

MINT – Mutig Investieren, Nachwuchs Trainieren

Text: Belinda Meier

Foto: Roger Wehrli

MINT ist in aller Munde – und das nicht erst seit Kurzem. Die MINT-Förderung findet schweizweit seit mehreren Jahren intensiv und vielschichtig statt. Das Ziel, den Fachkräftemangel in MINT-Berufen zu entlasten, ist allerdings noch immer nicht erreicht. Grund genug, um diesen Fächern und ihrer Förderung eine Serie zu widmen.



Obschon die Studienplätze in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) begehrter denn je sind, mangelt es in der Schweiz noch immer stark an qualifizierten Fachkräften in den technischen Berufen. Gemäss den Ergebnissen des «Fachkräftemangel Index Schweiz» für das Jahr 2018, die Adecco Schweiz in Zusammenarbeit mit dem Stellenmarkt-Monitor Schweiz der Universität Zürich jährlich veröffentlicht, sind es allen voran die Ingenieur-, Technik- und Informatikberufe, die von akutem Fachkräftemangel betroffen sind. Zusammen mit den Berufen des Treuhandwesens und der Humanmedizin und Pharmazie bilden sie die fünf Berufsgruppen, die in der Schweiz den grössten Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften aufweisen. Die fehlenden Arbeitskräfte werden dabei dem zu geringen Frauenanteil zugeschrieben: «Ein wichtiger Grund für den Fachkräftemangel in diesen Berufen dürfte (...) sein, dass es immer noch wenig Frauen gibt, die eine Ausbildung in den klassischen MINT-Berufen (...) absolvieren und in diesen Berufen arbeiten.»

Wachstum an Studierenden feststellbar

Betrachtet man an den Schweizer Hochschulen die Entwicklung der Studienantritte und -abschlüsse, so ist hingegen kaum begreifbar, dass die Situation auf dem Arbeitsmarkt derart heikel ist. Die Hochschulstatistik 2018 des Bundesamts für Statistik hat gezeigt, dass sich im Studienjahr 2016/17 rund 70 000 Personen für ein MINT-Studium eingeschrieben haben. Dies kommt knapp einem Drittel aller Studierenden gleich. Die Hälfte der MINT-Studierenden entscheidet sich für die beiden Bereiche «Technik und IT» oder «Chemie und Life Sciences». Der Frauenanteil hängt dabei stark vom Bereich ab: Während die Frauen in Chemie und Life Sciences mit 54 Prozent an universitären Hochschulen (UH) und mit 43 Prozent an Fachhochschulen (FH) besonders stark vertreten sind, ist ihr Anteil in den Technikbereichen (UH: 20 Prozent; FH: 10 Prozent) und in Informatik (UH: 14 Prozent; FH: 12 Prozent) vergleichsweise gering. Rund ein Drittel der Masterabschlüsse (4400 Abschlüsse) an Universitäten wurden 2016 in MINT-Fächern vergeben, grösstenteils in Chemie und Life Sciences. An den Fachhochschulen verhielt es sich wie folgt: Ein Drittel der Bachelorabschlüsse (4300 Abschlüsse) und ein Fünftel der Masterabschlüsse (546 Abschlüsse) wurden in einem MINT-Fach vergeben, grösstenteils in Technik und IT.

Noch immer keine Beruhigung in Sicht

Die vielen verschiedenen MINT-Initiativen von Bund und Kantonen, die Schülerinnen und Schüler für ein Studium im MINT-Bereich zu begeistern versuchen, haben sich anschein-

end gelohnt. Eine Trendwende auf dem Arbeitsmarkt ist kurzfristig dennoch nicht in Sicht, wie der Fachkräftemangel Index Schweiz deutlich gezeigt hat. Weitere Anstrengungen sind dringend notwendig. MINT-Förderung muss Kinder und Jugendliche aller Schulstufen erreichen. Mädchen und Jungen sollen dieselben Chancen haben. Lehrpersonen müssen in der Lage sein, komplexe Aufgaben anschaulich und ansprechend zu vermitteln, damit die Schülerinnen und Schüler nachhaltig Wissen anreichern und Kompetenzen erwerben können. Sie müssen Zusammenhänge verstehen, erklären, auf verwandte Gebiete anwenden und auf höherer Schulstufe darauf aufbauen können.

MINT-Förderung: Empfehlungen und Angebote

Die Akademien der Wissenschaften Schweiz nehmen im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) ein Mandat für die MINT-Förderung bei Kindern und Jugendlichen wahr. Im Schlussbericht für das Mandat 2013–2016, der im Juli 2018 veröffentlicht wurde, hielten sie Handlungsempfehlungen fest, die dem Fachkräftemangel und dem tiefen Frauenanteil in bestimmten MINT-Fächern entgegenwirken sollen. Diese beinhalteten unter anderem die Förderung von MINT-Projekten, die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen, die Verbesserung und Produktion von Unterrichtsmaterialien, die Nachwuchsförderung sowie die Förderung der Chancen- und Geschlechtergerechtigkeit.

Das MINT-Lernzentrum der ETH Zürich setzt sich seit zehn Jahren erfolgreich für einen guten MINT-Unterricht ein. Es entwickelt hochwertige Unterrichtsmaterialien, deren Einsatz wissenschaftlich begleitet und evaluiert wird, und bildet auch Lehrpersonen weiter. In den vergangenen Jahren haben Bildungsinstitutionen, aber auch die Privatwirtschaft stark in die MINT-Förderung investiert. Zahlreiche MINT-Projekte für Lernende sowie Weiterbildungsangebote für Lehrpersonen sind entstanden. Ebenfalls wurden spezifische Angebote für Mädchen entwickelt, um die Untervertretung von Frauen in MINT-Berufen längerfristig zu korrigieren.

