

# „Computing“ als neues Schulfach

Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England

von Miles Berry

**Im September 2014 wurde in England ein neues Schulfach eingeführt: *Computing*. Dieses Fach schließt sowohl Programmierung als auch andere Elemente der Informatik ein. Es ist für Schülerinnen und Schüler ab fünf Jahren gedacht und ersetzt das Fach *Information and Communication Technology (ICT)*. Nach drei Jahren können wir nun Rückschau halten, wie erfolgreich die Umsetzung dieses neuen Curriculums war, und gegebenenfalls einzelne Schlüsse ziehen für diejenigen, die Ähnliches bewegen wollen.**

Die englische Koalitionsregierung, die neben der Einführung des Computing-Curriculums auch andere Fächer neu gestaltet, hat sich bewusst von den Details der Umsetzung zurückgezogen. Die britische Regierung verfolgt dabei den Grundsatz: „Die Regierung sollte nur das machen, was nur die Regierung machen kann.“

Tim Oates sprach sich dafür aus, dass ein kohärentes Curriculum Inhalte so berücksichtigen sollte, dass sie hinsichtlich ihrer Abfolge der altersgemäßen Entwicklung entsprechen; außerdem sollten inhaltliche Elemente, Leistungsbewertung, Pädagogik, Lehrerbildung, verfügbaren Ressourcen und die Motivation miteinander harmonieren (vgl. Oates, 2010, S.4). Im Folgenden werde ich jedes dieser Elemente untersuchen, um zu erforschen, in welchem Umfang die Umsetzung des Computing-Curriculums in England kohärent ist.

## Inhalt

Die Kompetenzen für das Fach Computing wurden in einer öffentlichen Beratungssitzung erarbeitet, die von der British Computer Society und der Royal Academy für Ingenieurwesen geleitet wurde. Das Curriculum umfasst Informatik, Informationstechnologie und digitale Literalität, was vielleicht besser als Grundlagen, Anwendungen und Auswirkungen digitaler Technik aufgefasst werden kann; es setzt *Computational Thinking* und *Kreativität* als Kern des Fachs Computing. Dies zieht sich als doppelter roter Faden durch die Kompetenzen (DfE, 2013):

A high-quality computing education equips pupils to use computational thinking and creativity to understand and change the world.

*[Eine hochklassige Bildung in Computing befähigt Schülerinnen und Schüler mit Computational Thinking und Kreativität, die Welt zu verstehen und sie zu verändern.]*

Die Kompetenzen sind bemerkenswert knapp formuliert, doch sehr gehaltvoll. Auf etwas mehr als zwei Seiten wird Computing für die Altersspanne von fünf bis 16 Jahren abgedeckt. Das englische Bildungsministerium hat ebenfalls inhaltliche Voraussetzungen für die wahlweisen Informatik-Qualifikationen zum Abschluss der Sekundarstufe (*General Certificate of Secondary Education* – GCSE, Altersstufe: bis ca. 16 Jahre; vgl. DfE, 2015) und des „A-Levels“ (auf-

**Bild 1: Das neue Schulfach Computing wird von der englischen Regierung intensiv im Internet begleitet.**

<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

The screenshot shows the GOV.UK website interface. At the top, there is a search bar and navigation links for 'Departments', 'Worldwide', 'How government works', and 'Get Involved'. Below the search bar, there are links for 'Policies', 'Publications', 'Consultations', 'Statistics', and 'Announcements'. The main content area shows the breadcrumb trail: 'Home > Education, training and skills > School curriculum > Secondary curriculum, key stage 3 and key stage 4 (GCSEs) > GCSE subject content and requirements'. The title of the page is 'Statutory guidance National curriculum in England: computing programmes of study'. Below the title, there is a sub-heading: 'The statutory programmes of study and attainment targets for computing at key stages 1 to 4.' At the bottom, it says 'Published 11 September 2013 From: Department for Education'.

bauend auf dem GCSE, Altersstufe: ca. 16–18 Jahre; vgl. DfE, 2014) entwickelt; diese bestimmen üblicherweise den tatsächlichen Inhalt des Informatikunterrichts für 14- bis 18-Jährige.

Eine besondere Herausforderung bestand für diejenigen, die das Fach Computing unterrichten, in der Art und Weise, wie das Curriculum und die neuen Qualifikationen festgelegt wurden – nämlich alles auf einen Schlag: Das Curriculum für die untere Sekundarstufe setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler das Curriculum der Grundschule durchlaufen haben, und auch die Vorgaben der GCSE und des „A-Levels“ unterstellen in ähnlicher Manier, dass die Schülerinnen und Schüler bereits in der unteren Sekundarstufe bzw. im Rahmen des GCSE die Informatikkurse besucht haben.

