



Beat Döbeli Honegger, Jöran Muuß-Merholz

# Computer be-greifen!

## Informatik-Unterricht ab der Grundschule

PCs, Tablets und Smartphones sind im Leben der meisten Schüler allgegenwärtig. Großbritannien und Estland wollen dem jetzt gerecht werden. Jeder Schüler soll dort schon in der Grundschule Informatik lernen. Vermitteln lässt sich der abstrakte Stoff nämlich auch anschaulich: Schüler sortieren mit den Füßen und programmieren Roboter mit einer Bauklötzchen-Sprache.

Schon in der Grundschule lernen Schüler das menschliche Skelett und die Hauptstadt von Thüringen kennen. Sie ordnen die Position von Pronomen oder Planeten ein. Aber Informatik und Computer spielen kaum eine Rolle. In einer Welt, die grundlegend von Informationsverarbeitung geprägt ist, reicht es aber nicht, wenn man Geräte bedienen und Facebook, Google und Wikipedia aufrufen kann.

Wer aktuelle Technologien verstehen, produktiv nutzen und vielleicht sogar mitgestalten will, benötigt ein grundsätzliches Verständnis für die Art und Weise, wie die Welt der Computer funktioniert. Nur wer versteht, wie Computer „ticken“, kann auch morgen noch kompetent handeln. „Program or be

programmed“ – der einfache Satz des Medientheoretikers Douglas Rushkoff bringt es auf den Punkt.

Vertreter der wissenschaftlichen Informatik betonen, dass ihre Disziplin mehr umfasse als nur das Programmieren. Informatikkenntnisse können auch beim Lösen von Problemen außerhalb der Informatik helfen, weil sie eine Reihe von Denkwerkzeugen vermitteln, die sich auf komplexe Probleme anwenden lassen.

Mehr noch: Wer lerne, wie ein Informatiker zu denken, könne diese Haltungen und Fähigkeiten in allen Lebensbereichen anwenden. Die amerikanische Computerwissenschaftlerin Jeannette M. Wing prägte dafür den Begriff „Computational Thinking“, wel-

ches sie als vierte Grundfertigkeit dem Lesen, Schreiben und Rechnen hinzufügen möchte.

### Ab Klasse 1?

Eine ganze Reihe von Gründen spricht dafür, Informatik so früh wie möglich auf den Stundenplan zu setzen: in der Grundschule. Das wichtigste Argument dafür ist schlicht und einfach die Realität der Kinder. Denn jenseits des Unterrichts gehören Tablet, Smartphone und unzählige weitere Geräte mit einem Computerchip für Kinder zum Alltag. Und Kinder sind neugierig: Sie wollen lernen, wie ihre Umwelt funktioniert.

Eine Grundschule, die die Lebenswelt der Kinder zum Ausgangspunkt nimmt, kommt

daher am Thema Informatik nicht vorbei. Zwei europäische Länder, Estland und England, machen bereits Ernst mit der Informatik-ausbildung. In Estland sollen alle Schüler programmieren lernen. Im baltischen Staat unterstützt die estnische Stiftung für Informationstechnik in der Ausbildung (Estonian Information Technology Foundation, HITSA) Schulen bei der Einführung von IT-Themen im Unterricht. HITSA ist eine gemeinnützige Organisation, die der estnische Staat, die Universität von Tartu und die technische Universität Tallinn und Eesti Telekom unterstützen.

HITSA will Lehrer aller allgemeinbildenden und Berufsschulen, aber auch schon Erzieher im Vorschulbereich ermutigen, IT-Technik, insbesondere Programmierung und Roboter, einzusetzen. Dazu hat die Stiftung verschiedene (Selbst-)Lernprogramme für Lehrer sowie Lehrmaterialien entwickelt – allesamt kostenlos für Schulen und Lehrer. So hat HITSA zum Beispiel mit dem Selbstlernportal Codecademy zusammengearbeitet, um Materialien für JavaScript und den Grundlagen in HTML/CSS in estnischer Sprache bereitzustellen.

