

# Computer in der Schule

Baustelle Schul-IT · Konzepte für die Zukunft



## Inhalt:

**Schulen auf dem Weg zum zeitgemäßen Computereinsatz**

**Informatikunterricht ab der Grundschule?**

**Interview: Simon Peyton Jones, Microsoft Research Cambridge**  
**Smartphone & Co. erobern das Klassenzimmer**

# Computer in der Schule

Während manche Schulen noch auf den Internetzugang für die PCs im Computerraum warten, werden anderswo die Schüler flächendeckend mit Notebooks und iPads ausgestattet – oder nutzen gleich ihre eigenen Smartphones im Unterricht. An Konzepten für den Umgang mit den so genannten "neuen Medien", die für Schüler und Lehrer doch längst Alltag geworden sind, herrscht kein Mangel. Und genau das ist eines der Probleme.

Sollen alle Schüler programmieren lernen? Womöglich schon in der Grundschule? Oder reicht es aus, mit dem Werkzeug Computer umgehen zu können, ohne die Technik dahinter zu verstehen? Wie lassen sich Computer sinnvoll in den Unterricht einbinden? Wie wachsen Schulbücher und Lernsoftware zusammen? Dieses E-Book zeigt verschiedene Ansätze, wie Computer im Unterricht genutzt werden, nennt nützliche Software und geht der Frage nach, wie der Computereinsatz in der Schule der Zukunft aussehen könnte.

Editorial: 20 Jahre und kein Update	3
Schulen auf dem Weg zum zeitgemäßen Computereinsatz	4
Informatikunterricht ab der Grundschule	10
Interview: Simon Peyton Jones, Microsoft Research Cambridge	13
Smartphone & Co. erobern das Klassenzimmer	15

Die Artikel stammen aus c't Magazin für Computertechnik 14/2014.

## Impressum

c't Dossier: Computer in der Schule

Chefredakteur: Detlef Grell

Konzeption: Dr. Oliver Diedrich

Redaktion: Jo Bager (jo), Dorothee Wiegand (dwi), Peter-Michael Ziegler (pmz)

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Richard Heinen, Beat Döbeli Honegger, Jörn Muuß-Merholz

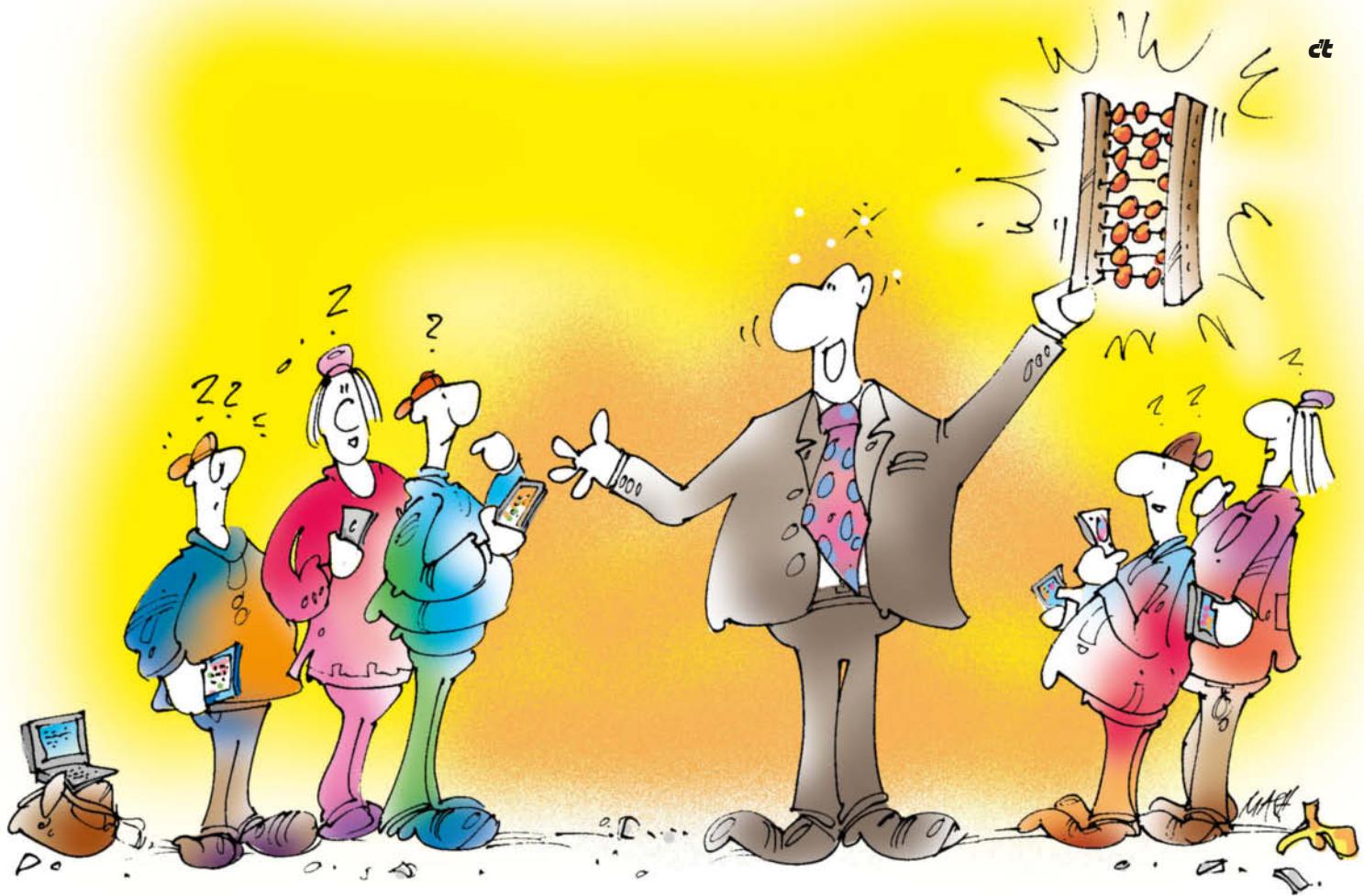
Umschlaggestaltung: Martin Kreft

ISBN 978-3-95788-005-5 (v1)

Copyright © 2014 Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co KG, Hannover

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen. Alle Informationen in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Herausgeber, Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG  
Karl-Wiechert-Allee 10  
30625 Hannover



## 20 Jahre und kein Update

"Medien nehmen heute eine zentrale Stellung in der privaten und beruflichen Lebenswelt sowie in der öffentlichen Meinungsbildung ein und beeinflussen, prägen und strukturieren nachhaltig die Erfahrungen eines jeden einzelnen - vor allem aber der Kinder und Jugendlichen." So beginnt eine einstimmig beschlossene Erklärung der Kultusministerkonferenz (KMK) - das war 1995.

Das Problem mit Allgemeinplätzen dieser Art: Sie bewegen nichts. Nötig wären konkrete Vorgaben zur Versorgung der Schulen mit Breitband-Internetzugängen, zur Lehrerausbildung, zu einheitlichen Bildungsstandards. Nach wie vor ist nicht verbindlich festgelegt, wie Medienbildung und Informatikkenntnisse an Schulen vermittelt werden sollen. Nur in 3 von 16 Bundesländern steht Informatik in der Mittelstufe als Pflichtfach auf dem Stundenplan. 2010 fand eine Analyse aller in den Bundesländern geltenden Richtlinien sage und schreibe 43 verschiedene Informatik-Lehrpläne.

Besserung ist nicht in Sicht. So gibt es keinen Zeitplan für die flächendeckende Ausstattung aller Schulen mit Breitbandanschlüssen. Es fehlt immer noch ein bundesweit gültiger Bildungsstandard, wie ihn die KMK für viele andere Fächer festgelegt hat. In der gymnasialen Oberstufe können Schüler mit Informatik nicht ihre Belegungsverpflichtung für die Naturwissenschaften erfüllen, denn Informatik ist den Fächern Biologie, Chemie und Physik nicht gleichgestellt. Trotz Interesse am Fach

entscheiden sich Schüler deshalb häufig gegen Informatik im Abitur.

An den oft gescholtenen Lehrern liegt es nicht. Die bei der Recherche zu den Artikeln ab Seite 100 befragten Lehrer standen uns auch weit nach Feierabend Rede und Antwort und blieben geduldig bis hartnäckig, wenn die Verbindung durch Funklöcher unterbrochen wurde. Sie berichteten mit sehr viel Enthusiasmus von ihrer Arbeit. Deutlich wurde aber auch ihr Verständnis für das zögerliche Handeln der Bildungspolitiker.

Die kommen nämlich beim Thema Schul-IT nicht recht voran. Erst unmittelbar vor Druckschluss dieser Ausgabe erhielten wir eine Mail der KMK mit Antworten auf eine Reihe von fast drei Wochen alten Fragen. Darin steht: "Neue Medien sind aus der Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen nicht mehr wegzudenken. Auch in der Schule gewinnen neue Medien an Bedeutung. Sie eröffnen Chancen für einen Unterricht, der das individualisierte Lernen in den Mittelpunkt rückt. Neue Medien können damit einen wichtigen Beitrag zur Förderung von Lernprozessen leisten." Dreimal "neue Medien" in vier Sätzen ... aber inhaltlich leider so gar nichts Neues.

*Dorothee Wiegand*

Dorothee Wiegand



Dorothee Wiegand

# Für das Leben lernen

## Schulen auf dem Weg zum zeitgemäßen Computereinsatz

Bildungspolitiker sprechen hartnäckig von „neuen Medien“ – für Schüler sind Tablets und Notebooks längst selbstverständliche Alltagsgegenstände. Auch wenn es den Schulen häufig noch an Infrastruktur fehlt, erproben engagierte Lehrer vielerorts bereits neue Unterrichtsformen.

Der Rechnerraum am Ende des Schulflurs ist ein Auslaufmodell. Erste Notebook-Klassen haben bereits vor zehn Jahren gezeigt, dass sich ständig verfügbare, mobile Rechner in der Schule besser nutzen lassen. Bei der Finanzierung der

Geräte sind in der Regel die Eltern gefragt. Und damit die Kommunikation im Schulnetz und die Recherche im Internet verlässlich funktionieren, benötigen Schulen eine stabile Infrastruktur mit Breitbandzugang.

Sind alle diese Hürden genommen, bedarf es neuer Konzepte für den Unterricht, und das wiederum geht nur mit praxisorientierter Aus- und Fortbildung für Lehrer. Auch die Schulbuchverlage sind von dem Wandel betroffen und haben begon-

nen, parallel zu gedruckten Lehrwerken auch digitales Material anzubieten.

Die Überzeugung, dass der Rechner als Werkzeug zum Lernen genutzt werden sollte, setzt sich langsam durch. Kontrovers diskutiert wird dagegen die Frage nach einem Fach Informatik, in dem der Computer selbst der Unterrichtsgegenstand ist. Ein Befürworter eines Pflichtfachs Informatik in der Sekundarstufe I ist beispielsweise der Informatik-Didaktiker Professor Peter Hubwieser, Leiter des Fachgebietes Didaktik der Informatik an der School of Education der TU München. Er sagt: „Kenntnisse der Informatik sind ein notwendiger Teil der Allgemeinbil-

dung, weil sie Konzepte und Techniken bereitstellt, mit denen sich komplexe Systeme oder Abläufe besser beschreiben und damit auch besser verstehen lassen.“

In anderen Ländern ist man schon deutlich weiter. So steht bei einigen Nachbarn bereits in der Grundschule Programmieren auf dem Lehrplan. Der Artikel auf Seite 10 und das Interview auf Seite 13 geben einen Einblick in innovative Projekte dieser Art. Bei der Hardwareausstattung geht der Trend zum „1 : 1“-Modell – gemeint ist, dass jedem Schüler ein einheitliches Mobilgerät zur persönlichen Verfügung steht. Eine vielversprechende Alternative dazu ist „Bring Your Own Device“ (BYOD), also die Verwendung privater Hardware im Unterricht. Wie das in der Praxis aussehen kann, beschreibt der Artikel auf Seite 15.

