

Was machen die da drin?

Ein Spaziergang durch die ETH Zürich in acht Stationen.

Von Mathias Plüss
Bilder Mathilde Agius

DAS MAGAZIN 40/2016 – BILD: LEDERBOGEN / CARO KEYSTONE

Manchmal stockt des Spaziergängers Atem. Nicht wegen der Treppenstufen, sondern weil ihm bewusst wird, wie viel Exzellenz sich hier auf engstem Raum ballt. Nicht auszudenken, wenn ein Meteorit einschläge: Wie viele Millionen IQ-Punkte auf einen Schlag vernichtet würden! Vielleicht müsste man ein wenig dezentralisieren, sinniert der alpträumende Spaziergänger – es soll ja Firmen geben, bei denen es verboten ist, dass alle Spitzenleute denselben Flug nehmen.

In den meistbeachteten Hochschulvergleichen liegt die ETH Zürich weit vorn: Rang neun im THE-Ranking, Rang acht im QS-Ranking. Damit ist sie die beste Universität Kontinentaleuropas und die beste nichtenglischsprachige Universität der Welt. In einzelnen Fächern sieht es gar noch besser aus: In den Naturwissenschaften belegt sie den sechsten Platz, im Inge-

neurwesen den fünften. Bei den Erdwissenschaften ist sie gar die Nummer eins, vor Harvard und Berkeley. Auch in aufstrebenden Gebieten ist sie Spitze: Der führende amerikanische Roboterspezialist Chris Anderson bezeichnete die ETH Zürich dieses Jahr als «die beste Robotik-Universität weltweit».

Doch woran arbeiten diese Wissenschaftler genau? Auf seinem Rundgang durch die ETH Zürich am Standort Zentrum hat der Spaziergänger bei acht Forschern angeklopft, die sehr unterschiedliche Dinge tun, obwohl sie ganz nahe beieinander sind – die umschlossene Fläche beträgt bloss sechs Hektaren. Dabei hat er nicht nur in die Laboratorien geschaut, sondern auch in die Hinterhöfe. —>



Margarita Chli, Leiterin des Vision for Robotics Lab, will Drohnen das Sehen lehren – noch produzieren sie Datenmüll, wenn sie sich nicht schnell genug orientieren können.

Von den Gebäuden am ETH-Standort Zentrum ist jenes der Robotiker zweifellos das modernste. Davon kann man sich leicht überzeugen, indem man eine der Toiletten aufsucht. Am Lavabo gibt es keinen gewöhnlichen Wasserhahn, sondern ein Edelstahlteil in Flugzeugform: Der Rumpfspendet Wasser, die Flügel heisse Luft, natürlich berührungslos. Der Reporter, unvertraut mit dieser Hochtechnologie, nimmt zuerst von der Seife, die von sehr schaumiger Konsistenz ist, nähert sich mit den Händen dem Flugzeug, nur leider etwas zu seitlich – flups, und das Düsentriebwerk hat den Seifenschaum grossflächig über Hemd und Gesicht verteilt. Die Reaktion der ersten Interviewpartnerin: «Machen Sie sich nichts draus, das passiert allen.»

Margarita Chli DROHNEN MIT VERSTAND

Sehen ist so einfach: Wir öffnen die Augen, und die Welt ist da. In Wahrheit ist es alles andere als einfach: Die Lichtverhältnisse ändern sich, Kopf und Körper bewegen sich, und die Augen springen ständig unwillkürlich hin und her. Damit die Welt stabil aussieht, muss das Gehirn sie permanent rekonstruieren.

«Dreissig bis sechzig Prozent unserer Hirnleistung verbrauchen wir für das Sehen», sagt Margarita Chli, die Leiterin des Vision for Robotics Lab. Dieser gewaltige Effort, der hinter dem vermeintlich mühelosen Sehen steckt, wird offenbar, wenn man versucht, es künstlich nachzuahmen: «Für einen Menschen ist es beispielsweise sehr leicht, in einem Film die Eigenbewegung der Kamera von der Bewegung eines Schauspielers zu unterscheiden. Doch ist es sehr schwierig, dies einem Roboter beizubringen.»

Trotzdem will Margarita Chli genau dies schaffen. Und noch viel mehr: «Mein Ziel ist es, Drohnen das Sehen zu lehren.» Sehen nicht im Sinne von filmen, sondern eben im Sinne von verstehen. Verstehen, was vorn ist und was hinten – verstehen, was ein offenes Loch ist und was ein geschlossenes Fenster. Diese Kompetenzen sollen es den Drohnen eines Tages erlauben, sich autonom durch die Welt zu bewegen, ohne am nächstbesten Türrahmen hängen zu bleiben.

Konkret sind Chlis Drohnen mit Kameras, Bewegungsmessern und Tiefensensoren ausgerüstet, mit denen sie ihre Umgebung erkunden und eine stets aktuelle 3D-Karte ihrer Umgebung zeichnen. Das ist noch nicht sehr spektakulär – Google-Street-View-Autos können das schon lange. Doch die

Schwierigkeit besteht darin, es auf einer Drohne zu tun, wo die Geschwindigkeit hoch ist und Energie, Zeit und Rechenkraft knapp sind. «Im Gegensatz zu einem Auto können wir nicht anhalten und warten, bis der Computer so weit ist», sagt Chli. «Anhalten bedeutet abstürzen.»

Der Grossteil der Alltagsarbeit ihres Teams besteht deshalb darin, effiziente Algorithmen zu finden, die aus der Fülle der Sensordaten möglichst rasch jene herauspicken, welche die Drohne für ihre Orientierung und Stabilität braucht.

Margarita Chli («der Name wird sehr schweizerisch ausgesprochen») ist Zypriotin und hat in England studiert. Seit einem Jahr ist sie an der ETH und leitet eine Forschungsgruppe am Institut für Robotik und Intelligente Systeme. «Der Antrieb für meine Forschung ist es, der Menschheit zu helfen», sagt sie. «Eine mögliche Anwendung ist etwa die genaue 3D-Rekonstruktion gefährdeter archäologischer Stätten.» Denkbar wäre auch, dass autonome Drohnen nach einem AKW-Unfall oder einem Erdbeben das Katastrophengebiet inspizieren, wenn es für Menschen nicht betretbar ist.

Die Ambitionen der Forscherin gehen noch weiter. Mit ihrem Team ist sie an Aeroworks beteiligt, einem EU-Forschungsprojekt im Bereich der Robotik. Das Ziel: eine Schar kooperierender Drohnen, die die Welt nicht nur verstehen, sondern auch mit ihr interagieren. Zu diesem Zweck arbeitet der ebenfalls beteiligte Professor vom Nachbarlabor, der bekannte Robotiker Roland Siegwart, an Greifarmen, mit denen Drohnen Objekte festhalten und bearbeiten können. Ein typisches Einsatzgebiet wäre die Wartung von entlegenen Hochspannungsleitungen oder von Windrädern – ein schwedischer Energieversorger ist mit von der Partie. Man stelle sich etwa Drohnen vor, die mit ihren Greifarmen Schrauben anziehen oder Oberflächen mit Schleifpapier polieren. Damit das funktionieren kann, müssen Margarita Chlis 3D-Karten allerdings millimetergenau stimmen. Es braucht also nicht nur Tempo, sondern auch Präzision.

Noch steht das Projekt ziemlich am Anfang. «Vielleicht haben wir in ein, zwei Jahren einen ersten Prototyp», sagt Margarita Chli. Dieser werde aber nur unter idealen Bedingungen stabil funktionieren – und für den Praxiseinsatz noch nicht robust genug sein. «Am meisten zu kämpfen haben wir mit den Unwägbarkeiten der Umwelt, etwa mit Windböen oder Lichtwechseln. Wir Menschen können sehr gut damit umgehen. Die Roboter müssen es noch lernen.»

Auf der Terrasse macht das Forscherteam eine Vorführung für mich. Es ist kein guter Flugtag: Die Sonne scheint stark, und wenn die Drohne aus dem hellen Licht in den Schatten gerät, produzieren die Sensoren für ein paar Sekunden nur noch Datenmüll. Ich verabschiede mich, überquere die Rämistrasse und erreiche das LFO-Gebäude, wo ich in einen düsteren Kellerraum geführt werde. Dort demonstriert die Assistentin meiner nächsten Gesprächspartnerin, wie man Malaria mücken köpft – zu rein wissenschaftlichen Zwecken natürlich. «Die Kinder lieben Laborbesuche bei mir», sagt sie. «Vor allem die Buben.»

Consuelo De Moraes DER DUFT VON MALARIA

Der Mensch neigt dazu, das Fremde für dumm zu halten. Pflanzen etwa erscheinen ihm starr und stumm, darum unterschätzt er sie. In Wahrheit kommunizieren sie sehr wohl – vor allem über Duftstoffe. «Pflanzen sind viel komplexere Wesen, als ich je erwartet hätte», sagt Consuelo De Moraes. «Ihre Kommunikation ist raffiniert. Und wir entdecken ständig Neues, das macht mein Forschungsgebiet so spannend.»

