

Jubel, Trubel, Informatik - Ein Schülerworkshop für den Klassenraum

Jens Gallenbacher, Dominik Heun und Wiebke Kothe¹

Abstract:

Im Lernlabor *Abenteuer Technik* konnten bis Dezember 2014 Schulklassen den Informatikworkshop “Jubel, Trubel, Informatik” besuchen. Ziel dieses Workshops sind die Vermittlung der allgemeinbildenden Kompetenzen Problemlösen und Modellieren.

Die Schülerinnen und Schüler planen einen Jahrmarkt, der in Darmstadt stattfinden wird. Dabei müssen sie zahlreiche Aufgaben meistern, zum Beispiel die Verkabelung einer Geisterbahn, die Planung von Routen für Reinigungskräfte oder die Zusammenstellung von konfliktfreien Liefergruppen der Aussteller. Alle diese Aufgaben haben eines gemeinsam: Sie können mit Methoden der Informatik gelöst werden.

Im Vordergrund des Workshops steht die konzeptionelle Arbeit mit informatischen Problemen, die ohne den Computer gelöst werden sollen. Frei nach dem Motto der INFOS “Informatik allgemeinbildend begreifen” unterstützen die Materialien eine enaktive Auseinandersetzung mit den Problemen.

Nach einer Überarbeitung der Materialien kann der Workshop nun auch in den Unterricht integriert werden. Dieser Beitrag stellt die zugrundeliegenden Konzepte sowie die Unterrichtsmaterialien vor.

1 Einführung

Die Vermittlung allgemeinbildender Kompetenzen ist eines der höchsten Ziele des Informatikunterrichts. Neben dem Aufbau sinnstiftender Kommunikation und Kooperation kann die Informatik vor allem Beiträge zum Problemlösen und Modellieren leisten. Dieser Aspekt findet sich ebenfalls in den Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik² wieder, genauer im Prozessbereich *Modellieren und Implementieren*.

Im Zeitraum von Mitte 2010 bis Dezember 2014 entstanden diesbezüglich im Lernlabor *Abenteuer Technik* in Darmstadt eine Vielzahl von Workshops, die im Klassenverband besucht werden konnten. Über 5000 Schülerinnen und Schüler konnten bis zu diesem Zeitpunkt im Lernlabor in Tagesworkshops betreut werden. Workshops, die für dieses Lernlabor konzipiert wurden, zeichneten sich durch verschiedenen Kriterien aus:

- Kompetenzorientierung
- Anchored Instruction

¹ Technische Universität Darmstadt, Didaktik der Informatik, Hochschulstraße 10, 64289 Darmstadt, jg@di.tu-darmstadt.de, dh@di.tu-darmstadt.de, wk@di.tu-darmstadt.de

² [?]

- Genetischer Aufbau
- Hands-On
- Lowtech

Eine große Besonderheit liegt in der Verwendung des Konzepts Anchored Instruction, das für das Lernlabor entsprechend weiterentwickelt wurde³. Die Lernenden erleben den ganzen Workshop als Rollenspiel, in dem die auftretenden Probleme aus dem Rollenspiel heraus entstehen. Die Lernenden können so die Herausforderungen wirklich erleben und die Relevanz der Lösung erkennen.

In [?] wurde ein Modul aus dem Lernlabor beschrieben. In diesem Bericht soll ein weiterer Workshop dargestellt werden: Jubel, Trubel, Informatik. Dieser Workshop ist nun für die Schule überarbeitet worden. Materialien wurden für den Unterricht geändert oder erstellt. Diese können bei den Autoren angefragt werden.

Nachfolgend wird der Workshop zunächst beschrieben und die Materialien dargestellt. Danach erfolgt eine didaktisch-methodische Betrachtung sowie eine Beschreibung der bisherigen Erfahrungen.

2 Überblick

In Darmstadt fand im letzten Jahr ein bekannter Jahrmarkt statt, für dessen Planung drei Personen angestellt wurden. Ein Magier, ein Schatzmeister und ein Jurist, alle drei Spezialisten auf ihrem Fachgebiet, schafften es jedoch nicht den Jahrmarkt erfolgreich durchzuführen. Verschwenderische Kabelverlegung in der Geisterbahn, Vertragsstrafen oder fernbleibende Aussteller, führten zu empfindlichen finanziellen Verlusten.

Alle drei dürfen den nächsten Jahrmarkt erneut planen, erhalten dabei aber Unterstützung durch die Lernenden. Auf einer Pressekonferenz sollen sie ihre Pläne für die verschiedenen Probleme darlegen.

