

Ein Prozess und eine Lernumgebung zum abstrahierenden Lernen durch aktive Modellbildung

Till Schümmer¹, Wolfram Schobert¹, Christina Matschke², Jörg M. Haake¹

¹Fakultät für Mathematik und Informatik
FernUniversität in Hagen
Universitätsstr. 1, 58084 Hagen
{till.schuemmer, wolfram.schobert, joerg.haake}@fernuni-hagen.de

²Institut für Wissensmedien
Schleichstrasse 6, 72076 Tübingen
c.matschke@iwm.de

Abstract: Die Fähigkeit zum Lernen durch Abstraktion aus Erfahrungen unterscheidet Experten von Novizen. Wir stellen einen Prozess für individuelles abstrahierendes Lernen und eine diesen Prozess unterstützende Lernumgebung vor. Die Ergebnisse einer Pilotstudie zeigen, dass Lernende unter Nutzung der Lernumgebung aus Fallbeispielen ein abstraktes Modell erstellen und über ihren Prozess reflektieren konnten. Dies fiel ihnen leichter, wenn die Fallbeispiele wenige gemeinsame Oberflächenmerkmale aufwiesen. Im Gegensatz zum intendierten Prozess wandten manche Lernende einen anderen Prozess an.

1 Einleitung

Experten und Novizen nutzen unterschiedliche Ansätze zur Lösung von Problemen. Während Experten in der Lage sind, aus einem reichen Erfahrungsschatz Gemeinsamkeiten aus unterschiedlichen Erfahrungen konstruktiv zum Problemlösen einzusetzen, schauen Novizen oft auf konkrete Merkmale des vorliegenden Problems und finden nur schwer verwandte Erfahrungen, die sie bei der Problemlösung unterstützen können. Experten abstrahieren somit stärker als Novizen, repräsentieren Erfahrungen somit weniger konkret und beispielhaft. Experten sind Novizen entsprechend beim Transfer von Erfahrungen von einer Basissituation auf eine neue Situation überlegen, weil die abstrakte Repräsentation im Gedächtnis eine Anwendung auf aktuelle Situationen erleichtert [Ro89] und diese bei Experten automatisiert abgerufen wird [CFG81, Ro89]. Wenn man den Wissenserwerb in einem bestimmten Bereich fördern möchte, sollte man also Novizen darin unterstützen, effektiv aus Erfahrungen zu abstrahieren.

Wir nennen diese Fähigkeit im Folgenden abstrahierendes Lernen. Sie wird heute in Bildungseinrichtungen in der Regel durch Vorgabe des Lösungsprinzips als auch durch die wiederholte Anwendung im Rahmen des Frontalunterrichts vermittelt. Dabei liegen limitierende Faktoren sowohl in der für das Abstrahieren notwendigen Anzahl geeigneter Erfahrungen als auch im Aufwand, solche Erfahrungen selbst zu machen.

In diesem Beitrag stellen wir einen technisch unterstützten Lernprozess vor, bei dem abstrahierendes Lernen im Mittelpunkt steht. Der Prozess ist auf das individuelle Lernen durch Abstraktion ausgelegt. Dabei erhalten die Lernenden unterschiedliche Fälle, aus denen sie Gemeinsamkeiten abstrahieren und so zur Kernaussage der Fälle vordringen können. Eine dazu passende technische Unterstützung liefert Anreize für die Abstraktion aus konkreten Fallbeispielen. Im Rahmen einer Pilotstudie wurde der Ansatz mit Theologiestudierenden erprobt, die aus Fallbeispielen kirchlichen Handelns abstrakte Handlungsmuster herleiten sollten. Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass mit einem technisch unterstützten Lernprozess auch für Novizen Abstraktion möglich ist. Andererseits zeigen sie aber auch unterschiedliche Lernstrategien auf.

Im nächsten Abschnitt diskutieren wir psychologische Grundlagen für abstrahierendes Lernen, definieren unseren Lernprozess und spezifizieren die Anforderungen an eine Lernumgebung für abstrahierendes Lernen. Abschnitt 3 diskutiert verwandte Arbeiten. Abschnitt 4 präsentiert das Design unserer Lernumgebung zur Unterstützung abstrahierenden Lernens. Abschnitt 5 stellt die Ergebnisse der Nutzung im Rahmen einer Pilotstudie dar. Abschließend fasst Abschnitt 6 unseren Ansatz zusammen, präsentiert unsere Schlussfolgerungen und identifiziert offene Fragestellungen.

2 Ein Prozess für Abstrahierendes Lernen

Im Lernkontext steht bei der Abstraktion vor allem die Bildung eines sogenannten Schemas im Vordergrund. Psychologinnen und Psychologen verstehen unter einem Schema die allgemeine Repräsentationen von Situationstypen, die die jeweiligen Kontextmerkmale der Situationen nicht mehr beinhalten (sog. *Oberflächenmerkmale*), sondern nur noch die zugrunde liegenden gemeinsamen Kernmerkmale (sog. *Strukturmerkmale*). Novizen fällt es im Gegensatz zu Experten sehr schwer, sich von Oberflächenmerkmalen wie dem Kontext, Protagonisten oder Thema zu lösen und gemeinsame Kernmerkmale von Erfahrungen zu erkennen [Ad81, ABM92, CFG81, HHS77].

