

**60 Jahre DNA –  
die ganze Welt in einem Molekül**

**Dirk Laßner**

**Institut Kardiale Diagnostik und Therapie GmbH**

**Leibniz-Institut für Interdisziplinäre Studien (LIFIS) e.V.**

**17. Leibniz Conference of Advanced Science**

**LIFE SCIENCE DAY 2013, 24.10.2013**

## Was geschah vor 60 Jahren...?



ZEIT ONLINE | GESCHICHTE

START POLITIK WIRTSCHAFT MEINUNG GESELLSCHAFT KULTUR WISSEN DIGITAL STUD

Start > Wissen > Geschichte > 60 Jahre Doppelhelix: Zwei Chaoten knacken die DNA

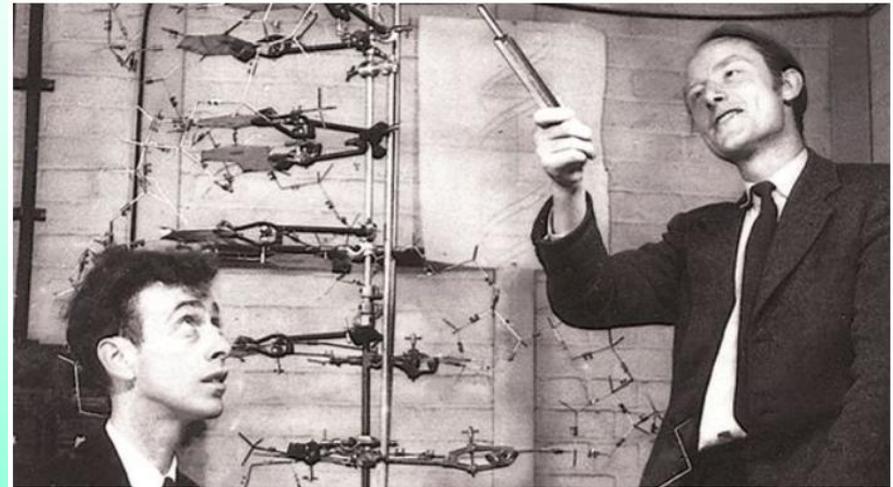
ZEIT ONLINE zur Startseite machen

60 JAHRE DOPPELHELIX

### Zwei Chaoten knacken die DNA

Sie wollten den Nobelpreis und bekamen ihn: Mit Glück und kaum Sachverstand entdeckten Francis Crick und James Watson 1953 die Struktur des Erbguts. VON SVEN STOCKKRAHM

25. April 2013 17:22 Uhr 18 Kommentare



Francis Crick (rechts) und James Watson 1953 mit ihrem Modell der DNA-Struktur. | © Christie's Images/Reuters

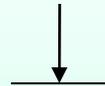
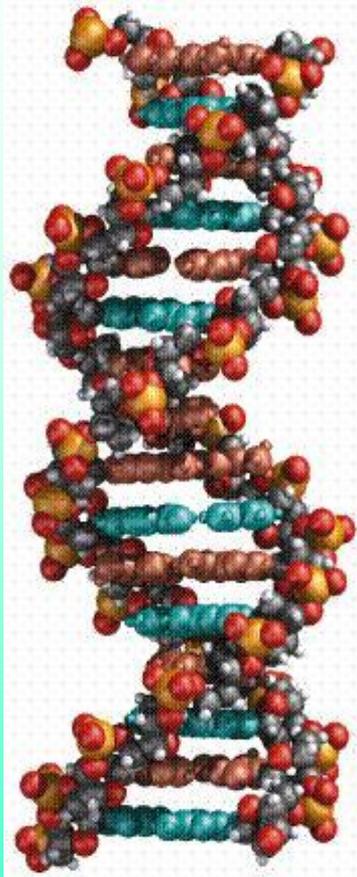
“Mein lieber Michael, Jim Watson und ich haben wohl eine der wichtigsten Entdeckungen gemacht. Wir haben ein Modell für die Struktur von Des-oxy-ribose-nuklein-säure gebaut (lies es sorgfältig) kurz D.N.A. genannt.  
Francis Crick, 19. März 1953

## Entdeckung des wichtigsten Molekül der Lebenswissenschaften

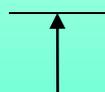
## Was sind Lebenswissenschaften ?

