

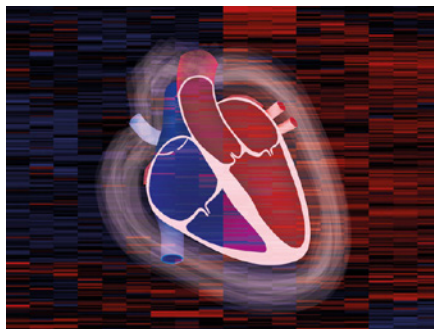
## Wissenschaft

## Durchbruch: Deutsche Forscher erstellen ersten Herzatlas

Die Proteinlandkarte des Herzens soll helfen, Unterschiede zwischen kranken und gesunden Herzen aufzudecken

Ein gesundes Herz schlägt etwa zwei Milliarden Mal im Leben. Dafür sorgen mehr als 10.000 Proteine. Welche und wie viele einzelne Proteine in welchen Zelltypen vorhanden sind, haben jetzt Forscherinnen und Forscher des Max-Planck-Instituts für Biochemie (MPIB) und des Deutschen Herzzentrums München an der Technischen Universität München (TUM) erfasst. Sie haben den ersten Herzatlas des gesunden menschlichen Herzens, das sogenannte Herzproteom, erstellt. „Damit lassen sich in Zukunft Unterschiede zwischen kranken und gesunden Herzen aufdecken“, berichtet die TUM.

Proteine sind die molekularen Maschinen der Zelle und übernehmen dort eine Vielzahl von Funktionen. Sie werden anhand ihrer Bauanleitung, der DNA, hergestellt. Entstehen auf DNA- oder Protein-Ebene Veränderungen, können Krankheiten entstehen. Damit solche Veränderungen als



**Vordergrund: Schematische Zeichnung eines Herzmuskels, Hintergrund: Ausschnitt aus einer sogenannten Heatmap, eine Übersichtsdarstellung analysierter Proteine die erstmals in einem umfangreichen Herzatlas zusammengefasst wurden.**

Foto: Doll, Kraue, Menzfeld / MPIB

Ursachen für Herzkrankheiten erkannt werden können, ist es wichtig zu wissen, wo welche Proteine im gesunden Herzen vorhanden sind und in welcher Menge sie vorliegen.

### Proteinlandkarte des Herzens

Einen solchen Proteinatlas für das Herz konnte ein Forscherteam aus München jetzt in „Nature Communications“ veröffentlichen. Dafür bestimmten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die komplette Proteinausstattung der Zellen in allen Regionen des Herzens wie etwa den Herzklappen, Herzkammern und den wichtigsten Blutgefäßen. Zudem untersuchten sie die Proteinzusammensetzung in drei unterschiedlichen Zelltypen des Herzens: den Herzfibroblasten, den glatten Muskelzellen und den Endothelzellen. So konnten sie wie auf einer Landkarte die Verteilung der Proteine in den unterschiedlichen Herzbereichen darstellen. Mit Hilfe der Massenspektrometrie konnten fast 11.000 unterschiedliche Proteine im gesamten Herz identifiziert werden.

Bisherige Studien konzentrierten sich meist nur auf einzelne Zelltypen oder

## Analyse

## Viele Deutsche gehen mit dem Smartphone ins Bett

Millionen Deutsche können sich auch nachts nicht von ihrem Smartphone trennen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie des Marktforschungsinstituts Toluna, die von der Krankenkasse pronova BKK in Auftrag gegeben wurde. Rund vier von zehn Befragten (38 Prozent) gaben an, direkt vor und nach dem Schlafen auf ihr Smartphone zu schauen. Bei den unter 30-Jährigen sind es laut Studie sogar sieben von zehn (70 Prozent).

„Das Smartphone als Wecker zu benutzen, verführt auch während der für den Körper wichtigen Ruhephasen zum Draufschauen“, zitiert die dpa Lutz Kaiser, Vorstand der pronova BKK. Dieser Trend sei durchaus bedenklich. Er rät, das Smartphone entweder ausschalten oder – noch besser – komplett aus dem Schlafzimmer verbannen. Helles Licht mit

vielen Blauanteilen kurz vorm Einschlafen mindere nämlich den Erholungseffekt. Wer also wirklich im Bett noch einmal seine Nachrichten prüfen muss, sollte spezielle Blaufilter-Funktionen nutzen. Ein Modus, der den Rotanteil erhöht und so die Nachtruhe fördert.

