

Anhangsverzeichnis

Anhang A. Artefakte der Analyse- und Designphase	281
A.1 Personas	281
A.2 Problemszenarios	283
A.3 Aktivitätsszenarios.....	285
Anhang B. Ergänzende Materialien zum Lernprogramm ComIn-M.....	289
B.1 Standardfehlerkategorien in ComIn-M	289
B.2 Semantisch-relevante Lernereignisse in ComIn-M	290
Anhang C. Evaluationsunterlagen	295
C.1 Materialien und Ergebnisse zur Evaluationsphase I.....	295
C.1.1 Fragebogen: Zusatzfragen	295
C.1.2 Ergebnis der Videoanalyse.....	298
C.2 Materialien zur Evaluationsphase II	305
C.2.1 Fragebogen	305
C.2.2 Ergebnis der Clusteranalyse.....	312
C.3 Materialien und Ergebnisse zur Evaluationsphase III.....	313
C.3.1 Interview-Leitfaden.....	313
C.3.2 Kategoriensystem zur Codierung der Interview-Transkripte	317

Digitaler Anhang (auf beiliegender CD)

Anhang D. Quellcode des Lernprogramms ComIn-M	
Anhang E. Daten und Analysen zur Evaluationsphase I	
Anhang F. Daten und Analysen zur Evaluationsphase II	
Anhang G. Daten und Analysen zur Evaluationsphase III	
Anhang H. Daten und Analysen zur Übertragungsphase	

Anhang A. Artefakte der Analyse- und Designphase

A.1 Personas

Die folgenden Abbildungen zeigen die Beschreibungen der Personas, die im Rahmen der Problem- und Kontextanalyse entwickelt wurden.



Sarah Binder
(Studierende, 21 Jahre)
Motiviert, Abenteuerlustig, Zielstrebig

„Ich schiebe nichts auf die lange Bank. Mein Motto: Do what you want. Now.“

Studium:
Lehramt Werkreal-, Haupt- und Realschule an der PH Ludwigsburg

- Hauptfach: Englisch
- Nebenfächer: Mathematik, Geschichte
- 3. Semester

Hobbies:

- Reisen (vor allem nach England), Klettern, Kochen

Technologie-Affinität:

niedrig ————— hoch

Ziele und typisches Verhalten:

- Erledigt ihre Aufgaben am liebsten sofort
- Möchte optimal auf den Lehrerberuf vorbereitet sein
- Möchte ihr Studium möglichst in der Regelstudienzeit abschließen

Erwartungen an das Studium:

- Praxisnahe Ausbildung
- Durch die regelmäßige Teilnahme an den Veranstaltungen und konsequentes Bearbeiten von Übungsaufgaben sind auch schwierige Fächer wie z.B. Mathematik zu schaffen

Abbildung 78: Persona "Sarah" (Studierende)



Matthias Hofmann
(Mathematiktutor, 24 Jahre)
Engagiert, Zuverlässig, Guter Teamplayer

„Ich bin ein echter Team-Worker. Zusammen kommt man viel schneller ans Ziel.“

Studium:
Lehramt Werkreal-, Haupt- und Realschule an der PH Ludwigsburg

- Hauptfach: Mathematik
- Nebenfächer: Technik, Musik
- 6. Semester

Hobbies:

- Volleyball, Bandmusiker (Synthesizer), betreut gerne Jugendfreizeiten

Technologie-Affinität:

niedrig ————— hoch

Ziele und typisches Verhalten:

- Möchte während dem Studium vielfältige Erfahrungen für den Lehrerberuf sammeln.
- Möchte andere von Mathematik und Musik begeistern
- Ist überzeugt davon, dass Hobby und Beruf vereinbar sind.

Abbildung 79: Persona "Matthias" (Mathematiktutor)



Dr. Bertram Schneider
(Dozent, 38 Jahre)
Innovativ, Steht für seine Prinzipien ein, Guter Beobachter

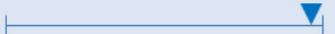
„Die besten Ideen habe ich, wenn ich mit dem Motorrad durchs Allgäu fahre.“

Beruf:
Akademischer Rat im Fach Mathematik an der PH Weingarten

Hobbies:

- Motorradfahren, Badminton, Fotografieren

Technologie-Affinität:

niedrig  hoch

Ziele und typisches Verhalten:

- Eigene Lehre verbessern
- Möchte den Studierenden innovative Lehrmethoden näher bringen
- Möchte die Potentiale neuer Technologien und Methoden nutzen
- Probiert gerne neue Dinge aus
- Aktiver Unterstützer von offenen Lernressourcen

Abbildung 80: Persona "Dr. Schneider" (Mathematiklehrender)

A.2 Problemszenarios

Im Folgenden werden die Problemszenarios dargestellt, die im Rahmen der Problem- und Kontextanalyse entwickelt wurden.

Kasten 1: Problemszenario I

► Problemszenario I: Mangelnde individuelle Betreuung der Studierenden

Sarah kommt wie jeden Dienstag um 8 Uhr zur Mathematikvorlesung von Frau Prof. Berger an die Pädagogische Hochschule in Ludwigsburg. Da das Fach Mathematik unter den Studierenden als schwierig und anspruchsvoll gilt, ist es Sarah besonders wichtig, keine Vorlesung zu verpassen und von Anfang an alle Aufgaben sorgfältig zu erledigen. Das Thema der heutigen Arithmetik-Vorlesung ist das Beweisen mit Vollständiger Induktion. Sarah hört genau zu und schreibt alles mit, als die Professorin Frau Dr. Berger an der Tafel die allgemeine Vorgehensweise erklärt und beispielhaft einen Beweis durchführt. Als Hausaufgabe sollen die Studierenden ein Übungsblatt mit vier Aufgaben zur Vollständigen Induktion bearbeiten. Bis Freitag müssen die bearbeiteten Aufgaben zur Korrektur abgegeben werden.

Noch am selben Nachmittag setzt sich Sarah zuhause an den Schreibtisch und beginnt, die erste Aufgabe auf dem Übungsblatt zu bearbeiten. Anhand des Beispielbeweises aus der Veranstaltung am Morgen, versucht Sarah nun die Schritte des Beweises nacheinander durchzuführen. Zunächst schreibt sie den Induktionsanfang auf und formuliert danach die Induktionsannahme. Als nächsten Schritt möchte Sarah die Induktionsbehauptung aufstellen. Auch hier orientiert sich Sarah an der Beispielaufgabe aus der Vorlesungsmitschrift, ist sich aber nicht sicher, ob sie wirklich die richtige Behauptung aufgestellt hat. Dennoch versucht sie, die linke Seite der von ihr aufgestellten Gleichung in die rechte Seite zu überführen. Trotz mehrfachem Umformen gelingt es ihr nicht, den Beweis zu Ende zu bringen. Enttäuscht bricht Sarah die Bearbeitung der Hausaufgaben ab und kommt immer mehr zu der Überzeugung, dass Mathematik wirklich ein schwieriges Fach ist – vielleicht ein zu schwieriges Fach für sie?

Kasten 2: Problemszenario II

► Problemszenario II: Hoher Korrekturaufwand für Übungsaufgaben

Matthias geht in das Büro von Frau Prof. Berger und holt den Stapel der in dieser Woche abgegebenen Übungsaufgaben ab. Er setzt sich an einen freien Schreibtisch im Büro für studentische Hilfskräfte und beginnt mit der Korrektur der Aufgaben. Die ersten Lösungen arbeitet er konzentriert durch, streicht Fehler an und achtet darauf, bei der Punktebewertung alles richtig zu machen. Für jeden Studierenden trägt er die erreichte Punktzahl pro Aufgabe in eine Tabelle ein. Je mehr Lösungen er durcharbeitet, umso ermüdender wird die Korrektur. Außerdem findet er häufig dieselben Fehler und ist langsam genervt. Warum machen so viele Studierende denselben Fehler? Matthias sitzt nun schon seit drei Stunden an der Korrektur. Er muss demnächst los zum Volleyballtraining und ist immer noch nicht fertig. Er wünscht sich, dass er diese langwierige und ziemlich eintönige Arbeit irgendwie beschleunigen könnte.

Kasten 3: Problemszenario III

► Problemszenario III: Unzureichendes Feedback über den Lernfortschritt

Herr Dr. Schneider ist Dozent für Mathematik an der Pädagogischen Hochschule in Weingarten. Als Vorreiter im Bereich innovativer Lehr- und Lernmethoden setzt Herr Dr. Schneider seit letztem Semester die Methodik des Flipped Classroom ein. Zur Vorbereitung auf die nächste Präsenzsitzung stellt Herr Dr. Schneider seinen Studierenden Materialien zum aktuellen Stoffinhalt zur Verfügung. Typischerweise beinhalten diese Materialien Vorlesungsaufzeichnungen zur entsprechenden Thematik und einen Hinweis auf das passende Kapitel im Lehrbuch, um bei Bedarf die entsprechenden Inhalte aufzuarbeiten. In der Präsenzsitzung werden dann zunächst Fragen zur aufgezeichneten Vorlesung besprochen. Anschließend stellt Herr Dr. Schneider Übungsaufgaben, die entweder gemeinsam im Plenum erarbeitet oder in Einzelarbeit gelöst und besprochen werden. Darüber hinaus bleibt Zeit, um ausgewählte Fragestellungen zu vertiefen und Zusammenhänge zu angrenzenden Themengebieten deutlich zu machen.

Momentan behandelt Herr Dr. Schneider in der Arithmetik-I-Veranstaltung das Thema "Zuordnungen und Abbildungen". Wie gewohnt finden die Studierenden im Lernmanagement-System zwei Vorlesungsaufzeichnungen und die Seitenangaben im Lehrbuch, die sie bis zur nächsten Präsenzsitzung durcharbeiten sollen. Als Übungsaufgaben für die Präsenzsitzung hat Herr Dr. Schneider mehrere Zuordnungsdiagramme vorbereitet, anhand derer die Studierenden überprüfen sollen, ob es sich bei den Zuordnungen um eine Funktion handelt oder nicht. Darüber hinaus möchte Herr Dr. Schneider den Studierenden weitere Repräsentationsformen von Funktionen vorstellen und deren Vor- und Nachteile diskutieren.

