

Evaluation der Lernwirksamkeit eines Lehrvideos zum informatischen Problemlösen

Bertold Kujath, Christopher Schütze

Didaktik der Informatik

Universität Potsdam

August-Bebel-Straße 89

14482 Potsdam

kujath@cs.uni-potsdam.de

chschoet@uni-potsdam.de

Abstract: Der folgende Artikel beschreibt die Evaluation eines Lehrvideos zum informatischen Problemlösen, welches auf der Grundlage einer Vergleichsstudie mit starken und schwachen Problemlösern entwickelt wurde. Beispielhaft wird in dem Film ein Färbeproblem durch einen fiktiven Hochleister unter lautem Denken gelöst, die einzelnen Arbeitsschritte werden abschnittsweise kommentiert und erklärt. Ob dieses Lernkonzept von Studenten akzeptiert wird und sich durch Anschauen des Videos tatsächlich ein Lerneffekt einstellt, wurde durch eine Befragung und eine erste Vergleichsstudie untersucht.

1 Einleitung

Die Frage, worin sich die informatischen Problemlöseprozesse starker Problemlöser von denen schwacher Problemlöser unterscheiden und welche unterschiedlichen Problemlösestrategien hierbei zum Einsatz kommen, wurde bis Ende 2006 in einer Studie mit der Methode des lauten Denkens untersucht. Bei dieser Kontraststudie wurden zwei Gruppen zu je acht Teilnehmern gebildet, jeweils einzeln unter lautem Denken Informatikaufgaben zu lösen. Die Gruppe der starken Problemlöser, im Folgenden „Hochleister“ genannt, setzte sich aus Siegern des Bundeswettbewerbs Informatik der Jahre 2005 und 2006 im Alter von 17 bis 19 Jahren zusammen. Bei allen Teilnehmern wurde ein IQ von über 130 ermittelt, was allgemein als Schwellenwert für eine psychometrische Hochbegabung gilt [WW90]. Als Teilnehmer der Kontrastgruppe, im Folgenden „Niedrigleister“ genannt, wurden Studenten der Informatik im Alter zwischen 22 und 30 Jahren angeworben. Diese Teilnehmer wiesen in theoretisch-formalen Fächern mittlere bzw. schlechte Studienleistungen auf. Die Verbalisierungen sowie das Anfertigen von Skizzen wurde während der Aufgabenbearbeitung mit einer Videokamera aufgezeichnet. Im Anschluss erfolgte eine Auswertung dieser Tabelle 1: Unterschiedliche Phänomene in den einzelnen Gruppen Daten mit Methoden der qualitativen Datenanalyse nach Mayring [Ma00]. Genauere Beschreibungen des Versuchsablaufes, der Auswertemethodik und der Ergebnisse finden sich in [Ku06] und [Ku07]. Anhand der Bearbeitungen eines Färbeproblems werden nun einige grundlegende Unterschiede im Vorgehen bei Problembearbeitungen zwischen Hoch- und Niedrigleistern besprochen. Dieses Färbeproblem wird in [Ku08] vorgestellt und diskutiert.

2 Bisheriger Stand der Studie

Die Prozesse der Hochleister unterschieden sich deutlich von denen der Niedrigleister. Während die Hochleister zunächst eine intensive Problemanalyse durchführten und dann die daraus gewonnenen Erkenntnisse in Verbindung mit hocheffizienten informatischen Problemlösemethoden wie Baumstrukturen und Rekursion gewinnbringend einsetzen konnten, begannen die Niedrigleister sofort nach der Problempräsentation mit der Bearbeitung. Dabei gingen sie durch mehr oder weniger zielgerichtetes Ausprobieren immer länger werdender Farbkombinationen vor und versuchten anschließend Aussagen über die Lösung zu generieren. Folglich waren die Prozesse der Hoch-

leister deutlich kürzer und weniger fehlerbehaftet. Nahezu alle Hochleister konnten die Lösung vollständig und korrekt angeben, in der Gruppe der Niedrigleister war dies kein einziges Mal der Fall. Mehrheitlich begründeten die Niedrigleister ihren ausbleibenden Problemlöseerfolg u. a. damit, dass ihnen zwar informatische Problemlösemethoden aus der Vorlesung bekannt seien, sie diese aber nur als Faktenwissen und ohne Anwendungsbeispiele kennen gelernt hätten. In Tabelle 1 sind die unterschiedlichen Phänomene in den Bearbeitungsprozessen der Hoch- und Niedrigleister zusammengefasst.

