

ETH zürich

Aus dem Ideen- Labor ETH

Joël Mesot
Kolumnen 2019



Mein Dank geht erst einmal an
meinen Referenten und Co-Autoren
der Kolumnen, Roman Klingler.
Danken möchte ich auch den
Redaktionen von Sonntagsblick
und Illustré für die Möglichkeit,
2019 als Kolumnist tätig zu sein und
die Texte hier nochmals verwenden
zu können.

Das kleine Büchlein, das Sie in den
Händen halten, ist von A bis Z ein
ETH-Produkt. Layout, Zeichnung,
Druck; alles entstand «inhouse».
Ein besonderer Dank gilt den fünf
Lernenden Wenli Yan, Fabio Merino,
Tobias Binder, Gidon Wesner für
die Gestaltung des Büchleins sowie
Emanuel Schweizer für die Illus-
tration. Ebenso ihren Betreuern
Peter Gantner und Michel Philipona.

Norbert Staub, Andreas Trabesinger
ebenso ebenso wie unsere konsultierten
Professorinnen und Profes-
soren haben wertvollen Input zu
den Kolumnen geliefert. Auch
ihnen sei an dieser Stelle gedankt.



Joël Mesot



Mit freundlicher Genehmigung
der Redaktion «Illustré».

Vorwort

Die vorliegenden Texte sind 2019 im Sonntagsblick und in der Illustré als Kolumnen erschienen. Es war für uns der reizvolle Versuch, die Aktualität aus ETH-Sicht zu lesen und zu kommentieren. Gelegenheit dazu boten so unterschiedliche Anlässe wie Alfred Eschers zweihundertster Geburtstag, der Genfer Autosalon oder die eidgenössischen Wahlen. Die Texte erheben keinen Anspruch auf thematische Vollständigkeit, sie widerspiegeln aber die Bandbreite der Fragen, mit denen sich die ETH in der Lehre, der Forschung, dem Wissenstransfer oder im Dialog mit der Gesellschaft befasst.

Auch wenn die Kolumnen aus Sicht der Hochschule geschrieben sind, gehen sie über diese hinaus und unterstreichen die Wichtigkeit des gesamten Bildungssystems sowie der Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen und der Industrie.

Wir hoffen, die Kolumnen gefallen Ihnen und Sie entdecken die eine oder andere unbekannte Seite der ETH. Wie Gesellschaft und Wirtschaft, ist auch die Wissenschaft im Umbruch. Die Politik erwartet von ihr zu Recht Antworten auf globale Herausforderungen. Den Antworten stehen jedoch ebenso viele noch unbeantwortete Fragen gegenüber. Auch das ist Wissenschaft.

Joël Mesot und Roman Klingler

Inhalt

Happy Birthday, Alfred Escher _____	1
Verblüffende Materialien _____	3
Das Auto vor der Verwandlung _____	5
Dem Internet mehr Sicherheit einimpfen _____	7
Süsse Hightech-Versuchung _____	9
Thymio & Co rollen ins Schulzimmer _____	11
Alumni – Band(e) fürs Leben _____	13
Schweizer Drohnen für die Welt _____	15
Klimmzüge fürs digitale Zeitalter _____	17
Wir und das All _____	19
Die ethische Dimension _____	21
Vorteil Schweiz _____	23
Fakten & Fiktion _____	25
Poulet aus Erbsen für Flexitarier _____	27
Die Tugend der Geduld _____	29
«PELE» im Unterricht _____	31
Daten zum Sprechen bringen _____	33
Wenn die Wissenschaft die Politik berät _____	35
Das Bauen neu denken _____	37
Quantensprung ins Unbekannte _____	39
Unterwegs zum nachhaltigen Campus _____	41
2020 und darüber hinaus _____	43

Happy Birthday, Alfred Escher!

Das Jahr 2019 kündigt sich reich an Jubiläen an. Und für alle hat es etwas Passendes. 500 Jahre ist es her, seit Huldrych Zwingli die Kanzel im Zürcher Grossmünster bestieg; ebenso lange, seit Magellan zur Weltumseglung aufbrach. Vor 90 Jahren erschien die erste Geschichte von «Tim und Struppi», und vor 50 Jahren setzte der erste Mensch seinen Fuss auf den Mond.

Die Liste liesse sich beliebig verlängern bis hin zum Papiernastuch, das sich schon seit 90 Jahren selbstlos in den Dienst der Verschnupften stellt. Aber ich werde weder über das Fernweh des tapferen Portugiesen schreiben, noch mich zu einer meiner Lieblingslektüren als Kind äussern, sondern ich möchte hier einem Mann die Referenz erweisen, der vor 200 Jahren zur Welt kam und dessen

Statue jahrein, jahraus mit stoischem Blick in die Zürcher Bahnhofstrasse schaut: Alfred Escher!

Was hat er nicht alles bewegt, dieser Escher. Er war Unternehmer, Wirtschaftskapitän und Politiker. Als wohl mächtigster Zeitgenosse des jungen Bundesstaats hat er massgeblich dazu beigetragen, dass der Gotthardtunnel gebaut, die Kreditanstalt (heute: Credit Suisse), die Rentenanstalt (heute: Swiss Life) und das Eidgenössische Polytechnikum – die heutige ETH Zürich – gegründet wurden. Eschers Genie auf einen kurzen Nenner gebracht: Eine moderne Schweiz brauchte Kommunikationswege (Eisenbahn, Brücken, Tunnels), diese mussten von Ingenieuren und Technikern geplant und gebaut werden (ETH), und dafür brauchte es Geld (Bank und Versicherung).

Wie hinter jeder historischen Figur standen auch hinter Escher viele aufopfernde Helferinnen und Helfer. Und er hatte das Glück, zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu sein. Ich will ihm in meiner ersten Kolumne also kein zweites Denkmal bauen, aber seine Weitsicht und Taten haben bleibende Werte geschaffen, die bis

in die heutige Schweiz reichen. Und das verdient Respekt. Chapeau, Herr Escher!

«Eschers Weitsicht und Taten haben bleibende Werte geschaffen, die bis in die heutige Schweiz reichen.»

Was hat uns Escher heute noch zu sagen? Ich meine: viel. Wir können uns eine dicke Tranche abschneiden von seinem unternehmerischen Mut, seiner Beharrlichkeit und der Fähigkeit, über die Einzelteile hinaus immer das Gesamtbild vor Augen zu halten.

Solche Tugenden sind gefragt, wenn die Schweiz weiterhin erfolgreich bleiben will. Gerade auch für die Jungen, die die Zukunft dieses Landes mitgestalten wollen, kann Escher eine Inspiration sein. Die ETH hat deshalb einen Alfred-Escher-Preis ausgeschrieben für junge Menschen, die mit ihrem Mut und Weitblick das Potenzial haben, zu den «Eschers von morgen» zu werden. Am 19. Februar, am Vorabend von Eschers Geburtstag, werden die sechs Preisträgerinnen und Preisträger bekannt gegeben. Ich bin

sehr gespannt auf ihre Ideen und Projekte. An die Adresse des Namensgebers des Preises sag ich an dieser Stelle schon einmal: Happy Birthday, Alfred Escher!

Links



Alfred Escher Stiftung (Chronologie)



Buchtipps: Die Zukunftsmaschine.
Konjunkturen der ETH Zürich, 1855–2005



Buchtipps: Alfred Escher (1819–1882)
Aufstieg, Macht, Tragik

Verblüffende Materialien

Wir schwingen uns aufs Velo mit faserverstärktem Karbon-Rahmen, wandern in atmungsaktiven Kleidern und backen unseren Kuchen im selbstreinigenden Ofen. Neue Materialien erleichtern unser Leben. Neue Werkstoffe und Techniken waren für den Fortschritt schon immer zentral.

Es kommt nicht von ungefähr, dass wir in der Schule die frühe Menschheitsgeschichte nach den jeweils bestimmenden Materialien einteilen: Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Wenn wir den Bogen bis in die Gegenwart spannen, so kann man heute vom Silizium-Zeitalter sprechen, steht dieses Material doch am Anfang der Mikroelektronik und Informatik.

Die Halbleiter moderner Rechner sind daraus gemacht. Damit verbunden ist die rasante Entwicklung von Computerhardware in den letzten Jahrzehnten. So vervielfachte sich deren Prozessorleistung. Parallel dazu

wurden die Geräte immer kleiner, was schliesslich zum Smartphone von heute führte.

Wie riesig der Techniksprung ist, verdeutlicht ein weiteres Beispiel: Der in den 60er-Jahren für die Apollo-Raumflüge eingesetzte Navigations-Computer brachte es auf 40 000 Rechenoperationen pro Sekunde bei einer Taktrate von 1 MHz. Ein modernes Mobiltelefon ist mindestens 100 000-mal schneller und hat 1 Million Mal mehr Speicher als der Nasa-Computer von damals.

Diese Entwicklung ist noch nicht zu Ende, und doch ist ein Ende abzusehen. Denn es gibt physikalische Gesetze, die der Verdichtung von Transistoren auf Computerchips Grenzen setzen. Weltweit forscht man deshalb nach Lösungen, was auf die Halbleiter-Technologie folgen könnte. Viele setzen Hoffnungen auf den Quantencomputer.

Aber auch bei neuen Materialien ist das Potenzial längst nicht ausgeschöpft. Ein «heisser Kandidat» sind die Multiferroika; eine Materialklasse, an der im ganzen ETH-Bereich intensiv geforscht wird. Multiferroika

sind chemische Verbindungen, meist aus Metallen und Sauerstoff, mit ganz speziellen Eigenschaften. So haben sie eine «innere Ordnung», die sowohl magnetisch als auch elektrisch ist. Wenn diese Erkenntnisse der Grundlagenforschung der-einst zu Anwendungen führen, sind kleinere, schnellere und vor allem deutlich stromsparendere Computer und Datenträger in Reichweite.

«Multiferroika haben eine innere Ordnung, die sowohl magnetisch als auch elektrisch ist.»

Das wäre angesichts des zunehmenden Energiehungers unserer Computer und Datenzentren ein Durchbruch. Multiferroika sind übrigens echte «Multitalente» und für weitere Einsatzgebiete interessant.

Welches Material wird der nächsten Technologieentwicklung Pate stehen und das Silizium ablösen? Multiferroika oder etwas ganz anderes? Ich weiss es nicht. Aber gewiss werden von den Materialwissenschaften noch viele Impulse ausgehen, die nicht

nur in den Informationstechnologien, sondern in der Energie, Medizin etc. für Innovationen sorgen.

Links



Nicola Spaldin gilt als Pionierin auf dem Gebiet der Multiferroika. Für ihre Forschung erhielt die ETH-Professorin 2019 den Marcel-Benoist-Preis.



Website Materials Theory

Das Auto vor der Verwandlung

Genf ist in den nächsten Tagen wieder Schauplatz des Autosalons. Deshalb sei hier ein Blick in die Zukunft gewagt, in der nicht mehr das Auto, wie wir es heute kennen, im Mittelpunkt steht, sondern die Mobilität als Service. Bis es so weit ist, wird das Auto erst einmal elektrisch und autonom. Das dürfte allerdings länger dauern, als manchen lieb ist.