Die Forschung hat jedoch gezeigt, dass auch Novizen mit der passenden Unterstützung aus Einzelerfahrungen abstrakte Modelle bilden können: Wenn Novizen das Lösungsprinzip verbal oder grafisch vorgegeben wird, fällt ihnen ein Transfer auf neue Situationen deutlich leichter [CI85, FKN86, GH83]. Auch die wiederholte Anwendung einer Lösung aus einer Erfahrung auf neue Situationen führt nach und nach zur Modellbildung bei Novizen [HT89, NH91, RK90]. Sowohl die Vorgabe des Lösungsprinzips als auch die wiederholte Anwendung sind Klassiker des Frontalunterrichts in formalen Bildungseinrichtungen.

Für entdeckendes, selbstgesteuertes Lernen, wie es im e-Learning-Kontext oft anzutreffen ist, hat sich gezeigt, dass ab mindestens vier ähnlichen Erfahrungen auch Novizen abstrakte Modelle ausbilden [RW90]. In der Praxis ist es aber häufig nicht möglich, Novizen Zugang zu so vielen Erfahrungen zu verschaffen, geschweige denn sie selbst so viele Erfahrungen machen zu lassen. Besonders interessant sind daher Befunde zur Wirkung von Hinweisreizen und Instruktionen: Es hat sich gezeigt, dass Novizen die Abstrahierung von einer geringeren Anzahl von Erfahrungen gelingt, wenn man sie auffor-

dert, die Erfahrungen zu vergleichen, auf Ähnlichkeiten zu achten und eine Synopse zu erstellen [CH89, RW90]. Eine Synopse (aus dem Griechischen syn=zusammen und opsis=Sehen) stellt verschiedene Textversionen oder Quellen tabellarisch nebeneinander, wobei ähnliche Abschnitte möglichst so angeordnet sind, dass man Übereinstimmungen und Unterschiede leicht erkennen kann. Synopsen werden zum Beispiel in der Literaturwissenschaft zum Vergleich von Quellen, in der Theologie zum Vergleich der drei synoptischen Evangelien oder in den Rechtswissenschaften zum Vergleich von verschiedenen Fassungen eines Gesetzestextes eingesetzt. Für abstrahierendes Lernen betrachten wir vor allem die Gegenüberstellung von verschiedenen Fallbeispielen.

Offen ist auch, ob Lernende besser aus ähnlichen Fallbeispielen (d.h. mit vielen übereinstimmenden Oberflächenmerkmalen) oder unterschiedlichen Fallbeispielen abstrahieren können. Es ist denkbar, dass die Abstrahierung in ähnlichen Fallbeispielen leichter ist. Auf der Grundlage dessen, dass Novizen die Lösung von Oberflächenmerkmalen schwer fällt, nehmen wir aber an, dass unterschiedliche Fallbeispiele eher Abstrahierung fördern, denn sie zwingen Lernende dazu, sich von Oberflächenmerkmalen zu lösen und richten den Fokus auf gemeinsame Strukturmerkmale.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Vorarbeiten können wir die folgenden Anforderungen für einen Lernprozess und die passende Werkzeugunterstützung definieren:

1. *Anregung zum Vergleichen*: Die verschiedenen Materialien (wie z. B. Fallbeispiele) sollten so präsentiert werden, dass die Lernenden die Oberflächenmerkmale und die Strukturmerkmale der Materialien vergleichen können.
2. *Fokussierung auf gemeinsame Strukturmerkmale*: Der Prozess und die Werkzeugunterstützung sollen Lernende dazu anregen, gemeinsame Strukturmerkmale zu erkennen. Dabei hilft, wenn die Lernenden Oberflächenmerkmale ausblenden können und so die Fälle aus dem konkreten Kontext lösen. Diese Form der Abstraktion macht den Blick für die Gemeinsamkeiten in den Strukturmerkmalen frei.
3. *Modell- oder Schemabildung*: Der Prozess und die Werkzeugunterstützung sollen Lernende dazu anregen, gemeinsame Merkmale aus verschiedenen Fallbeispielen zu einem abstrakten Modell zusammenzufassen. Bei der Strukturierung der Modelle können Lernende z.B. durch passende Vorlagen (Templates) unterstützt werden.

Auf der Grundlage dieser Anforderungen haben wir den in Abbildung 1 dargestellten Prozess zum abstrahierenden Lernen definiert, der sich in zwei Phasen untergliedert: (1) die Analyse-Phase, in der die Nutzer Erfahrungsberichte rezipieren und kommentieren können, und (2) die Modellerstellungs-Phase, in der die Nutzer ein neues Modell unter zu Hilfenahme ihrer Kommentare erstellen.

In der *Analyse-Phase* rezipieren die Lernenden mehrere Fallbeispiele. Beim Lesen der Fallbeispiele regt der Prozess zum Vergleich der drei Beispiele an. Da die Fallbeispiele identisch strukturiert sind, ist eine synoptische Rezeption der Inhalte möglich¹. Die Analyse-Phase beginnt mit der Fokussierung auf einen Abschnitt des ersten Fallbeispiels, z.B. die Situationsbeschreibung. Anschließend werden die entsprechenden Abschnitte

¹ Details zur Struktur der Fallbeispiele und der Modelle finden sich in [SH10].