Die Suchtstudie der pronova BKK zeigt, wie stark Smartphone und Internetnutzung bei den Bundesbürgern im Alltag verankert sind: 33 Prozent der Befragten geben an, dass sie auf ihr Smartphone keinesfalls verzichten können, über ihren Computer oder Laptop sagen das sogar 43 Prozent. Mehr als jeder sechste Befragte gibt an, dass er das Smartphone während des Essens nutzt. Ebenso viele verwenden es, während sie sich mit Bekannten treffen, denen sie eigentlich ihre Aufmerksamkeit widmen sollten. 13 Prozent können sogar

beim Auto- oder Fahrradfahren die Finger nicht von der Chatfunktion lassen und gefährden damit nicht nur sich, sondern auch andere.

Eine unfreiwillige Trennung vom Smartphone bedeutet aber laut Studie für viele Deutsche ebenfalls massiven Stress: Rund ein Viertel (24 Prozent) gaben an, schon mal Stresssymptome wie Herzrasen oder Schweißausbrüche verspürt zu haben, weil sie ihr Smartphone vergessen hatten.

*\* Die Studie „Die Süchte der Deutschen 2017“ wurde im August 2017 im Auftrag der pronova BKK online durchgeführt. Dafür wurden 1.000 Bundesbürger ab 18 Jahren befragt. Die Studie ist repräsentativ nach Geschlecht, Alter und Bundesland.*

nutzten Gewebe aus kranken Herzen. „Das bringt zwei Probleme mit sich“, sagt Sophia Doll vom MPIB und Erstautorin der Studie. „Erstens lieferten diese Ergebnisse kein Gesamtbild des Herzens mit all seinen unterschiedlichen Regionen und Geweben und zweitens fehlten häufig Daten des gesunden Herzens als Vergleich. Unsere Studie hat jetzt beide Probleme gelöst. Die Daten können als Referenz für zukünftige Studien genutzt werden.“

„Der Blick in den Proteinatlas unseres Herzens zeigt: Alle gesunden Herzen funktionieren sehr ähnlich. Wir konnten in den einzelnen Regionen jeweils eine ähnliche Proteinzusammensetzung messen, die nur wenige individuelle Unterschiede zeigte“, sagt Sophia Doll. Überraschend war auch, dass die rechte und linke Herzhälfte sich gleichen, obwohl sie unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Die rechte Hälfte pumpt sauerstoffarmes Blut zur Lunge und die linke das sauerstoffreiche Blut aus der Lunge in den Körper.

### Krank vs. Gesund: Individuelle Unterschiede erkennen

„Im nächsten Schritt wollten die Autorinnen und Autoren testen, ob sich mit den Daten der gesunden Herzen als Kontrolle auch Veränderungen in kranken Herzen erkennen lassen“, so die Hochschule. Sie

vergleichen ihre Werte mit Herzproteomen von Patienten mit Vorhofflimmern, einer sehr häufigen Herzrhythmusstörung. Die Ergebnisse konnten tatsächlich erste Hinweise auf die Ursache der Krankheit liefern: Das Gewebe des kranken Herzens unterschied sich am stärksten bei Proteinen, die für die Energieversorgung der Zelle verantwortlich waren.

Der Vergleich habe zudem noch ein weiteres interessantes Ergebnis geliefert: Zwar waren bei allen Patienten die Proteine des Energiestoffwechsels verändert, aber bei jedem gab es individuelle Veränderungen. „Diese Ergebnisse zeigen uns, wie wichtig die personalisierte Medizin ist. Obwohl alle Patienten sehr ähnliche Symptome haben, sehen wir anhand der Daten, dass bei allen Patienten eine unterschiedliche molekulare Fehlfunktion zugrunde liegt. In Zukunft müssen wir – gerade in der Herzmedizin – lernen, solche individuellen Unterschiede zu erkennen und zu behandeln“, sagt Privatdozent Dr. Markus Krane, stellvertretender Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Deutschen Herzzentrum München an der TUM.