Tabelle 1: Unterschiedliche Phänomene in den einzelnen Gruppen

Hochleister	Niedrigleister
schnelles Problemverständnis	fehlerhaftes Problemverständnis
intensive Problemanalyse → gezieltes Einsetzen von Schlüsselerkenntnissen	keine Problemanalyse → Schlüsselerkenntnisse zufällig und unbeachtet
klare Trennung in Teilprobleme	wenig Trennung in Teilprobleme
hohes Abstraktionsniveau, Konkretisierung wenn notwendig	Bearbeitung durch Ausprobieren, ausschließlich konkrete Inhalte
fundamentale Ideen der Informatik	unspezifisches Ausprobieren
Frage: Was passiert beim Übergang von n zu $n+1$?	Frage: Wieviele Möglichkeiten gibt es bei $n = 1, 2, 3, \dots$

Schwache Problemlöser scheuen durch den ausbleibenden Problemlöseerfolg häufig das Bearbeiten von informatischen Übungsaufgaben. Das Bearbeiten solcher Probleme aber fördert das Verstehen der Materie und führt zu einem immer größer werdenden Fundus an Problemlöseschemata, wodurch die tiefere Exploration auch komplexerer Zusammenhänge ermöglicht wird [Fu06, Fr01]. Um die offensichtliche Lücke zwischen der Vermittlung deklarativer Wissensinhalte in der Vorlesung und der Ausprägung prozeduraler Fähigkeiten zu schließen, wurde ein Lehrvideo produziert, das unter [Ku12] online betrachtet werden kann. Die audiovisuelle Aufarbeitung der Herangehensweisen starker Problemlöser an Informatikprobleme soll Lernenden ohne fachspezifische Problemlöseerfahrungen zeigen, wie die in der Vorlesung erlernten informatischen Inhalte konkret angewendet werden können. Das Video zeigt einen fiktiven Problemlöser, der laut denkend die didaktisch aufgearbeiteten Problemlöseprozesse der Hochleister aus der Studie im konkreten Aufgabenkontext einsetzt. Zusätzlich werden abschnittsweise die zurückliegenden Aktivitäten durch Animationen vertiefend erklärt. Zur Beschreibung des dem Video zugrunde liegenden Konzepts sowie zu den Entscheidungsgründen für

das Lehrmedium Video sei hier auf [Ku08] verwiesen, eine kurze tabellarische Auflistung der einzelnen Abschnitte des Didaktikteils des Videos ist im Anhang aufgeführt.

3 Evaluation

Das fertige Video wurde in einem ersten Evaluationsschritt durch eine Befragung getestet. Insgesamt 60 Erstsemesterstudenten wurde das Video vorgeführt und anschließend ein Fragebogen zur Bewertung des Gezeigten vorgelegt. Der Fragebogen enthielt Fragen zur Informatik-Vorerfahrung, zur Selbsteinschätzung der eigenen Problemlösefähigkeit, Verständnisfragen zum Inhalt und Fragen zur persönlichen Bewertung des Videos hinsichtlich Verständlichkeit und der Eignung als Lehrmittel. 85 % bezeichneten ihre eigene Problemlösefähigkeit als „schwach“ oder „eher schwach“. Diese Teilnehmer gehörten somit zur Zielgruppe des Videos. Die Auswertung des Fragebogens ergab eine hohe Akzeptanz des im Video umgesetzten Konzepts und signalisierte einen Bedarf an gezielter Vermittlung konkreter Problemlösetechniken. Mehrheitlich erklärten die Befragten, das Video hätte ihnen weiterführende Erkenntnisse beim Bearbeiten von Informatikproblemen gebracht. 58 % der Teilnehmer äußerten, durch das Video eine höhere Motivation zur Beschäftigung mit Informatikproblemen zu haben. Mehr als 70 % der befragten Studenten würden nach den vorliegenden Ergebnissen befürworten, auch andere informatische Methoden nach einem solchen Konzept zu erlernen. Eine zweite Befragung von 100 Studenten ist noch nicht vollständig ausgewertet.

