

Wie können schwache Problemlöser von Hochleistern lernen – Konzeption eines Lehrvideos

Bertold Kujath

Didaktik der Informatik
Universität Potsdam
August-Bebel-Straße 89
14482 Potsdam
kujath@uni-potsdam.de

Abstract: Leistungsstarke Problemlöser zeigen ein deutlich anderes Vorgehen beim Bearbeiten von typischen Informatikproblemen als schwächere Problemlöser, das hat eine Vergleichsstudie mit Hoch- und Niedrigleistern ergeben. Auffällig war das Fehlen informatikspezifischer Herangehensweisen bei der Problembearbeitung durch Niedrigleister, obwohl ihnen die dazu notwendigen Werkzeuge wie etwa Baumstrukturen oder Rekursion durchaus bekannt waren. Die Frage, wie nun die deutlich effizienteren Strategien der Hochleister didaktisch aufgearbeitet werden können, um sie an Niedrigleister zu vermitteln, soll im vorliegenden Beitrag anhand der Konzeption eines Lehrvideos beantwortet werden.

1 Einleitung

Infolge langwieriger Bearbeitungszeiten und des in vielen Fällen antizipierten Misserfolgs scheuen gerade schwache Problemlöser die Konfrontation mit Informatik-Problemen. Aber gerade das Bearbeiten solcher Probleme fördert nach [Fu06, Fr01] das tiefere Verständnis entsprechender Lehrinhalte und führt zu einem immer größer werdenden Fundus an Problemlöseschemata. Infolgedessen wird wiederum die weitere Exploration auch komplexerer informatischer Zusammenhänge ermöglicht. Die offensichtliche Lücke zwischen der Vermittlung deklarativer Wissensinhalte in der Vorlesung und der Ausprägung prozeduraler Fähigkeiten soll mittels eines Lehrvideos durch die didaktische und multimediale Aufarbeitung der Ergebnisse aus Studien mit hochleistenden Problemlösern geschlossen werden. Lernenden ohne fachspezifische Problemlöseerfahrung soll durch die audio-visuelle Präsentation der Herangehensweisen starker Problemlöser aufgezeigt werden, in welcher Weise informatische Prinzipien wie die Fundamentalen Ideen der Informatik im Problemlösekontext Anwendung finden können. Die in dem Lehrvideo gezeigten Hochleisterstrategien beim Bearbeiten von Informatikaufgaben sollen die Lernenden für die Problematik typischer Anfängerfehler wie mangelndes Problemverständnis oder unspezifische Herangehensweisen nach dem Trial-and-Error-Prinzip sensibilisieren und zu einer auf den Einsatz informatik-spezifischer Problemlösetechniken ausgerichtete Denkweise beim Bearbeiten von Übungsaufgaben hinführen.

1.1 Ausgangslage

Der Frage, worin sich die Problemlöseprozesse starker von denen schwacher Problemlöser unterscheiden und welche unterschiedlichen Strategien bei ihnen zum Einsatz kommen, wurde in einer Studie mit der Methode des *Lauten Denkens* nachgegangen. Bei dieser als sog. Kontraststudie konzipierten Untersuchung, wurden insgesamt 16 Teilnehmer zunächst in zwei Gruppen zu je acht Teilnehmern aufgeteilt. Die erste Gruppe, im Folgenden als die Gruppe der Hochleister bezeichnet, setzte sich aus Bundessiegern des Bundeswettbewerbs Informatik der Jahre 2005 und 2006 zusammen. Diese Teilnehmer waren 17 bis 19 Jahre alt. Als Teilnehmer der im Weiteren als Niedrigleister bezeichneten Kontrastgruppe wurden Studenten der Informatik im Alter zwischen 22 und 30 Jahren an der Universität Potsdam angeworben. Diese Teilnehmer wiesen in theoretisch-formal ausgerichteten Fächern überwiegend mittlere bzw. schlechte Studienleistungen auf. Alle Probanden wurden gebeten, in Einzelsitzungen beim Bearbeiten von insgesamt sechs Informatikaufgaben ihre Gedankengänge laut auszusprechen. Die Verbalisierungen sowie die während der Aufgabenbearbeitung von den Versuchspersonen angefertigten Skizzen wurden mittels einer Videokamera aufgezeichnet und später mit den Prinzipien der qualitativen Datenanalyse nach Mayring [Ma00] ausgewertet. Genauere Beschreibungen des Versuchsablaufes und der Auswertemethodik finden sich in [Ku06], eine Diskussion der Ergebnisse in [Ku07]. Anhand der Bearbeitungsergebnisse eines Färbeproblems werden nun einige grundlegende Unterschiede im Vorgehen bei Problembearbeitungen zwischen Hoch- und Niedrigleistern besprochen. Dieses Färbeproblem wird unter [Ku08] vorgestellt und ausführlich diskutiert.

