

Kriterien kreativen Informatikunterrichts

Ralf Romeike

Didaktik der Informatik, Universität Potsdam
August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam
romeike@cs.uni-potsdam.de

Abstract: Kreativität spielt in der Informatik und im Informatikunterricht eine wichtige Rolle. Nur wenige Arbeiten der Fachdidaktik setzen sich dagegen mit diesem Thema auseinander. In diesem Artikel werden bezüglich der Unterrichtsvoraussetzungen, Aufgabenstellungen, Schülertätigkeiten und Unterrichtsumgebung Kriterien aufgestellt, die für einen kreativen Informatikunterricht erfüllt sein sollten. Unterrichtsskizzen aus der Zeitschrift LOG IN wurden anhand der Kriterien untersucht. Nur wenige berücksichtigen kreatives Arbeiten; viele zeigen Ansätze dafür. Mit generellen Empfehlungen für einen kreativen Informatikunterricht schließen wir diesen Beitrag ab.

1 Einleitung

Bereits 1950 fragte Guilford [Gu50], warum Schulen nicht mehr kreative Persönlichkeiten hervorbringen. Wie empirische Studien zeigen, bemängeln auch heutige Berufstätige, dass in ihrer Lehrzeit wichtige Sozialkompetenzen, insbesondere Kreativität, zu wenig gefördert wurden (vgl. [Fe96]). Aus der Wirtschaft wird ebenfalls mangelnde Kreativität bei Schulabgängern angemahnt (vgl. [Ge06]). In der Schule scheint ein besonderer Wert auf Gedächtnisleistungen und analytische Fähigkeiten gelegt zu werden, wobei doch kreative und praktische Fähigkeiten genauso wichtig für den Erfolg im Leben sind, vielleicht sogar wichtiger (vgl. [St03]). Wir denken, dass das Schulfach Informatik eine gute Plattform zur Förderung von Kreativität bietet. Auch wenn eine mögliche Übertragung von Kreativität aus einem Gebiet auf ein anderes in der psychologischen Forschung noch umstritten ist [St04], sollte auch fachspezifische Kreativität nach Möglichkeit gefördert werden. Dazu kann der Informatikunterricht einen wichtigen Beitrag leisten, vergleichbar mit Fächern wie Musik, Kunst oder Sprache, vielleicht sogar darüber hinaus.

2 Zum Kreativitätsbegriff

Kreativ ist eine Leistung im Allgemeinen dann, wenn sie neu ist, Seltenheitswert besitzt und nützlich ist¹. Wie lassen sich solche neuen und seltenen Leistungen in der Schule vermitteln und fördern? Boden [Bo95] beschreibt zwei Ausprägungen kreativer Leistun-

¹ Dieser gemeinsame Nenner findet sich in vielen Artikeln zur Kreativität wieder [St04].

gen: Historische Kreativität (H-Kreativität), welche Ideen bezeichnet, die in der Geschichte neu sind, sowie P-Kreativität für auf eine Person bezogene originelle und neue Ideen. Für die Schule steht die persönliche Kreativität im Zentrum des Interesses. Der Unterschied zwischen einem außergewöhnlich kreativen und einem weniger kreativen Menschen ist damit „nicht irgendeine besondere Fähigkeit, sondern größeres Wissen (in der Form praktisch angewandter Kenntnisse) und der Wille, sich dieses anzueignen und es zu benutzen.“ ([Bo95], S.39) Wir wollen Denken damit als kreativ bezeichnen, wenn es zu persönlich neuen und verwendbaren Ideen, Lösungen oder Erkenntnissen führt (vgl. [RC95]).

3 Kreativität in Informatik und Informatikdidaktik

Die Informatik wird von praktizierenden Informatikern als kreatives Gebiet angesehen: „Die Konstruktion des Produkts erfordert Ideen, viele kleine und manchmal auch einige größere. Jedes Projekt ist ‚Neuland‘ - denn sonst könnte man das System bereits kaufen“ ([FHM]). Betont wird, dass – im Gegensatz zu anderen Disziplinen, wie z.B. der Chemie oder Physik – die Realitäten nicht fest sind. An der eigenen Welt kann „mitgebaut“ werden. „In computer science, the limit is your imagination! The more creative you are, the further you are going to get“ [EHZ].

Auch für den Informatikunterricht sehen Fachdidaktiker kreatives Potential, wobei vor allem das informatische Modellieren als kreativer Prozess herausgestellt wird (vgl. [Th02, Sc03, Br03]), welcher „Schüler[n] die Möglichkeit [bietet,] kreative Lösungen zu Problemen zu entwickeln, diese zu realisieren und zu überprüfen“ ([Th02], S. 71). Auch Schulte [Sc03] hält es für besonders wichtig, dass Softwareentwicklung, speziell Modellieren, den Schülern als kreativer Prozess deutlich wird. Fraglich bleibt, ob dieses Potential in Unterrichtsmodellen und im Unterricht auch umgesetzt wird. Ansätze und Begründungen für den Informatikunterricht beziehen sich zwar auf das (potentiell kreative) informatische Problemlösen oder Modellieren, allerdings werden bspw. nach dem informationszentrierten Ansatz (vgl. [Hu00]) zwar Modelle erstellt und mit informatischen Mitteln formalisiert, nur unterbleibt bewusst das Entwickeln von Softwareprodukten. Eine Implementierung der Modelle erfolgt wenn, dann nur zu ihrer Prüfung. Dennoch betont Hubwieser den Motivationsaspekt eines lauffähigen Produktes bei den Schülern. An verschiedenen Stellen wird der kreativitätsfördernde Charakter der - im Informatikunterricht häufig zu findenden - Projektarbeit betont. „Projekte erlauben es, die Kreativität und Gestaltungsideen der Schülerinnen und Schüler einzubinden, sie eigene Gestaltungserfahrungen machen zu lassen und deutlich werden zu lassen, dass unterschiedliche Entwürfe denkbar sind und je nach Ziel unterschiedliche Aspekte einer Situation modelliert werden müssen“ ([Sc03], S. 53). Unbeantwortet bleibt allerdings die Frage, wie die Schüler wirkliche Gestaltungserfahrungen machen sollen, wenn sie auf ein vom Lehrer erwartetes, i. d. R. funktionales, oft konvergentes Ergebnis hinarbeiten müssen. Schüler neigen in solchen Situation zu einem Problemvermeideverhalten, d. h. sie wählen sichere, ausgetretene Wege, die risikoarm und erfolgversprechend sind, aber für Kreativität nicht viel Raum lassen (vgl. [SL91, WD95]). Frühe Evaluation und Perfektionsstreben sind in diesem Kontext als Kreativitätshemmer bekannt (vgl. [Os53]).

