



eu
grants
access

science

stories

Ausgabe 01 / 2022

Mit dem dreidimensionalen
Zellenatlas zur
Präzisionsmedizin

Wie Bernd Bodenmiller, Professor für
Quantitative Biomedizin, menschliche
Organe vermisst / 3

Wenn Hersteller
zur Rettung kommen

Ein Gespräch mit Torbjørn Netland,
Professor für Produktions- und
Betriebsführung an der ETH Zürich / 7

Forschungsexpedition
in den Zellkern

Protokoll einer Begegnung
mit der Grundlagenforscherin
Raffaella Santoro / 11

Open Science auf
europäischer Ebene

Open Access zu Publikationen und Open
Research Data – aktueller Stand / 14

ETH zürich



Universität
Zürich^{UZH}

European Science Stories

Liebe Leserinnen und Leser



Sofia Karakostas, Elisabeth Stark, Detlef Günther und Agatha Keller

Die vollständige Assoziierung der Schweiz an Horizon Europe, dem weltweit grössten EU-Forschungs- und Innovationsprogramm, ist leider noch nicht erfolgt. Sie bleibt aber erklärte Absicht des Bundesrates und wird von der Universität Zürich und ETH Zürich nach wie vor als zentrales forschungspolitisches Ziel für die bevorstehenden Monate angesehen, denn die Vorteile einer Vollasoziiierung sind vielfältig und gehen weit über finanzielle Aspekte hinaus. Welcher Nutzen für die Gesellschaft und für die einzelnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch die Teilnahme an EU-Programmen entsteht, illustrieren wir in zwei Geschichten dieser Ausgabe:

In der EU sind Forschende daran, die Corona-Krise wissenschaftlich aufzuarbeiten, um für künftige ähnliche Situationen besser gewappnet zu sein. Einen ganz wichtigen Beitrag dazu leisten Torbjørn Netland und sein Team. Die Gruppe für Produktions- und Betriebsführung am Departement für Management, Technologie und Ökonomie der ETH Zürich untersucht, was es bei Herstellerfirmen braucht, um die Produktion schnell und effizient auf dringend benötigte Waren umzustellen. In der Pandemie waren dies vor allem Masken und Beatmungsgeräte.

Der Nucleolus, das kleine Kernkörperchen in unserem Zellkern, beschäftigt die Chromatinbiologin Raffaella Santoro von der Universität Zürich seit ihrer Zeit als Postdoktorandin. Dank ihrem ERC Grant konnte die passionierte Forscherin nun zeigen, dass der Nucleolus offenbar eine grosse Rolle bei der Steuerung der Gene spielt. Damit ist ihr ein wichtiger Schritt gelungen, um die Mechanismen zu verstehen, die unsere Gene ein- und ausschalten. Ihre Science Story illustriert aber auch eindrücklich, was es bedeutet, Grundlagenforschung zu betreiben.

Forschende der Universität Zürich und ETH Zürich sind auch in weiteren internationalen Programmen sehr aktiv. Eines davon wird in dieser Ausgabe vorgestellt:

Das NIH-Projekt von Bernd Bodenmiller zeigt exemplarisch, wie sich die internationale Zusammenarbeit zu langfristigen Kooperationen entwickeln kann: US-amerikanische Forscherinnen und Forscher waren auf den Biochemiker und seine bahnbrechende bildgebende Methode für Zellen vor Jahren aufmerksam geworden und hatten ihn für eines ihrer Forschungsprojekte ins Team geholt. Inzwischen forscht er an weiteren NIH-Projekten dieses Konsortiums.

Die letzte Seite widmet sich der Thematik «Open Science» auf europäischer Ebene.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!

Elisabeth Stark

Prorektorin Forschung
Universität Zürich

Detlef Günther

Vizepräsident für Forschung
ETH Zürich

Sofia Karakostas und Agatha Keller

Co-Leiterinnen EU GrantsAccess



Mit dem dreidimensionalen Zellenatlas zur Präzisionsmedizin

Das US-amerikanische National Institutes of Health NIH finanziert die Erstellung einer dreidimensionalen Karte des menschlichen Lymphsystems. Eine wichtige Rolle dabei hat Bernd Bodenmiller, Professor für Quantitative Biomedizin an der Universität Zürich und der ETH Zürich und Pionier in der bildgebenden Massenzytometrie: ein Besuch im Bodenmiller Lab.

Das Gebäude des Instituts für Quantitative Biomedizin ist das neueste der Universität Zürich Irchel. Erst im letzten September wurde es bezogen. Es steht ganz oben auf dem Campus, bietet viel Licht und Ausblick auf den Wald des Zürichberg. Eine leuchtend rote, geschwungene Treppe führt bis ins oberste Geschoss. Die schlichten Büros der Professorinnen und Professoren, die sich hier entlang eines breiten Korridors aneinanderreihen, gleichen aber mit zwei komplett verglasten Fronten zum Flur und nach aussen hin ein bisschen Aquarien. Die Glaswand und -tür des Büros von Bernd Bodenmiller dagegen ist mit grossformatigen, farbigen Pixelgemälden beklebt: wunderschöne Bilder von Zellen, die mittels der sogenannten Imaging Mass Cytometry, kurz IMC, oder bildgebenden Massenzytometrie, hergestellt wurden.

Bodenmiller ist Spezialist dieses Verfahrens. Zusammen mit Detlef Günther, Professor für Spurenelement- und Mikroanalytik an der ETH Zürich,

hat er es 2014 entwickelt. Sein Labor gilt heute als weltweit führend in der IMC- und 3D-Analyse – und spielt in einem laufenden Forschungsprojekt des US-amerikanischen National Institutes of Health NIH eine zentrale Rolle: Mit Hilfe dieser Expertise soll eine 3D-Karte der Organe des Lymphsystems entstehen. Koordiniert wird das Projekt von Mark Atkinson vom College of Medicine der University of Florida. In der während vier Jahren finanzierten Arbeit sollen für die drei wichtigsten lymphoiden Organe des menschlichen Körpers, die Milz, den Thymus und die Lymphknoten, dreidimensionale Gewebekarten erstellt werden.

