

Qualifizierte Software-Projektmanager durch simulationsbasierte Ausbildung

Patricia Mandl-Striegnitz

Abteilung Software Engineering, Universität Stuttgart
mandlpa@informatik.uni-stuttgart.de

Zusammenfassung

Die Qualifikation des Projektleiters entscheidet häufig über den Erfolg oder Misserfolg eines Softwareprojekts. Wie aber können zukünftige Projektleiter auf ihre Rolle vorbereitet werden? Das Vermitteln von Fachkenntnissen alleine reicht nicht aus. Um ein Softwareprojekt erfolgreich leiten zu können, benötigen die Projektleiter vor allem auch praktische Erfahrung.

In diesem Artikel wird ein Ansatz zur Ausbildung von Projektleitern vorgestellt, durch den nicht nur das erforderliche Fachwissen vermittelt wird, sondern auch praktische Projektmanagement-Erfahrungen gewonnen werden können. Erste Erfahrungen mit diesem Ansatz werden präsentiert.

1 Einführung

Softwareprojekte erfolgreich durchzuführen, ist eine schwierige Aufgabe, die zu bewältigen auch mehr als 30 Jahre nach „Entdeckung“ des Software Engineerings häufig misslingt. Auch in den neunziger Jahren wird der überwiegende Teil aller Projekte nicht innerhalb der gegebenen Zeit, innerhalb des vorgegebenen Kostenrahmens und mit Ergebnissen der geforderten Qualität abgeschlossen ([4]; [12]). Untersuchungen zeigen, dass das Scheitern eines Projekts häufig weniger auf technologische Probleme als vielmehr auf Schwächen des Projektmanagements zurückzuführen ist (z.B. [7]). Ein erfolgreiches Projekt zeichnet sich nach Jones [5] immer durch eine effektive Projektplanung und Kostenschätzung, eine effektive Fortschritts- und Qualitätskontrolle und kompetente Projektleiter aus.

Die Kompetenz des Projektleiters ist dabei der entscheidende Erfolgsfaktor: Er muss nicht nur in der Lage sein, die vielfältigen Aufgaben des Projektmanagements sicher, schnell und zuverlässig auszuführen, sondern in jeder Situation die richtigen Entscheidungen treffen können. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, benötigt der Projektleiter eine sehr gute Qualifikation: Er muss nicht nur über Fachwissen verfügen, sondern auch die notwendige Erfahrung besitzen, um auf überraschende Ereignisse sinnvoll zu reagieren und wichtige Projektmanagement-Aufgaben umsetzen zu können.

Viele Studienpläne, aber auch Ausbildungsprogramme in der Industrie, sehen jedoch häufig nicht einmal eine theoretische Ausbildung im Software-Projektmanagement vor. Die Ausbildung bietet noch weniger die Möglichkeit, Gelerntes anzuwenden, Problemsituationen zu erfahren oder verschiedene Strategien auszuprobieren, um aus Fehlentscheidungen zu lernen und die (positiven und negativen) Konsequenzen des eigenen Handelns direkt zu erleben.

In diesem Artikel wird ein Ausbildungsansatz vorgestellt, durch den angehende Projektleiter nicht nur das erforderliche Fachwissen erwerben, sondern vor allem die Möglichkeit haben, praktische Projektmanagement-Erfahrungen zu sammeln.

2 Software-Projektmanagement: Stand der Praxis

Ein Blick in die Praxis des Software-Projektmanagements zeigt nicht nur erhebliche Defizite, sondern macht auch die Bedeutung des Projektmanagements als Schlüsselfaktor für den Erfolg oder Misserfolg eines Projekts deutlich.

Die folgenden Aussagen spiegeln den Stand der Praxis im Projektmanagement in einem industriellen Großunternehmen. Sie sind das Ergebnis einer Studie, die Ende der neunziger Jahre durchgeführt wurde [7].

Die meisten der befragten Projektleiter investierten lediglich 5 bis maximal 35% ihrer Arbeitszeit in das Projektmanagement. Aufgrund ihrer technischen Fähigkeiten zum Projektleiter befördert kannten sie weder ihre Aufgaben als Projektleiter, noch waren sie sich der Bedeutung ihrer Rolle bewusst. Folglich konnten sie diese Rolle nicht ausfüllen und bevorzugten inhaltliche Projektaufgaben. Der Projektverlauf zeigt die Konsequenzen: z.B. eingeschränkte Fortschrittskontrolle, mangelhaftes Aktualisieren des Projektplans und in der Folge hohe Abweichungen von Termin- und Kostenplänen. In keinem der untersuchten Projekte wurden systematisch wichtige Projektkenndaten wie beispielsweise Aufwand je Phase oder Tätigkeit erhoben. Folglich fehlten quantitative Informationen für eine zuverlässige Planung, Fortschrittskontrolle und Projektsteuerung. Außer auf fehlende quantitative Daten war die schlechte Qualität der Projektpläne und Statusberichte auch auf den fehlenden Einsatz von Kostenschätzverfahren oder Verfahren zum Risikomanagement zurückzuführen. Und letztlich war den meisten Projektleitern die Bedeutung wichtiger Elemente des Software Engineerings wie beispielsweise Qualitätssicherung und Dokumentation nicht bewusst. Sie haben diese Tätigkeiten weder bei der Planung entsprechend berücksichtigt, noch während des Projektverlaufs darauf geachtet, dass diese Tätigkeiten in erforderlichem Maße ausgeführt werden. Dass diese Schwächen im Projektmanagement keine Ausnahme darstellen, bestätigen weitere Untersuchungen in diesem Bereich (z.B. [3]; [13]).

3 Die Qualität des Software-Projektmanagements: Eine Frage der Ausbildung

Die Defizite im Projektmanagement sind im Wesentlichen auf die schlechte Qualifikation der Projektleiter zurückzuführen. Während technische Projektmitarbeiter selbstverständlich Schulungen erhalten, hat keiner der befragten Projektleiter jemals an einer Projektmanagement-Schulung teilgenommen [7]. Folglich kannten sie weder ihre Aufgaben als Projektleiter, noch Methoden und Techniken, um diese Aufgaben zu bewältigen. Vor allem aber fehlte ihnen die notwendige Erfahrung, um Problemsituationen beurteilen und zuverlässig darauf reagieren zu können.

