sc | nat

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

Synthese des Workshops vom 8. Februar 2018

Bedeutung der Informatik heute – Visionen für morgen

Situation/Hintergrund

2017 belegte die Schweiz zum siebten Mal den ersten Platz im Global Innovation Index (https://www.globalinnovationindex.org/gii-2017-report#). 2018 wurde sie auf den 3. Rang (https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator) zurückgestuft, was offensichtlich auf Änderungen bestimmter Bewertungskriterien wie die Chancengleichheit zurückzuführen ist. Diese Leistungen sind jedoch nicht unbedingt auf eine kontinuierliche Weiterentwicklung des MINT-Bereichs (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technologie) im Inland zurückzuführen, sondern hauptsächlich eine Folge von in der Vergangenheit erworbenen Kompetenzen sowie der in den letzten 10 Jahren importierten externen Kompetenzen. Die Wissenschaft und die technologischen Entwicklungen sind deshalb wesentliche Voraussetzungen, damit der Standort Schweiz im internationalen Wettbewerb bestehen und die Entwicklung vorangetrieben werden kann.

Innerhalb des MINT-Bereichs ist die **Informatik** besonders wichtig. Sämtliche Aspekte der Informationstechnologie – einschliesslich der künstlichen Intelligenz (KI), deren Zukunft nur schwer einzuschätzen ist – entwickeln sich in einem rasanten Tempo weiter. **Alle Generationen**, jedoch ganz besonders die Jungen, müssen in diesem Bereich daher einen Schritt voraus sein, um den Anschluss an die digitale Gesellschaft nicht zu verlieren. Jeder Verzug bei dieser Entwicklung wird sich nachhaltig auf das Wohlergehen und die Wettbewerbsfähigkeit von Gruppen und Einzelpersonen auswirken.

In der Schweiz haben sich die wissenschaftlichen Fachgesellschaften und die Behörden für den Informatikunterricht an den Schulen eingesetzt. Ende 2016 haben der Verein der Schweizerischen Mathematik- und Physiklehrkräfte (VSMP) und der Schweizerische Verein für Informatik in der Ausbildung (SVIA) ein Positionspapier herausgegeben, in dem sie fordern, dass die Informatik an den Gymnasien (Sekundarstufe II) unverzüglich zu einem Hauptfach wird. Die EDK und die Kantone haben darauf reagiert, indem sie die Lehrpläne Ende 2017 teilweise revidiert haben und planen, den Informatikunterricht auf Sekundarstufe II bis 2021 obligatorisch zu machen. Der Bund seinerseits hat 2017 ein Nationales Forschungsprogramm (NFP) zum Thema "Digitaler Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft" sowie 2018 ein neues Programm zum Thema "Digitale Transformation" lanciert. Letzteres deckt mehrere Aspekte des Fachgebiets ab, unter anderem Unterricht und Ethik[1].

Diese Initiativen gehen jedoch nur teilweise auf die Dringlichkeit ein, den Unterricht für die aktuellen Schülerinnen und Schüler einzuführen. Tatsächlich müssen die Art des Unterrichts und die erforderlichen Ressourcen in Bezug auf die Programme und die Anzahl Lehrpersonen noch festgelegt werden. Zudem werden die Forschungsergebnisse der NFP erst in 2 bis 3 Jahren bekannt sein. Ferner führt die Interkantonalität der Schweiz zu verstreuten und uneinheitlichen Bemühungen, die zwar lobenswert sind, aber nicht mit den eher homogenen und normativen Vorstellungen, die der Technologie und den Computeralgorithmen zugrunde liegen, vereinbar sind.

[1] https://www.sbfi.admin.ch/sbfi/de/home/aktuell/medienmitteilungen.msg-id-72264.html

But du workshop/Ziel des Workshops

Das Ziel des Workshops war es in diesem Zusammenhang, die relevanten Akteure aus dem Unterrichtsbereich zusammenzubringen, um auf informelle Weise über die Etappen und die Hindernisse zu diskutieren, die überwunden werden müssen, um den Informatikunterricht auf nationaler Ebene ab Primarschulstufe einzuführen. Wie aus den Schlussforderungen des Workshops ersichtlich wird, beschränkt sich dieser Unterricht nicht auf die grundlegenden Aspekte und Techniken der Informatik. Er soll im Gegenteil sämtliche Erzeugnisse dieser Technologie umfassen, dazu gehören auch die Information, Kommunikation, Ethik und letztlich eine eigentliche "digital literacy" oder digitale Kompetenz.

