

▶ FORTSETZUNG VON SEITE 71

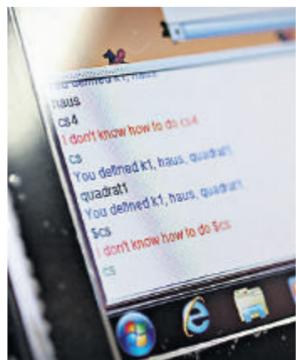
## Wie die Schildkröte laufen lernt

integrieren, wenn wir eine Breitenwirkung erzielen wollen.»

Die Zusammenarbeit mit den PH ist laut Hromkovic harzig. Dort steht Medienbildung im Zentrum, Informatik findet so gut wie nicht statt. In Zürich etwa wird Programmieren nur als Teilaspekt, nicht als Studienschwerpunkt behandelt. «Medienkompetenz gilt als 4. Schlüsselkompetenz neben Lesen, Schreiben und Rechnen», schreibt Friederike Tilemann, Leiterin Fachbereich Medienbildung an der PH Zürich, im E-Mail. Einzig die PH Graubünden arbeitet seit drei Jahren mit dem ABZ zusammen, demnächst auch die PHZ Luzern und PH Nordwestschweiz.

Johannes Flury, Rektor der PH Graubünden, will Programmieren bis spätestens 2015 als fakultatives Modul in die Lehrerausbildung integrieren. Es habe sich gezeigt, dass man in diesem Fach wie in kaum einem anderen lerne, strukturiert zu denken. Zweitens habe es einen «hervorragenden Gender-effekt»; Mädchen würden sich mehr zutrauen als sonst in Geometrie. Drittens könnten Kinder mit Migrationshintergrund in diesem Fach Stärken ausspielen, weil die Sprache keine Rolle spiele.

Eine breite Verankerung der Informatik in der Primarschule



Informatikunterricht an der Primarschule.

dürfte auch der Wirtschaft zugutekommen. Laut einer aktuellen Studie des Verbandes ICT-Berufsbildung Schweiz werden bis 2020 hierzulande nämlich 25 000 Informatiker fehlen. Würden Kinder möglichst früh mit Informatik in Kontakt gebracht, beeinflusse das später auch die Berufswahl, sagt Andreas Kaelin, Präsident ICT-Berufsbildung Schweiz. Darum verlangt er für Informatik einen Platz im Stundenplan.

### ETH-Professoren prophezeien eine Bildungskatastrophe

Gefordert sind die Fachleute, die hinter verschlossenen Türen den Lehrplan 21 ausarbeiten, den gemeinsamen Lehrplan für 21 Deutschschweizer Kantone. Dort sind ICT und Medienbildung derzeit als fächerübergreifender Bereich vorgesehen, das heisst, die Inhalte werden nicht als eigenes Fach, sondern in verschiedenen Fächern unterrichtet; Programmieren oder Informatik kommen im Entwurf gar nicht vor, was ETH-Professoren veranlasste, eine drohende Bildungskatastrophe auszurufen.

Das Aufbegehren zeitigte Erfolg. Christoph Mylaeus, Geschäftsführer der Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz und hauptverantwortlich für den LP21: «Die Bedenken werden ernst genommen, und im Rahmen der zurzeit stattfindenden Überarbeitung wird auch der Bereich ICT überarbeitet.» Mehr verrät er nicht. Die Resultate werden im Sommer 2013 erstmals öffentlich zur Diskussion gestellt.

In der Breiteschule läutet die Mittagsglocke. Joel versucht, die Schildkröte verschieden grosse Quadrate zeichnen zu lassen. Es will nicht klappen.

Sind die Aufgaben zu kompliziert? Er schaut die Journalistin mit grossen Augen an: «Normalerweise nicht. Nur grad jetzt.» Und knobelt weiter.

## Abc-App aus St. Gallen

Mit Appolino, dem ersten eigenständigen Lehrmittel für Tablets, lernen 5- bis 10-Jährige Lesen und Rechnen