Zu Beginn der Veranstaltung versucht Herr Dr. Schneider herauszufinden, ob Fragen oder Unklarheiten in den zur Verfügung gestellten Materialien aufgetaucht sind. Nur zögerlich stellen vereinzelt Studierende eine Frage, und so zeichnet Herr Dr. Schneider schon bald das erste Zuordnungsdiagramm an die Tafel. Auf die Frage, welche Eigenschaften diese Zuordnung erfüllt, melden sich lediglich drei Studierende und nur schleppend werden die Eigenschaften genannt und erklärt. Am Ende der Veranstaltung hat Herr Dr. Schneider die von ihm vorbereiteten Beispiele und Repräsentationsformen zwar besprochen und die Studierenden haben verschiedene Aufgaben durchgearbeitet, aber dennoch ist er mit dem Verlauf der Veranstaltung unzufrieden. Er ist sich nicht sicher, inwiefern der behandelte Stoff wirklich verstanden wurde oder ob nur eine kleine Minderheit den Ausführungen folgen und die Aufgaben lösen konnte.

A.3 Aktivitätsszenarios

Im Folgenden werden die Einsatzszenarios dargestellt, die als Lösungsansätze im Rahmen der Konzeptionsphase entwickelt wurden.

Kasten 4: Aktivitätsszenario I

▶ Aktivitätsszenario I: Semi-automatisches Assessment von Lösungswegen

Sarah kommt wie jeden Dienstag um 8 Uhr zur Mathematikvorlesung von Frau Prof. Berger an die Pädagogische Hochschule in Ludwigsburg. Da das Fach Mathematik unter den Studierenden als schwierig und anspruchsvoll gilt, ist es Sarah besonders wichtig, keine Vorlesung zu verpassen und von Anfang an alle Aufgaben sorgfältig zu erledigen. Das Thema der heutigen Arithmetik-Vorlesung ist das Beweisen mit Vollständiger Induktion. Sarah erfährt, dass die Studierenden in diesem Semester als zusätzliches Lernangebot das webbasierte Lernprogramm zur Vollständigen Induktion ComIn-M nutzen können. Das Programm bietet die Möglichkeit, am Computer die einzelnen Schritte eines Induktionsbeweises einzugeben und automatisch überprüfen zu lassen. Als Frau Prof. Berger das Beweisverfahren der Vollständigen Induktion einführt, demonstriert sie außerdem die Nutzung des Lernprogramms ComIn-M am Beispiel der Gauss'schen Summenformel. Über den Beamer verfolgt Sarah, wie die Professorin den Beweis in ein interaktives Übungsblatt eingibt und die einzelnen Schritte vom Computer überprüfen lässt. Als Hausaufgabe sollen die Studierenden selbst drei Beweise mit Hilfe des Lernprogramms durchführen.

Noch am selben Nachmittag setzt sich Sarah zuhause an ihren Laptop und meldet sich am Lern-Management-System der Universität an. Sie wählt den Arithmetik-Kurs aus und findet als Material für die heutige Vorlesung einen Verweis auf das Lernwerkzeug ComIn-M. Sarah folgt dem Verweis und in ihrem Browser wird die Startseite des Programms ComIn-M angezeigt. Aus den dort verfügbaren Aufgaben wählt sie den ersten Beweis aus, den sie als Hausaufgabe bearbeiten soll. Sarah erkennt das interaktive Übungsblatt wieder, das die Professorin am Morgen in der Vorlesung gezeigt hat. Die Struktur des Beweises ist bereits vorgegeben: das Übungsblatt ist eingeteilt in die Bereiche zur Eingabe des Induktionsanfangs, der Induktionsannahme, der Induktionsbehauptung und des Induktionsschlusses. Sarah beginnt mit dem ersten Schritt und versucht, den Induktionsanfang einzugeben. Sie erinnert sich daran, dass das Lernprogramm ComIn-M einen speziellen Formeleditor anbietet, über den das Summenzeichen oder Brüche eingegeben werden können. Nach ein wenig Ausprobieren, gelingt es Sarah schließlich, den Induktionsanfang einzugeben. Anschließend macht Sarah mit der Induktionsannahme weiter und versucht dann, die Induktionsbehauptung zu formulieren. Da sich Sarah nicht sicher ist, ob sie die richtige Behauptung gefunden hat, lässt sie ihre Eingaben vom Computer prüfen. Zum Glück werden alle bisher eingegebenen Schritte als richtig markiert, und Sarah beginnt, den Beweis der Induktionsbehauptung durchzuführen. Sie gibt verschiedene Umformungen ein, doch es gelingt ihr einfach nicht, die linke Seite der Induktionsbehauptung durch geeignete Umformungen in die rechte Seite zu überführen. Auch ausgehend von der rechten Seite schafft sie es nicht, die passenden Umformungen zu finden. Sarah versucht nun, Unterstützung vom Programm zu bekommen und lässt den aktuellen Stand ihrer Lösung überprüfen. Obwohl ihr das Programm konkrete Hinweise für das weitere Vorgehen gibt, schafft sie es nicht, den Beweis fertigzustellen. Also beschließt Sarah, die manuelle Anfragefunktion von ComIn-M zu nutzen, über die sie ihr konkretes Problem schildern und samt dem aktuellen Zustand ihres bis jetzt ausgearbeiteten Lösungswegs an den zuständigen Tutor schicken kann. Sarah weiß, dass die Anfragen von Matthias, ihrem Mathematikutor, bearbeitet werden und hofft, dass er sich bald meldet und ihr weiter hilft. Nachdem Sarah die Anfrage abgeschickt hat, meldet sie sich vorerst vom Lernprogramm ComIn-M ab. Sarah

erledigt noch ein paar andere Dinge, und schaut dann in ihrem Postfach nach, ob bereits eine Antwort auf ihre Anfrage eingetroffen ist. Tatsächlich findet Sarah eine neue Email mit einer Antwort von Matthias. Matthias weist sie darauf hin, dass sie die Summenformel zerlegen und das letzte Glied heraus ziehen kann. Sarah setzt den Hinweis sofort um und tatsächlich gelingt es ihr, die Induktionsannahme in der weiteren Beweisführung zu verwenden und den Beweis zu Ende zu führen. Sarah beschließt, noch eine weitere Beweisaufgabe durchzuführen. Obwohl sie häufiger auf die vom Programm automatisch zurück gemeldeten Hinweise und Tipps zurückgreift, gelingt es ihr diesmal, den Beweis selbständig durchzuführen. Sarah wählt eine dritte Aufgabe aus und merkt, dass sie immer weniger Hinweise benötigt und das Prinzip des Beweisverfahrens immer klarer wird. Zur Übung bearbeitet sie freiwillig noch eine weitere Aufgabe und stellt erfreut fest, dass sie diesen Beweis bis auf einen kleinen Rechenfehler richtig lösen konnte.

Kasten 5: Aktivitätsszenario II

▶ **Aktivitätsszenario II: Individuelle Lösungsprozesse analysieren**

Matthias ruft am Nachmittag seine Emails ab und findet darin Sarahs Anfrage zu der Beweisaufgabe aus dem Lernprogramm ComIn-M. Er folgt der in die Email eingebundenen Verknüpfung zum webbasierten Learning-Analytics-Werkzeug SMALA. Nachdem er sich im System erfolgreich angemeldet hat, wird er direkt zur Dokumentation des Lösungsprozesses von Sarah weitergeleitet. Matthias kann darin alle Arbeitsschritte von Sarah nachverfolgen und diese analysieren. Besonders genau schaut er sich die Schritte des Lösungswegs an, für die das Computer-Programm Probleme zurückgemeldet hat. Matthias erkennt, dass im Beweis der Induktionsbehauptung eine wesentliche Umformung fehlt: das Herausziehen des $n+1$. Gliedes aus der Summenformel. Als Antwort gibt er Sarah also den Hinweis, dass sie in der Beweisführung die Summenformel entsprechend zerlegen kann. Diese Umformung ist die wesentliche Voraussetzung dafür, dass die Induktionsannahme im Beweis angewendet werden kann. Er schickt seine Antwort sofort ab. Da keine weiteren Anfragen vorliegen, ist seine Arbeit als Mathematikutor vorerst erledigt. Er nimmt sich vor, am frühen Abend noch einmal nachzuschauen, ob weitere Anfragen eingegangen sind.

Kasten 6: Aktivitätsszenario III

▶ **Aktivitätsszenario III: Interaktive Analyse von Lösungsprozessauswertungen**

Herr Dr. Schneider ist Dozent für Mathematik an der Pädagogischen Hochschule in Weingarten. Als Vorreiter im Bereich innovativer Lehr- und Lernmethoden setzt Herr Dr. Schneider seit letztem Semester die Methodik des Flipped Classroom ein. Für die kommende Veranstaltung zum Thema "Zuordnungen und Funktionen" hat Herr Dr. Schneider beschlossen, seinen Studierenden das Lernprogramm Squiggle-M als zusätzliches Lernangebot zur Verfügung zu stellen. Squiggle-M bietet sogenannte Lernlabore an, in denen die Konzepte Zuordnungen, Funktionen und deren Eigenschaften auf vielfältige Art und Weise erkundet werden können. Insbesondere können mit dem Programm eigene Funktionen und Zuordnungen konstruiert werden und die Darstellungen interaktiv in unterschiedliche Repräsentationsformen überführt werden. Alle durchgeführten Aktionen mit dem Lernprogramm werden automatisch protokolliert und stehen dem Lehrenden für verschiedenste Auswertungen zur Verfügung. Herr Dr. Schneider fügt für die kommende

Veranstaltung im Lernmanagement-System neben den üblichen Materialien zur Vorlesungsvorbereitung eine Verknüpfung zum Lernprogramm Squiggle-M und ein Vorlesungsvideo ein, in dem die Nutzung des Lernprogramms Squiggle-M demonstriert und anhand von Beispielen ausführlich erläutert wird. Er weist die Studierenden darauf hin, dass sie die zur Verfügung gestellten Lernmaterialien durcharbeiten und sich mit Hilfe des Videos in das Lernprogramm Squiggle-M einarbeiten sollen. Zusätzlich stellt Herr Dr. Schneider konkrete Arbeitsaufträge ein, die die Studierenden im Lernprogramm durchführen sollen.