Großbritannien hat im Rahmen einer Überarbeitung seiner Lehrpläne aus dem Fach „Information and Communication Technology“ (ICT) das neue Fach „Computing“ gemacht. Statt wie bisher anwendungsorientiert zu lernen, wie man etwa PowerPoint bedient, werden Schüler jetzt eher die Grundlagen der Informatik lernen – zwar nur für eine Stunde pro Woche, aber immerhin (siehe c’t-Link und Interview auf Seite 110).

Der Lehrplan sieht vor, dass Schüler schon in den ersten Jahren der Grundschule lernen, was Algorithmen sind und wie Programme auf digitalen Geräten ablaufen. „Einfache Programme“ sollen sie bereits debuggen lernen und schon in den ersten Schuljahren Technik einsetzen können, um „digitale Inhalte gezielt zu erzeugen, zu organisieren, zu speichern, zu verändern und abzurufen“. Ferner sollen sie gebräuchliche Verwendungsweisen von Information jenseits der Schule kennenlernen, Technik sicher einsetzen und private Daten privat halten können – mehr, als mancher Erwachsene kann.

Die Vermittlung von Konzepten der Informatik in der Grundschule ist allerdings anspruchsvoll. Informatik als Wissenschaft der Informationsverarbeitung ist abstrakt und primär immateriell. Das abstrakte Denkvermögen insbesondere von Grundschulkindern ist aber noch nicht so ausgeprägt wie in späteren Jahren.

Die Informatikdidaktik hat im Wesentlichen zwei Ansätze gefunden, um diese Herausforderung zu meistern. Informatik muss in der Grundschule erstens möglichst nah an der Lebenswelt der Kinder vermittelt werden. Zweitens müssen abstrakte Konzepte im wahrsten Sinne des Wortes begreifbar gemacht werden.

Auch Grundschulkindern sind umgeben von formalen Abläufen und regelbasierten Systemen. Brettspiele und Kuchenrezepte etwa beruhen auf Algorithmen – und geben im Unterricht Anknüpfungspunkte, um den Begriff „Algorithmus“ überhaupt erst einmal einzuführen.

## Aus dem Leben gegriffen

Jeder Schüler wird zudem schon einmal mit Sortierungen in Kontakt gekommen sein: Wenn ein Computer oder ein Smartphone eine Liste von Dateien oder Programmen ausgibt, ist sie in aller Regel sortiert, etwa nach den Namen. Eine Lehrereinheit der in Australien entwickelten Reihe „Computer Science unplugged“ zeigt, wie sich das Sortieren von Zahlen spielerisch erleben und erlernen lässt. Sie benutzt ein

Sortiernetzwerk, das der Lehrer zu Beginn der Unterrichtseinheit auf den Boden des Klassenraums oder des Schulhofs malt.

Jeder Schüler erhält zufällig einen Zettel mit einer Zahl und stellt sich auf ein Anfangsfeld des Sortiernetzwerks. Anschließend durchlaufen die Schüler Schritt für Schritt das Netzwerk (siehe Abbildung rechts). Dabei vergleichen je zwei Schüler ihre Zahlen. Sie müssen unterschiedliche Wege im Netzwerk nehmen, abhängig davon, wessen Zahl die größere ist. Am Ende des Versuchsablaufs stehen die Kinder in einer Reihe, sortiert nach ihren Zahlen.

Dass das immer klappt, können die Lehrer überprüfen lassen, indem sie die Schüler mehrfach das Netzwerk mit unterschiedliche Startaufstellungen durchlaufen lassen. Die Schüler können ausprobieren, was passiert, wenn man das Netzwerk verändert, oder wie unterschiedlich große Netzwerke beschaffen sein müssen. Sie lernen so unter anderem anhand eines konkreten Algorithmus, dass die Reihenfolge und die Häufigkeit von Arbeitsschritten eine Rolle spielen.