## Viele offene Fragen

Für die Metastudie „Digitale Lernwerkzeuge“ der BSP Business

School Berlin Potsdam haben Professor Jo Groebel und Julia Wiedermann 21 Studien betrachtet, in denen Schulversuche mit Notebooks, Netbooks und Tablets ausgewertet wurden. Die Verfasser fanden deutliche Hinweise auf positive Effekte des Medien-Einsatzes im Unterricht. Ihre Empfehlung an die Politik: „Die digitale Zukunft Deutschlands muss endlich eine Priorität politischer Entscheidungen werden. Das Land hat hier wirtschaftlich schon den Anschluss verloren. Nicht zuletzt ein Umdenken und konsequentes Verfolgen digitaler Möglichkeiten in der Bildungspolitik sind absolut geboten.“

Ein ähnliches Urteil fällt die Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“ des deutschen Bundestags. „Im Vergleich der OECD-Staaten hinkt Deutschland bei der Ausstattung seiner Schulen sowie hinsichtlich der zeitlichen oder räumlichen Nutzung von Computern im Unterricht trotz erheblicher Erfolge in den zurückliegenden Jahren



In einem Pilotprojekt erproben Fünftklässler der Hermann-Tempel-Gesamtschule in Ihlow die Arbeit mit digitalen Schulbüchern.

noch immer deutlich hinterher“ heißt es im Anfang 2013 verfassten 6. Zwischenbericht der Kommission zum Thema „Bildung und Forschung“. Digitale Versionen dieser sowie aller weiteren in diesem Artikel zitierten Berichte und Studien finden Sie

– soweit öffentlich zugänglich – über den c't-Link am Ende dieses Artikels.

Wenn Wissenschaftler den IT-Schulversuchen gute Erfolge bescheinigen und der Bundestag den Nachholbedarf erkannt hat – wieso fehlt dann immer

## Erfahrungen mit der Ausstattung von Schulen am Beispiel von Niedersachsen

**Herbert Jancke ist Projektleiter „mobiles lernen-21“ beim „Verein n-21: Schulen in Niedersachsen online e. V.“, dem neben dem Land Niedersachsen auch kommunale Spitzenverbände und Unternehmen angehören. Der Verein hat bisher zusätzlich zu den Investitionen des Landes mit über 28 Millionen Euro an Sponsorenmitteln den Einsatz von Multimedia und Internet an Schulen gefördert.**

c't: Was hat sich seit 2006 getan?

Herbert Jancke: Seit 2006 hat sich einiges getan: Wir haben den Bereich Hardwarebeschaffung komplett outgesourct. Schwerpunkt unserer Arbeit ist nun die Unterrichts- und Schulentwicklung. Gemeinsam mit der Niedersächsischen Landesmedienanstalt und dem Niedersächsischen Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung bilden wir den Kern der Medienberatung. Public-Private-Partnership-Maßnahmen werden auch weiterhin von uns ausdrücklich eingefordert.

Die im Landeskonzept definierten Meilensteine weisen ganz deutlich den Weg weg von den Rechnerräumen in Richtung 1:1-Ausstattung. In den allermeisten Fällen dürfte die Beschaffung eines persönli-

chen digitalen Lernwerkzeuges nur über Elternfinanzierung möglich sein.

c't: Hat sich das damals gewählte Vorgehen mit elternfinanzierten Notebooks also aus Ihrer Sicht bewährt?

Jancke: Ja, auf jeden Fall! Vielleicht waren wir der Zeit etwas voraus. Ich staune noch immer, dass sich Beschaffungen mit einem vierstelligen Gesamtvolumen pro Schüler damals durchsetzen ließen, im Moment beginnen die Straßenpreise geeigneter Geräte bereits bei 250 Euro. Die aktuellen Finanzierungsmodelle unserer Partner berücksichtigen durch die Beteiligung an einem Sozialfonds auch die finanziell nicht so gut gestellten Elternhäuser, im Schnitt sind das etwa 5 Prozent.

c't: Haben Sie die Vorgehensweise im Laufe der Jahre modifiziert?

Jancke: Ja: erst die Lehrkräfte qualifizieren, dann die Hardware beschaffen! Wir haben erkannt, dass die höchste Hürde die Integration der digitalen Lernwerkzeuge in den Unterricht ist, deshalb besteht unsere Unterstützung heute vor allem in der Organisation von praxisorientierten Qualifizierungsmaßnahmen von Lehrkräften für Lehrkräfte und neuerdings auch für Schulträger, die wir gemeinsam

mit unseren Referenzschulen landesweit, regional und lokal ausrichten.

c't: Würden Sie beziehungsweise die von Ihnen betreuten Schulen und Lehrer aus heutiger Sicht Tablets statt Notebooks generell bevorzugen?

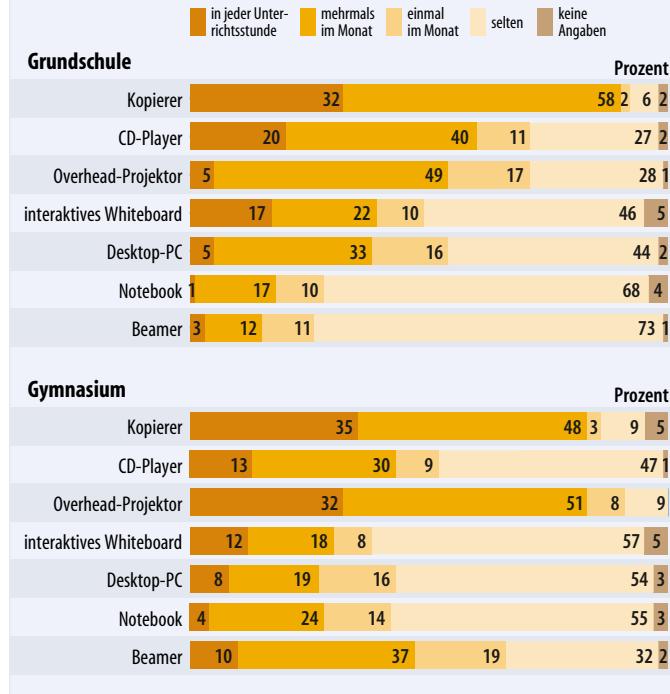
Jancke: So generell nicht! Hier gehen die Schulen eigene Wege. Ich persönlich denke, ein Tablet mit andockbarer Peripherie ist am universellsten einsetzbar: von der Nutzung eines digitalen Schulbuchs über Computeralgebra-Systeme und -Apps bis zum Videoschnitt.

c't: Wie denken Sie über „Bring your own Device“ (BYOD)?

Jancke: BYOD ist die Zukunft! Die von den Schulen angebotene zentrale Beschaffung wird immer weniger angenommen, da die meisten Jugendlichen schon über ein eigenes Gerät verfügen. Die Einbindung in das Schulnetz und das WLAN sowie die Regelung der Internetnutzung sind durch ein intelligentes Schulportal steuerbar. Mittelfristig wird das Lernen hoffentlich von Herstellern und Betriebssystemen unabhängig sein. Viele Anwendungen laufen schon heute im Browser und auch in der Offlineversion plattformunabhängig.

## Gerätenutzung durch die Lehrer

Für eine Momentaufnahme befragte Cornelsen 2013 Lehrer an allgemeinbildenden Schulen, welche Geräte sie dienstlich am häufigsten nutzen. In allen Schulformen stand der Kopierer immer noch mit großem Abstand an der Spitze.



noch an vielen Schulen die Infrastruktur, warum existieren nicht mehr erprobte Konzepte für eine zeitgemäße IT-Nutzung in der Schule, weshalb werden nicht mehr Fachlehrer für Informatik ausgebildet?

Auf der Suche nach Antworten stößt man auf immer neue Fragen. Bisher wurde Medienbildung als Querschnittsaufgabe sämtlicher Unterrichtsfächer gesehen, doch das geht vielen Bildungsforschern und engagierten Lehrern nicht weit genug. Die Vergangenheit habe gezeigt, dass es mit ein bisschen Computerei in Kunst, Deutsch oder Physik eben nicht getan sei, lautet das Argument für verbindliche Lehrpläne und neue Konzepte. Kritiker eines Pflichtfachs Informatik begründen ihre Skepsis mitunter so: Geräte und Anwendungen funktionieren doch längst fast von allein, Informatik-Unterricht für alle ist also gar nicht nötig. Eben weil sich Hard- und Software wie eine Black Box verhalten, ist es so wichtig, sich mit anderen Aufbau und Funktions-

weise auseinanderzusetzen, sagen die Befürworter.

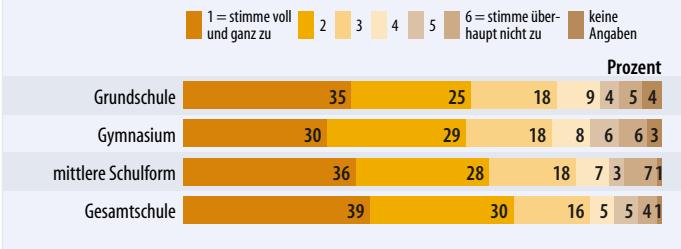
Hardware-Ausstattung, Konzepte, Pflichtfach Informatik – bei näherer Betrachtung ist die Baustelle Schul-IT ein Großprojekt mit zahllosen Teil-Baustellen. Auf den folgenden Seiten unternehmen wir den Versuch einer Bestandsaufnahme.

### Hardwareausstattung

Das Kranich-Gymnasium in Salzgitter war eine der ersten Schulen in Niedersachsen, an denen Notebook-Klassen erprobt wurden. Als wir 2006 über das Thema Schule und Computer berichteten [1], waren dort seit drei Jahren mobile Rechner im Einsatz, das gesamte Gymnasium war für den Schulversuch funkvernetzt worden. Herbert Jancke, Projektleiter „mobiles lernen-21“ beim Verein n-21: Schulen in Niedersachsen online“ betreute damals das Projekt und insbesondere die Beschaffung der Hardware. Aufgabe des Vereins ist es, den Einsatz von Multimedia und

## Zufriedenheit mit der Ausstattung

Eine weitere Frage der Cornelsen-Studie 2013 lautete: „Wie stark stimmen Sie folgender Aussage zu: „Es sollte an den Schulen mehr Notebooks, Netbooks o. Ä. geben.“?“



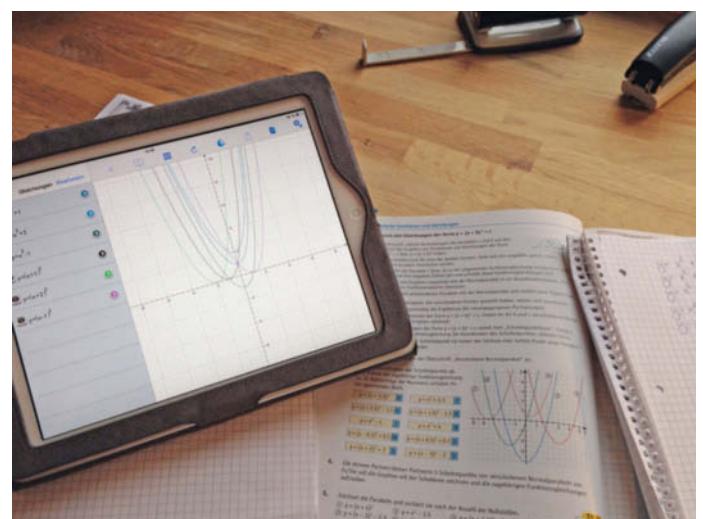
Internet an niedersächsischen Schulen zu fördern. Wie sich die Erfahrungen mit den ersten Notebook-Klassen auf die Arbeitsweise des Vereins ausgewirkt hat, steht im Interview auf der vorigen Seite.