Mangelndes Bewusstsein für kreative Unterrichtsphasen spiegelt sich auch in den in der LOG IN vorgeschlagenen Unterrichtssequenzen wider. In einer Analyse auf Möglichkei-

ten kreativer Schülertätigkeiten räumten nur wenige der vorgestellten Unterrichtsskizzen kreativen Handlungen explizit Raum ein (vgl. Kap. 5). Mitunter wird sogar gefürchtet, dass Schüler „ihre Kreativität zu viel spielen lassen“ ([Ja06], S. 65). Tatsächlich sind unkreative Schüler im Unterricht für den Lehrer „handlicher“ als kreative Schüler (vgl. [WD95, SL91]), so dass Kreativität mitunter im Unterricht sogar unerwünscht ist.

Wir halten das explizite Einbeziehen von kreativen Unterrichtsphasen für wichtig. Für den Informatikunterricht bedeutet das bspw., statt nur das Erkennen von Prinzipien von Informatiksystemen als Lernziel zu fokussieren, Freiraum für das Gestalten von Informatiksystemen zu lassen und divergente Aufgabenstellungen anzubieten. Implementieren sollte nicht nur zum Testen papiergefundener (oder vorgegebener) Modellierungen dienen, sondern in den Lernprozess aktiv mit eingebunden werden.

Informatik scheint ein Unterrichtsfach zu sein, in dem Kreativität aufgrund der Inhalte und Methoden eine besondere Rolle spielen kann. Häufig treten einzelne Schüler mit besonders kreativen Leistungen im Unterricht hervor (vgl. [Ro06]). Aus Unterrichtsbeobachtungen vermuten wir, dass kreative Phasen die Motivation der Schüler erhöhen können und dass diese selbständige, kreative Auseinandersetzung mit den Unterrichtsinhalten das Verständnis für Konzepte erhöht (vgl. [To81]), so wie im Gegenzug ein Verständnis der Fakten, Methoden und Paradigmen eines Gebiets für kreatives Arbeiten Voraussetzung ist (vgl. [SB94]); Studien zum Programmierenlernen und in anderen Gebieten deuten darauf hin [BR05, LJ05, Hi98] u. a.). Im Folgenden schlagen wir verschiedene Kriterien für die Durchführung kreativer Unterrichtsphasen vor.

4 Kriterien für einen kreativen Informatikunterricht

4.1 Voraussetzungen

Auch wenn der Informatikunterricht es den Schülern erleichtert, im Umgang mit Informatiksystemen kreativ zu sein, ist das Anwenden von kreativen Lehrmethoden im Unterricht notwendig. Wird im Unterricht nicht nur konvergentes sondern auch divergentes Denken stimuliert, werden alle Schüler zur Kreativität angeregt und kreative Schüler weiter animiert.

Relevanz. Eine zentrale Voraussetzung für einen kreativen Unterricht ist ein Unterrichtsgegenstand, der für die Schüler relevant und interessant ist und ansprechend motiviert wird. Interesse und besonders intrinsische Motivation sind entscheidende Faktoren für kreative Leistungen. Es ist demnach notwendig, dass die Schüler vom Thema, mit dem sie sich beschäftigen sollen, angesprochen werden (vgl. [Fa00]). Hierzu sollte das Thema aus der Lebenswelt der Schüler stammen und/oder so aufbereitet sein, dass der Schüler einen persönlichen Bezug dazu herstellen kann. Im Informatikunterricht sollte das leicht sein, wenn ein Ausschnitt der Realität modelliert wird. Möglichst konkret statt abstrakt bedeutet dann auch, wenn möglich auf „Zahlenbeispiele“ zugunsten von „greifbaren“ Beispielen zu verzichten.

Problemlösung oder Produkt. Gardner [Ga93] klassifiziert fünf Typen kreativer Aktivitäten, von denen zwei als informatiktypisch zu bezeichnen sind: Das Lösen eines

speziellen Problems und das Erschaffen eines Produkts. Gardner zählt dabei zum Problemlösen wissenschaftliche und mathematische Fragen genauso wie künstlerische Tätigkeiten wie das Schreiben musikalischer Arrangements. Im Mittelpunkt der Informatik steht der Prozess der Softwareentwicklung und damit auch das Erschaffen von Softwareprodukten. So ist z.B. der Katalog der fundamentalen Ideen nach Schwill am Softwareentwicklungsprozess orientiert (vgl. [SS04]). Natürlich kann sich nicht der gesamte Informatikunterricht auf Problemlösung und das Modellieren von Software beschränken: Das Erwerben von Wissen, vor allem von Konzeptwissen, bildet die Grundlage für jede kreative Tätigkeit. Unserer Ansicht nach sollten allerdings kreative Unterrichtsphasen explizit in der Planung berücksichtigt werden, um dem gelernten Wissen einen konkreten und kreativen Anwendungsbezug zu geben.

