

Mit Methodik zum Ziel

Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung „Praktische Entwicklungsmethodik (PEM)“ am Institut für Elektromechanische Konstruktionen - EMK in den Jahren 1995 bis 2015

Als ich am 1. April 1995 am Institut für Elektromechanische Konstruktionen starten durfte, war PEM für mich zunächst ein Fremdwort. Ich gebe zu, als langjähriger Industrieentwickler, der straffe, „knallharte“ Entwicklungsabläufe mit anspruchsvollen Verteidigungen kannte, belächelte ich innerlich diese „Soft-Entwicklung“. Erst viel später wurde mir bewusst, dass im Fokus von PEM, neben dem Erlernen des systematischen und methodischen Vorgehens, vor allem die direkte Anregung zum kreativen Bearbeiten steckt. Rasch halfen mir aber auch die eigentlichen Initiatoren von PEM und langjährigen Ausrichter, die Professoren Buschmann, Cramer und Weißmantel, die Lehrveranstaltung als eigentlichen Kern von EMK zu verstehen.

Den wichtigsten Beitrag lieferten aber die Studenten und Wissenschaftlichen Mitarbeiter, die stets mit großer Begeisterung und mit bemerkenswerten Ergebnissen PEM gestalteten und absolvierten.

Also änderte sich meine Einstellung bald grundlegend. Ich versuchte mit Tatkraft die PEM-Koordinatoren zu unterstützen und brachte mich auch aktiv in diese Lehrform ein. Bewundernswert war stets die Unterstützung durch unsere Wissenschaftlichen Mitarbeiter. Sie stellten sich bei der Gestaltung von PEM eigenverantwortlich sehr hohe Zielstellungen. Unter großen Zeitopfern gestalteten sie die Lehrunterlagen und begleiteten die einzelnen PEM-Gruppen. Ihnen vor allem ist der Erfolg von PEM zu verdanken. Als kleine Anerkennung für diese Leistungen möchte ich mit diesem Beitrag die damaligen PEM-Koordinatoren besonders würdigen.

Wie erfolgte nun im Zeitraum 1995 bis 2015 die Weiterentwicklung von PEM?

- Durch den großen Erfolg des Gemeinschaftsprojektes „**EMK-Pinky**“; die PEM-Studenten entwickelten mit großer Begeisterung Anfang der 90er Jahre bei Begleitung durch die Professoren Cramer und Weißmantel ein Solarmobil, das mehrfach die inoffizielle Weltmeisterschaften für Solarfahrzeuge gewann; bestand ein besonders hoher Anspruch an die weitere PEM-Gestaltung. Übrigens aus diesem Gemeinschaftsprojekt entwickelte sich die „Akademische Arbeitsgemeinschaft für Solartechnik“ - Akasol, die sich 2008 als eingeschriebener Verein gemeinsam mit der Schulz Group als kommerzielles Unternehmen „Akasol Engineering GmbH“ etablierte. Im Jahr 2018 erfolgte die Umwandlung zu einer AG und am 16.2.2021 wurde bekannt, dass der amerikanische Autozulieferer Borg Warner die „Akasol AG“ für **730 Millionen Euro** übernehmen wird. Ein beeindruckendes Beispiel, wie PEM Ergebnisse auch zum kommerziellen Erfolg führen können.
- **1996-1999:** Als erster richtete **Burkhard Wolf**, WiMi bei Professor Weißmantel und Schüler von Professor Birkhofer, dem

Entwicklungsspezialisten an der TU Darmstadt, den PEM-Ablauf und die begleitende Vorlesung methodischer aus. Er führte auch unsere wöchentlichen Seminare der PEM1'ler mit den betreuenden WiMi's und Professoren ein. Alle Gruppen erhielten die gleiche Projektzielstellung. Meist ein leicht überschaubares Gerät, das aber genügend Raum auch für raffinierte Lösungen gestattete. Erstmals wurden Wettbewerbe der PEM1-Gruppen durchgeführt. So sprangen 1997 elektromechanische Roboter, das „EMKängeruh“ und 1999 stiegen die „Klettermaxen“ ein Seil empor. Unter großem Beifall der zahlreichen Zuschauer bewegten sich diese Roboter im Foyer des HBI – auch Elefantenklo genannt - stürmisch voran. Die Presse und Fernseheteams waren auch begeistert. Diese Tradition setzte sich dann fort und wird ja heute noch praktiziert.