## Leistungsbewertung

Den Lehrkräften wurden nur sehr wenige Details zur Verfügung gestellt, wie mit dem neuen landesweiten Curriculum umzugehen ist. Der Ausschuss, der landesweit für das Curriculum zuständig ist (vgl. Oates u. a., 2011), war sich einig, dass das alte System der gestuften Leistungserbringung abgeschafft und nicht ersetzt werden sollte. Viele Schulen jedoch schienen abgeneigt zu sein, sich von einem System zu lösen, das die letzten 24 Jahre zum Überprüfen von Entwicklungen und Leistungen benutzt worden war. Referenzrahmen – wie beispielsweise *Computing Progression Pathways* von Mark Dorling (vgl. Dorling, 2015) – wurden entwickelt, und anfangs sehr positiv bei den Lehrkräften aufgenommen. In letzter Zeit wiederholte der McIntosh-Ausschuss immer wieder die Wichtigkeit der Abschaffung und nicht der Ersetzung der Stufung (vgl. McIntosh, 2015).

Pragmatisch gesehen muss die Überprüfung der Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Fach Computing eine Kombination aus Fragen, Projekten oder auch Problemstellungen sein, um sowohl das Wissen als auch dessen Anwendung zu überprüfen (vgl. Grover u. a., 2014). Der McIntosh-Ausschuss empfiehlt die Entwicklung sogenannter *item banks*, um die Bewertungen zu erleichtern (vgl. McIntosh, 2015; siehe auch Bild 2). *Computing At School (CAS)* hat sich in diesem Bereich durch das *Project Quantum* (vgl. Oates u. a., 2016) weiterentwickelt, bei dem 7500 Multiple-Choice-Fragen zum Fach Computing durch Crowdsourcing eingeworben wurden.

Beim GCSE bestehen hinsichtlich der Bewertung weiterhin Probleme. Die Prüfungsausschüsse integrierten eine prüfungsfreie Bewertung in den Vorgaben, die 20 Prozent der Endnote darstellt. Diese besteht aus einem Programmierprojekt, das die Schülerinnen und Schüler individuell absolvieren, indem sie ein vorgegebenes, detailliertes Problem lösen. Bedauerlicherweise sieht es so aus, dass ein weit verbreitetes Fehlverhalten aufgetreten ist: Schülerinnen und Schüler und sogar einige Lehrkräfte haben die Aufgabenspezifikationen verteilt und sogar komplette Lösungen in verschiedene

## Final report of the Commission on Assessment without Levels

September 2015



Chaired by John McIntosh CBE

Quelle: McIntosh, 2015

**Bild 2: Die Leistungen der Schülerinnen und Schüler werden permanent analysiert.**

Online-Foren gestellt, was einen Verstoß gegen die Prüfungsvorschriften darstellt (vgl. Ofqual, 2017). Nach einer Beratung wurde entschieden, dass von nun an die Punkte der prüfungsfreien Bewertung nicht mehr länger für die Endnote zählen würden.

In den „A-Level“-Kursen ist die Arbeit sehr viel offener. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Computing-Projekt, das sie selbst wählen können und in dem sie ihre Fähigkeiten effektiv demonstrieren können. Die Teilnahme an diesen Kursen bleibt sehr gering (2017 waren es nur 7607 Teilnehmende), und der Anteil der Schülerinnen ist besorgniserregend klein (2017 unter 10 Prozent).

## Pädagogik

Im Vergleich zu Schulfächern, die schon länger eingeführt sind, scheint es nur wenig konkretes Wissen zu geben, wie man das Fach Computing am besten unterrichtet. Englische Lehrkräfte entscheiden sehr pragma-



**Bild 3: Code-Club-Projekte fördern Programmierfertigkeiten, allerdings nicht unbedingt das informatische Denken (*Computational Thinking*).**

tisch, auf welche Art und Weise das Fach am besten unterrichtet werden sollte. Sie müssen für sich selbst herausfinden, was am besten für ihre Schülerinnen und Schüler in ihrer Schule funktioniert. Dies ist wohl nicht überraschend, wenn man die Schlussfolgerungen von Davide Fossati und Mark Guzdial beachtet (Fossati/Guzdial, 2011, S.689):

Computer Science instructors rely mostly on intuition and anecdotal evidence to make decisions about changes in their daily teaching practice.

[Informatiklehrkräfte verlassen sich zumeist auf ihre Intuition und auf anekdotische Evidenz – d.h. Einzelfallberichte –, wenn es darum geht, Entscheidungen über ihre alltägliche Unterrichtspraxis zu treffen.]