Aufgrund der Bedeutung des Projektmanagements ist es deshalb entscheidend, zukünftige Projektleiter gezielt auf die tägliche Praxis vorzubereiten.

3.1 Konventionelle Ausbildung im Projektmanagement

Wir können Software-Engineering- und Projektmanagement-Kenntnisse (z.B. Techniken zur Planung und Fortschrittskontrolle und Maßnahmen der Qualitätssicherung) in konventionellen Lehrveranstaltungen wie beispielsweise Seminaren, Vorlesungen und Übungen vermitteln. Diese Veranstaltungsformen sind jedoch unzureichend, um Studierende und Praktiker auf ihre Rolle als Projektleiter vorzubereiten. Viele Aussagen erscheinen ohne Praxiserfahrung unmotiviert und trivial. Beispielsweise ist es schwierig, in einer Vorlesung die Bedeutung einer konsequenten Qualitätssicherung zu vermitteln, wenn die Studierenden nie erfahren haben, welche Konsequenzen es hat, Zwischenresultate ungeprüft zu verwenden. Außerdem bieten diese Veranstaltungsformen keine Möglichkeit, das Gelernte auch anzuwenden, um die über das theoretische Wissen hinaus notwendige praktische Erfahrung zu erwerben. Selbst wenn ein unerfahrener Projektleiter weiß, wie ein Statusbericht zu erstellen ist, wird er ohne Erfahrung Schwierigkeiten haben, den aktuellen Projektstatus sicher einzuschätzen, notwendige Informationen schnell zu erheben und zu beurteilen, inwieweit Abweichungen vom Projektplan vorliegen.

Auch typische Schwierigkeiten und Probleme, die in realen Softwareprojekten mit unschöner Regelmäßigkeit immer wieder auftreten, lassen sich nicht anhand von Lehrbüchern vermitteln. Projektleiter müssen möglichst viele Problemsituationen selbst erfahren und Übung im Lösen dieser Probleme gewinnen. Schwierigkeiten treten in einem Projekt nicht einzeln und unabhängig voneinander auf, sondern in jeder Situation spielen viele verschiedene Einflussfaktoren zusammen und beeinflussen sich in ihren Auswirkungen auf den Projektverlauf gegenseitig. Der Erfolg eines Projektleiters ist vor allem davon abhängig, ob es ihm gelingt, eine bestimmte (Problem-)Situation zu analysieren und ob er entscheiden kann, welches Vorgehen und welche Lösungsstrategie er in dieser Situation wählen sollte. Um diese Erfahrung zu gewinnen, müssten Projektleiter bereits in der Ausbildung viele (auch sehr verschiedene) Softwareprojekte zu Übungszwecken durchführen können. Dabei

müssen sie sowohl die Chance haben, Fehlentscheidungen zu treffen, als auch positive Erfahrungen sammeln können.

Typische studentische Projekte sind kaum geeignet, da Umfang und Teilnehmerzahl zu gering sind und der Schutz der Hochschule es verhindert, dass Effekte realer Projekte in der erforderlichen Komplexität auftreten. (Mehrere) umfangreiche, realistische Softwareprojekte bereits in der Ausbildung durchzuführen, scheitert am erforderlichen Aufwand für Studierende und Betreuer. Darüber hinaus besteht die Hauptaufgabe in diesen Projekten in der Lösung technischer Probleme, so dass die Studierenden kaum echte Management-Erfahrung sammeln können.

3.2 Software Engineering Simulation durch animierte Modelle

Grundidee und Zielsetzung

Eine mögliche Lösung des Problems kennen wir aus der Ausbildung von Piloten: die Simulation. Ebenso wie ein Projektleiter kann auch ein Pilot nicht alle möglichen schwierigen Situationen real erproben, um zu lernen, wie er sie am besten meistert. Ein Pilot muss die Konsequenzen möglicher Fehler verstehen, *bevor* er zum ersten Mal selbständig ein Flugzeug fliegen darf. Hier kommen die Flugsimulatoren ins Spiel. Entscheidend ist, dass die Simulationen ausreichend realistisch sind, so dass die Erfahrungen mit gleichem Ergebnis in der Realität angewendet werden können.

Aufgrund der Parallelen verfolgt die Abteilung Software Engineering an der Universität Stuttgart in ihrem SESAM-Projekt einen vergleichbaren Ansatz zur Ausbildung von Projektleitern. Ziel war es, ein System zur interaktiven Simulation von Softwareprojekten bereitzustellen. Die Idee dabei ist, dass man mit einem solchen System alle denkbaren Effekte und kritischen Situationen, die ein Projektleiter in der Praxis erleben kann, simulieren und damit für die Spieler erfahrbar machen kann [6]. Sie haben – ebenso wie ein Pilot am Flugsimulator – die Chance, schwere Fehler zu machen, ohne Schaden anzurichten. Der vom Spieler gewählte Verlauf bestimmt die Ergebnisse des simulierten Projekts. Die Spieler können somit verschiedene Strategien ausprobieren, bis es ihnen letztlich gelingt, ihr Projekt zum Erfolg zu führen.

Die Simulation basiert auf Modellen von Softwareprojekten. Der Modellbauer entscheidet, welche Objekte eines Softwareprojekts und mögliche Beziehungen zwischen diesen Objekten jeweils mit ihren relevanten Eigenschaften modelliert werden. Es gibt nur eine Ausnahme: Die Rolle des Projektleiters wird von einem realen Spieler, dem auszubildenden Projektleiter, übernommen. Dazu stellt ihm das Modell Aktionen zur Verfügung, mit denen er den Verlauf des simulierten Projekts interaktiv steuern und kontrollieren kann. Welche Änderungen des Projektzustands der Spieler durch seine Aktionen jeweils erwirkt, hat der Modellbauer in der Dynamik des Modells festgelegt.