Auch wenn regelmässig das bevorstehende Ende des Verbrennungsmotors ausgerufen wird, ändert sich der Mix des helvetischen Fuhrparks nur langsam. 2018 waren von den neu zugelassenen Autos nur 3,2 Prozent reine Elektroautos bzw. Plug-in-Hybride. Wohin die Reise mittelfristig gehen muss, ist indes klar: Der Strassenverkehr muss CO₂-frei werden und seinen Beitrag leisten, um die Klimaziele zu erreichen. Aber eine Elektrifizierung des Individualverkehrs im

grossen Stil setzt eine funktionierende Ladeinfrastruktur sowie billigere und leichtere Batterien voraus. Und Strom aus erneuerbaren Quellen, denn es nützt dem Klima nichts, wenn wir unseren Tesla mit Strom aus dem Kohlekraftwerk «betanken». Was wir brauchen, ist somit eine überlegte Verkehrswende und noch viel Forschung und Entwicklung.

Klima-, Energie- und Mobilitätsforschung sind eng miteinander verknüpft und zentrale Themen an vielen Hochschulen. Alleine an der ETH Zürich befassen sich rund 30 Professuren mit Fragen der Mobilität – die Palette reicht von alternativen Antriebskonzepten über die Entwicklung neuer Materialien bis zur Simulation ganzer Verkehrssysteme.

Der technische Fortschritt macht es zwar möglich, immer mehr elektronische Assistenzsysteme in die Autos zu verbauen, um diese smart zu machen. Wir erteilen ihnen Sprachbefehle, lassen sie selber die Parklücke finden und sind froh, wenn Spur- und Distanzkontrolle die Sicherheit beim Fahren erhöhen. Aber auch hier gilt: Bis zur angestrebten vollen Autonomie des Autos liegt noch ein ganzes

Stück Arbeit vor uns. Von den fünf sogenannten Automatisierungsgraden sind wir heute irgendwo zwischen dem zweiten und dritten Grad. Die volle Autonomie des Autos ist aber erst dann erreicht, wenn die Insassen entspannt ein Buch lesen können oder Fahrten ohne Fahrer möglich sind. Wir werden dort hinkommen, irgendwann.

«Das Auto wird sich vom Statussymbol zu einem Bindeglied in einer Mobilitätskette wandeln.»

Bis dann werden wir eine andere Beziehung zum Auto haben als heute. Vom Statussymbol wird es zum Bindeglied in einer Kette von Mobilitätsdienstleistungen. In einer solchen Schweiz wird es weniger wichtig sein, ein Auto zu besitzen. In einer kürzlich gemachten Studie sprachen sich 23 Prozent der Befragten dafür aus, ein vollautonomes Auto kaufen oder leasen zu wollen. 15 Prozent würden sich für ein Abo entscheiden, um das Auto jederzeit nutzen zu können. 62 Prozent würden ein solches Fahrzeug nur bei Bedarf auf Abruf nutzen

wollen. Eine Reise beginnt dann vielleicht immer noch im Tram und endet mit dem – fahrerlosen – Taxi. Planen, buchen und bezahlen wird das der digitale Assistent. Ob Genf dann noch einen Autosalon hat, weiss ich nicht. Aber sicher wird Genf auch dann eine Reise wert sein.

Links



Mobilitätsinitiative von ETH Zürich und SBB



Magazin «Globe» zum Thema Mobilität



Studie unter ETH-Leitung zur Dekarbonisierung des europäischen Verkehrs

Dem Internet mehr Sicherheit einimpfen

Die Grippewelle ebbt langsam ab, die Grippe-Viren lassen uns bis nächsten Winter wieder in Ruhe. Nicht so die Computer-Viren, die kennen weder Jahreszeiten noch Schonfristen. So ist inzwischen alles rund um die Uhr eine potenzielle Zielscheibe für Cyber-Attacken. Informationssicherheit ist nicht nur für jede und jeden Einzelnen von uns wichtig, sie ist matchentscheidend für eine florierende Wirtschaft und einen funktionierenden Staat.

Und sie wird noch wichtiger in den nächsten Jahren, wenn uns das Internet der Dinge geschätzte 20 Milliarden zusätzlicher Geräte beschert, die weltumspannend verbunden sein werden. Das Internet beruht allerdings auf Techniken, die in die Jahre gekommen sind und nicht entwickelt wurden, um besonders sicher zu sein, sondern primär, um die Kommunikation zwischen Com-

putern zu erleichtern. So regelt etwa ein spezielles Protokoll, welche Wege die Datenpakete im Internet nehmen. Diese Wege sind oft verschlungen. Wenn ich in Zürich Daten von einem Server in Lausanne abrufe, dann gelangen die Datenpakete vielleicht erst über einen Umweg ausserhalb der Schweiz auf meinen Computer. Diesen Umstand machen sich Hacker wie Geheimdienste zunutze, indem sie Informationen gezielt umleiten und ausspionieren.

Das betrifft selbst Daten des US-Militärs. Das Internet hat also verschiedene Schwachstellen, die den Datenverkehr fehleranfällig oder zur leichten Beute für Kriminelle machen. ETH-Forschende haben einen Lösungsvorschlag entwickelt, um das Internet sicherer, transparenter und leistungsfähiger zu machen. Die neue Internet-Architektur der ETH baut auf dem bestehenden Internet auf, merzt aber die bekannten Schwachstellen aus. Zudem gibt sie den Internetnutzern im Unterschied zu heute die Möglichkeit, den Pfad ihrer Daten selber festzulegen und nachträglich auch zu überprüfen, ob der vorgegebene Weg auch tatsächlich eingeschlagen wurde. Eine Kernidee dieses SCION

genannten Internetprojekts ist, dass sich verschiedene Netzwerke über gemeinsame Regeln und gegenseitiges Vertrauen zusammenschliessen und so einen sicheren und transparenten Internetverkehr ermöglichen. Das kann innerhalb einer Grossorganisation sein, aber auch verschiedene Netzwerkbetreiber innerhalb eines Landes umfassen.

«Das Internet hat Schwachstellen, die es fehleranfällig und zur leichten Beute von Kriminellen machen.»

In Scion ist seit zehn Jahren viel Forschung geflossen. Inzwischen wird das System von mehreren Schweizer Firmen, der Internet-Organisation Switch sowie dem ETH-Bereich auf Herz und Nieren getestet. Gerade für Bereiche mit erhöhten Anforderungen an die Datensicherheit wie Banken oder Spitäler kann SCION in den nächsten Jahren ein interessanter Ansatz sein.

In der Schweiz gibt es, wie in anderen Ländern auch, einen steigenden Bedarf an Fachleuten, die Computer-

Netzwerke sowie Soft- und Hardware vor den Gefahren aus dem Cyberspace schützen können. Die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen, die EPFL und die ETH Zürich, werden deshalb ab Herbst einen neuen gemeinsamen Masterstudiengang in Cybersecurity anbieten – und damit auch einem Wunsch von Parlament und Bundesrat nachkommen.

Links



Spin-off Anapaya Systems



Zurich Information Security and Privacy Center (ZISC)



Master in Cyber Security an der ETH Zürich

Süsse Hightech- Versuchung

Schokoladengenuss bis ins 19. Jahrhundert, das hiess, eine Kakaomasse mit bitterem Geschmack zu erwärmen und flüssig zu konsumieren. Dann entwickelte Daniel Peter 1875 in Vevey die Milchschokolade, indem er den Kakao mit Kondensmilch mischte. Wenig später liess der Berner Rodolphe Lindt seine Maschinen die Schokoladenmasse über das Wochenende rühren und erfand so das Conchieren, das die Schokolade zart schmelzend machte. Innovationen wie diese haben Schweizer Schokolade zum Inbegriff von Qualität und Genuss gemacht.

Eine schokoladenreiche Zeit steht uns mit Ostern bevor. Berge von Schoggi-Hasen dürften in den kommenden Tagen vertilgt werden. Aber auch die restlichen Tage im Jahr naschen wir Schweizerinnen und Schweizer fleissig SüsSES und sind mit einem Pro-Kopf-Konsum

von 10,3 kg Schokolade europäische Spitze. Und ich gestehe, in Bezug auf den Schokoladenkonsum bin ich ein Musterschweizer.

Ich erzähle diese Geschichte nicht, um Ihnen meine Schwäche für SüsSES zu offenbaren, sondern weil ich über einige Beiträge der ETH berichten möchte, die mit dem Kakaoprodukt zu tun haben. So bildete sich früher auf Schokolade, die nicht richtig gelagert wurde, oft eine weissgräuliche Schicht, der Fettreif. Diesem haben ETH-Forschende – auf der Grundlage von Röntgenbeugungs-Experimenten zur polymorphen Kakaobutter-Kristallisation am Paul Scherrer Institut – Anfang der 2000er-Jahre den Garaus gemacht.

Oder dass die roten und schwarzen Schokoladenkugeln eines Schweizer Herstellers auf der Zunge so zart schmelzen, ist ebenfalls ETH-Knowhow mit zu verdanken. Heute is(s)t man linienbewusster als früher, und so sucht die Industrie nach Lösungen, um Schokolade zu produzieren, die gut schmeckt, aber gleichzeitig kalorienärmer ist. In den ETH-Labors arbeitet man an dieser schokoladentechnischen Quadratur des

Kreises. Der Trick, den man anwendet, besteht darin, Wassertröpfchen oder Gasbläschen in die Schokolade einzubauen. Damit hat man weniger Energiedichte pro Volumen: Eine gleich grosse Tafel Schokolade hat folglich weniger Kalorien.

«Ich erzähle diese Geschichte nicht, um Ihnen meine Schwäche für Süsses zu offenbaren.»

Schliesslich gibt es immer wieder Verbesserungen bei der Herstellung von Schokolade. Das wirkt sich nicht immer direkt auf deren Qualität aus, optimiert aber die Art, wie diese produziert wird. Solche Verbesserungen stärken die Wettbewerbsposition der Schweizer Schokoladenindustrie auf dem Weltmarkt. Dieser Gedanke stand am Anfang des Arbeitskreises Schokoladentechnik, den ETH-Lebensmittelingenieur Erich Windhab mit Industriefirmen und KMU vor 25 Jahren ins Leben rief.

Aus diesem Arbeitskreis sind 17 Patente, 28 Forschungsprojekte und internationale Auszeichnungen wie

der European Food Tec Award hervorgegangen. Schweizer Schokolade ist somit nicht nur ein Premium-, sondern auch ein Hightech-Produkt, das 2018 im Exportgeschäft fast eine Milliarde Franken Umsatz einbrachte.

Übrigens, wenn Sie für jede Erwähnung des Wortes Schokolade im Text – 20-mal! – eine Kniebeuge machen, haben Sie (fast) so viel Kalorien verbrannt, dass Sie sich eine Tafel Ihrer Lieblingsschokolade verdient haben. Ich korrigiere: 21-mal.