Serie «MINT» startet jetzt!

In der vorliegenden Ausgabe startet BILDUNG SCHWEIZ nun die neue Serie «MINT». Über mehrere Nummern hinweg wird die Redaktion ausgewählte MINT-Förderprojekte vorstellen, einem guten MINT-Unterricht auf die Spur gehen, die Geschlechterunterschiede beleuchten, Massnahmen zur Nachwuchsförderung vorstellen, ein FabLab besuchen und vieles mehr. Den Auftakt bilden das Interview mit Elsbeth Stern, Professorin für Lehr- und Lernforschung an der ETH Zürich, ein bildungspolitischer Überblick und die Reportage zur SWiSE-Tagung. ■

«Früher mit harten Naturwissenschaften starten»

Elsbeth Stern ist Professorin für Lehr- und Lernforschung an der ETH Zürich. Im Interview mit BILDUNG SCHWEIZ erklärt sie, weshalb sie von einer frühen Profilbildung nichts hält und was guten MINT-Unterricht ausmacht.

BILDUNG SCHWEIZ: Frau Stern, geht es um MINT-Förderung, wird häufig mit dem Fachkräftemangel argumentiert. Was ist für Sie das wichtigste Argument?

ELSBETH STERN: Für mich als Bildungsforscherin und in der Lehrerbildung Tätige ist erst einmal der Bildungsaspekt zentral. Bildung ist Weltverständnis. Es ist nicht gut, wenn wir ständig mit Technik zu tun haben und die wenigsten Menschen auch nur eine Grundidee davon haben, wie sie funktioniert. Ich kann verstehen, dass man den Fachkräftemangel als Problem sieht, aber das alleine würde es nicht rechtfertigen.

Noch immer scheint es, als seien die MINT-Fächer in der Schule nicht sehr beliebt. Woran könnte das liegen?

Es liegt teils daran, dass viele Dinge wirklich sehr schwer zu verstehen sind. Wissenschaften wie Physik und Chemie haben sich erst in den letzten Jahrhunderten voll entwickelt. Es wurden neue Erkenntnisse gewonnen, vieles musste verworfen werden. Das war für den menschlichen Geist nicht einfach. Dazu kommt: Man kann sich mit geringen Französisch- oder Englisch-Kenntnissen schon etwas verständigen. Im MINT-Bereich hat man die Dinge aber häufig entweder ganz oder gar nicht verstanden. Wenn man nicht versteht, wovon der Lehrer spricht oder worauf es bei den Aufgaben ankommt, ist man frustriert.

Sind Naturwissenschaften in der Schule vielleicht zu wenig attraktiv? Bräuchte es mehr Knalleffekte, «Bum-Tätsch» und rauchende, farbige Flüssigkeiten?

Nein, nein! Das braucht es eben gerade nicht. Viele Leute würden die physikalische Welt gern besser verstehen oder würden wissen wollen, wie ihr Handy funktioniert. Aber dahinter steckt viel formales Wissen, man muss teils sehr schwierige Dinge verstehen. An der ETH arbeiten wir in all unseren Projekten bewusst ohne solche Knalleffekte, denn diese entfachen nur ein kurzfristiges Feuer. Ich stehe Angeboten kritisch gegenüber, die vor allem Begeisterung und Interesse wecken wollen und auf ausserschulische Lernorte setzen. Natürlich gefällt das den Schülerinnen und Schülern, aber danach finden sie den

Unterricht in der Schule noch blöder. Die mathematischen Grundlagen, die man braucht, sind trocken. Man muss sehr viel Zeit darauf verwenden und viel üben.

Es gibt häufig Projektwochen oder MINT-Workshops mit Eventcharakter. Kann man sich das also sparen?

Dann könnte man sich auch Wandertage oder Exkursionen sparen. Es gehört mehr zur Schule, als immer nur lehrergesteuert zu lernen. Von daher ist es vollkommen okay, wenn man mal etwas mit Eventcharakter macht. Es darf aber nicht der Eindruck entstehen – und das ist fatal –, dass der ganze Unterricht so gestaltet sein müsste.

MINT-Fächer sind harte Arbeit. Man muss Ausdauer und Durchhaltewillen haben.

Ja. Aber Lehrpersonen haben sehr viel in der Hand. Man sollte dies nicht als Entschuldigung nehmen, schlechten und trockenen Unterricht zu machen. Entscheidend ist, dass Lehrpersonen den Schülerinnen und Schülern mehr Zeit geben, die schwierigen Sachen zu verstehen. Auch müssen sie nachvollziehen können, warum

«Wenn Lehrpersonen die Tafel mit Merksätzen füllen, Aufgaben vorgeben und denken, die Intelligenten können es, die anderen gehören sowieso nicht aufs Gymnasium, dann stimmt das einfach nicht.»

es für die Kinder so schwierig ist. Häufig liegt es daran, dass man Begriffe anders interpretieren muss. Ich gebe Ihnen ein Beispiel aus der Primarschule, Fach Biologie: Die Tochter eines Mitarbeiters von mir hat erzählt: «Wir haben heute gelernt, der Mensch stammt vom Affen ab, stimmt das?» Der Vater bejahte. Darauf fragte die Kleine: «Wann war ich ein Affe?» Sie konnte mit den Informationen aus der Schule gar nichts anfangen. Sie wusste, dass sie ein Mensch ist und einmal ein Baby war. Warum soll sie nicht auch mal