Englische Lehrkräfte haben von sozialen Medien, sogenannten *CAS hub meetings* und Fortbildungsangeboten, die von den CAS ernannten *Master Teachers* betrieben werden, Gebrauch gemacht, um die Erfahrungen aus ihren Klassen miteinander zu teilen. Sue Sentance und Andrew Csizmadia stellen Ergebnisse ihrer Studie über Strategien von 357 Lehrkräften vor (vgl. Sentance/Csizmadia, 2015). Es scheint nur eine kleine Beständigkeit in diesen Freitext-Antworten der Lehrkräfte zu geben.

Das englische Curriculum legt *Computational Thinking* als Kern des Fachs Computing fest, und dieser Schwerpunkt erklärt wohl die Vorliebe mancher Lehrkräfte zum „unplugged“-Ansatz – 13 Prozent der Befragten in obiger Studie, ungeachtet eher gemischter Belege für die Effektivität dieser Ansätze (vgl. auch Taub u.a., 2009). Es gibt einiges an Irritation darüber, was mit *Computational Thinking* gemeint ist, wobei viele es als generellen Ansatz des Problemlösens betrachten (vgl. z.B. Csizmadia u.a., 2015). Es gibt jedoch nur wenige Nachweise dafür, dass *Computational Thinking* auch außerhalb mathematischer oder systemgestützter Kontexte effektiv zum Lösen von Problemen angewendet werden kann: Vielleicht ist *Computational Thinking* ohne diese Kontexte auch nur Wunschdenken. Matti Tedre und Peter J. Denning argumentieren, dass wir offen und ehrlich hinsichtlich der Tragweite des *Computational Thinking* sein sollten als ein „sehr mächtiges, mentales Werkzeug für Entwicklerinnen und Entwickler“ (Tedre/Denning, 2016, S.127).

Anzunehmen, dass *Computational Thinking* automatisch durchs Programmieren-Lernen angeeignet wird, scheint falsch zu sein. Vielmehr stellt sich heraus, dass dieses mit mehr oder weniger eindeutigem unterrichtlichem Handeln hinsichtlich logischer Schlussfolgerungen, Algorithmen, Abstraktion und Generalisierung einhergehen muss. Laut der von Suzanne Straw u.a. durchgeführten Evaluation des *Code Club*, dessen Teilnehmenden innerhalb eines Jahres bedeutende Fortschritte hinsichtlich ihrer Programmierfertigkeiten machten, gab es jedoch keine bedeutsamen Verbesserungen bei den Tests bezüglich des *Computational Thinking* (vgl. Straw u.a., 2017; siehe auch Bild 3).

## Lehrerbildung

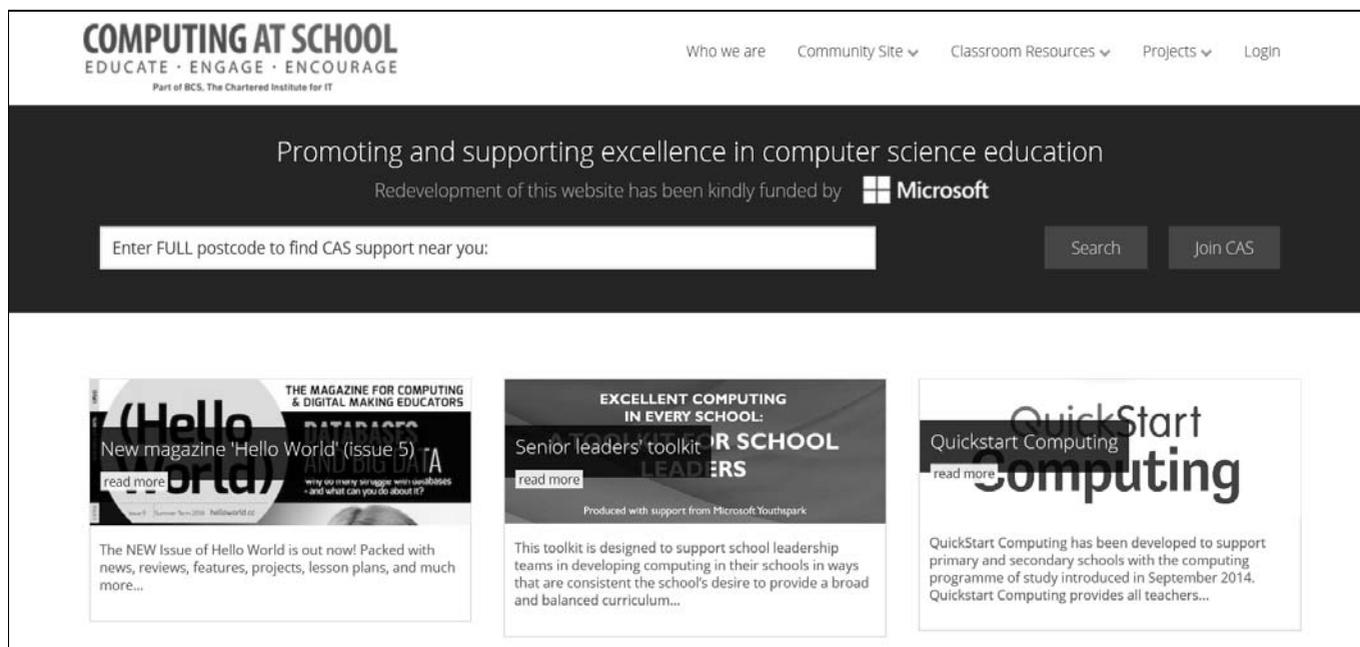
Eine herausragende Ausbildung im Fach Computing erfordert herausragende Fachlehrkräfte. Es bleibt jedoch ein Mangel an solchen Lehrkräften, die qualifiziert sind, das Fach Computing in der Sekundarstufe zu unterrichten (vgl. Royal Society, 2017), und sehr wenige Grundschullehrkräfte haben einen akademischen oder professionellen Hintergrund in Informatik. Um diesem Mangel abzuwehren, könnten mehr entsprechende Lehrkräfte für das Fach gewonnen und ausgebildet werden; examinierte Lehrkräfte könnten sich über Fortbildungen qualifizieren, um in der Lage zu sein, das Fach Computing selbstbewusst und fachkompetent zu unterrichten.