Ein SESAM-Modell – das QS-Modell

Drappa [2] hat ein erstes umfassendes Simulationsmodell realisiert. Da Softwareprojekte sehr verschieden sind, ist es nicht möglich, ein universelles Modell zu entwickeln, das jeden beliebigen Projekttyp und Entwicklungsansatz unterstützt. Das Modell ist daher auf die Entwicklung von Software im Rahmen eines kleinen bis mittleren Auftragsprojekts beschränkt. Es unterstützt aktivitäten-orientierte Prozessmodelle, keine evolutionären oder zyklischen Vorgehensmodelle. Es konzentriert sich auf die Effekte von Qualitätssicherungsmaßnahmen (und wird daher im folgenden als QS-Modell bezeichnet).

An einem einzigen Simulationsmodell können nicht alle Aufgaben des Projektmanagements geschult werden. Durch das QS-Modell können im Wesentlichen die folgenden Projektmanagement-Funktionen trainiert werden (vgl. [2]): Projektplanung, Stellenbesetzung und Projektführung. Die Planungstätigkeiten müssen vom Spieler außerhalb des Systems durchgeführt werden. Mit Hilfe der vom Modell angebotenen Aktionen leiten die Spieler das simulierte Projekt entsprechend ihrer Planung. Dazu müssen sie die notwendigen Projektmanagement-Aufgaben durchführen, beispielsweise Mitarbeiter einstellen, ihnen (entsprechend ihrer Qualifikation und Erfahrung) Aufgaben zuweisen, den Projektfortschritt kontrollieren und ggf. korrigierend eingreifen. Die Management-Funktionen Organisation und Personalführung spielen in diesem Modell keine Rolle.

Erste Erfahrungen zum Einsatz von SESAM in der Ausbildung

Im Wintersemester 1992/93 wurde der Einsatz von SESAM in der Projektmanagement-Ausbildung untersucht [1]. Ziel war es festzustellen, ob es mit Hilfe des SESAM-Ansatzes wirklich gelingen konnte, Projektmanagement-Erfahrungen zu vermitteln. Die Studierenden erhielten die Aufgabe, in voneinander unabhängigen Zweierteams ein simuliertes Softwareprojekt in der Rolle des Projektleiters zu planen und durchzuführen. Für alle Teilnehmer galten dabei die gleichen Rahmenbedingungen und Zielvorgaben. Nach Abschluss der Simulationen erhielten die Teams von den Betreuern Feedback zu ihrer Vorgehensweise und den erzielten Resultaten.

Diese Untersuchung ergab folgendes: Das Ziel, Management-Erfahrungen zu vermitteln, war erreicht worden. Die Studierenden hatten ihre Fehler vielfach schon während des Projekts erkannt, spätestens jedoch bei der Analyse des Simulationslaufs zusammen mit den Betreuern verstanden [10]. Außerdem hatten sie sich derart intensiv mit dem simulierten Projekt und ihrer Rolle als Projektleiter identifiziert, dass sie während der Simulation typische Stimmungsschwankungen durchmachten. Der Lerneffekt wurde bei dieser Untersuchung jedoch nicht explizit gemessen. Zudem bezieht sich die Untersuchung auf ein sehr einfaches Simulationsmodell [11]. Da das SESAM-System außerdem zu diesem Zeitpunkt noch nicht implementiert war, fand die Simulation von Hand statt. Insofern können die erzielten Ergebnisse nicht ohne weiteres auf eine rechnergestützte Simulation mit einem realistischen, komplexen Simulationsmodell übertragen werden.

Nachdem das SESAM-System technisch realisiert ist und mit dem QS-Modell ein erstes umfassendes Simulationsmodell vorliegt, wurde erneut überprüft, ob sich unsere Annahmen über den Nutzen von SESAM in der Projektmanagement-Ausbildung bestätigen lassen. Zu diesem Zweck führte Notter [9] zwei Experimente zur „Evaluierung des SESAM-Systems in Bezug auf seine Eignung als Lehrmittel“ durch. Dabei überprüft er die Hypothese „Ein Spieler lernt durch die Benutzung des SESAM-Simulators“. Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, mehrere Softwareprojekte zu planen und anschließend am Simulator durchzuführen. Die Randbedingungen und Zielvorgaben variierten dabei von Projekt zu Projekt. Zur Messung des Lernerfolgs wurden die Projektpläne und die Ergebnisse der einzelnen Simulationsläufe miteinander verglichen und Fragebögen ausgewertet.

Die Auswertungsergebnisse bestätigen die aufgestellte Hypothese nicht. Ein Lernerfolg alleine durch die Simulation der Projekte kann nicht nachgewiesen werden. Der Vergleich der Simulationsläufe lässt erkennen, dass die Versuchspersonen nicht selbständig lernen konnten. Sie haben die simulierten Effekte offensichtlich nicht durchschaut. Folglich wurden Fehler in Folgeprojekten wiederholt, weil sie nicht als Ursache für den Misserfolg erkannt wurden [9]. Ein Simulator wie SESAM reicht offensichtlich nicht aus, um den angestrebten Lernerfolg zu erzielen.

4 Ein simulationsbasiertes Ausbildungskonzept

Wenn wir also weder mit konventionellen Ausbildungsformen noch durch den Einsatz von SESAM als eigenständiges Lehrmittel den gewünschten Lernerfolg erzielen können, benötigen wir ein Ausbildungskonzept, das beide Ausbildungsformen miteinander kombiniert. Bevor dieses Ausbildungskonzept festgelegt werden kann, müssen die Ausbildungsziele definiert werden. Aus diesen Zielen ergeben sich die einzelnen Schulungskomponenten.

