

#### **Menschliche Gewebeproben auf Glas**

Jedes Plättchen trägt ein hauchdünnes Scheibchen, das aus krankmachenden Tumoren geschnitten wurde. So entsteht ein Verzeichnis der Leiden – und eine Goldgrube für medizinische Datenmineure.

# Heilung nach Maß

---

Schnellere Computer und intelligente Datenverknüpfung ermöglichen erstmals einen völlig neuen Ansatz in der Heilkunde: die Präzisionsmedizin.

Der alte Traum von der personalisierten Therapie könnte damit endlich Wirklichkeit werden. Und unser Verständnis von Krankheiten grundlegend verändern.

*Text: Christian Heinrich*

*Fotos: Georg Oberweger*



FOTOS: GEORG OBERWEGER/PAGE SEVEN IMAGES



Volksleiden wie Diabetes  
oder Bluthochdruck sollen durch  
neue molekularbiologische  
Untersuchungen präziser diagnostiziert  
und wirksamer behandelt werden.



**Pipettieroboter  
bei der Arbeit**

Das Gerät beschleunigt die Untersuchung von Blutserum. So erfahren die Ärzte schneller, was ihren Patienten fehlt.

**I**N EINER GROSSSTADT in Europa plant eine Handvoll Terroristen, mit einer gigantischen Sprengladung sich selbst und alle Bewohner in die Luft zu jagen. Glücklicherweise erfährt die Polizei gerade noch rechtzeitig von der Bedrohung. Sie hat allerdings keine Ahnung, wo die Terroristen sind, wie sie heißen und wie sie genau aussehen. Sie weiß nur eines: dass sie zurzeit Bärte tragen. Weil man keine andere Wahl hat, lässt man kurzerhand alle Menschen mit Bart erschießen. Zehntausende Unschuldige sterben, und der Anschlag wird doch nicht sicher verhindert – schließlich kann es ja sein, dass sich ein Terrorist im letzten Moment den Bart noch abrasiert hat.

Ein Gedankenexperiment, das ziemlich absurd klingt. Dennoch beschreibt es exakt, wie derzeit in der modernen Medizin vorgegangen wird. „Leider ist es so“, sagt Lukas Kenner, Laborleiter am Ludwig-Boltzmann-Institut für Krebsforschung und Professor an der Medizinischen Universität in Wien. Da ist zum Beispiel die Chemotherapie gegen Krebs, mit der jährlich weltweit viele Millionen Patienten behandelt werden. Krebszellen teilen sich relativ häufig, so viel ist bekannt – auf diese Weise wächst etwa ein Tumor schnell und verdrängt und zerstört das Nachbargewebe. Also greift man zum Chemotherapeutikum, das all jene Zellen angreift, die sich rasch teilen. Doch das tun neben den Krebszellen auch andere Zellen im Organismus, darunter die Zellen in den Haarwurzeln, in der Verdauung und im Immunsystem. „Eine Chemotherapie erwischt eine Menge Tumorzellen, aber eben noch viel mehr andere Körperzellen. Das führt dazu, dass der Patient sich elend fühlt, seine Haare verliert, an Übelkeit und Erbrechen leidet, extrem anfällig gegenüber Infekten wird“, sagt Kenner. Man greife alles im Körper an, was sich schnell vermehrt, nur um einen bestimmten, zumeist nur wenige Millimeter großen Zellhaufen zu zerstören.

Medizin aus der Steinzeit, werden Ärzte womöglich schon in wenigen Jahren über die Chemotherapien von heute urteilen. Denn dann wird die sogenannte Präzisionsmedizin die Art, wie wir →

#### Datenmüll

Sieben Millionen Gewebeproben lagern in Europas größter öffentlicher Biobank in Graz. Jede einzelne kann den Schlüssel zur Heilung einer Krankheit liefern. Deshalb werden nur selten – wie hier – überzählige Probenträger aussortiert.



S 222772  
N.C. ant. G.  
S 222772  
N.C. ant. G.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

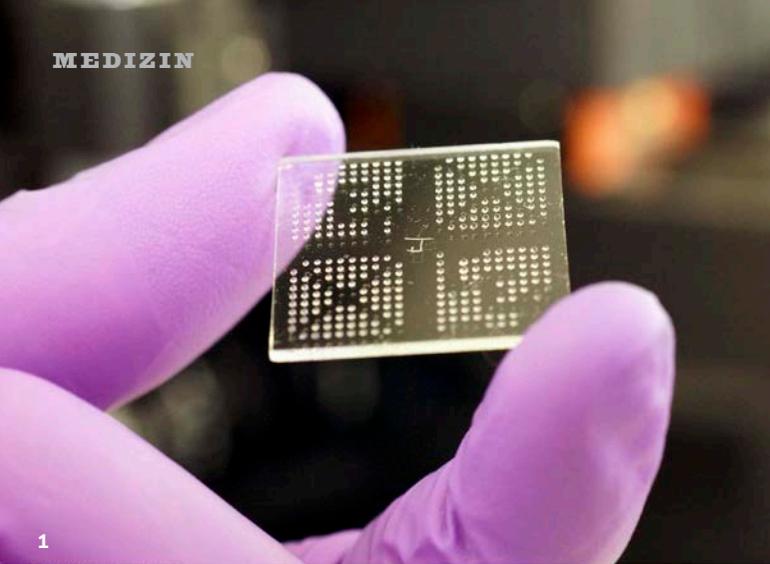
Handwritten text on a small white rectangular label.

