

# Abschlussbericht zum „Projektlabor Leistungselektronik“ im Rahmen der Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre

Prof. Dr. Heinz Rebholz, HTWG-Konstanz

## Das Projektlabor Leistungselektronik

Das Projektlabor Leistungselektronik etabliert im Rahmen der Bachelorstudiengänge ein neues Lehrformat für die Vorlesung Leistungselektronik. Dabei wird die Vorlesungsstruktur komplett neu geordnet und auf den in der Industrie weit verbreiteten Produktentstehungsprozess ausgerichtet. Die Studierenden wählen zu Beginn des Semesters ein Projekt aus, welches eigenverantwortlich über das gesamte Semester bearbeitet wird.

Die bisherigen Lerninhalte der Vorlesung bleiben erhalten, werden jedoch auf den Projektfortschritt angepasst. Regelmäßige projektbezogene Vorlesungsinhalte wie Projektmanagement, Lebensdaueraspekte und Elektromagnetische Verträglichkeit unterstützen den Projektfortschritt und bereiten die Studierenden so auf den Berufsalltag als Ingenieur vor.

Mittels Projektreviews soll den Studierenden zu jedem wichtigen Meilenstein ein Feedback zur bisherigen Leistung gegeben werden. Auch hier liegt der Fokus darauf den späteren Ingenieursberuf abzubilden, in dem Kunden, Projektpartnern oder dem Management der aktuelle Stand sowie wichtige Entscheidungen vorgestellt und begründet werden müssen.

Nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Änderungen in der Vorlesung und die damit verfolgten Ziele:

Änderung zur bisherigen Lehrmethode	Ziele der Änderung
Bearbeitung eines Gesamtprojekts innerhalb der Vorlesung.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Selbständige Bearbeitung</li><li>- Eigenverantwortliches Handeln</li></ul>
Projektbeschreibung: Lastenheft- und Pflichtenhefterstellung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Systemverständnis</li><li>- Aufteilen in Arbeitspakete / Teilprobleme</li><li>- Fächerübergreifende Zusammenarbeit</li></ul>
Projektbegleitende Vorlesungsinhalte, einbeziehen benachbarter Fachdisziplinen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Direkter Anwendungsbezug im Projekt</li><li>- Zusammenspiel der einzelnen Disziplinen wird sichtbar</li></ul>
Review in Gruppengesprächen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Feedback zum Projektstand</li><li>- Vorstellung der eigenen Arbeit</li><li>- Entscheidungen begründen und rechtfertigen</li></ul>
Aufbau und Abschluss der eigenen Arbeit	<ul style="list-style-type: none"><li>- direktes Feedback aus der eigenen Entwicklungsarbeit / Erfolgserlebnis</li></ul>
Projektabschluss	<ul style="list-style-type: none"><li>- Direktes Feedback vom Dozent</li></ul>
Entfall der Übungseinheiten zur Vorlesung	Wird ersetzt durch die Projektbearbeitung, z.B. projektbezogene Berechnungen.
Entfall Laborübungen	Wird ersetzt durch Aufbau und Inbetriebnahme der eigenen Projektarbeit.

Tabelle: Die wichtigsten Änderungen im Projektlabor Leistungselektronik

Die wichtigsten Ziele des Projektlabors im Einzelnen:

### **Strukturierte Vorgehensweise:**

Ein wichtiges Ziel ist es die Teilnehmer auf eine strukturierte Herangehensweise zur Lösung technisch komplexer Aufgaben vorzubereiten. Zu Beginn steht dabei stets die Aufgabenstellung genau zu analysieren und die Anforderungen zu erkennen. Analog dem späteren Berufsleben muss zuerst eine Anforderungsanalyse durchgeführt werden, die sich aus einem Lastenheft oder der Aufgabenstellung ableitet. Im nächsten Schritt wird das komplexe technische Problem in einzelne Teilbereiche aufgegliedert die ihrerseits wieder analysiert und beschrieben werden. Im letzten Schritt werden die Meilensteine und der zeitliche Ablauf in einem Gantt-Chart festgelegt, an dem sich der gesamte weitere Ablauf orientiert.

### **Teamarbeit:**

Die Entwicklung komplexer Systeme kann nur dann zielgerichtet gelingen, falls alle Beteiligten Fachbereiche eng zusammenarbeiten. Allen an der Entwicklung beteiligten Teammitgliedern muss die Gesamtfunktionalität bekannt sein um die erarbeitete Lösung an der richtigen Stelle einbringen zu können. Moderne Entwicklungsabteilungen arbeiten nicht selten über Länder- und Sprachgrenzen hinweg. Umso wichtiger ist es die Schnittstellen der im Systemaufbau erarbeiteten Teilsysteme genau zu beschreiben und Übergabepunkte richtig zu vereinbaren.