Consuelo De Moraes stammt aus Brasilien – in den USA hat sie eine steile Karriere gemacht. Seit drei Jahren ist sie Professorin für Biokommunikation und Ökologie an der ETH Zürich. Ihr Forschungsgebiet umfasst das ganze Spektrum des Lebens, von Bakterien über Pflanzen und Insekten bis zum Menschen. Diese Breite sei «ein Fluch und ein Segen zugleich», sagt sie. Sie verfechte eben die Überzeugung, dass man Lebewesen nicht isoliert betrachten dürfe.

Denn kommuniziert wird auch über die Artgrenze hinweg – ja sogar zwischen Pflanzen und Tieren. Gleich das erste grosse Forschungsprojekt von De Moraes erregte Aufsehen: Sie wies nach, dass Pflanzen ganz gezielt Insekten zu Hilfe rufen können. Wird etwa eine Mais- oder Tabakstaude von Raupen befallen, so lässt sie Duftmoleküle ausströmen, die parasitäre Wespen anlocken. Diese Wespen legen dann ihre Eier in die Raupen hinein und bringen diese so zum Absterben, was natürlich im Interesse der Pflanze liegt.

Das wirklich Erstaunliche sei, wie spezifisch diese Hilferufe ausfielen, sagt die Biologin: «Diese Wespen sind Spezialisten, sie können jeweils nur eine einzige Raupenart befallen. Die Pflanzen teilen also nicht nur mit, dass sie attackiert werden, sondern auch, von wem.» Entsprechend unterschiedlich seien die Duftstoffe, die sie verströmen.

Consuelo de Moraes hat eine erstaunliche Gabe: Wie eine Wespe kann sie riechen, welche Raupe gerade an der Pflanze knabbert. Schon als Kind hatte sie eine extrem empfindliche Nase: «Meine Freunde sprayten Parfüme auf Papierfetzen, und ich musste erraten, um welches es sich handelte. Ich war wirklich gut darin, zum Gaudi meiner Umwelt.» Ein derart guter Riecher ist aber nicht immer nur angenehm. «Oft kann ich anhand des hinterlassenen Geruchs sogar sagen, wer vor mir in einem Raum war.»

Komplexe Kommunikationssysteme existieren viele in der Natur, und längst nicht immer sitzt die Pflanze am längeren Hebel. So gibt es etwa Viren, die ihre Wirtspflanzen dazu bringen, Blattläuse anzulocken, auf denen sie zur nächsten Pflanze mitreiten können – eine trickreiche Manipulation, die ihrer eigenen Ausbreitung dient. Manche Viren verändern gar den Geschmack der Blätter, um den Aufenthalt der Laus auf der Pflanze je nach ihren Bedürfnissen kürzer oder länger zu gestalten.

An De Moraes' neuem Forschungsprojekt sind für einmal keine Pflanzen beteiligt: Die Mitspieler sind ein Parasit, eine Mücke und der Mensch. Es geht um Malaria, immer noch eine der Infektionskrankheiten, die in der Dritten Welt die meisten Todesfälle verursachen. —>

DAS MAGAZIN 40/2016



Consuelo De Moraes, Professorin für Biokommunikation, hat nachgewiesen, dass Lebewesen über Düfte interagieren. Aufgespießt können sie das allerdings nicht mehr.



Elektro, Erdgas, Diesel – Ingenieur Christopher Onder arbeitet an einem Auto der Zukunft, das alle drei Antriebsarten für sich nutzt.

Auch hier spielt die Duftkommunikation eine zentrale Rolle. Man weiss schon länger, dass infizierte Menschen überdurchschnittlich oft von Mücken gestochen werden. Dies ist im Interesse des Parasiten, der ja in möglichst viele Wirte gelangen will. De Moraes konnte anhand von Versuchen mit Mäusen zeigen, dass der Malariaerreger tatsächlich gezielt das Duftspektrum des Wirts verändert und ihn so für die Mücken attraktiver macht. Nun versucht sie herauszufinden, ob dies nicht nur bei Mäusen, sondern auch bei Menschen gilt.

«Es ist ein gigantisches Projekt», sagt De Moraes. Ihr Team hat Hautduftproben von sechshundert kenianischen Schulkindern gesammelt und untersucht derzeit, ob es einen systematischen Unterschied in den Duftprofilen von Infizierten und Nichtinfizierten gibt. Fände man einen bestimmten Stoff, den nur die Infizierten verströmen, so liesse sich daraus ein Malaria-Schnelltest entwickeln. Dieser würde ähnlich funktionieren wie ein Scanner am Flughafen, der den Geruch von Sprengstoff detektieren kann. Herkömmliche Tests hingegen sind viel aufwendiger: Man braucht dafür eine Blutprobe.

«Eines der grossen Probleme bei Malaria sind die Asymptomatischen», sagt De Moraes. «Das sind Menschen, die infiziert sind, aber keine Anzeichen der Krankheit haben. Unsere Untersuchungen in Kenia haben gezeigt, dass es sehr viele von ihnen gibt.» Diese Leute sind für die Ausbreitung von Malaria fatal – man muss sie finden und behandeln, wenn man die Krankheit ausrotten will.

An der Ecke des Maschinenlaboratoriums – ein grosses Gebäude mit markantem Turm – befindet sich der ETH Store, der sich als eigentlicher Fanshop entpuppt. Hier kann man nicht nur ETH-Tassen, ETH-Badetücher und ETH-Seidenkrawatten erstehen, sondern auch ETH-Pralinen in Form der Kuppel des Hauptgebäudes von Gottfried Semper (acht Stück 31.90 Fr.), ETH-Babybodys (Aufdruck: «Einstein Junior») und sogar ETH-Nuggis. Ich kaufe mir eine Einstein-Postkarte und steige hoch in den fünften Stock.

Christopher Onder DAS BESTE AUS DREI AUTOWELTEN

Elf Jahre ist es her, da bauten die Ingenieure des Instituts für Dynamische Systeme und Regelungstechnik für ein Rennen ein Wunderfahrzeug: stromlinienförmig, ultraleicht und hocheffizient. Mit Wasserstoff angetrieben, verbrauchte es umgerechnet nur einen Liter Benzin auf fünftausend Kilometer. «Wir halten bis heute den Weltrekord im sparsamen Fahren», sagt Christopher Onder, der am Bau beteiligt war. «Das Projekt war super für die Motivation, aber wir haben damit auf der Strasse nichts verändert.» Das Fahrzeug war schlicht nicht alltagstauglich.

Onder, studierter Maschinenbauer und ETH-Absolvent, ist der Typ Professor, der noch weiss, wie man einen Schraubenzieher in die Hand nimmt. Von utopischen Ideen hat er

DAS MAGAZIN 40/2016

Versprochen: All unsere Bananen werden nachhaltig.

GENERATION M

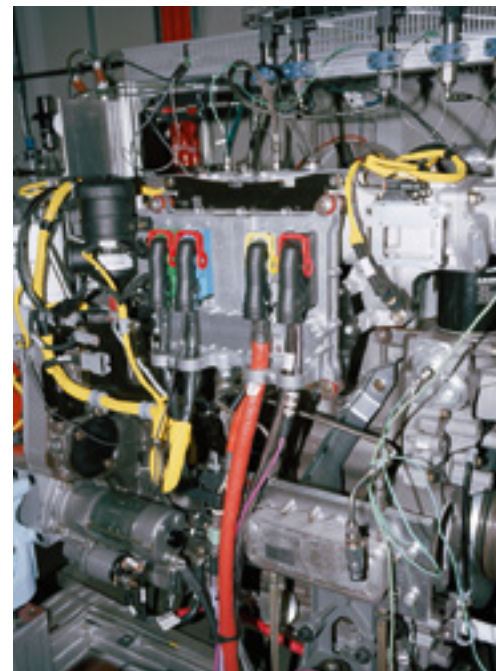


Mehr zu diesem Versprechen bis 2017 auf generation-m.ch

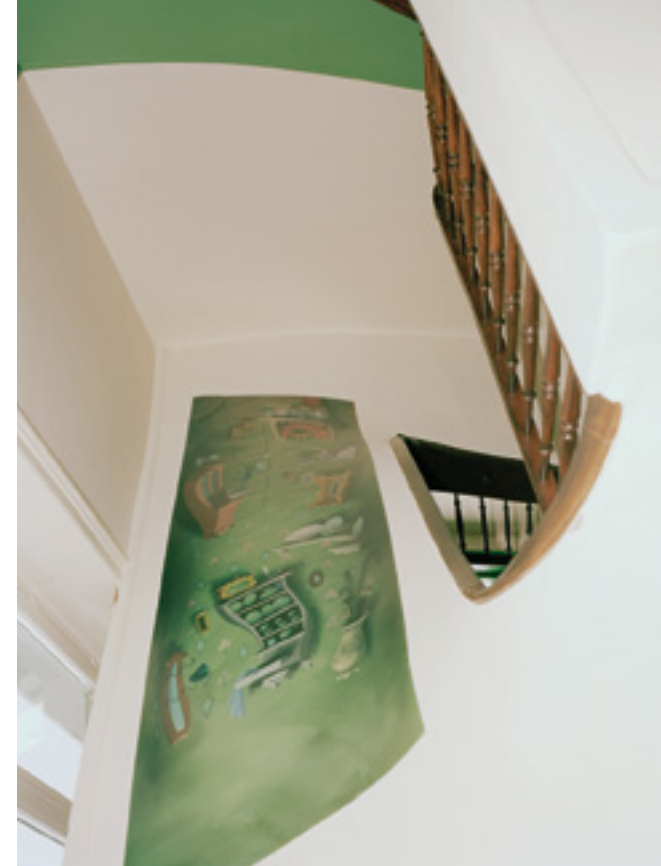
MIGROS
Ein M nachhaltiger.



