

Studiengang: Softwaretechnik
Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Jochen Ludewig
Betreuerin: Dipl. Inform. Patricia Mandl-Striegnitz

Beginn am: 14.01.2002
Beendet am: 12.07.2002

CR-Klassifikation: D.2.9, I.6, K.3.1, K.6.1

Diplomarbeit Nr. 1986

**Eine Untersuchung zum Einsatz
komplexer Simulationsmodelle
in der Projektmanagement-
Ausbildung**

Stefan Opferkuch

Institut für Informatik
Universität Stuttgart
Breitwiesenstr. 20 - 22
D-70565 Stuttgart

Zusammenfassung

Mit dem SESAM-Projekt (Software Engineering Simulation durch Animierte Modelle) der Abteilung Software Engineering an der Universität Stuttgart wird die Ausbildung von Projektleitern um eine Simulationskomponente erweitert. Der Simulator führt dazu Modelle von Software-Projekten aus. Die Modelle enthalten alle für die Ausbildung relevanten Aspekte eines Projekts. Ausnahme ist der Projektleiter, der das simulierte Projekt durchführt. Diese Rolle wird von den Auszubildenden übernommen.

Der Einsatz des Modells wird in einen Ausbildungsansatz integriert. Es wurde experimentell nachgewiesen, dass durch diesen Ansatz ein Lernerfolg bezüglich der im Modell enthaltenen Effekte erzielt werden kann.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurde der Ausbildungsansatz lediglich für eine Grundlagenschulung mit einem QS-Modell (Qualitätssicherungs-Modell) geringen Umfangs eingesetzt. Dabei liegt der Schwerpunkt des Modells auf Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Das Projekt wird von der Analyse bis zur Übergabe an den Kunden nachgebildet. Der Ausbildungsansatz beinhaltet jedoch auch den Einsatz komplexerer Modellen.

Eine Erweiterung des QS-Modells ist das QSVA-Modell (Qualitätssicherungs-Modell erweitert um Verhaltensaspekte). In diesem Modell werden neben den Qualitätssicherungsaspekten auch Verhaltensaspekte, wie z.B. die Motivation von Mitarbeitern, berücksichtigt.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es nun, den Einsatz komplexerer Modelle in der Ausbildung fortgeschrittener Studierender zu untersuchen. Dabei soll vor allem festgestellt werden, welche Komplexität der Modelle die Studierenden fähig sind zu beherrschen und bis zu welcher Komplexität noch einen Lernerfolg in der Ausbildung erreicht werden kann. Der Ausbildungsansatz beinhaltet weitere, bislang noch nicht eingesetzte Konzepte, die ebenfalls in dieser Diplomarbeit untersucht werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Aufgabenstellung	2
1.3	Aufbau des Dokuments	3
2	Das SESAM-Projekt	5
2.1	Projektüberblick und Motivation	5
2.2	Die Modelle	5
2.2.1	Das QS-Modell	6
2.2.2	Das QSVA-Modell	6
2.3	Der Ausbildungsansatz	6
2.3.1	Ziele	6
2.3.2	Komponenten	7
3	Grundlagen experimenteller Forschung	9
3.1	Das Experiment im Software Engineering	9
3.2	Experimentarten	9
3.2.1	Kontrolliertes Experiment	9
3.2.2	Fallstudie	10
3.2.3	Feldbeobachtung	10
3.3	Experimentelles Arbeiten	11
3.3.1	Formulierung der Forschungsfragen	11
3.3.2	Kontrolle von Variablen	11
3.3.3	Weitere Probleme	14
3.3.4	Zufallsstichproben und Vergleichsgruppen	15
3.3.5	Varianzreduktion	17
3.3.6	Versuchspläne	17
3.3.7	Interne und externe Gültigkeit	18
3.3.8	Veröffentlichung	19
4	Design des SESAM-Experiments	21
4.1	Definition der Forschungsfragen	21
4.1.1	Erläuterung der Forschungsfragen	21
4.1.2	Die eingesetzten Modelle	23
4.1.3	Hypothesen	24
4.2	Aufbau des Experiments	27
4.3	Pre- und Posttest	29
4.4	Experimentgruppen	30
4.5	Abschlussbefragung	31
4.6	Auswertungsprinzip	32
4.6.1	Pre- Posttestvergleich	32
4.6.2	Vergleich der Projekte	33
4.6.3	Abschlussbefragung	35
4.6.4	Eindruck des Tutors	35
5	Durchführung des Experiments	37
5.1	Die Versuchspersonen	37

5.2	Gruppeneinteilung	37
5.3	Ausprägungen der Modelle	38
5.4	Pretest	39
5.5	Einführungsveranstaltung	39
5.6	Durchführung des 1. Projekts	40
5.7	Durchführung des Feedbacks	40
5.8	Posttest	41
5.9	Durchführung des 2. und 3. Projekts	42
5.10	Abschlussfragebogen	42
5.11	Erfahrung mit dem Experiment	42
6	Auswertung des Experiments	45
6.1	Interne und externe Gültigkeit	45
6.2	Ergebnisse des Pre-Posttests	46
6.3	Ergebnisse aus dem Projektvergleich	49
6.3.1	Erreichen der Zielvorgaben nach Modellen	49
6.3.2	Vorgehen der Projektleiter	54
6.3.3	Erreichen der Zielvorgaben getrennt nach Feedback-Arten	56
6.3.4	Vorgehen der Projektleiter	58
6.3.5	Daten der Zweierteams	59
6.3.6	Vorgehen der Projektleiter	61
6.4	Ergebnisse der Abschlussbefragung	61
7	Interpretation der Ergebnisse	69
7.1	Die Modelle	69
7.2	Feedback und Organizer	74
7.3	Zweierteams	76
7.4	Weitere Aspekte	77
8	Fazit und Ausblick	79
8.1	Rückblick auf die Arbeit	79
8.1.1	Projektverlauf	79
8.1.2	Erzielte Ergebnisse	80
8.2	Ausblick	82
8.2.1	Der Ausbildungsansatz	82
8.2.2	Mögliche Verbesserungen des SESAM-Systems	84
Anhang A Pretest-Fragebogen		85
Anhang B Abschlussfragebogen		107
Literaturverzeichnis		119

1 Einführung

*“Software developers agree on the general problem but disagree on the specific approaches to solve it.”
(Kyle Eischen, 2002)*

1.1 Einleitung

Auf der NATO-Konferenz in Garmisch (1968) wurde der Begriff des Software Engineerings geprägt. Diese neue Disziplin sollte vor allem eine drohende Softwarekrise, ausgelöst durch steigende Komplexität der Software und den Mangel an qualifizierten Softwareentwicklern, abwenden.

Die darauffolgende NATO-Konferenz 1969 in Rom hatte das Ziel, konkrete Lösungsansätze auf die im Jahr zuvor festgestellten Probleme zu finden. Es sollten Maßnahmen erarbeitet werden, um die Softwarekrise zu verhindern. Jedoch konnten sich die Teilnehmer nicht auf grundlegende Maßnahmen einigen.

So herrscht bis zum heutigen Tag Einigkeit unter Softwareentwicklern, dass es ein generelles Problem bei der Erstellung von Software gibt. Jedoch unterscheiden sich die Meinungen, mit welchen konkreten Ansätzen dieses Problem gelöst werden soll. Es besteht ein ernsthaftes und ungelöstes Spannungsfeld zwischen Management-, theoretischen und praktischen Lösungsansätzen.

Nach Thayer (1997) und auch Gibbs (1994) sind die meisten der heutigen Probleme in der Softwareentwicklung auf unzulängliches oder schlechtes Projektmanagement zurückzuführen. Die Lösung dieser Probleme liegt also in der Verbesserung des Projektmanagements. Dies bedeutet, um die Softwarekrise abzuwenden, müssen vor allem Projektleiter für ihre Tätigkeit besser und gewissenhaft ausgebildet werden.

In der Industrie werden häufig Softwareentwickler, die sich in ihrer Tätigkeit hervor getan haben, zum Projektleiter befördert. Viele Firmen und auch die Universitäten bieten jedoch keine speziellen Ausbildungsmöglichkeiten für Projektleiter an. Somit können sich die meisten Entwickler nicht die nötigen Fähigkeiten aneignen, um als Projektleiter erfolgreich bestehen zu können. Die Ausbildung erfolgt dann nach dem Prinzip „learning by doing“. Dieser Ansatz ist offensichtlich, sowohl für den angehenden Projektleiter, als auch für die beschäftigende Firma, unbefriedigend. Es ist für den Projektleiter frustrierend nur durch immer neue Fehler mit den für ihn folgenden persönlichen Konsequenzen das richtige Verhalten zu erlernen. Für die Firma ist es ein risikoreiches und kostspieliges Unterfangen, da ein Großteil ihrer Projekte nicht gemäß des Zeitplans, innerhalb der vorgesehenen Kosten oder in der geforderten Qualität fertig gestellt werden kann.

Mit dem SESAM-Projekt verfolgt die Abteilung Software Engineering des Instituts für Informatik an der Universität Stuttgart das Ziel, die Ausbildung im Bereich Projektmanagement zu verbessern. SESAM steht für Software Engineering Simulation durch Animierte Modelle. Dies bedeutet, dass der Ausbildungsansatz, der mit SESAM verfolgt wird, auf der interaktiven Simulation von Softwareprojekten durch Modelle beruht.

Innerhalb der Simulation übernimmt der sogenannte Spieler die Rolle des Projektleiters und erhält die Aufgabe, das Projekt zu planen und anschließend am Simulator durchzuführen. In SESAM können alle möglichen Effekte und kritische Situationen simuliert und damit für den Spieler erfahrbar gemacht werden, die ein Projektleiter während eines realen Projekts erleben

kann. Der Spieler kann jedoch, im Gegensatz zum Projektleiter eines realen Projekts, Handlungsweisen, die in der Realität fatale Auswirkungen haben würden, ohne Folgeschäden erproben.

Damit bietet sich eine kostengünstige und schneller durchzuführende Alternative zur Ausbildung von Projektleitern in realen Projekten.

1.2 Aufgabenstellung

In seiner Diplomarbeit in der Abteilung Software Engineering zeigte Notter (1999), dass durch das alleinige Spielen der Studierenden am Simulator kein Lernerfolg erzielt werden kann. Es fehlte ein didaktisches Konzept, das mit dem Spielen am Simulator verbunden ist.

Ein möglicher Ausbildungsansatz, bei dem das Spielen mit SESAM in ein didaktisches Konzept integriert ist, wurde von Mandl-Striegnitz (2000) entwickelt. Experimentell konnte belegt werden, dass sich bei den Studierenden mit diesem Ausbildungsansatz ein Lernerfolg einstellt. Der Ausbildungsansatz sieht beispielsweise vor, dass die Studierenden nach dem ersten Spiel Feedback zu ihren Stärken und Schwächen während der Projektdurchführung erhalten.

Die bisherigen Erfahrungen mit dem Ausbildungsansatz basieren auf dem Einsatz des sogenannten QS-Modells von Drappa (2000) mit einem Projektumfang von 200 Function Points. Dieses Modell ist hauptsächlich dazu geeignet, Studierenden, die grundlegende theoretische Kenntnisse, aber keine oder nur eingeschränkte praktische Kenntnisse im Bereich des Projektmanagements besitzen, auszubilden.

Der Ausbildungsansatz sieht vor, dass angehende Projektleiter, beginnend mit verhältnismäßig einfachen Modellen, nach und nach an die Schwierigkeiten und die Komplexität realer Projekte herangeführt werden. Dazu müssen verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Anforderungen an das Projektmanagement bereitgestellt werden.

Fortgeschrittene Studierende sollten Projekte größeren Umfangs (z.B. 400- oder 600-AFP-QS-Modell) oder auf komplexeren Simulationsmodellen basierende Projekte durchführen. Zu diesem Zweck wurde das sogenannte QSVA-Modell durch Dudler (2000) und Kalajzic (2001) entwickelt. Es basiert auf dem QS-Modell und erweitert dieses um Aspekte der Personalführung, vor allem um Schwierigkeiten des Projektleiters mit Mitarbeitern und Kunden erfahrbar zu machen.

In allen bisherigen Schulungen wurde das Feedback zum Vorgehen der Studierenden bei der Durchführung der simulierten Projekte ausschließlich in der Gruppe durch einen Vortrag des Tutors erteilt, der die Projektverläufe zuvor ausgewertet hat. Das Ausbildungskonzept sieht jedoch auch die teilweise selbständige Analyse der Spielverläufe durch die Studierenden vor. Des Weiteren existieren die bisher noch nicht erprobten Ideen eines selbständigen Feedbacks der Studierenden und eines dem Pair Programming ähnlichen Ansatzes zum Spielen am Simulator in Zweiergruppen.

Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob sich die zusätzlichen Elemente des Ausbildungsansatzes im praktischen Einsatz bewähren. Dabei geht es vor allem darum, nachzuweisen, ob und inwieweit sich auch mit komplexeren Simulationsmodellen die angestrebten Lernziele erreichen lassen.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es deshalb, ein Experiment nach wissenschaftlichen Kriterien durchzuführen. Dieses Experiment soll verschiedene Forschungsfragen im Zusammenhang mit dem Einsatz komplexerer Simulationsmodelle im Rahmen des von Mandl-Striegnitz (2000) entwickel-

ten Ausbildungsansatzes in der Projektmanagement-Ausbildung untersuchen. Dabei handelt es sich unter anderem um die folgenden Fragen:

- Lassen sich auch mit komplexeren Modellen die angestrebten Lernziele erreichen?
- Welches Maß an Komplexität sind (fortgeschrittene) Spieler in der Lage zu beherrschen?
- Können die Spieler ihre Erfahrungen aus vorausgegangenen Simulationen einfacherer Modelle auf ein neues Projekt mit geänderten Rahmenbedingungen und Anforderungen übertragen?
- Ist es einem Tutor möglich, auch bei komplexen Modellen die Stärken und Schwächen bei der Projektdurchführung zu analysieren, um den Studierenden gezielt Feedback geben zu können?
- Inwieweit bewähren sich alternative Ideen zur Organisation des Feedbacks?
- Sind die Spieler motiviert, mehrere verschiedene Projekte am Simulator durchzuführen?
- Inwieweit nutzen die Spieler das für das SESAM-Projekt entwickelte Projektmanagement-Werkzeug für die Planung und die Durchführung komplexerer Projekte?

1.3 Aufbau des Dokuments

In Kapitel 2 wird ein Überblick über das SESAM-Projekt der Abteilung Software Engineering gegeben. Es werden die Motivation für das Projekt, der Ausbildungsansatz und die für die Umsetzung des Ansatzes benötigten Modelle erläutert.

Kapitel 3 beschreibt die Grundlagen der experimentellen Forschung. Es wird die Literatur zum Thema Experimente vorgestellt, auf die sich diese Diplomarbeit stützt.

Die Planung und das Design des Experiments werden in Kapitel 4 vorgestellt. Als Bestandteil des Designs wird auch das Vorgehen bei der Auswertung der Daten erläutert.

In Kapitel 5 wird die Durchführung des Experiments beschrieben.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Experimentdurchführung, die Experimentdaten, vorgestellt.

Erkenntnisse der Auswertung der Experimentdaten und eine Interpretation der Ergebnisse, die durch die Experimentdurchführung gewonnen wurden, werden in Kapitel 7 festgehalten.

Abschließend enthält Kapitel 8 eine Zusammenfassung der Diplomarbeit und den daraus abgeleiteten Ausblick auf die Zukunft.

2 Das SESAM-Projekt

2.1 Projektüberblick und Motivation

Gutes Projektmanagement gilt als einer der Schlüsselfaktoren für die erfolgreiche Durchführung eines (Software-)Projekts. Doch oftmals wird gerade die Ausbildung von Projektleitern im Bereich des Projektmanagements vernachlässigt. Die Ausbildung eines Projektleiters ist, sofern sie überhaupt stattfindet, meist nur theoretischer Natur.

Um die Ausbildung zu verbessern, wurde das SESAM-Projekt in der Abteilung Software Engineering aus der Taufe gehoben. Damit soll die Ausbildung Studierender, neben der theoretischen Ausbildung an der Universität, um eine möglichst realistische Komponente ergänzt werden. Da es im Rahmen eines Hochschulstudiengangs kaum möglich ist, jedem Studierenden die Möglichkeit zu bieten, ein reales Projekt zu leiten, wird mit SESAM die simulierte Leitung von Projekten ermöglicht. Dieser Ansatz ist auch für die Ausbildung von zukünftigen Projektleitern in der Industrie interessant, da er schnell und kostengünstig durchzuführen ist.

SESAM basiert auf einem Modellierungsansatz. Es werden Modelle von Softwareprojekten in der Simulation verwendet. Dabei entscheidet der Modellbauer, welche Aspekte eines realen Softwareprojekts er nachbilden möchte. Dies geschieht in Abhängigkeit der angestrebten Lernziele. Einzig die Rolle des Projektleiters wird durch den Modellbauer auf keinen Fall modelliert, da diese Rolle interaktiv durch den Spieler übernommen werden soll. Dazu stellt das Modell Aktionen zur Verfügung, mit denen der Projektleiter in den Ablauf des simulierten Projekts eingreifen und diesen steuern kann.

SESAM-Modelle bestehen aus drei Komponenten: dem Schema-, Regel- und Situationsmodell. Das Schemamodell kann am besten als eine Art Entity-Relationship-Modell verstanden werden. In diesem Modell werden alle relevanten Objekte, ihre Eigenschaften und deren Beziehungen erfasst. Das Situationsmodell ist die aktuelle Ausprägung des Schemamodells. Zu jedem Zeitpunkt der Simulation gibt es ein Situationsmodell, in dem alle Bestandteile des Schemamodells mit aktuellen Werten belegt sind. Zu Beginn der Simulation gibt es ein spezielles Situationsmodell, die Anfangssituation. Die Objekte des Schemamodells werden in der Anfangssituation durch den Modellbauer mit konkreten Werten initialisiert. So kann z.B. der Soll-Umfang des Produkts in Adjusted Function Points (AFP) angegeben werden. Der dynamische Verlauf der Simulation wird in SESAM durch das Regelmodell sicher gestellt. Regeln besitzen einen Bedingungs- und einen Aktionsteil. Wenn die aktuelle Situation den Bedingungssteil einer Regel erfüllt, so wird deren Aktionsteil ausgeführt und das Modell in einen neuen Zustand überführt. Der Zustand wird in jedem Simulationsschritt neu berechnet. Dazu werden alle Regeln überprüft, bis keine dieser Regeln mehr ausgeführt werden kann.

Da es kein universelles (Software-)Projekt gibt, kann es auch kein universelles Modell geben. Aus diesem Grund kann der Simulator SESAM verschiedene Modelle ausführen. Diese müssen in einer einheitlichen Modellbeschreibungssprache, der sogenannten Hochsprache, realisiert sein.

2.2 Die Modelle

Für den Ausbildungsansatz mit SESAM, der in Kapitel 2.3 eingehender erläutert wird, werden zwei unterschiedlich komplexe Modelle eingesetzt. Diese beiden Modelle werden im folgenden näher beschrieben.

2.2.1 Das QS-Modell

Ein erstes umfassendes Simulationsmodell ist das Qualitätssicherungs-Modell (QS-Modell) von Drappa (2000). Das Modell ist auf die Entwicklung von Software im Rahmen eines kleinen bis mittleren Auftragsprojekts ausgerichtet. Wie in Mandl-Striegnitz (2001) beschrieben, unterstützt es aktivitäten-orientierte Prozessmodelle, keine evolutionären oder zyklischen Vorgehensmodelle. Es konzentriert sich auf die Effekte von Qualitätssicherungsmaßnahmen. Daher auch die Bezeichnung des Modells als Qualitätssicherungs-Modell.

Das QS-Modell wird eingesetzt, um Studierenden die Grundlagen des Projektmanagements praktisch zu vermitteln. Typischerweise besitzen die Studierenden keine oder nur geringe Projektmanagementenerfahrungen. Durch das QS-Modell sollen sie lernen ein Projekt zu planen, die nötigen Stellen zu besetzen und Fortschrittskontrollen durchzuführen. Dazu erhalten die Studierenden, wie in einem realen Projekt, Vorgaben eines Kunden bezüglich des Budgets, des Fertigstellungstermins und der geforderten Qualität und Funktionalität der gewünschten Software. Die Studierenden müssen dann die notwendige Planung der Projektdurchführung außerhalb des Simulators durchführen. Sie müssen in der Simulation Mitarbeiter einstellen und anhand von Inspektionen den Projektverlauf überwachen.

2.2.2 Das QSVA-Modell

Das QS-Modell wurde von Dudler (2000) zum QSVA-Modell (Qualitätssicherungs-Modell erweitert um VerhaltensAspekte) erweitert. Dieses Modell wurde durch Kalajzic (2001) überarbeitet. Das QSVA-Modell wird eingesetzt um angehende Projektleiter, die grundlegende Kenntnisse über Projektmanagement besitzen, auf unerwartete Schwierigkeiten bei der Projektdurchführung vorzubereiten. Zu diesem Zweck sind im QSVA-Modell Fehlzeiten von Mitarbeitern, Zufriedenheit des Kunden mit dem Projekt und Kündigungen seitens der Mitarbeiter modelliert. Die Ausbildungsziele des QS-Modells werden im QSVA-Modell um Aspekte der Personalführung erweitert. Die angehenden Projektleiter sollen lernen, welche Auswirkungen die Motivation ihrer Mitarbeiter auf die Leistungen im Projekt hat und wie sie diese Motivation beeinflussen können. Dabei gilt es sowohl das Interesse der Mitarbeiter an den verschiedenen Tätigkeiten des Projekts zu berücksichtigen, als auch die Mitarbeiter durch Motivationsmaßnahmen positiv zu beeinflussen. Zusätzlich können die Mitarbeiter zu Überstunden eingeteilt werden, was jedoch ebenfalls Auswirkungen auf deren Motivation nach sich zieht.

2.3 Der Ausbildungsansatz

Der Einsatz des QS-Modells in der Projektmanagement-Ausbildung wurde experimentell von Notter (1999) untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass durch das alleinige Spielen am Simulator kein Lerneffekt bei den am Experiment teilnehmenden Studierenden eintrat. Es fehlte die Einbindung des Spielens am Simulator in ein didaktisches Gesamtkonzept.

Bevor dieses Konzept vorgestellt wird, werden zunächst die Ausbildungsziele definiert. Aus diesen Zielen ergeben sich dann die einzelnen Komponenten des Ausbildungsansatzes.

2.3.1 Ziele

Die Studierenden sollen durch den Ausbildungsansatz sowohl das Bewusstsein über die Auswirkungen und Zusammenhänge der einzelnen Funktionen des Projektmanagements erlangen, als auch in der Lage sein, dieses Bewusstsein in die Tat umsetzen zu können. Es ist also das Ziel des

Ausbildungsansatzes mit SESAM, den Studierenden die theoretischen Grundlagen und die praktische Umsetzung des Projektmanagements nahe zu bringen.

Mit dem Ausbildungsansatz nach Mandl-Striegnitz (2000) sollen nun diese Ziele bei der Projektmanagement-Ausbildung erreicht werden. Im einzelnen bedeutet dies, dass die Studierenden folgende Punkte begreifen und praktisch umsetzen sollen:

1. Die Studierenden sollen Projektmanagement-Aufgaben erlernen und die Folgen der Durchführung, bzw. der Unterlassung dieser Aufgaben verstehen.
2. Die Studierenden sollen kritische Situationen in der Projektdurchführung erfahren und lernen, diese zu vermeiden oder zu meistern.
3. Die Studierenden sollen die komplexen Zusammenhänge eines Softwareprojekts erfahren und erlernen, wie sie unter Berücksichtigung aller wichtigen Einflussfaktoren sinnvolle Entscheidungen für das Projekt treffen können.
4. Die Studierenden sollen sich ausschließlich auf die Rolle als Projektleiter konzentrieren können, um so die volle Bedeutung des Projektleiters für den Erfolg eines Softwareprojekts verstehen zu können.
5. Die Ausbildung soll die Studierenden für das Thema Projektmanagement interessieren und anregen, sich über die Ausbildung hinaus mit diesem Thema zu beschäftigen.

2.3.2 Komponenten

Um die Ausbildungsziele erreichen zu können und die Studierenden sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die praktische Umsetzung des Projektmanagements zu lehren, ist ein Ausbildungsansatz nötig, der die Projektsimulation mit Komponenten konventioneller Lehre, also z.B. Vorlesungen, und der Aufbereitung der Simulationsergebnisse kombiniert.

Aus diesem Gedanken heraus entstand der Ansatz zur Projektmanagement-Ausbildung nach Mandl-Striegnitz (2000). Folgende Tabelle zeigt die einzelnen Komponenten des Ausbildungsansatzes.

Komponenten des Ausbildungsansatzes
Einführungsveranstaltung
Planen und Durchführen eines Projekts am Simulator (1)
Analyse der Spielverläufe und der erzielten Resultate
Seminar zum Thema Projektmanagement
Planen und Durchführen eines Projekts am Simulator (2)

Tabelle 1: Überblick über die einzelnen Komponenten des Ausbildungsansatzes

Die Einführungsveranstaltung dient dazu, den Studierenden die Bedienung des Systems und das verwendete Simulationsmodell zu erläutern.

Die Studierenden erhalten Informationen über das simulierte Softwareprojekt, wie geschätzter Projektumfang und gewünschte Zielvorgaben des Kunden bezüglich Dauer, Budget und Qualität der zu erstellenden Software. Die Studierenden müssen dann ihr Projekt unter Berücksichtigung dieser Größen planen und anschließend am Simulator durchführen. Dabei können die Studierenden während der Planung und Durchführung weder auf die Hilfe des Tutors zurückgreifen, noch werden sie in der Funktion des Projektleiters von SESAM unterstützt.

Nach der Durchführung der Projekte durch die Studierenden, wertet der Tutor die einzelnen Projektverläufe aus. In einer Analyserunde erhalten die Studierenden Rückmeldung zu ihren Stärken und Schwächen bei der Projektdurchführung. Dafür werden mehrere Verläufe gegenübergestellt. An Hand der Vorgehensweisen werden dann die unterschiedlichen Resultate erklärt. Dadurch werden den Studierenden die Zusammenhänge zwischen ihrem Vorgehen und den erzielten Ergebnisse verdeutlicht. Dabei sollen sich die Studierenden aktiv an der Ursachenforschung beteiligen und über die gezeigten Effekte diskutieren. Durch dieses Vorgehen soll den Studierenden ihre Fehler bewusst gemacht und Handlungsalternativen gezeigt werden.

In einem Projektmanagementseminar wird den Studierenden der Stand der Forschung zu Themen und Problemen des Projektmanagements gezeigt, die sie nun ja am eigenen Leib erfahren haben.

Die letzte Komponente des Ausbildungsansatzes ist die Wiederholung der Projektsimulation. Dabei wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben das in der Analyserunde Gelernte nochmals praktisch umzusetzen und im ersten Projekt begangene Fehler zu vermeiden.

Diese fünf beschriebenen Komponenten bilden einen sog. Schulungsblock. Eine konkrete Ausbildung kann aus einem oder auch mehreren solcher Schulungsblöcke bestehen.

Somit können verschiedene Schulungsblöcke für verschiedene Ausbildungen eingesetzt werden.

In einer Grundlagenausbildung sollen die Studierenden zunächst einmal lernen, ein Projekt selbstständig zu planen, es gemäß dieser Planung durchzuführen und, falls nötig, regulierend einzugreifen. Die Studierenden sollen die Schwierigkeiten bei der Durchführung von Fortschrittskontrollen erfahren. Sie sollen den Stellenwert von Qualitätssicherungsmaßnahmen zu schätzen lernen und sich den Auswirkungen bei Nichtdurchführung dieser Maßnahmen bewusst werden. Des weiteren sollen die Studierenden lernen, Mitarbeiter gemäß ihrer Qualifikationen einzusetzen.

In einer weiterführenden Schulung soll den Studierenden gelehrt werden, dass Mitarbeiter nicht eine gleichbleibende Leistung haben, sondern die Leistung durch Faktoren wie beispielsweise ihre Motivation beeinflusst wird. Es gehört also zu den Lernzielen, dass die Studierenden Personalführung im allgemeinen, und Punkte wie die positive Beeinflussung der Motivation der Mitarbeiter im speziellen, erlernen.

Es ist wichtig, dass die Studierenden diese zusätzlichen Effekte sowohl verstehen, als auch die Konsequenzen dieser Effekte auf das Projektmanagement praktisch übertragen können, ohne dabei das Gelernte der Grundlagenausbildung zu vernachlässigen oder gar wieder zu vergessen.

Der Ausbildungsansatz sieht vor, dass angehende Projektleiter, beginnend mit verhältnismäßig einfachen Modellen, nach und nach an die Schwierigkeiten und die Komplexität realer Projekte herangeführt werden. Dazu müssen verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Anforderungen an das Projektmanagement bereitgestellt werden.

3 Grundlagen experimenteller Forschung

3.1 Das Experiment im Software Engineering

Der Begriff des Experiments ist nicht eindeutig festgelegt. So gibt es allein in der Alltagssprache und in der Sprache der Wissenschaft (mindestens) fünf verschiedene Verwendungsformen. Dabei wird der Begriff „Experiment“ nach Zimmermann (1972) in so verschiedenen Zusammenhängen gebraucht wie:

1. versuchsweises Verfahren (= trial and error),
2. wissenschaftliche Vorgehensweise,
3. Verfahren der Beweisführung, auch „Gedankenexperiment“,
4. Bezeichnung für Versuchsanordnungen mit einem Element der Künstlichkeit und
5. waghalsige Unternehmung, Neuerung.

Eine Definition für den Begriff des Experiments, die für diese Diplomarbeit verbindlich sein soll, lautet nach Zimmermann (1972):

„[Das Experiment ist eine] wiederholbare Beobachtung unter kontrollierten Bedingungen, wobei eine (oder mehrere) unabhängige Variable(n) derartig manipuliert wird (werden), dass eine Überprüfungsmöglichkeit der zugrundeliegenden Hypothese (Behauptung eines Kausalzusammenhangs) in unterschiedlichen Situationen gegeben ist.“

Durch das Reifen des Software Engineerings als wissenschaftliche Disziplin steigt der Bedarf nach Experimenten, um den Softwareentwicklungsprozess und Softwareprodukte besser bewerten, vorherzusagen, verstehen, kontrollieren und verbessern zu können (Basili, Selby und Hutchens, 1986). Neue Prozesse und Produkte können nicht länger ohne die Überprüfung ihrer Wirksamkeit veröffentlicht werden.

3.2 Experimentarten

Prechelt (1998) benennt verschiedene Experimentarten, die angewandt werden können, um einen wissenschaftlichen Beitrag im Software Engineering zu leisten.

3.2.1 Kontrolliertes Experiment

Im Rahmen eines kontrollierten Experiments wird zunächst eine oder mehrere Forschungsfragen aufgestellt. Diese möglichst eng definierten Forschungsfragen sollen dann durch das Experiment untersucht und klar beantwortet werden. Dabei kann die Beantwortung sowohl die Bestätigung als auch die Ablehnung der Forschungsfragen bedeuten. Bei einem kontrollierten Experiment wird versucht, für alle vorhandenen Faktoren, die das Experiment beeinflussen, wohldefinierte Verhältnisse zu schaffen, so dass zuverlässige Aussagen über den Gegenstand der Untersuchung getroffen werden können.

Faktoren, die das Experiment beeinflussen, werden auch Variablen genannt. Als abhängige Variable bezeichnet man den Sachverhalt oder Gegenstand, dessen Verhalten oder Auswirkungen durch das Experiment untersucht werden sollen. Durch die Variation einer oder mehrerer unabhängiger Variablen, bei gleichzeitigem Konstanthalten aller anderen Variablen, kann eine Kausalangabe zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variablen in einer bestimmten Situation

getroffen werden. Diese Variation wird auch experimenteller Stimulus genannt. Die Variablen in einem Experiment können somit in verschiedene Gruppen eingeteilt werden (Variablen-Typologie von Kish, 1959, in Zimmermann, 1972):

1. Unabhängige Variablen, die während des Experiments variiert werden und Einfluss auf die abhängigen Variablen nehmen
2. Variablen mit potentielltem Einfluss auf die abhängigen Variablen, die aber vom Versuchsleiter kontrolliert werden oder während des Experiments keinen Einfluss darauf haben

Die Kontrolle der Variablen kann und muss durch verschiedene Techniken, wie z.B. die Randomisierung (Zufallsauswahl) über einer Menge (Grundgesamtheit) von Personen, sichergestellt werden. Weitere Techniken zur Variablenkontrolle befinden sich unter Kapitel 3.3.2.

3.2.2 Fallstudie

Fallstudien werden eingesetzt, wenn auf Grund der Fragestellung die Durchführung eines kontrollierten Experiments nicht bewerkstelligbar ist, oder die Ergebnisse dieses Experiments nicht rechtzeitig verfügbar wären.

Um eine Fallstudie möglichst kosten- und zeiteffizient durchzuführen, wird die Anzahl der Versuche oder auch die Anzahl der Versuchsteilnehmer reduziert. Es wird versucht, die daraus resultierende dünne Datenbasis, welche die Gültigkeit der Ergebnisse stark einschränkt, dadurch auszugleichen, dass auch nichtobjektive Beobachtungen in die Ergebnisse der Fallstudie miteinbezogen und im Hinblick auf die zu untersuchenden Aussagen interpretiert werden. Der Einbezug dieser nichtobjektiven Beobachtungen muss jedoch unter größter Vorsicht geschehen, um die Ergebnisse der Fallstudie nicht zu verfälschen.

Es besteht die Möglichkeit der Kombination der Fallstudie und des kontrollierten Experiments. Dabei wird eine Fallstudie durchgeführt, die zunächst einmal die prinzipielle Richtigkeit einer Aussage untersucht. Falls dabei festgestellt wird, dass man sich auf dem richtigen Weg befindet, kann anschließend ein kontrolliertes Experiment nachgeführt werden, dass die Aussage mit der nötigen Datenbasis überprüft.

3.2.3 Feldbeobachtung

Feldbeobachtungen beschäftigen sich im Bereich des Software Engineerings mit Beobachtungen realer Projekte. Durch die Eigenschaften von Feldbeobachtungen, dass einerseits oft eine genügend große Anzahl an Beobachtungen vorliegt, andererseits aber keine Kontrolle aller auf die Feldbeobachtung einwirkender Faktoren möglich ist, nehmen Feldbeobachtungen eine Zwischenposition zwischen Experimenten und Fallstudien ein.

Es gehört zu den Vorteilen von Feldbeobachtungen, dass diese, durch ihre Realitätsnähe, eine vorsichtige Verallgemeinerung zulassen. Des weiteren sind sie kostengünstig durchzuführen, da der Gegenstand der Untersuchung in einem bestehenden Projekt integriert ist, also für die Untersuchung nicht zuerst ein solches Projekt ins Leben gerufen werden muss.

Nachteil einer Feldbeobachtung ist die fehlende Kontrolle der Umgebungsfaktoren, die zur „Verschmutzung“ der unabhängigen Variablen führen kann. Dies bedeutet, dass man Auswirkungen auf die abhängige Variable bzw. die abhängigen Variablen nicht mehr eindeutig nur einer unabhängigen Variablen zuordnen kann.