Die *Teaching Agency* entwickelte Anforderungen an Fachkenntnisse für den Zugang zum Informatiklehramt (vgl. Teaching Agency, 2012). Diese schließen diejenigen Informatikkenntnisse ein, die für das Unterrichten in der Grund- und Sekundarstufe als wichtig erachtet werden. Dadurch wurden sowohl einige Bezugspunkte für die Aus- und Fortbildung von Lehrkräften auf den Weg gebracht als auch ein Standard festgelegt, um Zugang zum ersten Ausbildungsprogramm für die Sekundarstufe zu erhalten.

Trotz großzügiger, steuerfreier Stipendien für diejenigen mit ausgezeichneten Abschlüssen oder aufbauenden Qualifikationen, die sich für das Lehramt im Fach Computing in der Sekundarstufe entschieden haben, wurden nur 66 Prozent der zugewiesenen Ausbildungsplätze im laufenden Schuljahr aufgenommen (vgl. DfE/NCTL, 2017).

Statt auf eine neue Generation zu warten, die sich einer grundständigen Lehramtsausbildung im Fach Computing verschreibt, hat es Bemühungen gegeben, die Fortbildung der bereits ausgebildeten Lehrkräfte voranzubringen. Die meisten Fortbildungen konzentrieren sich demnach auf die Notwendigkeit, Lehrkräfte mit dem inhaltlichen Wissen und vielleicht dem technischen Wissen auszustatten, das sie benötigen, um Computing in ihren Klassen zu unterrichten; erst seit Kurzem wird auch das Augenmerk auf pädagogisches Wissen gelegt.

Eine Vielzahl an Fortbildungsprogrammen wurde eingerichtet. Beachtenswert unter ihnen ist das *Com-*



https://www.computingschool.org.uk/

puting At School's Network of Excellence in Computer Science Teaching (vgl. z.B. Sentance u.a., 2012, oder Boylan/Willis, 2015). Dieses Netzwerk, das durch einen Zuschuss von der Zentralregierung gegründet wurde, umfasst eine Anzahl sogenannter *lead schools*, mehr als 400 *Master Teachers*, die lokal ihr Kollegium unterstützen, und zehn universitär gestützte, regionale Einrichtungen. Im Primarbereich hat das *Barefoot Computing*-Projekt mehr als 45000 Lehrkräfte durch Workshops, Konzeptpapiere und beispielhafte Unterrichtsplanungen erreicht (vgl. BT, 2017).

Die *Royal Society* rief 2017 zu einer massiven Steigerung der Fortbildung von Computing-Lehrkräften auf, mit dem speziellen Fokus auf der Notwendigkeit, dass diejenigen umgeschult werden sollen, die Computing in GCSE-Kursen unterrichten, denen aber jegliche spätere „A-Level“-Qualifikation im Fach Computing fehlt (vgl. *Royal Society*, 2017). Das Budget der Regierung fürs Jahr 2017 beinhaltete 84 Million Pfund Sterling aus öffentlichen Mitteln, um ein *National Centre of Computing Education* zu errichten und wenigstens eine vierzigstündige Fortbildung für gegenwärtig unqualifizierte Computing-Lehrkräfte in der Sekundarstufe zur Verfügung zu stellen.

