



Edge 2009 - Was wird alles verändern?

[Alle Artikel](#)



Führende Wissenschaftler unserer Zeit beschreiben ihre großen Ideen

SPIEGEL ONLINE SPEZIAL ÜBERSICHT

[Drucken](#) | [Senden](#) | [Bookmark](#) | [Feedback](#) | [Merken](#)
14.07.2009

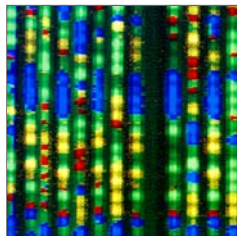
PERSÖNLICHES GENOM

Schrift:

Mit dem Erbgut auf dem Chip zum Arzt

Die Entzifferung des Erbguts wird billiger und schneller. Bald werden Patienten ihre DNA-Sequenz auf dem Chip ihrer Versicherungskarte mit zum Arzt nehmen, glaubt der Evolutionsbiologe Axel Meyer. Und die Therapie wird mit Hilfe riesiger Datenbanken für jeden Patienten maßgeschneidert.

Neun Jahre ist es her, dass Bill Clinton und Tony Blair der Welt stolz die "Entschlüsselung" des menschlichen Genoms verkündeten. Das Human Genome Project war ein veritabler Kraftakt, der Tausende von Wissenschaftlern in mehr als einem Dutzend Ländern 15 Jahre lang beschäftigt hatte. Die Entzifferung des ersten menschlichen Genoms kostete damals noch einige Milliarden US-Dollar.



Corbis

DNA-Sequenz: Das "perfekte" Genom gibt es nicht, wir sind alle Mutanten

Der wissenschaftliche Meilenstein wurde gleich gesetzt mit der ersten Mondlandung oder der Erstellung des Periodensystems der Elemente.

Viel Getrommel. Etwas bescheidener gesagt: Im Jahr 2000 wurde erstmals die Reihenfolge fast aller der mehr als drei Milliarden Bausteine des genetischen Materials des Menschen

bestimmt. Die feierliche Verkündung war verfrüht, denn es dauerte noch sechs weitere Jahre, bis das menschliche Genom wirklich vollständig sequenziert war. Und das noch immer nicht völlig fehlerfrei: Auch heute noch kommt schätzungsweise auf 10.000 DNA-Basenpaare ein Fehler.

Nun ist es zwar entziffert, aber entschlüsselt ist es noch längst nicht. Was genau unsere etwa 25.000 Gene tun, wie sie zusammenarbeiten und wie Variationen von Gensequenzen Krankheiten bewirken, weiß man noch immer nicht vollständig. Ganz zu schweigen davon, dass wir noch nicht einmal annähernd aus der Abfolge der DNA-Sequenz ablesen können, wie ein Mensch aussieht, was für Eigenschaften er hat, und welche Krankheiten er mit welcher Wahrscheinlichkeit

DIE AUTOREN



Axel Meyer
Mit dem Erbgut auf dem Chip zum Arzt



Mojib Latif
Nur die Sonne kann unsere Zukunft retten



Claus Wedekind
Wie der Mensch die Menschlichkeit lernte



Ernst Peter Fischer
Auf der Suche nach dem Wesen der Information



Carlo Rovelli
Das Wunder des Traktors



Thomas Metzinger
Mit Moraldoping zum besseren Menschen



Richard Dawkins
Plädoyer für den ultimativen Tabubruch



Hans von Storch
Die Überwindung der letzten Grenze



Martin Bojowald
Urknall für die Ohren



Norbert Bolz
Kommunikation von Hirn zu Hirn



J. Craig Venter
Programmieren in DNA



Susan Blackmore
Die (R)Evolution der Maschinen

bekommen wird.

