

Krebsforschung in der Schweiz

Vorne

Umschlag Menschliche Fettzelle | 5000-fache Vergrößerung

Rechte Seite Angriff einer Immunzelle (gelb) auf eine Krebszelle (rot) | 13 000-fache Vergrößerung

Nächste Doppelseite Schmetterlingseier des Grossen Kohlweisslings (*Pieris brassicae*) | 400-fache Vergrößerung

Seite vor Inhaltsverzeichnis Pollen von Gänseblümchen (*Bellis perennis*) auf einem Kelchblatt | 1300-fache Vergrößerung

Mitte

Doppelseite 18/19 Mosaikmuster auf der Spitze eines Eis des Bananenfalters (*Caligo memnon*) | 600-fache Vergrößerung

Doppelseite 28/29 Stachelspitze des Gelben Mittelmeerskorpions (*Leiurus quinquestriatus*) | 200-fache Vergrößerung

Hinten

Seite vor Danksagung Kieselalgenfossilien (*Coscinodiscus sp.*) | 4000-fache Vergrößerung

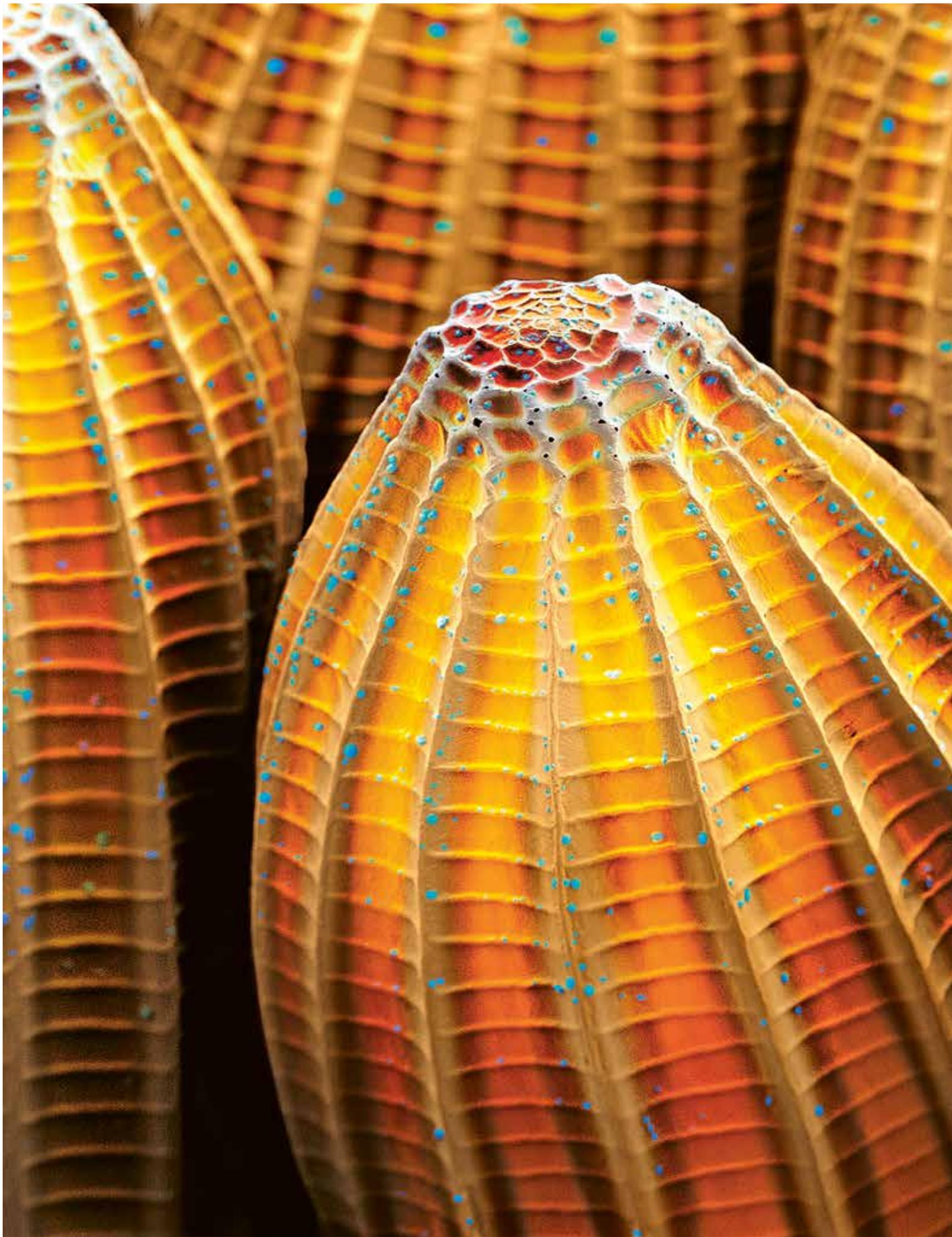
Erste Doppelseite Lüftungsöffnungen an der Oberfläche eines Eis des Bananenfalters (*Caligo memnon*) | 1700-fache Vergrößerung

Zweite Doppelseite Schuppen am Körper des Blutegels (*Hirudo medicinalis*) | 7000-fache Vergrößerung

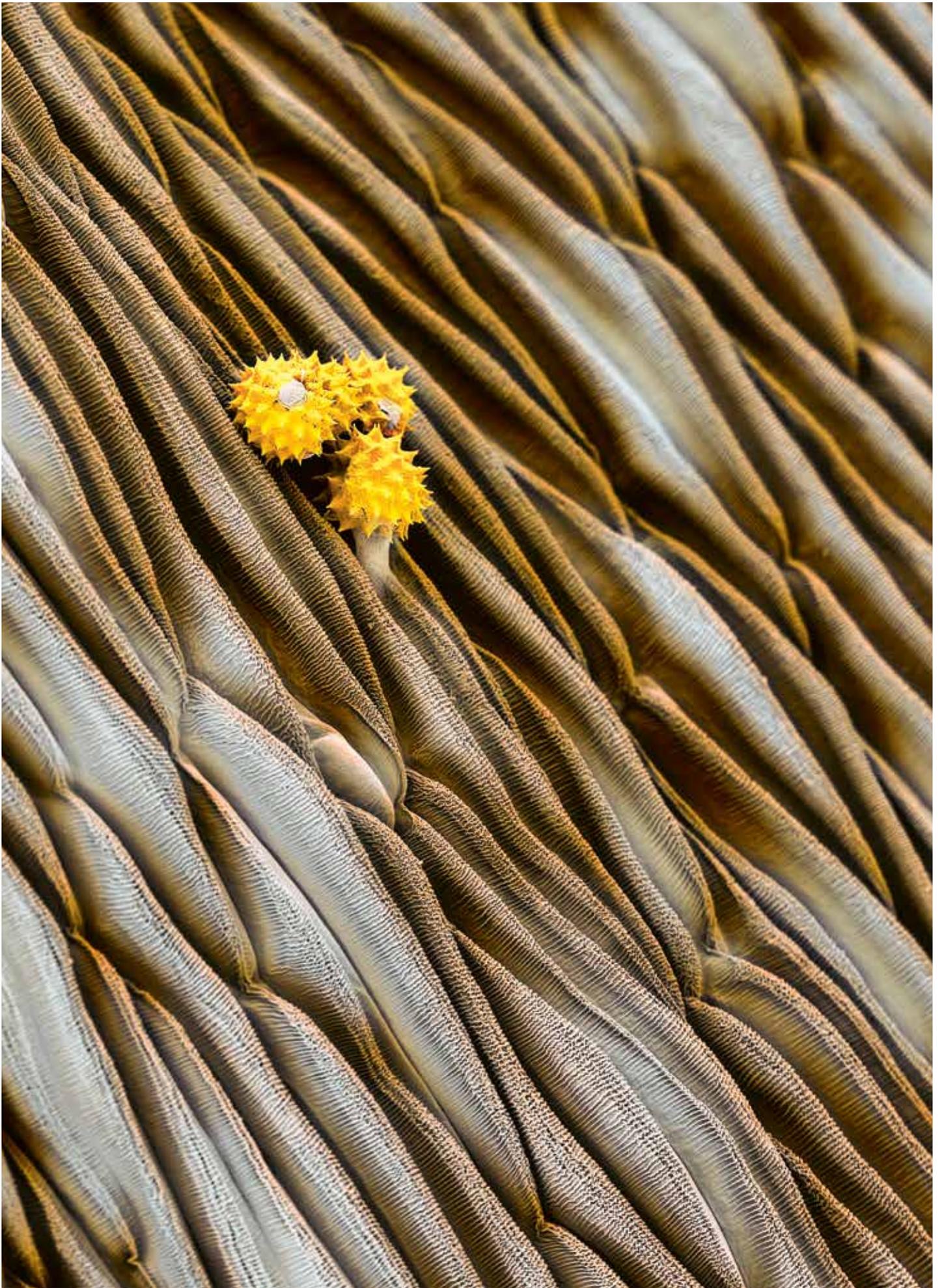
Letzte Inhaltsseite Kuhpockenviren, die zur Impfung gegen Pocken dienen (*Vaccinia virus*) | 1 000 000-fache Vergrößerung

Umschlag Oberfläche eines Blütenblatts der Besenheide (*Calluna vulgaris*) | 1100-fache Vergrößerung









Inhalt

- 6** Editorial
- 8** Unsere Forschungsförderung
- 14** Zahlen und Fakten 2021
- 16** Krebsforschung und Politik
- 20** Junge Talente
- 24** Schwerpunkt
- 30** Forschungsergebnisse
- 42** Dank

Der Krebsforschungsbericht im neuen Format

Wir haben unseren Krebsforschungsbericht, den wir gemeinsam herausgeben, grundlegend überarbeitet: Er ist nun schlanker – und stärker auf die von uns geförderte Wissenschaft fokussiert als bisher.



Thomas Cerny



Gilbert Zulian

Wir präsentieren die Forschung, die wir fördern, in einem neuen Gewand: Der von Grund auf überarbeitete Krebsforschungsbericht ist schlanker und zugänglicher geworden. Und er rückt die in den zahlreichen Projekten gewonnenen Erkenntnisse stärker ins Zentrum. Wir hoffen, dass das neue Format des Forschungsberichts auch bei Ihnen – liebe Leserin, lieber Leser – Anklang findet. Gerne können Sie uns mitteilen, was Sie am neuen Bericht gefreut oder auch gestört hat.

Den stärkeren Fokus auf Wissenschaft und Forschung sollen auch die spektakulären Aufnahmen von Martin Oeggerli vermitteln, die den neuen Bericht zieren. Oeggerli war selbst Krebsforscher, bevor er sich als Wissenschaftsfotograf selbstständig gemacht hat. Seither nennt sich Oeggerli auch Micronaut: Ähnlich, wie ein Astronaut in die unbekanntesten Weiten des Alls vorstösst, hält Oeggerli auf unserem Planeten nach tief verborgenen winzigen Realitäten Ausschau.

Dabei bedient sich Oeggerli eines sogenannten Elektronenmikroskops. Elektronen sind hochenergetische Elementarteilchen. Sie haben eine viel kürzere Wellenlänge als sichtbares Licht – und können deshalb ein bestimmtes Objekt mit einer viel grösseren Auflösung abbilden. So entstehen Aufnahmen mit bis zu 1 000 000-facher Vergrösserung.

Wenn die Bilder aus der Maschine kommen, sind sie in Grautönen gehalten. Erst dann macht sich Oeggerli richtig an die Arbeit: Geduldig und beharrlich koloriert er Pixel für Pixel eigenhändig am Computer. Nach mehreren Wochen bis Monaten entstehen aus den Aufnahmen wahre Kunstwerke. Sie erlauben nicht nur einmalige und ungeahnte Einblicke in zuvor Ungesehenes, sondern sie machen die unseren Sinnen unzugängliche Welt der Zellen, Bakterien, Pollen, Viren und anderer Winzlinge auch auf einen Blick erfahrbar.

Erfahrbar sollen mit diesem Bericht auch die Projekte und Arbeiten der zahlreichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden, die Tag für Tag nach Antworten auf die noch so zahlreichen ungelösten Fragen in der Bekämpfung und Behandlung von Krebs suchen. Und die dadurch allmählich unser Wissen über Krebserkrankungen vergrössern. Dieser wachsende Schatz an Kenntnissen und Einsichten hat über die letzten Jahrzehnte zu immer gezielteren, wirksameren, präziseren und verträglicheren Therapien geführt. Und so dazu beigetragen, dass die Krankheit für viele Menschen mit Krebs ihren tödlichen Schrecken verloren hat, weil sie immer öfter erfolgreich behandelt werden kann.

Diese Erfolgsgeschichte beruht nicht nur auf dem grossen Engagement und Wissensdurst der Forschenden, sondern vor allem auch auf der Grosszügigkeit und der Unterstützung von Spenderinnen und Spendern. Nur dank ihren Beiträgen können wir einige der bei uns eingereichten Forschungsvorhaben finanziell unterstützen. Wir sind überzeugt, dass der Erkenntnisgewinn in der Krebsforschung auch in Zukunft Fortschritte ermöglicht, die die Überlebenschancen und die Lebensqualität von Patientinnen und Patienten verbessern.

Wir bedanken uns an dieser Stelle herzlich und wünschen Ihnen eine anregende und gute Lektüre.



Prof. em. Dr. med. Thomas Cerny
Präsident Stiftung Krebsforschung Schweiz



Dr. med. Gilbert Zulian
Präsident Krebsliga Schweiz

Gemeinsam Forschung fördern – und Fortschritte ermöglichen

Die Stiftung Krebsforschung Schweiz und die Krebsliga Schweiz arbeiten im Bereich Forschungsförderung eng zusammen: Gemeinsam nutzen die beiden Partnerorganisationen die Expertise der unabhängigen Wissenschaftlichen Kommission, die alle eingehenden Forschungsprojekte demselben strengen Evaluationsprozess unterzieht.

Über die Stiftung Krebsforschung Schweiz

Die Stiftung Krebsforschung Schweiz fördert mithilfe von Spendengeldern seit über 30 Jahren sämtliche Bereiche der Krebsforschung. Ein besonderes Augenmerk gilt der Unterstützung von patientennaher Forschung, deren Resultate den Patientinnen und Patienten möglichst direkt nützen. Verantwortlich für die Mittelverteilung an die Forschenden ist der Stiftungsrat. Er stützt sich bei der Entscheidung, welche Forschungsprojekte unterstützt werden, auf die Empfehlungen der Wissenschaftlichen Kommission, die alle Gesuche nach klar definierten Kriterien begutachtet.



www.krebsforschung.ch/ueber-uns

Über die Krebsliga Schweiz

Die Krebsliga setzt sich ein für eine Welt, in der weniger Menschen an Krebs erkranken, an den Folgen leiden und sterben – und mehr Menschen von Krebs geheilt werden. Betroffene und ihre Angehörigen sollen in allen Phasen der Krankheit Zuwendung und Hilfe erhalten. Die Krebsliga Schweiz engagiert sich als gemeinnützige Organisation seit mehr als 110 Jahren in der Krebsprävention, in der Forschungsförderung und für die Unterstützung von Menschen mit Krebs und ihren Angehörigen. Sie vereinigt als nationale Dachorganisation mit Sitz in Bern 18 kantonale und regionale Ligen.



www.krebsliga.ch/ueber-uns

Unser Garant für Qualität: die Wissenschaftliche Kommission

Rund 200 Forschungsprojekte gehen jedes Jahr über das Onlineportal GAP (Grant Application Portal) bei der Krebsforschung Schweiz und der Krebsliga Schweiz ein. Bei der Prüfung dieser Gesuche kommt der unabhängigen Wissenschaftlichen Kommission eine zentrale Rolle zu.