4.1 Ausbildungsziele

Durch die Projektmanagement-Ausbildung sollen die angehenden Projektleiter sowohl das notwendige Fachwissen erwerben als auch reale Projektmanagement-Erfahrungen sammeln und auf diese Weise praktische Fähigkeiten als Projektleiter erlangen. Im einzelnen bedeutet das:

1. Die Studierenden sollen wichtige Aufgaben des Projektmanagements und Techniken zur Bewältigung dieser Aufgaben erlernen. Sie sollen lernen, diese Techniken anzuwenden, und erfahren, welche Konsequenzen es hat, Projektmanagement-Aufgaben durchzuführen oder zu vernachlässigen.
2. Die Studierenden sollen möglichst viele Schwierigkeiten und kritische Situationen erfahren und lernen, diese zu vermeiden oder zu meistern. Beispielsweise sollte jeder Projektleiter erkennen,

- wie schwierig es ist, die Größe und Komplexität eines Softwareprojekts abzuschätzen, um eine zuverlässige Projektplanung zu ermöglichen oder
 - wie schwierig es ist, den Status zu erheben und Abweichungen anzugeben.
3. Die Studierenden sollen die komplexen Zusammenhänge in einem Softwareprojekt erfahren. Sie sollen lernen, in jeder Situation alle wichtigen Einflussfaktoren und ihre Auswirkungen auf den Projektverlauf zu berücksichtigen, um sinnvolle Entscheidungen zu treffen. Sie sollen erkennen, wie sich ihr Vorgehen auf die Ergebnisse auswirkt.
 4. Die Studierenden sollen sich ausschließlich auf ihre Rolle als Projektleiter konzentrieren können. Nur so können sie sich auf ihre tägliche Praxis vorbereiten und erkennen, dass der Projektleiter über Erfolg oder Misserfolg eines Projekts entscheidet.
 5. Und letztlich soll die Ausbildung vor allem Spaß machen. Je höher die Motivation der Schulungsteilnehmer ist, desto eher lässt sich ein Lernerfolg erzielen. Sie sollen durch die Schulung angeregt werden, sich auch darüber hinaus mit dem Thema Projektmanagement auseinanderzusetzen.

4.2 Schulungskomponenten

Um diese Ausbildungsziele erreichen zu können, müssen die Projektsimulationen eingebettet werden zwischen Komponenten konventioneller Lehre und die Aufbereitung der Simulationsergebnisse. Dem Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass die Studierenden über Grundkenntnisse im Bereich Software Engineering und Projektmanagement verfügen. Ziel ist es dann, sie durch die Projektmanagement-Schulung auf ihre Rolle als Projektleiter vorzubereiten. Folgende Tabelle zeigt, welche Schulungskomponenten das Ausbildungskonzept vorsieht und gibt jeweils den Aufwand aus Sicht des Spielers und die zeitliche Abfolge der Komponenten an.

Schulungskomponenten	Aufwand	zeitl. Abfolge
Einführungsveranstaltung	2 Stunden	■
Planen u. Durchführen eines Projekts am Simulator (1)	4 Stunden	■ ■ ■ ■
Analyse der Spielverläufe und der erzielten Resultate	2 Stunden	■ ■ ■ ■ ■ ■
Seminar zum Thema Projektmanagement	2 Stunden	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Planen u. Durchführen eines Projekts am Simulator (2)	4 Stunden	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Überblick über die zeitliche Abfolge und Dauer der Schulungskomponenten

Diese fünf Komponenten bilden jeweils einen sog. Schulungsblock. Eine konkrete Schulung kann aus einem oder mehreren solcher Schulungsblöcke bestehen (s. Kapitel 4.3 und 5).

Einführungsveranstaltung

Die Einführungsveranstaltung dient dazu, den Studierenden die Bedienung des Systems und das verwendete Simulationsmodell zu erläutern. Dabei werden auch die Aktionen erklärt, die für die Projektdurchführung zur Verfügung stehen.

Planen und Durchführen eines Softwareprojekts am Simulator (1)

Die Schulungsteilnehmer erhalten Informationen über das Softwareprojekt, das sie in der Simulation leiten sollen. Die Informationen umfassen einige wichtige Projektgrößen (z.B. geschätzter Projektumfang) sowie die Zielvorgaben (vorgegebener zeitlicher Rahmen, verfügbares Budget und Qualitätsanforderungen). Die Schulungsteilnehmer müssen ihr Projekt zunächst gemäß diesen Zielen unter Beachtung der Rahmenbedingungen planen und anschließend am Simulator durchführen. Die Studierenden sind sowohl bei der Planung als auch bei der Projektführung vollständig auf sich allein gestellt. Weder das System noch ein Tutor geben ihnen den Verlauf vor oder unterstützen sie dabei, ihre Aufgaben als Projektleiter wahrzunehmen und die richtigen Entscheidungen zu treffen. Dieser Aspekt ist besonders wichtig, denn nur durch selbständiges, eigenverantwortliches Handeln können sie die erzielten Projektergebnisse als Konsequenz ihres eigenen Vorgehens begreifen und die notwendigen Erfahrungen sammeln.

Aus den Ausbildungszielen ergeben sich Anforderungen an die Simulationsmodelle (vgl. [2]): Damit der Spieler seine Rolle als Projektleiter wahrnehmen und begreifen kann, müssen die Handlungsmöglichkeiten in der Simulation mit der Realität vergleichbar sein. Wie auch in der Realität darf der Spieler wichtige Projektinformationen nur auf Anfrage oder durch entsprechende Prüfungen erhalten. Je weniger Aufwand er betreibt, um diese Informationen zu gewinnen, desto ungenauer sind die Daten. Um die komplexen Zusammenhänge in einem Projekt erkennen zu können, müssen möglichst alle Phasen eines Softwareprojekts (von der Analyse bis zur Auslieferung) modelliert werden. Beispielsweise werden die Konsequenzen von Fehlern in den frühen Phasen erst sehr viel später sichtbar.

Analyse der Projektverläufe und der erzielten Resultate

Nachdem die Schulungsteilnehmer ihr Projekt abgeschlossen haben, werden die Projektverläufe und die erzielten Resultate von einem Tutor ausgewertet. In einer gemeinsamen Analyserunde erhalten die Studierenden Rückmeldungen zu ihren Stärken und Schwächen bei der Projektdurchführung. In der Analyserunde werden die Ergebnisse mehrerer Simulationen gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Resultate werden dann aus dem jeweils gewählten Vorgehen heraus erklärt. Auf diese Weise wird den Studierenden das Zusammenwirken der vielen verschiedenen Einflussfaktoren und der Zusammenhang zwischen ihrem Vorgehen und den erzielten Ergebnissen deutlich. Die Studierenden sollen sich dabei aktiv an der Ursachenforschung beteiligen. Durch den Vergleich lassen sich die Auswirkungen von Fehlern auf den Projektverlauf oder auch positive Effekte anschaulich demonstrieren und gemeinsam diskutieren. Auf diese Weise erfahren die Studierenden Alternativen zu ihrem gewählten Vorgehen und den gewählten Lösungsstrategien.

