

Abstrahierendes Lernen durch aktive Modellbildung: Evaluation eines Prozesses und einer Lernumgebung [1]

Till Schümmer
till.schuemmer@fernuni-hagen.de

FernUniversität in Hagen
Fakultät für Mathematik und Informatik
Universitätsstr. 1
D-58084 Hagen
Germany

Wolfram Schobert
w.schobert@ostfalia.de

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Siegfried-Ehlers-Str. 1
D-38440 Wolfsburg
Germany

Christina Matschke
c.matschke@iwm.de

Institut für Wissensmedien
Schleichstraße 6
D-72076 Tübingen
Germany

Joerg M. Haake
joerg.haake@fernuni-hagen.de

FernUniversität in Hagen
Fakultät für Mathematik und Informatik
Universitätsstr. 1
D-58084 Hagen
Germany

urn:nbn:de:0009-5-41804

Zusammenfassung

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 Lernprozess wandten manche Lernende einen anderen Prozess an.

Stichwörter: Abstrahierendes Lernen, Oberflächenmerkmale, Strukturmerkmale, Lernprozess, Lernumgebung, Pattern, Best Practice, Erfahrungslernen, e-learning

Abstract

Experts and novices typically show different competencies in learning by abstraction. While novices typically consider the concrete example, experts often abstract from an example towards the underlying principles. This article presents a process and a computer-supported learning environment for learning through abstraction. An evaluation of the learning environment shows that pilot students were able to construct an abstract model from experience reports using the learning environment. The fewer common surface features the examples had, the easier was the abstraction. We also found that learners reflect on their learning process and adjusted the process to their specific learning preferences by following a modified process for learning through abstraction.

Keywords: Learning by abstraction, surface features, structural features, learning process, learning environment, patterns, best practice, experiential learning, e-learning

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 und repräsentieren Erfahrungen deshalb weniger konkret und beispielhaft. Experten sind Novizen 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.

Abstrahierendes Lernen wird heute in Bildungseinrichtungen in der Regel sowohl 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 werden den Lernenden unterschiedliche Fälle in einer synoptischen Darstellung präsentiert. Aus den Fallbeispielen sollen die Lernenden Gemeinsamkeiten abstrahieren und so zur Kernaussage der Fälle vordringen. Eine dazu passende technische Unterstützung liefert Anreize für die Abstraktion aus konkreten Fallbeispielen.

Im Rahmen einer Pilotstudie wurde der Ansatz mit Theologiestudierenden erprobt, um festzustellen, ob es den Studierenden gelingt, aus Fallbeispielen kirchlichen Handelns abstrakte Handlungsmuster herzuleiten. Außerdem wurde untersucht, wie die Fallbeispiele beschaffen sein müssen, um die Abstraktion im Lernprozess zu fördern. In Bezug auf die

Werkzeugunterstützung wurde untersucht, ob die Nutzung von abstrahierenden Notizen in einer Lernumgebung funktioniert und ob die gleichzeitige Darstellung von Fallbeispielen von den Lernenden im Sinne des intendierten Lernprozesses eingesetzt wird.

Abschließend wurde der Gesamtprozess betrachtet und untersucht, ob die Lernenden in Anlehnung an den von uns gestalteten Lernprozess einen neuen Prozess gestalteten.

Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass mit einem technisch unterstützten Lernprozess auch für Novizen Abstraktion möglich ist. Dabei regen Fallbeispiele mit wenigen gemeinsamen Oberflächenmerkmalen in der Lernumgebung eher zur Abstraktion an. Technische Hilfsmittel, wie fallübergreifende Notizen oder eine synoptische Darstellung der Fallbeispiele, konnten sinnvoll im Prozess genutzt werden. Gleichwohl entwickeln die Lernenden auch unterschiedliche eigene Lernstrategien.

Im nächsten Abschnitt diskutieren wir psychologische Grundlagen für abstrahierendes Lernen und spezifizieren die Anforderungen an eine Lernumgebung für abstrahierendes Lernen. In Abschnitt 3 definieren wir unseren Lernprozess. Abschnitt 4 diskutiert verwandte Arbeiten. Abschnitt 5 präsentiert das Design unserer Lernumgebung zur Unterstützung abstrahierenden Lernens. Abschnitt 6 stellt die Ergebnisse der Nutzung im Rahmen einer Pilotstudie dar. Abschließend fasst Abschnitt 7 unseren Ansatz zusammen, präsentiert unsere Schlussfolgerungen und identifiziert offene Fragestellungen.

2. 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 (sog. *Oberflächenmerkmale*) nicht mehr beinhalten, sondern nur noch die zugrunde liegenden gemeinsamen Kernmerkmale (sog. *Strukturmerkmale*). Für den Situationstyp „Restaurantbesuch“ gilt, dass verschiedene Restaurantbesuche (Situationen) gemeinsame Strukturmerkmale aufweisen, wie z.B. die Abfolge von Ankunft → Tischzuweisung → Platz nehmen → Bestellen → Essen → Bezahlen → Abschied. Sie unterscheiden sich aber in Oberflächenmerkmalen, wie z.B. Gruppengröße, welcher Tisch zugewiesen wurde, welches Essen bestellt und gegessen wurde, und wie bezahlt wurde. 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]. Um bei dem obigen Beispiel des Restaurantbesuchs zu bleiben: Anstatt bei mehreren Beispielen für Restaurantbesuche die gemeinsamen Strukturmerkmale eines allgemeinen Restaurantbesuchs zu erkennen, nehmen Novizen die verschiedenen Restaurantbesuche jeweils als unterschiedliche Ereignisse wahr, die wenige Gemeinsamkeiten aufweisen. So verstellen die unterschiedlichen Oberflächenmerkmale den Blick auf das zu Grund liegende Strukturprinzip.

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 für die Unterstützung des abstrahierenden Lernens 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 auffordert, die Erfahrungen zu vergleichen, auf Ähnlichkeiten zu achten und eine Synopse zu erstellen [CH89, RW90]. Eine Synopse (aus dem Griechischen Σύνοψις: σύν=zusammen und οψις=schauen) 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 (ein einflussreiches Beispiel stammt aus dem Jahr 1774 von Johann Jakob Griesbach [Me14]) 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 den Fokus auf gemeinsame Strukturmerkmale zu richten.

Damit die Lernenden die aus den Fallbeispielen gewonnenen Erfahrungen auf neue Situationen anwenden können, müssen sie ein abstraktes Modell (Schema) aufbauen, welches aus den Strukturmerkmalen besteht, die den Fallbeispielen gemeinsam ist. Sofern die Lernenden unter den Oberflächenmerkmalen der neuen Situation die Strukturmerkmale des Schemas identifizieren können, können sie die im Schema beschriebene Lösung in der neuen Situation anwenden.

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 auf 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.

3. Ein Prozess für Abstrahierendes Lernen

Auf der Grundlage dieser Anforderungen haben wir einen Prozess zum abstrahierenden Lernen definiert, der im folgenden Kapitel dargestellt werden soll. Zunächst werden wir die im Prozess verwendeten und erstellten Artefakte vorstellen. In Abschnitt 3.2 wird dann der eigentliche Prozess beschrieben.

3.1. Artefakt-Typen

Im Folgenden werden die in unserer Pilotstudie eingesetzten Artefakt-Typen vorgestellt: Fallbeispiel, Notiz und Modell.