3.3 Experimentelles Arbeiten

3.3.1 Formulierung der Forschungsfragen

Die Formulierung einer wohl definierten Forschungsfrage, die zumeist aus einem intuitiven Problem abgeleitet ist, ist laut Basili, Selby und Hutchens (1986) eine nichttriviale Aufgabe. Oftmals müssen dabei unklar definierte Begriffe, wie z.B. Softwarequalität, genau erfasst und überprüfbar formuliert werden. Somit ist schon die exakte Formulierung eines Problems ein großer Schritt in Richtung dessen Lösung.

Nach Prechelt (1998) ist die Aufstellung der Forschungsfrage ein entscheidender Schritt bei der Experimentdurchführung. Fehler, die bereits beim Ausarbeiten der Forschungsfrage gemacht werden, lassen sich im Verlauf des Experiments nur sehr schwer korrigieren.

Aus diesem Grund gibt Prechelt einige Teilschritte an, die eine Orientierungshilfe beim Aufstellen der Forschungsfrage geben sollen.

- Identifikation des Problems

Zunächst muss festgelegt werden, welches Problem oder Problemfeld überhaupt durch das Experiment untersucht werden soll. Dies richtet sich stark nach Nützlichkeits- und Machbarkeitsüberlegungen, jedoch auch nach persönlichen Präferenzen des Forschers. Nur für ein Thema, das den Forscher wirklich interessiert, kann dieser die nötige Begeisterung aufbringen.

- Literatursuche

Nachdem das Thema grob festgelegt wurde, sollte nach bereits vorhandener Literatur gesucht werden. Dies hilft zum einen die zu untersuchenden Forschungsfragen näher zu definieren, zum anderen nicht bereits existierende Untersuchungen nochmals durchzuführen.

- Machbarkeitsprüfung

Durch eine Machbarkeitsprüfung soll untersucht werden, ob die untersuchten Fragen einerseits von Interesse für die Wissenschaft sind und andererseits eine effektive experimentelle Untersuchung unter den gegebenen Rahmenbedingungen überhaupt möglich ist.

- Formulierung (der Forschungsfrage(n))

Dieser Punkt beinhaltet die Formulierung der Forschungsfragen in der Art, dass diese Forschungsfragen dann im Rahmen eines Experiments untersucht werden können.

In der Realität laufen die vier obigen Punkte nicht sequenziell, sondern teilweise in wildem Chaos durcheinander oder parallel ab. Dies ist durch die starke Abhängigkeit der Punkte untereinander zu erklären. Wichtig ist vor allem, dass am Ende dieses Prozesses sinnvolle Forschungsfragen formuliert wurden.

3.3.2 Kontrolle von Variablen

Nach Prechelt (1998) ist es das Ziel jedes Experiments eine gesicherte Aussage der Art zu treffen:

Wenn man in der Situation S die Änderung X an der Variablen x vornimmt, dann kann man als Wirkung die Änderung Y an der Variablen y beobachten.

Um eine derartige Aussage machen zu können, ist es nötig für alle vorhandenen Variablen, die auf das Experiment Auswirkungen haben, wohldefinierte Verhältnisse zu schaffen. Dies bedeutet, dass alle Variablen, die eine Auswirkung auf y haben können, kontrolliert werden. Dabei muss man alle Variablen bis auf eine konstant halten. Dann müssen alle Änderungen der Variablen y ihre Ursache an der kontrollierten Veränderung der einen nicht konstant gehaltenen Variablen x haben.

Meist ist es nicht möglich ist, dass alle Variablen, die einen Einfluss auf die abhängige Variable y haben, kontrolliert werden können. Dann kann man die obige Aussage dahin abschwächen, dass die unabhängige Variable x die einzige ist, die sich unter allen Variablen ändert, von denen man erwartet, dass sie einen Einfluss auf die abhängige Variable y haben könnten.

Das Konstanthalten von Variablen wird als Kontrolle von Variablen bezeichnet. Diese Kontrolle von Variablen ist eine grundlegende Technik im Bereich des experimentellen Arbeitens.

Es gibt verschiedene unabhängige Variablen, die in den meisten Experimenten auftreten. Diesen Variablen und ihrer Kontrolle ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

- Individuelle Unterschiede

Da Experimente im Software Engineering meist mit Personen zu tun haben, die verschiedene Ausbildungs- und Erfahrungsstände haben, ist dies die wohl wichtigste Variable, die kontrolliert werden muss. Diese Variable gilt es vor allem bei der Einteilung der Experimentgruppen zu beachten, so dass nicht eine Gruppe der anderen, z.B. im Bereich des Vorwissens in einem Gebiet, überlegen ist.

- Historie

Bei Experimenten, die über einen längeren Zeitraum andauern, kann es zu Veränderungen in abhängigen Variablen kommen, die nicht im Einflussbereich des Experiments liegen und sich somit der Kontrolle des Versuchsleiters entziehen. So gibt es vor allem bei Studenten den Einflussfaktor der Vorlesungen. Durch die Tatsache, dass Studenten z.B. eine Software Engineering-Vorlesung besuchen, verändert sich ihr Wissen in diesem Bereich. Dies hat Auswirkungen auf ein Experiment, dass beispielsweise die Auswirkungen eines Projektsimulators untersuchen soll.

- Reifung (maturation)

Reifung ist eng mit dem vorherigen Punkt Historie verbunden. Dabei handelt es sich bei Historie eher um äußere Einflüsse auf die Versuchspersonen, bei der Reifung stellt sich ein innerer Veränderungsprozess bei den Versuchspersonen ein. Gleich wie bei der Historie sind vor allem Experimente betroffen, die über einen längeren Zeitraum andauern.

- Instrumentation

Falls im Experimentaufbau Instrumente irgendeiner Art enthalten sind, z.B. Werkzeuge, die die Versuchspersonen benutzen sollen, so verändert sich der Beobachtungs- und Messaufbau allein durch die Tatsache, dass die Instrumente benutzt und durch die Versuchspersonen immer besser verstanden werden. Die Ergebnisse des Einsatzes eines Werkzeuges zur Unterstützung des Projektmanagements beispielsweise können sich schon dadurch verbessern, dass die Versuchspersonen immer besser mit diesem Werkzeug umgehen lernen und somit das Werkzeug im Verlauf des Experiments besser und zielgerichteter einsetzen.

- **Sterblichkeit (mortality)**
Mit Sterblichkeit wird das Ausscheiden von Versuchspersonen im Verlauf des Experiments bezeichnet. Dieses Ausscheiden kann externe oder interne, durch das Experiment verursachte, Gründe haben. Gegen externe Gründe ist der Versuchsleiter machtlos. Gerade bei Studenten als Versuchspersonen kann es immer wieder zu Sterblichkeit auf Grund nicht bestandener Prüfungen kommen. Falls die Sterblichkeit einen Zusammenhang mit der Behandlung im Experiment hat, so ist dieser Zusammenhang eine zusätzliche Variable. Gerade bei Experimenten im Bereich des Software Engineerings kann Sterblichkeit eine große Rolle spielen, da häufig Versuchspersonen, die mit einer bestimmten Technik oder einem bestimmten Werkzeug nicht zurecht kommen, das Experiment frustriert frühzeitig abbrechen und somit nicht im Ergebnis des Experiments erfasst werden.
- **Statistische Regression bei Vorher- Nachhermessungen**
Vorhermessungen dienen dazu, den Zustand der abhängigen Variablen vor der Ausführung des experimentellen Stimulus zu ermitteln. Zusammen mit der Nachhermessung kann so eine Veränderung bestimmt werden. Diese Messungen sind besonders bei Experimenten nötig, die eine Veränderung des Wissenstandes der Versuchspersonen in einem Gebiet bestimmen wollen. Bei einer Versuchsanordnung ohne Vorhermessung kann nicht zuverlässig ermittelt werden, welchen Kenntnisstand die Versuchspersonen vor der Experimentdurchführung hatten.
Jedoch bringt die Vorhermessung Probleme mit sich, da sie den experimentellen Stimulus verändert, denn durch die Vorhermessung ändert sich die Einstellung der Versuchspersonen gegenüber dem Forschungsobjekt. Daher sollte laut Zimmermann (1972), wenn möglich, auf eine Vorhermessung verzichtet werden.
Vorher- und Nachhermessungen werden häufig durch Pre- und Posttests vor und nach dem experimentellen Stimulus durchgeführt.
Mit dem Begriff statistische Regression wird die statistische Wahrscheinlichkeit bezeichnet, dass die von Versuchspersonen erreichten Werte, die bei einem Pretest extrem hoch oder niedrig waren, die Tendenz aufweisen, bei einem nachfolgenden Posttest eher durchschnittlich zu werden. Dieser Sachverhalt ist dadurch begründet, dass solche extremen Werte, die nach oben oder unten „ausreißen“, statistisch gesehen eher selten sind und sich nicht wiederholen.
- **Anforderungscharakteristik**
Die Art, in der Versuchspersonen die für das Experiment geltenden Anforderungen übermittelt bekommen, hat entscheidenden Einfluss auf das Verhalten der Versuchspersonen. Deshalb sollten die Anforderungen möglichst allen Versuchspersonen in der gleichen Art und Weise übermittelt werden.
- **Erwartung (expectancy)**
Die Erwartungshaltung des Versuchsleiters kann das Experiment in eine von ihm gewünschte Richtung verändern, ähnlich dem Effekt der „self-fulfilling-prophecy“. Dies kann auf verschiedene Weisen passieren. So kann der Versuchsleiter verschiedene Gruppen in unterschiedlicher Art und Weise motivieren. Oder er wertet die Ergebnisse des Experiments mit verschiedenen Maßstäben für die einzelnen Gruppen aus.
Dieser Sachverhalt wird bei Zimmermann (1972) Versuchsleiter-Effekt genannt. Dabei zeigt sich, dass nicht nur Variablen durch den Versuchsleiter kontrolliert werden müssen,

sondern dass der Versuchsleiter selbst, eventuell unbewusst, Einfluss auf das Experiment ausübt. Dies ist weniger auf die unredliche Arbeitsweise der Versuchsleiter zurückzuführen, als auf die Tatsache, dass der Versuchsleiter sich an einer Hypothese orientiert. Der Versuchsleiter gibt dabei feinste Stimuli ab, die das Experiment in Richtung der Bestätigung seiner eigenen Hypothese beeinflussen.

Dieses Verhalten kann nur durch den Einsatz mehrerer Versuchsleiter unterbunden werden. Falls nur ein Versuchsleiter das Experiment durchführt, so kann durch das Bewusstsein dieses Problems der Effekt zumindest minimiert werden.

Durch das Bestreben der Versuchspersonen möglichst den Erwartungen des Versuchsleiters zu entsprechen, kann der Versuchsleiter-Effekt nochmals verstärkt werden. Dieses von Zimmermann (1972) Demand Effects genannte Verhalten des „dem Versuchsleiter gefallens“ kann starke Auswirkungen auf die Resultate der Versuchspersonen haben und unter Umständen soweit führen, dass die Ergebnisse des Experiments nicht in die Realität übertragbar sind, da die Versuchspersonen dort ein grundlegend anderes Verhalten an den Tag legen.

- Sequenzeffekte

Wenn Versuchspersonen einer Reihe ähnlicher Behandlungen unterworfen werden, so spielt es eine entscheidende Rolle, in welcher Reihenfolge die Behandlungen aufeinander folgen. Es besteht prinzipiell die Tendenz, dass die Versuchspersonen bei der zweiten Behandlung besser abschneiden, als bei der ersten, da sie bei der zweiten Behandlung mit dem Problem und dem Lösungsansatz vertraut sind.

- Erfahrungheit (sophistication)

Das Verhalten von Versuchspersonen ist abhängig von ihren Kenntnissen über Methoden und Ziele experimenteller Forschung. So müssen unter Umständen Forschungsziele, vor allem wenn sie sich auf ganz konkrete und schmale Verhaltensaspekte der Versuchspersonen konzentrieren, verschleiert und eventuell auch verschwiegen werden, um diese unverfälscht untersuchen zu können. Bei experimentenerfahrenen Versuchspersonen kann dies eventuell schwierig oder gar unmöglich sein.

Es gibt noch eine Reihe weiterer zusätzlicher Variablen, die jedoch auf Experimente im Bereich Software Engineering weniger Auswirkungen haben und daher hier nicht erwähnt werden sollen.

3.3.3 Weitere Probleme

Zusätzlich zu den Problemen, die sich durch die Kontrolle der Variablen ergeben, gibt es noch weitere wichtige Punkte zu beachten.

3.3.3.1 Hoher Aufwand

Ein fundiertes und aussagekräftiges Experiment muss eine entsprechend große Datenbasis besitzen. Nur dann können die Hypothesen, die durch das Experiment überprüft werden sollen, wirklich beantwortet werden. Jedoch sind häufig hoher Aufwand und meist auch hohe Kosten mit der Erstellung einer entsprechend große Datenbasis verbunden. Die Gründe hierfür sieht Prechelt (1998) in verschiedenen Faktoren.

Die Hauptursache für hohe Kosten ist die Tatsache, dass bei Experimenten im Software Engineering Menschen im Mittelpunkt stehen. Viele Forschungsfragen betreffen das Verhalten von Menschen oder Gruppen. Damit muss das Mitwirken dieser Versuchspersonen am Experiment

gewährleistet werden, was mit Kosten für die Personen verbunden ist. Zum einen sollten die Versuchspersonen eine Aufwandsentschädigung für die Teilnahme am Experiment erhalten, zum anderen entfällt ihre Arbeitskraft während ihrer Teilnahme am Experiment. Häufig müssen die Versuchspersonen nicht nur einmal, sondern mehrere Male am Experiment teilnehmen, da nur so, durch statistische Analysen, Schwankungen im Verhalten der Teilnehmer herausgerechnet werden können.

Des Weiteren müssen für die meisten Experimente Personen mit entsprechend hoher Qualifikation gefunden werden. Bei der Durchführung von Experimenten mit Studierenden müssen Einschränkungen im Bereich der Verallgemeinerung der Experimente beachtet werden. Jedoch sind Experimente mit hochqualifizierten Fachkräften um ein Vielfaches teurer.

Als letzter Punkt ist laut Prechelt (1998) die Tatsache für einen hohen Aufwand verantwortlich, dass die zu untersuchenden Arbeitsgänge meist über einen Zeitraum von mehreren Arbeitswochen hinweg gehen. Die Möglichkeit, schlanke Experimente zu entwerfen ist oftmals sehr eingeschränkt.

3.3.3.2 Anzahl der Variablen

Da bei einem kontrollierten Experiment alle Variablen, die Einfluss auf die abhängige Variable ausüben, kontrolliert werden müssen, steigt der Aufwand mit der Anzahl der zu kontrollierenden Variablen.

Nun zeigt sich aber laut Prechelt (1998) leider, dass Experimente im Software Engineering im Vergleich zu Experimenten in anderen Wissenschaften erheblich mehr zu kontrollierende Variablen besitzen. Diese Variablen liegen in folgenden Sektoren:

- Versuchspersonen: Ausbildung, Fähigkeiten, Erfahrungshintergrund, alles jeweils sowohl allgemein-softwaretechnisch als auch speziell in Bezug auf die vorliegende Aufgabe
- Aufgabenstellung: Größe, Anwendungsgebiet, Komplexitätsgrad, besondere Schwierigkeiten
- Randbedingungen: Terminanforderungen, Qualitätsanforderungen, Wahl von Methoden, soweit sie nichts mit der Forschungsfrage zu tun haben
- Arbeitsumfeld: Art und Umfang der maschinellen Unterstützung, Art und Umfang der organisatorischen Unterstützung

Durch diese Vielzahl von zu kontrollierenden Variablen wird nicht die Durchführung des Experiments beeinflusst, jedoch wird die Verallgemeinerbarkeit der Resultate stark eingeschränkt.

3.3.4 Zufallsstichproben und Vergleichsgruppen

Um nun die in Kapitel 3.3.2, erwähnte Kontrolle realisieren zu können, werden verschiedene Techniken angewandt. Die beiden wichtigsten Techniken sind Zufallsstichproben und Vergleichsgruppen.

Um individuelle Unterschiede der Versuchspersonen auszugleichen, werden aus einer Grundgesamtheit von Versuchspersonen per Zufallsauswahl die Versuchsgruppen gebildet. Damit kann gewährleistet werden, dass Wissensstand, Vorlieben und Interesse der Versuchspersonen das Experiment lediglich in der Art beeinflussen, dass dies durch statistische Verfahren herausgerech-

net werden kann. So würde es z.B. die Ergebnisse eines Experiments stark verfälschen, wenn bei zwei Gruppen die Softwarequalität untersucht würde, bei denen eine Gruppe den Rational Unified Process anwendet, für dessen Durchführung alle Versuchspersonen dieser Gruppe keinerlei Motivation besitzen, und die andere Gruppe Extreme Programming, wofür alle Personen dieser Gruppe extrem hohe Motivation haben. Nur durch das zufällige Zusammenstellen der Gruppen kann gewährleistet werden, dass man am Ende des Experiments zu einem repräsentativen Resultat kommt. Dieses Verfahren wird laut Zimmermann (1972) auch Randomisierung genannt.

Neben Zufallsstichproben sind Vergleichsgruppen ein weiteres Mittel, um Variablen zu kontrollieren. Dabei können durch Vergleichsgruppen vor allem die Variablen Reifung und Historie der Versuchspersonen durch den Versuchsleiter kontrolliert werden.

Einen Versuchsaufbau mit zwei Versuchsgruppen erläutert Zimmermann (1972). Um möglichst viele Faktoren im Experiment kontrollierbar zu machen, bedarf es bei der typischen Versuchsanordnung eines speziellen Experimentaufbaus. Um Störgrößen zu reduzieren, wird zusätzlich zur Versuchsgruppe eine sogenannte Kontrollgruppe gebildet. Diese Kontrollgruppe sollte von den Voraussetzungen her der Versuchsgruppe möglichst ähnlich sein. Bei beiden Gruppen wird eine Vorher- und eine Nachhermessung (M1 und M2) durchgeführt. Jedoch bekommt lediglich die Versuchsgruppe den experimentellen Stimulus (X). Durch den Vergleich der Vorher- und Nachhermessungen von Versuchs- und Kontrollgruppe kann ermittelt werden, welche Veränderungen auf äußere Einflüsse zurückzuführen sind (diese treten sowohl bei der Versuchs-, als auch bei der Kontrollgruppe auf) und welche Veränderungen ihren Ursprung im experimentellen Stimulus haben (diese Veränderungen treten nur bei der Versuchsgruppe auf, nicht aber bei der Kontrollgruppe).

Somit gilt für sozialwissenschaftliche Experimente und auch für die meisten Experiment im Software Engineering folgende Versuchsanordnung:

Versuchsgruppe:	M ₁	X	M ₂
Kontrollgruppe:	M ₁		M ₂

Tabelle 2: „Typische“ Versuchsanordnung mit Vorher- und Nachhermessung von Versuchs- und Kontrollgruppe

Prechelt (1998) schlägt noch vor, der Kontrollgruppe eine Art Placebo zu verabreichen, wie dies in medizinischen Experimenten häufig der Fall ist. Damit würde der obige Versuchsaufbau folgendermaßen aussehen:

Versuchsgruppe:	M ₁	X	M ₂
Kontrollgruppe:	M ₁	P	M ₂

Tabelle 3: Versuchsanordnung mit zusätzlichem Placebo für die Kontrollgruppe

Bei dieser Versuchsanordnung besteht im Software Engineering das Problem, dass Placebos in diesem Bereich relativ schwer zu konstruieren sind.

3.3.5 Varianzreduktion

Durch die Varianzreduktion wird versucht, für allen Experimentgruppen möglichst Versuchspersonen mit gleichem Hintergrund und Voraussetzungen zu finden. Dadurch kann gewährleistet werden, dass selbst geringe Schwankungen nur durch den experimentellen Stimulus ausgelöst werden.

Um Varianzreduktion zu ermöglichen, sollten sich zwei Versuchspersonen in zwei verschiedenen Experimentgruppen in Bezug auf ihre individuellen Unterschiede möglichst wenig unterscheiden. Falls dieser Sachverhalt auf alle Studierenden in allen Experimentgruppen zutrifft, sie alle also eine Art Pendant in einer anderen Experimentgruppe haben, so sollte gewährleistet sein, dass die Variable individueller Unterschied der Versuchspersonen innerhalb des Experiments kontrolliert ist.

Idealerweise sollte ein und dieselbe Versuchsperson an allen Behandlungen des Experiments teilnehmen. Als Behandlung werden alle kontrollierten Einflüsse auf die Versuchspersonen bezeichnet. Somit wäre, auf Grund der Tatsache, dass nur eine Versuchsgruppe am Experiment teilnimmt, die Varianz zwischen den Versuchsteilnehmern bei allen Behandlungen null, da es sich um die identischen Personen handelt. Dies ist jedoch bei Experimenten, die sich mit der Untersuchung von Lerneffekten beschäftigen äußerst schwierig.

3.3.6 Versuchspläne

Versuchspläne dienen dazu, im Rahmen der Experimentplanung festzuhalten, wann für welche Subjekte welche Behandlung angewendet und welcher Test zur Beobachtung durchgeführt wird.

Bei der Experimentplanung wird das Experiment klassifiziert. Dabei gibt es verschiedene Typen von Experimenten.

Beim Intra-Subjekt-Plan durchläuft jede Versuchsperson jede Art von Behandlung, die im Experiment vorgesehen ist. Im Gegensatz dazu wird beim Inter-Subjekt-Plan nur bestimmte Behandlungen auf bestimmte Versuchspersonen angewandt. Des Weiteren werden Vortest-Nachtest-Pläne und Nur-Nachtest-Pläne unterschieden. Vortest-Nachtest-Pläne werden vor allem für den Nachweis eines Lerneffekts benötigt, um Unterschiede im Wissensstand der Versuchspersonen vor und nach der Anwendung des experimentellen Stimulus feststellen zu können. Dabei wird ein Vortest direkt vor dem experimentellen Stimulus und ein Nachtest an den experimentellen Stimulus anschließend durchgeführt. Bei allen dieser Pläne wird wie in Kapitel 3.3.4 beschrieben durch Zufallsstichproben bei der Zusammenstellung der Experimentgruppen gewährleistet, dass individuelle Interessen der Versuchspersonen an bestimmten Themen keinen Einfluss auf den Ausgang des Experiments haben.

Neben den „echten“ Versuchsplänen gibt es noch die quasi-experimentellen Versuchspläne.

Ein Beispiel für einen solchen quasi-experimentellen Versuchsplan ist zum einen die nichtequivalente Kontrollgruppe, bei der die Aufteilung der Versuchspersonen in verschiedene Gruppen nicht zufällig geschieht, sondern sich die Personen entweder freiwillig für eine Gruppe melden, oder sie an Hand eines bestimmten äußeren Kriteriums für eine Gruppe ausgesucht werden.

Zum anderen ist die unterbrochene Zeitreihe ein Beispiel für einen quasi-experimentellen Versuchsplan. Dabei werden in gewissen Abständen Vor- und Nachtests durchgeführt. Zwischen den einzelnen Tests sollten stetige Veränderungen nachweisbar sein, die auf die Reifung, bzw. Historie zurückzuführen sind. Falls nun zwischen letztem Vor- und erstem Nachtest ein Sprung zu mes-

sen ist, der im Vergleich zu den stetigen Veränderungen unerwartet hoch ist, so kann dieser auf die Behandlung zurückgeführt werden.

Auch quasi-experimentelle Versuche können wissenschaftlichen Ansprüchen genügen. So muss bei einem Sachverhalt, bei dem man durch gesunden Menschenverstand verschiedene zusätzliche Variablen ausschließen kann, nicht ein vollständiges, teures und aufwändiges kontrolliertes Experiment durchgeführt werden.

3.3.7 Interne und externe Gültigkeit

Bei jedem Experiment wird zwischen interner und externer Gültigkeit unterschieden.

Als interne Gültigkeit wird die Korrektheit des Experiments bezeichnet. Die experimentellen Ergebnisse sind nur dann intern gültig, wenn mit dem Experiment tatsächlich das gemessen wurde, was gemessen werden sollte. Interne Gültigkeit der Experimentergebnisse wird also durch die korrekte Kontrolle aller Variablen erreicht. Die gemachten Beobachtungen müssen dann eindeutig auf die Veränderung der unabhängigen Variablen zurückgeführt werden können. Je genauer das Experiment beschrieben ist, desto höher ist die interne Gültigkeit, denn desto besser können alle Variablen kontrolliert werden.

Die externe Gültigkeit dagegen stellt die Frage nach der Verallgemeinerbarkeit. Auf welche anderen Situationen lassen sich die Ergebnisse des Experiments übertragen?

Damit wird auf den ersten Blick ein Widerspruch deutlich. Je genauer das Experiment und seine Rahmenbedingungen beschrieben sind, desto höher ist die interne Gültigkeit. Jedoch lassen sich die Ergebnisse des Experiments dann nur schlecht auf andere Situationen übertragen, da sich die Rahmenbedingungen verschiedener Situationen um so mehr unterscheiden. Andererseits gilt, dass je allgemeiner ein Experiment ist, also je höher seine externe Gültigkeit ist, desto schwieriger wird es, alle Variablen zu kontrollieren und somit eine hohe interne Gültigkeit sicher zu stellen.

Die externe Gültigkeit wird darüber hinaus durch die Populationsgültigkeit, die ökologische Gültigkeit und die zeitliche Gültigkeit eingeschränkt.

- **Populationsgültigkeit**
Die durch das Experiment gemachten Aussagen gelten nur, interne Gültigkeit vorausgesetzt, für den Personenkreis, der am Experiment als Versuchspersonen teilgenommen hat. So gelten Aussagen, die durch ein Experiment an der Universität getroffen wurden, nur für Studenten, streng genommen sogar nur für Studenten eines gewissen Fachsemesters, und können nicht auf andere Personengruppen, wie z.B. professionelle Softwareingenieure, erweitert werden.
- **Ökologische Gültigkeit**
Die Aussagen des Experiments gelten nur für den genauen Aufbau des Experiments. Bei Veränderung des Aufbaus kann es zu anderem Verhalten der Versuchspersonen kommen, so dass unter Umständen andere Ergebnisse die Folge sind. Das Verhalten der Versuchspersonen unter den künstlichen Bedingungen eines Experiments kann also nicht ohne weiteres auf die „wirkliche Welt“ übertragen werden.
- **Zeitliche Gültigkeit**
Bei zeitlicher Gültigkeit wird zwischen zyklischen und linearen Effekten unterschieden.

Zyklische Effekte betreffen z.B. saisonale Schwankungen, wie Frühjahresmüdigkeit, oder subjektinterne Zyklen, wie Wach-Schlaf-Rhythmen von Personen. Lineare Effekte betreffen Folgen von Reifung und Historie, die sich nicht über das Experiment hinaus verfolgen oder gar kontrollieren lassen.

Durch diese verschiedenen Einflüsse auf die Gültigkeit eines Experiments muss die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Situationen sehr genau geprüft werden.

3.3.8 Veröffentlichung

Ein letzter wichtiger Punkt für jedes Experiment ist seine Bedeutung für die Wissenschaft. Da die Wissenschaft von der Anhäufung von Wissen lebt, ist es unbedingt nötig, dass das Experiment in einer möglichst detaillierten Beschreibung, was sowohl die Experimentplanung, als auch die Experimentauswertung und Schlussfolgerungen angeht, bekannt und verfügbar gemacht wird. Dabei ist eine schriftliche Veröffentlichung das am häufigsten gewählte Mittel.

Bei der Veröffentlichung eines Experiments ist vor allem auf seine Reproduzierbarkeit zu achten. Nur so kann gewährleistet werden, dass das Experiment erneut durchgeführt werden kann, vielleicht mit einem anderen Personenkreis als Versuchspersonen, um die externe Gültigkeit unter Umständen erweitern zu können.

4 Design des SESAM-Experiments

In diesem Kapitel wird der Aufbau des in der Diplomarbeit durchgeführten Experiments beschrieben. Das Experiment hatte das Ziel, die Untersuchung, wie sie in Kapitel 1.2 beschrieben wurde, durchzuführen.

Es werden im Folgenden die untersuchten Forschungsfragen und die Experimentmethode, mit der die Forschungsfragen untersucht wurden, vorgestellt und erläutert.

4.1 Definition der Forschungsfragen

4.1.1 Erläuterung der Forschungsfragen

Durch dieses Experiment sollen die nachfolgenden Forschungsfragen untersucht werden. Die Forschungsfragen sind eng mit dem Versuchsaufbau aus Kapitel 4.2 und der Einteilung der Versuchspersonen in Experimentgruppen in Kapitel 4.4 verbunden.

1. Kann mit den komplexeren Modellen ein Lernerfolg erreicht werden?

Ein Lernerfolg tritt ein, wenn die Versuchspersonen die Effekte in Softwareprojekten erkennen, verstehen und darüber hinaus in der Lage sind, dieses theoretisch Verstandene praktisch als Leiter eines Projekts in der Simulation umsetzen zu können.

2. Welches Maß an Komplexität sind (fortgeschrittene) Versuchspersonen in der Lage zu beherrschen?

Die Versuchspersonen beherrschen ihr Projekt, wenn es ihnen spätestens beim zweiten Mal gelingt, es erfolgreich abzuschließen und während der Projektdurchführung die an sie gestellten Aufgaben zu erfüllen. Dazu gehört nicht nur, einzelne Aspekte, wie z.B. die Motivation der Mitarbeiter, zu beachten, sondern das komplexe Zusammenspiel der verschiedenen Effekte zu meistern und sinnvolle Entscheidungen zu treffen.

In diesem Zusammenhang haben die Versuchspersonen das Projekt erfolgreich abgeschlossen, wenn der Kunde die erreichten Zielvorgaben akzeptiert.

3. Welche komplexen Modelle sind notwendig und sinnvoll in der fortgeschrittenen Projektmanagement-Ausbildung mit SESAM?

Ein Modell ist dann notwendig, wenn in diesem Modell möglichst viele Effekte realer Modelle enthalten sind, bzw. wenn gegenüber einer bereits vorhandenen Schulung neue Effekte und damit neue Aufgaben für das Projektmanagement hinzukommen.

Es stellt sich aber die Frage, welche Komplexität für fortgeschrittene Studierende sinnvoll zu wählen ist, um die Studierenden weder zu unterfordern noch einen Lernerfolg durch zu große Komplexität zu verhindern.

Modelle sind sinnvoll, wenn sie durch die Versuchspersonen beherrscht werden können, sich ein Lernerfolg einstellt und die Versuchspersonen motiviert sind die Projekte durchzuführen.

Diese Forschungsfrage kann abschließend erst nach Untersuchung der ersten und zweiten Forschungsfrage, unter Berücksichtigung der neuen Aspekte, beantwortet werden.

4. Welche Feedback-Arten haben welche Auswirkungen?

Wie in Kapitel 2.3 erläutert, bekommen die Versuchspersonen Feedback zu den von ihnen während der Projektdurchführung gemachten Fehlern und Stärken.

Im Rahmen dieses Experiments werden verschiedene Arten des Feedbacks erprobt und gegenübergestellt.

- Tutorfeedback

Der Tutor übernimmt bei dieser Art des Feedbacks die aktive Rolle. Er greift sich anonymisiert verschiedene Projektverläufe heraus, um den Studierenden durch die Gegenüberstellung des Vorgehens Stärken und Schwächen der Projektdurchführung zu zeigen. Dies geschieht im Stile eines Vortrags oder auch einer Vorlesung. Die Studierenden übernehmen keine entscheidend aktive Rolle im Rahmen des Feedbacks. Natürlich sind die Studierenden angehalten bei Fragen oder Unklarheiten dies in das Feedback miteinzubringen. Jedoch gestalten die Studierenden den Ablauf des Feedbacks nicht aktiv mit.

- selbständiges Feedback

Bei dieser Art des Feedbacks müssen die Versuchspersonen eine aktivere Rolle übernehmen, als dies beim Tutorfeedback der Fall ist. Es ist ihre Aufgabe, unter Beaufsichtigung des Tutors, ihre Projektverläufe in Gruppen zu analysieren und sich somit das entsprechende Feedback selbstständig erarbeiten.

Der Tutor verfällt jedoch nicht in eine passive Rolle. Er ist als die das Feedback leitende Person tätig, ohne den Studierenden direkt Feedback zu geben.

Bei eventuellen Rückfragen zu den Daten oder Unklarheiten steht der Tutor zur Verfügung.

Bei beiden Arten des Feedbacks erhalten die Versuchspersonen Ausdrucke, die ihre individuellen Leistungen beim ersten Projekt zeigen. Diese wurden durch den Tutor erstellt, der die einzelnen Projektverläufe der Versuchspersonen analysiert hat.

5. Inwieweit nutzen die Versuchspersonen das Projektmanagement-Werkzeug Organizer für die Planung und die Durchführung komplexer Projekte? Inwieweit bringt es die erwarteten Vorteile?

Die Studierenden sollen an Hand des Ausbildungsansatzes mit SESAM lernen, wie wichtig Planung, Fortschrittskontrolle und Projektverfolgung für das Projekt sind, und dass diese Maßnahmen unbedingt durchgeführt werden müssen. Diese Tätigkeiten werden den Studierenden durch SESAM nicht abgenommen, da sie in einem realen Projektumfeld genauso von Hand, oder mit der Unterstützung von Projektmanagementwerkzeugen, durch den Projektleiter ausgeführt werden müssen.

Da die Studierenden lernen sollen, Projektmanagement-Werkzeuge einzusetzen, um sinnvoll Planung, Fortschrittskontrolle und Projektverfolgung durchführen zu können, jedoch bestehende Projektmanagementwerkzeuge realer Projekte für diese Tätigkeiten zu groß skaliert sind, wurde für die Unterstützung der Studierenden das speziell auf SESAM abgestimmte Werkzeug Organizer durch Kälber (2000) entwickelt.

Mandl-Striegnitz hat gezeigt, dass Studierende, die Planung und Fortschrittskontrollen in den Projekten durchführten, einen besseren Überblick über ihr Projekt behielten.

Des Weiteren haben nach Mandl-Striegwitz (2001) Studierende, die an den bisher stattgefundenen Schulungen mit SESAM teilgenommen haben, angegeben, dass sie in der Lage waren, die Planung und Fortschrittskontrolle ohne Werkzeuge, also nur mit Stift und Papier, durchzuführen. Sie gaben jedoch an, dass für komplexere und umfangreichere Projekte ein solches unterstützendes Werkzeug von Nutzen wäre.

Somit sollte untersucht werden, in welchem Umfang und mit welchem Erfolg die Studierenden den Organizer bei der Projektplanung und -durchführung mit den komplexeren Modellen einsetzen.

6. Ist der Tutor in der Lage, für die komplexen Modelle entsprechendes Feedback vorzubereiten?

Durch die zusätzlichen Effekte des Modells wird es auch für den Tutor immer schwieriger alle Zusammenhänge zwischen den einzelnen Effekten auseinanderzuhalten. Um ein sinnvolles Feedback durchführen zu können, muss der Tutor jedoch in der Lage sein, alle Projektverläufe der Versuchspersonen analysieren zu können, um die darin enthaltenen Sachverhalte auf konkrete Effekte im Modell zurückführen zu können.