1.2 Unterschiedliche Problemlösestrategien bei Hoch- und Niedrigleistern

Unterschiede im Problemlöseverhalten hoch- und niedrigleistender Problemlöser wurden bei diesem 3-Färbeproblem besonders deutlich. Generell ließen sich die Problemlöseprozesse der Hochleister in die in der allgemeinen Problemlöse-Literatur beschriebene Phasen *Problemverständnis*, *Problemanalyse*, *Lösungsbearbeitung* und *Lösungsevaluation* unterteilen. Schon in der Phase des Problemverständnisses zeigten die Hochleister deutliche Stärken. Sie hatten die Problemstellung in der Regel bereits nach einmaligem Vorlesen durch den Versuchsleiter korrekt verstanden und haben sich sofort der Bearbeitung der Aufgabe zugewendet. Viele niedrigleistende Problemlöser begannen ihre Bearbeitung mit sofortigem Nachfragen zum Verständnis, ohne zunächst selbst nach einer Erklärung zu suchen. Auch traten in dieser Gruppe Fehlinterpretationen der Aufgabenstellung auf, die während der gesamten Bearbeitung nicht korrigiert wurden und folglich zu falschen Ergebnissen führten.

Die ersten Aktivitäten der Hochleister zielten auf eine ausführliche Problemanalyse ab. In dieser Phase auftretende Schlüsselerkenntnisse konnten in dieser Gruppe später bei der Bearbeitung der Lösung zielgerichtet eingesetzt werden. Diese Schlüsselerkenntnisse hingegen fehlten den Niedrigleistern, die ohne Problemanalyse sofort mit der Bearbeitung der Lösung begannen.

Während der konkreten Bearbeitung der Lösung gingen Niedrigleister überwiegend enaktiv durch mehr oder weniger zielgerichtetes Ausprobieren aller möglichen Farbkombinationen vor, um in der Folge aus der Menge der notierten Farbsequenzen Aussagen zur Lösung zu generieren. Wenn auch die Lösungen in einigen Fällen in Teilen richtig waren, führte diese zeit- und schreibintensive Art der Bearbeitung häufiger zu zufälligen Fehlern. In den Bearbeitungsprozessen der Hochleister indessen fanden sich ausgeprägte fundamentale Ideen der Informatik wie Baumstrukturen und rekursive Verfahrensweisen, beispielsweise beschrieben in [SS04]. Die Sichtweise auf die Aufgabe war nicht wie bei Niedrigleistern durch Betrachtung vieler konkreter Einzelfälle eher statisch, sondern kann durch die Frage nach den Besonderheiten beim Einfärben eines Rechtecks von links nach rechts als dynamisch bezeichnet werden. Als Konsequenz daraus wies die Gruppe der Hochleister überwiegend erheblich kürzere und weniger fehlerbehaftete Problemlöseprozesse auf. Siehe hierzu Tabelle 1.