In der frühen Phase im Projektlabor werden die Aufgaben bzw. Rollen verteilt. Wichtiger als die Arbeitsinhalte sind jedoch die Schnittstellen zu den Teammitgliedern. Hier ergeben sich folgende Fragestellungen die zu Beginn des Projektlabors besprochen werden:

- Wer benötigt zu welchem Zeitpunkt welche Informationen?
- Wie erfolgt der Informationsaustausch/Dokumentation?
- Welche Teammitglieder müssen über die eigenen Schritte informiert werden?

Innerhalb der Entwicklungsteams müssen richtungsentscheidende Lösungsansätze aus den einzelnen Arbeitspunkten besprochen und diskutiert werden. Neben der inhaltlichen Bearbeitung wird im Projektteam der Gesamtprojektstatus dokumentiert und zu den festgelegten Meilensteinen präsentiert bzw. im Review-Prozess dem Laboringenieur oder Dozenten präsentiert.

### **Systemverständnis:**

Bei der bisherigen Lehrmethode ist es für die Studenten ausreichend den Vorlesungsinhalt abschnittsweise zu betrachten. Mut zur Lücke ist ein gängiges Mittel ungeliebte Themen auszublenden.

Diese Vorgehensweise ist im späteren Berufsleben kaum mehr möglich oder nur mit sehr hohen Risiken verbunden. Die Methoden „Wird schon gut gehen“ oder „Das hat so schon immer funktioniert“ scheitern spätestens im Fehlerfall oder bei einer Reklamation des Produktes. Nur diejenigen Teammitglieder, welche die Funktion ganzheitlich verstanden haben sind in der Lage zielgerichtet Verbesserungen durchzuführen oder aufgetretene Fehler ohne ein Zufallsprinzip zu finden.

Das Projektlabor soll den Teilnehmern die Bedeutung für das Zusammenspiel der einzelnen Fachgebiete aufzeigen, sowie die Wichtigkeit für selbst scheinbar unbedeutende Fragestellungen darstellen. Eine Fehleranalyse weist die Studierenden zusätzlich darauf hin wie sich Fehler in einer Teilaufgabe auf das Gesamtsystem auswirken und ggf. fortpflanzen.

### **Vorhandenes Wissen nutzen:**

Studierende aus den höheren Semestern haben im Laufe ihres Studiums viele unterschiedliche Themenfelder bearbeitet. Das Projektlabor versucht verschiedene Vorlesungsinhalte, angefangen bei den Grundlagen der Elektrotechnik bis hin zur Programmierung von Mikrocontrollern, zu integrieren. Wenn es gelingt den Teilnehmern zu zeigen an welcher Stelle das vorhandene Wissen eingesetzt werden kann, stärkt dies zum einen das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten sowie das Vertrauen in die Hochschullehre.

## **Inwieweit wurden die mit der Lehrinnovation verfolgten Ziele erreicht? Welche Probleme haben dazu geführt, dass Ziele nicht wie geplant erreicht wurden?**

Das Projektlabor konnte nahezu wie geplant umgesetzt werden. Lediglich in der Anfangsphase konnten in der Vorlesung nicht mehr alle Themenfelder, entsprechend der klassischen Lehrmethode, behandelt werden. Insbesondere die notwendigen Projektreviews, welche mit allen Gruppen durchgeführt werden, benötigten mehr Zeit als zunächst veranschlagt. Abhilfe schaffte der in der letzten Projektphase gestartete teamübergreifende Reviewprozess. Hierbei wird der aktuelle Status der Projekte nicht nur vom betreuenden Professor oder Laboringenieur bewertet, sondern auch die Gruppen bewerten und diskutieren die Vorschläge untereinander. Durch eine geeignete Gruppenzusammensetzung können sich die einzelnen Teams so gegenseitig unterstützen.

Das wichtigste Ziel im Projektlabor ist es die Studierenden auf eine strukturierte und zielgerichtete Entwicklungsarbeit für ihr späteres Berufsleben vorzubereiten. Auch dort wird nicht jedes Projekt im ersten Anlauf ins Ziel gebracht bzw. jeder einzelne Arbeitsabschnitt erfolgreich zu Ende gebracht. Wichtig ist jedoch ein strukturierter Entwicklungsablauf um auch Fehlversuche richtig zu interpretieren.

Aus Sicht des Lehrenden kann ich mir sicher sein, dass jeder teilnehmende Student sein Projekt bzw. elektronische Schaltung im Detail beherrscht und verstanden hat, unabhängig von der resultierenden Bewertung bzw. Mitarbeit während des Semesters.

Im Vergleich zur klassischen Vorlesungsstruktur ein voller Erfolg. Selbst bei einer befriedigenden Leistung in einer klassischen Klausur kann ich nicht immer davon ausgehen, dass die Prüflinge die Zusammenhänge verstanden haben.

## **Was sind die „lessons learnt“**

Die wichtigste Erkenntnis aus dem Projektlabor Leistungselektronik ist, dass alle Teilnehmer der neuen Vorlesungsmethode gegenüber aufgeschlossen und neugierig sind. Die größte Hürde besteht darin, den Teilnehmern klarzumachen, dass die Verantwortung bei Ihnen liegt und nur durch eine systematische Arbeitsweise die Projekte ins Ziel gebracht werden können. Trotz Ankündigung und intensiver Einführung in den Ablauf führt es stets zu Verwirrung, dass einzelne Problemstellungen selber bearbeitet werden müssen.