Handwritten text on a translucent surface, possibly a name or date.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.

Handwritten text, possibly a name or date, written in black ink on a translucent surface.



**Innerhalb von Minuten filtert der Computer die relevante Information aus 23 Millionen Studien.**

über Gesundheit und Krankheit denken, grundlegend verändert haben. Und es sieht ganz danach aus, dass dies bald geschieht. „Wir stehen unmittelbar vor einem Umbruch“, prophezeit etwa der renommierte Biomediziner Keith Yamamoto von der University of California in San Francisco. Und es mag als Indiz für die Wichtigkeit des Themas gelten, dass US-Präsident Barack Obama am 20. Jänner dieses Jahres in seiner Rede an die Nation eine Präzisionsmedizin-Initiative ankündigte, „um die Heilung von Krankheiten wie Krebs und Diabetes in greifbare Nähe zu rücken“. 215 Millionen US-Dollar will der Präsident bis Ende 2016 dafür ausgeben.

Was Präzisionsmedizin ist und warum ihr eine so enorme Bedeutung beigemessen wird, lässt sich am Beispiel der Bekämpfung von Brustkrebs verstehen. Oder exakter: an der Behandlung ungefähr eines Fünftels aller Brustkrebsfälle. Die Tumorzellen von zirka 20 Prozent der Brustkrebspatientinnen nämlich tragen auf ihrer Außenseite besonders viele Moleküle vom Typ HER2/neu. Sie steuern unter anderem das Wachstum der Zelle und sorgen dafür, dass

der Tumor schneller wächst. In den vergangenen Jahren ist es zum Standard geworden, die Menge der HER2/neu Proteine auf den Tumorzellen zu bestimmen – und bei einer überdurchschnittlichen Anzahl Antikörper namens *Trastuzumab* einzusetzen, die zielgerichtet und präzise dieses Protein blockieren – und damit die Aussichten der

Patientinnen verbessern. Trastuzumab war eine der ersten praktischen Anwendungen von Präzisionsmedizin. Doch das ist erst ein Bruchteil dessen, was einmal möglich sein könnte. Das Entscheidende bei der Präzisionsmedizin ist, dass die Entdeckung einer Krankheit nicht das Ende der Diagnostik bedeutet, sondern sie eigentlich erst richtig in Gang setzt.

Jeder Tumor hat bestimmte molekulare Eigenschaften – einen eigenen Stoffwechsel, eine eigene Durchblutung, spezifische genetische Veränderungen. All diese Informationen klassifizieren ihn detaillierter, weit über eine simple Diagnose wie „Brustkrebs“ hinaus. So entsteht eine Vielzahl von Untergruppen. Der Vorteil dieser feineren Verästelung: Je größer das Wissen über den Feind, desto genauer lässt es sich auf ihn zielen. Am Ende sollte eine wirksamere Therapie gefunden sein, die noch dazu weniger Nebenwirkungen hat.

Dieses Prinzip der Präzisionsmedizin lässt sich im Grunde bei allen Krankheiten anwenden. Auch bei den großen Volksleiden Bluthochdruck und Diabetes arbeitet man bereits daran, die Diagnostik zu verbessern, um so die Behandlungen treffsicherer zu machen. Für die Patienten und das Gesundheitssystem wäre das eine Revolution. Und diesmal stehen die Chancen, dass sie tatsächlich stattfindet, ungleich höher als je zuvor.

Denn der Traum von der Heilung nach Maß existiert ja schon seit längerer Zeit. Bloß trat die Revolution, die man sich davon versprach, bisher nicht ein. Das lag vermutlich am Ansatz: Man wollte für jeden einzelnen Patienten anhand seines einzigartigen Genoms eine individuelle Therapie entwickeln. Doch was in der Theorie großartig

**1: DNA-Chip**  
Ein Glasplättchen und einiges Know-how reichen aus, um die Aktivität Dutzender Gene mit einem einzigen Test zu analysieren. Damit können Forscher die wahre Ursache einer Erkrankung finden.

**2: Im Bauch der Biobank**  
Zwischen den Regalen mit Abertausenden Gewebeproben haben nur autonome Roboter Zutritt. Denn nur der Steuercomputer weiß noch, was wo lagert.