### Fast 11.000 Proteine in weniger als zwei Tagen

In der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Deutschen Herzzentrums München

(Direktor: Prof. Rüdiger Lange) konnte Markus Krane zusammen mit seinen Kolleginnen und Kollegen weit über 150 Gewebeproben aus über 60 Herzoperationen und aus rechtsmedizinischen Proben zusammentragen. In aufwendigen Zellkulturverfahren konnten die unterschiedlichen Zelltypen daraus gewonnen werden. Erst diese große Menge an Herzmaterial machte es möglich, die einzelnen Herzbereiche so genau zu untersuchen. Prof. Matthias Mann, Leiter der Gruppe „Proteomics und Signaltransduktion“ am MPIB führte zusammen mit seinem Team, die umfangreichen massenspektrometrischen Messungen durch. Aufgrund der Weiterentwicklung der Massenspektrometrie und der Probenaufarbeitung sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf einem guten Weg zur personalisierten Medizin.

Das Team am MPIB legte großen Wert auf eine präzise, wiederholbare und schnelle Analyseverfahren. Das Messverfahren wurde so verbessert, dass sich jetzt eine gesamte Herzregion in weniger als zwei Tagen messen lassen kann – doppelt so schnell wie bisher. Gerade für die Anwendung am Patienten ist das entscheidend.

## Medizin

# Das boomende Geschäft mit den Gentests

Kommerzielle Gentests haben in Deutschland Zulauf. Dabei ist nur wenig über den Markt bekannt

Welcher Partner passt zu mir? Welche Ernährung ist gut für mich? Immer mehr Menschen suchen die Antwort auf diese Fragen in ihren eigenen Genen. Kommerzielle DNA-Analysen liegen in den USA schon lange im Trend. Und auch in Deutschland boomt der Markt, so die dpa.

Der Ablauf der meisten Gentests für zuhause ist dabei recht simpel: Der Kunde bestellt sich online ein sogenanntes Test-Kit, meist ein Paket mit Wattestäbchen. Anschließend schickt er seine Speichelprobe ins Labor und erhält per Post die Analyse seiner DNA, verbunden mit der Empfehlung zur passenden Sportart oder dem persönlichen Vitamin-C-Bedarf.

Oft haben Unternehmen, die derartige Tests in Deutschland anbieten, ihren Sitz im benachbarten Ausland – vorzugsweise in der Schweiz oder in Österreich. Weder Marktforscher noch das für Gentechnik zuständige Robert-Koch-Institut wissen so genau, wie viele Tests hierzulande verkauft werden. Fragt man die Anbieter selbst, berichten diese aber von einer deutlich steigenden Nachfrage.

„Wir haben sehr viele deutsche Kunden: Rund 30 Prozent sind aus Deutschland“, sagt etwa Joëlle Apter, deren Schweizer Firma Gentests für die Partnersuche anbietet. „Basierend auf dem genetischen Profil des Kunden bestimmt die GenePartner-

Formel die genetische Kompatibilität zweier Personen“, so verspricht es das Unternehmen auf seiner Internetseite. „Hohe genetische Kompatibilität bedeutet eine größere Wahrscheinlichkeit, eine andauernde und erfolgreiche Partnerschaft zu bilden.“ Knapp 250 US-Dollar verlangt die Firma pro Analyse. Im Jahr 2016 habe sich die Zahl der Tests verdoppelt.

Die Firma Bioxtic aus Berlin hingegen bietet Tests zu den Themen Sport und Ernährung an. Die Analysen enthalten etwa Vorschläge für die perfekte Sportart, passend zur DNA. Als eher kleiner Anbieter verkauft das Unternehmen nach eigenen Angaben monatlich rund 20 bis



**Kommerzielle Gentests liegen in den USA schon lange im Trend. Experten sehen den Nutzen kritisch.**  
Foto: Flickr/University of Michigan School for Environment and Sustainability/CC BY 2.0

50 solcher Tests. Deutschland sei aber ein Markt mit viel Potenzial, teilt die Firma mit. Durchgeführt würden die Analysen aber nicht in Deutschland, sondern in zwei Labors in Osteuropa.

