



02 / 2018

Digitalisierung – Herausforderungen und Chancen für die Schule

09.02.2018

Executive summary

Eine wesentliche Konstante der wirtschaftlichen Entwicklung ist der Wandel. Dies wird auch in Zukunft so sein. Die Digitalisierung bietet gerade für die hoch entwickelte Schweiz viele Chancen. So wie die Schweiz von der Globalisierung profitiert hat, kann sie auch als Digitalisierungsgewinnerin dastehen. Ein wichtiger Schlüssel dazu ist ein hochstehendes Bildungssystem. Mit der Digitalisierung wird sich auch unsere Lebens- und Arbeitswelt stark verändern. Zudem bietet die digitale Entwicklung neue Möglichkeiten für den Unterricht. Sie stellt aber auch grosse Herausforderungen an die Schule. Braucht es eine Bildungsrevolution, um unsere Kinder und Jugendlichen auf die Zukunft vorzubereiten? Doch etwas Bescheidenheit tut not: Wir wissen heute nicht, welche Berufe auf dem Arbeitsmarkt in der Zukunft besonders gefragt sein werden. Wie soll nun die Schule mit der Digitalisierung umgehen, wenn diese Frage offenbleibt? Im vorliegenden Dossier diskutieren wir unsere Sicht, wie die Schule idealerweise mit der Digitalisierung umgehen sollte: Welche grundlegenden Kompetenzen sollten gestärkt und wie soll die digitale Welt sinnvollerweise ins Klassenzimmer eingebunden werden? Und welche Konsequenzen hat die Digitalisierung auf das Schweizer Bildungssystem?

Contact and requests

Prof. Dr. Rudolf Minsch

Stv. Vorsitzender der Geschäftsleitung,
Bereichsleiter allgemeine
Wirtschaftspolitik & Bildung /
Chefökonom

www.dossierpolitik.ch

Positions of economisesuisse

- Die Schweiz ist mit dem dualen Bildungssystem und einer hohen Quote von Bildungsabschlüssen auf der Sekundarstufe II gut gerüstet. Es braucht aber mehr Abschlüsse in den MINT-Fächern.
- Fähigkeiten im MINT-Bereich und vor allem Mathematik, Logik und Abstraktionsfähigkeit gewinnen in fast allen Berufsfeldern an Bedeutung. Bereits auf den unteren Schulstufen ist die Neugierde für diese Themen zu wecken.
- Spezifisches Fachwissen veraltet schnell. Umso wichtiger ist es, bei den Grundlagenfächern Mathematik und Schulsprache keine Kompromisse einzugehen: Sie sind der Schlüssel für den Erwerb von neuem Fachwissen und für eine eigenständige und selbstverantwortliche Lebensführung unabdingbar.

- Ausbildungen müssen weiterhin berufsbefähigend sein. Der Tätigkeitsbereich der Ausbildung darf aber nicht zu eng gefasst werden. Sie muss zudem die Anschlussfähigkeit an die sich verändernden Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt sicherstellen. Dies gilt für Lehren genauso wie für Bachelor-Studiengänge an den Hochschulen.
- Jede Schülerin und jeder Schüler sollte nach dem Abschluss der obligatorischen Schulzeit über Grundkenntnisse des Programmierens und in Computational Thinking verfügen: Ein bestimmter Sachverhalt soll in einem Modell abstrahiert dargestellt und danach mithilfe von Algorithmen und Daten abgebildet werden können. Der Lehrplan 21 ist ohne Abstriche umzusetzen.
- Das Klassenzimmer kann nicht in die virtuelle Welt ausgelagert werden. Doch die neuen technischen Möglichkeiten eröffnen ein grosses Potenzial für einen individualisierten Unterricht.

Erforderliche Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt der Zukunft

→ Die vierte industrielle Revolution verändert Berufsbilder und schafft neue. Entsprechend rasch veraltet erlerntes Fachwissen. Dennoch kann niemand auf das Erlernen von Fachwissen verzichten: Das Wissen von morgen baut auf dem Wissen von heute auf.

Vorbereitung auf das Unbekannte

Die wichtigste Konstante der wirtschaftlichen Entwicklung seit der industriellen Revolution ist der Wandel. Unternehmen wachsen und schrumpfen, werden gegründet und gehen in Konkurs oder werden von der Konkurrenz übernommen. In den letzten 150 Jahren sind ganze Branchen neu entstanden und auch wieder verschwunden. Trotzdem blieb die Arbeitslosigkeit in der Schweiz tief und die Zahl der Beschäftigten und der Wohlstand sind kräftig gestiegen. Das Zeitalter der Digitalisierung und Globalisierung schreibt diese Geschichte fort: Neue Unternehmen treten auf dem Markt auf, andere verlieren ihre Daseinsberechtigung. Gewissheit gibt es nur in einem Punkt: Morgen wird schon wieder alles anders sein. Doch deswegen dürfen wir nicht in Zukunftsangst erstarren. Auch die vierte industrielle Revolution bietet gewaltige Chancen, gerade für die hoch entwickelte Schweizer Volkswirtschaft.

Welche Tätigkeiten aber morgen gefragt sein werden, welche Berufsbilder neu entstehen und welche verschwinden, welche Branchen wachsen und welche schrumpfen werden, ist kaum vorauszusagen. Gemäss einem Bonmot sollen 65 Prozent der Kinder, die heute mit der Primarschule beginnen, künftig in Jobs und Funktionen arbeiten, die es heute noch nicht gibt. ^[1] Die Genauigkeit dieser Prognose ist zweitrangig. Entscheidend ist, dass wir mit einer hohen Wahrscheinlichkeit davon ausgehen können, dass sich die Berufsprofile ständig ändern. Damit einher geht, dass spezifisches Fachwissen rasch veraltet und dass die Notwendigkeit des lebenslangen Lernens weiter stark an Bedeutung gewinnt.