Der Workshop besteht aus drei unterschiedlichen Aufgabenbereichen, die von verschiedenen Gruppen bearbeitet werden können: Eulerkreise/-wege, Konfliktgraphen und minimale Spannbäume. Im Rahmen des Unterrichts bietet sich ebenfalls die Möglichkeit, dass die verschiedenen Bereiche von allen Lernenden nacheinander bearbeitet werden.

Zielgruppe des Workshops sind Schülerinnen und Schüler ab der 8. Klasse bis zur gymnasialen Oberstufe. Er kann im Rahmen der algorithmischen Problemlösung oder dem Thema Graphen durchgeführt und danach im Unterricht aufgegriffen werden.

Für die Durchführung ist kein Computerraum erforderlich. Die Materialien müssen entweder vorher von der Lehrperson ausgeschnitten oder gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern produziert werden. Die in der Geschichte eingebettete Pressekonferenz kann als Abschlusspräsentation im Unterricht genutzt werden.

³ [?]

Die Aufgaben können sowohl in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit bearbeitet werden.

Im Rahmen des Workshops wurden fünf (Zeit-) Stunden Bearbeitungszeit eingeplant. Im Rahmen der Vereinfachung für den Unterricht gehen wir von einer Bearbeitungszeit von vier bis sechs Unterrichtsstunden aus.

2.1 Eulerkreise und -wege

Dieser Abschnitt ist dem Juristen zugeordnet. Er schickt den Lernenden einen Brief, in dem er die Situation schildert. Nach der Parkplatzverordnung der Stadt Darmstadt müssen bei größeren Festen, Parkplätze für die Besucher zur Verfügung gestellt werden. An Seitenrändern von Straßen sind diese schnell gefunden. Das Sicherheitsunternehmen fordert nun aber die beste Patrouillenplanung für ihr Personal, damit dieses keine unnötigen Wege doppelt gehen muss und trotzdem jede Straße gleichmäßig kontrolliert wird.

In dieser ersten Aufgabe machen sich die Schülerinnen und Schüler mit dem grundlegenden Problem vertraut. Auf Stadtkarten (siehe Abbildung 1) können sie zunächst ausprobieren, wo ein entsprechender Rundweg zu finden ist.

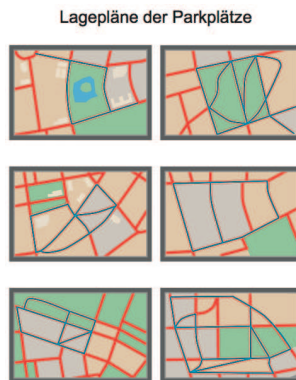


Abb. 1: Arbeitsblatt zu Eulerkreisen

In der zweiten Aufgabe muss ein ähnliches Problem gelöst werden. Für die Kehrmaschinen der Stadt müssen erneut Rundwege identifiziert werden. Dazu liegt ein stilisierter Stadtplan Darmstadts vor. Die Schülerinnen und Schüler sollen möglichst wenige Straßen sperren, um einen Rundweg möglich zu machen.

Für diese Aufgabe ist die Kenntnis des Eulerkriteriums sehr hilfreich. In einem ungerichteten, zusammenhängenden Graphen existiert ein Kantenzug, der jede Kante genau einmal enthält, genau dann, wenn jeder Knoten eine gerade Anzahl an adjazenter Kanten besitzt. Bei der Erforschung dieses Kriteriums helfen Zeitschriften, die sich diesem Thema widmen. Diese sind ebenfalls im Rahmen des Workshops entstanden und erklären humorvoll sowie schülergerecht verschiedene Themen.

Um vergleichbare Probleme in Zukunft schneller lösen zu können, verlangt die letzte Aufgabe eine Dokumentation der Problemlösung. Diese muss an dieser Stelle explizit nicht als formaler Algorithmus angegeben werden, es reicht eine prosaische Beschreibung aus.

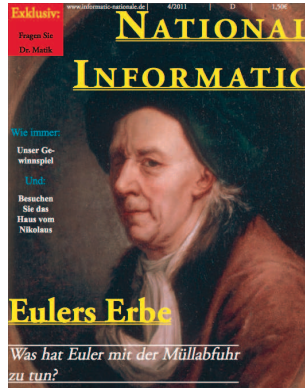


Abb. 2: Zeitschrift zum Thema Eulerkreise

2.2 Minimale Spannbäume

Bei dieser Aufgabe, die dem Schatzmeister zugeordnet ist, geht es um die Verkabelung einer Geisterbahn (siehe Abbildung 3). Verschiedene Attraktionen müssen mit dem Stromkasten verbunden werden, wobei jedoch nur starre, gerade Kabel verwendet werden können. Zusätzlich sorgen Hindernisse, wie bspw. Wände, Schienen der Bahn oder Attraktionen selbst, für höhere Kosten bei der Kabelverlegung.