7. Wie wirken sich Zweierteams auf die Projektdurchführung aus?

Durch das Experiment soll überprüft werden, ob es für das Erreichen der Lernziele durch die Versuchspersonen von Vorteil ist, wenn diese in Zweierteams organisiert sind, also ähnlich dem Pair-Programming-Ansatz in der Softwareentwicklung.

Es können Synergieeffekte durch das Zusammenarbeiten der beiden Versuchspersonen in den Zweierteams entstehen, dadurch dass die Studierenden bei der Planung und der anschließenden Durchführung des Projekts zusammenarbeiten. Dabei sollen beide Versuchspersonen über ein optimales Vorgehen diskutieren und somit ihr Wissen in diesem Gebiet kombinieren.

4.1.2 Die eingesetzten Modelle

Um die genannten Forschungsfragen zu überprüfen, wurden verschiedene Modelle eingesetzt. Dabei kamen die in Kapitel 2.2.1 und 2.2.2 vorgestellten QS- und QSVA-Modelle in unterschiedlichen Ausprägungen zum Einsatz.

Es wurden insgesamt vier Ausprägungen, zwei Ausprägungen des QS-Modells und zwei des QSVA-Modells, erstellt.

Zum einen wird das QS-Modell mit einem Umfang von 400 und 600 Function Points eingesetzt. Diese Umfangssteigerung um das Doppelte bzw. Dreifache gegenüber dem QS-Modell der Grundlagenschulung qualifiziert die Modelle als komplexe Modelle im Sinne der Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit. Es soll mit ihnen untersucht werden, ob eine reine Umfangssteigerung der Modelle gegenüber der Grundlagenschulung eine sinnvolle Erweiterung der Ausbildung fortgeschrittener Studierender darstellt.

Zum anderen wird das QSVA-Modell in zwei Ausprägungen mit jeweils einem Umfang von 400 Function Points eingesetzt. Damit wurde auch bei den QSVA-Modellen der Umfang im Vergleich zur Grundlagenschulung verdoppelt. Zusätzlich stellen die QSVA-Modelle jedoch eine Komplexitätssteigerung der Art dar, dass sie gegenüber dem QS-Modell noch um die Modellierung von Verhaltensaspekten erweitert wurden. Um feststellen zu können, ob und in welchem Maß die Versuchspersonen in der Lage sind, die zusätzlichen Effekte zu erlernen und zu verstehen, werden

zwei QSVA-Modelle unterschiedlicher Komplexität eingesetzt. Die in den Modellen enthaltenen Effekte wurden bereits in Kapitel 4.1.2 erläutert.

Die QSVA-Modelle unterscheiden sich in der Anzahl der darin implementierten Effekte. Während im eingeschränkten QSVA-Modell lediglich die Effekte Motivation der Mitarbeiter und Überstunden umgesetzt sind, realisiert das volle QSVA-Modell zusätzlich die Effekte Zufriedenheit des Kunden mit dem Projekt, Kündigung und Krankheit von Mitarbeitern.

4.1.3 Hypothesen

Im folgenden werden die Forschungsfragen durch Hypothesen konkretisiert. Indem die Hypothesen experimentell überprüft werden, kann man Antworten auf die Forschungsfragen geben.

1. *Kann mit den komplexeren Modellen ein Lernerfolg erreicht werden?*

Hypothese 1: Mit allen eingesetzten Modellen, also sowohl QS-, QSVA eingeschränkt- als auch QSVA-Modell, lässt sich ein Lernerfolg erzielen. Die Versuchspersonen werden sich der Zusammenhänge des Projektmanagements bewusst. Sie erreichen beim zweiten Mal bessere Resultate als im ersten Projekt. Sie leiten ihre Projekte besser und erfolgreicher, da sie die Zusammenhänge der Effekte im Modell erkennen, sich ihrer Fehler bewusst werden und dies auch praktisch umsetzen können.

Hypothese 2: Studierende, die die QSVA-Modelle einsetzen, verbessern sich in Bezug auf den Aspekt Mitarbeitermotivation. Die Studierenden, die das QSVA-Modell mit allen Effekten einsetzen, verbessern sich des weiteren in den zusätzlichen Effekten Umgang mit Fehlzeiten von Mitarbeitern, Kündigung aus persönlichen Gründen der Mitarbeiter und Information des Kunden über den Projektstatus.

2. *Welches Maß an Komplexität sind (fortgeschrittene) Versuchspersonen in der Lage zu beherrschen?*

Hypothese 3: Versuchspersonen, die zuvor Projekte mit dem QS-Modell mit einem Umfang von 200 Function Points in der Grundlagenausbildung durchgeführt haben, sind in der Lage, ein QS-Modell mit 400 Function Points, und danach ein QS-Modell mit 600 Function Points Umfang erfolgreich durchzuführen. Dies ist dadurch begründet, dass die Versuchspersonen zwar Projekte immer größeren Umfangs leiten müssen, sie die darin modellierten Effekte aber bereits kennen und keine grundlegend neuen Anforderungen an sie gestellt werden. Damit können sie beim Management dieser Projekte auf bereits gemachte Erfahrungen in vorherigen Projekten zurückgreifen und sich darauf einstellen. Die Versuchspersonen beachten weiterhin das mit der Grundlagenschulung Gelernte und verschlechtern sich nicht in Bezug auf ihr Vorgehen.

Hypothese 4: Die Versuchspersonen, die Projekte mit den QSVA-Modellen durchführen, haben größere Probleme, das Modell zu beherrschen, als Versuchspersonen, die ein Projekt mit dem QS-Modell durchführen. Durch die zusätzlichen Effekte gelingt es den Versuchspersonen schlechter, die einzelnen Effekte und deren Zusammenspiel zu beachten.

Hypothese 5: Bezüglich des beherrschbaren Maßes an Komplexität zwischen dem eingeschränkten QSVA-Modell und dem QSVA-Modell mit allen Effekte gilt, dass Versuchspersonen, die Projekte mit dem QSVA-Modell mit eingeschränkten

Effekten durchführen, dieses besser beherrschen, als Versuchspersonen, die Projekte mit dem QSVA-Modell mit allen Effekten leiten. Sie erreichen einen besseren Lernerfolg in den Aspekten des Modells, wie z.B. der Mitarbeitermotivation. Begründet ist die bessere Beherrschbarkeit dadurch, dass beim eingeschränkten QSVA-Modell lediglich der Aspekt Mitarbeitermotivation gegenüber dem QS-Modell aus der Grundlagenausbildung hinzukommt. Im Gegensatz dazu müssen die Versuchspersonen, die Projekte mit dem QSVA-Modell mit allen Effekten durchführen, auch mit den Aspekten Krankheit und Kündigung von Mitarbeitern, Überstunden sowie Kundenzufriedenheit umgehen. Dadurch haben die Versuchspersonen Probleme, alle Zusammenhänge im Modell zu durchschauen und zu verstehen, sowie richtig darauf zu reagieren.

Hypothese 6: Es ist zu erwarten, dass die Versuchspersonen in der Lage sein werden, die neuen Effekte des QSVA-Modells zu beherrschen, jedoch ist dies mit der Vernachlässigung der QS-Aspekte verbunden. Im Vergleich der QSVA-Modelle wird erwartet, dass das eingeschränkte QSVA-Modell besser zu beherrschen ist als das QSVA-Modell mit allen Effekten, da die Versuchspersonen weniger modellierte Effekte beachten und verstehen müssen.

3. Welche komplexen Modelle sind notwendig und sinnvoll in der fortgeschrittenen Projektmanagement-Ausbildung mit SESAM?

Hypothese 7: Durch den Einsatz des QS-Modells mit einem Umfang von 400 Function Points und der anschließenden Steigerung auf ein QS-Modell mit einem Umfang von 600 Function Points kann zwar ein Lernerfolg bei den Versuchspersonen erreicht werden (siehe Forschungsfrage 1) und die Versuchspersonen beherrschen das Modell (siehe Forschungsfrage 2), jedoch sinkt die Motivation der Versuchspersonen die simulierten Projekte durchzuführen, weil sie keine neuen Herausforderungen an die Projektleitung stellen. Damit ist dieses Modell weder notwendig noch sinnvoll für die Projektmanagement-Ausbildung fortgeschrittener Versuchspersonen.

Hypothese 8: Im Vergleich zu den eingesetzten QS-Modellen ist es mit dem eingeschränkten QSVA-Modell mit einem Umfang von 400 Function Points möglich, die Motivation der Versuchspersonen zu steigern, weil der Aspekt der Personalführung zusätzlich modelliert ist.

Das eingeschränkte QSVA-Modell ist notwendig, da gegenüber dem QS-Modell weitere Effekte modelliert sind, die das Modell realistischer machen. Es ist auch sinnvoll, da eine Komplexitätssteigerung implementiert ist, die die Versuchspersonen in der Lage sind zu beherrschen und sich mit dem Modell ein Lernerfolg bei den Versuchspersonen einstellt.

Hypothese 9: Das QSVA-Modell mit einem Umfang von 400 Function Points ist das notwendigste Modell in der Ausbildung fortgeschrittener Versuchspersonen dieses Experiments, da es die meisten zusätzlichen Effekte modelliert, und damit den größten Schritt hin zu einem möglichst realistischen Modell für die Projektmanagement-Ausbildung bietet. Die Motivation der Versuchspersonen steigt im Vergleich zu den QS-Modellen in ähnlicher Weise wie die Motivation beim eingeschränkten QSVA-Modell an.

4. Welche Feedback-Arten haben welche Auswirkungen?

Hypothese 10: Der Einsatz von Feedback durch den Tutor für die gesamte Gruppe beeinflusst den Lernerfolg positiver als selbständiges Gruppenfeedback. Dies gilt für alle Modelle.

Hypothese 11: Bei dem QS-Modell mit einem Umfang von 400 Function Points sind die Versuchspersonen in der Lage, sich selbständig Feedback zu erarbeiten, da sie die im Modell dargestellten Effekte bereits aus der Grundlagenschulung kennen und somit in der Lage sind, ihre Fehler zu analysieren.

Hypothese 12: Die Versuchspersonen sind bei den Projekten mit den QSVA-Modellen nur bedingt in der Lage, sich selbständig Feedback zu erarbeiten. Durch die Grundlagenschulung können die Versuchspersonen die Effekte des QS-Modells identifizieren und bewerten, jedoch sind ihnen die hinzugekommenen Effekte des QSVA-Modells nicht vertraut, so dass sie diese nur schlecht auswerten und analysieren können.

5. Inwieweit nutzen die Versuchspersonen das Projektmanagement-Werkzeug Organizer für die Planung und die Durchführung komplexer Projekte? Inwieweit bringt es die erwarteten Vorteile?

Hypothese 13: Das Werkzeug Organizer wird verstärkt bei der Simulation komplexerer Modelle eingesetzt (also weniger häufig beim QS-Modell, häufiger beim QSVA-Modell mit eingeschränkten Effekten, am häufigsten beim QSVA-Modell mit allen Effekten). Dabei wird der Organizer häufiger bei der Durchführung des zweiten Projekts eingesetzt.

Hypothese 14: Versuchspersonen, die den Organizer einsetzen, haben einen besseren Überblick über ihre Projekte als Versuchspersonen, die den Organizer nicht einsetzen. Sie sind in der Lage, die Zusammenhänge im Softwareprojekt besser zu verstehen und diese erfolgreicher praktisch umzusetzen zu können. Sie erreichen bessere Ergebnisse in Bezug auf die Zielvorgaben als Versuchspersonen, die den Organizer nicht einsetzen.

Hypothese 15: Versuchspersonen, die den Organizer im ersten Projekt eingesetzt haben, setzen ihn auch beim zweiten Projekt wieder ein. Beim zweiten Projekt nutzen sie den Organizer effizienter als im ersten.

Hypothese 16: Aufgrund des Einarbeitungsaufwands wird der Organizer bei der Projektplanung und der Fortschrittskontrolle weniger häufig verwendet als Papier und Bleistift.

6. Ist der Tutor in der Lage, für komplexen Modelle entsprechendes Feedback vorzubereiten?

Hypothese 17: Die Vorbereitung des Feedbacks, vor allem die Auswertung der einzelnen Projektverläufe und der erzielten Resultate wird vom QS-Modell über das QSVA-Modell mit eingeschränkten Effekten bis zum QSVA-Modell mit allen Effekten immer schwieriger und zeitintensiver. Der Tutor ist aber trotzdem in der Lage, entsprechendes Feedback vorzubereiten und die Auswertungen der Projekte durchzuführen.

Hypothese 18: Die Zeit und der Aufwand für die Vorbereitung und Durchführung des Feedbacks ist beim Feedback durch den Tutor für diesen höher als bei selbständigem Feed-

back in der Gruppe, da sich dort die Versuchspersonen selbständig, also ohne Hilfe des Tutors, das Feedback erarbeiten.

7. *Wie wirken sich Zweierteams auf die Projektdurchführung aus?*

Hypothese 19: In Zweierteams diskutieren die Teammitglieder über die Durchführung des Projekts. Durch diese Diskussion wird der Aufwand der Zweierteams gegenüber der Projektdurchführung einzelner Versuchspersonen zunehmen, d.h. die Projektdauer wird ansteigen. Die Projektdauer der Zweierteams wird jedoch nicht die doppelte Dauer der einzelnen Versuchspersonen erreichen.

Hypothese 20: Die Versuchspersonen, die die Projekte in Zweierteams durchführen, verstehen die modellierten Effekte besser als Versuchspersonen, die die Projekte einzeln durchführen.

Führen sie das Projekt zum ersten Mal durch, ist ein erfolgreiches Abschneiden, im Vergleich zu den einzelnen Versuchspersonen nicht vorherzusagen. Dies ist begründet durch die Eingewöhnungsphase der beiden Teammitglieder aneinander (ähnliche Effekte beim Pair Programming). Bei den nachfolgenden zweiten und dritten Projektdurchführungen jedoch verfolgen die Versuchspersonen in Zweierteams einen sinnvolleren Projektmanagementprozess und erfüllen die Zielvorgaben des Projekts besser als einzelne Versuchspersonen.

Hypothese 21: Durch den besseren Überblick der Versuchspersonen, die in Zweierteams die Projekte durchführen sind diese besser in der Lage, ihre Projekte zu analysieren und sich selbständig Feedback zu erarbeiten.

Hypothese 22: Die Versuchspersonen in Zweierteams sind während des Experiments motivierter als einzelne Versuchspersonen.

4.2 Aufbau des Experiments

Bei der durchgeführten Untersuchung handelt es sich um ein kontrolliertes Experiment. Es wurde als Inter-Subjekt-Experiment mit Vortest-Nachtest geplant und ausgeführt.

Um die Kontrolle der individuellen Unterschiede der Versuchspersonen zu gewährleisten, wurde eine Randomisierung durchgeführt. Dies bedeutet, dass die Versuchspersonen aus einer Grundgesamtheit zufällig in verschiedene Experimentgruppen eingeteilt wurden. Jede der Gruppen musste Projekte mit verschiedenen Modellen durchführen.

Um die Auswirkungen der Variablen Historie und Reifung zu kontrollieren, wurde der Ablauf des Experiments so straff wie möglich organisiert.

Der Vor- und Nachtest, auch Pre- und Posttest genannt, diente dazu, festzustellen, ob bei den Versuchspersonen ein Lernerfolg in Bezug auf das Bewusstsein und die Fähigkeit, Projektmanagement praktisch umzusetzen, eingetreten ist.

Insgesamt wurde, nach dem Ausbildungsansatz von Mandl-Striegnitz (2001), der in Tabelle 4 gezeigte Experimentaufbau gewählt.

Auf die bei Mandl-Striegnitz (2001) vorgesehene theoretische Komponente in der Ausbildung, die z.B. als Seminar zum Thema Projektmanagement vor der zweiten Projektdurchführung stattfinden kann, wurde aus zeitlichen Gründen verzichtet.

Fragebogen, um den Kenntnisstand der Versuchspersonen vor der Behandlung mit dem Stimulus zu ermitteln	Pretest
Einführungsveranstaltung	Experimenteller Stimulus
Projektdurchführung mit SESAM (1)	
Analyse der Projektverläufe (Feedback)	
Fragebogen, um die Veränderung des Kenntnisstands der Versuchspersonen zu ermitteln	Posttest
Projektdurchführung mit SESAM (2)	
<i>Projektdurchführung mit SESAM (3)</i>	
Befragung, um die subjektive Einschätzung und das Feedback der Versuchspersonen zu erheben	Abschlussfragebogen

Tabelle 4: Aufbau des Experiments

In der Einführungsveranstaltung wurde den Studierenden die Bedienung des Systems nochmals ins Gedächtnis gerufen. Die verschiedenen Simulationsmodelle wurde erläutert, wobei die zusätzlichen Effekte der QSVA-Modelle nur den Studierenden vorgestellt wurde, die auch tatsächlich Projekte mit diesen Modellen durchführten.

Nachdem die Studierenden wichtige Projektgrößen (z.B. geschätzter Projektumfang) sowie die Zielvorgaben (vorgegebener zeitlicher Rahmen, verfügbares Budget und Qualitätsanforderungen) erfahren hatten, mussten sie das erste Projekt dieses Experiments mit SESAM planen und durchführen.

Die Analyse der Projektverläufe soll den Studierenden ihre Fehler, aber auch ihre Stärken während des ersten Projekts verdeutlichen. Dazu werden während des Feedbacks verschiedene Projektverläufe gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Resultate werden dann aus den jeweils gewählten Vorgehen der Studierenden erklärt. Damit sollen den Studierenden die unterschiedlichen Einflussfaktoren und der Zusammenhang zwischen ihrem Vorgehen und den erzielten Ergebnissen klar werden.

Durch die Wiederholung der Projektdurchführung wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre Erfahrungen aus der ersten Projektdurchführung und aus dem Feedback umzusetzen.

Durch die dritte Projektdurchführung soll die Fähigkeit der Studierenden überprüft werden, ihr Wissen auf ein neues Modell, ohne vorherige Einführung, bzw. Feedback, übertragen zu können.

Bei diesem Experiment ist die Kombination Einführungsveranstaltung, Projektdurchführung mit SESAM zusammen mit dem Feedback für die Versuchspersonen als experimenteller Stimulus zu sehen. Bei der Auswertung des Experiments wird dann der Einfluss des experimentellen Stimulus auf die Versuchspersonen im Hinblick auf die Forschungsfragen untersucht.

Die Teile des Ausbildungsansatzes nach Kapitel 2.3 sind in Tabelle 4 **fett** hervorgehoben. Die restlichen Einträge in der Tabelle sind Teil des Experimentaufbaus und dienen als Instrumente zur Überprüfung der Hypothesen.

Da nicht alle Versuchspersonen am dritten Projekt mit SESAM teilnehmen, wurde dieses *kursiv* hervorgehoben.

4.3 Pre- und Posttest

Der Pretest dient der Erfassung des Wissensstandes der Versuchspersonen vor der Anwendung des experimentellen Stimulus.

Zusammen mit dem Posttest kann dann die Veränderung des Wissensstands der Versuchspersonen aufgezeigt werden, der, bei Kontrolle aller anderen Faktoren, auf den experimentellen Stimulus zurückzuführen sein muss.

Pre- und Posttest werden jeweils durch einen Fragebogen realisiert. Dabei handelt es sich um ein- und denselben Fragebogen. Dieser wurde beim Pretest durch die Versuchspersonen einmal ausgefüllt. Unter Beachtung der Motivation der Versuchspersonen wurde beim Posttest nicht nochmals ein leerer Fragebogen ausgegeben, sondern die Versuchspersonen sollten Änderungen ihrer Aussagen mit einer anderen Farbe in den Pretest eintragen.

Der Fragebogen besteht aus 18 Fragen, teilweise mit Unterfragen, die sich auf die Themen Planung von Projekten, Stellenbesetzung, Fortschrittskontrolle bei der Projektdurchführung, Einbindung des Kunden, Krankheit und Kündigung von Mitarbeitern und Personalführung beziehen. Als Grundlage des Fragebogens dient der im Experiment von Mandl-Striegnitz (2001) eingesetzte Fragebogen. Dieser wurde um die Fragen zur Personalführung, Kundeneinbindung, Krankheit und Kündigung von Mitarbeitern erweitert. Grundlagen zu den Fragen der Personalführung entstammen hauptsächlich den Effekten, wie sie in den Modellen enthalten sind, und DeMarco und Lister (1999).

Der Fragebogen enthält sowohl offene als auch geschlossene Fragen, also Fragen bei denen die Versuchspersonen sowohl in ihren eigenen Worten frei antworten können, als auch Multiple-Choice-Fragen. Teilweise wurde eine Mischform gewählt, z.B. eine Multiple-Choice-Frage, deren Beantwortung begründet werden muss.

Die Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt des Pre-Posttest-Fragebogens, der sich in voller Länge im Anhang A befindet.

Bei der Erstellung des Fragebogens wurden die grundlegenden Prinzipien nach Holm (1991) beachtet.

- Einleitende Fragen sollen dazu dienen, die Hemmschwelle der Versuchspersonen vor der Beantwortung des Fragebogens abzubauen.
- Einfachere Frage folgen immer wieder auf schwierigere, um den Versuchspersonen die Möglichkeit zur Entspannung beim Ausfüllen zu geben.
- Die Verwendung von offenen Fragen zwingt die Versuchspersonen zur Formulierung eigener Antworten.
- Bei vorgegebenen Antworten sind alle Antwortmöglichkeiten angegeben, so dass keine Beeinflussung der Versuchspersonen hinsichtlich einer Antwort stattfindet.

14. Motivation von Mitarbeitern:

...

14d) Wie wirkt sich die Motivation eines Mitarbeiters auf das Projekt aus?

15) Überstunden:

15a) In welchen Situationen setzt Du Überstunden ein?

...

16b) Hast Du als Projektleiter die Möglichkeit, die Fehlzeiten Deiner Mitarbeiter im Projekt zu beeinflussen?

Ja, die Fehlzeit der Mitarbeiter kann durch den Projektleiter beeinflusst werden

Nein, die Fehlzeit der Mitarbeiter kann durch den Projektleiter nicht beeinflusst werden

Falls ja, welche Möglichkeiten hat der Projektleiter? _____

Falls nein, Begründung: _____

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Pre-Posttest-Fragebogens

Das sachgemäße Zusammenstellen eines Fragebogens ist eine sehr anspruchsvolle Tätigkeit, die professionell durchgeführt werden sollte. Dieses professionelle Niveau wird sicher durch den Pre-Posttest-Fragebogen des Experiments nicht erfüllt, jedoch sollte die Beachtung obiger Prinzipien eine gewisse Güte sicherstellen.

Alle Ergebnisse des Fragebogens werden nur anonymisiert weitergereicht. Die Zuordnung eines Fragebogens zu einer konkreten Versuchsperson bleibt einzig dem Versuchsleiter vorbehalten. Mit dieser Aussage soll der Druck von den Versuchspersonen genommen werden, dass ihre Antworten im Fragebogen beispielsweise Auswirkungen auf ihre Noten im Fachgebiet Software Engineering haben könnten.

4.4 Experimentgruppen

Die Versuchspersonen werden in diesem Experiment in verschiedene Experimentgruppen eingeteilt. Die einzelnen Experimentgruppen setzen verschiedene Modelle ein, erhalten auf verschiedene Arten Feedback und führen eine unterschiedliche Anzahl von Projekten am Simulator durch.

Im Rahmen dieses Experiments kommen die zwei bereits vorgestellten SESAM-Modelle in insgesamt vier verschiedenen Ausprägungen zum Einsatz. Bei diesen vier Ausprägungen handelt es

sich um zwei QS-Modelle mit 400 und 600 Function Points Umfang und um zwei QSVA-Modelle mit jeweils 400 Function Points Umfang, die sich in den modellierten Effekten, wie in Kapitel 4.1.2 erläutert, unterscheiden. Alle Versuchspersonen werden in drei Gruppen aufgeteilt, die Projekte mit den oben genannten Modellen durchführen. Es gibt für die Gruppen zum einen ein „klassisches“ Feedback durch den Tutor im Stile eines Vortrags. Des weiteren findet ein selbständiges Feedback statt, bei dem sich die Versuchspersonen das Feedback in kleinen Gruppe von drei bis fünf Personen durch Erfahrungsaustausch gegenseitig erarbeiten sollen.

Um die Auswirkungen von Zweierteams bei der simulierten Projektdurchführung zu untersuchen, werden von einigen der Versuchspersonen die Projekte in eben solchen Teams durchführen. Da im Vorfeld die QSVA-Modelle als die komplexeren Modelle in diesem Experiment identifiziert wurden, und Zweierteams eine vermutete positive Auswirkung auf den Projektverlauf haben, werden, in Anbetracht der begrenzten Anzahl von Versuchspersonen, die Zweierteams nur in den Gruppen eingesetzt, die Projekte mit den QSVA-Modelle durchführen.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Gruppeneinteilungen und die eingesetzten Modelle.

Aufbau des Experiments	QS-Gruppe	QSVA-Gruppe I	QSVA-Gruppe II
1. Projekt	QS (400)	QSVA eingeschränkt (400)	QSVA (400)
Feedback	Feedback	Feedback	Feedback
2. Projekt	QS (400)	QSVA eingeschränkt (400)	QSVA (400)
3. Projekt	QS (600)	QSVA (400)	—

Tabelle 5: Gruppeneinteilung mit Modellen

Dabei steht in obiger Tabelle z.B. QS (400) für den Einsatz des QS-Modells mit 400 Function Points Umfang in dieser Gruppe. QSVA eingeschränkt (400) bezeichnet das QSVA-Modell mit 400 Function Points Umfang, in dem nicht alle Effekte des vollen QSVA-Modells enthalten sind.

Die in Tabelle 5 nicht erwähnten Komponenten des Experiments aus Tabelle 4 werden von allen Versuchspersonen gleichermaßen und gleich durchgeführt.

Jede der Gruppen wird nochmals unterteilt. Dabei erhält die Hälfte der Versuchspersonen jeder Gruppe Feedback durch den Tutor und die andere Hälfte soll sich selbständig Feedback erarbeiten.

4.5 Abschlussbefragung

Nach dem Abschluss der Projekte wurde noch eine Abschlussbefragung durchgeführt. Diese Befragung diente vor allem dazu, festzustellen, welche Meinung die Versuchspersonen selbst zu dem Ausbildungsansatz haben. Vor allem soll die persönliche Einschätzung über den erreichten Lernerfolg erfasst, sowie den Versuchspersonen eine Möglichkeit geben werden, sich kritisch über den im Experiment eingesetzten Ausbildungsansatz zu äußern.

Durch die Abschlussbefragung soll der subjektive Eindruck der Studierenden in die abschließende Beantwortung der Forschungsfragen mit einfließen. Gerade für einen Ausbildungsansatz ist es wichtig, ob die Auszubildenden selbst den Eindruck gewinnen, durch die Ausbildungs etwas

gelernt zu haben. Nur dadurch können die Auszubildenden für ein Themengebiet interessiert werden.

4.6 Auswertungsprinzip

Um die aufgestellten Hypothesen überprüfen zu können, sind verschiedene Auswertungen mit den dazugehörigen Vergleichen nötig.

Diese Auswertungen und Vergleiche sind in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt. Um die Hypothesen überprüfen und damit die Forschungsfragen beantworten zu können, wurden Pre- und Posttest, sowie die einzelnen Projekte untereinander auf eine Verbesserung der Resultate bzw. des Vorgehens hin untersucht. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Projekte und das Vorgehen bei der Projektdurchführung mit denen der Grundlagenschulung verglichen. Um dann zu einem Gesamtergebnis zu kommen, wurden noch die subjektiven Aussagen der Versuchspersonen, sowie der Eindruck des Tutors mit in Betracht gezogen.

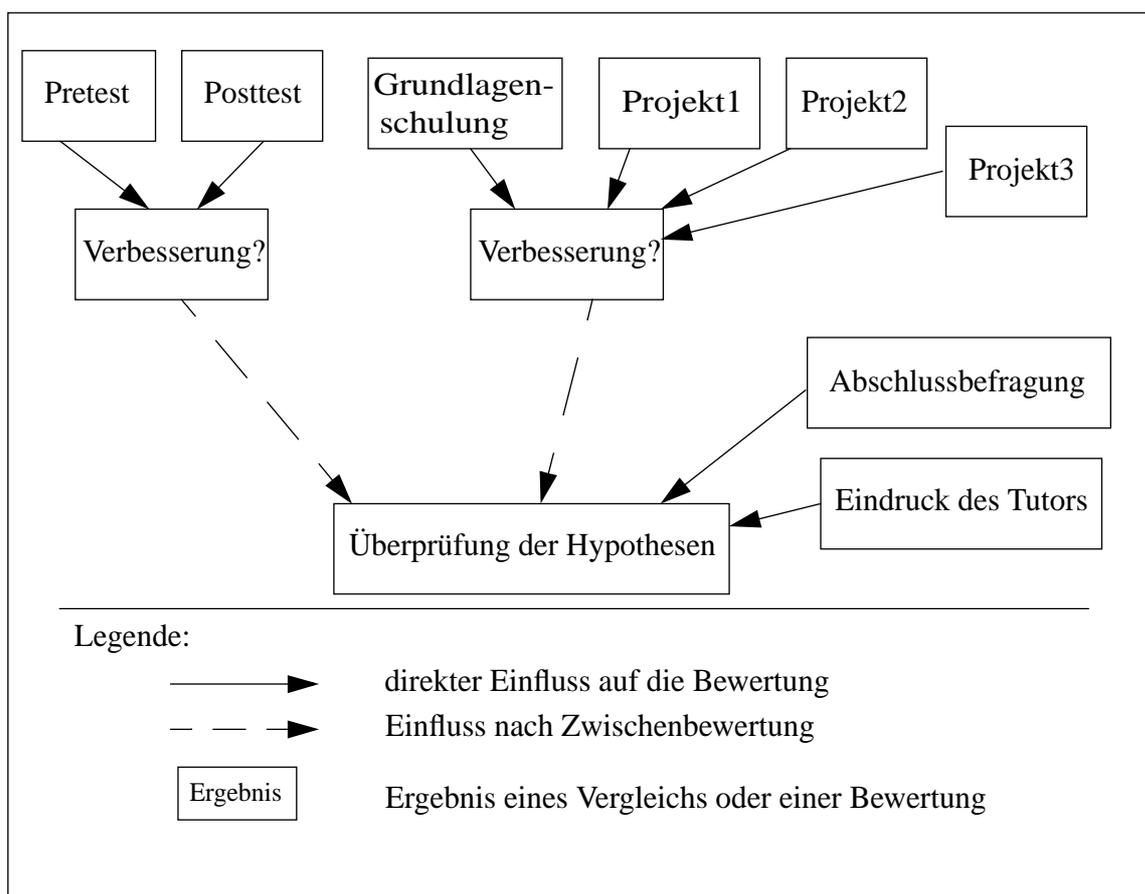


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Auswertung

4.6.1 Pre- Posttestvergleich

Der Vergleich des Pre- und Posttests dient der Erfassung des Kenntnisstands der Versuchspersonen vor und nach dem experimentellen Stimulus. Eine Veränderung des Kenntnisstands kann,

durch Variablenkontrolle im Experiment, auf den experimentellen Stimulus zurückgeführt werden.

Zunächst werden Pre- und Posttest ausgewertet. Dabei werden für jeden Test Punkte vergeben. Bei einer richtigen Antwort erhält die Versuchsperson einen Punkt. Für eine falsche Antwort werden keine Punkte abgezogen. Um bei dieser Art der Auswertung so objektiv wie möglich vorzugehen und keine Versuchsperson besser oder schlechter zu bewerten, wurde während der Zusammenstellung des Pretests eine Musterlösung erstellt. Dabei wurden alle möglichen richtigen Antworten aufgelistet. An Hand dieser Musterlösung wurden die Punkte vergeben. Falls eine Versuchsperson im Fragebogen eine Antwort gab, die nicht in der Musterlösung enthalten war, so wurde diese Antwort auf ihre Richtigkeit und Plausibilität hin bewertet und unter Umständen in die Musterlösung aufgenommen.

Im Rahmen der Auswertung wurden die Verbesserungen der einzelnen Versuchspersonen und die Verbesserungen aller Versuchspersonen pro Frage erfasst. Mittels dieser Erkenntnisse können Aussagen über die Hypothesen getroffen werden.

4.6.2 Vergleich der Projekte

Der Vergleich der Projekte dient dazu, festzustellen ob sich die Fähigkeit der Versuchspersonen, ein Softwareprojekt erfolgreich durchzuführen, verbessert hat. Dabei wurden die Projekte untereinander verglichen.

Zur Überprüfung der Hypothesen wird die Veränderung des Vorgehens bei der Durchführung des simulierten Projekts, der Vergleich in Bezug auf die Zielvorgaben und der Vergleich der Qualität der Dokumente ausgewertet.

Um die Zielvorgaben und die Qualität der Dokumente vergleichen zu können, müssen verschiedene Maßzahlen erhoben werden. Berechnungsvorschriften für die Bewertung der Projektverläufe stellt Mandl-Striegnitz (2000) vor.

Erfüllen der Zielvorgaben

- Kosteneinhaltung:

$$200 - \frac{\text{aufgelaufeneKosten} \times 100}{\text{vorgegebenesBudget}}$$

- Termineinhaltung:

$$200 - \frac{\text{tatsaechlicheDauer} \times 100}{\text{vorgegebeneDauer}}$$

- Durchschnittliche Korrektheit Code:

$$200 - \frac{|\text{Gesamtfehler}(\text{Code}) \times 100|}{\text{VorgabeFehlerdichte}(\text{Code})}$$

- Durchschnittliche Korrektheit Handbuch:

$$200 - \frac{|Gesamtfehler(HB \times 100)|}{VorgabeFehlerdichte(HB)}$$

- Durchschnittliche Vollständigkeit der erstellten Dokumente (Spezifikation, Systementwurf, Modulspezifikation, Code und Handbuch):

$$\frac{(\sum |AFP(Dokument)|) \times 100}{GesamtumfangdesProjekts(AFP) \times 5}$$

Die berechneten Werte bezeichnen dabei jeweils die prozentuale Abweichung des von der Versuchsperson erzielten Resultats von den Zielvorgaben, bzw. im Falle der Vollständigkeit von den insgesamt zu realisierenden Adjusted Function Points. Der Wert 90% bedeutet, eine Versuchsperson hat 10% schlechter abgeschnitten als gefordert. 110% hingegen zeigen an, dass die Versuchsperson die Zielvorgaben um 10% übererfüllt hat. Zu bemerken ist, dass die Berechnung den Wert 0 liefert, falls die Ergebnisse der Versuchsperson um mehr als 100% schlechter sind als die Vorgaben. Die Addition dieser vier Werte ergibt die erreichte Gesamtpunktzahl.

Korrektheit der erstellten Dokumente gemessen in Anzahl Fehler je AFP

$$\frac{|Gesamtfehler(Dokument)|}{|AFP(Dokument)|}$$

Dieser Wert wird jeweils für die Dokumente Spezifikation, Systementwurf, Modulspezifikation, Code und Handbuch berechnet.