Diese Einsicht hat tief greifende Konsequenzen für die Bildung und Ausbildung. Es gilt, die Kinder und Jugendlichen auf eine unbekanntere Zukunft vorzubereiten. Nicht wenige schliessen aus dieser fast schon trivialen Feststellung, dass es obsolet sei, den Schülerinnen und Schülern heute noch Wissen beizubringen. Man argumentiert: Wenn wir nicht wissen, was wir morgen wissen müssen, brauchen wir auch kein Fachwissen zu erlernen. Wichtig sei nur zu lernen, wo das Wissen im Bedarfsfall abgeholt werden kann. Diese Folgerung ist jedoch in zweifacher Hinsicht falsch und gefährlich: Erstens benötigt jeder Mensch ein gewisses Grundlagenwissen, um Informationen, mit denen er konfrontiert wird, überhaupt einordnen zu können. Erst der Abgleich mit dem bereits vorhandenen Grundgerüst ermöglicht es ihm zu entscheiden, ob es sich um eine glaubwürdige, nachvollziehbare und relevante Information handelt oder nicht. Zweitens entsteht das Wissen von morgen nicht aus dem Nichts, sondern entwickelt sich aus dem Wissen von heute. Wer in neue Höhen vorstossen will, braucht ein breites, stabiles Fundament.

Im Folgenden gehen wir kurz der Frage nach, welche Art von Qualifikationen künftig gefragt sein wird. Daraus werden wir einige allgemeine Folgerungen für die Schule ableiten.

→ Das Potenzial der Digitalisierung liegt in vier zentralen Anwendungsfeldern: Vernetzen, Automatisieren, Virtualisieren und Realisieren.

Digitalisierung kurz erklärt

In der digitalen Welt werden Abbildungen von physischen Objekten, Ereignissen oder analogen Medien digital abgebildet. Analoge Information wird dabei in exakte Werte von 0 und 1 übersetzt. Dabei werden Daten generiert, verarbeitet, gespeichert und übermittelt. Das eigentliche Potenzial der Digitalisierung liegt in den Möglichkeiten, die sich dadurch dank der Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten eröffnen. Vier Anwendungsfelder stehen im Zentrum: Vernetzen, Automatisieren, Virtualisieren und Realisieren.

- **Vernetzen:** Viele Bereiche des Wirtschaftens können dank der digitalen Infrastruktur durchgängig und in Echtzeit miteinander vernetzt werden. Nicht nur zwischen den Maschinen, auch zwischen den Menschen und zwischen Menschen und Maschinen können Netzwerke gebildet werden. Die daraus resultierenden Netzwerke legen die Basis für soziale Netzwerke, das Internet der Dinge oder Mensch-Maschinen-Interaktionen beim Bedienen von digitalen Endgeräten.
- **Automatisieren:** Roboter und selbstfahrende Fahrzeuge sind die prominentesten Beispiele für die Automatisierung verschiedener Prozesse. Durch die intelligente Kombination klassischer Technologien mit künstlicher Intelligenz entstehen autonom arbeitende Maschinen und Systeme. Diese sind dank höherer Produktivität, Zuverlässigkeit und Qualität bei gleichzeitig tieferen Kosten effizienzsteigernd.
- **Virtualisieren:** Erweiterte oder künstliche Realitäten sind Teil der Virtualisierung. Sie eröffnen neue Möglichkeiten für Kommunikation, Navigation oder Erlebnisse. «Augmented Reality» kann sogar helfen, neue Tätigkeiten zu erlernen oder die Realität als Raum für Spiele zu nutzen. Mit Virtual Reality werden neue Welten erschaffen, die unter anderem für die Unterhaltungsbranche, aber auch für Produktpräsentationen oder Simulationen genutzt werden können.
- **Realisieren:** Es können neue Angebote realisiert werden. Die Verfügbarkeit von Computern mit leistungsfähiger Software oder Produktionstechnologien wie 3D-Drucker ermöglichen die Entwicklung von Dienstleistungen oder die Herstellung von neuartigen Produkten in kleinen Dimensionen, losgelöst von der Infrastruktur grosser Anbieter.

→ Es verschwinden vor allem jene Stellen, die Routinetätigkeiten beinhalten und ein mittleres Ausbildungsniveau voraussetzen.

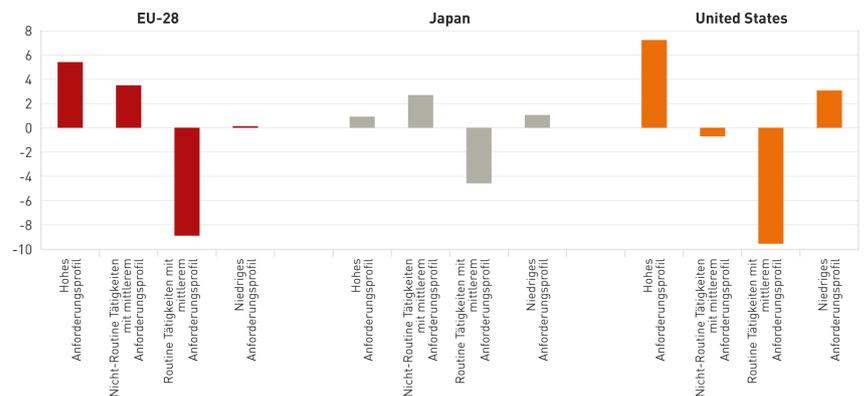
Repetitiven Tätigkeiten droht die Automatisierung

Erhellend ist ein kurzer Blick zurück auf die Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt in den letzten Jahren. Welche Ausbildungsniveaus wurden stärker und welche weniger stark nachgefragt? Die OECD hat eine interessante Analyse durchgeführt, welche die Veränderung der Beschäftigungsanteile zwischen 2002 und 2014 in den USA, der EU und in Japan aufzeigt. [2] Erstaunlicherweise ist der Anteil an Stellen, die von tief qualifizierten Personen besetzt werden, entgegen den Erwartungen in den letzten Jahren tendenziell eher gestiegen. Demgegenüber wurden viele Stellen mit Routinetätigkeiten abgebaut, die ein mittleres Ausbildungsniveau voraussetzen. Zu den Gewinnern zählen nicht nur hoch qualifizierte Personen, sondern auch solche mit einer mittleren Ausbildung, die aber keine repetitiven Tätigkeiten ausführen.