Participation et programme/Teilnahme und Programm

Es haben sich fast 60 Teilnehmende bzw. doppelt so viele wie geplant (30 Teilnehmende) für den Workshop angemeldet. Es handelte sich dabei um Vertreter der unterschiedlichen Institutionen und um am Thema interessierte Partner, einschliesslich der Aufsichtsbehörden (Teilnehmerliste verfügbar).

Der Workshop (https://sciencesnaturelles.ch/organisations/scnat/youth/events) umfasste eine Reihe von allgemein verständlichen Vorträgen, die es allen Teilnehmenden erlaubten, sich mit der gleichen Sprache und den gleichen Fragen zu identifizieren. Die Vorträge fanden am Morgen statt, am Nachmittag folgten interaktive Workshops zu offenen Fragestellungen.

Im Folgenden der Inhalt der Vorträge kurz zusammengefasst:

1. **Prof. Sarah Kenderdine**, EPFL: S. Kenderdine präsentierte auf eindrucksvolle Weise ein Beispiel der umfangreichen Sammlung von digitalen Bildern in der Kunstgeschichte sowie dessen Anwendung in Museumsarchiven und der Anthropologie. Es handelte sich unter anderen um 2D- und 3D-Rekonstruktionen von Gegenständen und Wandmalereien sowie die computergestützte Restaurierung gewisser Objekte und die Rekonstruktion antiker Choreografien, bei denen die Tänzerinnen und Tänzer der Wandmalereien zum Tanzen gebracht wurden. Mit anderen Worten: ein anschauliches Beispiel dafür, wie die digitalen Technologien die Geschichte der Menschheit nachbilden können und damit sowohl für die ExpertInnen auf dem Gebiet als auch für die breite Öffentlichkeit von Nutzen sind.

2. **Prof. Juraj Hromkovic**, ETHZ: J. Hromkovic erinnerte die Anwesenden daran, dass bereits die Sumerer (1500 v. Chr.) Daten sammelten und zusammenstellten, z.B. für die Verwaltung von Populationen und Produkten der Landwirtschaft. In der Folge wurde die Umsetzung des Konzepts durch die Mathematik, unter anderem für die Architektur (z.B. Pythagoras, 570 v. Chr.), später durch die maschinelle Automatisierung der Zusammenstellung von Zahlen (Leibniz, 1716) und schliesslich durch die Zuhilfenahme von Strom und Elektronik immer weiterentwickelt. In diesem Sinne sind die heutigen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) vor allem eine **Steigerung** der Rechenleistung, die Mensch und Gesellschaft zur Verfügung steht. Die mit diesen Leistungen verbundenen Produkte (Kontrolle, Bildgebung, Big Data usw.) sind jedoch derart leistungsfähig geworden, dass ein gründliches Erlernen ihrer Nutzung und Entwicklung unerlässlich geworden, damit sich die aktuellen und künftigen Generationen weiterentwickeln können. Ansonsten droht ihnen mangels Bildung die Proletarisierung, wie in der Vergangenheit, als der Zugang zu Bildung und Wissen der Elite vorbehalten war.

3. **Prof. Francesco Mondada**, EPFL: F. Mondada beschrieb die Bemühungen der EPFL, die Kinder ab der Primarschulstufe an der Modellierung und Programmierung des Verhaltens von Robotern teilhaben zu lassen. Ein Szenario bestand beispielsweise darin, die Arbeit der auf dem Mars

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Maison des académies | Laupenstrasse 7
Case postale | 3001 Berne | Suisse
+41 31 306 93 00 | info@scnat.ch | www.scnat.ch

befindlichen Roboter von der Erde aus zu koordinieren, wobei sowohl die verfügbaren Software-Tools als auch die Programmierung der auszuführenden Aufgaben, die Notwendigkeit der Koordination zwischen komplementären Aufgaben verschiedener Roboter und schliesslich die zeitliche Verzögerung zwischen den Auftragsdaten von der Erde und ihrer Ausführung auf dem Mars berücksichtigt wurden.
Die Integration dieser Daten ist im Sinne eines für die Programmierung von koordinierten Entscheidungen und die Steuerung bestimmter Aktionen durch die Maschine wichtigen "reflektierenden Denkens" besonders prägend.