Links



Sechs Gründe für den Erfolg der Schweizer Schokolade



Neues aus dem Lebensmittellabor – Schokolade, die leuchtet

Thymio & Co rollen ins Schulzimmer

Für circa 20 Primarlehrerinnen und Primarlehrer aus der ganzen Schweiz heisst es am 8. Mai: «Mission Mars». Sie werden kleine Roboter programmieren, damit diese Manöver auf dem «Mars» ausführen können. Kursteilnehmende sind in Kontrollzentren über drei Standorte verteilt, die «Mars»-Landschaft steht in Lausanne. Es ist der Schlusspunkt einer Weiterbildung, in der Lehrpersonen den Umgang mit dem kleinen Roboter Thymio erlernen, um ihn im Schulunterricht einzusetzen.

«Mission Mars» ist der erste Kurs, der sich explizit an Lehrkräfte richtet und gemeinsam von der EPFL, der ETH Zürich und der Tessiner Fachhochschule SUPSI durchgeführt wird. Informatisches Know-how wird inzwischen von zahlreichen Organisationen und Bildungsträgern für alle Schulstufen angeboten. Das beginnt mit Unterrichtsmaterialien für

den Kindergarten, um die Kleinsten spielerisch an das algorithmische Denken heranzuführen. Informatik für die Primar- und Sekundarstufe, das ist die Domäne des an der ETH angesiedelten Ausbildungs- und Beratungszentrums für Informatikunterricht, kurz ABZ. Von Demo-Lektionen über Weiterbildungsangebote bis hin zu Lehrmitteln fürs Programmieren hat das Kompetenzzentrum in den letzten 15 Jahren Pionierarbeit geleistet und dem Informatik-Unterricht in der Volksschule den Weg geebnet.

Dass Informatik wichtige Fähigkeiten vermitteln kann, stellt wohl niemand ernsthaft in Abrede. Wir wollen unsere nächste Generation befähigen, die digitale Zukunft nicht nur passiv zu konsumieren, sondern auch aktiv zu gestalten. Und diese Zukunft wird die Berufswelt umkrepeln. Traditionelle Jobprofile werden sich verändern; bestimmte Berufe verschwinden, neue entstehen.

Schenkt man einer Studie des World Economic Forum Glauben, dann werden 65 Prozent der Kinder, die heute in die Primarschule kommen, in einem Beruf landen, den es zurzeit gar noch nicht gibt. Mit dem Lehrplan 21 haben

die Deutschschweizer Kantone auf den Wandel reagiert und das Fach «Medien und Informatik» eingeführt. Auf Gymnasialstufe wird der Informatikunterricht spätestens ab 2022 obligatorisch. Dieser soll die Grundlagen von Programmiersprachen vermitteln, die technischen Hintergründe von Computernetzwerken sowie die Sicherheit der digitalen Kommunikation thematisieren.

«Es geht nicht darum, die neuste Version von Word zu bedienen, sondern die Grundkonzepte der Informatik zu verstehen.»

Gerade weil der technologische Wandel so rasch vonstattengeht und Digitalprodukte schnell veralten, ist es wichtig, ein gemeinsames Verständnis von Informatik zu entwickeln. Denn es geht nicht darum, die neuste Version von Word zu bedienen, sondern die zugrundeliegenden Konzepte zu verstehen und anwenden zu können.

Informatik ist eine Denkschule. Die eingangs erwähnten Angebote ver-

folgen diesen Ansatz. Unsere Gesellschaft steht vor der Herausforderung, Lehrkräfte, die zum Teil noch in einer analogen Welt gross geworden sind, beim Übergang ins digitale Zeitalter zu unterstützen. Thymio & Co stehen bereit für ihren Einsatz auf dem «Mars». Sie werden in Zukunft vermehrt in Schweizer Schulzimmern anzutreffen sein.

Links



ETH-Kompetenzzentrum für Lehren und Lernen «EducETH»



Mint & Pepper – ein Programm zur Nachwuchsförderung im MINT-Bereich

Alumni: Band(e) fürs Leben

Was machen heute wohl meine Studienkollegen und WG-Genossen Jacques und Étienne? Mitte der 1980er-Jahre kam ich von Genf nach Zürich an die ETH, um Physik zu studieren, und war überrascht, wie schnell sich hier Kontakte knüpfen liessen. Vielleicht, weil wir Studienanfänger in ein besonders anspruchsvolles Lernumfeld geworfen wurden. Die Anforderungen, das wurde uns gleich vermittelt, waren streng, und alles war für mich neu: natürlich das Niveau des vermittelten Stoffes, die Stadt und zu einem guten Teil auch die Sprache.

Rasch wurde mir klar: Fast alles lässt sich meistern, wenn man es gemeinsam angeht. Lernen und Prüfungen vorbereiten, Erfolge feiern, eine Wohnung in Schuss halten, Misserfolge verschmerzen (ja, auch das gab es bei mir) und nicht zuletzt dringend benötigte Auszeiten

geniessen, etwa beim Sport in den Bergen. Hochschulen waren immer schon mehr als nur Lehranstalten, nämlich soziale Netzwerke avant la lettre, nur authentische. Kurz: Orte, die sich ausgezeichnet eignen, um das Leben einzuüben.

Was man zusammen erlebt, verbindet. Auch wenn das Band später lockerer wird, es reisst nicht. Schon die ältesten Universitäten, zum Beispiel Oxford und Cambridge, pflegten ab dem 13. Jahrhundert die Idee der lebenslangen Bindung ihrer Alumni (lateinisch für «Zöglinge»). Ihre moderne, ja professionelle Ausprägung erhielten Alumni-Netzwerke dann zu Beginn des 19. Jahrhunderts von prestigeträchtigen US-Universitäten wie Yale, Harvard oder Princeton. Diese erkannten früh, dass die Tausenden von Ehemaligen als Fachleute nicht nur eine zentrale Ressource für Wirtschaft und Gesellschaft darstellen, sondern dass sie ihrer Institution auch viel zurückgeben können: Renommée – und nicht zuletzt finanzielle Unterstützung.

In den letzten Jahrzehnten haben die Schweizer Universitäten ihre Ehemaligen-Netzwerke zügig dem

Goldstandard der angelsächsischen Vorbilder angenähert. «Meine» ETH Alumni-Vereinigung – sie feiert in diesem Jahr den 150. Geburtstag – ist heute ein gut geöltes Beziehungsgeflecht, das unter anderem mit Coachings wichtige berufliche Starthilfe leistet. Es umfasst über 30 000 aktive Mitglieder; etwa so viele, wie Zug oder Neuenburg Einwohner haben.

«Alumni können ihren Universitäten viel zurückgeben: Erfahrung, Renommée – und nicht zuletzt finanzielle Unterstützung.»

Und so vielfältig wie diese Städte sind auch die Persönlichkeiten, die aus der ETH hervorgegangen sind. Zum Beispiel WEF-Gründer Klaus Schwab, Unternehmer Jörg Sennheiser oder Bundeskanzler Walter Thurnherr. Oder die Nobelpreisträger Richard Ernst und Kurt Wüthrich, die Architekten Jacques Herzog, Pierre de Meuron und Tilla Theus, der Kabarettist Fabian Unteregger sowie die Olympiasiegerin Dominique Gisin. Die Liste lässt sich beliebig verlängern. Ihnen gemein ist das Rüstzeug, das

die ETH liefert: die Lust und Kompetenz, Neues und Bemerkenswertes zu schaffen, zum Nutzen von Wirtschaft und Gesellschaft.

Das gilt auch für meine Studienfreunde Jacques und Étienne. Beide haben spannende Wege beschritten, der eine als IT-Experte, der andere als Robotik-Wissenschaftler. Ich schätze mich glücklich, diesem Kreis anzugehören.

Links



In der ETH Alumni Vereinigung sind mehr als 30 000 ehemalige Studierende der ETH Zürich organisiert.

Schweizer Drohnen für die Welt

Chris Anderson ist ein alter Fuchs in der Technologieszene. Der ehemalige Chefredaktor des Magazins «Wired» und Gründer einer US-Drohnenfirma hat die Schweiz schon vor ein paar Jahren als Silicon Valley der Robotik bezeichnet. Unser Land hat in der Tat mit Zürich und Lausanne als Zentren eine weltweit beachtete Robotik-Forschung, aus der in den letzten Jahren Dutzende von Start-up-Firmen entstanden sind.

Diese Entwicklung ist auch einer liberalen Gesetzgebung und der guten Zusammenarbeit mit den Behörden zu verdanken. Der neuste Technology-Outlook der Schweizer Akademie der Technischen Wissenschaften sieht denn auch ein grosses Potenzial in der Entwicklung einer Schweizer Drohnen-Industrie. Dies möchte ich anhand von drei Beispielen aus der ETH beleuchten.

Die Jungfirma Auterion geht auf eine Masterarbeit an der ETH zurück, die in der Folge zu einer Open-Source-Software für die Navigation von Drohnen weiterentwickelt wurde. Die PX4-Software ist zu einer Art Android für Drohnen geworden, also einem Betriebssystem, auf dem verschiedenste Anwendungen möglich sind. Grosse Firmen wie Amazon Prime Air oder Yuneec – der weltweit zweitgrösste Drohnenhersteller – wie auch kleinere Unternehmen setzen auf Auterion.

Während Auterion selber keine Drohnen herstellt, ist die Produktion hochwertiger Drohnen das Kerngeschäft der Jungfirma Wingtra, die 2012 als Studierenden-Projekt startete und 2016 zur Firma wurde. Wingtra verkauft ihre Drohnen zur Kartografie ganzer Landstriche oder zur Vermessung von Minen. Die Drohne, die vertikal startet und horizontal fliegt, kann bis zu 240 Fussballfelder vermessen und dreidimensionale Karten erstellen.

Schliesslich noch ein paar Worte zu Verity Studios, das von Zürich-Oerlikon aus die Unterhaltungswelt mit seinen Drohnen erobert. Ob im Circus Knie, auf einer Tournee des

kanadischen Rappers Drake oder in der Neujahrsshow des chinesischen Fernsehens: In allen Fällen sind die Drohenschwärme von Verity Studios Teil des Spektakels.

«Drohnen werden in naher Zukunft vermisste Personen in unwegsamem Gelände aufspüren.»

Die Firma hat zudem einen Algorithmus entwickelt, der die Fluggeräte selbst bei Ausfall von zwei Rotoren immer noch manövrierfähig macht. Sicherheitsaspekte werden mit der Ausbreitung von Drohnen im Alltag immer wichtiger. Auterion, Wingtra und Verity Studios: Allein diese drei Firmen haben in kurzer Zeit gegen 200 hochqualifizierte Arbeitsplätze in Zürich geschaffen – und suchen händelnd nach weiterer Verstärkung.

Drohnen werden in naher Zukunft vermisste Personen in unwegsamem Gelände aufspüren, die Inspektion industrieller Grossanlagen oder die Überwachung von landwirtschaftlich genutzten Feldern ermöglichen. Und vieles mehr. Die Schweiz hat mit ihrer

Forschung bereits dazu beigetragen, dass sich Robotik und Drohnentechnologie in den letzten Jahren derart entwickeln konnten. Die Chancen stehen gut, dass wir nun auch von der industriellen Umsetzung des Fortschritts profitieren können und nicht – wie in der Vergangenheit auch schon geschehen – die Grundlagen für Innovationen liefern und das Geschäft anderen überlassen.