Zwar können auch alle Attraktionen direkt mit dem Stromkasten verbunden werden, dies stellt sich aber als sehr teuer heraus. Ziel ist deshalb alle Attraktionen direkt oder über andere Attraktionen kostengünstig mit dem Stromkasten zu verbinden?

In der ersten Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, verschiedene Wege auf der Karte auszumessen. Dabei kann die Entfernung zwischen zwei Punkten mit einem Lineal bestimmt werden. Dazu müssen noch die Kosten durch Hindernisse gerechnet werden, um die Gesamtkosten einer Leitung zu erhalten.

Schnell fällt den Lernenden auf, dass die Karte, so schön und bunt sie ist, doch sehr von der eigentlichen Aufgabe ablenkt. Mit einer darüber liegenden Folie markieren sie die einzelnen Steckdosen sowie die Verbindungen zwischen ihnen. Es entsteht ein Graph, wie in Abbildung 4 dargestellt.

Die Lernenden erhalten nun Karten, auf denen die verschiedenen Kosten für die Leitungen ersichtlich sind. Auf Blanko-Karten können die Schülerinnen und Schüler ihre, in der vorherigen Aufgabe herausgefundenen, Werte eintragen und somit auch in dieser Aufgabe verwenden. Es ist denkbar, dass die Lernenden für alle Leitungen die jeweiligen Kosten bestimmen. Da dies jedoch viel Zeit in Anspruch nimmt, bietet sich eine Abkürzung durch das Austeilen der verbleibenden Karten an.

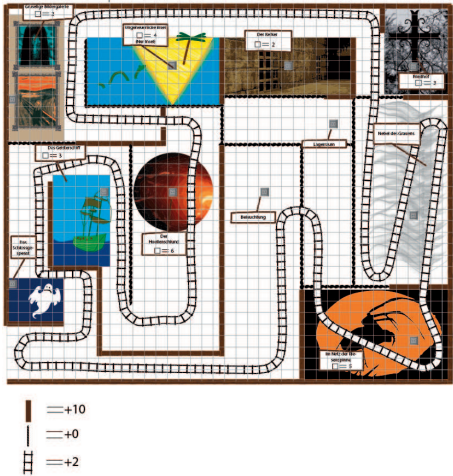


Abb. 3: Minimaler Spannbaum: Plan der Geisterbahn

Die günstigste Verkabelung lässt sich durch die Karten auch von Lernenden niedriger Jahrgangsstufen herausfinden. Zunächst werden die Karten aufsteigend sortiert. Es ist intuitiv, erst die günstigste Leitung zu verbauen, danach die zweitgünstigste usw. Wird ein Knoten, der schon verbunden ist, erneut verbunden (ein Zyklus entsteht), ist ersichtlich, dass diese Leitung nicht benötigt wird. Der Algorithmus von Kruskal wird auf diese Weise selbständig erarbeitet.

Auch hier gibt es wieder die Unterstützung durch eine Zeitung (Informatical Times), die Hilfestellungen für die Algorithmussuche liefert sowie Anwendungen und Probleme darstellt.

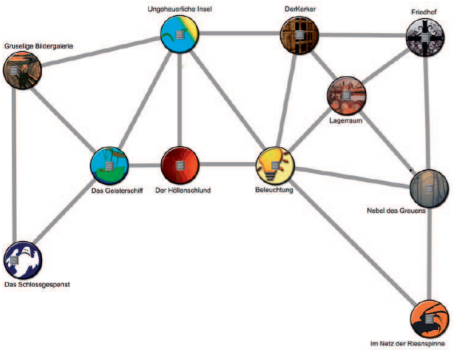


Abb. 4: Minimaler Spannbaum: Plan der Geisterbahn

Zum Abschluss dieser Aufgabe sollen die Lernenden einen Algorithmus formulieren. Um den Formalisierungsgrad weiter zu erhöhen, erhalten sie vorgefertigte Bausteine, mit denen sie eine Anweisung zur Lösung des Problems formulieren sollen. Ein paar Beispiele sind in Abbildung 5 zu sehen. Die Unterscheidung in Objekt und Merkmal des Objekts

wurde farblich vorgenommen. Durch Aneinanderreihung der Karten entsteht ein Ablaufdiagramm, das das Problem der Suche nach einem minimalen Spannbaum löst. Die Karten können laminiert und mit einem Magneten versehen werden, so dass sie auch an der Tafel verwendet werden können.