Experten sehen die kommerziellen Genanalysen skeptisch: „Der Rat, sich gesund zu ernähren, Sport zu treiben und auf das Rauchen zu verzichten, ist

immer gut. Dazu braucht es keinen genetischen Test“, meint Professor Bernhard Horsthemke vom Institut für Humanogenetik der Uniklinik Essen. „Viele Tests sind unseriös und helfen nicht weiter.“

Neben Lifestyle-Tests zu Fitness und Ernährung sind hierzulande auch viele medizinische Gen-Analysen erhältlich. So bietet etwa die Firma Progenom auch

krankheitsrelevante Analysen an, beispielsweise zu Risiken für Brustkrebs, Osteoporose oder Morbus Crohn. Alle Tests seien aber grundsätzlich nicht online erhältlich, sondern nur über Vertriebspartner, stets verbunden mit einer persönlichen Beratung durch Fachpersonal.

Firmenchef Wilhelm Schöfbänker spricht für den Markt in Deutschland, Österreich und der Schweiz generell von einer „stark steigenden Tendenz“.

In Deutschland unterliegen Ernährungs- und Fitnesstests keiner strengen Kontrolle. Lediglich für DNA-Untersuchungen zu medizinischen Zwecken gilt ein Arztvorbehalt. Das bedeutet, dass diese Tests nur von Ärzten durchgeführt werden dürfen. Ernährungs-Analysen oder ähnliches fallen laut Gesundheitsministerium nicht unter diese Regelung.

Dennoch warnen Ärzte generell davor, DNA-Tests ohne fachliche Begleitung durchzuführen. „Das Risiko besteht darin, dass die Testergebnisse nicht im Rahmen einer genetischen Beratung erläutert werden“, warnt Professor Horsthemke. „Die Ergebnisse können Besorgnisse auslösen, wo sie nicht begründet sind. Oder den Probanden in falscher Sicherheit wiegen. Beides ist schlecht.“

## Therapie

# Rausch auf Rezept: Mit Ketamin Depressionen knacken

Die Suche nach neuen Antidepressiva macht kaum Fortschritte. Ein Stoff, der als Clubdroge gilt, soll helfen

45 Minuten dauert die Prozedur, auf die schwerst depressive Menschen wie Barbara Reiger ihre Hoffnung setzen. Alle sechs Wochen zieht sich die Amerikanerin aus San Diego auf eine Liege in einen stillen Behandlungsraum zurück, wo stark verdünntes Ketamin in ihre Vene fließt. „Ich spürte sofort Erleichterung“, erinnert sie sich in einem Interview an ihren ersten „Trip“, dessen Effekte ihr zufolge über Wochen positiv nachwirkten.

Ketamin, ein seit Jahrzehnten bewährtes und illegal als Clubdroge missbrauchtes Narkosemittel, hilft vielen, wenn auch längst nicht allen Depressiven, die sonst von keinem Medikament mehr profitieren. In den USA bieten den leichten Rausch auf Rezept bereits Dutzende

Kliniken und zahlreiche Privatpraxen ihren Patienten an. Etwa 3000 Menschen wurden bisher behandelt. Auch in Deutschland wird die Therapie langsam bekannter, berichtet die dpa.

Die Situation: Fast sieben Prozent der erwachsenen Amerikaner haben klinische Depressionen. Das sind 16 Millionen Menschen. Hinzu kommt eine wachsende Zahl betroffener Kinder und Teenager. Sogar 12 Prozent der erwachsenen Amerikaner nehmen Medikamente gegen Depressionen. Ein riesiger, wachsender Markt. In Deutschland, wo etwa fünf Prozent der 18- bis 65-Jährigen an Depressionen leiden, ist die Lage geringfügig besser. Doch die Tendenz ist laut WHO weltweit steigend.

Händeringend suchen Forscher deshalb nach weiteren Behandlungsoptionen. Die jüngsten Durchbrüche, sogenannte Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI) wie Prozac, liegen mehr als 30 Jahre zurück. Und sie haben nicht alle Erwartungen erfüllt. Fast ein Drittel der Betroffenen spricht auf die verschiedenen Medikamente nicht an. Oft ist es ein langer, schmerzhafter Weg, bis eine wirksame Arznei gefunden ist. Denn bei jedem neuen Versuch zeigt sich erst nach vier bis acht Wochen, ob ein Mittel wirkt.