Die Forschungsförderung der Krebsforschung Schweiz und der Krebsliga Schweiz wäre ohne das enorme Engagement der Mitglieder der Wissenschaftlichen Kommission (WiKo) schlicht undenkbar. Die 19 Forscherinnen und Forscher sind anerkannte Fachpersonen mit einem hervorragenden wissenschaftlichen Leistungsausweis in unterschiedlichen Disziplinen, die

von der Medizin über die Statistik und Epidemiologie bis zur Genetik und Bioinformatik reichen. Zusammen decken die WiKo-Mitglieder mit ihrer Expertise die Krebsforschung in ihrer ganzen Breite und Vielfalt ab. Sie prüfen ehrenamtlich alle eingereichten Projekte – und empfehlen nur die besten zur Förderung.



Die WiKo im Frühjahr 2022 Von links nach rechts: Nicola Aceto, Joerg Huelsken, Pedro Romero, Andrea Alimonti, Carlotta Sacerdote, Nancy Hynes (Präsidentin), Jörg Beyer, Manuel Stucki, Francesco Bertoni, Aurel Perren, Mark Rubin, Markus Joerger
Es fehlen: Andreas Boss, Sarah Dauchy, Stefan Michiels, Sophie Pautex, Tatiana Petrova, Alexandre Theocharides, Sabine Werner

Qualität zählt

Jedes eingereichte Forschungsgesuch wird von zwei Mitgliedern der WiKo sorgfältig und nach klaren Kriterien geprüft. Zusätzlich wird das Gesuch von mindestens zwei externen, internationalen Fachpersonen begutachtet (siehe «Ablauf Gesuchsevaluation»). Im Zentrum steht dabei die Frage, ob ein Forschungsprojekt wichtige neue Erkenntnisse in Bezug auf die Vorbeugung, die Entstehung oder die Behandlung von Krebs gewinnen kann. Zudem stellt die WiKo eine hohe wissenschaftliche Qualität sicher, indem sie die Originalität, die Wahl der Methoden und die Durchführbarkeit der Forschungsvorhaben beurteilt.

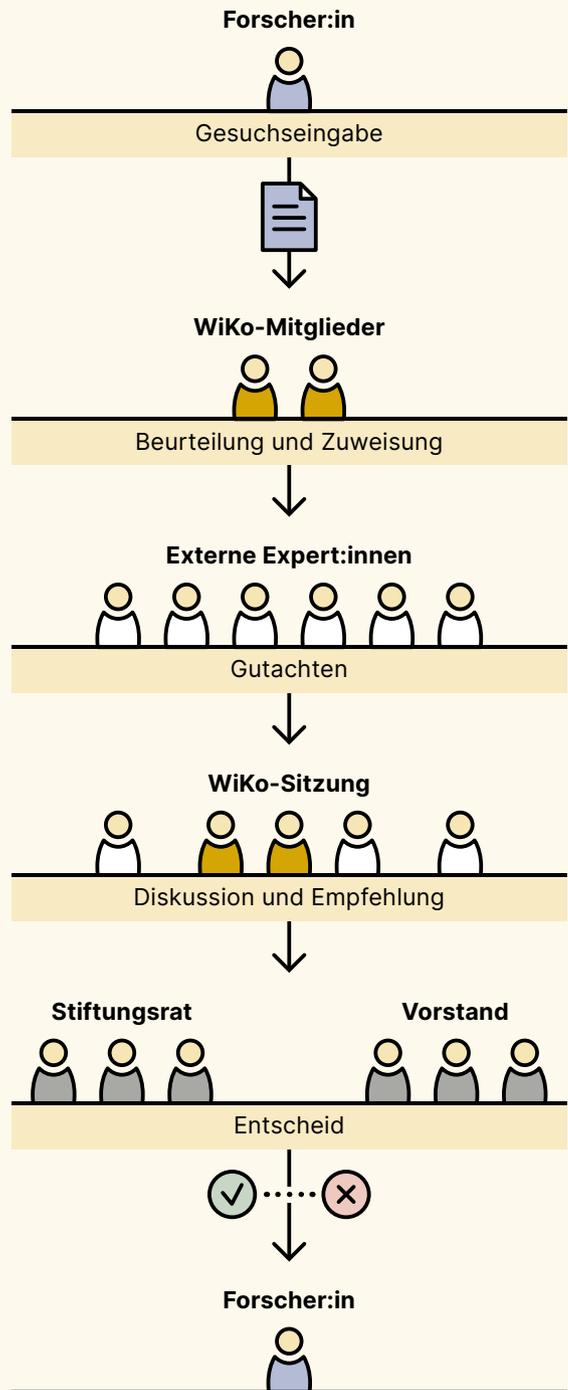
Halbjährliche Sitzungen

An der zweimal im Jahr stattfindenden Sitzung der WiKo werden die Projektanträge eingehend diskutiert – und am Schluss in eine Rangliste überführt. Nur die besten Gesuche werden zur Förderung empfohlen. Basierend auf dieser Empfehlung trifft der Stiftungsrat der Krebsforschung Schweiz beziehungsweise der Vorstand der Krebsliga Schweiz den Entscheid, welche Projekte eine finanzielle Unterstützung erhalten.



www.krebsforschung.ch/forschungsforderung

Ablauf Gesuchsevaluation



Vergabe von Stipendien zur Nachwuchsförderung

Unterstützt werden einerseits Forschungsprojekte von anerkannten und etablierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die an Hochschulen oder Spitälern in der Schweiz forschen. Andererseits haben junge Nachwuchstalente die Möglichkeit, ein Stipendium für ihr Forschungsprojekt zu beantragen. Diese Stipendien ermöglichen es jungen Onkologinnen und Onkologen, Forschungserfahrungen im In- und Ausland zu sammeln. Der Kontakt mit anderen Fach- und Forschungskulturen bereitet sie auf eine Karriere in der Krebsforschung vor und versetzt sie in die Lage, langfristige wissenschaftliche Kooperationen aufzubauen.

Von der Labor- bis zur Alltagsforschung

Die unterstützten Forschungsprojekte und Stipendien haben alle ein gemeinsames Ziel: die Überlebenschancen und die Lebensqualität von Patientinnen und Patienten mit Krebs zu verbessern. Doch hinsichtlich ihrer Ausrichtung und Methodik unterscheiden sie sich stark. Je nach Fragestellung lassen sie sich grob in die folgenden fünf Bereiche einteilen.



Grundlagenforschung

Welches sind die molekularen Vorgänge, die zu einer Krebskrankheit führen? Die Grundlagenforschung findet meist im Labor statt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können etwa in Ideen für neue Behandlungsansätze münden.



Klinische Forschung

Wie lassen sich die Diagnose- und Therapiemethoden weiter verbessern? Die klinische Forschung ist auf die Zusammenarbeit mit Patientinnen und Patienten angewiesen. Die Personen, die an einer klinischen Studie teilnehmen, tun dies freiwillig und werden vorgängig über die Chancen und Risiken informiert.



Epidemiologische Forschung

Wie gross ist der Einfluss von Rauchen oder der Ernährung auf die Entstehung von Krebs? Die epidemiologische Forschung untersucht grosse Datenmengen, die von verschiedenen Bevölkerungsgruppen stammen.



Versorgungsforschung

Wie wirkt sich ein regelmässiger Kontakt mit der Hausärztin oder dem Hausarzt auf die Behandlungsergebnisse und die Gesundheitskosten aus? Die Versorgungsforschung verfolgt Fragestellungen, bei denen die Qualität, der Nutzen und die Kosten von medizinischen Dienstleistungen und Produkten im Zentrum stehen.



Psychoziale Forschung

Wie wirkt sich eine Krebserkrankung seelisch auf die Betroffenen und ihr Umfeld aus? Die psychosoziale Forschung will die psychische und die soziale Gesundheit von krebskranken Menschen und ihren Angehörigen verbessern.

«Es war mir eine Ehre, bei der WiKo mitzuwirken»

Nach maximaler Amtszeit tritt Jürg Schwaller von der Wissenschaftlichen Kommission zurück. Er hat – gemeinsam mit 18 Kolleginnen und Kollegen – geprüft, welche Forschungsvorhaben es wert sind, gefördert zu werden.

Jürg Schwaller, Sie waren neun Jahre lang Mitglied in der Wissenschaftlichen Kommission, der WiKo ...

Ja, es war mir eine Ehre, bei der WiKo mitzuwirken. Das war sehr viel Arbeit, aber ich habe sie sehr gerne gemacht. Und ich habe unglaublich viel gelernt dabei. Denn man muss sich auch in andere Gebiete ausserhalb des eigenen Fachs einlesen, um die Forschungsgesuche beurteilen zu können. Am Anfang brauchte ich einen halben Tag pro Gesuch. Und weil ich das immer ausserhalb meiner Arbeitszeit gemacht habe, gingen jeweils vier Wochenenden im Frühling und vier weitere im Herbst drauf. Heute habe ich einen grösseren Überblick und bin schneller im Prüfen. Aber es hat sich vielleicht eine gewisse Routine eingeschlichen. Für mich ist die Zeit gekommen, neuen Leuten Platz zu machen.

Wie werden die Forschungsgesuche geprüft?

Wenn Forschende ein Gesuch eingeben, landet es zuerst beim wissenschaftlichen Sekretariat, das kontrolliert, ob es formal den Förderkriterien entspricht. Dann wird es zwei Mitgliedern der WiKo zugewiesen. Wenn mir ein Gesuch zugeteilt wird, schlage ich Namen von Forschenden vor, die das Gesuch inhaltlich beurteilen können. Gleichzeitig schauen meine Kollegin oder mein Kollege von der WiKo und ich uns das Gesuch an. Wenn die externen Gutachten vorliegen, treffen wir uns – mit dem Ziel, zu einer übereinstimmenden Einschätzung darüber zu gelangen, ob ein Forschungsvorhaben es wert ist, gefördert zu werden: ja oder nein?

Was passiert dann?

Meistens ähneln sich unsere Bewertungen. Doch wenn wir uns uneinig sind, stehen Diskussionen an, die manchmal langwierig und nervenaufreibend sind. Und in die manchmal auch das ganze Gremium hineingezogen wird. Ich scheue solche Diskussionen nicht – und vertrete meine eigene Meinung auch gegen Widerstände. Ich bin gerne in Opposition, aber ich bin kein Querulant, mir geht es immer um die Sache.

Getan ist unsere Arbeit erst, wenn alle Gesuche grün-grün oder rot-rot sind. Ich finde dieses System mit der Doppelbeurteilung gut, es ist schlank und effizient – und trotzdem gegen Missbrauch gesichert. Denn wir bewerten nur die Qualität der Gesuche. Wir fällen keine Förderentscheide, das machen der Stiftungsrat der Krebsforschung Schweiz und der Vorstand der Krebsliga Schweiz.

Womit zeichnet sich ein förderungswürdiges Forschungsgesuch aus?

Heute spielen umfassende Untersuchungen von Genen, Eiweissen und anderen Molekülen – die sogenannten -omics – in der Wissenschaft eine grosse Rolle. Doch für mich steht immer die Bedeutung der Fragestellung im Vordergrund: Was können wir aus den vorgeschlagenen Versuchen lernen? Und wohin führen uns die erhofften Erkenntnisse?

Forschungsarbeiten, die sich unmittelbar in der Klinik umsetzen lassen, sind sehr selten. Aber auch bei den anderen Projekten ist mir wichtig, dass sie ein für Patientinnen und Patienten relevantes Ziel verfolgen. Ich lege Wert auf die sogenannte translationale Forschung. Sie mag zwar nicht gleich zu neuen Therapien führen, aber sie lotet zumindest die Möglichkeiten für neue Behandlungen aus.



Jürg Schwaller am Departement Biomedizin der Universität Basel

Arzt, der Krebsforscher geworden ist

Jürg Schwaller ist in Solothurn geboren und hat an der Universität Bern Medizin studiert. «Ich wollte eigentlich Chirurg werden, nie Wissenschaftler», sagt Schwaller. Doch dann hat ihn als Assistent der Pathologie an der Universität Zürich die Neugier und Forschungslust gepackt. Er forschte zuerst in Bern, dann an der Harvard Medical School an den Grundlagen von Blutkrebs und kehrte nach knapp vier Jahren in die Schweiz zurück, wo er fünf Jahre lang ein Labor für klinische molekulare Pathologie der Universität Genf führte. Seit 2004 leitet er am Departement Biomedizin der Universität Basel und des Kinderspitals beider Basel eine Forschungsgruppe, die den Mechanismen von Leukämien im Kindesalter auf den Grund geht. Jürg Schwaller war von 2014 bis 2022 Mitglied der WiKo.

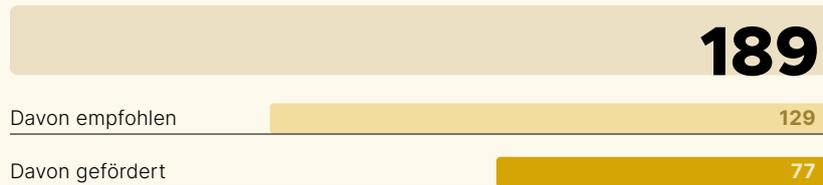
Nicht alle grün-grünen Gesuche erhalten Geld.

Ja, die Krebsforschung ist eine teure Angelegenheit. Und die Mittel sind leider begrenzt. Ich engagiere mich auch bei der Gertrud-Hagmann-Stiftung, die auf meinen Vorschlag hin je nach finanziellen Möglichkeiten eines dieser förderungswürdigen Forschungsgesuche übernimmt. Wir möchten damit vor allem junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterstützen. Und in Zukunft ein Netzwerk unter den geförderten Forschenden bilden.

In einer offenen, vernetzten Welt gedeiht die Wissenschaft am besten. Das Gegenteil davon ist der Krieg. Auch aus diesem Grund mache ich mir wegen der russischen Invasion in die Ukraine sehr grosse Sorgen.

