

# Projekte der Lehre mit hochschulexternen Kunden

*Tilman Hampp, Stefan Opferkuch, Rainer Schmidberger*

Abteilung Software Engineering, Institut für Softwaretechnologie, Universität Stuttgart

Universitätsstr. 38, 70569 Stuttgart

{hampp, opferkuch, schmidberger}@informatik.uni-stuttgart.de

## Zusammenfassung

*Praktische Projektarbeit ist Teil vieler Informatik- und Softwaretechnik-Curricula. Die Aufgabenstellungen, die diesen Projekten zugrunde liegen, entstammen oft dem Themenkreis des betreuenden Instituts oder sind speziell von den Betreuern erdacht und für keinen wirklichen Verwendungszweck vorgesehen. Teilweise ist die Aufgabenstellung auch von den Studenten selbst festgelegt. In allen drei Fällen wird die Kundenrolle nicht realitätsnah im Projekt vertreten. Dieser Artikel beschreibt am Beispiel zweier durchgeführter Praktika, wie externe Partner eine Kundenrolle in einem studentischen Projekt übernehmen können und welche Schwierigkeiten und welcher Nutzen hierdurch entstehen.*

## 1 Einführung

Immer häufiger gehört praktische Projektarbeit zum Curriculum des Informatik- oder Softwaretechnik-Studiums. Die Projekte werden typischerweise über einen längeren Zeitraum (ein bis zwei Semester) mit Beteiligung mehrerer Studenten (typischerweise drei bis zwölf) durchgeführt. Die geleistete Entwicklungsarbeit entspricht kleineren bis mittleren Projekten, wie sie in der Wirtschaft durchgeführt werden. Selbst wenn berücksichtigt wird, dass Studenten noch nicht die Produktivität eines in der Wirtschaft angestellten Entwicklers haben und zudem nicht Vollzeit am Projekt arbeiten, steht eine Gesamt-Entwicklungsleistung von mehreren Entwicklermonaten zur Verfügung.

Die Aufgabenstellungen der studentischen Projekte stammen meist aus dem Tätigkeitsfeld des betreuenden Instituts, sind „künstlich“ vom Betreuer erdacht oder von den Studenten selbst gewählt. „Künstlich“ erdachte Aufgabenstellungen haben den Vorteil, dass der Gesamtaufwand durch Ändern der Aufgabenstellung leicht gesteuert werden kann. Man kann die Aufgabe Jahr für Jahr leicht modifizieren, was zu geringerem Betreuungsaufwand führt. Auch Musterlösungen können leichter erstellt werden. Der Nachteil der „künstlich“ erdachten Aufgabenstellung ist, dass eine Verwendung der

Ergebnisse nach Ende des Praktikums praktisch ausgeschlossen ist. Damit wird geleistete Arbeit verschwendet und die Motivation der Studenten gemindert. Von Studenten selbst gewählte Aufgabenstellungen führen u. U. zu einer Verwendungsmöglichkeit der Ergebnisse, die Studenten erhalten aber den fatalen Eindruck, dass sie die Anforderungen an das Produkt selbst festlegen können. Sowohl Projekte mit „künstlich“ erdachten Aufgabenstellungen als auch von den Studenten selbst gewählte Aufgabenstellungen haben den gravierenden Nachteil, dass sie das spätere Tätigkeitsprofil eines Softwareentwicklers nur unzureichend widerspiegeln, vor allem bezüglich der Analyse und Spezifikation.

Die Aufgabenstellung an einem externen Bedarf zu orientieren und die Kundenrolle des Projekts mit einem externen Partner zu besetzen, hat zwei offensichtliche Vorteile: Erstens ist es für die Motivation der Studierenden fördernd, wenn das Ergebnis eingesetzt wird (oder der Einsatz zumindest nicht grundsätzlich ausgeschlossen ist). Zweitens kann die Analysephase weit realistischer als bei institutsinternen oder erdachten Aufgabenstellungen durchgeführt werden, da ein „echter“ Kunde als Interviewpartner für die Studierenden zur Verfügung steht.

Im Folgenden werden zwei studentische Projekte beschrieben, die am Institut für Softwaretechnologie der Universität Stuttgart im Studiengang Softwaretechnik durchgeführt wurden und deren Aufgabenstellung durch externe Partner vorgegeben war. In beiden Projekten wurde die Kundenrolle auch durch diese externen Partner besetzt.