Bei der anschließenden Befragung zu ihrem Problemlöseverhalten äußerten sämtliche Versuchsteilnehmer aus der Gruppe der Niedrigleister, dass ihnen informatik-spezifische Problemlöswerkzeuge wie Baumstrukturen und Rekursion aus Vorlesungen oder Schulunterricht geläufig waren. Jedoch hat keiner von ihnen während der Aufgabenbearbeitung in Erwägung gezogen, diese auch anzuwenden. Als Grund für den fehlenden Einsatz informatischer Prinzipien wurde angegeben, die fundamentalen Ideen der Informatik in der Vorlesung lediglich als Faktenwissen und ohne problembezogene Anwendungsbeispiele vermittelt bekommen zu haben. Ein Teilnehmer sagte aus, zwar die fundamentalen Ideen der Informatik zu kennen, aber nicht erkennen zu können, bei welchem Aufgabentyp welche der Ideen eingesetzt werden könne. Daraus resultiert, dass von vielen schwachen Problemlösern das Bearbeiten von Informatikaufgaben über das absolut unvermeidbare Maß hinaus gemieden oder bereits in einem sehr frühen Stadium aufgegeben wird. Dies wurde im Interview durch Äußerungen wie „Ich bekomme ja doch nie etwas heraus, deshalb versuche ich es gar nicht erst“ offensichtlich.

Hochleister	Niedrigleister
Schnelles und sicheres Problemverständnis	Häufig sofortiges Nachfragen beim VL, unkorrigierte Fehlinterpretationen
Klare Trennung in Teilprobleme	Keine oder späte Trennung in Teilprobleme
Intensive Problemanalyse $\Rightarrow$ gezieltes Einsetzen von Schlüsselerkenntnissen	Keine Problemanalyse $\Rightarrow$ Schlüsselerkenntnisse bestenfalls zufällig und unbeachtet
Hohes Abstraktionsniveau, Konkretisierungen wenn notwendig	Enaktive Vorgehensweisen, ausschließlich konkrete Inhalte
Ausgeprägte fundamentale Ideen der Informatik	Unspezifisches Herangehen durch Ausprobieren, Trial and Error
Frage: Was passiert beim Übergang von einem n zum nächsten?	Frage: Wieviele Möglichkeiten habe ich bei n = 1, 2, 3,...

Tabelle 1: Unterschiedliches Problemlöseverhalten bei Hoch- und bei Niedrigleistern

2 Konzeptbeschreibung

Das Medium „Lehrvideo“ wird in der Fachliteratur uneinheitlich diskutiert. [KF94] verweisen auf den hohen Vertrautheitsgrad des Mediums Film und der damit verbundenen Gefahr, Lehrfilme und Lehrvideos als Unterhaltung misszuverstehen. [Li87] dagegen sieht einen Vorteil in einem höheren Maß an Erfahrung in der film-visuellen Wahrnehmung, da der Zuschauer die Botschaft des Films leichter dekodieren kann. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Linearität des Mediums Film ohne Möglichkeit von Alternativverläufen. Demgegenüber stehen die hohe Informationsdichte bei gleichzeitig hoher Anschaulichkeit durch Visualisierungen und dynamische Bildsequenzen des Mediums Film. Komplexe Zusammenhänge werden so durch wenige Ausdrucksmittel vermittelbar, die durch andere Medien nur langwierig und weniger anschaulich erklärbar sind