Links

Zürich ist ein führender Standort zur Entwicklung von Drohnentechnologien.



Spin-off Auterion



Spin-off Wingtra



Spin-off Verity Studios

Klimmzüge fürs digitale Zeitalter

Nennen wir sie Petra. Sie hat – 2029 – eben ihr CAS-Diplom als Spezialistin für Augmented-Reality-Anwendungen erhalten und wird das neu erworbene Wissen künftig für eine Warenkette einsetzen, wo sie personalisierte Reisen durch die virtuelle Produktewelt kreiert. Petra ist natürlich ebenso fiktiv, wie die Beschreibung ihres Berufsbildes spekulativ ist. Hingegen können zwei Annahmen in meinem Beispiel als gesichert gelten: Zum einen werden sich aus neuen Technologien neue Berufsprofile ergeben, und zum andern wird die Weiterbildung in der digitalen Welt zur Lebensaufgabe.

Diese Zukunft hat bereits begonnen und das Weiterbildungsangebot wächst. Neue Anbieter wie Coding-Akademien etwa haben eine Marktlücke entdeckt und vermitteln Programmierkenntnisse. Auch für eine technische Hochschule wird das

Thema wichtiger, weshalb die ETH den Bereich der Weiterbildung vor einem Jahr neu gebündelt hat. Seit 2015 ist die Zahl der Weiterbildungsangebote von 30 auf 52 angewachsen, acht weitere Programme sind in Vorbereitung. Darunter Zertifikate (CAS), Diplome (DAS) oder Master of Advanced Studies (MAS). Die Themenpalette ist – der technologischen Entwicklung gehorchend – ausgeweitet worden und umfasst Angebote in Cybersecurity, Datenwissenschaft oder Zertifikationslehrgänge wie International Policy and Advocacy. Mehr noch als in der Grundausbildung versucht man in der Weiterbildung, auf die raschen beruflichen und wirtschaftlichen Entwicklungen zu reagieren. Dazu zwei Beispiele.

Das erste ist ein neues Sabbatical (CAS) für qualifizierte technische Fachkräfte mit mehrjähriger Industrienerfahrung. Das Angebot ist massgeschneidert. Es kann eine Person oder eine Gruppe umfassen, kann zwei oder mehrere Monate dauern. Mentoren stehen aus mehr als 70 Forschungsgruppen zur Verfügung. Ein Kerngedanke des Sabbatical ist, dass sich Kursteilnehmende an Forschungsarbeiten beteiligen und Lehr-

veranstaltungen besuchen und dass die Mentoren der ETH ihrerseits von den Erfahrungen und dem Industrie-Know-how profitieren. Wissen soll in beide Richtungen fließen.

«Mehr noch als in der Erstausbildung versucht man, in der Weiterbildung auf die raschen wirtschaftlichen Entwicklungen zu reagieren.»

Ein zweites Angebot, das diesen Herbst beginnt, richtet sich an Personen aus dem Management ohne technisch-naturwissenschaftlichen Hintergrund. Das MAS-Programm «Applied Technology» soll Führungskräften ein besseres Verständnis von Informationssystemen und technischen Entwicklungen geben, die den Rahmen bilden für Innovationen, sei dies in einer grossen Firma oder einem KMU.

So wie sich Ingenieure in einer Zweitausbildung das nötige Management-Rüstzeug holen, sollen hier Führungskräfte die wesentlichen Treiber der Digitalisierung verstehen und sich zunutze machen können.

Es gibt inzwischen viele Studien über die Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Arbeitswelt. Während die einen die Gefahren betonen, sehen andere Chancen, dass mehr neue Stellen entstehen als alte wegfallen. Um diese Chancen nutzen zu können, braucht es die Bereitschaft, sich auf lebenslanges Lernen einzulassen. Aber auch eine Personalentwicklung, die Mitarbeitende mit gezielter Weiterbildung fit hält für den Arbeitsmarkt.

Links



Die ETH Zürich hat ihren Weiterbildungsbereich 2018 unter dem Dach einer «School for Continuing Education» neu strukturiert und baut das Angebot an Kursen laufend aus.

Wir und das All

Die Schweiz hat rekordverdächtige Hitzetage hinter sich. Rekordverdächtig war auch der Aufmarsch an Nobelpreisträgern und Astronauten, die sich in den vergangenen Tagen am Starmus-Festival in Zürich ein Stelldichein gaben. Das Treffen stand im Zeichen der ersten Mondlandung, die auch hierzulande in Sonderbeilagen, Podien und Ausstellungen gewürdigt wird. Und dies zu Recht, stammt doch das Windsegel, das Astronaut Buzz Aldrin nach der Landung auf dem Mond ausrollte, aus den Labors der Universität Bern. Und die Apollo-Helden trugen bekanntlich Schweizer Uhren.

Die Schweiz und die Weltraumfahrt, dieses Thema erschöpft sich längst nicht in der Beteiligung an der ersten Mondlandung. Zum einen ist die Schweiz Gründungsmitglied der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) Zum andern war und ist sie an vielen Forschungsprojekten und Missionen von ESA und Nasa beteiligt – und mit

Claude Nicollier war in den 90er-Jahren auch der erste Schweizer Astronaut im All. Noch frisch in Erinnerung ist die Landung des InSight-Lander, der nach sechsmonatiger Reise Ende November 2018 auf dem Mars aufsetzte. An Bord: ein Seismometer, dessen Steuerungselektronik an der ETH entwickelt wurde. Die Motoren, welche die Messsonde in den Marsboden trieben, kommen von der Firma Maxon aus Sachseln.

Die Daten von InSight über Marsbeben oder Meteoriteneinschläge werden an die ETH übermittelt und dort ausgewertet. Noch diesen Herbst will die ESA das an der Universität Bern entwickelte Weltraumteleskop Cheops ins All schießen, das den Durchmesser von Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems bestimmen soll. 2020 ist eine weitere Mission mit Schweizer Beteiligung zum Mars geplant: Das ExoMars-Programm soll auf dem Planeten Spuren früheren Lebens nachgehen.

Nun mag man einwenden, dass die Beteiligung an solchen Weltraumexpeditionen zwar neue Einsichten in die Entstehung unseres Universums geben, aber wir uns doch besser un-

seren irdischen Problemen widmen sollten. Wer so denkt, verkennt den Zusatznutzen der Raumfahrttechnologien.

«Vieles, das ursprünglich für die extremen Bedingungen im All entwickelt wurde, findet seinen Weg in den Alltag.»

Vieles, das ursprünglich für die extremen Bedingungen im All entwickelt wurde, findet seinen Weg in unseren Alltag: Wir kommunizieren weltweit über unsere Handys, lassen uns mithilfe der Navis in unseren Autos sicher durch fremde Städte lotsen und nutzen die Wetterprognosen für die Planung der nächsten Wanderung.

All dies wäre ohne das dichte Netz von Satelliten, die um die Erde kreisen und kontinuierlich Daten zur Erde schicken, nicht möglich. Damit Satelliten beim Start vor den hohen Temperaturen geschützt sind, setzt die ESA auf das Know-how der Ruag, die für die Trägerraketen Ariane und Vega die Nutzlastverkleidungen liefert. Zum Technologietransfer trägt

auch das ESA-BIC-Programm bei, das seit 2016 in der Schweiz vertreten ist und Start-ups fördert, die entweder Raumfahrttechnologien für Anwendungen auf der Erde adaptieren oder umgekehrt terrestrische Technik in die Raumfahrt transferieren. All dies zeigt, dass die Schweiz einen festen Platz in der europäischen Raumfahrt hat. Ein Grund, das Jubiläum der ersten Mondlandung mit doppelter Freude zu begehen.

Links



Swiss Space Center



InSight – die ETH Zürich auf dem Mars



European Space Agency Business Incubation Center (ESA BIC Switzerland)

Die ethische Dimension

Ein Beispiel, das oft in Diskussionen über künstliche Intelligenz zitiert wird: Wenn dereinst ein autonomes Fahrzeug in Sekundenbruchteilen entscheiden muss, ob es ein Kind, das bei Rot über die Strasse läuft, trotz Vollbremsung anfährt oder mit einem Ausweichmanöver einen alten Mann auf dem Trottoir anfährt, was dann? Das ethische Dilemma: junges Leben, das die Verkehrsregeln bricht, gegen altes Leben. Das Gedankenexperiment, auch als «Trolley-Problem» bekannt, führt zu kniffligen Haftungsfragen. Wer trüge die Verantwortung für den Unfall: der Fahrer, der nicht eingreift, der Autohersteller oder der Hersteller der Steuerungssoftware?

Das Beispiel zeigt auf drastische Weise das Problem, das wir in Zukunft vermehrt antreffen, wenn Computer anstelle des Menschen Entscheidungen treffen. Der konstruierte Fall lässt allerdings keine «gute» Wahl zu und mag bei manchen die Skepsis gegenüber der Technik vergrössern,

weil sie nicht perfekt ist. Aber war es je der Mensch? Die wesentliche Frage zur Sicherheit autonomen Fahrens ist nicht, ob Unfälle völlig vermieden werden können, sondern, ob es unter dem Strich dank Technik weniger Unfälle gibt.

Ethische Überlegungen, die sich aus dem wissenschaftlichen Fortschritt ergeben, sind nicht neu. Wir kennen sie z. B. aus der Gentechnik. Wie weit sollen wir in das Erbgut von Nutzpflanzen eingreifen dürfen, um diese gegen Krankheitserreger zu schützen? Oder wo liegt die Grenze der pränatalen Diagnostik, um menschliche Erbkrankheiten frühzeitig zu erkennen? Wir haben schon in der Vergangenheit versucht, mit der Entwicklung Schritt zu halten und Regeln aufzustellen für den gesellschaftlich akzeptierten Umgang mit den jeweiligen Technologien.

Der Einsatz grosser Datenmengen und die Ausbreitung von KI-Anwendungen führt allerdings zu einem neuen Verhältnis zwischen Mensch und Maschine und neuen Fragen: Wie schützen wir das Individuum in seiner Privatsphäre? Wie stellen wir sicher, dass selbstlernende Algo-

rhythmen fair handeln, ohne gewisse Menschengruppen zu diskriminieren? Und können wir das Potenzial autonomer Systeme ausschöpfen, aber deren Missbrauch verhindern?

«Die Frage ist, ob es unter dem Strich dank Technik weniger Unfälle gibt.»

In den letzten Jahren sind viele Initiativen für ethische Leitplanken lanciert worden. Eine Studie der ETH-Bioethikerin Effy Vayena kommt weltweit auf insgesamt 84 Dokumente, die nach gemeinsamen Grundsätzen im Umgang mit künstlicher Intelligenz suchen. Es tut sich also etwas, aber die Interessen von IT-Konzernen, Wissenschaft, Regierungen und Zivilgesellschaft sind selbstredend nicht deckungsgleich.

Dennoch ist es richtig und wichtig, dass diese Diskussion vorangetrieben wird, unter Einbezug möglichst vieler Anspruchsgruppen. Solche Regeln sollten zum einen gewährleisten, dass sich die Technik in den Dienst des Menschen stellt statt umgekehrt. Andererseits sollten diese Regeln aber

auch keine Technikverbote aussprechen und Innovationen abwürgen. In diesen Kernfragen ist ein globaler Konsens erforderlich. Und um einen solchen zu erreichen, braucht es Zeit, multilaterale Gespräche und eine neutrale Bühne. Ein Fall für die Schweiz?