3.1 Studie zur Feststellung der Lernwirksamkeit

Um die teilweise subjektiven Daten aus der bisherigen Befragung durch objektive Daten überprüfen zu können, wurde in einem weiteren Schritt eine Vergleichsstudie mit Teilnehmern aus der in [Ku08] beschriebenen Zielgruppe des Lehrvideos durchgeführt [Sc13]. Getestet werden sollte, ob sich durch Betrachten des Videos ein quantifizierbarer Lernerfolg einstellt, ob also Probanden nach Betrachten des Videos den darin behandelten Aufgabentyp besser bearbeiten konnten, als solche, die das Video vorher nicht gesehen haben.

3.1.1 Methodik Probandensuche

Aus den teilnehmerstärksten Übungsgruppen des Kurses „Grundlagen der Programmierung I“ am Institut für Informatik der Universität Potsdam wurde zufällig eine ausgewählt. Die Teilnehmer dieses Kurses sollten während einer Klausur als eine der Aufgaben ein Informatikproblem bearbeiten, das vom Lösungsprinzip her dem Färbungsproblem aus dem Video entsprach. Auch bei dieser Aufgabe konnte die Lösung durch Anwendung einer Baumstruktur und der Rekursion gefunden werden, aber auch durch Aufstellen von Tabellen. Ziel war es, diejenigen Studenten zu identifizieren, deren Lösungsverhalten dem der Kontrastgruppe aus der dem Lehrvideo zugrunde liegenden Laut-Denken-Studie entsprach [Ku11]. Zusätzlich wurden die Teilnehmer des Kurses gebeten, einen Fragebogen mit Fragen zum informatischen Vorwissen und zur Selbsteinschätzung der eigenen Problemlösefähigkeit zu beantworten. Anhand der Ergebnisse dieses Vortests sollten dann geeignete Teilnehmer für die eigentliche Vergleichsstudie zur Analyse der Lernwirksamkeit des Lehrvideos identifiziert werden. Allerdings musste aus organisatorischen Gründen die Hauptstudie mit einer neuen Probandengruppe durchgeführt werden, die nicht den Vortest durchlaufen hatte.

3.2 Hauptstudie

Mit der nun beschriebenen Hauptstudie sollte schließlich die Lernwirksamkeit des Lehrvideos überprüft werden. Auch die 24 Teilnehmer dieses Teils der Studie bekamen zunächst einen Fragebogen zum Vorwissen und zur Selbsteinschätzung der eigenen Problemlösefähigkeit präsentiert. Dann wurden die Teilnehmer in zwei gleichgroße Gruppen geteilt und räumlich getrennt. Eine Gruppe bekam das Lehrvideo vor der eigentlichen Problembearbeitung zu sehen (Gruppe „mit Video“), die andere Gruppe nicht (Gruppe „ohne Video“). Beide Gruppen sollten ein informatisches Problem bearbeiten, das mit den im Video vermittelten Problemlösestrategien gelöst werden konnte. Einer der Teilnehmer aus der Gruppe „ohne Video“ erklärte gleich zu Beginn des Versuchs, dass ihm die Aufgabe bekannt sei. Er wurde gebeten, dies auf dem Aufgabenblatt zu vermerken. Dies wurde später bei der Auswertung berücksichtigt. Während die Gruppe „ohne Video“ diese Aufgabe sofort und ohne weitere Informationen zur Bearbeitung präsentiert bekam, wurde der Gruppe „mit Video“ zunächst das Lernziel des Lehrvideos erklärt, anschließend das Lehrvideo vorgeführt und direkt danach ein kurzer Frage-

bogen mit zwei Fragen zur subjektiven Bewertung der Lernwirksamkeit des Videos vorgelegt. Danach wurde auch dieser Gruppe das Informatikproblem zur Bearbeitung vorgelegt, durch die bis zum Studienende andauernde räumliche Trennung gab es keine Möglichkeiten des Informationsaustausches zwischen den beiden Gruppen. Alle Teilnehmer hatten 30 Minuten Zeit, die Aufgabe zu bearbeiten, und sollten am Ende des Versuchs kurz in einer retrospektiven Schilderung schriftlich ihre Vorgehensweise erklären.