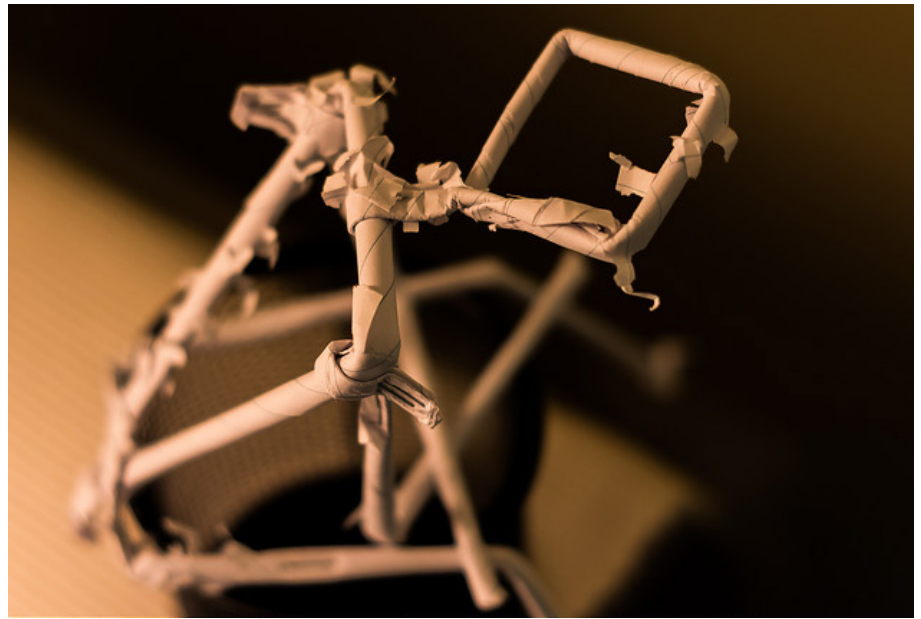
Gleichzeitig tut schnelle Hilfe not, denn die Selbstmordraten steigen. In den USA ist es derzeit die höchste seit 30 Jahren. Bislang gab es für Akutsituati-

onen nur Elektrokrampftherapien. Dass Ketamin manche Patienten binnen einer Stunde von ihren Selbstmordgedanken befreit, überzeugt erste Mediziner. „Es ist ein Paradigmenwechsel, weil wir jetzt schnell antidepressive Wirkungen erzielen können“, sagt Carlos Zarate vom National-Institut für mentale Gesundheit (NIMH), der den Wirkstoff dort federführend erforscht.

Die Wirkweise ist jedoch noch nicht wirklich klar. Anders als bei den SSRI läuft die Wirkkaskade im Gehirn nicht über die Botenstoffe Serotonin oder Dopamin ab, sondern über Glutamat. Möglicherweise setzt Ketamin oder sein Abbauprodukt einen beschleunigten Prozess in Gang, der hilft, das Gehirn zu verändern. Menschen erleben im Ketamin-Rausch oft Halluzinationen oder dissoziative Zustände, bei denen sich Körper und Geist zu trennen und wieder neu zusammensetzen scheinen. Es kann auch zu Angstzuständen, Schlaflosigkeit und Flashbacks kommen.

Offen sind auch noch Fragen, ob Ketamin Langzeitfolgen hat oder vielleicht sogar abhängig macht, da es möglicherweise dieselben Rezeptoren anspricht wie Heroin und andere Opioide.

Diverse kleinere US-Studien haben die Wirksamkeit von Ketamin bei einem Teil der SSRI-resistenten Schwerstdepressiven zwar belegt, bislang fehlt jedoch eine große Doppel-Blind-Studie. Die US-Zulassungsbehörde FDA hat Ketamin deshalb noch nicht zur Behandlung von



Die Wirkweise von Ketamin ist derzeit noch nicht wirklich klar. Foto: Flickr/ 吴锦 (Kam)/CC BY-SA 2.0

Depressionen zugelassen. Praktiziert wird derzeit, ähnlich wie in Deutschland, nur der sogenannte Off-Label-Einsatz. Darunter versteht man den Einsatz von Medikamenten bei Krankheiten, für die sie gar nicht offiziell genehmigt sind.

Auch die Amerikanische Psychiatrische Gesellschaft sieht wegen der offenen Fragen Ketamin noch nicht als geeignetes Mittel für behandlungs-resistente Depressionen an. „Ich glaube dennoch, es ist die spannendste Behandlung für Störungen des Gemütszustandes der vergangenen 50 Jahre“, sagt der Ketamin-Forscher Gerard Sanacora (Yale School of Medicine). Mehrere Pharma-Unter-

nehmen arbeiten bereits an Ketamin-ähnlichen Mitteln, die beispielsweise als Nasenspray verabreicht werden können.