## Ressourcen

Tim Oates entwickelte ein überzeugendes Beispiel für die Bedeutsamkeit von Lehrbüchern und anderen Lehrmitteln, um Lerntheorien mit Leben zu füllen, eine klare Inhaltsbeschreibung bereitzustellen, kohärenten Fortschritt zu sichern, Anreiz und Unterstützung zur Reflexion zu geben und eine ausgedehnte Anwendung anzuregen (vgl. Oates, 2014). Jedoch hat die Regierung – vielleicht aus Angst als nicht konkurrenzfähig gesehen zu werden – die Entwicklung von Lehr-

**Bild 4: Mit dem Online-Austausch-Portal *Computing At School* (CAS) werden Lehrkräfte des Fachs Computing intensiv unterstützt.**

büchern für das Fach Computing weder veranlasst noch finanziert, sondern hat dies vielmehr dem Verlagswesen, Non-Profit-Organisationen und der einzelnen Lehrkraft überlassen.

Die *British Educational Suppliers' Association* und die *Publishers' Association* haben gemeinsam Richtlinien für Herausgeber von Computing-Lehrbüchern entwickelt (vgl. BESA, 2015), aber es gibt nur wenige Anhaltspunkte, dass das entwickelte Material von diesen Richtlinien beeinflusst wurde.

Es wurde eine Reihe von kommerziellem Material hergestellt, wovon manches für andere Länder, die Englands Beispiel folgen wollen, in fremdsprachige Editionen übersetzt wurden. Neben diesen kommerziellen Angeboten sind qualitativ hochwertige, freie und offen lizenzierte Materialien verfügbar – unter anderem von *BBC*, *Barefoot Computing*, der *Raspberry Pi Foundation* und *Code Club*. *Computing At School* stellt ein Online-Austausch-Portal von Mitgliedern für Mitglieder (und andere) bereit: Anfang Mai 2018 enthielt dieses Portal 4417 Lehrmittel (siehe auch Bild 4).

Es besteht ein Interesse an *physical computing* bei den Computing-Lehrkräften in England, auch wenn dies nicht vom Curriculum oder den Qualifikationsvorgaben verlangt wird. Die von BBC getragene Plattform *micro:bit* ermöglicht eine niederschwellige Einführung in die Programmierung eines einfachen Mikrokontrollers, bei dem block- oder textbasierte Sprachen verwendet werden; der *Raspberry Pi* ist zur standardmäßigen Entwicklungsplattform für all diejenigen geworden, die die Programmierung zur Kontrolle und Überwachung nutzen möchten (vgl. auch Thema „Einbettete Systeme“ von LOG IN Nr. 185/186).

## Anreize

Während ein Top-down-Ansatz im Bezug auf Curriculumveränderungen Inhalt und Leistungsbewertung kontrollieren kann, und – mit entsprechender Finanzierung – angemessene Ausbildung sicherstellt und Ressourcen zur Verfügung stellt, liegt die tatsächliche Umsetzung von jeder Veränderung in den Händen der Schulleiter und der Lehrkräfte. Einvernehmlichen Datenerhebungen ist bislang schwerlich nachzukommen – in Anbetracht dessen, dass bis jetzt noch keine verlässliche Evaluation des Curriculums auf den Weg gebracht wurde; rein anekdotisch belegte Darstellungen hingegen geben Anlass zur Vermutung, dass die meisten Grundschulen aktuell Computing unterrichten und dass die Mehrheit der öffentlichen, staatlichen Schulen nun zumindest einzelnen Schülerinnen und Schülern eine Qualifikation zum Abschluss der Sekundarstufe ermöglicht, wenngleich insgesamt für eine relativ kleine Lerngruppe.

Es herrscht eine einstimmige Meinung über die Notwendigkeit, Schülerinnen und Schüler auf das Leben und auf die Arbeit in einer Welt vorzubereiten, in der digitale Technik eine wichtige Rolle spielen wird. Informatik wurde als eine grundlegende Disziplin anerkannt – so wie etwa Physik und Musik – als etwas, das alle Schülerinnen und Schüler lernen sollten. Dieses angesehene Argument überzeugt einige Schulleiter und auch viele Eltern.