3.3 Auswertung und Ergebnisse

Zu Beginn der Gesamtauswertung und nach Auswertung der Fragebögen zum Vorwissen wurden drei Kategorien von Probanden aus der Auswertung herausgenommen. Zum einen derjenige Proband, dem die Aufgabe bekannt war. Dann diejenigen drei Teilnehmer, die im Vorwissenstest erklärten, das Prinzip der Binärcodierung, das zum Verständnis des Problems aus dieser Studie erforderlich ist, sei ihnen nicht bekannt und letztlich derjenige Proband, der als einziger kein Informatikstudent war. Alle anderen Probanden zeigten im Wissenstest, dass ihnen die zur Lösung des Problems notwendigen informatischen Problemlösemethoden zumindest faktisch bekannt waren. Die Auswertung der Studie und die anschließende Aufstellung der didaktischen Implikationen erfolgten hypothesengeleitet. Durch Analyse und Interpretation des vorliegenden Datenmaterials sollten zwei a priori ausgearbeitete Hypothesen überprüft werden:

Hypothese 1: Probanden, die den Lehrfilm gesehen haben, kommen häufiger zum richtigen Ergebnis der Aufgabe als jene, die den Lehrfilm nicht gesehen haben.

Eine Lernwirksamkeit des Lehrvideos ist demnach dann gegeben, wenn im Vergleich zur Gruppe „ohne Video“ in der Gruppe „mit Video“ signifikant häufiger das präsentierte Problem vollständig gelöst wurde, also das korrekte Ergebnis durch die Probanden angegeben werden konnte. Hier zielt die Hypothese auf die reine Feststellung eines Problemlöseerfolgs ab, ohne die Qualität der verwendeten Lösungswege zu bewerten.

Die zweite Hypothese zielt auf die Qualität des Lösungsweges ab:

Hypothese 2: Probanden, die den Lehrfilm gesehen haben, gehen strukturierter an das ihnen gestellte Problem heran und wenden gezielt Problemlösungsstrategien der Informatik an.

Hier wird die Lernwirksamkeit des Lehrvideos anhand der Qualität des Lösungsweges beurteilt, ohne die Korrektheit der gefundenen Ergebnisse zu betrachten. Insbesondere wird erwartet, dass sich eine höhere Strukturiertheit des Problemlöseprozesses durch deutlicheres Auftreten der im Lehrvideo vermittelten Problemlösephasen Problemverständnis, Problemanalyse, Lösungsbearbeitung und Lösungsevaluation auszeichnet.

Die Auswertung ergab hinsichtlich Hypothese 1, dass in beiden Gruppen kein einziger Teilnehmer das richtige Ergebnis angeben konnte. In der Gruppe „ohne Video“ waren bei zwei von 11 Teilnehmern allerdings eher zufällige Fehler die Ursache, da diese beiden Probanden zumindest den richtigen Ansatz verfolgten. Beide Probanden bezeichneten sich zuvor in der Befragung als „starke Problemlöser“.

In der Gruppe „mit Video“ kam ebenfalls kein einziger Proband auf das korrekte Ergebnis. Allerdings waren es hier drei Probanden, die einen richtigen Ansatz verfolgten und wiederum nur durch zufällige Fehler bei der Berechnung größerer Summen ein falsches Ergebnis angaben. Das Ergebnis, das letztlich von allen Bearbeitungen der tatsächlichen Lösung am nächsten kam, stammte von einem Teilnehmer aus der Gruppe „mit Video“, der sich in der Befragung als „schwacher Problemlöser“ bezeichnete. Nach der Bereinigung der Ergebnisse von zufälligen Fehlern ist also festzustellen, dass zwei Probanden aus der Gruppe „ohne Video“ (= 18 %) und drei Probanden aus der Gruppe „mit Video“ (= 25 %) zu einem annähernd richtigen Ergebnis kamen. Tendenziell ist hier ein leichter Vorteil bei der Gruppe „mit Video“ zu erkennen, was die Hypothese 1 zumindest nicht widerlegt. Vor dem Hintergrund der geringen Teilnehmerzahl müssten hier jedoch noch weitere Tests mit größeren Gruppen erfolgen.