4.2 Anforderungen an Aufgabenstellungen

Kreative Leistungen sind nur in eigenständiger Arbeit möglich, welche grundsätzlich durch die zentrale Stellung von Projekten im Informatikunterricht begünstigt wird. Da selbständige Arbeitsphasen im Unterrichtskontext durch den Unterrichtsverlauf bzw. den Lehrer einen Rahmen in Form von Themen und Aufgabenstellungen oder Arbeitsaufträgen bekommen, sind diese hinsichtlich ihres kreativen Potentials genauer zu analysieren.

Subjektive Neuheit. Neuheit ist ein wichtiges Kriterium kreativer Leistungen. In der Schule dürfte allerdings nur selten eine absolut neue Lösung von einem Schüler entwickelt werden. Dennoch kann jeder Schüler *für sich* neue (P-kreative) Produkte und Lösungen entwerfen, wenn ihm bezüglich der Bearbeitung einer Aufgabenstellung kein Lösungsweg oder Muster bekannt ist oder vorliegt. Nicht erfüllt wird dieses Kriterium von der Aufgabe (Negativbeispiel): „Verschlüssele folgende Nachricht mit der (bekannten) Caesar-Verschlüsselung“. Erfüllt wird dieses Kriterium durch die Aufgabenstellung (Positivbeispiel): „Denke Dir ein eigenes Verfahren zum Verschlüsseln eines Textes aus.“

Offenheit. Charakteristisch für kreative Prozesse sind Bestandteile des Problemfindens, Explorierens und Entdeckens (vgl. [Tr80]). So kann bei einer offenen Aufgabenstellung eine ungefähre Zielvorstellung vorhanden sein, die aber nicht klar definiert ist und erst im Prozess festgelegt wird. Stattdessen sind im Informatikunterricht oft Rahmenbedingungen einzuhalten, welche die Richtung vorgeben und durch den Lehrer oder die Aufgabenstellung bestimmt sind. Der Schüler muss sich dann seine Möglichkeiten bewusst machen und sein Betätigungsfeld abstecken. Die Möglichkeit, die Aufgabe selbst mitzugestalten, wirkt zusätzlich motivierend. Positivbeispiel: „Wende deine Kenntnisse aus der Kryptologie bei der Erstellung eines Informatiksystems an“.

Abstufungen

Ist eine offene Zielstellung nicht möglich oder unpraktikabel, lassen sich Abstufungen bzgl. des Bearbeitungswegs und des Ziels vornehmen.

Offenheit. Offene Ergebniserwartung: Auch bei festgelegtem Ziel ist es möglich, unterschiedliche Ergebnisse zu erhalten, wenn diese die Anforderungen erfüllen (divergente Aufgaben). So kann bspw. den Schülern die Wahl gelassen werden, verschiedene Parameter begründet oder nach Belieben gegenüber einem empfohlenen Lösungsweg auszuwählen oder zu variieren. Dieses Vorgehen führt zu einer begrenzten Vielfalt an

Lösungen. Schülern bietet sich dadurch die Möglichkeit, auch andere Lösungen herauszufinden und den Lösungsraum zu erkunden. Beispiel: „Verschlüssele folgenden Text nach dem RSA-Algorithmus. Variiere die Parameter p und q .“

Offenheit. Offener Lösungs-/Bearbeitungsweg: Zum kreativen Prozess in der Informatik gehört das Auswählen aus verschiedenen Vorgehensweisen, das Anwenden von Algorithmen, Konzepten und Modellen und das bewusste Entscheiden, wie eine Problemlösung/ein Produkt erarbeitet werden soll - nur Aufgaben, die verschiedene Wege zulassen, ermöglichen den Schülern Gestaltungserfahrungen². Beispiel: „Erstelle ein Textdokument nach folgender Vorlage.“

Bearbeitungstiefe. Engagieren sich Schüler kreativ, arbeiten sie selbstgesteuert. Sie entscheiden, wie umfangreich, wie lange und wie intensiv sie sich mit einem Gegenstand/einer Aufgabenstellung auseinandersetzen möchten und welche Qualität ihr Produkt besitzen soll³. Dabei kann eine intensive Beschäftigung bis hin zum Forschen auftreten. Um dieses Engagement nicht zu unterbinden oder durch mangelnde Vertiefungsmöglichkeiten abzuschneiden, sollte eine Aufgabe unterschiedliche Bearbeitungstiefen zulassen, z.B. indem das angestrebte Ziel Erweiterungen oder Veränderungen/Optimierungen zulässt. Bei Implementationen steigt die Bearbeitungstiefe z.B. mit der Optimierung von Algorithmen, der Berücksichtigung möglicher Fehleingaben oder umfangreicheren Ausgaben. So lassen sich auch unterschiedliche Leistungsniveaus berücksichtigen.

Konzeptwissen. Ein solides Grundwissen im Betätigungsbereich ist Voraussetzung für jeden kreativen Prozess⁴, da hierauf begründete Modellierungs- und Problemlöseentscheidungen basieren. Faktenwissen und Produktwissen sind in dem Zusammenhang zwar ebenfalls notwendig, aber erst das Anwenden von dahinter stehenden Zusammenhängen und Konzepten ermöglicht ein problemübergreifendes kreatives Denken. Folglich ist insbesondere Konzeptwissen zu vermitteln und den Schülern die Möglichkeit zu bieten, dieses anzuwenden. So ermöglicht bspw. die Kenntnis von Substitution und Transposition bei Verschlüsselungsverfahren gegenüber alleinigem Anwendungs-/ Algorithmenwissen, die jeweiligen Eigenschaften geschickt für ein eigenes Verfahren der Kryptographie anzuwenden und zu beurteilen.