3.1.1. Fallbeispiel

Fallbeispiele für praktisches Handeln beschreiben eine konkrete Praxis zur Erreichung bestimmter Ziele in einem spezifischen Kontext. Theoretisch können Fallbeispiele in einer freien Form dargestellt werden. Praktikerinnen und Praktiker oder Beobachterinnen und Beobachter beschreiben eine konkrete Handlungssituation und die darin vorgenommenen Handlungen. Das Resultat ist ein narrativer Bericht. Um die Berichte vergleichbar zu machen, haben wir darauf geachtet, dass sie eine identische Gliederung aufweisen. Dabei kann die Gliederung an die Rahmenbedingungen der konkreten Domäne angepasst werden. So sind etwa bei einem Fallbeispiel aus der Medizin andere Informationen relevant als bei einem Fallbeispiel in der Rechtswissenschaft. In der Medizin würde das Fallbeispiel zum Beispiel Informationen über Anamnese, Diagnostik und Therapie enthalten. In den Rechtswissenschaften würden einzelne Gerichtsurteile als Fälle herangezogen werden.

Für das in Abschnitt 6 präsentierte Anwendungsszenario aus der praktischen Theologie wurde zur Beschreibung von Projekten auf Inhalte aus dem Praxisportal geistreich zurückgegriffen (<http://www.geistreich.de>, [SM+12]). Auf geistreich kommen Praktikerinnen und Praktiker aus dem Bereich der Kirche zusammen und berichten über gelungene Projekte im Gemeindealltag. Die Fallbeispiele haben in Anlehnung an die Inhalte auf geistreich die folgende Struktur:

- **Titel:** Hierbei handelt es sich um den Namen, unter dem das Projekt in einer konkreten Gemeinde durchgeführt wurde.
- **Autor/innen:** In der Regel sind dies am Projekt beteiligte Personen, die ihre Erfahrungen auf die Praxisplattform geistreich.de eingestellt haben.
- **Gemeinde/Institution:** Name und Ort der Einrichtung, in der diese Praxis angewendet wurde.

- **Zielgruppen:** Abstrakte Beschreibung der Zielgruppen, an die sich die beschriebene Praxis wendet. Oft werden an dieser Stelle auch konkrete Personen benannt.
- **Mitarbeitende:** Mitarbeiterrollen, die an der Umsetzung der Praxis beteiligt waren. Wie bei den Zielgruppen finden sich auf geistreich.de an dieser Stelle oft konkrete Namen von durchführenden Personen.
- **Stichworte:** Hierbei handelt es sich um nutzergenerierte Stichworte. Bei der Auswahl der Stichworte werden die Autor/innen auf geistreich vom System unterstützt, indem aus der Textbeschreibung des Praxisbeispiels zentrale Begriffe extrahiert und als Stichworte vorgeschlagen werden. Ob die Autor/innen diesen Vorschlag annehmen oder eigene weitere Stichworte einfügen, ist den Autor/innen überlassen.
- **Kurzbeschreibung:** Kurze prägnante Charakterisierung des dargestellten Projektes. Die Autor/innen werden aufgefordert, in der Kurzdarstellung auf die besondere Idee der Praxis und die darin enthaltene Innovation zu achten.
- **Situation/Kontext:** Beschreibung des organisationalen (kirchlichen) und sozialen Umfelds. Insbesondere soll hier herausgearbeitet werden, auf welche Situation das Projekt reagiert (ob z.B. bestimmte Milieus durch das Projekt erreicht werden sollen).
- **Ziele:** Welche Ziele sollen durch die Praxis erreicht werden? Autor/innen sollen sich darüber klar werden, wie sie diese Ziele im Kreis von anderen interessierten Mitarbeitenden kommunizieren würden.
- **Reflexion/Hintergrund:** In diesem Abschnitt wird darüber reflektiert, warum das Projekt funktioniert und welche Wirkung das Projekt auf die Organisation haben kann. Im Vordergrund stehen praktisch theologische Überlegungen, die zur konkreten praktischen Umsetzung eine theoretische (theologische) Reflexion beisteuern.
- **Umsetzung:** Die Beschreibung der Umsetzung folgt einem Dreischritt, der typischen Projektphasen folgt:
 - Vorbereitung: Wie wird die Planung durchgeführt? Welche Materialien müssen beschafft werden und welche Kosten sind einzuplanen?
 - Durchführung: Welche konkreten Schritte sind zur Projektdurchführung während der Veranstaltung zu leisten?
 - Nachbereitung & Weitere Umsetzung (Einbettung): Wie kann das Projekt nach Projektende weiter begleitet werden? Welche Anschlussmöglichkeiten gibt es?
- **Wirkung/Erfahrung:** Beobachtungen zu praktisch organisatorischen Erfahrungen. Was hat sich bewährt? Wie hat sich durch das Projekt die Ausgangssituation verändert? Welche Veränderungen sind auf das konkrete Handeln der Projektmitarbeitenden zurückzuführen (im Gegensatz zu emergenten Veränderungen)?

Wie an der Beschreibung der Struktur deutlich wird, sind einige Aspekte speziell auf das Anwendungsfeld der geistreich-Community zugeschnitten (die theologischen Aspekte). Andere Strukturelemente, wie zum Beispiel die Gliederung der Beschreibung der Umsetzung sind nach unserer Erfahrung auch in anderen Kontexten [2] außerhalb des Anwendungsfelds der Kirche einsetzbar.

3.1.2. Notiz

Notizen dienen dazu, Gemeinsamkeiten zwischen Fallbeispielen festzuhalten. Eine Notiz besteht aus einem Text, der mit einem oder mehreren markierten Texten (Ankern) aus einem oder mehreren Fallbeispielen verbunden ist:

- **Anker:** Menge von Markierungen in den Fallbeispielen, die als Tupel (Textbereich = (Start-Index, End-Index), ID des Fallbeispiels) repräsentiert werden. Die Menge von Ankern kennzeichnet so die dem Notiztext zugrundeliegenden Textanteile aus den Fallbeispielen.
- **Text:** Zusammenfassung der Gemeinsamkeit. In der Regel sollte hierbei schon eine Abstraktion stattfinden.

3.1.3. Modell

Ein Modell verallgemeinert mehrere Fallbeispiele zu einem abstrakten Schema, welches nur noch die Strukturmerkmale der Fallbeispiele enthält. Sofern Praktiker die Strukturmerkmale der konkreten Situation auf ein Schema abbilden können, können sie die im Schema beschriebene Handlungsweise zur Erreichung der im Schema definierten Ziele einsetzen.

Damit erfüllt ein Modell die Funktion eines Vorgehensmusters, analog zum Musteransatz in anderen Disziplinen (z.B. Muster zur Gestaltung Kooperativer Systeme [SL07], Muster zur partizipativen Gestaltung von Gebäuden [Al79], Muster zur Gestaltung von Organisationen [CH04] oder Gesellschaften [Sc08] oder Muster zur Gestaltung von Lernprozessen [MM+14]).

Die Strukturelemente eines Modells haben eine große Schnittmenge zu den Elementen des Fallbeispiels. Allerdings wird auf die Aspekte verzichtet, die von Oberflächenmerkmalen dominiert werden (z.B. die Beschreibung der konkreten Gemeindesituation zu Gunsten einer abstrakten Beschreibung der Situation). Ein Modell besteht damit aus einem Text mit den folgenden Abschnitten:

- Titel
- Kurzbeschreibung
- Situation/Kontext
- Ziele
- Reflexion/Hintergrund
- Umsetzung (mit den Unterabschnitten Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung & Weitere Umsetzung (Einbettung))
- Wirkung/Erfahrung

Im nächsten Abschnitt beschreiben wir den von uns vorgeschlagenen Lernprozess.