## **2 Softwarepraktikum im Grundstudium**

### **2.1 Rahmenbedingungen**

Das Softwarepraktikum muss von allen Studenten der Softwaretechnik im Grundstudium absolviert werden. Das Praktikum wird in Gruppen mit je drei Studenten durchgeführt, der Umfang beträgt je Student 6 Semesterwochenstunden. Pro Gruppe steht damit eine Arbeitsleistung von 720 Entwicklerstunden zur Verfügung.

### **2.2 Vorbereitungen**

Vor Beginn des Praktikums musste ein Partner gefunden werden, der Bedarf für ein Softwaresystem hat, das innerhalb der Rahmenbedingungen des Softwarepraktikums realisiert werden kann. Dieser Bedarf sollte einerseits so groß sein, dass für den Partner die Teilnahme am Praktikum interessant war, andererseits sollte diese Software natürlich in keiner Weise unternehmenskritisch sein, da keinerlei Gewährleistung für die Qualität der Ergebnisse übernommen werden konnte. Zudem sollte keine spezielle Infrastruktur wie z.B. spezielle Hardware oder eine spezielle Datenbank erforderlich sein. Die Implementierung sollte in Java oder in Ada95 erfolgen, weil die Studenten zuvor diese beiden Programmiersprachen gelernt hatten. Bedingt durch die Laufzeit eines Praktikums und den Vorlauf, den man bei der Partnersuche eingeplant hatte, konnten

keine kurzfristig verfügbaren Ergebnisse in Aussicht gestellt werden. Die Zeitspanne zwischen Partnersuche und Ende des Praktikums betrug etwa neun Monate. Nach vielen Gesprächen mit möglichen Partnern, die alle sehr aufgeschlossen waren, konnten die Weiterbildungsabteilung einer großen deutschen Bank sowie eine Weiterbildungs-Akademie als geeignete Partner mit einer passenden Aufgabenstellung gefunden werden.

Beide Partner sind Weiterbildungseinrichtungen, die die Zufriedenheit der Seminarteilnehmer über Beurteilungsbögen erfragen. Die Teilnehmer füllen in beiden Häusern nach Seminarende diese (Papier-)Bögen aus, der Dozent sammelt sie anschließend ein. Verdichtungen der Abgaben oder statistische Trends können nur mit hohem manuellem Aufwand erstellt werden. Aus dieser Problemstellung heraus entstand nun die Idee für ein System, das online die Erfassung des Fragebogens für die Seminarteilnehmer ermöglicht. Die ausgefüllten Fragebögen werden in einer Datenbank gespeichert und können dort für verschiedene Abfragen genutzt werden. Systeme dieser Art waren am Markt praktisch nicht verfügbar oder hatten deutliche Mängel.

Nachdem die Idee grob fixiert war, wurden die wesentlichen Anforderungen an ein solches System – vergleichbar einem Lastenheft – gemeinsam mit den Kunden erhoben. Es wurde eine Grob-Architektur entworfen und eine Aufwandsschätzung vorgenommen. In dieser Phase waren noch keine Studenten beteiligt. Es zeigte sich schnell, dass der Aufwand zur Realisierung deutlich über dem vorgesehenen Rahmen des Softwarepraktikums lag. Aus diesem Grunde wurde das Gesamtsystem in drei Komponenten aufgeteilt: eine Komponente zur Erfassung der Fragebogen-Schablone, eine Web-Server-Komponente zur Anzeige und Erfassung der Fragebögen und eine Auswertungs-Komponente. Damit hatten nicht alle Gruppen des Softwarepraktikums die gleiche Aufgabenstellung, der Umfang war aber in etwa gleich.

### **2.3 Durchführung**

Das Praktikum begann im Februar 2003 und endete im August 2003. Es nahmen etwa 60 Studenten teil. In der ersten Veranstaltung stellten sich die Kunden vor, und das Lastenheft wurde präsentiert. Nach Zusammenstellung der Gruppen (aus je drei Studenten) und Zuordnung der Gruppen zu einer der drei Komponenten wurden sechs Teams gebildet, die aus je drei Gruppen für die drei Einzelkomponenten bestanden. So erstellte jedes Team ein Gesamtsystem. Wichtig hierbei war, dass alle Teams die Komponenten an genau festgelegten Schnittstellen verbinden mussten. Der Ausfall einer Gruppe konnte so durch eine andere Gruppe ersetzt werden.