### Theorie und Praxis

Peter Fischer ist Lehrer für Musik und neue Technologien am Kranich-Gymnasium und betreut dort auch die Rechner. Vor zwei Jahren ist der Schulversuch ausgelaufen, der Notebook-Unterricht läuft jetzt im Regelbetrieb für alle Schüler ab Klasse 7. Aus Sicht von Fischer hat sich das Kranich-Gymnasium jedoch vom Status einer Notebook-Schule entfernt, „weil es immer schwieriger wird, die Rechner zielgerichtet einzusetzen.“ Auch jüngere Kollegen seien nicht

mehr so enthusiastisch wie zu Beginn, berichtet Fischer. In Lehrproben würden Referendare beispielsweise ganz bewusst auf den Rechnereinsatz verzichten, da sie den Ausfall der Technik fürchten.

Die Hard- und Software an der Schule müsse häufig erneuert werden, so Fischer weiter, es seien digitale Schulbücher zu verwalten und die Bedingungen für bestimmte Unterrichtssituationen wie Gruppenarbeit zu schaffen – in der Summe bei 700 Schülern eine Menge Arbeit. „Das Netzwerk ist das Rückgrat des gesamten Systems“, sagt Fischer, und gerade da hapert es oft. „Schon das Intranet läuft nicht immer stabil, beim Internet-Zugang wird es noch schwieriger, nicht immer kommt jeder Rechner ins Netz.“ Zudem gäbe es immer neue Flaschen-



An der Waldschule Hatten wählen die Schüler selbst, ob sie mit Buch und Heft oder am Tablet arbeiten.

hälse, nicht zuletzt, weil die Datenmengen ständig zunehmen, beispielsweise durch stärkeren Einsatz von Videos im Unterricht. „Wir haben jetzt eine Glasfaser-Verkabelung bekommen – nun sind die Access-Points der Flaschenhals.“ Was müsste aus Sicht von Peter Fischer anders werden? „Es sind die Köpfe“, sagt der Lehrer, „Geld ist es nicht immer, aber wenn die Infrastruktur nicht funktioniert, wird der Widerstand vieler Kollegen bleiben, weil sie sich auf die Technik nicht verlassen können.“ In seinen Stunden werden auch Klassenarbeiten mit Hilfe digitaler Technik geschrieben. Die Schüler geben ihre Arbeit als PDF ab. „Die Schüler machen das gern“, so Peter Fischer, „aber viele Kollegen haben Angst davor.“

Am Einzelthema der intelligenten Whiteboards wird das Dilemma der Hardware-Investitionen in Schulen deutlich. Inzwischen hat die Verbreitung zugenommen, doch längst nicht in jedem Klassenzimmer hängt ein Board. So verfügte die durchschnittliche Grundschule nach einer Studie des Cornelsen-Verlags bei 230 Schülern gerade mal über ein Board, an Gymnasien mit durchschnittlich rund 900 Schülern sind es 6 Whiteboards. Für einen Lehrer, der beispielsweise Geschichte oder Erdkunde parallel in der 5a und der 5b unterrichtet, kann das bedeuten, dass er denselben Stoff zweimal vorbereiten muss, nämlich einmal für den Unterricht mit einer Kreidetafel und einmal fürs Whiteboard – verständlich, wenn Lehrerinnen und Lehrer auf die Nutzung der Whiteboards verzichten, solange nicht in allen Räumen der Schule eines an der Wand hängt.

Mit Stückpreisen zwischen 3500 und 4500 Euro sind die Whiteboards andererseits nicht gerade billig. Da ist es ebenso verständlich, wenn Schulträger in Zeiten knapper Kassen nicht leichtfertig jeden Winkel einer Schule damit bestücken, zumal auch die Energieeinsparverordnung und die Inklusion zum Teil teure Umbaumaßnahmen an alten Schulgebäuden notwendig machen. Wenn jedoch die Anträge gestellt und bewilligt, die Mittel schließlich freigegeben sind, dann gehen die Dinge ihren Gang – auch wenn mancher Lehrer die Boards inzwischen schon

### Beispiel

Der Text **DER SCHATZ LIEGT UNTER DEN PALMEN** soll verschlüsselt werden. Du wählst als Schlüssel zum Beispiel die 6 und schreibst die Buchstaben so auf:

D	E	R	S	C	H
A	T	Z	L	I	E
G	T	U	N	T	E
R	D	E	N	P	A
L	M	E	N	X	X

Ist die Nachricht zu kurz, dann wird einfach mit beliebigen Buchstaben aufgefüllt, bis der Kasten voll ist. Wie der Pfeil zeigt, schreibst du die Buchstaben nun ab. Die Reihenfolge ähnelt dem Pflügen eines Felds.

D	E	R	S	C	H
A	T	Z	L	I	E
G	T	U	N	T	E
R	D	E	N	P	A
L	M	E	N	X	X

Du schickst die Nachricht **XAEEHCITPXNNNLSRZUEEMDTTEDAGRL** ab.

**Die Bergische Universität Wuppertal** bietet im Web frei verfügbares Material für den Informatikunterricht an, darunter Arbeitsblätter zur Kryptographie.

wieder eher kritisch sieht. Sie zwängen zur Rückkehr zum Frontalunterricht, meinen Kritiker, zudem sei die Mechanik der teuren Tafeln fehleranfällig und die Kalibrierung häufig ungenau.

Die Notebooks oder Tablets für Schüler zählen in den meisten Fällen die Eltern. Etwa fünf Prozent der Eltern benötigten dabei finanzielle Unterstützung, sagen offizielle Stellen. Erika Takaano-Forck, Stellvertretende Vorsitzende des Bundeselternrats, stellt diese Angabe in Frage: „Nach unseren Erfahrungen sind an vielen Schulen weit mehr Eltern nicht in der Lage, ihren Kindern Notebooks oder Tablets zu finanzieren. Wir sehen die öffentliche Hand in der Pflicht, die Schulen mit Medien auszustatten.“

### Digitale Schulbücher

Die Schulbuch-Verlage beobachten die Entwicklung an den Schulen genau: Werden weiterhin intelligente Whiteboards beschafft? Notebook, Tablet oder Tablet-PC – was ist der aktuelle Trend im Klassenzimmer? 2012 stellte der Verband Bildungsmedien – eine Interessenvertretung von Verlagen für Schulbücher und pädagogische Fachmedien – auf der Bildungsmesse didacta in Hannover seine digitalen Schulbücher vor. Sie bieten derzeit noch nicht sehr viel mehr als eine digitale Version der klassischen Lehrwerke. Es handelt sich um weitestgehend plattform-unabhängig nutzbare PDFs, in denen man blättern und Notizen anfügen kann. Über das gemein-

same Portal der Verlage stehen alle verfügbaren Titel bereit.

Neben dieser gemeinsamen Aktivität experimentieren die Verlage aber auch mit eigenen Produkten und Angeboten und gehen dabei vielfach Kooperationen mit Hard- und Software-Herstellern ein. So bietet Klett unter der Bezeichnung „Digitaler Unterrichtsassistent“ schon länger unabhängig vom gemeinsamen Schulbuch-Portal digitale Materialien an.

Cornelsens Schwerpunkt auf der didacta 2014 war ein eigenes Portal für digitale Schulbücher namens Scook, über das auch Microsoft Office 365 verfügbar ist; Microsoft unterstützt zudem die Bereitstellung der Scook-Plattform. Cornelsen möchte auf diesem Weg digitale Materialien anbieten, bei denen die Interaktivität und die Multimedia-Inhalte über das hinausgehen, was digitale Schulbücher bisher bieten. Aktuell sucht der Verlag 17 Programmierer für das Projekt.

Christoph Golla ist Gruppenleiter „Digitale Medien“ in der Fremdsprachenredaktion bei Diesterweg und verantwortlich für die Entwicklung einer App namens Zoom, die gedruckte Lehrwerke des Verlags durch Multimedia-Inhalte ergänzen soll. Als erste App dieser Art findet sich die zum Englisch-Buch „Camden Market 2“ für iOS und Android in den Stores. Die App erweitert das Englisch-Buch um kurze Filme, Hörtexte, Vokabellisten, Grammatik-Erklärungen und Lerntipps. Apps dieser Art benötigen keine speziellen Mar-

kierungen wie QR-Codes, sondern funktionieren mit beliebigen Buchseiten, sofern diese aufgrund ihres Layouts eindeutig identifizierbar sind. So lassen sich auch Bücher, die bereits auf dem Markt sind, nachträglich durch eine App erweitern.

Die Konkurrenz für die Verlage ist groß. Im Internet gibt es wachsende Sammlungen an frei verfügbarem Material. In den USA ist Apple als Vermarkter von iBooks ein wichtiger Anbieter digitaler Lehrbüchern. Die deutschen Schulverlage haben bisher keine iBooks angeboten. Demnächst will Diercke jedoch seinen Weltatlas in diesem Format im eBook Store von Apple anbieten. Das digitale Schulbuch sei aktuell das präferierte Format, teilte der Verlag auf Anfrage mit. Daneben würden aber weitere Formate erprobt, die einerseits interessante Möglichkeiten zur multimedialen Erweiterung bieten, andererseits aber aktuell nicht auf ein großes Produktangebot erweitert werden können, da weder die notwendige Infrastruktur großflächig in den Schulen existiert, noch der Rahmen für die Genehmigung durch die Kultusministerien ausreichend geklärt ist.

### Praxistest

In einem Projekt stellten Lehrer an der Hermann-Tempel-Gesamtschule im ostfriesischen Ihlow die digitalen Schulbücher auf die Probe. Hans-Jürgen Chwolka ist dort Fachbereichsleiter für Mathematik und Medien. „Wir haben in einem ganzen

Jahrgang ausschließlich mit den digitalen Versionen der Bücher gearbeitet und keine gedruckten Ausgaben gekauft", berichtet er. Anfänglich gab es große Schwierigkeiten, weil die digitalen Schulbücher auf den Windows-8-Tablet-PCs nicht einwandfrei funktionierten. „Das virtuelle Bücherregal stürzte häufig ab, es gab jede Menge unspezifischer Fehler", berichtet Chwolka. Auch aus anderen Gründen werden er und seine Kollegen künftig wieder auf die Kombination aus gedrucktem und digitalem Buch setzen: „Wenn im Mathebuch eine Aufgabe beschrieben ist, die die Schüler mit einem dynamischen Geometrie-System lösen, müssen sie immerzu zwischen den beiden Fenstern wechseln, das ist unpraktisch. Es ist besser, wenn das gedruckt Buch neben dem Tablet-PC liegt.“

Im kommenden Schuljahr würde Chwolka den Tablet-PC-Unterricht mit digitalen Büchern gern fortsetzen, allerdings zusätzlich auch die gedruckten Bücher anschaffen – im Kaufpreis ist die Nutzung der Digitalversion enthalten.

Noch haben die digitalen Bücher ihre Kinderkrankheiten. Bei einer Maßstabsaufgabe im Matheunterricht sollten die Schüler die Längen vorgegebener Strecken messen. „Die hatten natürlich 20 verschiedene Zoomstufen auf ihren Tablet-PCs einstellt. Dann gab es auch 20 verschiedene Lösungen – und alle waren richtig. Da haben die Entwickler nicht nachgedacht.“ Dennoch ist Chwolka grundsätzlich von dem Konzept überzeugt.