4. **Prof. Alexander Repenning**, FHNW und Boulder University: A. Repenning stellte ein auf der "Gamologie" basierendes und von ihm in den USA und an der Fachhochschule Nordwestschweiz entwickeltes Pilotprogramm für Kinder ab 6 Jahre vor. Das Ziel ist es, den jungen Schülerinnen und Schülern anhand einer relativ einfachen Programmierung grundlegende Kenntnisse und Werkzeuge für die Entwicklung elektronischer Spiele zu vermitteln. Aus dieser Erfahrung konnten mindestens drei Schlussfolgerungen gezogen werden:

    a. Erstens sind Kinder bereits in sehr jungen Jahren in der Lage, logische und konstruktive Algorithmen aufzubauen, wenn man ihnen die nötigen Werkzeuge zur Verfügung stellt.
    b. Zweitens erkennen die jungen Schülerinnen und Schüler durch die Erarbeitung der Spielregeln am Computer auch die Schwächen dieser Regeln und werden sich bewusst, dass der Computer schummeln kann. Es handelt sich hierbei um eine wichtige Erkenntnis, um sich der Gefahren und Grenzen des Dialogs mit Computerplattformen bewusst zu werden. Die Interaktion ist nicht ein-, sondern gegenseitig und die "Meinung des Computers" muss kritisch betrachtet werden, da sie nicht frei von Manipulationsrisiken ist. Hierin liegt die Essenz der "digital literacy" oder digitalen Kompetenz.
    c. Drittens das Beispiel einer Schülerin, der es gelungen ist, die bestehenden Algorithmen zur Spielsteuerung eines Schiebepuzzles auf bemerkenswerte und intuitive Art zu vereinfachen. Anhand dieser Beobachtung werden die Fähigkeiten von jungen Kindern verdeutlicht, Computersysteme bereits von klein auf zu verstehen und zu entwickeln.

Diese Vortragsreihe war ein willkommener Auftakt für die Diskussionen am Nachmittag. Sie betonte nicht nur die Notwendigkeit des Informatikunterrichts von klein auf, sondern auch seine positiven Auswirkungen auf die Vorstellungskraft der jüngeren Generationen und ihre Fähigkeit, die Kontrolle über diese Art von Entwicklungen zu haben.

Discussion/Diskussion

Nach einem einstimmigen Konsens über die Wichtigkeit eines möglichst frühen Informatikunterrichts, der in angemessener Weise die technischen Begriffe und insbesondere die "digital literacy" oder digitale Kompetenz umfasst, konzentrierte sich die Diskussion auf die Art und Weise, wie dieser Unterricht erteilt werden soll. Denn obwohl das Bewusstsein dafür bei den Bundes- und Kantonsbehörden zwar besteht, befinden sich die Art und Weise und die Mittel noch im Aufbau und tragen der Dringlichkeit nur bedingt Rechnung.

Dies ist angesichts der Komplexität und der rasanten Entwicklung des Gebiets nicht wirklich erstaunlich. Auf der anderen Seite ist es jedoch ein guter Grund, dieses aus mehreren Blickwinkeln zu betrachten.

Aktuelle Initiativen:

1. Auf Bundesebene ist man sich klar bewusst, dass es einen MINT-Unterricht braucht, der die Informatik umfasst. Diese Fragen werden finanziell unterstützt und werden zum einen von der

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Maison des académies | Laupenstrasse 7
Case postale | 3001 Berne | Suisse
+41 31 306 93 00 | info@scnat.ch | www.scnat.ch

EDK in Bezug auf den Unterricht und zum andern vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) in Form der NFP 2017 und 2018 behandelt (siehe Hintergrund auf Seite 1). Diese Initiativen sind willkommen, jedoch noch nicht umgesetzt und werden wahrscheinlich erhebliche Ressourcen erfordern.