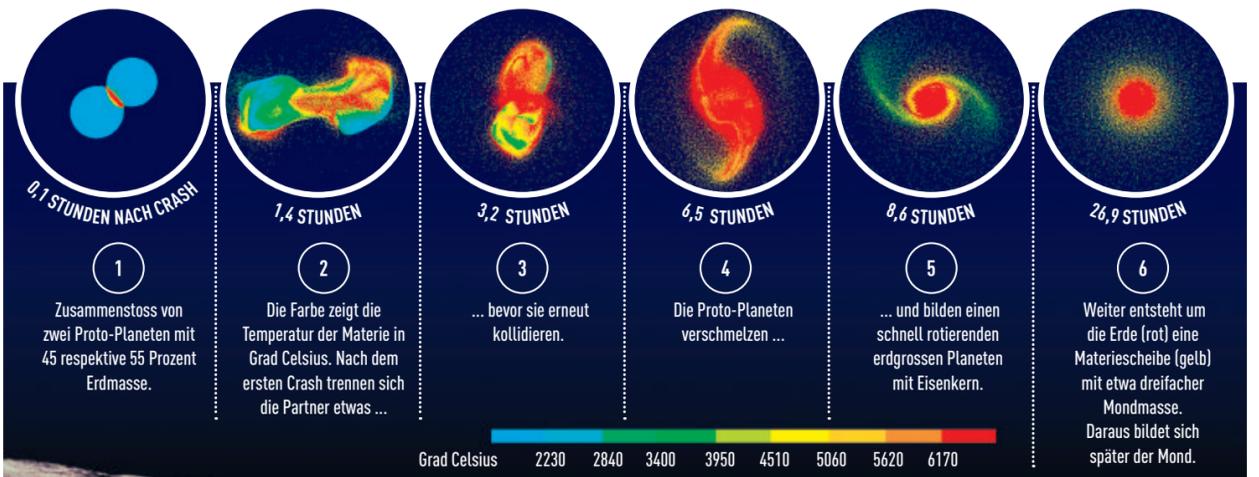
Die sechsjährige Pina fährt mit dem Zeigefinger über den Bildschirm des iPad: Sie «versorgt» gezeichnete blaue Klötze in eine grüne Kiste. Dann fragt eine Frauenstimme, wie viele Klötze jetzt in der Kiste seien, und fordert sie auf, gleich viele Finger auf den Bildschirm zu drücken. «Sechs, oder?», sagt Pina, zählt ihre Finger ab und drückt; die gemalte Lampe blinkt, es klingelt. Richtig! Neue Klötze fallen.

Pina übt mit der App Appolino des Lehrmittelverlags St. Gallen das Rechnen. Es ist die erste Lern-App eines Schweizer Lehrmittelverlags, die unabhängig von einem Lehrmittel existiert und sich als eigenständiges Lernwerkzeug versteht: «Wir haben uns bei der Entwicklung ganz auf das Medium Tablet konzentriert», sagt Autor Achim Arn, 36. Appolino-Apps (www.appolino.ch) gibt es zum Rechnen und Lesen und Schreibenlernen.

Arn ist Primarlehrer in Wil und unterrichtet eine Klasse von 24

Kindern im Alter von 5 bis 10 Jahren. Zum App-Entwickler machte ihn die Not: Als die Klasse neue iPads anschaffte, habe er gemerkt, dass brauchbare Inhalte für die Schule fehlten. Er machte sich mit anderen an eine App, «mit der Kinder individuell lernen können». Fachdidaktische Hilfe bot ihm die PH St. Gallen. 16 Monate vergingen von den ersten Entwürfen bis zum fertigen Produkt, laufend getestet von Arns Klasse.

Entstanden sind herrlich übersichtliche, auffallend liebevoll gestaltete Lernwerkzeuge – ohne Gejodel und Games zur Belohnung. Arn: «Ein Kind hat genug Motivation durch das Lernen selbst. Es braucht keinen Rambazamba drum herum.» Sechs Apps in Mathematik und Deutsch sind geplant, die erste («Zahl und Menge») steht seit letzter Woche in einer Gratis- und einer Vollversion (28 Fr.) im App-Store bereit. Die erste Sprach-App («Lesen») gibts gratis als abgespeckte Version. S. LUCHETTA



## So könnte der Mond entstanden sein

Simulation von Robin Canup (siehe Text)



Ähnlich, aber nicht gleich: Astronaut Harrison Schmitt nimmt während der Apollo-17-Mission von 1972 Bodenproben vom Mond

FOTO: NASA

# Der fremde Zwilling

Forscher versuchen, der Entstehung des Mondes auf die Schliche zu kommen

VON JOACHIM LAUKENMANN

Der Mond ist eine Sturzgeburt. Er entstand, als vor rund 4,5 Milliarden Jahren ein marsgrosser Himmelskörper mit der jungen Erde kollidierte. Beim Crash der beiden Himmelskörper wurde Materie in den Erdrorbit geschleudert. Es bildete sich eine heisse Materiescheibe, aus deren äusserem Teil sich der Mond zusammenballte. Diese fast 40 Jahre alte Hypothese hat sich seit Mitte der 1980er-Jahre durchgesetzt.