Einige Tage später bereitet Herr Dr. Schneider die Präsenzveranstaltung zum Thema „Zuordnungen und Funktionen“ vor. Dazu möchte er sich einen Überblick über die bisherigen Lernaktivitäten der Studierenden zum Thema Funktionen verschaffen. Er meldet sich beim webbasierten SMALA-Learning-Analytics-Dienst an und ruft seinen Arithmetik-Kurs auf. Sofort erhält er eine Übersicht über die in der letzten Woche stattgefundenen Lernaktivitäten mit dem Programm Squiggle-M. Zufrieden stellt er fest, dass 74 seiner ca. 100 Studierenden die gestellte Aufgabe bearbeitet und ein Zuordnungsdiagramm eingereicht haben. 52 % der eingereichten Zuordnungsdiagramme wurden zudem richtig konstruiert und haben die Eigenschaften einer Funktion. Um herauszufinden, wo die Probleme in den falsch konstruierten Zuordnungsdiagrammen liegen, ruft er eine Übersicht über alle vom Programm automatisch festgestellten Fehlertypen auf. Anhand der Grafik kann er erkennen, dass vor allem die Funktionseigenschaft der Rechts-Eindeutigkeit in den selbst konstruierten Zuordnungen nicht erfüllt wurde. Auch Studierende, die letztendlich eine richtige Lösung konstruieren konnten, hatten zuvor einige Zuordnungen erzeugt, die nicht rechts-eindeutig waren. Um einen genaueren Einblick in das Vorgehen der Studierenden zu bekommen, möchte sich Herr Dr. Schneider exemplarisch zwei nicht erfolgreiche Lösungsprozesse von Studierenden im Detail anschauen. Dazu folgt er den in den interaktiven Visualisierungen hinterlegten Verknüpfungen, und analysiert Schritt für Schritt die Zwischenlösungen, die die Studierenden produziert haben, an welchen Stellen im Prozess sie im Online-Lehrbuch nachgeschlagen haben und welche Hinweise das Lernprogramm als Unterstützung für die Studierenden zurückgemeldet hat. Aus den Lösungsprozessen erkennt Herr Dr. Schneider, dass die Studierenden an einigen Stellen unterschiedliche Varianten an Zuordnungen ausprobiert und vom Lernprogramm automatische Rückmeldungen zum aktuellen Diagramm angefordert haben. Obwohl die Rückmeldungen darauf hingewiesen hatten, dass die Funktion nicht rechts-eindeutig sei, waren die Studierenden nicht in der Lage, den Hinweis umzusetzen und eine Funktion zu konstruieren. Herr Dr. Schneider wählt einen der nicht erfolgreichen Lösungsversuche aus und beschließt diesen im Plenum zu besprechen. Zusätzlich wählt er aus den Aufzeichnungen zwei weitere nicht korrekte Zuordnungsdiagramme und zwei korrekte Zuordnungen als Anschauungsbeispiele für die nächste Veranstaltung aus. Anhand der von den Studierenden selbst erstellten Zuordnungen möchte er die Eigenschaften von Zuordnungen und Funktionen detailliert besprechen und gemeinsam mit den Studierenden Lösungsvorschläge erarbeiten.

Anhang B. Ergänzende Materialien zum Lernprogramm ComIn-M

B.1 Standardfehlerkategorien in ComIn-M

Die folgende Tabelle führt alle Standard-Fehlerkategorien auf, die von der automatischen Assessmentkomponente des Lernprogramms ComIn-M überprüft werden. Für jede Fehlerkategorie wird der zugehörige Teilschritt im Beweis mit angegeben sowie detailliert beschrieben, um welche Art von Fehler es sich handelt.

Tabelle 34: Standard-Fehlerkategorien im Lernprogramm ComIn-M

Teilschritt im Beweis	Fehlerkategorie	Beschreibung
Induktionsanfang	Startwert falsch gewählt	Für den Startwert wurde nicht das kleinste Element der Definitionsmenge ausgewählt.
	Variable falsch gewählt	Die Variable, die als Platzhalter für die verschiedenen Elemente der Definitionsmenge dient, wurde nicht erkannt und ausgewählt.
	Startwert falsch eingesetzt	Der gewählte Startwert wurde nicht richtig in die zu beweisende Formel eingesetzt
	<ul style="list-style-type: none">• Unvollständig eingesetzt	<ul style="list-style-type: none">• Der Startwert wurde nicht in jedes Auftreten der Variablen eingesetzt.
	<ul style="list-style-type: none">• Fremde Variable eingesetzt	<ul style="list-style-type: none">• In die Formel wurde eine fremde Variable eingesetzt
	Falsch berechnet (Rechenfehler)	Ein (oder mehrere) Zwischenschritte wurden falsch berechnet.
Zwischenschritt fehlt	Es wurde kein Zwischenschritt bei der Berechnung des Induktionsanfang angegeben.	
Induktionsvoraussetzung	Formulierung für Induktionsvoraussetzung falsch gewählt	Aus den zur Verfügung gestellten Auswahloptionen zur Formulierung der Induktionsvoraussetzung, wurde eine falsche Option ausgewählt.
Induktionsbehauptung	Falsch substituiert	Die Variable n wurde in der zu beweisenden Formel nicht korrekt durch den Term $k + 1$ ersetzt.
Induktionsschluss	Falsch umgeformt	In ein (oder mehreren) Zwischenschritten wurden die algebraischen Umformungsregeln falsch angewendet.

Teilschritt im Beweis	Fehlerkategorie	Beschreibung
	Induktionsvoraussetzung nicht verwendet	Im Lösungsweg gibt es keine Umformung, aus der erkennbar ist, dass die Induktionsvoraussetzung verwendet wurde.

B.2 Semantisch-relevante Lernereignisse in ComIn-M

Die folgende Tabelle führt alle Arten von Lernereignissen auf, die vom Lernprogramm ComIn-M erfasst und über die Learning-Analytics-Infrastruktur SMALA aufgezeichnet werden. Erfasst werden sowohl Ereignisse, die vom Lernenden ausgelöst werden, als auch Ereignisse, die vom System ausgelöst werden. Als Akteur eines Ereignisses tritt dementsprechend der Lernende (L) oder das System (S) auf. Jedes Lernereignis wird in der folgenden Zusammenstellung kurz beschrieben und eine didaktische Begründung geliefert, warum eine Aufzeichnung dieser Art von Ereignis sinnvoll und notwendig ist.

Tabelle 35: Semantisch-relevante Lernereignisse im Lernprogramm ComIn-M

Lernereignis	Akteur	Beschreibung und Didaktische Relevanz
Aufgabe ausgewählt	L	<p>Beschreibung: Der Lernende wählt aus der Liste aller möglichen Beweisaufgaben eine Aufgabe aus.</p> <p>Didaktische Relevanz: Mit diesem Schritt beginnt die eigentliche Aufgabenbearbeitung. Das Lernereignis markiert somit den Beginn eines zusammengehörenden Lernprozesses und ist für alle damit zusammenhängenden Auswertungen relevant.</p>
Automatische Prüfung angefordert	L	<p>Beschreibung: Der Lernende fordert eine automatische Überprüfung des aktuellen Stands seines Lösungswegs an. Eine Überprüfung kann für einen bestimmten Teilschritt (z.B. Induktionsanfang, Induktionsvoraussetzung) angefordert werden oder für den gesamten Beweis.</p> <p>Didaktische Relevanz: Die Anforderung einer automatischen Prüfung markiert einen Abschnitt im Lösungsprozess, an dem der Lernende die Aufgabenbearbeitung explizit unterbricht. Aus dem Lernereignis ist zwar nicht zu erkennen, <i>warum</i> der Lernende eine Prüfung anfordert (z.B. um sich den bisherigen Lösungsansatz als richtig bestätigen zu lassen, um rechtzeitig auf Fehler hingewiesen zu werden oder Hinweise auf das weitere Vorgehen zu erhalten), aber dennoch wird deutlich, dass genau an dieser Stelle im Lösungsprozess Bedarf nach Feedback besteht. Zur Beantwortung didaktischer Fragestellungen (Wo sind noch Unsicherheiten? Wo liegen Verständnisprobleme? Wo wird Unterstützung benötigt? usw.) können diese Prozessabschnitte wertvolle Hinweise liefern.</p>

Lernereignis	Akteur	Beschreibung und Didaktische Relevanz
Automatische Analyseergebnisse erzeugt	S	<p>Beschreibung: Das System hat eine automatische Analyse des aktuellen Lösungswegs durchgeführt. Die Analyseergebnisse liegen vor.</p> <p>Didaktische Relevanz: Für die Auswertung von Lernprozessen und den dabei entstehenden Lösungswegen sind die Ergebnisse der automatischen Analyse von größter Bedeutung. Jeder Analysedurchlauf wird durch ein eigenes Lernereignis repräsentiert, so dass eine Verknüpfung von aktuellem Lösungsweg und den darin gefundenen Problemen möglich wird.</p>
Keine Probleme im aktuellen Lösungsweg gefunden	S	<p>Beschreibung: Die automatische Analyse des aktuellen Lösungswegs konnte keine Probleme feststellen.</p> <p>Didaktische Relevanz: Das Lernereignis kennzeichnet eine erfolgreich abgeschlossene Aufgabenbearbeitung.</p>
Problem im aktuellen Lösungsweg festgestellt	S	<p>Beschreibung: Die automatische Analyse des aktuellen Lösungswegs hat ein Problem festgestellt.</p> <p>Didaktische Relevanz: Jedes festgestellte Problem wird als eigenes Lernereignis festgehalten. Statistische Auswertungen von Ereignissen dieser Art können Rückschlüsse auf Verständnisprobleme und bestehende Defizite der Lernenden geben.</p>
Problembeschreibung in der Benutzungsoberfläche angezeigt	S	<p>Beschreibung: Ein durch die automatische Analyse festgestelltes Problem wird dem Lernenden als Rückmeldung in der Benutzungsoberfläche angezeigt.</p> <p>Didaktische Relevanz: Um den Lösungsprozess eines Lernenden nachvollziehen zu können, ist es notwendig zu wissen, an welcher Stelle im Prozess das System eine inhaltliche Rückmeldung zur Unterstützung gegeben hat. Eine Rückmeldung kann (und soll) Einfluss auf den Verlauf des weiteren Lernprozesses nehmen und ist daher als wesentlicher Bestandteil desselben zu betrachten.</p>
Nächste Problembeschreibung angefordert	L	<p>Beschreibung: Der Lernende navigiert zur nächsten Problembeschreibung. Dieses Lernereignis kann nur dann eintreten, wenn das System im Rahmen eines Analysedurchlaufs mehrere Probleme im Lösungsweg festgestellt hat.</p> <p>Didaktische Relevanz: s. vorheriges Lernereignis <i>Problembeschreibung in der Benutzungsoberfläche angezeigt</i></p>
Tipp angefordert	L	<p>Beschreibung: Der Lernende fordert zum aktuellen Problem einen Tipp an.</p> <p>Didaktische Relevanz: Dieses Lernereignis kann Hinweise darauf liefern, dass der Lernende an dieser Stelle besondere Unterstützung benötigt. Diese Informationen</p>