Die Schnittstelle zwischen den Komponenten bildeten die Klassen des fachlichen Domänenmodells, das über eine Persistenzschicht auf eine relationale Datenbank abgebildet wurde. Die Persistenzschicht wurde von den Betreuern gestellt und war nicht Teil der studentischen Arbeit. Das fachliche Domänenmodell wurde in einem Workshop gemeinsam mit den Studenten erarbeitet und anschließend den Gruppen als UML-Modell und Java-Code zur Verfügung gestellt. Aus den Domänenklassen wurde auch das relationale Modell abgeleitet, das damit ebenfalls allen Gruppen vorgegeben wurde.

Nach der Kundenpräsentation entwickelten nun die Studenten einen Fragenkatalog für die zwei Wochen später stattfindende Kundenbefragung. Die Kundenbefragung war derart organisiert, dass ein Team (also drei Gruppen) etwa eine Stunde Befragungszeit hatte. Es entwickelten sich sehr lebhaft Diskussionen. Die Betreuer waren anwesend, griffen in die Diskussion aber nur ein, um eine gleiche Aufgabenstellung für die insgesamt sechs Teams sicherzustellen.

Die auf die Kundenbefragung folgenden Projektabschnitte Spezifikation, Reviews der Spezifikation, Entwurf, Implementierung und Test waren von der Tatsache, dass die Aufgabenstellung von einem externen Kunden stammte, nicht signifikant betroffen. Lediglich nach der Qualitätssicherung der Spezifikation durch Reviews mussten Unklarheiten bei der Aufgabenstellung erneut mit dem Kunden geklärt werden.

Die Abnahme der Resultate fand als Präsentation wieder mit Kundenbeteiligung statt.

## **2.4 Qualität der Abgaben**

Nahezu alle Gruppen erzielten vorzeigbare Ergebnisse. Die Abschlusspräsentationen wurden überwiegend professionell vorgetragen, und die gezeigten Ergebnisse hatten – soweit es aus der Präsentation erkennbar war – Produktqualität. Bei etwa zwei Drittel der Abgaben wurde die Bedienbarkeit von den Kunden besonders gelobt.

Die besten zwei Abgaben je Komponente wurden schließlich von den Betreuern ausgewählt und auf weitere Produktqualität wie Wartbarkeit, speziell Änderbarkeit und Lesbarkeit, genauer untersucht. Diese recht zeitintensive Untersuchung ergab, dass nahezu alle Abgaben im Bereich der Wartbarkeit Schwächen hatten. Die Lesbarkeit war z. B. durch ungeschickte Bezeichner für Klassen und Methoden schlecht. Auch der Entwurf, speziell der Zusammenhalt innerhalb der Klassen, hatte oftmals Mängel, sodass es mühsam war, Anpassungen vorzunehmen oder Teile wiederzuverwenden. Den Studenten fehlte in diesen Bereichen offensichtlich noch die Erfahrung.

Dennoch konnte ein Gesamtsystem integriert werden, das bei den Kunden zu Präsentationszwecken eingesetzt wurde. Produktqualität im Sinne einer unmittelbaren Vermarktung hatten die Abgaben allerdings nicht.

## **2.5 Einschätzung des Praktikums durch die Studenten**

Im Anschluss an das Softwarepraktikum wurde eine empirische Untersuchung über die Einschätzung des Praktikums durch die Studenten durchgeführt. Dabei wurden die Studenten in einem Fragebogen nach ihrer Einschätzung verschiedener Aspekte des Softwarepraktikums befragt. Der Fragebogen wurde anonym beantwortet, sodass für die Betreuer des Praktikums und den Auswerter der Bögen kein Rückschluss auf die jeweiligen Studenten möglich war. Der Fragebogen umfasste 14 teils offene, teilweise geschlossene Fragen. Der Rücklauf betrug 50 beantwortete Bögen bei 57 Teilnehmern am Softwarepraktikum. Die darin enthaltenen Antworten können also als repräsentativ gelten.

Der überwiegende Teil der Studenten gibt an, dass ihnen das Softwarepraktikum insgesamt Spaß gemacht hat. Diese Aussage machten 43 der 50 Studierenden.

Des Weiteren bewerteten die Studenten ihre Motivation bei der Durchführung des Praktikums im Vergleich zu anderen Lehrveranstaltungen des Studiums als höher. Dieser Meinung waren 35 Studenten, 9 bewerteten ihre Motivation als gleich hoch, 6 Studenten als niedriger. Fast alle Studenten, nämlich 49 von 50, hatten das Gefühl, dass im Softwarepraktikum ein Lerneffekt eingetreten ist.