3.2. Prozess

Der Prozess untergliedert sich wie in Abbildung 1 dargestellt in zwei Phasen: (1) die Analyse-Phase, in der die Nutzer Fallbeispiele rezipieren und Notizen verfassen können, und (2) die Modellerstellungs-Phase, in der die Nutzer ein neues Modell unter zu Hilfenahme ihrer Notizen erstellen.

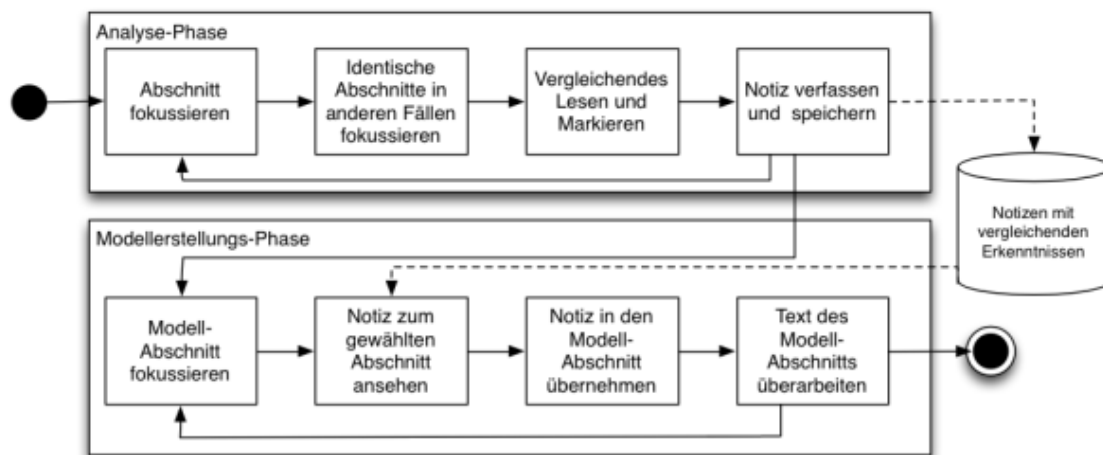


Abbildung 1: Prozessmodell

In der *Analyse-Phase* rezipieren die Lernenden mehrere Fallbeispiele. Beim Lesen der Fallbeispiele regt der Prozess zum Vergleich der Beispiele an. Da die Fallbeispiele identisch strukturiert sind, ist eine synoptische Rezeption der Inhalte möglich. Die Analyse-Phase beginnt mit der Fokussierung auf einen Abschnitt des ersten Fallbeispiels, z.B. die Situationsbeschreibung. Anschließend werden die entsprechenden Abschnitte 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 Identifikation von Strukturmerkmalen durch die Möglichkeit des Markierens und des Verfassens von Notizen zu den Inhalten unterstützt werden. Informationen aus den Erfahrungsberichten sollten fallübergreifend markiert und im vierten Schritt mit einer Notiz versehen werden können. Da für die Gesamtheit der Markierungen eine gemeinsame Notiz 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 Notizen aus der Analyse-Phase finden und diese Kommentare entweder direkt in dem aktuellen Modell-Abschnitt verwenden (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.

4. 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 Beispielprobleme 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]. Alle hier genannten auf Beispielen basierenden Systeme sind darauf ausgerichtet, innerhalb des Lösungsbeispiels zur Abstraktion anzuregen. Es wird kein expliziter Vergleich von Beispielen unterstützt. Wie in Abschnitt 2 ausgeführt wurde, eröffnet jedoch gerade das entdeckende Lernen aus mehreren Beispielen Novizen die Möglichkeit, selbst das verbindende Strukturprinzip einer Lösung zu erkennen.

Die synoptische Darstellung kann dabei 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, die verbindende Struktur der Ausgangssprache besser zu erkennen. So lassen unterschiedliche deutsche Übersetzungen eines griechischen Textes die Leserin oder den Leser sowohl den unstrittigen Kern des Textes erkennen (durch Übereinstimmungen) als auch Übersetzungsvarianten wahrnehmen, bei denen sich eine Beschäftigung mit dem Urtext lohnen könnte, um hier eine eigene Meinung zu bilden. In den uns bekannten Systemen zum synoptischen Vergleich geschieht der vergleichende Prozess meist ohne eine über die

synoptische Visualisierung und die Hervorhebung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden hinausgehende Systemunterstützung. Insbesondere wird die weitere Verarbeitung der synoptischen Daten nicht explizit unterstützt.

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.

5. Design und Implementierung der Lernumgebung

5.1. Design

Der in Abschnitt 2 beschriebene 2-phasige Lernprozess wird durch zwei spezifische Werkzeuge unterstützt, die die für die jeweilige Phase notwendige Funktionalität anbieten. Die Benutzungsschnittstelle folgt dazu einem einheitlichen Muster: Die Instruktionen für die jeweilige Phase sind immer links bzw. links oben sichtbar, während im rechten Bereich die Inhalte dargestellt werden (vgl. Abbildung 2 und 3).

Analyse-Phase

The screenshot shows the 'Analyse-Phase' interface with the following components:

- Left Panel:**
 - Erläuterung zur Vorgehensweise:** Instructions on how to use the tool, including marking text and saving notes.
 - Neue Notiz:** A section for creating new notes, with a red circle 3 indicating a 'Weiter zu Modell schreiben' button.
 - Ihre gesammelten Notizen:** A section for managing collected notes, with a red circle 5 indicating a 'Weiter zu Modell schreiben' button.
- Main Content Area:**
 - KOKOGO - KONFIRMANDEN KONFERENZ GOLF:** A section with a red circle 1 at the top and a red circle 2 at the bottom. It contains text about a conference and a 'Wirkung / Erfahrung' section.
 - HEAVENLY SOUNDS:** A section with a red circle 1 at the top and a red circle 2 at the bottom. It contains text about a seminar and a 'Wirkung / Erfahrung' section.
 - WESER-MARSCH:** A section with a red circle 1 at the top and a red circle 2 at the bottom. It contains text about a pilgrimage and a 'Wirkung / Erfahrung' section.
- Bottom Right:** A red circle 6 indicating a 'Weiter zu Modell schreiben' button.

Abbildung 2: Analyse-Phase (Phase 1) [3]

In der Analyse-Phase werden den Lernenden drei Fallbeispiele in einer Synopsen-Ansicht angezeigt (vgl. Abbildung 2, Nr. 1). Drei Beispiele wurden aus zwei Gründen gewählt:

1. Die Literatur zeigt, wie oben dargestellt, dass eine Abstraktion aus mindestens vier Beispielen abstrahierendes Lernen fördern würde. Sollte mit unserem Ansatz schon mit drei Beispielen ein abstrahierendes Lernen ablesbar sein, so ist dies zumindest ein Hinweis darauf, dass die Umgebung und der Lernprozess eine Abstraktion auch bei einer geringeren Zahl von Fallbeispielen erlaubt.
2. Die Bildschirmgröße erlaubt bei den verwendeten Rechnern (Notebooks mit 15-Zoll-Display) noch eine komfortable Darstellung der Texte in drei Spalten. Bei vier Spalten würden die einzelnen Spalten jedoch sehr schmal, was das Lesen erschweren würde. Theoretisch hätte man in diesem Fall die Instruktionen ausblenden können. Uns war jedoch wichtig, dass die Instruktionen immer sichtbar sind.