Die neuen Unterrichtsformen bedeuten für Hans-Jürgen Chwolka jedoch nicht, dass das Schreiben oder Zeichnen von Hand überflüssig wäre. „Unsere Schüler müssen ihre Mappen führen, die Ausbildung der eigenen Handschrift ist wichtig. Parallelen oder Senkrechten müssen zunächst von Hand konstruiert werden. Erst danach erfolgt die Umsetzung, zum Beispiel mit GeoGebra.“ Das Argument, die Handschrift käme bei Verwendung von Geräten mit Touchscreen zu kurz, ist nach Meinung des Lehrers nicht zu vernachlässigen. Andererseits macht er in seinem Unterricht die Erfahrung, dass Schüler, die nicht mit der Hand schreiben wollen, am Rechner gern und mehr schreiben.“

Stufen	5 – 6	leicht	mittel	schwer
Stufen	7 – 8	leicht	mittel	schwer
Stufen	9 – 10	leicht	mittel	schwer
Stufen	11 – 13	leicht	mittel	schwer



## Bunte Perlenketten

Die Kinder der kreativen Biberdame Grace basteln Perlenketten. Sie haben verschiedene Holzperlen (quadratisch und kreisförmig), die sie rot oder blau einfärben können. So können sie beispielsweise die folgende Kette basteln:

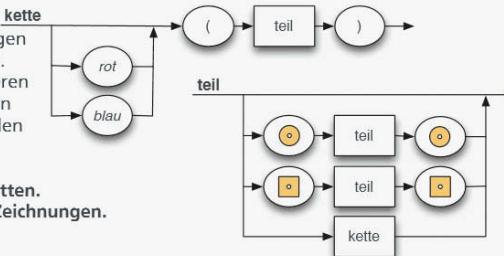
Grace erklärt den Kindern, dass diese Kette die folgende Kettenbeschreibung hat:



Grace fertigt nun zwei Zeichnungen an, die „kette“ und „teil“ heißen. Sie möchte nur Ketten haben, deren Kettenbeschreibung man erhalten kann, wenn man den Pfeilen in den Zeichnungen folgt:

Die kleinen Biber basteln vier Ketten. Leider passt nur eine zu Graces Zeichnungen. Welche?

- A)
- B)
- C)
- D)



Unabhängig von der verwendeten Hardware und der Form der Schulbücher hat der Versuch in Ihlow eines gezeigt: „Die Infrastruktur ist das A und O. Ohne die nützt die beste Ausstattung nichts. Und die Betreuung der Infrastruktur können die Lehrer nicht mehr nebenbei leisten.“

### Gesucht: Unterrichtskonzepte

Andreas Hofmann ist Realschullehrer und einer von rund 110 medienpädagogischen Beratern in Niedersachsen; der Schwerpunkt seiner Beratungstätigkeit ist das Lernen mit Mobilgeräten. Bei den Kollegen an anderen Schulen erlebt Hofmann häufig einen hohen Beratungsbedarf. Oft begegnet ihm große Unwissenheit, mitunter sind auch Ängste im Spiel, „Kontrollverlust ist ein Stichwort.“ Viele Lehrer seien verunsichert, dann hört er Sätze wie „Ich weiß ja nicht, was die Schüler da machen, wenn sie an dem Mobilgerät sitzen.“ Stimmt, sagt Hofmann, das weiß man als Lehrer nicht immer genau. „Aber das wusste ich doch früher auch nicht, da haben Schüler unter der Bank Käsekästchen gespielt.“

In seinem eigenen Unterricht an der Waldschule Hatten in der Nähe von Oldenburg arbeitet er in Klassen mit einer 1:1-Ausstattung mit iPads. Bisher wurden an seiner Schule sechs Klassen in dieser Weise eingerichtet. Die Schule plant nun den Ausbau zur flächendeckenden Ausstattung mit Mobilgeräten. In ein paar Jahren soll die Projektphase abgeschlossen sein und der Modellcharakter einer selbstverständlichen Nutzung der Geräte im Unterricht weichen. Noch sind zwar nicht alle Hürden genommen, doch die Gemeinde unterstützt die Schule bereits mit Infrastruktur.

Für Andreas Hofmann ist das iPad im Augenblick das Gerät der Wahl. Sich auf diese Weise auf einen Hersteller festzulegen, findet er zwar nicht ideal. Aber Unterricht mit Tablets diverser Hersteller, mit unterschiedlichen Hardware-Details und unterschiedlichen Betriebssystem-Varianten – das würde nach seiner Einschätzung die meisten Kollegen aktuell noch völlig überfordern.

Studien besagen, dass in Tablet-Klassen etwa 20 bis 25 Prozent des Unterrichts mit dem Mobilgerät stattfindet. „In meinen Stunden ist der Anteil

Im Schülerwettbewerb Informatik-Biber werden Konzepte der Informatik – hier Syntaxdiagramme – in anschauliche Aufgaben verpackt.

ell extrem gute Berufsaussichten haben.

Der Mangel an grundständig ausgebildeten Lehrern führt dazu, dass die Bezirksregierungen sogenannte Zertifikatskurse anbieten. Lehrer im Schuldienst können die Kurse zwei Jahre lang berufsbegleitend besuchen. Sie schließen jedoch ohne Prüfung ab, die bloße Teilnahme am Kurs genügt. Thomas ist nicht von dieser Maßnahme überzeugt. Häufig hört er von Lehrern, die diese Kurse besucht haben, Äußerungen wie „Ich habe ja nur den Zertifikatskurs, ich kann nur eine Office-Anwenderschulung durchführen und keinen Informatik-Unterricht.“ Dass es auf absehbare Zeit ein Pflichtfach Informatik in Nordrhein-Westfalen geben wird, erscheint Thomas unwahrscheinlich. „Die Lobby-Arbeit der großen Fächer ist einfach zu effektiv.“

Sven Alisch betreut am Hamburger Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung den Bereich Informatik. Er selbst unterrichtet Mathematik und Informatik an einem Hamburger Gymnasium. Die Betrachtung des Computers im Unterricht muss aus seiner Sicht auf drei Ebenen geschehen. Er kann als reines Medium genutzt werden, beispielsweise um ein Video anzuschauen. Auf der zweiten Ebene dient er als Werkzeug, etwa als Taschenrechner oder Videokamera. Schließlich sollte aber auch der Rechner selbst Unterrichtsgegenstand sein. „Diese dritte Ebene wird oft vergessen.“

Die Ausstattung der Hamburger Schulen sei gut, berichtet Alisch, „aber der Informatikunterricht wird immer mehr abgebaut.“ Ab der Klasse 8, vereinzelt auch schon ein Jahr früher, wird Informatik in Hamburg lediglich als Wahlpflichtfach angeboten. 2011 war man hier fast so weit, zumindest an den Stadtteilschulen – so heißen in Hamburg die früheren Gesamt- und Realschulen – einen Informatik-Pflichtbereich einzuführen. Eine Verordnung vom Juli 2011 legte fest, dass naturwissenschaftlich-technischer Unterricht nicht mehr in den Einzelfächern Biologie, Chemie und Physik stattfinden sollte, sondern im Rahmen eines Lernbereichs „Naturwissenschaften und Technik“ und zwar mit einem verpflichtenden Informatikanteil.

Aufgrund zahlreicher Einwände von Eltern und Schulleitern habe man diese Umwandlung in einen Fächerkanon jedoch nicht vollzogen, erklärte die Behörde für Schule und Berufsbildung in Hamburg zwei Jahre später. Als weiterer Grund wurde der Wunsch nach Gleichbehandlung der Stadtteilschulen und der Gymnasien genannt; an letzteren gibt es derzeit kein Pflichtfach Informatik. Es blieb daher auch an den Stadtteilschulen bei Physik, Biologie und Chemie als Pflichtprogramm, Informatik wird weiterhin nur als Wahlpflichtfach angeboten.

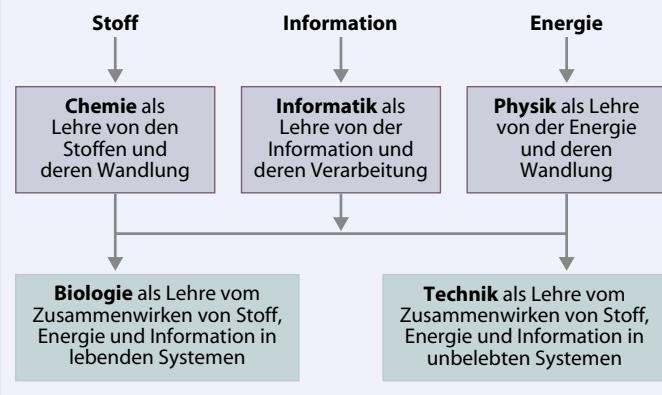
In der Oberstufe können die Schüler im Rahmen der beiden Profile „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ und „Mathematik und Naturwissenschaft“ Informatik im Umfang eines Grund- oder Leistungskurses belegen. Die Nachfrage in der Sekundarstufe I übersteigt das Angebot, in der Oberstufe „kommt es gerade so hin“, berichtet Sven Alisch. Dass Informatik in Hamburg nach wie vor nur ein Wahlpflichtfach ist, während das Fach Theater ab Klasse 5 für alle Schüler Pflicht ist, kann Alisch nicht nachvollziehen. Für ein Pflichtfach Informatik in der Mittelstufe müsste die Stundenzahl anderer Fächer gar nicht gekürzt werden, so Alisch. Stattdessen könnten Stunden des individuell nutzbaren Gestaltungsraums zum Teil für Informatikunterricht verwendet werden, der ja nicht durchgängig von Klasse 7 bis 10 erforderlich wäre.

Nach der bemerkenswerten Rolle rückwärts nimmt Hamburg dieser Tage einen neuen Anlauf. Am 27. Mai 2014 startete offiziell ein Pilotversuch an vier Hamburger Schulen. Zwei Stadtteilschulen und zwei Gymnasien sollen in den kommenden beiden Schuljahren Informatik-Lehrpläne entwickeln. In unterschiedlichen Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I und II werden Unterrichtsvorhaben konzipiert und erprobt, anschließend sollen die teilnehmenden Schulen einen Gesamtlehrplan erarbeiten.

Unterdessen hat es die Informatik in Berlin und Brandenburg wieder nicht in die Liste der Pflichtfächer geschafft: Zurzeit werden hier die Rahmenlehrpläne für die Klassen 1 bis 10 beider Bundesländer gemeinsam überarbeitet; die neuen Pläne sollen

## Informatik im Fächerkanon

Befürworter eines Pflichtfachs Informatik fordern dessen gleichberechtigte Aufnahme in das mathematisch-naturwissenschaftliche Aufgabenfeld der allgemeinbildenden Schulen.



Quelle: Norbert Breier [2]

2015 in Kraft treten. Die Medienbildung werde „in einem spezifischen Basiscurriculum ebenso aufgegriffen wie in den Plänen der einzelnen Fächer“, heißt es in einem Eckpunktepapier.

## Einfluss auf die Berufswahl

Professor Peter Hubwieser war maßgeblich an der Einführung des Pflichtfaches Informatik an bayerischen Gymnasien beteiligt. In einer empirischen Langzeitstudie mit Studienanfängern ging er nun der Frage nach, welchen Einfluss das Schulfach Informatik auf die Wahl des Studienfachs Informatik hat. Zusammen mit Christian Götz vom Studien-Service-Center Informatik in Erlangen fand er Hinweise darauf, dass „ein verpflichtender Informatikunterricht, gerade für die Zielgruppe der Informatikaffinen Schülerinnen und Schüler, eine positiv verstärkende Wirkung für die spätere Studienwahl hat.“ Für Götz und Hubwieser belegen die Befunde, dass bis zur Einführung des Informatik-Pflichtunterrichts „viel Potenzial im schulischen Bereich ‚schlummerte‘ und ungenutzt blieb.“

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften kommt in der MoMoTech-Studie („Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs“) zu ähnlichen Ergebnissen. Die Studie schließt mit einer Reihe von Empfehlungen. Darin heißt es

unter anderem: „Die Einführung eines Technikunterrichts ist nach den vorliegenden Evaluationen nicht nur sinnvoll, sie ist längst überfällig“.