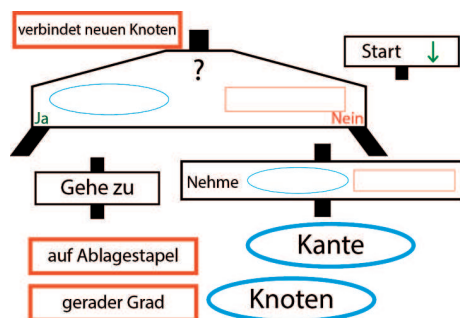


Abb. 5: Beispiele für Algorithmenkarten

2.3 Konfliktgraphen

Der Jurist schließt mit jedem Betreiber eines Standes einen Vertrag. Leider haben einige Standbesitzer Vorbehalte gegenüber anderen Ständen und wollen nicht neben diesen stehen. Sie befürchten Warenverwechslungen bei Anlieferungen und die generelle Konkurrenz.

In der ersten Aufgaben sollen die Schülerinnen und Schüler jeweils Dreiergruppen erstellen, die gemeinsam beliefert werden können. Dazu haben sie für jeden Standbesitzer eine Karte, auf der die Beziehungen zu den anderen Ständen vermerkt ist.

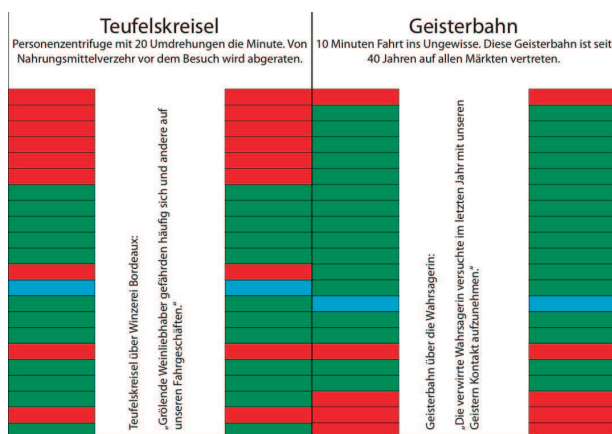


Abb. 6: Beispiele zweier Konfliktkarten

Jede Zeile der Randmarkierungen steht für einen Stand. Die Zeile, die die aktuelle Karte darstellt, ist blau eingefärbt. Zeilen, die grün eingefärbt sind, repräsentieren konfliktfreie Kombinationen; rote Zeile zeigen an, dass mit demjenigen Stand ein Konflikt besteht.

Werden zwei Karten nebeneinander gelegt, kann erkannt werden, ob zwischen diesen beiden Karten ein Konflikt besteht. Im Beispiel der Abbildung 6 gibt es keine Streitigkeiten zwischen den beiden Ständen, da jeweils die blaue Markierung auf eine grüne trifft.

Mit dieser Kodierung können durch Ausprobieren Dreiergruppen gebildet werden. Diese Vorgehensweise ist jedoch sehr mühsam, da die Vergleiche aufwändig sind. Aus diesem Grund stellt der Jurist in der zweiten Aufgabe eine weitere Darstellungsform vor: Stände werden erneut von Karten repräsentiert, auf denen die befreundeten Standbesitzer verzeichnet sind. Die Karten können laminiert und mit einem Magneten bestückt werden, so dass sie an der Tafel haften.

Mit Kreide können auf der Tafel die Freundschaftsbeziehungen durch einen Graph dargestellt werden. Die Suche nach Dreiergruppen ändert sich so in eine Suche nach vollständig verbundenen Cliquen der Größe 3. Diese Suche lässt sich mittels Backtracking realisieren. Für die Lösungssuche haben wir verschiedene Bearbeitungsmethoden. Karten, die schon einer Clique zugeordnet wurden, können aus dem Graphen herausgenommen, umgedreht oder markiert werden. Es ist jedoch wichtig, dass man diese Aktion wieder zurücknehmen kann, da dies das Kernelement des Backtrackings ist.

Der Graph kann auch invertiert werden: eine Kante repräsentiert nicht mehr eine Freundschaftsbeziehung, sondern einen Konflikt. Nun kann das Problem mittels Graphenfärbung gelöst werden.