Grafik 1

Prozentuale Veränderung der Anteile an der Gesamtbeschäftigung

▶ nach Anforderungsprofil, 2002-2014



Quelle: OECD, 2014
www.economiesuisse.ch

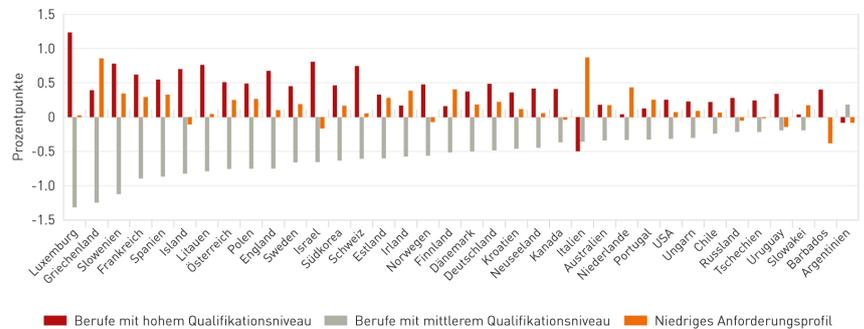
→ In der Schweiz ist seit 1995 vor allem die Zahl der hoch qualifizierten Jobs deutlich gestiegen.

Ähnliche empirische Resultate zeigt die Weltbank mit einer etwas anderen Methodik. [3] Auch hier zeigt sich, dass in den meisten Ländern zwischen 1995 und 2012 die Zahl der Jobs, die eine mittlere Qualifikation voraussetzen, aber meist repetitive Tätigkeiten beinhalten, stark abgenommen hat. Deutlich gestiegen ist hingegen die Zahl der hoch qualifizierten Jobs (Arbeiten mit einem hohen Anteil an kognitiven und zwischenmenschlichen Nicht-Routinetätigkeiten), gerade auch in der Schweiz. Doch im Gegensatz zu vielen anderen Ländern ist in der Schweiz die Zahl der niedrig qualifizierten Jobs kaum gestiegen.

Grafik 2

Polarisation der Job-Profile in entwickelten Ländern

► Prozentuale Veränderung der Anteile an der Gesamtbeschäftigung nach Anforderungsprofil, 1995 und 2012



Quelle: Weltbank, 2016
www.economiesuisse.ch

→ **Personen mit einem tertiären Bildungsabschluss sind auch in Zukunft gefragt. Wichtig sind aber nicht Titel, sondern die mit der Ausbildung erworbenen Kompetenzen.**

Arntz/Zierahn (2016) versuchen in einer Studie in 21 OECD-Ländern (ohne die Schweiz) in Erfahrung zu bringen, welche Jobs in Zukunft gefährdet sein könnten. [4] Wenig überraschend ist das Ausbildungsniveau eine zentrale Komponente für die künftige Arbeitsmarktfähigkeit. So werden gemäss dieser Untersuchung vor allem einfache Tätigkeiten wegfallen, für die keine Ausbildung erforderlich ist und ein Abschluss der obligatorischen Schule ausreicht (Grafik 3). Schon deutlich weniger wahrscheinlich ist hingegen, dass Jobs von Menschen mit einem Abschluss auf Sekundarstufe II (Lehre, Gymnasium) verloren gehen. Wer zudem über ein weitergehendes Bildungsniveau (Tertiär A und B) verfügt, scheint gemäss dieser Untersuchung auch künftige auf dem Arbeitsmarkt gefragt zu sein. Daraus nun aber zu folgern, dass es einfach mehr Abschlüsse auf der Tertiärstufe braucht, greift zu kurz; vor allem die hinter einem Titel stehenden Kompetenzen sind wichtig und nicht der Titel an sich.

Grafik 3

Zukünftige Gefährdung der Arbeitsmarktfähigkeit

► Prozentuale Anteile nach höchstem Bildungsabschluss



Quelle: Arntz/Zierahn, 2016
www.economiesuisse.ch

→ **Die Fähigkeit, komplexe Probleme zu lösen, ist auch in Zukunft die gefragteste Kompetenz.**

Gemäss der Umfrage des World Economic Forums (2016) werden sich die Anforderungen bezüglich Kompetenzkategorien zumindest bis 2020 nicht wesentlich verändern (siehe Tabelle 1).^[5] Bei vielen Tätigkeiten scheint auch in Zukunft die Fähigkeit entscheidend zu sein, komplexe Probleme lösen zu können. Bereits auf Platz zwei folgen die Sozialkompetenzen. Das kritische und prozessuale Denken («process skills») und die Kompetenz zur Beurteilung und Entscheidung («system skills») schwingen ebenfalls obenaus. Während technische Kompetenzen etwas an Bedeutung verlieren, werden kognitive Kompetenzen wie diejenige des mathematischen Denkens oder der Kreativität wichtiger. Die Bedeutung physischer Fähigkeiten nimmt erwartungsgemäss weiter ab.

Tabelle 1

Nachfrage nach Kompetenzen (Skills)

► Je höher der Wert, desto wichtiger wird die Kompetenzkategorie eingeschätzt

Kompetenzkategorie (Skills Family)	Stand heute	2020
Fähigkeit, komplexe Probleme zu lösen (Complex Problem Solving Skills)	36	36
Soziale Kompetenzen (Social Skills)	20	19
Kritisches und prozessuales Denken (Process Skills)	18	18
Kompetenz zur Beurteilung und Entscheidung (Systems Skills)	16	17
Ressourcen Management Fähigkeiten (Resource Management Skills)	14	13
Technische Fähigkeiten (Technical Skills)	14	12
Wahrnehmungsfähigkeiten (Cognitive Abilities)	11	15
Inhaltliche Kompetenzen (Content Skills)	10	10
Physische Fähigkeiten (Physical Abilities)	5	4

Quelle: World Economic Forum, 2016
www.economiesuisse.ch

→ **Es ist davon auszugehen, dass künftig in den meisten Branchen IT-Kompetenzen vorausgesetzt werden.**

Während die Bedeutung der Kompetenzkategorien gemäss der WEF-Umfrage mehr oder weniger stabil bleiben soll, erwarten die Führungskräfte substantielle Veränderungen bei einzelnen Jobs oder Beschäftigungen. So werden zum Beispiel im Gesundheitswesen technische bzw. Informatikfachkompetenzen wichtiger. In der IKT-Branche (Informations- und Kommunikationstechnik) werden vermehrt soziale Kompetenzen notwendig sein. Die Digitalisierung hat also weitreichende Auswirkungen auf die Kompetenzanforderungen der künftigen Arbeitskräfte: Auch wenn nur in wenigen Branchen bzw. Berufen das IT-Fachwissen als wichtigste Kernkompetenz gelten wird, muss davon ausgegangen werden, dass IT-Kompetenzen in den meisten Branchen bzw. Berufen als Grundkompetenzen in Zukunft vorausgesetzt werden.