Über die reinen Maßzahlen hinaus werden zusätzlich die Projektverläufe analysiert und bewertet. Bei der Auswertung der Projektverläufe wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

1. Wurden alle (Zwischen-)Resultate konsequent geprüft und korrigiert?
2. Wurde der Kunde in den Projektverlauf einbezogen?
3. Wurden die Mitarbeiter entsprechend ihrer Erfahrungen eingesetzt?
4. Wurden alle Tests konsequent und in der richtigen Reihenfolge durchgeführt?
5. Wurden alle Phasen sinnvoll parallelisiert?
6. Haben die Versuchspersonen die Auswirkungen von Mitarbeitermotivation erkannt? Haben sie verstanden, wie sie diese Motivation beeinflussen können, bzw. wodurch diese beeinflusst wird?
 - a. Wurden Mitarbeiter gemäß ihrer Interessen eingesetzt?
 - b. Wurden die Motivationsmaßnahmen richtig eingesetzt?
7. Haben die Versuchspersonen die Ursachen für Kündigungen von Mitarbeitern verstanden? Wissen sie, wie sie Kündigungen durch die Mitarbeiter verhindern können? Wissen sie, welche Maßnahmen sie bei der Kündigung von Mitarbeitern ergreifen sollten?
8. Kennen die Versuchspersonen die Ursachen für die Fehlzeiten von Mitarbeitern und wissen sie, wie sie diese positiv beeinflussen können?

4.6.3 Abschlussbefragung

Um die Hypothesen überprüfen zu können, sind die subjektiven Eindrücke der Versuchspersonen ebenfalls zu berücksichtigen. Dazu wurde der Abschlussfragebogen ausgewertet.

Die Antworten im Abschlussfragebogen sind vor allem im Hinblick auf die Motivation der Versuchspersonen die Schulung (erfolgreich) durchzuführen, von Interesse. Da es ein unbedingtes Ziel der Schulung mit SESAM sein sollte, die Motivation und das Interesse für Projektmanagement zu wecken und zu erhalten, ist die Bewertung dieses Punktes durch die Versuchspersonen von zentraler Bedeutung.

Es wurden im Abschlussfragebogen des weiteren noch Fragen zur Einschätzung des Lernerfolgs durch die Versuchspersonen gestellt. Sie sollten die einzelnen Ausbildungskomponenten bewerten.

Die Äußerungen der Versuchspersonen im Abschlussfragebogen sind, neben dem Eindruck des Tutors, die einzige Möglichkeit, die Einschätzungen der Versuchspersonen über die Schulung mit SESAM zu erfahren.

4.6.4 Eindruck des Tutors

Wichtig zur Beantwortung der Thesen ist auch der subjektive Eindruck des Tutors. Dabei fließen vor allem die Erfahrungen des Tutors in der Feedbackrunde, das Verhalten der Studierenden während der Projekte und die Antworten der Versuchspersonen in verschiedenen Gesprächen mit ein.

Der Eindruck des Tutors soll dazu dienen, die Ergebnisse des Pre-Posttest-Vergleichs, der Projektvergleiche und des Abschlussfragebogens einer Überprüfung zu unterziehen. Oftmals sind die reinen Zahlen nicht aussagekräftig oder eindeutig genug, um einen Lernerfolg einschätzen zu können. Aus diesem Grund ist der subjektive Eindruck des Tutors eine wichtige Komponente bei der Auswertung der Ergebnisse.

Des weiteren dient der Eindruck des Tutors dazu die Motivation der Versuchspersonen einzuschätzen, die Projekte dieses Experiments und, in der Zukunft, weitere Projekte durchführen zu wollen. Da die Beantwortung dieses Punktes mit objektiven Mitteln äußerst schwierig ist, sind subjektive Methoden wie der Gesamteindruck, den die Versuchspersonen auf den Tutor machen, durchaus probate Mittel zu einem Ergebnis zu gelangen.

5 Durchführung des Experiments

In diesem Kapitel werden die konkrete Umsetzung des Experimentdesigns und die Erfahrungen, die während der Experimentdurchführung gemacht wurden, beschrieben.

5.1 Die Versuchspersonen

Die Studierenden, in diesem Bericht auch Versuchspersonen genannt, die am Experiment teilnehmen, sind an der Universität Stuttgart im Studiengang Softwaretechnik eingeschrieben. Sie befinden sich zu Beginn des Experiments im 3. Fachsemester. Alle Studierenden haben an einer Grundlagenausbildung im Projektmanagement teilgenommen. Diese Grundlagenausbildung erfolgte gemäß des Ausbildungsansatzes von Mandl-Striegnitz (2000) mit einem 200-Function-Point-QS-Modell, wie er in Kapitel 2.3 beschrieben wurde. Die Studierenden sollten also die Lernziele, die mit dieser Grundlagenausbildung verfolgt werden, erreicht haben. Das bedeutet konkret, sie sind in der Lage ein Projekt zu planen, es gemäß dieser Planung umzusetzen, Fortschrittskontrollen durchzuführen und Mitarbeiter entsprechend ihrer Qualifikation auszuwählen und einzusetzen. Die Studierenden sollten die Bedeutung von Qualitätssicherung verstanden haben und fähig sein, dieses Verständnis in praktischen Maßnahmen umzusetzen.

Insgesamt nehmen an diesem Experiment 56 Personen teil.

Durch den ähnlichen Ausbildungsstand der Versuchspersonen sind die individuellen Unterschiede zwischen den Versuchspersonen gering gehalten. Dadurch konnte diese Variable kontrolliert werden.

5.2 Gruppeneinteilung

Die Versuchspersonen wurden in drei verschiedene Gruppen eingeteilt. Dabei wurden in den Gruppen, die das QSVA-Modell einsetzen, Zweierteams gebildet. Nachfolgende Tabelle zeigt die Anzahl der Versuchspersonen pro Gruppe.

Feedback-Arten	QS-Gruppe	QSVA-Gruppe I	QSVA-Gruppe II
Tutorfeedback	8Vpn	4Vpn + 3x2Vpn	4Vpn + 3x2Vpn
Feedback in kleinen Gruppen	8Vpn	4Vpn + 3x2Vpn	4Vpn + 3x2Vpn

Tabelle 6: Anzahl der Versuchspersonen pro Gruppe

Die Abkürzung Vpn steht für Versuchsperson. Somit sind z.B. in der QS-Gruppe 16 Versuchspersonen eingeteilt. Jeweils die Hälfte dieser Versuchspersonen nimmt an den zwei unterschiedlichen Feedback-Arten teil.

Die Bezeichnung 3x2Vpn steht für drei Zweierteams, die in dieser Gruppe eingeteilt sind. Somit befinden sich beispielsweise in der QSVA-Gruppe I acht Versuchspersonen, die die Projekte einzeln durchführen, während zusätzlich noch sechs Zweierteams in dieser Gruppe vertreten sind.

In den Gruppen QSVA I und II sind also jeweils 20 Versuchspersonen eingeteilt.

Durch eine Randomisierung der Versuchspersonen, also das zufällige Verteilen der Versuchspersonen auf die Experimentgruppen, ohne dabei vorher definierten Kriterien zu folgen, wird sicher

gestellt, dass nicht Interesse oder Fähigkeiten der Versuchspersonen das Experimentergebnis verfälschen.

5.3 Ausprägungen der Modelle

Die Ausprägungen der eingesetzten Modelle unterscheiden sich in Umfang und Zielvorgaben. Als Zielvorgaben werden dabei Vorgaben des Kunden bezüglich des Projekts, wie Dauer, Budget und Qualität der Software, bezeichnet. Die Versuchspersonen müssen diese Zielvorgaben bei der Durchführung des Projekts einhalten, damit der simulierte Kunde das Projekt als erfolgreich durchgeführt akzeptiert. Falls sie nicht eingehalten werden können, wird der Kunde das Projekt als nicht erfolgreich durchgeführt ablehnen.

Wie bereits zuvor erläutert, mussten die Versuchspersonen ein Projekt mit dem QS-Modell mit 400 und 600 Function Points, ein Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell und ein Projekt mit dem vollen QSVA-Modell mit jeweils 400 Function Points Umfang durchführen.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Größen der einzelnen eingesetzten Modelle.

	QS-Modell 400	QS-Modell 600	ingeschr. QSVA- Modell	QSVA- Modell
Projektgröße (in AFP)	400	600	400	400
geplante Projektdauer (in Monaten)	13	15	13	13
geplante Kosten	840 000,- DM	1 100 000,- DM	840 000,- DM	840 000,- DM
max. Fehler im Code (Fehler/KLOC)	12	12	12	12
Vollständigkeit des Codes gegenüber Anforderungen (in %)	95	95	95	95
max. Fehler im Hand- buch (Fehler/Seite)	0.3	0.5	0.3	0.3
Vollständigkeit des Handbuchs gegenüber Anforderungen (in %)	95	95	95	95

Tabelle 7: Überblick über die wichtigsten Größen der eingesetzten Modelle

Für die Projektdurchführung hatten die Versuchspersonen den simulierten Zeitraum von 13 Monaten für die 400-Function-Point-Projekte und 15 Monaten für das 600-Function-Point-Projekt zur Verfügung. Ihnen stand das Budget von 840 000,- bzw. 1 100 000,- DM zur Verfügung. Der Kunde forderte 95% Funktionalität für den Code und das Benutzungshandbuch. Die Fehler

im Code durften zwölf Fehler/KLOC nicht überschreiten. Die Obergrenze für das Handbuch wurde auf 0.3 Fehler/Seite für die Projekte mit 400 Function Points Umfang und 0.5 Fehler/Seite für das QS-Projekt mit 600 Function Points Umfang festgelegt.

Zusätzlich wurden im Vergleich zum in der Grundlagenschulung eingesetzten Modell die Namen und Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Entwickler abgeändert. So sollte gewährleistet werden, dass es nicht zu Verwirrungen der Versuchspersonen in Bezug auf Entwickler kommen kann, deren Namen zwar mit der Grundlagenschulung übereinstimmen, die jedoch nun andere Erfahrungswerte haben. Die Anzahl der möglichen Mitarbeiter wurde erhöht, so dass für aufwendigere Tätigkeiten in den größeren Projekten mehr Mitarbeiter eingesetzt werden konnten.

Dabei ist noch anzumerken, dass der Mitarbeiterpool bei den QSVA-Modellen größer sein muss als bei den QS-Modellen. Durch die Tatsache, dass bei den QSVA-Modellen möglichst Mitarbeiter mit unterschiedlichen Erfahrungs-Interesse-Kombinationen vorhanden sein sollten, ist die kombinatorische Möglichkeit hier bedeutend größer als bei den QS-Modellen, deren Mitarbeiter sich nur in den Erfahrungswerten unterscheiden. Um überprüfen zu können, ob die Versuchspersonen neben der Erfahrung der Mitarbeiter auch auf deren Interesse an den verschiedenen Aufgabengebieten beim Einsatz achten, müssen Mitarbeiter mit verschiedenen Kombinationen bezüglich ihrer Erfahrung und ihres Interesses zur Verfügung gestellt werden. Somit wird an der Wahl der Versuchspersonen, welche Mitarbeiter sie für welche Aufgaben einsetzen, erkennbar, ob die Versuchspersonen sowohl auf die hohe Erfahrung, als auch auf das hohe Interesse der Mitarbeiter an den für sie vorgesehenen Tätigkeiten geachtet haben.

5.4 Pretest

Der Pretest bestand aus einem Fragebogen, der für alle Gruppen dieselben Fragen enthielt. Der Inhalt des Fragebogens wurde in Kapitel 4.3 erläutert. An einem gemeinsamen Termin wurde der Fragebogen unmittelbar vor der Einführungsveranstaltung durch die Versuchspersonen ausgefüllt.

Bei der Durchführung des Pretests befanden sich alle Gruppen zusammen in einem Raum. Der Pretestfragebogen wurde nach dem Ausfüllen durch die Versuchspersonen wieder eingesammelt. Durch diese Konstellation konnte die Variable kontrolliert werden, dass von einigen Versuchspersonen eventuell zusätzliche Hilfsmittel, wie z.B. Software-Engineering-Lehrbücher, für die Beantwortung des Pretest-Fragebogens hinzugezogen wurden. Dies hätte die Ergebnisse des Pretests und damit auch die Experimentergebnisse unzulässig verfälscht.

5.5 Einführungsveranstaltung

Bei der Einführungsveranstaltung wurden auf die geänderten Zielvorgaben der Modelle hingewiesen. Dabei wurde den Studierenden erläutert, dass sie, wie in der Grundlagenschulung, ihre QS-Maßnahmen sinnvoll überlegen und einsetzen müssen, um alle Zielvorgaben erreichen zu können. Auf eine weitere Beschreibung des QS-Modells wurde verzichtet, da dieses Modell den Versuchspersonen schon aus der Grundlagenschulung hinreichend bekannt war.

Anschließend wurden organisatorische Dinge, wie der weitere Zeitplan und die für die Simulation zur Verfügung stehenden Rechner, besprochen.

Nachdem die Gruppeneinteilung bekannt gegeben wurde, bekamen die Versuchspersonen der Gruppen QSVA I und II eine weitergehende Einführung. An dieser weitergehenden Einführung nahmen die Versuchspersonen der QS-Gruppe nicht mehr teil. Da ein Teil der Versuchspersonen der QSVA-Gruppen in Zweierteams organisiert war, wurde den Versuchspersonen die Projekt-

durchführung in Zweierteams erläutert. Des weiteren bekamen die Versuchspersonen einen Überblick über die zusätzlich in den Modellen vorhandenen Effekten Motivation, Überstunden, Krankheit und Kündigung von Mitarbeitern. Dabei wurde erwähnt, dass es diese neuen Effekte gibt, jedoch wurde den Versuchspersonen keine Einzelheiten über die Zusammenhänge und Auswirkungen der Effekte erklärt.

5.6 Durchführung des 1. Projekts

Die Versuchspersonen aller Gruppen bekamen die entsprechenden Modelle gleichzeitig zur Verfügung gestellt. Keine Gruppe wurde zeitlich bevorzugt.

Auf Grund der Erfahrungen, die Notter (1999) mit gravierenden Zeitproblemen für die Versuchspersonen bei der Durchführung der Projekte in seinem Experiment gemacht hatte, bekamen die Versuchspersonen in diesem Experiment zwei Wochen Zeit das erste Projekt durchzuführen, um Probleme dieser Art zu verhindern.

Für die Durchführung der Projekte erhielten die Versuchspersonen nummerierte Accounts auf den Rechnern der Abteilung Software Engineering. Die entsprechenden Modelle für die Durchführung der Projekte wurden den Versuchspersonen dann in ihre Verzeichnisse gelegt.

Es war den Versuchspersonen räumlich und zeitlich freigestellt, wann sie die Projekte durchführen wollten. Es wurden ihnen eine Deadline für die Abgabe des ersten Projekts nach zwei Wochen gesetzt. Die Rechner der Abteilung Software Engineering standen den Versuchspersonen während dieser Zeit ständig zur Verfügung.

Dadurch waren die Versuchspersonen keiner direkten Kontrolle ausgesetzt. Dies ist ein systematischer Fehler der Art, dass sich die Versuchspersonen untereinander absprechen konnten. Dieser Fehler wurde in Kauf genommen, da eine Überwachung der Studierenden mit zeitlicher und räumlicher Trennung bei der Projektdurchführung und dem Zwang, das Projekt an einem Tag und in einem Ablauf durchführen zu müssen, zwar theoretisch möglich gewesen wäre, dies jedoch höchstwahrscheinlich die Motivation der Versuchspersonen, die Projekte durchzuführen stark negativ beeinflusst hätte.

Die Abgabe des Projekts bestand aus einer Datei, in der alle von den Versuchspersonen eingegebenen Kommandos mitprotokolliert wurden. Mittels dieser Datei konnten die Projektverläufe der Versuchspersonen nachgespielt und ausgewertet werden.

Nach Beendigung des Projekt benachrichtigten die Versuchspersonen den Tutor, der die entsprechende Datei aus ihrem Verzeichnis kopierte und die neuen Modelle auf gleichem Wege zur Verfügung stellte. Dadurch wurde gewährleistet, dass zum einen die Studierenden rechtzeitig die jeweils passenden Modelle zur Verfügung hatten und andererseits nicht die Gefahr bestand, dass sie nach Ende des Projekts falsche Dateien an den Tutor schicken würden. Des weiteren wurde durch dieses Vorgehen sicher gestellt, dass die Versuchspersonen nicht vor dem Feedback zum ersten Projekt bereits das zweite Projekt durchführen konnten.

5.7 Durchführung des Feedbacks

Im Rahmen des Experiments wurden zwei verschiedene Feedback-Arten, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, eingesetzt. Um in den Feedbackgruppen eine überschaubare Anzahl von Versuchspersonen zu bekommen, wurden für das Feedback insgesamt acht Untergruppen gebildet. Das Feedback dieser Gruppen wurde dann über eine Woche verteilt durchgeführt.

Zwei Gruppen, die nach QS- und QSVA-Modell aufgeteilt waren, bekamen Tutorfeedback. Dabei nahmen am Feedback für die QS-Gruppe acht Versuchspersonen, am Tutorfeedback für die QSVA-Gruppe 19 Versuchspersonen teil.

Am selbständigen Feedback nahmen sechs Gruppen von Versuchspersonen teil. Es stellte sich während des Feedbacks heraus, dass sich keine eigenständige zielgerichtete Diskussion zwischen den Versuchspersonen entwickelte, wie dies im Experimentdesign geplant war. Die Versuchspersonen waren nicht zu selbständigem Feedback in der Lage.

Somit musste der Tutor eine wesentlich aktivere Rolle im Feedback übernehmen, als dies in der Experimentplanung vorgesehen war. Der Tutor musste generell die Diskussion in der Gruppe in Gang bringen und am Leben erhalten. Er musste in der Lage sein, bei Fragen nach den gemachten Fehlern im Projektablauf der Versuchspersonen detailliert Antwort zu geben. Dies bedeutete auch, dass der Tutor sich für dieses Feedback stärker vorbereiten musste als angenommen. Er musste vor dem Feedback jeden Projektverlauf jeder Versuchsperson zumindest grob auswerten, um bei Rückfragen in der Lage zu sein, schnell zu antworten. Dieser Sachverhalt wurde nach dem ersten Feedback durch den Tutor bemerkt, dessen Vorbereitung auf das erste Feedback, in Erwartung eines selbständigen Feedbacks, nicht ausreichend war, um detaillierte Antworten zu den Problemen der einzelnen Versuchspersonen geben zu können.

Die detailliertere Auswertung der Projektverläufe der einzelnen Versuchspersonen geschieht zusätzlich zum Aufwand des Tutorfeedbacks, da die Projektverläufe, die im Tutorfeedback gegenüber gestellt und analysiert wurden, auch für die Diskussion in diesem Feedback benötigt werden, um grundsätzliche Fehler zu erläutern.

Dem Tutor kommt noch die wichtige Aufgabe zu, das Feedback in strukturierte Bahnen zu lenken, so dass die einzelnen Aspekte im Feedback angemessen diskutiert werden und kein Aspekt vergessen wird.

Das Feedback bekommt also mehr die Züge eines individuellen denn eines selbständigen Feedbacks, jedoch nicht in einer 1-zu-1-Beziehung zwischen Versuchsperson und Tutor, sondern eingebettet in das Feedback in einer kleinen Gruppe.

Es kann im weiteren Zusammenhang nicht mehr von selbständigem Gruppenfeedback gesprochen werden, sondern diese Feedback-Art wird nun als Feedback in kleinen Gruppen bezeichnet.

5.8 Posttest

Bei der Durchführung des Posttests waren wiederum alle Versuchspersonen an einem Termin versammelt. Der Posttestfragebogen wurde an diesem Termin von den Versuchspersonen ausgefüllt und anschließend wieder zurückgegeben. Durch dieses Vorgehen wurde sichergestellt, dass sich die Versuchspersonen bei der Beantwortung weder untereinander absprechen, noch die Antworten in Lehrbüchern nachschlagen konnten.

Die Versuchspersonen erhielten beim Posttest ihren jeweils identischen Fragebogen aus dem Pretest. Dabei sollten die Antworten des Pretests durchgegangen und an den Stellen verändert werden, bei denen die Versuchspersonen nach dem Feedback zu einer anderen Meinung gelangt waren.

5.9 Durchführung des 2. und 3. Projekts

Alle Versuchspersonen hatten die Aufgabe, nach der Feedback-Runde das identische Modell des ersten Projekts nochmals durchzuführen. Dabei sollten die Versuchspersonen in der Lage sein, die Fehler des ersten Projekts zu vermeiden und ihr Vorgehen zu verbessern.

Die Hälfte der Versuchspersonen, die als erstes ein Projekt mit dem QS-Modell mit 400 Function Points Umfang durchgeführt hatten, absolvierten zusätzlich ein drittes Projekt mit einem QS-Modell mit 600 Function Points. Die andere Hälfte verwendete das eingeschränkte QSVA-Modell. Ebenso führten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I nach der Durchführung des eingeschränkten QSVA-Modells ein Projekt mit dem vollen QSVA-Modell durch.

Dabei hatten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II, die nur ein zweites Projekt, nicht aber ein drittes, durchführen mussten, für die Abgabe zwei Wochen Zeit. Die Versuchspersonen der Gruppen QS und QSVA I mussten ihr zweites Projekt nach einer Woche abgeben und hatten dann für das dritte Projekt nochmals eine Woche Zeit.

Weder die QS-Gruppe, noch die QSVA-Gruppe erhielten vor dem dritten Projekt eine Modelleinführung und zwischen zweitem und drittem Projekt kein Feedback. Damit sollte überprüft werden, ob die Versuchspersonen komplexere Modelle besser durchführen können, wenn sie zuvor Projekte mit weniger komplexen Modellen geleitet haben.

5.10 Abschlussfragebogen

Nach Beendigung aller Projekte wurde der Abschlussfragebogen durch die Versuchspersonen an einem gemeinsamen Termin beantwortet. Auch dieser Fragebogen wurde direkt nach dem Ausfüllen wieder eingesammelt, wie dies bereits beim Pre- und Posttest der Fall war.

5.11 Erfahrung mit dem Experiment

Insgesamt verlief die Durchführung des Experiments sehr gut. An dieser Stelle sollten jedoch trotzdem einige Punkte erwähnt werden, die beim Verlauf des Experiments aufgefallen sind.

Zunächst hat sich das QSVA-Modell in einer realen Schulung bewährt. Das Modell wurde zwar intensiven Tests unterzogen, jedoch war dieses Experiment der erste Einsatz des Modells in der Ausbildung. Bis auf wenige kleine Probleme, die während der Experimentdurchführung behoben werden konnten, verhielt sich das Modell unauffällig und ohne Fehler. Dies gilt auch für die im Modell zusätzlich enthaltenen Effekte.

Im Verlauf des Experiments wurde deutlich, dass die Zeit zwischen Grundlagenschulung und der Schulung dieses Experiments zu kurz war. Die Versuchspersonen waren teilweise nur schwer zu motivieren, innerhalb weniger Wochen bis zu fünf SESAM-Projekte eingebettet in zwei Schulungen durchzuführen.

Vermutlich kam es auch unter anderem aus diesem Punkt zu einer Sterblichkeit von 13 Versuchspersonen aus der Gesamtheit der Versuchspersonen von 56 Personen. Dabei ist zu beachten, dass vier Versuchspersonen den Studiengang abgebrochen haben. Somit liegt die Sterblichkeit im Experiment, die nicht auf externe Faktoren zurückzuführen ist, bei neun Versuchspersonen.

Neben dem kurzen Abstand der durchzuführenden Projekte, ist ein weiterer Grund der Sterblichkeit wahrscheinlich in der Beherrschbarkeit der Modelle durch die Versuchspersonen zu suchen.

So kam es in manchen Experimentgruppen zu größerer Sterblichkeit als in anderen. Die exakten Zahlen hierfür sind in Kapitel 6 dargelegt.

6 Auswertung des Experiments

In diesem Kapitel werden die während des Experiments gewonnenen Daten präsentiert. Es werden die Daten aus dem Pre-Posttestvergleich, dem Vergleich der Projekte und der Abschlussbefragung aufgeführt und kommentiert.

6.1 Interne und externe Gültigkeit

Bevor ich die Daten dieses Experiments auswerte und in Kapitel 7 interpretiere, möchte ich zunächst die interne und externe Gültigkeit des Experiments bewerten.

Durch die Kontrolle zahlreicher Variablen, besonders im Zusammenhang mit den Versuchspersonen, halte ich die interne Gültigkeit des Experiments für hoch. Die Tatsache, dass die Versuchspersonen aus dem gleichen Fachsemester des gleichen Studiengangs stammen, lässt auf eine recht homogene Gruppe von Versuchspersonen in Bezug auf die fachlichen Kenntnisse schließen. Durch die Teilnahme aller Versuchspersonen an einer zuvor durchgeführten Grundlagenschulung nach Mandl-Striegnitz (2001) sollten sie über ähnliche Projektmanagementkenntnisse verfügen. Andere noch vorhandene individuelle Unterschiede sind im Kontext dieses Experiments eher nebensächlich.

Durch die Teilnahme an der Grundlagenausbildung mit SESAM, sind die Versuchspersonen mit der Bedienung des Simulators und dem Ablauf der Schulung vertraut. Hierdurch wird ein grundsätzlicher Kenntnisstand in Bezug auf SESAM erreicht, der für das Experiment notwendig ist. Jedoch entstehen auch Probleme der Art, dass einige Versuchspersonen besser mit dem Simulator oder dem Schulungsansatz zurecht kommen als andere. Diese Einschränkung der internen Gültigkeit muss für das Experiment hingenommen werden, da es unvermeidbar für eine Untersuchung mit fortgeschrittenen Auszubildenden ist, dass diese eine grundlegende Ausbildung bekommen haben.

Durch die Randomisierung der Versuchspersonen, also deren zufällige Verteilung auf die Experimentgruppen, wird gewährleistet, dass vorhandene Ablehnungen und Befürwortungen des Schulungsansatzes mit SESAM durch die Versuchspersonen das Experimentergebnis nicht verfälschen. Damit ist gemeint, dass durch die Grundhaltung der Versuchspersonen die Ergebnisse der einzelnen Experimentgruppen nicht extrem verbessert oder verschlechtert werden. Die Versuchspersonen, die SESAM positiv oder negativ gegenüber stehen, werden auf alle Experimentgruppen verteilt. Gleiches gilt für die individuellen Unterschiede der Versuchspersonen bezüglich ihrer Motivation eine weitere Ausbildung mit SESAM durchzuführen. Durch die Randomisierung werden die Versuchspersonen mit höherer und niedrigerer Motivation auf die verschiedenen Experimentgruppen verteilt.

Durch einen zügigen Ablauf der einzelnen Phasen der Schulung sollte gewährleistet werden, dass sich die Variablen Historie und Reifung möglichst wenig auf das Experiment auswirken. Vor allem bei der Durchführung der Projekte musste hier ein Kompromiss gefunden werden zwischen möglichst kurzen Zeiten für die Projektdurchführung und genügend Zeit für die Versuchspersonen, die Projekte angemessen durchführen zu können.

Ein ernsthaftes Problem für die Schulungen mit SESAM stellt die Kontrolle der Variablen Instrumentation dar. Es ist praktisch nicht möglich, festzustellen, zu welchem Grad die Verbesserungen der Versuchspersonen auf ihre Gewöhnung an den Simulator oder einen tatsächlichen Lerneffekt der Aspekte der simulierten Softwareprojekten zurückzuführen ist. Für dieses Experiment wird

angenommen, dass sich schon ein Gewöhnungseffekte an SESAM eingestellt hat und somit Verbesserungen der Versuchspersonen in Bezug auf die Lerneffekte ihren Ursprung hauptsächlich im experimentellen Stimulus haben. Zudem ist die Beantwortung des Pre-Posttestfragebogens und des Abschlussfragebogens von einer Gewöhnung der Versuchspersonen an SESAM nicht betroffen.

Die Sterblichkeit der Versuchspersonen war mit 13 von 56 Personen recht hoch. Vor allem die QSVA-Gruppe II war von dieser Sterblichkeit betroffen. Die vorhandene Sterblichkeit schränkt die Gültigkeit des Experiments sowohl intern als auch extern leicht ein. Jedoch kann die Sterblichkeit wichtige Erkenntnisse für die Beantwortung der Forschungsfragen liefern und ist somit nicht nur negativ zu bewerten, sondern muss in die Auswertung miteinfließen.

Demand Effects, also das Bestreben der Versuchspersonen, dem Versuchsleiter zu „gefallen“, scheinen eher unwahrscheinlich, da dieses Verhalten der Versuchspersonen aus ihrer Sicht keinen Vorteil verschaffen würde. Der Versuchsleiter steht in keiner Lehrbeziehung zu den Versuchsteilnehmern, hat also z.B. keinen Einfluss auf ihre Noten als Studierende.

Die Versuchspersonen wurden soweit wie möglich über die Ziele und Forschungsinhalte des Experiments im Unklaren gelassen, so dass Auswirkungen der Variablen Erfahrung eher gering sein dürften.

Die Ergebnisse dieses Experiments können nur sehr vorsichtig verallgemeinert werden. Die externe Gültigkeit ist auf Grund der hohen Variablenkontrolle deutlich eingeschränkt. So können die Ergebnisse dieser Studie nicht in vollem Umfang auf Schulungen in der Industrie übertragen werden. Hierbei sind höchstens Trendaussagen übertragbar. Die Erkenntnisse können, mit Vorsicht, auf Studierende des Studiengangs Softwaretechnik in anderen Fachsemestern und eventuell des Studiengangs Informatik verallgemeinert werden.

6.2 Ergebnisse des Pre-Posttests

In nachfolgender Tabelle sind die Verbesserungen der Versuchspersonen in den einzelnen Gruppen zwischen Pre- und Posttest aufgezeigt.

	Verbesserung aller Vpn absolut	Anzahl der Vpn	Ø Verbesserung pro Versuchsperson
QS-Gruppe	155 Punkte	14	11.07 Punkte
QSVA-Gruppe I	260 Punkte	18	14.44 Punkte
QSVA-Gruppe II	342 Punkte	15	22.8 Punkte
Tutorfeedback	358 Punkte	23	15.57 Punkte
Feedback in kleinen Gruppen	399 Punkte	24	16.63 Punkte
Zweierteams	326 Punkte	19	17.16 Punkte
einzelne Versuchspersonen	431 Punkte	28	15.39 Punkte

Tabelle 8: Verbesserungen der Versuchspersonen vom Pre- zum Posttest

Tabelle 8 zeigt, dass die QSVA-Gruppen II die größte Verbesserung der Punktzahlen pro Versuchsperson aller Gruppen erreicht hat. D.h. die Versuchspersonen dieser Gruppe erzielten den höchsten Lernerfolg in Bezug auf das Bewusstsein der Zusammenhänge in Softwareprojekten in diesem Experiment. Die QSVA-Gruppe I verbessert sich vom Pre- auf den Posttest besser als die Versuchspersonen der QS-Gruppe.

Begründen lässt sich der Sachverhalt zum einen dadurch, dass alle Versuchspersonen einen inhaltlich identischen Fragebogen erhielten. Der Fragebogen umfasst Fragen zu allen relevanten Aspekten des Projektmanagements, die im QSVA-Modell mit allen Effekten umgesetzt sind. An Hand des Fragebogens wurde somit zum einen die Verbesserungen der einzelnen Gruppen gemessen. Andererseits diente die QS-Gruppe als Kontrollgruppe für die Versuchspersonen, die Projekte mit den QSVA-Modellen durchgeführt haben. Denn bei einem Lernerfolg durch den experimentellen Stimulus müssten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen die Fragen nach den zusätzlichen Effekten dieser Modelle besser beantworten können, als die Personen der QS-Gruppe. Gleichmaßen diente die QSVA-Gruppe I als Kontrollgruppe für die zusätzlichen Effekte des vollen QSVA-Modells.

Zum anderen ist die Verbesserung der QSVA-Gruppe II so groß, dass diese Gruppe auch in den Effekten, die allen Modellen gemeinsam sind, einen größeren Lernerfolg erzielt haben muss als die anderen Experimentgruppen.

Bei der Auswertung des Pre-Posttestfragebogens zeigte sich, dass Versuchspersonen der QS-Gruppe durchaus Kenntnisse von Effekten des QSVA-Modells besaßen. So sind sich die Versuchspersonen der QS-Gruppe bewusst, dass die Motivation der Mitarbeiter entscheidende Auswirkungen auf deren Produktivität hat. Jedoch zeigte sich im Pre-Posttestvergleich, dass diese Versuchspersonen im Gegensatz zu den QSVA-Gruppen I und II nicht in der Lage sind, Details zum Einfluss der Motivation zu erkennen. Diese Details wurden im Posttest, anders als in den QSVA-Gruppen, nicht als zusätzlich wichtige Punkte genannt.

Versuchspersonen der QSVA-Gruppen sind in der Lage, im Posttest mehr Einflussmöglichkeiten des Projektleiters auf die Motivation der Mitarbeiter zu nennen als Personen der QS-Gruppe. Dabei erkennen die Mitglieder der QSVA-Gruppen vor allem Motivationsmaßnahmen, Einsatz der Mitarbeiter nach Interesse und gutes Informationsmanagement für die Mitarbeiter als zusätzliche Effekte gegenüber der QS-Gruppe.

Bei der Frage nach den erwarteten Schwierigkeiten während der Projektdurchführung rechnen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen im Posttest verstärkt mit Motivationsproblemen und Kündigungen der Mitarbeiter. Diese Aspekte werden von der QS-Gruppe weniger häufig genannt. Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe nennen darüber hinaus Motivationsmaßnahmen und Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihres Interesses als geeignetes Mittel, um Motivationsproblemen im Projekt zu begegnen.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen nennen das Beachten des Interesse der Mitarbeiter bei deren Einstellung häufiger als Versuchspersonen der QS-Gruppe.

Bei den Faktoren, die die Produktivität der Mitarbeiter beeinflussen, wird von den Versuchspersonen aller Gruppen die Erfahrung der Mitarbeiter in den einzelnen Phasen des Projekts genannt. Darüber hinaus nennen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen das Interesse der Mitarbeiter und deren Motivation als Punkte, die die Produktivität beeinflussen.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe erkennen die Auswirkungen der Kündigung eines Mitarbeiters besser als Versuchspersonen der QS-Gruppe, die diesen Aspekt des Projektmanagements nicht als erwarteten Lernerfolg haben.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen können die Zusammenhänge zwischen Interesse, Motivation und Kündigung eines Mitarbeiters durch das Modell erfahren und tun dies auch. Das wird aus ihren Antworten beim Pre- und Posttest deutlich. Sie verstehen, dass die Kündigung eines Mitarbeiters, je nach Bedeutung des Mitarbeiters für das Team, positive oder negative Auswirkungen haben kann. Als Ursache für die Kündigung eines Mitarbeiters erkennen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen I und II Motivationsprobleme der Mitarbeiter. Darüber hinaus ist den Mitgliedern der QSVA-Gruppe II bewusst, dass es auch persönliche Gründe, wie z.B. Umzug in eine andere Stadt, für die Kündigung eines Mitarbeiters geben kann. Die Versuchspersonen der QS-Gruppe verbessern sich in ihren Antworten bezüglich dieser Punkte nicht. Die Effekte sind in ihrem Modell nicht enthalten. Damit dient die QS-Gruppe als Kontrollgruppe. Der Vergleich mit dieser Kontrollgruppe zeigt, dass die zusätzlichen Erkenntnisse der QSVA-Gruppen auf die Schulung zurückzuführen sind.