Filmische Präsentationen von Ergebnissen aus Sitzungen mit Lautem Denken werden u.a. in [HMP93] geschildert. Berichtet wird über Projekte in den USA, bei denen Lernenden Originalvideos aus Laut-Denken-Sitzungen mit Hochbegabten oder Experten vorgespielt wurden. Doch wirft diese Vorgehensweise aus Sicht der Autoren Probleme auf. Zum einen sind die Verbalisierungen aus solchen Sitzungen erfahrungsgemäß schwer verständlich, da die Sprache der Beteiligten oft zu leise ist oder die Formulierungen aus Halbsätzen bzw. Wortfragmenten bestehen. Werden ganze Teile des Problemlöseprozesses vom Problemlöser verworfen, muss sich auch der Zuschauer auf einen neuen Kontext einstellen und ebenfalls alle seine Gedankengänge verwerfen. Zudem wird der Betrachter aufgrund fehlender Kommentierungen über den gesamten Problemlöseprozess allein gelassen. Das hier vorgestellte Konzept verfolgt daher einen weiterführenden Ansatz. Die Verbalisierungen der Teilnehmer aus der Studie wurden zunächst sprachlich geglättet, dann aus den Problemlöseprozessen mehrerer Hochleister typische Elemente und prägnante Formulierungen herausgearbeitet und zu einem optimierten Problembearbeitungsprozess zusammengestellt. Auch die von den Probanden angefertigten Skizzen wurden überarbeitet und ohne Korrekturen nachgezeichnet. Dieser so aufbereitete Problemlöseprozess wurde dann von einem Akteur in verbesserter Sprach- und Tonqualität im Stile der Laut-Denken-Sitzungen reproduziert. Kommentierungen zu den einzelnen Aktivitäten wurden animiert aufgearbeitet und an ausgewählten Stellen eingearbeitet. Dadurch soll beim Zuschauer ein lückenloses Verständnis der gezeigten Problemlöseaktivitäten erreicht werden.

2.1 Zielgruppendefinition

Zielgruppe für das Lehrvideo sind diejenigen Studenten der Informatik, denen die im Lehrvideo behandelten Prinzipien der Baumstruktur und der Rekursion inhaltlich bekannt sind, denen aber entsprechende prozedurale Fähigkeiten und Erfahrungen in der Anwendung solcher Instrumente fehlen. Das betrifft gleichermaßen Studenten, welche die betreffenden Inhalte neu erlernt haben als auch diejenigen, denen diese Strukturen schon seit längerem bekannt sind, diese aber im konkreten Problemlösekontext noch nicht verwendet haben. Eingeschlossen in die Zielgruppe werden auch Schüler der Sekundarstufe II, die am schulischen Informatikunterricht teilnehmen und die gleichen Wissensvoraussetzungen erfüllen.

2.2 Abgrenzung, Einschränkung und didaktische Reduktion

Zunächst wurden im Lehrvideo die ursprünglichen vier Teile der Aufgabe, nämlich für den Minimal- und für den Maximalfall jeweils die Formel für die Anzahl der Färbemöglichkeiten oben und die entsprechenden unteren Farbkombinationen anzugeben, auf die Bearbeitung des Maximalfalls begrenzt. Grund hierfür ist, die Gesamtdauer des Videos zu begrenzen, um einerseits den Zuschauer nicht zu überfordern und andererseits mit Nachbereitung die Dauer einer Unterrichtseinheit von 90 Minuten nicht zu überschreiten. Die Vorgehensweise beim Minimalfall ist vom Lösungsprinzip her in wesentlichen Teilen zu der im Maximalfall identisch. Bei der Bearbeitung des Maximalfalles kommen sowohl Baumstrukturen und rekursive Verfahren zum Einsatz. Der hinsichtlich der zu verwendenden Methoden einfachere Minimalfall wird als Lernkontrolle und zu Übungszwecken am Ende des Videos dem Zuschauer als Aufgabe präsentiert.

Im hier vorgestellten Video sollen nicht die fundamentalen Ideen der Informatik selbst vermittelt werden, auf eine Erklärung der präsentierten informatischen Prinzipien im Einzelnen wurde daher verzichtet. Ihre Kenntnis und ihr Verständnis werden vorausgesetzt. Weiterhin ist nicht intendiert, alle Aspekte und Facetten der Herangehensweisen Hochleistender abzuhandeln. Einige Problemlöseprozesse in der Gruppe der Hochleister wiesen stark individuelle Komponenten auf, die ebenfalls sehr effizient waren, doch auf dem Niveau von Novizen nicht sinnvoll zu vermitteln sind. Aus den Problemlöseprozessen der Hochleister wurden daher diejenigen ausgewählt, die eine klare Problemlösestruktur aufwiesen und in denen die oben erwähnten fundamentalen Ideen der Informatik direkt zum Einsatz kamen. Dabei wurde hauptsächlich auf die Phasen „Problemanalyse“ und „Lösungsbearbeitung“ fokussiert.