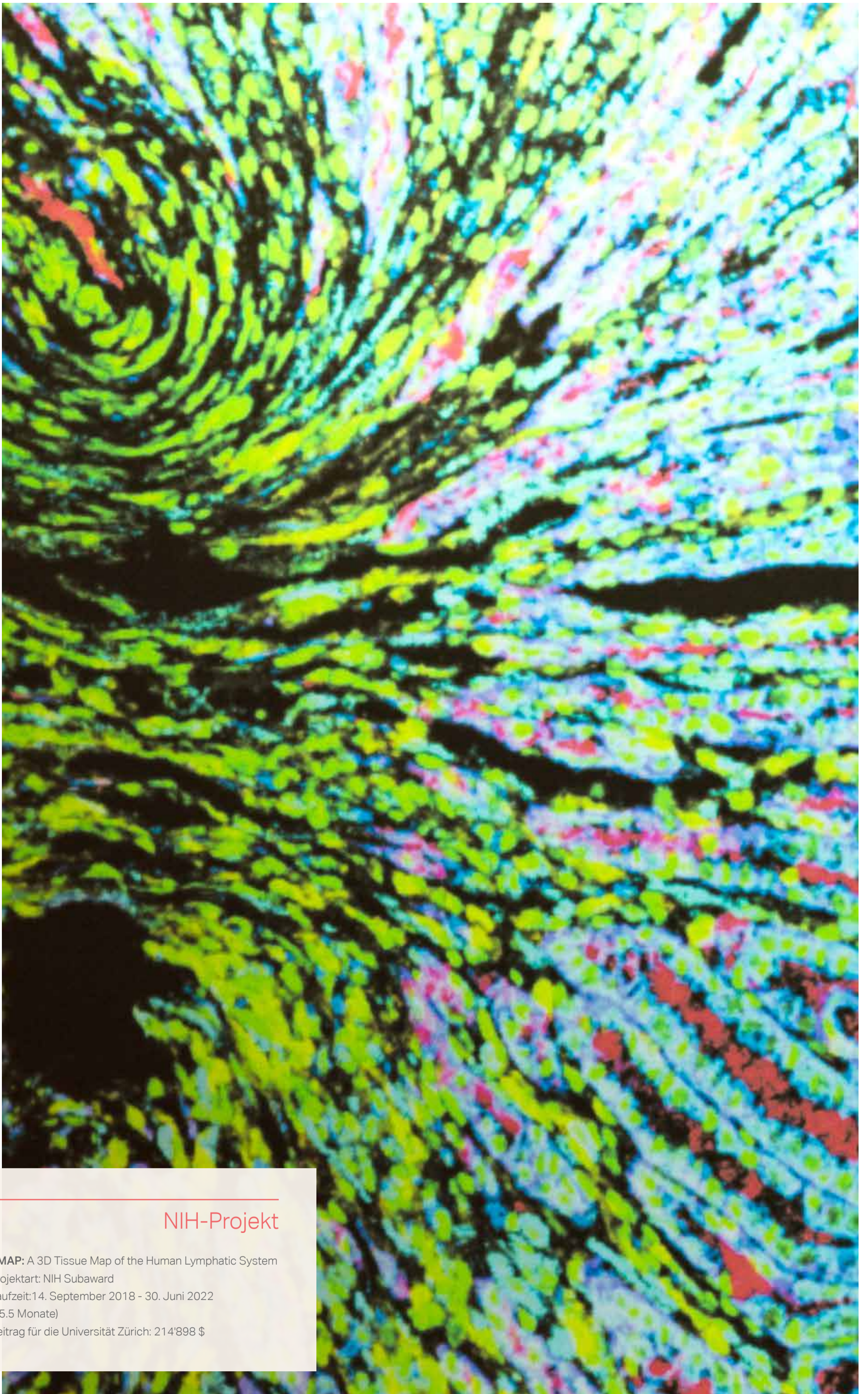
Weltweit verbunden

Das Projekt ist Teil eines grösseren Unternehmens: Das NIH möchte den ganzen Körper des gesunden Menschen auf Einzelzellebene mit den neuartigen Methoden vermessen. Human Bio-Molecular Atlas Program, kurz HuBMAP, heisst

es. 18 verschiedene, führende Forschungsteams aus den USA und Europa sind daran beteiligt, welche wiederum mit vielen Forschenden rund um die Welt eng zusammenarbeiten. Die Bilder sollen alle im selben Format in einer Datenbank gespeichert und den Forschenden weltweit zur Verfügung gestellt werden.

Das Lymphsystem spielt eine zentrale Rolle, denn es hat physiologische Schlüsselfunktionen innerhalb des gesunden Körpers: Es sorgt für die Entfernung überflüssiger Körperflüssigkeiten, absorbiert und transportiert Fettsäure in den Blutkreislauf und es filtert das Blut. Es produziert und aktiviert Immunzellen und baut so die primäre Abwehr gegen Infektionen und Krebs auf. Und es erzeugt und aktiviert sogenannte regulatorische Immunzellen, die vor autoimmunen Erkrankungen schützen.

Bernd Bodenmiller arbeitet nicht zum ersten Mal mit Mark Atkinson. Die Kollaboration geht zurück auf die



NIH-Projekt

HuBMAP: A 3D Tissue Map of the Human Lymphatic System

Projektart: NIH Subaward

Laufzeit: 14. September 2018 - 30. Juni 2022
(45.5 Monate)

Beitrag für die Universität Zürich: 214'898 \$



Anfänge der IMC-Methode – und deren Echo in der Fachwelt. Der junge Deutsche schildert es so: «Wir hatten gerade die bildgebende Methode IMC entwickelt, dies publiziert und unterschiedliche Weiterentwicklungen der Methodik begonnen. Da kam ein Anruf eines NIH Grant Coordinators. Er fragte mich, ob ich Interesse hätte, mich für einen NIH-Grant mitzubewerben.» Dazu muss man wissen: Anders als in Europa haben die NIH-Grant-Koordinatoren die Aufgabe, Vorschläge zu machen, welche Forschenden gute Gruppenmitglieder sein könnten in einem Projekt. Sie machen also aktiv Teambuilding, um ideale Gruppen aufzubauen für die Vorgaben oder das grosse Ziel des Projekts.

Passende Partner

In diesem ersten Projekt ging es um Diabetes. In einem NIH-Projekt sollten mittels hochmultiplexer Bildgebung Einzelzellanalysen der Inselzellen bei Typ-1-Diabetes gemacht werden. Mark Atkinson ist ein Kliniker und hat in den USA die weltweit grösste Humanbiobank für Pankreasgewebe von Typ-1-Diabetes-Spendern aufgebaut. Bodenmiller erforscht hauptsächlich Tumore. Er untersucht mit seinem bildgebenden Verfahren Krebsgewebe. Die Erkenntnisse darüber sollen die Behandlungsmöglichkeiten verbessern. «Der Coordinator meinte: Mark hat die Proben, ihr die Technologie, und diese könnt ihr innerhalb des Projektes auch weiterentwickeln», erzählt Bodenmiller. Zusammen mit einer Gruppe aus Genf, die Atkinson schon kannte, bewarb man sich erfolgreich für das Projekt. So kam die Zusammenarbeit zustande. «Sie lief sehr gut», betont Bodenmiller.

Inzwischen wurde die IMC-Technologie von der Firma Fluidigm als Produkt auf den Markt

gebracht. Und Bodenmiller arbeitet wieder mit Atkinson zusammen, um das Lymphsystem zu kartieren. «Mark hat aufgrund seiner Biobank sehr viele Proben vom menschlichen Lymphsystem – und wir haben gleichzeitig sehr grosses Interesse am Immun- und Lymphsystem im Zusammenhang mit unserer Krebsforschung», erklärt der Biochemiker. Deshalb bewarben sich die beiden wieder zusammen und hatten erneut Erfolg.

Blaulicht ohne Sirene

Die Geräte, die dabei zum Einsatz kommen, stehen rein optisch in keinem Verhältnis zu ihrem weltweiten Ruf – das Auffälligste an ihnen sind ihre teilweise leuchtend orangefarbenen Hüllen. Sie bestehen aus einem Massenanalysegerät, dem CyTOF, und einer Box, in der das Laserabtragsystem arbeitet.

«Das ist wie der Unterschied zwischen einem verschwommenen Schwarzweiss-Bild und einem hochaufgelösten Farbbild.»

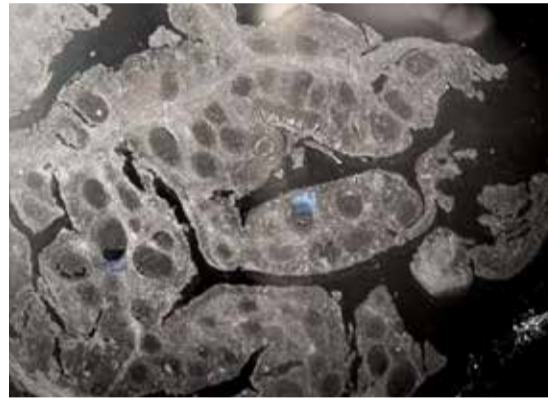
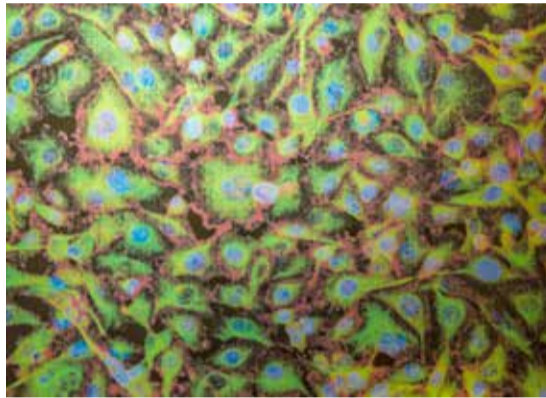
Drei dieser Maschinen stehen im Labor der Gruppe hintereinander. Eine davon misst bei unserem Besuch Immunzellen. Sie gibt kaum Geräusche von sich. Nur eine blaue Lampe, die wie das Blaulicht eines Polizeiautos kurz und lautlos aufblinkt, zeigt an, dass sich hier etwas tut. Prompt erscheint Sujana Sivapatham, eine der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen, im Labor und setzt sich gleich an den Computer neben der Maschine. Das Blinksignal würde auf den Computer an ihrem Büroplatz übertragen, erklärt die junge Frau.

Und was genau geschieht im Innern der Maschinen? Der Wissenschaftler kann es ganz einfach erklären: Gearbeitet wird mit nur wenige Mikrometer dicken Gewebeprobe. Auf das Gewebe werden sogenannte Antikörper gegeben, mit deren Hilfe gewisse Marker im Gewebe nachgewiesen werden können. Die Antikörper wurden davor mit unterschiedlichen Metallisotopen gekennzeichnet. Den Ablauf schildert der Forscher dann so: «In der Maschine können wir die Metalle vermessen. Der Laser schießt Punkt für Punkt auf das Gewebe und entfernt und vermisst es. Am Schluss bleiben wie auf einem Bildschirm Pixel mit Informationen von über 40 Markern, die wir dann zu einem Bild zusammensetzen.»