Die Lehr- und Lernforscherin Elsbeth Stern befasst sich intensiv mit MINT. Fotos: Philipp Baer

ein Affe gewesen sein? Wenn die Lehrerin also meint, sie hat die Evolutionstheorie damit abgehakt, dann hat sie stattdessen ein neues Missverständnis hervorgerufen. Die Lehrpersonen müssen an diesen kontraintuitiven Dingen arbeiten, das steht bei uns in der Lehrerbildung im Mittelpunkt. Es nützt nichts, den Schülerinnen und Schülern Aufgaben vorzugeben, bei denen sie zentrale Begriffe wie Masse nicht verstehen. Darauf müsste man vermehrt Wert legen. Wenn Lehrpersonen die Tafel mit Merksätzen füllen, Aufgaben vorgeben und denken, die Intelligenten können es, die anderen gehören sowieso nicht aufs Gymnasium, dann stimmt das einfach nicht. Die Intelligenten können es nicht von selber. In der Physik gibt es sehr viele sogenannte Minderleister. Diese sind ansonsten sehr gut in der Schule und auch intelligent, haben aber das Fach abgeschrieben, weil sie mit dem Wissen nichts anfangen können. Schülerinnen und Schüler möchten merken, dass sie die Welt mit ihrem Wissen ein bisschen besser verstehen.

Was machen die Schulen in der Schweiz im MINT-Bereich bereits gut?

Es ist eine spürbare Bereitschaft da. Die Fortbildungen an der ETH, auch für Primar- und Sekundarschullehrpersonen, werden rege genutzt. Lehrpersonen frustriert es ja auch, wenn sie sich bei

der Vorbereitung anstrengen und die Schülerinnen und Schüler dann scheitern, wenn die Fragen bei der nächsten Klausur etwas anders gestellt werden. In unserem grossen Projekt «Physik in der Primarschule» untersuchen wir, wie sich der Unterricht langfristig auswirkt. Der Projektgeber glaubte, wir finden höchstens zehn Freiwillige – inzwischen sind es 600 Lehrpersonen. Man muss die richtigen Sachen anbieten. Am schlimmsten ist es, nur kurzfristiges Interesse, «Strohfeuer», zu entfachen oder Lehrpersonen sich selbst zu überlassen. Viele Primarlehrerinnen hatten Physik nicht als Lieblingsfach und fühlen sich fachlich unsicher. Da braucht es eine gute, unterrichtsbegleitende Fortbildung, um sie zu unterstützen. Genauso mühsam, wie es für die Lernenden ist, MINT-Themen zu verstehen, ist es für Lehrpersonen schwierig, lernwirksam zu unterrichten. Ein weiteres Problem ist der Mangel an MINT-Lehrpersonen in allen Bereichen, weshalb man auch nicht einfach eine höhere Stundendotation vorschreiben kann.

Gibt es neben der Bereitschaft noch etwas, was gut funktioniert?

Die Schulen sind sehr autonom. Wir müssen nicht durch hundert Behörden gehen, um etwas umzusetzen. Wir arbeiten evidenzbasiert, schauen also, was die Schülerinnen und Schüler vor und nach unserem Unterricht können. Dann vergleichen wir sie mit einer Kontrollgruppe, die den Unterricht nicht hatte. Bei Themen wie «Luft und Luftdruck» oder «Schwimmen und Sinken» konnten Sechstklässler ohne unseren Unterricht die Fragen weniger gut beantworten als Zweitklässler, die ihn besuchten. Manches lernt man auch ausserhalb der Schule, aber das gehört nicht dazu, da war unser Unterricht entscheidend.

Das ist auch ein Resultat der MINT-Studie, die 2011 startete und die Sie gemeinsam mit dem MINT-Lernzentrum der ETH leiten. Was ist der jetzige Stand? Wir sind mit 300 Schülerinnen und Schülern gestartet. Sie besuchen heute das Gymnasium. Später kamen mehrere tausend hinzu. Viele Schülerinnen und Schüler sind nun in der fünften und sechsten Klasse, einige auch in der siebten und achten. Für

diese Stufe bieten wir neuen Unterricht an und prüfen, wie sie ihn nutzen können. Eigentlich wollen wir die Längsschnittstudie schon lange beenden, aber viele Lehrpersonen möchten gern nochmals teilnehmen. Deshalb findet es irgendwie nie ein Ende. Das ist natürlich schön, denn bei naturwissenschaftlichen Studien zählt auch die Datenmenge. Zudem sehen wir, ob die Kinder mehr profitieren, wenn eine Lehrperson das Material zum zweiten Mal einsetzt. Für die MINT-Studie hat meine Kollegin Kornelia Möller an der Universität Münster tolle Angebote entwickelt. Für die fünfte bis siebte Klasse gibt es hingegen nur wenige Angebote.

Gibt es Steigerungspotenzial bei MINT-Unterrichtsthemen in der Schweiz?

Ja, klar. Die Frage ist: Wie muss ein gutes Lehrmittel aussehen? Unserer Meinung nach muss es sehr konkret sein, Vorschläge für jede Stunde enthalten, eine sinnvolle Abfolge vorgeben und vor allem auch Aufträge bieten. Zudem sollte die Lehrperson vor der Unterrichtsstunde mindestens zehn mögliche Fragen auflisten, denn gute Fragen schüttelt man nicht einfach aus dem Ärmel. Ebenfalls muss sie verstehen, was wir uns bei unseren Materialien gedacht haben. Wir entwickeln alles

«Genauso mühsam, wie es für die Lernenden ist, MINT-Themen zu verstehen, ist es für Lehrpersonen schwierig, lernwirksam zu unterrichten.»

gemeinsam mit ihnen, auch die Fortbildung. Wichtig ist auch, dass die Lehrpersonen die Wahl haben und der Unterricht nicht pfannenfertig ist. Sie sollen Unterstützung haben, aber dennoch frei darin sein, wie sie den Unterricht gestalten möchten. Lehrpersonen sind letztlich die Keyplayer im Unterricht.