Als besonders positiver Aspekt des Softwarepraktikums wurde von den Studenten hervorgehoben, dass im Praktikum eine eigenständige Teamarbeit unter realen, praxisnahen Projektbedingungen durchgeführt werden konnte. Negativ wurden die nach Meinung der Studenten veraltete Rechner- und Softwareausstattung und Terminkonflikte mit anderen Lehrveranstaltungen eingeschätzt.

Ebenfalls negativ wurden die Aspekte verspätete Absprachen über Schnittstellen, ungenaue Anforderungen des Kunden an die Software und Unstimmigkeiten innerhalb der Gruppen und zwischen den Teams bewertet. Dabei ist jedoch festzustellen, dass dies Schwierigkeiten sind, unter denen viele Softwareprojekte in der Industrie ebenfalls leiden und somit die Studierenden in gewisser Weise auf die Probleme, die sie in ihrem späteren Berufsleben unter Umständen erwarten, vorbereitet werden.

Der Umfang des Praktikums war nach Einschätzung von 32 Studierenden genau richtig, 16 Studierende empfanden den Aufwand als leicht zu hoch. Dies zeigt, dass der Umfang der Aufgabe für das Softwarepraktikum richtig gewählt worden war und zukünftige Aufgaben nicht umfangreicher gestaltet werden sollten. Schließlich wurde die spezielle Konstellation dieses Softwarepraktikums mit der Beteiligung eines externen Kunden und dem geplanten Einsatz der entwickelten Software von der Mehrheit der Studierenden, 37 von 50, als positiv bewertet.

## 2.6 Abschließende Bewertung

Der Nutzen für den externen Partner steht in einem guten Verhältnis zu seinem Aufwand, der für Vorbereitungen, Kundengespräche und Abnahme etwa 3 bis 4 Arbeitstage betrug. Das Projektergebnis konnte zwar nicht unmittelbar als Produkt eingesetzt werden, aber es stand für interne Diskussionen als Prototyp bereit.

Der Nutzen für die Studenten lässt sich aus den Resultaten der Untersuchung ablesen. Der subjektive Eindruck der Betreuer war, dass der Lernerfolg der Studenten über dem der Vorjahre lag. Zudem war ein von den externen Partnern finanziertes Fest ein gelungener Abschluss.

Für die Betreuer bedeutet ein Praktikum mit externen Kunden einen erkennbar höheren Arbeitsaufwand. Die einzelnen Aufwände wurden zwar nicht genau erfasst, wir schätzen aber, dass der Gesamtaufwand um etwa ein Drittel höher liegt als bei Projekten ohne externen Partner. Dies liegt an der Partner- und Aufgabensuche im Vorfeld, aber auch an den Aufwänden zur Koordination im laufenden Projekt.

Als besonders wichtig hat sich die einheitliche Fixierung der Schnittstellen zwischen den Komponenten herausgestellt. Hier ist auch eine gewisse Erfahrung im Be-

reich Klassenmodellierung bei den Betreuern erforderlich. Wie zu erwarten war, hatten sich einige Gruppen aufgelöst (durch Schwund der Mitglieder) oder neu formiert. Durch die festen Schnittstellen hat sich dies aber auf die übrigen Gruppen nicht weiter ausgewirkt. So konnte jede Gruppe ihre Abgabe mit den jeweils anderen Komponenten integrieren.

### **3 Studienprojekt im Hauptstudium**

Im Hauptstudium des Studiengangs Softwaretechnik sind zwei Studienprojekte vorgesehen, in denen von Studenten jeweils ein vollständiges Softwareprojekt durchgeführt wird. Das Studienprojekt A ist das erste Projekt und wird von den Informatik-Instituten angeboten, das Studienprojekt B wird im Anwendungsfach absolviert. Wir haben im Wintersemester 2003/04 ein Studienprojekt A mit externen Kunden angeboten und durchgeführt.