Ebenso wie Schneider [10] sehe ich in der Analyse der Projektverläufe in Zusammenarbeit mit einem Tutor eine notwendige Voraussetzung, um die angestrebten Ausbildungsziele zu erreichen. Erst durch die Analyse können die Studierenden die

komplexen Zusammenhänge erkennen und ihre Lehren daraus ziehen. Schneider [10] bezeichnet die Nachbearbeitung des simulierten Projekts als ebenso entscheidend wie in realen Projekten; „Nur so können Fehler dingfest gemacht und das nächste Mal vermieden werden“.

Seminar zum Thema Projektmanagement

Nachdem die Spieler eigene Projekterfahrungen gemacht haben, bietet es sich an, in einem Seminar für ein erfolgreiches Projektmanagement relevante Themengebiete wie beispielsweise Software-Metriken oder Risikomanagement zu behandeln. Das Seminar kann und soll dabei durchaus über die erfahrbaren Effekte des Simulationsmodells hinausgehen.

Planen und Durchführen eines Softwareprojekts am Simulator (2)

Abgerundet wird das Ausbildungskonzept durch eine Wiederholung der Projektsimulation. Dabei gelten dieselben Rahmenbedingungen und Zielvorgaben wie im ersten Projekt. Diese Wiederholung der Simulation ist ein entscheidender Bestandteil des Ausbildungskonzepts. Die Studierenden erhalten so die Möglichkeit, ihre Erfahrungen aus der ersten Projektdurchführung umzusetzen, indem sie ein anderes Vorgehen wählen, in Problemsituationen alternative Lösungsstrategien ausprobieren und erneut die praktische Anwendung wichtiger Projektmanagement-Techniken üben. An besseren Projektergebnissen können die Spieler den Lernerfolg unmittelbar erkennen. Das Erfolgserlebnis stabilisiert das veränderte Verhalten.

4.3 Einsatzmöglichkeiten und Zielgruppen

Das Konzept selbst gibt keine konkreten Schulungsinhalte (beispielsweise die Aspekte des Simulationsmodells oder die Inhalte des Seminars) vor. Vielmehr können auf Basis dieses Konzepts verschiedene Projektmanagement-Schulungen entwickelt werden, die jeweils den Bedürfnissen der Zielgruppe angepasst sind. Damit kann dieses Ausbildungskonzept sowohl an der Hochschule als auch in der Industrie umgesetzt werden. Es ist beispielsweise für die Projektmanagement-Ausbildung von Studierenden mit nur geringem theoretischen Fachwissen im Grundstudium, von Studierenden im Hauptstudium oder von erfahrenen Softwareentwicklern, die vor ihrer Beförderung zum Projektleiter stehen, gleichermaßen geeignet.

Daraus ergeben sich verschiedene Einsatzsituationen. Integriert in eine Semesterveranstaltung kann ein einzelner Schulungsblock beispielsweise wie folgt innerhalb von vier Wochen durchgeführt werden: In einer Übung erhalten die Studierenden die Einführung, danach haben sie eine Woche Zeit, die erste Simulation durchzuführen. Anschließend wertet der Tutor die Spielverläufe aus und gibt den Studierenden nach einer weiteren Woche (z.B. im Rahmen einer Übung) Feedback. Anschließend wird das Seminar durchgeführt und die Studierenden haben wiederum eine Woche Zeit für die zweite Simulation. Wird die Schulung hingegen als Indust-

rieseminar durchgeführt, könnten die Einführungsveranstaltung und die erste Simulation am ersten Schultag und die restlichen Komponenten am zweiten Schultag ca. eine Woche später durchgeführt werden. Soll die Schulung aus mehreren Schulungsblöcken bestehen, erhöhen sich der Aufwand und der zeitliche Rahmen entsprechend. Aufgrund des geringen Aufwands lassen sich die Schulungen jedoch ohne weiteres in bestehende Studienpläne und betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen integrieren

5 Erfahrungen mit einer konkreten Schulung

Ist das Ausbildungskonzept erfolgreich? Lässt sich mit Projektmanagement-Schulungen, die auf diesem Konzept aufbauen, der gewünschter Lernerfolg erzielen? Macht es Schulungsteilnehmern Spaß, Softwareprojekte zu simulieren?

Um diese Fragen zu beantworten, habe ich zunächst eine konkrete Projektmanagement-Schulung bestehend aus einem Schulungsblock entwickelt (d.h. konkrete Schulungsinhalte und den organisatorischen Rahmen festgelegt). Als Simulationsmodell wurde das QS-Modell eingesetzt. Im Seminar wurden grundlegende Themengebiete des Software Engineerings und Projektmanagements behandelt. Anschließend wurde diese Schulung in zwei Experimenten eingesetzt. Am ersten Experiment nahmen sechs wissenschaftliche Mitarbeiter einer technischen Fakultät an der Universität Stuttgart teil. Die Vorkenntnisse der Versuchspersonen waren sehr unterschiedlich. Die Hälfte der Versuchspersonen verfügte sowohl über theoretische Fachkenntnisse als auch über praktische Erfahrung als Softwareentwickler und teils auch als Projektleiter, andere hatten nur theoretische Kenntnisse, nur praktische Erfahrungen oder keinerlei spezifische Kenntnisse in der Softwareentwicklung. Am zweiten Experiment nahmen zehn Studierende im Hauptstudium teil, neun aus dem Studiengang Informatik und ein Student mit Nebenfach Informatik. Bei dieser Experimentgruppe waren die individuellen Schwankungen in Bezug auf den Ausbildungsstand im Software Engineering und Projektmanagement sehr gering. Alle Versuchspersonen hatten die Vorlesung „Grundlagen des Software Engineerings“ besucht und die Prüfung abgelegt. Außerdem hatten alle mindestens ein studentisches Projekt durchgeführt.