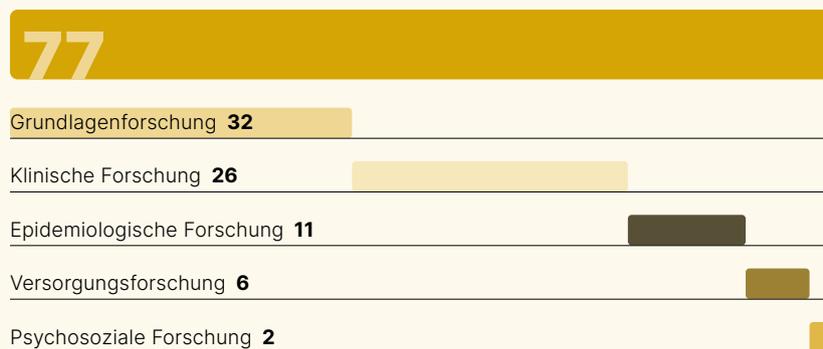
Zahlen und Fakten 2021

Anzahl eingereichte Projekte und Stipendien



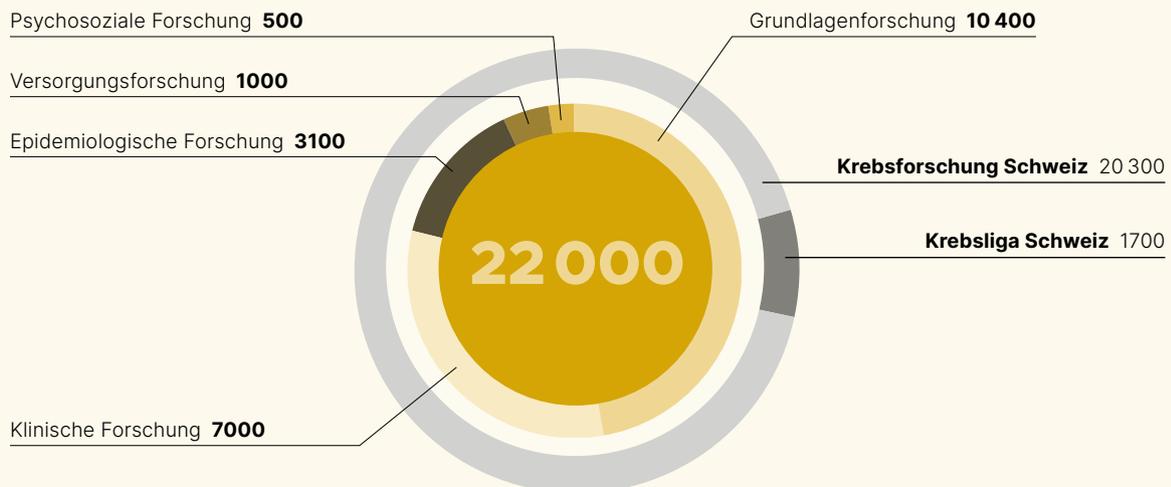
Anzahl geförderte Projekte und Stipendien

Aufteilung auf Forschungsbereiche



Gesprochene Gelder in kCHF

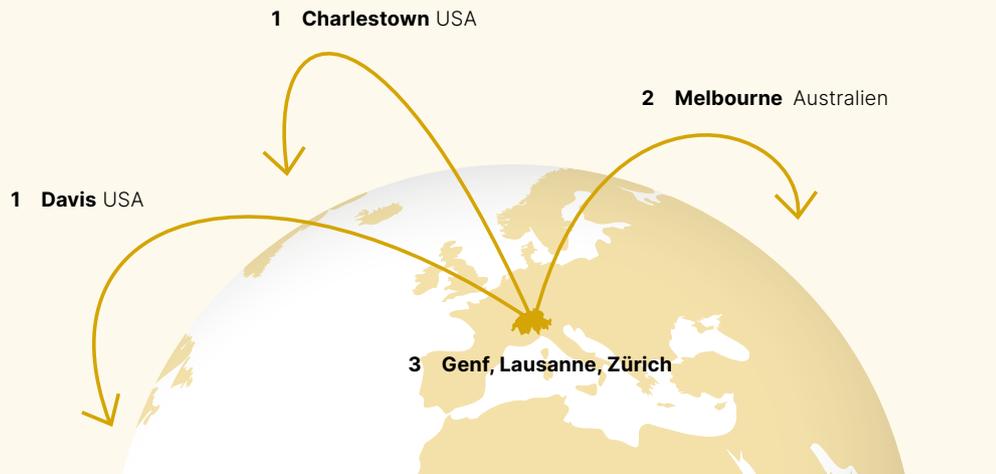
Aufteilung auf Forschungsbereiche und Förderorganisationen



Nachwuchsförderung

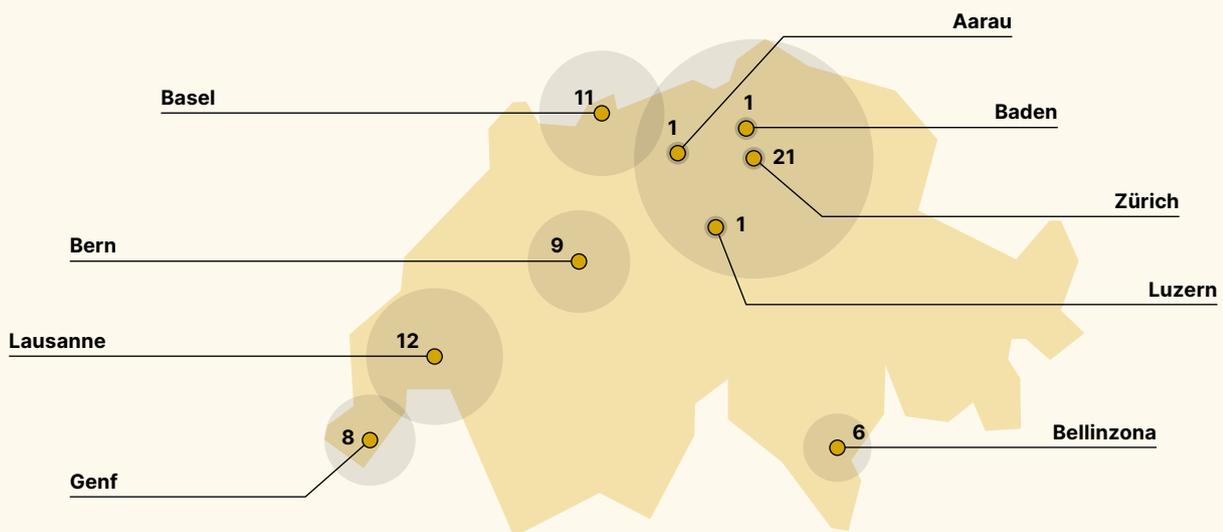
Nationale und internationale Stipendien

7



Geografische Verteilung

Anzahl geförderte Projekte an Schweizer Forschungsinstitutionen



70

Detaillierte Informationen zu allen geförderten Projekten und Stipendien



www.krebsforschung.ch/projekte

«Dass Werbung wirkt, weiss auch die Tabakindustrie»

Die meisten Personen, die rauchen, haben als Minderjährige damit angefangen. Als Gesellschaft sollten wir jungen Menschen ein gesundes Umfeld bieten – und nicht zulassen, dass sich die Tabakindustrie gezielt an sie richtet, sagt Reto Auer vom Berner Institut für Hausarztmedizin.

Reto Auer, wie sinnvoll sind Werbeeinschränkungen, wie sie von der Initiative «Kinder ohne Tabak» vorgesehen sind, aus Sicht der Wissenschaft?

Sehr sinnvoll. Dass Werbung wirkt, ist wissenschaftlich klar belegt. Das weiss auch die Tabakindustrie, sonst würde sie sich nicht so vehement gegen Einschränkungen wehren. Vor 100 Jahren hat praktisch niemand geraucht, doch dann stieg – auch wegen der Werbung – der Tabakkonsum steil an und erreichte in den 1950er-Jahren einen weltweiten Höhepunkt. Erst als die Werbung für Zigaretten im Fernsehen verboten wurde, begann der Tabakkonsum zu sinken. Heute wird deutlich weniger geraucht als noch vor 70 Jahren. Und fast überall auf der Welt gehen die Zahlen beim Rauchen weiterhin zurück. Doch leider gehört die Schweiz zu den Ausnahmen, denn hier bewegen sich die Zahlen seit mehr als zehn Jahren kaum mehr.

Woran liegt das?

Wenn Sie in Australien oder Irland in einen Kiosk gehen, sehen Sie keine Tabakprodukte, die dürfen nicht in der Verkaufsfläche ausgestellt werden. Andere Länder haben farblose Zigaretenschachteln, das sogenannte Plain Packaging, eingeführt und die Preise stark erhöht. Das sind nur einige der erwiesenermassen erfolgreichen Massnahmen, die in der Schweiz ausgeblieben sind. Hier gilt lediglich das Verkaufsverbot an Jugendliche. Das tut der Industrie nicht weh, denn es kann sehr einfach umgangen werden, wenn die etwas Älteren für ihre 15-jährigen Kolleginnen und Kollegen einkaufen gehen. Auffallend ist jedoch, dass sich die

Werbung oft ganz gezielt an junge Menschen richtet, die das Produkt gar nicht erwerben dürfen. Wieso ist das so? Weil die Tabakindustrie neue Kundinnen und Kunden an sich binden will.

Sie denken, das Zielpublikum der Tabakwerbung besteht vor allem aus jungen Leuten?

Ja. Eine Untersuchung aus Lausanne hat gezeigt, dass Jugendliche an einem einzigen Abend im Ausgang ungefähr 30-mal Tabakwerbung begegnen. Das merken wir Erwachsenen gar nicht, denn die meisten von uns gehen nur selten aus und besuchen dabei auch andere Orte. Ein weiteres Beispiel: Wieso stellen Tankstellenshops die Zigarettenwerbung ausgerechnet auf der Augenhöhe von Zehnjährigen aus, gleich neben den Süssigkeiten? Diese Präsenz suggeriert, dass Tabak normal ist und zu unserer Gesellschaft gehört.

Ihr Urteil über die Tabakindustrie fällt vernichtend aus.

Ja, ich halte mich an das Motto «Hate the smoke, love the smokers». Ich bin gegen die Tabakindustrie und das schädliche Geschäft, das sie betreibt. Aber wir dürfen unsere Ablehnung nicht gegen Rauchende richten. Das sind Personen mit einer Suchterkrankung. Die meisten, 60 bis 80 Prozent von ihnen, haben als Minderjährige angefangen zu rauchen. Und es ist sehr schwer, damit aufzuhören. Im Schnitt braucht es vier bis fünf Anläufe. Dabei zeigen sich die Konsequenzen des Konsums meist sehr viel später – und enden oft in schlimmen Familiengeschichten. Denn wenn die Mutter oder der Vater knapp über 50-jährig an einem tabakbedingten Herzinfarkt oder Lungenleiden stirbt, müssen die Kinder mit nur noch einem Elternteil auskommen. Das Rauchen verursacht riesige soziale Schäden, doch aus Sicht der Tabakindustrie sind Zigaretten ein perfektes Produkt!

Allgemeinmediziner und Suchtforscher

Reto Auer hat an den Universitäten Neuenburg, Lausanne und Humboldt zu Berlin Humanmedizin studiert und ist seit 2016 als Hausarzt bei einer Gemeinschaftspraxis sowie als Leiter Bereich Substanzkonsum am Berner Institut für Hausarztmedizin (BIHAM) der Universität Bern tätig. Aktuell führt er mit seinem Team unter anderem eine grosse randomisierte Studie durch, um zu untersuchen, wie gut sich Nikotinverdampfer (sogenannte E-Zigaretten) als Hilfsmittel zur Rauchentwöhnung eignen. Die Studie wird auch von der Stiftung Krebsforschung Schweiz gefördert.



Reto Auer in seiner Praxis in Bern

Wie meinen Sie das?

Nikotin ist eine Substanz, die extrem süchtig macht, weil sie im Körper innerhalb von ein bis zwei Stunden abgebaut wird. Zigaretten verschaffen einen Nikotin-Kick. Doch sobald der Nikotinspiegel im Blut wieder abfällt, kommt der Drang auf, noch eine Zigarette zu rauchen. In Grossbritannien kostet eine Packung umgerechnet 15 Franken, die Leute bezahlen auch diesen Preis, weil sie nicht anders können.

Wie schädlich sind Zigaretten für die Gesundheit?

Zigaretten sind ein sehr toxisches Produkt. Nicht unbedingt wegen des Nikotins, das süchtig macht, sondern auch wegen des krebserregenden Teers und Hunderte anderer gefährlicher Stoffe, die im Rauch von Zigaretten enthalten sind. Von 1000 Leuten, die täglich rauchen, sterben 500 daran. Die meisten sterben an einem Herzinfarkt oder einer chronischen Lungenerkrankung, etwas weniger an Lungenkrebs und weiteren Tumorerkrankungen.

Sie nennen die Tabakindustrie eine sehr seltsame Industrie.

Ja, stellen Sie sich vor, was passieren würde, wenn Sie einen Joghurt verkaufen, der jeden Zweiten umbringt. Ihr Produkt würde sofort aus dem Handel genommen. Oder ein Medikament, das zehn Prozent der Leute tötet: Das würde gar nicht erst zugelassen. Bei der Initiative «Kinder ohne Tabak» geht es nicht darum, den Verkauf von Zigaretten zu verbieten. Das funktioniert nicht – und

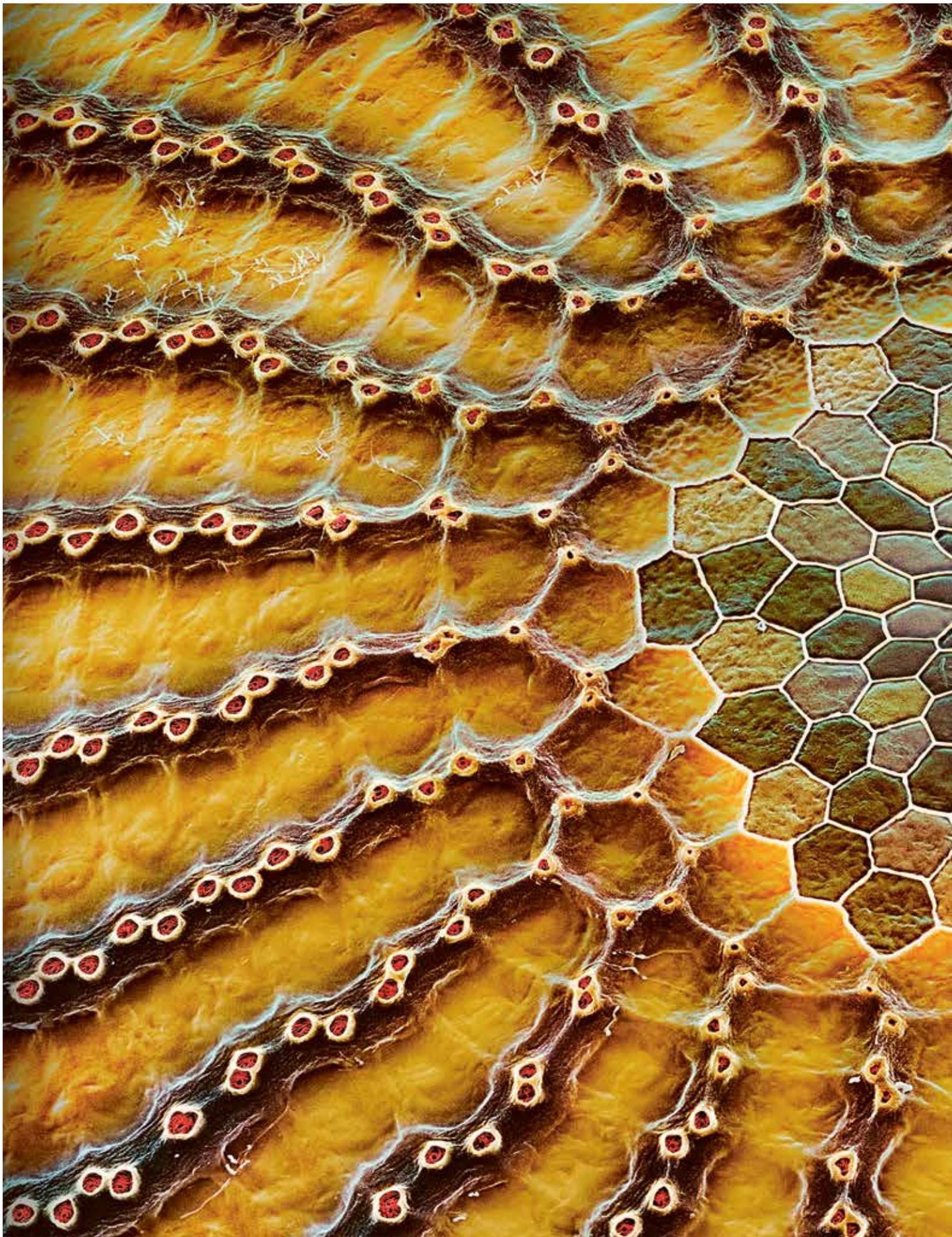
würde zum Aufkommen eines Schwarzmarkts führen. Das heisst aber nicht, dass wir als Gesellschaft zulassen müssen, dass die Industrie bei jungen Menschen für ihr tödliches Produkt wirbt. Das muss aufhören. Als Erwachsene haben wir eine Verantwortung, den Kindern ein Aufwachsen in einer Umgebung zu ermöglichen, die ihrer Gesundheit förderlich ist.