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) eine abstrahierende Zusammenfassung der markierten Textstellen eingegeben und gespeichert werden (4). Textmarkierungen und der Inhalt des Notizfeldes bilden zusammen eine Notiz im Sinne von Abschnitt 2. Die Notiz wird in eine Sammeliste (5) eingefügt und durch einen Klick auf das +-Symbol vor der Notiz in einem modalen Fenster zusammen mit dem markierten Text eingeblendet.

Haben die Lernenden alle gewünschten Vergleiche vorgenommen, können sie mit (6) in die Modellerstellungs-Phase wechseln (vgl. Abbildung 3).

Modellerstellungs-Phase

The screenshot displays the 'Modellerstellungs-Phase' (Model Building Phase) interface. It consists of several components:

- Left Sidebar:** Contains instructions for the user and a list of 'Ihre gesammelten Notizen' (Your collected notes). A red circle '7' highlights a note about the importance of mutual learning and communication.
- Central Form:** Titled 'Neues Modell' (New Model), it includes fields for 'Titel' (Title), 'Kurzbeschreibung' (Short description), 'Situation / Kontext' (Situation / Context), 'Ziele' (Goals), 'Reflexion / Hintergrund' (Reflection / Background), 'Umsetzung VORBEREITUNG' (Implementation PREPARATION), 'DURCHFÜHRUNG' (IMPLEMENTATION), 'NACHBEREITUNG & WEITERE UMSETZUNG (EINBETTUNG)' (POST-IMPLEMENTATION & FURTHER IMPLEMENTATION (EMBEDDING)), and 'Wirkung / Erfahrung' (Impact / Experience). A red circle '8' highlights the 'Ziele' field, and a red circle '10' highlights the 'Modell schreiben abschließen' (Finish writing model) button at the bottom.
- Right Sidebar:** Contains a 'ZIELE' (Goals) field with a red circle '9' highlighting it. The text asks: 'Wozu wird es gemacht? Was können die Veranstalter mit einer Veranstaltung nach diesem Modell erreichen?' (Why is it being done? What can the organizers achieve with an event after this model?).
- Top Bar:** Includes the 'geistreich' logo and the 'EKD Evangelische Kirche in Deutschland' logo with the text 'Herzlich Willkommen Vp21 Studie'.

Abbildung 3: Modellerstellungs-Phase (Phase 2)

Hier wird den Lernenden analog zu (5) in Abbildung 2 eine Auflistung ihrer Notizen angezeigt (7). Zu den Notizen können die dazugehörigen Textmarkierungen erneut angezeigt werden. Hierzu klicken die Lernenden auf das „+“ bei der Notiz. Es öffnet sich dann wie in Phase 1 eine modale Sicht, in der die ursprünglichen Ausschnitte aus den Fallbeispielen eingeblendet sind.

Die Lernenden können ihre Notizen direkt für die Modellerstellung direkt verwenden. Hierzu klicken sie auf eine Notiz und ziehen diese (mittels Drag & Drop) in das Editierfeld des gewünschten Abschnitts im Modell (8). Der eingefügte Text kann danach frei angepasst werden. In Abbildung 3 hat die Lernende zum Beispiel die erste sichtbare Notiz in das Feld „Ziele“ geschoben. Der Text wurde dem dort bereit vorher erstellten Text angefügt. Im kommenden Bearbeitungsschritt kann die Lernende dann die Textbausteine zu einem zusammenhängenden Text verschmelzen. Notizen können beliebig oft bei der Modellbildung verwendet werden.

Hinweise in der rechten Marginalie (9) geben den Lernenden eine Hilfestellung, welche Inhalte in dem entsprechenden Feld des Modells verfasst werden sollen. Die Hilfestellungen sind kontextabhängig (es erscheint der passende Hilfetext zum gerade bearbeiteten Feld).

Mit der Schaltfläche (10) wird die Modellerstellungs-Phase abgeschlossen.

5.2. Implementierung

Zur Unterstützung der in Abschnitt 2 aufgestellten Anforderungen wurde eine Web-basierte Lernumgebung entwickelt. Die Implementierung erfolgte auf Basis des Web-Frameworks Ruby on Rails. Im Rahmen der Umsetzung stellte sich heraus, dass nur eine sehr einfache Client-Server-Interaktion für die Unterstützung des Lernprozesses nötig war: Lernende mussten auf die unterschiedlichen Praxisbeispiele zugreifen und Seiten für die einzelnen Phasen des Prozesses vom Server abrufen können. Zusätzlich wurden Kommentare und das von den Lernenden erstellte Modell auf dem Server gespeichert. Alternativ wäre hier auch eine Speicherung im Client denkbar gewesen. Da die Unterstützung von lokalen Browserdaten (HTML5 Local Storage) zum Zeitpunkt der Entwicklung noch nicht vollständig unterstützt wurde, stellte die Speicherung der Daten beim Server die einfachste Alternative dar.

Auf eine Mehrbenutzerinteraktion wurde in der aktuellen Studie verzichtet, da es uns um den individuellen Lernprozess beim abstrahierenden Lernen ging. Dies erlaubte uns, mit der oben dargestellten einfachen technischen Umsetzung zu arbeiten, bei der lediglich der Endzustand der einzelnen Phasen auf dem Server gespeichert wurde und Zwischenzustände nur lokal im Browser vorhanden waren. Zwischenzustände waren nicht persistent, da im Experiment auch nicht vorgesehen war, dass Lernende auf Zwischenzustände erneut zugreifen können.

Bei der Gestaltung der Anwendung wurde ebenfalls überlegt, welche zusätzlichen Herausforderungen eine Erweiterung hin zu einer kooperativen Lernumgebung hervorgerufen hätte. In einer kooperativen Umgebung würde es sich anbieten, Markierungen und Fallbeispiele übergreifende Kommentare in einem gemeinsamen Datenmodell auf dem Server abzulegen und dieses zwischen allen Lernenden zu

synchronisieren (auf die hierfür benötigten technischen Details gehen wir an dieser Stelle nicht weiter ein, da sie in der Literatur umfassend beschrieben sind, z.B. in [SL07]). Die Herausforderung wäre dabei vor allem die nötige Modifikation des Prozesses, da Markierungen sich bei einer kooperativen Erarbeitung der Markierungen in der Regel überlappen können und die Markierungen zudem visuell den Lernenden zugeordnet werden müssen. Außerdem gehen wir davon aus, dass die Nutzung von fremden Markierungen und Kommentaren eine zusätzliche kognitive Last bei den Lernenden erzeugen würde, da der Grund für die Markierung bei fremden Markierungen zunächst nachvollzogen werden muss. Im hier untersuchten Prozess hätte dies zu einer erhöhten Komplexität geführt, wodurch es schwieriger gewesen wäre, den individuellen Effekt des abstrahierenden Lernens zu erkennen.

Die Umsetzung der interaktiven Benutzungsschnittstelle beim Client erfolgte in Form einer Rich Internet Application (RIA) mittels Coffee-Script, einer einfachen auf JavaScript basierenden Skriptsprache. Das heißt, dass für den Zeitpunkt der Aufgabenbearbeitung wie oben erwähnt die Daten im Browser vorgehalten wurden und direkt mittels JavaScript bearbeitet werden konnten. Nach Abschluss einer Bearbeitung wurden die geänderten Daten an den Server übertragen und dort persistiert.