„Naturwissenschaften waren die Geburtshelfer der ersten und zweiten industriellen Revolution und haben die Grundlagen für unsere heutige Technik gelegt, Informatik bildet heute den Kern der dritten industriellen Revolution“, so sieht es Professor Norbert Breier, der an der Uni Hamburg Didaktik der Informatik lehrt. So wie die Naturwissenschaften vor 100 Jahren um den Einzug in die allgemeinbildenden Schulen kämpften und sich zunächst gegen die damals traditionellen Fächer durchsetzen mussten, so geht es seiner Ansicht nach der Informatik heute. Auch wenn ihm beispielsweise die Entwicklung in Hamburg viel zu langsam geht, sieht Breier den Ausgang dieses Prozesses optimistisch: „Ich gehe davon aus, dass in absehbarer Zeit die Informatik die volle Gleichberechtigung zu den klassischen Naturwissenschaften erlangen wird.“ (dwi)

## Literatur

- [1] Dorothee Wiegand, Der große Feldversuch, Computer im Unterricht, c't 10/06, S. 206
- [2] Norbert Breier, Informatik und die klassischen Naturwissenschaften – Partner oder Kontrahenten?, MNU 59(2006), Heft 3, S. 182–186

[www.ct.de/1414100](http://www.ct.de/1414100)



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.

**S**chon 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 Informatikausbildung. 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, 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 zusammenarbeitet, 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 13).

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 Grundschulkinder 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 Lehreinheit 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 unterschiedlichen 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 Grundschulkinder nicht nur spielerisch die Funk-



ENGLISH Computer Science Unplugged - Part 2 Sorting Netwo...

In einer Lehreinheit 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 Legoeigenen 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 Bauklotzreihe in Anweisungen für den Roboter.

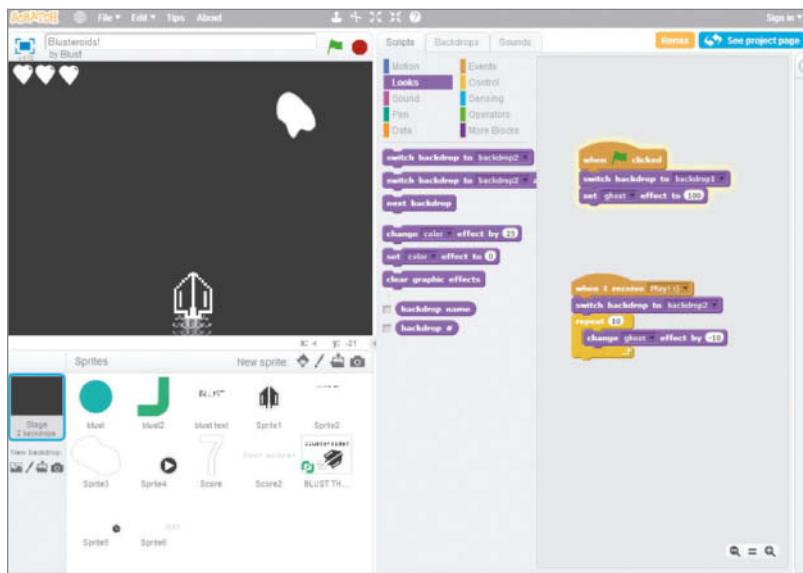
Der Autor und Illustrator Nikos Michalakis alias DrTechniko lässt Kinder ihre eigene RoboterSprache entwerfen. Jedes Kind ist in seinem Programm „How to train a robot“ der Gebieter eines Roboters – der zum Beispiel von einem anderen Kind gespielt werden kann. Die Aufgabe ist es, den Roboter mit einem 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 Lehreinheit nur einen Satz von 36 Karten mit unterschiedlich gefärbten Seiten.

Davon legt ein Kind 25 in einem 5×5-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.



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.

### 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

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 prahlend, 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 übervoll 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.

**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 vernünftigem Aufwand organisierbare IT-Infrastruktur – siehe Seite 4.

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 anfing. 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)

**DRTECHNIKO**  
www.facebook.com/dttechniko  
© Nikolaus Michalka 2012

**ROBOT LANGUAGE DICTIONARY**

**DR**

LEFT

LEG FORWARD

RIGHT

LEG BACKWARD

BODY ROTATE

GRAB

DROP

TALK "BIT BOT"

**Platz für eigene Befehle: DrTechniko lässt die Schüler ihre eigene Roboter-sprache 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.**

# Schulfach „Computing“ ab Klasse 1 – Interview mit Simon Peyton Jones

**Professor Simon Peyton Jones** arbeitet im Forschungszentrum Microsoft Research Cambridge (UK). Er ist Vorsitzender der Arbeitsgruppe „Computing at School“ (CAS). Die CAS-Gruppe war maßgeblich dafür verantwortlich, dass das englische Bildungsministerium in den neuen Bildungsplänen ein Fach „Computing“ verbindlich ab Klasse 1 eingeführt hat.

*c't: In Großbritannien sollen ab September 2014 alle Schüler „Computing“ als Unterrichtsfach haben. Ist das notwendig?*

Peyton Jones: Die Grundfrage lautet: Warum sollten alle Schüler etwas über Naturwissenschaften lernen, zum Beispiel über Physik oder Chemie? Wir gehen ja nicht davon aus, dass alle später Physiker oder Chemiker werden. Die meisten werden Rechtsanwalt oder Friseur oder Klempner oder Arzt. Dennoch sollten alle die Grundlagen der Umwelt kennen, die sie umgibt. Wer nicht versteht, wie die Welt um ihn herum funktioniert, der kann die Welt auch nicht beeinflussen und gestalten. Und gerade die digitale Welt ist sehr relevant für unser Leben, also sollte jeder sie auch verstehen.

*c't: Ein beliebtes Argument lautet, dass man durch Informatik abstraktes Denken lernen würde ...*

Peyton Jones: Das beanspruchen ja alle Fächer für sich, sogar Latein. Der Punkt ist: Bei Informatik ist es wirklich so! (lacht)

*c't: Und warum muss man schon in der Grundschule damit anfangen?*

Peyton Jones: Es muss nicht unbedingt am ersten Tag des ersten Schuljahres sein. Aber wenn wir davon ausgehen, dass Computing für alles andere wichtig ist, dann sollte jedes Kind die Grundlagen früh lernen.

*c't: Wie kann Unterricht in der Grundschule aussehen?*

Peyton Jones: Zum Beispiel setzt man eine programmierbare Spielzeug-Schildkröte auf den Boden. Man kann der Schildkröte einfache Befehle geben: „Gehe vorwärts!“ und „Drehe dich nach rechts!“ Die Schildkröte läuft los und zeichnet dabei eine Linie auf den Boden. Außerdem gibt es eine ganze Reihe von Aufgaben und Übungen auf der Website „Computer Science Unplugged“, die komplett ohne Technologie auskommen.

*c't: Sie haben mal geschrieben, dass Bildungsangebote in Sachen digitaler Technologie zu stark auf Technologie fokussieren würden. Was meinen Sie damit?*

Peyton Jones: Man hat meist nur die Produkte im Blick. Man hat in den britischen Schulen

für eineinhalb Jahrzehnte gelehrt, wie man Microsoft Office nutzt. Wie kann man ein Bild in PowerPoint einfügen, wie kann man Text unterstreichen, wo ist die Funktion „Wörter zählen“ et cetera. Diese Details sind sicher nützlich, aber sie haben keine längerfristige Relevanz. Technologien verändern sich aber rasant. Das entscheidende Wissen betrifft die Prinzipien und Ideen dahinter. Die werden auch in 10 oder 20 Jahren noch wichtig sein.

*c't: Wie kam es dazu, dass es jetzt in englischen Schulen das Fach „Computing“ gibt?*

Peyton Jones: In England wurden gerade alle Lehrpläne überarbeitet. Das Fach mit den größten Änderungen ist Computing. Sogar der Titel hat sich geändert. Wir hatten vorher ICT – Information and Communication Technology – schon wieder dieses „Technology“-Ding! Da haben wir jetzt einen qualitativen Sprung gemacht.

*c't: Was macht den Unterschied aus?*

Peyton Jones: Es geht darum, dass junge Menschen nicht nur in der Anwendung und Bedienung von digitalen Technologien geschult werden, sondern dass sie verstehen, wie sie funktionieren und welche Prinzipien dahinter liegen.

*c't: Haben alle Schüler in Großbritannien ab sofort Unterricht in Computing?*

Peyton Jones: Theoretisch gilt das für alle Schüler in allen Klassenstufen ab September 2014. In der Praxis wird es zehn Jahre dauern, bis das etabliert ist. Denn wir haben ja zum Beispiel Fünftklässler, denen die ersten vier Jahre Grundlagen fehlen. Die können jetzt nicht einfach den Stoff für die 5. Klasse bearbeiten. Prinzipiell haben wir eine plötzliche Wende – tatsächlich wird es aber Schritt für Schritt passieren.

*c't: Wie kann man ausreichend Lehrer so fortbilden, dass ein neues Fach schnell etabliert werden kann?*

Peyton Jones: Lehrerfortbildung ist das zentrale Thema. Unsere Arbeitsgruppe Computing at School (CAS) hat ihr politisches Ziel erreicht. Aber das muss jetzt in der Breite umgesetzt werden, für 3500 weiterführende Schulen und 18 000 Grundschulen. Es ist ein riesiges Unter-

fangen. Wir verlangen von Lehrern etwas, was sie nie vorher gemacht haben. Selbst die bisherigen ICT-Lehrer haben meist einen fachfremden Hintergrund.

*c't: Wie sehen die Maßnahmen zur Lehrfortbildung aus?*

Peyton Jones: In der Vergangenheit hätte die Regierung wohl ein riesiges nationales Fortbildungsprogramm aufgesetzt und zig Millionen Pfund dafür ausgegeben. So was hatten wir schon mal für ICT – und es war nicht besonders effektiv. Zwar bekam jeder Lehrer eine entsprechende Fortbildung und es gab staatlich produziertes Unterrichtsmaterial. Aber das hatte den Effekt, dass dieses Material de facto zum Standard wurde. Der Lehrplan machte zwar nur allgemeine Vorgaben, aber in der Praxis gab es kaum alternative Materialien und alternative Unterrichtskonzepte.

Dieses Mal soll das anders werden. Es gibt kein Geld und keine staatlichen Fortbildungen. Das Bildungsministerium sagt: „Macht ihr mal! Lehrer, Universitäten, Unternehmen, ihr organisiert die Lehrerfortbildung!“

*c't: Also ist Ihre Organisation „Computing at School“ dafür zuständig?*

Peyton Jones: Ja, über CAS wird das koordiniert. Das ist keine kleine Aufgabe für einen Haufen Freiwilliger. CAS wächst rasant. Die Mitgliederzahlen haben sich über die letzten drei Jahre jährlich verdreifacht, das ist enorm! Das geht aber natürlich trotzdem nicht alleine über Begeisterung und Adrenalin. Wir haben von der Regierung 3 Millionen Pfund für die nächsten zwei Jahre bekommen. Das macht pro Schule und Jahr nur einen zweistelligen Betrag. Ganz abgesehen davon, dass es an jeder Schule auch noch mehrere Lehrer gibt ...