Lernereignis	Akteur	Beschreibung und Didaktische Relevanz
		<p>sind didaktisch wichtig, um beispielsweise herauszufinden, welche Aufgaben für die Lernenden schwierig sind, oder an welcher Stelle im Beweis sie steckenbleiben. Ein häufiges Abrufen von Tipps kann allerdings auch darauf hinweisen, dass der Lernende nicht ernsthaft versucht, eine eigenständige Lösung zu erarbeiten, sondern stattdessen versucht, vom System eine Musterlösung präsentiert zu bekommen.</p>
<p>Dialog "Tutor fragen" geöffnet</p>	<p>L</p>	<p>Beschreibung: Der Lernende öffnet das Dialogfenster "Tutor fragen", in dem individuelle Probleme und Fragestellungen formuliert und an den zuständigen Tutor geschickt werden können.</p> <p>Didaktische Relevanz: Das Öffnen des Dialogfensters signalisiert, dass an dieser Stelle im Lösungsprozess die Unterstützung des Lernprogramms nicht ausreichend ist, um den Beweis fortzuführen. Grund dafür kann sein, dass die automatische Analyse fehlgeschlagen ist, da keine Standardlösung oder Standardfehler festgestellt werden konnten. Ebenso ist es möglich, dass von Seiten des Lernenden verstärkter Erklärungsbedarf zum weiteren Vorgehen besteht, der nicht durch die automatisch erzeugten Rückmeldungen und Tipps abgedeckt werden kann. In beiden Fällen ist dieses Lernereignis von besonderer Bedeutung und weist darauf hin, dass eine persönliche Intervention durch den Lehrenden gefragt ist.</p>
<p>Dialog "Tutor fragen" geschlossen, ohne eine Frage abzuschicken</p>	<p>L</p>	<p>Beschreibung: Das Dialogfenster "Tutor fragen" wird vom Lernenden geschlossen, ohne die Frage abzuschicken.</p> <p>Didaktische Relevanz: Schließt der Lernende das Dialogfenster, ohne seine Frage abzuschicken, wird keine Kommunikation zwischen Tutor und Lernendem eingeleitet. Dennoch kann auch dieses Ereignis durch eine Analyse des weiteren Lernprozesses wichtige didaktische Informationen vermitteln: Hat der Lernende beim Formulieren seines Problems bereits selbst die Lösung gefunden und kann den Beweis nun selbstständig fortführen? Bricht der Lernende die Aufgabenbearbeitung komplett ab, ohne weiter nach einer Lösung seines Problems zu suchen? Gründe für einen Abbruch der Aufgabenbearbeitung können vielfältig sein: Der Lernende möchte seinen Lösungsweg nicht offen legen - eventuell aus Angst sich zu blamieren. Es bestehen Bedenken bezüglich Datenschutz. Es gelingt dem Lernenden nicht, seine Frage in Worte zu fassen. Welche Gründe ausschlaggebend sind, lässt sich anhand des Lernereignisses selbst nicht herausfinden. Dennoch stellt das Eintreten des Ereignisses einen deutlichen Hinweis darauf dar, dass Handlungsbedarf von Seiten des Lehrenden besteht, sodass der Lernprozess durch geeignete Maßnahmen unterstützt und in die richtige Richtung gelenkt wird.</p>
<p>Persönliche Frage an Tutor abgeschickt</p>	<p>L</p>	<p>Beschreibung: Der Lernende schickt die von ihm formulierte Frage über das Dialogfenster "Tutor fragen" ab.</p> <p>Didaktische Relevanz: Dieses Lernereignis markiert eine Stelle im Lösungsprozess, an der der</p>

Lernereignis	Akteur	Beschreibung und Didaktische Relevanz
		Lernende die persönliche Unterstützung des Tutors benötigt. Anhand des bis dahin entwickelten Lösungswegs und der persönlich formulierten Frage kann analysiert werden, worin genau das Verständnisproblem liegt.
Hilfe geöffnet	L	<p>Beschreibung: Der Lernende ruft die Hilfefunktion auf.</p> <p>Didaktische Relevanz: Über die Hilfefunktion erhält der Lernende eine Beschreibung, wie das Lernprogramm bedient wird (z.B. wie mathematische Formeln eingegeben werden können). Häufiges Aufrufen der Hilfe können Hinweise darauf geben, dass der technische Umgang mit dem Werkzeug Probleme bereitet.</p>
Umformungsschritt hinzugefügt	L	<p>Beschreibung: Der Lernende fügt dem Beweis einen weiteren Umformungsschritt hinzu.</p> <p>Didaktische Relevanz: Um den gesamten Lösungsprozess in der Beweisführung zu dokumentieren und nachvollziehbar zu machen, wird jeder einzelne Umformungsschritt als eigenes Lernereignis erfasst.</p>
Umformungsschritt entfernt	L	<p>Beschreibung: Der Lernende entfernt einen Umformungsschritt aus dem Beweis.</p> <p>Didaktische Relevanz: Um die Entwicklung eines Lösungsansatzes nachverfolgen zu können, werden auch Umformungsschritte, die wieder verworfen werden, mit protokolliert und das Entfernen einer Umformung als eigenes Lernereignis festgehalten.</p>
Zur Aufgabenübersicht zurückgekehrt	L	<p>Beschreibung: Der Lernende kehrt von einer Aufgabenseite zur Aufgabenübersicht zurück.</p> <p>Didaktische Relevanz: Mit diesem Lernereignis wird die Bearbeitung einer Aufgabe abgeschlossen. Didaktisch relevant ist an dieser Stelle der Zustand der aktuellen Aufgabenbearbeitung: Konnte der Lernende den Beweis erfolgreich führen? Enthält der Lösungsweg noch Fehler? Wurde die Aufgabenbearbeitung abgebrochen, ohne den Beweis zu Ende zu führen?</p>
Abgemeldet	L	<p>Beschreibung: Der Lernende meldet sich vom Lernprogramm ab.</p> <p>Didaktische Relevanz: Das Lernereignis markiert das Ende einer Arbeitssitzung mit dem Lernprogramm und damit auch das Ende der "beobachtbaren" Lernphase.</p>

Verwendete Abkürzungen: **L** = Lernender, **S** = System

Anhang C. Evaluationsunterlagen

C.1 Materialien und Ergebnisse zur Evaluationsphase I

C.1.1 Fragebogen: Zusatzfragen

Vorab-Fragebogen

Haben Sie bereits eine schriftliche Aufgabe bearbeitet?

- ja
 nein

Wenn ja: welche?

- Beweisen Sie folgende Aussage: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$$

- Beweisen Sie folgende Aussage: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n (2k-1) = n^2$$

- Beweisen Sie folgende Aussage: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n (3k-2) = \frac{n(3n-1)}{2}$$

- Beweisen Sie folgende Aussage: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n (4k-3) = n(2n-1)$$

Aufgabe 1:

Beweisen Sie folgende Aussage:

Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

Aufgabe 2:

Beweisen Sie folgende Aussage:

Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$\sum_{k=1}^n (2k-1)^2 = \frac{2n(2n-1)(2n+1)}{6}$$

Inwiefern stimmen Sie folgenden Aussagen zu?

Ich kann das Beweisprinzip der vollständigen Induktion nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>				
	0%	25%	50%	75%	100%
Ich kann die Struktur der vollständigen Induktion jemandem erklären.	<input type="checkbox"/>				
	0%	25%	50%	75%	100%
Ich denke, dass ich Aufgabe 1 durch vollständige Induktion beweisen kann.	<input type="checkbox"/>				
	0%	25%	50%	75%	100%
Ich denke, dass ich Aufgabe 2 durch vollständige Induktion beweisen kann.	<input type="checkbox"/>				
	0%	25%	50%	75%	100%

Abschluss des Fragebogens

Wie gut beherrschen Sie die beurteilte Software?	<input type="checkbox"/>						
	Sehr						Sehr
	schlecht						gut
Wie lange benutzen Sie ungefähr schon...							
• die beurteilte Software?	_____	Tage					
• einen Computer?	_____	Jahre					
Wie häufig benutzen Sie durchschnittlich...							
• die beurteilte Software?	_____	Stunden pro Woche					
• den Computer?	_____	Stunden pro Woche					
Wie alt sind Sie?	_____	Jahre					
Wie ist Ihr Geschlecht?	_____	m / w					

Welchen Gesamteindruck haben Sie von dem Übungswerkzeug ComIn-M?

Was hat Ihnen besonders gut gefallen?

Was hat Ihnen weniger gut gefallen?

Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie für das Programm ComIn-M?