Die Unterschiede zwischen QSVA-Gruppe I und II kann auf einen besseren Lernerfolg der QSVA-Gruppe II in bestimmten Fragen zurückgeführt werden. So erreichen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II in der Frage nach den Tätigkeiten bei Zeitverzug im Projekt einen besseren Lernerfolg als die QSVA-Gruppe I. Sie können mehr Kriterien bei der Einstellung neuer Mitarbeiter nennen. Ebenso sind sich die Mitarbeiter der QSVA-Gruppe II der Faktoren bewusster, die die Produktivität der Mitarbeiter beeinflussen. Sie sind in der Lage die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Qualität der erzielten Projektergebnisse besser zu benennen. Schließlich können sie die Einflussfaktoren der Mitarbeitermotivation differenzierter und vollständiger erfassen, als dies den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I gelingt.

Darüber hinaus sind sich die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II der Punkte Kündigung von Mitarbeitern und Einbindung des Kunden in das Projekt bewusster. In diesen Bereichen schaffen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II deutlich bessere Werte als die QSVA-Gruppe I, die in diesen Effekten, die im eingeschränkten QSVA-Modell nicht enthalten, die Funktion als Kontrollgruppe für die QSVA-Gruppe II besitzt.

Bezüglich der verschiedenen Feedback-Gruppen kann man eine leichte Verbesserung der Versuchspersonen, die am Feedback in kleinen Gruppen teilgenommen haben, erkennen. Dieser Unterschied ist jedoch nur minimal.

Auch den Zweiertteams gelang eine leichte Verbesserung zwischen Pre- und Posttest im Vergleich zu den einzelnen Versuchspersonen. Jedoch ist auch dieser Unterschied relativ gering, so dass daraus kaum grundlegende Unterschiede im Bewusstsein der Experimentgruppen abgeleitet werden können.

Als Zusammenfassung der Ergebnisse des Pre-Posttestvergleichs lässt sich festhalten, dass im Bezug auf den Lernerfolg der grundlegenden Qualitätssicherungsmaßnahmen im Projekt alle Gruppen ähnlich umfangreiche und korrekte Antworten liefern. Die Steigerung der Punktzahl der QSVA-Gruppen gegenüber der QS-Gruppe im Posttest ist auf die zusätzliche Nennung der erweiterten Effekte des QSVA-Modells zurückzuführen. Dabei gilt es zu beachten, dass auch die Versuchspersonen der QS-Gruppe teilweise die erweiterten Effekte, die im QSVA-Modell enthalten sind, kennen und als Antwort nennen. Jedoch verfügen sie nicht über die Kenntnisse der Zusammenhänge und über so detailliertes Wissen dieser Effekte wie die QSVA-Gruppen I und II.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II erreichen bei weitem den größten Lernerfolg in Bezug auf das theoretische Wissen aller Experimentgruppen. Dies ist zum einen auf das Bewusstsein der Versuchspersonen der zusätzlichen Effekte ihres Modells zurückzuführen, zum anderen auf die deutlich stärkere Verbesserung des Bewusstseins der zusätzlichen Effekte gegenüber der QSVA-Gruppe I.

Sowohl die Feedback-Arten, als auch die Zweiterteams bewirken keinen deutlichen Unterschied im Pre-Posttestvergleich.

6.3 Ergebnisse aus dem Projektvergleich

Zunächst ein wichtiger Punkt für die korrekte Analyse der folgenden Tabellen. Zwischen der Grundlagenschulung und den Projekten dieses Experiments blieben die Qualitätskriterien, mit Ausnahme der Korrektheit des Handbuchs, unverändert. Die Zielvorgaben bezüglich Termin und Kosten jedoch wurden an die gesteigerten Projektumfänge angepasst. Somit ist die Einhaltung dieser Werte zwischen der Grundlagenschulung und dem Experiment nicht vergleichbar.

6.3.1 Erreichen der Zielvorgaben nach Modellen

Wie Tabelle 9 zeigt, verbessern sich die Versuchspersonen der QS-Gruppe vom ersten bis zum dritten Projekt des Experiments stetig. Dabei fällt auf, dass die Versuchspersonen lediglich im zweiten Projekt in der Lage sind, *alle* Zielvorgaben gleichermaßen zu erfüllen.

	Kosten- einhal- tung	Termin- einhal- tung	MW Vollst. ZV	Korr. (Code und HB)	(Korr. Code)	(Korr. HB)	Gesamt- punkt- zahl
Ø GS Projekt1	93.75	104.13	99.78	81.37	51.18	111.56	379.02
Ø GS Projekt2	100.02	109.26	101.82	127.09	102.54	151.63	438.19
Ø Projekt1	107.79	105.16	101.74	97.36	83.3	111.42	412.05
Ø Projekt2	115.26	108.46	101.91	106.26	111.62	100.89	431.89
Ø Projekt3 QS600	112.42	100.94	102.06	124.16	98.96	149.36	439.58
Ø Projekt3 QSVA	120.12	118.84	101.69	96.48	106.56	86.39	437.13

**Tabelle 9: Ergebnisse der Versuchspersonen der QS-Gruppe
in Bezug auf die Zielvorgaben**

Aus den Zahlen ist erkennbar, dass die Versuchspersonen im ersten Projekt des Experiments einen Einbruch bezüglich ihrer Leistungen haben. Besonders deutlich wird dies im Vergleich der Korrektheit des Codes zwischen zweitem Projekt Grundlagenschulung und erstem Projekt Experiment. Während die Versuchspersonen in der Grundlagenschulung noch einen Korrektheitswert

von 102.54% erreichen, fällt dies im ersten Projekt des Experiments auf 83.3% ab. Jedoch fangen sich die Versuchspersonen wieder, so dass sie im zweiten Projekt des Experiments sehr gute, ausgeglichene Werte erreichen. Sie können alle Zielvorgaben erfüllen.

Auch im dritten Projekt schaffen es die Versuchspersonen fast alle Zielvorgaben zu erreichen. Dies gilt sowohl für die Versuchspersonen, die das Projekt mit dem QS-Modell mit 600 Function Points, als auch für diejenigen, die das Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchgeführt haben.

Den Zahlen nach hat es den Anschein, dass die Versuchspersonen der QS-Gruppe in der Lage sind, im dritten Projekt das QSVA-Modell zu beherrschen. Gegenüber dem zweiten Projekt ist lediglich eine Verschlechterung bezüglich der Korrektheit des Handbuchs festzustellen.

In Bezug auf die Gesamtpunktzahl verbessern sich beim QS-Modell neun Versuchspersonen, während sich fünf verschlechtern. Im Vergleich dazu verbessern sich in der Grundlagenschulung zwölf Versuchspersonen bei zwei Verschlechterungen.

Es erreichen im ersten Projekt fünf Versuchspersonen die Zielvorgaben, neun schaffen dies nicht, im zweiten Projekt schaffen es acht Versuchspersonen gegenüber sechs, die die Zielvorgaben nicht erreichen. Im Vergleich dazu erreicht in der Grundlagenschulung keiner die Zielvorgaben im ersten Projekt, im zweiten Projekt immerhin drei Versuchspersonen.

In Bezug auf alle Zielvorgaben verbessern sich beim QS-Modell drei von 14 Versuchspersonen vom ersten auf das zweite Projekt. In der Grundlagenschulung schaffen dies sechs von 14 Versuchspersonen.

	Kosten- einhal- tung	Termin- einhal- tung	MW Vollst. ZV	Korr. (Code und HB)	(Korr. Code)	(Korr. HB)	Gesamt- punkt- zahl
Ø GS Projekt1	78.63	103.6	97.32	82.78	43.47	122.09	362.33
Ø GS Projekt2	100.52	109.34	101.31	123.15	95.67	150.62	434.31
Ø Projekt1	108.77	104.83	101.85	97.5	94.63	100.37	412.95
Ø Projekt2	119.15	114.26	101.71	94.83	104.71	84.96	429.95
Ø Projekt3	121.26	119.1	101.53	98.48	94.44	102.52	440.37

**Tabelle 10: Ergebnisse der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I
in Bezug auf die Zielvorgaben**

Auch die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I waren in der Lage, sich über alle drei Projekte hinweg in der Gesamtpunktzahl zu verbessern. Dabei ist auffallend, dass sich die Versuchspersonen in den Zielvorgaben Kosten- und Termineinhaltung stetig verbessern konnten, während sie es nur abwechselnd schafften entweder die Zielvorgaben in Bezug auf die Korrektheit des Codes oder die Korrektheit des Handbuchs zu erreichen.

Wenn im Rahmen der QSVA-Modelle von Versuchspersonen gesprochen wird, so sind damit sowohl einzelne Versuchspersonen, als auch Zweierteams gemeint. Bei den Projektdurchführungen sind die Leistungen der Zweierteams gleich bewertet mit denen der einzelnen Versuchspersonen. Es wird sprachlich kein besonderer Unterschied gemacht. Auch die Zweierteams werden als Versuchspersonen bezeichnet.

In der QSVA-Gruppe I verbessern sich in Bezug auf die Gesamtpunktzahl acht Versuchspersonen, während sich fünf Personen verschlechtern. Es verbessern sich in der Grundlagenschulung 18 von 19 Versuchspersonen.

Bei den Versuchspersonen des eingeschränkten QSVA-Modells ist die Zahl für das erste und zweite Projekt gleich: fünf Versuchspersonen erreichen die Zielvorgaben, acht erreichen sie nicht. In der Grundlagenschulung erreicht im ersten Projekt keiner die Zielvorgaben, im zweiten Projekt schaffen dies fünf Versuchspersonen.

In der QSVA-Gruppe I erreichen drei von 13 Versuchspersonen eine Verbesserung. Im Gegensatz dazu schaffen dies in der Grundlagenschulung neun von 18 Versuchspersonen.

	Kosten- einhal- tung	Termin- einhal- tung	MW Vollst. ZV	Korr. (Code und HB)	(Korr. Code)	(Korr. HB)	Gesamt- punkt- zahl
Ø GS Projekt1	81.21	98.52	99.87	82.88	53.52	112.23	362.47
Ø GS Projekt2	102.52	107.59	102.58	136.68	116.02	157.35	449.37
Ø Projekt1	108.61	105.04	101.99	107.53	92.03	123.02	423.17
Ø Projekt2	108.38	104.99	102.26	109.67	103.48	115.86	425.31

**Tabelle 11: Ergebnisse der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II
in Bezug auf die Zielvorgaben**

Die Mitglieder der QSVA-Gruppe II erreichten in der Grundlagenschulung eine sehr starke Verbesserung vom ersten auf das zweite Projekt. In den Ergebnissen des Experiments erreichten sie zwar im ersten Projekt eine gute Gesamtpunktzahl, jedoch konnten sie bei der Korrektheit des Codes die Zielvorgaben nicht erfüllen.

Dies ändert sich im zweiten Projekt. Die Gesamtpunktzahl stagniert zwar vom ersten auf das zweite Projekt des Experiments, die Versuchspersonen können aber im zweiten Projekt *alle* Zielvorgaben gleichmäßig erfüllen.

Die Werte des zweiten Projekts der QSVA-Gruppe II unterscheiden sich kaum von den Werten der anderen beiden Gruppen, die diese im zweiten Projekt erreicht haben.

Sechs Versuchspersonen verbessern sich in Bezug auf die Gesamtvorgaben im vollen QSVA-Modell bei fünf Verschlechterungen. In der Grundlagenschulung gelang zehn von zwölf Versuchspersonen eine Verbesserung.

In der QSVA-Gruppe II zeigt sich, dass im ersten Projekt vier Versuchspersonen die Zielvorgaben erreichen, gegenüber sieben die dies nicht schaffen. Im zweiten Projekt erreichen sechs die Zielvorgaben, fünf nicht. Dem gegenüber erreichen drei Personen im ersten Projekt der Grundlagenschulung alle Zielvorgaben, vier nicht.

Eine Verbesserung in Bezug auf alle Zielvorgaben erreicht beim QSVA-Modell II eine von elf Versuchspersonen. In der Grundlagenschulung schaffen sechs von zwölf Personen eine Verbesserung.

Um zu überprüfen, ob die Versuchspersonen der einzelnen Gruppen während des gesamten Projektverlaufs auf die Qualität aller Dokumente geachtet und sich verbessert haben, wird in den folgenden Tabellen ein Überblick über die Qualität der erstellten Dokumente gegeben. Dabei ist die Anzahl Fehler je AFP pro Dokument für die einzelnen Gruppen aufgelistet.

	#Fehler/ AFP (Spez.)	#Fehler/ AFP (Entw.)	#Fehler/ AFP (MSpez.)	#Fehler/ AFP (Code)	#Fehler/ AFP (HB)
Ø GS Projekt1	0.41	0.57	0.84	0.94	0.59
Ø GS Projekt2	0.22	0.3	0.48	0.58	0.32
Ø Projekt1	0.29	0.45	0.69	0.69	0.35
Ø Projekt2	0.26	0.37	0.54	0.52	0.39
Ø Projekt3 QS600	0.3	0.38	0.57	0.6	0.33
Ø Projekt3 QSVA	0.23	0.36	0.48	0.55	0.45

Tabelle 12: Qualität der erstellten Dokumente in Anzahl Fehler pro AFP (QS-Gruppe)

Wie man Tabelle 12 entnehmen kann, verbesserten sich die Versuchspersonen der QS-Gruppe in der Grundlagenschulung massiv in Bezug auf die Qualität aller Dokumente.

Ihre Zahlen verschlechtern sich zwischen dem letzten Projekt der Grundlagenschulung und erstem Projekt des Experiments, jedoch rutschen die Werte nicht auf das Niveau des ersten Projekts der Grundlagenschulung ab.

Die Zahlen des ersten, zweiten und dritten Projekts zeigen, dass sich die Versuchspersonen in Bezug auf die Qualität ihrer Dokumente im Experiment nicht mehr auf das Niveau des zweiten Spiels der Grundlagenschulung verbessern konnten. Es gelang ihnen lediglich, im zweiten Spiel des Experiments bei der Qualität des Codes einen besseren Wert zu erzielen als in der Grundlagenschulung.

Interessanterweise können sich die Versuchspersonen, die das dritte Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchgeführt haben, in den frühen Dokumenten gegenüber dem zwei-

ten Projekt verbessern. Lediglich im Code verschlechtern sie sich leicht und im Handbuch deutlich. Insgesamt befinden sich diese Versuchspersonen aber wieder auf dem Niveau des zweiten Projekts der Grundlagenschulung. Das gelingt den Versuchspersonen mit dem QS-Modell mit 600 Function Points nicht. Sie verschlechtern sich in allen Werten gegenüber dem zweiten Projekt mit Ausnahme des Handbuchs.

	#Fehler/ AFP (Spez.)	#Fehler/ AFP (Entw.)	#Fehler/ AFP (MSpez.)	#Fehler/ AFP (Code)	#Fehler/ AFP (HB)
Ø GS Projekt1	0.35	0.52	0.75	0.99	0.52
Ø GS Projekt2	0.23	0.36	0.56	0.62	0.33
Ø Projekt1	0.26	0.44	0.62	0.67	0.39
Ø Projekt2	0.3	0.49	0.66	0.57	0.46
Ø Projekt3	0.29	0.47	0.65	0.7	0.39

Tabelle 13: Qualität der erstellten Dokumente in Anzahl Fehler pro AFP (QSVA-Gruppe I)

Die Werte der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I in Tabelle 13 zeigen, dass sie sich im ersten Projekt gegenüber der Grundlagenschulung verschlechterten. Auch im zweiten Projekt fand eine weitere Verschlechterung, mit Ausnahme des Wertes des Codes, statt.

Innerhalb des Experiments schafften es die Versuchspersonen vom ersten auf das zweite Projekt die Qualität des Codes deutlich zu verbessern, jedoch konnten sie die Qualitätswerte der frühen Dokumente nicht verbessern.

Im dritten Projekt, bei dem die Versuchspersonen das volle QSVA-Modell verwendet haben, konnten die Versuchspersonen das Niveau des zweiten Projekts halten. Sie verschlechterten sich zwar massiv im Bereich des Codes, nicht aber bei den anderen Dokumenten.

Insgesamt sind diese Werte schlechter als die Werte der QS-Gruppe.

Wie bei den Gruppen zuvor sind die Werte der QSVA-Gruppe II im Experiment schlechter als die Werte des zweiten Projekts der Grundlagenschulung, jedoch besser als die Zahlen des ersten Projekts. Das wird aus Tabelle 14 ersichtlich. Dieser Trend kann somit bei allen Gruppen des Experiments festgestellt werden.

In der QSVA-Gruppe II schafften die Versuchspersonen eine Verbesserung der Qualität des Codes im zweiten Projekt, jedoch verschlechterten sich gleichzeitig alle anderen Werte zwischen erstem und zweitem Projekt.

	#Fehler/ AFP (Spez.)	#Fehler/ AFP (Entw.)	#Fehler/ AFP (MSpez.)	#Fehler/ AFP (Code)	#Fehler/ AFP (HB)
Ø GS Projekt1	0.36	0.61	0.91	0.89	0.58
Ø GS Projekt2	0.23	0.31	0.48	0.49	0.28
Ø Projekt1	0.25	0.44	0.62	0.64	0.3
Ø Projekt2	0.27	0.51	0.7	0.57	0.33

Tabelle 14: Qualität der erstellten Dokumente in Anzahl Fehler pro AFP (QSVA-Gruppe II)

6.3.2 Vorgehen der Projektleiter

Um die aufgestellten Hypothesen überprüfen zu können, ist die Auswertung der erreichten Ergebnisse bezüglich der Zielvorgaben durch die Versuchspersonen nicht ausreichend. Es muss zusätzlich noch das Vorgehen der Versuchspersonen bei der Projektdurchführung in Betracht gezogen werden. Bei zunehmender Komplexität kann es den Versuchspersonen mehr Probleme bereiten, einen sauberen Prozess bei der Projektdurchführung zu verfolgen. So deuten die Zahlen teilweise darauf hin, dass die Zwischendokumente nicht sauber erstellt und geprüft wurden. Die Zahlen können als Indikatoren für Probleme im Projektmanagement genommen werden, jedoch müssen sie an Hand der Projektdurchführung überprüft werden.

Dazu wurden die Projektverläufe nach den in Kapitel 4.6.2 vorgestellten Aspekten analysiert und miteinander verglichen. Es soll festgestellt werden, in welchen Bereichen sich die Versuchspersonen verbessert oder verschlechtert haben.

Die Mehrzahl der Versuchspersonen der QS-Gruppe hatte im ersten Projekt Probleme, konsequente Prüfungen durchzuführen. Die Prüfungen der Dokumente waren entweder unvollständig oder die nachfolgenden Phasen wurden vor der Prüfung der vorherigen Phase begonnen. Im zweiten Projekt veränderte sich dies dahingehend, dass mehr Versuchspersonen ihre Resultate durchgehend und rechtzeitig prüften. Im dritten Projekt zeigte sich, dass die Versuchspersonen, die das eingeschränkte QSVA-Modell einsetzten, ihre Dokumente vollständig korrigierten. Jedoch hatten die Versuchspersonen Schwierigkeiten der Art, dass sie nachfolgende Phasen begonnen, ohne die Korrektur der vorherigen Phase abgeschlossen zu haben.

Bei den QSVA-Gruppen I und II hatten während des ersten und zweiten Projekts gleich viele Versuchspersonen Probleme die Dokumente konsequent zu prüfen und zu korrigieren. Dies waren in beiden Gruppen ungefähr die Hälfte der Versuchspersonen.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I und der QS-Gruppe bezogen den Kunden durch Beteiligung an Spezifikations- und Handbuchreviews nur schlecht ein. In beiden Gruppen verzichteten mehr als die Hälfte der Versuchspersonen darauf, den Kunden an einem der beiden Reviews zu beteiligen.

Den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II gelang dies deutlich besser. Fast alle Mitglieder dieser Gruppe führten Reviews mit dem Kunden durch.

Den Versuchspersonen der QS-Gruppe gelang der Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihrer Fähigkeiten am besten. Jedoch muss dabei beachtet werden, dass diese Versuchspersonen neben der Erfahrung der Mitarbeiter nicht zusätzlich deren Interesse beachten mussten.

Die QSVA-Gruppe I schaffte einen besseren Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihrer Erfahrung als die QSVA-Gruppe II.

Die Versuchspersonen aller Gruppen hatten während des gesamten Experiments Probleme, die Tests vollständig und in der richtigen Reihenfolge durchzuführen. Besonders drastisch fällt dies bei der QSVA-Gruppe II aus. In dieser Gruppe schaffte es fast keine Versuchsperson, eine korrekte und vollständige Testphase durchzuführen.

Etwas besser waren diesbezüglich die QS- und die QSVA-Gruppe I. Die Hälfte der Versuchspersonen beider Gruppen erreichte im zweiten Projekt einen vollständigen und gut durchgeführten Test.

Keine der Versuchspersonen der QS-Gruppe, die im dritten Projekte das eingeschränkte QSVA-Modell eingesetzt hatten, konnte in diesem Projekt die Tests richtig durchführen. Es wurden entweder Tests unvollständig durchgeführt oder ganze Tests, wie z.B. den Systemtest, vergessen.

Den Versuchspersonen der QS-Gruppe gelang eine deutliche Steigerung in der sinnvollen Parallelisierung der einzelnen Phasen im zweiten Projekt, nachdem sie im ersten Projekt Probleme mit der Parallelisierung hatten.

Die QSVA-Gruppe I schaffte sowohl im ersten als auch im zweiten Projekt die beste Parallelisierung aller Gruppen. Dabei konnte sich auch diese Gruppe vom ersten auf das zweite Projekt verbessern.

In der QSVA-Gruppe II erreichten sowohl im ersten als auch im zweiten Projekt ungefähr die Hälfte der Versuchspersonen eine sinnvolle Parallelisierung, während der anderen Hälfte dies nicht gelang.

Keine Versuchsperson der QS-Gruppe, die im dritten Projekt das eingeschränkte QSVA-Modell einsetzte, erreichte eine sinnvolle Parallelisierung der einzelnen Projektphasen.

Im zweiten Projekt des Experiments setzten die Mehrzahl der Versuchspersonen die Mitarbeiter gemäß ihrer Interessen ein. Dies gilt sowohl für die QSVA-Gruppe I als auch für die QSVA-Gruppe II. In beiden Gruppen verbesserten acht Versuchspersonen am Ende des Projekts die Motivation ihrer Mitarbeiter, während bei fünf Versuchspersonen die Motivation der Mitarbeiter gleich blieb oder schlechter wurde.

Die Versuchspersonen der QS-Gruppe, die das dritte Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchgeführt hatten, setzten die Mitarbeiter nicht richtig nach ihren Interessen ein. Dies gelingt den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I sowohl im ersten und noch verstärkt im zweiten Projekt. Hierbei kann die positive Auswirkung der Einführungsveranstaltung und des Feedbacks erkannt werden.

Die Versuchspersonen beider QSVA-Modelle setzten im zweiten Projekt die Motivationsmaßnahmen durchgängiger und sinnvoller ein als im ersten Projekt. Neun von 13 Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I verbesserten sich in Bezug auf den Einsatz der Motivationsmaßnahmen vom ers-

ten auf das zweite Projekt. Dasselbe erreichten acht von 13 Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II.

Keine der Versuchspersonen der QS-Gruppe setzte im dritten Projekt die Motivationsmaßnahmen sinnvoll ein. Es wurden deutlich zu wenig und nicht durchgängige Maßnahmen im Projekt durchgeführt. Im Gegensatz dazu setzten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I im ersten Projekt und noch verstärkt im zweiten Projekt die Motivationsmaßnahmen wesentlich besser ein. Es kann also eine Auswirkung durch die Einführungsveranstaltung vor dem ersten Projekt und des Feedbacks vor dem zweiten Projekt festgestellt werden.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II reagierten auf die Kündigung eines Mitarbeiters im ersten und zweiten Projekt zumeist mit der Einstellung eines neuen Mitarbeiters. Zusätzlich führten ungefähr die Hälfte der Versuchspersonen im zweiten Projekt Motivationsmaßnahmen durch, um die Motivation der restlichen Mitarbeiter zu steigern und eventuell eintretenden negativen Auswirkungen der Kündigung entgegen zu wirken. Diese Zahl war im ersten Projekt niedriger.

Es konnte in der Auswertung kein Zusammenhang zwischen den Fehlzeiten von Mitarbeitern und der Projektleitung der Versuchspersonen festgestellt werden.

6.3.3 Erreichen der Zielvorgaben getrennt nach Feedback-Arten

	Kosten- einhal- tung	Termin- einhal- tung	MW Vollst. ZV	Korr. (Code und HB)	(Korr. Code)	(Korr. HB)	Gesamt- punkt- zahl
Ø Projekt1							
Tutorfeed- back	109.57	104.49	101.65	95	81.49	108.5	410.71
Feedb. kl. Gr.	107.16	105.53	102.04	105.7	97.91	113.5	422.93
Ø Projekt2							
Tutorfeed- back	115.13	108.15	101.79	101.68	99.45	102.74	426.76
Feedb. kl. Gr.	114.58	111.17	102.11	105.58	114.35	96.82	433.44
Ø Projekt3							
Tutorfeed- back	118.41	109.49	101.33	97.59	86.61	108.56	426.82
Feedb. kl. Gr.	118.25	116.87	102.06	113.21	108.06	118.35	450.38

Tabelle 15: Ergebnisse der Versuchspersonen der verschiedenen Feedback-Arten in Bezug auf die Zielvorgaben

In Tabelle 15 wird ersichtlich, dass in Bezug auf die Verbesserung der Gesamtpunktzahl im ersten und zweiten Projekt zwischen dem Tutorfeedback und dem Feedback in kleinen Gruppen nur ein geringer Unterschied festzustellen ist. Erst im dritten Projekt stagniert die Gesamtpunktzahl der Versuchspersonen, die am Tutorfeedback teilgenommen haben, gegenüber dem zweiten Projekt. Die Versuchspersonen des Feedbacks in kleinen Gruppen konnten sich im dritten Projekt dagegen massiv steigern.

Beim Tutorfeedback verbesserten sich vom ersten auf das zweite Projekt 13 von 19 Versuchspersonen. Es erreichten sieben Personen im ersten Projekt und acht Personen (von 19) im zweiten Projekt die Zielvorgaben. Schließlich verbesserten sich zwei Versuchspersonen von 19 im Bezug auf alle Zielvorgaben.

Durch Feedback in kleinen Gruppen konnten sich elf von 19 Versuchspersonen in Bezug auf die Gesamtpunktzahl verbessern. Es schafften im ersten Projekt sieben und im zweiten Projekt elf Personen (von 19) das Erreichen der Zielvorgaben. Beim Feedback in kleinen Gruppen schafften es fünf von 19 Versuchspersonen sich in Bezug auf alle Zielvorgaben zu verbessern.

	#Fehler/AFP (Spez.)	#Fehler/AFP (Entw.)	#Fehler/AFP (MSpez.)	#Fehler/AFP (Code)	#Fehler/AFP (HB)
Ø Projekt1					
Tutorfeed- back	0.3	0.47	0.67	0.73	0.36
Feedback kl. Gruppen	0.25	0.42	0.62	0.6	0.34
Ø Projekt2					
Tutorfeed- back	0.28	0.46	0.64	0.6	0.39
Feedback kl. Gruppen	0.27	0.44	0.61	0.5	0.41
Ø Projekt3					
Tutorfeed- back	0.31	0.47	0.66	0.76	0.4
Feedback kl. Gruppen	0.25	0.39	0.53	0.54	0.37

**Tabelle 16: Qualität der erstellten Dokumente in Anzahl Fehler pro AFP
(Feedback-Arten)**

Bei den Versuchspersonen, die am Tutorfeedback teilgenommen haben, ist kaum eine Veränderung je Dokument Tabelle 16 festzustellen. Einzig im zweiten Projekt beim Code ist eine kurzfristige Verbesserung zu bemerken.

Bei den Werten der Versuchspersonen, die am Feedback in kleinen Gruppen beteiligt waren, sind ebenfalls kaum Unterschiede vorhanden. Auffallend ist nur eine deutliche Verbesserung der Modulspezifikation im dritten Projekt.

Im Vergleich der Feedback-Arten fällt auf, dass die Werte der Teilnehmer des Feedbacks in kleinen Gruppen sichtbar besser sind. Jedoch ist dieser Sachverhalt schon während des ersten Projekts festzustellen.

6.3.4 Vorgehen der Projektleiter

Sowohl bei den Versuchspersonen, die Tutorfeedback erhalten haben, als auch bei den Versuchspersonen, die am Feedback in kleinen Gruppen teilgenommen haben, prüften und korrigierten ungefähr die Hälfte der Versuchspersonen im ersten und zweiten Projekt die Dokumente konsequent. Die andere Hälfte der Versuchspersonen führten entweder unvollständige Korrekturen durch oder begannen nachfolgende Phasen, bevor sie die Resultate der vorherigen Phasen vollständig geprüft und korrigiert hatten.

Auch bei der Einbeziehung des Kunden in den Projektverlauf zeigte sich, dass sowohl beim Tutorfeedback, als auch beim Feedback in kleinen Gruppen, in beiden Projekten die Hälfte der Versuchspersonen den Kunden sowohl beim Review der Spezifikation als auch beim Review des Handbuchs mit einbezogen haben.

In beiden Gruppen setzten knapp $2/3$ der Versuchspersonen die Mitarbeiter richtig gemäß ihrer Erfahrungen ein. Dabei gilt diese Anzahl sowohl für das erste als auch das zweite Projekt des Experiments. Es trat keine signifikante Verbesserung ein.

Bei den Tests zeigte sich, dass im zweiten Projekt mehr Versuchspersonen beider Gruppen die Tests sinnvoll und in der richtigen Reihenfolge durchführten als im ersten Projekt. Jedoch sind die Versuchspersonen, die einen erfolgreichen Test zu Stande brachten, immer noch in der Minderheit. Der Test der Versuchspersonen machte insgesamt einen sehr schlechten Eindruck.

Die Versuchspersonen verbesserten sich deutlich bei der Parallelisierung der einzelnen Phasen vom ersten auf das zweite Projekt. Dabei war die Steigerung bei den Versuchspersonen, die Feedback in kleinen Gruppen durchgeführt haben, noch stärker als bei den Versuchspersonen des Tutorfeedbacks.

Die Versuchspersonen des Tutorfeedbacks haben sich beim Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihrer Interessen deutlich verbessert. Während im ersten Projekt nur $1/3$ der Versuchspersonen die Mitarbeiter gemäß deren Interessen eingesetzt haben, waren es im zweiten Projekt $2/3$ der Versuchspersonen.

Ganz anders beim Feedback in kleinen Gruppen. Dabei beachten im ersten und zweiten Projekt gleich viele Versuchspersonen, nämlich knapp die Hälfte der Gruppe, die Interessen der Mitarbeiter.

Alle Versuchspersonen steigerten sich beim Einsatz der Motivationsmaßnahmen sehr stark vom ersten auf das zweite Projekt. $1/3$ der Versuchspersonen des Tutorfeedbacks führten schon im ersten Projekt gute Motivationsmaßnahmen durch. Dies gelang im zweiten Projekt dann allen Versuchspersonen.

Alle Versuchspersonen des Feedbacks in kleinen Gruppen erreichten alle eine Verbesserung des Einsatzes von Motivationsmaßnahmen vom ersten auf das zweite Projekt.

Zumeist stellten die Versuchspersonen beider Gruppen bei Kündigung eines Mitarbeiters einen neuen ein. Teilweise wurden in beiden Gruppen zusätzlich noch Motivationsmaßnahmen durchgeführt. Dies gilt für das erste und zweite Projekt.

6.3.5 Daten der Zweierteams

Wie aus Tabelle 17 ersichtlich wird, steigern sich die Zweierteams vom ersten auf das zweite Projekt wesentlich stärker als die einzelnen Versuchspersonen.

Im dritten Projekt findet jedoch ein Einbruch der Werte der Zweierteams statt, wohin gegen sich die einzelnen Versuchspersonen hier deutlich steigern können.

Durch diese Tatsache können nur schwer Aussagen getroffen werden. Die Zahlen lassen eine eindeutige Interpretation nicht zu.

	Kosten- einhal- tung	Termin- einhal- tung	MW Vollst. ZV	Korr. (Code und HB)	(Korr. Code)	(Korr. HB)	Gesamt- punkt- zahl
Ø Projekt1							
Zweier- teams	107.71	102.05	102.1	108.87	99.62	118.13	420.74
einzelne Vpn	109.41	106.98	101.78	97.25	89.02	105.48	415.42
Ø Projekt2							
Zweier- teams	111.66	108.1	102.48	115.42	119.88	110.96	437.66
einzelne Vpn	116.04	111.38	101.59	91.79	92.9	90.67	420.79
Ø Projekt3							
Zweier- teams	122.46	119.41	101.4	94.12	90.47	97.77	437.39
einzelne Vpn	120.23	118.84	101.63	102.22	97.85	106.59	442.93

Tabelle 17: Ergebnisse der Versuchspersonen der Zweierteams in Bezug auf die Zielvorgaben

In Bezug auf die Gesamtpunktzahl verbesserten sich vom ersten auf das zweite Projekt sieben Zweierteams von zehn. Es erreichen im ersten Projekt vier und im zweiten Projekt sechs Zweierteams von insgesamt zehn alle Zielvorgaben. Verbesserungen in Bezug auf alle Zielvorgaben zwischen ersten und zweiten Projekt schafften vier Zweierteams.

Bei den einzelnen Versuchspersonen verbesserten sich sieben Versuchspersonen von 14. Es schafften im ersten Projekt zehn von 28 und im zweiten Projekt 13 von 28 Personen die Zielvor-

gaben zu erreichen. Es erreichten drei von 28 Versuchspersonen eine Verbesserung in Bezug auf alle Zielvorgaben.

Die Versuchspersonen der Zweierteams verschlechtern sich im dritten Projekt in Bezug auf alle Dokumente teilweise drastisch. Dies wird aus Tabelle 18 ersichtlich.

Dagegen kann bei den einzelnen Versuchspersonen ein Durchhänger im zweiten Projekt beobachtet werden, bei dem sich alle Werten, bis auf den Code, leicht verschlechterten. Jedoch fangen sich die einzelnen Versuchspersonen im dritten Projekt und erreichen in allen Werten wieder das Niveau des ersten Spiels.