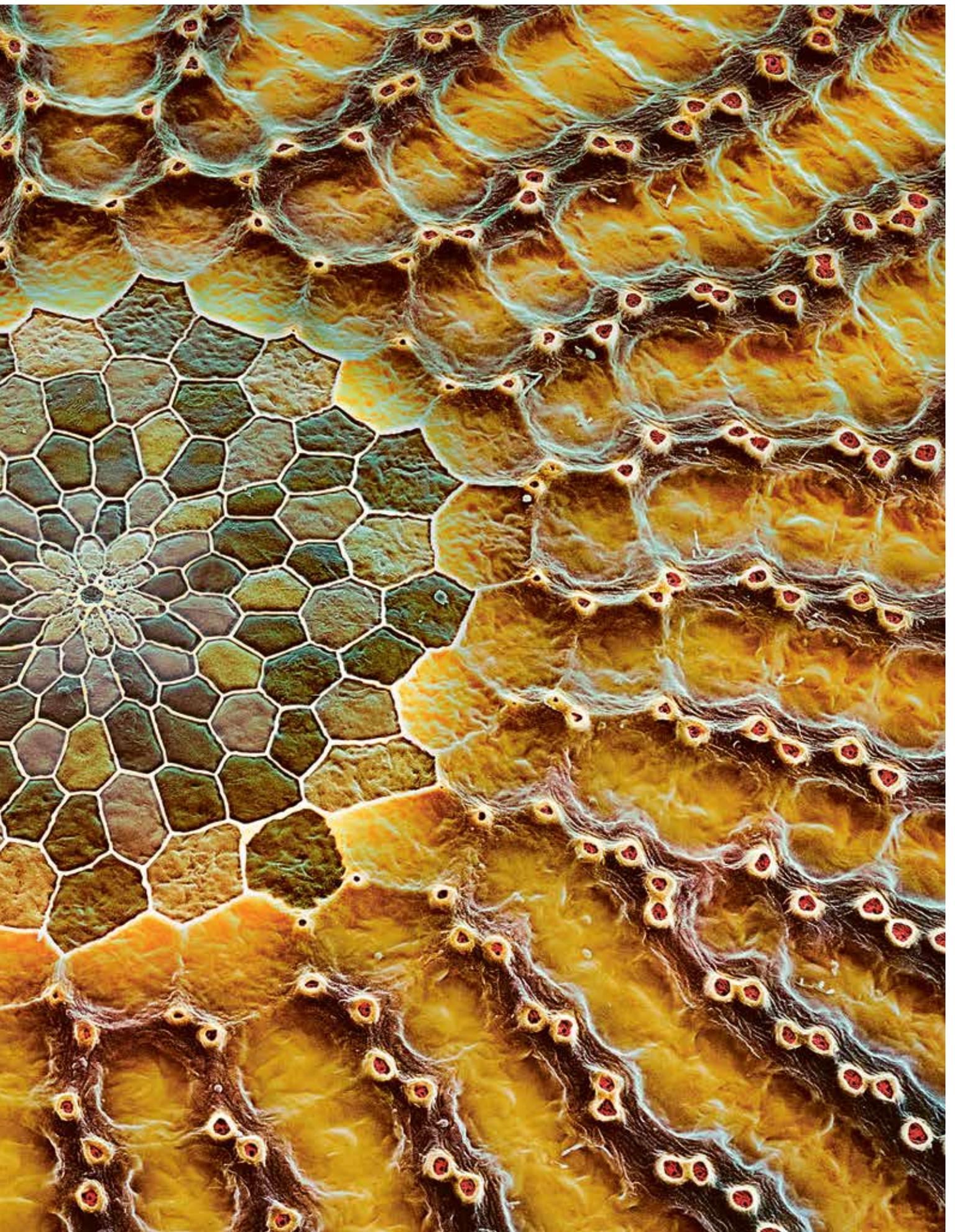
Dieses Interview wurde erstmals im Februar, noch vor der – unterdessen angenommenen – Abstimmung über die Initiative zur Einschränkung der Werbung für Tabakprodukte, im Newsletter der Krebsforschung Schweiz veröffentlicht. Die Krebsforschung Schweiz und die Krebsliga Schweiz haben die erfolgreiche Initiative von Anfang an mitgetragen.

Möchten auch Sie den Newsletter erhalten?



www.krebsforschung.ch/newsletter





Die Ärztin mit dem unstillbaren Wissensdurst

An ihr Medizinstudium hängt Eliane Rohner gleich zwei weitere Masterabschlüsse an. Dann bricht sie mit einem Stipendium der Krebsforschung Schweiz in die USA und nach Südafrika auf, um mitzuhelfen, dem Gebärmutterhalskrebs Einhalt zu gebieten.

Ihr Büro am Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern wirkt kahl. Der Arbeitstisch ist leer geräumt. Nur das Nachschlagewerk «Medical Statistics» liegt griffbereit neben dem Computer. Hinter dem Rechner sitzt mit konzentriertem, aufmerksamem Blick die Wissenschaftlerin und Ärztin Eliane Rohner.

Viren, die Krebs verursachen

Rohner interessiert sich für Viren, die Krebs verursachen. Und sie setzt sich für die Vermeidung von Gebärmutterhalskrebs ein, der meistens von einer Infektion mit humanen Papillomaviren (HPV) ausgeht. Im Jahr 2018 ist sie mit einem Stipendium der Krebsforschung Schweiz zu einem zweijährigen Forschungsaufenthalt im Ausland aufgebrochen, der sie zuerst in die USA und dann, unverhofft, auch nach Südafrika führte.

«Das Stipendium hat mir sowohl Einblicke in eine bekannte Uni wie auch in ein Land verschafft, in dem sehr viele Frauen an Gebärmutterhalskrebs erkranken», sagt Rohner. Mit diesem prall gefüllten Rucksack an Erfahrungen ist sie schliesslich an die Universität Bern zurückgekehrt, wo sie vor 15 Jahren noch Medizin studiert hatte. Und nun ihre eigene Forschungsgruppe aufbaut.

Doch der Reihe nach: Schon während des Studiums entwickelt Rohner ein Interesse für weltweite Gesundheit –

oder Global Health. Nach einem Praktikum in einem Spital in Ghana will sie sich in diesem Gebiet weiterbilden. Sie meldet sich für ein Masterstudium in Berlin an. Um die sechsmonatige Wartezeit zu überbrücken, beginnt sie ein Praktikum am ISPM.

Doch bald darauf mündet das Praktikum in eine sechsjährige Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin. Rohner bleibt also in Bern und führt ihre Untersuchungen zu Gebärmutterhalskrebs im südlichen Afrika fort. Sie und ihre Kolleginnen und Kollegen weisen unter anderem nach, dass diese Krebsart bei Frauen mit dem Immunschwäche-Virus (HIV), dem Aids-Erreger, besonders häufig auftritt. Und dass Vorsorgeuntersuchungen zu niedrigeren Gebärmutterhalskrebsraten führen.

Nebenher erwirbt Rohner den Master in Epidemiologie per Fernstudium an der London School of Hygiene and Tropical Medicine. Doch ihr Wissensdurst ist noch nicht gestillt: «Ich wollte mehr über die Methoden erfahren und tiefer in die Grundlagen eintauchen.» Auf die erste Weiterbildung folgt deshalb ein Master in Statistik an der Universität Neuenburg.

Nachweis von HPV im Urin

Dann reicht sie bei der Krebsforschung Schweiz ein Gesuch für ein Forschungsstipendium an der renom-

mierten US-amerikanischen Universität von North Carolina in Chapel Hill ein. Mit der vagen Idee oder Absicht, irgendwann wieder in die Schweiz zurückzukehren, erinnert sich Rohner.

Im Forschungsteam von Jennifer Smith beteiligt sich Rohner an der Entwicklung von Urintests für HPV – mit dem Ziel, die Vorsorgeuntersuchungen zugänglicher zu machen. Denn viele Frauen aus einkommensschwachen Schichten nehmen nicht an den aktuellen Vorsorgeprogrammen teil. Einige von ihnen verpassen dadurch die Chance, einen sich entwickelnden Krebs im Gebärmutterhals in einer frühen Phase zu entdecken – und entfernen zu lassen.

Mit Smith und ihrem Team zeigt Rohner, dass tatsächlich viele Frauen den Urintest dem Gebärmutterhalsabstrich vorziehen. Für einen anderen Teil ihres Projekts hat Rohner eigentlich geplant, eine Kosten-Effektivitäts-Analyse der neuen HPV-Tests durchzuführen. Doch die Daten fehlen. «Deshalb schlug ich eine Änderung des Forschungsplans vor», sagt Rohner.

Sie fädelt eine Zusammenarbeit mit Carla Chibwasha ein, die Professorin an der Universität in North Carolina und an der Wits University in Johannesburg ist. So landet Rohner schliesslich in Südafrika. Der Wechsel vom beschaulichen Unistädtchen in den

Forschung zu Krebs bei Menschen mit HIV

Die 39-jährige Medizinerin mit einem Master in Epidemiologie und einem weiteren in Statistik leitet seit Juli 2020 an der Universität Bern ein Forschungsteam zum Thema Krebs bei Menschen mit HIV. «Ich will mich bei allen Menschen bedanken, die für die Krebsforschung spenden», sagt Eliane Rohner. «Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zum besseren Verständnis einer Erkrankung, die ganz viele verschiedene Menschen betrifft.»



Eliane Rohner in ihrem Büro an der Universität Bern

USA nach Johannesburg – einem «Moloch und riesigen Melting Pot» – ist bedeutend. «Man muss die Gelegenheiten beim Schopf packen und sich auf ungeplante Veränderungen einlassen, dann sind sie umso bereichernder», erklärt sie.

Mut und Ausdauer

Noch während ihres Aufenthalts in Johannesburg erfährt sie, dass ihre ehemalige Forschungsgruppenleiterin am ISPM an das Tropeninstitut nach Basel wechselt – und in Bern deshalb

demnächst eine interessante Position frei wird. Sie bewirbt sich und erhält die Stelle, die auf fünf Jahre befristet ist. Was danach folgen wird, ist offen.

Vorerst hat Rohner in ihrer neuen Funktion alle Hände voll zu tun. Sie arbeitet an ihrer Habilitation und baut dazu ihr eigenes Forschungsteam auf. «Meine Priorität liegt auf dem Erstellen eines soliden Fundaments», sagt Rohner. Das nimmt Zeit in Anspruch – und zahlt sich erst später aus. Es braucht eine gute Portion Mut und

Ausdauer, um dem Karriere- und Publikationsdruck im akademischen Betrieb entgegenzuhalten. Doch Rohner kann dem Wettbewerbsgedanken nicht viel abgewinnen. «Wir generieren Wissen, das der Allgemeinheit dient. Deshalb finde ich es sinnvoller, zusammenzuarbeiten, als sich zu konkurrenzieren», sagt Rohner.

Brückenbauer zwischen Klinik und Labor

Davide Rossi ist sowohl als Arzt wie auch als Wissenschaftler tätig. Seine Arbeiten tragen nicht nur zum besseren Verständnis von bösartigen Erkrankungen des lymphatischen Systems bei, sondern wirken sich auch direkt auf die Behandlung aus. Die Krebsliga hat ihm den Robert Wenner-Preis 2021 für junge Krebsforschende in der Schweiz verliehen.

Die Arbeitstage von Davide Rossi sind gut gefüllt – und lang: Vormittags behandelt er als stellvertretender Leiter der Abteilung für Hämatologie des Istituto di Oncologia della Svizzera italiana (IOSI) Patientinnen und Patienten, die an einem Lymphom erkrankt sind. Unter diesem Fachbegriff gruppiert die Medizin eine Reihe verschiedener Krebserkrankungen, die auf das unkontrollierte Wachstum von Abwehrzellen im Blut, sogenannten Lymphozyten, zurückgehen.

Breite Expertise im Team

Nachmittags wechselt Rossi dann ins Labor, wo er eine zehnköpfige Forschungsgruppe leitet. Zu seinem Team gehören Ärztinnen und Ärzte, aber auch Bioinformatiker, Biologinnen und Laboranten. «Als Gruppe verfügen wir

über eine sehr breite Expertise. Das bereichert den Austausch – und bringt uns weiter», sagt Rossi. Mit seinem Team geht er vertieft den Fragen nach, auf die Rossi im Kontakt mit seinen Patientinnen und Patienten stösst.

Dabei gelangen die Forschenden um Rossi immer wieder zu Antworten, die einen direkten Einfluss auf die Behandlung von Patientinnen und Patienten haben. Und zwar nicht nur am IOSI: Mehrere von Rossis Erkenntnissen sind als Anleitungen in internationale Behandlungsrichtlinien eingeflossen – und tragen dadurch weltweit zu besseren Therapieentscheidungen bei. Um die Verdienste von Rossi zu würdigen, hat ihm die Krebsliga den Robert Wenner-Preis 2021 verliehen (siehe Kasten).

Der 47-jährige, im norditalienischen Borgomanero geborene Mediziner hat an der Università del Piemonte Orientale studiert. Und dort danach auch einen naturwissenschaftlichen Dokortitel in experimenteller Medizin erworben. Unter der Führung von Gianluca Gaidano – «meinem Mentor», sagt Rossi – steigt er rasch die akademische Leiter hoch: Rossi wird 2008 zum Assistenzprofessor und 2014 zum ordentlichen Professor für Hämatologie ernannt.

2015 wechselt er ans IOSI, doch seine Forschungsinteressen bleiben sich gleich: «Wir möchten die Bedeutung von neu entdeckten genetischen Läsionen in die klinische Praxis übertragen», hält Rossi auf der Website seiner Forschungsgruppe fest. Die genetischen Läsionen entsprechen Fehlfunktionen in bestimmten Genen, die als sogenannte Treibermutationen die Krebserkrankung auslösen – und die Lymphozyten entarten lassen.

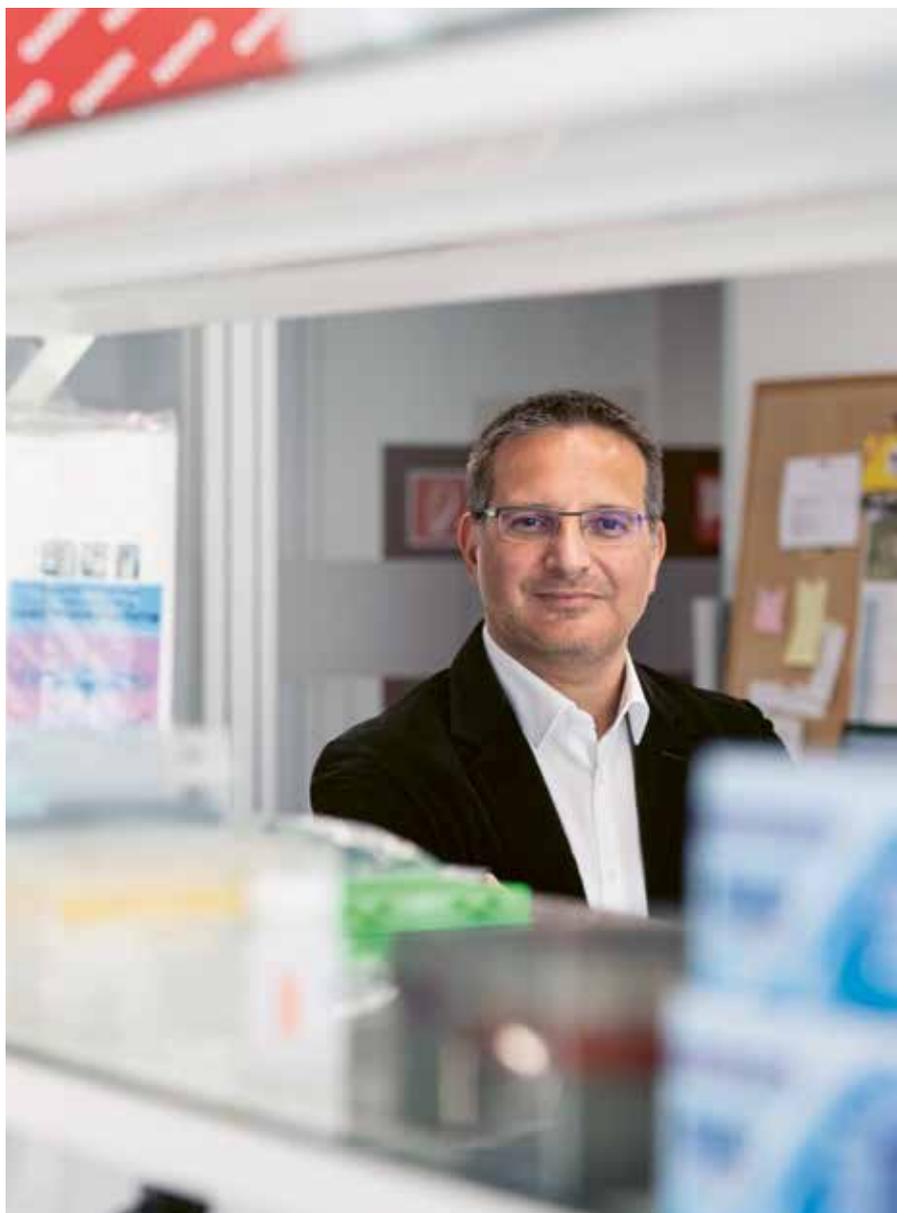
Nachweisbare Spuren im Blut

«Wenn man die Ursache kennt, kann man gezielter gegen die Erkrankung vorgehen», sagt Rossi. Doch mitunter ist es schwierig, die genetischen Ursachen eines Lymphoms zu erkennen. Jedenfalls waren sie beim sogenannten Hodgkin-Lymphom noch bis vor sechs Jahren unbekannt. «Das liegt daran, dass nur ein Prozent der Zellen in den geschwollenen Lymphknoten Krebszellen sind», sagt Rossi. Die anderen 99 Prozent sind normale Abwehrzellen, die von den Krebszellen angelockt werden – und sich um sie versammeln.