Insbesondere an einer Stelle wurde die Vorgehensweise der Hochleister didaktisch reduziert. Die Herleitung der Rekursionsformel zur Errechnung der maximalen Anzahl an Färbemöglichkeiten aus der Länge n des Rechtecks wurde durch mathematische Umformungen ersetzt. In den für dieses Video ausgewählten Problembearbeitungen entwickelten zwei der Hochleister zunächst anhand einer Baumstruktur die im Anhang aufgeführten rekursiven Grundgleichungen. Anschließend stellten sie dann Zahlenreihen mit den jeweiligen Anzahlen der Färbemöglichkeiten in Abhängigkeit von der Länge n des Rechtecks auf, die sie entweder mittels der drei gefundenen Gleichungen errechneten oder anhand der Knoten der Baumstruktur auszählten. Schließlich führten diese Zahlenreihen zu der Erkenntnis der zugrunde liegenden Fibonaccifolge. Das induktive Schließen auf ein einer Zahlenreihe zugrunde liegendes Bildungsgesetz setzt im vorliegenden Fall aber in der Regel das Wissen über Fibonaccizahlen voraus, was gerade bei schwachen Problemlösern oft nicht der Fall ist. Da die gesuchte Formel hier auch durch einfachere verständliche mathematische Umformungen der rekursiven Ausgangsgleichungen gefunden werden kann, weicht an dieser Stelle der Film aus Gründen der Komplexitätsreduktion von der tatsächlichen Herangehensweise der Hochleister ab.

In vielen Problemlösesituationen existieren mehrere probate Mittel zur Bearbeitung der Lösung, so auch bei dem hier vorgestellten Färbeproblem. Das vorliegende Konzept ist daher als Empfehlung bzw. Hilfe zur Selbsthilfe zu verstehen. Studenten sollen dazu motiviert werden, im Problemlösekontext informatische Prinzipien anzuwenden. Ihnen

soll aber nicht eine festgelegte Vorgehensweise in einer bestimmten Problemlösesituation suggeriert werden.

3 Das Drehbuch

3.1 Rahmenhandlung

Filmische Handlungen, in welche Lehrinhalte eingebunden sind, fördern aus mediendidaktischer Sicht bei adäquatem Einsatz das Verständnis, weshalb der weiter unten beschriebene didaktische Kern des Videos in eine Rahmenhandlung eingebunden wurde. Zu Beginn wird im Stile eines Fernsehberichts eine Hörsaalszene gezeigt, in der eine Gruppe Studenten eine Aufgabe bearbeitet. Ein kurzer Kommentar erläutert die Problemstellung. Anschließend werden einige dieser Studenten nach ihren Erfahrungen bei der Aufgabenbearbeitung befragt. Die Studenten schildern Probleme, die den oben beschrieben aus der Gruppe der Niedrigleister ähnlich sind. Dadurch soll der Zuschauer für die Problematik sensibilisiert werden. Mit der daran anschließenden Einführung der Figur des Hochleisters Tom, der in Alter und Aussehen dem Durchschnitt der Zielgruppe des Lehrvideos entspricht, wird eine Identifikationsfigur geschaffen. Während der Begrüßung Toms durch eine Versuchsleiterin im Sprachlabor, erfolgt eine kurze Erklärung des Versuchsaufbaus. Solche an sich lernzielirrelevanten Informationen können nach [KF94] zur Unterstützung des Lerneffektes eingesetzt werden, in diesem Fall unterstreichen sie für den Zuschauer den wissenschaftlichen und authentischen Hintergrund des Videos. Tom bearbeitet dann das im Anhang diskutierte 3-Färbeprobem im Stile einer Sitzung mit Lautem Denken. In Abbildung 1 sind zwei sog. *Scribbles* zu sehen. Solche Skizzen werden als Handzeichnungen auf wesentliche Szeneninhalte reduziert mit Strichfiguren angefertigt [Ma05] und dienen der Visualisierung von Filmszenen während der Planung.