C.1.2 Ergebnis der Videoanalyse

Tabelle 36: Ergebnis der Videoanalyse: Nutzungsprobleme und Lösungsvorschläge

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
Problembereich 1: Formeleingabe in CAS-Syntax			
1	<p>Die Lernenden haben Schwierigkeiten mathematische Formeln einzugeben. Sie lassen z.B. das Summenzeichen weg, geben Formeln ohne Malpunkte ein oder gehen dazu über, auf dem Papier weiterzurechnen.</p> <p>Folge: Benötigen Hilfe vom Tutor</p>	<p>Die Syntax zur Formeleingabe ist zu umständlich und nicht intuitiv. Anstatt die Formeln in der Syntax des Computer-Algebra-Systems Maxima zu formulieren und einzugeben, versuchen die Lernenden die Schreibweise vom Blatt Papier auf den Computer zu übertragen (z.B. $3x$ statt $3*x$ in Maxima-Schreibweise). Insbesondere die Eingabe des Summenzeichens, das in Maxima-Syntax als mathematische Funktion dargestellt wird, ist nicht anhand der schriftlichen Formeldarstellung ableitbar und stellt somit für die Studierenden eine zu große Hürde dar.</p>	<p>Interaktiver Formeleditor mit Werkzeugpalette: In das interaktive Übungsblatt wird ein Formeleditor integriert, der über eine interaktive Werkzeugpalette die notwendigen mathematischen Zeichen und Strukturen zur Auswahl anbietet. Im Eingabefeld werden die Formeln in der gewohnten Darstellung angezeigt und die Terme können an der passenden Stelle (z.B. im Zähler oder Nenner eines Bruchs) direkt eingetippt werden. Es ist weder notwendig eine spezielle Syntax zur Eingabe zu verwenden, noch ist eine Transformation zwischen verschiedenen Formeldarstellungen notwendig.</p>
Problembereich 2: Fehlende mathematische Grundkenntnisse			
2	<p>Die Lernenden haben grundlegende Verständnisprobleme im Bereich der Vollständigen Induktion. Beispielsweise setzen die Lernenden im Induktionsanfang den Startwert nicht in beide Seiten der zu beweisenden Formel ein oder finden keinen Ansatz zum Aufstellen der Induktionsbehauptung.</p> <p>Folge: Benötigen Hilfe vom Tutor</p>	<p>Die vorausgesetzten Kenntnisse des Beweisprinzips der Vollständigen Induktion sind nicht oder nur ansatzweise vorhanden. Durch Rückfragen im Anschluss an den Nutzertest stellte sich heraus, dass die Studierenden lediglich in einer Frontalveranstaltung eine Einführung in das Beweisverfahren erhalten hatten, dass sie jedoch</p>	<p>Hilfeseiten und gelöste Beispielaufgaben: Um den Studierenden den Einstieg in das Lernprogramm und die Anwendung des Beweisverfahrens der Vollständigen Induktion zu erleichtern, werden Hilfeseiten mit einer Erklärung des Verfahrens und gelöste Beispielaufgaben mit ausführlichen Erläuterungen angeboten. Zusätzlich muss in der Beschreibung des Lernprogramms darauf hingewiesen werden, dass es sich um ein Übungswerkzeug zur Vollständigen Induktion</p>

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
		noch keine Beweis- aufgabe zur Vollständigen Induktion eigenständig durchgeführt hatten.	handelt, für dessen Nutzung bestimmte Grundkenntnisse vorausgesetzt werden. Das Programm ist nicht zum Erlernen des Beweisprinzips der Vollständigen Induktion konzipiert.
3	Den Lernenden ist die Bedeutung des Summenzeichens nicht klar. Folge: Benötigen Hilfe vom Tutor	Die Lernenden haben keine ausreichende Übung im Umgang mit dem Summenzeichen. Eventuell sind sie aus der Lehrveranstaltung oder der Schule eine andere Schreibweise gewohnt (z.B. $1 + 2 + 3 + \dots + n-1 +$ n).	Erklärung der Summenschreibweise in der Hilfe: In der Hilfe wird auf die Summenschreibweise eingegangen und verschiedene Formen der Summendarstellung vorgestellt. Gegebenenfalls werden in den gelösten Beispielaufgaben verschiedene Formen der Summendarstellung verwendet.

Problembereich 3: Aufgabengestaltung

4	Den Lernenden ist nicht klar, auf welche Beweisschritte der Vollständigen Induktion sich die Teilaufgaben aus dem Lernprogramm beziehen.	Die Lernenden kennen die Teilschritte der Vollständigen Induktion unter anderen Bezeichnungen als diejenigen, die im Lernprogramm verwendet werden. Dies kann darin begründet sein, dass in der Veranstaltung oder bereits in der Schule andere Fachbegriffe eingeführt wurden.	Konfigurierbare Fachbegriffe und Glossar Die im Lernprogramm dargestellten Begriffe sollten konfigurierbar sein, sodass jeder Lehrende bei Bedarf das Programm an seine Veranstaltung anpassen kann. Auch ein Glossar mit Erklärungen der Fachbegriffe kann zur Behebung dieses Problems beitragen.
5	Die Lernenden wissen nicht, wie der Induktionsanfang in den zur Verfügung stehenden Eingabefeldern dargestellt werden soll.	Die Aufgabenstellung ist nicht klar genug formuliert. Die Darstellung weicht von der schriftlichen Darstellung auf dem Papier ab.	Gestaltung als Lückenaufgabe Die Formulierungen zur Darstellung des Induktionsanfangs werden vorgegeben und Eingabefelder als auszufüllende Lücken in die Darstellung eingefügt. Durch die Vorgabe der Formulierungen prägen sich diese besser ein, und ungeübte Lernende erhalten eine grundlegende Orientierung und eine genauere Anleitung, was im Induktionsanfang gemacht werden muss.

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
6	Den Lernenden ist nicht klar, was im Teilschritt der Induktionsbehauptung angegeben werden soll. Folge: Abbruch	Die aus didaktischen Gründen vorgenommene Darstellung der Induktionsbehauptung als eigener Teilschritt im Beweis verwirrt die Lernenden und trägt nicht dazu bei, die Bedeutung dieses Schrittes besser zu verstehen. Zudem ist die Aufgabenformulierung in diesem Teilschritt unklar. Insbesondere die Verwendung desselben Variablennamens in der zu beweisenden Formel und im Induktionsschritt ist schwer verständlich.	Formulierung „Es ist zu zeigen, dass:“ Die Induktionsbehauptung wird (zusammen mit der Induktionsvoraussetzung und dem Induktionsschluss) als Unterpunkt des Induktionsschrittes dargestellt. Zusätzlich wird deutlich auf den Zweck der Induktionsbehauptung hingewiesen: in der Behauptung wird die Aussage formuliert, die im Anschluss bewiesen wird („Es ist zu zeigen, dass: “). Um die Trennung zwischen der durch Vollständige Induktion zu beweisenden Formel und dem im Induktionsschritt durchzuführenden direkten Beweis besser aufzuzeigen, werden unterschiedliche Variablennamen in der zu beweisenden Formel und im Induktionsschritt verwendet (vgl. Abschnitt 7.1.1).
7	Die Lernenden verstehen die Aufgabenstellung im Teilschritt des Induktionsschlusses nicht („ausgehend von der linken oder der rechten Seite“).	Den Lernenden ist unklar, was mit "Linker bzw. Rechter Seite" gemeint ist. Die Lernenden sind durch diese Arbeitsanweisung verunsichert, anstatt - wie beabsichtigt - zum flexiblen Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten ermuntert zu werden.	Formulierung „Beweise die Induktionsbehauptung“ Die Aufgabenstellung formuliert klar und deutlich den Arbeitsauftrag in diesem Teilschritt ("Beweise die Induktionsbehauptung!") und betont damit ebenfalls den Zusammenhang von Induktionsschluss und Induktionsbehauptung. Die Formulierung „linke/rechte Seite“ wird vollständig weggelassen. Stattdessen werden Hinweise auf mögliche Umformungsstrategien in den Tipps gegeben.
8	Die Lernenden versuchen, den Induktionsschluss durchzuführen, obwohl die Induktionsbehauptung falsch ist.	Die Lernenden sind durch die getrennte Darstellung der beiden Teilschritte "Induktionsbehauptung" und "Induktionsschluss" verwirrt. Sie verstehen	Automatischer Übertrag der Induktionsbehauptung in den Induktionsschluss Im Lernprogramm darf der Induktionsschluss nur dann bearbeitet werden, wenn die

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
		nicht, wie beide Schritte zusammenhängen.	Induktionsbehauptung eingegeben wurde (ansonsten sind die Eingabefelder deaktiviert und eine erklärende Meldung wird angezeigt). Geben die Lernenden die Induktionsbehauptung ein, so wird die Eingabe automatisch in den Teilschritt des Induktionschlusses übertragen. Das Lernprogramm verhindert so, dass widersprüchliche oder unsinnige Eingaben in den zusammenhängenden Beweisschritten gemacht werden.
Problembereich 4: Oberflächen- und Interaktionsdesign			
9	Die Lernenden lösen nicht die Aufgabe, die oben angegeben ist. Sie verstehen nicht, warum die automatische Überprüfung der eingegebenen Lösung diese als falsch zurückmeldet.	Die Anzeige der zu beweisenden Formel ist nicht auffällig genug und verschwindet beim Scrollen.	Die zu beweisende Formel wird stärker hervorgehoben. Sie wird nicht zentriert auf dem Bildschirm dargestellt, sondern bündig mit den Eingabefeldern positioniert. Evtl. bleibt die Formel als Overlay auch beim Scrollen immer sichtbar.
10	Die Lernenden verstehen die Bedeutung der Buttons "L+" und "R+" nicht. Ihnen ist nicht klar, wie der Lösungsweg dargestellt wird bzw. in welcher Form dieser eingegeben werden soll.	Die Buttons sind nicht aussagekräftig.	Die Buttons werden als grafische Icons "+" und "-" dargestellt.
11	Die Lernenden haben noch kein Feedback zu ihrer Lösung abgerufen und benötigen einen Tipp. Sie wissen nicht, wie sie diesen abrufen können. Folge: Abbruch	Tipps werden erst als Teil der automatischen Rückmeldung angeboten.	Hilfeseiten mit einer Erklärung des Beweisprinzips der Vollständigen Induktion und eine gelöste Beispielaufgabe werden unabhängig von der automatischen Rückmeldung angeboten. Damit können die Lernenden die Details zur Durchführung eines Beweises noch einmal nachlesen und wiederholen, und die gelöste Beispielaufgabe auf die zu bearbeitende Aufgabe über-