- **Biologie / Medizin**
- **Bioinformatik**
- **Geschichte / Archäologie**
- **Philosophie / Politikwissenschaften**
- **andere ?**





3,4 nm



## Desoxyribonukleinsäure (DNA) als Nanometer-Konstruktor

- universeller 4-Buchstaben (A,C,T,G)-Code  
des Lebens

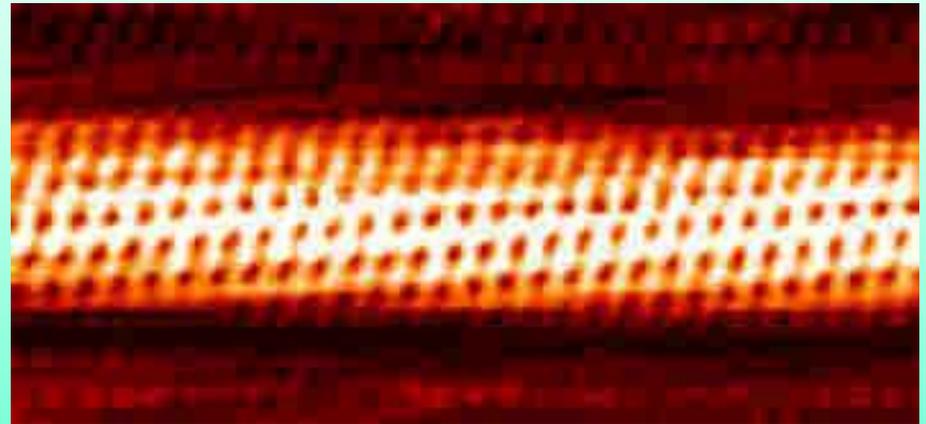
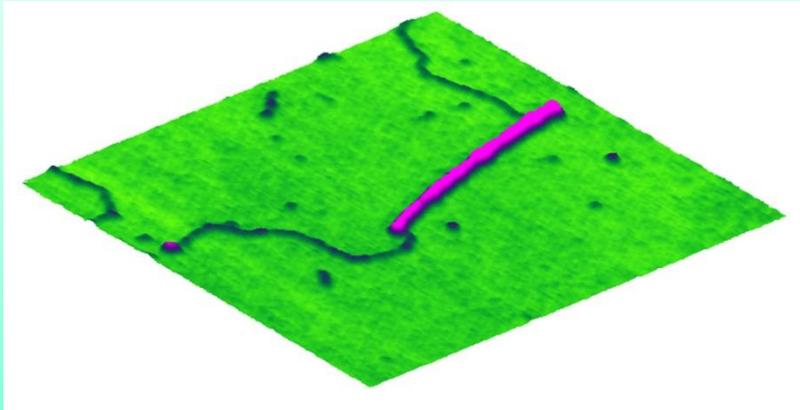
- 10 Basen sind eine Windung (3,4 nm Länge)