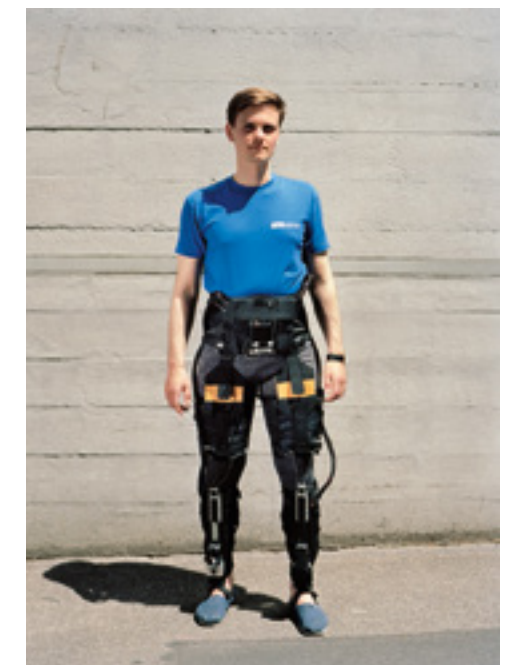
Keine Pausenliege, sondern Forschungsobjekt:
ein Bett, das Erwachsene in den Schlaf Schaukelt. (S. 23/24)



An den Prüfständen im Maschinenlaboratorium
werden neue Motorenkonzepte getestet. (S. 16/20)



Im Treppenhaus der Philosophen: Die Wand-
zeichnung ist ein Überbleibsel des Disney-
Research-Projekts, das früher hier einquartiert
war. (S. 24/25)



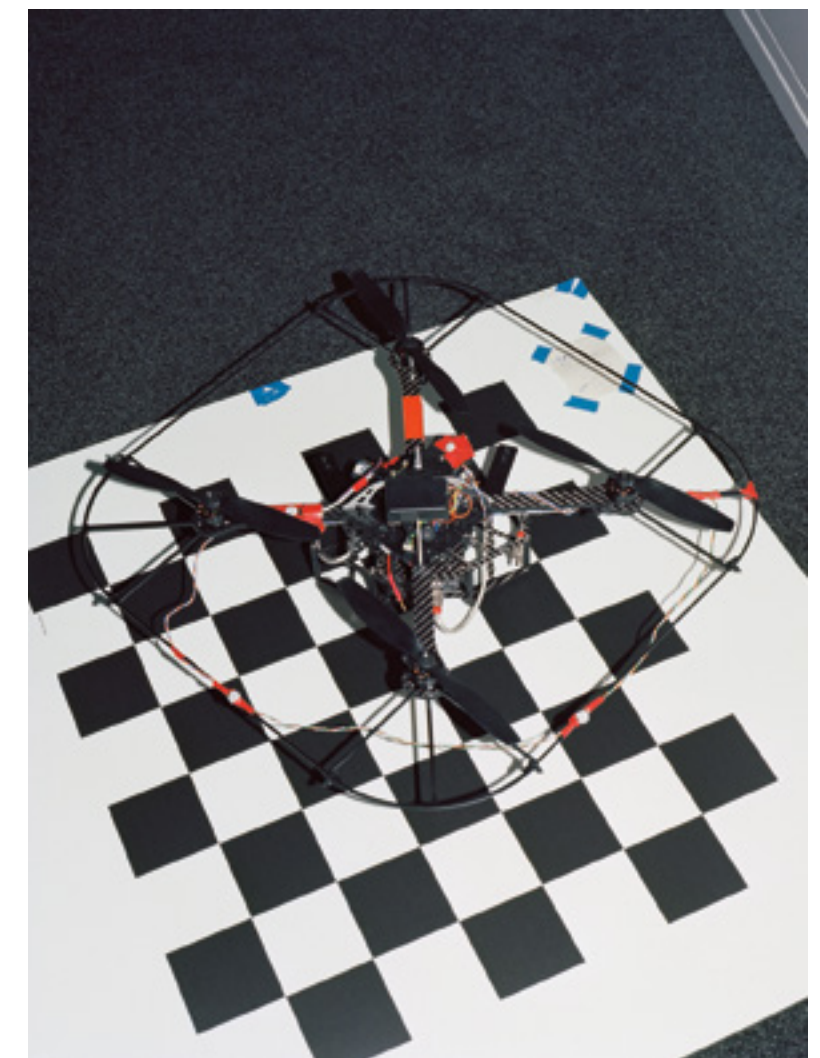
Skelett zum Anziehen: Exosuits helfen nicht
nur Gehbehinderten, sondern auch Schlaganfall-
patienten in der Rehabilitation. (S. 23/24)



Pflanzen, Tiere und Menschen
kommunizieren untereinander mit
Duftstoffen. (S. 14/16)



Anhalten bedeutet abstürzen: Drohnen
brauchen robuste Algorithmen. (S. 13/14)



sich inzwischen abgewandt – «aus dem Drang heraus, ganz konkret etwas zu bewirken». Dafür müsse man näher ran an die Industrie, an bestehende Automodelle, an den Markt. Die neuste Idee aus seinem Labor: ein Auto mit gemischtem Diesel-, Erdgas- und Elektroantrieb.

«Wir sind Regelungstechniker», sagt Onder. «Wir suchen nach einer möglichst cleveren Steuerung der Abläufe im Antrieb.» Das Modell, an dem sein Team zurzeit arbeitet, ist ein umgebauter Dieselmotor, der mit Erdgas läuft. Erdgas ist sehr umweltfreundlich: Bei der Verbrennung wird für die gleiche Menge Energie deutlich weniger Kohlendioxid ausgestossen als mit flüssigem Brennstoff. Allerdings ist es auch reaktionsträge – normale Erdgasautos haben einen eher schlechten Wirkungsgrad. Darum spritzt Onder zur Zündung eine kleine Menge Diesel ein: So erreicht der Gasantrieb einen ähnlichen Wirkungsgrad wie ein effizienter Dieselmotor.

Im Vergleich zum reinen Dieselmotor sinkt dabei der Kohlendioxid-Ausstoss um etwa zwanzig Prozent. Baut man zusätzlich einen Elektromotor ein, kommt man gar auf fast fünfzig Prozent. Das liegt im Bereich von reinen Elektroautos. Weil der ETH-Antrieb aber nur dann auf elektrisch schaltet, wenn dies effizient ist, braucht es keine grosse Batterie, und man muss auch keinen Strom tanken. Onders Konzept vereint also das Beste aus drei Welten: die Sauberkeit von Elektro, die Klimafreundlichkeit von Erdgas, die Effizienz und Reichweite von Diesel.

Im Moment arbeitet man noch an kleineren Problemen. «Der Wirkungsgrad unseres Verbrennungsmotors ist so gut, dass die Abgase zu kalt sind für den Katalysator – wir müssen

diesen darum zeitweise heizen», sagt Christopher Onder. Bis in drei Jahren dürften die technischen Schwierigkeiten überwunden sein. Doch die wahre Herausforderung kommt erst dann: einen Hersteller zu finden, der den Motor serienmässig baut.

Onder weiss, wovon er spricht. Ein anderes Konzept aus seinem Labor wartet schon länger auf die Umsetzung: der Motor mit Drucklufteinspritzung. Ein simpler Tank speichert beim Bremsen Energie in Form von Druckluft und führt sie beim Beschleunigen wieder dem Motor zu – das spart Sprit. «Alle sind sich einig, dass das ein cleverer Ansatz ist», sagt er. «Trotzdem sind die Hersteller sehr zurückhaltend.» Verbrennungsmotoren gelten schlicht nicht als sexy. Entsprechend kritisch beurteilt Onder das, was er den «Hype um die Elektromobilität» nennt: «Firmen, die nicht als umweltfeindlich gelten wollen, müssen Elektroautos anbieten. Darum haben sie kaum Kapazitäten für andere Ansätze.»

