose energy efficiency measures based on them.

### **Interdisciplinary Skills**

Based on case studies, students learn to develop, plan, control and monitor projects. Special emphasis is placed on teamwork, communication and presentation skills. Various socio-psychological aspects of teamwork (with/without leadership) are also reviewed and discussed.

## **Kompetenzmatrix PDE**

### **Informatik**

Die Studierenden können Datenmanagementaufgaben (Datenerfassung, -speicherung und Datenanalyse) unterscheiden, identifizieren und strukturieren. Sie kennen wichtige in der Praxis angewandte Energiedatenmanagementsysteme, sie können Zeitreihendaten analysieren. Sie kennen statistische Methoden (deskriptive Statistik und explorative Statistik) und können diese problemorientiert zur Datenanalyse einsetzen. Sie kennen Prognose- und Optimierungsverfahren und können diese problemorientiert einsetzen. Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen von datengetriebenen Modellierungsverfahren im Vergleich zur physikalisch basierten Modellierung und können problemorientiert entsprechende Modelle aufsetzen.

Sie kennen die Bandbreite der Konzepte zur Automatisierung und Betriebsführung von großen verteilten Systemen von traditionellen zentral-hierarchischen SCADA-Systemen bis zu Multiagentensystemen.

### **Energietechnik - Allgemein**

Die Studierenden können den strukturellen Aufbau von Energiesystemen als verteilte Systeme beschreiben. Sie können in allgemeiner Weise den Aufbau von cyber-physikalischen Systemen analysieren. Sie kennen die Funktion und den Aufbau der wichtigsten Energiewandler („Erzeuger-Seite“ und „Verbraucher-Seite“) sowie der Komponenten der Übertragungs- und Verteilsysteme. Sie können die erforderlichen Signale zur Ermittlung des Zustandes eines verteilten Energiesystems definieren und können Energieflussanalysen durchführen.

Die Studierenden kennen die Terminologie im Energiesektor und wenden diese an. Am Beispiel Deutschland lernen sie einen Energiemarkt ganzheitlich aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sowie aus Sicht der Gesetzgebung kennen. Sie können sich effektiv die Struktur anderer Energiemärkte erschließen und kennen Beispiele für die massiven Auswirkungen aktueller Entwicklungen in Industrie, Politik und Gesetzgebung auf den Energiesektor. Die Studierenden sind in der Lage, Kostenberechnungen und Investitionsstudien durchzuführen.

### **Elektrische Energietechnik**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis für die Methoden und Werkzeuge, die für die Planung des wirtschaftlichen, zuverlässigen und technisch sicheren Betriebes der Netze der elektrischen Energieversorgung benötigt werden.

Sie können Netzstrukturen auswählen und Teilnetze dimensionieren und wenden dazu Methoden der Netzanalyse und Netzplanung an. Sie kennen Software zur Lastfluss- und Kurzschlussberechnung und können diese für einfache Fragestellungen anwenden. Sie verfügen über Grundlagen zu Netzschutz, Netzstabilität und –Zuverlässigkeit sowie die Betriebsführung von elektrischen Netzen.

## **Energieeffizienz**

Die Studierenden kennen die wesentlichen Technologien zur Energiewandlung und -Speicherung im industriellen Umfeld. Sie kennen die rechtlichen und energiepolitischen Rahmenbedingungen (z.B. (EN 16001, EN 15232). Sie kennen die Schnittstellen des Energiemanagementsystems zu anderen betrieblichen Managementsystemen. Sie kennen die Randbedingungen zur Energiedatenerfassung, Monitoring und Controlling im industriellen Umfeld und können auf Basis einer Prozessanalyse ein Monitoring als Basis für eine Energieflussanalyse vorschlagen. Sie können eine detaillierte Energieflussanalyse erstellen und darauf basierend Energieeffizienzmaßnahmen vorschlagen.

## **Überfachliche Qualifikationsziele**

Die Studierenden lernen an Fallbeispielen Projekte zu entwickeln, zu planen, zu steuern und zu überwachen. Dabei wird insbesondere auf die Bedeutung der Teamarbeit, der Kommunikationsfähigkeit und der Fähigkeit zur Präsentation Wert gelegt. Weiterhin werden sozialpsychologische Aspekte der Teamarbeit (mit/ohne Führungsaufgabe) thematisiert.