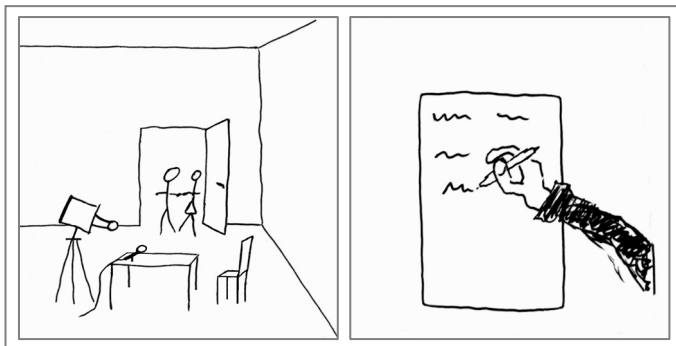


Abbildung 1: Szenenscribbles - **links:** Begrüßung des Hochleisters Tom im Labor mit dem Versuchsaufbau, **rechts:** Blick von oben auf das Arbeitsblatt von Tom während der Problembearbeitung

3.2 Didaktischer Kern

Mit dem Beginn der Problembearbeitung durch die Hauptfigur beginnt auch der didaktische Teil des Videos. Die aus der Gruppe der Hochleister vorliegenden Videoaufzeichnungen wurden nach markanten und didaktisch verwertbaren Problemlöseaktivitäten durchsucht. Aus diesen Aktivitäten wurde anschließend ein fiktiver, schlüssiger und optimierter Problemlöseprozess zusammengestellt, der im Video wie eine reale Problemlösesituation wirkt. Wichtiger Bestandteil dieses Konzeptes ist, eine möglichst authentische Aufgabenbearbeitung zu simulieren, so wie sie auch in der Realität ablaufen könnte. Dem Betrachter soll der Eindruck vermittelt werden, live bei der Bearbeitung eines Problems durch einen Hochleister dabei zu sein und jeden einzelnen Bearbeitungsschritt verfolgen zu können.

Der didaktische Teil des Videos besteht aus zwei Ebenen, einer konkreten Problemlöseebene, in der die Aufgabenbearbeitung von Tom zu sehen ist und einer abstrahierten Kommentierungsebene, in der abschnittsweise die zurückliegenden Aktivitäten von Tom erklärt werden. Zwischen beiden Ebenen wird im Laufe des Videos mehrfach gewechselt. Zu Beginn wird die Aufgabe vorgestellt. Daran anschließend beginnt die Problembearbeitung durch den Hochleister Tom. Wie in den Aufzeichnungen aus der Studie werden nur das Skizzenblatt von oben mit den fortlaufend angefertigten Skizzen und die dazugehörigen Verbalisierungen dargestellt. Die Verbalisierungen wurden nach Möglichkeit wörtlich übernommen und bei Bedarf zur besseren Verständlichkeit sprachlich geglättet und paraphrasiert. Insgesamt wurden die Aktivitäten aus drei erfolgreichen Problemlöseprozessen der Studie schlüssig zusammengefügt. Insoweit hierbei Synonyme in der Benennung von Objekten aus dem Problemraum auftraten – das in der Aufgabenstellung erwähnte 1×1 -Quadrat wurde beispielsweise von den verschiedenen Teilnehmern einmal als „Quadrat“, einmal als „Kästchen“ oder auch als „Feld“ bezeichnet – wurden diese Begriffe sprachlich vereinheitlicht.