Onder forscht durchaus auch im Bereich Elektromobilität, etwa an effizienteren Trolleybussen. Doch bei Autos, die viel flexibler eingesetzt werden, bietet Strom keine vergleichbaren Vorteile: Sowohl der Druckluft- als auch der Erdgas-Dieselmotor sind dem reinen Elektroantrieb in vielen Punkten überlegen. Und das bei ähnlicher Umweltfreundlichkeit. «Wir brauchen solch optimierte Übergangstechnologien», sagt Onder. «Zumindest, bis international ein klimafreundlicher Strommix erreicht ist.»

Der Lift ins Untergeschoss ruckelt beängstigend. Als wir in den Korridor treten, weist mich Christopher Onder auf eine Büste von Aurel Stodola hin, der hier einst das modernste Maschinenlaboratorium Europas eingerichtet hat. Die Maschinenbauer reden bis heute ehrfürchtig vom «Einstein der Ingenieure». Dann zeigt mir Onder die Prüfstände, wo sein Team an den Motoren werkelt. Dass hier mit Öl und Sprit hantiert wird, merkt sogar die sonst eher unbegabte Reporternase. Sehr clean wirkt hingegen das Gebäude der Umweltwissenschaftler, das ich als nächstes aufsuche. Auch die drei Olivenbäumchen im Innenhof lassen keine Naturgefühle aufkommen.

**Sonia Seneviratne
DIE SCHWEIZ BEKOMMT
HITZSCHLÄGE**

Man könnte leicht auf die Idee kommen, die Schweiz sei vom Klimawandel nicht besonders betroffen. Natürlich ist es unschön, wenn die Gletscher schmelzen, aber verglichen mit der Überschwemmung von Küstenstädten ist das ein Luxusproblem. Doch in Wahrheit stehen wir keineswegs abseits – vielmehr befinden wir uns im Zentrum einer noch wenig beachteten Herausforderung: Kaum irgendwo auf der Welt werden die Klimaschwankungen derart stark zunehmen wie in Mitteleuropa. Es dürfte zur neuen Normalität werden, dass sich hier feuchte Sommer mit sehr heissen, trockenen abwechseln. —>

Klimatologin Sonia Seneviratne setzt dem Wandel des Klimas auch Technik entgegen.



DAS MAGAZIN 40/2016

WIR Bank

**SPAREN SIE NICHT BEI DER
VORSORGE UND SORGEN
SIE BEIM SPAREN VOR!**

Sparkonto 60+	0,30%
Bonussparkonto bis	1,00%
TERZO-Konto (Säule 3a)	0,65%
Freizügigkeitskonto	0,35%

Genossenschaftlich gut!
0848 947 947, wirbank.ch

«Wenn man nur die Durchschnittstemperatur vor Augen hat, erkennt man die Dringlichkeit des Problems nicht», sagt die Klimatologin Sonia Seneviratne. «Zwei Grad globale Erwärmung kann in Mitteleuropa bis zu sechs Grad heissere Extremtemperaturen bedeuten.» Während wir einen kontinuierlichen Anstieg wohl einigermassen verkraften würden, setzen grössere Schwankungen und Extreme dem Menschen, aber auch der Landwirtschaft viel mehr zu.

Verantwortlich für die prekäre Lage Mitteleuropas ist die Bodenfeuchtigkeit. Dass sie eine wichtige Rolle bei der Temperaturentwicklung spielt, weiss man erst seit kurzer Zeit – Sonia Seneviratne hat hier Pionierarbeit geleistet. Sie ist in der Nähe von Lausanne aufgewachsen; ihre Mutter ist Waadtländerin, ihr Vater stammt aus Sri Lanka. An der ETH Zürich hat sie studiert und doktoriert, heute ist sie Professorin für Land-Klima-Dynamik. Sie publiziert in den besten Zeitschriften, war eine der Leitautorinnen zum Thema Extremereignisse beim letzten Weltklimabericht und zählte 2015 zu den meistzitierten Wissenschaftlern der Welt.

Bodenfeuchtigkeit wirkt kühlend. Scheint die Sonne auf einen wasserhaltigen Boden, so wird ein Teil der Strahlungsenergie nicht in Wärme umgewandelt, sondern für die Verdunstung verbraucht. Ist aber der Boden ausgetrocknet und scheint die Sonne sehr stark, so kann dieser Prozess zum Erliegen kommen. «Das System kippt in dem Moment, da die Pflanzen ihre Poren schliessen», sagt Seneviratne. «Dann gibt es keine Verdunstung mehr, die Temperatur steigt.» Das Verfluchte ist, dass dies ausgerechnet dann passiert, wenn es ohnehin schon heiss ist.

Eine gute Analogie sei das Schwitzen: «Die Verdunstung des Schweißes kühlt den Körper. Sind wir irgendwann völlig ausgetrocknet und hören auf zu schwitzen, so steigt die Körpertemperatur – es droht ein Hitzschlag. An der Erdoberfläche geschieht etwas Ähnliches.» Bisher kenne man solche Klimakollapse vor allem aus dem trockenen Südeuropa. In der Schweiz habe man sie in den letzten Jahren nur zweimal beobachtet: in den Hitzesommern von 2003 und 2015. «Unsere Modellrechnungen haben ergeben, dass der Sommer 2003 zwei Grad weniger heiss gewesen wäre, hätte der Boden mehr Feuchtigkeit gehabt.»

Mit dem Klimawandel wird sich nun die Grenze zwischen trockenem und feuchtem Klima nach Norden verschieben. In manchen Jahren wird die Schweiz klimatisch zum trockenen Südeuropa gehören, in anderen zum feuchten Nordeuropa – daher auch die Zunahme der Schwankungen. «Wir rechnen damit, dass bis Ende Jahrhundert im Schnitt jeder zweite Sommer so heiss sein wird wie 2003», sagt Seneviratne. Ein Vorteil sei, dass man die Hitzewellen besser werde prognostizieren können: «Ein trockener Frühling macht einen heissen Sommer wahrscheinlicher.» Anhand von Daten aus Südosteuropa konnte sie zeigen, dass in Jahren mit trockenem Frühling die Zahl der Hitzetage um den Faktor zehn steigt. Dieser Klimamodus droht nun auch uns.

Lässt sich etwas gegen die Hitzewellen unternehmen? Genau an dieser Frage arbeitet Seneviratnes Team. Ein Ansatz: Pflügen Bauern nach der Ernte ihre Felder nicht gleich um, so vermag dies die Temperatur lokal um bis zu zwei Grad zu senken. Das Stroh wirkt kühlend – die helle Farbe reflek-

tiert die Sonnenstrahlen. Hilfreich könnte gerade im Mittel- und auch vermehrte Bewässerung sein: Sie würde nicht nur dem Pflanzenwachstum dienen, sondern via Verdunstung eben auch die Sommerhitze dämpfen.

Die Idee, mit Technik ins Klimageschehen einzugreifen, um etwas Linderung zu verschaffen, ist immer noch verpönt. Aber wir werden uns an sie gewöhnen müssen. Nach wie vor sieht es nicht danach aus, als liesse sich der Klimawandel in nützlicher Frist stoppen.

Das TAN-Gebäude gehört zu den kleineren der ETH, wirkt aber erhaben. Wer es hierhin geschafft hat, der hat den Olymp erreicht, denke ich. Meine Stimmung ändert sich schlagartig, als ich an der Tür meines nächsten Gesprächspartners einen Spruch entdecke: «Servus du Madl, Bier is ned wurscht!»

Robert Riener KLEIDER, DIE BEIM GEHEN HELFEN

Professor Riener ist derzeit ein begehrter Mann. Regierungsrätinnen, Bankdirektoren, Stadtpräsidentinnen wollen mit ihm reden – am Tag vor unserem Besuch hielt er einen Vortrag in Innsbruck und trat per Skype in der Schweizer Botschaft in Tokio auf. Anlass für seine Popularität ist der sogenannte Cybathlon: ein Turnier für Menschen mit motorischen Behinderungen, das in diesem Jahr in der Swiss Arena Kloten zum ersten Mal stattfindet. Organisatorin ist die ETH Zürich. 73 Athle-

ten aus 25 Ländern nehmen teil, das Schweizer Radio und Fernsehen überträgt live. «Das Medienecho ist riesig», sagt Riener im charmanten Münchner Dialekt. «Ich wollte nur einen coolen Wettkampf veranstalten und habe dafür ein wenig Werbung gemacht. Auf einmal standen CNN und BBC vor der Tür.» Den Rummel nimmt er gelassen: «Meiner Erfahrung nach lässt sich mit gesundem Menschenverstand jeder Job erledigen.» Ohne diese Einstellung könnte er wohl sein Pensum als Doppelprofessor an ETH und Universität Zürich, Departementsleiter, Chef eines Forschungslabors mit 25 Leuten, stellvertretender Leiter eines nationalen Forschungsprogramms und jetzt eben auch noch Organisator eines Grossanlasses nicht bewältigen.