- Genau skalierbare Verlängerung

- Einbau einer Base –Verlängerung um 0,34 nm

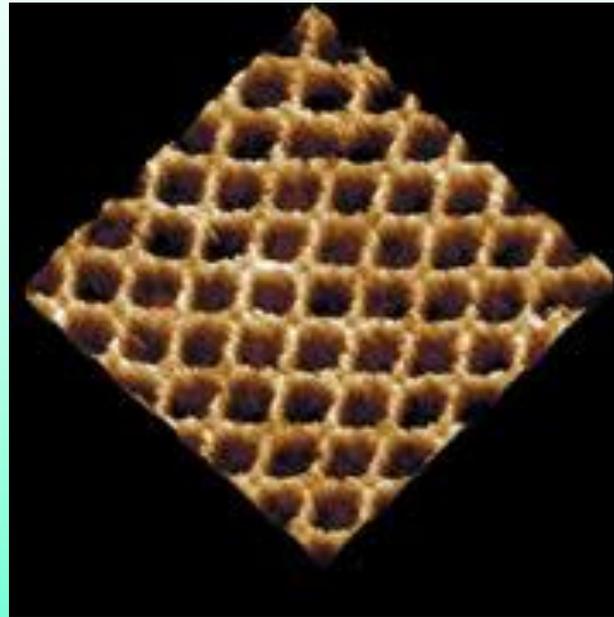
→ 2 nm ←

# DNA-Anordnung als Nanoröhrchen



Ein DNA-Molekül wird mit Kohlenstoff beschichtet:  
Nanokarbonröhrchen

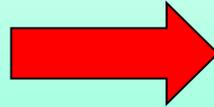
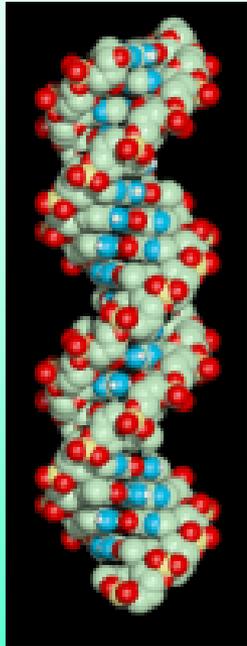
## DNA Nano-Netz



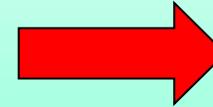
US-Forscher haben ein Netz aus DNA gewoben, das dehnbar ist !