#### **3.1 Rahmenbedingungen**

Die Rahmenbedingungen für das Studienprojekt A werden durch die Prüfungsordnung festgelegt. Die Teilnehmerzahl ist auf 7 bis 12 Teilnehmer begrenzt, der Umfang für die praktische Arbeit ist auf 10 Semesterwochenstunden je Teilnehmer festgelegt, das sind 400 Entwicklerstunden. Die vorgegebene Dauer beträgt 9 Monate. Im praktischen Teil sollen die Teilnehmer ein vollständiges Softwareprojekt durchführen. Dazu gehören die Phasen Konzeption (Analyse, Spezifikation), Realisierung (Entwurf, Feinentwurf, Codierung, Modul-Test) und Montage (Integration, Gesamttest, Abnahme und Übergabe). Des Weiteren muss Qualitätssicherung und Projektmanagement geleistet werden. Neben der praktischen Arbeit gehören zum Studienprojekt begleitende Vorlesungen und ein Seminar.

In der Regel wird ein Studienprojekt von einem Institut angeboten. Dabei übernimmt ein Mitarbeiter die Kundenrolle, zwei Mitarbeiter betreuen die Teilnehmer. Die Anforderungen an Projekt und Produkt werden vom Institut festgelegt. Weil ein Mitarbeiter die Rolle des Kunden nicht vollständig wahrnehmen kann, haben wir hochschulexterne und damit reale Kunden in das Studienprojekt eingebunden.

#### **3.2 Vorbereitung des Projekts**

Ein Semester vor Beginn des Studienprojekts wurde das Projektziel innerhalb des Instituts geklärt und festgelegt: Im Studienprojekt sollte ein System zur Verwaltung und Darstellung von Anforderungen und weiteren Informationen erstellt werden. Als Architektur war eine Basissoftware für die Verwaltung von Projektinformationen gefordert, dazu sollte ein Plug-in für die Verwaltung von Anforderungen und Beziehungen zwischen Anforderungen erstellt werden. Weitere Plug-ins für die Verwaltung von Handbucheinträgen oder Testfällen, integriert mit den Anforderungen, sollten möglich sein.

Dieses System sollte als Web-Anwendung in Java realisiert werden und auf einer Datenbank basieren.

Wir konnten zwei externe Kunden gewinnen: Ein Kunde war ein Schulungsunternehmen, das ein System zur Verwaltung der Schulungen einsetzt. Für dieses System sollten die Anforderungen und das Handbuch mit dem Produkt nachdokumentiert werden. Dieser Kunde war auf das Werkzeug angewiesen: Der Mitarbeiter, der das Verwaltungssystem sehr genau kennt, verlässt das Unternehmen. Als zweiter Kunde stellte sich ein Softwareunternehmen zur Verfügung.

Alle Studienprojekte eines Semesters starten zu Semesterbeginn. Die Studenten melden sich für ihr Wunschprojekt an; wollen zu viele Studenten an einem Projekt teilnehmen, werden die Teilnehmer für das Projekt ausgewählt. Alle Studenten können Alternativprojekte angeben, auf jeden Fall aber an einem Studienprojekt teilnehmen. Für das Studienprojekt wurden nach der Anmeldung 10 Teilnehmer ausgewählt.

### **3.3 Projektorganisation**

Das Studienprojekt war als Entwicklungsprojekt organisiert, also als Projekt für die Herstellung eines Produkts für den Softwaremarkt. Die externen Kunden übernahmen die Rolle von Pilotkunden. Ein Mitarbeiter fungierte als Marketing und interner Kunde. Diese Organisation hat mehrere Gründe:

- Der interne Kunde kann die Anforderungen der beiden Pilotkunden bündeln und die Konsistenz so weit sichern, dass ein Produkt machbar ist. Da die Kunden aus sehr unterschiedlichen Bereichen kamen, haben wir mit widersprüchlichen Anforderungen gerechnet.
- Das Ziel war, ein erweiterbares Produkt zu erstellen, das durch Plug-ins für unterschiedliche Zwecke angepasst werden kann. Die Anforderungen auf dieses Ziel hin zuzuschneiden, war eine Aufgabe des internen Kunden.
- Externe Kunden sind nicht ständig verfügbar. Um die Kommunikationswege kurz zu halten und die externen Kunden nicht zu sehr zu beanspruchen, diente der interne Kunde als Ansprechpartner für die Studenten.
- Als Risiko haben wir gesehen, dass ein externer Kunde abspringt. Durch den internen Kunden hängt das Studienprojekt jedoch nicht existenziell vom externen Kunden ab.

Zusätzlich standen den Teilnehmern zwei Mitarbeiter als Betreuer zur Seite. Die Teilnehmer stellten den Projektleiter, zusätzlich geforderte Rollen waren ein Configuration-Management- und Qualitätssicherungs-Beauftragter und ein Chefarchitekt.