	#Fehler/ AFP (Spez.)	#Fehler/ AFP (Entw.)	#Fehler/ AFP (MSpez.)	#Fehler/ AFP (Code)	#Fehler/ AFP (HB)
Ø Projekt1					
Zweierteams	0.26	0.39	0.52	0.61	0.33
einzelne Vpn	0.25	0.48	0.69	0.68	0.37
Ø Projekt2					
Zweierteams	0.27	0.41	0.55	0.47	0.35
einzelne Vpn	0.3	0.56	0.76	0.64	0.43
Ø Projekt3					
Zweierteams	0.31	0.53	0.7	0.72	0.41
einzelne Vpn	0.27	0.43	0.6	0.69	0.37

**Tabelle 18: Qualität der erstellten Dokumente in Anzahl Fehler pro AFP
(Zweierteams und einzelne Versuchspersonen)**

	Zweierteams	einzelne Vpn
1. Projekt	3.55h	3.6h
2. Projekt	2.52h	2.87h
3. Projekt	1.92h	2.13h

**Tabelle 19: Durchschnittliche Projektdauer pro Versuchsperson
(Zweierteams und einzelne Versuchspersonen)**

Tabelle 19 zeigt, dass die durchschnittliche Projektdauer, also die Zeit, die von den Versuchspersonen benötigt wurde, um ein Projekt am Simulator durchzuführen, vom ersten über das zweite bis zum dritten Projekt immer weiter abgenommen hat. Die Ursache hierfür könnte in einer Gewöhnung der Versuchspersonen an die Modelle liegen oder an der schwindenden Motivation

der Versuchspersonen, die Projekte gewissenhaft durchzuführen. Die kürzeren Projektzeiten könnten auch auf die immer besser werdende Vorbereitung der Versuchspersonen auf die Modelle zurückzuführen sein.

6.3.6 Vorgehen der Projektleiter

Es zeigte sich, dass sowohl in den Zweierteams, als auch bei den einzelnen Versuchspersonen die Resultate im ersten und zweiten Projekt zur Hälfte geprüft und korrigiert wurden. Die andere Hälfte der Versuchspersonen führte entweder Korrekturen nicht vollständig durch oder verwendete in nachfolgenden Phasen nicht geprüfte Ergebnisse vorheriger Phasen.

Ebenfalls die Hälfte der Versuchspersonen bezog den Kunden mittels Beteiligung an Spezifikations- und Handbuchreviews in den Verlauf des ersten und zweiten Projekts ein.

Bei der Überprüfung des Einsatzes der Mitarbeiter gemäß ihren Erfahrungen zeigte sich, dass mehr Versuchspersonen der Zweierteams die Mitarbeiter gemäß ihren Erfahrungen einsetzten. Acht von zehn Zweierteams setzten die Mitarbeiter richtig ein. Dagegen schafften dies nur 15 von 28 Versuchspersonen im zweiten Projekt.

Fast alle Versuchspersonen, egal ob sie in Zweierteams organisiert waren oder alleine die Projekte durchführten, wendeten im ersten Projekt keinen vollständigen und richtigen Test an. Dies verbesserte sich im zweiten Projekt, jedoch erreichten auch im zweiten Projekt mehr als die Hälfte der Versuchspersonen keine sinnvolle Testphase.

Sowohl die Versuchspersonen der Zweierteams, wie die einzelnen Versuchspersonen erreichten im zweiten Projekt eine bessere Parallelisierung der einzelnen Phasen im Vergleich zum ersten Projekt.

Des weiteren setzten alle Versuchspersonen im zweiten Projekt die Mitarbeiter besser gemäß ihrer Interessen ein als im ersten Projekt.

Besonders bei den Zweierteams ist eine Verbesserung des Einsatzes der Motivationsmaßnahmen zu erkennen. Alle Zweierteams setzten im zweiten Projekt die Maßnahmen besser und durchgängiger ein als im ersten Projekt. Doch auch die einzelnen Versuchspersonen verbesserten sich deutlich in Bezug auf den richtigen Einsatz von Motivationsmaßnahmen.

Die Versuchspersonen stellten bei Kündigung eines Mitarbeiters im ersten und zweiten Projekt neue Mitarbeiter ein und führten teilweise Motivationsmaßnahmen durch. Dabei können keine Unterschiede in den durchgeführten Maßnahmen zwischen Zweierteams und einzelnen Versuchspersonen festgestellt werden.

6.4 Ergebnisse der Abschlussbefragung

Im Abschlussfragebogen wurden den Versuchspersonen verschiedene Fragen über ihre subjektive Beurteilung der Schulung und der eingesetzten Modelle gestellt. Im nachfolgenden werden die Aussagen der verschiedenen Experimentgruppen zu den Fragen des Abschlussfragebogens vorgestellt.

Haben die Versuchspersonen subjektiv den Eindruck, dass sie einen Lernerfolg erzielt haben?

Bei der Frage, ob die Versuchspersonen denken, dass sie durch die Ausbildung einen Lernerfolg erzielt haben, geben die Personen der QS-Gruppe an, dass sich ihr Wissen über die Wichtigkeit von Qualitätssicherung gefestigt hat. Die Versuchspersonen treffen die Aussage, eine bessere Par-

allelisierung der einzelnen Phasen des Projekts gelernt zu haben. Jedoch machen sie auch die Aussage, dass das QS-Modell zu wenig Neues gegenüber der Grundlagenschulung bietet.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I gaben ebenfalls an, dass sich das Wissen der Grundlagenschulung gefestigt hat. Auch sie haben nach eigenen Angaben die Parallelisierung der einzelnen Phasen besser verstanden. Zusätzlich erklärten die Mitglieder der QSVA-Gruppe I, dass sie die Auswirkungen der Mitarbeitermotivation auf die Ergebnisse im Projekt erlernt haben.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II bestätigen eine Festigung des aus der Grundlagenschulung Gelernten. Laut eigenen Angaben sind ihnen die Abläufe der einzelnen Phasen und die Wichtigkeit der Mitarbeitermotivation besser bewusst geworden. Zusätzlich gibt ein Teil der Versuchspersonen an, die bessere Information und Einbindung des Kunden in das Projekt erlernt zu haben.

Wie wurden die Komponenten der Schulung durch die Versuchspersonen bewertet?

In der Bewertung der Einführungsveranstaltung sind sich die Versuchspersonen der QS-Gruppe nicht einig. Während einige die Veranstaltung als wichtig und notwendig erachten, sagen andere Versuchspersonen, dass die Einführungsveranstaltung des Experiments gegenüber der Grundlagenschulung nichts neues beigetragen hat und somit überflüssig war.

Laut den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I wäre es ausreichend gewesen, in der Einführungsveranstaltung lediglich das neue Modell kurz vorzustellen. Auch sie sagen aus, dass der Simulator und das Vorgehen bei der Ausbildung schon aus der Grundlagenschulung bekannt war. Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II hätten sich noch mehr Informationen zum Modell gewünscht. Nach ihren Aussagen war das Modell so komplex, dass sie eine umfangreichere Einführung in die einzelnen Effekte des Modells begrüßt hätten.

Die Mehrheit der QS-Gruppe machte nicht von der Möglichkeit Gebrauch, das Modell vor der ersten Projektdurchführung auszuprobieren. Dies wurde mit der Ähnlichkeit der Projektdurchführung in der Grundlagenschulung begründet.

Auch in der QSVA-Gruppe I probierte die Mehrheit das Modell im Vorfeld der ersten Projektdurchführung nicht aus. Jedoch ergriffen mehr Versuchspersonen diese Möglichkeit als in der QS-Gruppe. Die Versuchspersonen, die das Modell im Vorfeld ausprobiert haben, führten hauptsächlich Interviews mit den Mitarbeitern durch, um deren Einsatz besser planen zu können.

Die Mehrheit der QSVA-Gruppe II verzichtete auf Grund des, nach eigenen Angaben, großen Projekts auf die Möglichkeit des Ausprobierens.

Nach Aussagen der Versuchspersonen der QS-Gruppe, die das dritte Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchgeführt haben, ist der Unterschied zwischen dem QSVA-Modell und dem QS-Modell zu gering, so dass sie keinen weiteren Lernerfolg mehr erreichen konnten.

Durch die Tatsache, dass das QSVA-Modell als realistischer eingestuft wird als das QS-Modell, schätzen die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I den Einfluss des Modells auf den Lernerfolg als deutlich vorhanden ein. Laut den Aussagen werden durch das Modell neue Problembereiche erfasst, mit denen sich die Versuchspersonen zuvor nicht auseinandergesetzt haben. Die Versuchspersonen fordern noch realistischere Modelle.

Die Aussagen der Personen in der QSVA-Gruppe II zeigen, dass einige Effekte des vollen QSVA-Modells für die Versuchspersonen nicht nachvollziehbar waren, und sich somit ein Lernerfolg nur teilweise einstellte. Es wird in den Antworten des Abschlussfragebogens deutlich, dass sich in der Einschätzung des Lernerfolgs eine Kluft zwischen den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II auftut. Zum einen wird das Modell als zu komplex und den Lernerfolg behindernd eingestuft,

zum anderen fordern einige Versuchspersonen noch realistischere Modelle, damit ein größerer Lernerfolg eintreten kann.

Die Komplexität des eingeschränkten QSVA-Modells wird durch die Versuchspersonen der QS-Gruppe als nur leicht gesteigert zu der Komplexität des QS-Modells empfunden.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I bewerten die Komplexität des Modells als angemessen. Lediglich ein Zweierteam macht die Aussage, dass das Modell zu komplex und undurchsichtig sei.

Die Komplexität des Modells wird durch die meisten Mitglieder der QSVA-Gruppe II als angemessen empfunden. Jedoch ist die Zahl der Versuchspersonen, die das Modell für zu komplex befinden deutlich höher als in der QSVA-Gruppe I.

Die Mehrheit der Versuchspersonen der QS-Gruppe gab im Fragebogen an, sich mit der Rolle des Projektleiters identifiziert zu haben. Diese Identifikation war ungefähr gleich stark wie in der Grundlagenschulung.

Auch die QSVA-Gruppe I gab an, dass sich die überwiegende Zahl der Versuchspersonen mit der Rolle des Projektleiters gleich stark im Vergleich zu Grundlagenschulung identifizierte.

In der QSVA-Gruppe II gaben, mit einer Ausnahme, alle Versuchspersonen an, sich mit der Rolle des Projektleiters zu identifizieren. Diese Identifikation mit der Rolle des Projektleiters schätzten die Versuchspersonen als gleich stark oder stärker im Vergleich zur Grundlagenschulung ein.

Wie bewerten die Versuchspersonen das Feedback in kleinen Gruppen?

Das Feedback in kleinen Gruppen wurde durch alle Versuchspersonen, die diese Art des Feedbacks erhalten haben, positiv bewertet. Es konnte laut den Versuchspersonen besser auf ihre Projektverläufe und Fragen eingegangen werden. In Bezug auf den Lernerfolg wird das Feedback in kleinen Gruppen als sehr positiv beurteilt. Nach Aussage der Versuchspersonen wird dadurch ein wesentlich besserer Lernerfolg erzielt als beim Tutorfeedback. Dabei wird sowohl die Rolle des Tutors als auch die Diskussion innerhalb der Gruppe als Ursache für den positiven Lernerfolg gesehen. Durch die Diskussion in der Gruppe können die Versuchspersonen von den Erfahrungen der anderen profitieren.

Somit sollte festgehalten werden, dass *alle* Versuchspersonen, die am Feedback in kleinen Gruppen teilgenommen haben, dies in Bezug auf den Lernerfolg als positiv bewertet haben.

Alle Versuchspersonen der QS-Gruppe waren der Meinung, dass der Tutor für das Feedback in kleinen Gruppen nötig ist. Er kann Fragen und Unklarheiten am besten beantworten und dafür sorgen, dass keine wichtigen Punkte unbesprochen bleiben.

Nach Meinung der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I ist das Feedback in kleinen Gruppen ohne den Tutor nicht durchführbar. Er garantiert einen vernünftigen Ablauf des Feedbacks, koordiniert die Diskussion in der Gruppe und motiviert die Versuchspersonen am Feedback teilzunehmen.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II halten den Tutor für unverzichtbar im Rahmen des Feedbacks in kleinen Gruppen, da er die Diskussion in der Gruppe leiten muss.

In der QS-Gruppe wurde die Feedbackunterlagen von der Mehrheit der Versuchspersonen verwendet. Dabei dienten sie hauptsächlich der Visualisierung von Fehlern im Rahmen des Feedbacks und als zeitliche Planungsgrundlage für das zweite Projekt.

Mit Ausnahme einer Versuchsperson haben *alle* Mitglieder der QSVA-Gruppe I den persönlichen Ausdruck des Feedbacks genutzt. Er wurde als Orientierungs- und Planungshilfe im zweiten Pro-

jekt eingesetzt.

Auch in der QSVA-Gruppe II haben *alle* Versuchspersonen den persönlichen Ausdruck verwendet. Dabei diente er zum einen als Planungshilfe für die zeitlichen Abläufe des Projekts, zum anderen als Grundlage für Vergleiche der Versuchspersonen untereinander.

Halten die Versuchspersonen die eingesetzten Modelle als geeignet für Simulation von Softwareprojekten in der Ausbildung?

Die Personen der QS-Gruppe halten das QS-Modell nur für eine grundlegenden Ausbildung als geeignet.

Mit einer Ausnahme halten *alle* Versuchspersonen der QSVA-Gruppen I und II das QSVA-Modell für die Simulation von Softwareprojekten in der Ausbildung für geeignet.

Ist die Grundlagenschulung mit weniger komplexen Modellen sinnvoll?

In der QS-Gruppe ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Während die knappe Mehrheit das weniger komplexe Modell in der Grundlagenschulung für sinnvoll hält, da es in die Bedienung des Simulators und in die grundlegende Vorgehensweise einführt, treffen andere Versuchspersonen die Aussage, dass auf Grund der Wiederholungen der Projektdurchführung die Grundlagenschulung nicht unbedingt notwendig wäre.

Mit wenigen Ausnahmen sind sich die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I einig, dass die Grundlagenschulung mit einem weniger komplexen Modell wichtig ist, um die Grundlagen der Projektdurchführung zu erlernen, bevor man sich den komplexeren Modellen zuwendet.

Auch die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II halten die Grundlagenschulung als Einstieg in die Ausbildung für wichtig, da man laut Aussagen der Versuchspersonen sonst mit den Effekten des QSVA-Modells überfordert sein könnte.

Wie veränderte sich die Motivation der Versuchspersonen während des Experiments?

Den Versuchspersonen der QS-Gruppe, die das dritte Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchgeführt haben, hat dieses Modell durchaus Spaß gemacht. Jedoch war die Motivation der Versuchspersonen nach eigenen Angaben im fünften Projekt (Grundlagenschulung mitgezählt) durch das interessante Modell nicht mehr entscheidend anzuheben. Das QS-Modell mit 600 Function Points Umfang hatte keinen positiven Einfluss auf die Motivation der Versuchspersonen, so dass diese im fünften Projekt noch weiter absank.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I gaben im Fragebogen an, dass ihnen die Durchführung der Projekte mit dem QSVA-Modell Spaß gemacht hat. Dies gilt vor allem für das erste Spiel, da in diesem die zusätzlichen Effekte gegenüber dem QS-Modell neu und spannend waren. Die zusätzlichen Effekte des QSVA-Modells werden auch als Hauptgrund für den höheren Spaßfaktor bei der Durchführung der Projekte gesehen. Jedoch bewerten die Versuchspersonen die Wiederholung des Projekts im Rahmen der Ausbildung als motivationssenkend. Im Gegensatz zur Grundlagenschulung wird die Wiederholung der Projekte mit demselben Modell nicht als Möglichkeit zur Verbesserung nach dem Feedback verstanden, sondern als unnötiges weiteres Spiel aufgefasst.

Diese Meinung wird durch die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II geteilt. Auch sie sind der Meinung, dass im ersten Spiel des Experiments die Motivation und der Spaß am Modell ansteigt, da es neue Effekte enthält. Das zweite Projekt wird jedoch ebenfalls als „Motivationskiller“ benannt.

Tabelle 20 gibt einen Überblick über die Motivationsänderung der Versuchspersonen von der Grundlagenschulung zur fortgeschrittenen Ausbildung im Experiment.

	Motivation höher	Motivation niedriger	Motivation gleich
QS	3	4	7
QSVA I	4	2	7
QSVA II	2	4	5
Tutorfeedback	5	7	7
Feedback in kleinen Gruppen	4	3	12
Zweierteams	1	2	7
einzelne Versuchspersonen	8	8	12

Tabelle 20: Motivationsänderung der Versuchspersonen

In obiger Tabelle wird deutlich, dass einzig durch das eingeschränkte QSVA-Modell, welches in der QSVA-Gruppe I eingesetzt wurde, eine positive Entwicklung der Motivation erreicht werden konnte. Dem gegenüber steht ein sichtbar negativer Trend in der QSVA-Gruppe II und keine Veränderung in der QS-Gruppe. Jedoch ist die Anzahl der Versuchspersonen, deren Motivation sich nicht veränderte, recht groß, weshalb die Aussagen kritisch gesehen werden müssen.

Die Motivation der QS-Gruppe verschlechterte sich leicht im Experiment, da sich nach den Aussagen der Versuchspersonen die Projekte nicht grundlegend verändert hatten.

Dem gegenüber bewerteten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I die Motivation im Experiment positiver. Zwar äußerten sich auch diese Personen kritisch über den negativen Einfluss der Vielzahl an durchzuführenden Projekten, jedoch sehen sie in den zusätzlichen Effekten des QSVA-Modells die Ursache für einen Anstieg ihrer Motivation gegenüber der Grundlagenschulung.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II sehen die Ursache für einen Motivationsabfall in der Tatsache, dass das volle QSVA-Modell zwar einerseits positiv war, da es neue Aspekte enthielt, aber dies andererseits nicht den Abfall der Motivation auf Grund der langen Schulung und des zu komplexen Modells ausgleichen konnte.

Die Hauptursache für eine sinkende Motivation sehen alle Versuchspersonen in einer ihrer Meinung nach unzureichenden Benutzungsoberfläche des Simulators. Eine Verbesserung hin zu mehr Benutzungsfreundlichkeit wird von allen Versuchspersonen gefordert und könnte ihrer Meinung nach entscheidend zur Verbesserung der Motivation beitragen.

Welche Auswirkungen hatten die Zweierteams?

Alle Zweierteams der QSVA-Gruppe I empfinden diese Teams als motivationsfördernd. Die Versuchspersonen konnten sich gegenseitig bei der Planung und Durchführung des Projekts helfen. Außerdem erleichterten die Zweierteams, nach Aussage der Versuchspersonen, den Überblick über das Projekt zu behalten.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II bewerten die Zweierteams aus denselben Gründen als positiv für die Motivation.

Lediglich ein Zweierteam der QSVA-Gruppe I kam zu der Aussage, dass die Projektdurchführung schlechter verlief als alleine. Die übrigen Zweierteams sahen einen positiven Effekt auf die Projektdurchführung.

Die Mehrzahl der Zweierteams der QSVA-Gruppe II sieht eine Verbesserung in der Projektdurchführung. Jedoch kam auch in dieser Gruppe ein Zweierteam zu der Aussage, dass dadurch die Projektdurchführung verschlechtert würde.

Die Frage, ob grundsätzlich Zweierteams eingesetzt werden sollen, wird von den Gruppen unterschiedlich beantwortet. Während sich in der QSVA-Gruppe I die Mehrheit für Zweierteams aussprach, waren in der QSVA-Gruppe II die Hälfte für und die andere Hälfte gegen eine grundsätzliche Einführung von Zweierteams in der Ausbildung mit SESAM.

Wie wurde der Organizer eingesetzt?

Lediglich zwei Versuchspersonen der QS-Gruppe und ein Zweierteam der QSVA-Gruppe haben den Organizer überhaupt eingesetzt. Alle anderen Versuchspersonen haben auf Alternativen zurückgegriffen. Die Versuchspersonen, die den Organizer eingesetzt haben, verwendeten ihn zu Projektplanung.

Der Organizer wurde nach Angaben der Versuchspersonen aus verschiedenen Gründen nicht verwendet. So scheuten viele den zusätzlichen Aufwand, sich in den Organizer einzuarbeiten. Anderen war der Organizer als zusätzliches Programm neben dem Simulator zu umständlich zu bedienen. Auch fürchteten viele Versuchspersonen Abstürze des Organizers, die den Simulator ebenfalls beeinträchtigen würden. Den Versuchspersonen wurde der Nutzen des Organizers nicht ersichtlich und sie empfanden den Einsatz als nicht unbedingt erforderlich, da die Planung und Kontrolle des Projekts nach ihren Angaben auch auf Papier durchzuführen war. Schließlich hatten viele Versuchspersonen den Organizer schon in der Grundlagenschulung ausprobiert, wobei sie ihn dort als unnötig empfanden und ihn somit keiner weiteren Evaluation im Experiment unterzogen.

Als Alternativen zum Organizer setzten die meisten Versuchspersonen Papier und Bleistift ein. Beliebt in der Kombination mit Papier und Bleistift waren auch Excel-Tabellen um einen Überblick zu erlangen. Andere Versuchspersonen verzichteten auf Hilfsmittel komplett und führten die Planung und Kontrolle des Projekts im Kopf durch. Schließlich dienten im zweiten Projekt die Feedbackunterlagen den Versuchspersonen als Planungshilfe.

Welche Verbesserungen am Simulator und an SESAM generell würden die Versuchspersonen vorschlagen?

Alle Versuchspersonen fordern eine Verbesserung der Benutzungsoberfläche von SESAM. So wurde unter anderem vorgeschlagen, die History-Funktion bei der Eingabe der Befehle am Simulator von nur einem Eintrag auf eine höhere Zahl zu erweitern. Auf diese Weise müssten zuvor abgegebene Befehle nicht immer neu eingegeben werden, sondern könnten aus der History heraus aufgerufen werden. Auch eine grafische Auswahl der Befehle würden die Versuchspersonen als Verbesserung am Simulator ansehen.

Nach Ansicht der Versuchspersonen in den QSVA-Modellen sollten die Aussagen der Mitarbeiter im Modell, wenn sie eine Tätigkeit zugewiesen bekommen, ihre Motivation für diese Tätigkeit

wiederspiegeln und nicht, wie dies im Moment der Fall ist, eine Aussage per Zufallsgenerator ausgegeben werden. Es wird als verwirrend empfunden, wenn sich ein Mitarbeiter negativ über eine Tätigkeit äußert, obwohl er eine hohe Motivation für dieser Aufgabe hat.

Die Versuchspersonen äußerten den Wunsch, dass Reviews in SESAM in Echtzeit durchgeführt werden sollten. Des weiteren sollte das Feedback als Frontalveranstaltung abgeschafft werden.

Schließlich wünschten sich die Versuchspersonen ein Variante von SESAM für Windows, so dass der Simulator von den Studierenden auch zu Hause eingesetzt werden kann.

7 Interpretation der Ergebnisse

Nachdem im vorherigen Kapitel die Daten des Experiments ausgewertet und präsentiert wurden, sollen nun in diesem Kapitel, mit Hilfe der Daten, die Forschungsfragen aus Kapitel 4 beantwortet werden.

7.1 Die Modelle

1. Kann mit den komplexeren Modellen ein Lernerfolg erreicht werden?

Bei allen Modellen, QS-Modell, eingeschränktes QSVA-Modell und QSVA-Modell mit allen Effekten, kann ein Lernerfolg sowohl in Bezug auf die theoretischen Projektmanagementkenntnisse, als auch auf die praktische Umsetzung dieser Kenntnisse in der Simulation nachgewiesen werden.

Die Versuchspersonen der einzelnen Gruppen steigern sich in Bezug auf die erreichten Punktzahlen im Vergleich von Pre- und Posttest. Den Versuchspersonen der QS-Gruppe gelingt dabei vor allem eine Verbesserung des Bewusstseins über die Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen und die Parallelisierung der einzelnen Projektphasen. Zusätzlich wird deutlich, dass die QS-Gruppe über das Bewusstsein der Bedeutung von Mitarbeitermotivation im Projekt verfügt. Dieses Bewusstsein wird eigentlich nur von den Versuchspersonen der QSVA-Gruppen erwartet. So verbesserte sich die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I ebenfalls im Bewusstsein über die Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen und der Parallelisierung der einzelnen Phasen. Zusätzlich verstehen diese Versuchspersonen jedoch die Details der Zusammenhänge des Interesses der Mitarbeiter, ihrer Motivation und der Auswirkung auf die Produktivität. Den bei weitem größten Lernerfolg erzielten die Personen der QSVA-Gruppe II. Dabei zeigt sich, dass diese Versuchspersonen zum einen den Lernerfolg der QSVA-Gruppe I im Bereich der Qualitätssicherung und der Parallelisierung der Phasen ebenfalls erreichen, sie den Lernerfolg im Bereich der Mitarbeitermotivation noch übertreffen können und sich zum anderen zusätzlicher Effekte wie Verhalten bei Kündigung von Mitarbeitern und Einbezug des Kunden in das Projekt bewusst werden.

In Bezug auf die Zielvorgaben der Projekte steigern sich alle Gruppen in der Gesamtheit der erreichten Punktzahlen. Es zeigt sich jedoch, dass vom ersten auf das zweite Projekt weniger Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II eine Verbesserung erreichen als Versuchspersonen des QS-Modells und des QSVA-Modells I.

Bei der Auswertung der einzelnen Projektverläufe zeigte sich, dass in Bezug auf die Beachtung der aus der Grundlagenschulung bekannten QS-Aspekte, keine Versuchsperson der Experimentgruppen das aus der Grundlagenschulung Gelernte wieder vergisst. Sowohl die Versuchspersonen der QS-Gruppe, als auch der QSVA-Gruppen beachten weiterhin grundsätzlich Gelerntes. Beim Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihrer Erfahrungen wird deutlich, dass die Versuchspersonen der QS-Gruppe ihre Mitarbeiter besser einsetzten als die Versuchspersonen der QSVA-Gruppen. Dies ist nachvollziehbar, da die Versuchspersonen der QS-Gruppe nicht den zusätzlichen Aspekt des Interesses der Mitarbeiter an den verschiedenen Tätigkeiten im Modell enthalten haben und sich somit voll auf die Erfahrung konzentrieren können. Bei den Versuchspersonen der QSVA-Gruppen ist zu bemerken, dass sie im zweiten Projekt die Mitarbeiter besser gemäß ihren Erfahrungen und ihrer Interessen einsetzten. Hierbei scheinen die Versuchspersonen im zweiten Projekt einen geschickteren Kompromiss zwischen Erfahrung und Interesse der Mitarbeiter gefunden zu haben als im ersten.

Unbefriedigend in allen Gruppen ist die Durchführung der Testphase. Fast alle Versuchspersonen führten einen unvollständigen und falsch ablaufenden Test durch. Es wurden ganze Testarten, wie z.B. der Systemtest, nicht durchgeführt. Andere Tests wurden falsch durchgeführt, wie z.B. der Integrationstest parallel zum Abnahmetest. Dies betrifft alle Gruppen, jedoch besonders stark die QSVA-Gruppe II.

In Bezug auf die zusätzlichen Effekte in den QSVA-Modellen ist eine Verbesserung der Versuchspersonen vom ersten auf das zweite Projekt festzustellen. So wurde von beiden QSVA-Gruppen die Motivationsmaßnahmen sinnvoller und durchgängiger eingesetzt als dies im ersten Projekt der Fall war. Der richtige Einsatz der Mitarbeiter gemäß ihres Interesses und die zusätzlich durchgeführten Motivationsmaßnahmen zeigen sich auch in der Auswertung der Mitarbeitermotivation während des Projektverlaufs. So konnte sowohl die Mehrheit der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I, als auch der QSVA-Gruppe II die Mitarbeitermotivation vom ersten auf das zweite Projekt deutlich verbessern.

Zusätzlich zeigten die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II, dass sie mit der Kündigung von Mitarbeitern umgehen können, indem sie neue Mitarbeiter einstellten und zusätzlich Motivationsmaßnahmen durchführten. Dies lässt erkennen, dass sie die Auswirkungen der Kündigung eines Mitarbeiters auf die Motivation der anderen Mitarbeiter verstanden haben.

Im Abschlussfragebogen erklären die Versuchspersonen aller Gruppen, dass sich ihr Wissen aus der Grundlagenschulung gefestigt hat. Die Versuchspersonen der QS-Gruppe bemängeln, dass sie durch die Ausbildung im Experiment nichts Neues lernen konnten. Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I hatten den subjektiven Eindruck, zusätzlich die Auswirkungen der Motivation durch die Ausbildung erlernt zu haben. Schließlich erklären die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II, dass auch sie die Bedeutung der Motivation der Mitarbeiter und zusätzlich eine bessere Kundeneinbindung gelernt haben.

2. Welches Maß an Komplexität sind (fortgeschrittene) Versuchspersonen in der Lage zu beherrschen?

In allen Gruppen wird im zweiten Projekt die Mehrheit vom Kunden akzeptiert, d.h. die Mehrheit der Versuchspersonen schließen ihr zweites Projekt erfolgreich ab.

Die Versuchspersonen der QS-Gruppe hatten im ersten Projekt Probleme, die konsequente Prüfung der (Zwischen-)Resultate durchzuführen. Dieser Punkt scheint den Versuchspersonen aus der Grundlagenschulung nicht mehr in vollem Umfang gegenwärtig zu sein. Im zweiten Projekt ändert sich dies und die Versuchspersonen führten eine bessere Prüfung der Resultate durch. Dies schaffen auch Versuchspersonen, die das dritte Projekt mit dem 600-Function-Points-QS-Modell durchführten. Ebenso führten die Versuchspersonen, die ihr drittes Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell bestreiten, die Tests vollständig durch. Jedoch beginnen sie mit den nachfolgenden Phasen, bevor der Test der vorherigen Phase abgeschlossen ist.

Den Versuchspersonen, die Projekte mit den QS-Modellen mit 400 und 600 Function Points Umfang durchgeführt haben, gelang eine sinnvolle Parallelisierung der einzelnen Phasen des Projekts. Probleme mit der Parallelisierung hatten wiederum die Versuchspersonen, die das dritte Projekt mit dem eingeschränkten QSVA-Modell durchführen mussten. Keinem dieser Versuchspersonen gelang eine wirklich sinnvolle Parallelisierung im Projekt.

In Bezug auf die zusätzlichen Effekte des eingeschränkten QSVA-Modells zeigt sich, dass die Versuchspersonen, die dieses Modell im dritten Projekt eingesetzt haben, mit den Effekten über-

fordert waren. So setzten sie weder die Mitarbeiter gemäß ihrer Interessen ein, noch führten sie sinnvolle und durchgängige Motivationsmaßnahmen durch. Es zeigte sich somit, dass die Versuchspersonen, die als drittes Projekt das eingeschränkte QSVA-Modell eingesetzt haben, ihr Projekt zwar beherrschen, aber nicht die neuen Effekte des QSVA-Modells. Auf Grund der Tatsache, dass die Versuchspersonen die Zielvorgaben des Projekts erreichten, muss festgestellt werden, dass sie das aus den vorangegangenen Projekten Gelernte so gut beherrschen, dass dies ausreicht, um das dritte Projekt erfolgreich durchzuführen. Das schlechte Beherrschen der neuen Effekte führt nicht dazu, dass die Versuchspersonen die Zielvorgaben nicht erfüllen. Falls jedoch in der Zukunft das Modell um zusätzliche Effekte erweitert wird, z.B. um die Simulation von Zulieferern, könnte das sehr gute Vorgehen der Versuchspersonen in den ursprünglichen Effekten nicht mehr ausreichend sein, um ein erfolgreiches Projekt durchführen zu können.

Die Projektverläufe der Versuchspersonen, die mit den QSVA-Modellen Projekte durchgeführt haben, zeigen nicht, dass diese stärkere Schwierigkeiten bei der Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen hatten, als die Versuchspersonen der QS-Gruppe. Beim Vergleich der QSVA-Gruppe I mit der QSVA-Gruppe II wird deutlich, dass die QSVA-Gruppe I hinsichtlich der meisten Aspekte weniger Probleme hatte als die QSVA-Gruppe II. Dies gilt vor allem für den Einsatz der Mitarbeiter gemäß Erfahrungen und sinnvolle Parallelisierung der Phasen des Projekts. Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II hatten in diesen Aspekten stärkere Probleme die Übersicht zu bewahren als die QSVA-Gruppe I.

Im Abschlussfragebogen geben die Versuchspersonen der QS-Gruppe an, dass die Komplexität des QS-Modells für sie kein Problem dargestellt hat, da das Modell der Grundlagenschulung sehr ähnlich war. Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I schätzen die Komplexität des Modells als angemessen ein. Ebenso äußert sich die Mehrheit der Versuchspersonen in der QSVA-Gruppe II, jedoch haben mehr Versuchspersonen als in der QSVA-Gruppe I Bedenken, dass das volle QSVA-Modell zu komplex und undurchsichtig ist.

3. Welche komplexen Modelle sind notwendig und sinnvoll in der fortgeschrittenen Projektmanagement-Ausbildung mit SESAM?

Durch den Einsatz des QS-Modells können keine neuen Aspekte gegenüber der Grundlagenschulung durch die Versuchspersonen erlernt werden. So erkennen die Versuchspersonen zwar die Wichtigkeit der Motivation der Mitarbeiter im Pretest, können aber nicht den Zusammenhang zwischen Interesse der Mitarbeiter für einzelne Gebiete, durchzuführende Motivationsmaßnahmen und der Rolle des Projektleiters als Motivator herstellen, da diese Zusammenhänge mit dem QS-Modell nicht erfahrbar sind. Auch können sie an dem Modell nicht lernen, ihr Wissen praktisch umzusetzen.

Den Versuchspersonen ist nach eigenen Angaben die reine Steigerung des Umfangs des durchzuführenden Projekts, ohne Erweiterung der simulierten Aspekte, zu langweilig. Die Versuchspersonen spielen dann das Projekt nur noch herunter, ohne sich inhaltliche Gedanken zu machen. Die Versuchspersonen erkennen keine neue Herausforderung, da sie sowohl das QS-Modell mit 400, als auch mit 600 Function Points Umfang nicht grundlegend vom Modell der Grundlagenschulung unterscheiden können. Somit ist dieses Modell nicht sinnvoll, da es gegenüber der Grundlagenschulung keine neuen Herausforderungen an das Projektmanagement stellt und zu keiner Motivationssteigerung der Versuchspersonen beiträgt.

Die Versuchspersonen, die im dritten Projekt das QSVA-Modell eingeschränkt durchführen mussten, bewerten dies als motivierend, da sich das Modell von den vorherigen vier Projekten für die

Versuchspersonen spürbar unterscheidet. Sie bewerten dieses Modell motivierend, obwohl sie, auf Grund der nicht durchgeführten Einführung in das QSVA-Modell, die zusätzlichen Effekte schlechter beherrscht haben als die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I im ersten Projekt.