*c't: Wie organisieren Sie das?*

Peyton Jones: Wir empfinden das gar nicht als schlechte Situation. Es hat etwas Befreides, dass wir alles selbstständig auf die Beine stellen können. Es wird sicher sehr anarchistisch werden. Wir haben drei bezahlte Mitarbeiter – die sind jetzt für die Fortbildung von Hunderttausenden von Lehrern zuständig. Es kann nur über die Community organisiert werden – und die Community nimmt die Herausforderung begeistert an. Es gibt schon zahlreiche Initiativen. Aber es ist eine Herausforderung, deren Bewältigung sicherlich ein Jahrzehnt benötigen wird.

*c't: Mögen Sie ein Beispiel für diese Community-Initiativen beschreiben?*



Professor Simon Peyton Jones hat „Computing“ als Schulfach in England eingeführt.

Peyton Jones: Wir haben ein Programm „Master Teachers“. Wir kaufen fortgeschritten Lehrer für einen Nachmittag aus ihrer Schule heraus. In dieser Zeit entwickeln sie Fortbildungsmaterialien und tragen das in die benachbarten Schulen. Hauptsächlich handelt es sich um Lehrer an weiterführenden Schulen, die ihr Wissen an Grundschulen weitergeben.

Ein Nachmittag pro Woche mag nicht viel sein. Aber mehr braucht es nicht. Diese „Master Teachers“ bekommen etwas Zeit und viel Anerkennung für ihre Arbeit – und dann legen sie richtig los! Sie arbeiten dafür viel mehr als nur diesen einen Nachmittag. Derzeit gibt es 150 Master-Teachers. In den nächsten Jahren soll die Zahl auf 400 ansteigen.

c't: Haben Sie noch ein Beispiel?

Peyton Jones: Wir haben kürzlich eine Unterstützung in Höhe von gut 300 000 Pfund von Microsoft erhalten. Damit entwickeln wir je einen Kompaktkurs für Lehrer an Grundschulen und für Lehrer an weiterführenden Schulen. Diese Kurse werden online stattfinden, aber Leute können sie auch vor Ort durchführen, wenn sie sich dazu in der Lage sehen.

c't: Gibt es Anreize für die Lehrer, sich entsprechend fortzubilden?

Peyton Jones: Nein, nicht direkt. Aber es gibt viel Enthusiasmus. Schauen Sie sich die Mitgliederentwicklung auf der Online-Plattform von CAS an: Etwa zwei Drittel der derzeit 11 000 Mitglieder [Ende April 2014, die Redaktion] sind Lehrer. Wir bekommen derzeit annähernd 1000 neue Mitglieder – pro Monat!

c't: Es sind aber doch sicher nicht alle Lehrer im Land mit Begeisterung dabei, oder?

Peyton Jones: Natürlich kommen einige von den Lehrern zu CAS, weil sie ganz einfach Hilfe für den Start des Unterrichts im September suchen. Sagen wir mal so: Es gibt bei den Lehrern eine kleine Gruppe, die total begeistert ist. Dann gibt es eine große Gruppe von Lehrern, die die Sache insgesamt für richtig halten, aber etwas besorgt sind, wie sie das hinkriegen sollen. Dann gibt es eine ziemliche große Gruppe, denen das eigentlich egal ist und die vielleicht auch etwas Angst haben. Und schließlich gibt es eine sehr kleine Minderheit, die tatsächlich dagegen ist.

c't: Gibt es sonst keine Gegner der Einführung von Computing? Wird das neue Fach nicht zu Lasten von anderen Fächern eingeführt?

Peyton Jones: Es ist ein großer Startvorteil für uns, dass das Fach ICT schon etabliert war. Es gab also schon einen Platz im Stundenplan dafür. Das war zwar nicht viel – typischerweise hat zum Beispiel ein 11 Jahre alter Schüler eine Stunde ICT pro Woche gehabt. Aber es wäre viel schwieriger gewesen, wenn ein anderer Bereich hätte gekürzt werden müssen, um Platz für Neues zu machen.

c't: Eine Stunde pro Woche klingt nicht nach einer Revolution ...

Peyton Jones: Ich hoffe, dass die Schulen mit der Zeit merken, dass eine Stunde etwas wenig ist. Aber der Umfang liegt in der Hand jeder einzelnen Schule, das wird nicht von der Regierung vorgegeben.

c't: Und wie reagieren die anderen Fächer auf die neue Konkurrenz?

Peyton Jones: Ich denke, dass die traditionellen Fächer im Bereich Naturwissenschaften schon ein klein wenig ängstlich sind, weil sie Konkurrenz bekommen. Es wird wohl eine Weile dauern, bis wir einen Normalzustand erreicht haben. Informatik ist jetzt erst einmal the new kid on the block. Und jeder hat Angst, dass ihm ein Stück vom Kuchen geklaut wird.

c't: Welche Herausforderung gibt es noch bei der Umsetzung?

Peyton Jones: Hinter der Lehrerfortbildung steht auch die Frage nach der Didaktik. Wie unterrichten wir eigentlich Informatik für 6-Jährige oder 10-Jährige oder 14-Jährige? Die erste Antwort lautet immer: „Bringt ihnen Programmieren bei!“ Wir kennen dazu ja einige Überlegungen, schon seit Seymour Papert und Logo – aber danach kam nicht viel Neues hinzu.

Ein weiteres Problem mag die Ausstattung der Schulen sein. Aber ich denke nicht, dass Hardware der Knackpunkt ist. Die Frage nach der Ausstattung ist sexy, auch weil man leichter (nicht unbedingt leicht, aber leichter) Geld für Hardware bekommt. Außerdem kann man wirklich viel ohne irgendeine Hardware machen. Das ist nicht die Hürde, die uns jetzt aufhalten würde.

c't: Wie ist die Akzeptanz in der Öffentlichkeit?

Peyton Jones: Wir haben zwar die Entscheider im Bildungswesen überzeugt. Aber nun müssen noch die Lehrer, Schulleitungen, Schulträger, Eltern und die allgemeine Öffentlichkeit überzeugt werden. Wenn Sie jemanden auf der Straße fragen: „Sollen Achtjährige etwas über Naturwissenschaften lernen?“, dann würden die meisten zustimmen.

Aber wenn man fragt: „Sollen Achtjährige etwas über Informatik lernen?“, dann wird man Sie für recht schräg halten. Solange wir auf der Straße nicht ein „Selbstverständlich!“ als Antwort bekommen, ist die Sache noch nicht durch. Es gibt also einige Herausforderungen. Aber die akute Begrenzung ist die Lehrerfortbildung.

c't: Kann Deutschland etwas von den Erfahrungen in England lernen?

Peyton Jones: Es liegt mir fern, Empfehlungen für andere Länder auszusprechen. Es ist ja überall sehr kompliziert. Sie haben in Deutschland zum Beispiel die vielen Bundesländer. Das muss kein Nachteil sein. Sie haben nicht nur einen Ansprechpartner, den man überzeugen müsste – und der dann Nein sagen kann. Sie können 16 Ansprechpartner angehen und vielleicht sagen einige von denen irgendwann Ja – und dann hat man Vorbilder für die anderen.

c't: Wie ist es mit der wirtschaftlichen Begründung? Inwieweit hilft das Argument „Arbeitsmarkt“?

Peyton Jones: Ich wäre vorsichtig mit dem ökonomischen Argument. Regierungen mögen das, Eltern vielleicht auch. Es spricht den Verstand an. Aber es lenkt die Aufmerksamkeit auf die höheren Klassenstufen. Es lenkt von unserer Grundannahme ab, dass wir es bei Computing mit einer neuen Disziplin zu tun haben, die von grundlegender Bedeutung für unsere Welt ist – für unsere von Menschen geschaffene, aber zunehmend auch für unsere natürliche Umwelt. Es ist dieses pädagogische Argument, das klar dafür spricht, früh zu starten. Und es ist das Argument, über welches man das Herz anspricht. Wenn man beides zusammen nimmt, Kopf und Herz, dann ist man auf einem guten Weg.

c't: Gibt es noch etwas, was wir wissen sollten?

Peyton Jones: Ich möchte noch eine Ermutigung aussprechen. Wir hatten bei CAS vor sechs Jahren nicht die Hoffnung, dass wir so viel erreichen könnten. Aber es tut sich etwas, überall auf der Welt, ob man nach Neuseeland oder Australien oder in die USA blickt. Ich habe den Eindruck, es passiert etwas. Das Eis schmilzt. Und es ist toll! Es ist ökonomisch sinnvoll, es ist pädagogisch sinnvoll, es macht fantastisch viel Spaß! Es sind gute Zeiten, um in diesem Bereich aktiv zu werden!

(jo)

Interview: Jörn Muuß-Merholz

ct

# Handy erlaubt!

Smartphone & Co erobern das Klassenzimmer

Nach Note- und Netbooks und dem „Ende der Kreidezeit“ soll jetzt die Einrichtung von Tablet-Klassen die nächste Revolution im Klassenzimmer auslösen. Doch das bloße Vorhandensein digitaler Medien ändert Unterricht und Lernen nicht. Wohl aber können moderne Geräte neue Unterrichtsformen unterstützen und Schülern beim Lernen helfen – vorausgesetzt, sie werden systematisch eingeführt und mit Bedacht eingesetzt.



Morgens kurz vor acht: Laura aus der 9. Klasse sitzt auf dem Flur der Walter-Bader-Realschule in Xanten und beschäftigt sich mit ihrem Handy. An den meisten Schulen in Deutschland wäre dies ein Regelverstoß: Ein Lehrer müsste das Handy einsammeln, es gäbe ein Gespräch mit der Schulleitung, und im Wiederholungsfall müssten die Eltern in die Schule kommen.

Nicht so in Xanten und an einem Gymnasium in Moers. Die beiden Schulen erproben seit zwei Jahren den Einsatz privater digitaler Geräte im Unterricht. „Bring your own device“ (BYOD) heißt das Neudeutsch und meist bringen die Schüler ihre eigenen Smartphones mit. Aber auch private Tablets, Netbooks und Notebooks finden sich in den Pilotklassen der beiden Schulen.

„Der Umgang mit Medien ist jetzt viel entspannter, das ist einer der großen Vorteile des Projekts“, sagt Regina Schneider, Schulleiterin in Xanten. „Bei uns gab es früher ebenfalls ein Handyverbot“, schildert Wilhelm Derichs, stellvertretender Leiter des

Gymnasiums in den Filder Benden in Moers. „Doch eine Durchsetzung kostet viel Kraft und ist zudem nur schwer zu vermitteln. Schließlich geht so ein Verbot ja an der Lebenswirklichkeit der Kinder vorbei.“

## 1:1-Ausstattung

Tablets und Smartphones bieten Vorteile, die bisherige Gerätetypen nicht hatten: Sie sind klein und leicht, intuitiv zu bedienen und sie stehen auf Knopfdruck unmittelbar zur Verfügung. Im Unterricht kann das ein großer Vorteil sein. Denn auf das Hochfahren von 30 PCs zu warten, kostet oft wertvolle Zeit. Der Einsatz einfacher Apps für klar eingegrenzte Aufgaben statt komplexer Programme macht es Schülern und Lehrern zudem einfacher, sich zurechtzufinden. Außerdem können Tablets direkt im Klassenzimmer genutzt werden – der Gänsemarsch in abgelegene Computerräume entfällt.