Die Analysen solcher Lymphknoten sind deshalb nur in seltenen Fällen aussagekräftig. Rossi und seine Mitarbeitenden haben jedoch herausgefunden, dass das Hodgkin-Lymphom nachweisbare Spuren im Blut hinterlässt: Aus den Krebszellen entweicht

Robert Wenner-Preis

Der 1979 verstorbene Basler Gynäkologe Robert Wenner hat als Legat einen Preis zur Förderung herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Bereich der Krebsforschung gestiftet. Die Krebsliga verleiht den mit 80 000 Franken dotierten Robert Wenner-Preis seit 1983 in jährlichem bis zweijährlichem Abstand. Das Geld wird für ein laufendes Forschungsprojekt verwendet.



Davide Rossi in seinem Forschungslabor in Bellinzona

deren Erbgut, wenn sie von den normalen Abwehrzellen abgetötet werden. Untersuchungen der sogenannten zirkulierenden Tumor-DNA geben nicht nur Aufschlüsse über die Art der genetischen Läsionen. «Uns interessiert auch die Menge zirkulierender Tumor-DNA. Sie zeigt, wie gut eine Therapie anschlägt – und ob sie bei Bedarf angepasst werden muss», sagt Rossi.

Für eine andere Krebsart – die transformierte chronische lymphozytische Leukämie – hat Rossi mit seinen Kol-

leginnen und Kollegen Tests entwickelt, deren Resultate darüber Auskunft geben, wie nah verwandt die verschiedenen Krebszellen untereinander sind. Dieses Wissen beeinflusst die Therapiewahl: Krebsbetroffene, deren Tumorzellen nicht (oder nur entfernt) miteinander verwandt sind, profitieren von einer Chemotherapie ohne Antikörper. Eine enge Verwandtschaft – oder in anderen Worten: eine hohe genetische Übereinstimmung im Erbgut – der Krebszellen hingegen deutet auf eine aggressive Erkrank-

kung hin, die mit einer kombinierten Chemoimmuntherapie behandelt werden sollte.

Direkten Bezug zur klinischen Praxis

In zahlreichen Projekten verfolgen die Forschenden um Rossi viele verschiedene Fragestellungen. Gemeinsam ist diesen Vorhaben, dass sie einen direkten Bezug zur klinischen Praxis haben. «Wir bauen Brücken zwischen unseren Resultaten und den Entscheidungen, die es in der Klinik zu fällen gilt», sagt Rossi. Diese translationale Forschung hat oft einen schweren Stand, weil sie weder zur klinischen Forschung noch zur Grundlagenforschung gehört – und deshalb zwischen Stuhl und Bank zu fallen droht.

Den vielen Spenderinnen und Spendern, die seine Projekte finanziell unterstützen, ist er sehr dankbar. «Forschung kostet viel Geld», sagt Rossi. «Doch die Erfahrung zeigt, dass Investitionen in die Krebsforschung eine Erfolgsgeschichte sind: Die Aussichten und die Lebensqualität zahlreicher Krebsbetroffener haben sich in den letzten Jahrzehnten dramatisch verbessert.»

Lernende Maschinen gegen Krebs

Immer leistungsfähigere Rechner und eine rasant wachsende Ansammlung digitaler Krankheitsdaten, die es optimal auszuwerten gilt: Das sind die beiden Hauptfaktoren für die stetig wachsende Bedeutung von künstlicher Intelligenz in der Krebsforschung. Doch was genau leisten die komplexen Algorithmen?

Immer mehr der rund 200 Fördergesuche, die jährlich von Forschenden bei der Krebsforschung Schweiz und der Krebsliga Schweiz eingereicht werden, befassen sich mit Anwendungen der künstlichen Intelligenz. Das ist ein klarer Beleg für die zunehmende Bedeutung dieser Methoden in der Bekämpfung von Krebs. Und ein Anlass, hier anhand von Einblicken in drei beispielhafte Projekte eine Art Zwischenbilanz zu ziehen: Wie funktionieren die Algorithmen für maschinelles Lernen, welche Aufgaben übernehmen die lernenden Maschinen schon jetzt – und was verspricht sich die Forschung von ihnen in Zukunft?

Nach verborgenen Mustern oder Gesetzmässigkeiten suchen

Auch wenn sich die einzelnen Projekte von ihrem Ansatz und ihrer Zielsetzung her von Grund auf unterscheiden, geht es beim maschinellen Lernen eigentlich immer um das Gleiche: Rechner durchforsten einen für Menschen unübersehbaren Datenwust. Das können biografische Angaben, genetische Informationen oder auch Röntgenbilder oder Mikroskopieaufnahmen sein.

In diesem Datenmeer suchen die Maschinen dann nach verborgenen Mustern oder Gesetzmässigkeiten, die es ihnen ermöglichen, eine Klassifikation vorzunehmen und verschiedene Gruppen zu bilden. Zum Beispiel Personen hinsichtlich einer bestimmten Krebserkrankung in verschiedene Risikoklassen einzuteilen oder aus Bildern von Gewebebiopsien herauszulesen, wie aggressiv oder fortgeschritten ein Tumor ist.

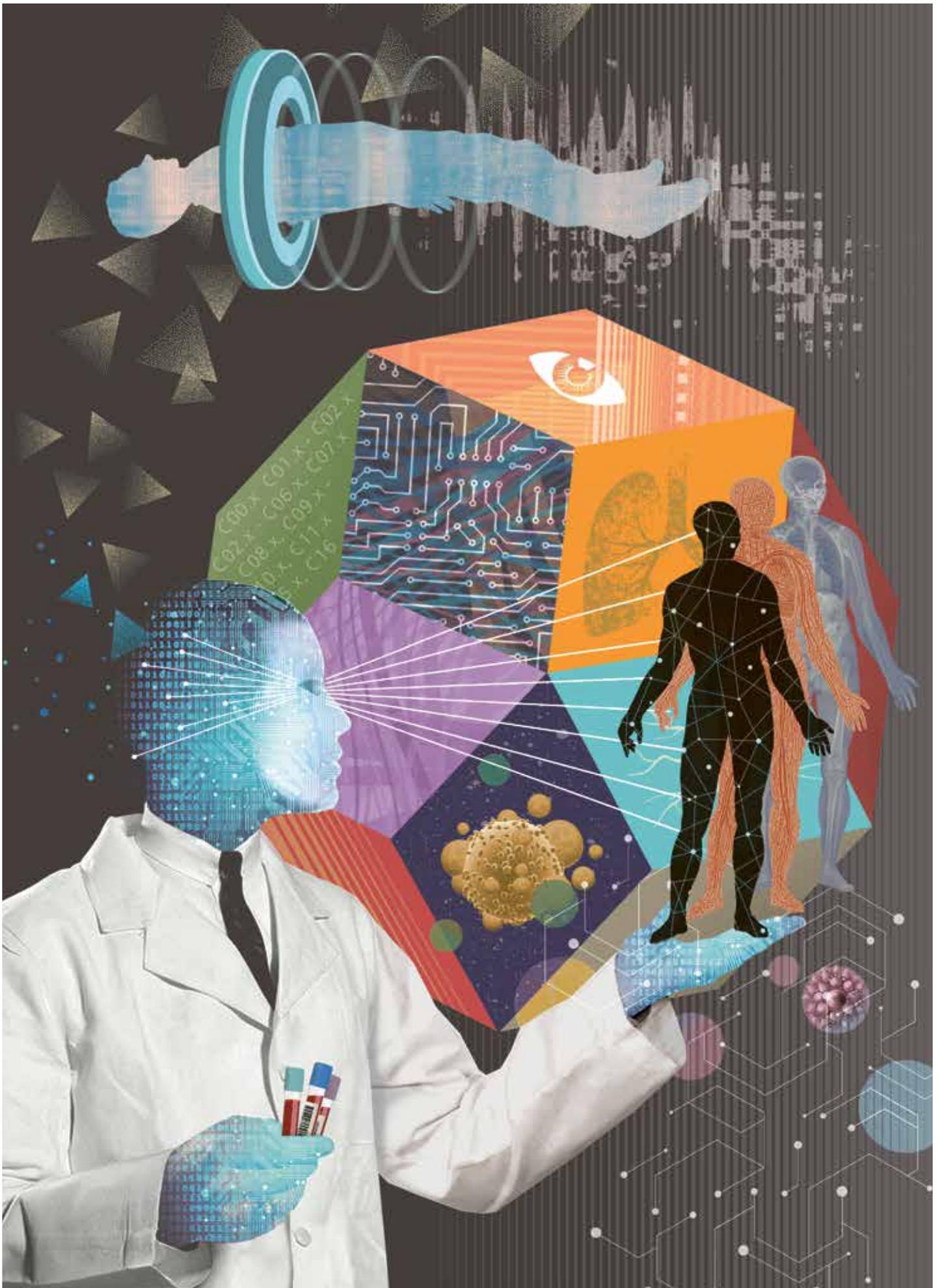
Dabei weiss die lernende Maschine zu Beginn noch nichts. Sie braucht in der ersten Phase ihrer Suche nach Mustern im Datenmeer einen sogenannten Trainingsdatensatz. Hier sind die Antworten schon bekannt. Sie geben der lernenden Maschine vor, wie sie ihre Auswertungen und Berechnungen zu kalibrieren hat. Am Schluss dieser Prozedur kann man die Maschine mit

neuen Daten füttern: Denn sie hat gelernt, wie sie diese analysieren soll. Der springende Punkt bei diesen Algorithmen für maschinelles Lernen liegt darin, dass der Mensch nur den Input (und während des Trainings auch den Output) vorgibt. Was jedoch zwischen Eingabe und Resultat geschieht und wie die Maschine auf welche Muster in den Daten stösst, ist unbekannt.

Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit

In einem von der Krebsforschung Schweiz unterstützten Projekt hat der Biostatistiker Chang Ming von der Universität Basel dieses Verfahren verwendet, um das individuelle Rückfallrisiko von Brustkrebspatientinnen zu berechnen. Die in den vergangenen Jahrzehnten entwickelten statistischen Vorhersagemodelle können eine erneute Erkrankung nur in etwa zwei von drei Fällen korrekt vorhersagen. «Das ist nur wenig besser als der Wurf einer Münze», sagt Ming.

Zusammen mit seinen Kolleginnen und Kollegen setzte er die im schweizerischen Krebsregister enthaltenen Daten über die Krankheitsgeschichte mehrerer Tausend Frauen verschiedenen Algorithmen für maschinelles





Künstliche Intelligenz ist keine Science-Fiction, sie spielt schon im heutigen klinischen Alltag eine Rolle.

Lernen vor. Tatsächlich gelang es den trainierten Algorithmen, eine erneute Brustkrebserkrankung in 90 Prozent der Fälle vorherzusagen. «Das ist eine bemerkenswerte Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit», sagt Ming.

Seine Ergebnisse seien auch für die Brustkrebsvorsorge von Bedeutung, meint Ming. Denn sie legten nahe, dass ungefähr 10 bis 15 Prozent der Frauen in der Schweiz aufgrund ihres erhöhten Risikos schon vor ihrem 50. Altersjahr vorsorglich untersucht werden sollten, um eine allfällige Erkrankung in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen. Dann sind die Chancen auf eine erfolgreiche Behandlung oder sogar Heilung noch viel grösser.

Komplexes Geschehen im Tumor und seiner Umgebung

Auch Inti Zlobec, Professorin für digitale Pathologie an der Universität Bern, beschäftigt sich in ihrer Forschungsarbeit intensiv mit künstlicher Intelligenz. Ihre Begeisterung für das Thema – und für die vielen Möglichkeiten, die sich mit den lernenden Algorithmen eröffnen – ist im Gespräch deutlich zu spüren. Zlobec teilt die

vielen Anwendungen, in denen maschinelles Lernen an ihrem Institut zum Zug kommen, grundsätzlich in zwei Kategorien ein: Diagnostik und Forschung.

«Im diagnostischen Bereich geht es vor allem darum, die Arbeit der Pathologinnen und Pathologen zu unterstützen», sagt Zlobec. Beim Dickdarmkrebs müssten sich ihre Kolleginnen und Kollegen zum Beispiel mehrere Dutzend Bilder von Lymphknoten anschauen, die aus dem herausoperierten Gewebe stammen. Um ihnen einen Teil dieser ermüdenden Arbeit abzunehmen, können Algorithmen, die auf die Erkennung von Krebszellen spezialisiert sind, die zahlreichen unverdächtigen Bilder aussortieren – und die Aufmerksamkeit der Fachpersonen gezielt auf diejenigen Knoten richten, in denen sich eventuell schon ein Ableger des Tumors (eine sogenannte Metastase) gebildet hat.

Andere Algorithmen haben von Zlobec und ihrem Team gelernt, die Umrandung des Tumors in den gefärbten Gewebeschnitten von Dickdarmkrebsbiopsien nachzuzeichnen. Diese Umrandungen geben Aufschluss über die Aggressivität eines Tumors. Denn es gibt Tumoren mit einer glatten Oberfläche. Zlobec zeigt ihre geschlossene Faust und sagt: «Sie wachsen wie ein

kleiner Ball.» Dann spreizt sie ihre Finger: «Andere Tumoren bilden Knospen an der Oberfläche, bei solchen Fällen ist die Prognose deutlich schlechter.»

Für den Forschungsbereich haben Zlobec und ihr Team eine Datenbank aufgebaut, in der sich schon über 100 000 Bilder dieser gefärbten Gewebeschnitte befinden. Die Datenbank wächst täglich weiter, denn in ihr landen die histologischen Bilder aller Biopsien, die den Patientinnen und Patienten im Inselspital zur Diagnose ihres kolorektalen Karzinoms entnommen werden.

Im Labor stanzen die Forschenden um Zlobec die interessanten Bereiche aus den Gewebeschnitten, um das komplexe Geschehen im Tumor und seiner unmittelbaren Umgebung detailliert zu untersuchen. So heben sie mit weiteren Färbungen etwa bestimmte Proteine hervor, die über die Wechselwirkungen zwischen den Tumorzellen und ihren Nachbarzellen Auskunft geben – und die funktionell am Krankheitsgeschehen beteiligt sind.

Die Überlagerung mehrerer solcher Bilder schafft «hoch dimensionale Protein-Analyse-Daten», wie Zlobec erklärt. Jetzt müssen sich lernende Algorithmen durch diese hoch dimensionalen Daten kämpfen, um das Zusammenspiel der Zellen bis in vielfältige molekulare Verästelungen aufzuschlüsseln. Dadurch sollen sie dereinst die Prognose von Dickdarmkrebspatientinnen und -patienten verfeinern – und die behandelnde Ärzteschaft darüber informieren, welche Behandlung bei welcher Patientin und welchem Patienten am erfolgversprechendsten ist.