Beide Experimentgruppen erhielten die gleiche Aufgabenstellung. Sie sollten ein Softwareprojekt mit einem Umfang von 200 Adjusted Function Points zunächst planen und anschließend am SESAM-Simulator durchspielen. Ihnen stand dafür ein Budget von 450.000 DM zur Verfügung, die Gesamtlaufzeit des Projekts sollte neun Monate nicht überschreiten. Code und Handbuch sollten je mindestens 95% der Anforderungen enthalten. Die Fehlerdichte im Code sollte zwölf Fehler/KLOC nicht übersteigen, für das Handbuch waren 0,5 Fehler/Seite als Obergrenze angegeben. Nach der ersten Simulation wurden die Projektverläufe und die erzielten Resultate ausgewertet, es folgten die Analyserunde und das Seminar. Im Anschluss haben alle das gleiche Projekt ein zweites Mal geplant und durchgeführt (s. Kapitel 4.2).

Zur Messung des Lernerfolgs wurde zunächst folgende Annahme getroffen: Ein Lernerfolg zeigt sich erstens in der Fähigkeit der Versuchspersonen, ein Softwareprojekt erfolgreich durchzuführen, und zweitens in ihrem Bewusstsein für die Zusammenhänge in Softwareprojekten und die Probleme und Aufgaben des Projektmanagements. Zur Bewertung des Lernerfolgs wurden die erzielten Ergebnisse und das gewählte Vorgehen in der ersten und zweiten Simulation miteinander verglichen. Zur Messung des zweiten Aspekts wurden zusätzlich Fragebögen eingesetzt. Eine ausführliche Beschreibung der Auswertungskriterien und -ergebnisse findet sich in Mandl-Striegnitz [8]. Die Ergebnisse beziehen sich dort jedoch ausschließlich auf das erste Experiment.

Die Projektmanagement-Schulung und damit unser Ausbildungskonzept erwies sich in beiden Experimenten als sehr erfolgreich.

- In der Wiederholung erzielten beide Experimentgruppen wesentlich bessere Projektergebnisse. Besonders die Qualität der erstellten Dokumente war im zweiten Projekt deutlich besser als im ersten, wenn auch zum Teil geringfügig zum Nachteil der Termin- und Budgeteinhaltung. Interessant ist dabei auch folgendes: Die zweite Experimentgruppe erzielt aufgrund besserer Vorkenntnisse bereits im ersten Simulationslauf wesentlich bessere Ergebnisse als die Versuchspersonen des ersten Experiments. Unabhängig davon konnte jedoch durch die Schulung eine vergleichbare Wirkung erzielt werden. Die besseren Projektergebnisse sind im Wesentlichen auf ein besseres Vorgehen der Versuchspersonen in folgenden Aspekten zurückzuführen:
- Alle Versuchspersonen haben im zweiten Projektverlauf kontinuierlicher auf die Qualität der erstellten Dokumente geachtet. Sie haben nicht nur konsequent Qualitätssicherungsmaßnahmen zur Prüfung der (Zwischen-)Resultate eingesetzt, sondern vor allem auch die Organisation und Durchführung der Prüf- und Korrekturmaßnahmen deutlich verbessert.
- Die Analyse der Projektverläufe zeigt, dass die Versuchspersonen im zweiten Projekt nicht nur verstärkt auf die Qualität der erstellten Dokumente, sondern auch auf deren Konsistenz geachtet haben. Gefundene Fehler wurden umgehend korrigiert. Außerdem haben die Versuchspersonen verstärkt daran gedacht, nach erfolgter Prüfung nicht nur den Prüfling, sondern zusätzlich auch andere, logisch damit verknüpfte Dokumente nachzuführen.
- Bessere Ergebnisse wurden auch dadurch erzielt, dass der Kunde im zweiten Simulationslauf verstärkt in den Entwicklungsprozess einbezogen wurde (beispielsweise zur Prüfung der Spezifikation und des Handbuchs).
- Die Projektdaten zeigen, dass es allen Versuchspersonen gelungen ist, den Aufwand beim zweiten Mal in sinnvollere Tätigkeiten zu investieren als im ersten Projekt: Obwohl insgesamt deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden, sinkt der Gesamtaufwand entweder oder er steigt nur minimal.

Die Auswertung der Fragebögen bestätigt diese Ergebnisse nicht nur, sie zeigt auch, dass die Versuchspersonen in einigen Aspekten mehr über Projektmanagement gelernt haben, als sie in ihrer Rolle als Projektleiter praktisch umsetzen konnten.

- Beispielsweise hatten die Versuchspersonen auch in der zweiten Simulation noch immer große Schwierigkeiten, die zur Verfügung stehenden Mitarbeiter entsprechend ihrer Qualifikation und Erfahrung einzusetzen.
- Außerdem hatten sie wiederholt große Schwierigkeiten, den Überblick über ihr Projekt zu behalten und den Prozess zu beherrschen. Informationen aus dem Projekt wurden selten und unregelmäßig erhoben und kaum genutzt, um beispielsweise Fehler im eigenen Vorgehen oder Abweichungen vom geplanten Verlauf zu erkennen und steuernd einzugreifen.