### **3.4 Anforderungen an den Ablauf des Projekts**

Das Projekts gliederte sich in die folgenden von den Mitarbeitern vorgegebenen Phasen:

Im Vorprojekt arbeiteten die Teilnehmer in drei Gruppen. Jede Gruppe führte Anforderungsanalyse, Entwurfsüberlegungen, Kostenschätzung und Planung durch und

erstellte ein Angebot. Zur Analyse fanden Gespräche mit dem internen und den externen Kunden statt. Abschluss der Vorprojektphase war die Angebotspräsentation, in der jede Gruppe den Kunden ihr Angebot vorstellte. Die Kunden einigten sich auf eine Gruppe, die den Zuschlag erhielt.

Gefordert worden war die Projektabwicklung in zwei Iterationen. Abschluss der ersten Iteration bildete ein lauffähiges Produkt mit eingeschränkter Funktionalität. Dieses Produkt wurde von den Kunden evaluiert, sodass Anforderungsänderungen in der zweiten Iteration realisiert werden konnten. Nach der zweiten Iteration wurde das vollständige Produkt ausgeliefert.

Dieses iterative Vorgehen haben wir gewählt, weil einer der beiden Kunden auf das Produkt angewiesen war. Dieser Kunde konnte das Produkt früh einsetzen; außerdem konnten noch Änderungen und Korrekturen in der zweiten Iteration durchgeführt werden. Als zweiten Vorteil sahen wir, dass die externen Kunden während des Projekts eingebunden werden und den Fortschritt verfolgen können.

Die Pilotkunden sind durch diesen Ablauf und die Organisation an mehreren Stellen in das Projekt eingebunden: Zur Analyse der Anforderungen finden Kundengespräche statt, die externen Kunden wählen ein Angebot in der Angebotspräsentation aus, bewerten einen Prototyp und nehmen so die Spezifikation ab. Dann nehmen sie die erste Iteration ab und stehen zur Analyse von Anforderungsänderungen für die zweite Iteration und zur Abnahme des Endprodukts zur Verfügung.

Begonnen hat das Studienprojekt Ende Oktober 2003; das Vorprojekt endete im Dezember 2003. Das Ende der ersten Iteration war auf Mai 2004 festgelegt, Ende August 2004 wurde das Projekt abgeschlossen.

### **3.5 Durchführung des Projekts**

Nach Abschluss des Vorprojekts wird das Projekt von den Teilnehmern, insbesondere vom Projektleiter, geplant. Dieser hatte die folgenden externen Meilensteine geplant:

- M0: Projektplan
- M1: Spezifikation des Gesamtsystems
- M2: Entwurf für die erste Iteration
- M3: Abnahme der ersten Iteration
- M4: Entwurf für die zweite Iteration
- M5: Abnahme des Gesamtsystems
- M6: Projektende

Die externen Pilotkunden waren nicht bei allen externen Meilensteinen beteiligt, Projektplan und Entwurf wurden ausschließlich vom internen Kunden und den Betreuern abgenommen.

Im Projekt wurden alle Anforderungen in der Spezifikationsphase der ersten Iteration erfasst und dokumentiert. Die Abnahme der Spezifikation erfolgte durch den internen Kunden, dann wurde den externen Kunden ein Prototyp gezeigt.

Für die erste Iteration wurden die wesentlichen Anforderungen identifiziert, damit ein einsatzfähiges Produkt entstand. Für diese Anforderungen wurde ein Entwurf er-

stellt, der ausreichend erweiterbar für alle Anforderungen sein sollte. Implementiert wurden für die erste Iteration nur diese wesentlichen Anforderungen. Am Ende der ersten Iteration wurde das lauffähige Produkt den Kunden präsentiert und für den Einsatz zur Verfügung gestellt. In Analyserunden wurden weitere Anforderungen erhoben; kleinere Korrekturen waren noch notwendig. Mit dem internen Kunden wurden die neu erhobenen Anforderungen und die noch nicht realisierten Anforderungen priorisiert. Anschließend wurde der Entwurf angepasst, erweitert und dann implementiert. Das Handbuch wurde während der zweiten Iteration erstellt.