Umso verständlicher ist also das Ansinnen vieler Schulen, jetzt „Tablet-Klassen“ einzurich-

ten. Ein erster Schritt ist oft die Anschaffung von zwanzig oder dreißig Tablets für die ganze Schule. Für Klasseneinsätze müssen die Geräte dann gebucht werden und stehen jeweils nur punktuell zur Verfügung. Zwar lassen sich auf diese Weise einzelne Projekte durchführen – grundlegend verändert wird das Arbeiten im Klassenzimmer dadurch aber nicht. Trotzdem kann dieser Weg für Schulen ein guter Einstieg in die Arbeit mit mobilen Endgeräten sein. Insbesondere dann, wenn auch Lehrkräfte zunächst noch Erfahrungen sammeln wollen oder müssen.

Anders sieht es aus, wenn Schüler Computer dauerhaft als Lernwerkzeug nutzen und die Möglichkeiten der digitalen Ausstattung für das Lernen ausgeschöpft werden sollen. Dann müssen die Geräte jederzeit und möglichst nah am Lernort zur Verfügung stehen. Das impliziert nicht, dass nun alle Lernaktivitäten am Computer ausgeführt werden müssten – aber das Gerät muss immer dann zur Verfügung stehen, wenn es ge-

braucht wird. Deshalb bietet es sich an, dass jeder Lernende ein eigenes Gerät hat.

Seit den 1990er Jahren gibt es Schulen, die ein solches Modell der 1:1-Ausstattung mit personalisierten Geräten mit Note- und Netbooks umgesetzt haben – und oft hat sich dieser Ansatz auch bewährt. Allerdings ist das Konzept mit einem hohen Administrations- und Organisationsaufwand verbunden, weshalb es immer noch auf wenige Klassen und Schulen begrenzt ist.

Als solche Notebook-Klassen ins Leben gerufen wurden, waren mobile Endgeräte in den Händen Jugendlicher noch eine Ausnahme. Das hat sich in den vergangenen Jahren aber grundlegend geändert: Aktuellen Zahlen zufolge besitzen inzwischen 78 Prozent der Jugendlichen ein Smartphone. Bei den Tablets waren es 2013 zwar nur 13 Prozent, doch die Zuwachsrate sind enorm, sodass auch hier in zwei bis drei Jahren mit einer nahezu flächendeckenden privaten Ausstattung gerechnet werden kann.

In einer wachsenden Zahl von Schulklassen könnte also schon umfangreich mit digitalen Medien gearbeitet werden – würde in den Schulen eine Infrastruktur zur Verfügung stehen, die es erlaubt, unterschiedliche Geräte einzubinden. Und würde die Nutzung nicht durch ein allgemeines „Handyverbot“ verhindert.

## Entwicklungsbedarf

Den Gedanken, private Mobilgeräte in den Unterricht zu integrieren, haben insgesamt vier Schulen des deutsch-niederländischen Kommunalverbandes „Euregio Rhein-Waal“ aufgegriffen und im Rahmen eines Forschungsprojekts entsprechende technische Infrastrukturen aufgebaut. Außer der bereits erwähnten Walter-Bader-Realschule in Xanten und dem Gymnasium in den Filder Benden in Moers sind an dem bis Ende 2014 laufenden Projekt „School-IT Rhein-Waal“ auch das Pallas Athene College im niederländischen Ede sowie das Dorenweerd College in Doorwerth (beides weiterführende Schulen) beteiligt.

Ziel des vom Learning Lab der Universität Duisburg-Essen koordinierten Projekts ist es nicht, schulische durch private Hardware zu ersetzen, um Geld zu sparen. Vielmehr sollen Lehrkräfte und Schüler „digitale Medien auf vielfältige Weise zum Lernen nutzen“ und ihre Schulen zu sogenannten Medienschulen weiterentwickeln. Damit das BYOD-Konzept tatsächlich auch Nutzen für das Lernen entwickelt, sind je-

doch Maßnahmen in verschiedenen Bereichen erforderlich. Dazu gehört unter anderem ein funktionierendes WLAN-Konzept.

Zwar verfügen viele Schüler heute über mobile Daten-Flatrates – ein einheitlicher Internet-Zugang sollte aber von der Schule bereitgestellt werden. Das Konzept für die WLAN-Infrastruktur an den deutschen Projektschulen wurde vom Kommunalen Rechenzentrum Niederrhein (KRZN) entwickelt und umgesetzt (siehe dazu auch den Kasten unten). „Die besondere Herausforderung bestand darin, Geräte der Schule und private Geräte sicher in einer Umgebung zu betreiben“, verdeutlicht KRZN-Projektleiter Andreas Zboralski. „Zudem stellen Jugend- und Datenschutz strenge Anforderungen. Außerdem wollten die Lehrkräfte eine Lösung, mit der möglichst viele Apps und Dienste genutzt werden können.“

Nun ist bekannt, dass Städte und Gemeinden als Schulträger dem Thema WLAN in ihrem Verantwortungsbereich aus unterschiedlichsten Gründen oft noch skeptisch gegenüberstehen. Hier ist also Verhandlungsgeschick gefragt. Denn ohne Einbindung der für die sächliche Ausstattung der Schulen verantwortlichen Träger wird es schwierig, ein eigenes BYOD-Konzept umzusetzen. Die Schulträger sind nun gefordert, die beschriebene WLAN-Ausstattung zu realisieren. Da zwar viele, aber eben nicht alle Schüler ein eigenes Gerät mitbringen, stehen sie auch beim Aufbau und Erhalt eines schuli-



Eine Schülerin sitzt mit ihrem Smartphone auf dem Schulflur. Was an vielen Schulen Deutschlands für einigen Ärger sorgen würde, ist in den BYOD-Projektschulen der Euregio Rhein-Waal erlaubt.

schen Geräte-Leihpools in der Pflicht. Zudem sollten Administration und Wartung der Infrastruktur in professionellen Händen liegen.

Beim Euregio-Projekt hat sich unter anderem gezeigt, dass in den Niederlanden hierfür mehr Ressourcen zur Verfügung stehen; Schulen können dort sogar eigene IT-Administratoren einstellen. In Deutschland besteht hier noch Entwicklungsbedarf. Doch manchmal hilft auch der Zufall. In Marburg beispielsweise forderte das Jugendparlament der Stadt „WLAN für alle Schüler in der Pause“. Die Martin-Luther-Schule nutzte die Gelegenheit und stellte sich als Pilotenschule zur Verfügung. Michael Pichl, stellvertretender Schulleiter des Marburger Gymnasiums, freute

sich: „Wenn das WLAN in der Pause da ist, kann ich es auch für den Unterricht nutzen. Für die Schüler verbinden sich so Mediennutzung im Alltag und im Unterricht.“

## Dein Gerät ist willkommen!

In den Projektschulen wird BYOD so übersetzt: „Dein Gerät ist willkommen! Wenn du möchtest, kannst du es zum Lernen benutzen. Wenn du aber keines hast, bist du nicht außen vor!“ Die Schulen verzichten daher nicht auf eigene Hardware. Für den Informatikunterricht, den Einführungsunterricht in den unteren Jahrgängen und bei Bedarf auch in anderen Fächern stehen weiterhin Computerräume zur Verfü-

## WLAN-Struktur für Tablet-Schulen

In den Projektschulen in Xanten (Walter-Bader-Realschule) und in Moers (Gymnasium in den Filder Benden) sind zwei physikalisch voneinander getrennte Netze vorhanden. Zum Verwaltungsnetz haben Schüler keinen Zugang. Das pädagogische Netz dient der Arbeit im Unterricht und bietet drei Zugänge zum Internet: Desktop-Rechner der Schule sind per Kabel angebunden, für mobile Geräte stehen über VLANs getrennte Segmente für schulisch administrierte und private Geräte zur Verfügung.

In allen Fällen findet eine Content-Filtrierung in einem Proxy-Server statt, um den Anforderungen des Jugendschutzes ge-

recht zu werden. Diese wird über einen aktuellen Enterprise-Security-Webfilter realisiert.

Die große Zahl der Access-Points macht ein zentrales Management über einen WLAN-Controller erforderlich, über den auch das Roaming realisiert wird, sodass ein transparenter Wechsel von AP zu AP möglich ist. Die Netzwerkauthentifizierung erfolgt mittels 802.1x gegen den zentralen Radius-Server. Die Verschlüsselung wird über WPA2 Enterprise mit dynamischen Schlüsseln realisiert. Die Schule ist durch diese Kombination in der Lage, die WLAN-Anmeldedaten automatisch mit der normalen Betreuung

der Benutzerverwaltung auf ihrem Schulserver zu pflegen. Zum Schutz der Schulinfrastruktur vor den BYOD-Clients wurden die Netzbereiche physikalisch getrennt und eine Firewall eingerichtet. Damit die Geräte sich nicht gegenseitig schädigen, ist die Kommunikation der BYOD-Clients untereinander direkt im WLAN deaktiviert.

Für das Arbeiten mit BYOD ist der Browser immer der kleinste gemeinsame Nenner, dennoch ermöglicht die beschriebene Infrastruktur den meisten Apps den Zugang zum Internet. Allerdings gibt es noch einige Apps (z. B. die YouTube-App unter Android), die am Proxy scheitern.



Bild: Denise Ebel

In den BYOD-Klassen findet sich eine bunte Mischung an Geräten. Die Schule hält einen Pool mit Leihgeräten bereit, damit für alle Aufgaben das passende Gerät zur Verfügung steht. Auch Schüler ohne eigene Geräte werden so nicht benachteiligt.

gung. Aus einem Leihpool können Schüler auch für eine einzelne Stunde auf ein Tablet oder Notebook zugreifen. Diese Option nehmen beispielsweise auch Schüler wahr, die zwar ein eigenes Smartphone haben, für bestimmte Aufgaben aber ein Notebook mit großem Bildschirm und Tastatur nutzen wollen – oder eben Schüler, deren Eltern keine mobile Ausstattung für ihre Kinder anschaffen können.

So haben die Schüler zwar unterschiedliche Geräte, aber allen wird das Lernen damit ermöglicht. Den Standard setzt nicht der kleinste gemeinsame Nenner, sondern das maximal Mögliche. Für Studiendirektor Wilhelm Derichs geht es dabei auch um soziale Gerechtigkeit: „Die Eltern beobachten genau, was wir als Schule machen. Ihnen ist es wichtig, dass alle die gleichen Chancen haben. Darum informieren wir auch auf Elternabenden über unser Vorgehen und machen klar, dass wir für alle eine Lösung haben.“ BYOD sollte also keineswegs als Versuch verstanden werden, Kosten auf die Eltern abzuwälzen.

Falsch ist auch folgende These: „Wenn eine Schule über ausreichend Technik verfügt, beginnt das digitale Lernen.“ Denn in dieser Annahme stecken

gleich zwei Fehler: Lernen ist nie digital! Lernen bleibt immer eine Leistung der Schüler, die sich dafür anstrengen müssen. Mit Hilfe der digitalen Medien kann man manches besser organisieren und vieles macht vielleicht mehr Spaß, aber das Lernen selbst bleibt Arbeit. Und: Nur Technik ändert den Unterricht nicht! Lehrer müssen vielmehr einen „anderen“ Unterricht wollen, dann können Tablets und Smartphones eine Hilfe sein. Schulverantwortliche sollten deshalb schon im frühen Planungsstadium klar definieren, welches Ziel sie mit der neuen Technik erreichen wollen.