Die Antworten im Fragebogen zeigen dagegen deutlich, dass sie sich dieser Zusammenhänge und Schwierigkeiten im Projektmanagement – spätestens nach der Analyserunde – durchaus bewusst sind. Einige dieser Aspekte werden sogar bereits in der schriftlichen Befragung vor der Schulung (Pretest) angegeben. Beispielsweise betonen alle Versuchspersonen bereits im Pretest, dass es wichtig ist, den Kunden frühzeitig in den Prozess einzubeziehen. Sie erkennen jedoch erst durch die Erfahrung aus dem ersten Projekt, welche Konsequenzen es hat, dies nicht zu tun. Im zweiten Projekt wird diese Erfahrung dann konsequent genutzt. Ebenso bemerken viele Versuchspersonen bereits im Pretest, wie wichtig es ist, dass der Projektleiter regelmäßig den Projektfortschritt kontrolliert und den Überblick über sein Projekt behält. Es gelingt jedoch kaum jemandem, dieses Wissen im ersten Projekt anzuwenden. Die Versuchspersonen erkennen das Problem und weisen deshalb im Posttest (der vor dem zweiten Simulationslauf durchgeführt wurde) nochmals verstärkt darauf hin (beispielsweise betonen sie, dass der Projektleiter Informationen selbst einholen und mitprotokollieren muss). Jedoch gelingt auch im zweiten Projekt nur wenigen eine Verbesserung, einige verschlechtern sich sogar gegenüber dem ersten Simulationslauf. Man kann sagen „das Problem ist erkannt, jedoch noch nicht gebannt“. An diesem Beispiel zeigt sich anschaulich, dass Wissen alleine nicht ausreicht. Erst durch die praktische Anwendung gewinnt der Projektleiter die notwendige Erfahrung, um dieses Wissen richtig umsetzen zu können.

Am Ende der Experimente wurden die Versuchspersonen nach ihrer subjektiven Einschätzung gefragt. Die Aussagen der Versuchspersonen bestätigen die Messergebnisse. Alle Versuchspersonen bewerten ihren Lernerfolg positiv. Bemerkenswert ist, dass fast alle Versuchspersonen angeben, sich während der Simulation mit der Rolle des Projektleiters identifiziert zu haben und durchaus den Ehrgeiz verspürt haben, ihr Projekt erfolgreich abzuschließen und Alternativen auszuprobieren. Besonders wichtig war ihnen deshalb die Möglichkeit zur Wiederholung des Projekts. Durch das Erfolgserlebnis konnten sie ihren Lernerfolg unmittelbar sehen. Sie waren begeistert, endlich einmal die Praxis erproben und Gelerntes anwenden zu können. Alle Versuchspersonen haben ausgesagt, dass sie Spaß bei der Durchführung der Projekte hatten. Sie sehen in der Simulation von Softwareprojekten eine sinnvolle

Ergänzung zur konventionellen Ausbildung. Eine häufig gemachte Aussage war beispielsweise „Man bekommt durch die Simulationen ein Gefühl für die Zusammenhänge in einem Softwareprojekt. Das Wissen ist weniger diffus.“ Dabei betonen sie, wie wichtig in diesem Zusammenhang auch die weiteren Schulungskomponenten sind, allen voran die Analyserunde: Die Versuchspersonen bezeichnen die Analyse des gewählten Vorgehens und der erzielten Resultate als einen unverzichtbaren Teil des Ausbildungskonzepts.

6 Fazit und Ausblick

Aus den Experimenten lässt sich folgendes Fazit ziehen: Das vorgestellte Ausbildungskonzept hat sich als sehr erfolgreich erwiesen. Alle Ausbildungsziele konnten erreicht werden. Doch auch wenn die Studierenden beim zweiten Mal erfolgreicher waren, konnten sie durch das Leiten von lediglich zwei Projekten nicht soviel Erfahrung sammeln, um allen simulierten Schwierigkeiten sinnvoll zu begegnen und alle möglichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Außerdem bleibt die Frage offen, ob sie ihre Erfahrungen auch auf ein völlig neues Projekt mit geänderten Rahmenbedingungen und Anforderungen übertragen können. Spielen in einem weiteren Projekt zusätzliche Einflüsse eine Rolle, erweist sich eine zuvor bewährte Lösungsstrategie unter den veränderten Bedingungen evtl. als nicht sinnvoll. Die Fähigkeit, (neue) Problemsituationen und Schwierigkeiten in einem Projekt zu meistern, hängt in erheblichem Maß davon ab, wie viele Schwierigkeiten jemand erfahren hat und wie oft er die Möglichkeit hatte, verschiedene Lösungsstrategien auszuprobieren.

Außerdem hat sich gezeigt, dass die mögliche Komplexität der Zusammenhänge und die Zahl der Effekte, mit denen man (angehende) Projektleiter in einer ersten Projektmanagement-Schulung konfrontieren kann, begrenzt sein muss, um einen Lernerfolg erzielen zu können. Eher unerfahrene Teilnehmer mit nur geringem Fachwissen haben bereits das verwendete Simulationsmodell als sehr komplex und unüberschaubar eingestuft, während die zweite Experimentgruppe nach der zweiten Simulation eine Erweiterung des Modells um zusätzliche Effekte gefordert hat. Dass aber auch für sie die Komplexität des simulierten Projekts zunächst ausreichend war, zeigen ihre Schwierigkeiten, den Überblick über ihr Projekt zu behalten. Will man hier zu viel auf einmal vermitteln, bleibt der Lernerfolg wahrscheinlich – trotz Analyserunde – aus.

Um den Studierenden also ausreichende Übungsmöglichkeiten zu bieten und sie außerdem nicht zu überfordern, soll das Ausbildungskonzept – wie bereits angedeutet – erweitert werden: Die Schulungen können sich aus mehreren Schulungsblöcken zusammensetzen. Jeder Schulungsblock ist in sich abgeschlossen und folgt dem in Kapitel 4.2 vorgestellten Konzept. Die Schulungsinhalte variieren dann je Block. Beispielsweise könnte man im ersten Block ein einfaches Softwareprojekt simulieren (geringer Projektumfang, leichte Zielvorgaben und günstige Rahmenbedingungen), damit der Projektleiter sich zunächst einmal auf seine Funktion als Projektleiter, das

Anwenden von Techniken zur Projektplanung und Fortschrittskontrolle und seine eigenen Fehler konzentrieren kann, statt durch zusätzliche Probleme realer Projekte wie beispielsweise den Ausfall wichtiger Mitarbeiter gefordert zu sein. Mit jedem weiteren Block können dann die Anforderungen an das Projektmanagement verschärft werden. Dabei hat man die Möglichkeit, beispielsweise den Umfang des Projekts zu steigern, die Zielvorgaben zu verändern oder die Komplexität der dynamischen Zusammenhänge im modellierten Projekt durch zusätzliche Effekte beliebig zu erhöhen (letzteres setzt voraus, dass weitere Modelle entwickelt werden).