Es ist zu einfach zu glauben, dass ein einzelner Gendefekt eine Krankheit verursacht. Dieser Fall ist eher die Ausnahme als die Regel. Und es ist ebenso zu einfach anzunehmen, dass wir wissen werden, was einen Menschen auszeichnet, wenn wir seine Genomsequenz kennen. Diese Fragen zu beantworten ist weitaus komplizierter.

ZUR PERSON



Katharina Wiedemann

Axel Meyer, geboren 1960 in Mölln, studierte Biologie in Marburg, Kiel, Miami, Berkeley und Harvard. Er ist Professor für Zoologie und Evolutionsbiologie an der **Universität Konstanz** und schreibt die wöchentliche Kolumne "Quantensprung" für das Handelsblatt.

In bis zu drei Millionen Mutationen können sich zwei Menschen voneinander unterscheiden. Sie können verschieden viele Kopien von Genen besitzen, oder noch weitaus größere Unterschiede in ihrem Erbgut aufweisen. Die

Kombinationsmöglichkeiten dieser Varianten sind immens groß und die Effekte der Mutationen aufeinander noch weitestgehend unbekannt - und meistens summieren sie sich auch nicht linear einfach auf.

Um herauszufinden, wie sie zusammenwirken braucht man riesige Datenbanken - und viele menschliche Genome. Und man muss sie mit den jeweiligen Krankheitsgeschichten, den Vorfahren und den Kindern der sequenzierten Leute in Verbindung zu bringen.

Aber dies ist kein unmögliches Unterfangen mehr, denn die Entzifferung des Genoms wird immer schneller und billiger. In den letzten beiden Jahren sind bereits die kompletten Genome einer Handvoll einzelner Menschen bestimmt und veröffentlicht worden. Meist waren es Wissenschaftler, der erste von ihnen war der Nobelpreisträger und **Mit-Entdecker der DNA-Struktur, James Watson**.

Dank neuer Technologien war dafür nur noch ein kleines Team notwendig, die Entzifferung von Watsons Genom dauerte weniger als ein Jahr und kostete nur noch rund eine Million US-Dollar.

EDGE

Die Internetzeitschrift **"Edge"** versammelt in einer legendären Serie Beiträge der renommiertesten Wissenschaftler der Welt. Jedes Jahr wird ihnen eine Frage gestellt. Dieser Beitrag entstand als Antwort auf die Frage: **Was wird alles verändern?** SPIEGEL ONLINE präsentiert ausgewählte Beiträge exklusiv.

Und die Kosten sinken immer weiter: Die Genome einer Afrikanerin, eines Chinesen und eines Koreaners, die kürzlich entziffert wurden, kosteten nur noch 100.000 US-Dollar.

Derzeit läuft das " **1000 Genome Project**" mit dem Ziel, die Genome von mehr

als 1000 Menschen zu entziffern. Die Sequenzierungskosten dafür liegen noch viel niedriger. Wenn das Projekt abgeschlossen ist, wird die Beziehung von genetischer Variation zu medizinischem Zustand auf einer solideren Basis stehen.

ANZEIGE



BUCHTIPP

John Brockman (Hg.): "Leben, was ist das?"
Ursprünge, Phänomene und die Zukunft unserer Wirklichkeit



Aus dem Englischen von Kurt Beiggen und Sigrid Kuntz; Fischer Taschenbuch Verlag 2009, 176 Seiten; 9,95 Euro. Einfach und bequem direkt im SPIEGEL-Shop bestellen

ANZEIGE



ANZEIGE



Aber bei den 1000 menschlichen Genomen wird es nicht lange bleiben. Das "1000-Dollar-Genom" ist nur noch eine Frage der Zeit. Dank einer weiteren neuen Methode, die im nächsten Jahr marktreif sein soll, wird die einstige Milliarden-Arbeit bald noch sehr viel einfacher, schneller und erschwinglicher werden.

Und mit ihr wird auch die medizinische Diagnostik Riesenschritte vorwärts machen, wenngleich wir von einem wirklichen Verständnis der Information des menschlichen Genoms trotzdem noch weit, weit entfernt sind.