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
			tragen. Damit wird die selbständige Lösungsfindung unterstützt, aber gleichzeitig die tatsächliche Lösung nicht vorweggenommen (s. Abschnitt 2.3.6).
12	Die Lernenden suchen den Fehler nur im rot umrandeten Feld. Sie gehen davon aus, dass der Rest der eingegebenen Lösung stimmt.	Nur das Eingabefeld, das zum zuerst festgestellten Problem gehört, wird rot markiert.	Alle fehlerhaften Eingabefelder werden rot markiert.
13	Die Lernenden korrigieren einen Fehler und lassen die neue Eingabe überprüfen. Das Feedbackfeld verschwindet und die Lernenden fragen sich, ob ihre Lösung jetzt richtig ist.	Es wird keine Rückmeldung zu richtigen Lösungen gegeben.	Richtige Teilschritte markieren Ein grüner Haken wird angezeigt, wenn der überprüfte Teilschritt richtig ist.
14	Die Lernenden übersehen die Infobox mit der Zusammenfassung aller festgestellten Probleme oder sind irritiert, weil sie erst mit OK bestätigen müssen, bevor sie die eigentliche Rückmeldung sehen.	In einer modalen Dialogbox wird zunächst eine Zusammenfassung aller festgestellten Probleme angezeigt. Auf dem Mac erscheint die Alert-Box am oberen Rand des Bildschirms und fällt nicht auf.	Dialogbox entfernen Es wird keine Dialogbox mit der Zusammenfassung angezeigt. Es genügt, den Feedback-Bereich einzublenden, bzw. einen grünen Haken hinter den Aufgabenteil zu setzen, wenn alles richtig eingegeben wurde.
15	Es werden Rückmeldungen für alle bearbeiteten Teilschritte zurückgeliefert, nicht nur für den Teilschritt, für den eine Überprüfung angefordert wurde.	Das Lernprogramm überprüft nicht nur den aktuellen Teilschritt, sondern den gesamten Lösungsweg über alle Teilschritte hinweg. Alle gefundenen Probleme werden im interaktiven Übungsblatt angezeigt.	Nur das erste Problem des aktuell bearbeiteten Teilschritts wird angezeigt.
16	Die Lernenden möchten zum nächsten Problem navigieren, aber es passiert nichts.	Der Link "nächstes Problem" wird immer gleich dargestellt, auch wenn kein weiteres Problem existiert.	Nächstes Problem wird deaktiviert dargestellt, wenn es kein nächstes Problem gibt.
17	Die Lernenden korrigieren ihre Eingabe nicht, obwohl	Es ist nicht klar erkennbar, wann ein Teilschritt	Falsche Teilschritte werden mit einem "Falsch" oder "Problem"-

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
	ein Problem angezeigt wird.	richtig ist und wann er falsch ist.	Icon markiert, richtige Teilschritte mit einem grünen Haken. Es wird nur eine Rückmeldung zum aktuell überprüften Teilschritt angezeigt (s. ID 15).
18	Lernende klicken den Tipp-Link nicht an, obwohl sie nicht weiter wissen.	Der Tipp-Link ist zu unauffällig.	Der Tipp-Link wird optisch besser hervorgehoben. Als weitere Optimierung des Feedbacks, sollte nach mehreren vergeblichen Lösungsversuchen in der Feedbackanzeige auf die Tipps hingewiesen werden oder ein Tipp direkt angezeigt werden.

Problembereich 5: Feedback-Inhalt

19	Die Lernenden verstehen die Fachterminologie nicht.	Die Lernenden kennen die Teilschritte der Vollständigen Induktion unter anderen Bezeichnungen als diejenigen, die in den Rückmeldungen verwendet werden. Dies kann darin begründet sein, dass in der Veranstaltung oder bereits in der Schule andere Fachbegriffe eingeführt wurden.	Konfigurierbare Fachbegriffe und Glossar Die im Lernprogramm dargestellten Begriffe sollten konfigurierbar sein, sodass jeder Lehrende bei Bedarf das Programm an seine Veranstaltung anpassen kann. Auch ein Glossar mit Erklärungen der Fachbegriffe kann zur Behebung dieses Problems beitragen.
20	Die Lernenden verstehen den Tipp nicht "Ersetze auf der linken Seite der zu beweisenden Aussage jedes Vorkommen der Variable n durch $n+1$ ".	Den Lernenden ist unklar, was mit "Linker Seite" gemeint ist. Zudem ist die Verwendung desselben Variablennamens in der zu beweisenden Formel und im Induktionsschritt schwer verständlich.	Der Tipp wird umformuliert und an die veränderte Aufgabengestaltung aus ID 6 angepasst: in der zu beweisenden Formel und im Induktionsschritt werden unterschiedliche Variablennamen verwendet.
21	Die Lernenden wissen nicht, worauf sich der Begriff "Induktionsannahme" in der Infobox bezieht. Im interaktiven Aufgabenblatt wird der Teilschritt als "Induktionsvoraussetzung" bezeichnet.	Fachbegriffe werden inkonsistent verwendet.	Alle Fachbegriffe werden im Lernprogramm konsistent verwendet. Idealerweise besteht die Möglichkeit zur Konfiguration der Begriffe (s. ID 4, ID 19). In einem Glossar werden die verwendeten Begriffe erklärt (s. ID 4, ID 19).

ID	Nutzungsproblem	Ursache	Lösungsvorschlag
22	Die Lernenden wissen trotz Rückmeldung nicht, wie sie weiter machen sollen.	Die Rückmeldungen sind nicht konkret genug.	Genauerer Feedback Im Feedback werden genauere Hinweise auf die Art des festgestellten Problems gegeben bzw. auf Tipps hingewiesen.
23	Die Lernenden benötigen konkretere Tipps, erhalten aber bei erneuter Anforderung eines Tipps immer dieselbe Meldung. Folge: Abbruch	Für jedes Problem ist nur ein Tipp hinterlegt. Häufig ist dieser jedoch nicht ausreichend, um den Fehler zu korrigieren.	Mehrstufige, konkreter werdende Tipps Mit jedem fehlgeschlagenen Korrekturversuch werden die abgerufenen Tipps konkreter. Gelingt es den Lernenden trotz der mehrstufigen Tipps nicht, einen richtigen Lösungsweg zu finden, erhält der Lernende nach einer bestimmten Anzahl an Fehlversuchen den Ratschlag, die Lösung an die betreuende Lehrperson weiterzuleiten und von dieser manuelles Feedback anzufordern.

Problembereich 6: Erwartungskonformität

24	Die Lernenden versuchen vergeblich, eine gerenderte Formel zu markieren und zu kopieren.	Die gerenderte Formeldarstellung entspricht nicht der Eingabesyntax für Formeln und kann deswegen nicht in ein Formeleingabefeld eingetragen werden. Der gewohnte Copy-/Paste-Mechanismus durch Markieren und Tastenkombinationen funktioniert daher nicht.	Für Formeln wird eine Copy-/Paste-Funktion angeboten.
25	Die Lernenden finden keine Funktion zum Speichern der aktuellen Lösung.	Die Lernenden gehen davon aus, dass die Standardfunktion "Speichern" zum Abspeichern des aktuellen Bearbeitungsstandes im Lernprogramm vorhanden ist.	Es wird eine Funktion zum Speichern des aktuellen Lösungswegs angeboten.

C.2 Materialien zur Evaluationsphase II

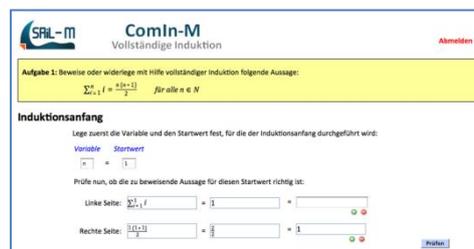
C.2.1 Fragebogen

Fragebogen zu den Lernprogrammen „ComIn-M“, „SetSails!“ und „Squiggle-M“

Dieser Fragebogen dient der **Evaluation der Lernprogramme „ComIn-M“, „SetSails!“ und „Squiggle-M“**. Die Lernprogramme wurden im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojekts SAiL-M (www.sail-m.de) entwickelt und sollen zur Verbesserung der Hochschullehre in Mathematik beitragen.

Bitte nehmen Sie die Bewertung aufgrund Ihrer individuellen Erfahrung mit den Lernprogrammen vor. Denken Sie daran, dass es nicht um die Beurteilung Ihrer Person geht, sondern um Ihre ganz **persönliche Beurteilung der Software**, mit der Sie arbeiten. Es gibt kein "richtig" oder "falsch".

Fragen zu ComIn-M (Vollständige Induktion)



A1. Wie viele Aufgaben zur Vollständigen Induktion haben Sie in diesem Semester auf dem Papier bearbeitet (ohne Zuhilfenahme des Lernprogramms „ComIn-M“)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

A2. Haben Sie das Lernprogramm „ComIn-M“ verwendet?

- ja
 nein (weiter bei Frage B1)

A3. Wie viele Aufgaben zur Vollständigen Induktion haben Sie in diesem Semester mit ComIn-M bearbeitet (unabhängig davon, ob Sie zu einer richtigen Lösung gelangt sind)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

A4. Hat Ihnen die Arbeit mit dem Lernprogramm „ComIn-M“ Spaß gemacht?

hat keinen Spaß gemacht *hat viel Spaß gemacht*

A5. Wie sind Sie bei der Aufgabenbearbeitung mit ComIn-M vorgegangen?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe alle Berechnungen online durchgeführt.
 Ich habe die Aufgaben hauptsächlich online bearbeitet, aber zusätzlich noch

Nebenrechnungen auf dem Blatt gemacht.

- Ich habe die Aufgaben auf dem Blatt gerechnet und ComIn-M anschließend zur Überprüfung verwendet.