Der Vorteil dieses Systems gegenüber herkömmlichen Messmethoden: Die Forschenden können momentan bis zu 50, und in Zukunft wohl bis zu 100 Marker betrachten – gegenüber von drei bis

Bernd Bodenmiller

ist seit 2020 ausserordentlicher Professor für Quantitative Biomedizin an der Universität Zürich und der ETH Zürich. Der gebürtige Deutsche studierte Biochemie an der Universität Bayreuth, Deutschland, und an der ETH Zürich. Danach arbeitete er als Doktorand im Labor des Systembiologen Ruedi Aebersold an der ETH Zürich und promovierte 2008 in Systembiologie. 2009 wechselte Bodenmiller ins Labor von Garry Nolan an der Stanford University, USA, wo er bis 2012 als Postdoc tätig war. 2013 wurde Bodenmiller als SNF-Assistenzprofessor an das Institut für Molekulare Biologie der Universität Zürich berufen. Seit 2019 ist er Gründungsdirektor des Instituts für Quantitative Biomedizin der Universität Zürich. Er ist verheiratet, Vater von zwei Kindern und lebt in Zürich.



fünf in den Standardmethoden. Dies liefert eine ganz andere Tiefe von Informationen. Man sieht z.B. nicht nur, dass da eine Immunzelle ist, sondern auch, was sie gerade macht. «Das ist wie der Unterschied zwischen einem verschwommenen Schwarzweiss-Bild und einem hochaufgelösten Farbbild», betont Bodenmiller.

Ein begehrter Tumor

Mit dieser Methode können auch dreidimensionale Modelle hergestellt werden, indem man im Gewebe vielfache Schnitte macht, jede Schicht vermisst und dann am Computer zu einem 3D-Modell zusammenfügt. Bodenmillers Gruppe ist in einem Konsortium dabei, eine Virtual Reality zu entwickeln, in der man die 3D-Modelle untersuchen kann. Ein Krebstumor zum Beispiel kann so dargestellt werden, dass man in ihn hineingehen und sein Inneres betrachten und analysieren kann.

Ende Juni dieses Jahres läuft das Projekt um die dreidimensionale Karte des Lymphsystems aus. Ist schon alles kartiert? Der Professor lacht: «Nein, wir haben noch nicht alles vermessen. Aber wir sind daran, uns um die Verlängerung zu bewerben. Ein Hauptziel des Projektes war es, die Grundlagen für grossangelegte Messungen zu schaffen.» Tatsächlich wurden etwa vom Lymphknoten sehr viele Daten generiert. «Doch wir müssen auch anerkennen», so Bodenmiller, «dass wir mit den heutigen Technologien zwar schon sehr viel messen können, die Organe aber im Vergleich zu den Messgrössen riesig sind. Wir messen ja in der Dimension von Kubikmillimetern.» Die Forschenden haben deshalb viel Aufwand betrieben, um die interessantesten Regionen zu definieren und diese zu vermessen. Doch es bleibt noch viel zu tun.

Lauter Spitzenleute

Parallel dazu ist die Gruppe von Bernd Bodenmiller derzeit noch in nicht weniger als vier weitere, internationale Forschungsprojekte involviert. Im Horizon-2020-Programm IMMUCan geht es darum, bei Krebspatienten und Krebspatientinnen anhand der Bilder Gruppen von unterschiedlichen Krebszellen und Immunumgebungen zu definieren, um personalisierte Behandlungen zu ermöglichen.

«Ich habe nur ein Hirn, dafür 29 Mitarbeitende, die mindestens genau so schlau sind wie ich.»

Das Projekt MaCaROM im Rahmen eines Marie-Sklodowska-Curie-Stipendiums widmet sich der Analyse, wie unterschiedlichen Brustkrebszellen in Brustkrebs-Organoiden auf verschiedene Medikamente reagieren. In einem zweiten, Spatial Organoids genannten, Marie-Curie-Projekt werden dreidimensionale Organoidkulturen von Brustkrebs im Zeitverlauf untersucht, um zu erfassen, welche molekularen und räumlichen Faktoren die Heterogenität von Brustkrebszellen bestimmen. Dies soll ebenfalls die gezielte Behandlung von Brustkrebs verbessern helfen. Das vierte, vom ERC finanzierte, Projekt heisst Precision Motifs und analysiert die Metastasen von Brustkrebs.

Läuft man bei so vielen Aufgaben zur selben Zeit nicht Gefahr, nur noch zu administrieren? Der Gruppenleiter verneint: «Die Kunst ist es, sehr gute Mitarbeitende zu haben, die mit viel Eigenverantwortung und Enthusiasmus die Projekte tragen und umsetzen.» Tatsächlich sind aktuell

vier der 29 Mitarbeitenden der Gruppe mit einem Stipendium ausgezeichnet. Bodenmillers Erklärung: Die Leute, die sich bei ihm bewerben, hätten den Ehrgeiz, etwas zu bewegen und sich gleichzeitig eine gute Basis für den nächsten Karriereschritt zu schaffen. Sie schreiben deshalb Forschungsanträge wie für die Marie-Curie-Grants und andere. Und er fügt an: «Ich bin sehr glücklich, dass meine Mitarbeitenden dabei so erfolgreich sind.» Sein Gehirn müsste ja 30mal grösser sein, wenn er jedes Projekt bis ins kleinste Detail steuern müsste, meint er. «Ich habe aber nur ein Hirn, dafür 29 Mitarbeitende, die mindestens genau so schlau sind wie ich.»

Der Biochemiker kann denn auch gar nicht sagen, welches Projekt ihm persönlich am meisten gefällt: «Ich habe den Luxus, die Projekte zu realisieren, die mich interessieren. Natürlich gibt es manchmal Projekte mit viel Bürokratie. Aber sobald ein Projekt in die Phase kommt, bei der Resultate generiert werden können, macht es irre viel Spass.»

Worauf er besonders stolz ist, weiss er hingegen sehr genau: Dass er es mit seiner Gruppe geschafft hat, eine Technologie zu entwickeln, die jetzt in vielen Projekten und von ganz vielen anderen Leuten genutzt werden kann. Dass diese Technologie also eine echte Wirkung hat und im klinischen Kontext genutzt wird. «Das ist genial, dass Dinge, die wir entwickelt haben, bis zum Patienten kommen», meint er.

● **Gabrielle Attinger**

English version and video clip:
[science-stories.ch](https://www.science-stories.ch)



Wenn Hersteller zur Rettung kommen

In den ersten Monaten der Covid-19-Pandemie stellten viele Unternehmen ihre Fabrikation auf dringend benötigte Produkte um. Im Rahmen des Projekts Eur3ka untersucht Torbjørn Netland, Professor für Produktions- und Betriebsführung an der ETH Zürich, was es braucht, um eine solche Neuausrichtung schnell und effizient umzusetzen: ein Gespräch über Fähigkeiten, neue Wertschöpfungsketten und Philanthropie.

Torbjørn Netland, Sie sind an Eur3ka beteiligt, einem europäischen Forschungsprojekt, das als Reaktion auf die Pandemie gestartet wurde. Wie kam es zustande?

Eur3ka ist ein Projekt, das im Rahmen des EU-Forschungsprogramms Horizon 2020 durch eine spezielle Ausschreibung für Coronavirus-Studien finanziert wird. Im Wesentlichen zielt es darauf ab, Modelle und Basistechnologien zu entwickeln, die eine schnelle Umnutzung von Produktionslinien und Bereitstellung dringend benötigter Produkte für künftige Pandemien ermöglichen. Wir sind 24 Partner, eine Mischung aus Industrieverbänden, Forschungszentren und Universitäten, kleinen und mittleren Unternehmen und globalen Konzernen. In der frühen Phase der Antragsvorbereitung wurde ich von den Koordinatoren kontaktiert, die uns dabei haben wollten.

Wegen Ihres Fachwissens über die Umnutzung von Produktionslinien?

Vielleicht. Dazu gibt es mehrere Hintergrundge-

schichten: Anfangs der Pandemie gab es in allen Ländern eine sprunghaft ansteigende Nachfrage nach Gesundheitsprodukten. Chirurgische Gesichtsmasken zum Beispiel waren überall vergriffen – und die bestellten Masken konnten nicht ausgeliefert werden, weil die Flugzeuge am Boden blieben. Also begannen viele Unternehmen in verwandten Branchen, diese zu produzieren, um auszuhelfen oder eine Geschäftsmöglichkeit zu nutzen. Das Ausmass einer solchen Umnutzung von Produktionslinien war beispiellos.