- **1999-2002:** Den Staffelstab übernahm dann **Christoph Doerr**, der bei mir 2003 promovierte. Die Form des PEM-Seminars wurde weiterentwickelt. Vertreter der PEM1-Gruppen berichteten in Kurzvorträgen über den jeweils aktuellen Stand ihrer Arbeiten. Eine Kurzvortrag, die grob mit dem Projektfortschritt getaktet war, schloss das wöchentliche Seminar ab. Herr Doerr hinterließ uns den handschriftlichen Entwurf eines erstmals eigenständigen PEM-Skriptes.
- **2003-2004:** In seine Fußstapfen trat als nächster **Ralf Müller**, ebenfalls Doktorand bei mir. Er baute die Unterlagen von Herrn Doerr und den Foliensatz für die PEM-Vorlesungen weiter aus.
- **2004-2007:** **Thomas Weber** leitete in diesem Zeitraum die PEM-Veranstaltungen. Gemeinsam mit **Stephanie Sindlinger** wurde jetzt die erste Fassung des PEM-Skriptes herausgebracht (Bild 1). Beide waren Doktoranden bei mir. (Einige Exemplare sind beim EMKlub aktuell noch erwerbbar!)

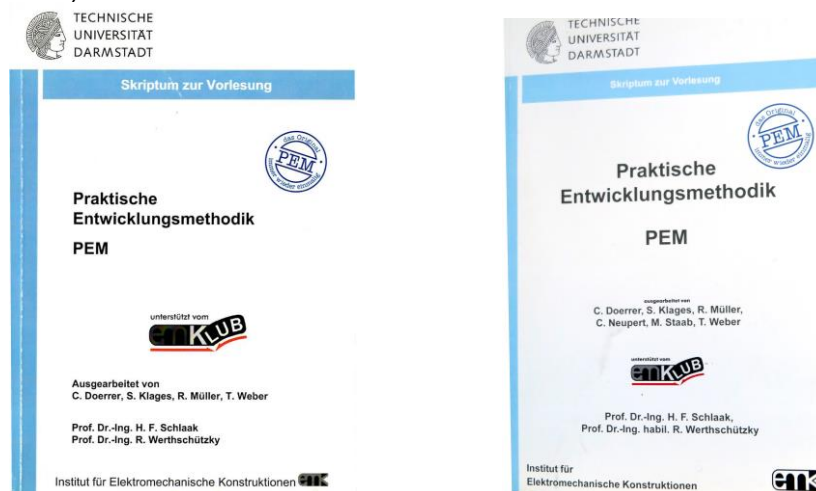


Bild 1: PEM-Skripte des Instituts EMK: 1. Skript WS 2006/07, letztes Skript WS 2014/15, TU Darmstadt 2006 und 2014.

Besonders hervorzuheben ist der Beitrag beider zur Außendarstellung des PEM-Konzeptes. Ausgehend vom umfangreichen Beitrag „Projektseminare am Institut für Elektromechanische Konstruktionen“ von R. Blechschmidt, Ch. Doerr, M. Jungmann, M. Voit, C. Zahout und mir im von *Wim Görts* herausgegebenen Buch „Projektveranstaltungen in Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften“ an der TU Darmstadt (2003), (Bild 2),



Projektseminare am Institut für Elektromechanische Konstruktionen

Ronald Blechschmidt, Christoph Doerzer, Markus Jungmann,
Matthias Vait, Roland Werthschützky, Carsten Zahout

Zusammenfassung: „Praktische Entwicklungsmethodik, was ist das?“

Ein zentrales Element der Ausbildung am Institut für Elektromechanische Konstruktionen (EMK) bilden vier PEM-Projektseminare, die in vier Semestern zu Beginn des Hauptstudiums stattfinden. PEM steht dabei für „Praktische Entwicklungsmethodik“. In einem Team von mehreren Studierenden ist gemeinsam mit einem wissenschaftlichen Mitarbeiter oder Professor als Betreuer während eines Semesters eine Entwicklungsaufgabe zu bearbeiten und die erarbeitete Lösung zu realisieren. Die Schwerpunkte sind **Teamarbeit** bei der Lösung technischer und wissenschaftlicher Probleme, **Anleitung zum methodischen Entwerfen**, **Erarbeiten von theoretischen und praktischen Fähigkeiten** sowie die Präsentation und Dokumentation von Arbeitsergebnissen.