Links



Swiss Digital Initiative



Professur für Bioethik an der ETH Zürich

Vorteil Schweiz

Für Tausende junger Menschen in der Schweiz beginnt in diesen Tagen ein neuer Lebensabschnitt. Sie beginnen ihre Berufslehre. Auch wenn es erstaunen mag, dass ein Hochschulpräsident der Berufslehre eine Kolumne widmet, so möchte ich es hier tun, weil diese für die ETH und die Schweiz von hohem Wert ist. Im ganzen ETH-Bereich – das sind die EPFL, die ETH, das Paul Scherrer Institut, die Empa, die Eawag sowie das Institut für Wald, Schnee und Landschaft WSL – werden circa 500 Lernende zu Berufsleuten ausgebildet. Allein an der ETH Zürich sind es 170; und davon sind 52 junge Frauen und Männer soeben mit einer Projektwoche «Wald» ins Berufsleben gestartet.

Forschung an der ETH basiert oft auf Experimenten. Es gilt, Theorien und Hypothesen durch Versuche in Labors zu überprüfen. Für solche Experimente braucht es Geräte und Apparaturen, für die unsere Handwerker

in den Werkstätten mit viel Einfallsreichtum Prototypen entwickeln. Das Know-how unserer Berufsleute ist somit essenziell für viele Projekte in der Grundlagenforschung, wozu auch schon Lernende ihren Beitrag leisten. Dass junge Berufsleute aus der Schweiz zu den Besten ihres Fachs gehören, beweisen sie regelmässig an den Berufsweltmeisterschaften WorldSkills.

Die Schweizer Erfolgsgeschichte ist kein Zufall. Sie ist das Resultat eines fein austarierten Systems, in dem Bildungsinstitutionen, Privatwirtschaft und Berufsverbände eng miteinander zusammenarbeiten. Zu den Stärken der Schweizer Bildungslandschaft gehört auch, dass sie durchlässig ist und viele Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Wer eine Berufslehre erfolgreich abgeschlossen hat und sich über eine Fachhochschule oder eine höhere Fachhochschule weitere Berufsqualifikationen aneignet, hat zudem das kleinste Risiko aller Ausbildungen, arbeitslos zu werden.

Die Stärken des Schweizer Modells haben sich inzwischen im Ausland herumgesprochen, was sich u. a.

am Interesse unseres Labors für Bildungssystem-Reformen zeigt, zu dem die Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich kürzlich zum fünften Mal die Türen öffnete. Zwölf internationale Delegationen liessen sich von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Schweizer Erfahrungen inspirieren und diskutierten, was sich davon ins eigene Land übertragen lässt.

«Die Stärken unserer dualen Berufsbildung haben sich längst in der Welt herumgesprochen.»

Dass das Schweizer Modell nicht einfach kopiert werden kann, wird aus der unterschiedlichen Herkunft der Delegationen ersichtlich, die aus Chile, Costa Rica, Südafrika, Benin, Serbien, Nepal, Mikronesien und den USA kamen. Aus den USA waren die fünf Bundesstaaten Kalifornien, Colorado, Indiana, New York und Washington D.C. vertreten.

Ich bin überzeugt, dass wir in der Schweizer Bildungspolitik in der Vergangenheit vieles richtig gemacht ha-

ben, wozu auch ganz besonders das hohe Niveau der Berufsbildung zählt. Das Interesse anderer Länder an unserem System ist eine Bestätigung dafür. Wir tun deshalb gut daran, auf den anerkannten Stärken aufzubauen und weiter in unsere Zukunftsfähigkeit zu investieren.

Links



Die ETH Zürich bildet rund 170 Lernende in 15 Berufsrichtungen aus.



Der Forschungsbereich Bildungssysteme der Konjunkturforschungsstelle (KOF) untersucht und vergleicht weltweit Berufsbildungssysteme.

Fakten & Fiktion

Johannes Kepler gehört zu den Wegbereitern der modernen Naturwissenschaften. Berühmt ist er für seine Keplerschen Gesetze, in denen er unter anderem entdeckte, dass sich die Planeten auf elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Weniger bekannt ist, dass Kepler 1608 eine verrückte Geschichte ersann, in der er träumt, dass Menschen mit Hilfe von Dämonen auf den Mond transportiert werden.

Kepler war wohl einer der ersten Science-Fiction-Autoren und gleichzeitig ein Grenzgänger zwischen zwei Welten. Zwischen Wissenschaft und Science-Fiction gibt es viele Verbindungen, ja man kann durchaus sagen, dass diese beiden Welten sich gegenseitig befruchten. So nutzen Autoren dieser Literaturgattung gerne neuste wissenschaftliche Erkenntnisse und Technologien als Inspirationsquelle für ihre Zukunftsentwürfe. Sie erschaffen in ihrer Fantasie das Übermorgen, also eine ferne Zukunft.

Die diesjährigen Wissenschaftstage Scientifica der ETH Zürich und Universität Zürich stehen ganz im Zeichen von «Science Fiction – Science Facts». Seitdem die Bilder laufen gelernt haben, sind nebst der Literatur auch viele tolle Science-Fiction-Filme entstanden. Der humanoide Roboter «Maria» in Fritz Langs Klassiker «Metropolis» von 1927 nimmt eine Entwicklung vorweg, die in unserem Alltag allmählich ankommt.

So lässt beispielsweise die chinesische Nachrichtenagentur Xinhua bereits einen Roboter, der seinem menschlichen Original auf den ersten Blick täuschend ähnlich ist, die Nachrichten sprechen. Im Science-Fiction-Film «Eine phantastische Reise» von 1966 fährt ein auf Mikrobengrösse geschrumpftes U-Boot durch die Blutbahnen eines Menschen, um ein Blutgerinnsel zu entfernen.

Auch hier ist die Forschung der Fiktion dicht auf den Fersen. So ist es beispielsweise ETH-Forschenden gelungen, Mikro- und Nanoroboter, die bis zu 1000-mal kleiner sind als ein menschliches Haar, mit Hilfe eines Magnetfelds durch Modell-Organismen zu steuern. Das Fernziel hier:

Zwergroboter führen minimalinvasive Operationen im Auge durch und transportieren Medikamente im menschlichen Körper punktgenau an den Ort, wo sie gebraucht werden. Es gäbe noch viele Beispiele, wo die Realität nahe an die Fiktion herangekommen ist oder diese gar überholt hat.

«Es gibt viele Beispiele, wo die Realität nahe an die Fiktion herangekommen ist oder diese gar überholt hat.»

Sind also Wissenschaft und Science-Fiction am Ende nur zwei Seiten der gleichen Medaille? – Nein, das dann doch nicht. Auch wenn es gewisse Parallelen und spannende Beziehungen zwischen diesen Sphären gibt, so sind es doch verschiedene Welten mit ihren je eigenen Gesetzen. Science-Fiction schöpft aus der vollen dichterischen Freiheit, Wissenschaft gehorcht bestimmten Regeln für den Erkenntnisgewinn.

Was Forschende produzieren und woran sie sich messen lassen müssen, sind reproduzierbare Fakten, die defi-

nierte Prozesse durchlaufen. Theorie, Beobachtung, Experiment und – in der neueren Forschungswelt – die Modellierung sind Herangehensweisen, aus denen wissenschaftliche Erkenntnisse hervorgehen. Wer diese Regeln ignoriert, verlässt die Wissenschaft und landet im schlimmsten Fall bei den «alternativen Fakten». Da lass ich mich viel lieber von Jules Verne & Co auf eine fantastische Reise auf den Mond mitnehmen.

Links



Die Zürcher Wissenschaftstage «Scientifica» waren 2019 dem Thema «Science Fiction – Science Facts» gewidmet.



Magazin «Globe» zu diesem Thema

Poulet aus Erbsen für Flexitarier

Wenige Themen betreffen uns Menschen so grundlegend und lösen so viele Emotionen aus wie die Ernährung. Von Beginn unserer Existenz an sind wir auf Nahrung angewiesen. Und während manche Menschen immer noch Hunger leiden, kämpfen andere gegen Übergewicht und Fettleibigkeit – mit entsprechenden Folgen für ihre Gesundheit und die Gesundheitssysteme in den betroffenen Ländern.

Derzeit leben mehr als siebeneinhalb Milliarden Menschen auf der Erde, bis zum Jahr 2050 sind es voraussichtlich gegen zehn Milliarden. Sie alle brauchen Zugang zu sicheren, gesunden und bezahlbaren Lebensmitteln. Die Art und Weise, wie wir uns ernähren, ist für unsere Gesundheit von Bedeutung, und wie wir unsere Nahrungsmittel produzieren, hat direkte Auswirkungen auf Umwelt und Klima. Wie ein kürzlich veröffentlichter Bericht

des Weltklimarats zeigt, verursacht die ganze Nahrungsproduktionskette zwischen 21 und 37 Prozent der menschengemachten CO₂-Emissionen.

Wir müssen demnach unsere Äcker und Wälder nicht nur nachhaltig nutzen, um die Ernährung der Weltbevölkerung zu sichern. Wir müssen es auch tun, um den Klimawandel einzudämmen. Universitäten auf der ganzen Welt arbeiten an Lösungen, um die Nahrungsmittelproduktion und den Konsum klimaschonender zu gestalten.

Das Spektrum der an der ETH Zürich erforschten Themen reicht von düreresistenten Pflanzen und neuen Züchtungen bis hin zu Strategien, Lebensmittelverschwendung zu vermeiden. Auch Smart Farming könnte in Zukunft helfen, Ernteerträge zu steigern und den Pestizideinsatz in der Landwirtschaft zu reduzieren. Seit 2011 verfügt die ETH mit dem World Food System Center über ein Kompetenzzentrum, das die Zusammenarbeit mit lokalen und globalen Partnern aus der Industrie fördert. Ein solcher Ansatz ist deshalb so wichtig, weil es Lösungen entlang der ganzen Wertschöpfungskette

braucht. Neue Technologien können ihre Wirkung nur entfalten, wenn Landwirtschaft, verarbeitende Industrie und Konsumentinnen und Konsumenten sie akzeptieren und praktizieren.

«Die Art, wie wir Nahrungsmittel produzieren, hat Auswirkungen auf Umwelt und Klima.»

Neue lebensmitteltechnologische Verfahren können dazu beitragen, die wachsende Nachfrage nach Fleisch alternativ zu befriedigen, in Form von pflanzenbasierten Lebensmitteln. Erste Ideen für alternative Proteinquellen haben den Sprung aus den Labors geschafft. So hat etwa das ETH Spinoff «Planted» ein veganes Poulet aus Erbsen lanciert, dessen Herstellung gegenüber normalem Hühnerfleisch zwei Drittel der Treibhausgase und Landfläche einspart und nur etwa die Hälfte Energie benötigt.