→ **«Soft Skills» wie Sozialkompetenzen werden eher noch an Bedeutung zulegen. Hier ist der Mensch gegenüber den Maschinen eindeutig im Vorteil. Der Wandel verlangt von den Arbeitskräften ein hohes Mass an Anpassungsfähigkeit. Entsprechend müssen sie ihr Wissen und ihre Kompetenzen kontinuierlich erweitern.**

Hohe Bedeutung der «Soft Skills»

Aus der in Tabelle 1 dargestellten WEF-Umfrage geht interessanterweise hervor, dass die Sozialkompetenzen sowohl heute wie auch in Zukunft sehr wichtig sind. Dies deckt sich etwa mit der Untersuchung von Heckman/Kautz (2012),^[6] die die hohe Bedeutung sogenannter «Soft Skills» für den beruflichen Erfolg wissenschaftlich aufzeigen konnte. Es ist davon auszugehen, dass «Soft Skills» (wie Sozialkompetenzen) weiterhin eine entscheidende Rolle spielen werden und oft

wichtiger sind als «Hard Skills» (kognitive und technische Fähigkeiten). Es gibt zahlreiche berufliche Tätigkeiten, die mit schwach ausgeprägten «Soft Skills» kaum befriedigend zu erledigen sind. Zudem werden Tätigkeiten, die ein hohes Mass an «Soft Skills» verlangen – Verhandlungen, Führungsaufgaben, Pflegeaufgaben oder das Unterrichten – kaum zu automatisieren sein. Bei den «Soft Skills» ist der Mensch gegenüber den digitalen Maschinen im Vorteil. Diese veralten zudem im Vergleich zu Fachwissen kaum oder deutlich weniger rasch.

Eine Reduktion von repetitiven Tätigkeiten und der erhöhte wirtschaftliche Wandel bedeuten, dass die Anforderungen an die Arbeitskräfte weiter steigen. Zudem hat sich bereits in den vergangenen Jahrzehnten die Tendenz abgezeichnet, dass immer mehr Menschen im Laufe ihres Arbeitslebens mehrere Berufe ausüben. Sie werden bei verschiedenen Arbeitgebern tätig sein oder ihre Arbeit als Selbstständige verrichten. Dies erfordert von den Arbeitskräften ein hohes Mass an Anpassungsfähigkeit. Entsprechend steigt auch die Notwendigkeit, sich im Laufe des Lebens kontinuierlich neues Wissen und neue Fähigkeiten anzueignen.

Aus den voranstehenden Überlegungen lässt sich schliessen, dass für Arbeitskräfte künftig folgende Fähigkeiten entscheidend sind für den beruflichen Erfolg:

1. Eine Arbeitskraft muss verschiedene Kompetenzen haben (Fach-, Handlungs-, Selbst- und soziale Kompetenzen). Eine Konzentration auf gute Fachkompetenzen wird nicht ausreichen.
2. MINT-Kompetenzen – insbesondere Mathematik, Logik und Abstraktionsfähigkeit – sind für eine steigende Anzahl Jobs zwingend und deren Bedeutung nimmt in sehr vielen Berufen und Tätigkeiten laufend zu.
3. Die Bedeutung der «Soft Skills» wird zunehmen.
4. Bereitschaft zur beruflichen Mobilität und Flexibilität.
5. Durchhaltewillen und Bereitschaft zum lebenslangen Lernen.

Welche Konsequenzen hat die Digitalisierung für das Bildungssystem?

→ **Das Schweizer Bildungssystem ist für die Veränderungen gut aufgestellt: Die Ausbildung erfolgt praxisnah und ermöglicht stets einen Anschluss für den Erwerb weiterer Kompetenzen. Dennoch sind Anpassungen notwendig: Grundausbildung, aber auch Bachelor sollten berufsbefähigend sein. Und es braucht mehr Informatiklehrstellen und -studierende.**

Beat Döbeli Honegger (2017) ^[7] geht davon aus, dass mit der Digitalisierung ein Leitmedienwechsel erfolgt, der vergleichbar ist mit der Erfindung des Buchdrucks. Entsprechend wird die Digitalisierung auch und gerade den Bildungsbereich stark beeinflussen.

Die Schweiz ist mit dem dualen Bildungssystem mit der starken Ausrichtung auf die Berufsbildung gut für die oben beschriebenen ungewissen Veränderungen gerüstet:

- Lehrlingsausbildungen werden meistens relativ rasch an veränderte Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt angepasst.
- Der frühe Kontakt mit der Arbeitswelt hat zur Folge, dass viele junge Menschen früh schon selbstständig sind und über ein hohes Mass an Handlungs-, Selbst- und Sozialkompetenz verfügen.
- Die Lehrlinge erhalten massgeschneidertes Fachwissen. Sie erleben aber auch hautnah, wie schnell sich die Arbeitsrealität in ihrem Beruf wandelt.
- Das Weiterbildungsangebot ist vielseitig, qualitativ hochstehend und auf die Bedürfnisse der Wirtschaft ausgerichtet.
- Alle Ausbildungen haben einen Anschluss: Passerellen sorgen dafür, dass sich kein Bildungsweg als Sackgasse entpuppt.
- Die Qualität der akademischen Ausbildung ist in der Regel hochstehend, und die Schweiz verfügt über eine hohe Dichte an international wettbewerbsfähigen Hochschulen.