Wir haben doch schon die Paralympics – wozu braucht es da noch den Cybathlon? «Es gibt zwei gewichtige Unterschiede», sagt Riener: «Erstens sind beim Cybathlon, im Gegensatz zu den Paralympics, jegliche technischen Hilfsmittel erlaubt, ja erwünscht. Zweitens geht es bei uns nicht um körperliche Höchstleistungen, sondern um die Bewältigung von Alltagshindernissen.» So besteht eine der sechs Disziplinen in einem Geschicklichkeitssparcours für Menschen mit Armprothese, bei dem es etwa ein Konfiglas zu öffnen oder ein Stück Brot mit Butter zu beschmieren gilt. Andere Disziplinen sind ein Hindernissparcours mit Beinprothesen oder ein virtuelles Rennen mit Gedankensteuerung.

Als Initiator nimmt Riener am Cybathlon nicht selber teil, obwohl er etwa in der Disziplin «Parcours mit robotischen Exoskeletten» durchaus Siegeschancen hätte: Die Entwicklung von Geh- und Stehhilfen für Menschen mit Beinbehinde-

Das weltweit flachste und leichteste Business-Notebook



Das neue HP EliteBook Folio
Leidenschaft neu definiert

HP empfiehlt Windows 10 Pro.



Mehr Informationen unter:
hp.com/go/businesspremium
Mit Intel® Core™ m7 vPro™ Prozessor.
Intel Inside®. Leistungsstark & effizient Outside.



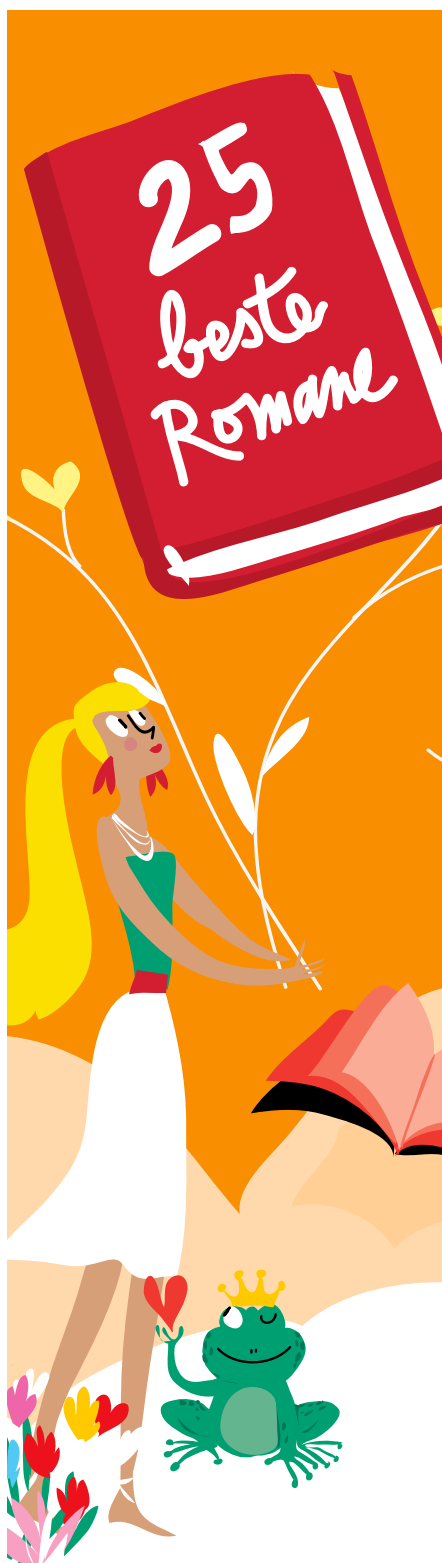
keep reinventing

Das weltweit flachste und leichteste Business-Notebook: Basierend auf von HP intern durchgeführten Analysen (Stand 4. Januar 2016) zu Business-Notebooks mit einem Jahresumsatz von mehr als einer Million Einheiten mit den vorinstallierten Funktionen für Verschlüsselung, Authentifizierung, Malware-Schutz und Schutz auf BIOS-Ebene, erfolgreich getestet nach MIL-STD 810G, mit optionaler Docking-Station. Intel, das Intel Logo, Intel Core, Intel vPro, Core Inside und vPro Inside sind Marken der Intel Corporation in den USA und anderen Ländern. © Copyright 2016 HP Development Company, L.P. Microsoft und Windows sind eingetragene Marken bzw. Marken der Microsoft Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

In der Tiefe kann man Schätze finden.
Das gilt auch im Tiefzinsumfeld.

Die tiefen Zinsen bringen Sparerinnen und Sparer heute kaum noch Ertrag. Dank unserer Anlagelösung mit aktiver Vermögensverwaltung geht Ihren Renditezielen trotzdem nicht die Luft aus.
Die Anlagelösung der Bank Coop: bereits ab CHF 10'000.- www.bankcoop.ch

fair banking
bank coop



*Geschichten,
einmalig und
unvergesslich.*

*Ausgesucht von unseren
BuchhändlerInnen.*

orell
füssli
mein Buch

rungen gehört zu seinen Spezialgebieten. Exoskelette sind heute schon auf dem Markt – sie gemahnen an Rüstungen, sind teuer, klobig und entsprechend unbeliebt. Rieners Ansatz ist ein ganz anderer: Sein «Exosuit» ist eine Art Gstättli, das man wie Unterwäsche unter den Kleidern anzieht. Ein eingenähtes System von motorengetriebenen Seilzügen hilft beim Aufstehen und Gehen.

«Der Exosuit muss so bequem sein, dass man ihn den ganzen Tag tragen kann», sagt Riener. Sein Trick: Der Anzug enthält nur eine kleine Batterie und ist dadurch sehr leicht. Eine grössere Batterie ist in den Rollstuhl eingebaut und lädt die kleinere nach. Dieses System erlaubt es Gehbehinderten, zwischendurch aufzustehen und langsam ein paar Schritte zu machen – etwa wenn sie in einem Laden nach einem Produkt im obersten Regal greifen wollen. «Den Rollstuhl wird es ohnehin noch lange brauchen, also nutzen wir ihn», sagt Riener. Der Traum eines Exoskeletts, mit dem ein Querschnittgelähmter wieder normal gehen kann, liegt immer noch in weiter Ferne – mit heutiger Technik bekommt man die erforderlichen Kräfte und Geschwindigkeiten schlicht nicht hin. Realistisch sind derzeit eher Stützen für einzelne Gelenke, etwa fürs Knie, was auch Wanderern mit Problemen beim Abwärtsgehen zugutekäme. Solche einfachen Exosuits könnten in etwa fünf Jahren auf den Markt kommen, schätzt Riener.

Sein Team betreibt zahlreiche weitere Forschungsprojekte – von Reha-Hilfen für Schlaganfallpatienten bis hin zum robotergestützten Sporttraining. Äusserst interessant ist der sogenannte Somnomat: ein technisch hochgerüstetes Bett, das Erwachsene gezielt in den Schlaf wiegt. Für manchen Schlafneurotiker könnte dies die Erlösung bedeuten. Obwohl es zum intuitiven Menschheitswissen gehört, dass sanfte Bewegungen beim Einschlafen helfen, ist vor Riener erstaunlicherweise noch niemand auf die Idee eines Schaukelbetts für Erwachsene gekommen.

Seit seiner Gründung betreibt das Zürcher Polytechnikum auch Forschung in Sozial- und Geisteswissenschaften. Fristeten diese früher als wenig beliebte «Abteilung XII» ein Mauerblümchendasein, so bilden sie heute zusammen mit den Staatswissenschaften ein stattliches Departement. Die einzelnen Lehrstühle allerdings sind über etliche kleinere Gebäude verstreut – man staunt, wie viele alte Villen zur ETH gehören. Vor der Soziologen-Residenz an der Clausiusstrasse steht eine alte Harley. Ich betrete das Philosophen-Haus vis-à-vis, die Treppen knarren.

Karim Bschrir DIE WANDELBARKEIT DES WISSENS

Vor einiger Zeit hat die Hochschule ein grosses Programm aufgelegt, in dem die Geisteswissenschaften eine zentrale Rolle spielen: die Initiative «Critical Thinking». «Ich möchte, dass die ETH zu einem eigentlichen Denkplatz wird», sagt Lino Guzzella, ETH-Präsident und Initiator des Programms.