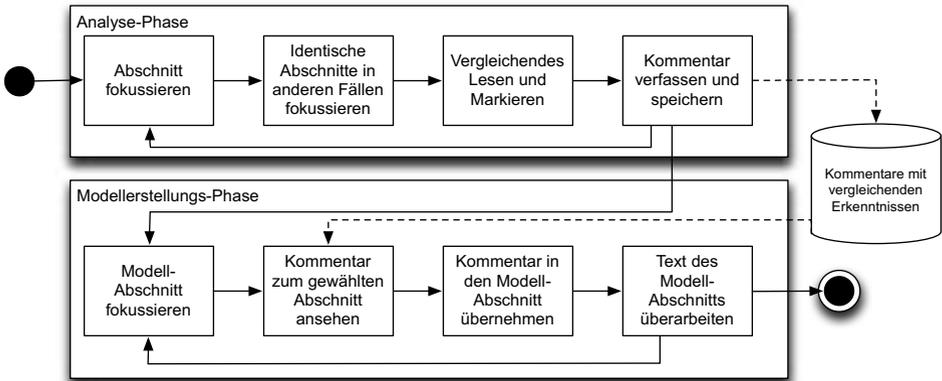


Abbildung 1: Prozessmodell

der anderen Fallbeispiele fokussiert (d.h. gesucht und sichtbar gemacht). Eine mögliche Darstellung sollte deshalb die Texte so nebeneinander darstellen, dass die fokussierten Abschnitte gleichzeitig sichtbar sind. Hierdurch soll der Vergleich vereinfacht werden. Die Darstellung der Abschnitte der Erfahrungsberichte muss jedoch nicht gekoppelt sein (d.h. gekoppeltes Scrolling ist nicht notwendig). Hierdurch haben die Lernenden die Freiheit, auch andere Bereiche aus einem Fallbeispiel zu betrachten.

Darauf folgt als nächster Schritt das vergleichende Lesen und Markieren dieser Abschnitte. Beim Lesen kann die Reflexion auf Strukturmerkmale durch die Möglichkeit des Markierens und Kommentierens von Inhalten unterstützt werden. Informationen aus den drei Erfahrungsberichten sollten fallübergreifend markiert und im vierten Schritt mit einem Kommentar versehen werden können. Da für die Gesamtheit der Markierungen ein gemeinsamer Kommentar gefunden werden muss, regt die fallübergreifende Markierung zur Konzentration auf Strukturmerkmale an und fördert so die Abstraktion. Solange noch nicht alle Abschnitte der Fallbeispiele bearbeitet sind, wird der Prozess mit dem nächsten Abschnitt der Fallbeispiele wiederholt.

In der *Modellerstellungs-Phase* werden nacheinander alle vorgegebenen Modell-Abschnitte mit Inhalt gefüllt. Hierzu konzentrieren sich die Lernenden zunächst auf einen Abschnitt. Zu diesem Abschnitt können sie dann passende Kommentare aus der Analyse-Phase finden und diese Kommentare entweder direkt in den aktuellen Modell-Abschnitt ziehen (d.h. direkte Wiederverwendung). In einem Überarbeitungsschritt werden dann die einzelnen Kommentare eines Abschnitts zu einem Text zusammengefasst. Solange noch nicht alle Modell-Abschnitte mit Inhalt gefüllt sind, wird der Prozess mit dem nächsten Modell-Abschnitt fortgeführt.

3 Verwandte Arbeiten

Aktuelle Ansätze für die Unterstützung des abstrahierenden Lernens durch computergestützte Lernumgebungen beinhalten zum einen Ansätze für das selbstgesteuerte Lernen

aus Lösungsbeispielen [Sc04] oder aus Simulationen, z.B. [LD02]. Hier wird oft nur ein einzelnes Fallbeispiel betrachtet, von dem abstrahiert werden soll. Das Potenzial einer fallübergreifenden Abstraktion bleibt ungenutzt. Ein Motivator für das selbstgesteuerte Lernen aus Lösungs-Beispielen in computerunterstützten Lernumgebungen kann der Praxisbezug des Lehrstoffs sein [SVP98]. Schworm [Sc04] unterscheidet dabei drei Formen von Beispielen: (1) klassische Lösungsbeispiele, bestehend aus der Problemstellung, den Lösungsschritten und der Lösung selbst, (2) (textbasierte) gelöste Beispielprombleme und (3) (dialog- bzw. videobasierte) Modelle.

Hierbei können die Lösungsbeispiele statisch oder dynamisch sein, z.B. durch Änderung von Koeffizienten einer Funktionsgleichung. Beispiel hierfür sind Lernsysteme, die Selbsterklärungen als Mittel des Wissenserwerbs nutzen (z. B. im Bereich der Chemie [Sc04]). Eine andere Klasse von Lernsystemen sind Simulationen, wie z. B. die Umweltsimulation EcoLab [LD02] oder interaktive mathematische Lernsysteme [Gr12]. Diese Systeme sind darauf ausgerichtet, innerhalb des Lösungsbeispiels zur Abstraktion anzuregen. Es wird kein expliziter Vergleich von Beispielen unterstützt. Die Selbsterklärung der Beispiele führt nachweislich zu einem besseren Lernerfolg, wobei Lernsysteme mit instruktionalen Erklärungen den Lernerfolgs zusätzlich steigern [Sc04].

Wie in Abschnitt 2 ausgeführt, kann die synoptische Darstellung die Bereitschaft zur vergleichenden Wahrnehmung fördern. Das Lernen durch synoptischen Vergleich spielt zum Beispiel in der Theologie eine große Rolle: Viele elektronische Bibeln können verschiedene Übersetzungen in einer synoptischen Sicht darstellen, um so von den Übersetzungen der einzelnen Übersetzer auf die zu Grunde liegenden Urtexte zu schließen. Ein Beispiel ist das Angebot bibelserver.com, in dem jeweils zwei Übersetzungen parallel betrachtet und kommentiert werden können. Diese synoptische Darstellung regt zu Vergleichen an und erlaubt es, Einsichten zu den entsprechenden Versen festzuhalten.