Zur Überprüfung der Hypothese 2 bedurfte es einer qualitativen Analyse der von den Probanden angefertigten Lösungsblätter und der retrospektiven Schilderungen. Wir definieren das Auftreten von wenigstens einer der im Lehrvideo behandelten Problemlösemethoden in der Gruppe „mit Video“ als Lernzuwachs, da die Befragung bei allen Probanden die Kenntnis dieser Methoden ergab, die Selbsteinschätzung als „schwache Problemlöser“ aber darauf hindeutet, dass deren wirksame Anwendung von diesen Teilnehmern nicht beherrscht wird. Die Analyse der Lösungsblätter ergab zunächst, dass in der Gruppe „mit Video“ sämtliche Teilnehmer die Aufgabe verstanden haben, während in der Gruppe „ohne Video“ immerhin 44 % der Teilnehmer die Aufgabe nicht verstanden hat. Die im Video demonstrierte Problemanalyse wurde in der Gruppe „mit Video“ von 33 % der Teilnehmer, in der Gruppe „ohne Video“ nur von 22 % der Teilnehmer durchgeführt. Eine Baumstruktur

trat in den Lösungswegen ein einziges Mal auf, und zwar bei einem Teilnehmer aus der Gruppe „mit Video“. Im Ergebnis ist also festzuhalten, dass zumindest hinsichtlich der Unterteilung des Problemlöseprozesses in unterschiedliche Problemlösephasen dies in der Gruppe „mit Video“ häufiger auftrat, womit auch Hypothese 2 wenigstens in Teilen bestätigt wird. Insgesamt kann festgestellt werden, dass unter Beachtung der limitierenden Faktoren beide Hypothesen durch diesen Versuch nicht widerlegt, Hypothese 2 sogar bestätigt wird und somit eine Lernwirksamkeit des Videos erkennbar ist.

4 Fazit und Ausblick

Sowohl die in [Ku11] beschriebene Befragung von 60 Erstsemesterstudenten der Informatik als auch die hier geschilderte Vergleichsstudie zeigen eine didaktische Relevanz des vorgestellten Lehrvideos. Das im Video implementiertem Prinzip „Lernen durch Beobachten“ zeigt sowohl in der Bewertung durch Vertreter der Zielgruppe des Videos als auch im objektiven Vergleich der Bearbeitungsergebnisse eines Informatikproblems zweier Gruppen (mit und ohne Video) positive Lerneffekte. Die Methodik der hier geschilderten Studie zur Kontrastierung zweier Lerngruppen nach [Sc13] soll zur Bestätigung der Ergebnisse ausgeweitet und auf Basis der bisherigen Erfahrungen optimiert und nach Möglichkeit mit größeren Teilnehmergruppen durchgeführt werden. Weiterhin soll ein Konzept einer 90-minütigen Unterrichtseinheit entworfen werden, an deren Anfang die Präsentation des Videos steht und in deren weiteren Verlauf die Teilnehmer durch die Lehrkraft angeleitet durch die einzelnen Abschnitte des Videos geführt werden. Hierbei kann das Video zunächst im Ganzen gezeigt und anschließend durch fragend geleiteten Unterricht erarbeitet werden. Oder es können nach der Vorführung der Aufgabenstellung jeweils die einzelnen Abschnitte der Bearbeitungsphasen des Videos gezeigt und jeweils zu Beginn einer jeden Phase zunächst mit den Lernenden diskutiert werden, welches wohl die nächsten Bearbeitungsschritte sein könnten. Begleitet werden kann der Unterricht durch eine Sammlung von adäquaten Informatikproblemen mit steigendem Schwierigkeitsgrad, die anhand der im Video dargestellten Methoden gelöst werden sollen. Derzeit findet die Produktion einer englischen Version des Videos statt, um dieses Konzept auch im englischsprachigen Raum einzuführen.