Von der Ergebnissicherung abgesehen hätte die Anwendung somit auch unabhängig von einem Netzwerk erstellt werden können. Dass sie dennoch als Browser-Anwendung realisiert wurde, liegt auch daran, dass wir die Nähe zur existierenden Online-Community geistreich.de in der Benutzungs-Philosophie aufgreifen wollten (vgl. Abschnitt 3.1.1).

6. 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. Probanden waren Studierende der Evangelischen Theologie. Die Zielgruppe der Theologiestudierenden wurde bewusst gewählt, da wir den Ansatz in einer Disziplin erproben wollten, in der Abstraktion nicht zu den Kernbereichen der Ausbildung zählt. Zumindest in der praktischen Theologie wird ein großer Wert auf die Betrachtung der konkreten Situation, in der eine Handlung geschieht, gelegt. Einige Theologen, mit denen wir gearbeitet haben, gingen sogar so weit, dass sie Erfahrungsberichte aus anderen Gemeinden grundsätzlich nicht als übertragbares Wissen betrachteten, da jede Gemeindesituation anders ist. Somit ging es uns auch darum, in einer prinzipiell abstraktionsfeindlichen Umgebung die Potentiale des Lernens durch abstrahierende Modellbildung zu erkennen und wir gehen davon aus, dass die Wirkung in einer abstraktionsfreundlichen Disziplin mindestens genauso hoch sein kann (z.B. in der Informatik).

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. So entwickelten die Lernenden individuelle Lernstrategien, die jedoch ebenfalls vom abstrahierenden Lernen geprägt sind.

6.1. 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. Das Studien-Design folgt somit dem Prinzip des lauten Denkens (Think-Aloud-Studie; vgl. z.B. [VBS94]).

Um das Lernverhalten möglichst lückenlos zu dokumentieren, wurde die Arbeit der Studierenden mit der Lernumgebung in Form einer Bildschirmaufzeichnung mit einer gleichzeitigen Audio-Aufnahme von Äußerungen der Lernenden protokolliert. Als Werkzeug wurde die Bildschirmaufzeichnungs-Software Camtasia genutzt. Für die Auswertung standen somit Videoaufzeichnungen der Bildschirmsicht der Lernenden mit zusätzlichen laut geäußerten Gedanken in der Tonspur zur Verfügung. Zusätzlich konnten die Ergebnisse (Notizen und Modelle) direkt vom Server abgerufen werden (wobei auch hier theoretisch eine Rekonstruktion aus den Bildschirmaufzeichnungen möglich gewesen wäre).

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 Warm-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. Die Texte der konkreten Fallbeispiele wurden geistreich.de entnommen und für die Tripel so modifiziert, dass viele gemeinsame Oberflächenmerkmale vorhanden waren (Tripel A) oder nur wenige offensichtliche Oberflächenmerkmale vorkamen (Tripel B). Detaillierte Aussagen zur Autorenschaft und der Gemeinde, in der die Fallbeispiele ursprünglich eingesetzt wurden finden sich unter den im Folgenden genannten Online-Quellen (entsprechend den Nutzungsbedingungen von geistreich werden Autoreninformationen nur nach der Anmeldung in der geistreich-Community angezeigt).

In Tripel A handelte es sich um die folgenden Beispiele aus der Konfirmandenarbeit:

- *Kokogo – Konfirmanden Konferenz Golf* (<http://www.geistreich.de/P232>): In der Gemeinde, die vier Länder am Persischen Golf umfasst, wird Konfirmandenunterricht online erteilt.
- *Heavenly Sounds* (<http://www.geistreich.de/P269>): Ein Verein unterstützt die Vernetzung von Konfirmanden unterschiedlicher Gemeinden, indem er gemeinsame Musik-Workshops und Konzerte organisiert.
- *Weser-Marsch* (<http://www.geistreich.de/P58>): Die Konfirmanden eines Kirchenkreises pilgern jeweils sonntags von einer Kirche des Kirchenkreises zu einer anderen, um einander besser kennenzulernen.

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 die folgenden Beispiele:

- *Die „Flotte“* (<http://www.geistreich.de/P18>): Auf 14 Segelschiffen sind Konfirmand/innen des gesamten Kirchenkreises mit Betreuer/innen unterwegs, um ihren gemeinsamen Glauben zu entdecken und Orientierung zu finden.
- *Erdbeeren mit Sahne* (<http://www.geistreich.de/P207>): Eine Abendveranstaltung, die auf die spezifischen Themen von Frauen eingeht, Gemeinschaft und Identität stiftet und anregt, sich mit dem eigenen Glauben auseinander zu beschäftigen.
- *Lust auf Bibel?* (<http://www.geistreich.de/P41>): In Bibelnächten werden biblische Texte gelesen und mit vielen Sinnen erfahrbar gemacht. Dabei werden bewusst in jeder Bibelnacht unterschiedliche Zielgruppen angesprochen.

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.

6.2. 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. Sie sind in der Lage, Notizen zu erstellen, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Fallbeispielen herausarbeiten.
- H4:** Die synoptische Darstellung in der Lernumgebung unterstützt den Prozess und regt vergleichende Kommentare zu den gleichen Abschnitten der Fallbeispiele an.
- H5:** 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 durch eine qualitative Analyse der Ergebnisse der Studierenden überprüft. Die Modellqualität wurde anhand des Abstraktionsgrades des Modells von zwei unabhängigen Gutachtern auf einer Skala von 1 = *sehr konkret* bis 5 = *sehr abstrakt* bewertet. Je weniger genau spezifizierte Details (= Oberflächenmerkmale) aus den Originaltexten und je abstraktere Zusammenfassungen der gemeinsamen Merkmale aus den Erfahrungsberichten genannt wurden, desto abstrakter wurde das Modell bewertet. Den Gutachtern wurden dazu die in Tabelle 1 aufgeführten Kriterien an die Hand gegeben, um eine möglichst hohe Interraterreliabilität zu erreichen.

Tabelle 1: Bewertungskriterien für den Abstraktionsgrad eines Modells.

Abs- trakti- ons- grad	Merkmale
1 = sehr konkret	Modelle, bei denen Zielgruppen (z.B. „junge Familien“) und Objekte oder Aktivitäten (z.B. „Weintrauben zum gemeinsamen Abendessen“) sehr genau bestimmt aus den Erfahrungsberichten übernommen wurden. Wenn lediglich Details aus den Erfahrungsberichten miteinander kombiniert wurden, wurde das Modell mit 1 bewertet.
2 = konkret	Modelle, die Zielgruppen (z.B. „Familien“) und Objekte (z.B. Obst als Abendessen“) als Oberflächenmerkmale der Erfahrungsberichte beinhalten und keine Kategorien für Zielgruppen, Orte, etc. identifiziert haben.
3 = mittel	Modelle, die Zielgruppen eingrenzen (z.B. „junge Menschen“) und Objekte oder Aktivitäten genannt, aber nicht genauer spezifiziert haben (z.B. „Etwas Gesundes zum Abendessen“).
4 = abstrakt	Modelle, bei denen die Zielgruppen nicht eingegrenzt (z.B. „Gemeindemitglieder“) und Objekte oder Aktivitäten nur umschrieben werden (z.B. „Es wird gemeinsam gegessen“).
5 = sehr abstrakt	Modelle, in denen die gemeinsamen Kernelemente der Erfahrungen beschrieben, diese abstrakt ohne Erwähnung von Oberflächenmerkmalen zusammengefasst und dabei große sprachliche Kategorien genutzt werden. Dabei werden weder konkrete Zielgruppen genannt, noch konkrete Objekte oder Aktivitäten (z.B. „Es gibt ein für die Zielgruppe attraktives Programm“).