Sämtliche Kommentare der Kommentierungsebene wurden nach den Empfehlungen zur Textverständlichkeit, wie beispielsweise in [Ma05] oder [Mä05] beschrieben, verfasst. Ein klar abgehobenes Layout und ein Sprecherwechsel verdeutlichen den Übergang zwischen beiden Ebenen. In den Animationen sind relevante Teile der Originalskizzen sowie markante Formulierungen von Tom im Originalton eingearbeitet. Anschließend wird der simulierte Problemlöseprozess auf der Problemlöseebene fortgesetzt. Diese zweifache Präsentation derselben Inhalte aus zwei unterschiedlichen Perspektiven sorgt für notwendige Redundanzen in den gezeigten Inhalten und fördert das Verständnis und die Lernbereitschaft beim Zuschauer [KF94].

3.3 Ablauf im Einzelnen

Im Folgenden sollen nun die einzelnen Abschnitte des didaktischen Teils kurz vorgestellt werden, Tabelle 2 enthält hierzu eine Zusammenfassung.

Problemverständnis:

Das erste Modul des didaktischen Teils dient der expliziten Erklärung der Aufgabe für den Zuschauer mit der Frage nach dem Maximalfall. Hierbei wird wenig Vorwissen vorausgesetzt, komplexe Zusammenhänge werden in kleinen Schritten aufeinander aufbauend mit animierten Grafiken präsentiert. Am Ende dieses Teils ist dem Zuschauer das Problem mit Ausnahme der Lösung vollständig bekannt.

Problemanalyse:

Die ersten im Film gezeigten Problemlöseaktivitäten von Tom dienen der intensiven Analyse des Problems. Tom betrachtet das Problem als sequentiellen Färbeprozess und fertigt dabei eine Skizze an, die der Originalskizze eines der Hochleister aus der Studie entspricht. Er hinterfragt, wie viele Möglichkeiten existieren, das zweite Kästchen links oben zu färben, unter der Voraussetzung, dass das erste obere Kästchen bereits gefärbt ist. Am Ende dieser Phase hat Tom die im Anhang diskutierte Schlüsselerkenntnis der Diagonalbeziehung gefunden.

Der sich anschließende Kommentierungsteil hebt dann die Hintergründe der zurückliegenden Aktivitäten Toms hervor. Die Lernenden bekommen vermittelt, dass intensive Problemanalysen wichtige Erkenntnisse für eine effiziente Problembearbeitung liefern. Sowohl die Schlüsselerkenntnis selbst als auch deren Zustandekommen ist am Ende dieses Teils dem Zuschauer verständlich.

Problembearbeitung untere Farbkombination:

Tom bearbeitet zuerst die Frage nach der unteren Farbsequenz für die maximale Anzahl an oberen Färbemöglichkeiten. Den Lernenden wird demonstriert, wie Tom die Erkenntnis aus der Problemanalyse direkt anwendet und so in kurzer Zeit mittels einer fortlaufend erweiterten Baumstruktur die gesuchte untere Farbfolge konstruiert. Der dazugehörige Kommentierungsteil verdeutlicht diese Vorgehensweise, indem dieser Baum noch einmal schrittweise mit zusätzlichen Erläuterungen aufgebaut wird. Dem Zuschauer wird die fundamentale Idee der strukturierten Zerlegung mittels eines Baumes als informatives Problemlöse-Werkzeug vorgestellt und an einem konkreten Beispiel verdeutlicht. Weiterhin zeigt der Kommentierungsteil, wie die einzelnen Objekte des Problemraumes durch die Baumstruktur modelliert werden können. So entspricht beispielsweise die Höhe des Baumes der Länge des Rechtecks und die Anzahl der Knoten auf jeder Ebene der Anzahl der oberen Farbsequenzen bis zu dieser Länge.