Literaturverzeichnis

- [Fr01] Friege, G.: Wissen und Problemlösen. Logos Verlag, Berlin, 2001.
- [Fu06] Fuchs, M.: Vorgehensweisen mathematisch potentiell begabter Dritt- und Viertklässler beim Problemlösen. LIT Verlag, Berlin, 2006.
- [Ku06] Kujath, B.: Ein Test- und Analyseverfahren zur Kontrastierung von Problemlöseprozessen informatischer Hoch- und Niedrigleister – erste Ergebnisse einer Pilotstudie. In: Schwill, A.; Schulte, C.; Thomas, M. (Hrsg.): GI-Edition-Lecture Notes in Informatics Band 99, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2006, S. 49–69.
- [Ku07] Kujath, B.: Vergleichende Analysen zweier Problemlöseprozesse unter dem Aspekt des Problemlöseerfolgs. In: Schubert, S. (Hrsg.): GI-Edition-Lecture Notes in Informatics Band 112, Gesellschaft für Informatik Bonn, 2007, S. 295–306.
- [Ku08] Kujath, B.: Wie können schwache Problemlöser von Hochleistern lernen – Konzeption eines Lehrvideos. In: Brinda, T; Fothe, M; Hubwieser, P. (Hrsg.): GI-Edition-Lecture Notes in Informatics Band 135, Gesellschaft für Informatik Bonn, 2008, S. 65–75.
- [Ku11] Kujath, B.: Kann man durch Abgucken (Beobachten) von Hochleistern lernen? Praxisbericht INFOS 2011, Münster.
- [Ku12] Deutschsprachiger Trailer des Lehrvideos: <http://informatikdidaktik.de/Forschung/Schrtten/HochleisterDVD2011> Englische Vollversion: <https://itunes.apple.com/us/course/id894331359?l=en>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2014.
- [Ma00] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Beltz, Weinheim, 2000.
- [Sc13] Schütze, C.: Analyse der Lernwirksamkeit eines Lehrfilms zum problemlösenden Denken im Informatikunterricht, Masterarbeit an der Universität Potsdam, Institut für Informatik, 2013.
- [SS04] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akademie Verlag, Heidelberg, 2004.
- [WW90] Waldmann, M. R; Weinert, F. E.; Intelligenz und Denken, Hogrefe, Göttingen, 1990.

Anhang

Tabelle 1: Inhalte der einzelnen Abschnitte im Didaktikteil des Videos

Phase	Aktivitäten	Minuten
PV	T: zu Beginn des Didaktikteils abgeschlossen	0:00
	K: vollständige Erklärung der Aufgabe mit Frage nach dem Maximalfall	3:00
PA	T: Anfertigung einer Skizze zur Problemanalyse – Problembetrachtung als Färbevorgang – Erkennen der Bedeutung der Farbe diagonal zueinander liegender Quadrate – Schlussfolgerung für weiteres Vorgehen	2:30
	K: animierte Originalskizze von Tom – Hinweis auf Bedeutung intensiver Problemanalysen – Erklärung der Schlüsselerkenntnis und deren Bedeutung für die Fragestellung	3:00
PBK	T: schrittweise Entwicklung einer Baumstruktur unter Anwendung der Schlüsselerkenntnis – Konstruktion der gesuchten unteren Farbfolge – Angabe des ersten Teils der Lösung	5:00
	K: Umwandlung der vollständigen Baumskizze in eine animierte Grafik – Hinweis auf Baum als informatisches Problemlösewerkzeug – Erläuterung des Konstruktionsprinzips des Baumes – Herstellung der Beziehungen zwischen den Kenngrößen des Baumes und den Objekten des Problemraums	4:30
PBF	T: Analyse der fertigen Baumskizze mit der Frage nach den rekursiven Beziehungen der Anzahlen der Knoten auf jeder Ebene – Aufstellen dreier rekursiver Grundgleichungen – mathematische Umformung dieser Grundgleichungen zur endgültigen Lösung	4:00
	K: Umwandlung von Toms Skizze in eine animierte Grafik – Erläuterung von Toms Überlegungen bei der Analyse – Hinweis auf Rekursion als weiteres informatisches Problemlösewerkzeug – Herleitung der drei rekursiven Grundgleichungen – Umformen der Grundgleichungen zur fertigen Lösung	4:30
PV = Problemverständnis, T = Aktivitäten von Tom, K = Kommentierungsebene, PA = Problemanalyse, PBK = Problembearbeitung der unteren Farbkonfiguration, PBF = Problembearbeitung Formel		