Viele Konzepte aus der Lebenswelt der Kinder lassen sich ähnlich aufbereiten. Fast eine halbe Million Aufrufe hat die auch heute noch sehenswerte Sendung mit der Maus aus dem Jahr 2001, welche die Funktionsweise des World Wide Web mit Schauspielern erklärt. Mit Unterrichtseinheiten wie „Wir spielen Internet“ oder „Wir spielen E-Mail“ lernen Grundschulkindern nicht nur spielerisch die Funk-



In einer Lehrereinheit von Computer Science Unplugged durchlaufen im Sinne des Wortes Schüler ein Sortiernetzwerk.

tionsweise von Technik kennen, die sie täglich nutzen. Sie verstehen danach auch besser, warum sie im Netz Spuren hinterlassen und wer eine E-Mail im Internet alles lesen kann.

## Schön konkret

In die Richtung „Computertechnik begreifbar machen“ gehen alle Roboterprojekte, welche abstrakte Programmzeilen auf dem Bildschirm in die physische Realität der Kinder holen. Das bekannteste Beispiel sind die Roboterbausätze von LEGO Mindstorms, die in Projektwochen und außerschulischen Fördermaßnahmen sehr beliebt sind.

Für den normalen Grundschulalltag sind sie jedoch erfahrungsgemäß zu komplex. Einfacher (und auch günstiger) ist die Produktlinie WeDo von Lego. Sie kann entweder mit der Lego-eigenen Programmiersprache oder aber mit Scratch gesteuert werden. Neben diesen bekannten LEGO-Produkten existiert eine Vielzahl weiterer speziell für Lernzwecke entwickelter Roboterbausätze (siehe c't-Link).

Das am MIT entwickelte Scratch lässt sich aber auch ohne Roboter gut einsetzen, um programmieren zu lehren. Statt mit einer abstrakten Sprache programmieren Kinder mit Scratch, indem sie grafische Code-Bausteine zusammenklicken. So kann Kind sehr schnell einfache Animationen, aber auch komplette Spiele entwickeln. Scratch hat eine riesige Fangemeinde, es gibt mittlerweile auch deutschsprachige Lehrmaterialien für die Programmiersprache (siehe c't-Link).

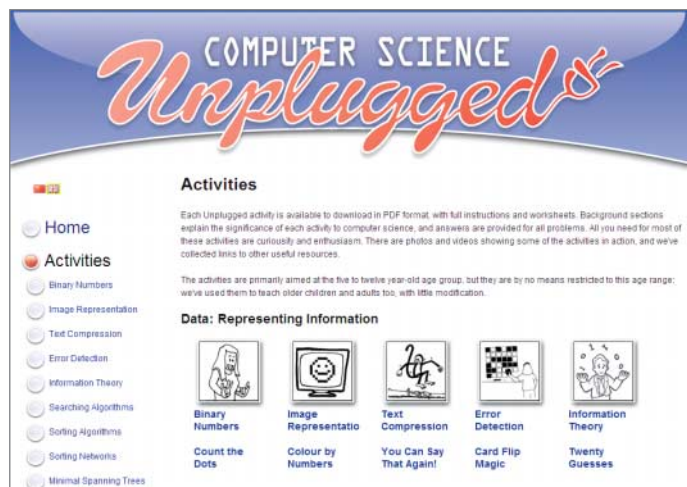
Verschiedene Projekte experimentieren damit, den Computer auch bei der Programmierung immer weiter an den Rand zu schieben. Im CHERP-Projekt der Tufts Universität können Lego-Roboter mit gewöhnlichen Holzklötzen programmiert werden. Eine Webcam erkennt die aufgeklebten 2D-Barcodes, und der Computer im Hintergrund übersetzt die Bauklötzerei in Anweisungen für den Roboter.