**3: Gewebeträger vor dem Test**  
Die Diagnose Hals-Nasen-Ohren-Tumor ist viel zu unspezifisch für eine intelligente Behandlung. Deshalb werden hier kleinste Mengen des entnommenen Tumorgewebes untersucht. Ziel ist es, das am besten wirksame Medikament zu bestimmen.



klings, erwies sich in der Praxis als schwer umsetzbar: Die Erstellung einer auf Geninformation basierenden Therapie ist erstens so aufwendig, dass sie für viele Patienten wohl nie infrage gekommen wäre. Und zweitens waren auch die meisten experimentellen Ergebnisse enttäuschend. Entsprechend groß waren anfangs auch die Vorbehalte gegen die Präzisionsmedizin. Als sich aber durch neue Betrachtungsweisen – wie bei der Behandlung mit Trastuzumab – die ersten Erfolge einstellten, wurde schnell klar, dass dieser Ansatz zwar nicht ganz so visionär ist, gleichzeitig aber realistischer.

Wie schnell die Entwicklung in den vergangenen Jahren vorangeschritten ist, zeigt der Fall der Patientin Amy Li (Name von der Redaktion geändert). Die asiatisch-amerikanische US-Bürgerin und Nichtraucherin erkrankte im Jahr 2008 im Alter von 75 Jahren an einer speziellen Form von Lungenkrebs. Wie damals bei solchen Tumoren üblich, verschrieben ihr die Ärzte eine Chemotherapie und Bestrahlung. Doch nach einem Jahr war der Tumor wieder gewachsen. „In der Zwischenzeit hatte es bei den Behandlungsstandards Fortschritte gegeben“, sagt der Onkologe Sukumar Ethirajan vom Sarah Cannon Cancer Network am Menorah Medical Center in der Nähe von Kansas City, USA, der mit seinen Kollegen die Patientin betreute. „Man fand heraus, dass asiatische Menschen mit dieser Form von Lungenkrebs am besten auf ein Mittel namens *Erlotinib* ansprechen.“ Amy Li fiel nun in eine Untergruppe, die sich über die Herkunft definierte – und blieb nach der Behandlung fünf Jahre beschwerdefrei. Erst 2014 wuchs ihr Tumor erneut. Wieder hatte die medizinische Forschung in der Zwischenzeit neue Mög-

lichkeiten eröffnet. Die Experten entnahmen eine neue Gewebeprobe des Tumors und schickten sie zur Genanalyse an ein Speziallabor.

Eine solche Analyse bringt zwar jede Menge Informationen – aus ihnen jedoch etwas Nützliches herauszulesen, ist ein gewaltiger Aufwand: Zwischen 1.000 und 10.000 Veränderungen sind in den Genen eines Tumors gegenüber jenen des gesunden Gewebes feststellbar. Hätte Sukumar Ethirajan selbst versucht, die Genmutationen durchzugehen und in wissenschaftlichen Fachzeitschriften nach Hinweisen für ihre Bedeutung zu suchen, wäre er wohl Monate damit beschäftigt gewesen. Bei der Firma *Molecular Health*, die sich der Probe von Amy Li annahm, ist der gleiche Vorgang eine Sache von Minuten.

Das in Deutschland und den USA ansässige Unternehmen verfügt über eine Software und eine Datenbank, wie sie in dieser Kombination weltweit wohl einmalig sind. Zehntausende krankheitsrelevante Genmutationen hat man hier unter anderem gesammelt, Millionen wissenschaftliche Veröffentlichungen, Tausende zugelassene Arzneimittel und rund 10.000 klinische Studien. All diese Daten haben die IT-Spezialisten von Molecular Health in ein einheitliches Format gebracht und miteinander verknüpft, sodass sie für Computeranalysen lückenlos zur Verfügung stehen. „Das hat uns viele Jahre Arbeit gekostet und beschäftigt uns auch heute ständig“, sagt Alexander Picker, Executive Vice President bei Molecular Health. So pflegt man zum Beispiel kontinuierlich die Ergebnisse von aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen ein, die in Fachzeitschriften nur im Textformat vorliegen. „Dazu wandeln wir mit- →

**Die Software ermittelt, für welche Krankheiten ein Patient anfällig ist. Das verschafft den Ärzten Zeit zum Gegensteuern.**

hilfe von medizinischen Experten alle Informationen so um, dass unsere Software später automatisch erkennt, ob zum Beispiel eine bestimmte genetische Veränderung mit einer bestimmten Krankheit oder Medikamentenwirksamkeit verknüpft ist“, sagt Picker. Wenn Molecular Health

seine Software auf die Daten eines Patientengenoms ansetzt, findet diese etliche Therapieoptionen, unter Berücksichtigung der Ethnie, des Alters, des Geschlechts und weiterer Faktoren. Der Computer wirft jene Methoden aus, die den größten Erfolg versprechen. Diese Vorschläge

analysieren die Ärzte beim Unternehmen dann, bis sie schließlich eine solide Empfehlung an den behandelnden Arzt abgeben können. Eine Fabrik für Präzisionsmedizin.

