

# **Informatischen Hochleistern über die Schulter geschaut - Was können schwache Problemlöser lernen - Ein Lehrvideo**

**Bertold Kujath**

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

**Zusammenfassung:** Leistungsstarke Problemlöser zeigen ein deutlich anderes Vorgehen beim Bearbeiten von typischen Informatikproblemen als schwächere Problemlöser, das hat eine Studie mit Hochleistern und einer Vergleichsgruppe mit Informatikstudierenden ergeben. Auffällig war das Fehlen informatikspezifischer Herangehensweisen bei der Problembearbeitung durch die Vergleichsgruppe, 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 schwache Problemlöser zu vermitteln, wird im vorliegenden Beitrag anhand der Konzeption eines Lehrvideos diskutiert.

## **1 Einleitung**

Der Frage, worin sich die Problemlöseprozesse starker von denen schwacher Problemlöser unterscheiden, wurde in einer Studie mit der Methode des *Lauten Denkens* nachgegangen. Bei dieser als sog. Kontraststudie konzipierten Untersuchung wurden die 16 Teilnehmer zunächst in zwei Gruppen zu je acht Teilnehmern aufgeteilt. Die erste Gruppe, im folgenden als Gruppe der Hochleister bezeichnet, setzte sich aus Bundessiegern des Bundeswettbewerbs Informatik zusammen. Diese Teilnehmer waren 17 bis 19 Jahre alt. Die Teilnehmer in der Vergleichsgruppe, im weiteren als Kontrastprobanden bezeichnet, waren Studenten der Informatik im Alter zwischen 22 und 30 Jahren. Diese Teilnehmer wiesen in theoretisch-formal ausgerichteten Fächern mittlere bzw. schlechte Studienleistungen auf. Alle Probanden wurden gebeten, beim Bearbeiten von insgesamt sechs Informatikaufgaben ihre Gedankengänge zwecks späterer Analyse laut auszusprechen. Genauere Beschreibungen des Versuchsablaufes, der Auswertemethodik und erster Ergebnisse finden sich in [Ku06] und [Ku07], eine umfassende Diskussion des hier vorgestellten Konzepts ist in [Ku08] nachzulesen.

Das unterschiedliche Problemlöseverhalten zwischen Hochleistern und Kontrastprobanden wurde bei einem 3-Färbeproblem besonders deutlich, welches zusammen mit einer kurzen Vorstellung der Lösung in [Ku07] zu finden ist. Generell ließen sich die Problemlöseprozesse der Hochleister gut in die in der allgemeinen Problemlöse-Literatur

beschriebene Phasen *Problemanalyse*, *Lösungsbearbeitung* und *Lösungsevaluation* unterteilen. Erste 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 Kontrastprobanden, die ohne vollständige Problemanalyse sofort mit der Bearbeitung der Lösung begannen. Während der konkreten Bearbeitung der Lösung gingen die Kontrastprobanden überwiegend enaktiv durch mehr oder minder zielgerichtetes Ausprobieren aller möglichen Farbkombinationen vor. Diese Art der Bearbeitung war sehr zeitaufwändig und führte oft zu zufälligen Fehlern. Folglich hat keiner der Kontrastprobanden die vollständige Lösung gefunden. Ein Teil der Kontrastprobanden gaben an, ihnen seien in der Vorlesung informatische Methoden lediglich als Faktenwissen und ohne konkreten Problemlösekontext vermittelt worden. Die Bearbeitungsprozesse der Hochleister indes wiesen ausgeprägte fundamentale Ideen der Informatik wie Baumstrukturen und rekursive Verfahrensweisen auf, beispielsweise beschrieben in [SS04]. In dieser Gruppe konnten insgesamt sechs der acht Probanden die Lösung vollständig angeben.

## 2 Konzeptbeschreibung

Die effizienteren Vorgehensweisen der Hochleister sollen nun in Form eines möglichst realitätsnahen Lehrvideos vermittelt werden. Zielgruppe für das Lehrvideo sind hauptsächlich diejenigen Studenten der Informatik, denen die im Lehrvideo behandelten Prinzipien der Baumstrukturen und der Rekursion inhaltlich bekannt sind, denen aber entsprechende prozedurale Fähigkeiten und Erfahrungen in der Anwendung solcher Methoden fehlen. Ihnen soll ein Eindruck vermittelt werden, wie Hochleister an Informatikprobleme herangehen und wie informatische Methoden konkret im Problemlöseprozess zum Einsatz kommen können.