Trotz dieser unbestrittenen Vorteile benötigt das Schweizer Bildungssystem aber auch Anpassungen:

1. Die Grundausbildungen müssen berufsbefähigend sein, dürfen aber nicht zu eng definiert werden. Sie müssen den Anschluss an die sich ändernden Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt sicherstellen. Zu engmaschig definierte Lehren und Berufsbilder sind dementsprechend zu überprüfen und gegebenenfalls zu öffnen.
2. Auch auf Hochschulstufe sollte zumindest der Bachelor relativ breit ausgerichtet sein und die wichtigsten Grundlagen der jeweiligen Fachrichtung vermitteln. Die Spezialisierung sollte später erfolgen, sei dies im Master oder noch besser in Weiterbildungen nach dem Studium.
3. Es braucht ein grösseres Angebot an Informatiklehrstellen und mehr Informatikstudierende.

Die Schulen müssen sich kontinuierlich an das sich ändernde Umfeld anpassen. Dies bedingt eine professionelle Führung, die unter Einbezug und Mitverantwortung der Lehrkräfte die Qualitätsentwicklung in der Schule konsequent vorantreibt. In diesem Zusammenhang sind die Ausbildung und die Auswahl der Lehrkräfte wie auch deren Motivation sehr wichtig.

Welche Konsequenzen hat die Digitalisierung für die Schule?

→ In der Schule hat die Digitalisierung Auswirkungen auf die Didaktik und die Lerninhalte, aber auch auf die Pädagogik.

Bei den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Schule sind grob drei Stossrichtungen zu unterscheiden: Erstens die Folgen für die Didaktik und den Einsatz von digitalen Unterrichtseinheiten, beispielsweise in Form von Onlinekursen. Zweitens die Veränderung der Lerninhalte und drittens der Einfluss auf die Pädagogik. Es stellen sich dabei Fragen wie: Welchen Platz soll nun die Digitalisierung in der Bildung einnehmen? Welche grundlegenden Kompetenzen sollten gestärkt und wie soll die digitale Welt sinnvollerweise ins Klassenzimmer eingebunden werden?

→ Sieben Forderungen zur obligatorischen Schule: 1. Konzentration auf die wichtigen Grundlagen, vor allem Schulsprache und Mathematik. 2. Computational Thinking für alle. 3. Alltagsanwendungen der Informatik üben. 4. Eigenständige Fortschritte der Schülerinnen und Schüler unterstützen. 5. Schulzimmer öffnen für externe Expertise. 6. Entsprechende Kompetenzen an der Pädagogischen Hochschule vermitteln. 7. «Soft Skills» nicht vergessen!

Verändert die Digitalisierung die Lerninhalte der obligatorischen Schule?

1. Gerade weil wir nicht wissen, welches Fachwissen künftig gefragt sein wird, hat die Schule zuallererst die Vermittlung der wichtigen Grundlagen sicherzustellen. Unabdingbar ist dabei die Konzentration auf die Schulsprache und die Mathematik. Keine anderen Fächer und Inhalte rechtfertigen es, bei diesen für den weiteren Lernfortschritt essenziellen Kompetenzen Kompromisse einzugehen. Gerade in der Mathematik, aber auch in der Schulsprache sollte der Unterricht individualisiert mit Softwareunterstützung erfolgen.
2. Programmieren für alle. Aber nicht jeder Schulabgänger muss ein Informatiker sein. Und dennoch: Die Informatik ist aus fast keinem Beruf mehr wegzudenken und jede und jeder muss die Grundzüge der Informatik verstehen. Deshalb muss die Schule Grundkenntnisse in der Informatik für alle vermitteln. Der Lehrplan 21 sieht richtigerweise vor, dass bereits in der obligatorischen Schule programmiert werden soll. Ebenso ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, einen bestimmten Sachverhalt in einem Modell abstrahiert darzustellen, um ihn danach mithilfe von Algorithmen und Daten abzubilden («computational thinking»). Diese Fähigkeit ist entscheidend, um die Funktionsweise von Computern und digitalisierten Prozessen zu verstehen. Entscheidend ist dabei, dass all dies den Schülerinnen und Schülern Spass macht und stufengerecht unterrichtet wird. Eine Programmiersprache lernt man am besten, indem Probleme gelöst und nicht indem vorgefertigte Problemlösungen nachgebaut werden. Der eine oder andere Jugendliche wird dann motiviert sein, sich zu vertiefen oder sich vielleicht einer Robotics-Gruppe anzuschliessen. Der Lehrplan 21 ist konsequent umzusetzen.
3. Schwimmen muss man im Wasser. Alltagsanwendungen, vor allem der Umgang mit der Office-Software, sind nicht zu unterrichten. Das Erlernen soll in eine Problemstellung wie das Schreiben eines Textes, das Halten einer Präsentation oder die Auswertung von Daten eingebettet sein. Unsere Schülerinnen und Schüler haben auch nie einen Kurs besucht, um ihr Smartphone bedienen zu können. Informatik ist als Querschnittskompetenz zu betrachten, die in verschiedenen Fächern erlernt und eingesetzt wird.
4. Der zweckmässige Umgang mit der Digitalisierung im Unterricht erfordert von den Lehrpersonen ein Umdenken. Sie müssen und können nicht länger überall bessere

Kenntnisse haben als die Lernenden. Denn wenn Jugendliche Spass haben und motiviert werden, sich auch in der Freizeit mit Informatik zu beschäftigen, werden sie in Kürze in vielen Informatikfragen mehr wissen und auch besser programmieren können als die Lehrperson. Der Lehrer sollte diese eigenständigen Fortschritte unterstützen und gezielt im Unterricht einsetzen.