Die MINT-Studie zeigt: Achtjährige Kinder konnten nach Ihrem speziellen Physikunterricht ihr Wissen deutlich und nachhaltig vergrössern. Was heisst das für die Lehrerausbildung?

Wir konnten langfristige Effekte feststellen. Schwächere Schülerinnen und Schüler haben zumindest gelernt, was man ihnen beigebracht hat. Intelligenter Kinder können das Verständnis später sogar in neuen Gebieten nutzen. Für die Gymnasiallehrpersonen entsteht daraus auch eine Schwierigkeit. Sie bemängeln, was alles in der Grundschule nicht gelernt worden sei. Ich sage ihnen dann: Wenn wir den Unterricht verbessern und die Schülerinnen und Schüler mehr können, dann müsst ihr das auch nutzen.

Das fordert also auch die Gymnasiallehrpersonen heraus?

Ja, das soll es aber auch, sonst wäre ja alles für die Katz gewesen. In der Schweiz besteht noch Nachholbedarf, es gibt noch immer eine Diskrepanz zwischen Lehrpersonen für das Gymnasium auf der einen und den Primar- und Sekundarlehrpersonen auf der anderen Seite. Ein Problem ist auch, dass die Ausbildung an verschiedenen Institutionen stattfindet.

Müssten Ihrer Meinung nach alle Lehrpersonen an Universitäten studieren?

Die Universität alleine macht es nicht aus. Doch die Lehrpersonen der unterschiedlichen Stufen nehmen sich gegenseitig relativ wenig zur Kenntnis. Bei den Übergängen vom Kindergarten zur Primarschule und von dieser zur Sekundarschule hat sich viel getan, aber die Schnittstelle zu den Gymnasien sollte optimiert werden. In meiner Vorlesung für künftige Gymnasiallehrpersonen vermittele ich auch Wissen zur Entwicklung von Primarschulkindern. Die Studierenden sollen verstehen, was die Kinder, die zu ihnen in den Unterricht kommen, schon durchgenommen haben und wo es noch Probleme geben kann.

Was macht guten MINT-Unterricht aus?

Am Anfang sollte eine Frage stehen, die man nicht beantworten kann. Diese muss nicht superspannend sein, aber es sollte den Kindern klar sein: Wenn ich mich auf den Unterricht einlasse, kann ich sie beantworten. Dann sollen die Kinder selbst möglichst viele Antworten geben. Ein Beispiel für eine Frage ist: Warum schwimmt ein schweres Schiff aus Stahl? Die Kinder

antworten dann mit «Es hat einen Kapitän» oder «Es hat einen Motor». Anschliessend kann man ihnen aufzeigen, dass ein Topf aus Stahl auch schwimmt, und der hat weder einen Motor noch einen Kapitän. Man muss mit den Hypothesen der Schülerinnen und Schüler arbeiten. Lehrpersonen müssen wissen, was eine intuitive, aber falsche Vorstellung ist.

Kann man falsche Vorstellungen bei jüngeren Kindern besser zurechtbiegen?

Man kann immer dazulernen. Manche Dinge sollte man aber möglichst schnell aufgeben. So kann man beispielsweise die Welt nicht so gut verstehen, wenn man bis zum 15. Lebensjahr glaubt, dass Luft ein negatives Gewicht hat. Für den MINT-Unterricht sollte man die Themen wählen, die verstanden werden können, und nicht die, die Spass machen. Intuitiv verstehen Kinder durch Experimente beispielsweise, warum ein Schiff schwimmt, und lernen so eine Vorform von Dichte und Auftrieb. Nach dem Unterricht können etwa 60 Prozent mit den Begriffen etwas anfangen. Die anderen wissen immerhin, dass Holz schwimmt und Eisen untergeht. Man sollte sich auch überlegen, welche Themen auch Faktenwissen bieten und in welchen es verschiedene Stufen des Verstehens gibt. Schliesslich kann man eine «Good-Enough»-Kompetenz definieren. Man legt dabei fest, was mindestens von allen Schülerinnen und Schülern verstanden werden soll.

Haben die Lehrpersonen einen solchen Spielraum? Der Lehrplan gibt ihnen die Themen doch vor.

Es muss sich niemand hinter dem Lehrplan verstecken. Wie man die Themen unterrichtet und einbettet, bleibt auch mit dem Lehrplan 21 sehr offen – auch wenn er viele Anregungen bietet. Man muss sich auch überlegen, welche Themen vor dem Übertritt in die nächste Stufe behandelt werden sollten.

PISA 2015 hat gezeigt, dass 15-jährige Mädchen in der Schweiz im Ländervergleich weniger Interesse an MINT haben und sich weniger zutrauen als ihre gleichaltrigen Mitschüler. Woran könnte das liegen?



«Am Anfang des MINT-Unterrichts soll eine Frage stehen», erklärt Elsbeth Stern.

Ich glaube, dass die harten Naturwissenschaften häufig zum ungünstigsten Zeitpunkt anfangen. Wenn man in die Pubertät kommt, interessiert man sich für alles Mögliche – aber nicht unbedingt für die Schule. Genauso, wie man in der Schule selbstverständlich Lesen und Schreiben lernt, sollte man daher etwas über Naturwissenschaften lernen, bevor die Geschlechtsidentität herausgebildet ist. Deshalb setzt die MINT-Studie im Primarschulalter an. Zudem bin ich der Meinung, dass man die Schwerpunktfächer am Gymnasium zu früh festlegt. Dazu kommt, dass ein Mädchen nicht gern als Einziges in einer Jungenklasse ist. Die Leistungsunterschiede zwischen Jugendlichen in einer Schwerpunktklasse und den anderen sind gar nicht so gross. Deshalb sollte man die Wahlmöglichkeiten für alle länger offenlassen! Den Mädchen macht man es insgesamt zu leicht, sich von den Naturwissenschaften, den Jungs, sich von der Sprache zu verabschieden. Ich kenne intelligente Jungen, die aufgrund von Lesedefiziten nicht aufs Gymnasium gehen. Man sollte sie lesen lassen, was sie interessiert – Hauptsache, sie lesen.