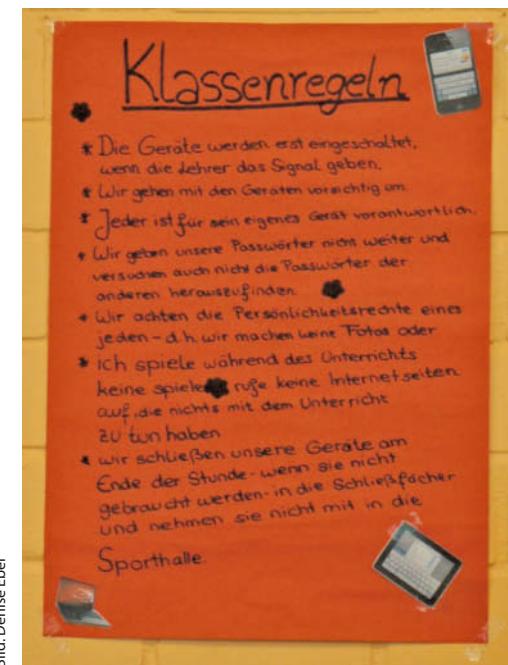
### Umbau zur Medienschule

„Wir wollen eine Schule sein, in der jedes Kind so gut wie möglich lernen kann“, sagt Schulleiterin Regina Schneider. „Wenn uns Computer und Internet dabei helfen können, dann müssen wir das aktiv gestalten.“ In Xanten gründeten die Lehrer zunächst einen Arbeitskreis, um sich auf die neue Situation einzustellen und die vielen anfallenden Fragen zu klären. Heute werden zu Beginn einer jeden Lehrerkonferenz Beispiele aus dem Unterricht vorgestellt, die zur Nachahmung empfohlen sind. Über

einen speziellen BYOD-Projektisch im Lehrerzimmer findet zudem ein regelmäßiger Austausch innerhalb des Kollegiums statt.

Anders sieht es am Gymnasium in Moers aus, wo zwei Pilotklassen gestartet sind, die von Lehrern betreut werden, die sich freiwillig für das Projekt gemeldet haben. Der Erfahrungsaustausch findet hier vor allem im kleinen Kreis statt, ohne dass das ganze Schulkollegium einbezogen wird. Allerdings lässt sich der Wissenstransfer zu BYOD-Projekten auch ganz anders organisieren – etwa über den „Verein mathematisch-naturwissenschaftlicher Excellence-Center an Schulen“ (MINT-EC), einem Netzwerk, an dem inzwischen mehr als 180 Gymnasien aus allen Bundesländern beteiligt sind. Im IT-Cluster des MINT-EC tauschen sich seit drei Jahren Schulleitungen darüber aus, wie das mobile Lernen in ihren Schulen gefördert werden kann.

Oft geht es dabei auch um den Abbau von Ressentiments. Denn die Vorstellung, in einer Klasse zu unterrichten, in der jedes Kind ein anderes Gerät hat, das der Lehrer vielleicht nicht kennt, schreckt viele ab. Lassen sich Lehrer aber auf diesen Wissensvorsprung ein, kann das



Kein Handyverbot bedeutet nicht, dass jeder daddeln darf, wie er will. Die Klassen haben sich klare Regeln gegeben, was erlaubt ist und was nicht.

äußerst produktiv für den Unterricht sein, wie ein Beispiel aus Moers zeigt. Für ein Projekt im Biologie-Unterricht sollten die Schüler eine Präsentation erstellen. Dabei entstanden unter anderem eine Radiosendung, ein Animationsfilm, ein Reportagefilm mit Außenaufnahmen und Interviews sowie eine multimediale Präsentation.

„Hätte ich die Präsentationsform vorgegeben, hätten alle das Gleiche gemacht“, schildert Fachlehrer Andreas Weber. „So aber haben wir alle – auch ich – viele verschiedene Apps kennengelernt. Für die Schüler war es motivierend, ihre Kreativität auszuprobieren. Wegen der aufwendigen Präsentationen haben wir zwar länger gebraucht, um das Thema zu bearbeiten, aber die Schüler haben auch viel mehr gelernt.“

### Medienscouts

Von Schülern lernen – diese Idee hat auch in Xanten verfangen. „Wenn wir sehen, dass Schüler die Technik und die Möglichkeiten der Geräte oft viel besser kennen als wir – warum sollten wir uns dann nicht auch was von ihnen erklären lassen?“, meint Englisch-Lehrer Karim Rahman. „Umgekehrt können wir ihnen

dabei helfen, diese Möglichkeiten auch für das Lernen zu nutzen.“ In Moers sieht man die Kompetenzen der Schüler indes auch kritisch. Oft würden Jugendliche nur oberflächliche Technikenkenntnisse mitbringen und Internet sowie soziale Netzwerke unbedarf nutzen.

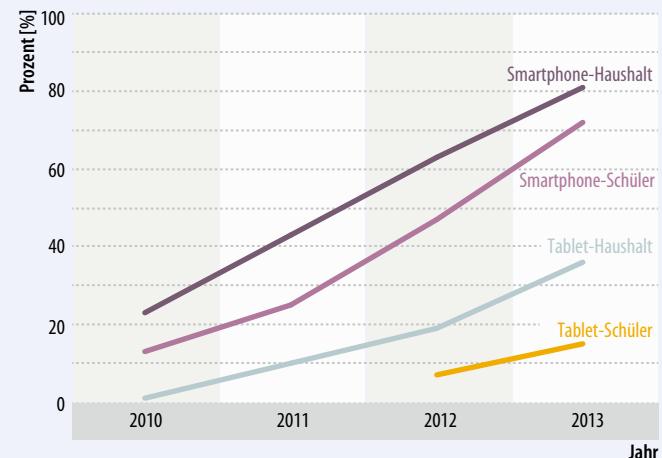
Deshalb gibt es an beiden Schulen sogenannte Mediencounts. Das sind Schüler, die besonders trainiert wurden und ihr Wissen an Gleichaltrige weitergeben. Die Mediencounts sind beispielsweise für technische Einführungen zuständig, erklären die Nutzung von WLAN und Beamer und zeigen, wie man seine Daten im Internet schützt. „Wenn ich einer achten Klasse sage, sie sollen aufpassen, welche Bilder sie ins Netz stellen, dann bin ich doch nur der alte Lehrer, der keine Ahnung hat. Aber wenn die Mediencounts das sagen, dann nehmen die anderen das an und machen sich Gedanken“, verdeutlicht Mediencount-Betreuer Christian Hauk.

## Was ändert sich?

Schaut man sich heute in Moers und Xanten in den Klassen um, könnte man meinen, es habe sich gar nicht so viel verändert. Immer noch liegen Bücher auf den Tischen und es wird auch in

## Verbreitung mobiler Endgeräte

Die Ausstattung von Jugendlichen zwischen 12 und 19 Jahren mit mobilen Geräten verbessert sich rasant. Auch wenn Tablets noch keine so große Verbreitung haben, zeigen die Steigerungsraten, wohin der Weg führt.



Quelle: JIM-Studien 2010-13

Hefte geschrieben. Aber Tablets und Smartphones liegen überall dazwischen – als selbstverständliche Werkzeuge. Dabei haben sich alle Klassen eigene Regeln gegeben, wann man mit dem Handy arbeiten darf und wo die Geräte sind, wenn sie nicht genutzt werden. „Es war wichtig, dass alle Klassen die Regeln selbst gemacht haben. Jetzt sind es ‚ihre‘ Regeln. Und manche Regeln sind sogar strenger, als wir

sie als Lehrer formuliert hätten“, sagt Christian Hauk.

Meist entscheiden die Schüler auch selbst, welches Medium sie nutzen und wie. Es ist ihre Entscheidung, ob sie zum Beispiel zum Vokabellernen ein Vokabellheft nutzen, eine Trainingsapp oder selbst erstellte MP3-Aufnahmen. „Technik hilft uns vor allem, den Jugendlichen individuelle Lernwege zu ermöglichen“, fasst Schulleiterin Regina

Schneider zusammen. „Das fällt gerade bei Kindern auf, die besondere Hilfe brauchen. Sie profitieren von der unendlichen Geduld eines Smartphones, ihre Texte in geschriebene Worte zu übersetzen, und die multimediale Möglichkeiten sprechen verschiedene Lernkanäle an.“

Für Klassenarbeiten und Prüfungen müssen allerdings noch Lösungen gefunden werden. Zwar können in einzelnen Klassenarbeiten Aufgaben so formuliert werden, dass das Internet genutzt werden muss und auch der Austausch keine Vorteile bringt, aber das ist eine Herausforderung. „Letztlich müssen hier auch die zentralen Prüfungen angepasst werden“, fordert Schulleiter Derichs. Die Wilhelm-Ostwald-Schule in Leipzig hat unterdessen schon einen Lösungsweg parat: Bei Leistungscontrollen werden private Notebooks über einen Linux-Bootstick gestartet, der eine geschlossene Umgebung nur für die Prüfung öffnet. Eine Lösung, die auch mit dem Kultusministerium abgestimmt ist. (pmz)

*Richard Heinen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Learning Lab der Universität Duisburg-Essen. Er koordiniert das Interreg-Projekt School IT Rhein-Waal und moderiert den IT-Cluster des MINT-EC e.V.*

## Nützliche Apps und Lernplattformen für Tablet-Klassen

Die ultimative Lern-App gibt es nicht. Welche App und welche Lernplattform für eine Schule, eine Klasse oder einen einzelnen Schüler hilfreich sind, können die Beteiligten nur durch Ausprobieren herausfinden. Nachfolgend einige Werkzeuge, die in den Projektschulen genutzt werden.

Lern-Managementsysteme erweitern das Klassenzimmer in die Cloud und bieten viele Funktionen wie Foren, Datenspeicher und Blogs.

**Moodle** – freies System, das von einem IT-Dienstleister gehostet und administriert wird ([www.moodle.de](http://www.moodle.de))

**fronter** – kommerzielles Produkt, das über einen kommunalen IT-Dienstleister für Schulen bereitgestellt wird ([de.fronter.info](http://de.fronter.info))

**Logineo** – Basisdienst, an den andere Systeme angegliedert werden können ([logineo.de](http://logineo.de))

Für kooperatives Arbeiten, also die gemeinsame Bearbeitung von Texten, Tönen und Bildern, eignen sich Wikis oder Etherpads. Wikis sind komplexer als Etherpads und ermöglichen auch Verlinkungen sowie das Einbinden von Bildern und Dateien. Häufig ist die freie Software Wikimedia die Basis.

**ZUMpad** – Etherpad der Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e.V. ([zumpad.zum.de](http://zumpad.zum.de))

**EduPad** – webbasierter, kollaborativer Texteditor für bis zu 15 Personen ([edupad.ch](http://edupad.ch))

**Wiki-Family** – Wikis rund um Unterricht und Schule ([wikis.zum.de](http://wikis.zum.de))

**SchulWiki Köln** – Lernplattform für Schulen ([wiki.stadt-koeln.de](http://wiki.stadt-koeln.de))

Auch für einzelne Schulfächer gibt es zahlreiche freie Tools, darunter beispielsweise die dynamische Mathematik-Software GeoGebra. Die webbasierte Präsentationssoft-

ware Prezi wiederum ermöglicht es bis zu zehn Personen, gleichzeitig an einem Projekt zu arbeiten. Das Quiz-Tool Socrative kann für Schüler-Feedbacks, zum Üben oder zum Testen genutzt werden. Learning-apps ist eine Webseite, die es Lehrern und Schülern ermöglicht, eigene Wissenstests in verschiedenen Formaten zu erstellen.

**wxMaxima** – freies Computer-Algebra-System ([andrejv.github.io/wxmaxima](http://andrejv.github.io/wxmaxima))

**GeoGebra** – dynamische Mathematik-Software ([geogebra.org/cms/de/](http://geogebra.org/cms/de/))

**sketchometry** – interaktive Geometrie-Software ([www.sketchometry.org](http://www.sketchometry.org))

**Prezi** – Flash-basiertes Präsentationsprogramm ([www.prezi.com](http://www.prezi.com))

**Socrative** – Quiz-Tool ([www.socrative.com](http://www.socrative.com))

**Learningapps** – Webseite zur Erstellung von Lernbausteinen ([learningapps.org](http://learningapps.org))