Keiner der Ansätze berücksichtigt im vollen Umfang unsere Anforderungen aus Abschnitt 2. Systeme mit Selbsterklärungen unterstützen das Abstrahieren und Sammeln von Gemeinsamkeiten vorrangig innerhalb eines Lösungsbeispiels. Die Lernenden können die Beispiele nicht direkt vergleichen. Bei den Systemen mit synoptischer Sicht wird der Fokus auf die Darstellung und den Vergleich gelegt. Kommentare können erzeugt werden, eine Weiterarbeit mit den Kommentaren wird jedoch nicht unterstützt.

4 Design der Lernumgebung

Zur Unterstützung der in Abschnitt 2 aufgestellten Anforderungen wurde ein Prototyp einer Web-basierte Lernumgebung entwickelt. Die Implementierung erfolgte auf Basis des Web-Frameworks Ruby on Rails. Die Umsetzung der interaktiven Benutzungsschnittstelle erfolgte in Form einer Rich Internet Application (RIA) mittels CoffeeScript, einer einfachen auf JavaScript basierenden Skriptsprache.

Die Benutzungsschnittstelle folgt einem einheitlichen Muster: Die Instruktionen für die jeweilige Phase sind immer links bzw. links oben sichtbar während im rechten Bereich die Inhalte dargestellt werden. In der Analyse-Phase werden den Lernenden drei Fallbei-

spiele in einer Synopsen-Ansicht angezeigt (1). Die Leseposition innerhalb eines Fallbeispiels ist durch unabhängiges Scrollen individuell wählbar. Die Lernenden haben die Möglichkeit, frei wählbare Abschnitte der Fallbeispiele zu vergleichen. Mit einem virtuellen Textmarker (2) können Textstellen in jedem der drei Fallbeispiele markiert werden. Zu diesen Textstellen kann im Notizfeld (3) ein erklärender Kommentar (Notiz) eingegeben und gespeichert werden (4). Die Notiz wird in eine Sammliste (5) eingefügt und auf Wunsch in einem Overlay-Fenster zusammen mit dem markierten Text angezeigt.

Haben die Lernenden alle gewünschten Vergleiche vorgenommen, können sie mit (6) in die Modellerstellungs-Phase wechseln. Hier wird den Lernenden analog zu (5) eine Auflistung ihrer Notizen angezeigt (7). Auch hier können die dazugehörigen Textmarkierungen als Overlay aufgerufen werden. Die Lernenden können ihre Notizen für die Modellerstellung direkt verwenden, indem sie sie durch Drag & Drop in die Editierfelder der Abschnitte des Modells (8) ziehen. Der eingefügte Text kann danach frei angepasst werden. Notizen können beliebig oft bei der Modellbildung verwendet werden. Mit der Schaltfläche (9) wird die Modellerstellungs-Phase abgeschlossen.

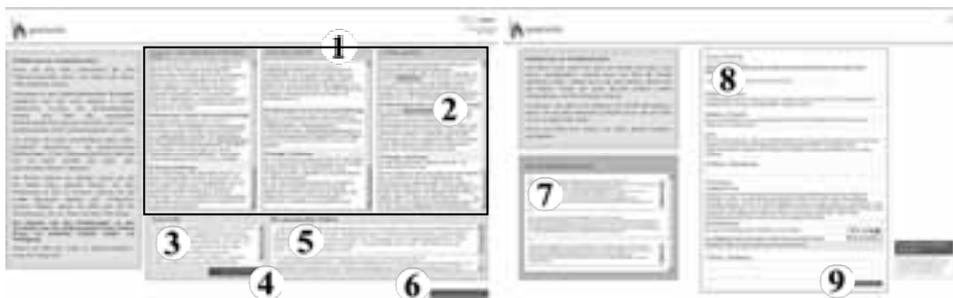


Abbildung 2: Bearbeitungs-Phase (Phase 1) und Modellerstellungs-Phase (Phase 2) rechts

Da der Prototyp Einblicke in das Lernverhalten mit dem in Abschnitt 2 vorgestellten Lernprozess bieten sollte, musste die technische Basis des Prototyps eine möglichst einfache Protokollierung der Nutzerinteraktion erlauben. Hilfreich war dabei die in Ruby on Rails umgesetzte MVC-Architektur. Änderungen am Datenmodell wurden durch entsprechende Filter nach der Ausführung der Controller-Action festgehalten. Die lesende Interaktion im Browser wurde beim Client protokolliert (Aufzeichnung des Bildschirminhalts und der verbalen Äußerungen der Lernenden).

5 Evaluation

Um zu untersuchen, ob die Lernenden in der Lage sind, den intendierten Prozess durchzuführen, wurde das Werkzeug in einer Pilotstudie mit 20 Lernenden getestet. Im Folgenden geben wir erste Beobachtungen aus der Studie wieder und diskutieren verschiedene Formen der Werkzeugnutzung. Insgesamt hat sich gezeigt, dass die Lernenden sich auf das abstrahierende Lernen einlassen, dass sie den Prozess jedoch nicht automatisch in der intendierten Form verfolgen.