Hier sieht auch der deutsche Experte Malek Bajbouj (Klinik für Psychiatrie, Charité Berlin) Potenzial. An der Charité läuft mit bislang 100 Patienten das größte Ketamin-Therapieangebot bundesweit. Die Erfolgsquote liege dabei zwar nur bei 35 bis 50 Prozent, berichtet Bajbouj. Ein großer Vorteil von Ketamin sei jedoch der schnelle Eintritt der Wirkung. „Noch wichtiger sind aber Erkenntnisse über den besonderen Wirkmechanismus. Sie können den Pfad zu neuen Antidepressiva öffnen.“

## Investment

# Bill Gates: 50 Millionen Dollar für Alzheimer-Forschung

Gegen Malaria, Aids und Tuberkulose kämpft Bill Gates bereits. Jetzt will der Milliardär auch Alzheimer angehen

Microsoft-Gründer und US-Milliardär Bill Gates unterstützt die Alzheimer-Forschung mit 50 Millionen Dollar. Er sei zuversichtlich, dass es der Wissenschaft gelingen könne, den Verlauf der Krankheit zu verändern und ihre Schwere zu verringern, schrieb Gates in seinem Blog. „Wir machen bereits Fortschritte, aber wir müssen mehr tun.“

Daher habe er in einem ersten Schritt persönlich 50 Millionen US-Dollar (rund

43 Millionen Euro) in den Dementia Discovery Fund (DDF) investiert, einen Risikokapitalfonds, der etwa Geld in Start-ups anlegt, die neue Methoden zur Behandlung von Demenz entwickeln, so die dpa. Die in London ansässige Organisation wird von der Regierung, Stiftungen und der Pharma-Branche unterstützt. Wenn die ersten Alzheimer-Therapien auf dem Markt seien, werde die Bill-und-Melinda-Gates-Stiftung Geld investieren, um die

Medikamente auch in ärmere Länder zu bringen.

Alzheimer sei eine furchtbare Krankheit, die verheerende Folgen für Betroffene und ihre Liebsten zugleich habe, schrieb Gates. Er habe dies selbst erfahren müssen, da mehrere Männer in seiner Familie an Alzheimer gelitten hätten. Es sei furchtbar, mit ansehen zu müssen, wie die Krankheit geliebten Menschen den Verstand raube und es kein Mittel

dagegen gebe. „Es fühlt sich an, als ob man einen graduellen Tod des Menschen, den man kannte, miterlebt.“ Seine persönlichen Erfahrungen seien nicht der einzige Grund für seine Entscheidung gewesen. „Aber sie haben mich erfahren lassen, wie hoffnungslos man sich fühlt, wenn man selbst oder ein geliebter Mensch die Krankheit bekommt.“

„Die Alzheimer-Krankheit ist eine hirnorganische Krankheit“, informiert die Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. „Sie ist nach dem deutschen Neurologen Alois Alzheimer (1864 - 1915) benannt, der die Krankheit erstmals im Jahre 1906 wissenschaftlich beschrieben hat.“

Der größte Risikofaktor für die Entwicklung einer Alzheimer-Krankheit sei

das Alter. Nur in seltenen Fällen seien die Betroffenen jünger als 60 Jahre. Kennzeichnend für die Erkrankung sei der langsam fortschreitende Untergang von Nervenzellen und Nervenzellkontakten. Im Gehirn von Alzheimer-Kranken seien typische Eiweißablagerungen (Amyloid-Plaques) festzustellen.

„Zum Krankheitsbild gehören Gedächtnis- und Orientierungsstörungen, Sprachstörungen, Störungen des Denk- und Urteilsvermögens sowie Veränderungen der Persönlichkeit. Diese Störungen sind bei den Betroffenen unterschiedlich stark ausgeprägt und nehmen im Verlauf der Erkrankung zu“, so die Selbsthilfeorganisation. Sie machten die Bewältigung des normalen Alltagslebens immer schwieriger.