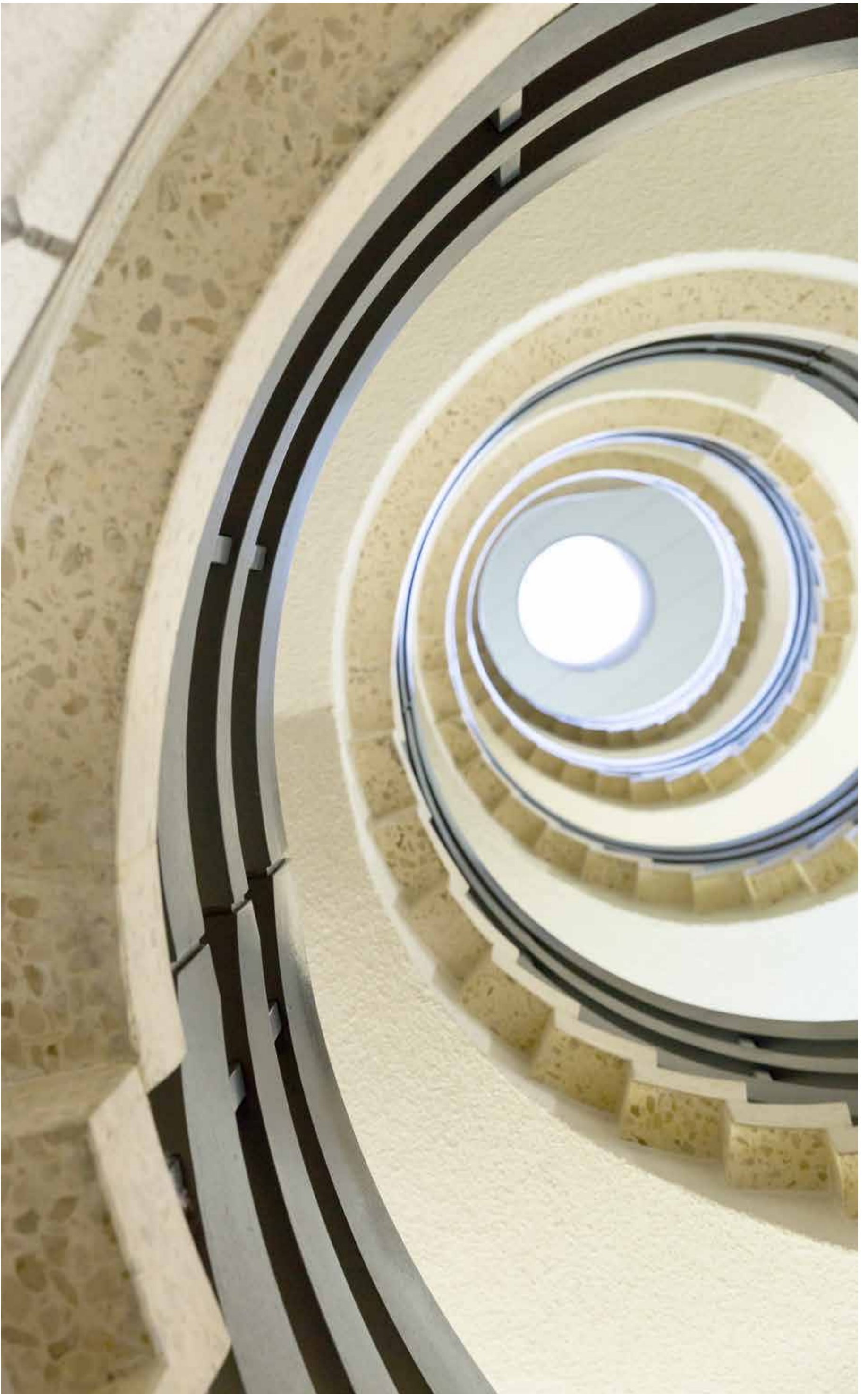
Und zweitens?

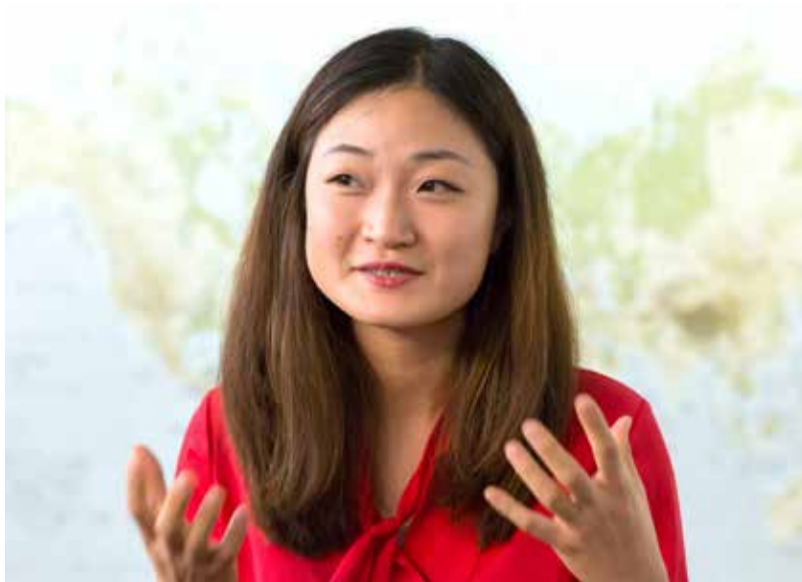
Der Mangel an Beatmungsgeräten. Da Covid-19 eine Atemwegserkrankung ist, stieg der Bedarf an medizinischen Beatmungsgeräten sprunghaft an. Wie bei den Gesichtsmasken wollten auch hier viele Unternehmen Beatmungsgeräte herstellen – und gingen mit diesen Plänen an die Öffentlichkeit. Als Professor für Produktions- und Betriebsführung wusste ich, dass der Welt mit einem anderen Ansatz besser gedient wäre. Also schrieb ich einen Artikel für das Weltwirtschaftsforum mit dem

Titel «Eine bessere Antwort auf den Mangel an Beatmungsgeräten». Ich schlug vor, dass wir die bestehenden Versorgungsketten für Beatmungsgeräte beschleunigen und ihre Technologie nutzen sollten, anstatt zu versuchen, etwas Neues zu erfinden. Dieser Artikel erregte viel Aufmerksamkeit und wurde auch vom Eur3ka-Konsortium gelesen.

Auch innerhalb der ETH Zürich gab es Bemühungen, Produkte für das Gesundheitswesen zu produzieren.

Ja, ich war persönlich an einer Initiative von helpfuLETH beteiligt – einer Bottom-up-Community-Initiative von ETH-Studierenden und -Mitarbeitenden. Im März 2020 begann helpfuLETH mit dem Open-Source-Produktdesign der tschechischen 3D-Druckerfirma Prusa Research, Gesichtsschutzschilde aus dem 3D-Drucker zu produzieren. Ich las von dieser Initiative – und wusste einmal mehr, dass es eine produktivere Möglichkeit gab, sie zu produzieren. Also schloss ich mich helpfuLETH an und kontaktierte Hubert Britschgi von Geberit, der die Idee aufnahm und sich bereit





erklärte, mit seinen Spritzgussmaschinen Kopfrahmen für Gesichtsschilde in Serie zu produzieren. Innerhalb weniger Wochen entwarf und produzierte Geberit über 12'000 Rahmen. helpfulETH fand auch einen Kunststoffhersteller für die transparenten Schilde, SwissPrimePack. Das Student Project House der ETH Zürich montierte und verschickte die Schilde, die wir Ärzten, Zahnärzten oder anderen Personen, die sie benötigen, kostenlos zur Verfügung stellten. Es gab viele Hürden bei diesem Projekt, vor allem in rechtlicher Hinsicht, aber wir haben alle viel gelernt und sind stolz auf das, was wir erreicht haben.

Wer koordiniert Eur3ka?

Es ist das italienische Unternehmen Engineering Ingegneria Informatica S.p.A. In unserem Team ist Wan Ri Ho unsere wichtigste Ressource bei der Datenerhebung, die sie auch für ihr Promotionsprojekt nutzt. Dr. Omid Maghazei ist eine weitere Ressource und Mentor für Wan Ri Ho und ich leite das Projekt und bin für die Ablieferung unserer Arbeiten ans Konsortium verantwortlich.

Für die Datenerhebung haben Sie 45 verschiedene Unternehmen befragt, wie ich gesehen habe. War es leicht, sie zu finden?

Wan Ri Ho: Einige Unternehmen waren zögerlich. Aber diejenigen, die bereit waren, mit uns zu sprechen, wollten wirklich alle ihre Erfahrungen mit uns teilen, um künftigen Organisationen zu helfen.

Und sie sind über ganz Europa verteilt?