5.1 Design der Studie

Für die Studie wurden 20 Studierende der ev. Theologie der Universität Tübingen eingeladen, den Lernprozess und das Werkzeug in einer Einzelsitzung von ca. 70-120 Minuten Länge zu nutzen. Ein Teilnehmer machte im Nachhinein von seinem Recht Gebrauch, die Daten aus der Auswertung zurückzuziehen. Somit bleiben für die Auswertung die Daten von 19 Studierenden. Während der Nutzung sollten die Studierenden ihre Gedanken laut äußern. Vom Experimental-Design handelt es sich also um eine Think-Aloud-Studie (vgl. z.B. [VBS94]). Die Interaktionen mit dem Werkzeug und die laut geäußerten Gedanken wurden mittels der Bildschirmaufzeichnungs-Software Camtasia aufgezeichnet.

Der Versuchsablauf war in die folgenden Schritte gegliedert:

1. Um in das laute Denken hinein zu finden, wurden die Studierenden zunächst aufgefordert, einen Bericht über ihre Ferien zu verfassen und dabei laut zu denken (die Warming-Up-Phase [VBS94]).
2. Danach wurde den Studierenden der Unterschied zwischen konkreten Fallbeispielen und dem in der Aufgabe zu erstellenden Modell schriftlich erläutert.
3. Die Studierenden hatten dann die Möglichkeit, sich einen Überblick über ausgewählte Fallbeispiele zu verschaffen. Hierzu wurde ihnen für etwa 10 Minuten eine Stichwortwolke (Tag Cloud) gezeigt. Nach Auswahl eines Stichworts zeigte das System Kurzfassungen aller dem Stichwort zugeordneten Fallbeispiele.
4. Zum Abschluss der Vorbereitung sollten die Studierenden den Unterschied zwischen einem konkreten Fallbeispiel und dem abstrakten Modell erklären und so ihr Verständnis der Aufgabenstellung mit den Erwartungen der Versuchsleitung in Einklang bringen.
5. Die Studierenden begannen danach den ersten Durchgang im Sinne des in Abschnitt 2 beschriebenen Prozesses. Hierfür waren 45 Minuten vorgesehen. Nach 20 Minuten gab die Versuchsleiterin den Studierenden einen Hinweis, dass die zweite Phase des Prozesses begonnen werden kann.
6. Nach dem Abschluss des ersten Durchgangs des Prozesses wurden die Studierenden gebeten, den Prozess mit drei neuen Fallbeispielen noch einmal zu wiederholen. Ziel der Wiederholung war es, mögliche Lerneffekte auf Prozessebene zu erkennen.

Um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, ob Lernende besser aus ähnlichen Fallbeispielen (d.h. mit vielen übereinstimmenden Oberflächenmerkmalen) oder aus unterschiedlichen Fallbeispielen abstrahieren können, wurden in den Schritten fünf und sechs zwei verschiedene Tripel von Fallbeispielen verwendet. In Tripel A handelte es sich um drei Beispiele aus der Konfirmandenarbeit. Die Beispiele zielten also auf die gleiche Zielgruppe, griffen gleiche Themen auf und beinhalteten viele gemeinsame Oberflächenmerkmale. Die Beispiele in Tripel B besaßen hingegen nur wenige gemeinsame Oberflächenmerkmale. Es handelte sich um ein Begegnungsprojekt für Frauen, eine Konfirmandenfreizeit auf Segelschiffen und um ein Bibelleseprojekt. Gemeinsamkeiten können in diesen Beispielen nur in der tieferen Bedeutung der Fallbeispiele erkannt werden. Um diese zu erkennen müssen die Studierenden von den konkreten Fällen abstrahieren. Eine

Hälfte der Studierenden erhielt in Schritt 5 das Tripel A und in Schritt 6 das Tripel B. Die andere Hälfte erhielt zuerst das Tripel B und dann das Tripel A.

5.2 Hypothesen und Auswertungsmethodik

Grundlage der Auswertung der Studie waren die folgenden Fragestellungen und Hypothesen zur Wirkung des in diesem Beitrag vorgestellten Lernprozesses und der Werkzeugunterstützung zum abstrahierenden Lernen:

- H1: Die Studierenden sind in der Lage, aus den vorgegebenen Fallbeispielen eines Tripels abstrakte Modelle zu erstellen.
- H2: Beispiele mit vielen gemeinsamen Oberflächenmerkmalen (Tripel A) führen zu einem weniger abstrakten Modell als Beispiele mit wenigen gemeinsamen Oberflächenmerkmalen (Tripel B).
- H3: Die Studierenden werden den Prozess wie in Abschnitt 2 beschrieben ausführen. Die synoptische Darstellung in der Lernumgebung unterstützt den Prozess und regt vergleichende Kommentare zu den gleichen Abschnitten der Fallbeispiele an.
- H4: Die Probanden entwickeln ihre Lernstrategie von Schritt 5 zu Schritt 6 weiter. Sie reflektieren dabei über den Lernprozess und beabsichtigen, ein größeres Gewicht auf die vergleichende Analyse der drei Fallbeispiele zu legen.

Die ersten beiden Hypothesen wurden anhand der Ergebnisse der Studierenden geprüft. Die Modellqualität wurde anhand des Abstraktionsgrades des Modells von zwei unabhängigen Gutachtern auf einer Skala von 1 = *sehr konkret* bis 7 = *sehr abstrakt* bewertet. Als konkret wurden Modelle bewertet, die viele Oberflächenmerkmale der Erfahrungsberichte beinhalteten und keine Kategorien für Zielgruppen, Orte, etc. identifiziert haben. Als abstrakt wurden Modelle bewertet, die die gemeinsamen Kernelemente der Erfahrungen beschreiben, diese abstrakt ohne Erwähnung von Oberflächenmerkmalen zusammenfassen und dabei große sprachliche Kategorien nutzen.