Im Gegensatz zu den QS-Modellen tritt nach Angaben der Versuchspersonen durch das eingeschränkte QSVA-Modell eine Motivationssteigerung ein. Dieser motivationsfördernde Aspekt trifft vor allem auf das erste Projekt des Experiments zu. Hier ist die Motivationssteigerung dadurch zu erklären, dass das Modell neu ist und zu diesem Zeitpunkt den für die Versuchspersonen größtmöglichen Unterschied zu den Modellen der Grundlagenschulung darstellt. Man muss ebenfalls festhalten, dass laut den Versuchspersonen die Wiederholung des Projekts mit dem gleichen Modell der Motivation eher abträglich ist. Somit fällt die Motivation für das zweite Projekt der Schulung. Dieser Punkt steht vermutlich in engem Zusammenhang mit dem kurzen Abstand zwischen Grundlagenschulung und Experiment. Dabei mussten innerhalb weniger Wochen bis zu fünf Projekte durchgeführt werden. Ich halte es für sinnvoller, zwischen Grundlagenschulung und fortgeschrittener Ausbildung mindestens sechs Monate Pause zu machen (also z.B. die Grundlagenschulung im Wintersemester und die fortgeschrittene Schulung im nächsten Wintersemester durchzuführen).

Während des Feedbacks in kleinen Gruppen, bei dem eine intensivere Diskussion mit den Versuchspersonen möglich war, bekam ich den Eindruck, dass die Versuchspersonen vor allem an den zusätzlichen Effekten des QSVA-Modells interessiert waren. Beispielsweise griffen in allen Feedbackgruppen mit dem QSVA-Modell die Versuchspersonen als erstes zu den Feedbackunterlagen mit den Mitarbeitermotivationen. Auch im Laufe des Feedbacks wurde deutlich, dass diese zusätzlichen Effekte des QSVA-Modells gegenüber dem QS-Modell eine starke Motivation auslösten, sich aktiv am Feedback zu beteiligen.

Die Versuchspersonen stufen das eingeschränkte QSVA-Modell generell als realistischer ein, als das QS-Modell. Die Äußerungen über die zusätzlichen Effekte waren überwiegend positiv. Es tritt bei diesen Effekten ein Lernerfolg während des Experiments ein. Es gelingt den Versuchspersonen, im zweiten Projekt besser motivierte Mitarbeiter zu haben, bzw. Motivationsmaßnahmen häufiger und besser koordiniert einzusetzen. Die Versuchspersonen empfinden die zusätzliche Komplexität des QSVA-Modells als Herausforderung. Vor allem die Möglichkeit der Kündigung durch die Mitarbeiter auf Grund schlechter Motivation und das entsprechende Reagieren, bzw. Agieren auf diese Eventualität wird von den Versuchspersonen als herausfordernd empfunden.

Es kann an diesem Punkt festgestellt werden, dass die Versuchspersonen beim eingeschränkten QSVA-Modell sowohl einen Lernerfolg erreichen, was bei der Beantwortung der ersten Forschungsfrage deutlich wurde, als auch die im Modell abgebildeten Effekte beherrschen, was die zweite Forschungsfrage zeigt. Zusätzlich wird durch das Modell die notwendige Motivation der Versuchspersonen erreicht. Somit kann das eingeschränkte QSVA-Modell als sinnvolles Modell für die fortgeschrittene Ausbildung mit SESAM betrachtet werden.

Die Versuchspersonen, die Projekte mit dem QSVA-Modell mit allen Effekten durchführten, erreichten im ersten Projekt durchaus die Zielvorgaben. Es tritt bei den zusätzlichen Effekten ein Lernerfolg ein. Zwar verbessern sich die Versuchspersonen bei der Gesamtpunktzahl der Zielvorgaben nur gering, jedoch erreichen sie im zweiten Projekt eine gleichmäßigere Erfüllung aller Zielvorgaben.

Die Versuchspersonen haben Schwierigkeiten, die Kündigungen aus persönlichen Gründen der Mitarbeiter nachzuvollziehen. Sie erfassen und verstehen die Ursachen und Auswirkungen von

Motivationskündigungen, jedoch wird den Versuchspersonen nicht klar, wieso ein unter Umständen hoch motivierter Mitarbeiter einfach so kündigt. Die Versuchspersonen können nicht nachvollziehen, dass es eventuell Gründe für die Kündigung eines Mitarbeiters geben kann, die der Projektleiter nicht beeinflussen kann, so z.B. der Umzug eines Mitarbeiters in eine andere Stadt. Es muss also festgestellt werden, dass ein Teil der Versuchspersonen nicht alle Effekte des Modells versteht.

Auch bei dem QSVA-Modell mit allen Effekten haben die Versuchspersonen die Meinung, dass sie durchaus eine Motivationssteigerung im ersten Projekt des Experiments erlebt haben, dies jedoch durch die Wiederholung des gleichen Modells zunichte gemacht wurde. Das zweite Projekt wird als reine Wiederholung des ersten Projekts aufgefasst und nicht als Chance, das im Feedback Gelernte umzusetzen.

Das QSVA-Modell mit allen Effekten wurde von der Hälfte der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II als sehr komplex eingestuft. Die Versuchspersonen, die das Modell als komplex, vielleicht auch schon zu komplex einstufen, ist höher als beim eingeschränkten QSVA-Modell. Damit treten natürlich Auswirkungen auf den Lernerfolg der Art auf, dass die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II den Eindruck machen, dass sie einen schlechteren Überblick über das Projekt haben, als die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I. Dies wird vor allem in den Bereichen des Einsatzes der Mitarbeiter gemäß ihrer Erfahrungen und der sinnvollen Parallelisierung der Projektphasen deutlich. Bei beiden Aspekten des Modells sind die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II schlechter in der Lage sie zu beachten als die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe I. Andererseits gelingt es den Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II den Kunden wesentlich besser in das Projekt zu integrieren als der QSVA-Gruppe I oder der QS-Gruppe.

Die Sterblichkeit der Versuchspersonen während des Experiments war mit 13 von 56 Personen recht hoch. Sie hatte mehrere Ursachen. So schieden vier Versuchspersonen auf Grund von Studiengangwechseln aus. Bei den restlichen Versuchspersonen ist vermutlich ein Mangel an Motivation, die Schulung mit SESAM erfolgreich abzuschließen, der Grund für die Sterblichkeit. Die Ursachen für den Motivationsmangel sind vielfältig. So könnte der geringe Abstand zwischen Grundlagenschulung und Experiment dadurch mit verantwortlich sein, dass die Versuchspersonen innerhalb weniger Wochen bis zu fünf Projekte mit SESAM durchführen mussten. Motivationsmangel könnte aber auch von der Überforderung der Studierenden mit den Modellen kommen. So muss festgestellt werden, dass sieben der neun Personen, die von der Sterblichkeit betroffen waren, Mitglieder der QSVA-Gruppe II waren. Die Mitglieder dieser Gruppe äußerten häufiger die Meinung im Abschlussfragebogen, dass das Modell sehr komplex sei, als andere Experimentgruppen. Die Tatsache der hohen Sterblichkeit in dieser Gruppe untermauert diese Aussage.

Gleichzeitig treffen die Versuchspersonen die Aussage, dass das QSVA-Modell mit allen Effekten deutlich realistischer sei, als das QS-Modell der Grundlagenschulung. Die Zusammenhänge und Modellierung von Motivation und Produktivität wird als neu und deshalb interessant empfunden.

Ebenso wie beim eingeschränkten QSVA-Modell waren die Versuchspersonen während des Feedbacks in kleinen Gruppen vor allem an den zusätzlichen Effekten des QSVA-Modells interessiert. In allen Feedbackgruppen mit QSVA-Modell griffen die Versuchspersonen als erstes zu den Feedbackunterlagen mit den Mitarbeitermotivationen. Auch im Laufe des Feedbacks wurde deutlich, dass diese zusätzlichen Effekte des QSVA-Modells gegenüber dem QS-Modell eine starke Motivation auslöst, sich aktiv am Feedback zu beteiligen, wie dies schon bei der QSVA-Gruppe I zu beobachten war.

Durch einen Vergleich der Projektverläufe zwischen ersten und zweiten Projekt des Experiments kann festgestellt werden, dass die Versuchspersonen, die Projekte mit dem QSVA-Modell mit allen Effekten durchgeführt haben, kaum eine Verbesserung im Bezug auf ihr QS-Vorgehen erreichen. Im zweiten Projekt wurde ein ähnliches Vorgehen wie im ersten Projekt angewandt, was zu praktisch gleichen Performanzwerten führte. Es kann aber durchaus eine Verbesserung im Bezug auf die zusätzlichen Effekte des QSVA-Modells festgestellt werden. So erreichten die Versuchspersonen bessere Motivationswerte und -verläufe ihrer Mitarbeiter, sie setzten Motivationsmaßnahmen häufiger und besser koordiniert ein und sie erreichten geringere Fehlzeit bei ihren Mitarbeitern im zweiten Projekt.

Dadurch kann der Rückschluss gezogen werden, dass ein Lernerfolg der Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II vor allem die zusätzlichen Effekte des QSVA-Modells betrifft, weniger die Aspekte des QS-Modells. Die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen wird also so stark durch die zusätzlichen Effekte beansprucht, dass sie darüberhinaus kaum weiteren Augenmerk auf die Verbesserung ihres QS-Vorgehens richten können.

Die Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II erreichten den größten Lernerfolg in Bezug auf das Bewusstsein der Projektmanagementeffekte aller Gruppen. Sie sind jedoch nur begrenzt in der Lage, dies in den simulierten Projekten umzusetzen.

Es muss also festgehalten werden, dass das QSVA-Modell mit allen Effekten das notwendigste Modell in diesem Experiment auf Grund der Tatsache ist, dass es die meisten zusätzlichen Effekte enthält. Durch die Erfahrung im Experiment halte ich das volle QSVA-Modell für unter Vorbehalten einsetzbar und sinnvoll. Der Vorbehalt gegenüber dem Einsatz des vollen QSVA-Modells besteht darin, dass er mit deutlich höherem Betreuungsaufwand für die Ausbildung verbunden sein muss. Der höhere Betreuungsaufwand besteht zum einen aus einer ausführlicheren Einführung in die Effekte des Modells und zum anderen aus intensiverer Betreuung der Versuchspersonen im Feedback. Nur so kann die Komplexität des Modells für die Versuchspersonen beherrschbar gemacht werden. Falls dieser höhere Betreuungsaufwand nicht erbracht werden kann, so sollte das QSVA-Modell mit allen Effekten nicht in der Ausbildung eingesetzt werden.

7.2 Feedback und Organizer

4. Welche Feedback-Arten haben welche Auswirkungen?

Der Einsatz unterschiedlicher Feedback-Arten hat keine Auswirkungen auf die Ergebnisse der Versuchspersonen in Bezug auf ihr Bewusstsein für die Zusammenhänge in Softwareprojekten. Der Pre-Posttestvergleich zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versuchspersonen, die Tutorfeedback erhalten haben und denen, die am Feedback in kleinen Gruppen teilgenommen haben.

Die erreichten Zielvorgaben der Versuchspersonen zeigen, dass die Verbesserungen zwischen ersten und zweiten Projekt ähnlichen Umfangs sind. Jedoch verbesserten sich die Versuchspersonen mit Feedback in kleinen Gruppen im dritten Projekt deutlich gegenüber dem zweiten, während die Gesamtpunktzahl der Versuchspersonen mit Tutorfeedback stagnierte. Scheinbar haben die Versuchspersonen des Tutorfeedbacks keine Motivation mehr, sich im dritten Projekt weiter zu steigern. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Aussagen der Versuchspersonen in der Abschlussbefragung. Dabei gaben die Versuchspersonen des Feedbacks in kleinen Gruppen an, dass diese Art des Feedbacks für die Motivation wesentlich positiver sei, als das Tutorfeedback. Des weiteren deckt laut Aussagen der Versuchspersonen das Feedback in kleinen Gruppen Fehler

besser auf, ermöglicht eine bessere Fehleranalyse und hilft die Komplexität der erweiterten Modelle in den Griff zu bekommen.

Eine weitere wichtige Komponente ist der Dialog mit anderen Versuchspersonen. So bewerten die Versuchspersonen positiv, dass es durch die Diskussion in der kleinen Gruppe möglich war, von den Erfahrungen der anderen zu profitieren. Es entstand ein Dialog, wie er im Tutorfeedback nicht möglich ist.

Das Feedback in kleinen Gruppen wird also vor allem durch die Versuchspersonen selbst als sehr positiv angesehen. Sie geben an, durch die Art des Feedbacks zusätzliche Motivation für die Durchführung der Projekte bekommen zu haben. Das Feedback war nach Aussage der Versuchspersonen interessanter und machte mehr Spaß als das Tutorfeedback. Einzelne Aussagen gehen sogar soweit zu sagen, dass diese Art des Feedbacks die beste Komponente der gesamten Ausbildung war, oder dass dieses Feedback die einzig sinnvolle Art des Feedbacks darstellt.

Die Wahl des Feedbacks sollte deshalb an die in der Ausbildung zur Verfügung stehenden Zeit geknüpft werden. Bei ausreichender Zeit ist auf Grund der Auswirkungen auf die Motivation der Versuchspersonen das Feedback in kleinen Gruppen vorzuziehen. Bei wenig zur Verfügung stehender Zeit kann das Tutorfeedback eine Alternative sein, mit der sich die Lernziele ebenfalls erreichen lassen.

5. Inwieweit nutzen die Versuchspersonen das Projektmanagement-Werkzeug Organizer für die Planung und die Durchführung komplexer Projekte? Inwieweit bringt es die erwarteten Vorteile?

Der Organizer wurde während des gesamten Experiments nur von drei Versuchsperson für die Projektplanung eingesetzt. Es können deshalb keine Aussagen bezüglich des besseren Überblicks der Versuchspersonen mit oder ohne Organizer getroffen werden. Ebenso kann nicht überprüft werden, ob die Versuchspersonen den Organizer im zweiten Projekt effizienter einsetzten als im ersten.

Die Tatsache, dass die meisten Versuchspersonen Papier und Bleistift bei der Planung und Kontrolle ihrer Projekte eingesetzt haben, also auf Hilfsmittel angewiesen waren, zeigt weiterhin die Notwendigkeit eines unterstützenden Projektmanagement-Werkzeugs. Jedoch kann der Organizer, in seiner jetzigen Bedienungsform und Einführung in der Ausbildung, dies nicht gewährleisten.

Die häufigste Begründung der Versuchspersonen für den Nichteinsatz des Organizers war, dass dieser umständlicher zu bedienen sei als Papier und Bleistift (bzw. Excel-Tabellen). Es äußerten sich einige Versuchspersonen, dass ihnen Sinn und der Einsatzbereich des Organizers nicht klar waren. Es sollte deshalb dringend vor zukünftigen Ausbildungen nicht nur eine Einführung in SESAM gegeben werden, sondern zusätzlich eine Einführung in den Organizer, bei der Verwendung, Einsatzzweck und vor allem Nutzen des Organizers über eine reine Einführung in die Bedienung hinaus verdeutlicht werden.

Der Organizer wurde in der Grundlagenschulung von einigen Versuchspersonen probeweise eingesetzt. Da er aber für die Planung und Fortschrittskontrolle des Projekts in der Grundlagenschulung nicht unbedingt eingesetzt werden musste, sondern dies auch von Hand mit einem Papier und Stift durchgeführt werden konnte, hatten die Versuchspersonen teilweise das Gefühl, dass der Organizer zu umständlich und unhandlich sein.

Deshalb sollte der Organizer erst bei der fortgeschrittenen Schulung zum Einsatz kommen, da die Komplexität und der Umfang der Modelle der Grundlagenschulung den Einsatz nicht unbedingt rechtfertigt, dies aber unnötig negative Erfahrungen der Versuchspersonen hervorruft. So bekommen sie den Eindruck, den Organizer in der Grundlagenschulung nicht gebraucht zu haben und unterziehen ihn deshalb bei der fortgeschrittenen Schulung keiner zweiten Evaluation.

6. Ist der Tutor in der Lage, für komplexe Modelle entsprechendes Feedback vorzubereiten?

Da der Tutor zusätzlich zu den Effekten des QS-Modells noch die Effekte des QSVA-Modells bei den Versuchspersonen untersuchen, auswerten und aufbereiten muss, steigt der Aufwand vom QS-Modell über das eingeschränkte QSVA-Modell stark und bis zum QSVA-Modell mit allen Effekten noch leicht an.

Für einen ungeübten Tutor ist es schwierig, jedoch nicht unmöglich, die Zusammenhänge der Effekte im QS-Modell zu durchschauen und vor allem im Zusammenhang mit konkreten Projektverläufen erklären zu können. Diese Schwierigkeiten steigen beim QSVA-Modell durch die steigende Komplexität noch weiter an, so dass die Vorbereitung des Feedbacks vom QS-Modell über das eingeschränkte bis zum vollen QSVA-Modell immer schwieriger wird.

Darüber hinaus werden für das Feedback der Projektverläufe mit dem QSVA-Modell mehr Beispielerläufe benötigt als beim QS-Modell. Dies ist damit begründet, dass mehr Effekte und auch mehr Querverbindungen zwischen Effekten erläutert werden müssen. Um Beispiele für alle Verbindungen zu finden und gegenüberzustellen müssen mehr Projektverläufe herangezogen werden.

Da ein selbständiges Feedback in der Gruppe, mit einem passiven Tutor, nicht möglich ist, sondern der Tutor eine wesentlich aktivere Rolle als angenommen übernehmen muss, ist der Aufwand für den Tutor beim Feedback in kleinen Gruppen größer als beim Tutorfeedback. Der Tutor muss für das Feedback in kleinen Gruppen zusätzlich zum Aufwand für das normale Tutorfeedback noch die individuellen Auswertungen der Teilnehmer am Feedback in kleinen Gruppen durchführen, da er auf die speziellen Fragen dieser Versuchspersonen vorbereitet sein muss.

Auf Grund der Tatsache, dass für das Feedback die Versuchspersonen in kleinere Gruppen aufgeteilt werden und für diese Gruppen einzeln durch den Tutor Feedback durchgeführt werden muss, steigt der benötigte Zeitaufwand, da der Tutor den Versuchspersonen mehrere Termine für das Feedback anbieten muss.

7.3 Zweierteams

7. Wie wirken sich Zweierteams auf die Projektdurchführung aus?

Die Hypothese, dass die Projektdauer durch die stattfindende Diskussion der Versuchspersonen in den Zweierteams gegenüber den einzelnen Versuchspersonen ansteigt, kann nicht bestätigt werden. Während die Projektdauer der Zweierteams im ersten Projekt noch ungefähr gleich hoch war, fällt sie im zweiten und dritten Projekt sogar unter die durchschnittliche Projektdauer der einzelnen Versuchspersonen ab.

Es muss also festgestellt werden, dass Zweierteams weder Projektplanung noch die Durchführung verlangsamen, weil sie sich nicht, wie erwartet, intensiver in der Diskussion mit ihren Entscheidungen auseinandersetzen.

Die Versuchspersonen der Zweierteams und die einzelnen Versuchspersonen zeigen kaum Unterschiede in der erreichten Verbesserung zwischen Pre- und Posttest.

In den Zielvorgaben verbesserten sich die Versuchspersonen der Zweierteams vom ersten auf das zweite Projekt deutlich stärker als die einzelnen Versuchspersonen. Es verbesserten sich auch mehr Versuchspersonen in den Zweierteams. Dafür stagnierten sie im dritten Projekt, während sich einzelne Versuchspersonen hier deutlich verbesserten.

Die Zweierteams setzten im ersten und vor allem im zweiten Projekt die Mitarbeiter besser gemäß ihrer Erfahrungen und gemäß ihres Interesses ein, als die einzelnen Versuchspersonen. Die Zweierteams scheinen einen besseren Überblick über ihre Mitarbeiter zu haben.

Aus den Daten der Projektverläufe kann kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Experimentgruppen festgestellt werden.

Die Aussagen der Versuchspersonen selbst sind zwiespältig. Zwar sind sie sich bei der Motivationssteigerung durch die Zweierteams relativ einig. Beim Nutzen für eine bessere Durchführung der Projekte gehen die Meinungen aber auseinander. Teilweise werden die Einflüsse der Zweierteams als positiv bewertet, teilweise treffen die Versuchspersonen die Aussage, dass Zweierteams keinen oder sogar negativen Einfluss auf die Projektdurchführung haben. Ebenso unterschiedlich sind die Meinungen, ob in der Ausbildung generell Zweierteams eingesetzt werden sollten, oder nicht.

Besonders auffällig beim Betrachten der Zielvorgaben ist die Stagnation der Zweierteams im dritten Projekt. Während sich bei diesem dritten Projekt die einzelnen Versuchspersonen weiter verbessern konnten, blieben die Zweierteams in den Werten der Zielvorgaben auf dem Niveau des zweiten Projekts stehen.

Die Versuchspersonen in Zweierteams beteiligten sich am Feedback nicht stärker oder schlechter als die einzelnen Versuchspersonen. Der Tutor konnte im Feedback keinen Unterschied in der Qualität der Beteiligung feststellen.

Es kann weder aus dem Pre-Posttestvergleich, den Daten der Projekte, der Analyse der Projektverläufe, noch aus den Aussagen der Studierenden eine eindeutige Aussage über die Vorteile der Zweierteams getroffen werden. Als einziger Vorteil des Einsatzes von Zweierteams in der Ausbildung fortgeschrittener Studierender kann die Motivationssteigerung der Versuchspersonen gesehen werden.

7.4 Weitere Aspekte

Zusätzlich zu der Beantwortung der Forschungsfragen wurden noch einige weitere Erkenntnisse bezüglich des Ausbildungskonzepts hinsichtlich seiner Verwendung für die Ausbildung fortgeschrittener Studierender gewonnen.

Eine grundlegendes Problem der fortgeschrittenen Schulung mit SESAM zeigt sich in der Frage, ob die Studierenden überhaupt real nachgebildete Modelle verstehen und, noch wichtiger, etwas daraus lernen können. Das Problem scheint zu sein, dass die Studierenden einerseits im Experiment Probleme mit der Umsetzung der Effekte des vollen QSVA-Modells haben. Eine Konsequenz könnte also lauten, dass man das eingeschränkte QSVA-Modell einsetzt, um den Studierenden bei der weiteren Ausbildung diesen feineren Zwischenschritt zu ermöglichen, bevor man zum QSVA-Modell mit allen Effekte, bzw. später dann zu noch realistischeren Modellen, übergeht. Auf der anderen Seite gibt es Studierende, deren Aussagen genau das Gegenteil reflektieren. Diese beklagen sich über die Realitätsferne von SESAM und wollen am liebsten an völlig real simulierten Projekten arbeiten.

Also lautet der Widerspruch: Wir brauchen in der Ausbildung Zwischenschritte, damit die Studierenden etwas lernen und auf der anderen Seite „nervt“ dieses Vorgehen die Studierende, die die Realitätsferne von SESAM kritisieren, was sich auch auf ihre Motivation niederschlägt.

Ein weiterer Aspekt ist die Anpassung der Einführungsveranstaltung bei der Ausbildung mit dem vollen QSVA-Modell. In der QSVA-Gruppe II äußerten die Versuchspersonen den Wunsch, dass in der Einführungsveranstaltung ausführlicher auf die neuen Effekte des Modells eingegangen werden sollte. Beim Einsatz des QSVA-Modells sollte also zukünftig die Erläuterung zur Bedienung des Simulators noch weiter zurückgeschraubt werden, da dies aus der Grundlagenschulung bekannt ist. Dafür sollte schon in der Einführungsveranstaltung die neuen Effekte des Modells ausführlich vorgestellt und mit den Studierenden diskutiert werden.

Des Weiteren sollte die Wiederholung der Projektdurchführung, wie dies in der Grundlagenschulung geschieht, in der fortgeschrittenen Ausbildung überdacht werden. Im Gegensatz zur Grundlagenschulung, wo die Studierenden die Wiederholung begrüßen und als sinnvoll ansehen, empfinden sie die Wiederholung in der fortgeschrittenen Ausbildung als Schikane. Es sollte deshalb überdacht werden, ob die zweite Projektdurchführung mit demselben Modell nötig ist, oder ob auf sie in der Ausbildung fortgeschrittener Studierender verzichtet werden kann.

8 Fazit und Ausblick

8.1 Rückblick auf die Arbeit

8.1.1 Projektverlauf

Zu Beginn der Diplomarbeit wurde ein Projektplan erstellt. Darin wurde auch eine Zeitplanung für die Arbeit vorgenommen. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt dieser Zeitplanung.

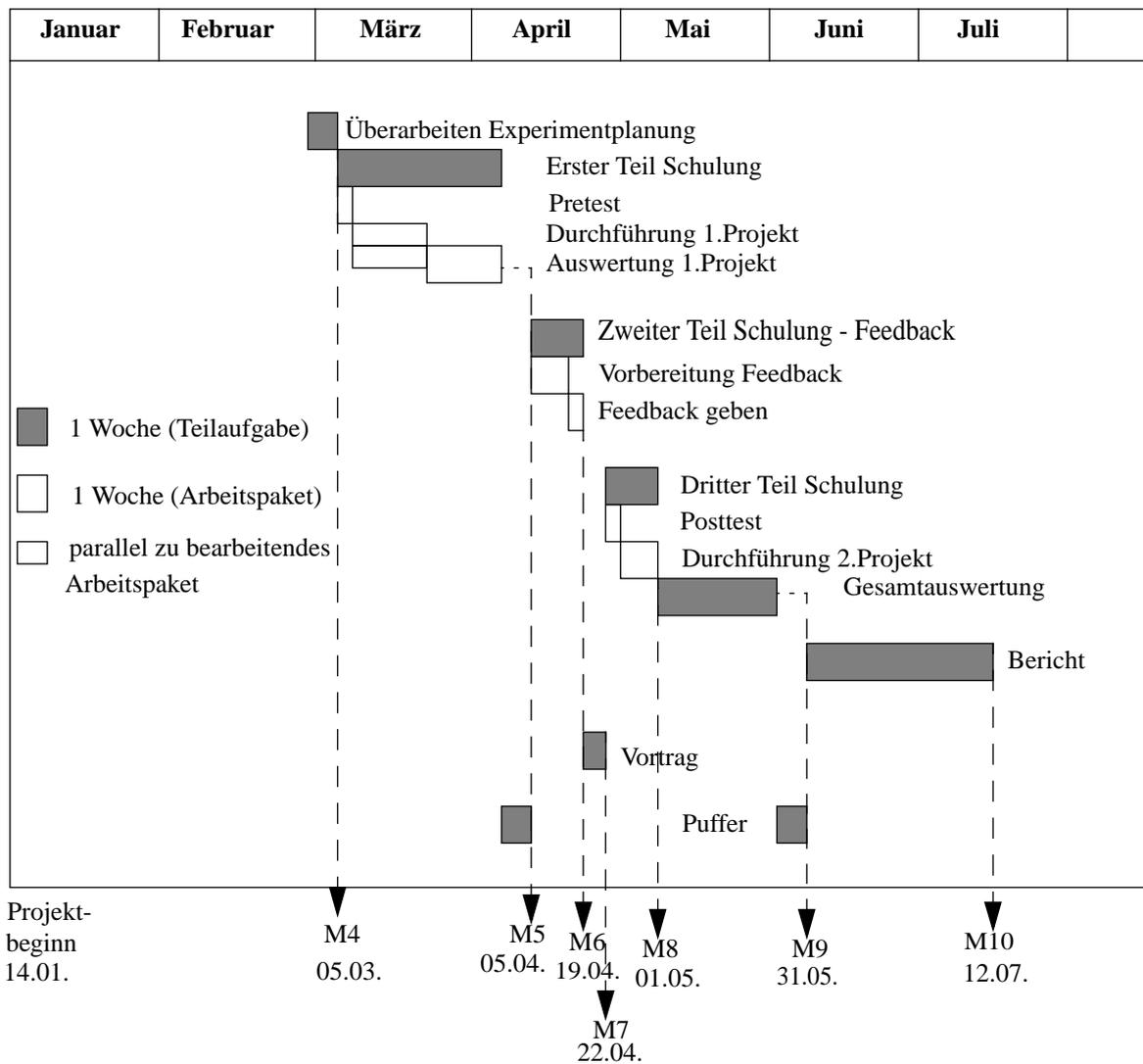


Abbildung 3: Ausschnitt aus der Zeitplanung der Diplomarbeit

Um Verzögerungen abfangen zu können, enthält der Plan nach kritischen Phasen Puffer.

Der Aufwand für die Auswertung der Projektverläufe wurde unterschätzt. Dies galt zum einen für die Auswertung nach dem ersten Projekt, als die Projektverläufe für das Feedback analysiert werden mussten. So wurde der erste Puffer für diese Auswertung verwendet. Zum anderen wurde der zweite Puffer für die Gesamtauswertung des Experiments benötigt.

Da die Puffer ausreichend waren, musste der Projektplan in keiner Phase angepasst werden. Alle Meilensteine des Plans konnten zu den vorgesehenen Terminen gehalten werden.

Im Verlauf des Projekts gab es noch weitere überraschende Punkte, die jedoch nicht zu einer Verzögerung im Projektablauf führten.

Der Betreuungsaufwand für die Versuchspersonen wurde in diesem Experiment unterschätzt. Um die Motivation der Versuchspersonen hoch zu halten, wurde versucht, bei Probleme, sofort zu reagieren. Dies stellte sich bei 56 Versuchsteilnehmern als nicht-triviale Aufgabe heraus. Durch die umfangreichen Modelle schien das Bedürfnis der Versuchspersonen nach einem Ansprechpartner bei Probleme stärker vorhanden zu sein, als es zu Beginn des Experiments eingeschätzt wurde.

Durch diese Diplomarbeit habe ich einen sehr interessanter Einblick in die Methoden und das Vorgehen der experimentellen Forschung erhalten. Jedoch hatte ich den nötigen Aufwand, der mit einer experimentellen Untersuchung verbunden ist, als weniger aufwändig eingeschätzt. Vor allem die umfangreiche Variablenkontrolle benötigte mehr Aufmerksamkeit als mir dies vor der Diplomarbeit bewusst war.

8.1.2 Erzielte Ergebnisse

Als Ergebnis des Experiments sollte zunächst erwähnt werden, dass sich das QSVA-Modell in der Ausbildung bewährt hat. Das Modell ist einsetzbar und zeigte während des Experiments keine gravierenden Fehler mehr.

Im Experiment konnte gezeigt werden, dass das QS-Modell für die Ausbildung fortgeschrittener Studierender nicht mehr geeignet ist. Es bietet nicht genügend neue Effekte, so dass die Studierenden keine neuen für das Projektmanagement relevanten Aspekte gewinnen können und somit das Interesse an diesem Thema schnell verlieren.

Aus diesem Grund sollte in der fortgeschrittenen Ausbildung auf jeden Fall das QSVA-Modell zum Einsatz kommen. Dabei ist zu beachten, dass die Studierenden beim eingeschränkten QSVA-Modell in der Lage sind, sich sowohl der erweiterten Aspekte des Projektmanagements im Modell theoretisch bewusst zu werden, als auch diese Kenntnis in der Simulation praktisch umzusetzen. Etwas schwierig ist dies beim QSVA-Modell mit allen Effekten. Zwar sind die Studierenden hier in der Lage, deutlich mehr theoretische Kenntnisse zu erlangen, jedoch ist das Modell für einige der Studierenden zu komplex, so dass sie nicht alle Effekte, die sie theoretisch erkannt haben, auch praktisch umsetzen können. Dies führt zum Teil zu Frustration und Motivationsenkung der Studierenden, so dass überproportional viele die Projektdurchführung resigniert aufgeben. Es gibt aber auch beim vollen QSVA-Modell Versuchspersonen, denen das eingesetzte Modell noch nicht umfangreich genug ist und die ein noch komplexeres Modell fordern. Im Vergleich zur QSVA-Gruppe I äußerten jedoch deutlich mehr Versuchspersonen der QSVA-Gruppe II, dass sie mit dem Modell überfordert seien.

Falls zwischen der Grundlagenschulung und der fortgeschrittenen Ausbildung nur wenig Zeit zur Verfügung steht und eine intensive Betreuung der Studierenden nicht gewährleistet werden kann, sollte aus den genannten Gründen das eingeschränkte QSVA-Modell zum Einsatz kommen. Vor

allem intensive Betreuung ist die Grundvoraussetzung für den Einsatz des QSVA-Modells mit allen Effekten in der Ausbildung. Falls diese gewährleistet ist, sollte das QSVA-Modell mit allen Effekten in der Ausbildung zum Einsatz kommen.

Die zwei verschiedenen Feedback-Arten haben bei reiner Betrachtung der Zahlen kaum Unterschiede aufzuweisen. Jedoch sollte hierbei verstärkt die Aussage der Versuchspersonen im Abschlussfragebogen zur Entscheidung über den Einsatz herangezogen werden. Die Versuchspersonen, die Feedback in kleinen Gruppen erhalten haben, bewerten dies subjektiv für ihren Lernerfolg und vor allem für ihre Motivation als sehr positiv. Einige Versuchspersonen gehen sogar soweit, dass sie dieses Feedback als die beste Komponente der gesamten Ausbildung bezeichnen, oder dass sie diese Art des Feedbacks die einzig sinnvolle einschätzen. Aus diesem Grund sollte, sofern bei der Ausbildung genügend Zeit zur Verfügung steht, das Feedback in kleinen Gruppen, wie im Experiment beschrieben, durchgeführt werden. Dadurch kann der Tutor den optimalen Einfluss auf die Studierenden nutzen, um ihnen einen Lernerfolg ermöglichen und sie für das Themengebiet Projektmanagement interessieren. Falls nicht genügend Zeit zur Verfügung steht, sollte auf das Tutorfeedback im Stile eines Vortrags zurückgegriffen werden. Dies hat, wie bereits erwähnt, den Auswertungsdaten nach objektiv kaum einen Unterschied in Bezug auf den Lernerfolg gegenüber dem Feedback in kleinen Gruppen. Es hat jedoch den Vorteil, dass es mit deutlich weniger Aufwand für Verbesserung und Durchführung verbunden ist. Es hat den Nachteil, dass es die Motivation der Versuchspersonen nicht so positiv beeinflusst, wie das Feedback in kleinen Gruppen.

Durch den Einsatz von Zweierteams konnten keine signifikanten Verbesserungen des Bewusstseins oder der Umsetzung von Effekten des Projektmanagements, gegenüber einzelnen Versuchspersonen nachgewiesen werden. Auch die Versuchspersonen selbst sind sich uneins in der Bewertung der Auswirkungen von Zweierteams. Es gibt kritische Stimmen, die keine Auswirkungen der Zweierteams feststellen können und diese nicht generell bei der Ausbildung mit SESAM einsetzen würden. Die Anzahl dieser Versuchspersonen halten sich die Waage mit den positiven Stimmen, die den Einsatz der Zweierteams für sinnvoll halten. Vor allem die positiv eingeschätzten Auswirkungen auf die Motivation der Zweierteams sehen solche Versuchspersonen als Grund für den Einsatz von Zweierteams. Der Einsatz von Zweierteams kann nicht abschliessend geklärt werden. Um zu einem Ergebnis zu kommen, sollten weitere Experimente eventuell auch mit anderen Gruppen von Versuchspersonen durchgeführt werden.