Netland: In unserem Fall ja – aber natürlich haben überall auf der Welt Unternehmen versucht,

verschiedene gefragte Produkte herzustellen. Einige versuchten, damit Geld zu verdienen, was gut ist, wenn sie wirklich zur Deckung der Nachfrage beitragen. Andere waren eher altruistisch und sagten: «Wir tun das für einen guten Zweck», und wieder andere gaben zu: «Das ist gute PR» – was nicht zu unterschätzen ist.

Gab es irgendwelche Überraschungen bei den Unternehmen, die ihre Produktion umnutzten?

Ho: Ja, es ist sehr interessant zu sehen, wie unterschiedlich sie sind. Unternehmen aus verschiedensten Branchen sind auf den Zug aufgesprungen. Das zeigt, dass nicht nur die vorhandenen Produktionsmöglichkeiten für eine solche Umstellung ausschlaggebend sind, sondern auch, ob das Unternehmen reaktionsfähig genug ist, um die Kapazitäten schnell an einen plötzlichen Bedarf anzupassen.

Gibt es ein Unternehmen, das besonders hervorsticht?

Netland: Ich denke, unser italienischer Partner SEACSUB SPA könnte als gutes Beispiel dienen, denn er war sehr früh dabei, weil er den ersten grossen Covid-19-Ausbruch in Europa in Norditalien erlebte. SEACSUB stellt u.a. Vollgesichts-Schnorchelmasken her. Dieses Produkt und dessen Produktionslinie wurden für die Herstellung von Atemschutzmasken umfunktioniert, die mit den Beatmungsgeräten der Spitäler kompatibel sind. Andere Unternehmen waren weniger erfolgreich. Was genau den Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg ausmachte, untersuchen wir jetzt.

Sie untersuchen die internen und externen Faktoren im Prozess der Neuausrichtung. Sind die internen Faktoren wichtiger?

Nein! Es ist unmöglich, die Produktion allein umzustellen, es sei denn, man ist bereits ein Hersteller von Beatmungsgeräten – und selbst dann ist man auf Zulieferer angewiesen. Das wirklich Einzigartige an diesem Prozess ist die gegenseitige Abhängigkeit vieler Akteure und Interessengruppen. Wir nennen es «offene Innovation», d. h. die aktive Nutzung der Aussenwelt, um Innovationen hervorzubringen. Und es sind viele beteiligt: Die Regierung zum Beispiel ist sehr wichtig, ebenso die Open-Source-Designs von Unternehmen. Alles muss zusammenkommen, um einen Erfolg zu erzielen.

Omid Maghazei: Je komplexer ein Produkt ist, desto mehr Mitarbeitende braucht es. Das wurde im Fall der Beatmungsgeräte sehr deutlich.

Torbjørn Netland

kam 2016 als Assistenzprofessor für Produktions- und Betriebsführung (Production and Operations Management; POM) an die ETH Zürich. Die Gruppe am Departement für Management, Technologie und Ökonomie legt ihren Schwerpunkt auf Intelligente Fertigung, Verhaltensoperationen, Globale Produktion und Operative Exzellenz. Netland führt seine Forschung in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen durch. Er wurde 1980 in Norwegen geboren und studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Norwegischen Universität für Wissenschaft und Technologie (NTNU), Trondheim. Er ist Mitglied des Global Future Council on Advanced Manufacturing and Value Chains des Weltwirtschaftsforums und Fellow der European Academy of Industrial Management. Netland ist verheiratet und Vater von drei kleinen Kindern.



Netland: Ja, das ist ein wichtiger Punkt. Bei der Herstellung von Handdesinfektionsmitteln waren viele Unternehmen sehr erfolgreich: Brennereien konnten problemlos Desinfektionsflüssigkeiten herstellen, oder Brauereien wie BrewDog im Vereinigten Königreich. Nicht viele machten weiter, weil es auf Dauer kein rentables Geschäft war. Aber es war gut für sie, in der Öffentlichkeit Anerkennung dafür zu bekommen, und natürlich half es in einer kritischen Phase der Pandemie. Wir untersuchen, warum sie in der Lage waren, schneller als andere zu reagieren und die Gelegenheit zu ergreifen.

Ist das nicht etwas, das sehr stark von der persönlichen Initiative abhängt?

Ja, man braucht Menschen, die für diese Art von Dingen brennen. Aber ein solches Projekt kann nicht allein von der Initiative einer Person getragen werden.

Und wie wichtig sind die Bemühungen der Gemeinschaft?

Ho: Bei den Gesichtsschutzschilden zum Beispiel waren sie sehr wichtig. Während des Lock-downs setzten die Menschen die Schilde zu

Hause zusammen. Und wo Mangel an Rohstoffen herrschte, funktionierte die Gemeinschaft als Netzwerk, um die Produkte zu beschaffen und an die Unternehmen zu liefern, die sie benötigten.

Hat Sie die Rolle der Philanthropie bei solchen Aktionen überrascht?

Netland: Bis zu einem gewissen Grad, ja. Der Anteil der Unternehmen, die sich engagieren, um mehr Geld zu verdienen, ist viel geringer, als ich ursprünglich dachte. Viele Unternehmen sind mit dem Wunsch in die Umnutzung eingestiegen, tatsächlich zu helfen. Wie die Geberit. Sie hat viel Zeit und Geld investiert, um das benötigte Spritzgusswerkzeug zu entwickeln und Gesichtsschutzschilder zu produzieren.

Sie befinden sich jetzt in der Mitte der zweijährigen Studie und haben erste Ergebnisse. Was sind die interessantesten Erkenntnisse?

Ho: Es war interessant zu sehen, wie diese grossen internationalen Unternehmen zusammenkamen. Sie legten all ihre Differenzen und auch ihre Hierarchien beiseite. Alle waren offen, das Problem zu lösen.

Wie sieht es mit bestimmten Organisationsstrukturen aus, die die Dinge verlangsamen können?

Netland: Das war für mich kein ernsthaftes Problem.

Maghazei: Es hat mit dem Element des Vertrauens zu tun. Als diese Unternehmen zusammenkamen, um Beatmungsgeräte zu bauen, vertrauten sie auf die Kernkompetenzen der verschiedenen Akteure.

Netland: Wir nennen es zweckorientierte Organisation. Wenn Menschen zusammenarbeiten, um ein höheres Ziel zu erreichen, gibt es viel weniger Konflikte, weil ihnen das, was sie tun, wirklich am Herzen liegt. Aber diese Initiativen sind auch ein bisschen wie Luftballons: Irgendwann muss das Projekt wirtschaftlich sein. Wenn das nicht der Fall ist, wird es schnell eingehen. Viele der von uns untersuchten Unternehmen haben ihre Projekte eingestellt. Nur einige wenige haben während der Pandemie ein neues Produkt entwickelt, das sie immer noch herstellen.

Was sind jetzt Ihre nächsten Schritte?

Eur3ka hat ein sehr ehrgeiziges Ziel, das nur schwer zu erreichen ist. Die Idee ist, eine digitale Plattform zu schaffen, die es der EU ermöglicht, in einer künftigen Krise wie einer Pandemie schneller zu reagieren, um die Nachfrage nach benötigten Produkten zu decken. Unser Beitrag sind Informationen darüber, wie Herstellerfirmen in der Lage sind, die Produktion schneller und besser umzustellen – ein kleines, aber wichtiges Teil in diesem grossen Puzzle.

Wir befassen uns nun mit den komplexen Produkten, den Beatmungsgeräten. Die Erkenntnisse, die wir aus diesem Produkt gewinnen, werden uns helfen, Unternehmen und Regierungen zu beraten, wie sie die Umnutzung in Zukunft verbessern können.

● [Interview Gabrielle Attinger](#)

English version and video clip:
[science-stories.ch](https://www.science-stories.ch)

Horizon 2020-Projekt

Eur3ka: European Vital Medical Supplies and Equipment Resilient and Reliable Repurposing Manufacturing as a Service Network for Fast Pandemic Reaction

Projektart: Kollaboratives Projekt (24 Partner)

Laufzeit: 1. Dezember 2020 - 30. November 2022 (24 Monate)

Beitrag für die ETH Zürich: 207'500 €

www.eur3ka.eu



Forschungsexpedition in den Zellkern

Was steuert unsere Gene? Welche Mechanismen sorgen dafür, dass sie im richtigen Moment ein- oder ausgeschaltet werden? Darauf sucht die Chromatinbiologin Raffaella Santoro von der Universität Zürich mit ihrem ERC-Projekt Antworten. Protokoll einer Begegnung mit einer Grundlagenforscherin.