H3 wurde auf Basis der Videoaufzeichnungen untersucht. Dabei wurde von Gutachtern bewertet, ob die Studierenden in der Lernumgebung gleiche Abschnitte der verschiedenen Fallbeispiele eines Tripels gleichzeitig betrachteten bzw. markierten und übergreifende Kommentare erstellten. Als zusätzliches Indiz für den Vergleich der drei Fallbeispiele wurde nach laut geäußerten vergleichenden Gedanken in der Tonspur der Aufzeichnungen gesucht. Für H4 wurde die Tonspur nach Äußerungen durchsucht, die darauf schließen lassen, dass die Studierenden ihre Lernstrategie reflektieren.

5.2 Ergebnisse

Bevor wir auf die Ergebnisse zu den Hypothesen im Detail eingehen sollen kurz Beobachtungen aus den ersten 4 Schritten dargestellt werden. In Schritt 1 zeigte sich, dass alle Teilnehmenden in der Lage waren, ihre Gedanken laut zu äußern. Allerdings mussten viele in den späteren Schritten immer wieder an das laute Denken erinnert werden.

Ziel von Schritt 3 war es, den Studierenden die Breite der Fälle deutlich zu machen. Außerdem sollten die Studierenden in diesem Schritt verschiedene Fallbeispiele mit dem gleichen Stichwort zusammen betrachten. Bei allen Studierenden konnten hier vergleichende Kommentare festgestellt werden. So klickte ein Student bspw. auf das Stichwort „Kirche in der Gesellschaft“ und äußerte die folgenden Gedanken:

„Kirche in der Gesellschaft muss auf jeden Fall ihren Platz haben“ [Der Student klickt auf die einzelnen Fallbeispiele, um jeweils die Zusammenfassung zu sehen. Danach formuliert er Gemeinsamkeiten...] „Und auf jeden Fall ist es wichtig, möglichst viele Leute zu erreichen und [auf Themen der Kirche] aufmerksam zu machen“ [... und nach der Sichtung weiterer Beispiele auch Unterschiede ...] „Das kann natürlich, wie ich hier sehe, auch auf ganz unterschiedlichen Bereichen stattfinden.“

Dieses für alle Fälle typische Beispiel zeigt, wie vergleichendes Lesen zwischen verschiedenen Fallbeispielen von den Studierenden genutzt wurde.

In den Schritten 2 und 4 sollte das Verständnis der Zielstruktur sichergestellt werden (Unterschied zwischen den Fallbeispielen und dem abstrakten Modell). Es zeigte sich im Versuch jedoch, dass diese Unterscheidung für viele Studierende nicht einfach war. Konkret lässt sich das am Grad der Abstraktion festmachen, den wir für H1 und H2 untersucht haben. Hierfür wurden alle Modelle von mindestens einem, 40 % der Modelle von zwei unabhängigen Ratern in Hinblick auf ihre Abstraktion (Interraterreliabilität: $r = .77, p < .001$) und die Anzahl der Referenzen zu den ursprünglichen Fallbeispielen (Interraterreliabilität: $r = .95, p < .001$) bewertet. Bei Uneinigkeit der Rater ging der Mittelwert der Ratings als Abstraktionsmaß in die Analyse ein.

In H1 wurde erwartet, dass die Prozessunterstützung die Abstrahierung unterschiedlicher Erfahrungen fördert. Ein Lernerfolg wäre also, wenn es auch Novizen gelingt, aus Beispielen guter Praxis abstrahierte Modelle zu bilden. Um zu überprüfen, inwiefern den Teilnehmenden die Abstrahierung der Modelle gelungen ist, wurde die Modellqualität gegen die niedrigste Abstraktionsbewertung (Bewertung=1) getestet. Ein Modell würde einen Abstraktionswert von 1 erhalten, wenn es lediglich aus Zusammenfassungen konkreter Fallbeispiele besteht. Der Mittelwert der Modelle ($M = 3.38, SD = .93$) unterscheidet sich signifikant von diesen Zusammenfassungen der Erfahrungen, $t(37^2) = 15.73, p < .001$. Die Anzahl der Referenzen zu Oberflächenmerkmalen der Erfahrungen war in den Modellen insgesamt relativ gering ($M = 7.73, SD = 9.61$). Die Ergebnisse bestätigen H1 indem sie zeigen, dass es Novizen gelingt, aus den vorgegebenen Fallbeispielen eines Tripels abstrakte Modelle zu bilden.