Die Patienten seien zunehmend auf Hilfe und Unterstützung angewiesen. Die jeweiligen Anforderungen an Betreuung, Pflege, Therapie und ärztliche Behandlung seien dabei sehr unterschiedlich. Denn Alzheimer-Kranke seien keine einheitliche Gruppe, sondern Individuen mit ganz unterschiedlichen Lebensläufen, Kompetenzen und Defiziten, die in unterschiedlichen sozialen und wirtschaftlichen Situationen leben.



Bill Gates investiert auch aus persönlichen Gründen in die Alzheimer-Forschung.

Foto: Flickr/DFID - UK Department for International Development/CC BY 2.0

## Wirtschaft

# Deutschland führend im Gesundheits- und Medizintourismus

Deutschland ist größter Quellmarkt und führende Destination. Außerhalb Europas sind die USA das beliebteste Ziel

Ob im Job oder privat, immer mehr Menschen fühlen sich zunehmend gestresst und suchen in ihrer Freizeit bewusst nach Ruhe und Erholung. Das wirkt sich auch auf das Reiseverhalten aus: Die Zahl der gesundheitsorientierten und medizinisch motivierten Reisen steigt.

Im Jahr 2016 wurden weltweit etwa 11,4 Millionen internationale Reisen dieser Art unternommen, was einem Marktanteil von 1,4 Prozent der Gesamtanzahl von Auslandsreisen entspricht. Gemäß der Ergebnisse des World Travel Monitors®, durchgeführt von IPK International im Auftrag der ITB Berlin, wurden fast 70 Prozent aller internationalen Gesundheits- und Medizinreisen aus gesund-

heitsorientierten Gründen gemacht. Dazu zählen vor allem Spa- und Wellnessurlaube. Der Anteil medizinisch motivierter Reisen betrug dagegen etwa 30 Prozent. Dazu zählen Reha- und Kuraufenthalte oder Aufenthalte in Kliniken.

Mit mehr als einer Million Gesundheits- und medizinischen Reisen stärkte Deutschland seine Position als weltweit führender Quellmarkt innerhalb dieses Segments. In Europa belegten die weiteren Plätze Russland, Frankreich sowie Italien. Der größte Quellmarkt in diesem Nischensegment außerhalb Europas waren die USA, gefolgt von den asiatischen Märkten Südkorea, China sowie Japan.

## Destinationsranking wird ebenfalls von Deutschland angeführt

Deutschland ist nicht nur der wichtigste Quellmarkt, sondern gleichzeitig auch die bedeutendste Destination innerhalb des Gesamtsegments von gesundheitsorientierten und medizinisch motivierten Reisen. Knapp dahinter liegen in Europa Ungarn, Österreich und Spanien. Außerhalb Europas stehen die USA als führende Destination von Gesundheits- und Medizintourismus an der Spitze, gefolgt von Mexiko und Japan. Während Österreich in Europa für das Gesamtsegment Platz drei einnimmt, ist Deutschland in puncto Spa und Wellnessurlaube in Europa führend.

### Stressreduzierung und Entspannung wichtigste Motive

Auf gesundheitsorientierten und medizinisch motivierten Reisen steht Stressreduzierung in Kombination mit Entspannung und Abschalten im Vordergrund. Dies sind die bedeutendsten Urlaubsmotive, gefolgt von Spa- und Wellness-Anwendungen. Die Behandlung von Krankheiten, Schmerzen und anderen gesundheitlichen Problemen ist für etwa 40 Prozent

der Touristen dieses Segments von hoher Relevanz.

Beim Blick auf die soziodemografischen Merkmale gibt es eine nahezu gleichmäßige Verteilung zwischen Männern und Frauen. Dennoch zeigen sich Unterschiede hinsichtlich der Altersverteilung. Der Anteil der Reisenden zwischen 35 und 54 Jahren ist mit rund 50 Prozent bei weitem am größten, danach folgen Reisende bis 34 Jahren sowie das Alterssegment 55+.