Raffaella Santoro greift zu einer Schnur und ballt sie zu einem Bündel. «Sehen Sie, etwa so sieht ein Chromosom im Kern unserer Zellen aus. Unsere Erbinformation, die DNA, ist auf kompakt gewirnten Chromatinschnüren aufgereiht. Damit diese Schnüre im winzigen Zellkern Platz finden, falten sie sich nochmals zu komplexen Schnurbündeln. Dies geschieht nicht zufällig. Die Struktur, die diese Bündel haben und der Ort, an dem sie im Zellkern platziert sind, spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation der Gene. Aber was da im Detail abläuft, verstehen wir noch nicht genau und das versuche ich herauszufinden.»

Wir treffen Raffaella Santoro im Büro ihres Labors auf dem Campus Irchel der Universität Zürich. Durch das grosse Fenster scheint hell die Wintersonne. Wir haben die renommierte Chromatinbiologin gebeten, uns ihr ERC-Forschungsprojekt zu erklären, mit dem sie herausfinden will, was die Gene im Zellkern steuert und welche Rolle die Chromosomenstruktur dabei spielt. Nun sitzt sie uns an einem Tisch gegenüber und öffnet meinem Fotografen und mir an diesem Nachmittag mit grosser Geduld und italienischem Charme ein Fenster in die faszinierende Welt ihrer

biologischen Grundlagenforschung.

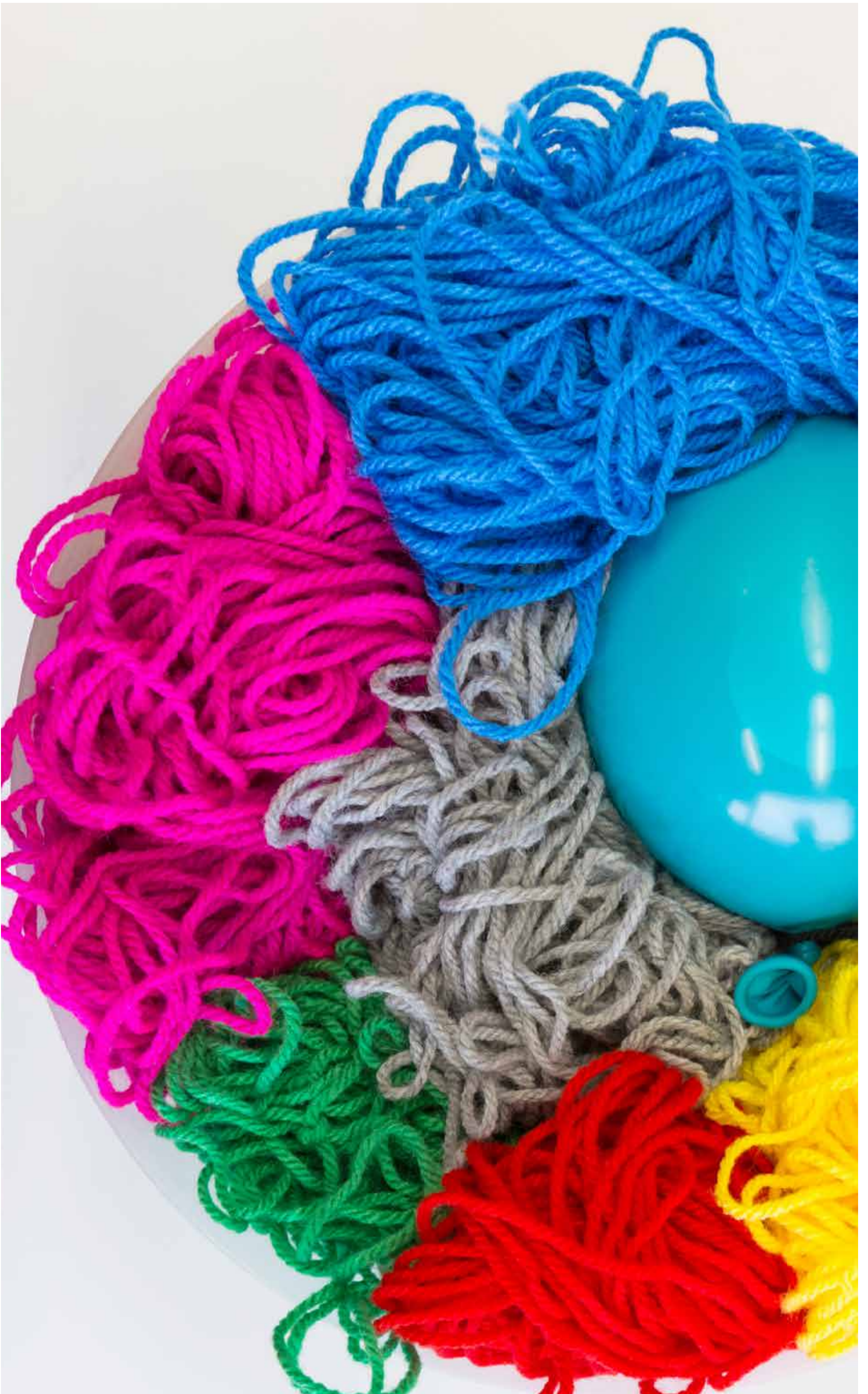
Was Wollfäden in einer Plastikschüssel erzählen

Raffaella Santoro legt das Schnurbündel zur Seite und stellt eine Plastikschüssel auf den Tisch. Darin sind Knäuel bunter Wollfäden um einen schwabbeligen Ballon gruppiert, in dem sich etwas Wasser befindet. «Um Ihnen meine Forschung zu erklären, habe ich für Sie dieses einfache Modell des Zellkerns gebastelt», sagt sie lachend und zeigt auf den Schüsselrand. «Die Plastikschüssel steht für die Zellkernhülle. Sie ist fest und hat auf der Innen- und der Aussenseite je eine Membran, die den Zellkern vom Zytoplasma trennt. Die bunten Wollknäuel symbolisieren die verschiedenen Chromosomen, die an ganz bestimmten Stellen im Kern platziert sind. Der schwabbelige Ballon, der hier zwischen den Knäueln liegt, steht für das kleine Kernkörperchen, den Nukleolus, das sich in jedem Zellkern findet. Seine Form ist flexibel, wie ein Öltröpfchen im Wasser. Es hat auch keine feste Wand und keine Membran. Aber dieses unscheinbare Ding spielt eine Schlüsselrolle bei den Steuerungsprozessen des Lebens. Ohne

den Nukleolus gäbe es uns wohl gar nicht.» Mit Hilfe dieses bunten Zellmodells erklärt uns die Spitzenforscherin in der folgenden Stunde anschaulich, wonach sie sucht und wie sie arbeitet.

Solange wir leben sind die Zellen unseres Körpers «im Dauerbetrieb». Ständig werden Proteine hergestellt, umgebaut, abgebaut und weitertransportiert. Die gesamten «Baupläne» dieser komplexen Prozesse sind in der DNA festgehalten, die sich auf den Chromosomenschnüren befindet. Dort werden die benötigten «Baupläne», die Gene, bei Bedarf abgelesen, als mRNA kopiert und ins Zytoplasma der Zellen transportiert, wo sie die programmierten Prozesse in Gang setzen. Wie aber «weiss» die Zelle, wann welche Gene wie lange eingeschaltet werden müssen und welche nicht? Wie funktioniert dieser Steuerungsmechanismus, der dafür sorgt, dass die «richtigen» Abschnitte der DNA zum «richtigen» Zeitpunkt aktiviert oder deaktiviert werden? Raffaella Santoro hat mit ihrem ERC-Forschungsprojekt dazu wichtige neue Erkenntnisse gewonnen.

«Sehen Sie», sagt sie und zeigt auf einen der bunten Wollfäden ihres Zellkernmodells, «wenn die





Gene aktiviert sind, befindet sich der Abschnitt des Chromosoms, auf dem die eingeschalteten Gene liegen, meist hier, in der Mitte des Knäuels. Wenn die Gene inaktiv sind, finden wir den Chromosomenabschnitt entweder in der Nähe der Zellkernhülle oder direkt am Nucleolus. Wir haben nun herausgefunden, dass die meisten DNA-Abschnitte, deren Gene ausgeschaltet sind, den Nucleolus berühren, aber jene Gene, die aktiv sind, den Nucleolus nie touchieren. Dieser Mechanismus hat zur Folge, dass die Chromosomenfadenknäuel ihre Struktur immer wieder verändern, je nachdem, welche Gene gerade aktiviert oder deaktiviert sind. Wenn wir diese ständigen Strukturveränderungen der Chromosomenbündel in Momentaufnahmen festhalten, entsteht eine dynamische dreidimensionale Karte der komplexen Genomarchitektur im Zellkern, die je nachdem, welche Gene gerade ein- oder abgeschaltet sind, anders aussieht. Die momentane Genomarchitektur spiegelt die momentanen Genaktivitäten. Und diese unterscheiden sich von Zelltyp zu Zelltyp. Wir haben etwa 200 verschiedene Arten von Zellen in unserem Körper. Sie enthalten alle dieselbe DNA. Aber je nachdem, ob es sich um eine Hirn-, Leber- oder Blutzelle handelt, werden nur jene Genabschnitte aktiviert, die für die Funktion dieses Zelltyps wichtig sind. Die anderen werden abgeschaltet.»