«Wir wollen nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch die Fähigkeit zum Denken.»

Als Wissenschaftsphilosoph steht Karim Bschrir im Zentrum von «Critical Thinking»: «Die Studierenden erfahren eine Horizonterweiterung», sagt er. «Sie lernen, aus einem anderen Blickwinkel auf ihr Fach zu schauen.» Es bringe nichts, die Leute auf hohe Fachkompetenz zu trimmen, wenn sie kein Verständnis der historischen, sozialen oder ökonomischen Zusammenhänge hätten, in die ihre Forschung eingebettet ist. «Die amerikanischen Spitzenuniversitäten haben das schon lange begriffen.»

Bschrir, Sohn einer Schweizerin und eines Tunesiers, betreibt allgemeine Wissenschaftsphilosophie. In einer Zeit, in der auch die Philosophie ein hochgradiges Spezialistentum pflegt (es gibt heute etwa Quantenphilosophen oder Datenphilosophen), ist er damit schon fast eine Ausnahme. An der Universität Zürich hat er Biochemie und Philosophie studiert, was ihn für seine Position an der Schnittstelle zwischen Natur- und Geisteswissenschaften prädestiniert: «Es ist schon sehr hilfreich, wenn man selber mal in einem Labor gestanden ist.»

Bschrir hat eines der renommierten Branco-Weiss-Stipendien ergattert und schreibt an einem Buch über Prognosen und Ungewissheit in der Wissenschaft. «In unseren Seminaren vermitteln wir keinen Lehrstoff wie die anderen Fächer», sagt er. «Bei uns geht es um die intellektuelle Auseinandersetzung.» Dass die Fragen der Philosophie oft nicht abschliessend zu beantworten sind, sei für viele Studierende der Naturwissenschaften gewöhnungsbedürftig. Aber genau darin liege letztlich ihr Reiz. Als Beispiel nennt Bschrir die Debatte darüber, ob die Wissenschaft kontinuierlich oder durch Revolutionen fortschreitet: «Beide Positionen haben etwas für sich. Es geht nicht in erster Linie darum zu entscheiden, wer recht hat. Wichtig ist vielmehr, beide Argumentationen nachzuvollziehen – dann hat man schon viel verstanden.»

Der Fortschritt spielt eine wichtige Rolle in Karim Bschrirs Forschung. Bemerkenswerterweise ist die wissenschaftliche Gemeinde oft skeptisch gegenüber dem Neuen: Es brauchte viele Jahrzehnte und ausgeklügelte Experimente, bis sie etwa die Existenz von Genen oder Atomen akzeptierte. Dass neue Ideen durch systematische Kontrollen gehen müssen, garantiert eine gewisse Robustheit des wissenschaftlichen Wissens. Bschrir sieht darin den entscheidenden Unterschied zu Pseudowissenschaften: «In vielen Debatten, etwa in jener über das Impfen, werfen sich die Gegner gegenseitig irgendwelche Studien an den Kopf. Das sieht dann aus wie ein Zweikampf unter gleichwertigen Parteien.» Dabei übersähen viele Aussenstehende, dass eben die Position der Wissenschaft das Resultat eines langen Kontrollprozesses ist, während ihre Gegner bloss ihre längst gefassten Überzeugungen mit handverlesenen Beispielen untermauerten.

Bei aller Robustheit: Die Wissenschaft muss offen bleiben für Neues. «Es ist ein Balanceakt», sagt Bschrir. «Einerseits wollen die Wissenschaftler verlässliches Wissen produzieren und dieses auch gegen aussen vertreten. Andererseits müssen sie dafür sorgen, dass ihr Wissen revidierbar bleibt.» Gerade in der Revidierbarkeit liegt eine Stärke, die wissen-



*Komfortables Sehen
in allen Bereichen*

«Als kleines Kind wollte ich unbedingt alles verschönern, was es auf der Welt gibt. Und Königin werden.» Noch immer gestaltet und dekoriert Helena Koenig fürs Leben gerne – und den Titel trägt sie im Familiennamen. Dafür ist bei ihr der Kunde König. «Ich bin begeistert von meiner Gleitsichtbrille. Das komfortable Sehen in allen Bereichen möchte ich auch allen meinen Kunden ermöglichen.»

Kochoptik liegt Ihre Sehkraft am Herzen, gutes Sehen bedeutet schliesslich pure Lebensfreude. Unsere ausgewiesenen Spezialisten setzen alles daran, dass Sie lieber schon heute als morgen mit einer perfekt abgestimmten Gleitsichtbrille in den Tag starten. Vereinbaren Sie einen Termin – gerne auch online – und lassen Sie sich unverbindlich beraten. Wir freuen uns auf Sie.

KOCH
OPTIK
MEINE SEHLÖSUNG

www.kchoptik.ch
Gratisnummer 0800 33 33 10

Robert Riener forscht an Hilfen für Menschen mit Beinbehinderungen – und hat nebenher auch noch das Cybathlon-Turnier organisiert.



Wissenschaftsphilosoph Karim Bschir will Naturwissenschaftler dazu anregen, ihr eigenes Forschungsgebiet auch mal von einer anderen Warte aus zu betrachten.





Olga Sorkine-Hornung begann mit fünfzehn zu studieren; mit dreissig war sie ETH-Professorin.

schaftliches von dogmatischem Wissen unterscheidet. Die vielleicht radikalste Formulierung hierzu stammt vom amerikanischen Physiker Richard Feynman: «Alles wissenschaftliche Wissen ist unsicher.» Eine Unsicherheit, die kein Ausdruck von Schwäche ist, sondern von Erneuerungsfähigkeit.

Die Gegend hinter den Informatikbauten gehört zu den weniger repräsentativen des Hochschulareals: Links fällt der Blick auf eine Studentenbar (Bierhassen, alte Sofas, eine ausrangierte Gondelkabine), rechts auf die Entsorgungsstation (Leuchtstoffröhren, rauchende Putzfrauen, ausrangierte Langlaufskis). Auch das ist ETH! Im CNB-Gebäude werden dem Besucher auf einem grossen Bildschirm aktuelle Forschungsarbeiten präsentiert. Als ich vorbeigehe, sind gerade gruselige, blaue Computerhände zu sehen, die die Bewegung eines betenden Menschen nachahmen. Das erinnert mich an eine Debatte unter Philosophen und Theologen vor ein paar Jahren, ob denn Roboter wirklich beten, wenn sie «beten». Meine nächste Gesprächspartnerin hat Weltlicheres im Sinn.

Olga Sorkine-Hornung KINDERLEICHTE COMPUTERANIMATION

Die Forscherin dreht ein wenig am Kopf des Kunststoffskeletts, das sie in der Hand hält: Augenblicklich imitiert das Monster am Bildschirm die Bewegung. Sie streckt sein linkes Bein, und die Figur am Schirm gehorcht. Das Skelett lässt sich mühelos in alle denkbaren Positionen bringen – und ist damit ein vortreffliches Werkzeug zur Herstellung von Animationen. «Wir haben es ausprobiert am Cinekid Festival in Amsterdam», sagt Olga Sorkine-Hornung. «Da haben sogar Kinder damit kurze Filme gemacht.»

Kinder sind ohnehin gerade ein wichtiges Thema: Seit ein paar Monaten ist Sorkine Mutter von Zwillingen. Olga selber muss ein klassisches Wunderkind gewesen sein. Sie ist in Russland und Israel aufgewachsen, schon mit fünfzehn begann sie an der Universität Tel Aviv parallel zum Gymnasium zu studieren. Mit neunzehn machte sie den Bachelor in Mathematik und Informatik – anschliessend musste sie für zwei Jahre ins Militär. Trotzdem wurde sie, nach dem Doktorat und einer Assistenzprofessur in New York, bereits mit dreissig Jahren ETH-Professorin. Heute hat sie hier ihr eigenes Labor, das Interactive Geometry Lab.

Die Software-Industrie liebt Zürich: Animationsfirmen drängen sich hier fast so dicht wie die Zuschauer an der Street Parade. «Man versucht ständig, mich abzuwerben», sagt Sorkine lachend. Dass sie der ETH den Vorzug gibt, hat damit zu tun, dass ihre Vision keine kommerzielle ist: «Mein Traum ist ein für jedermann verfügbares Programm zur 3D-Modellierung, das so einfach und intuitiv ist wie ein Malprogramm. Ein Programm für Laien ohne Vorkenntnisse.» —>

DAS MAGAZIN 40/2016

Es braucht so wenig.

Nur drin, was nötig ist.

Kompromisslos 100% Bio: Alnatura Bio-Produkte gibts in ausgewählten Migros-Filialen, bei LeShop.ch und in Alnatura Bio-Supermärkten.