H3 ließ sich nur qualitativ evaluieren. Es ging vor allem darum, festzustellen, ob es überhaupt abstrahierende Kommentare gibt, und in welchem Bezug sie zu den drei Fallbeispielen stehen. Als zusätzliches Indiz für den Vergleich der drei Fallbeispiele wurde nach laut geäußerten vergleichenden Gedanken in der Tonspur der Aufzeichnungen gesucht. H4 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 im Sinne von H3 übergreifende Kommentare erstellten. Für H5 wurde die Tonspur nach Äußerungen durchsucht, die darauf schließen lassen, dass die Studierenden ihre Lernstrategie reflektieren.

6.3. Ergebnisse

Bevor wir auf die Ergebnisse zu den Hypothesen im Detail eingehen sollen kurz Beobachtungen aus den ersten 4 Schritten des Versuchsablaufs dargestellt werden. In Schritt 1, der Übung zum lauten Denken, 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 (mittels der in Abschnitt 6.1 Nr. 3 beschriebenen Stichwortwolke). 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 Lernende 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 Gutachtern 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 Gutachter ging der Mittelwert der Bewertungen 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 wie in Tabelle 1 aufgeführt einen Abstraktionswert von 1 erhalten, wenn es lediglich aus Zusammenfassungen oder Kombination konkreter Fallbeispiele besteht.

Der Mittelwert der Modelle ($M = 3.38$, $SD = .93$) unterscheidet sich signifikant von diesen Zusammenfassungen der Erfahrungen, $t(37) = 15.73$, $p < .001$. 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 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.

Allerdings konnten wir auch beobachten, dass Lernende bei Tripel B zunächst Schwierigkeiten hatten, einen gemeinsamen Kern zu erkennen. Exemplarisch wird das in den folgenden Auszügen der laut gedachten Kommentare deutlich:

„Jetzt geht es im ersten Teil um eine Reise, die man mit den Konfirmanden macht [...] und die Idee des Segelschiffs ist dann quasi das glaubensstiftende Element. Sicherlich für Jugendliche eine sehr interessante Sache, weil sie eben in Urlaub fahren können und es ein relativ günstiger Urlaub ist und sie etwas gemeinsam erleben können. [...]“

Bei der Betrachtung des ersten Fallbeispiels fasst die Lernende den Inhalt also zunächst laut denkend zusammen (sie scrollt dabei durch das Fallbeispiel). Der Blick auf das zweite Fallbeispiel ist zunächst vom Unverständnis bzgl. möglicher Übereinstimmungen geprägt (Unterstreichungen im folgenden Zitat):

„Jetzt schau ich mir den zweiten Teil an [...]. Da ist jetzt eine komplett andere Zielgruppe – das ist schon einmal ganz spannend. Und zwar sind es frauenspezifische Abende. [...] Das hat für mich jetzt unmittelbar erst einmal überhaupt nichts miteinander zu tun. Deshalb finde ich den Gedanken schwierig, einen Wissensbericht darüber zu schreiben.“

Die Lernende fährt daraufhin mit dem Versuch einer Zusammenfassung des Fallbeispiels fort und äußert erneut ihre Zweifel. Allerdings findet sie danach auch Gemeinsamkeiten.

„[...] Kreatives Angebot, sich verwöhnen lassen, sehr niedrigschwelliges Angebot, relativ attraktiv [...]. Also es ist mir immer noch nicht so wirklich klar, wie diese beiden Projekte miteinander zu tun haben – so richtig. Also, es sind beides niedrigschwellige Angebote und es geht in beiden darum, die Auseinandersetzung mit dem Glauben hervorzurufen. Und beide Angebote sind sehr populär. Aber das war's dann auch schon an Gemeinsamkeiten.“

Die unterstrichenen Gemeinsamkeiten können als Arbeitshypothese für das zu schreibende Modell betrachtet werden. Beim Lesen des dritten Fallbeispiels wird deutlich, wie die Lernende ihre Arbeitshypothese verifiziert. In den laut gedachten Kommentaren werden bereits identifizierte Gemeinsamkeiten auf konkrete Fallbeispiele angewandt und weitere Gemeinsamkeiten identifiziert:

„Jetzt guck ich mir Teil drei an: [...] Da geht's auch um Jugendliche – und zwar 'ne Bibelnacht. [...] Also auch hier wieder ein ganz niedrigschwelliges Angebot, das ganz offen ist für verschiedene Gruppen. [...] Richtet sich jeweils auch an jemand ganz anderen. [...] Auch an Leute, die mit der Bibel jetzt nicht wirklich in Verbindung sind. Also das ist vielleicht so ein bisschen parallel: dass alle drei Gruppen jetzt nicht unmittelbar einen direkten Bezug zum Christentum oder der Bibel haben. [...] Vorbereitungsteams sind wie bei den anderen beiden Projekten auch. [...] Das sind alles auch für die Gemeinde selbst sehr billige Projekte. [...] Und auch hier gibt es wieder attraktive Sachen, so wie Theater und Tanz.“

Auffallend ist, dass beim dritten Beispiel keine weiteren Zweifel geäußert werden sondern dass mit der gewonnenen Abstraktion zunächst das Beispiel untersucht und dass danach weitere Abstraktionen identifiziert werden.

H3 („alle Studierenden führen den intendierten Prozess aus“) gilt nicht. Zwar folgten 7 Studierende dem intendierten Prozess (N=19), 12 Studierende entschieden sich unabhängig voneinander für eine sequenzielle Bearbeitung der einzelnen Fallbeispiele (betrachtet wurde jeweils nur Schritt 6). Dieser nicht vorhergesehene sequenzielle Prozess ist in Abbildung 4 dargestellt.