Ideenanregung. Einer kreativen Leistung geht zumeist ein Stimulus voraus. Art, Inhalt, Formulierung und/oder Hintergrund einer Aufgabenstellung können eine solche Anregung darstellen. Die Bedeutung hierfür wird recht schnell deutlich, wenn man z.B. Aussagen von Komponisten betrachtet: Hier ist häufig ein Gefühl, eine Begegnung, ein Erlebnis oder ein Eindruck von außen ausschlaggebend für die Inspiration. Auch im Informatikunterricht soll die Aufgabe dem Schüler reichlich Anstoß geben, Ideen zu entwickeln, z.B. durch den Kontext, in den sie eingebettet ist, oder durch das Anknüpfen an die Erfahrungswelt der Schüler. Das bedeutet, dass der Schüler sich vorstellen kann, wozu bspw. seine zu entwerfende Software eingesetzt werden kann und welche „größeren“ Probleme sie löst.

² Auch konvergente Aufgaben können hier hinzuzählen, falls verschiedene Lösungswege möglich sind.

³ „Creativity also involves quality of work“ [St03] S. 336.

⁴ Ohne Wissen ist nach Meinung der Kreativitätsforscher keine kreative Leistung möglich. Um H-kreative Leistungen zu vollbringen, ist eine Expertise von i. d. R. mind. 10 Jahren im Fachgebiet nötig. Es besteht also eine enge Verbindung zwischen Kreativität und Wissen.

4.3 Schülerorientierte Anforderungen

Kreative Beschäftigung kann einen Menschen begeistern, an die Aufgabe fesseln und/oder in einen Flow-Zustand (vgl. [Cs90]) versetzen, in welchem er voll in seiner Betätigung aufgeht. Dieses Phänomen erfahren z.B. viele Programmierer, die sich in Open Source Projekten engagieren [Lu06]. Ziel kreativer Unterrichtsphasen sollte es sein, einem solchen Empfinden oder einem solchen Zustand möglichst nahe zu kommen. Hierzu zählt auch, eine positive Einstellung zur Kreativität zu etablieren. Sternberg und Lubart [SL91] identifizierten folgende Einstellungen als ausschlaggebend für Kreativität: Toleranz für Mehrdeutigkeiten, Willen, Hindernisse zu bewältigen und durchzuhalten, Willen, mit der Aufgabe zu wachsen, Risikobereitschaft und der Glaube an sich selbst. Folgende schülerorientierte Anforderungen begünstigen diese Einstellungen.

Identifikation. Um möglichst stark in seiner Arbeit aufzugehen, soll sich der Schüler mit seiner Beschäftigung identifizieren können (vgl. [Pa93, Hi98]). Der Unterrichtsinhalt muss damit für den Schüler eine Bedeutung besitzen oder zumindest eine Bedeutung erlangen können. Verantwortung für einen Teil eines Softwareprojekts übernehmen zu können, das Gefühl als Experte eingesetzt zu werden und die spätere Möglichkeit, seine Lösung auch präsentieren zu dürfen, können dies unterstützen.

Originalität. Jeder Schüler ist ein eigenes Individuum mit eigenen Ansprüchen, Vorstellungen und Vorlieben. Originalität als Kriterium kreativer Leistungen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sich ein Schüler einen Originalitätsanspruch setzen und erfüllen kann, bspw. indem er seiner Lösung/Bearbeitung eine „eigene Note“ verleiht. Diese kann ästhetische, funktionale, gewitzte oder andere Besonderheiten ausmachen: Z.B. durch die Gestaltung einer GUI, einmalige Programmfunktionen oder spezielle Anwendungsgebiete.

4.4 Anforderungen an die Unterrichtsumgebung

Kreatives Arbeiten ist immer auch von der Umgebung abhängig (vgl. [FT85, Da91]). Ein negatives Unterrichtsklima kann ein deutlicher Kreativitätshemmer sein. Entsprechend sollte der Lehrer (wie in jedem Unterricht) darauf achten, dass die Schüler sich akzeptiert und wohl fühlen. Darüber hinaus stellen kreative Unterrichtsphasen weitere Anforderungen an die Umgebung, um Kreativität zu stimulieren: Das „Zünden“ neuer Ideen, die Ermutigung, kreativen Ideen zu folgen, sowie das Auswerten und Wertschätzen von kreativen Ideen (vgl. [SL91, To81]). Eine Besonderheit stellen hier wieder die Informatikunterrichtslabore dar: Durch die Arbeit am Computer mit Entwicklungs- und Simulationsumgebungen wird den Schülern Experimentieren ermöglicht, sie erhalten direktes (Compiler-)Feedback und können ihre Ergebnisse meist direkt betrachten und analysieren.

Experimentieren. Kreativ tätig sein bedeutet, mit Ideen zu experimentieren, Heuristiken anzuwenden und Lösungsmöglichkeiten zu testen. Ist das Lösungsfinden durch Versuch und Irrtum auch ein Vorgehen, das methodisch im Informatikunterricht oft nicht präferiert wird, so gehört es doch zum kreativen Prozess dazu (vgl. [Gl06, Cu95]) und ermöglicht gerade in der Softwareentwicklung das Aufstellen und Testen von Hypothesen für kleinere Probleme. Experimentieren schließt hierbei nicht das „Nach-

Experimentieren“ gemäß vorgegebener Versuchsanleitungen mit ein, sondern meint das selbstständige Untersuchen und Prüfen von Ideen und Hypothesen.