Das Lehrvideo besteht aus zwei Teilen. Als Einführung dient eine als Spielfilm aufgemachte Rahmenhandlung, die den Zuschauer auf die Problematik hinführt. Gezeigt wird eine Gruppe von Studenten, die im Klausurstil das aus der Studie stammende Färbproblem bearbeitet. Bei einer sich anschließenden Befragung äußern die Studenten ähnliche Probleme, wie sie auch in der Gruppe der Kontrastprobanden aufgetreten sind. Zum Ende der Rahmenhandlung wird die Figur des Hochleisters „Tom“ eingeführt, der nun ebenfalls dieses Färbproblem bearbeitet. Im sich daran anschließenden didaktischen Teil des Videos wird gezeigt, wie der Hochleister Tom im Stile einer Sitzung mit Lautem Denken das Färbproblem löst. Dabei werden sowohl die Verbalisierungen als auch die fortlaufend angefertigten Skizzen präsentiert. Insgesamt wird ein aus ausgewählten Passagen der tatsächlichen Hochleisterbearbeitungen bestehender und optimierter Problemlöseprozess dargestellt. Die Auswahl dieser Passagen erfolgte nach Aspekten der Vermittelbarkeit und nach der Prägnanz, mit der informatische Problemlösemethoden in den Lösungswegen identifizierbar waren. Die entsprechenden Verbalisierungen der Hochleister wurden nach Möglichkeit wörtlich übernommen und nur zur besseren Verständlichkeit bei Bedarf sprachlich geglättet. Jeweils am Ende markanter Phasen, etwa der Problemanalyse oder nach der Bearbeitung einzelner Teillösungen, wird die filmische Darstellung unterbrochen, und es findet ein Wechsel von der konkreten Handlungsebene des Problemlösers auf eine abstrahierte Kommentierungsebene statt. Hier werden die zurück-

liegenden Aktivitäten dem Zuschauer mittels animierter Grafiken und gesprochener Kommentare noch einmal aus einer anderen Perspektive verdeutlicht. Somit erfolgt mehrmals im Video ein Wechsel zwischen Handlungsebene und Kommentierungsebene, um ein fortlaufendes Verständnis der dargestellten Inhalte zu ermöglichen.

Im Folgenden werden die einzelnen Module des didaktischen Teils mit ihren jeweiligen Inhalten stichpunktartig vorgestellt:

### **Problemerkklärung**

#### *Kommentierungsebene*

vollständige Erklärung der Aufgabe – Frage nach unterer Färbung und Formel für die Anzahl der oberen Farbsequenzen im Maximalfall – dem Zuschauer ist anschließend das Problem mit Ausnahme der Lösung vollständig bekannt

### **Problemanalyse für erste Teillösung „Untere Färbung“**

#### *Handlungsebene*

Anfertigung einer Skizze zur Problemanalyse – Problembetrachtung als Färbevorgang – Erkennen der Bedeutung der Farbe diagonal zueinander liegender Quadrate – Schlussfolgerung für weiteres Vorgehen

#### *Kommentierungsebene*

animierte Originalskizze von Tom – Hinweis auf Bedeutung intensiver Problemanalysen – Erklärung der Schlüsselerkenntnis und deren Bedeutung für die Lösungsbearbeitung

### **Bearbeitung der ersten Teillösung „Untere Färbung“**

#### *Handlungsebene*

schrittweise Entwicklung einer Baumstruktur unter Anwendung der Schlüsselerkenntnis – Konstruktion der gesuchten unteren Farbfolge – Angabe des ersten Teils der Lösung

#### *Kommentierungsebene*

Umwandlung der vollständigen Baumskizze in eine animierte Grafik – Hinweis auf Baum als informatische Problemlösemethode – Darstellung des Baumes als abstraktes Modell – Herstellung der Beziehungen zwischen den Kenngrößen des Baumes und den Objekten des Problemraums – Erläuterung des Konstruktionsprinzips des Baumes