Wertvolle Unterstützung und Ergänzung

Das tönt zwar noch nach Zukunftsmusik. Doch «künstliche Intelligenz ist keine Science-Fiction, sie spielt schon im heutigen klinischen Alltag eine Rolle», sagt Mark Rubin. Er ist Direktor des Departements für biomedizinische Forschung der Universität Bern. Die weitverbreitete Befürchtung, dass die Maschinen vielleicht schon bald menschliche Ärztinnen und Ärzte ersetzen, teilt Rubin nicht: «Das höre ich schon seit bald 30 Jahren, aber ich sehe immer noch keine Anzeichen, dass das auch wirklich passiert.»

Vielmehr sieht Rubin – genau wie Inti Zlobec – die intelligenten Maschinen als wertvolle Unterstützung und Ergänzung der Ärzteschaft an. In seinem aktuellen, von der Krebsforschung Schweiz unterstützten Forschungsprojekt sollen lernende Algorithmen klinische und molekulare Daten mit digitalen Bildern kombinieren, um rasch herauszufinden, ob die Hormontherapie bei Patienten mit fortgeschrittenem Prostatakrebs anschlägt. «In der

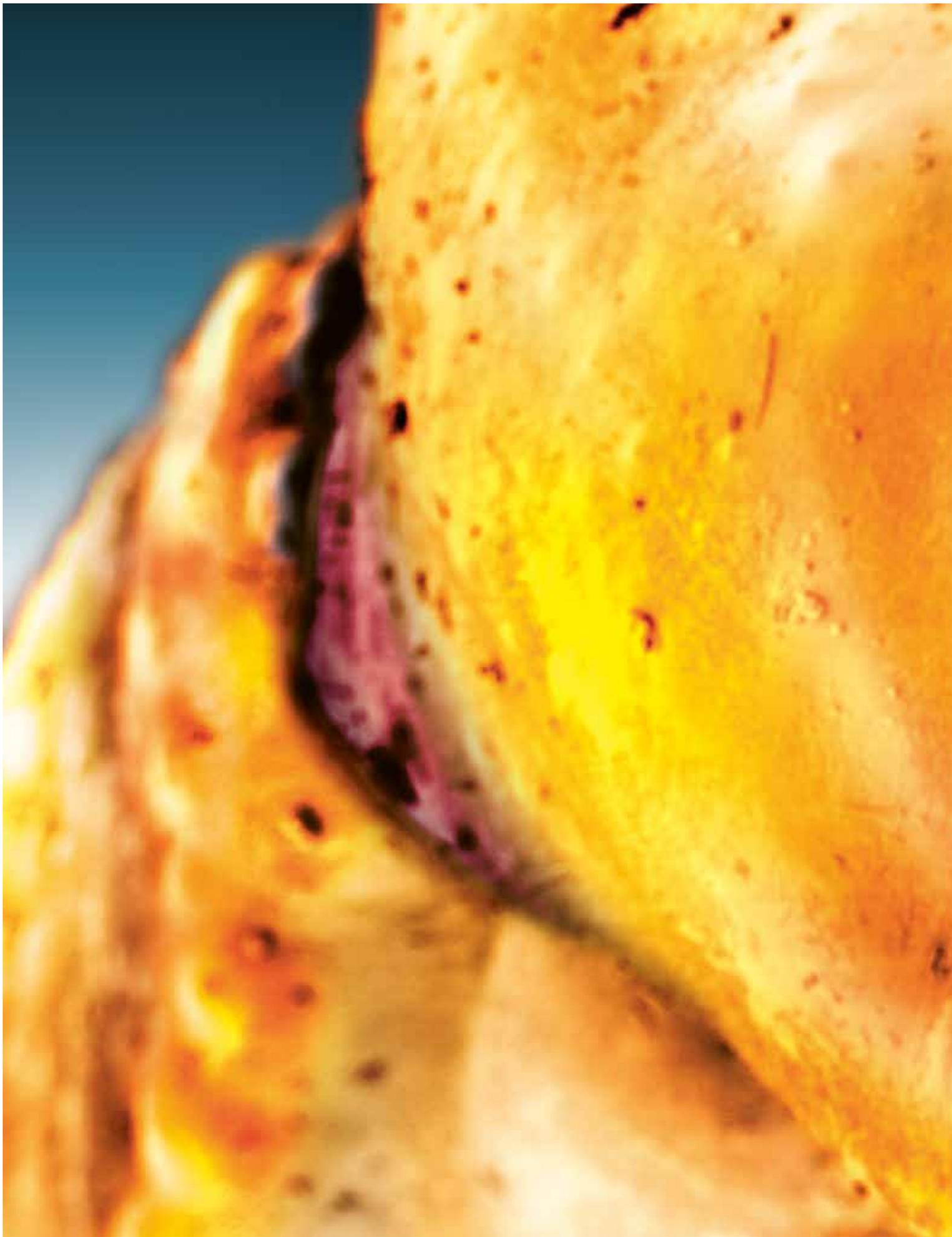
Klinik herrscht diesbezüglich eine grosse Verwirrung. Wir wissen schlicht nicht, warum die Therapie bei jemandem wirkt, bei einem anderen jedoch nicht», sagt Rubin.

Die Forschenden um Rubin hoffen, dass die Algorithmen in den klinischen Daten Muster finden, die sich dem menschlichen Analysevermögen entzogen haben und mit den aktuellen Standarduntersuchungen bisher unerkannt geblieben sind. Im Idealfall, meint Rubin, liessen sich diese Muster nachvollziehen. Dann könnten die Algorithmen neue Aspekte in der Biologie des fortgeschrittenen Prostata-tumors erklären. «Doch selbst wenn



Lernende Algorithmen unterstützen die Arbeit der Pathologinnen und Pathologen.

wir die Muster nicht verstehen, aber die künstliche Intelligenz uns bei der Therapiewahl helfen kann, ist sie immer noch ein nützliches Werkzeug», sagt Rubin.





Immuntherapien gegen Tumoren im Gehirn

Das langfristige Ziel ist klar: eine Behandlung gegen Glioblastome, die tödlichste Form von Hirntumoren. Doch der Weg zum Ziel ist lang und verworren. Er durchläuft mehrere Schlaufen – und nutzt einige überraschende Gemeinsamkeiten von Menschen und Hunden.

Es braucht einen langen Atem – und Beharrlichkeit. Im Labor am Institut für Labortierkunde der Universität Zürich geht es um Zellen, die miteinander kommunizieren. Und die (zumindest für Laien) alle genau gleich aussehen. Während der Arbeit blicken die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tief durch ihre Mikroskope – ohne dabei jedoch ihr klares Ziel aus den Augen zu verlieren: «Wir haben bei unserer Arbeit immer die Patientinnen und Patienten im Kopf», sagt Johannes vom Berg.

Unterdrückte Immunreaktion

Der Neuroimmunologe forscht mit seiner Gruppe an neuen Behandlungsmöglichkeiten für Glioblastome, die häufigste und aggressivste Form von Hirntumoren, auf die die Medizin bis heute leider noch keine passende Antwort gefunden hat. Grosse Hoffnungen setzte die Medizin in die Immuntherapien, die sich nicht gegen die Krebszellen selbst richten, sondern das körpereigene Abwehrsystem stärken und es auf die Bekämpfung der Krebszellen ausrichten. Dass sich diese Hoffnungen bei Glioblastomen bisher nicht erfüllt haben, liegt auch daran, dass es «im Gehirn zu einer Unterdrückung der Immunreaktion gegen den Tumor kommt», sagt vom Berg.

Im Zentrum seiner Arbeiten, die von der Krebsforschung Schweiz gefördert werden (siehe Kasten), steht ein Molekül namens Interleukin-12, kurz IL-12. Es aktiviert ruhende Immunzellen und spielt bei der Abwehr von sogenannten intrazellulären Erregern (zum Beispiel Viren) eine entscheidende Rolle. «Wenn IL-12 fehlt, gerät eine Infektion mit solchen Erregern ausser Kontrolle», sagt vom Berg.

Eine Entzündung verursachen

Dabei haben die infizierten Zellen mit Krebszellen vor allem eines gemeinsam: «Sie müssen möglichst rasch vom Immunsystem abgetötet werden», erklärt der Forscher. Wie erste Untersuchungen an Mausmodellen gezeigt haben, ist IL-12 tatsächlich in der Lage, eine Entzündung in Gehirntumoren zu verursachen – und damit die erwünschte Vernichtung der Krebszellen einzuleiten, die ansonsten, also ohne IL-12, unterdrückt wird.

Diese vielversprechenden Resultate ebneten in den 1990er-Jahren auch ersten klinischen Versuchen mit diesem Molekül den Weg. Allerdings mussten die Versuche aufgrund der starken Nebenwirkungen, die bei zwei Patienten sogar zum Tod führten, frühzeitig abgebrochen werden. In diesen frühen Studien wurde das IL-12 in eine Vene injiziert – und löste deshalb im ganzen Körper entzündliche Reaktionen aus.

Doch vom Berg und sein Team möchten die Wirkung des Moleküls auf die Umgebung des Tumors begrenzen. Sie haben es deshalb so verändert, «dass es im Gehirn verbleibt und bei einem Übertritt ins Blut schnell abgebaut wird», schreibt vom Berg im Abschlussbericht seines kürzlich beendeten Projekts.

Krebskranken Hunden helfen

Ihr neues, für die Behandlung von Glioblastomen optimiertes IL-12 haben vom Berg und seine Mitarbeitenden patentieren lassen. Doch bevor sie es in einer klinischen Studie erstmals Menschen verabreichen, müssen sie ihr gentechnisch verändertes Molekül zuerst an Tieren testen. Wer jetzt an

Hochwertige Forschungsförderung

Für die finanzielle Unterstützung durch die Krebsforschung Schweiz ist vom Berg sehr dankbar. Doch als er sein Gesuch bei der Stiftung eingegeben hat, ist ihm auch etwas anderes aufgefallen. «Die Krebsforschung Schweiz hat eine klare Mission. Und sie prüft das Gesuch sehr seriös und sorgfältig», sagt Johannes vom Berg. «Ich habe die zuweilen auch kritischen Bemerkungen von bis zu sechs verschiedenen Expertinnen und Experten zurückerhalten – und fand die Kommentare sehr hilfreich. Eine solche Breite der Begutachtung ist einzigartig in der hiesigen Forschungsförderungslandschaft.»



Johannes vom Berg und seine Mitarbeiterin Barbara Zimmermann am Institut für Labortierkunde der Universität Zürich

Mäuse oder Ratten denkt, liegt bei diesem Projekt falsch. Das Team um vom Berg versucht mit seinem Wirkstoff krebserkrankten Hunden zu helfen. «Das fühlt sich gut an», sagt vom Berg. «Als vierbeinige Begleiter des Menschen werden auch Hunde alt»,

fährt er fort. Und mit zunehmendem Alter steige bei ihnen wie bei uns auch das Risiko, an Krebs zu erkranken. Mit ihrer Studie an Hunden, die an Hirntumoren leiden, wollen vom Berg und sein Team gleich zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: Indem

sie den Weg für eine mögliche Behandlungsoption für Hunde bereiten, wollen sie gleichzeitig «eine Vorhersage der Wirksamkeit beim Menschen ermöglichen», erklärt vom Berg.

Strich durch die Rechnung

Die veterinärmedizinische Studie hätte eigentlich in Grossbritannien stattfinden sollen, doch dann machten der Brexit und später auch noch das Coronavirus einen dicken Strich durch diese Rechnung. Doch das Team um vom Berg liess sich dadurch nicht entmutigen und forschte vorerst in eine andere Richtung weiter. Die Forschenden haben die Zeit genutzt, um zu prüfen, welche der sieben schon vorhandenen und für die Behandlung von krebserkrankten Menschen zugelassenen immuntherapeutischen Medikamente auch bei Hunden wirken. Erstaunlicherweise entfesselt einer dieser sogenannten Checkpoint-Blocker auch die Immunzellen von Hunden.

«Damit haben wir ein Medikament identifiziert, das sich für eine Kombinationstherapie mit unserem modifizierten IL-12 eignet», sagt vom Berg. In den letzten beiden Jahren hat er ein Spin-off-Unternehmen gegründet und auch Kontakte mit Personen am Tierspital Zürich sowie mit Forschenden in Italien, Spanien und den USA geknüpft, um die Weiterentwicklung von Immuntherapien gegen Hirntumoren – sowohl für Hunde als auch für Menschen – voranzutreiben.

Die Darmkrebsvorsorge verbessern

Der Darmkrebs gehört hierzulande zu den drei tödlichsten Krebsarten, weil er leider oft zu spät erkannt wird. Um die Vorstufen der Erkrankung zuverlässiger als bisher aufspüren zu können, entwickeln von der Krebsforschung Schweiz unterstützte Forschende neue Untersuchungsmethoden.

Jedes Jahr sterben rund 1700 Menschen in der Schweiz an Darmkrebs. «Das muss nicht sein», sagt der Gastroenterologe Kaspar Truninger. «Denn in einem frühen Stadium ist die Erkrankung heilbar.» Allerdings verursacht sie dann noch keine Symptome – und bleibt deshalb in vielen Fällen unerkannt. Das will Truninger ändern: Er analysiert die molekularen Spuren, die ein sich entwickelnder Tumor im Erbgut hinterlässt, lange bevor er sich durch Krankheitserscheinungen wie langanhaltende, krampfartige Bauchschmerzen erkennbar macht.

Spuren im Erbgut lesen und verstehen

Die wichtigsten Untersuchungsmethoden zur Früherkennung von Darmkrebs sind der Blut-im-Stuhl-Test und die Darmspiegelung. Ist der Blut-im-Stuhl-Test auffällig, ist eine Darmspiegelung, eine sogenannte Koloskopie, angezeigt, bei der die Ärztin oder der Arzt das Innere des Darms begutachtet – und dabei auch allfällige Tumorstufen, die Polypen, entfernen kann. Truninger und seine Kolleginnen und Kollegen aus Basel und Lugano haben vor sieben Jahren begonnen, eine beachtliche Sammlung von über 1600 Darmschleimhautproben anzulegen. Die Proben stammen von Personen, die sich einer solchen Darmspiegelung unterzogen haben.

Seither beugen sie sich mit den modernsten Methoden der Molekularbiologie über das in den Proben enthaltene Erbgut. Bei den Spuren, die das Team um Truninger lesen und ver-

deuten, ist alles andere als trivial. Dementsprechend stützt sich das Team um Truninger für die Analyse der riesigen Datenmenge auch auf maschinelles Lernen ab.



Wir wollen die Spuren lesen und verstehen, die ein sich entwickelnder Tumor im Erbgut hinterlässt, lange bevor er sich durch Krankheitserscheinungen erkennbar macht.

stehen will, handelt es sich um sogenannte epigenetische Methylierungsmuster. Methylgruppen sind kleine Anhängsel, die markieren, wann welche Gene in einer Zelle aktiv oder inaktiv sind. Tatsächlich werden im Dickdarm zahlreiche vor Darmkrebs schützende Gene mit zunehmendem Alter stillgelegt.

Truninger spricht von einer Methylierungssignatur, die sich im Laufe des Lebens verändert. Dabei auseinanderzuhalten, welche Muster zu einem gesunden Alterungsprozess gehören und welche hingegen auf eine besorgniserregende Entwicklung zu einer Darmkrebskrankung – auf eine sogenannte präkanzeröse Läsion – hin-

In den Darmfalten versteckte Polypen

Mit diesen Methoden der künstlichen Intelligenz können die Forschenden aus den Spuren im Erbgut der gesunden Darmschleimhaut in etwa drei von vier Fällen korrekt ableiten, ob im entsprechenden Darmabschnitt eine präkanzeröse Läsion vorliegt oder nicht, wie Truninger im Abschlussbericht seines Projekts schreibt. Der Darmspezialist hofft, dass sich diese Unterscheidungsgenauigkeit mit noch mehr Daten auf über 90 Prozent steigern lässt. «Ab dann wird es klinisch relevant», sagt Truninger. Denn mit solchen hohen Werten könnte die Methode die Früherkennung von Darmkrebs verbessern. Heute bleiben schätzungsweise 5 Prozent der grösseren Polypen und bis zu 20 Pro-

zent der kleineren Polypen bei einer Koloskopie unentdeckt, weil sie sich in den Darmfalten verstecken. «Sie werden verpasst», sagt Truninger.