2. Auf interkantonaler Ebene hat die EDK, in der die kantonalen Erziehungsdirektionen zusammengeschlossen sind, ihren Lehrplan Ende 2017 aktualisiert. Dieser Plan sieht ab 2021 die obligatorische Einführung des Informatikunterrichts – einschliesslich der digitalen Kompetenz – an den Gymnasien vor. Es handelt sich hierbei um eine erhebliche Arbeit und um einen bedeutenden Mehraufwand, dies wurde in den Diskussionen des Workshops unterstrichen (siehe unten). Ein Mangel besteht darin, dass im Lehrplan von Ende 2017 nur von der Sekundarstufe II (Gymnasien) die Rede ist, während die Diskussionen des Workshops deutlich machen, dass Informatik bereits ab der Primarschulstufe unterrichtet werden muss.
3. Auf Kantonsebene gibt es bereits Initiativen von kantonalen Institutionen auf Gymnasialstufe und mitunter auf Primarschulstufe. Diese Initiativen sind zwar begrüssenswert, jedoch uneinheitlich. Einige Beispiele sind unter anderen:
    a. Das *Gymnase Intercantonal de la Broye* und das Gymnasium in Freiburg, die den Einsatz von Computern und den Informatikunterricht (mitunter noch optional) vor mehreren Jahren eingeführt haben.
    b. Die Pädagogische Hochschule St. Gallen hat bereits einen neuen Ausbildungsgang "Medien und Informatik" für die Sekundarstufe I eingeführt (ab Sept. 2017) (CAS Medienpädagogik - Medienkompetenz im digitalen Zeitalter).
    c. Die Fachhochschule Nordwestschweiz bietet spezifische Module für junge Schülerinnen und Schüler an.
    d. Die ETH bieten ebenfalls optionale spezifische Module für junge Schülerinnen und Schüler an.
    e. Einige Schulen in der Deutschschweiz verwenden die leider recht teure und noch nicht auf Französisch übersetzte Reihe "Einfach Informatik 7-9".
    f. Mehrere kantonale Erziehungsdirektionen wollen neue Unterrichtsprogramme einführen.
    g. Private gemeinnützige oder kommerzielle Initiativen (z.B. Informatik-Biber Schweiz, http://informatik-biber.ch oder "Raspberry Pi", https://www.raspberrypi.org), die jedoch keinem strukturierten Unterricht entsprechen.
    h. Schliesslich das ZEM CES (Schweizerisches Zentrum für die Mittelschule), das sich um die Koordination der Weiterbildung der Kantone kümmert und die Lehrpersonen mit den PH vernetzen kann. Sie wäre damit bestens geeignet, die Weiterbildungsbemühungen im Informatikunterricht in sämtlichen Kantonen zu unterstützen.

Mit anderen Worten: Viel guter Wille, aber noch viel Handlungsbedarf.

Es besteht allgemeines Einvernehmen darüber, dass es wünschenswert wäre, dass sich nicht nur die kantonalen Erziehungsdirektionen im institutionellen Rahmen der EDK treffen und diskutieren, sondern auch die Fachkräfte dasselbe auf interkantonaler Ebene tun und auf nationaler Ebene Vorschläge einbringen können.

Besoins/Bedürfnisse:

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Maison des académies | Laupenstrasse 7
Case postale | 3001 Berne | Suisse
+41 31 306 93 00 | info@scnat.ch | www.scnat.ch

Die Bedürfnisse sind vielfältig. Die wichtigsten Fragen des Workshops lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Auf welchen Schulstufen soll Informatik unterrichtet werden?

   Derzeit konzentrieren sich die gemeinsamen Bemühungen der Kantone und der EDK auf die Sekundarstufe II (Gymnasien). Aus den Diskussionen geht jedoch ganz klar hervor, dass es wichtig ist, bereits die tieferen Stufen bzw. Kinder im Vorschulalter zu erreichen.

2. Welche Arten von Programmen?

   Auf Gymnasialstufe werden die Bedürfnisse der verschiedenen akademischen oder beruflichen Studiengänge sehr unterschiedlich sein. Folglich muss der gesamte oder ein Teil des Unterrichts je nach Studiengang massgeschneidert sein. Vorstellbar sind gemeinsame Teile wie "digital literacy" oder digitale Kultur, es sind jedoch auch mathematisch und technisch spezialisierte Programme für die naturwissenschaftlichen Grundkurse nötig.

   Abgesehen von den Erfahrungen einiger Schulen, die in diesem Bereich Vorreiter sind, müssen diese Programme noch erarbeitet werden. Darüber hinaus ist die Frage bisher für den Primarschulunterricht noch weniger ausgearbeitet.

3. Welcher Bedarf besteht an Lehrpersonen?

   Der Bedarf an Lehrpersonen ist potenziell immens und bereitet sämtlichen Diskussionsteilnehmenden Sorge. Derzeit sind spezialisierte Informatikprogramme häufig optional. Sie werden von relativ wenig Studierenden besucht und die Zahl der Unterrichtsstunden ist begrenzt. Wird dieser Unterricht hingegen obligatorisch, erreicht er 10 bis 20x mehr Studierende und erfordert ebenso viele zusätzliche Unterrichtskapazitäten.

   Handelt es sich dabei um aktuelle Lehrpersonen, die eine Weiterbildung absolviert?

   Handelt es sich dabei um neue Lehrpersonen?

   Handelt es sich um eine Mischung von aktuellen und neuen Lehrpersonen?