Während alle Schulen, die von den Kommunen finanziert werden, gesetzlich dazu verpflichtet sind, das landesweite Curriculum umzusetzen, sind die privat finanzierten, unabhängigen Schulen, Akademien und freien Schulen, die direkt von der Zentralregierung finanziert werden, nicht daran gebunden. Die Mehrheit der Sekundarschulen und auch eine nicht zu vernachlässigende Minderheit der Grundschulen sind nun direkt geförderte Akademien und deshalb frei von der Verpflichtung das Fach Computing anzubieten. Trotz dieser Freiheit haben sich viele dazu entschieden das Fach einzurichten, zumindest bis jetzt (vgl. Kemp u.a., 2016). Die Leitung der englischen Schulaufsichtsbehörde *Office for Standards in Education, Children's Services and Skills* (Ofsted) zeigt an, dass es einen größeren Fokus auf der Breite und Ausgewogenheit der schulischen Lehrpläne in zukünftigen Untersuchungen geben werde (vgl. Spielman, 2017). Diese dürften dann (hoffentlich) unter einer umfangreicheren Umsetzung des Fachs Computing in den höheren Schulen stattfinden.

**Bild 5: Die Russell-Gruppe, ein Zusammenschluss britischer Universitäten, empfiehlt „Computing“ als nützliche Qualifikation.**

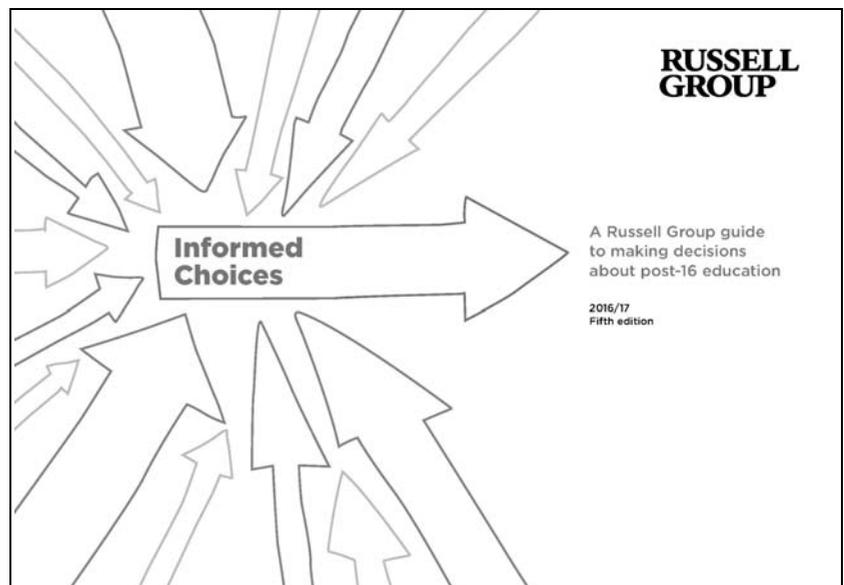
Quelle: Russell Group, <sup>5</sup>2016

Den Schulen wird durch öffentliche Rangtabellen der Schülerleistungen bei Prüfungen ein Anreiz geboten. Die Informatik in der Sekundarstufe kann neben den älteren Wissenschaften in den entscheidenden „Achievement 8“- und „Performance 8“-Leistungsüberprüfungen und im *English Baccalaureate* (EBacc) in einer Reihe von akademischen Fächern enthalten sein (vgl. BCS, 2012). Analysen deuten darauf hin, dass die Informatik in der Sekundarstufe härter ist als die meisten anderen Fächer (vgl. Thomson, 2016); dies könnte die Schulleiter davon abhalten, alle – abgesehen von den besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schülern – für das Fach zu gewinnen. Es ist zu hoffen, dass, sobald das Computing-Curriculum für die Altersspanne zwischen fünf und 14 Jahren sich komplett eingebürgert hat, die GCSE-Leistung in der Informatik mit anderen EBacc-Fächern vergleichbar sein wird.

Die Russell-Gruppe führender Universitäten erkennt an, dass die Informatik auf A-Niveau eine nützliche Qualifikation für eine Reihe von naturwissenschaftlichen, technischen, medizinischen und sozialwissenschaftlichen Disziplinen ist (vgl. Russell Group, <sup>5</sup>2016; siehe auch Bild 5). Allerdings wird die Informatik nicht als sogenanntes „erleichterndes Fach“ aufgeführt – solche, die als Türöffner zu mehr Abschlüssen und mehr Berufen betrachtet werden als andere. Dies könnte sein, weil momentan nur wenige Informatikabschlüsse ein „A-Level“ als Zugangsvoraussetzung erfordern; in der Tat scheint das *Cambridge University's Computer Laboratory* Bewerber zu entmutigen, dies zu nennen (vgl. Computer Laboratory, 2015).