Der Trick mit dem Enzym

Wir haben Raffaella Santoros Erklärungen fasziniert zugehört und möchten nun wissen, wie sie feststellen kann, welche Genabschnitte den Nucleolus berühren? Dazu musste die Forscherin zuerst eine Methode entwickeln und an Stammzellen von Mäusen erproben und validieren, deren

Epigenom und Genexpressionszustand bekannt ist. Der Knackpunkt war, einen Weg zu finden, über den sich die Gene, die den Nucleolus berühren, markieren lassen. Raffaella Santoro und ihrem Techniker Dominik Bär ist es gelungen, ein Enzym herzustellen, das sich am Nucleolus anbringen lässt. Berührt ein Gen den Nucleolus, setzt ihm das Enzym eine Art Stempel auf. Eine DNA-Analyse zeigt dann, um welches Gen es sich handelt. Im Abgleich mit dem bekannten Epigenom und Genexpressionszustand der Mäusestammzellen lässt sich hierauf feststellen, welche Funktionen die markierten Gene haben und ob sie aktiv oder inaktiv sind. Auf diese Weise hat Raffaella Santoros Forschungsteam Mäusestammzellen in unterschiedlichen Stadien ihrer Entwicklung untersucht und so ein umfassendes Bild ihrer dynamischen Genomstruktur erhalten.

Doch das ist erst der Anfang. Im zweiten Teil ihres Projekts hat die Biowissenschaftlerin nun begonnen, diese Methode auf Krebszellen anzuwenden. Dabei will sie herausfinden, welche Gene von Prostatakrebszellen den Nucleolus berühren und somit auf inaktiv geschaltet sind. Dann kommt Big Data ins Spiel. Die empirischen Resultate wird ihr Forschungsteam mit den vielen Daten aus der Prostatakrebsforschung und der Klinischen Forschung abgleichen, um zu sehen, ob die identifizierten Gene bei Prostatakrebs eine Rolle spielen.

Klein und unterschätzt

Zum Thema Prostatakrebs forscht Raffaella Santoro schon seit vielen Jahren. Ihre Methode eröffnet ihr nun völlig neue Möglichkeiten. «Wir haben gesehen, dass der Nucleolus von Prostatakrebszellen sehr viel grösser ist als jener normaler

Prostatazellen. Wenn sich der Nucleolus vergrössert, verändert sich auch die Struktur im Zellkern. Mit unserer Methode können wir jetzt herausfinden, welche Gene von diesen strukturellen Veränderungen betroffen sind.» Damit legt die ambitionierte Wissenschaftlerin einen weiteren Trittstein auf dem langen Weg zum Verständnis der Mechanismen, die zu Prostatakrebs führen. Am Ende dieses Weges könnten vielleicht einmal neuartige Therapien entwickelt oder der Krebs gar verhindert werden.

Doch zurück zum Nucleolus. Das kleine Kernkörperchen hat die kreative Biochemikerin im Lauf ihrer Karriere immer wieder beschäftigt und die Initialzündung für ihr ERC-Projekt ausgelöst. «Der Nucleolus fasziniert mich seit meiner Zeit als Postdoktorandin am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg vor zwanzig Jahren. Wir wissen, dass der Nucleolus eine Schlüsselrolle spielt bei der Regulierung der Lebensprozesse. Aber wir wissen noch immer wenig über seine vielen Funktionen. Dazu kommt, dass die Untersuchung seines Inhalts sehr komplex ist.» Über drei Jahre trieb Raffaella Santoro die Frage um, wie sie die Interaktion zwischen Genen und Nucleolus nachweisen könnte. Schliesslich hatte sie eine Idee. «Ich habe einen wunderbaren Techniker

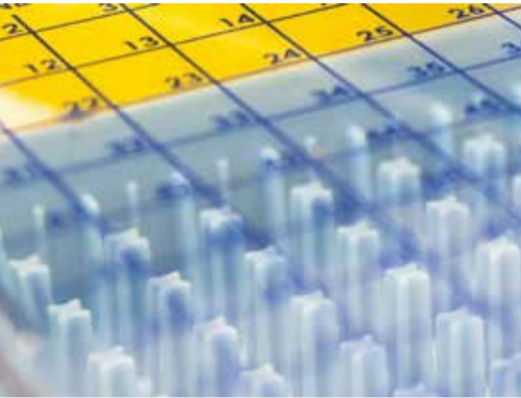
Horizon 2020-Projekt

NucleolusChromatin: Analysis of the nucleolus in genome organization and function

Projektart: ERC Advanced Grant

Laufzeit: 1. September 2018 – 31. August 2023 (60 Monate)

Beitrag für die Universität Zürich: 2'500'000 €



in meinem Lab. Ich ging also zu Dominik Bär und schilderte ihm, dass wir eine Methode brauchten, mit der wir die Gene, die den Nucleolus berühren, markieren könnten und dass ich eine Vorstellung hätte, wie dies funktionieren könnte. Wir führten ein paar Experimente durch, kreierte dieses Enzym und siehe da, es funktionierte!» Daraufhin schrieb sie sogleich einen ERC-Antrag und erhielt den Grant.

Dank ihres ERC-Projekts kann sich Raffaella Santoro nun intensiv mit der Funktion des Nucleolus auseinandersetzen. Dabei geht sie mit ihrem

Team auch neue Wege. Eine ihrer Postdoktorantinnen hat sich darauf spezialisiert, den Nucleolus einer einzelnen Zelle mit einem Laser aufzuschneiden. Der Inhalt wird sequenziert und gibt neue Einblicke frei.

«Kann man denn sagen, dass der Nucleolus darüber entscheidet, welche Gene deaktiviert werden?», versuche ich das, was wir erfahren haben, zusammenzufassen. «Nein, das wäre dann doch zu einfach!», ruft Raffaella Santoro mit gespielter Empörung und lacht. «Wir wissen, dass die meisten Gene, die den Nucleolus touchieren, inaktiv sind. Aber wir wissen nicht, ob sie ausgeschaltet sind, weil sie den Nucleolus berühren oder ob sie den Nucleolus berühren, weil sie ausgeschaltet sind. Wir haben im Moment nur die Korrelation: Gene, die den Nucleolus berühren, sind inaktiv. Um zu verstehen, warum das so ist, müssen wir den Mechanismus dahinter kennen. Dazu müssen wir identifizieren, was ein Gen veranlasst, den Nucleolus zu touchieren und herausfinden, was mit einem inaktiven Gen geschieht, wenn es mit dem Nucleolus nicht mehr in Kontakt ist. Aber so weit sind wir noch nicht.»

«Und wie geht es weiter?», frage ich die passionierte Grundlagenforscherin am Ende dieses Nachmittags. «Wir werden uns alle Aspekte des Nucleolus in gesunden und kranken Zellen ansehen und vergleichen, bis wir die Mechanismen verstehen», antwortet sie fröhlich.

● Rolf Probala

English version and video clip:
science-stories.ch

Raffaella Santoro

wuchs in Rom auf. Sie studierte an der Universität Rom La Sapienza Chemie und promovierte dort in Biochemie. Nach dem Doktorat ging sie 1994 ans Hans-Knöll-Institut in Jena, wo sie drei Jahre als Postdoktorandin arbeitete. Danach trat sie eine zweite Postdoktorandenstelle am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg an. Im Jahr 2007 zog Raffaella Santoro mit ihrer Familie nach Zürich und wurde Leiterin einer Forschungsgruppe am Department of Biosystems Science and Engineering (D-BSSE) der ETH Zürich. Von dort wechselte sie 2009 an die Universität Zürich, wo sie am heutigen Department für Molekulare Mechanismen bei Krankheiten (DMMD) die Leitung einer Forschungsgruppe übernahm und 2019 zur Professorin für Stammzell- und Chromatinbiologie ernannt wurde. In ihrer Gruppe «Santoro Lab» arbeiten zurzeit 15 Forscherinnen und Forscher daran, die Grundprinzipien der Genregulierung zu verstehen.

Neben ihrer wissenschaftlichen Arbeit ist Raffaella Santoro seit einiger Zeit eine passionierte Köchin. Am liebsten kocht sie Gerichte aus Rom und Mittelitalien nach den überlieferten Rezepten ihrer Mutter und Grossmutter.