Zeitlicher Raum. Kreativität ist unter Druck nur schwer realisierbar. Zur Überprüfung und Realisierung von Ideen sowie für die Illumination von Gedankenansätzen wird Zeit benötigt. Da die Schüler in kreativen Unterrichtsphasen selbstgesteuert arbeiten, teilen sie sich ihre Zeit auch selbst ein; Informatikprojekte begünstigen dieses Kriterium.

Unterrichtsklima der Vielfalt. So wie zeitlicher Druck negative Einflüsse haben kann, sind auch Konformitätsdruck (Gruppendenken), erwartete Perfektion (Suche nach der erwarteten Antwort) (vgl. [SL91, WD95]), Hierarchien und frühe Evaluation Kreativitätshemmer. Stattdessen sollte der Unterricht gegenseitige Anregungen und Inspiration ermöglichen (vgl. [Fe88]). Neue Ideen sollten willkommen sein, Misserfolge ermöglicht und vielfältige Lösungen begrüßt und respektiert werden. In kaum einem anderen Unterrichtsfach als Informatik ist es möglich, so viele verschiedene Ergebnisse zu erhalten. Diese sind vorzustellen und zu fördern, auch wenn eine Software am Ende nicht „läuft“.

Lehrerrolle. Während im traditionellen Unterricht der Lehrer den Unterricht leitet, Wissen vermittelt und die Schüler korrigiert und bewertet, besteht in kreativen Unterrichtsphasen seine Aufgabe im Coaching: Sollten Schüler ein nur schwer zu überwindendes Problem haben, nicht weiter wissen oder eine Inspiration benötigen, kann der Lehrer helfen, ansonsten hält er sich – vor allem auch mit wertenden Äußerungen – zurück. Zuspruch und Motivation sind allerdings legitim und notwendig. Damit sollte der Lehrer auch ausdrücken, dass er Kreativität begrüßt und wertschätzt (vgl. [Fa00]). Er berät, begleitet, informiert und unterstützt wo erforderlich und erwünscht.

Kreativitätsorientierte Unterrichtsphasen verlangen die Berücksichtigung dieser genannten Kriterien. Nichtsdestotrotz kann die Beachtung einzelner Kriterien kreatives Arbeiten begünstigen bzw. vorbereiten.

5 Analyse von Unterrichtsbeispielen für den Informatikunterricht

Mit Hilfe der aufgestellten Kriterien wurde untersucht, inwieweit Kreativität im Informatikunterricht bereits berücksichtigt wird. Sucht man nach einer expliziten Thematisierung von Kreativität in der deutschen Fachzeitschrift zum Ideenaustausch von Informatiklehrern LOG IN, findet sich wenig. Allein in einem Heft aus dem Jahr 1995 wurde Kreativität im Zusammenhang mit dem Computer als Werkzeug zur Musik- oder Textgenerierung thematisiert. Die informatikspezifischen Möglichkeiten kreativen Tuns, wie z.B. in der Programmierung, wurden dabei nicht berücksichtigt. Untersucht wurde nun, ob sich kreative Aspekte des Informatikunterrichts vielleicht implizit in den vielen Unterrichtsvorschlägen in LOG IN wiederfinden. Hierzu wurden 144 Unterrichtsvorschläge, die innerhalb der Jahre 1995-2006 vorgestellt wurden, auf Indizien analysiert⁵.

Zum Vorgehen

Die Unterrichtsbeispiele beinhalten meist eine inhaltliche und eine methodische Ebene. Für die Untersuchung waren vor allem die methodischen Hinweise, die Unterrichtsempfehlungen sowie – wenn dargestellt – die (Teil-)Lernziele interessant. Schüleraktivität

⁵ Die Untersuchung wurde mit einer Gruppe von Lehramtsstudenten des Hauptstudiums durchgeführt, nachdem die Kriterien ausgiebig besprochen wurden.

wird in der Regel durch Arbeitsaufträge oder Aufgaben gesteuert. Solche durch Unterrichtsbeispiele suggerierte Schüleraufgaben wurden genauer betrachtet. Ein großer Teil der Unterrichtsskizzen bezog sich allerdings auf Inhalte und deren didaktische Aufbereitung. Bzgl. des Aufbaus der Vorschläge stellten wir uns die Fragen: Lässt die vorgeschlagene Vorgehensweise die Erfüllung der Kreativitätskriterien zu? Bleibt im Kontext des dargestellten Unterrichts Raum für kreative Phasen? Die Analyse brachte folgende Ergebnisse⁶.

Unterrichtsvoraussetzungen

Fast Dreiviertel der Unterrichtsskizzen wählten als Unterrichtsgegenstand Themen, die für die Schüler relevant sein dürften⁷ und motivierten diese ansprechend. Publizierende Lehrkräfte sind sich offenbar dem wichtigen Einflussfaktor von Motivation auch auf den allgemeinen Unterricht⁸ bewusst. Gezielt werden in vielen Beispielen schülerrelevante Themen ausgewählt, die von Gefahren im Internet bis hin zu gut motivierten Graphenproblemen reichen. Dieses Kriterium wurde z.B. nicht erfüllt von Unterrichtsvorschlägen zur Turingmaschine, zu Teleheimarbeit oder zur Datenmodellierung⁹.