Im Falle von Ami Li zeigte sich, dass der Tumor eine bestimmte Genmutation aufwies, die den Einsatz eines bestimmten Medikaments nahelegte. Der Zustand der Patientin besserte sich mit der gezielten Therapie kontinuierlich – bis die mittlerweile 82-jährige Frau vor wenigen Wochen an einem Schlaganfall verschied. Mit der Therapie oder dem Krebs hatte das aber wahrscheinlich nichts zu tun. Ohne die gezielt ausgewählte Behandlung wäre sie wohl schon früher verstorben.

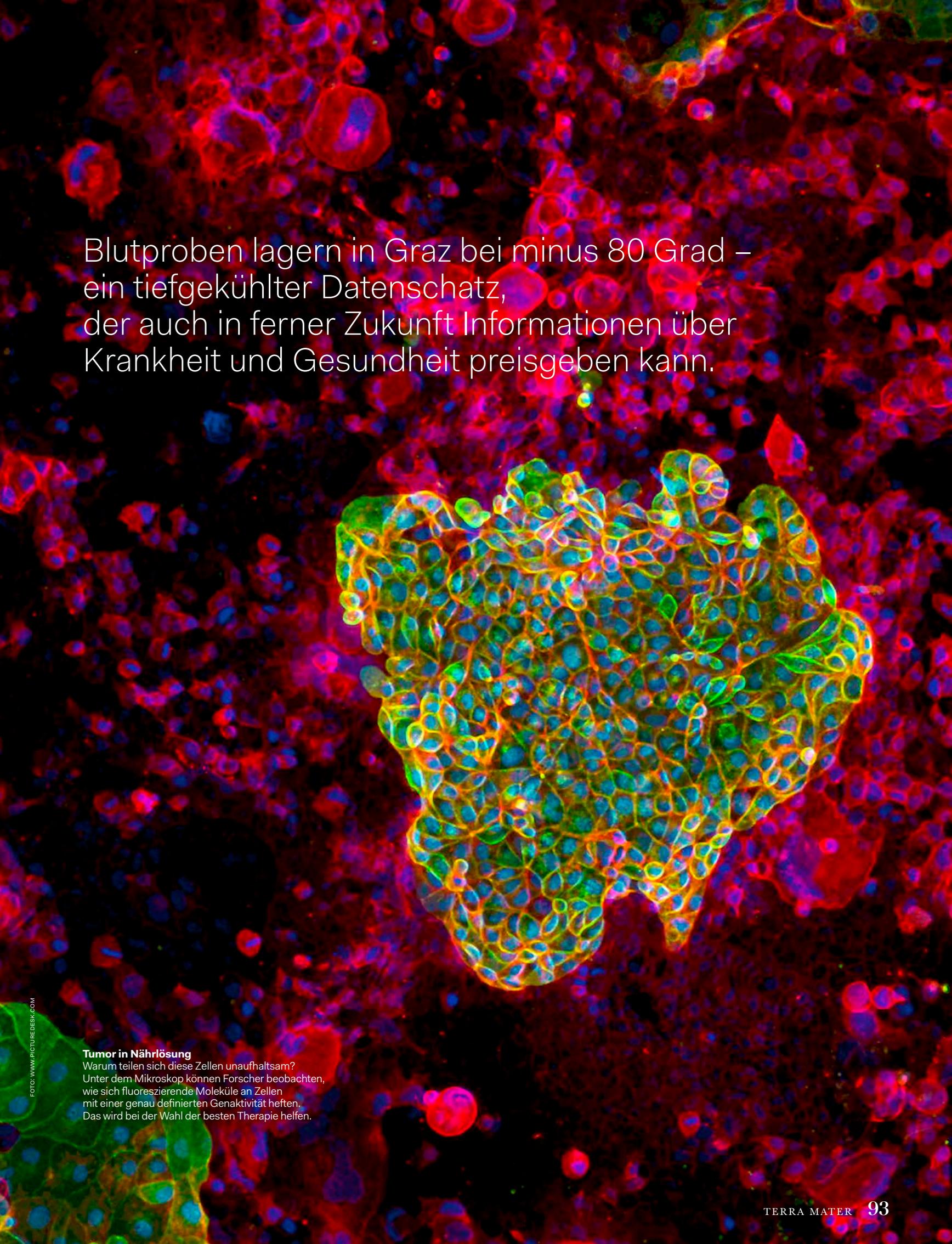
Das Zauberwort der Präzisionsmedizin heißt also *Big Data*. Im Grunde genommen steht man in dieser Entwicklung erst am Anfang. Mit hochspezialisierten Computerprogrammen versuchen die Forscher inzwischen, ganz neue Verbindungen in den riesigen Datenpools zu finden, neue Wirkstoffe, neue Ansatzpunkte. Die wesentliche Voraussetzung dafür ist nur eine möglichst große Menge an zuverlässigen Daten.