5. Die Schulzimmer öffnen! Eine Lehrperson muss nicht alleine alle Ziele des Lehrplans abdecken. Entscheidend ist, dass die Lehrpersonen motiviert sind, Informatik zu unterrichten. Zwang ist kontraproduktiv. Lehrpersonen müssen Spass am Informatikunterricht haben. Auch eine Öffnung der Klassenzimmer ist in Betracht zu ziehen: Unterrichtseinheiten zur Informatik könnten Verwandte oder Bekannte der Lehrpersonen oder der Schülerinnen und Schüler in Zusammenarbeit mit der Lernperson anbieten. Wieso nicht zusammen mit einem Informatikerlehrling das Logo-Programmieren unterrichten oder mit einer Gymnasiastin aus dem Lego-Robotics-Team eine Lerneinheit bestreiten? Wenn die Lehrperson den Enthusiasmus der Schülerinnen und Schüler sieht, wird sie sich auch gerne weiterbilden und die Lerneinheit später selbst durchführen. Auch sollte die Volksschule Public Private Partnership offener gegenüberstehen. Damit der Einzug der Informatik in den Unterricht nicht zu viel Zeit benötigt, können Kooperationen zwischen privaten Unternehmen und den Schulen zweckmässig sein.
6. Die Pädagogischen Hochschulen sind gefordert, dass alle Lehrkräfte die erforderlichen Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung mitbringen. Dies betrifft nicht nur die Lehrkräfte in Ausbildung. Auch die bereits aktiven Lehrkräfte müssen für die Digitalisierung fit gemacht werden.
7. Trotz Digitalisierung: «Soft Skills» nicht vergessen! Damit die Jungen ein selbstbestimmtes Leben gestalten können, braucht es ein hohes Mass an Handlungs-, Selbst- und Sozialkompetenz. Zudem ist der Mensch auf der sozialen Ebene und in kontextabhängigen Fragestellung den Computern überlegen. Deshalb: Ein Skilager, das Theaterspielen oder eine Musikwoche mit anschliessender Aufführung sind genauso wichtig wie die Vermittlung von Fachwissen. Und im Lager darf die digitale Welt durchaus auch mal ausgeblendet werden.

Die Realität des lebenslangen Lernens muss bereits in der obligatorischen Schulzeit berücksichtigt werden. Die Lehrpersonen müssen den Schülern eine positive Einstellung gegenüber Veränderungen vermitteln und die natürliche Neugierde der Lernenden fördern. Die Schüler müssen auch lernen, wie man selbstständig lernt und sich aus eigenem Antrieb weiterentwickelt. Dabei sind die Lehrpersonen als Vorbilder speziell gefragt: Diese Einstellung sollte täglich vorgelebt werden.

→ Dank digitaler Lernplattformen kann der Unterricht vollständig individualisiert werden. Lehrpersonen können den Lernfortschritt ihrer Schülerinnen und Schüler sehr genau verfolgen und genau dort unterstützend eingreifen, wo Hilfe benötigt wird. Trotz Digitalisierung bleiben das gemeinsame Lernen in der Klasse und der persönliche Bezug zur Lehrperson für die Entwicklung sozialer Kompetenzen enorm wichtig. Für den individualisierten Unterricht mit digitalen Lernmitteln eignen sich vor allem die Grundlagenfächer: Schulsprache und Mathematik.

Individualisierung des Unterrichts dank digitaler Organisationshilfen

In den vergangenen Jahren setzten viele Schulen Onlineplattformen ein, um die gesamten Unterrichtshilfen zentral den Lernenden zur Verfügung zu stellen. Mittlerweile werden die Plattformen etwas intelligenter eingesetzt und umfassen zum Beispiel Chats mit Fragen zum Unterricht, Organisationsinformationen, Onlinetests oder Lerngruppenforen. Ähnliches gilt es über Klassenzüge zu berichten, die alle Informationen vollständig auf iPad erhalten und das Arbeitsgerät entsprechend häufig einsetzen.

Wirklich bedeutend wird der Einsatz digitaler Unterrichtshilfen, wenn sich dadurch Didaktik und Pädagogik verändern. Das Potenzial der Digitalisierung für den Unterricht ist riesig: Erstmals ermöglicht es den Lehrpersonen, einen vollständig individualisierten Unterricht organisatorisch zu bewältigen. Die Individualisierung wird unter anderem durch das Vorhandensein von Echtzeitdaten über das Verhalten, die Lernfortschritte und die Lösungsstrategien der Lernenden ermöglicht.

Es ist schon lange bekannt, dass die jährlichen Unterrichtsziele in der Primar- und Sekundarschule nur von einem kleinen Teil der Schülerinnen und Schüler vollständig erreicht werden. Die Heterogenität bzw. die Unterschiede in den Kompetenzen der Lernenden sind zu gross, als dass jeder oder jede am Ende des Schuljahres auf demselben Wissensstand sein kann. Es wäre dementsprechend wichtig, dass der Unterricht diese Heterogenität angemessen berücksichtigt. Die dazu notwendige Individualisierung des Unterrichts scheiterte aber in der Vergangenheit daran, dass der Arbeitsaufwand für die Lehrpersonen explodierte. Sie mussten für jede Schülerin und für jeden Schüler ein individuelles Lernprogramm zusammenstellen, den Lernerfolg kontrollieren und dokumentieren. Zudem war die Übergabe der Informationen über den unterschiedlichen Wissensstand der Schülerinnen und Schüler an die nächste Lehrperson kaum zweckmässig sicherzustellen.

Wenn etwa Dräger und Müller-Eiselt (2015) von einer digitalen Bildungsrevolution ^[8] sprechen, geht es um die Möglichkeit des individualisierten Unterrichts: Dies bedeutet ein massgeschneidertes Lernen, das am eigenen Lerntempo ausgerichtet ist und welches elektronisch dokumentiert wird. Dadurch kennt die Lehrperson jederzeit den Lernfortschritt einer Schülerin und wo ein Schüler Hilfe braucht. Die Autoren beschreiben dazu die Initiative des «New Classroom» in New York. Für jedes Thema werden unterschiedliche Hilfsmittel bereitgestellt. Zum Abschluss der Unterrichtseinheit füllt das Kind eine kurze Onlineprüfung aus. Das System checkt dann, wer noch weiter üben muss und wer schon zum nächsten Thema schreiten kann. Die Lehrpersonen sehen jeweils, wer an bestimmten Stellen Schwierigkeiten hat und können entsprechend unterstützend eingreifen – sei dies mit einer zusätzlichen Übung, einer Erklärung der Lernperson oder einer Mitschülerin. Man muss allerdings nicht nach New York reisen, um den digitalisierten, individualisierten Unterricht zu beobachten: Die private Schule für individuelles Lernen (SIL) ^[9] setzt bereits seit einigen Jahren eine gemeinsam mit IBM Schweiz entwickelte Software ein. Diese Software ermöglicht den vollständig individualisierten Unterricht, weil die Lernfortschritte der einzelnen Schülerinnen und Schüler erfasst und gespeichert werden.