Wie gut ihr Produkt ankommt, testen zurzeit verschiedene Restaurants in Zürich, Luzern und Genf. Das Erbsenpoulet dürfte dem Guggeli ebenso wenig den Rang ablaufen, wie die Olma-

Bratwurst die Konkurrenz veganer Burger fürchten muss.

Aber die Gruppe der Menschen, die Fleisch bewusst konsumiert und offen für vegane Speisen ist, wird grösser. Und somit entwickelt sich zwischen überzeugten Fleischessern und strikten Fleischverweigerern eine neue Kraft, die eine Veränderung in unserem Konsumverhalten bewirken kann.

Links



World Food System Center der ETH Zürich



Future Food Initiative



Spin-off «Planted»

Die Tugend der Geduld

Zahlreiche Medien im In- und Ausland haben kürzlich darüber berichtet: Einem internationalen Forschungsteam unter der Leitung der ETH Zürich und des Lausanner Start-ups Sensars gelang es, eine Beinprothese zu entwickeln, die betroffene Personen ihren künstlichen Fuss und ihr künstliches Bein fühlen lässt. Die Forschenden haben Sensoren an Fuss und Knie mit den Nerven im Oberschenkel verbunden.

Dank der neuartigen bionischen Prothese fühlen sich die beinamputierten Personen sicherer beim Laufen, und gleichzeitig verspüren sie deutlich weniger Phantomschmerzen. Das ist in der Tat eine tolle Geschichte, die zeigt, dass in der Schnittmenge von Ingenieurwesen, Informatik und Medizin vieles möglich ist, um die Lebensqualität von Menschen zu verbessern. Was allerdings hinter den Schlagzeilen gerne vergessen geht, ist der lange Weg bis zur Publikation der Forschungsergebnisse und wie

lange es in der Regel dauert, bis wissenschaftliche Erkenntnisse in unseren Alltag einfließen. Im geschilderten Beispiel basiert die Studie auf zwei Probanden. In einem nächsten Schritt wird man die gewonnenen Erkenntnisse an einer grösseren Zahl von beinamputierten Menschen überprüfen müssen.

Grundlagenforschung spielt an technisch-naturwissenschaftlichen Universitäten eine zentrale Rolle – und sie hat ihre Eigenheiten: Sie ist ein unberechenbares und launisches Tier, das sich weder an Amtszeiten noch an Legislaturperioden hält und sich neuen Erkenntnissen auch mal störrisch verweigert.

Dennoch brauchen wir diese erkenntnisgetriebene Forschung, wenn wir auch in 10, 20 Jahren noch innovative Produkte entwickeln möchten oder gar die Hoffnung auf den nächsten technologischen Durchbruch hegen. Die Geschichte der Wissenschaft ist voll von Beispielen, wo vermeintlich unnütze Theorien viel später angewendet wurden. Manchmal reicht ein ganzes Forscherleben nicht aus, um die praktischen Früchte der eigenen Denkarbeit noch zu ernten. Bildge-

bende Verfahren wie MRI, die heute für die medizinische Diagnose eingesetzt werden, haben ihre Ursprünge in den 30er-Jahren. Die beiden ETH-Nobelpreisträger Richard Ernst und Kurt Wüthrich haben später die Grundlagen um wichtige Erkenntnisse erweitert.

«Gute Grundlagenforschung wird eine Anwendung finden – man weiss nur nicht wann.»

Albert Einstein erhielt 1921 den Nobelpreis für eine Arbeit, in der er den photoelektrischen Effekt nachweisen konnte. Seine Theorie sollte Jahrzehnte später mit der Entwicklung von Solarzellen einen sehr praktischen Wert erhalten. Salopp ausgedrückt könnte man sagen: Albert Einstein war einer der Begründer der Energiewende.

Auch unser Navi mit eingebauter GPS-Technologie wäre ohne Einsteins Relativitätstheorie nicht denkbar beziehungsweise es verlöre schnell seine Genauigkeit. Um ein Navigationsgerät zu verwenden, braucht es zum Glück keine Kenntnisse der ihr zugrunde-

liegenden Theorie. Aber wir sollten uns bewusst sein, dass nicht alles in der Wissenschaft einen unmittelbaren Nutzen hat. Gute Grundlagenforschung wird eine Anwendung finden – man weiss nur nicht wann.

Deshalb hilft es enorm, wenn nicht nur die Forschenden selber, sondern auch die Politikerinnen und Politiker diese Eigenheiten des Wissenschaftsbetriebs kennen und mit einer gesunden Portion Geduld gesegnet sind.

Links



Cybathlon – bewegt Mensch und Technik
(2./3. Mai 2020)



Schwerpunkte der ETH Zürich



Einstein Online

«PELE» im Unterricht

Kennen Sie PELE? Gemeint ist nicht die brasilianische Fussballlegende. Die vier Buchstaben sind die Abkürzung für Personal Electronic Learning Environment. Auch wenn PELE deutlich weniger Emotionen freisetzt als Pelé, so hoffe ich doch, dass Sie die folgende Kolonne zu Ende lesen (Zeitaufwand: knapp vier Minuten).

Die Lernumgebung PELE ist an der ETH aus einem Bedürfnis heraus entstanden, Hunderten von Studierenden aus den Naturwissenschaften die Grundlagen des Programmierens beizubringen. Und zwar effizient, individuell und fachbezogen. PELE ist verknüpft mit einem E-Tutorial, das die Studierenden in fünf Modulen durch den Kurs führt: Erst lernen sie die Grundkonzepte, üben diese, wenden sie dann im spezifischen Kontext ihres Studiums an und erklären das Gelernte schliesslich in einem Abgabegespräch den Assistierenden, die sie durch den Kurs betreuen.

Die Studentin der Gesundheitswissenschaften versucht, mit ihren neu erworbenen Informatikkenntnissen eine sich ausbreitende Krankheit einzudämmen, der Student der Umweltwissenschaften eine Meeresströmung zu berechnen. Die Dozierenden ihrerseits erhalten durch integrierte Analysemöglichkeiten wertvolle Hinweise darauf, wann, wie und wie lange gelernt wird oder welche Schritte besonders schwierig sind. Mit der Lernumgebung arbeiten über 1000 Studienanfänger aus fünf Departementen. Das E-Tutorial wird mittlerweile auch von andern Universitäten oder Gymnasien verwendet.

Die Art und Weise, wie wir uns Wissen aneignen und dieses weitergeben, hat sich stark gewandelt. Flipped Classroom, Massive Open Online Courses (MOOCs), Blended Learning sind nur einige Stichworte für neue Formen der Wissensvermittlung, die den Unterricht an den Universitäten verändert haben.

Bereits seit 2007 gibt es an der ETH elektronische Prüfungen. Seit 2012 die Edu App, die Studierende direkt in der Vorlesung für Feedback und Fragen nutzen können. Und seit

2018 nutzt die Pharmazie HoloLens-Brillen und Mixed-Reality in ihrem Praktikum, um grundlegende Wirkungsmechanismen der Proteine zu erklären.

«Digitale Medien und webbasierte Technologien schaffen einen Mehrwert im Unterricht.»

Gegen 200 Projekte haben in den vergangenen 15 Jahren Eingang in den Unterricht gefunden. Ideen, die die Lehre beleben und die Lernerfahrung bereichern, werden unter der Schirmherrschaft von Rektorin Sarah Springman ausgezeichnet. So hat die eingangs erwähnte und am Departement Informatik entwickelte Lernumgebung den Kite-Award 2018 gewonnen, unseren Preis für Innovationen in der Lehre.

Digitale Medien und webbasierte Technologien schaffen einen Mehrwert und sind aus dem Unterricht nicht mehr wegzudenken: Sie öffnen neue Verbreitungskanäle, machen das Studium individuell anpassbar, ermöglichen datengestützte Einbli-

cke in die Lernfortschritte und vieles mehr. Aber so toll die Technik auch ist, den Menschen ersetzen kann sie nicht. Keine Maschine kann Motivation, didaktisches Geschick und Glaubwürdigkeit einer guten Lehrerin, eines guten Lehrers aufwiegen. Und so bleibt auch heute noch die Interaktion zwischen Professorin und Doktorand, zwischen Assistent und Studentin unverzichtbar. Lernen ist eine soziale Handlung und wird es bleiben. PELE alleine genügt somit nicht. Gefragt sind ebenso Pelés des Unterrichts.

Links



Key Innovation in Teaching at ETH Zurich (KITE-Award 2018)



Innovation in der Lehre

Daten zum Sprechen bringen

Der Strom digitaler Daten fliesst inzwischen so selbstverständlich wie Wasser aus unseren Hähnen. Das Internet der Dinge überzieht die ganze Welt. Bis 2020, so schätzt die Firma IDC, wird die Menge an digitalen Daten bereits 40 Zettabytes betragen. Das ist eine Zahl mit 21 Nullen! Daten stammen aus vielen Quellen und liegen in unterschiedlichster Form vor: als Bilder, Texte, Videos, Audiodateien oder als Notizen, die erst digitalisiert werden müssen.

Die personalisierte Medizin nutzt diverse Datenquellen – vom Fitness-Tracker über die individuelle Krankheitsgeschichte bis zum Erbgut. Aber Rohdaten sind von begrenztem Wert. Erst wenn diese so aufbereitet sind, dass sie von Algorithmen beackert werden können, wird es interessant. Vergleichbar mit der Umwandlung von Rohstoffen zum Fertigprodukt gibt es

auch für Daten einen Veredelungsprozess.

Auf Intensivstationen stehen Patienten unter erhöhter Beobachtung. Das Ärzte- und Pflegeteam ist mit einer Flut von Informationen konfrontiert, die beobachtet und interpretiert werden müssen. Um herauszufinden, wie weit künstliche Intelligenz diese Aufgaben unterstützen kann, haben das Berner Inselspital und ein Forschungsteam der ETH Zürich ein Frühwarnsystem entwickelt. Ziel war es, ein Kreislaufversagen von Patienten auf der Intensivstation bis acht Stunden, bevor es eintritt, vorauszusagen. In einem ersten Schritt ging es darum, aus der riesigen Datenmenge Inkonsistentes herauszufiltern und sicherzustellen, dass man Gleiches mit Gleichem misst.

So blieben von 54 000 archivierten Patientendossiers noch 36 000 zur Analyse übrig. Aus den 4500 Variablen wurden schliesslich die 20 relevantesten bestimmt. Basierend auf diesen Daten entwickelten die Forschenden anschliessend mit Methoden des maschinellen Lernens ein Modell, das alle fünf Minuten eine Vorhersage trifft. Eine Herausforde-

lung bestand darin, einen optimalen Schwellenwert zu finden: Ein zu tiefer Schwellenwert erhöhte die Anzahl Fehlalarme, ein zu hoher verpasste brenzlige Situationen.

«Eine Wundermaschine, die glasklare Schlussfolgerungen ausspuckt, gibt es nicht.»

Die Forschenden konnten schliesslich nachweisen, dass ihr Modell in 90 Prozent der Fälle ein Kreislaufversagen vorhersagen konnte, und zwar im Durchschnitt zweieinhalb Stunden im Voraus – das bei nur ein bis zwei Fehlalarmen pro Tag und Patient. Fazit: Aus den vielen Daten zu Beginn hat man sukzessive ein neues Verständnis entwickelt und dazu noch ein Instrument geschaffen, das Ärzten und Pflegenden auf der Intensivstation helfen kann, Leben zu retten. Die Forschung ist damit nicht zu Ende.