In der dritten Aufgaben ist eine Vorschrift gefordert, mit der ein vergleichbares Problem gelöst werden kann. Wieder werden Bausteine vorgegeben, die aber diesmal von den Lernenden selbst beschriftet werden müssen.

2.4 Abschluss

Die Bearbeitung aller Aufgaben endet jeweils mit der Vorbereitung einer Pressekonferenz. Die Lehrperson kann sich Leitfragen für die Konferenz überlegen, um auf bestimmte Aspekte der Bearbeitung einzugehen. Die Pressekonferenz kann als Abschlusspräsentation dieser Unterrichtsreihe genutzt werden, um die gelernten Inhalte zu sichern.

3 Didaktisches Vorgehen und Erfahrungen

Die Unterrichtsreihe setzt auf selbstorganisiertes Lernen. Alle Materialien sind so aufgebaut, dass die Lernenden die nötigen Informationen aus den Materialien erlangen können. Generell sollte die Klasse mit vergleichbaren offenen Methoden schon einmal gearbeitet haben, um nicht durch die für sie neue Arbeitsweise überfordert zu werden.

Die Unterrichtseinheiten setzen gezielt auf algorithmische Problemlösung ohne Computerunterstützung. Dies hat zwei Gründe: Zum einen soll der wahrgenommene Fokus der Informatik vom Computer weg zum menschlichen Denken hin verschoben werden. Andererseits soll deutlich gemacht werden, dass Problemlösestrategien der Informatik auch weit

über die Anwendung im Computerkontext genutzt werden können. Ein positiver Effekt dieses Vorgehens ist die veränderte Wahrnehmung von Informatik und das Aktivieren von Lernenden, die Informatik bisher für sich als Interessensziel ausgeschlossen haben. Im Rahmen einer *Schnupperstunde Informatik* ist der vorgestellte Workshop ebenfalls denkbar.

Die Unterrichtssequenz wird von motivierenden und humorvollen Unterrichtsmaterialien getragen, die auch in einer reduzierten Version im Unterricht nichts von ihrem Motivationspotential verlieren. Im Rahmen eines Lehrerworkshops an der ETH Zürich konnten die neuen Materialien bereits erprobt werden.

Die Rahmenhandlung, die sich in allen Aufgaben wiederfindet, unterstützt eine spätere Reproduktion der Inhalte. Die Rahmenhandlung wird sehr häufig sehr gut behalten und mit ihr die vermittelten Kompetenzen des Workshops. Die Geschichte von Jurist, Schatzmeister und Magier dient also als Anker.

Die gemeinsame Arbeit an einem Problemkomplex (in diesem Fall der Rettung des Jahrmarkts) hat sich ebenfalls als motiverender Aspekt herausgestellt. Die gesamte Klasse arbeitet zusammen, um die Geschichte zu einem guten Ende zu bringen.

Die Wirksamkeit von Anchored Instruction ist nicht auf Jahrgangsstufen der Grundschule oder Sekundarstufe I beschränkt. Natürlich ist Schülerinnen und Schülern aller Jahrgangsstufen klar, dass die Rahmenhandlung nur erfunden ist. Wird die Geschichte, aber dennoch konsequent und mit einem Augenzwinkern erzählt, lassen sich auch Lernende der Oberstufe auf die Handlung ein. Jubel, Trubel, Informatik wurde bereits in einer Oberstufenklasse erfolgreich getestet.

Der Workshop wurde im Lernlabor *Abenteuer Technik* mehrfach mit unterschiedlichen Klassen und Jahrgangsstufe durchgeführt und mit den gewonnen Erkenntnissen weiterentwickelt.

Literaturverzeichnis

- [JG13a] Jens Gallenbacher, Dominik Heun: Ein moderner Ansatz für Anchored Instruction im Informatikunterricht. In (Breier, Norbert; Stechert, Peer; Wilke, Thomas, Hrsg.): Informatik erweitert Horizonte, INFOS 2013, 15. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 26.-28. September 2013, Kiel, Germany. Jgg. P-219 in LNI. GI, S. 87–96, 2013.
- [JG13b] Jens Gallenbacher, Dominik Heun, Kristin Rammelt: Einsatz von Speicherprogrammierbaren Steuerungen im Lernlabor Abenteuer Technik. In (Breier, Norbert; Stechert, Peer; Wilke, Thomas, Hrsg.): INFOS 2013, 15. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Praxisband. Kiel Computer Science Series. Department of Computer Science, CAU Kiel, 2013.
- [Pu07] Puhlmann, Hermann et al.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. LOG IN, 146/147, 2007.