Die ist in Europa vor allem in Graz in Österreich zu finden – in der größten Biobank des Kontinents. Sieben Millionen medizinische Proben

lagern hier in einem modernen Speichertrakt – Gewebeprobe von Tumoren, kranken Organen, infizierten Zellverbänden. Dazu Blutproben, zumeist gleich mehrere eines Patienten zum Vergleich – etwa vor und nach einer Operation oder Chemotherapie. Darüber hinaus ist die komplette Krankheitsgeschichte jedes Patienten gespeichert. Die ältesten Proben sind mehr als 30 Jahre alt, Woche für Woche kommen neue hinzu. Sie kommen von Ärzten, die von Pathologen über die Art der Erkrankung ihrer Patienten Auskunft haben wollen. Üblicherweise werden solche Proben nach der Diagnose zerstört. In der Biobank Graz hingegen werden sie katalogisiert und sorgfältig gehortet, die Blutproben etwa bei minus 80 Grad Celsius, damit sie auch in Zukunft noch verwendbar sind.

Gemeinsam mit der Technischen Universität Graz entwickeln die Biobanker derzeit ein Computerprogramm, das alle Informationen, die in den Proben und Befunden stecken, nach Mustern durchsucht. Berthold Huppertz, Direktor der Biobank Graz, erklärt seine prinzipielle Arbeitsweise: „Wir fragen uns: Welche Befunde im Blut können Hinweise auf die Ursachen für Probleme der Immunabwehr oder Stoffwechselstörungen geben? Gibt es einen Zusammenhang zwischen speziellen Blutwerten und dem weiteren Verlauf bestimmter Erkrankungen? Wie ist Tumorgewebe beschaffen, bei dem ein bestimmtes Medikament besonders wirksam ist?“

Huppertz selbst forscht an sogenannten Spätgestosen, das sind von Bluthochdruck begleitete Krankheiten im letzten Drittel der Schwangerschaft, die für Mutter und Kind lebensgefährlich werden können – vor allem dann, wenn sie zu spät erkannt werden. „Ich suche deshalb in unseren Blutproben nach Parametern, die nur bei Frauen aufgetreten sind, die später an einer Gestose erkrankten“, erklärt Huppertz. „Wenn wir entsprechende Werte finden, könnte womöglich ein einfacher Bluttest schon früh in der Schwangerschaft die Ärzte über das Risiko einer Gestose informieren. Und manches Leben schon retten, bevor es richtig begonnen hat.“ →

A fluorescence microscopy image showing a large, dense cluster of cells in the center, with a distinct yellow-green outline. The surrounding field is filled with individual cells, some of which are brightly red and others blue, against a dark background. The overall appearance is that of a biological specimen, likely a tumor or a specific cell culture, being studied under a microscope.

Blutproben lagern in Graz bei minus 80 Grad – ein tiefgekühlter Datenschatz, der auch in ferner Zukunft Informationen über Krankheit und Gesundheit preisgeben kann.

**Tumor in Nährlösung**

Warum teilen sich diese Zellen unaufhaltsam? Unter dem Mikroskop können Forscher beobachten, wie sich fluoreszierende Moleküle an Zellen mit einer genau definierten Genaktivität heften. Das wird bei der Wahl der besten Therapie helfen.

## WIE PATHOLOGEN HEILEN HELFEN

Schon heute wollen Ärzte möglichst viel über ihren Gegner wissen.

DIE ERSTEN SCHRITTE in Richtung einer individualisierten Medizin sind längst getan. So gehört es heute zum Alltag im modernen Klinikbetrieb, dass noch während einer Krebsoperation krankes Gewebe auf seine Eigenschaften hin untersucht wird. In großen Häusern gibt es dafür eine **Rohrpost aus dem Operationssaal** direkt ins Labor

der Pathologen. Noch während der Patient in Narkose liegt und der Operateur kurz pausiert, charakterisieren sie das Gewebe und können vorhersagen, wie schnell der **Tumor wachsen wird** und wie hoch die Wahrscheinlichkeit für Metastasen ist. Diese Auskunft hilft den Ärzten, den weiteren Verlauf der Operation zu planen.

Noch mehr Arbeit für die Pathologen gibt es nach der OP. Mit Gewebeproben vom Tumor können sie das wirkungsvollste Medikament für den jeweiligen Patienten finden (siehe unten). Ähnlich wie heute bei der Auswahl von Medikamenten gegen das Aids auslösende HI-Virus vorgegangen wird: Hier dient eine Blutprobe als Ausgangsmaterial.