**Vortrag F. Simmel**

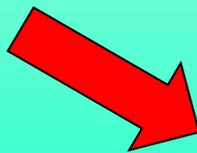
# Das zentrale Dogma der Biologie



**RNA**



**Protein**



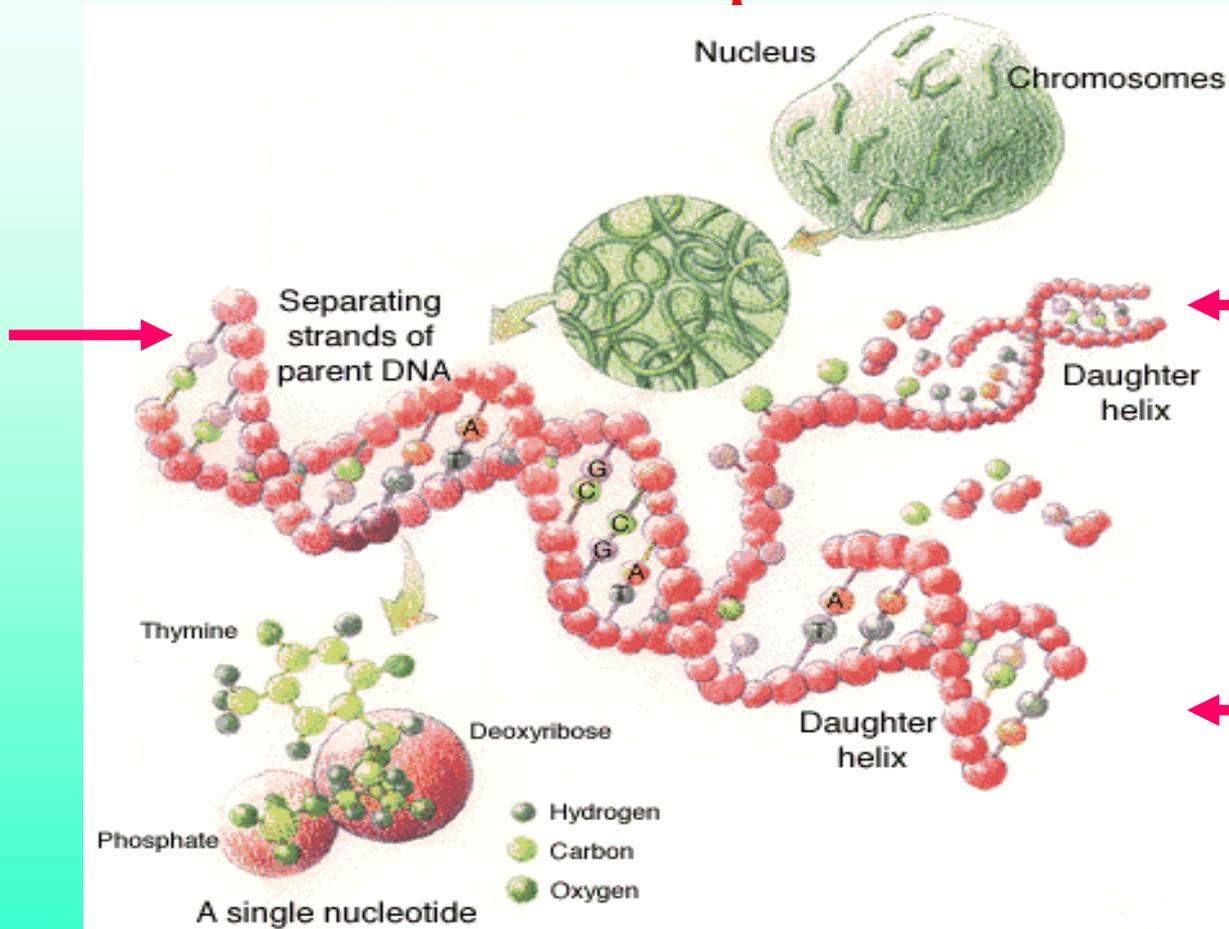
**microRNA**



J. Kurreck  
N. Rajewsky  
V. Erdmann

# Die identische Replikation of DNA

Mutter-  
DNA

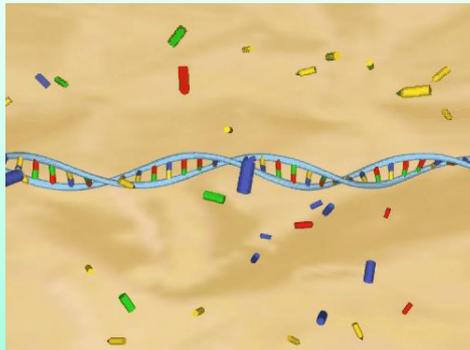


Strang 1

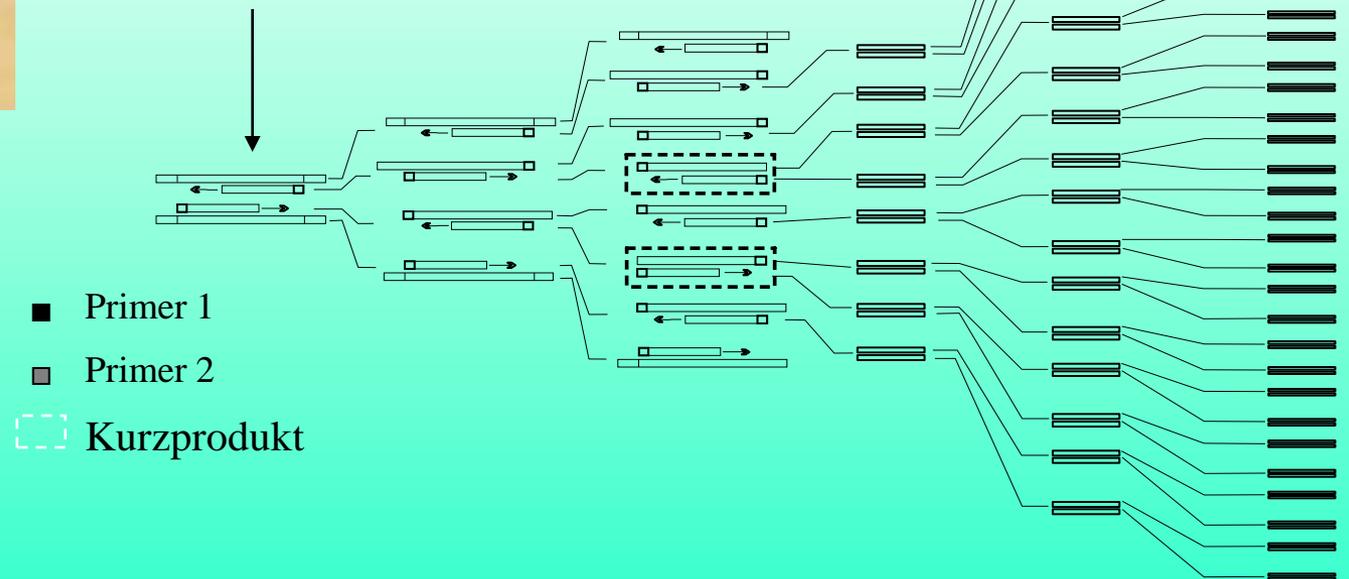
Strang 2

## Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3	Zyklus 4	Zyklus 5	Zyklus n
Kopien	N = 1	N = 2	N = 4	N = 8	N = 16	N = 2 <sup>n-1</sup>



Startpunkt mit einer Kopie



In 20 min 1 Mrd. Kopien von jedem beliebigen Gensegment !