Sie hat jedoch einen Haken. Jeder Planet und jede Gruppe von Meteoriten im Sonnensystem unterscheiden sich chemisch – dasselbe sollte auch für die junge Erde und den «Theia» genannten Einschlagskörper gelten. Simulationen zeigten weiter, dass der Mond zu einem erheblichen Anteil aus Theia-Material bestehen müsste. Folglich müssten sich auch die Erde und ein Mond aus Theia-Materie chemisch unterscheiden. Doch das ist nicht der Fall: Analysen von Mondgestein zeigten, dass sich Erde und Mond chemisch in vieler Hinsicht sehr ähnlich sind. Die Zusammensetzung gewisser Isotope von Sauerstoff, Chrom, Wolfram und Titan belegt, dass Mond und Erde «isotopische Zwillinge» sind.

Nun konnten zwei Forscherteams einen Ausweg aus diesem

Zwillingsparadox finden und somit die Einschlagshypothese stützen. «Das Problem der isotopischen Zwillinge ist perfekt gelöst», sagt Rainer Wieler vom Institut für Geochemie und Petrologie der ETH Zürich. «Es können jedoch nicht beide Arbeiten der Wahrheit entsprechen.» Denn es werden sehr unterschiedliche Einschlagsszenarien betrachtet.

### Die Erdrotation verlangsamte sich über Jahrmilliarden

Matija Cuk und Sarah Stewart von der Harvard University untersuchten die Kollision einer recht kleinen Theia (fünf Prozent der Erdmasse) mit einer sehr rasch rotierenden jungen Erde (Proto-Erde): Diese dreht sich alle zwei bis drei Stunden um die eigene Achse. Wie die Forscher im Wissenschaftsmagazin «Science» berichteten, konnte sich in diesem Fall ein Mond bilden, der wie der heutige Mond kaum Eisen im Kern hat, der so gross ist wie «unser» Mond und dessen Chemie praktisch identisch ist mit derjenigen der Erde.

Eigentlich widerspricht die Annahme einer rasch rotierenden Proto-Erde der Wirklichkeit. Gemäss der simulierten Kollision würde das System Erde/Mond nämlich zu viel Rotationsenergie (Drehimpuls) besitzen. Ein Erdtag wäre heute viel kürzer, als er tatsächlich ist.

Diesen scheinbaren Widerspruch lösten Cuk und Stewart mit einem bisher wenig beachteten Wechselspiel von Erde, Mond und Sonne auf. Bei einer speziellen Anordnung dieser drei Himmelskörper, der sogenannten Evekations-Resonanz, können Erde und Mond bis zur Hälfte ihres Drehimpulses an die Sonne abgeben. In der Simulation war der junge Mond rund 68 000 Jahre in der Resonanz gefangen. Der Erdtag verlängerte sich in dieser Phase von 2,6 auf 5,4 Stunden. Im Verlauf der Jahrmilliarden verlangsamte sich die Erdrotation aufgrund der Gezeitenkräfte des Mondes weiter auf die heutigen 24 Stunden pro Umdrehung.

Damit ist allerdings nicht gesagt, dass tatsächlich ein Meteorit mit fünf Prozent Erdmasse auf die Proto-Erde traf. In einer zweiten, ebenfalls in «Science» publizierten Arbeit, liess die Astronomin Robin Canup vom Southwest Research Institute in Boulder, USA, zwei gleich grosse Himmelskörper von je halber Erdmasse frontal zusammenprallen. Dabei kommt es zu einer Verschmelzung beider Körper, die chemischen Charakteristika der Kollisionspartner gleichen sich an (siehe Grafik). Auch der Mond entstünde aus einer durchmischten Materiescheibe, hätte also dieselbe Chemie wie die entstehende

Erde. Erneut muss die Evekations-Resonanz herhalten, um den zu hohen Drehimpuls nach dem Crash zu reduzieren.

### Modelle zur Erdentstehung müssen einbezogen werden

Einen dritten Erklärungsansatz hatten Wieler und Matthias Meier von der ETH zusammen mit Andreas Rufer und Willy Benz von der Universität Bern diesen Sommer in der Fachzeitschrift «Icarus» präsentiert. Dabei trifft eine marsgrosse Theia so heftig und in steilem Winkel auf die Proto-Erde, dass ein Grossteil des Theia-Materials weggeschleudert wird und in den Tiefen des Sonnensystems verschwindet. So würde sich der Mond aus einem grösseren Anteil Erdmaterial bilden und hätte zumindest eine erdähnliche Chemie. «Damit ist das Problem zwar nicht ganz gelöst, aber fast», sagt Wieler. Unter Berücksichtigung der Evekations-Resonanz könne es auch mit diesem Ansatz klappen.

«Welches der Szenarien das wahrscheinlichste ist, müssen letztlich Modelle zur Erdentstehung klären», sagt Studienautorin Canup. Denn Modelle zur Geburt der Erde aus der Staubscheibe um die Sonne sagen auch, welche Art von Theias am ehesten im jungen Sonnensystem umherschwirren und möglicherweise mit der Proto-Erde kollidierten.