   - Bemerkung einer Leiterin eines Forschungsprogramms zum Thema "Digitale Menschheit": Es ist wichtig, zu realisieren, dass die jüngeren Generationen viel besser in der Nutzung und der Entwicklung digitaler Werkzeuge ausgebildet sind als die meisten heutigen Lehrerinnen und Lehrer, sogar auf Hochschulebene. Es ist wichtig, diesen Aspekt bei der Anstellungsstrategie zu berücksichtigen und zu begreifen, dass die Entwicklung eines hochwertigen Unterrichts in digitaler Kompetenz vermutlich eher neue und nicht bestehende und "recycelte" Lehrkräfte erfordern wird.

4. Welche Inhalte?

   Die Diskussion konzentrierte sich weder auf den Inhalt der Programme noch auf den zu berücksichtigenden Bedarf an Computerlogistik. Es wurde aber daran erinnert, dass die Lücke, die das öffentliche Bildungswesen im Bereich der Informatik hinterlassen hat, Platz für eine Vielzahl von privaten Initiativen gemeinnütziger oder kommerzieller Art geschaffen hat, deren Qualität nicht kontrolliert wird. Es wäre daher angebracht, dass ein strukturierter Unterricht diesbezüglich Ordnung schaffen könnte.

   Ein direkt mit diesem Thema im Zusammenhang stehender Aspekt ist der Bereich der Ethik, der unbedingt im Rahmen dieser Programme behandelt werden muss.

   - Bemerkung eines leitenden Forschers der EPFL: Es wäre wünschenswert, dass die Akteurinnen und Akteure der Forschung und Entwicklung im Informatikbereich direkt an der

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Maison des académies | Laupenstrasse 7
Case postale | 3001 Berne | Suisse
+41 31 306 93 00 | info@scnat.ch | www.scnat.ch

Festlegung von Lernzielen und der Entwicklungsarbeit für zukünftige Informatik-Unterrichtsprogramme auf allen Schulstufen beteiligt wären.

Conclusion/Schlussfolgerung

Der Workshop über die Bedeutung der Informatik von heute und die Bedürfnisse von morgen hat deutlich gezeigt, dass die Einführung eines Informatikunterrichts ab einem frühen Alter dringend erforderlich ist. Um sowohl die globale Frage, welche Art von Unterricht auf welcher Ebene benötigt wird, als auch die Vielzahl von Fragen im Zusammenhang mit der Umsetzung eines solchen Unterrichts lösen zu können, besteht ein starker Wunsch, dass die Fachleute auf diesem Gebiet, einschliesslich derjenigen im Bildungs- und Forschungsbereich, in die Diskussion einbezogen werden.

Rolle der SCNAT: Die Kommission für Nachwuchsförderung der SCNAT hat sich die Frage gestellt, welchen Beitrag sie künftig neben der einfachen Vernetzung der Teilnehmenden an diese Entwicklungen leisten könnte. Dabei geht es natürlich in keinster Weise darum, die Rolle der Behörden und der Fachleute im Unterrichtswesen übernehmen zu wollen, sondern vielmehr darum, aus der nationalen Legitimität der SCNAT Nutzen zu ziehen, um den Dialog zwischen den Akteurinnen und Akteuren im Bildungsbereich der verschiedenen Kantone und den Institutionen rund um die Frage des Informatikunterrichts zu erleichtern.

Mit der Ausschreibung des MINT-Labels existiert bereits ein Präzedenzfall, der das Interesse vieler Gymnasien geweckt hat. Analog dazu könnten die SCNAT und ihre Kommission für Nachwuchsförderung als Entwicklungskatalysator für den Informatikunterricht dienen. Dieser Ansatz ist umso logischer, als die Informatik integraler Bestandteil des MINT-Konzepts ist.

Proposition/Vorschlag

Erneutes Treffen der aktivsten Diskussionsteilnehmenden des Meetings von Februar 2018, um:

- eine Bestandesaufnahme der Fortschritte in diesem Bereich vorzunehmen,
- die dringlichsten Probleme, die es zu lösen gilt, zu bestimmen,
- über die künftige Plattform MINT.ch die Interaktionen zwischen den Lehrpersonen sowie ein offenes Forum fördern,
- und, wie bereits vorgeschlagen wurde, eine Studienreise einer repräsentativen Gruppe von Lehrpersonen organisieren und unterstützen, um in Erfahrung zu bringen, was in anderen im Informatikunterricht aktiven Ländern getan wird und eine Skizze der "Good Practices" zu entwerfen.

Anne Jacob und Philippe Moreillon 3. November 2018

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Maison des académies | Laupenstrasse 7
Case postale | 3001 Berne | Suisse
+41 31 306 93 00 | info@scnat.ch | www.scnat.ch