Das kann böse Folgen haben, weil bei einer unauffälligen Darmspiegelung die nächste Vorsorgeuntersuchung erst in zehn Jahren wieder ansteht. «In diesem Intervall kann sich aus den verpassten Vorstufen ein Krebs entwickeln», sagt Truninger. Ihm schwebt

vor, dass die Ärzteschaft in Zukunft nicht nur Koloskopien vornimmt, sondern gleichzeitig auch das Erbgut einer Gewebeprobe aus der Darmschleimhaut untersuchen lässt. «Wenn die epigenetische Signatur auf das Vorhandensein einer Läsion hindeutet, dann sollte das Intervall bis zur nächsten Darmspiegelung verkürzt werden», hält Truninger fest.



Der Darmspezialist Kaspar Truninger mit dem Monitor für die Darmspiegelung

Wiedereintritte ins Spital vermeiden

Wenn Patientinnen und Patienten kurz nach dem Austritt wieder zurück ins Spital müssen, ist das nicht nur für sie selbst, sondern auch für ihre Angehörigen sehr belastend. Deshalb sollte die behandelnde Ärzteschaft – insbesondere bei Personen mit einem erhöhten Rehospitalisationsrisiko – schon während des Spitalaufenthalts vermehrt nach Anschlusslösungen suchen.

Wer als Patientin oder Patient ein Spital verlässt, will nicht schon bald wieder zurück müssen. «Es ist wichtig, Rehospitalisationen zu reduzieren, da sie für die Patientinnen und Patienten und ihre Angehörigen eine hohe Belastung darstellen», sagt Tristan Struja. Der Mediziner hat – im Rahmen seines von der Krebsforschung Schweiz geförderten Forschungsprojekts – untersucht, wie gut sich das Rehospitalisationsrisiko von Krebspatientinnen und -patienten voraussagen lässt.

es sich auch, jemanden einige Tage länger im Spital zu behalten, wenn sich dadurch ein Wiedereintritt vermeiden lasse.

Wissenschaftlich abgestützte Risikokalkulation

Mit seinen Kolleginnen und Kollegen vom Kantonsspital Aarau hat Struja die anonymisierten elektronischen Krankenakten von mehr als 10 000 Patientinnen und Patienten durchforstet, die in den Jahren 2016 bis 2018 im Spital behandelt wurden. Und auf der Basis

den grossen Datensatz aus Aarau) mit beiden Arten der Risikokalkulation einen Wiedereintritt in 70 bis 80 Prozent der Fälle korrekt vorhersagen.

Bisher habe sich die Ärzteschaft bei der Einschätzung des Risikos für einen Wiedereintritt vor allem auf das Bauchgefühl abgestützt. «Manchmal wollen auch Patientinnen und Patienten sowie deren Angehörige das erhöhte Risiko nicht wahrhaben», sagt Struja. «Für uns Ärztinnen und Ärzte ist es dann einfacher zu argumentieren, wenn die Risikoeinschätzung wissenschaftlich erfolgt ist.»

Wertvolles Planungsinstrument

Doch darüber hinaus sieht Struja die Risikostratifizierung auch als wertvolles Planungsinstrument an. Zu oft werde während des Spitalaufenthalts die Versorgung nach dem Austritt vernachlässigt, schreiben die Forschenden um Struja in einem kürzlich veröffentlichten Fachbeitrag. Dabei habe eine frühzeitige und effiziente Planung der Zeit nach dem Spital das Potenzial,



Während des Spitalaufenthalts wird zu oft vernachlässigt, was danach folgt, etwa ein Aufenthalt in einer Reha-Klinik oder eine Übergangspflege.

Wenn man schon im Voraus wisse, wer innerhalb von 30 Tagen wieder ins Spital aufgenommen werde, könnte man gezielt nach Anschlusslösungen suchen, sagt Struja. «Das kann ein Aufenthalt in einer Reha-Klinik, eine Spitex-Betreuung oder eine Übergangspflege sein.» Manchmal lohne

der medizinischen Vorgeschichte – also der Diagnose und allfälliger Nebenerkrankungen – einen Risikowert errechnet.

«Wir haben zwei Berechnungsmethoden miteinander verglichen: eine Jahrzehnte alte statistische Methode, die logistische Regression, und eine moderne Methode, die auf maschinelles Lernen setzt», sagt Struja. Sie seien auf vergleichbar gute Resultate gestossen und könnten (bezogen auf



Tristan Struja vor der Notfallaufnahme des Kantonsspitals Aarau

die Ressourcen der Akutversorgung zu optimieren und Wiedereintritte sowie häufige Verlegungen von Patientinnen und Patienten zu vermeiden.

Struja ist froh, dass er – dank den Spenderinnen und Spendern – sein Projekt durchführen konnte. Aktuell bildet er sich in den USA weiter aus, doch während seiner Zeit am Kantonsspital Aarau war er für seine Forschungsaktivitäten auf externe finan-

zielle Unterstützung angewiesen. «Ich bin allen dankbar, die mit ihrem Beitrag eine unabhängige Forschung ermöglichen», sagt Struja.

Ein gutes Selbstwertgefühl am Lebensende

Von der Krebsforschung Schweiz unterstützte Forschende haben am Universitätsspital Genf einen Ansatz erprobt, um existenzielle Ängste von Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittener Krebserkrankung zu lindern. Die Coronapandemie hat das Unterfangen erheblich erschwert.

Menschen mit Krebs im fortgeschrittenen Stadium müssen mit anhaltenden körperlichen und psychischen Belastungen umgehen. Der Krankheitsverlauf wirft aber oft auch existenzielle Fragen auf. «Bisher konzentrierte sich die Pflege vor allem auf die Bewältigung von krankheitsbedingten körperlichen Beschwerden», sagt Gora Da Rocha. Die Pflegewissenschaftlerin hat zusammen mit der Palliativmedizinerin Sophie Pautex einen Leitfaden namens «Revie⊕» entwickelt. Er bietet Pflegefachpersonen eine Orientierung, um in Gesprächen mit Krebsbetroffenen an deren Lebensende verstärkt

auch die existenziellen Ängste und Sorgen angehen zu können (siehe Kasten).

Diesen Leitfaden haben Da Rocha und Pautex in ihrem kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt getestet. Sie wollten in erster Linie wissen, ob «Revie⊕» das Selbstwertgefühl und die Lebenszufriedenheit der Patientinnen und Patienten stärken kann. Tatsächlich wiesen die Resultate ihrer Studie in diese Richtung, erzählt Da Rocha. Die mit verschiedenen Fragebögen ermittelten Ergebnisse auf der Selbstwert- oder Lebenszufriedenheitsskala waren nach den Gesprächen

allerdings nur geringfügig besser als vor den Gesprächen. «Die Unterschiede liegen unterhalb der Schwelle für statistische Signifikanz», sagt Da Rocha.

Beziehungen vertiefen

Dass die Resultate nicht klarer ausgefallen sind, sei auf mindestens zwei Gründe zurückzuführen, argumentieren die beiden Forscherinnen. Erstens hatten alle Teilnehmenden schon zu Beginn der Studie ein hohes Selbstwertgefühl, das lässt wenig Raum für Verschiebungen nach oben. «Vielleicht hatten Menschen mit einem geringeren Selbstwertgefühl weniger Interesse, an unserer Studie teilzunehmen», sagt Da Rocha. Und zweitens: «Unser psychosoziales Forschungsprojekt wurde leider stark von Covid-19 beeinträchtigt», sagt Pautex. Die Studie sei im Jahr 2019 sehr gut angelaufen, musste dann aber im Frühling 2020 während des Lockdowns einen mehrmonatigen Unterbruch hinnehmen.

Die pandemiebedingte Mehrbelastung des Pflegepersonals trug dazu bei, dass die Weiterführung der Studie unter erschwerten Umständen erfolgte – und schliesslich nur 71 (statt wie

Rückblick mit Fokus auf die individuellen Stärken und Ressourcen

«Revie⊕» leitet Pflegefachpersonen an, in mehreren Gesprächen mit Patientinnen und Patienten einen Rückblick auf das Leben zu werfen, bei dem nicht die durch die Krankheit verursachten Probleme und Schwierigkeiten, sondern die individuellen Ressourcen und Stärken der erkrankten Person im Vordergrund stehen. So geht es in den Gesprächen zwischen den Betroffenen und den Pflegefachpersonen explizit auch um positive Veränderungen, die die Krankheit ausgelöst hat, etwa eine grössere Wertschätzung für das Leben oder ein bewussteres Wahrnehmen der eigenen Endlichkeit. Zur Sprache kommen auch Ereignisse im Leben der kranken Person, auf die sie besonders stolz ist. Auf der Basis all dieser Informationen entwirft die Pflegefachperson dann ein sehr persönliches Heft, das die Betroffenen auf Wunsch verändern und ergänzen. Am Schluss steht den Patientinnen und Patienten eine liebevoll gestaltete Broschüre zur Verfügung, die ihnen als eine Art Vermächtnis hilft, ihren Angehörigen wichtige Botschaften mitzuteilen – und in Frieden Abschied zu nehmen.

vorgesehen 102) Patientinnen und Patienten am Versuch teilnehmen konnten. Doch Pautex und Da Rocha finden es ermutigend, dass ihre Studie in einer anderen Hinsicht ein Erfolg war: Die für die Studie eigens geschulten Pflegefachpersonen gaben an, dass sich die Beziehungen zu den Kranken dank dem «Revie⊕»-Leitfaden vertieft haben.

Projekte ermöglichen, die sehr nah am echten Leben sind

«Dass sie sich selbst als «Reviettes» bezeichneten, zeigt, wie sehr sie sich für die Studie engagierten», schreiben Da Rocha und Gora im Abschlussbericht ihres Projekts. Die beiden Forscherinnen möchten nun als Nächstes den Leitfaden in den pflegerischen Alltag der palliativmedizinischen Betreuung am Universitätsspital Genf überführen. «Wir arbeiten hierfür eng mit der Abteilung für Onkologie zusammen», sagt Pautex.

Da Rocha und Pautex betonen, dass sie für die Unterstützung, die sie von den Spenderinnen und Spendern erhalten haben, sehr dankbar sind. Dass auch Forschungsprojekte wie das ihre unterstützt würden, sei nicht selbstverständlich. Dazu braucht es Organisationen wie die Krebsliga Schweiz und die Krebsforschung Schweiz, die eine sehr breite Vielfalt von Projekten förderten, meint Pautex. Doch es lohne sich, den Fokus in der Krebsfor-



Gora Da Rocha (links) und Sophie Pautex am Bett einer Patientin

schung auszuweiten. «Es geht eben nicht nur darum, die Wirkung neuer Medikamente zu testen, sondern auch darum, Projekte zu ermöglichen, die komplexe Interventionen prüfen – und sehr nah am echten Leben sind», sagt Pautex.

«Wir bewegen uns im Reich der Vermutungen»

Die Ursachenforschung sei ein schwieriges Terrain, sagt der Biostatistiker Ben Spycher. Mit seinem Team nutzt er die einmalige Datenlage in der Schweiz, um zur Klärung der vielen noch offenen Fragen beizutragen.

Ben Spycher, mit ihrem Team untersuchen Sie unter anderem die Ursachen von Leukämien bei Kindern. Wie viele Blutkrebsfälle lassen sich auf Umweltfaktoren zurückführen?

Das ist eine schwierige Frage, denn wir kennen die Antwort schlicht nicht. Bei den meisten Umweltfaktoren sind wir noch weit vom Nachweis einer gesicherten Kausalität entfernt. Der einzige Umweltfaktor mit eindeutig belegter Ursache-Wirkungs-Beziehung ist die ionisierende Strahlung. Dass diese hochenergetische Strahlung Blutkrebs verursacht, wissen wir aufgrund von Bevölkerungsdaten aus Japan, die nach dem Abwurf der Atombomben gesammelt wurden.

Die allgemeine Bevölkerung ist glücklicherweise viel niedrigeren Strahlungsdosen ausgesetzt. Dass auch solche kleinen Dosen Krebs auslösen können, ist zwar naheliegend, aber noch nicht eindeutig nachgewiesen. Schätzungen aus Grossbritannien und Frankreich zufolge könnte die natürliche Strahlung für etwa 20 Prozent aller Leukämien bei Kindern verantwortlich sein.

Welcher ionisierenden Strahlung ist die allgemeine Bevölkerung ausgesetzt?

Einerseits der Strahlung aus natürlichen Quellen, zu der etwa die kosmische Strahlung wie auch jene von Radon und die Gamma-Strahlen aus dem Boden gehören. Und andererseits der Strahlung, die für die medizi-

nische Diagnostik erzeugt und verwendet wird. Vor 30 Jahren machte die medizinisch-diagnostische Strahlung nur einen kleinen Teil der Belastung aus, heute trägt sie vielerorts fast gleich viel dazu bei wie die natürliche Strahlung. Selbstverständlich sind bildgebende diagnostische Verfahren für die Medizin enorm wichtig, aber wir dürfen das zusätzliche Risiko, das mit jedem Röntgenbild oder CT-Scan verbunden ist, nicht aus den Augen verlieren, auch wenn die Zunahme der Strahlung bisher nicht zu einem Anstieg der Blutkrebsneuerkrankungen geführt hat.

Welche anderen Umweltfaktoren spielen bei der Entstehung von Blutkrebs eine Rolle?

Hier bewegen wir uns im Reich der Vermutungen, auch wenn sich die Evidenz in Sachen Luftverschmutzung zusehends erhärtet. Wir wissen etwa aus Daten von beruflich exponierten

Personen, dass Benzol bei Erwachsenen akute myeloische Leukämie auslösen kann. Es ist anzunehmen, dass das auch für Kinder gilt, womöglich schon bei viel kleineren Dosen. Tatsächlich weisen verschiedene Studien in diese Richtung, auch wir haben ein erhöhtes Blutkrebsrisiko von Kindern errechnet, deren Mütter beruflich Lösungsmitteln und dem darin enthaltenen Benzol ausgesetzt waren.

Benzol ist auch Bestandteil von Abgasen und gehört somit auch zur verkehrsbedingten Luftbelastung, die sich erwiesenermassen negativ auf die Gesundheit auswirkt. Aber dieser Effekt lässt sich nicht auf eine einzelne Substanz zurückführen, denn der Verkehr produziert auch Feinstaub und eine Reihe verschiedener Karzinogene, die alle gleichzeitig auf uns einwirken.



Dass hochenergetische Strahlen Blutkrebs verursachen, wissen wir aufgrund von Daten, die nach dem Abwurf der Atombomben in Japan gesammelt wurden.



Forschung zu Krebs bei Kindern

Ben Spycher hat zuerst an der ETH Zürich Agrarökonomie studiert und zwei Jahre am internationalen Institut für Viehzuchtforschung in der westafrikanischen Republik Niger gearbeitet. Dann hat er an der Freien Universität Berlin ein Statistikstudium angehängt und anschliessend am Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern in Epidemiologie doktoriert, wo er seit 2012 eine Gruppe leitet, die sich mit der Erforschung der Ursachen von Krebs bei Kindern beschäftigt. Seine Mitteilung an die Spenderinnen und Spender: «Ein riesiges Merci! Ohne diese finanzielle Unterstützung könnten wir nicht die Forschung machen, die wir machen.»

Ben Spycher vom Institut für Präventiv- und Sozialmedizin der Universität Bern

In Ihrer kürzlich abgeschlossenen, von der Krebsliga Schweiz geförderten Studie interessierten Sie sich für den Einfluss von UV-Licht.