Und wie ist das bei den Mädchen?

Mathematik braucht man überall, beispielsweise auch im Psychologiestudium. Zwar möchte niemand dumm sein, aber haben

viele auch nichts dagegen zu sagen, sie seien mathematisch oder sprachlich nicht begabt. Wir lassen das viel zu früh zu und festigen damit bestehende Rollenbilder.

Viele Jugendliche wählen das KV oder den Detailhandel für ihre Lehre. Das sind Branchen, welche die Digitalisierung stark verändern wird. Wie könnten mehr junge Menschen für einen MINT-Beruf motiviert werden?

Indem man ihnen früh aufzeigt, dass sie auch in diesen Berufen ein Kompetenzerleben haben können. Auch Praktika können helfen. Manchmal fehlt zudem schlicht das Wissen über die Möglichkeiten, deshalb informiert die ETH an den Gymnasien darüber, dass man dort viel mehr studieren kann als Physik und Chemie. Für alles braucht man allerdings gute Mathematikkenntnisse. ■

Interview: Deborah Conversano

Zur Person

Prof. Dr. Elsbeth Stern ist ordentliche Professorin für empirische Lehr- und Lernforschung und Leiterin des Instituts für Verhaltensforschung am Departement für Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften der ETH Zürich. Dort ist sie verantwortlich für den pädagogischen Teil der Ausbildung angehender Gymnasiallehrpersonen.

Dauerbrenner auf der bildungspolitischen Agenda

MINT-Themen stehen regelmässig auf der Traktandenliste in der Schweizer Bildungspolitik. Im Sinne einer kurzen Auslegeordnung gibt BILDUNG SCHWEIZ einen Überblick über erledigte und hängige Vorstösse und Projekte des Bundesrats und des Parlaments.

Gleich vorweg: Die MINT-Fächer und -Berufe fliegen im Schweizer Parlament nicht unter dem Radar. In den vergangenen Jahren haben die Mitglieder des National- und des Ständerats zahlreiche bildungspolitische Vorstösse zum Thema eingereicht. Einige davon wurden auch angenommen, wie beispielsweise das Postulat 15.3854 von SP-Nationalrat Mathias Reynard aus dem Wallis. Dieses verlangte vom Bundesrat, mit Blick auf den Arbeitsmarkt einen Bericht über die Risiken, Chancen und Folgen der Digitalisierung ausgelöst Automatisierungsprozesse vorzulegen. Hier war der Bundesrat nicht nur bereit, diese Fragen zu prüfen und über den aktuellen Stand zu informieren, sondern er verknüpfte Reynards Vorstoss gleich mit einem anderen, thematisch ähnlichen Postulat. Der Waadtländer FDP-Nationalrat Fathi Derder hatte in seinem angenommenen Postulat 17.3222 gefordert, die in der digitalen Wirtschaft neu entstehenden Berufe sowie die Mittel zu deren Förderung zu beschreiben.

Verbesserungspotenzial erkannt

Diesen integrierten Bericht hat der Bundesrat am 8. November 2017 verabschiedet. Fazit des Berichts: Der Schweizer Arbeitsmarkt befinde sich in einer sehr guten Ausgangslage und werde durch eine gezielte Verbesserung der Rahmenbedingungen von der Digitalisierung profitieren. Dies setze aber voraus, dass die Bildung noch stärker auf die in der digitalen Wirtschaft benötigten Kompetenzen ausgerichtet wird. Diese Schlussfolgerungen decken sich dabei mit denjenigen aus zwei anderen Berichten, die 2017 erschienen sind. Zum einen lieferte der Bundesrat am 11. Januar mit «Rahmenbedingungen der digitalen Wirtschaft» eine Auslegeordnung innerhalb seiner Strategie «Digitale Schweiz», die im September 2018 aktualisiert und für die nächsten zwei Jahre verabschiedet wurde. Zum anderen veröffentlichte das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) am 5. Juli den Bericht «Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung». Dieser hält

fest, dass Bildung und Forschung im Hinblick auf die gestiegene Bedeutung der Digitalisierung bereits reagiert haben und die Schweiz dank des durchlässigen Bildungssystems grundsätzlich eine gute Position aufweist. Gleichwohl ortet der Bericht Handlungsbedarf in Bereichen, die im dazugehörigen Aktionsplan für 2019 und 2020 aufgeführt sind. So falle die Schweiz zum Beispiel in aufkommenden Forschungsfeldern der Digitalisierung wie Big Data im internationalen Vergleich ab, und in der Bildung müssten die MINT-Fächer verstärkt gefördert werden.