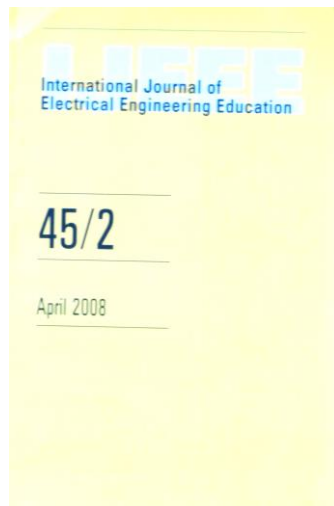
Die didaktisch geeigneten Aufgabenstellungen für Projektseminare stammen aus den Interessens- und Arbeitsgebiet der Mitarbeiter und Studenten in den Bereichen Elektronik, Mechanik und Software.

Ziele der Veranstaltung

Abbildung 1 fasst die Ziele der Projektseminare zusammen. Durch die Teilnahme können Studierende ihre Fähigkeiten und ihr erlerntes Fachwissen an Projekten – als Vorbereitung für das spätere Berufsleben – anwenden. „Learning By Doing“. Wir bieten die Möglichkeit, verschiedene Herangehensweisen auszuprobieren. Die Gruppe bearbeitet das Projekt selbstständig. Als Betreuer bemühen wir uns, keine Richtung vorzugeben und keine Entscheidungen abzunehmen, sondern die Studierenden nur „anzuschubsen“. Dies kann zum Beispiel durch Anregen von Reflexion geschehen. Die Gruppe soll sich danach die Probleme selbst bewusst machen. Wir ermutigen die Gruppe, Entscheidungen zu treffen und aus Fehlern zu lernen.

Bild 2: Beitrag „Projektseminare am Institut für Elektromechanische Konstruktionen“. im Buch „HSW-Projektveranstaltungen in Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften“, UniversitätsVerlagWebler, Bielefeld 2003.

hielten sie einen Vortrag in der Session „Neue Ansätze zur Hochschullehre“ auf dem internationalen Kongress „Sensor + Test“ in Nürnberg (2007) und veröffentlichten einen Beitrag im Fachjournal „International Journal of Electric Engineering Education“ (Bild 3). Alle drei Beiträge wurden mit besonders großem Interesse aufgenommen.



Increasing student motivation by linking up knowledge transfer with enjoying studying

W. Vait, S. Kluge and R. Werthschützky
Institute for Electromechanical Construction, Technische Universität Darmstadt,
Darmstadt, Germany

E-mail: w.vait@infocenter.tu-darmstadt.de

Abstract: At the Institute of Electromechanical Design at Darmstadt University of Technology a course, which is highly motivating for students, is an established part of the studies. In the form of a course entitled Practical Engineering Methodology (PEM), students learn how to manage a systematic development process, using the established 7 model. The course is now being run in the computer class, regular for each developing unit of a development process. The course, with clarifying the tasks and ends with the elaboration and getting into operation of the device is related to theoretical lecture for the students and in small groups in a quarterly cycle. The theoretical lecture has to be done in a way that can be applied to systematic development tasks. A scientific literature research on the topic 'Methodik' led with some emphasis to the form of small teams, case presentations and elaborations. The PEM course results in highly motivated students who are interested in the engineering of their own projects.

Keywords: development process, practical engineering methodology (PEM), practical results, self-made student motivation, 7 model

At the Institute of Electromechanical Design at Darmstadt University of Technology the systematic development of products exists as a long tradition in the form of an educational project – Practical Engineering Methodology (PEM). Since the founding year of the institute the necessity for a comprehensive and methodical development has been recognized. Today, in the conditions of mass areas of engineering working, especially medical and automotive engineering, a further aim of the students' education is the training in the capacity for teamwork. This means achieving a good result independent of the characters working in the team.

Why use mathematical development?