Eine Schulung bestehend aus mehreren Schulungsblöcken kann beispielsweise studienbegleitend eingesetzt werden. Angefangen mit einfachen Schulungsinhalten wird im Grundstudium bereits ein erster Schulungsblock durchgeführt. Die Studierenden werden so für die Lehren des Software Engineerings und Projektmanagements sensibilisiert. Im Verlauf des Studiums, wenn zusätzliches Wissen aus Vorlesungen und Praktika hinzukommt, werden weitere Schulungsblöcke mit wachsender Komplexität der verwendeten Simulationsmodelle durchgeführt. Im Seminar werden dann Spezialthemen behandelt. Auf diese Weise erhalten die Studierenden im Verlauf ihres Studiums eine qualifizierte Projektmanagement-Ausbildung.

Wie viele Schulungsblöcke letztlich insgesamt durchlaufen werden, hängt dabei von der verfügbaren Gesamtzeit, den Vorkenntnissen der Schulungsteilnehmer und den konkreten (inhaltlichen) Lernzielen ab. Es ist jedoch zu empfehlen, mindestens drei Schulungsblöcke durchzuführen. Mit einem Gesamtaufwand von ca. 45 Stunden lassen sich die Schulungen noch immer problemlos in bestehende Studienpläne aber auch in betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen integrieren. Der Aufwand ist, verglichen mit dem Umfang studentischer Projekte oder technischer Schulungen in der Industrie, vergleichsweise gering. Die Kosten für eine solche Schulung sind ohnehin gering im Vergleich zu dem Schaden, den unerfahrene Projektleiter verursachen.

Die Experimente haben darüber hinaus weitere Ideen und Anregungen geliefert: Wir müssen den Projektleitern Unterstützung für die wichtigen Projektmanagement-Tätigkeiten Projektplanung und Fortschrittskontrolle bieten. Bislang müssen Projektpläne aufwändig von Hand oder unter Anwendung eines (für unsere Zwecke viel zu) komplexen Projektplanungswerkzeugs geführt werden. Derzeit wird deshalb für SESAM ein Assistent zur Planung und Fortschrittskontrolle entwickelt. Er erlaubt es den Spielern, einfache Projektpläne zu erstellen und zu aktualisieren sowie wichtige Projektdaten während des Projektverlaufs zu erfassen und anschaulich aufzubereiten. Damit der Projektleiter den Überblick über seinen Projektverlauf wahren kann, steht ihm zusätzlich ein Projekttagbuch zur Verfügung.

Da sich die Auswertung der Projektverläufe und der erzielten Resultate als sehr aufwändig erwiesen hat, wird außerdem ein Auswertungswerkzeug realisiert, mit dem die notwendigen Auswertungen automatisiert werden können. Dies ist wichtig, um den Schulungsteilnehmern möglichst schnell Rückmeldung zu ihrem Projektverlauf geben und die Schulungen durchaus auch in einer größeren Gruppe sinnvoll einsetzen zu können.

Ziel der zukünftigen Arbeiten in diesem Projekt ist, weitere konkrete Schulungen zu realisieren, die auf dem erweiterten Konzept aufbauen, und diese Schulungen in der studentischen Ausbildung, möglichst auch in der industriellen Praxis, einzusetzen. In diesem Zusammenhang wird derzeit eine komplexere Variante des QS-Modells entwickelt, mit der auch einige Aspekte der Personalführung trainierbar sein sollen.

Literatur

1. Deininger, M.; Schneider, K.: Teaching Software Project Management by Simulation: Experiences with a Comprehensive Model. in: Diaz-Herrera, J. L. (Hrsg.): **Proceedings of the 7th Conference on Software Engineering Education**, San Antonio, Texas, Springer, Berlin, 1994.
2. Drappa, A.: **Quantitative Modellierung von Softwareprojekten**. Shaker, Aachen, 2000.
3. Elzer, P.: Management von Softwareprojekten. **Informatik-Spektrum**, 12 (4), 1989, S. 181-197.
4. Gibbs, W.: Software's Chronic Crisis. **Scientific American**, Nr. 9, 1994, S. 86-95.
5. Jones, C.: **Software Systems Failure and Success**. International Thompson Computer Press, Boston, 1996.
6. Ludewig, J.: **SESAM: Grundidee und Überblick**. in: Ludewig, J. (Hrsg.): **SESAM – Software-Engineering-Simulation durch animierte Modelle**, Bericht Nr. 5/94, Universität Stuttgart, 1994.
7. Mandl-Striegnitz, P.; Lichter, H.: Defizite im Software-Projektmanagement – Erfahrungen aus einer industriellen Studie. **Informatik/Informatique - Zeitschrift der schweizerischen Informatikorganisationen**, 5 (5), 1999, S. 4-9.
8. Mandl-Striegnitz, P.: Untersuchung eines neuen Ansatzes zur Projektmanagement-Ausbildung. in: Dumke, R.; Lehner, F. (Hrsg.): **Software-Metriken – Entwicklungen, Werkzeuge und Anwendungsverfahren**, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2000.
9. Notter, A.: **Eine Untersuchung zur Wirksamkeit der Projektmanagement-Ausbildung am Simulator**. Universität Stuttgart, Diplomarbeit, 1999.
10. Schneider, K.: Komm, wir spielen Projektleiter! – Ein Lehrspiel für Software Engineering. **Tagungsband des Workshops SEUH '94 (Software Engineering im Unterricht der Hochschulen)**, München, Germany, Teubner, Stuttgart, 1994.
11. Schneider, K.: **Ausführbare Modelle der Software-Entwicklung – Struktur und Realisierung eines Simulationssystems**. vdf, Zürich, 1994.
12. The Standish Group: **CHAOS Report**. Online verfügbar unter www.standishgroup.com/chaos.html, 1995.
13. Weltz, F.; Ortmann, R.: **Das Softwareprojekt: Projektmanagement in der Praxis**. Campus Verlag, Frankfurt, 1992.