Auf der Suche nach der besten Arznei



**Blut-/Gewebeprobe**  
Die Diagnose steht fest, jetzt geht es um die beste Therapie.



**Vortest I**  
Für die Krankheit gibt es ein Standardmedikament. Wirkt es in diesem Fall?



**Testergebnis I**  
Die Untersuchung der Probe ergibt: Die Arznei ist nicht optimal.



**Vortest II**  
Eine zweite Arznei kommt auf den Prüfstand.



**Testergebnis II**  
Auch dieser Wirkstoff hilft nicht. Oder er ist sogar unverträglich.



**Vortest III**  
Eine dritte Arznei passt perfekt zu den Werten in der Probe.



**Resultat**  
Jetzt steht fest, womit dem Patienten am besten geholfen ist.



**Die Heilung**  
Der Patient hat sich viel erspart und wird rasch gesund.

Doch nicht alle Daten müssen über Jahrzehnte mühsam gesammelt werden. Vor allem im Bereich der Gensequenzierung ist die Biotechnologie mittlerweile so weit fortgeschritten, dass die meiste Arbeit der vergangenen Jahrzehnte heute in einer Woche erledigt werden könnte. Während beim „Human Genome Project“ noch Hunderte Wissenschaftler über Jahre zu tun hatten, um das erste menschliche Genom zu entschlüsseln, gibt es inzwischen Automaten, die das für etwas mehr als 1.000 US-Dollar in drei Tagen schaffen. Entsprechend euphorisch sind auch Unternehmen und Forschungsinstitutionen: Google etwa will Gendaten sammeln, um den gesunden Körper und damit die Entstehung von Krankheiten besser zu verstehen; die britische Regierung plant, in den nächsten Jahren 100.000 Genome von krebserkrankten Bürgern sequenzieren zu lassen.

Am gerade erst gegründeten Zentrum für Personalisierte Medizin (ZPM) in Tübingen ist das Genom der Patienten sogar nur ein Parameter unter vielen. Mediziner forschen hier an Leberkrebs, weltweit mit fast fünf Prozent aller Krebserkran-

kungen einer der häufigsten bösartigen Tumoren. Über die Gensequenzierung hinaus untersuchen die Wissenschaftler bei jedem Patienten auch etliche Blutwerte und analysieren mit bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie den Stoffwechsel des Tumors. „Wir kombinieren all diese Informationen“, sagt Nisar Malek, Professor für Innere Medizin am Universitätsklinikum Tübingen und einer der Koordinatoren des neuen Zentrums. „Im Laufe der Zeit wollen wir so neue Charakteristika der Tumore finden und für diese entsprechend gezieltere und wirksamere Therapien entwickeln.“ Patient für Patient bauen sich Malek und seine Kollegen auf diese Art ihren eigenen, hochspezifischen Datenpool auf – um später darin nach Therapien zu fischen.

Aber es geht auch einfacher. Nicht immer müssen die Forscher die Daten selbst sammeln wie in Graz oder in Tübingen oder sie mithilfe von Gensequenzierungsautomaten generieren. Viele nützliche Daten fallen gewissermaßen nebenbei an – in zentralen Krebsregistern, von Fachgesellschaften, Krankenkassen oder Gesundheitsbehörden –,

darunter auch simple, vergleichsweise oberflächliche Informationen wie etwa alle diagnostizierten Krankheiten jedes Patienten. Der Physiker und Ökonom Stefan Thurner von der Medizinischen Universität Wien wollte zeigen, dass auch solche Datensammlungen einen wahren Schatz an Erkenntnissen bergen, die sogar einen Blick in die Zukunft erlauben. Da hier das Volumen des Datensatzes besonders wichtig ist, hat sich Thurner gleich die Krankheiten einer ganzen Nation vorgenommen.

## Der Erfahrungsschatz wächst pro Jahr um etwa 100 Millionen Krankheitsdaten. Darin verborgen: das Beziehungsmuster vieler Krankheiten.

Jedes Mal, wenn in Österreich jemand mit dem Gesundheitswesen zu tun hat und eine Dienstleistung in Anspruch nimmt, die über die Krankenkassen abgerechnet wird, entsteht eine digitale Aktenzeile. Etwa 100 Millionen solcher Einträge sammeln sich pro Jahr. „Diese anonymisierten Daten haben wir als Grundlage genommen, um ein Netzwerk von Krankheiten zu erstellen“, sagt Stefan Thurner.

Das Bild, das er in seinem Büro anschließend mithilfe eines Beamers an die Wand wirft, sieht auf den ersten Blick aus, als hätte jemand mit einem Pinsel und vielen Farben gespielt: bunte Punkte verschiedener Größe, verbunden mit bunten dicken und dünnen Linien. „Jeder Punkt ist eine Krankheit. Je dicker er ist, desto mehr Menschen leiden darunter. Die Linien zeigen, dass und wie viele Menschen mehrere Krankheiten gleichzeitig haben“, erklärt Thurner. Zum Beispiel gibt es zwischen Diabetes und Bluthochdruck eine recht breite Linie, weil beide Krankheiten häufig

gemeinsam auftreten. Das ist erst einmal nichts Neues: Die allermeisten Krankheiten, die gehäuft gleichzeitig auftreten, kannte man schon. „Interessant wird es aber, wenn man für jedes Patientenalter ein eigenes Krankheitsnetzwerk anlegt und die Veränderung im Laufe des Alterns analysiert“, sagt Thurner. Dann nämlich kann man beobachten, welche Krankheiten sich wie mit der Anzahl der Lebensjahre im Netzwerk ausbreiten. Daraus lässt sich zum Beispiel ableiten, in wie vielen Jahren ein 49-jähriger Diabetiker, der bereits unter Bluthochdruck und einem Netzhautschaden leidet, wahrscheinlich mit den ersten Nierenproblemen zu kämpfen haben wird.