Um H2 zu prüfen, wurden die Tripelklassen (viele vs. wenige gemeinsame Oberflächenmerkmale) im Hinblick auf Abstraktion und Anzahl der Referenzen zu den Fallbeispielen in den Modellen miteinander verglichen. Es zeigt sich, dass Tripel A (viele gemeinsame Oberflächenmerkmale, $M = 2.97, SD = .66$) geringer zur Abstraktion anregt als Tripel B (wenige gemeinsame Oberflächenmerkmale, $M = 3.79, SD = 1.00$), $t(36) = -2.97, p = .005$. In Tripel A ($M = 12.29, SD = 9.30$) werden auch signifikant mehr

² Diese Analysen erfolgten nicht mehr auf Basis der Personen, sondern auf Basis der Modelle ($N = 38$)

Referenzen zu den Fallbeispielen genannt als in Tripel B ($M = 3.16$, $SD = 7.71$), $t(36) = 3.30$, $p = .002$. Hieraus lässt sich schließen, dass für das Ziel der Modellbildung durch Abstraktion eher Fallbeispiele mit wenigen gemeinsamen Oberflächenmerkmalen ausgewählt werden sollten, da es den Lernenden andernfalls sehr schwer fällt, sich von konkreten Oberflächenmerkmalen zu lösen.

H3 („alle Studierenden führen den intendierten Prozess aus“) gilt nicht. Zwar folgten 7 Studierende dem intendierten Prozess ($N=19$), 12 Studierende verfolgten hingegen eine sequenzielle Bearbeitung der einzelnen Fallbeispiele (betrachtet wurde jeweils nur Schritt 6). Dieser sequenzielle Prozess ist in Abbildung 3 dargestellt.

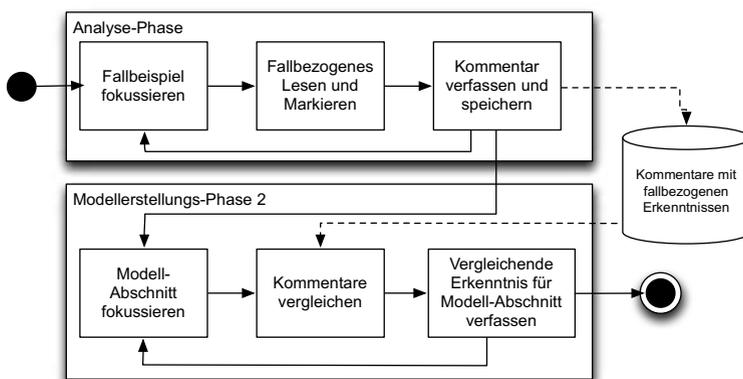


Abbildung 3: Sequenzielles Bearbeiten der Fallbeispiele

Das Lesen der Fallbeispiele in der Analyse-Phase erfolgt im sequenziellen Prozess nacheinander. Kommentare werden entweder nur fallbezogen oder mit dem Blick auf die zuvor gelesenen Fälle verfasst. In der Regel werden vergleichende Kommentare nur laut gedacht (während des Lesens des jeweiligen Fallbeispiels). Das folgende Beispiel zeigt einen typischen Kommentar für Tripel A:

„Und nun zum dritten Projekt. [PAUSE] Auch hier wieder Konfirmandenarbeit. [PAUSE] Und auch hier wieder im Mittelpunkt die Vernetzung, diesmal durch Pilgern von einer Gemeinde zur anderen.“

In der Modellerstellungs-Phase werden die Markierungen zu den in der Analyse-Phase verfassten Kommentaren nur von sehr wenigen Lernenden wieder eingesehen (2 von 6 kommentierenden Studierenden mit sequenzieller Bearbeitung öffneten die Details zu den Kommentaren). Der Vergleich passiert bei diesen Studierenden nach der Vergegenwärtigung der Kommentare zu den drei Fallbeispielen. Wie an der geringen Zahl der Kommentar-Sichtungen zu sehen ist, werden die Erkenntnisse zu den einzelnen Beispielen bei der linearen Bearbeitung häufig nicht beim Verfassen des Modells berücksichtigt. Das erklärt, wieso einige Studierende am Ende Modelle verfasst hatten, in denen sich wenige oder gar keine Bezüge zu den Fallbeispielen des Tripels wiederfinden (in diesen Fällen wurde zu stark abstrahiert).

Aus den Think-Aloud Kommentaren konnten wir bei einigen Studierenden Reflexion über den Lernprozess erkennen (H4). Bei anderen Studierenden kam es im zweiten Durchlauf zu einer Anpassung des Verhaltens in Richtung des intendierten Prozesses. Da wir jedoch nicht sicherstellen können, dass alle Studierenden, die über den Prozess reflektiert haben, dies auch durch lautes Denken geäußert haben, können wir die Reflexion nur auf deskriptiver Ebene feststellen. Ein typischer Kommentar in der aufgezeichneten Think-Aloud-Tonspur sieht wie folgt aus:

„Was ich jetzt im Unterschied mache zu vorhin: Ich gliedere meine Notizen jetzt schon nach den Überpunkten die ich hier habe, weil ich dann direkt auf die Notizen zugreifen kann und das ist besser. Das wird dann glaube ich viel schneller gehen, den Wissensbericht zu schreiben.“

In der Tat zeichnete sich der schnellste Proband durch eine sehr an den intendierten Prozess angelehnte Arbeitsweise aus. Dieser Student sichtete die Inhalte der Fallbeispiele im synoptischen Vergleich, verfasste die Zielstruktur berücksichtigende Kommentare und zog die Kommentare in der Modellerstellungs-Phase lediglich in das Formular des Modells. Dieses Beispiel zeigt, dass effiziente Abstraktion auf diese Weise möglich ist.