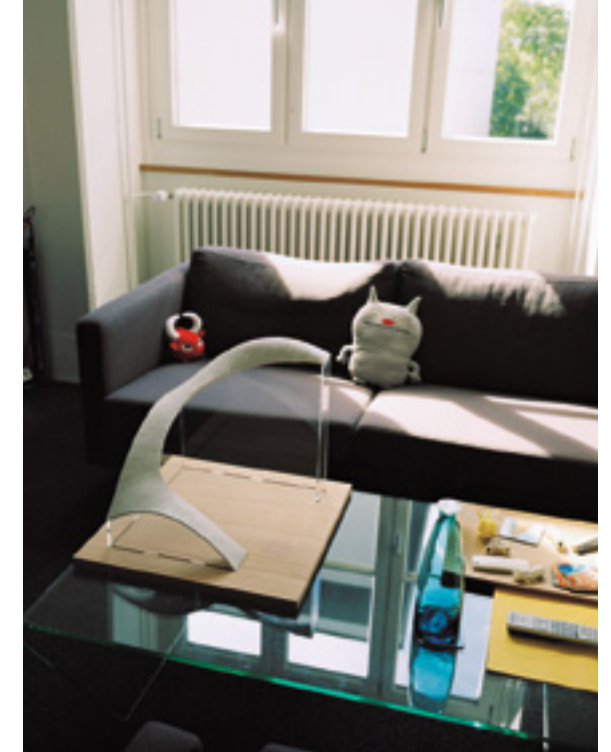
MIGROS



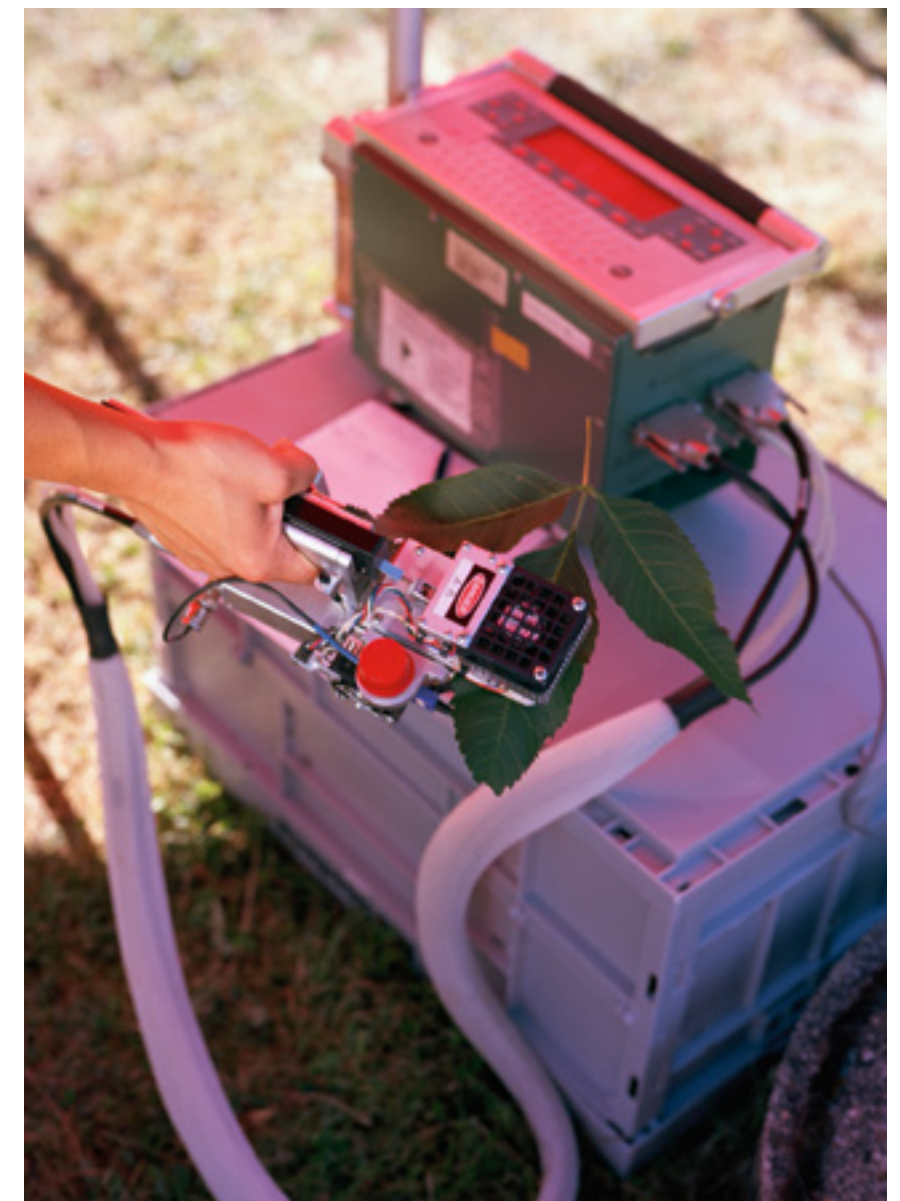
Wuchs in relativ kurzer Zeit zwei bis drei Kilometer in die Höhe: das Matterhorn, hier als historisches Relief im Erdwissenschaftsgebäude. (S. 34/35)



Eine selbsttragende Fläche aus dem 3D-Drucker. Die Plüschtiere im Hintergrund sind keine Forschungsgegenstände, sondern Spielzeug für die Kinder der Forscherin. (S. 28/32)



In der Aussenstation Rietholzbach nahe Mosnang SG erheben ETH-Forscher Klimadaten wie Verdunstungsraten oder Bodenfeuchtigkeit. (S. 20-23)





Geologe Edi Kissling ist ein Urgestein der ETH – und sagt, dass wir in der Schweiz eines Tages Siebentausender haben werden.

Wer mit herkömmlicher Software einen Animationsfilm drehen will, braucht Fachwissen und räumliches Vorstellungsvermögen. Mit Sorkines Gerät ist es viel leichter und vor allem sinnlicher: Es besteht aus einzelnen Gelenken und Zwischengliedern, die man beliebig zusammenstecken kann. Das gebastelte Skelett sollte dabei jenem Computerwesen nachempfunden sein, dem man Leben einhauchen will. Wenn man das einmal hat, lassen sich ganze Bewegungsabläufe mit ein paar Handgriffen inszenieren.

Die benutzerfreundliche Bedienung ist dabei nur ein Element: Sorkines Hauptarbeit besteht im Entwickeln der zugehörigen Software. Sie ist Spezialistin für 3D-Geometrie – also etwa für die Frage, wie eine dreidimensionale Figur nach einer Drehung der Gelenke aussieht. «Das sind komplizierte Berechnungen», sagt sie. «Aber wir versuchen sie so effizient durchzuführen, dass es auch auf einem normalen Laptop oder Tablet funktioniert.»

Wie macht man das? «Da steckt sehr viel Mathematik dahinter.» Ein Patentrezept, wie man auf gute Algorithmen komme, gebe es nicht: «Auf jeden Fall braucht es Intuition, Inspiration und Erfahrung.» Wenn sie genug lange über ein Problem nachdenke, komme die Lösung manchmal sogar im Traum: «Man sieht den Weg im Traum, oder man wacht auf mit dem Gefühl, dass man das Problem im Traum gelöst hat, und erinnert sich ungefähr an die Richtung, in der man suchen muss.» Sorkine steht damit in einer Tradition kreativer Wissenschaftler – gerade Mathematiker haben immer wieder davon berichtet, sie hätten ihre besten Einfälle, wenn sie schlafen.

Lebt eine Figur nur im Computer, so können die Programmierer die Berechnungen oft abkürzen: Es muss ja nur gut aussehen. «Im Zeitalter des 3D-Drucks können wir diese Tricks aber oft nicht mehr anwenden», sagt Sorkine. Denn wenn jemand seine Figur ausdrucken will, gilt es etwa die Schwerkraft zu berücksichtigen: Das Ding darf nicht umkippen. Hierfür hat das Interactive Geometry Lab eigens ein Programm entwickelt, das an einer Bildschirmfigur subtil herumzupft und dabei ihr Gewicht so weit verlagert, bis sie wirklich steht. Das gleiche Vorgehen liesse sich etwa auch zur Produktion individuell gestalteter Möbelstücke nutzen.

Es ist ein Markenzeichen von Sorkine, dass sie die gleiche Grundidee für verschiedene Projekte nutzt. So hat sie zusammen mit ihren Kollegen auch jene Methode entwickelt, mit der der ETH-Architekt Philippe Block selbsttragende Dächer in fast beliebigen Formen entwirft. Der Gedanke dahinter ist derselbe wie bei der Stabilität ausgedruckter Figuren: Der Architekt gibt das gewünschte Dach vor – der Algorithmus verändert es so lange, bis es selbsttragend wird, ohne sich allzu weit von der Ausgangsform zu entfernen. Ein eindrückliches Beispiel ist gerade an der Architekturbiennale Venedig zu sehen.