Selbst in der fortgeschrittenen Ausbildung werden im zweiten und dritten Projekt Fehler aus der Grundlagenschulung wiederholt. Die Versuchspersonen schöpfen auch in der fortgeschrittenen Ausbildung das mögliche Verbesserungspotential nicht voll aus. In diesem Experiment konnte nicht geklärt werden, ob dieses verbliebene Verbesserungspotential durch die Versuchspersonen nicht ausgeschöpft werden kann, oder ob dies durch eine Änderung des Versuchsaufbaus doch möglich wäre. Im Vergleich mit anderen Ausbildungsansätzen, z.B. der theoretische Ausbildung mit Vorlesungen an den Universitäten, zeigt sich, dass der Ausbildungsansatz mit SESAM nicht besser oder schlechter abschneidet als andere Ansätze. Auch in der Ausbildung mit Vorlesungen gibt es ein nicht ausgeschöpftes Verbesserungspotential, denn nicht alle Studierenden erzielen nur Einserleistungen in den Prüfungen zu den Vorlesungen.

Die Motivation der Versuchspersonen ist entscheidend für den Lernerfolg. Sie ist aber sehr starken individuellen Unterschieden unterworfen, was zu Schwierigkeiten bei der Wiederholung der Ergebnisse dieses Experiments führen dürfte, da die individuellen Unterschiede bezüglich der Motivation nur bedingt kontrollierbar sind.

8.2 Ausblick

8.2.1 Der Ausbildungsansatz

Der Ausbildungsansatz sollte für die Ausbildung fortgeschrittener Studierender leicht angepasst werden. So sollte der Zeitraum zwischen Grundlagen- und fortgeschrittener Schulung erhöht werden, damit die Motivation der Studierenden nicht durch zu viele Projekte in zu kurzer Zeit belastet wird. Idealerweise sollte die Grundlagenschulung im Grundstudium, die fortgeschrittene Schulung im Hauptstudium erfolgen. Durch die Vorlesungen in den jeweiligen Studienabschnitten wird gewährleistet, dass sich die Studierenden auf dem entsprechenden Kenntnisstand befinden, um die Effekte des QSVA-Modells in vollem Umfang begreifen und verstehen zu können. Auch dies sollte zur Motivation und zum Lernerfolg der Studierenden beitragen.

Die Ausbildung der Studierenden sollte in mehreren Schritten erfolgen. Dabei wird in jedem Schritt der Ausbildungsansatz Mandl-Strieginitz (2000) einmal durchlaufen.

Die Tabelle 21 zeigt den möglichen Ablauf der Ausbildung von Studierenden.

Einzusetzendes Modell	Ziele der Ausbildung
QS-Modell	Ablauf eines Projekts kennen lernen; grundlegendes Vorgehen mit Qualitätssicherungsmaßnahmen erlernen
QSVA-Modell	Erlernen der Personalführung als Teil des Projektmanagements
zukünftige Modelle	weitere Problemstellungen bewusst und beherrschbar machen

Tabelle 21: Ablauf der Ausbildung von Studierenden

Zunächst sollte eine Grundlagenschulung der Studierenden mit dem QS-Modell erfolgen. Es konnte in verschiedenen Experimenten der eintretende Lernerfolg durch die Grundlagenschulung nachgewiesen werden. Darüber hinaus stufen auch die Studierenden selbst die Grundlagenschulung als notwendig ein. In der Schulung sollte den Studierenden der Ablauf eines Softwareprojekts als Projektleiter nahe gebracht werden. Sie sollten die Anwendung grundsätzlicher Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Projektdurchführung erlernen. Die Grundlagenschulung sollte idealerweise mit Studierenden des dritten Fachsemesters durchgeführt werden.

Als nächster Schritt in der Ausbildung sollten Studierende des fünften Fachsemesters eine Ausbildung mit dem QSVA-Modell erhalten. Wie sich in diesem Experiment gezeigt hat, ist das QSVA-Modell der nächste logische Schritt in der Ausbildung, da die Studierenden nur durch dieses Modell neue Aspekte des Projektmanagements erlernen können. In Abhängigkeit der für die Ausbildung zur Verfügung stehenden Zeit, sollte entweder das eingeschränkte QSVA-Modell oder das QSVA-Modell mit allen Effekten zum Einsatz kommen. Bei ausreichender Zeit sollte das volle QSVA-Modell gewählt werden, da mit diesem Modell ein größerer Lernerfolg erzielt werden kann als mit dem eingeschränkten QSVA-Modell. Jedoch bedarf es beim Einsatz dieses Modells einer intensiveren Betreuung der Studierenden, da die Gefahr besteht, dass sie die theoretischen Kenntnisse nicht im simulierten Modell umsetzen können. In diesem Zusammenhang sollte das Feedback in kleinen Gruppen eingesetzt werden. Mit diesem Feedback kann der Tutor optimal

auf die Probleme in der Projektdurchführung eingehen. Falls nicht ausreichend Zeit für die Ausbildung zur Verfügung steht, sollte das eingeschränkte QSVA-Modell zum Einsatz kommen. Da den Studierenden in diesem Modell die Umsetzung des theoretischen Wissens in der Simulation leichter fällt, kann auf das betreuungsintensive Feedback in kleinen Gruppen zugunsten des Tutorfeedbacks verzichtet werden.

Es bleibt die Frage zu klären, welche Modelle in zukünftigen, über die Ausbildung mit dem QSVA-Modell hinausgehenden Ausbildungen eingesetzt und welche Problemstellungen damit behandelt werden sollen. Diese möglichen Ausbildungen sollten mit Studierende des siebten, eventuell sogar des neunten Semesters durchgeführt werden, da erst in diesen Fachsemestern das Wissen der Studierenden im Bereich Software Engineering ausgeprägt genug ist, um einen wirklich bleibenden Lernerfolg erzielen zu können.

Ein weiterer Schritt in der Ausbildung der Studierenden könnte darin bestehen, die Modelle noch realistischer zu gestalten. Die Modellierung von Zulieferern, die Teile der Software produzieren, und die in den Softwareentwicklungsprozess mit eingebunden werden müssen, wäre ein Beispiel für eine solche Erweiterung der bestehenden Modelle.

Alternativ könnten die Studierenden auch mit der Durchführung von Reviews oder anderer Phasen, bzw. Tätigkeiten des Softwareprojekts in Echtzeit beauftragt werden. Somit könnte das Verständnis für einzelne Teile des Projekts noch verbessert werden. Ein mögliches Modell, das für diesen Zweck, mit leichten Modifikationen, eingesetzt werden könnte, wurde von Hampp (2001) entwickelt.

Schließlich könnten die Studierenden an sogenannten „worst-case“-Szenarien ausgebildet werden. Dabei wird den Studierenden die Aufgabe gegeben, die Leitung eines Projekts in einer aussichtslosen Situation zu übernehmen. Bei einer solchen Situation könnte es sich zum Beispiel um ein nicht fertiges Projekt kurz vor der Abgabe handeln, bei dem die Studierenden entscheiden müssen, welche noch ausstehenden Aufgaben erfüllt werden sollen und bei dem sie mit dem Kunden über zusätzliches Budget verhandeln müssen. Es wäre auch ein Modell denkbar, bei dem der Kunde während des Projektverlaufs die Anforderungen öfters ändert oder bei dem in entscheidenden Phasen mehrere Mitarbeiter kündigen. Im Rahmen des Feedbacks dieses Experiments wurden solche Szenarien von den Versuchspersonen selbst als interessant vorgeschlagen und der Wunsch geäußert, diese oder ähnliche Szenarien ausprobieren zu wollen.

Es könnte zudem untersucht werden, ob die Studierenden in der weiteren Ausbildung in der Lage sind, die für SESAM zur Verfügung stehenden Auswertungswerkzeuge in einem selbständigen Feedback einzusetzen. Auf Grund der schlechten Erfahrungen mit selbständigem Feedback in diesem Experiment, bei dem die Studierenden mit durch den Tutor vorgefertigten Unterlagen nicht in der Lage waren, sich selbständiges Feedback zu erarbeiten, muss dieser Ansatz jedoch sehr kritisch gesehen werden.

Bei allen dieser vorgeschlagenen Ansätzen handelt es sich um denkbare Szenarien. Keines davon wurde auf seine Machbarkeit hin überprüft. Es wurde durch dieses Experiment nicht untersucht, in welcher Weise die Ausbildung nach der im Experiment untersuchten Art weitergehen soll. Die obigen Szenarien sollen lediglich Vorschläge und Denkanstöße für eine Ausbildung geben, die über die in diesem Experiment untersuchte Ausbildung hinaus geht.

8.2.2 Mögliche Verbesserungen des SESAM-Systems

Der Hauptkritikpunkt der Versuchspersonen an SESAM bleibt die Oberfläche des Simulators. In diesem Experiment führte die Unzufriedenheit der Versuchspersonen mit der Oberfläche sogar zu deutlichen Motivationseinbrüchen, was die Versuchspersonen im Abschlussfragebogen und gegenüber dem Tutor zum Ausdruck brachten. An dieser Stelle sollte also dringend Abhilfe geschaffen werden und die Oberfläche nach Kriterien des Usability Engineerings, und damit der besseren Bedienbarkeit, überarbeitet werden.

Des weiteren muss der Organizer in seiner jetzigen Einsatzform in der Ausbildung überarbeitet werden. Vor allem die Bedeutung und der Einsatzzweck sollte den Studierenden in weiteren Ausbildungen im Rahmen der Einführungsveranstaltung erläutert werden. Da ein sinnvoller Einsatz des Organizers erst mit komplexeren Modellen möglich wird, wird empfohlen, den Organizer in der fortgeschrittenen Ausbildung einzusetzen. Nur dann können die Studierenden den Sinn des Organizers voll erfassen.

Anhang A Pretest-Fragebogen

Fragebogen: Pretest

Bitte fülle den Fragebogen aus. Werden Antworten vorgegeben, dann kreuze bitte nur eine mögliche Antwort an.

Bei einigen Fragen müssen Antworten eingetragen werden. Sollte Dir der Platz dazu nicht ausreichen, verwende bitte den zusätzlichen Platz ab Seite 106. Gib dort aber bitte immer die Nummer der zugehörigen Frage mit an.

Bitte notiere auf jedem Blatt Deinen Namen in das dafür vorgesehene Feld oben links.

Selbstverständlich werden Deine Angaben vertraulich behandelt und bei der Auswertung anonymisiert.

Der Test ist als Überprüfung Deines aktuellen Wissenstandes im Gebiet Projektmanagement gedacht. Gelerntes aus der Grundlagenschulung sollte hier also durchaus mit eingebracht werden!

Szenario:

Bitte stelle Dir im folgenden bei der Beantwortung der Fragen vor, dass Du die Aufgabe hast, als Projektleiter ein Software-Entwicklungsprojekt zum Erfolg zu führen. Dabei hast Du eine Reihe von Aufgaben durchzuführen und Entscheidungen zu treffen. Diese Entscheidungen sollen in Deinen Antworten reflektiert werden.

Viel Spaß!

1. Was gehört zu Deinen wichtigsten Funktionen als Projektleiter?
Welche Aktionen wirst Du durchführen, wenn Du die Aufgabe hast, ein Softwareprojekt zu leiten?

Funktionen des Projektleiters

2. Was glaubst Du aufgrund welcher Fähigkeiten Du zum Projektleiter ernannt wurdest?

(Nenne die Deiner Meinung nach wichtigsten Fähigkeiten, die ein Projektleiter besitzen sollte [maximal fünf]).

Fähigkeit eines Projektleiters

3. Projektplanung:

- 3a) Zu Beginn des Projekts musst Du die Projektplanung vornehmen. Das bedeutet, Du musst den (geplanten) Verlauf Deines Projekts festlegen. Welche Fragen musst Du in diesem Zusammenhang beantworten? Welche Informationen musst Du im Projektplan aufführen?**

- 3b) In Deinem Projekt musst Du dich entscheiden, nach welchem Prozessmodell Du vorgehen willst. Nenne drei mögliche Prozessmodelle. Wie vertraut sind Dir diese Modelle?**

1.

2.

3.

3c) Nenne die wichtigsten Phasen des Software-Life-Cycles. Gib die Phasen in einer sinnvollen Reihenfolge an.

3d) Wie verteilst Du den Aufwand optimal auf die Phasen der Softwareentwicklung (Phasen vor der Implementierung : Implementierung : Phasen nach der Implementierung [ohne Wartung])?

Begründe Deine Antwort:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 10 : 80 : 10 | <input type="checkbox"/> 40 : 20 : 40 |
| <input type="checkbox"/> 25 : 60 : 15 | <input type="checkbox"/> 65 : 15 : 20 |
| <input type="checkbox"/> 50 : 40 : 10 | <input type="checkbox"/> 30 : 40 : 30 |
| <input type="checkbox"/> 80 : 10 : 10 | |

Begründung: _____

3e) Wie setzt Du Deine Mitarbeiter optimal während des Projektverlaufs ein?

- Zu Beginn setze ich mehr Mitarbeiter, zum Codieren nur noch wenige Mitarbeiter ein
- Es sollten während des Projekts immer in etwa gleich viele Entwickler beteiligt sein
- Zu Beginn brauche ich nur wenige Entwickler, zum Codieren brauche ich mehr

Begründung: _____

4. Du bist angehalten, in Deinem Projekt Software-Metriken zu erheben. Welche Software-Metriken sind Dir vertraut? Nenne 5 Metriken, die Dir wichtig sind und die Du in Deinem Projekt erheben willst. Gib jeweils eine kurze Beschreibung dieser Metrik an:

Software-Metrik	Beschreibung der Metrik

6. **Du hast nun bereits ein eigenes Projekt in der Grundlagenschulung als Projektleiter durchgeführt.**
Überlege, welche Fehler, die Du in Deinen ersten Projekten gemacht hast, bzw. die Du zuvor als Entwickler in anderen Projekten bei Projektleitern beobachtet hast, Du als besonders kritisch ansiehst, so dass Du Dich bemühen wirst, sie zu vermeiden?

7. **Dein Kunde hat Dir Vorgaben in Bezug auf den Endetermin Deines Projekts, das verfügbare Budget und die erforderliche Qualität des Produkts gemacht. Er betont, dass jede dieser Vorgaben für ihn von großer Bedeutung ist. Welche Zielvorgabe ist unter diesen Voraussetzungen Deiner Meinung nach am Schwersten zu erfüllen und erfordert Deine besondere Aufmerksamkeit?**

- Kosteneinhaltung
 Termineinhaltung
 erforderliche Qualität

Begründung: _____

8. Fragen zur Software-Prüfung:**8a) Welche Software-Prüfverfahren sind Dir insgesamt bekannt und wie bewertest Du diese Verfahren hinsichtlich ihrer Fehlerentdeckungsquote?**

(Die Fehlerentdeckungsquote bezeichnet den Prozentsatz der Fehler, die im Prüfling enthalten sind und mit dieser Maßnahme gefunden werden können. Dabei geht es nicht darum, dass Du die Fehlerentdeckungsquote exakt schätzt, sondern darum, die einzelnen Prüfverfahren miteinander zu vergleichen. Zur Bewertung vergib deshalb für das Verfahren mit der Deiner Meinung nach höchsten Fehlerentdeckungsquote die höchste Zahl. Beginne mit der Zahl 1 für die Prüfmaßnahme mit der niedrigsten Quote. Das Verfahren mit der zweitniedrigsten Fehlerentdeckungsquote erhält den Wert 2 etc. Mehrere Prüfverfahren können ggfs. auch gleiche Werte erhalten, falls Du gleiche Quoten annimmst. Falls Du eine Vorstellung davon hast, gib bitte in Klammern neben der Bewertung die geschätzte Fehlerentdeckungsquote an.)

Prüfverfahren	Bewertung

8b) Welche der genannten Prüfverfahren *setzt Du* in Deinem Projekt zur Prüfung der folgenden Dokumente *ein*?

Dokument	Prüfverfahren
Spezifikation	
Systementwurf	
Feinentwurf	
Code	
Handbuch	

Bitte begründe Deine Entscheidung: _____

8c) Deine Analysespezialisten kommen freudestrahlend zu Dir und berichten, dass sie die Spezifikation erstellt haben. Welche(s) Prüfverfahren setzt Du ein, um dieses Dokument zu prüfen? Wen beteiligst Du an der Prüfung? Wie stellst Du sicher, dass durch die Prüfung möglichst viele Fehler gefunden werden können?

8d) Dein Projekt ist weit fortgeschritten, Deine Entwickler führen bereits den Systemtest durch. Wovon hängt es in diesem Fall wesentlich ab, welcher Anteil an Fehlern im Code durch den Systemtest gefunden wird?

9. Fragen zur Korrektur von Fehlern:

9a) Der Aufwand für die Korrektur eines Fehlers (d.h. der Aufwand zur Fehlersuche und zur Fehlerbehebung) wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Überlege Dir, wodurch der Aufwand für die Korrektur eines Fehlers höher oder niedriger ausfallen kann?

Bewerte, wie stark sich jeder dieser Faktoren jeweils auf den Korrekturaufwand auswirkt. Bewerte den Einfluss auf einer Skala von -10 bis 10, wobei gilt:

-10 ... -8 ... -6 ... -4 ... -2 ... 0 ... 2 ... 4 ... 6 ... 8 ... 10

starker negativer Einfluss

kein Einfluss

starker positiver Einfluss

Gib bitte jeweils eine kurze Begründung für Deine Bewertung an!

Faktor	Bewer- tung	Begründung

9b) Was bedeutet das konkret für Deinen Prozess? Wie kannst Du sicherstellen, dass der Korrekturaufwand möglichst gering ist?

9c) Nehmen wir an, es wurde ein Fehler im Systementwurf gefunden. Was ist dann zu tun?

Gib bitte jeweils eine kurze Begründung an.

10. Zeitverzug des Softwareprojekts:

10a) Stell Dir vor, Dein Projekt läuft bereits seit 2 Jahren und Du stehst 6 Monate vor dem geplanten Endtermin. Du stellst fest, dass Du diesen Termin nicht halten kannst, wenn Du alle noch ausstehenden Aufgaben durchführst. Was unternimmst Du, um das Projekt dennoch erfolgreich abzuschließen?

10b) Für welche Tätigkeiten verwendest Du die wenige verbleibende Zeit?

11. Neue Mitarbeiter:

11a) Du entscheidest dich, Dein Team durch weitere Mitarbeiter zu erweitern. Mit welchem Einfluss auf die Produktivität des einzelnen Mitarbeiters sowie Aufwand und Dauer der durchzuführenden Tätigkeiten musst Du rechnen (bitte Begründung angeben)?

Macht es einen Unterschied, wann im Projektverlauf Du diese Entscheidung triffst (Begründung)?

11b) Nach welchen Kriterien wählst Du neue Mitarbeiter für Dein Projekt aus?

14b) Hast Du als Projektleiter die Möglichkeit, die Motivation Deiner Mitarbeiter im Projekt positiv zu beeinflussen?

- Ja, die Motivation kann durch den Projektleiter positiv beeinflusst werden
 Nein, die Motivation kann durch den Projektleiter nicht positiv beeinflusst werden

Falls ja, welche Möglichkeiten hast Du als Projektleiter? _____

Falls nein, Begründung: _____

14c) Welche Deiner Fehler als Projektleiter, oder welche Probleme im Projekt könnten dazu führen, dass die Motivation der Mitarbeiter sinkt?

14d) Wie wirkt sich die Motivation eines Mitarbeiters auf das Projekt aus?

15. Überstunden:**15a) In welchen Situationen setzt Du Überstunden ein?**

15b) Über welchen Zeitraum lässt Du Deine Mitarbeiter Überstunden machen?

15c) Wieviele Stunden/ Woche kann ein Mitarbeiter produktiv arbeiten?

15d) Über welchen Zeitraum kann ein Mitarbeiter produktiv arbeiten?

15e) Wie wirken sich Überstunden auf den Mitarbeiter und das Projekt aus?

16. Fehlzeiten der Mitarbeiter (z.B. durch Krankheit):

16a) Wie wirkt sich die Krankheit von Mitarbeitern auf den Projektverlauf aus? Welche Probleme können durch die Krankheit von Mitarbeitern ausgelöst werden?

16b) Hast Du als Projektleiter die Möglichkeit, die Fehlzeiten Deiner Mitarbeiter im Projekt zu beeinflussen?

- Ja, die Fehlzeit der Mitarbeiter kann durch den Projektleiter beeinflusst werden
 Nein, die Fehlzeit der Mitarbeiter kann durch den Projektleiter nicht beeinflusst werden

Falls ja, welche Möglichkeiten hat der Projektleiter? _____

Falls nein, Begründung: _____

16c) Falls sich Fehlzeiten von Mitarbeitern im Projekt ergeben, welche Maßnahmen ergreifst Du als Projektleiter? Welche Maßnahmen könntest Du ergreifen, um die Folgen abzumildern?

17d) Hast Du als Projektleiter die Möglichkeit, die Fluktuationsrate Deiner Mitarbeiter im Projekt zu beeinflussen?

- Ja, die Fluktuation kann durch den Projektleiter beeinflusst werden
 Nein, die Fluktuation kann durch den Projektleiter nicht beeinflusst werden

Falls ja, welche Möglichkeiten hat der Projektleiter? _____

Falls nein, Begründung: _____

17e) Falls ein Mitarbeiter das Projekt verlässt, welche Maßnahmen ergreifst Du als Projektleiter? Welche Maßnahmen könntest Du ergreifen, um die Folgen abzumildern?

18. Kundeneinbindung in das Projekt:

18a) Hältst Du es für wichtig, den Kunden am Projektverlauf zu beteiligen?

- Ja, es ist wichtig den Kunden am Projektverlauf zu beteiligen
- Nein, es ist nicht wichtig den Kunden am Projektverlauf zu beteiligen

Falls ja, warum und in welchem Maß? _____

Welche Maßnahmen setzt Du ein? _____

Falls nein, Begründung: _____

**18b) Was erwartest Du von einer stärkeren Einbeziehung des Kunden in das Projekt?
Welche Auswirkungen erwartest Du auf den Projektverlauf?**

Anhang B Abschlussfragebogen

Fragebogen III: Abschlussbefragung

Vielen Dank, dass Du das SESAM-Experiment vollständig durchgeführt hast.

Abschließend möchte ich Dir noch einige Fragen zu Deiner subjektiven Einschätzung von SESAM, den im Rahmen des SESAM-Experiments eingesetzten Modellen und zum Ablauf dieses Experiments, auch im Vergleich zum Ablauf der Grundlagenschulung, sowie zum Organizer stellen.

Die mit dem SESAM-System verfolgten Ziele lassen sich nur schwer nach objektiven Kriterien überprüfen und messen. Daher ist mir Deine persönliche Einschätzung, ob diese Ziele erreicht wurden, sehr wichtig. Verbesserungsvorschläge am Simulator und an den Modellen sind willkommen.

Ich bitte Dich in diesem Fragebogen ehrliche und konstruktive Antworten zu geben. Deine Antworten werden in keiner Hinsicht für Noten oder offizielle Bewertungen Deiner Leistung verwendet.

Kritikpunkte, die Du bereits in der Abschlussbefragung der Grundlagenschulung geäußert hast, bitte ich Dich nicht zu wiederholen.

- Bitte bewerte subjektiv, ob Du bei dieser Schulung, speziell durch das erweiterte Modell, etwas gelernt hast. Konnte Dir die Simulation inklusive dem Feedback zu den Spielverläufen und den erzielten Resultaten gegenüber der Grundlagenschulung Neues vermitteln? Hat sich evtl. Wissen, das Du in der Grundlagenschulung erlangt hast, gefestigt?**

Falls ja, bitte gib an, was Du gelernt hast (beispielsweise Zusammenhänge in Software-Projekten, die Dir zuvor nicht bekannt oder nicht bewusst waren; Konsequenzen von Fehlern, die bei der Projektdurchführung gemacht werden etc.):

Falls nein, bitte gib die Gründe an, warum Du Deiner Meinung nach nichts gelernt hast (sind die Gründe beispielsweise beim Modell, in der Benutzungsoberfläche oder im Aufbau der Schulung etc. zu suchen):

2. In dieser Frage möchte ich Dich bitten, jede Komponente der Schulung zu bewerten. Dabei geht es unter anderem auch darum, für die verschiedenen Komponenten getrennt zu bewerten, wie wichtig diese für einen möglichen Lernerfolg war bzw. inwieweit diese Komponente einen Lernerfolg verhindert oder zumindest erschwert hat.

2a) Wie wichtig war für Dich die Einführungsveranstaltung? Was war positiv, was hätte ausführlicher dargestellt werden sollen, anders oder gekürzt?

2b) Hast Du von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, das Modell bereits vor dem ersten Spiel auszuprobieren?

(Mit ersten Spiel ist hierbei das Spiel gemeint, das Deine erste Abgabe für den Tutor wurde.)

Falls ja, hat es Dir geholfen, dass Du vor dem ersten Spiel "ein paar Probezüge" machen konntest? Wieviel Zeit hast Du dafür investiert? Oder warum hast Du diese Möglichkeit vielleicht nicht genutzt?

2c) Welchen Einfluss hat Deiner Meinung nach das Modell auf den erzielten Lernerfolg?

**Enthält es beispielsweise nachvollziehbare Abhängigkeiten und Zusammenhänge oder im Gegenteil zu viele verschiedene Effekte und Aspekte, so dass die Komplexität insgesamt einen Lernerfolg erschwert? Sind einige der Effekte nicht nachvollziehbar, Deiner Meinung nach unrealistisch oder nicht übertragbar (wenn ja, welche)?
Haben wichtige Aspekte gefehlt?**

2d) Wie bewertest Du die Komplexität des erweiterten Modells gegenüber dem Modell der Grundlagenschulung?

(War dieses Modell zu komplex und es damit zu schwierig, ein Projekt erfolgreich durchzuführen, war es Dir im Gegenteil zu simpel oder angemessen?)

2e) Hast Du Dich während der Simulation mit Deiner Rolle als Projektleiter identifiziert?

ja

nein

Falls *ja*, hast du Dich im Vergleich zur Grundlagenschulung

stärker

etwa gleich stark

weniger stark

mit der Rolle als Projektleiter identifiziert?

Falls *nein*, bitte Begründung:

2f) Diese Frage gilt nur für Studierende, die Feedback in einer *kleinen Gruppe* durchgeführt haben!

Bewerte das Feedback in der kleinen Gruppe gegenüber dem Feedback der Grundlagenschulung in Bezug auf den erzielbaren Lernerfolg?

(Konnten durch das Feedback in der kleinen Gruppe Deine Fragen und Probleme des ersten Spiels besser oder schlechter beantwortet werden? Wurde durch dieses Feedback ein größerer Lernerfolg möglich oder trifft eher das Gegenteil zu? Konnten dadurch Stärken und Schwächen besser oder schlechter analysiert werden?)

2g) Diese Frage gilt nur für Studierende, die Feedback in einer *kleinen Gruppe* durchgeführt haben!

Falls Du das Feedback in der kleinen Gruppe positiv bewertest, bist Du der Meinung, dass das Feedback in der kleinen Gruppe auch ohne Tutor erfolgreich durchgeführt werden könnte?

(bitte mit Begründung:)

- 2h) Hast Du Deinen persönlichen Ausdruck, den Du in der Feedback-Runde vom Tutor erhalten hast, genutzt, um Deine Stärken und Schwächen im ersten Spiel zu analysieren, ehe Du das zweite Spiel begonnen hast? War der Ausdruck hilfreich?**

(bitte mit Begründung:)

- 2i) In welchem Umfang hast Du den persönlichen Ausdruck der Feedback-Runde im zweiten Spiel eingesetzt?**

(Hast Du ihn nur zur Information benutzt, als Orientierungshilfe, Planungsgrundlage oder hast Du Dein zweites Spiel anhand des Ausdrucks *nachgespielt*?)

- 2j) Hälst Du insgesamt das eingesetzte Modell von Software-Entwicklungsprojekten als geeignet für die Ausbildung von Projektleitern und Software-Ingenieuren? Hälst Du das eingesetzte Modell dazu für geeigneter als das Modell der Grundlagenschulung?**

- 2k) Wie wichtig war es Deiner Meinung nach, dass vor diesem SESAM-Experiment zunächst in der Grundlagenschulung ein weniger komplexes Modell eingesetzt wurde?**

3. Bei den nachfolgenden Fragen solltest Du bitte ehrlich und vor allem konstruktiv Deine Meinung über Deine Motivation, mit SESAM zu arbeiten darlegen.

3a) Hat es Dir Spaßgemacht, ein Softwareprojekt mit dem erweiterten Modell durchzuführen?

Falls ja, was hat Dir besonders gefallen?

Falls nein, was hat Dich Deiner Meinung nach daran gehindert, Spaß bei der Durchführung der Projekte am Simulator zu haben?

3b) Wie hoch war Deine Motivation zur Projektdurchführung im Vergleich zur Motivation in der Grundlagenschulung?

niedriger

etwa gleich hoch

höher

3c) Was waren Deiner Meinung nach die Ursachen für den Anstieg bzw. den Abfall Deiner Motivation gegenüber der Grundlagenschulung, bzw. warum war Deine Motivation unverändert?

3d) Gab es Unterschiede bezüglich den Fragen 3a - 3c beim ersten, zweiten bzw. dritten Spiel im Hinblick auf deine Motivation?

(falls ja, bitte nähere Angaben)

4. Nur für Zweierteams! Alle anderen können gleich zur nächsten Frage weitergehen.

4a) Hat der Umstand, dass Du die Simulation in einem Zweierteam durchgeführt hast, Deine Motivation positiv oder eher negativ beeinflusst?

(bitte mit Begründung)

4b) Hattest Du den Eindruck, das Projekt als Zweierteam besser, schlechter oder gleich gut durchführen zu können?

(Aspekt der Projektplanung, Fortschrittskontrolle, Überblick über das Projekt behalten)

4c) Sollten Projekte in der Simulation grundsätzlich in Zweierteams durchgeführt werden?

ja

nein

(bitte mit Begründung:)

5. **Fragen zum Organizer.** Bitte beachte bei der Beantwortung der Fragen, dass unterschieden wird, ob Du den Organizer im ersten oder zweiten (bzw. dritten) Spiel (oder in allen Spielen) verwendet hast.

5a) **In welchen Spielen hast Du den Organizer eingesetzt?**

- im ersten Spiel
- im zweiten Spiel
- im dritten Spiel (falls durchgeführt)

5b) **Warum hast Du den Organizer gegebenenfalls nicht verwendet?**

5c) **Wozu hast Du den Organizer im *ersten* Spiel eingesetzt?**

- Projektplanung
- Fortschrittskontrolle
- Steuerung des Projekts

(bitte genauere Angaben:)

5d) **Wozu hast Du den Organizer im *zweiten* Spiel eingesetzt?**

- Projektplanung
- Fortschrittskontrolle
- Steuerung des Projekts

(bitte genauere Angaben:)

5e) **Wozu hast Du den Organizer im *dritten* Spiel eingesetzt?**

- Projektplanung
- Fortschrittskontrolle
- Steuerung des Projekts

(bitte genauere Angaben:)

5f) Falls Du den Organizer *nicht* eingesetzt hast: Hast Du anstelle des Organizers irgendwelche anderen Hilfsmittel verwendet?

(falls ja, welche?)

5g) Worin siehst Du die Vorteile bzw. Nachteile des Organizers? Welche Komponente(n) des Organizers bieten für Dich (als Projektleiter) Vorteile, welche Nachteile?

(Vorteile:)

(Nachteile:)

6. Was sollte am Simulator noch verbessert werden, was hat Dich während Deiner Spiele gestört?

7. Fragen zur Einführung eines öffentlichen Rankingsystems:

- 7a) Hast Du Interesse an einem Ranking der Spielergebnisse, also eine Art Highscore-Liste, aus der ersichtlich wird, welcher Spieler wieviele Punkte erreicht hat und wie gut Du im Vergleich zu Deinen Kommilitonen abgeschnitten hast? Würde so ein Ranking Deine Motivation, bei der Projektdurchführung möglichst gut abzuschneiden, erhöhen?

- 7b) Hast Du die Punktzahl, die am Ende jedes Projekts berechnet wird (Score), zwischen Deinem ersten und zweiten bzw. dritten Spiel verglichen?

8. Gibt es weitere Vorschläge, was in SESAm anders und besser gemacht werden sollte?

Literaturverzeichnis

Basili, Selby und Hutchens (1986)

Basili, V. R.; Selby, R. W.; Hutchens, D. H.: **Experimentation in Software Engineering**. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-12, No. 7, S. 733-743, Juli 1986.

DeMarco und Lister (1999)

DeMarco, T.; Lister, T.: **Wien wartet auf Dich! Der Faktor Mensch im DV-Management**. 2., aktualisierte und erw. Aufl. - München; Wien: Hanser, 1999.

Dudler (2000)

Dudler, A.: **Quantitative Modellierung von Verhaltensaspekten in Softwareprojekten**. Diplomarbeit Nr. 1819, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 2000.

Drappa (2000)

Drappa, A.: **Quantitative Modellierung von Softwareprojekten**. Dissertation D93 an der Fakultät Informatik, Universität Stuttgart, 1999. Zugleich: Berichte aus der Softwaretechnik. Shaker Verlag, Aachen 2000.

Eischen (2002)

Eischen, K.: **Software Development: An Outsider's View**. IEEE Computer, Vol. 35, No. 5, S.36-44.

Gibbs (1994)

Gibbs, W. W.: Software's Chronic Crisis in: Thayer, R. H.: **Software Engineering Project Management**. Second Edition. IEEE Computer Society (Los Alamitos, California), S. 20-28. Zuerst erschienen in: Scientific American, Vol. 271, No. 3, S. 86-95, September 1994.

Hampp (2001)

Hampp, T.: **Eine feingranulare SESAM-Variante**. Diplomarbeit Nr. 1931, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 2001.

Holm (1991)

Holm, K.: **Die Befragung, Band I: Der Fragebogen - Die Stichprobe**. Francke Verlag Tübingen, 4. Auflage, 1991.

Kalajzic (2001)

Kalajzic, S.: **Revision von SESAM-Modellen anhand von Meta-Regeln**. Diplomarbeit Nr. 1941, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 2001.

Kälber (2000)

Kälber, C.: **Ein Assistent zur Planung und Fortschrittskontrolle für SESAM-2**. Studienarbeit Nr. 1779, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 2000.

Mandl-Striegnitz (2000)

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), S. 111-134.

Mandl-Striegnitz (2001)

Mandl-Striegnitz, P.: Qualifizierte Software-Projektmanager durch simulationsbasierte Ausbildung in: Glinz, M.; Lichter H. (Hrsg): **Software Engineering im Unterricht der Hochschulen/SEUH - Zürich 2001**. dpunkt.verlag (Heidelberg), S. 23-37.

Notter (1999)

Notter, A.: **Eine Untersuchung zur Wirksamkeit der Projektmanagement-Ausbildung am Simulator**. Diplomarbeit Nr. 1724, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 1999.

Prechelt (1998)

Prechelt, L.: **Ausgewählte Kapitel der Softwaretechnik**. Skriptum zur Vorlesung. <http://www.ipd.uka.de/~prechelt/swt2>.

Thayer (1997)

Thayer, R. H.: Software Engineering Project Management in: Thayer, R. H.: **Software Engineering Project Management**. Second Edition. IEEE Computer Society (Los Alamitos, California), S. 72-104.

Zimmermann (1972)

Zimmermann, E.: **Das Experiment in den Sozialwissenschaften**. Teubner Studienskripte: Studienskripte zur Soziologie, Band 37, Teubner, Stuttgart.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Stefan Opferkuch