A6. Wie hilfreich waren die automatischen Rückmeldungen bei der Beweisführung?
 nicht hilfreich sehr hilfreich

A7. Wie oft haben Sie die angebotenen Tipps genutzt?
 nie häufig

A8. Falls Sie keine Tipps verwendet haben: Warum haben Sie keine Tipps verwendet?
 (Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe keine Tipps benötigt.
 Ich habe den Link zum Aufrufen eines Tipps nicht gesehen.
 Ich wollte den Beweis ohne weitere Hilfestellungen lösen.
 Sonstiges: _____

A9. Haben Sie die Möglichkeit genutzt, die Lehrperson (Tutor/in oder Professor/in) direkt um Hilfe zu fragen?

- Ja (weiter mit A11)
 Nein

A10. Falls Sie Frage A9 mit „nein“ beantwortet haben: Warum haben Sie die Lehrperson nicht direkt um Hilfe gefragt?

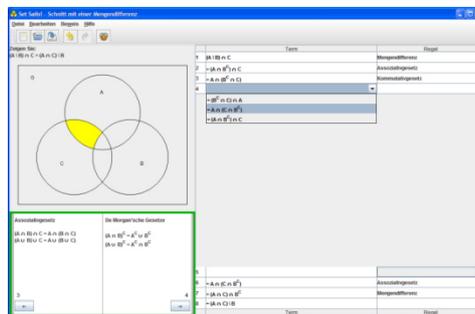
- Für die Beweisführung habe ich keine persönliche Hilfe benötigt.
 Die automatischen Rückmeldungen waren ausreichend.
 Ich hatte Bedenken, persönliche Informationen (z. B. meine E-Mail-Adresse) preiszugeben.
 Ich wollte nicht, dass meine (Zwischen-)Lösung an die Lehrperson geschickt wird.
 Es fiel mir schwer, mein Problem als Frage zu formulieren.
 Ich stelle meine Fragen lieber in der Übungsveranstaltung oder im Tutorium an der Hochschule.
 Ich bitte lieber eine(n) Kommilitonen/in um Hilfe.
 Sonstiges: _____

A11. Welchen Gesamteindruck haben Sie von dem Übungswerkzeug „ComIn-M“?

- Was hat Ihnen besonders gut gefallen?

- Was hat Ihnen weniger gut gefallen?

Fragen zu SetSails! (Mengenalgebra / Aussagenlogik)



B1. Wie viele Aufgaben zur Mengenalgebra und Aussagenlogik haben Sie in diesem Semester auf dem Papier bearbeitet (ohne Zuhilfenahme des Lernprogramms „SetSails!“)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

B2. Haben Sie das Lernprogramm „SetSails!“ verwendet?

- ja
 nein (weiter bei Frage C1)

B3. Wie viele Aufgaben zur Mengenalgebra und Aussagenlogik haben Sie in diesem Semester mit SetSails! bearbeitet (unabhängig davon, ob Sie zu einer richtigen Lösung gelangt sind)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

B4. Hat Ihnen die Arbeit mit dem Lernprogramm „SetSails!“ Spaß gemacht?

hat keinen Spaß gemacht *hat viel Spaß gemacht*

B5. Wie sind Sie bei der Aufgabenbearbeitung mit SetSails! vorgegangen?
 (Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe alle Berechnungen mit SetSails durchgeführt.

- Ich habe die Aufgaben hauptsächlich mit SetSails bearbeitet, aber zusätzlich noch Nebenrechnungen auf dem Blatt gemacht.
- Ich habe die Aufgaben auf dem Blatt gerechnet und SetSails anschließend zur Überprüfung verwendet.

B6. Wie hilfreich waren die automatischen Rückmeldungen der Funktion „Überprüfen der Lösung“ bei der Bearbeitung der Aufgabe?

nicht hilfreich sehr hilfreich

B7. Wie oft haben Sie die angebotenen Tipps genutzt?

nie häufig

B8. Falls Sie keine Tipps verwendet haben: Warum haben Sie keine Tipps verwendet? (Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe keine Tipps benötigt.
- Ich habe die Schaltfläche zum Aufrufen eines Tipps nicht gesehen.
- Ich wollte die Aufgabe ohne weitere Hilfestellungen lösen.
- Sonstiges: _____

B9. Haben Sie die Möglichkeit genutzt, die Lehrperson (Tutor/in oder Professor/in) direkt um Hilfe zu fragen?

- Ja (weiter mit B11)
- Nein

B10. Falls Sie Frage B9 mit „nein“ beantwortet haben: Warum haben Sie die Lehrperson nicht direkt um Hilfe gefragt?

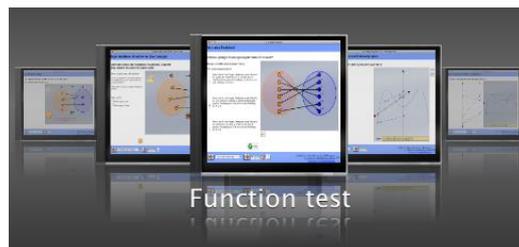
- Für die Beweisführung habe ich keine persönliche Hilfe benötigt.
- Die automatischen Rückmeldungen waren ausreichend.
- Ich hatte Bedenken, persönliche Informationen (z. B. meine E-Mail-Adresse) preiszugeben.
- Ich wollte nicht, dass meine (Zwischen-)Lösung an die Lehrperson geschickt wird.
- Es fiel mir schwer, mein Problem als Frage zu formulieren.
- Ich stelle meine Fragen lieber in der Übungsveranstaltung oder im Tutorium an der Hochschule.
- Ich bitte lieber eine(n) Kommilitonen/in um Hilfe.
- Sonstiges: _____

B11. Welchen Gesamteindruck haben Sie von dem Übungswerkzeug „SetSails!“?

- Was hat Ihnen besonders gut gefallen?

- Was hat Ihnen weniger gut gefallen?

Fragen zu Squiggle-M (Funktionen)



C1. Wie viele Aufgaben zum Thema „Abbildungen“ haben Sie in diesem Semester auf dem Papier bearbeitet (ohne Zuhilfenahme des Lernprogramms „Squiggle-M“)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

C2. Haben Sie das Lernprogramm „Squiggle-M“ verwendet?

- ja
 nein (weiter bei Frage D1)

C3. Wie viele Aufgaben zum Thema „Abbildungen“ haben Sie in diesem Semester mit Squiggle-M bearbeitet (unabhängig davon, ob Sie zu einer richtigen Lösung gelangt sind)?

Ich habe ca. _____ Aufgaben bearbeitet.

C4. Hat Ihnen die Arbeit mit dem Lernprogramm „Squiggle-M“ Spaß gemacht?

hat keinen Spaß gemacht *hat viel Spaß gemacht*

C5. Wie sind Sie bei der Aufgabenbearbeitung mit Squiggle-M vorgegangen? (Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe alle Aufgaben mit Squiggle-M durchgeführt.

- Ich habe die Aufgaben hauptsächlich mit Squiggle-M bearbeitet, aber zusätzlich noch Nebenrechnungen bzw. Skizzen auf dem Blatt gemacht.
- Ich habe die Aufgaben auf dem Blatt bearbeitet und Squiggle-M anschließend zur Überprüfung verwendet.

C6. Wie hilfreich waren die automatischen Rückmeldungen der Funktion „Überprüfen der Lösung“ bei der Bearbeitung der Aufgabe?

nicht hilfreich sehr hilfreich

C7. Wie oft haben Sie die angebotenen Tipps genutzt?

nie häufig

C8. Falls Sie keine Tipps verwendet haben: Warum haben Sie keine Tipps verwendet? (Bitte kreuzen Sie nur eine Antwort an!)

- Ich habe keine Tipps benötigt.
- Ich habe die Schaltfläche zum Aufrufen eines Tipps nicht gesehen.
- Ich wollte die Aufgabe ohne weitere Hilfestellungen lösen.
- Sonstiges: _____

C9. Haben Sie die Möglichkeit genutzt, die Lehrperson (Tutor/in oder Professor/in) direkt um Hilfe zu fragen?

- Ja (weiter mit C11)
- Nein

C10. Falls Sie Frage B9 mit „nein“ beantwortet haben: Warum haben Sie die Lehrperson nicht direkt um Hilfe gefragt?

- Für die Beweisführung habe ich keine persönliche Hilfe benötigt.
- Die automatischen Rückmeldungen waren ausreichend.
- Ich hatte Bedenken, persönliche Informationen (z. B. meine E-Mail-Adresse) preiszugeben.
- Ich wollte nicht, dass meine (Zwischen-)Lösung an die Lehrperson geschickt wird.
- Es fiel mir schwer, mein Problem als Frage zu formulieren.
- Ich stelle meine Fragen lieber in der Übungsveranstaltung oder im Tutorium an der Hochschule.
- Ich bitte lieber eine(n) Kommilitonen/in um Hilfe.
- Sonstiges: _____

C11. Welchen Gesamteindruck haben Sie von dem Übungswerkzeug „Squiggle-M“?

- Was hat Ihnen besonders gut gefallen?

- Was hat Ihnen weniger gut gefallen?

Allgemeine Fragen

D1. Wie lange beschäftigen Sie sich durchschnittlich pro Woche mit dem Bearbeiten von Mathematikaufgaben?

Ca. _____ Stunden

D2. Wie viel Zeit verbringen Sie durchschnittlich pro Woche am Computer?

Ca. _____ Stunden

D3. Wie beurteilen Sie den Einsatz von Programmen wie ComIn-M, SetSails und Squiggle-M als zusätzliches Hilfsmittel zum Üben von Mathematikaufgaben?

nicht sinnvoll sehr sinnvoll

D4. Ich löse Mathematik-Aufgaben bevorzugt

- auf dem Blatt
- am Computer

D5. Wie alt sind Sie?

Alter: _____ Jahre

Wie ist Ihr Geschlecht?