Ich nähere mich dem Ausgangspunkt meines Spaziergangs. Zuletzt gehe ich aber nicht rechts zum LEE-Gebäude hinunter, sondern trete linker Hand durch eine Tür. Dahinter stösst man geradewegs auf ein grosses, farbiges Relief der Schweiz. Ich schaudere ein wenig: Geologie war nie meine Stärke. Aber hier müssen her-

DAS MAGAZIN 40/2016



Die Lektüre für spannende Entspannung.

«NZZ Folio» – das Themenmagazin der «Neuen Zürcher Zeitung»



4 Ausgaben für 20 Franken
 nzz.ch/folio79 oder
 SMS mit Keyword «NZZFOLIO79»,
 Namen und Adresse an Nr. 880
 (20 Rp./SMS)

NZZ **Folio**

vorragende Leute am Werk sein: Das weltbeste Seismometer stammt von diesem Institut. Der Mann, den ich nun treffe, ist ein richtiges Urgestein – er hat schon an der ETH studiert und mehr als vierzig Jahre hier gearbeitet.

Edi Kissling DIE GLORREICHE ZUKUNFT DER ALPEN

Die Alpen sind viel mehr, als sie scheinen. Keineswegs gleichen sie einem festen Block, der unverrückbar auf der Erde steht. Vielmehr muss man sie sich vorstellen wie einen Eisberg, der im Meer schwimmt: Was wir sehen, ist nur die Spitze.

«Die Alpen sind das bestuntersuchte Gebirge der Welt», sagt der Geologe Edi Kissling. «Gut erforscht ist aber nur das, was nach oben ragt.» Der «unterirdische» Teil, die sogenannte Krustenwurzel, erreicht eine Tiefe von bis zu dreissig Kilometern – und entspricht damit dem unsichtbaren Teil eines Eisbergs, der auch viel grösser ist als das, was aus dem Wasser schaut. Die Analogie ist auch insofern richtig, als die Erdkruste mit all ihren Gebirgen tatsächlich auf dem schweren, zähflüssigen Erdmantel schwimmt.

Die Krustenwurzel ist der Grund dafür, warum die Alpen in ihrer heutigen Form überhaupt noch bestehen. Eigentlich müssten sie nämlich schrumpfen: Die Adriatische Platte, die

vor 35 Millionen mit Europa kollidierte und die Auffaltung initiierte, bewegt sich nicht mehr nach Norden, und die Erosion trägt Jahr für Jahr etwa einen Millimeter Berg ab. Trotzdem sind die Alpen seit etwa zwanzig Millionen Jahren stabil: Dank des Auftriebs wächst die verlorene Höhe stets nach. Und weil die Krustenwurzel so dick ist, kann dies noch lange so weitergehen. «Auch hier ist das Bild des Eisbergs hilfreich», sagt Kissling. «Wenn an der Luft ein Millimeter wegschmilzt, rückt wegen des Auftriebs einfach der ganze Eisberg ein wenig nach oben. Das Ganze befindet sich in einem schwimmenden Gleichgewicht.»

Aber dies ist nur die halbe Wahrheit. «Die Auftriebskräfte sind so stark, dass die Alpen eigentlich doppelt so hoch sein müssten», sagt Kissling. Des Rätsels Lösung: Zungenförmige Teile der Europäischen Platte, die sehr schwer sind und daher nicht schwimmen, tauchen an der Grenze zur Adriatischen Platte in den Untergrund und werden allmählich vom Erdmantel verschluckt. Eine dieser Zungen zieht die Zentralalpen mit nach unten und verhindert, dass unsere Berge die Höhe erreichen, die ihnen zusteht. In unserem Bild entspräche dies einem schweren Stein an einem Seil, den der Eisberg mit-schleppen muss.

Doch das Seil kann reissen, und in dem Moment schnellt der Eisberg in die Höhe. Dasselbe könnte auch mit den Alpen passieren. «Wenn die Zunge abreisst, dann haben wir hier Siebentausender», sagt Kissling. Der Rissprozess ist bereits im Gang und hat lokal zu relativ starkem Wachstum geführt: «Die Gegend um Zermatt wurde in den letzten zwei Millionen

Jahren, also in geologisch relativ kurzer Zeit, um zwei bis drei Kilometer gehoben – darum sind die Berge dort höher, und die Täler sehen schroffer aus als im Nordwallis.» Wo sich der Riss im Untergrund genau befindet und wann die Zunge ganz abfällt, weiss man allerdings nicht.

Noch nicht. Edi Kissling hat sich mit Enthusiasmus in ein neues Forschungsprojekt gestürzt: die AlpArray-Initiative. Im ganzen Alpenraum wurden zahlreiche Seismometer aufgestellt, um Erdbeben überall gleichzeitig und mit gleichen Standards aufzuzeichnen. Aus der Fülle der Messdaten lässt sich der Unterbau der Alpen dann bis in eine Tiefe von sechshundert Kilometern exakt dreidimensional rekonstruieren. «Der AlpArray ist das grösste seismische Experiment, das es je gegeben hat», sagt Kissling. Zwölf Länder sind involviert, fünfzig Institute, siebenhundert Messstationen. Fast hundert Stationen stammen allein aus der Schweiz, seit jeher eine Grossmacht für seismische Feldexperimente: «Ohne diese Tradition, ohne den guten Ruf der ETH würde es den AlpArray nicht geben.»

Und auch ohne Edi Kissling nicht, muss man hinzufügen. Er hat das Projekt angerissen, bei ihm laufen die Fäden zusammen. Nicht nur als Fachmann ist er gefragt, sondern auch als Manager und zuweilen als Diplomat. Seine internationale

Vernetzung kommt ihm zugute, manchmal auch die Neutralität – etwa wenn es einen inneritalienischen Streit zu schlichten gilt, weil der kleine Erdbebendienst Friaul seine Daten aufgrund historischer Animositäten partout nicht mit Rom teilen will. Ein Drittel seiner Zeit, seufzt Kissling, verbringe er momentan mit organisatorischen Dingen. Am Projekt dranbleiben will er, bis die Hauptphase vorüber ist, achtzehn Monate über seine offizielle Pensionierung 2018 hinaus. «Dann ist definitiv Schluss», sagt er. «Ich musste dem Nationalfonds, der mich immer grosszügig unterstützt hat, versprechen, dass dies mein letztes Projekt wird.»

An der Nordfassade des Hauptgebäudes liess der Architekt Gottfried Semper in Latein eine Inschrift anbringen: «Es wäre nicht wert, geboren zu werden, wenn nicht für Wissenschaften und Künste. In ihnen werdet ihr den Siegespreis gewinnen.» Das Wort vom Siegespreis erwies sich als prophetisch. Denn Zürich bekam die ETH ursprünglich als Trostpfänderli, weil der Regierungssitz nach Bern gegangen war. Heute wäre wohl mancher Berner gern bereit zu tauschen. DM

MATHIAS PLÜSS ist Wissenschaftsjournalist und schreibt regelmässig für «Das Magazin»; mathias.pluess@bluewin.ch
Die Fotografin MATHILDE AGIUS lebt in London und Zürich; www.mathildeagius.com



MEPHISTO 
WORLD'S FINEST FOOTWEAR

WIR SIND
DAS ORIGINAL.

KOPIEN SIND
NUR KOPIEN.

Der Kult-Schuh im
neuen Look!

Erhältlich in den
Größen 2 – 13½

 HANDMADE
VON
MEISTER-
SCHUHMACHERN

ERHÄLTlich IN 900 MEPHISTO-SHOPS WELTWEIT, SOWIE IM GUT SORTIERTEN SCHUHFACHHANDEL.
DIE MEPHISTO-HÄNDLER IN IHRER NÄHE FINDEN SIE MIT EINEM CLICK IM MEPHISTO-STORE-LOCATOR UNTER: WWW.MEPHISTO.COM



Für Geschäftskunden.

Alles unlimitiert in der Schweiz.

39.–/Mt.
Plus Business Swiss.

- ⊕ Unlimitiert telefonieren, SMS, surfen mit 4G in der Schweiz
- ⊕ 60 Min./Mt. in die EU & USA
- ⊕ 200 MB/Mt. in der EU

post.ch/salt-business

Exklusiv
auf der
Post!

**Salt.
Business**

Anrufe von der Schweiz in die EU: Zone 1 & 2. Anrufe von der Schweiz in Mobilnetze der Türkei und Kroatien sind nicht inbegriffen.
Roaming in der EU = Zonen A, B. Mindestvertragsdauer 24 Mt. SIM-Karte: 40.-. Angebot gültig bis 8.11.16.

Das passende Abo für Ihr KMU.

DIE POST 