6 Diskussion

In diesem Beitrag stellten wir einen Prozess für individuelles abstrahierendes Lernen und eine diesen Prozess unterstützende Lernumgebung vor. Die Ergebnisse einer Pilotstudie zeigen, dass Lernende unter Nutzung der Lernumgebung aus je drei Fallbeispielen ein abstraktes Modell erstellen konnten. Dies fiel ihnen leichter, wenn die Fallbeispiele wenige gemeinsame Oberflächenmerkmale aufwiesen. Die Mehrheit der Lerner verfolgte nicht den intendierten Prozess sondern verwendete die Lernumgebung zur Umsetzung eines sequenziellen Prozesses unter Verwendung weniger Kommentare. Dies führte u.a. auch zu Modellen mit zu starker Abstraktion. Dagegen erzeugten Lerner, die dem intendierten Prozess gut folgten, in kurzer Zeit erfolgreich abstrakte Modelle. Schließlich konnten wir einige Lerner identifizieren, die explizit über ihren Prozess reflektiert haben.

Gegenüber dem Stand der aktuellen Forschung geht der eingeführte Lernprozess über klassische Ansätze im Klassenraum hinaus. Mit Hilfe der vorgestellten Lernumgebung konnten Teilnehmer der Pilotstudie erfolgreich abstrahierendes Lernen durchführen, wobei unsere Ergebnisse nahelegen, Fallbeispiele mit wenigen gemeinsamen Oberflächenmerkmalen zu nutzen. Die Abweichung vom intendierten Lernprozess muss unseres Erachtens nicht unbedingt negativ bewertet werden, da Lerner kreativ sind und die Lernumgebung auf andere Weise nutzen. Eine flexibel nutzbare Lernumgebung verringert die Gefahr des „overscripting“ [Di02]. Die weiterführende Forschung sollte vor diesem Hintergrund vor allem die Art der Unterstützung der Lernenden beim Annehmen/Durchführen des intendierten Prozesses durch die Lernumgebung untersuchen. In wie weit eine weniger flexible Lernumgebung hier zu höherer Prozesskonformität und besseren Lernerfolgen führen kann oder ob sich gerade die Flexibilität positiv auf den Lernerfolg auswirkt, sollte in einer zukünftigen vergleichenden Studie geklärt werden.

Literaturverzeichnis

- [ABM92] Ahn, W.; Brewer, W. F.; Mooney, R. J.: Schema acquisition from a single example. *Journ. of Exp. Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1992, S. 391-412.
- [Ad81] Adelson, B.: Problem solving and the development of abstract categories in programming languages. *Memory & Cognition*, 9, 1981, S. 422-433.
- [CFG81] Chi, M. T. H.; Feltovich, P. J.; Glaser, R.: Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 1981, 121-152.
- [CH89] Catrambone, R.; Holyoak, K. J.: Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 15, 1989, S. 1147-1156.
- [Cl85] Clement, C. A.: Representation and use of principles derived from examples and abstractions. Unpublished manuscript, 1985.
- [Di02] Dillenbourg, P. (2002). Overscripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In Kirschner, P. A. (Ed.), *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL?*, 2002, S. 61–91.
- [FKN86] Fong, G. T.; Krantz, D. H.; Nisbett, R. E.: The effects of statistical training on thinking about everyday problems. *Cognitive Psychology*, 18, 1986, S. 253-292.
- [GH83] Gick, M. L.; Holyoak, K. J.: Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1983, S. 1-38.
- [Gr12] GraphBench: A System for Prototyping and Animating Graph Algorithms. <http://www.swisseduc.ch/informatik/graphbench/>, letzter Zugriff 28.03.2012.
- [HHS77] Hinsley, D. A.; Hayes, J. R.; Simon, H. A.: From words to equations: Meaning and representation in algebra problems. In M. A. Just & P. A. Carpenter (Hrsg.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977, S. 27-38.
- [HT89] Holyoak, K. J.; Thagard, T.: Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 1989, S. 295-355.
- [LD02] Luckin, R.; Du Boulay, D.: Construction and abstraction: contrasting methods of supporting model building in learning science, In: Baker, M.; Brna, P.; Stenning, K.; Tiberghien, A. (Hrsg.): *The Role of Communication in Learning to Model*, Lawrence Erlbaum Associates, 2002, S. 99-125.
- [NH91] Novick, L. R.; Holyoak, K. J.: Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 1981, S. 398-415.
- [RK90] Ross, B. H.; Kennedy, P.T.: Generalizing from the use of earlier examples in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1990, S. 42-55.
- [Ro89] Ross, B. H.; Distinguishing Types of Superficial Similarities: Different Effects on the Access and Use of Earlier Problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1989, S. 456-468.
- [RW90] Reeves, L. M.; Weisberg, R. W.: Analogical transfer in problem solving: Schematic representations and cognitive processes. Paper presented at the meeting of the Eastern Psychological Association. Philadelphia, PA, 1990.
- [Sc04] Schworm, S.: Lernen aus Beispielen: computerbasierte Lernumgebungen zum Erwerb argumentativer und didaktischer Fertigkeiten. Dissertation, Universität Freiburg, <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1383/>, 2004.
- [SH10] Schümmer, T.; Haake, J. M.: PATONGO: Patterns and Tools for Non-Profit Organizations—a pattern-based approach for helping volunteers to identify and share good practice. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, Volume 16 Issue 1 & 2, 2010, S. 85-111.
- [SVP98] Sweller, J.; van Merriënboer, J. J. G.; Paas, F. G. W. C.: Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 1998, S. 251-296.
- [VBS94] van Someren, M. W.; Barnard, Y.F.; Sandberg, J.A.C.: *The Think Aloud Method: A Practical Guide to Modeling Cognitive Processes*. London: Academic Press, 1994.