Gut, aber offenbar nicht gut genug

Strategie, Aktionsplan, Berichte: Es ist definitiv nicht so, dass der Bundesrat die Hände in den Schooss legt. Er unterstützt unter anderem auch das interkantonale Projekt FIDES (Föderation von Identitätsdiensten für den Bildungsraum Schweiz), das Lernenden und Lehrpersonen einen einzigen gesicherten Zugang zu Online-Diensten ermöglichen soll. Dennoch stellt



Die MINT-Fächer und -Berufe kommen regelmässig auf das bildungspolitische Tapet von Bundesrat und Parlament. Foto: Thinkstock/mddphoto

sich bei der Analyse der im Parlament eingereichten Vorstösse der Eindruck ein, die bundesrätlichen Aktivitäten seien für die Mitglieder des National- und des Ständerats nicht ausreichend. So forderte im Jahr 2016 die SP-Nationalrätin Min Li Marti in ihrer Motion 16.3730 den Bundesrat dazu auf, Massnahmen zur Erhöhung des im internationalen Vergleich unterdurchschnittlichen Frauenanteils in den MINT-Berufen zu ergreifen. Die Zürcherin interessiert sich auch persönlich für die Digitalisierung. «Obwohl ich ein wenig ein Nerd bin, habe ich weder Informatik studiert noch in der Branche gearbeitet. Ich habe mich daher gefragt, wie man Mädchen und Frauen wie mich motivieren könnte, in die IT zu gehen», begründet Marti ihren Vorstoss.

Der Bundesrat lehnte aber ebenso wie der Nationalrat die Motion ab: Er verwies in seiner Antwort einerseits auf die 140 Millionen Franken zur Stärkung der MINT-Kompetenzen in der BFI-Botschaft 2017–2020. Andererseits sei es nicht seine Aufgabe, etwas zu fördern, das in Projekten von Organisationen der Arbeitswelt oder an den Hochschulen bereits erfolge. Zum Schluss heisst es etwas kryptisch: «Der Bundesrat ist jedoch der Meinung, dass die Rahmenbedingungen, die die Deckung des Fachkräftemangels ermöglichen, gegeben sind und es nicht in seiner Verantwortung liegt, selber weitere Massnahmen zu ergreifen.» Marti selbst vermutet, dass bei einigen im Rat auch die Vorstellung mitschwingt, dass Frauen für MINT-Berufe halt nicht geeignet seien. Sie betont aber auch, dass die Auseinandersetzung mit der Gesellschaft gestärkt werden könnte. «Technik ist oft nur von der Machbarkeit getrieben, die Folgen werden zu wenig bedacht.»

Andere Vorstösse wiederum schaffen es gar nicht erst zur Abstimmung im Parlament, wie beispielsweise die Motion des Neuenburger FDP-Nationalrats Laurent Favre 12.3622. Im Juni 2014 wurde sie wie gesetzlich vorgesehen abgeschrieben, weil sie nicht innert zwei Jahren abschliessend im Rat behandelt wurde. Sie verlangte vom Bundesrat, gemeinsam mit den Kantonen und Hochschulen ein Förderprogramm für die MINT-Fächer auszuarbeiten, das bereits in der Grundstufe ansetzen

sollte. In seiner Antwort sah der Bundesrat davon ab, ein solches Programm zu lancieren. Einerseits bestünde schon ein breites Angebot an Initiativen zur MINT-Förderung, andererseits habe der Bund aufgrund der Bildungshoheit der Kantone keine Handlungskompetenzen auf Stufe der obligatorischen Schule. Diese Begründung kommt dann zum Tragen, wenn der Bund nicht eingreifen kann oder will.

Impulsprogramm auf freiwilliger Basis

Um dieses Argument zu entkräften und die Kompetenzordnung in der Bildung zu erhalten, hat die CVP-Fraktion in der noch hängigen Motion 18.3517 einen anderen Ansatz gewählt. Der Bundesrat soll die nötigen gesetzlichen Grundlagen für ein Impulsprogramm ausarbeiten, damit der Bund die Kantone und Gemeinden in der Stärkung der digitalen Kompetenzen an den Schulen unterstützen kann.

«Technik ist oft nur von der Machbarkeit getrieben, die Folgen werden zu wenig bedacht.»

«Diese Unterstützung basiert immer auf dem Grundsatz der Freiwilligkeit», erklärt Thomas Egger, Walliser Nationalrat und Sprecher der Motion. «Projektträger können daran partizipieren, müssen aber nicht.» Verschiedene Initiativen seien zwar im Gang, aber nicht alle Kantone würden über die gleichen finanziellen und personellen Ressourcen verfügen. Hier könne das Impulsprogramm entgegenwirken, damit sich der digitale Graben nicht noch weiter öffne. Dies liegt ihm als Berggebietsvertreter besonders am Herzen: «Dank der Digitalisierung könnte gerade in kleinen Bergdörfern der Unterricht völlig neu gestaltet werden. Sie bleiben dadurch attraktiv für Familien.»

Gleichwohl ist Egger nicht überrascht, dass der Bundesrat die Motion abgelehnt hat. Die Diskussionen mit anderen Ratsmitgliedern hätten aber das hohe Interesse daran gezeigt. «Unser Vorstoss hat letztlich auch dazu geführt, dass sich die nationalrätliche Bildungskommission (WBK-N) des Themas angenommen hat.» Er spricht hier

auf die zwei hängigen Motionen 19.3009 und 19.3010 an, die die WBK-N im Februar 2019 eingereicht hat. In einer Motion wird der Bundesrat beauftragt, innovative Digitalisierungsprojekte bekannt zu machen. Dies könnte über eine Ausweitung der Plattform digitalinform.swiss auf alle Bildungsstufen erfolgen, die seit Dezember 2018 besteht und derzeit nur auf die Berufsbildung beschränkt ist. Mit der zweiten Motion soll ein zeitlich befristetes Digitalisierungs-Impulsprogramm für die Hochschul-, Berufs- und Weiterbildung lanciert werden, um die Ziele der Strategie «Digitale Schweiz» erreichen zu können. Für dieses Programm soll der Bundesrat eine separate Vorlage parallel zur BFI-Botschaft erarbeiten. «Die Anliegen unserer Fraktionsmotion wurden somit von diesen beiden Kommissionsmotionen weitestgehend übernommen», freut sich Egger.