Es ist geplant, das Frühwarnsystem in einer klinischen Studie weiteren Tests zu unterziehen. Unser Datenberg wächst von Jahr zu Jahr – und damit auch das Potenzial für sinnvolle Anwendungen von künstlicher Intel-

ligenz zum Beispiel in der Medizin. Dabei gilt es zu bedenken, dass die Daten erst durch menschliche Urteilskraft und kritische Prüfung zum Sprechen gebracht werden können. Eine Wundermaschine, die man mit Daten füttert und die am Ende glasklare Schlussfolgerungen ausspuckt, gibt es bisher nicht.

Links



Datenmanagement und maschinelles Lernen an der ETH Zürich



Professur für Biomedizininformatik an der ETH Zürich



Magazin «Globe» zum Thema personalisierte Medizin

Wenn die Wissenschaft die Politik berät

Es war eine Überraschung an einem an Überraschungen reichen Tag: Die Präsidentin der Grünen, Nationalrätin Regula Rytz, zauberte am Abend des Wahlsonntags im Schweizer Fernsehen den Vorschlag eines Klimagipfels mit der Wissenschaft aus dem Hut. Die Parteispitzen und Klimaforschenden sollten mit Blick auf die Umsetzung der Klimaziele von Paris gemeinsam eine Lagebeurteilung vornehmen.

Was sich nun im Nachgang zur «Klimawahl» anbahnt, ist eine seit Jahren etablierte Praxis, die im Fachjargon als evidenzbasierte Politikberatung bezeichnet wird. Was ist darunter zu verstehen, wo liegt ihre Bedeutung und wo liegen allenfalls auch Fallstricke im Verhältnis zwischen Wissenschaft und Politik? Klima-

wandel, Genforschung, Künstliche Intelligenz: Die Themen, welche die Politik verarbeiten muss, nehmen zu und werden komplexer. Sich auf Expertenwissen zu stützen, um Chancen und Risiken einer Entwicklung abzuwägen und faktenbasiert zu entscheiden, ist deshalb eine wichtige Ressource für die Politik. Die Formen der Politikberatung sind vielfältig; Anhörungen in einer parlamentarischen Kommission gehören ebenso dazu wie Studien oder Dialogplattformen wie das Forum «ProClim». 1988 ins Leben gerufen, organisiert das Forum Veranstaltungen, publiziert Berichte und unterhält eine umfassende Datenbank mit Fachleuten zu den Themen Klima, Umwelt und Energie.

Politikberatung liefert Grundlagen zur Entscheidungsfindung. Sie kann auch helfen, Politik effizienter zu machen. So arbeiten ETH-Politikwissenschaftler etwa mit dem Staatssekretariat für Migration zusammen, um die Zuteilung von Asylsuchenden auf die Kantone zu optimieren. In einer ersten Studie haben die Forschenden zeigen können, dass ihre auf maschinellem Lernen beruhende Methode die Jobchancen für Asylsuchende

um 30 Prozent erhöht. Wenn sich die Resultate in der laufenden Feldstudie bestätigen, gewinnen nicht nur die Betroffenen, sondern auch der Bund, die Kantone und Gemeinden, die im Asylbereich Geld einsparen können. So unverzichtbar der Dialog zwischen Wissenschaft und Politik auf Augenhöhe auch ist, so gilt es, Unterschiede zwischen beiden Welten anzuerkennen.

«Sich auf Expertenwissen zu stützen, ist eine wichtige Ressource für die Politik.»

Sie unterscheiden sich zum einen in ihren Denkweisen, zum andern in den Geschwindigkeiten der Prozesse. Während sich die Politik stark an Legislaturperioden orientiert, reifen wissenschaftliche Erkenntnisse oft erst in der langen Frist. Die wissenschaftliche Beratung denkt in Szenarien.

Die Politik interessiert zusätzlich, was gesellschaftlich akzeptiert und finanziell machbar ist. Politikberatung muss Fakten, deren Interpretation und mögliche Handlungsoptionen

transparent voneinander trennen. Zentral ist, dass die Wissenschaft durch keine Denkverbote eingeengt wird und in ihrer Rolle als Beraterin unabhängig bleibt. Das schliesst aus, dass sie sich vor den einen oder anderen Karren spannen lässt. Sie ist Dienstleisterin, Entscheide bleiben demokratisch gewählten Politikerinnen und Politikern oder – in letzter Instanz – dem Stimmvolk vorbehalten. Im Idealfall fallen diese Entscheide in Kenntnis der wichtigsten Fakten und in Abwägung aller Vor- und Nachteile. Auch in der Klimapolitik.

Links



Mit Wissenschaft Politik erreichen – Empfehlungen der Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT)



«Making sense of science» – Science Advice for Policy by European Academies

Das Bauen neu denken

Wer heute eine Baustelle betritt, stösst zwischen Kranen, Betonmischern und Armierungseisen immer noch auf viel Handarbeit. Wo die Digitalisierung in anderen Industriezweigen schon sichtbar Einzug gehalten hat, scheint sich in der Bauindustrie nur wenig verändert zu haben. Der Schein trügt allerdings, denn die Baukultur verändert sich stark. Angetrieben wird der Wandel einerseits von digitalen Technologien und andererseits von Innovationen bei den Materialien.

So gibt es in Zug Pläne für ein 80 Meter hohes Holzwohnhaus. Dessen Böden werden aus einem Holz-Beton-Verbundbauteil bestehen, das die ETH zusammen mit der Wirtschaft entwickelt hat. In einem von Innosuisse geförderten Projekt versucht man, Bauholz durch Mineralisierung weniger brennbar zu machen. Einem Team der ETH, Empa und der Universität Stuttgart ist es kürzlich zusammen mit einer Schweizer Holz-

baufirma gelungen, Holzelemente so zu «programmieren», dass sie sich ohne äussere Krafteinwirkung in eine vordefinierte Form biegen. Holz ist somit nicht nur «heimelig», wie uns der Volksmund nahelegt, sondern ein Baumaterial, zu dem viel geforscht wird. Bauen muss klima- und ressourcenschonender werden. Mit rund einem Viertel aller CO₂-Emission der Schweiz schlägt der Gebäudesektor zu Buche.

Dabei geht es nicht nur darum, das Heizen und Kühlen bestehender Häuser im Betrieb zu dekarbonisieren, sondern den Material- und Energieverbrauch schon vor und während des Bauens zu reduzieren. Eine Forschungsarbeit verfolgt – zusammen mit Industriepartnern – das Ziel, die CO₂-Emissionen der Zementproduktion durch Beimischung verschiedener Stoffe um bis zu 50 % zu reduzieren. Kies und Sand als Zuschlagstoffe für Beton – das am meisten verwendete Baumaterial – schwinden weltweit. Lehm rückt deshalb als Baustoff vermehrt in den Fokus: So entwickelt beispielsweise das ETH-Spin-off Oxara ein Verfahren, um lehmhaltiges Aushubmaterial ohne Zugabe von Zement in einen alternativen Beton zu ver-

wandeln. Ein weiterer Forschungsansatz an der ETH zielt auf eine Verschlankeung von tragenden Strukturen wie Böden ab, die bei Hochhäusern einen Grossteil der verbauten Masse ausmachen.

«Viele der Bauinnovationen müssen ihre Markttauglichkeit noch unter Beweis stellen.»

Dank einer computergestützten Entwurfsmethode lassen sich stabile Böden aus recyceltem Beton erstellen, die ohne einbetonierte Armierungseisen auskommen und gegenüber konventionellen Böden bis zu 70% leichter sind.

Sie sind Teil einer experimentellen Wohneinheit, die zurzeit auf der NEST-Plattform an der Empa in Dübendorf entsteht. Dieses HiLo genannte Modul wird ein gewelltes und ultra-dünnes Betondach erhalten und bei Fertigstellung ein echter Hingucker sein. Bereits seit Anfang 2019 ist das dreigeschossige DFAB-House in Dübendorf in Betrieb. Digital geplant, wurde es mithilfe von Robotern und

3D-Druckern auch weitgehend digital gebaut.

Viele der erwähnten Beispiele von Bauinnovationen müssen ihre Markttauglichkeit erst noch unter Beweis stellen. Und eine Patentlösung, die sowohl für Zürich wie auch für Singapur und Dschibuti passt, gibt es nicht. Dennoch tut sich enorm viel im Bereich des digitalen und nachhaltigen Bauens. Und die gute Nachricht dabei ist, dass die Lösungsansätze «Made in Switzerland» neue Chancen bieten für KMUs und die hiesige Industrie.

Links



Nationaler Forschungsschwerpunkt
Digitale Fabrikation



NEST-Plattform an der Empa

Quanten- sprung ins Unbekannte

Es herrscht Unruhe in der Community: Google hat vor Kurzem verkündet, «Quantenüberlegenheit» erreicht zu haben, und seitdem diskutiert die Wissenschaft angeregt über die Tragweite dieser Meldung. Was ist passiert? Google hat einen Quantencomputer gebaut, mit dem es gelang, eine spezielle Rechenaufgabe um Welten schneller lösen als selbst die mächtigsten Superrechner könnten – 200 Sekunden statt 10 000 Jahre, sagt Google. Es gibt zwar auch skeptische Stimmen, welche die Erfolgsmeldung relativieren, aber unter Fachleuten herrscht weitgehend Konsens, dass hier ein wichtiger Meilenstein erreicht worden ist auf dem langen Weg zum Quantencomputer.

Das Quantencomputing ist zurzeit wohl der sichtbarste Teil der Quantenwissenschaften, aber eben nur ein Teil. Die Grundlagen dazu wurden in

der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gelegt – und klingende Namen der Wissenschaftsgeschichte wie Max Planck, Albert Einstein oder Erwin Schrödinger haben dazu beigetragen. In dieser Pionierzeit fand man heraus, dass sich z.B. Licht gleichzeitig wie ein Teilchen und wie eine Welle verhalten kann, oder dass die Elektronen in einem Atom nur ganz bestimmte Energien haben können.

Kurzum, in der geheimnisvollen Welt der kleinsten Teile gelten andere Gesetze als in der klassischen Physik. Dies war eine Revolution in der Physik. Eine zweite folgte dann, als man Ende des 20. Jahrhunderts begann, sich die Quantengesetze für technologische Anwendungen zu Nutze zu machen, von abhörsicherer Kommunikation über höchstempfindliche Sensoren bis eben zu einer komplett neuen Art von Computern.

Aber der Sprung aus der Welt der Atome und Elektronen zu handfesten Geräten ist eine gewaltige Herausforderung. Gewaltig ist ebenso das Potenzial. Ein Quantencomputer wird den klassischen Computer zwar nicht ersetzen, aber er wird diesen in wichtigen Anwendungen ergänzen,

wo heute und in absehbarer Zukunft die Rechenleistung schlicht nicht ausreicht. Beispielsweise zur Bewältigung grosser Datenmengen in der Materialforschung oder bei der Entwicklung neuer Medikamente oder von Düngemitteln.