Nur gut die Hälfte der Unterrichtsvorschläge lässt den Schülern die Möglichkeit, selbst problemlösend oder gestaltend tätig zu werden. Hier scheinen viele Lehrer v. a. dem Verstehen von Informatiksystemen und dem Aneignen von Wissen einen Vorzug zu geben. Indikatoren für solche Unterrichtsvorschläge sind formulierte rezeptive Lernziele der Art: „Die SuS wissen, dass...“, „Die SuS erkennen, dass...“ oder „Die SuS vollziehen nach, wie...“. Erfüllt wurde dieses Kriterium z.B. von Unterrichtsbeispielen zur Kryptologie oder zur Gestaltung von Internetpräsentationen.

Aufgabenstellung

Subjektiv neue Aufgaben werden in 57% Prozent der Unterrichtsskizzen gestellt. Dieser Wert korrespondiert mit der Art der Aufgabenstellungen: Sollen die Schüler nicht problemlösend oder gestaltend tätig werden, besteht ihre Aufgabe wohl darin, den Lernstoff an Aufgaben zu festigen, die zu den behandelten analog sind, bzw. an ähnlichen Aufgaben nachzuvollziehen. Mitunter reichen einfache Änderungen, um einer Aufgabenstellung Neuigkeitswert zu geben, aber dennoch Gelerntes anwendbar zu machen: „Definiere ausgehend von der hier beschriebenen Ameisenwelt eine Hamsterwelt gemäß folgender Vorstellung...“ [Pr04]. Immerhin zwei Drittel der Unterrichtsskizzen zielen auf die Vermittlung und Anwendung von Konzeptwissen. Dies bedeutet bspw. die Vermittlung der Textverarbeitungsdarstellungen „kursiv“ oder „fett“ als Attribute des Objekts „Zeichen“. Die Vermittlung einer Handlungsfolge zum „Kursiv-machen“ eines markierten Wortes bewirkt dagegen prozedurales Wissen. Gut die Hälfte der Unterrichtsskizzen lässt eine variable Bearbeitungstiefe zu und immerhin die Hälfte regt die Schüler zum Einbringen eigener Ideen an. So bietet eine Unterrichtseinheit zu interaktiven Animationen eine Bandbreite an Möglichkeiten, eigene Ideen einzubringen, während „Beobachtungen an Bildschirmen“ wenig Einfluss zulassen.

⁶ Da es sich um eine indizienbezogene Auswertung handelt, werden die Anteilsangaben nur grob dargestellt.

⁷ Die tatsächliche Relevanz ist natürlich vom Individuum abhängig. Wir legten bei der Beurteilung die Fragestellungen zu Grunde: Stammt das Thema aus der Lebenswelt der Schüler? Ist das Thema schülerorientiert?

⁸ Etwa 20 Prozent der Schülerleistung können der Motivation zugeschrieben werden! (vgl. [As94])

⁹ Was nicht bedeutet, dass es unmöglich ist, diese Themen entsprechend zu motivieren.

Der Grad der Offenheit einer Aufgabe ist ein entscheidender Anhaltspunkt dafür, wie viel Kreativität verlangt wird und eingebracht werden kann. Aufgaben mit offener Zielstellung und damit mit Möglichkeiten des Problemfindens regen nur ein Fünftel der vorgestellten Unterrichtseinheiten an (i. d. R. Aufgaben zum Modellieren oder Programmieren in einem bestimmten Themenbereich). Verschiedene Ergebnisse sind nur bei 44 % der Aufgaben möglich, verschiedene Bearbeitungswege bei knapp der Hälfte. Vor dem Hintergrund, dass Modellieren und Problemlösen einen zentralen Stellenwert in der Informatik besitzt und wohl jeder dieser Prozesse in seiner Durchführung variabel ist, scheint dieses Ergebnis unbefriedigend. Konvergente Aufgaben mit strikten Lösungsmustern scheinen den Informatikunterricht zu dominieren.

Schülerbezogene Kriterien

Eine Auswertung des Kriteriums, ob sich ein Schüler mit einem Thema identifizieren kann, ist problematisch. Während der unterrichtende Lehrer ein Gefühl für die Interessen und Bedürfnisse seiner Schüler hat und diese bei der Berücksichtigung des Kriteriums in der Planung des Unterrichts einbeziehen kann, ist dies bei der Auswertung von Unterrichtsvorschlägen schülerunabhängig nur schwer durchzuführen. Die zugrunde liegende Frage bei der Auswertung war entsprechend: „Ist es grundsätzlich möglich, sich mit dem Unterrichtsgegenstand bzw. der eigenen Tätigkeit im Rahmen dieses Unterrichts zu identifizieren?“ Offensichtlich ist das der Fall bei Modellierungen, Problemlösungen oder Themen, welche die Schüler direkt betreffen. Bei der Behandlung von z.B. Protokollen ist das nicht ohne weiteres möglich. 41% der ausgewerteten Themen ließen in diesem Sinn eine Identifizierung zu. Das Einbringen einer „eigenen Note“ ermöglichten 39% der Unterrichtsvorschläge, welches häufig durch das Gestalten einer GUI, einer Präsentation o. ä. geschah.