Digitalisierung überstrahlt alles

Zum Schluss dieser Analyse der parlamentarischen Vorstösse fällt einerseits auf, dass die MINT-Fächer in der Diskussion häufig auf die Informatik beziehungsweise die Digitalisierung reduziert werden, während die anderen Fächer ausgeblendet werden. Diese Tendenz hat sich im Lauf der Jahre noch verstärkt. Andererseits haben Vorstösse, die den Blick auf die MINT-Berufe richten, bessere Chancen zur Annahme im Parlament als solche, die sich um die MINT-Bildung drehen. Dies zeigt sich etwa in der abgelehnten Informatikoffensive, die die WBK-N mit ihrer Motion 17.3273 für die obligatorische Schule lancieren wollte und stark dem Vorstoss der CVP-Fraktion ähnelt, aber auch in der angenommenen Motion 17.3067 von FDP-Nationalrat Marcel Dobler aus St. Gallen. Er forderte, dass ausländische Masterabsolventen und Doktoranden aus Bereichen mit ausgewiesenem Fachkräftemangel wie den MINT-Berufen unbürokratisch in der Schweiz bleiben können. Der Einwand des Bundesrats, dass dies mit den bestehenden erleichterten Zulassungsvoraussetzungen bereits heute möglich sei und daher keine weiteren Ausnahmen vom Kontingentsystem vorgesehen seien, überzeugte weder im Nationalrat noch im Ständerat. ■

Maximiliano Wepfer



Roboterbienen im Kindergarten

In St. Gallen fand im März der 10. SWiSE-Innovationstag unter dem Motto «MINT einmal anders» statt. Er bot nicht nur Impulse für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht, sondern mit praxisorientierten Ateliers und Kurzvorträgen auch Gelegenheit, sich mit der Digitalisierung an den Schulen auseinanderzusetzen.

«In der Informatik geht es nicht um Computer, ebenso wie es in der Astronomie nicht um Teleskope geht», erläuterte Bernd Gärtner zu Beginn des Ateliers, welches das Programmieren von klein auf zum Thema hatte. «Aber worum geht es dann?», fragte der ETH-Professor die kleine Schar der anwesenden Lehrpersonen. Er reichte die Antwort gleich nach: «Informatik ist die Wissenschaft von der systematischen Darstellung, Speicherung, Verarbeitung und Übertragung von Informationen. Wir können dies mithilfe eines Algorithmus tun, wie wir es von der Division kennen. Sie sehen, Informatik ist keinesfalls etwas Neues, sondern sehr alt.»

Informatik für die Unterstufe

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des diesjährigen Innovationstags von Swiss Science Education (SWiSE) an der Pädagogischen Hochschule St. Gallen konnten zwischen 19 Ateliers und 10 Kurzreferaten auswählen. Beherrschendes Thema war die Digitalisierung mitsamt ihren Möglichkeiten und Gefahren. In ihrem Hauptvortrag sprach Professorin Ira Diethelm von der Universität Oldenburg über die digitale Bildung und was diese mit MINT zu tun

hat. Im anderen Hauptvortrag rückte Professor Ralph Kugler von der PH St. Gallen das Thema «Making macht Schule» ins Zentrum. Die Kurzreferate widmeten sich aktuellen Themen wie «Big Data im Supermarkt – was Kundenkarten über mich verraten» und «Personalisierte Werbung am Beispiel Zalando». Weiter wurden auch neue Lehrmittel vorgestellt, wie zum Beispiel «NaTech 7–9», das sich konsequent am Lehrplan 21 orientiert.

Im eineinhalb Stunden dauernden Workshop «Programmieren von klein auf» von Bernd Gärtner erfuhren Lehrpersonen, wie sie schon im Kindergarten und auf der Unterstufe Konzepte der Informatik vermitteln können. Um einen Computer programmieren zu können, gilt es, eine Sprache zu finden, die dieser versteht. «Sie müssen wissen, Computer sind sehr dumm», sagte Gärtner. «Bisher ist es nicht möglich, sie anhand unserer Sprache zu programmieren. Wir brauchen dazu einfache Befehle.» Um zu veranschaulichen, wie das funktioniert, hatte der Professor auf dem Boden ein Schachbrettmuster vorbereitet. Dieses bestand aus 16 Feldern und war quadratisch. Das Ziel war nun, eine Person von einem Feld auf ein anderes zu

führen. Einem Roboter gleich verstand sie nur Einzelbefehle. Dazu benötigte Gärtner vier mit Pfeilen versehene Bewegungskarten, die den Roboter Schritt für Schritt in die gewünschte Richtung lenkten. Logisches und vorausschauendes Denken waren gefragt.

Auf Umwegen mit Roboterbienen

Nach dieser kurzen Einführung hatten die Kursteilnehmenden Gelegenheit, kleine Roboterbienen, sogenannte Bee-Bots, loszuschicken. Ein Bee-Bot hat auf seiner Unterseite kleine Räder, die ihn in alle vier Himmelsrichtungen fahren lassen. Auf seinem Rücken befinden sich fünf Knöpfe,

«Computer sind sehr dumm. Bisher ist es nicht möglich, sie anhand unserer Sprache zu programmieren. Wir brauchen dazu einfache Befehle.»

die der Programmierung dienen. Je nach Knopf bewegt sich die Biene ein Feld vorwärts, rückwärts, dreht sich nach links, nach rechts oder legt eine Pause ein. Insgesamt kann sich der Roboter 40 Befehle merken, die er nacheinander ausführt. Nachdem jede Lehrperson ihren Bee-Bot einige Male auf ihrem Schachbrettmuster herumkurven liess, wurden die Aufgaben komplizierter. Beispielsweise setzten sich zwei Personen zusammen und liessen ihre Roboterbienen gleichzeitig auf einem Feld laufen. Jetzt galt es, den eigenen Bee-Bot so zu programmieren, dass er dem anderen nicht ins Gehege kam. Dies erforderte für das Gelingen nebst guter Kommunikation mit dem Gegenüber wiederum zielgerichtetes Vorausschauen. Wenn sich die beiden Bienen trotzdem einmal in die Quere kamen, löste das grosses Gelächter aus.