Die Qualitätssicherung erfolgte durch interne Reviews aller Dokumente einschließlich Codeaudits, Reviews mit dem internen Kunden und den Betreuern und durch Test des Systems. Codeaudits wurden eingesetzt, weil sich Schwierigkeiten beim Unit-Test herausstellten. Ein umfangreicher Systemtest wurde vor dem Ende jeder Iteration durchgeführt. Die Abnahme erfolgte jeweils zuerst durch den internen Kunden und die Betreuer, dann durch die Pilotkunden.

### **3.6 Ergebnisse des Projekts**

Das Projekt wurde erfolgreich durchgeführt. Alle Meilensteine wurden zum geplanten Termin erreicht. Der Aufwand lag um rund 20% über den vorgesehenen 4000 Entwicklerstunden, aber im Rahmen des durch Kostenschätzung ermittelten und geplanten Aufwands.

Bereits nach der ersten Iteration zeigte sich eine hohe Brauchbarkeit des Produkts, diese Einschätzung bestätigte sich bei Projektende. Beide externen Kunden setzen das Produkt derzeit ein. Das System wurde bereits erweitert, die Wartbarkeit des Produkts wurde dabei vom Wartungsentwickler als sehr gut eingeschätzt.

### **3.7 Einschätzung des Projekts durch die Studenten**

Im Anschluss an das Studienprojekt wurde ebenfalls eine empirische Untersuchung über die Einschätzung des Projekts durch die Studenten durchgeführt. Es konnten 9 von 10 am Projekt beteiligte Studenten befragt werden.

Alle befragten Studenten machten die Aussage, dass ihnen das Studienprojekt insgesamt Spaß gemacht hat. Entscheidend hierfür war die positive Grundstimmung im Projektteam, der reale Einsatz der Software außerhalb der Hochschule, der hohe Stellenwert der Software für den Kunden, der Einsatz interessanter neuer Technologien und die Möglichkeit zur Erweiterung der eigenen Kenntnisse.

Die Beteiligung eines hochschulexternen Kunden beurteilten alle Studenten als positiv. Hierbei war vor allem von Bedeutung, dass eine sehr hohe Motivation bestand, das Projekt erfolgreich durchzuführen. Dies wurde von den Studenten mit realistischen Arbeitsbedingungen und einer erhöhten Erwartungshaltung an die Funktionalität des Produkts begründet. Als ebenfalls motivationssteigernd wurde die Möglichkeit genannt, Vorgehensweisen in der Softwareentwicklung außerhalb der Universität kennen zu lernen. Von den Studenten wurde lediglich negativ beurteilt, dass aus ihrer Sicht nach

Beendigung des Projekts zu wenig Feedback durch die hochschulexternen Kunden gegeben wurde.

Die Frage, ob sie ein ähnliches Projekt nochmals durchführen würden, bejahten 8 von 9 Studenten. Dabei war vor allem ausschlaggebend, dass diese Art von Projekt eine sehr gute Vorbereitung auf reale Projekte in der Industrie bietet und die höheren Anforderungen an die Projektdurchführung die Motivation steigern.

### **3.8 Abschließende Bewertung**

Die Betreuung des Studienprojekts ist mit externen Kunden aufwändiger als ohne externe Kunden: Der Aufwand für die Rolle des Kunden fällt für die Mitarbeiter nicht weg, sondern bleibt bei vermutlich gleichem Aufwand als interner Kunde erhalten. Zusätzlich steigt der Aufwand für die Vorbereitung deutlich: Externe Kunden müssen für das Studienprojekt gewonnen und die Aufgabenstellung muss abgesprochen und angepasst werden. Während des Studienprojekts müssen Termine koordiniert werden.

Für die Industriepartner, die als externe Kunden beteiligt sind, fällt ebenfalls Aufwand an. Bei fast allen Treffen waren zwei oder mehr Mitarbeiter jedes externen Kunden anwesend, für die Treffen ist damit pro Kunde ein Aufwand von rund 8 Arbeitstagen angefallen (ohne Anreise). Der Nutzen ist dafür sehr hoch: Der Kunde bekommt ein einsatzfähiges Produkt, das seine Anforderungen realisiert.

Für die Studenten, die am Studienprojekt teilnehmen, bedeuten externe Kunden eine größere Herausforderung. Der Kontakt zu realen Kunden stellt sie vor eine neue Situation.