Wie könnte der Schulalltag konkret organisiert werden? Ist ein vollständig individualisierter Unterricht in allen Fächern angezeigt? Vorstellbar wäre es, dass sich jedes Kind im Schulhaus einen Platz zum Arbeiten sucht, dort an seinen Aufgaben arbeitet und sich bei Bedarf bei der Lehrperson Hilfe holt. Doch gegen eine solche Schule sprechen wichtige Argumente: Erstens lernen Kinder und Jugendliche auch voneinander und in der Gruppe. Zweitens sind die Lerntypen unterschiedlich, sodass einige etwa bei einem Frontalunterricht bessere Fortschritte erzielen. Drittens werden in Jahrgangsklassen wichtige Sozialkompetenzen erlernt. Wenn jedes Kind nur noch seinen Aufträgen nachgeht, dann vernachlässigen wir gerade

Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Kommunikation, Austragen von Meinungsunterschieden usw. Und viertens: Trotz Digitalisierung braucht es weiterhin den persönlichen Beitrag der Lehrperson, welche die Schüler durch das Thema führt und sie dafür begeistert. ^[10]

Fragen wir deshalb andersrum: In welchen Fächern bremsen Leistungsunterschiede den Lernerfolg besonders? Hier schälen sich zwei Fächer heraus: Schulsprache und Mathematik. In beiden Fächern baut sich das Wissen über die Jahre hinweg auf. Daher sind einige Kinder unter-, andere wieder überfordert, wenn in einer Jahrgangsklasse ein Thema unterrichtet wird. Leistungsunterschiede in den anderen Fächern (Natur/Mensch/Gesellschaft, Sport, Musik, Gestalten, Informatik) können demgegenüber mit pädagogischem Geschick deutlich einfacher auch innerhalb einer Jahrgangsklasse aufgefangen werden. Da bei den Fremdsprachen in der Regel alle mehr oder weniger bei Null beginnen, sind auch hier zumindest auf Primarschulstufe Leistungszüge nicht zwingend nötig.

Konkreter Vorschlag: Die beiden Kernfächer Mathematik und Schulsprache sind an der Volksschule in Zukunft individualisiert zu unterrichten. In diesen Fächern sollten die Schülerinnen und Schüler nicht gemäss dem Alter in Klassen eingeteilt werden, sondern gemäss ihren Fähigkeiten in Lerngruppen. Beispielsweise würden die Schüler zwischen 8 und 10 Uhr in Lerngruppen unterrichtet werden, um anschliessend wieder in die Jahrgangsklasse zurückzukehren. Die Schüler können so weiterhin lernen, in einer über längere Zeit bestehenden Gruppe ihre Rolle zu finden und wahrzunehmen. Eine Lehrperson könnte beispielsweise die zweite Klasse unterrichten und die Lerngruppe B in Mathematik, in der Schülerinnen und Schüler aus der ersten, zweiten und dritten Klasse beisammen sind. In diesem Setting ist individualisierter Unterricht kombinierbar mit gemeinsamen Einführungslektionen oder Gruppenarbeiten. Die digitalen Lernmittel und der persönliche Unterricht durch die Lehrperson sollen also geschickt kombiniert werden. Da alles dokumentiert bleibt, können Lerngruppen auch innerhalb eines Jahres gewechselt werden, ohne dass ein Schüler aus seiner vertrauten Jahrgangsklasse herausgerissen wird. Die schulischen Heilpädagogen würden entsprechend die Lerngruppen von Kindern übernehmen, welche eine besondere Unterstützung benötigen. Im Unterschied zum Modell der integrierten Kleinklasse aber würden alle Kinder in Lerngruppen unterrichtet und nicht bloss die schwächeren. Wichtig ist zudem, dass nicht alle Leistungsgruppen auf das gleiche Lernziel hinarbeiten, da sonst die Besseren zum Beispiel relativ schnell die Ziele der Primarstufe erreicht haben und ihre Lernfreude und Leistungsbereitschaft mangels Zielen verlieren. Schliesslich könnte ein individualisierter Mathematikunterricht auch die Mathematikleistungen der Mädchen steigern. Studien zeigen, dass sich die Mädchen oft aus der Mathematik zurückziehen, weil sie den Mathematikunterricht als zu kompetitiv wahrnehmen. Durch den individualisierten Unterricht stünden sie nicht mehr im direkten Wettbewerb mit anderen und könnten dadurch mehr Freude an der Mathematik erleben.

→ Digitale Hilfsmittel werden sich durchsetzen, aber die Klassenzimmer werden deswegen nicht obsolet. Langfristiger Lernerfolg ist stark abhängig von sozialer Interaktion.

Der digitalisierte Unterricht

Etwas vorschnell wurde das Ende der Klassenzimmer ausgerufen, als erste Erfolge mit E-Learning-Tools erzielt wurden und Tophochschulen damit begannen, im Rahmen von reinen Onlinekursen Ausbildungen für Millionen von Menschen anzubieten. Die Euphorie ist längst verfliegen. Bald schon musste festgestellt werden, dass der grosse Erfolg von einzelnen Modulen den Unterricht in der Klasse keineswegs obsolet macht. Es zeigten sich rasch Probleme in Form von hohen Abbruchquoten bei Online-Hochschulen und mässigem Lernerfolg bei nicht angeleitetem E-Learning. Es wurde allgemein unterschätzt, wie stark der langfristige Lernerfolg von der sozialen Interaktion abhängig ist.