## Abschließende Bemerkungen

Es ist schwer, den Mut der Ministerinnen und Minister sowie der anderen nicht zu bewundern, die die Entscheidung getragen haben, Informatik zu einem Teil des nationalen englischen Curriculums für das Alter



zwischen fünf bis 16 Jahren zu machen. Trotz der relativen Hast, mit der der Inhalt des Curriculums entwickelt wurde, und der Zurückhaltung der Regierung, diese Umsetzung zu leiten, haben Schulen, Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler positiv auf diese Herausforderung reagiert. Im Vergleich mit dem, was die Schülerinnen und Schüler in dem ehemaligen „ICT“-Curriculum gelernt haben, ist dieses Unterfangen sehr erfolgreich. Die *Royal Society* beschreibt die momentanen Status der Informatikbildung als „lückenhaft und zerbrechlich“. Sie argumentiert (Royal Society, 2017, S.6), dass

future development and sustainability depend on swift and coordinated action by governments, industry, and non-profit organisations. Neglecting the opportunities to act would risk damaging both the education of future generations and our economic prosperity as a nation.

*[zukünftige Entwicklung und Nachhaltigkeit vom raschen und koordinierten Handeln der Regierung, der Wirtschaft und Non-Profit-Organisationen abhängt. Diese Handlungsmöglichkeiten links liegen zu lassen, würde sowohl die Bildung zukünftiger Generationen als auch den nationalen Wohlstand gefährden.]*

Für andere Länder, die über eine ähnliche Veränderung nachdenken oder gerade dabei sind, loszulegen, würde ein kohärenter, sinnvoll durchdachter Ansatz zur Errichtung eines Curriculums für Informatik, das neben dem Entwurf von curricularem Inhalt auch Unterrichten, Leistungsbewertung, Ressourcen, Ausbildung und Anreize in den Blick nimmt, zu einer breiteren Akzeptanz und Stärkung der informatischen Bildung für alle führen.

Miles Berry  
School of Education – Computing Education  
University of Roehampton  
Froebel College  
Roehampton Lane  
London, SW15 5PJ  
United Kingdom

E-Mail: [m.berry@roehampton.ac.uk](mailto:m.berry@roehampton.ac.uk)

Für LOG IN wurde der Beitrag von Daniel Siebrecht (Bergische Universität Wuppertal) unter Mitarbeit von Julia Lampert (Bergische Universität Wuppertal) aus dem Englischen übersetzt.

Der englische Original-Beitrag steht im LOG-IN-Service zur Verfügung (siehe Seite ■).

## Literatur und Internetquellen

Barefoot Computing:  
<https://barefootcas.org.uk/>

BCS: The case for Computer Science as an option in the English Baccalaureate. Swindon: BCS, 2012.  
<http://t1p.de/top1>

BESA – The Publishers Association: Guidance for the Publishing of Computing Teaching Resources. London: BESA – The Publishers Association, 2015.  
<http://t1p.de/lk4z>

BT – British Telecom Accenture Strategy: Tech know-how – The new way to get ahead for the next generation. A study by BT and Accenture Strategy. London: British Telecommunications plc, 2017.  
<http://t1p.de/1svr>

Boylan, M.; Willis, B.: Independent Study of Computing At School Master Teacher programme. Sheffield: Sheffield Hallam University, 2015.  
<http://t1p.de/wg7c>

Code Club:  
<https://www.codeclub.org.uk/>

Computer Laboratory: Frequently Asked Questions. Cambridge: Computer Laboratory, 2015.  
<http://t1p.de/vy79>

Computing At School:  
<https://www.computingatschool.org.uk/>

Csizmadia, A.; Curzon, P.; Humphreys, S.; Ng, T.; Selby, C.; Woollard, J.: Computational thinking – A guide for teachers. Cambridge: Computing At School, 2015.  
<http://t1p.de/ljyy>

DfE – Department for Education: National curriculum in England – computing programmes of study. London: DfE, 2013.  
<http://t1p.de/52zq>

DfE – Department for Education: GCE AS and A level subject content for computer science. London: DfE, 2014.  
<http://t1p.de/mgvu>

DfE – Department for Education: Computer science – GCSE subject content. London: DfE, 2015.  
<http://t1p.de/2nrf>

DfE – Department for Education, NCTL – National College for Teaching & Leadership: Initial teacher training census for the academic year 2015 to 2016, England. London: DfE, 2017.  
<http://t1p.de/b6pb>

Dorling, M.: CAS Computing Progression Pathways KS1 (Y1) to KS3 (Y9) by topic. Cambridge (UK): Computing At School, 2015.  
<http://t1p.de/39vg>

Fossati, D.; Guzdial, M.: The Use of Evidence in the Change Making Process of Computer Science Educators. In: Th. J. Cortina, E. Lowenfeld Walker, L. A. Smith King, D.R. Musicant (Hrsg.): SIGCSE '11 – Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education, Dallas, TX, USA – March 09–12, 2011. New York (NY, USA): ACM, S.685–690.