Schwierigkeiten zeigten sich darum besonders in der Angebotsphase: Den Studenten war zwar klar, dass sie den Kunden für ihr Angebot gewinnen müssen, aber nicht, wie sie ihr Angebot so gestalten, dass sich der Kunde darin wiederfindet. Erschwert wurde diese Aufgabe durch die unterschiedlichen Erwartungen der beiden externen Kunden. Schwierigkeiten beim Kundenkontakt zeigten sich auch bei der Analyse von Anforderungsänderungen nach der ersten Iteration: Die Studenten hatten eine abwehrende Haltung gegenüber den Änderungen, eine konstruktive Diskussion wurde abgeblockt, indem auf den Mehraufwand verwiesen wurde.

Deutlich hat sich in der Analyse gezeigt, dass ein externer Kunde nicht die Sprache der Entwickler spricht. Dadurch tauchten nach der Analyserunde weitere Fragen auf, die in einem zweiten Treffen geklärt wurden.

Während die Erfahrung bei der Analyse gewollt ist, sehen wir in den Schwierigkeiten der Angebotspräsentation ein Defizit der Lehre. Nachgereicht wurde daher ein Überblick über den typischen Ablauf der Angebotsphase in der Industrie und Hinweise zur erfolgreichen Angebotspräsentation. Diese Inhalte werden wir in die begleitenden Vorlesungen für kommende Studienprojekte einfließen lassen, um die Studenten besser auf die Kundenkontakte vorzubereiten. Außerdem wurden alle Projektergebnisse, die die externen Kunden bekommen, vorher vom internen Kunden und den Betreuern geprüft.

Das iterative Vorgehen schätzen wir grundsätzlich positiv ein: Für die Kunden hat es den Vorteil, dass noch Änderungen in das Endprodukt übernommen werden können, dass sie relativ früh wieder in das Projekt eingebunden werden und dass sie eine lauffähige Version sehen. Aber auch für die Studenten ist eine lauffähige Version, die den Kunden vorgestellt werden kann, motivierend. Der Zeitplan für das Projekt wird durch die zwei Iterationen allerdings knapp, ein Vorgehen mit mehr als zwei Iterationen halten wir daher unter diesen Rahmenbedingungen für nicht durchführbar.

Ein externer Kunde wirkt auf die Studenten stark motivierend. Sie erfahren, dass ihre Arbeit gebraucht wird und gute Ergebnisse geschätzt werden. Dazu gehört auch, dass das Produkt tatsächlich eingesetzt und gewartet wird.

## 4 Zusammenfassung

Zusammenfassend ergibt sich für die externen Partner ebenso wie für die Studenten eine „win-win“-Situation: Für wenig Aufwand und Kosten erhält der externe Partner ein maßgeschneidertes Produkt. Die Studenten erleben echte Kundengespräche und sind durch die Perspektive, dass ihre Ergebnisse verwendet werden, angespornt. Wichtig ist auch der „Spaßfaktor“, den die Studenten überwiegend in den Befragungen angegeben hatten.

Die Betreuer haben zwar einen etwas höheren Aufwand, dafür entstehen aber Kontakte in die Industrie, die vielfältig weitergenutzt werden können. Als notwendig erachten wir ausreichend Vorlaufzeit, um die externen Kunden zu gewinnen und die Aufgabenstellung zu klären.

Die Erfahrung mit den Resultaten aus Grundstudiums- und aus Hauptstudiumsprojekten sind unterschiedlich: Die Ergebnisse aus den Grundstudiumsprojekten können als Prototyp oder für einen Testbetrieb durchaus dienen, die Codequalität wird aber für eine längerfristige Investition nicht tragfähig sein. Ergebnisse aus Hauptstudiumsprojekten entsprechen unserer Einschätzung nach qualitativ dem gängigen Industriestandard oder liegen sogar darüber.

Wir werden daher zukünftig Projekte der Lehre nach Möglichkeit mit externen Kunden durchführen.

## Literatur

- [Lud 99] J. Ludewig: Softwaretechnik in Stuttgart – ein konstruktiver Informatik-Studiengang. Informatik-Spektrum 22(1), 1999, 57-62.
- [Lud 01] J. Ludewig (Hrsg.): Praktische Lehrveranstaltungen im Studiengang Softwaretechnik: Programmierkurs, Software-Praktikum, Studienprojekte, Fachstudie. Mit Beiträgen von Stefan Krauß, Jochen Ludewig, Patricia Mandl-Striegnitz, Ralf Melchisedech, Ralf Reißing. Bericht der Fakultät Informatik, Universität Stuttgart, 3. Auflage, 2001.