### **Problemanalyse für zweite Teillösung: „Formel für Maximum“**

#### *Handlungsebene*

Analyse der zuvor angefertigten Baumstruktur mit der Frage nach rekursiven Zusammenhängen – weitere Abstrahierung des Modells auf ausschließlich für die angestrebte Lösung relevante Zusammenhänge – Schlussfolgerung für weiteres Vorgehen

#### *Kommentierungsebene*

Umwandlung der im zurückliegenden Abschnitt angefertigten Skizze in eine animierte Grafik – Vorstellung der Rekursion als weitere informatische Problemlösemethode – Begründung und Erläuterung der zurückliegenden Arbeitsschritte von Tom – Erläuterung des Komplexität reduzierenden Effekts abstrahierter Darstellungen

### **Bearbeitung der zweiten Teillösung „Untere Färbung“ und Lösungsüberprüfung**

#### *Handlungsebene*

Aufstellung zweier rekursiver Grundgleichungen anhand der Pfade in der aktuellen Skizze – Umformung der Grundgleichungen in eine allgemeine rekursive Formel – De-

finition des Rekursionsendes anhand der Baumskizze – Lösungsevaluation mittels einer Einzelfallprüfung

#### *Kommentierungsebene*

Animationen der Pfade zur Verdeutlichung der rekursiven Beziehungen in der aktuell von Tom bearbeiteten Skizze – animiertes schrittweises Nachvollziehen der einzelnen mathematischen Umformungen bis zur fertigen Lösung – Erklärung des angewandten Prinzips der Lösungsüberprüfung

In einem auf den didaktischen Teil folgenden Nachspann werden die Gründe für Toms schnellen Problemlöseerfolg noch einmal kurz zusammengefasst.

### **3 Ausblick**

Der didaktische Teil soll zunächst 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. Dieselben Kontrollaufgaben werden zeitgleich einer zweiten Zielgruppe ohne vorherige Präsentation der Videosequenzen zur Kontrastierung präsentiert. Bei Bedarf wird anhand dieser Ergebnisse der didaktische Teil überarbeitet und anschließend mit der Rahmenhandlung zu einem fertigen Lehrvideo zusammengefügt.

Zu einem späteren Zeitpunkt wird als Erweiterung des Konzeptes die Entwicklung einer Präsentationsumgebung angestrebt. Diese soll den wahlfreien Zugriff auf die einzelnen Module ermöglichen, sodass die Präsentationsreihenfolge der einzelnen Sequenzen bei Bedarf verändert werden kann bzw. einzelne Module wiederholt oder auch übersprungen werden können. Man soll also wählen können, ob beispielsweise nur die Ermittlung der unteren Farbfolge ohne die Formel, nur die Aktivitäten von Tom oder nur die Erklärungsmodule präsentiert werden sollen. Auch soll die Reihenfolge der beiden oben beschriebenen Ebenen vertauscht werden können. Es soll ermöglicht werden, beispielsweise zuerst die Erklärungsmodule und erst danach die Umsetzung des Gezeigten durch den Hochleister Tom zu vermitteln. In den Erklärungsmodulen ist die Einrichtung optionaler Haltepunkte angedacht, an denen die Präsentation unterbrochen werden kann, um den weiteren Verlauf der Problembearbeitung anhand der bereits vermittelten Informationen vom Lernenden zunächst selbst erarbeiten zu lassen. In Abhängigkeit von der Problemlösekompetenz der Zuschauer kann diese vorher vermittelte Information umfangreicher oder weniger umfangreich ausfallen, was einer im Verlauf späteren bzw. früheren Unterbrechung der Präsentation entspricht. Die Präsentationsumgebung soll also vorführenden Lehrern und Dozenten, aber auch Lernenden, welche die Sequenzen eigenständig am PC abrufen, den nicht-linearen Zugriff auf die Inhalte ermöglichen. In der hier beschriebenen Form wird dann auch die Bearbeitung des einfacheren Minimalfalls behandelt.

## Literatur

- [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.; Schlüter, K. (Hrsg.): GI-Edition Lecture Notes in Informatics Band 135, Gesellschaft für Informatik Bonn, 2008, S.65-74
- [SS04] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akademie Verlag, Heidelberg, 2004