Ja, ultraviolettes Licht ist kurzwelliger und energiereicher als das Licht aus dem sichtbaren Spektrum, aber es gehört immer noch in den Bereich

der nichtionisierenden Strahlung. Einige Studien haben UV-Licht in einen Zusammenhang mit den Melanom- und Non-Hodgkin-Lymphom-Erkrankungsraten gestellt, die seit den 1980er-Jahren steigen. Doch andere Studien scheinen eher einen möglichen schützenden Effekt des Son-

nenlichts zu belegen. In der Literatur herrscht diesbezüglich also Uneinigkeit.

Wir haben hier in der Schweiz eine einmalige Datenlage: Wir haben räumlich gut aufgelöste Modelle, die aus einem dichten Netz aus Wettermess-

werten abgeleitet sind. Und wir können die Angaben von der Volkszählung mit denjenigen im nationalen Kinderkrebsregister verbinden. So stehen uns Daten aller 8 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner, einschliesslich 1,3 Millionen Kinder, zur Verfügung. Dieser reiche Datensatz ist ein leistungsstarkes Instrument. Wir haben gewissermassen ein Teleskop zur Verfügung. Deshalb sollten wir es auch anschalten und hindurchschauen, um zur Klärung dieser Frage beizutragen.

Was haben Sie dank Ihrem Blick durchs Teleskop gefunden?

Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen. Die ersten vorläufigen Analysen weisen jedoch in die Richtung, dass die UV-Strahlen der Sonne wahrscheinlich keinen Blutkrebs verursachen. Eher umgekehrt, sie scheinen sogar einen leicht protektiven Effekt zu haben.

Das tönt nach einer Entwarnung. Doch gleichzeitig heisst dieses Resultat, dass Sie noch keine Antwort auf die Frage gefunden haben, was Leukämien verursacht.

Ja, die Ursachenforschung ist ein schwieriges Terrain, auch weil in unserem Leben so vieles gleichzeitig passiert. Wir sind nicht nur dem Sonnenlicht oder allfälligen Schadstoffen in der Atemluft ausgesetzt, auch die Genetik und unser Verhalten haben einen Einfluss auf das Krebsrisiko. Diese Einflüsse können wir nicht einfach aus den Daten herausputzen. Aber wir versuchen, in unseren Analysen so gut es geht für die anderen Faktoren zu korrigieren.

Es ist ein steiniger Weg, aber jemand muss ihn gehen. Mich motiviert dabei, dass der Weg verschiedentlich – etwa im Fall von Rauchen – tatsächlich schon zum Erfolg geführt hat. Gerade das Beispiel vom Rauchen zeigt, dass das Anhäufen von Evidenz oft auch auf Widerstand trifft. Die Tabakindustrie hat während Jahrzehnten Zweifel gestreut, aber irgendwann war das Gewicht der Evidenz so gross, dass sich auch die letzten Zweifel auflösten.

Hat sich aufgrund Ihrer Beschäftigung mit Umweltrisiken Ihre eigene Risikowahrnehmung verändert?

Ja, ich denke, ich habe einen viel differenzierteren Zugang zur Beurteilung von Risiken gefunden und das Bild vom absoluten Risiko mehr verinnerlicht: In einem Jahr erkranken 6 von 100 000 Kindern an einer Leukämie. Das absolute Risiko ist also sehr klein – und auch wenn es doppelt so gross wäre, wäre es immer noch klein. Trotzdem nehme ich eine Veränderung dieses Risikos ernst. Sie würde auch in meine Kosten-Nutzen-Rechnung einfliessen, wenn ich etwa eine Kita bauen müsste. Das würde ich nicht an einer viel befahrenen Strasse oder in unmittelbarer Nähe zu einer Autobahn machen, sondern lieber einige Hundert Meter weit davon entfernt.



Danke für Ihre Spende!



Wir sind für die Unterstützung der Spenderinnen und Spender sehr dankbar. Organisationen wie die Krebsliga Schweiz und die Krebsforschung Schweiz fördern eine breite Vielfalt von Projekten – auch solche, die sehr nah am echten Leben sind.



Sophie Pautex
Leiterin des palliativmedizinischen Dienstes
an den Universitätsspitalern in Genf
(S. 36/37)

Wissen gegen Krebs

Hinter jeder Erkrankung steckt eine ganz persönliche, bewegende Geschichte, hinter jedem Forschungsprojekt ein engagierter Mensch, der ein klares Ziel verfolgt. Die Podcastserie «Wissen gegen Krebs» beleuchtet beide Perspektiven. Sie macht nicht nur die Arbeit von Forschenden greifbar, sondern zeigt auch auf, wieso Krebsforschung so wichtig ist: Die Ergebnisse tragen zu besseren Behandlungsaussichten bei.

Jeden Monat wird eine neue Folge ausgespielt. Möchten auch Sie Reinhören und den Podcast abonnieren?



www.krebsforschung.ch/podcasts



Ein riesiges Merci an die Spenderinnen und Spender! Ohne diese finanzielle Unterstützung könnten wir nicht die Forschung machen, die wir machen.



Ben Spycher
Biostatistiker und Forschungsgruppenleiter
an der Universität Bern
(S. 38 bis 40)



Ich bin allen dankbar, die mit ihrem Beitrag eine unabhängige Forschung ermöglichen.



Tristan Struja
Oberarzt am Notfallzentrum
des Kantonsspitals Aarau
(S. 34/35)



***Ich will mich bei allen Menschen bedanken,
die für die Krebsforschung spenden:
Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zum besseren
Verständnis einer Erkrankung, die ganz viele
verschiedene Menschen betrifft.***



Eliane Rohner
Ärztin und Forschungsgruppenleiterin
an der Universität Bern
(S. 20/21)



***Die Erfahrung zeigt,
dass Investitionen in die Krebsforschung
eine Erfolgsgeschichte sind:
Die Aussichten und die Lebensqualität
zahlreicher Krebsbetroffener
haben sich in den letzten Jahrzehnten
dramatisch verbessert.***



Davide Rossi
Hämatologe und Forschungsgruppenleiter
am onkologischen Institut in Bellinzona
(S. 22/23)

Wir brauchen Ihre Unterstützung!

In den letzten Jahrzehnten hat die Forschung zahlreiche Erkenntnisse über Krebserkrankungen gewonnen – und so entscheidend dazu beigetragen, dass die Überlebensaussichten vieler Krebsbetroffener deutlich gestiegen sind.

Allerdings fordert die Krankheit immer noch zu viele Leben. Und viele Fragen harren immer noch einer Antwort. Deshalb engagieren wir uns – dank Ihren Spenden – in der Forschungsförderung.

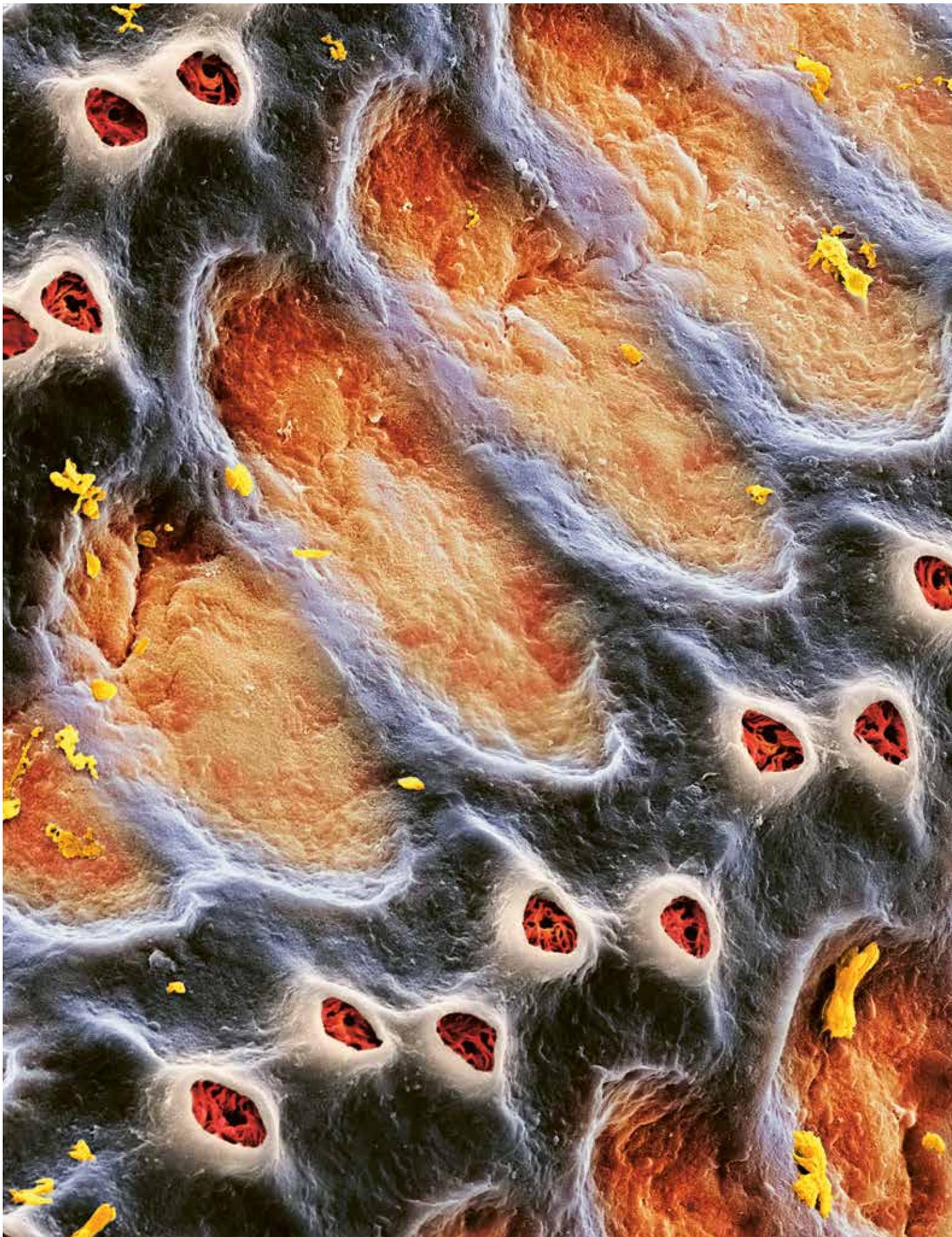
Im Kampf gegen die Erkrankung bleibt die Wissenschaft der beste Trumpf. Denn jeder Forschungserfolg nährt berechtigterweise die Hoffnung, dass uns auch weiterhin wichtige Fortschritte in der Behandlung und Bekämpfung von Krebs gelingen.

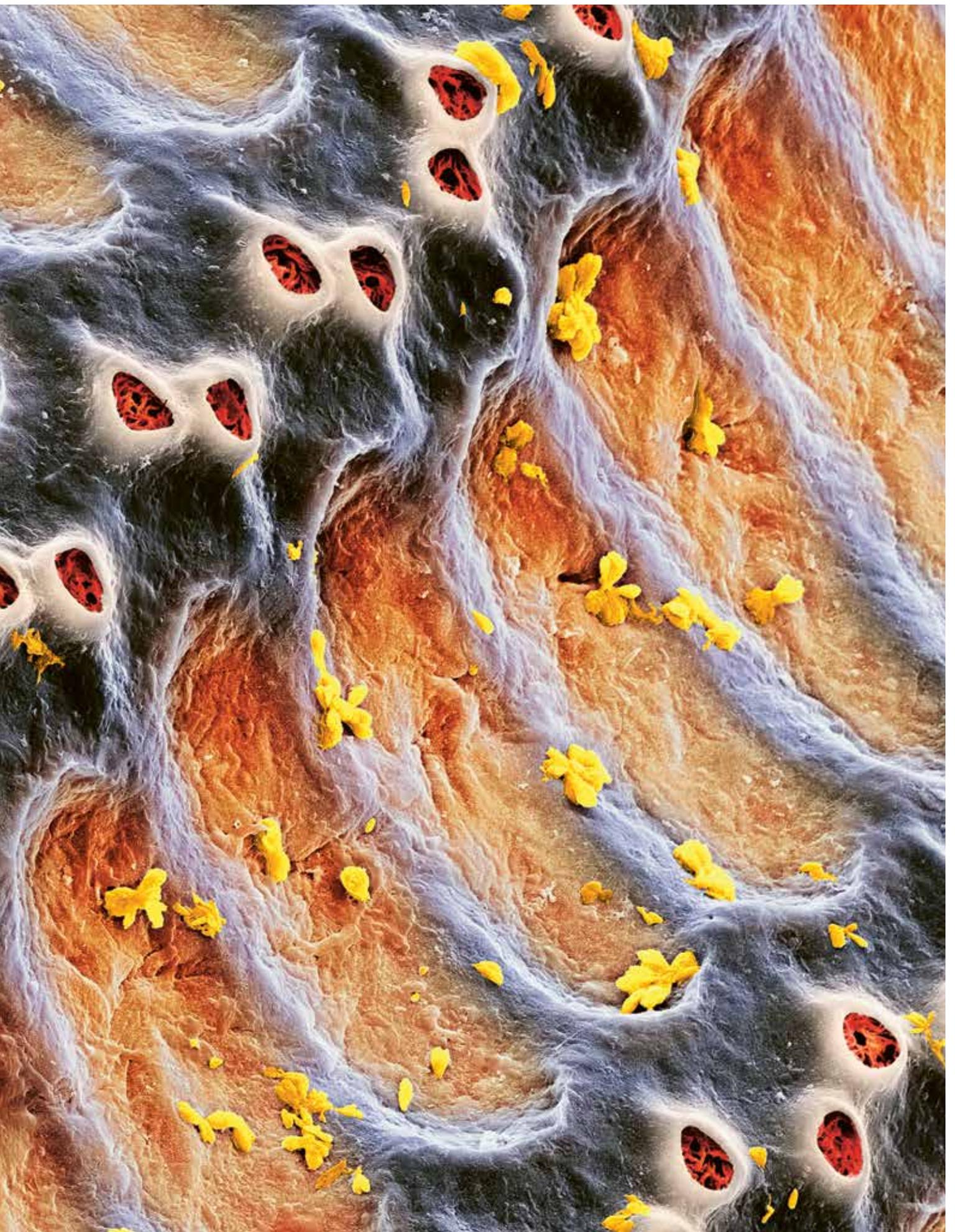
Helpen Sie uns, Fortschritte zu ermöglichen!

Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Spende!



www.krebsforschung.ch/spenden-report











Herausgeber und Bezugsquelle

Stiftung Krebsforschung Schweiz und Krebsliga Schweiz
Effingerstrasse 40, Postfach, 3001 Bern
Tel. +41 (0)31 389 91 16
scientific-office@krebsliga.ch
www.krebsforschung.ch
www.krebsliga.ch

Projektleitung und Redaktion

Ori Schipper, Science Writer, Bern

Konzept und Layout

Atelier Richner
www.atelierrichner.ch

Kolorierte Mikroskopiebilder

Martin Oeggerli
www.micronaut.ch

Porträtfotografien

Valérie Chételat
www.valeriechetelat.com
Zusätzliche Fotos von Severin Nowacki (S. 9), Adrian Moser (S. 17)
und Manuel Friederich (S. 35)

Illustration

Oreste Vinciguerra
www.ab-bild.ch

Übersetzung ins Französische

Sophie Neuberg
www.wortlabor-online.de

Korrektur und Druck

Stämpfli AG, Bern
www.staempfli.com

© Stiftung Krebsforschung Schweiz und Krebsliga Schweiz
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung

Artikel-Nummer: 011034024121

Erscheinungsdatum: September 2022

Auflage Deutsch: 3800 Ex. | Auflage Französisch: 1200 Ex.

Gedruckte Exemplare können über den Shop der Krebsliga Schweiz bestellt werden:

shop.krebsliga.ch

Dieser Bericht sowie frühere Ausgaben sind im PDF-Format zu finden unter:

www.krebsforschung.ch/forschungsbericht