Für Patienten ist so eine Prognose eher beunruhigend, viele werden gar nichts davon hören wollen. Für Ärzte aber sind das wertvolle Informationen, die sich für eine wirksamere und gezieltere Prävention nutzen lassen. „Wenn auf Grundlage des Krankheitsprofils eines Patienten befürchtet werden muss, dass sich bald auch die Funktion der Nieren verschlechtert, dann können Ärzte gezielt gegensteuern“, sagt Thurner. Künftigen Leiden lässt sich damit rechtzeitig vorbeugen – im Idealfall sind sie sogar ganz zu verhindern. Was Stefan Thurner durch seine Datenverknüpfung entdeckt hat, lässt das Potenzial erahnen, →

### 1: Archivarbeit

Eine Laborantin erfasst den Barcode einer neuen Gewebeprobe, damit die später wieder aufgefunden werden kann.

### 2: Probenspeicher

Hier überdauern Blut- und Serumproben viele Jahre. So können Forscher auch in Zukunft noch mit ihnen arbeiten.

### 3: Lungenkrebsanalyse

Auf jedem der Glasplättchen befinden sich dutzende Gewebeprobe von Lungentumoren.

### 4: Medikamententest

In den Röhrchen treiben Krebszellen in Nährlösung, sie sorgen für die rosa Färbung. Dazu kommt jeweils ein Arzneimittel. Dann wird geprüft, was den Krebs am effizientesten killt.



1



2



3



4

**Forscher können erst 500 Biomarker im Blut deuten. Dabei gibt es 5.000.**

das in den Computern der Krankenhäuser und Forschungsinstitutionen weltweit schlummert: Wenn schon eine einfache Liste der Krankheitsdiagnosen so viel Nutzen birgt, was lässt sich dann erst aus komplexeren und spezifischeren Datensätzen herausfischen?

Ein paar hundert Meter von der Biobank in Graz entfernt kämpfen Wissenschaftler mit solchen komplexeren Daten.

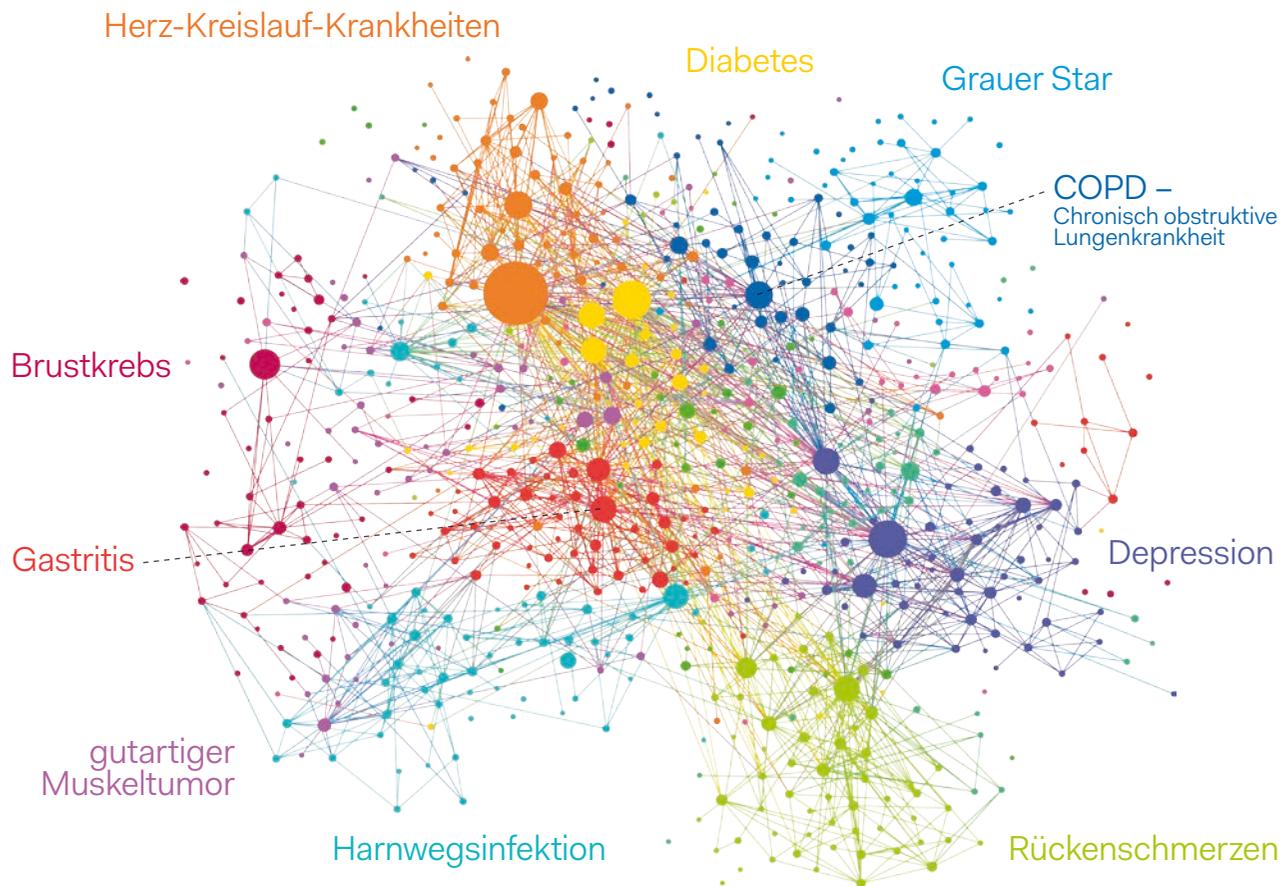
Am Kompetenzzentrum für Biomarkerforschung an der Medizinischen Universität Graz forschen sie an einer der größten Volkskrankheiten: Diabetes. Dazu haben sie sich das sogenannte *Metabolom* vorgenommen, also die Stoffwechselprodukte im Blut. „Das Metabolom ist von den Genen gleichermaßen beeinflusst wie von