Umgebung

Gut die Hälfte der Unterrichtsskizzen gibt den Schülern die Möglichkeit zu experimentieren - hier spiegelt sich die Durchführung des Informatikunterrichts in Computerkabinetten wider, welche softwarebasierte Experimentier- und Simulationsumgebungen bereitstellen. Entsprechend beziehen sich auch einige Unterrichtsskizzen auf die Anwendung solcher Software. Ein gewisser zeitlicher Freiraum wird den Schülern in immerhin 41% der Unterrichtsskizzen zugestanden. Dieses geschieht meist durch das Einbinden von (Mini-) Projekten oder längeren Schülerarbeitsphasen. Eine Mehrzahl der Lehrer hält an der traditionellen Lehrerrolle fest – in nur 38% gibt der Lehrer phasenweise diese Rolle ab und tritt in die Rolle des Coachs. Ein Unterrichtsklima der Vielfalt ist in nur einem Drittel der Unterrichtseinheiten vorstellbar. Möglicherweise offenbart sich hier ein Bedürfnis der Lehrkräfte nach konvergenten, leicht zu überschauenden und zu bewertenden Lösungen sowie einer möglichst homogenen Schülerschaft, welche den Unterricht einfacher machen. Insgesamt ist festzustellen, dass eine Mehrheit der untersuchten Unterrichtsvorschläge einem kreativen Informatikunterricht noch wenig Beachtung schenkt. Es spiegelt sich hierin allerdings auch wider, dass Informatikunterricht einen Teil der Anforderungen für kreatives Arbeiten per se schon anwendet, sei es durch das Arbeiten an Computern, welche kreatives Arbeiten begünstigen, oder durch den zentralen Stellenwert von Problemlösen und Modellieren. In nicht wenigen Unterrichtsskizzen wäre allerdings durch eine Änderung der Aufgabenstellung und durch die Berücksich-

tung der Kriterien ein stärkeres Einbinden kreativer Unterrichtsphasen möglich. Dieses kann auch durch Anwenden folgender Vorschläge unterstützt werden.

6 Vorschläge für kreativen Informatikunterricht

Möchte man in seinem Unterricht kreative Schülerleistungen fördern, ist es vor allem notwendig, explizit kreative Unterrichtsphasen einzuplanen sowie sich selbst und die Schüler entsprechend darauf vorzubereiten. Für die Vorbereitung des Unterrichts empfiehlt sich die Berücksichtigung der o. g. Kriterien. Darüber hinaus existieren zahlreiche Empfehlungen in Aufsätzen zur Kreativität und in Kreativitätstrainings, welche Faktoren das Hervorbringen kreativer Leistungen unterstützen. Folgende Richtlinien empfehlen wir für den Informatikunterricht (vgl. [Fa00]):

1. Bereiten Sie die Schüler auf kreatives Tun vor: Vermitteln Sie Konzepte, grenzen Sie Wissen ab, arbeiten Sie mit vielen Beispielen und machen Sie Quellen verfügbar, wo weitere Informationen zu finden sind.
2. Schaffen Sie in der Thematik, im Umgang mit dem Computer als Werkzeug und mit dem notwendigen „Handwerkszeug“ Selbstvertrauen bei den Schülern.
3. Verwenden Sie in Ihrem Unterricht Kreativitätstechniken zur Ideenfindung, wie Brainstorming, Mind-Mapping, Analogienbildung und viele andere.
4. Schaffen Sie eine zündende Eingangserfahrung, um die Schüler für ein Problem, Konzept, eine Situation, Aufgabe oder Idee zu interessieren. Knüpfen Sie an die Alltagserfahrungen der Schüler mit Informatiksystemen an – Interessen können geweckt werden.
5. Stellen Sie offene Aufgaben mit denen die Schüler erfahren, dass sie Informatiksysteme selbst gestalten können.
6. Helfen Sie den Schülern, sich in ihrer Aufgabe und Lösung mit eigenen Ideen selbst wiederzufinden.
7. Schaffen Sie ein kreatives Unterrichtsklima, welches die Vielfalt informatischer Gestaltungsmöglichkeiten widerspiegelt und dafür Raum lässt.
8. Wenden Sie kreative Phasen regelmäßig und als langfristige Leitlinie im Informatikunterricht an.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Informatik darf und braucht sich hinsichtlich Kreativität nicht hinter anderen Fächern zu verstecken. Es wurden Ansätze aufgezeigt, wie den Schülern ein kreativer Zugang zur Informatik ermöglicht werden kann. Während einige veröffentlichte Unterrichtsskizzen kreative Aspekte im Informatikunterricht bereits berücksichtigen, sind bei

vielen Vorschlägen die Möglichkeiten der kreativen Schülertätigkeit noch nicht ausgeschöpft. Die vorgestellten Kriterien bieten Anhaltspunkte, welche die Planung und Gestaltung kreativer Unterrichtsphasen unterstützen. Nicht zuletzt wird durch die Berücksichtigung von Kreativität gegenüber einem techniklastigen Unterricht dazu beigetragen, das Bild der Informatik zurechtzurücken. Der Einfluss kreativen Arbeitens auf Motivation und Konzeptverständnis scheint vielversprechend und soll zukünftig genauer untersucht werden. Des Weiteren sollen Programmierumgebungen bezüglich ihrer Unterstützung kreativen Arbeitens im Informatikunterricht analysiert werden. So zeigt sich Informatik, als kreatives Fachgebiet, auch in der Schule als Unterrichtsfach, das Schüler zu kreativen Leistungen befähigt und anregt.