**Jeder zweite Gesundheits- und Medizintourist ist zwischen 35 und 54 Jahren.**

Foto: Flickr/Piotr Szczepankiewicz/ Public Domain Mark 1.0

### Innovation

## Forscher erzeugen Muskelfasern aus der Spraydose

Wissenschaftler sind dem Kunstherz aus körpereigenen Zellen ein Stück näher. Via Sprühverfahren erzeugen sie Muskelfasern

Wissenschaftlern der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in der Schweiz ist es gelungen, funktionierende Muskelfasern mit einem Sprühverfahren herzustellen. Mit dieser Methode geben sie Menschen mit Herzinsuffizienz neue Hoffnung. Denn: Wer auf eine Transplantation angewiesen ist, muss meist lange auf ein passendes Spenderorgan warten – manche auch vergebens. Eine elegante Alternative wäre ein künstliches Herz, das nach der Implantation keinerlei Abstoßungsreaktionen im Körper auslöst. Doch um ein solches im Labor nachzubauen, müsste es zunächst gelingen, vielschichtige, lebende Gewebe zu züchten.

Das Projekt „Zurich Heart“ des Forschungsverbundes Hochschulmedizin Zürich, dessen Partner die Empa ist, entwickelt derzeit ein solches Kunstherz. Damit die Pumpe aus dem Labor vom Körper angenommen wird, soll sie – einer Tarnkappe gleich – von menschlichem Gewebe umhüllt und ausgekleidet sein. Bisher ist das Züchten von mehrschichtigen funktionsfähigen Geweben jedoch noch eine große Herausforderung im aufstrebenden Gebiet des „Tissue Engineering“. Empa-Forschern sei es nun gelungen, Zellen in einem dreidimensionalen Kunststoffgerüst zu Muskelfasern heranwachsen zu lassen, so die Empa.

„Das menschliche Herz ist natürlicherweise aus mehreren Lagen unterschiedlicher Gewebe aufgebaut“, sagt Lukas Weidenbacher von der Empa-Abteilung Biomimetic Membranes and Textiles in St. Gallen. Muskelfasern in der Auskleidung spielen hier eine entscheidende Rolle, sorgen sie doch für Stabilität und Flexibilität des stetig schlagenden Herzens. Mehrschichtig wachsende Muskelfasern zu züchten, ist jedoch schwierig, da die Zellen zunächst in ein räumliches Gerüst eingebracht werden müssen. „Zwar ist es möglich, dreidimensionale Gebilde aus Kunststoff zu erzeugen, die dem menschlichen Gewebe stark ähneln, etwa durch das sogenannte Elektrospraying“, so Weidenbacher. Hierbei werden flüssige Polymere als hauchzarte Fäden in der Form natürlicher Gewebe versponnen. Schädliche Lösungsmittel, die für die Methode nötig sind, seien jedoch Gift für die empfindlichen Zellen.

Die Lösung der Empa-Forscher: Sie haben die kostbaren Zellen in schützende Kapseln verpackt. Eine Hülle aus Gelatine enthält jeweils ein bis zwei Zellen. So bleiben die Zellen vor den Lösungsmitteln geschützt. Ein spezielles Sprühverfahren, das sogenannte Elektrospraying, ermöglicht es, die Kapseln in die Poren des gesponnenen Gerüsts einzubringen. „Das Spraying über-

stehen die derart geschützten Zellen sehr gut“, so der Materialforscher. Und haben sich die Zellen einmal am Zielort eingestekt, löst sich die gallertige Gelatine kapsel binnen Minuten auf.

Dass es den Zellen in ihrem Kunststoff-Nest gefällt, zeigen Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop: Sobald die Kapseln aufgelöst sind, beginnen die unreifen Vorläuferzellen miteinander zu verschmelzen und zu länglichen Muskelfasern auszureifen. Am Schluss soll eine Struktur entstehen, die natürlichem Muskelgewebe möglichst ähnlich ist. „Da das künstliche Herz permanent vom Blutkreislauf durchspült wird, ist es wichtig, dass die Oberflächen so gestaltet ist, dass sich keine Gerinnsel bilden“, sagt Weidenbacher.

Für die Versuchsreihe haben die Schweizer Forscher unreife Muskelzellen einer Mäuse-Zelllinie verwendet. Die Vorläuferzellen differenzierten sich im Gerüst aus und produzierten Proteine, die typischerweise in Muskeln vorkommen. Das implantierbare Kunstherz soll in Zukunft allerdings mit Zellen bestückt werden, die vom Patienten selbst stammen. So könnte für die Betroffenen ein persönliches Herz gezüchtet werden, das für die Körperabwehr „unsichtbar“ bleibt.