Problembearbeitung Formel:

Im letzten Teil wendet sich Tom schließlich der Frage nach der Formel zu. Er entwickelt durch Analyse der in der vorangehenden Phase erarbeiteten Baumstruktur mehrere rekursive Ausgangsgleichungen, indem er sich fragt, wie die Häufigkeit einzelner Farben auf einer Ebene des Baumes aus der Häufigkeit der Knoten der Ebene davor bestimmt werden kann. Am Ende hat Tom die gesuchte Formel durch Umformung dieser Ausgangsgleichungen korrekt und in kurzer Zeit angegeben und somit das Problem vollständig gelöst.

Im Kommentierungsteil wird jede Aktivität von Tom, insbesondere die Herleitung der rekursiven Grundgleichungen anhand des Baumes, schrittweise erklärt. Hierbei wurde insbesondere auf das Zustandekommen der drei rekursiven Grundgleichungen eingegangen, da rekursive Zusammenhänge für Lernende meist schwerer nachvollziehbar sind.

Dies kann im vorliegenden Fall durch eine animierte Baumstruktur vom Zuschauer direkt und in atomaren Einzelschritten nachvollzogen werden.

Phase	Aktivitäten	Minuten
PV	T: zu Beginn des Didaktikteils abgeschlossen	0
	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		

Tabelle 2: Inhalte der einzelnen Abschnitte im Didaktikteil des Videos

4 Ausblick

Die vier animierten Kommentierungsteile wurden bisher zwei Abiturienten aus der Erwachsenenbildung mit einjährigem Grundkurs Informatik zu Evaluationszwecken demonstriert, mit jeweils positiver Resonanz. Vorgesehen ist nun, zunächst die Problemlöseaktivitäten von Tom als Videosequenzen einzuarbeiten und somit den didaktischen Teil zu vervollständigen. Dieser soll dann ohne Rahmenhandlung zur weiteren Evaluation einer größeren Zielgruppe im Hörsaal gezeigt und der Lernerfolg durch Kontrollaufgaben überprüft werden. Zusätzlich wird diesen Zuschauern ein Fragebogen mit weiteren Fragen zum Inhalt und zur persönlichen Bewertung dieses Konzepts vorgelegt. Die-

selben Kontrollaufgaben werden zeitgleich einer zweiten Zielgruppe ohne vorherige Präsentation der Videosequenzen zur Kontrastierung gezeigt. Bei Bedarf wird anhand dieser Ergebnisse der didaktische Teil überarbeitet und anschließend mit der Rahmehandlung zu einem fertigen Lehrvideo zusammengefügt. Bei entsprechender Akzeptanz seitens der Zielgruppe sind weitere Videos im gleichen Stil vorgesehen. Auf diese Weise sollen auch andere fundamentale Ideen bzw. Prinzipien der Informatik anhand der Herangehens- und Denkweisen von Hochleistern für schwache Problemlöser zur Bearbeitung von Übungsaufgaben zugänglich gemacht werden.

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.
- [HMP93] Heller, K.; Mönks, F.; Passow, A.: International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. Pergamon, Oxford, 1993.
- [KF94] Kittelberger, R.; Freisleben, I.: Lernen mit Video und Film. Beltz Verlag, Weinheim, 1994.
- [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.: Anhang zum Workshopbeitrag: Wie können schwache Problemlöser von Hochleistern lernen – Konzeption eines Lehrvideos, 2008.
<http://informatikdidaktik.de/Forschung/Schriften/KujathFachgruppe2008Anhang.pdf>
- [Li87] Lippert, H.: Rezipienten-orientierte Medienwirkungsforschung. Verlag Josef Lippert, Münster, 1987.
- [Ma05] Mair, D.: E-Learning – das Drehbuch. Springer, Berlin, 2005.
- [Ma00] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Beltz, Weinheim, 2000.
- [Mä05] Martin, D.: Erfolgreich texten. Voltmedia, Paderborn, 2005.
- [SS04] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akademie Verlag, Heidelberg, 2004.