The methods of development of technical products is no longer only a recommendation, but has become a given result in an engineering task. Often it is obligatory to fulfil the demands of quality management. The customer is accustomed to demand the verification of every step of the development, particularly in industries like automotive or medical engineering. The most well-established procedure guaranteeing a defined quality assurance (DQAs) in the engineering standard ISO 9000 or VDA 3.1 defines, among other things, the following demands:

- Classification of the development process in phases and tasks with defined input, output and activities
- specifying the requirement in the accompanying documentation, and

International Journal of Electrical Engineering Education 45:2

Bild 3: Beitrag „Increasing student motivation by linking up knowledge transfer with enjoying studying“ im International Journal of Electrical Engineering Education, Vol.45, No.2, Manchester University Press, Manchester 2008.

- **WS 2008/2009:** Basierend auf dem Erfolg & Bekanntheitsgrad von PEM, bat uns der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik erstmalig eine Projektwoche für die Studenten des 1. Semesters auszuarbeiten und zu leiten. Diese Aufgabe übernahm, wie selbstverständlich, **Ingmar Stöhr**. Er brachte sich mit besonders viel Elan und Energie in dieses Projekt ein, gestaltete ein extra Skript (Bild 4) und koordinierte die einwöchige Team-Veranstaltung mit großem Erfolg erstmalig im WS 2008/09. Das kam so gut an, dass er es gleich nochmals

im WS 2009/10 übernahm. Die Ergebnisse wurden jeweils auf einer Abschlussveranstaltung durch Vertreter der Gruppen als Kurzvorträge präsentiert.



Bild 4: 1. Skript zur Projektwoche im WS 2008/09, TU Darmstadt 2008.

- **2008 – 2011:** Der Staffelnstab wechselte anschließend in das Fachgebiet von Professor Schlaak. **Matthias Staab** entwickelte die PEM1-Veranstaltung mit hohem Anspruch und persönlichen Einsatz weiter. Das bisherige PEM-Skript wurde durch ihn entscheidend überarbeitet (Bild 1).
- **2012-2015:** In seine Fußstapfen trat schließlich **Carsten Neupert**, Doktorand in meiner Arbeitsgruppe. Auch er setzte einen besonders hohen Anspruch an die PEM1- Veranstaltung. Stets erinnerte er die beiden Professoren nachdrücklich an den erforderlichen Zeitfonds für die Mitarbeiter. Das fiel uns in der damaligen Zeit, geprägt durch zunehmende „Jagd“ nach möglichst zahlreichen, erfolgreichen Forschungsanträgen, nicht leicht, aber es ging ja um PEM, das Aushängeschild von EMK und daher fanden wir gemeinsam stets einen praktikablen Weg.

Der Erfolg von PEM sprach sich auch ins Hessische Kultusministerium herum. Aber nicht ganz zufällig, sondern unsere Studenten machten energisch auf PEM aufmerksam. Die Vorprüfungen bestanden wir glänzend und so erhielt ein ausgewähltes PEM-Team durch die Vergabe des materiell vorzüglich ausgestatteten „Hessischen Exzellenzpreises für Hochschullehre“ am 16.12.2013 in der Rotunde des Schlosses Biebrich eine sehr würdige Anerkennung (Bild 5). Die Zuwendung verwendeten wir vor allem zur weiteren personellen und materiellen Ausgestaltung von PEM. Mit dem „Rest“ wurde 2014 eine zünftige Feier mit allen EMK-Studenten ausgerichtet.



Bild 5: Vergabe des „Hessischen Exzellenzpreises für Hochschullehre“ am 13.12.2013 im Schloss Biebrich an das PEM-Team (vlnr): Roland Werthschützky, Helmut F. Schlaak, Heinz Weißmantel, Heinrich Buschmann, Carsten Neupert, Mathias Staab.

Nun bin ich schon 5 Jahre im Ruhestand, aber die Erinnerungen an unser PEM sind Dank der vielen Höhepunkte immer noch sehr frisch. Unseren Nachfolgern wünsche ich, dass sie diese Lehrveranstaltung weiterentwickeln, den betreuenden WiMi's die hierzu erforderliche Zeit ermöglichen und durch ein erfolgreiches PEM möglichst viele Studenten für ihre Forschungsgebiete begeistern können. Erwähnen möchte ich abschließend, dass der EMKlub stets aktiv dem PEM zur Seite stand und ich bin überzeugt, dass wird auch in Zukunft so sein.

Kleinmachnow, den 22.02.2021

Roland Werthschützky