Umwelteinflüssen. Wir wollten herausfinden, welche Stoffwechselprodukte verantwortlich sind für den Diabetes vom Typ 1, der bei jüngeren Menschen auftritt und dessen Vorkommen sich in der jüngeren Vergangenheit verdoppelt hat“, sagt Thomas Pieber, wissenschaftlicher Leiter des Kompetenzzentrums. Das Problem dabei: Der menschliche Stoffwechsel ist komplex und umfangreich. In einem Zehntel Milliliter Blutplasma lassen sich 3.000 bis 5.000 Stoffwechselprodukte messen, von denen die Wissenschaft nur 500 genauer kennt. Doch nachdem die Forscher um Thomas Pieber eine Reihe Blutproben von Patienten, die später Diabetes bekamen, analysiert und manche von ihnen auch noch mit den Proben ihrer gesunden Geschwister verglichen hatten, kamen sie zu einem erstaunlichen Ergebnis. „Es gibt bei Kindern, die an Diabetes erkrankt sind, schon zwei Jahre vor Ausbruch der Krankheit eine typische Verände-



**Rasterfahndung**

Die Punkte sind Zellhaufen aus jeweils einem Lungentumor. Jeder hat anders auf die Nährlösung reagiert. Die dunklen Punkte zeigen rasch gewachsenes Zellmaterial.



rung im Aminosäure-Muster“, sagt Pieber. Nun geht es darum, diese Erkenntnisse in therapeutischen Nutzen zu verwandeln und etwa den sich ankündigenden Diabetes zu verhindern.

Doch so aufgrund die Fortschritte in der Präzisionsmedizin auch sein mögen: Inzwischen scheint sich die Medizin immer öfter selbst im Weg zu stehen. Zum Beispiel zeigen Medikamente, die bereits zur Therapie einer bestimmten Krankheit auf dem Markt sind, auch gegen andere Leiden erstaunliche Ergebnisse. Bloß erfahren die Ärzte davon in der Regel zu spät.

Offenbar wirkt die Klassifikation der Krankheiten innerhalb der Medizin wie eine unsichtbare Barriere zwischen den Fachbereichen. Bei Krebserkrankungen etwa können die molekularen Mechanismen einer Brustkrebsvariante einer Darmkrebsvariante ähnlicher sein als jenen aller anderen Brustkrebsarten. Doch der Gynäkologe, der Brustkrebs behandelt, kennt verständlicherweise die aktuellen Therapieoptionen von Darmkrebs nicht. Wobei solche Kommunikationsprobleme nicht nur bei Krebsleiden auftreten: So gibt es

beispielsweise auch in manchen kranken Nieren-, Augen- oder Gehirnzellen identische Defekte – die sich womöglich entsprechend gleichartig behandeln lassen.

Vielleicht muss aufgrund der jüngsten Erkenntnisse die Art, wie die Medizin bisher Krankheiten nach Fachgebieten einteilt, auch überdacht werden. Eine Krankheit nach ihrem äußeren Erscheinungsbild zu klassifizieren oder nach dem Körperteil, den sie befällt – das sei langsam veraltet, sagt Keith Yamamoto von der University of California. Es sollte, meint er, statt Darmkrebs- und Brustkrebspezialisten künftig eher Experten für Tumoren mit bestimmten molekularen Charakteristika geben.

Klar, das wäre erst einmal unübersichtlicher. Und komplizierter. Aber eben auch präziser.

#### Das Netzwerk der Krankheiten

Stefan Thurner und Peter Klimek von der Medizinischen Universität Wien haben analysiert, welche Krankheiten gehäuft gemeinsam auftreten. Die Forscher können aus diesen Daten sogar Prognosen über zukünftige Erkrankungen filtern.