Dennoch - durch die Bestimmung vieler weiterer Genome von Gesunden und Krebspatienten wird es sich beispielsweise errechnen lassen, welche Mutationen in welchen Kombinationen mit welchen Krankheiten zusammenhängen - zum Beispiel einige Krebsarten.


Werden wir dann wissen, wie oder warum Krebs entsteht? Nicht wirklich, aber es sind wichtige erste Schritte einer langen, vorhersehbaren Entwicklung, um zu diesem Verständnis näher zu kommen. Eine Heilung bedeutet dies aber selbstverständlich auch noch nicht.

Auch die Kommerzialisierung des Genoms rückt näher. Das Zeitalter der persönlichen kompletten Genomanalyse ist schon da. Ab nächstem Jahr kann sich jedermann sein Genom für nur wenige tausend Dollar bestimmen lassen.

Firmen wie " [23AndMe](#)" verlangen schon heute sogar nur 399 US-Dollar, um 100 genetische Risiken für Krankheiten und andere genetische Merkmale mit fragwürdigem Sinn charakterisieren zu lassen. Dies ist jedoch der bisher noch zugegebenermaßen naive Anfang der persönlichen Genomik.

**IHRE MEINUNG IST
GEFRAGT**

Diskutieren Sie
über diesen
Artikel

»»» 

Geht der technische Fortschritt auf diesem Gebiet so rasant weiter, werden in wenigen Jahren medizinische Diagnostiklabors, die heute Tests auf HIV

machen, auf Rezept des Hausarztes komplette Genome einzelner Patienten bestimmen.

Das unmittelbare Ziel ist die persönliche Pharmakogenomik - die auf die jeweilige genetische Ausstattung maßgeschneiderte medikamentöse Behandlung - mit besserer Wirksamkeit und weniger Nebenwirkungen.

Bald werden wir alle, zumindest wir in der westlichen Welt, unser persönliches Genom auf unserer Chipkarte zum Arzttermin mitbringen - oder dem Arzt Zugang zu zentralen Datenbanken erlauben.

Ärzte und genetische Berater werden mit Hilfe der Erbgut-Informationen und riesiger Datenbanken Patienten hinsichtlich ihrer Medikamente, ihrer Familienplanung, oder gar genetischer Therapien beraten. Dies wird dann echte persönliche Medizin sein, die auf berechenbaren genetischen Wahrscheinlichkeiten und nicht auf dem Gefühl oder der begrenzten Expertise des Hausarztes

beruht.

Die moralischen und versicherungstechnischen Implikationen dieser genomischen Zukunft sind immens, und auch noch zum großen Teil ungeklärt. Werden genetisch "gesündere" Patienten womöglich darauf drängen - oder dazu berechtigt sein? - weniger für ihren Versicherungsschutz zu zahlen?

Dennoch, das "perfekte" Genom gibt es nicht, wir sind alle Mutanten.

MEHR ÜBER...

Axel Meyer
Genomik Human
Genome Project
zu SPIEGEL WISSEN

Diese Entwicklung wird kommen. Wissenschaftler, Ethiker und Philosophen werden sich damit auseinander zu setzen haben. Und die ethische, moralische und finanzielle

Einschätzung dieser Zukunftstechnologien wird sich von Nation zu Nation unterscheiden. Mit der Folge, dass wohlhabende Patienten sich die Nation werden aussuchen können, in der sie sich testen oder gar behandeln lassen möchten - ganz ähnlich wie es schon heute der Fall ist in der Reproduktionsmedizin.