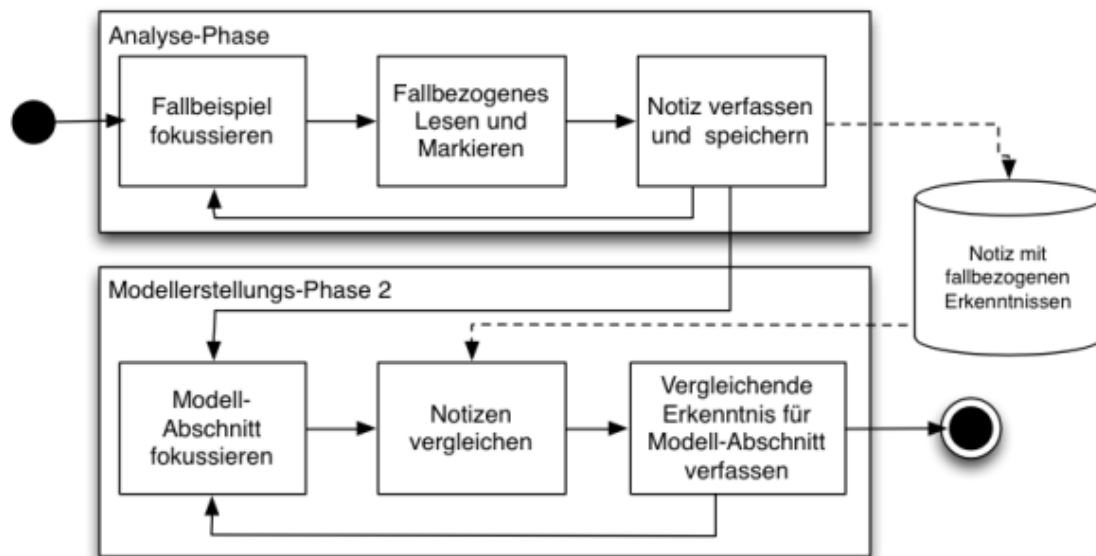


Abbildung 4: Sequenzielles Bearbeiten der Fallbeispiele

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

Die jeweiligen Nennungen von „auch wieder“ zeigen einen Wiedererkennungseffekt bei der Lernenden. Im Satzteil, der mit „diesmal“ eingeleitet wird, nimmt die Lernende zudem eine Passung zwischen Abstraktion und dem konkreten Fallbeispiel vor, indem sie das abstrakte Konzept der „Vernetzung“ mit der konkreten Methode des „Pilgerns von Gemeinde zu Gemeinde“ in Beziehung setzt.

In einigen Fällen, in denen die Studierenden eine synoptische Markierung vorgenommen und eine Notiz dazu verfasst haben, ließen sich bei den Notizen Abstraktionen erkennen (H4). Eine quantitative Aussage, wie oft eine hohe Abstraktion in den Notizen festgehalten wurde, macht allerdings keinen Sinn, da oft die Abstraktion auch nur mündlich geäußert und dann erst wieder bei der Modellerstellung genutzt wurde.

Tabelle 2: Fallbeispiel-übergreifende Notizen in der synoptischen Sicht

Fallbeispiel 1	Fallbeispiel 2	Fallbeispiel 3
<p>Die Nachbereitung erfolgt immer <u>direkt im Anschluss an das Fertigstellen der Arbeitsaufträge. Gemeinsam</u> werden wichtige Aspekte <u>besprochen</u> und gegebenenfalls überarbeitet. Im Gottesdienst Anfang Dezember gestalten die <u>Konfirmand/innen</u> die Predigt und das Fürbittgebet mit. Sie hatten <u>Denkanstöße</u> und Anregungen zum Thema „Ausbeutung von Hausangestellten“ vorbereitet. „Was würde Nikolaus tun?“, war eine Leitfrage.</p>	<p>Bei den <u>Vorstandssitzungen</u> und der jährlichen Mitgliederversammlung werden die Zwischenstände (Mitgliederzahlen, Gottesdienstreihen, <u>Konfirmandentreffen</u>, Ensembles, Mitwirkende und Veranstaltungsbesucher) <u>ausgewertet</u>, zukünftige Programmschwerpunkte <u>überlegt</u> und neue Ziele gesetzt.</p>	<p>Es fand ein <u>Pilgernachtreffen</u> statt, zu dem sich zahlreiche <u>Konfirmand/innen</u> der letztjährigen Aktion noch einmal zu <u>Gottesdienst mit anschließendem Beisammensein</u> trafen. Neben dem Abendessen und dem <u>Schwelgen in Erinnerungen</u> stand hier natürlich vor allem das gemeinsame Anschauen der vielen gemachten Bilder und Videos statt. <u>Entstandene Kontakte zu Konfirmanden und/oder Kirchen bestehen noch heute.</u></p>
<p>Notiz <u>Gemeinsam werden Ergebnisse reflektiert und besprochen</u>, die als <u>Denkanstöße</u> weitergetragen werden. Die <u>Konfirmanden</u> sollen auch nach der Konfirmandenzeit eingebunden werden, dafür <u>helfen Nachtreffen</u> und Veranstaltungen, die über die Konfirmandenzeit hinausgehen. <u>Kontakte</u> sollen weiterhin gepflegt werden.</p>		

Das in Tabelle 2 dargestellte Beispiel illustriert eine entsprechende Notiz im Bezug zu drei Markierungen in den Abschnitten „Nachbereitung & weitere Umsetzung (Einbettung)“ der Fallbeispiele von Tripel A. Die grün hervorgehobenen Markierungen und der Text der Notiz stammen von einer Studierenden. Eine genauere Analyse zeigt, dass neben den hervorgehobenen Textstellen auch weitere Begriffe aus den Fallbeispielen in die Notiz übernommen werden. Für unsere Analyse haben wir deshalb im oben stehenden Text die Formulierungen unterstrichen, die in den Fallbeispielen schon vorkommen.

Der Begriffe „reflektiert“ findet sich nicht direkt im Text. Das zweite Fallbeispiel erwähnt jedoch die Begriffe „ausgewertet“ und „überlegt“, die beide ebenfalls eine kognitive Auseinandersetzung mit dem Erlebten beschreiben. Auch die Wendung „Schwelgen in Erinnerungen“ aus dem dritten Fallbeispiel richtet den Blick zurück auf das Erlebte. Dass dies von der Studierenden als „reflektiert“ zusammengefasst wird, stellt bereits eine Abstraktionsleistung dar. Deutlicher wird die Abstraktionsleistung dann im zweiten Satz der Notiz. Die Studierende erkennt ein generelles Ziel der drei Fallbeispiele: „Die Konfirmanden sollen auch nach der Konfirmandenzeit eingebunden werden.“

Außerdem erkennt die Studierende, dass die drei Fallbeispiele hierfür unterschiedliche Ansätze anbieten. Das wurde bereits beim Schritt des Markierens als lauter Gedanke geäußert: „Da geht’s halt um Nachbereitungen [der Mauscursor steht dabei auf dem Wort

‚Nachbereitung‘ im ersten Satz des ersten Fallbeispiels, markiert wird jedoch die Stelle nach diesem Wort] direkt danach oder [kurze Pause, der Mauscursor wandert auf das zweite Fallbeispiel] dann halt allgemein bei so Sitzungen oder so was [jetzt wandert der Cursor auf das dritte Fallbeispiel] oder dann halt ein Nachtreffen von der Gruppe.“ Für das allgemeine Praxismuster hält die Studierende diese Unterschiedlichkeit fest und fasst die Formen als „Nachtreffen“ (zitiert aus dem 3. Fallbeispiel) und allgemein als „Veranstaltungen“ zusammen.

Der letzte Satz der Notiz nimmt einen direkten Bezug zum dritten Fallbeispiel. Der Studierenden ist es wichtig, aus den Fallbeispielen die dauerhafte Einbindung der Konfirmanden hervorzuheben (als lauten Gedanken äußert sie: „... dass es halt weitergeht und dass es nicht mit einem Event stehen bleibt.“).

Auch wenn die obigen detaillierten Beobachtungen keine allgemeingültigen Schlüsse zulassen, zeigen Sie dennoch, wie im konkreten Beispiel Abstraktion vom Konkreten hin zu einer für alle Fallbeispiele gültigen Notiz geschieht. Es gibt somit zumindest Anzeichen, dass H3 valide sein kann.

In der Modellerstellungs-Phase werden die Markierungen zu den in der Analyse-Phase verfassten Notizen 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 Notizen zu den drei Fallbeispielen. Wie an der geringen Zahl der Notiz-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 laut gedachten Kommentaren konnten wir bei einigen Studierenden Reflexion über den Lernprozess erkennen (H5). 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. Der folgende Kommentar ist hierfür in den aufgezeichneten Sitzungen ein typisches Beispiel für einen laut geäußerten Gedanken:

„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.