Der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln in der Schule hat sich aber dennoch durchgesetzt, und das Ausbaupotenzial bleibt riesig. «Blended Learning»,^[11] also die Kombination von Präsenzunterricht und E-Learning, verspricht dabei deutlich bessere Lernerfolge als isoliertes E-Learning. Gemeint ist also der zweckmässige Einsatz von digitalen Hilfsmitteln zur Unterrichtsgestaltung, wobei die Lernenden aber von einer Lehrperson begleitet werden. Ein vielfältiges Angebot steht zur Verfügung und wird dauernd weiterentwickelt: einzelne Unterrichtseinheiten bis hin zu ganzen Modulen, Spielen, Suchaufträgen im Internet, Simulationsmodellen, Sprachtrainer usw. Doch auch Youtube-Vorzeigevideos, Fernsehsendungen oder Filmsequenzen lassen sich mit Lernaufträgen einfach und zweckmässig einsetzen.

Fazit

→ **Es reicht nicht, der Schule einfach mehr Informatik zu verordnen. Im Grundsatz geht es vor allem darum, bei den Schülerinnen und Schülern Neugier zu wecken und sie einen positiven Umgang mit Veränderungen zu lehren. Zu diesem Zweck braucht es eine gute Mischung aus individualisiertem Unterricht und dem Unterricht in der Klasse zum Erlernen der immer wichtigeren Sozialkompetenzen.**

Anstatt dem Reflex nachzugeben, der Schule einfach mehr Informatikunterricht zu verordnen, haben die voranstehenden Überlegungen einen breiteren Fokus. Ausgangspunkt ist die These, dass die Digitalisierung den wirtschaftlichen Wandel beschleunigt. Wir wissen heute noch nicht, welche Tätigkeiten die heutigen Kindergärtner einmal ausüben und in welchen Berufen sie tätig sein werden.

Will die Schule auf das Leben vorbereiten, dann trägt sie dieser Entwicklung Rechnung, indem sie den jungen Menschen eine positive Einstellung gegenüber Veränderungen mitgibt und sie neugierig macht für die vielen Möglichkeiten, die das Leben bietet. Dabei müssen die Lehrpersonen mit gutem Beispiel vorangehen. Die pädagogischen Hochschulen müssen zudem in der Ausbildung und Weiterbildung der Lehrer die neusten Entwicklungen rasch aufnehmen, damit die Lehrperson die neuen Anforderungen, welche die Digitalisierung an den Unterricht stellt, in ihren Alltag übertragen können. Eine gute Lehrperson zeichnet sich in Zukunft immer mehr dadurch aus, dass sie Freude am Neuen hat und dies lustvoll in ihren Unterricht aufnimmt und weitervermittelt.

Das Beherrschen der Schulsprache und gute Kompetenzen in Mathematik sind für den beruflichen und sozialen Erfolg zentral. Daher dürfen keine Kompromisse bei diesen Fächern gemacht werden. Hier sollte der Unterricht künftig individualisiert erfolgen, am besten in jahrgangsübergreifenden Lerngruppen. Die Digitalisierung macht dies möglich, weil alle Lernfortschritte leicht dokumentiert werden können. Jahrgangsklassen haben aber nicht ausgedient und sind wichtig für das Erlernen von Sozialkompetenzen.

Es sind gerade die Handels-, Selbst- und Sozialkompetenzen, die entscheidend sind. Oder anders ausgedrückt: Selbstdisziplin, Durchhaltewillen, Motivation, Teamfähigkeit, kritisches Denken, Urteilsvermögen oder Kreativität sind genauso wichtig, wenn nicht wichtiger als Fachwissen.

Und ja, es braucht Informatik an der Volksschule. Jedes Kind sollte die Grundlagen des Programmierens und des «Computational Thinkings» erlernen. Aber ein bisschen mehr Informatik in der Grundschule reicht nicht aus, die Schweiz zukunftsfähig zu machen. Dafür braucht es eine positive Einstellung der Gesellschaft zur technischen und wirtschaftlichen Veränderung. Die Schule ist ein wichtiger Schlüssel dazu. Damit die Schweiz als Digitalisierungsgewinnerin dasteht, müssen wir an die Zukunft glauben und uns nicht am Status quo festklammern. Das gilt nicht nur für die Schule, dort aber ganz besonders.

-
1. World Economic Forum 2016, S. 32
 2. OECD [2016]: Automation and Independent Work in a Digital Economy. Policy Brief on the Future of Work, OECD, May 2016
 3. Weltbank [2016]: Digital Dividends. World Development Report 2016
 4. Arntz, Melanie/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich [2016]: The Risk of Automatisation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris
 5. World Economic Forum [2016]: The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report. WEF, January 2016
 6. Heckman, James/Kautz, Tim [2012]: Hard Evidence on Soft Skills. NBER Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, June 2012
 7. Döbeli Honegger, B. [2017] – Mehr als 0 und 1: Schule in der digitalisierten Welt. 2. Aufl. hep Verlag, Bern
 8. Dräger, Jörg/Müller-Eiselt, Ralph [2015]: Die digitale Bildungsrevolution. Der radikale Wandel des Lernens und wie wir ihn gestalten können. Deutsche Verlags-Anstalt, München
 9. www.sil-tagesschule.ch
 10. Könnten die Nachteile des individualisierten Lernens durch die Aufhebung der Jahrgangsklassen und die Einführung von jahrgangsübergreifenden Leistungsklassen überbrückt werden? Hier spricht dagegen, dass der körperliche und soziale Entwicklungsstand doch viel mit dem Alter zu tun hat. Aus diesem Grund ist man heute beim Klassenüberspringen auch relativ zurückhaltend.
 11. Heute verwenden aus Aktualitätsgründen einige Autoren den Begriff Lernen 4.0 statt den etablierten Begriff des Blended Learnings. Siehe etwa Spermann, Alexander [2016]: Industrie 4.0 = Mehr Roboter = das Ende von Routinejobs? In: Wirtschaftspolitische Blätter 2/2016, Seite 335–346