- Weiblich
- Männlich

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

C.2.2 Ergebnis der Clusteranalyse

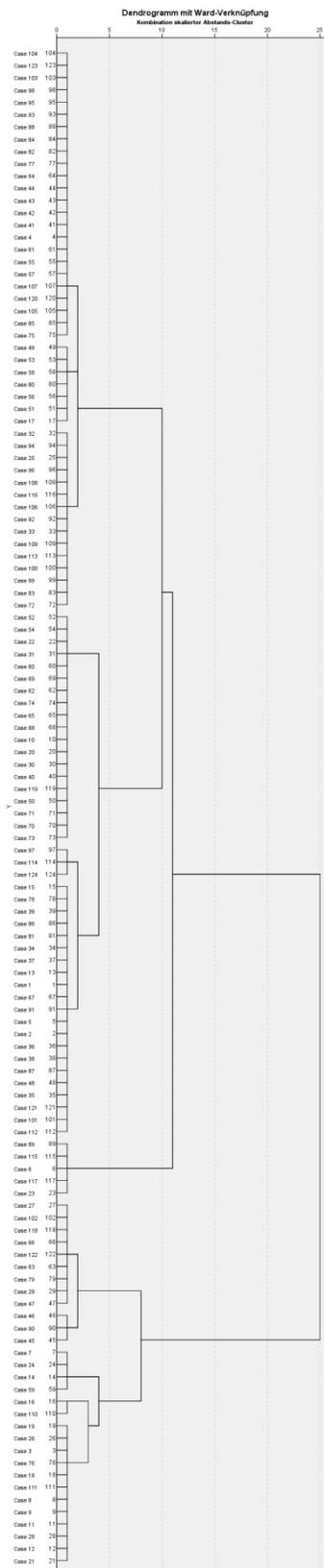


Abbildung 81: Dendrogramm für die Clusterung der Bearbeitungsprozesse in Bezug auf die Anzahl an Feedbackanfragen in den Teilschritten des Induktionsbeweises

C.3 Materialien und Ergebnisse zur Evaluationsphase III

C.3.1 Interview-Leitfaden

Fragebogen SMALA 2012 - Dozenten

1) Einsatz der Lernwerkzeuge

In meiner Veranstaltung sind folgende Lernwerkzeuge zum Einsatz gekommen:

- ComInM
- Squiggle-M
- SetSails

(Bitte pro Tool einen separaten Fragebogen verwenden - gegebenenfalls weitere Kopien anfertigen)

2) Bereitstellung des Tools

Meinen Studenten habe ich das Lernwerkzeug wie folgt bereitgestellt:

- im LMS als zugängliche Ressource
- als Übungstool in den regelmäßigen Pflichtübungen
- als Übungstool in den regelmäßigen optional angebotenen Übungen
- in der Vorlesung / im Seminar als Mathematikwerkzeug
- über eine Einladung via Email

Kommentare:

3) Bereitstellungseinsatz

Markieren Sie:

mit einem „X“ : welchen Einsatz zur Bereitstellung des Tools notwendig war;

mit einem „O“ : welche weiteren Möglichkeiten gewünscht sind, und

mit einem „-“ : welche Bereitstellungsmaßnahmen für Sie weniger realisierbar scheinen.

- Kontakt per Email mit den Verantwortlichen von SMALA
- Kontakt per Email mit den Verantwortlichen des Lernwerkzeugs
- Experten in meine LMS Veranstaltung einladen, um das Lernwerkzeug einrichten zu lassen
- Eigene Übungen erstellen, welche mit Hilfe des Werkzeugs gelöst werden
- Übernehmen bereits vorhandener Übungen
- War technischer Support während des Evaluationszeitraums notwendig?
Wenn ja: war der Support gut/schlecht/könnte besser sein

Kommentare:

4) Benutzung

In meiner Veranstaltung habe ich das Lernwerkzeug ungefähr _____ Stunden verwendet, davon:

_____ Stunden in der Vorlesung / im Seminar über den Beamer

_____ Stunden in den Übungsstunden über Studentenlaptops

_____ Stunden für die eigene Vorbereitung

Kommentare:

5) Anfragen

Ich habe _____ Anfragen beantwortet, davon:

_____ Mündlich (im Gespräch / in der Übungsstunde)

_____ Per Email

_____ Per SMALA-Anfrage

wenn nicht 0:

Wie aufwendig bzw. einfach war es, die Anfragen per Email zu beantworten?

Eignet sich diese Art der Kommunikation, um solche Anfragen zu beantworten?
(ja/nein)

Liefern die SMALA-Aufzeichnungen der Benutzerinteraktionen alle Informationen,
um die Anfragen sinnvoll beantworten zu können?

Was hat Ihnen an den SMALA-Aufzeichnungen und der Art ihrer Darstellung
gefallen? Was hat Ihnen nicht gefallen? Was fehlt?

_____ Über das LMS (StudIP, Moodle, ...)

Kommentare:

6) Ergebnisse

Kreuzen Sie die Antworten an, die Ihrer Kenntnis nach am besten zutreffen:

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme überhaupt nicht zu
viele Studenten/innen haben die Werkzeuge ausprobiert				
viele Studenten/innen waren während / nach der Benutzung „frustriert“				
viele Studenten/innen beherrschten die Übungen				
viele Studenten/innen haben sich gegenseitig geholfen und miteinander kommuniziert				
einige Übungen waren für die Studenten/innen zu schwer				

Kommentare:

7) Smala Log Views

Haben Sie die verschiedenen Sichten auf die SMALA-Aufzeichnungsdaten verwendet?

Nein - warum nicht?

Ja:

Konnten Sie aus den Protokolldaten eine Einsicht in das Vorgehen der Studierenden bei der Aufgabenbearbeitung gewinnen bzw. Hinweise auf Probleme bekommen?

Lieferten die Protokolldaten Informationen über den Leistungsstand der Studierenden?

- Lieferten die Protokolldaten andere für Sie hilfreiche Informationen? Wenn ja, welche?

Welche zusätzlichen Informationen würden Sie gerne in den SMALA-Logging-Ansichten bekommen?

8) Allgemein

Bieten die Lernwerkzeuge und SMALA Unterstützung bei der Betreuung der Studierenden?
(Bitte begründen Sie Ihre Antwort!)

- Ja Nein

Würden Sie Lernwerkzeuge mit SMALA wieder in Ihrer Veranstaltung einsetzen? (Bitte begründen Sie Ihre Antwort.)

- Ja Nein

Haben Sie weitere Anregungen oder Kritik zu der SMALA-Plattform oder zu den einzelnen Lernwerkzeugen?

- Ja Nein

C.3.2 Kategoriensystem zur Codierung der Interview-Transkripte

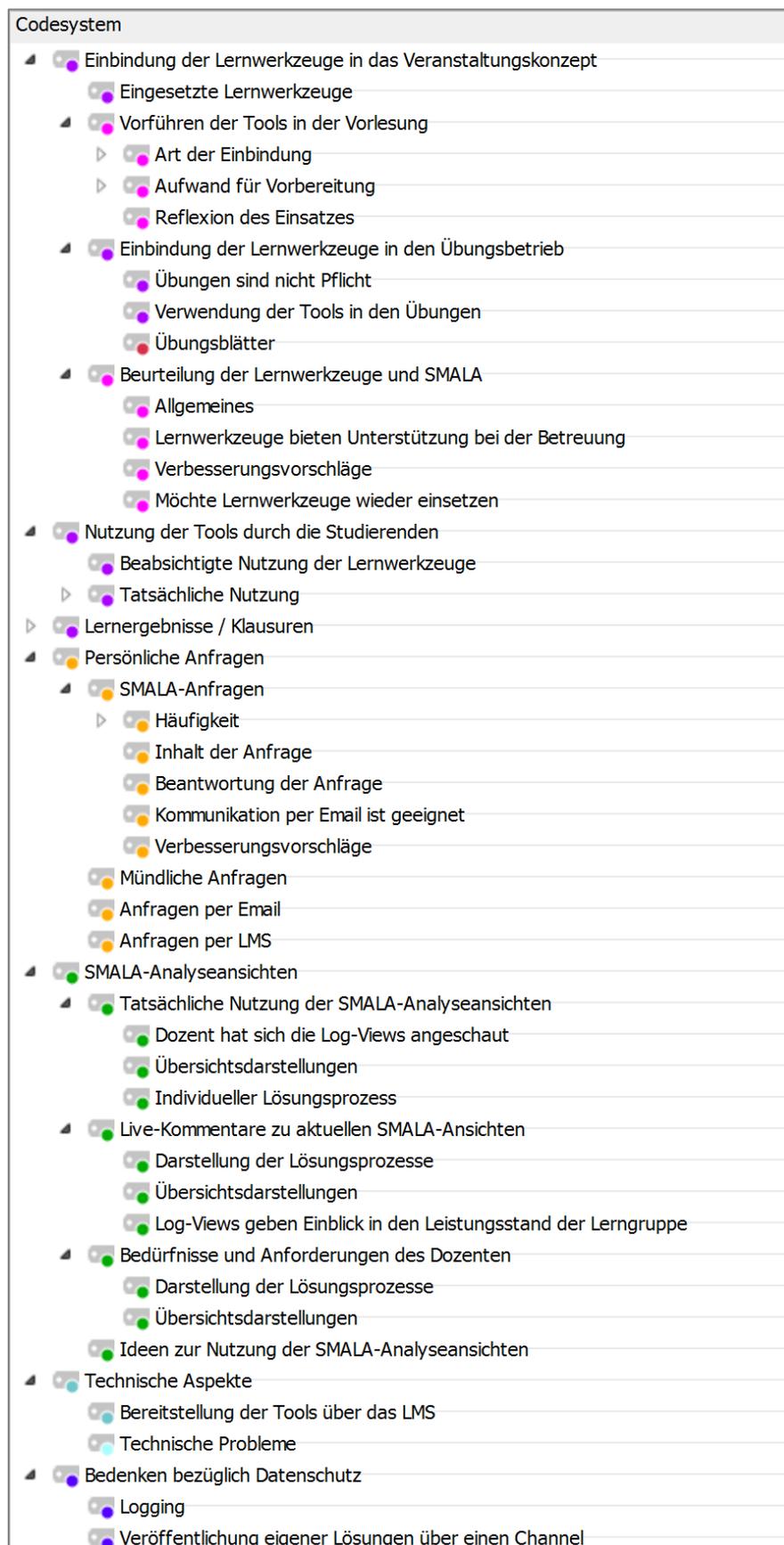


Abbildung 82: Kategoriensystem zur Codierung der Interviews