Um mit dem Bee-Bot vom Ausgangspunkt zum Ziel zu gelangen, sind mehrere Wege möglich. In einer Aufgabe, die sich diesem Thema widmete, wurde angemerkt, dass es keinen richtigen oder falschen Weg gebe. Wie könnte man also die Qualität einer Lösung messen? Eine mögliche Antwort darauf ist, dass der kürzeste Weg ein Qualitätsmerkmal ist, denn dadurch



Eine knifflige Programmieraufgabe: Die Roboterbienen, sogenannte Bee-Bots, dürfen sich nicht in die Quere kommen. Fotos: Roger Wehrli



Geduld und Fingerspitzengefühl sind gefragt, wenn die Gesetze der Mechanik anhand einfacher Beispiele ausprobiert werden.



Mithilfe eines rudimentären «Seiltänzers» lernen die Teilnehmenden, die Hebelwirkung zu begreifen und den Schwerpunkt zu finden.

lässt sich Zeit sparen. Wenn jedoch zwei Roboterbienen gleichzeitig unterwegs sind, könnte es dazu kommen, dass sie sich gegenseitig blockieren. In diesem Fall ist der Umweg zeitsparender. Auch wenn die Aufgaben schwieriger wurden, so blieb doch die Programmiersprache immer einfach. Aus diesem Grund, meinte der Kursleiter, seien die Bee-Bots geeignet für den Kindergarten und die Unterstufe und würden ausserdem fremdsprachigen Kindern gleiche Chancen bieten.

Die Gesetze der Mechanik erfahren

«Blättere die Seiten von zwei Büchern möglichst abwechselungsweise ineinander. Ist es möglich, die beiden Bücher an den Buchrücken auseinanderzuziehen?» So lautete eine der Fragen, die im Atelier «Mechanik verstehen» von Nicole Schwery behandelt wurden. Dieses lud dazu ein, die Gesetze der Mechanik anhand einfacher Beispiele auszuprobieren. Dazu genügten Alltagsgegenstände wie ein Besen, um den Schwerpunkt zu ermitteln, Dominosteine, um eine Brücke zu bauen, eine Kugel in einem Glas, um die Fliehkraft zu erfahren, oder zwei ineinander verhakte Bücher, um die Haftreibungskraft zu spüren. Tatsächlich war es nicht möglich, die zwei Bücher voneinander zu lösen. Die Kursleiterin erklärte, dass die Oberfläche eines Gegenstandes nie vollkommen glatt sei. Wenn ein Gegenstand auf einem anderen liege, verhakteten sie sich ineinander und hafteten so.

Daher der Ausdruck «Haftreibung». Um das Phänomen des Hebels zu begreifen, reichte schon ein dicker Karton, den man zuerst mit einer kleinen und danach mit einer grossen Schere zerschneiden musste.

Mit dem gleichen Phänomen setzten sich die Lehrpersonen auseinander, die ein Mobile bastelten. Zur Verfügung hatten sie einige Foldback-Klammern, Schnur und Lineale in verschiedenen Grössen. Hier ging es darum, die Konstruktion im Gleichgewicht zu halten, obwohl die Lineale unterschiedlich lang und schwer waren. Ein wichtiger Teil der Aufgabe war, die Lineale nicht immer in der Mitte aufzuhängen. Hier kam neu hinzu, dass alle Kräfte mal Kraftarme auf der einen Seite des Drehpunktes addiert werden mussten. Diese hatten gleich zu sein wie die Summe aller Lasten mal Lastarme auf der anderen Seite.

Der Traum vom Perpetuum mobile

Das Schönste an diesem Atelier war, mit welcher Begeisterung und Verspieltheit Lehrpersonen jeden Alters bei der Sache waren. Die hier erworbenen Erkenntnisse und Erfahrungen werden sie gerne mit in die Schulzimmer nehmen. Damit lassen sich auch Schülerinnen und Schüler der Mittelstufe begeistern. Erhellend war auch die Einführung in den Kurs. So zeigte Nicole Schwery, dass der Beginn der Mechanik mit dem Beginn der menschlichen Kultur zusammenfällt. Der Traum,

eine Maschine zu bauen, die mehr Arbeit leisten kann, als man in sie hineinsteckt, ist uralte. Tatsächlich liefert der Hebel an einem Ende mehr Kraft, als man am anderen aufwendet. Aber leistet er auch mehr Arbeit? Gibt es eine andere Vorrichtung, also das berühmte Perpetuum mobile, welches dieses Ziel erreicht? Leider nein. Aber die ewige und bis heute vergebliche Suche nach dem Perpetuum mobile führten zur Mechanik und einer Vielzahl verblüffender Erfindungen. ■

Roger Wehrli

SWISE

SWISE (Swiss Science Education) ist eine interkantonale Kooperation und hat zum Ziel, den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht weiterzuentwickeln. Im Zentrum stehen der fachdidaktische Dialog und die breite Vernetzung. Seit 2009 treffen sich Vertretungen aus acht pädagogischen Hochschulen der Deutschschweiz unter der Gesamtprojektleitung des Zentrums Naturwissenschafts- und Technikdidaktik an der PH FHNW regelmässig, um gemeinsame Produkte und Projekte zu entwickeln und zu realisieren.