Die Macht des Schicksals - also mit welchen Genvarianten uns unsere Vorfahren und die Mutation und Rekombination dazu ausgestattet haben - wird dann klarer zu erkennen sein, wenn wir genau wissen werden welche Mutationen wir ins uns tragen. Vielleicht werden wir so schon von Geburt an Medikamente bekommen, vielleicht wird sogar die genetische Kompatibilität von Eltern vorab getestet und die genetische Lotterie Fortpflanzung kontrollierbarer. Ich sage nicht, dass dies eine in allen Aspekten wünschenswerte Zukunft ist, aber diese Entwicklungen sind vorhersehbar und werden alles verändern.

Man mag diese "Schöne Neue Welt" verdammen, aber aufhalten kann man sie nicht.

Ihre Meinung ist gefragt
Diskutieren Sie über diesen Artikel!



DIE NEUESTEN BEITRÄGE ZUM ARTIKEL

1. 17.07. von cosmo72 Spiel / Ernst ?
2. 15.07. von Neurovore ...
3. 15.07. von gunman Zur Zeit noch Spiel ...
4. 14.07. von cosmo72 Die BesitzUrkunde Deiner Eigentümer!
5. 14.07. von cosmo72 Haste Du konkrete Vorschlaege, welche Lobby ?

[Alle Beiträge zum Artikel](#)

ANZEIGE



Strom aus Windenergie

Beteiligung bereits ab 2.500 EUR + Bis zu 10% p.a.
Zinsen + Kurze Laufzeit von nur 3 Jahren
[Mehr Informationen »](#)



HUGO BOSS Online Store

Neu! Fashion und Accessories. Jetzt online bestellen!
[Mehr Informationen »](#)



Speicher-Riese von LG

LG NAS N4B1: Der 4TB-Speicher-Riese für Ihr Netzwerk! Inkl. Blu-ray Brenner als zweites Backup
[Mehr Informationen »](#)

ZUM THEMA AUF SPIEGEL ONLINE

Vererbte Krankheiten: Forscher zweifeln am Nutzen von Gentests (25.05.2009)
"Personal Genome Project": Zehn Forscher veröffentlichen ihre Gene im Netz (21.10.2008)
Genomanalyse: Peepshow ins Ich (02.06.2008)
US-Angebot: Googeln in den eigenen Genen - für 999 Dollar (23.01.2008)
Titel: Die Sprache des Lebens

ZUM THEMA IM INTERNET

"Edge"
"Edge" - The World Question Center
Evolutionsbiologie Uni Konstanz
[1000 Genomes Project](#)
SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Internet-Seiten.

MELDUNGEN AUS ANDEREN RESSORTS

■ NETZWELT



Netbook-Akkus: Mehr Ausdauer mit sechs Zellen

Den meisten Netbooks geht zu schnell die Puste aus. Abhilfe können Sechs-Zellen-Akkus schaffen. Die machen das Gerät zwar etwas schwerer, liefern dafür aber Strom für einige Extrastunden. Das Gute daran: Auch billige Modelle sind empfehlenswert. [mehr...](#)

Tauchfotos: Diese Kamera-Zwerge knipsen unter Wasser

I fa-Vorschau: Flacher, sparsamer und bunter - HDTV der nächsten Generation

Netzwelt-Ticker: Öffentlich-rechtliches Digitalradio floppt
[mehr Netzwelt](#)

■ UNISPIEGEL



Streit mit dem Boss: Wie Sie Ihren Chef erziehen

Die Arbeit könnte so angenehm sein, wäre da nicht dieser verhaltensauffällige und schwererziehbare Boss. Ständig kritisiert Ihr Chef Sie, vergisst Absprachen, gibt Ihre Ideen als eigene aus? Mit diesem Zehn-Punkte-Plan kriegen Sie jeden schwierigen Vorgesetzten in den Griff. [mehr...](#)

Ernst-Moritz-Arndt-Universität: Greifswalder Namensstreit

Techno-Attacke: Fiese Bässe für Rembrandt und van Gogh

Junge Mediziner im PJ: Viel Arbeit, wenig Kohle
[mehr UniSPIEGEL](#)

© SPIEGEL ONLINE 2009
Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH