

# Softwaretechnik live – im Praktikum zur Projekterfahrung

---

*Peter Göhner, Friedemann Bitsch, Hisham Mubarak*

Universität Stuttgart, Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik

Pfaffenwaldring 47, 70550 Stuttgart

{goehner, bitsch, mubarak}@ias.uni-stuttgart.de

## Zusammenfassung

*Hochschulabgängern von Ingenieurstudiengängen fehlt in der Regel Projekterfahrung sowie Erfahrungen mit Teamarbeit. Um Studierende auf diese beiden wichtigen Aspekte der industriellen Praxis vorzubereiten, bietet das Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik der Universität Stuttgart das Fachpraktikum Softwaretechnik an, dessen Konzept in diesem Beitrag vorgestellt wird. Das Praktikum wird wie ein industrielles Projekt durchgeführt. Die Studierenden bilden Teams, die wie kleine Firmen agieren und einen Auftrag zur Softwareentwicklung termingerecht bearbeiten müssen. Die Studierenden sammeln Projekterfahrungen in international zusammengesetzten Teams, da das Praktikum sowohl von Studierenden aus Diplomstudiengängen als auch von Studierenden aus einem internationalen Masterstudiengang besucht wird.*

## 1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat die industrielle Softwareentwicklung immer mehr an Bedeutung für die Ingenieurwissenschaften gewonnen. Sie macht einen nicht zu vernachlässigenden Teil der beruflichen Tätigkeit der Ingenieure aus. Es ergibt sich daher die Notwendigkeit, diese Tatsachen auch in der Lehre zu berücksichtigen und Studierende in Ingenieurstudiengängen umfassend auf dem Gebiet der Softwaretechnik zu unterrichten. Ein wesentliches Problem hierbei ist der mangelnde Bezug zur Praxis. Im regulären Lehrbetrieb der Hochschulen werden den Studierenden die fachlichen Grundlagen in Form von Vorlesungen und Übungsveranstaltungen vermittelt. Zwangsläufig sind die gelehnten Inhalte sehr theoretischer Natur und erscheinen nicht nur unnötig komplex, sondern auch fern der von vielen Studierenden auf die Programmierung reduzierten Softwareentwicklung. Eine Ursache hierfür ist die Tatsache, dass Studierende der Ingenieurwissenschaften im Verlauf des Studiums keine oder wenig praktische Er-

fahrung mit der systematischen und industriellen Softwareentwicklung sammeln können. Die Vermittlung der Lehrinhalte scheitert daher zumeist an der Akzeptanz der Notwendigkeit, Software systematisch zu entwickeln.

Gleichzeitig erwartet die Industrie Hochschulabsolventen, die nicht nur die fachlichen Grundlagen, also die so genannten „Hard Skills“, beherrschen, sondern auch über gewisse „Soft Skills“, wie Teamfähigkeit, Konfliktfähigkeit und Fähigkeit zur Projektarbeit, verfügen. Im heutigen industriellen Umfeld, wo Software fast ausschließlich im Team entsteht, wird der Mangel an oben genannten Fähigkeiten häufig beklagt [Voos03]. Leider ist festzustellen, dass die Hochschulausbildung in Ingenieurstudiengängen kaum Elemente aufweist, in denen diese Fähigkeiten gezielt vermittelt und gefördert werden. Im Gegenteil: Die Hochschulausbildung hat diese Herausforderungen bisher vernachlässigt und sich auf die fachliche Ausbildung des einzelnen Studierenden konzentriert. Studierende haben also keine Möglichkeit, derartige für die Berufsausübung nicht unerheblichen Fähigkeiten im Rahmen ihres Studiums zu erlernen.

Vor diesem Hintergrund sah sich das Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (IAS) der Universität Stuttgart in der Verantwortung, eine universitäre Lehrveranstaltung zu schaffen, die sowohl den Praxisbezug der fachlichen Ausbildung herstellt, als auch Aspekte wie die Team- und Projektarbeit gebührend berücksichtigt und vermittelt. Entstanden ist hierbei das Fachpraktikum *Softwaretechnik*, das zur Ergänzung und Vertiefung der Lehrinhalte der Vorlesung zur Ausbildung von Ingenieuren im Bereich der Softwaretechnik dient. Gleichzeitig trägt es zur Vorbereitung der Studierenden auf das Berufsleben bei.

Dieser Beitrag beschreibt das Konzept des Fachpraktikums *Softwaretechnik* und berichtet über die Erfahrungen, die während der vergangenen 9 Jahre am IAS gewonnen wurden.

## 2 Praktikumsdurchführung in Projektform

Die Lehrveranstaltungsform Fachpraktikum wird für Studierende des Hauptstudiums der Diplomstudiengänge *Elektro- und Informationstechnik* sowie *Automatisierungstechnik in der Produktion* und des internationalen Masterstudiengangs *Information Technology (INFOTECH)* angeboten. Fachpraktika verfolgen das Ziel, die in Vorlesungen erworbenen Fachkenntnisse der Teilnehmer zu vertiefen und anzuwenden. Üblicherweise wird in Fachpraktika eine Reihe an Versuchen von Studierenden absolviert, die an vorbestimmten Terminen durchgeführt werden.

Im Gegensatz hierzu steht das Fachpraktikum *Softwaretechnik*. Es wird in Form eines industriellen Softwareprojekts durchgeführt. Dabei wird das Projekt nicht von jedem Studierenden einzeln, sondern in einem von drei studentischen Teams mit jeweils sechs bis acht Teammitgliedern durchgeführt. Ein Team stellt dabei eine kleine Firma dar, die als Auftragnehmer eines Kunden tätig ist, und für diesen ein Softwaresystem termingerecht zu realisieren hat. Jedes Team wird von einem wissenschaftlichen Mitar-

beiter betreut. Der Teambetreuer nimmt dabei nicht nur die Rolle eines Tutors ein, er ist auch gleichzeitig als Berater des Teams anzusehen und dadurch Teil des Teams. Die Tätigkeiten des Teams sind auf den Auftraggeber, also den Kunden, ausgerichtet. Die Rolle des Kunden wird zusammen mit dem Professor von einem vierten wissenschaftlichen Mitarbeiter ausgeübt. Dieser vierte Mitarbeiter übernimmt auch gleichzeitig die Gesamtorganisation des Fachpraktikums.

## 2.1 Organisatorischer Rahmen

Das Fachpraktikum wird während der Vorlesungszeit im Sommersemester durchgeführt. In den ersten Wochen des Praktikums müssen die Studierenden die Anforderungen an das zu erstellende Softwaresystem analysieren und definieren. Den Studierenden wird hierzu keine exakte schriftliche Aufgabenbeschreibung vorgelegt. Der Kunde äußert den Wunsch nach einer Software, die einen mobilen Fahrroboter so schnell wie möglich durch einen unbekanntes Parcours an ein vordefiniertes Ziel steuert. In Gesprächen und Interviews mit dem Kunden müssen die Studierenden die Anforderungen ermitteln. Dabei lernen sie, mit den oft vagen Vorstellungen ihres Kunden umzugehen und diese in einem iterativen Prozess zu konkretisieren. Sie lernen auch, den Kunden als Ressource anzusehen, die nicht permanent zur Verfügung steht und nicht immer „mal eben Zeit für eine kurze Frage“ hat. Die Terminplanung und -einhaltung wird somit von Beginn an vermittelt. Wie auch im industriellen Alltag können sich die Kundenwünsche und damit die Anforderungen an das zu entwickelnde System ändern. Die Ergebnisse der Anforderungsanalyse werden in einem Pflichtenheft festgehalten, das vom Kunden akzeptiert werden muss. Neben dem Pflichtenheft wird von den Studierenden auch die Abgabe eines realistischen Preisangebots für das zu entwickelnde System verlangt. Die Studierenden werden dadurch angehalten, auch die wirtschaftlichen Aspekte zu berücksichtigen, und das Rollenspiel „Firma/Kunde“ wird belebt.

Begleitet wird das Fachpraktikum durch regelmäßig stattfindende Seminare, in denen wichtige Hintergrundinformationen und theoretische Grundlagen vermittelt werden. Die Seminare werden von den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts abgehalten und haben jeweils einen konkreten Aspekt der Softwaretechnik zum Thema, der in unmittelbarem Zusammenhang mit anstehenden Aufgaben steht. Aus organisatorischer Sicht stellen die Seminare die Rahmenveranstaltungen des Fachpraktikums dar, die auch zur regelmäßigen Steuerung und Überwachung des Praktikumsverlaufs dienen. Den Studierenden wird im Rahmen der Seminare die Möglichkeit gegeben, Fragen zu stellen und unklare Punkte zu diskutieren. Im Anschluss an ein Seminar werden den Studierenden Teilaufgaben gestellt. Zweck dieser Teilaufgaben ist es, den Studierenden einen groben zeitlichen Rahmen zur Durchführung wesentlicher Arbeitsschritte sowie eine Unterstützung in der Aufteilung von Aufgaben im Team zu geben.

Der Höhepunkt des Fachpraktikums ist ein Roboterwettbewerb (siehe Abb. 1), in dem die Softwaresysteme der Studierenden in Wettbewerbsform gegeneinander antreten. Die dadurch entstehende Konkurrenz trägt entscheidend zur Motivation der Studierenden bei und bereitet die Studierenden gleichzeitig auf industrielle Arbeitsbedingun-

gen vor. Vor der Rennveranstaltung müssen die Studierenden ihr „Produkt“ dem Kunden präsentieren und versuchen, ihn von der Qualität oder der Pfiﬃgkeit ihrer Lösung zu überzeugen.



Abb. 1: *Beispiel-Parcours und Besucheransturm beim Roboterwettrennen*

## 2.2 Vorgehensmodell zur Steuerung und Kontrolle des Projektverlaufs

Ein wichtiges Mittel zur Unterstützung der zeitlichen Planung und Durchführung des Softwareprojekts ist die Vorgabe eines Vorgehensmodells, das die Studierenden in der Praktikumsdurchführung anleitet und die Durchführung der Softwareentwicklung im Fachpraktikum systematisiert. Dieses Vorgehensmodell wurde auf der Basis des V-Modells [BrDr95], des Entwicklungsstandards für IT-Systeme des Bundes, entwickelt. Ein Ziel bei der Entwicklung war die Einfachheit des Modells, sodass es für die Studierenden im Rahmen des Fachpraktikums überschaubar und leicht erlernbar ist. Während das V-Modell ein generisches Vorgehensmodell darstellt, das weder eine spezielle Organisationsstruktur noch einen bestimmten zeitlichen Ablauf vorschreibt, werden im Vorgehensmodell des Fachpraktikums alle für die Projektbearbeitung notwendigen generellen Aktivitäten und Produkte und deren Abhängigkeiten definiert (Tailoring). Dabei wurden spezielle Anpassungen für die Projektbearbeitung in kleinen Teams vorgenommen. Zur Festlegung des zeitlichen Ablaufs der Projektbearbeitung wurde das V-Modell mit einem einfachen Phasenmodell kombiniert. Das Ergebnis sind die folgenden Projektphasen:

- Anforderungserfassung
- Anforderungsanalyse
- Softwareentwurf
- Softwareimplementierung und -integration
- Softwaretest und Überarbeitung

Der Einsatz des Vorgehensmodells bietet zahlreiche Vorteile sowohl für die Studierenden als auch für die Betreuer. Durch das Vorgehensmodell werden die Studierenden frühzeitig dazu angehalten, sich Gedanken über die anstehenden Aufgaben zu machen, diese zu formulieren und eine detaillierte Planung zu erstellen. Dadurch wird das Projekt überschaubar, und die Studierenden können den zeitlichen Ablauf abschätzen. Unnötige Leerlaufzeiten aufgrund von ungeplantem Vorgehen können weitgehend minimiert oder ganz ausgeschlossen werden. Die Studierenden werden durch das Vorgehensmodell zu einer fortwährenden strukturierten Projektdurchführung und -dokumentation angehalten. Auch für die Betreuer sind die Arbeiten der Teams einfacher zu kontrollieren. Es kann festgestellt werden, welche Aufgaben verzögert sind und welche Auswirkungen die Verzögerung haben kann.

Wie bereits genannt, ist die Projektdokumentation Teil des Vorgehensmodells und eines der Lernziele des Fachpraktikums. Zur Unterstützung einer systematischen Dokumentation werden den Studierenden Dokumentvorlagen zur Verfügung gestellt. Der Einsatz der Vorlagen ist für die Studierenden verbindlich, wobei lediglich die Dokumentstruktur und Hinweise zum Inhalt der Kapitel vorgegeben werden. Auf Basis der erstellten Dokumente werden zu bestimmten Zeitpunkten des Arbeitsverlaufs („Meilensteine“) Reviews durchgeführt. Dabei erfolgt eine Diskussion der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse zwischen Studierenden und Betreuern.

### **3 Fahrrobotersteuerung durch unbekanntem Hindernisparcours**

Die Aufgabenstellung des Fachpraktikums ist die Entwicklung einer Steuerungssoftware, die einen Fahrroboter von einem vordefinierten Startpunkt durch einen unbekanntem Hindernisparcours in einen definierten Zielbereich steuern soll. Für die Manövrierung des Roboters durch den Parcours müssen die Studierenden geeignete Wegfindungsalgorithmen bereitstellen und als Steuerungssoftware umsetzen. Welche Strategie der Roboter dabei anwendet, bleibt jedem Team frei überlassen, wodurch vielfältige Lösungen für die Aufgabe entstehen. Der Zielbereich, den die Roboter ansteuern sollen, befindet sich in einem Korridor, der durch die Ziellinie vom restlichen Parcours abgetrennt ist (vgl. Abb. 2). Überfährt ein Roboter die Ziellinie, ist das Ziel im Sinne des Wettbewerbs erreicht.

Die eingesetzten Roboter wurden am Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme der TU München (Prof. Färber) entwickelt [Spat93, Land93]. Die äußeren Abmessungen des Roboters sind durch seine Stoßstange gegeben (siehe Abb. 2). Die Stoßstange ist beweglich gelagert und betätigt beim Auffahren auf ein Hindernis einen oder mehrere taktile Sensoren, durch die der Roboter eine Kollision mit einem Hindernis und die Position der Kollision erkennen kann.

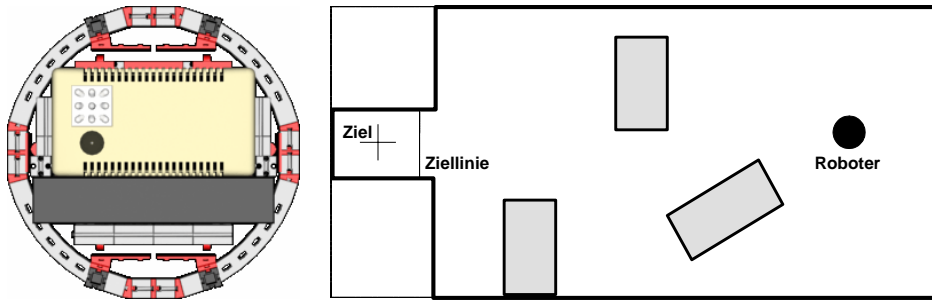


Abb. 2: Sicht auf Roboter von oben (links) und schematische Darstellung eines Parcours (rechts)

Den Robotern werden Fahrbefehle über Infrarot gesendet, und sie informieren über ihren aktuellen Roboterstatus (z. B. fahrend, stehend oder in Kollision). Die Aufgabe der Steuerungssoftware ist nun, mithilfe dieser Informationen den Roboter schnellstmöglich durch einen Hindernisparcours zu lenken und diesen zu kartografieren, um die Hindernispositionen bei einem späteren Lauf berücksichtigen zu können. Die erfassten Parcoursdaten, die Roboterpositionen sowie der geplante Weg zum Ziel müssen grafisch auf dem Bildschirm ausgegeben werden.

Zur Steuerung der Fahrroboter steht den Studierenden eine Softwareumgebung [Günt99] zur Verfügung, welche eine Kommunikationsbibliothek für den koordinierten Zugriff auf die Roboter enthält. Zum Kennenlernen des technischen Prozesses können die Roboter mithilfe einer Demo-Steuerung per Tastaturbefehle gesteuert werden. Ein Simulator erlaubt das Testen der Software ohne Einsatz der realen Roboter. Die Roboter des Simulators verhalten sich im Gegensatz zu den realen Robotern weitgehend ideal. Dadurch lernen die Studierenden mögliche Unterschiede von Simulationen und realen technischen Prozessen sowie dadurch entstehende Probleme kennen.

## 4 Aspekte der Projektarbeit als Lernziele

Die Lernziele des Fachpraktikums gliedern sich in folgende Bereiche:

- Teamarbeit, Gebrauch von Englisch zur Kommunikation in der Teamarbeit, Zusammenarbeit in multikulturellen Teams
- Projektmanagement
- Methodische Softwareentwicklung
- Qualitätssicherung
- Konfigurationsmanagement
- Zeitmanagement

## 4.1 Teamarbeit

Das Hauptlernziel des Praktikums ist das Erlernen und Erleben von Teamarbeit vor dem Einstieg in das Berufsleben. Für die Teilnehmer am Fachpraktikum ist Gruppenarbeit vielfach ein neues Thema. Die Studierenden müssen die Zusammenarbeit im Team selbstständig organisieren. Sie sollen lernen, mit Problemen umzugehen, die sich bei der Teamarbeit ergeben, und ein effizientes Zusammenarbeiten einüben. Problematisch kann beispielsweise die Kommunikation im Team sein. Zum einen haben die einzelnen Gruppenmitglieder einen unterschiedlichen Kenntnisstand. Zum anderen kann es persönliche Zuneigungen und Abneigungen geben. Auch muss die Frage nach der im Team verwendeten Sprache geklärt werden. Nicht immer sprechen alle Teammitglieder eine gemeinsame Muttersprache.

Den Studierenden wird vermittelt, dass für eine gute Teamarbeit das Arbeitsklima entscheidend ist, welches wiederum durch die Gruppenmitglieder geprägt wird. Eine gewisse Kritikfestigkeit wird von jedem Gruppenmitglied gefordert ebenso wie Sensibilität beim Kritiküben.

Eine weitere Schwierigkeit, mit der die Studierenden konfrontiert werden, ist bei wichtigen Fragestellungen in der Projektorganisation oder Entwicklung gemeinsame Entscheidungen zu treffen. Dabei müssen unterschiedliche Ansichten zunächst toleriert werden. In der Diskussion müssen die Teammitglieder dann eine Lösung finden, die für das Team annehmbar ist. Viele der Studierenden bewerten die dabei gewonnenen Erfahrungen als äußerst wertvoll, da die Auseinandersetzungen im Team zu einer sehr intensiven Befassung mit Gruppenarbeit und der Aufgabenstellung führt.

Die Studierenden sollen lernen, selbstständig zu handeln und Ideen sowie Vorschläge in ihr Team einzubringen. Bevor die Betreuer um Hilfestellung gebeten werden, versuchen die Teams, Fragen und Probleme alleine zu klären und zu bewältigen.

Die Teams definieren zu Beginn des Fachpraktikums die Rollen mit den zugehörigen Aufgabenbereichen. Als Hilfestellung wird den Studierenden folgende Rollenverteilung empfohlen, vgl. [LaGö99, S. 13]:

1. Ein Studierender übernimmt die Aufgabe des **Projektmanagers**. Er ist verantwortlich für die Planung der Ressourcen (Studierende, Zeit, Rechner, Systemumgebung, Teambetreuer), für die Koordination und für die Kosten- und Zeiterfassung.
2. Vier bis fünf Studierende übernehmen die Aufgabe der **Entwickler**. Diese Untergruppe führt hauptsächlich die Anforderungserfassung, die Systemanalyse, den Entwurf, die Implementierung und die Überarbeitung des Softwaresystems durch.
3. Zwei Studierende übernehmen die Aufgabe der **Qualitätssicherung**. Neben der Planung und Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen testet diese Untergruppe das Softwaresystem.

4. Ein Studierender übernimmt als Nebenaufgabe die des **Schnittstellenverwalters**. Er hat die Aufgabe für konsistente Schnittstellen zwischen verschiedenen Softwaremodulen während der gesamten Projektlaufzeit zu sorgen. Die Ergebnisse der Teammitglieder müssen zusammenpassen. Aus diesem Grund ist eine sorgfältige Schnittstellendefinition zwischen den zu entwickelnden Modulen von großer Bedeutung.
5. Ein Studierender ist neben seiner Hauptaufgabe für das **Konfigurationsmanagement** zuständig. Der Konfigurationsmanager ist für die Archivierung und die Versionsverwaltung der Dokumentation sowie der Produkte der einzelnen Entwicklungsphasen verantwortlich.

Je nach ausgeübter Rolle machen die Studierenden sehr unterschiedliche Erfahrungen. Da das Fachpraktikum auch von Studierenden des englischsprachigen Masterstudiengangs *INFOTECH* besucht wird, stehen sowohl die Studierenden als auch die Betreuer vor der Herausforderung, die Kommunikation in Englisch durchzuführen. Lehren und Lernen erfolgen also in einer Fremdsprache. Insbesondere die Dokumente, die in den verschiedenen Projektentwicklungsphasen angefertigt werden, müssen in englischer Sprache erstellt werden. Der Gebrauch von Englisch gehört im heutigen Berufsleben zum Alltag. Im Fachpraktikum Softwaretechnik werden die Studierenden durch Besprechungen, Diskussionen und Dokumentation in englischer Sprache auf die industrielle Praxis vorbereitet.

In einer Zeit fortschreitender Globalisierung ist die Fähigkeit der Zusammenarbeit in multikulturellen Teams von zunehmend wichtigerer Bedeutung und sollte in der Ausbildung nicht ignoriert werden. Die Zusammensetzung der Teams aus Studierenden der drei genannten Fachrichtungen macht nicht nur den Gebrauch von Englisch erforderlich, sondern schult die Studierenden in der Zusammenarbeit mit Menschen aus anderen Kulturen. Am *INFOTECH*-Studiengang nehmen Studierende aus der ganzen Welt mit unterschiedlichstem kulturellem Hintergrund teil. Durch die enge Zusammenarbeit der Studierenden in den Teams sind die Studierenden gefordert, sensibel für die Arbeitskulturen der Teammitglieder zu sein und einen gemeinsamen Weg für die Zusammenarbeit zu finden.

## 4.2 Projektmanagement

Die Studierenden werden im Fachpraktikum im Bereich Projektmanagement geschult. Bestandteile des Projektmanagements sind die Projektplanung, die Projektkontrolle, die Ergreifung von Maßnahmen für die Einhaltung des Projektplans sowie Kostenberechnung und Teamorganisation, vgl. [LaGö99, S. 17 f.]. Zu den Lernzielen in diesem Aufgabenbereich gehört auch das Üben der ansprechenden Präsentation von Arbeitsergebnissen. Die Projektplanung umfasst die Teilaufgaben Organisations-, Aufwands- und Terminplanung sowie die Ressourcenplanung. Die Projektplanung wird anhand eines *Projektplans* dokumentiert und projektbegleitend verfolgt.



Zudem gehört es auch zu den Aufgaben des Projektmanagements, Probleme in der Teamarbeit zu erkennen und diesen entgegenzuwirken. Dies schließt auch die Motivation der Teammitglieder mit ein. Am Ende des Projekts verfasst der Projektmanager einen Projektabschlussbericht, der eine Zusammenfassung des gesamten Projektverlaufs enthält und die erzielten Ergebnisse erläutert.

### 4.3 Methodische Softwareentwicklung

Bei der Durchführung des Projekts werden die Studierenden in methodischer Softwareentwicklung geschult. Dabei werden Techniken und Methoden der Softwaretechnik angewandt, welche die Studierenden in den Vorlesungen *Einführung in die Informatik III* [Göhn04a] und *Softwaretechnik I* [Göhn04b] kennen gelernt haben. Die Softwareentwicklung erfolgt objektorientiert, wobei für Analyse (OOA) und Entwurf (OOD) die UML-Notation verwendet wird. Die objektorientierte Implementierung (OOP) erfolgt wahlweise in den Programmiersprachen C++ oder Java. Die Entscheidung über die eingesetzte Sprache wird den Teams überlassen.

Das Softwaresystem muss nicht komplett neu entwickelt werden. Wie in den meisten realen Softwareprojekten in der Industrie werden zum Teil vorgefertigte Softwarekomponenten wiederverwendet. Diese Softwarekomponenten sind zum Teil leicht fehlerbehaftet und nicht optimal dokumentiert. Die Studierenden lernen mit derartigen Schwierigkeiten, die nicht selten in realen Softwareentwicklungsprojekten auftreten, umzugehen. Gleichzeitig wird ihnen damit der Nutzen einer guten Projektdokumentation vermittelt.

### 4.4 Qualitätssicherung

Um die Erfüllung der vorgegebenen Anforderungen zu gewährleisten, werden Qualitätssicherungsmaßnahmen angewandt. Softwarequalität wird durch den Einsatz konstruktiver Qualitätssicherungsmaßnahmen erreicht (wie z. B. die Gliederung des Entwicklungsprozesses durch ein Vorgehensmodell sowie die Unterstützung des Entwicklungsprozesses durch Methoden und Werkzeuge). Diese Maßnahmen werden durch analytische Qualitätssicherungsmaßnahmen (wie z. B. Reviews sowie Komponenten- und Systemprüfungen) ergänzt, vgl. [LaGö99, S. 34 f.]. Beide Arten von Maßnahmen sind Bestandteil der Ausbildung im Fachpraktikum Softwaretechnik.

Für die Komponenten- und Systemprüfung werden aus den Anforderungen an das zu entwickelnde System allgemeine Prüfanforderungen abgeleitet. Danach werden Prüfmethode und -kriterien festgelegt, mit denen die Prüfanforderungen zu erfüllen sind. Außerdem sind für die einzelnen Komponenten und für das Gesamtsystem Prüffälle zu definieren. Die Ergebnisse und Auswertungen der einzelnen Tests sind im Prüfprotokoll zu dokumentieren.

## 4.5 Konfigurationsmanagement

Im Bereich Konfigurationsmanagement lernen die Studierenden, ein Produkt oder Zwischenprodukt (z. B. Dokument, Quellcode-Datei usw.) bezüglich seiner funktionellen wie auch äußeren Merkmale eindeutig zu identifizieren. Diese Identifikation dient der systematischen Kontrolle von Änderungen und der Sicherstellung der Integrität. Das Konfigurationsmanagement überwacht die Konfigurationen während der gesamten Entwicklung, sodass die Zusammenhänge und Unterschiede zwischen früheren Konfigurationen und den aktuellen Konfigurationen jederzeit erkennbar sind. Dadurch sind Änderungen nachvollziehbar und überprüfbar [LaGö99, S. 16 f.]. Zudem muss ein Konzept bereitgestellt werden, durch das die Bearbeitung von Zwischenprodukten in der Teamarbeit koordiniert wird.

## 4.6 Zeitmanagement

Die für das Fachpraktikum zur Verfügung stehende Zeit ist insbesondere dadurch begrenzt, dass die Studierenden das Praktikum in der Vorlesungszeit des Semesters durchführen, in der sie reguläre Vorlesungen besuchen.

Die Studierenden verwenden ca. 8-14 Stunden pro Woche für das Praktikum. Zur Vermeidung von Stress und chaotischer Teamarbeit erhalten die Studierenden zu Beginn des Fachpraktikums eine Einführung in das Thema Zeitmanagement angelehnt an [Hump97]. Dabei lernen sie im Hinblick auf ihre spätere Tätigkeit in der Industrie ihre Zeit selbstständig einzuteilen, realistisch abzuschätzen, die in der Realität benötigte Zeit zu erfassen und aufgrund dessen ihre Zeiteinteilung und -abschätzung zu bewerten und kontinuierlich zu verbessern.

## 5 Motivation der Studierenden

Bei einer derartig arbeitsintensiven und zeitaufwändigen Lehrveranstaltung stellt sich die Frage, wie die Studierenden über die gesamte Praktikumsdauer motiviert werden können, um ein Einbrechen der Motivation und der Lern- bzw. Leistungsbereitschaft zu vermeiden. Dies ist sicherlich keine leichte Aufgabe und kann nicht durch einzelne, sondern nur durch die Kombination abgestimmter Maßnahmen bewältigt werden. Dabei sind soziale und technische Aspekte zu berücksichtigen. Die Erfahrung zeigt, dass diejenigen Teams am erfolgreichsten waren, in denen ein ausgeprägter Teamgeist aufgrund der Motivation aller Teammitglieder entwickelt wurde. Folgende Mittel werden am IAS erfolgreich zur Motivation eingesetzt: Meilensteine, Rollenspiel, Teamarbeit, Konkurrenz, eine herausfordernde Aufgabenstellung, soziale Veranstaltungen und die Ergebnispräsentation in Form eines Roboterwettrennens.

## 5.1 Meilensteine

Zu Beginn des Praktikums werden Meilensteine definiert, zu denen bestimmte Zwischenprodukte erstellt und vorgelegt werden müssen. Durch diese Zwischenziele wird nicht nur die Projektkontrolle unterstützt, sondern die Studierenden können auch Teilerfolge in ihrer Arbeit erleben, die eine Basis für die Weiterarbeit darstellen und eine motivierende Wirkung besitzen. Je härter ein Team für die Erreichung eines Meilensteins gearbeitet hat, desto größer ist die Motivation, das Projekt fortzuführen. Gleichzeitig wird dabei der Teamgeist gestärkt, da Meilensteine meist nur durch erfolgreiche Teamarbeit erreicht werden können.

In der neunten Praktikumswoche findet eine Prototyppräsentation statt. Die Studierenden präsentieren dabei den gegenwärtigen Entwicklungsstand ihrer Steuerung. Dem Kunden wird somit die Möglichkeit gegeben, den Fortschritt der Teams zu ermitteln, und eventuelle Abweichungen zu den Anforderungen zu erkennen. Für die Teams stellt diese Prototyppräsentation eine wichtige Rückmeldung über den eigenen Stand im direkten Vergleich mit der „Konkurrenz“ dar. Dies hat schon bei einigen Teams zu ungeahnten Motivationsschüben geführt.

## 5.2 Rollenspiel und Teamarbeit

Das Rollenspiel kommt beim Fachpraktikum in unterschiedlicher Weise zum Einsatz. Zum einen tritt der Praktikumsorganisator den Studierenden als Auftraggeber gegenüber. Zum anderen sehen sich die Studierenden von Anfang an als Auftragnehmer und lernen, als Team aufzutreten. Diese Sicht wird dadurch unterstützt, dass die Studierenden innerhalb ihres Teams unterschiedliche Verantwortungsbereiche wahrnehmen und vertreten. Um die Teamidentität weiter herauszubilden, wählt jedes Team einen Namen und ein Logo. Dadurch entsteht in den Teams ein „Wir“-Gefühl und damit eine Verantwortung des Einzelnen gegenüber seinem Team.

## 5.3 Konkurrenz

Ein Mittel, das die Motivation der Studierenden während der gesamten Praktikumsdauer nachhaltig fördert, ist die Wettbewerbssituation, in der sich die unterschiedlichen Teams von Beginn an befinden. Erfahrungsgemäß macht diese Situation den besonderen Reiz des Fachpraktikums aus. Die Studierenden werden dazu angehalten, ihre Mitbewerber nicht als erbitterte Konkurrenten anzusehen. Die Gruppen können und sollen sich in technischen und organisatorischen Fragen helfen. Dies führt zu einer regelmäßigen Kommunikation unter den Teams und damit zu einem ständigen Abschätzen des Entwicklungsstands der Mitbewerber. Die eigenen Ergebnisse und der Projektfortschritt stehen immer in Relation zu denen der anderen Teams. Ein weiterer Vorteil der Wettbewerbssituation ist, dass die entwickelten Softwaresysteme ein hohes Niveau erreichen und damit zu spannenderen Roboterrennen führen, die wiederum jüngere Studierende ansprechen.

## 5.4 Angemessene, herausfordernde und interessante Aufgabenstellung

Die Wahl der Aufgabenstellung ist von großer Bedeutung, insbesondere beim Softwaretechnikunterricht für Ingenieure. Die Aufgabenstellung muss zum einen interessant und anspruchsvoll genug sein, um die Teams über die Praktikumsdauer zu beschäftigen und die Lernziele zu vermitteln. Zum anderen darf sie nicht zu schwer sein, da sonst Resignation unter den Studierenden hervorgerufen wird. Auch sollte die Aufgabenstellung einen klaren Bezug zum späteren Berufsbild des Ingenieurs haben und nicht Softwareentwicklung um deren selbst vermitteln.

Die Realisierung einer Softwaresteuerung für mobile Roboter und die damit verbundene Beschäftigung mit der Hardware stellt für die meisten Studierenden eine spannende und anspruchsvolle technische Aufgabe dar. Sie sehen sich vor der Herausforderung, nicht nur die Software des Systems, sondern auch Eigenheiten der Hardware zu beherrschen. Am IAS wird immer wieder die Erfahrung gemacht, dass der Schwierigkeitsgrad von den Studierenden meist unterschätzt wird, sodass die technische Herausforderung aus Sicht der Studierenden im Verlauf des Praktikums anwächst.

## 5.5 Soziale Veranstaltungen

Soziale Veranstaltungen, wie beispielsweise ein Geschäftsessen, sind Teil des Berufslebens. Im Rahmen des Fachpraktikums finden daher zwei Veranstaltungen statt, welche die sozialen Kontakte zwischen den Studierenden, aber auch zu den Betreuern und dem Organisator fördern. Zunächst werden nach Ablauf der ersten Hälfte des Fachpraktikums die Studierenden zu einem informellen Gespräch und Erfahrungsaustausch in eine Gaststätte eingeladen. Bei diesem Gespräch in lockerer Runde ist es möglich, Probleme anzusprechen und den bisherigen Verlauf zu diskutieren. Insbesondere für Studierende aus fremden Kulturkreisen stellt dieses „etwas andere“ Zwischengespräch einen Gewinn dar.

Die zweite Veranstaltung findet zum Abschluss des Fachpraktikums statt. Auch hier sollen die Studierenden ihre zum Teil sehr intensiven Erfahrungen bei der Bearbeitung des Fachpraktikums schildern. In einer offenen Diskussion können Kritik und Lob in Anwesenheit des Professors und der Betreuer ausgesprochen werden. Fehler werden gemeinsam analysiert und ausgewertet. Die Veranstaltung wird mit einem gemeinsamen Abendessen abgeschlossen.

Beide Veranstaltungen haben sowohl bei Studierenden als auch bei Betreuern einen hohen Stellenwert und tragen dazu bei, dass die beim Fachpraktikum gewonnenen Erfahrungen im Gedächtnis bleiben.

## 5.6 Ergebnispräsentation

Die Ergebnispräsentation nimmt im Fachpraktikum eine besondere Rolle ein. Viele der teilnehmenden Studierenden kennen das Fachpraktikum aufgrund des Roboterwettrennens. Das Besondere an dieser Veranstaltung ist, dass nicht nur die Teams im Mittelpunkt stehen, sondern auch das Publikum. Die Attraktivität der Roboterwettrennen wird

für die Zuschauer noch durch ein Wettbüro erhöht. Die Zuschauer können, nachdem sich die Teams präsentiert haben, Tipps für den Ausgang der Rennen abgegeben und kleine Sachpreise gewinnen. Für Zuschauer aus aller Welt findet eine Live-Übertragung im WWW statt, die auch live kommentiert wird. Insbesondere für Bekannte und Angehörige ausländischer Studierender ist dies eine gute Möglichkeit, die Rennen zu verfolgen. Die Studierenden wollen sich natürlich vor den Zuschauern gut präsentieren und sind besonders motiviert, ein gutes und zuverlässiges Softwareprodukt zu entwickeln. Das Rennen wird mit einer Siegerehrung durch den Professor abgeschlossen.

## 6 Wertvolle Erfahrungen

Die Studierenden beurteilen die gewonnenen Erfahrungen in der Regel sehr positiv, wie es die Ergebnisse der regelmäßig durchgeführten Umfragen zeigen oder Zeichen der Anerkennung der Art, wie es in Abb. 3 zu sehen ist.



Abb. 3: Der Nutzen des Fachpraktikums wird von den Studierenden sehr positiv bewertet

Sowohl Studierende als auch die wissenschaftlichen Mitarbeiter gewinnen durch das Fachpraktikum in vielfältiger Weise Erfahrungen für das Berufsleben. Für beide stellt das Arbeiten in bzw. das Betreuen von multikulturellen Teams eine Herausforderung dar. Während des Praktikums bringen die kulturell bedingten unterschiedlichen Arbeitsweisen sowie Kommunikationsprobleme aufgrund von Sprachschwierigkeiten viele Probleme und Schwierigkeiten mit sich, die im Nachhinein betrachtet jedoch sowohl

von den Betreuern wie auch von den Studierenden als wertvolle Erfahrungen gewertet werden.

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter werden durch die besondere Konstellation des Fachpraktikums darin geschult, Personalverantwortung zu übernehmen. Sie tragen die Verantwortung für die funktionierende Zusammenarbeit, das zielorientierte Arbeiten und die kompetente Betreuung in allen Teams. Sie müssen Probleme in der Teamarbeit und Schwachstellen in der Projektbearbeitung erkennen und Verantwortung dafür tragen, dass eine rechtzeitige Auseinandersetzung mit Problemen stattfindet. Sie machen Erfahrungen damit, wie unterschiedliche Studierende auf verschiedene Weise motiviert werden müssen.

Viele Studierende konnten in dem Praktikum Erfahrungen aus Fehlern sammeln, die wesentlich größere Auswirkungen gehabt hätten, wenn ihnen diese erst später im Berufsleben passiert wären. Studierende haben die Erfahrung gemacht, dass die Realisierung von Softwareeigenschaften, die der Kunde nicht gefordert hat, unnötig viel Zeit und Arbeit kosten kann, wenn der Kunde diese Eigenschaften nicht toleriert. Viele Studierende haben zudem auch die Erfahrung gewonnen, dass Softwareänderungen, die kurzfristig vor der Produktvorstellung durchgeführt werden, sodass ein ausreichender Test der Gesamt-Software nicht mehr möglich ist, meist zu einer Verschlechterung statt zu einer Verbesserung der Software führen.

In den letzten Jahren ist der Trend zu beobachten, dass die Softwareprodukte im Fachpraktikum immer besser werden. Ein entscheidender Faktor dafür ist wohl, dass in den letzten Jahren die Ingenieursausbildung in Informatik-Grundkenntnissen im Elektrotechnik- und Informationstechnik-Studium wesentlich verbessert wurde. So lernen die Studierenden an der Universität Stuttgart bereits im Vordiplomstudium objektorientierte Softwareentwicklung sowie entsprechende Modellierungsnotationen (UML) und Programmiersprachen (Java) sowie die Gestaltung von Benutzungsoberflächen kennen.

## 7 Fazit

Das Fachpraktikum Softwaretechnik hat sich als fester Bestandteil im Lehrangebot des IAS etabliert. Der Aufwand zur Durchführung des Fachpraktikums ist sowohl für Studierende wie auch wissenschaftliche Mitarbeiter hoch. Es ist jedoch ein Aufwand, der sich für alle Beteiligten lohnt. Sie gewinnen durch das Praktikum sehr gute Erfahrungen hinsichtlich Projekt- und Teamarbeit. Sie sammeln Erfahrungen, wie durch die Entwicklung eines Teamgeists das Arbeiten Freude bereitet und die Qualität der Arbeit gefördert wird. Vielfach wurde die Erfahrung gemacht, wie sehr gute Ideen und Lösungsansätze in Diskussionen und durch die gegenseitige Ergänzung in der Teamarbeit entstehen. Viele Studierende haben es nach der Durchführung des Praktikums nicht nur leichter gehabt, Studien- und Diplomarbeiten systematisch zu bearbeiten, insbesondere hat ihnen das Praktikum den Einstieg in den Beruf vereinfacht. Aus den gewonnenen Erfahrungen wäre ein vermehrter Einsatz von Projektpraktika mit höherem Stellenwert im Studium sinnvoll.

Die Konzepte des Fachpraktikums wurden in den Fakultäten Elektrotechnik und Informatik der Universidade Federal do Amazonas, Brasilien, sehr positiv bewertet, so dass die Konzepte und die Technik zurzeit dort eingeführt werden. In Zukunft wird sich der Ingenieursnachwuchs der Universität Stuttgart auch mit brasilianischen Studierenden messen können.

## Literatur

- [BrDr95] A.-P. Brühl, W. Dröschel (Hrsg.): Das V-Modell. Der Standard in der Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden, 2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 2005.
- [Göhn04a] P. Göhner: Skript zur Vorlesung Einführung in die Informatik III, <http://www.ias.uni-stuttgart.de/info3>, IAS, Universität Stuttgart, 2004.
- [Göhn04b] P. Göhner: Skript zur Vorlesung Softwaretechnik I, <http://www.ias.uni-stuttgart.de/st1>, IAS, Universität Stuttgart, 2004.
- [Günt99] H. Günther: Studienarbeit, Portierung der zur Steuerung von Fahrrobotern entwickelten Software-Umgebung auf Windows NT, Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik, Universität Stuttgart, 1999.
- [Hump97] W.S. Humphrey: Introduction to the Personal Software Process, Addison Wesley Longman Inc., Reading, 1997.
- [Land93] M. Landfarth: Diplomarbeit, Entwurf und Aufbau eines ferngesteuerten Roboters, München, Lehrstuhl für Prozessrechner, Technische Universität München, 1993.
- [LaGö99] R. Lauber, P. Göhner: Prozessautomatisierung 2. 1. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999.
- [Spat93] O. Spatz: Diplomarbeit, Funktionserweiterung des Roboters für das Software-Engineering-Praktikum, München, Lehrstuhl für Prozessrechner, Technische Universität München, 1993.
- [Voos03] J. Voosen: Schlechte Noten für die Praxis, Hochschulanzeiger Nr. 68, Frankfurt, 2003.