Literaturverzeichnis

- [As94] Asmus, E. P.: Motivation in Music Teach. & Learning. In Quaterly 5(4), 1994; S. 5-32.
- [BR05] Bergin, S., Reilly, R.: The Influence of Motivation and Comfort-Level on Learning to Program. PPIG 17, University of Sussex, Brighton UK, 2005.
- [Bo95] Boden, M. A.: Die Flügel des Geistes: Kreativität und künstliche Intelligenz. Dt. Taschenbuch-Verl., München, 1995.
- [Br04] Brinda, T.: Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sekundarstufe II, Universität Siegen, Diss., 2004.
- [Cs90] Csikszentmihalyi, M.: Flow: The psychology of optimal experience. Harper and Row, New York u.a., 1990.
- [Cu95] Custer, R. L.: Examining the determinants of technology. In International Journal of Technology and Design Education 5, 1995; S. 219-244.
- [Da91] Davis, G. A.: Teaching creativity thinking. In N. Colangelo and G. A. Davis: Handbook of gifted education, Boston, Allyn & Bacon, 236–244, 1991.
- [Fa00] Fasko, D.: Education and creativity. In Creativity Research J. 13(3-4), 2000; S. 317-327.
- [FT85] Feldhusen, J. F. and D. J. Treffinger: Creative thinking and problem solving in gifted education. Kendall-Hunt, Dubuque, Iowa, 1985.
- [Fe88] Feldman, D. H.: Creativity: Dreams, insights, and transformations. In R. J. Sternberg: The nature of creativity, New York, Cambridge University Press, 1988.
- [Fe96] Feller, G.: Defizite der Ausbildung - Erfordernisse der Weiterbildung? Ergebnisse und Betrachtungen an der Schnittstelle Lehrabschluss aus der Sicht von Auszubildenden. In P. Diepold: Berufliche Aus- und Weiterbildung., Nürnberg, 1996; 251-260.
- [Ga93] Gardner, H.: Creating minds: an anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi. BasicBooks, New York, 1993.
- [Ge05] Geser, H.: Mängel der Schulausbildung aus Arbeitgebersicht. Zürich, Soziolog. Institut der Universität Zürich, o.J.: <http://geser.net/work/geser/05.pdf> (September 2nd, 2006).
- [Gl06] Glass, R. L.: Software creativity 2.0. developer .* Books, Atlanta, 2006.
- [Gu50] Guilford, J. P.: Creativity. In American Psychologist 5, 1950; S. 444-454.
- [Hi98] Hill, A. M.: Problem solving in real-life contexts: An alternative for design in technology education. In International Journal of Technology and Design Educ. 5(3), 1998; S. 1-18.
- [Hu00] Hubwieser, P.: Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele. Springer, Berlin [u.a.], 2000.
- [Ja06] Janneck, M.: Partizipative Systementwicklung im Informatikunterricht. In LOG IN (138/139), 2006; S. 60-66.
- [LJ05] Lewandowski, G., E. Johnson, et al.: Fostering a Creative Interest in Computer Science. SIGCSE '05, St. Louis, MO, 2005.

- [LP98] Lewis, T., S. Petrina, et al.: Problem Posing-Adding a Creative Increment to Technological Problem Solving. In: *Journal of Industrial Teacher Education* 36(1), 1998.
- [Lu00] Lubart, T. I.: Models of the creative process: Past, present and future. In: *Creativity Research Journal* 13(3-4), 2000; S. 295-308.
- [Lu06] Luthiger-Stoll, B.: *Spaß und Software-Entwicklung: Zur Motivation von Open-Source-Programmierern*, Zürich, 2006.
- [FHM] o.V.a: Informationen zum Fachbereich Informatik. Fachhochschule München, o.J.: <http://www.cs.fhm.edu/broschuere/> (September 2nd, 2006).
- [EHZ] o.V.b: Interview with Alonso, G, o. J.: http://www.inf.ethz.ch/news/focus/edu_focus/alonso (September 2nd, 2006).
- [Os53] Osborn, A. F.: *Applied imagination*. Scribner, New York, 1953.
- [Pa93] Papert, S.: *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. Basic-Books, New York, 1993.
- [Pr04] Prätorius, P.: Virtuelle Ameisenwelt - Digitale Ameisen und Termiten als Modelle künstlichen Lebens in JAVA (Teil 2). In *LOG IN*(131/132), 2004; S. 81-89.
- [RC95] Runco, M. A. and Chand, I.: Cognition and Creativity. In *Educational Psychology Review* 7(3), 1995; S. 243-267.
- [Ro06] Romeike, R.: Creative Students - What Can We Learn From Them for Teaching Computer Science? Koli Calling, Koli, 2006.
- [Sc03] Schulte, C.: *Lehr-Lernprozesse im Informatik-Anfangsunterricht: Theoriegeleitete Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zur Objektorientierung in der Sekundarstufe II*, 2003.
- [SB94] Scragg, G., D. Baldwin, et al.: Computer science needs an insight-based curriculum. Proceedings of the twenty-fifth SIGCSE symposium on Computer science education, Phoenix, Arizona, United States, ACM Press, 1994; 150-154.
- [St01] Starko, A. J.: Creativity in the classroom. Erlbaum, Mahwah, NJ [u.a.], 2001.
- [St03] Sternberg, R. J.: Creative Thinking in the Classroom. In *Scandinavian Journal of Educational Research* 47(3), 2003; S. 325-338.
- [St04] Sternberg, R. J.: *Creativity: from potential to realization*. American Psychological Assoc., Washington, DC, 2004.
- [SL91] Sternberg, R. J. and T. I. Lubart: Creating Creative Minds. In *Phi Delta Kappan* 72(8), 1991; S. 608-614.
- [SS04] Schubert, S. and A. Schwill: *Didaktik der Informatik*. Spektrum, Heidelberg [u.a.], 2004.
- [Th02] Thomas, M.: *Informatische Modellbildung: Modellieren von Modellen als zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht*, 2002.
- [To81] Torrance, E. P. Creative teaching makes a difference. In J. C. Gowan, J. Khatena and E. P. Torrance: *Creativity: Its educational implications*, Dubuque, IA, Kendall/Hunt, 1981; S. 99-108.
- [Tr80] Treffinger, D. J.: *Encouraging creative learning for the gifted and talented*. Ventura County Schools/LTI, Ventura, CA, 1980.
- [WD95] Westby, E. L. and Dawson, V. L.: Creativity - Asset or Burden in the Classroom. In *Creativity Research Journal* 8(1), 1995; S. 1-10.