Für den Dozenten besteht die Gefahr bei sich wiederholenden Fragestellungen oder häufig gemachten Fehlern vorgefertigte Lösungen aufzuzeigen oder herauszugeben. Aber genau das soll das

Projektlabor nicht leisten. Die Teilnehmer sind gefordert sich die Informationen aus vorangegangenen Vorlesungen selber erneut zu bearbeiten oder nach geeigneter Literatur zu suchen. Auch auf die Gefahr, dass das Gesamtprojekt am Ende scheitert, ist es wichtiger Lösungswege und Ansätze aufzuzeigen anstatt vorgefertigter Lösungen.

## **Inwieweit wurde die Lehrinnovation verstetigt?**

Das Projektlabor soll kontinuierlich weiterentwickelt werden und versuchen in den nächsten Semestern noch weitere Anknüpfungspunkte zu benachbarten Vorlesungen zu finden. Das Ziel ist es während dem Studium möglichst viele Überschneidungspunkte und Anwendungsfälle aufzuzeigen. Das Projektlabor greift bisher Methoden aus der Regelungstechnik und der Mikroprozessortechnik auf, die jeweils während des Semesters wiederholt werden. Hier ist es das Ziele zukünftig komplett auf vorhandenes Vorwissen zurückzugreifen.

Aktuell wird die Verknüpfung zur Vorlesung elektrische Maschinen und Antriebe erarbeitet. Hierbei wird in der Maschinenvorlesung im Grundstudium bereits auf die Anwendungen der Leistungselektronik eingegangen sowie einzelne Übungsaufgaben auf die Arbeiten im Projektlabor angepasst. Damit entsteht eine hohe Vernetzung zwischen den Vorlesungen und eine durchgehende Entwicklungskette von der Auslegung des Antriebs bis hin zur Auslegung der dazugehörigen Leistungselektronik.

## **Auf welche Lehr-/Lernsituationen – auch in anderen Disziplinen - kann die Lehrinnovation übertragen werden?**

Das Projektlabor ist generell für alle Ingenieursdisziplinen geeignet. Da die Wissensverknüpfung ein zentraler Bestandteil des Labors ist, ist es in der jetzigen Form vor allem für Studenten im Hauptstudium bzw. fortgeschrittenen Studium anwendbar.

Das Fachgebiet der Leistungselektronik ist ideal geeignet für ein Projektlabor, da die Leistungselektronik immer auf benachbarte Themen angewiesen ist. Weitere Themengebieten die sich anbieten sind neben der Leistungselektronik Fachdisziplinen wie die Hochfrequenztechnik oder die elektromagnetische Verträglichkeit. Wichtig ist, dass die Vorlesungen jeweils auf vorangegangene Veranstaltungen aufbauen und vorangegangene Vorlesungsinhalte aufgreifen und anwenden.

## **Inwieweit haben der Fachbereich/die Fakultät und die Hochschule Sie bei der Durchführung des Lehrvorhabens unterstützt?**

Das Projektlabor Leistungselektronik wurde sowohl auf der Homepage der Hochschule als auch unterstützt von der Öffentlichkeitsarbeit der Hochschule in den regionalen Zeitungen veröffentlicht. Innerhalb der Fakultät wurde über das Projekt regelmäßig während Dienstbesprechungen oder Fakultätsratssitzungen informiert. Besonders der Austausch mit den Kollegen innerhalb der Fakultät zeigte sich als wichtig um die Lerninhalte aufeinander abzustimmen und gemeinsame Themenschwerpunkte festzulegen.

## **Wie haben Sie von den Fellowtreffen und den Lehr-/Lernkonferenzen profitiert?**

Ob Fellowtreffen oder Lehr-/Lernkonferenz, der Austausch mit Kollegen hat stets gezeigt, dass in vielen Hörsälen mit ähnlichen oder identischen Problemen gekämpft wird. Wie wird ein Thema am besten präsentiert, wie bekommen wir die Zuhörer motiviert auch über die reine Notengebung hinaus? Viele geförderte Projekte nehmen sich dieser Problemstellung an, welche dann wieder neue Impulse für die eigene Lehre bereitstellen.

## **Das Fellowship- Programm**

Das Projektlabor Leistungselektronik wurde in der jetzigen Form nur möglich durch die finanzielle Förderung innerhalb des Fellowship- Programm. Mein persönlicher Dank gilt daher dem Stifterverband und der Baden-Württemberg-Stiftung für die reibungslose Organisation und Begleitung der Förderung. Ich freue mich schon darauf mit Hilfe des Fellowship auch zukünftig viele weitere spannende Projekte und Lehrformen kenn zu lernen.

Prof. Dr. Heinz Rebholz  
HTWG-Konstanz