Grover, S.; Cooper, S.; Pea, R.: Assessing computational learning in K-12. In: Å. Cajander, M. Daniels, T. Clear, A. Pears (Hrsg.): ITiCSE '14 – Proceedings of the 2014 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Uppsala, Sweden – June 21–25, 2014. New York (NY, USA): ACM, 2014, S.57–62.  
<http://t1p.de/az0a>

Kemp, P.E.; Wong, B.; Berry, M.G.: The Roehampton Annual Computing Education Report – 2015 data from England. London: University of Roehampton, 2016.  
<http://t1p.de/l2j6>

McIntosh, J.: Final report of the Commission on Assessment without Levels. London: DfE, 2015.  
<http://t1p.de/oxo7>

micro:bit (deutsch):  
<http://microbit.org/de/>

Oates, T.: Could do better – Using international comparisons to refine the National Curriculum in England. Cambridge: Cambridge Assessment, 2010.  
<http://t1p.de/s1h8>

Oates, T.: Why textbooks count – A Policy Paper. Cambridge: Cambridge Assessment, 2014.  
<http://t1p.de/qbe7>

Oates, T.; James, M.; Pollard, A.; Wiliam, D.: The Framework for the National Curriculum – A report the Expert Panel for the National Curriculum review. London: DfE, 2011.  
<http://t1p.de/t1ry>

Oates, T.; Coe, R.; Jones, S.P.; Scratcher, T.; Woodhead, S.: Quantum – tests worth teaching to. Cambridge (UK): Computing At School, 2016.  
<http://t1p.de/2wge>

Ofqual – Office of Qualifications and Examinations Regulation: Consultation on revised assessment arrangements for GCSE computer science. Coventry: Ofqual, 2017.  
<http://t1p.de/ffdm>

Raspberry Pi Foundation:  
<https://www.raspberrypi.org/>

Royal Society, The: After the reboot – computing education in UK schools. London: The Royal Society, 2017.  
<http://t1p.de/gync>

Russell Group: Informed Choices – A Russell Group guide to making decisions about post-16 education. London: Russell Group, 2016.  
<http://t1p.de/kj0o>

Sentance, S.; Csizmadia, A.: Teachers' perspectives on successful strategies for teaching Computing in school. In: A. Brodnik, C. Lewin (Hrsg.): IFIP TC3 Working Conference "A New Culture of Learning: Computing and next Generations" – July 1st–3rd, 2015, Vilnius University, Lithuania. Proceedings, 2015, S.232–241.

Sentance, S.; McNicol, A.; Dorling, M.; Crick, T.: Grand challenges for the UK – Upskilling teachers to teach computer science within the secondary curriculum. In: WiPSCE '12 – Proceedings of the 7th Workshop

in Primary and Secondary Computing Education – Hamburg, Germany – November 08–09, 2012. New York (NY, USA): ACM, 2012, S.82–85.  
<http://t1p.de/b3xn>

Spielman A.: Recent primary and secondary curriculum research. London: Ofsted, 2017.  
<http://t1p.de/dm5c>

Straw, S.; Bamford, S.; Styles, B.: Randomised Controlled Trial and Process Evaluation of Code Clubs. Slough: NFER – National Foundation for Educational Research, 2017.  
<http://t1p.de/js45>

Taub, R.; Ben-Ari, M.; Armoni, M.: The Effect of CS Unplugged on Middle-School Students' Views of CS. In: ACM SIGCSE Bulletin – ITiCSE '09, Band 41 (2009), Nr. 3, S.99–103.

Teaching Agency: Subject knowledge requirements for entry into computer science teacher training – Expert group's recommendations. London: DfE, 2012.  
<http://t1p.de/4kap>

Tedre, M.; Denning, P.J.: The Long Quest for Computational Thinking. In: J. Sheard, C. Suero Montero (Hrsg.): Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research – November 24–27, 2016, Koli, Finland. New York (NY, USA): ACM, 2016, S.120–129.  
<http://t1p.de/mnuf>

Thomson, D.: Which are the most difficult subjects at GCSE? London: Education Datalab, 2016.  
<http://t1p.de/nl61>

Alle Internetquellen wurden zuletzt am ##. ##.## 2018 geprüft und können auch aus dem Service-Bereich des LOG IN Verlags (<http://www.log-in-verlag.de/>) heruntergeladen werden.