7. Diskussion

In diesem Beitrag stellen 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.

Zwei Aspekte der Werkzeugunterstützung wurden detaillierter untersucht: (a) die Funktion, fallübergreifende Notizen zu drei Fallbeispielen oder Abschnitten daraus zu verfassen, und (b) die Nutzung der synoptischen Darstellung der Fallbeispiele. In beiden Fällen konnten wir feststellen, dass die Lernenden die Funktionen der Lernumgebung für das abstrahierende Lernen nutzen konnten. Die Erfahrungen machen uns zuversichtlich, dass sowohl die Funktion der fallübergreifenden Notizen als auch die synoptische Darstellung für die Gestaltung von Lernumgebungen zum abstrahierenden Lernen sinnvolle technische Komponenten zur Unterstützung des Lernens darstellen.

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.

Dass die Lernumgebung ein Abweichen vom intendierten Lernprozess zulässt und nicht im Sinne eines „overscriptings“ [Di02] die Lernenden in einem starren Lernprozess einzwängt, hat sich in unserer Studie als Vorteil erwiesen. Die Lernenden nehmen das Grundkonzept des abstrahierenden Lernens auf und entwickeln für sich passende Vorgehensweisen, um zu einer den Fallbeispielen zu Grunde liegenden Abstraktion zu gelangen. 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.

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.

Bei der in diesem Artikel untersuchten Lernumgebung handelte es sich um eine Anwendung für eine oder einen Lernenden. In wie weit abstrahierendes Lernen mit der gleichen Unterstützung auch in einer Lerngruppe stattfinden könnte, ist eine offene Forschungsfrage. In einer Lerngruppe würden zum Aspekt der individuellen Abstraktion der einzelnen Lernenden auch Fragen der Konsensbildung bezüglich des zu schreibenden Modells wahrscheinlich einen großen Einfluss auf den Lernprozess haben. Zu den unterschiedlichen Fallbeispielen käme die unterschiedliche Rezeption der Fallbeispiele durch die einzelnen Gruppenmitglieder hinzu. Hierfür geeignete Kommunikations- und Abstimmungsprozesse zu gestalten ist eine Herausforderung für zukünftige Forschungsarbeiten.

Literaturverzeichnis

[ABM92] Ahn, W.; Brewer, W. F.; Mooney, R. J.: Schema acquisition from a single example. In: *Journ. of Exp. Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1992, pp. 391-412.

[Ad81] Adelson, B.: Problem solving and the development of abstract categories in programming languages. In: *Memory & Cognition*, 9, 1981, pp. 422-433.

[Al79] Alexander, C.: *The Timeless Way of Building*. Oxford University Press, New York, 1977.

[CFG81] Chi, M. T. H.; Feltovich, P. J.; Glaser, R.: Categorization and representation of physics problems by experts and novices. In: *Cognitive Science*, 5, 1981, pp. 121-152.

[CH89] Catrambone, R.; Holyoak, K. J.: Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. In: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 15, 1989, pp. 1147-1156.

[CH04] Coplien, J.; Harrison, N.: *Organizational Patterns of Agile Software Development*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2004.

[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, pp. 61–91.

[FKN86] Fong, G. T.; Krantz, D. H.; Nisbett, R. E.: The effects of statistical training on thinking about everyday problems. In: *Cognitive Psychology*, 18, 1986, pp. 253-292.

[GH83] Gick, M. L.; Holyoak, K. J.: Schema induction and analogical transfer. In: *Cognitive Psychology*, 15, 1983, pp. 1-38.

[Gr12] GraphBench: A System for Prototyping and Animating Graph Algorithms. <http://www.swisseduc.ch/informatik/graphbench/>, (last check 2015-06-11)

[HHS77] Hinsley, D. A.; Hayes, J. R.; Simon, H. A.: From words to equations: Meaning and representation in algebra problems. In: Just, M. A.; Carpenter, P. A. (Ed.): *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977, pp. 27-38.

[HT89] Holyoak, K. J.; Thagard, T.: Analogical mapping by constraint satisfaction. In: *Cognitive Science*, 13, 1989, pp. 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. (Ed.): *The Role of Communication in Learning to Model*, Lawrence Erlbaum Associates, 2002, pp. 99-125.

[Me14] Metzger, B. M.: Griesbach, Johann Jakob (1745–1812). In: *Theologische Realenzyklopädie*. De Gruyter, Berlin, Boston. http://www.degruyter.com/view/TRE/TRE.14_253_52?pi=-1&moduleId=common-word-wheel&dbJumpTo=Griesbach,%20Johann%20Jakob (last check 2015-06-11, content not available for free).

[MM+14] Mor, Y.; Mellar, H.; Warbuton, S.; Winters, N. (Eds.): *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*. Sense Publishers, Rotterdam, The Netherlands, 2014.

[NH91] Novick, L. R.; Holyoak, K. J.: Mathematical problem solving by analogy. In: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 1981, pp. 398-415.

[RK90] Ross, B. H.; Kennedy, P.T.: Generalizing from the use of earlier examples in problem solving. In: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1990, pp. 42-55.

[Ro89] Ross, B. H.; Distinguishing Types of Superficial Similarities: Different Effects on the Access and Use of Earlier Problems. In: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1989, pp. 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. (last check 2015-06-11)

[Sc08] Schuler, D.: *Liberating Voices: A Pattern Language for Communication Revolution*. MIT Press, Boston, 2008.

[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. In: *New Review of Hypermedia and Multimedia*, Volume 16 Issue 1 & 2, 2010, pp. 85-111.

[SL07] Schümmer, T.; Lukosch, S.: *Patterns for Computer-Mediated Interaction*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2007.

[SM+12] Schümmer, T.; Matschke, C.; Schobert, W.; Mühlpfordt, M.: PATONGO: Web-2.0-basierter Kompetenzerwerb in großen Non-Profit-Organisationen. In: Haake, J.; Schwabe, G.; Wesner, M. (Ed.): *CSCL-Kompodium 2.0*, Oldenbourg Verlag, München, 2012, pp. 417-424.

[SVP98] Sweller, J.; van Merriënboer, J. J. G.; Paas, F. G. W. C.: Cognitive architecture and instructional design. In: *Educational Psychology Review*, 10, 1998, pp. 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.

[1] Dieser Beitrag ist eine überarbeitete und erweiterte Fassung des folgenden Best Paper Award-Beitrags der DeLFI 2012: Till Schümmer, Wolfram Schobert, Christina Matschke, Jörg M. Haake: Ein Prozess und eine Lernumgebung zum abstrahierenden Lernen durch aktive Modellbildung, In: *DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik, GI-Edition Lecture Notes in Computer Science*, GI e.V., Bonn, 2012, S. 159-170.

[2] So wird eine ähnliche Beitragsstruktur in anderen Praxisgemeinschaften genutzt, die die gleiche Technologie wie geistreich einsetzen. Beispiele sind die Stadt- und Verkehrsplanung im EU-Projekt PUMAS (<http://pumasproject.eu>), die Weiterentwicklung des Hochschulsports (<http://adh-forum.de>) oder der Austausch über Service Learning (<http://www.campus-vor-ort.de/>).

[3] Die dargestellten Fallbeispiele wurden auf Basis von Inhalten aus geistreich.de erstellt. Details zu den Fallbeispielen finden sich in Abschnitt 6.