Qualitativ hochwertige Forschungsdaten sind eine wertvolle Ressource und die Verwaltung von Forschungsdaten (Research Data Management RDM) ist entsprechend gemäss den international anerkannten Standards für wissenschaftliche Integrität eines der wichtigsten Elemente der «guten wissenschaftlichen Praxis». Eine gute Datenverwaltung erhöht die Zuverlässigkeit von Forschungsergebnissen, erleichtert die Forschungszusammenarbeit, macht Forschungsergebnisse besser reproduzierbar und stärkt das Vertrauen der Gesellschaft in die Wissenschaft. Forschungsdaten öffentlich verfügbar zu machen, so dass sie für alle auffindbar, zugänglich und wiederverwendbar sind – unter Einhaltung der rechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen («so offen wie möglich, so geschlossen wie nötig») – ist die angestrebte ideale Praxis.

Eine Reihe wichtiger Forschungsfördernde verpflichtet sich daher, FAIR Research Data Management aktiv zu unterstützen. So berücksichtigen die Evaluationskriterien für Verbundprojekte im Horizon-Europe-Programm das geplante Research Data Management. Diese Verbundprojekte sind auch unter dem heutigen Status der Schweiz als nicht-assoziiertes Drittstaat mehrheitlich für Schweizer Beteiligungen (mit direkter Finanzierung durch das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation) offen.

Europäische Rahmenprogramme für Forschung und Innovation – ein Überblick

Die Open-Science-Politik in den europäischen Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation hat sich seit 2007 erheblich weiterentwickelt:

- 7. Rahmenprogramm (2007-2013): Ein Pilotprojekt für den freien Zugang zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen mit Peer-Review wurde gestartet. Die kostenlose Freigabe von Veröffentlichungen war eine Option und keine Pflicht.
- Horizon 2020 (8. Rahmenprogramm; 2014-2020): Im Rahmen von Horizon 2020 wurde der offene Zugang zu wissenschaftlichen Peer-Review-Publikationen obligatorisch. Eine Sperrfrist von bis zu sechs Monaten, in den Sozial- und Geisteswissenschaften von bis zu 12 Monaten, für die allgemein zugängliche Veröffentlichung war weiterhin zulässig. Darüber hinaus hat die Europäische Kommission unter Horizon 2020 ein freiwilliges Pilotprojekt gestartet für die Einreichung eines Data Management Plan (DMP) und für die Veröffentlichung von Forschungsdaten (Open Research Data ORD).
- Horizon Europe (9. Rahmenprogramm; 2021-2027): Im Rahmen von Horizon Europe sind der sofortige freie Zugang zu wissenschaftlichen Peer-Review-Publikationen sowie die Einreichung eines Data Management Plan obligatorisch.

Open Science auf europäischer Ebene: OPEN ACCESS ZU PUBLIKATIONEN UND OPEN RESEARCH DATA – AKTUELLER STAND

Horizon Europe – die Vorschriften

Open Access zu Publikationen

Im Rahmen von Horizon Europe gelten für alle Projekte die folgenden Anforderungen an wissenschaftliche Veröffentlichungen:

- spätestens zum Zeitpunkt der Publikation muss eine maschinenlesbare elektronische Kopie der veröffentlichten Fassung oder des endgültigen, von Experten begutachteten (peer-reviewed) und zur Veröffentlichung angenommenen Manuskripts in einem vertrauenswürdigen Repositorium hinterlegt werden. Das bedeutet, dass immer eine Kopie in einem Repositorium hinterlegt werden muss, unabhängig vom gewählten Open Access (OA)-Weg (Grün, Gold oder Diamond/Platin);
- sofortiger freier Zugang zur hinterlegten Veröffentlichung unter einer CC BY-Lizenz (creativecommons.org/about/ccllicenses) oder unter einer Lizenz mit gleichwertigen Rechten muss gewährleistet werden. Bei Monografien und anderen Langtextformaten kann die Lizenz die kommerzielle Nutzung und Änderungen ausschliessen;
- Informationen über Hilfsmittel und Instrumente, die zur Validierung der Schlussfolgerungen der wissenschaftlichen Publikation erforderlich sind, müssen über das Repositorium bereitgestellt werden;
- Metadaten der Veröffentlichung müssen unter einer CC0-Lizenz oder einer gleichwertigen Lizenz hinterlegt werden.

Konkret bedeutet dies, dass die Zeitschrift für die Veröffentlichung unter folgenden Bedingungen frei gewählt werden kann:

- sofortiger freier Zugang ist erforderlich; von den Verlagen verhängte Embargos werden nicht mehr akzeptiert;
- nur Kosten für vollständig frei zugängliche Publikationen sind förderfähig;
- die Publikation in hybriden Zeitschriften ist nur möglich, wenn der Verlag bzw. die Zeitschrift durch eine von der Universität abgeschlossene «transformative Vereinbarung» abgedeckt ist oder wenn die Gebühr für die Open-Access-Veröffentlichung ohne Embargo vom PI bezahlt wird.

Research Data Management und Open Research Data

Alle Projekte im Rahmen von Horizon Europe, die Forschungsdaten erzeugen und/oder sammeln und/oder weiterverwenden, müssen diese nach den FAIR-Grundsätzen verwalten. Es gelten die folgenden Anforderungen an das Research Data Management:

- eine Beschreibung der Open-Science-Praktiken als Teil des Förderungsantrags, die zusammen mit diesem bewertet wird;

- ein Data Management Plan (DMP) muss eingereicht und regelmässig aktualisiert werden;
- Daten müssen in einem vertrauenswürdigen Repositorium innerhalb der im DMP festgelegten Fristen hinterlegt werden;
- der freie Zugang zu den hinterlegten Daten unter der CC BY-, CC0- oder unter einer Lizenz mit gleichwertigen Rechten muss gewährleistet sein;
- über das Repositorium müssen Informationen zu sämtlichen Forschungsergebnissen oder Hilfsmitteln und Instrumenten bereitgestellt werden, die für die Wiederverwendung oder Validierung der Forschungsdaten erforderlich sind;
- die Metadaten der hinterlegten Forschungsdaten müssen unter einer CC0-Lizenz oder einer gleichwertigen Lizenz und in Übereinstimmung mit den FAIR-Prinzipien offengelegt werden. Der Grundsatz «so offen wie möglich, so geschlossen wie nötig» gilt auch für Metadaten.

Forschungsdaten sollen «so offen wie möglich, so geschlossen wie nötig» sein. Gültige Gründe dafür, Forschungsdaten nicht offen zugänglich zu machen, sind beispielsweise die laufende Vorbereitung einer Patentanmeldung oder ethische und rechtliche Gründe in Bezug auf personenbezogene Daten, die nicht ausreichend anonymisiert werden können. Im Rahmen von Horizon Europe werden Vorschläge für Verbundprojekte anhand von Vorüberlegungen zum Research Data Management bewertet.

Weitere Informationen und Beratung an der ETH Zürich und der Universität Zürich



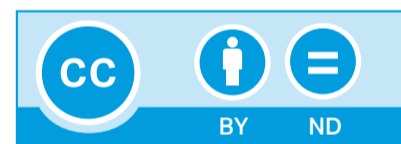
science-stories.ch/open-science

- Katharina Eggenberger

Creative Commons Lizenzen: Sechs Standardlizenzen



sehr offen



- **BY** (Attribution): Name muss genannt werden
- **SA** (Share Alike): gleiche Lizenz vorgeschrieben
- **NC** (Non Commercial): keine kommerzielle Nutzung erlaubt
- **ND** (No Derivates): keine Änderungen erlaubt

Quelle: Startseite - Creative Commons

geschlossen

CC0 – Kein Urheberrechtsschutz (Public Domain Dedication)

Die Person, die ein Werk mit dieser Deed verknüpft hat, hat dieses Werk in die Gemeinfreiheit entlassen, indem sie weltweit auf alle urheberrechtlichen und verwandten Schutzrechte verzichtet hat, soweit das gesetzlich möglich ist. Das Werk darf ohne weitere Zustimmung kopiert, verändert, verbreitet und aufgeführt werden.

Quelle: Creative Commons – 1.0 Universell



eu grants access

EU GrantsAccess
International Research
Programmes

ETH Zurich
University of Zurich
Seilergraben 53
8001 Zurich
Switzerland

+41 44 634 53 50
grants@sl.ethz.ch
www.grantsaccess.ch

Herausgeber EU GrantsAccess

Redaktion Sofia Karakostas
Regina Notz
Rolf Probala
Gabrielle Attinger

Lektorat Franziska Gelzer

Bilder Pascal Halder
www.naturPHotos.ch

Design speckdrum
www.speckdrum.ch

Auflage 4'500

ETH zürich



**Universität
Zürich** UZH