«Mit rund 20 Professuren, die auf dem Gebiet forschen, ist die ETH ein Powerhouse der Quantenwissenschaften.»

Die ganze Welt der grossen IT-Konzerne von Google über IBM und Microsoft und viele Staaten liefern sich einen Wettstreit, wer zuerst einen Quantencomputer entwickelt, der über das Stadium eines Prototyps hinausgeht. Manche wittern das grosse Geschäft, andere die wissenschaftlichen Meriten, die es zu gewinnen gibt. Auch an Universitäten herrscht Aufbruchsstimmung.

Mit rund 20 Professuren, die auf dem Gebiet forschen, ist die ETH ein Powerhouse der Quantenwissenschaften. Um die Kompetenzen weiter zu verstärken, haben wir soeben ein Zentrum für Quantenwissenschaft und

-technologie gegründet. Seit diesem Herbst führen wir – wohl als erste Hochschule – einen Master in Quantum Engineering im Programm, um die Brücke zu schlagen zwischen Ingenieurs- und Naturwissenschaften.

In der Physik sind Quantensprünge kleinste Veränderungen des Energiezustandes von Elektronen im Atom. Der Volksmund verbindet mit dem Quantensprung hingegen einen riesigen Fortschritt. Ich glaube als Physiker daran, dass Quantentechnologien uns einen solchen ermöglichen werden. Der Google-Durchbruch lässt uns schon mal an der Zukunft schnuppern.

Links



NCCR Quantum Science and Technology



Master in Quantum Engineering an der ETH Zürich

Unterwegs zum nachhaltigen Campus

Unabhängig vom Ausgang der UNO-Klimakonferenz in Madrid wissen wir, was zu tun ist: Die Staatengemeinschaft muss rasch handeln, um den Trend weiterwachsender CO₂-Emissionen zu brechen. Die ETH Zürich bildet nicht nur Ingenieurinnen und Naturwissenschaftler aus und betreibt Forschung, um Lösungen im Kampf gegen die Klimaerwärmung zu entwickeln.

Mit 22 000 Studierenden und 9000 Mitarbeitenden an zwei Standorten in Zürich ist sie eine Stadt in der Stadt, die selber Treibhausgase verursacht. Wie wir den Campus nachhaltiger gestalten möchten und wo es auch schwierig wird, sollen drei Beispiele verdeutlichen. Es geht ums Essen, ums Heizen und Kühlen unserer Gebäude und schliesslich ums Fliegen. «Un ventre affamé n'a pas d'oreilles»

– ein leerer Magen hat bekanntlich keine Ohren. Das gilt auch für ETH-Studierende. Ihren Hunger können sie in 20 Restaurants und Cafeterien stillen, in denen jedes Jahr rund 1,7 Millionen Mahlzeiten verspeist werden. Welche Faktoren eine nachhaltigen Campus-Gastronomie ausmachen, wurde zwischen 2013-1016 in mehreren Studien erhoben. Darauf aufbauend läuft zurzeit ein dreijähriges Programm, mit dem wir den CO₂-Fussabdruck verschiedener Restaurants um 10% reduzieren wollen.

Wir setzen an unterschiedlichen Hebeln an: mehr vegetarische Menus, weniger Essensabfälle und ein bewusster Umgang mit Verpackungen bei Take-Away-Gerichten. Den Campus Hönggerberg frequentieren täglich 12 000 Studierende und Mitarbeitende. Die allermeisten ETH-Angestellten – 94% – kommen übrigens zu Fuss, mit dem Velo oder dem öffentlichen Verkehr zur Arbeit. Als 2005 die Sanierung der alten Erdgasheizkessel auf dem Hönggerberg anstand, fällte die Schulleitung einen weitsichtigen Entscheid. Statt weiter auf fossile Brennstoffe zu setzen, investierte man in ein Erdspeichersystem. Den Erdspeicher kann man sich als un-

terirdisches Rohrsystem vorstellen, durch welches warmes und kaltes Wasser fliesst. Im Sommer wird Abwärme geerntet und im Erdreich gespeichert, um im Winter damit Lehrgebäude und Labors zu beheizen. Im Sommer passiert das Umgekehrte: Wasser kühlt die Gebäude. Im Endausbau möchten wir mindestens 80% der fossilen Energie gegenüber dem Stand von 2006 einsparen. Eine Zwischenbilanz zeigt – wir sind auf Kurs.

«Im Endausbau soll der Erdspeicher 80% der fossilen Energie einsparen.»

Bleibt das Fliegen. Ein schwieriges Thema, denn Wissenschaft ist grenzüberschreitend und der persönliche Austausch an Konferenzen wichtig. Trotzdem müssen wir uns einen Ruck geben, gehen doch mehr als die Hälfte aller Treibhausgase der ETH aufs Konto von Flugreisen. Departemente, Schulleitung und Verwaltung haben sich darauf geeinigt, die Pro-Kopf-Emissionen durch Flugreisen zwischen 2019 und 2025 um 11 Prozent gegenüber einem Mittelwert der Jahre 2016 bis 2018 zu reduzieren. Der

vermehrte Einsatz von Video-Konferenzen kann hierzu beitragen, aber es wird nicht ohne Verzichtleistungen gehen.

Essen, Heizen und Kühlen sowie Fliegen: Die Massnahmen in den drei Bereichen sind Schritte auf dem Weg zur 50-Prozent-Reduktion unserer CO₂-Emissionen bis 2030, wie sie der Bundesrat vorgegeben hat. Dabei kommt uns entgegen, dass wir schon seit 2006 den CO₂-Fussabdruck der Hochschule erfassen und analysieren. Eine saubere Analyse ist schliesslich die Grundlage für nachhaltiges Handeln.

Links



Der dynamische Erdspeicher des ETH-Campus Hönggerberg wurde mit dem Watt d'Or 2020 des Bundesamts für Energie ausgezeichnet



Nachhaltigkeitsbericht der ETH Zürich

2020 und darüber hinaus

Mit dem neuen Jahr blicken wir auch gleich in ein neues Jahrzehnt! Ich kann in meiner letzten Kolumne darum der Versuchung nicht widerstehen, ein paar Gedanken über die Zukunft der Hochschule anzustellen. Man kann hinschauen, wo man will. Weltgegenden, die sich durch Innovation auszeichnen, haben gute Universitäten im Zentrum ihres Ökosystems. Letztere sind gleichsam Fenster zur Welt, zum Weltwissen, welches sich permanent erneuert. Unsere Forschenden unterhalten mehr als 9000 Kontakte mit Ihresgleichen auf der ganzen Welt. Mehr als die Hälfte dieser Kontakte betreffen europäische Partner. Das Europa der Hochschulen ist für die Schweizer Universitäten ein wichtiges Netzwerk.

«Horizon 2020», das auslaufende europäische Forschungsrahmenprogramm, ist aus Schweizer Sicht eine

Erfolgsgeschichte. Unsere Universitäten gehören zu den Institutionen, die am meisten Projekte einwerben konnten. 2019 haben allein ETH-Forschende 37 der prestigeträchtigen ERC-Grants gewonnen, mit denen Grundlagenforschung unterstützt wird. Im Wettstreit zwischen den USA und China versucht Europa den Anschluss nicht zu verpassen.

In Schlüsselbereichen wie Quantencomputing oder Künstliche Intelligenz (KI) sollen die Reihen geschlossen werden. Kürzlich wählte das paneuropäische KI-Netzwerk «Ellis» 17 Standorte in elf Ländern. Zürich mit der ETH und Lausanne mit der EPFL sind Teil dieses Netzwerks. Grenzübergreifende Themen wie Energie oder Klimawandel müssen wir gemeinsam mit unseren europäischen Nachbarn anpacken.

Der digitale Wandel erfasst alles und jeden. Die Arbeitswelt wird sich massiv verändern. Gewissen Studien zufolge werden 65% der Primarschüler dereinst Berufe ausüben, die es heute noch gar nicht gibt. Wir müssen alles daransetzen, dass die Digitalisierung keine Gräben aufreisst mit Gewinnern auf der einen und Verlierern auf der

anderen Seite. Damit wir die Anpassung erfolgreich bewerkstelligen können, braucht es sowohl die Berufsbildung als auch die Hochschulen, die ihre Absolventinnen und Absolventen mit Fähigkeiten ausstatten, den Wandel mitzugestalten. Weiterbildung wird an Bedeutung gewinnen, der Austausch zwischen Theorie und Praxis zu einer Lebensaufgabe.

«rETHink soll Eigenverantwortung und Handlungsfähigkeit stärken.»

Im Wandel sind nicht zuletzt auch die Hochschulen selbst. Wir stehen im steifen Wind des globalen Wettbewerbs und sehen uns mit dem Ruf nach mehr Transparenz und mehr Frauen in der Wissenschaft konfrontiert. Und all dies kommt nach einer Periode starken Wachstums.

Seit 2000 verdoppelten sich die Studierendenzahlen an der ETH auf 22 000. In der gleichen Zeit stieg auch die Zahl unserer Professorinnen und Professoren markant auf 530 an. Wir stossen mit unseren heutigen Prozessen und Strukturen an Grenzen. Vor

diesem Hintergrund haben wir das Reformprojekt «rETHink» gestartet, um die Eigenverantwortung der Departemente sowie die Handlungsfähigkeit der ETH als Ganzes zu stärken.

Hochschulen müssen sich immer wieder neu erfinden. Unsere Beziehung zur Welt und zu Europa, unsere Rolle in der digitalen Transformation und schliesslich die Weiterentwicklung der eigenen Organisation: Herausforderungen, welche die ETH Zürich 2020 und darüber hinaus beschäftigen werden. Ihnen allen wünsche ich ein glückliches Neues Jahr.

Links



Geschäftsbericht der ETH Zürich



Annual Report on the ERC activities and achievements in 2018

Laborbericht aus der ETH

Happy Birthday, Alfred Escher!

Der Physiker Joël Mesot ist Präsident
der ETH Zürich – der erste aus der
Romandie seit über 100 Jahren



2019 kündigt sich reich an Jubiläen an. Und für alle hat es etwas Passendes. 500 Jahre ist es her, seit Huldrych Zwingli die Kanzel im Zürcher Grossmünster bestieg; ebenso lange, seit Magellan zur Weltumseglung aufbrach. Vor 90 Jahren erschien die erste Geschichte von «Tim und Struppi», und vor 50 Jahren setzte der erste Mensch seinen Fuss auf den Mond. Die Liste liesse sich beliebig verlängern bis hin zum Papiermühlenspeicher, der sich schon

Ingenieuren und Technikern geplant und gebaut werden (ETH), und dafür brauchte es Geld (Bank und Versicherung). Wie hinter jeder historischen Figur standen auch hinter Escher viele aufopfernde Helferinnen und Helfer. Und er hatte das Glück, zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu sein. Ich will ihm in meiner ersten Kolumne also kein zweites Denkmal bauen, aber **seine Weitsicht und Taten haben bleibende Werte geschaffen**, die bis in die heutige Schweiz reichen. Und das verdient Respekt. Chapeau

Die Texte erschienen im Magazin
des Sonntagsblick zwischen
Februar und Dezember 2019.