Der Autor und Illustrator Nikos Michalakos alias DrTechniko lässt Kinder ihre eigene Robotersprache entwerfen. Jedes Kind ist in seinem Programm „How to train a robot“ der Gebieter eines Roboters – der zum Beispiel von einem anderen Kind gespielt werden kann. Die Aufgabe ist es, den Roboter mit einem Programm durch einen Parcours zu steuern – zum Beispiel in der Sporthalle.

Neben einigen vorgegebenen Befehlen für grundlegende Bewegungen können die Kinder auch eigene Befehle erfinden. Auf diese Weise lernen die Kinder Grundzüge von Programmierung, aber zum Beispiel auch das Debuggen – wenn der Roboter nicht zum Ziel kommt.

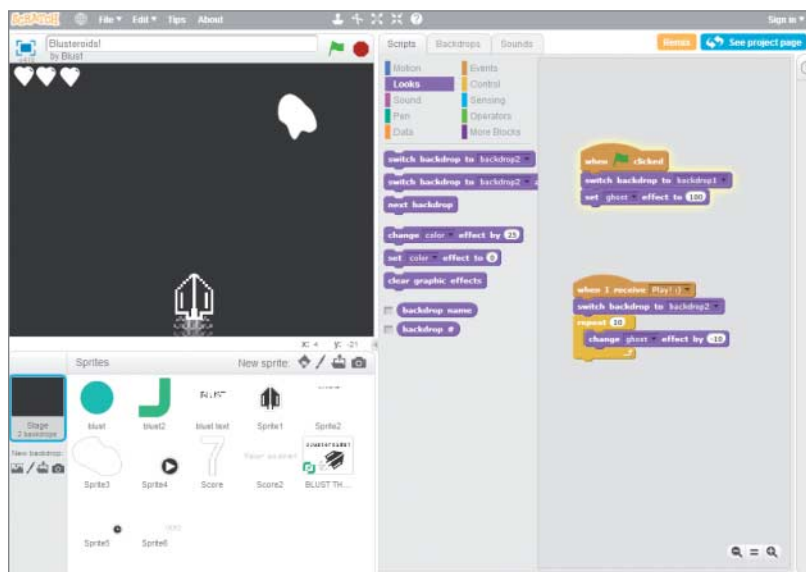
Wie man so abstrakte Prinzipien wie Redundanz und Fehlerkorrektur ganz anschaulich vermitteln kann, zeigt Computer Science Unplugged anhand eines Zaubertricks. Als Requisite benötigt diese Lehrereinheit nur einen Satz von 36 Karten mit unterschiedlich gefärbten Seiten.

Davon legt ein Kind 25 in einem 5x5-Raster zufällig aus. Der Lehrer legt eine weitere Reihe unten und an der Seite an.



Die Homepage von Computer Science Unplugged ist ein guter Anlaufpunkt für die Recherche nach Lehrmaterial, das keinen PC erfordert.





**Coden mit Bausteinen: Scratch ermöglicht einen intuitiven Einstieg in die Programmierung.**

Und als ob noch eine weitere Hürde notwendig wäre: Computer Science ist zwar ein faszinierendes didaktisches Konzept, ganz ohne Computer lässt sich aber kein zeitgemäßer Informatikunterricht durchführen. Viele Schulen, insbesondere Grundschulen, verfügen jedoch noch nicht über eine für Lehrkräfte mit vernünftigen Aufwand organisierte IT-Infrastruktur – siehe Seite 112.

Diese Hürden führen in der Summe dazu, dass in deutschsprachigen Schulen und insbesondere Grundschulen bezüglich Informatik vergleichsweise wenig läuft.

Wer sich für die Einführung von Informatik-Unterricht entscheidet, benötigt viel Enthusiasmus und einen langen Atem. Das zeigt das Beispiel Estland, wo man mit der Weiterbildung der Lehrer bereits Ende der 1990er Jahre anging. Erst etwa die Hälfte der 550 allgemeinbildenden Schulen in dem Land nutzen die Angebote von HITSA, schätzt die Stiftung. Das liegt unter anderem daran, dass es Schulen in Estland freigestellt ist, ob und wie die Materialien eingesetzt werden; sie sind nicht im Lehrplan verankert.

Auch in England wird es viele Jahre dauern, bis Informatik wirklich in der Breite gelehrt wird. Das schätzt zumindest Simon Peyton Jones, der maßgeblich an der Einführung des Schulfachs in Großbritannien beteiligt ist, wie das folgende Interview zeigt. (jo)

[www.ct.de/1414106](http://www.ct.de/1414106)

Nun soll ein Kind eine Karte umdrehen, während sich der Lehrer die Augen zuhält. Der Lehrer wird diese Karte anschließend identifizieren. Der Trick: Er hat seine Karten so angelegt, dass in jeder Spalte und jeder Reihe immer eine gerade Anzahl gleichfarbiger Karten zu sehen ist. So kann er später die umgedrehte Karte eindeutig identifizieren.

verfügen, ist der computerlose Informatikunterricht attraktiv.

Grundlegende Konzepte rücken damit in den Vordergrund, während rasch veraltendes Produktwissen wegfällt. Für die Schule besonders relevant: Die Vorgehensweise erfordert nicht nur keine Investition in Hardware, die Unterrichtsmaterialien stürzen auch nicht ab, benötigen keinen Support und lassen sich immer wieder problemlos verwenden. Computer Science Unplugged und Co. sprechen auch Mädchen eher an; Knaben können weniger mit den Kenntnissen prahlen, die sie zu Hause am Computer bereits erworben haben.

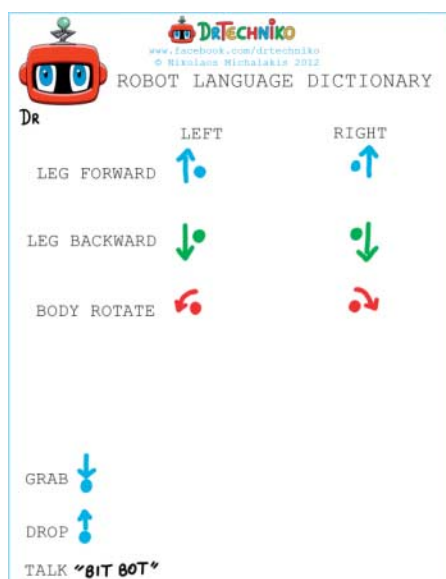
Potenzial ist also da, Unterrichtsbeispiele seit Jahren in Pilotprojekten erprobt. Trotzdem hat sich Informatik in deutsch-

sprachigen Schulen nicht groß verbreiten können, in der Grundschule ist sie praktisch inexistent. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Zum einen ist der Stoffplan aus Sicht der Schule bereits übertoll und niemand verzichtet gerne zugunsten von etwas Neuem freiwillig auf bisherige Inhalte – zudem es ja bisher ohne das Neue gut ging.

Lehrkräfte und Entscheidungsträger der Bildungspolitik haben alle eine Schule ohne Informatik durchlaufen. Es fehlt ihnen daher an Vorstellungen, warum Informatik künftig wesentlich sein sollte und wie sich dieses Thema insbesondere in der Grundschule vermitteln ließe. Dieses Wissen fehlt schließlich oft auch dann, wenn der Wille zu Informatik in der Schule vorhanden wäre.

### PC nicht erforderlich

Die Idee, Informatik ohne Computer zu unterrichten, ist keineswegs neu. Vor 30 Jahren wurde Informatik gelegentlich so in Schulen unterrichtet, schlicht weil keine Computer zur Verfügung standen. Aber auch heute, wo immer mehr Kinder über persönliche Tablets und Smartphones



**Platz für eigene Befehle: DrTechniko lässt die Schüler ihre eigene Robotersprache erfinden.**



2D-Grafik ganz anschaulich: Der Pro-Bot lässt sich mit Logo programmieren. In der Mitte ist das Loch für einen Stift, mit dem er auf dem Untergrund zeichnet.