## Datenverarbeitung bei PCR

- die Taq Polymerase baut ca. 100 Nukleotide pro sec ein  
(200 Bit/s)

*moderne Computers in GHz-Dimension ( $10^7$  schneller)*

- trotzdem generiert ein PCR-Test  $10^{12}$  bits in 20 min

**= 1,66 Gbit pro sec in  $10^{-2}$  cm<sup>3</sup>**

## Next Generation Sequencing

Method of the year 2007



Sequencing centers producing the Sanger sequence data for mammalian genome projects are factory-like outfits with a large number of personnel.

*Maria Nemenuk, Broad Institute*



The latest next-generation sequencing instruments can generate as much data in 24 h as several hundred Sanger-type DNA capillary sequencers, but reoperated by a single person

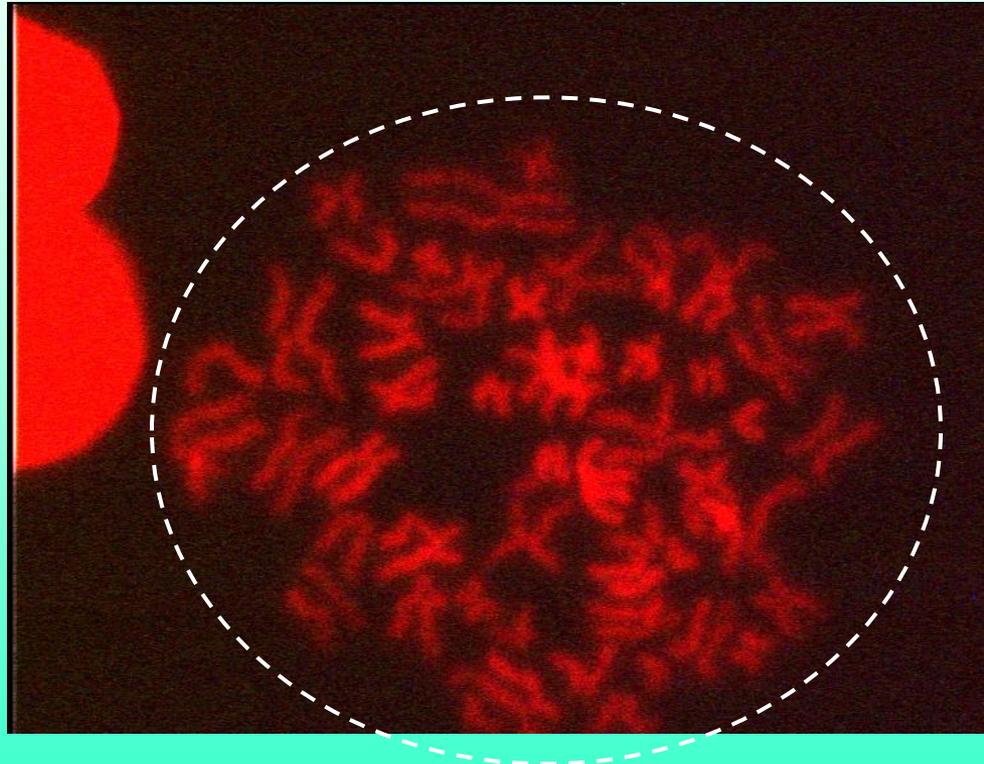
**F. Bier**

**D. Roggenbuck**

# Die DNA–

**Bedeutung für die menschliche  
Gesellschaft, Geschichte, Politik usw???**

## Menschlicher Chromosomensatz



# Das Humane Genom

- 46 Chromosomen    23 väterliche, 23 mütterliche
- 22 Autosomen und 2 geschlechtsbestimmende.
- ein Genome – 3 Mrd. Buchstaben
- nur 4 Buchstaben A, C, G, T
- **Mitochondriale DNA**

**A. Rosenthal**  
**H. Lehrach**  
**P. Seibel**

# DNA als größte Festplatte

- DNA gebildet aus den Basenpaarungen A-T oder G-C
- Ein Nukleotidpaar enthält **2 Bit** auf **ca.  $1\text{nm}^3$**
- Datenmenge von **1 Gbit /  $1\mu\text{m}^3$**

oder  **$10^{21}$  bit /  $1\text{cm}^3$**

**Derzeit existierende Festplatten: 10-100 Tbit /  $1\text{cm}^3$**

**Humanes Genom: 1,5 Gbit /  $5\mu\text{m}^3$**

# Das größte Buch der Erde

## Chromosom 22

28 Mio. Buchstaben ca. 8898 Seiten (10-er Schrift)  
bedeutet ca. 12500 Seiten Bibel (10 St.)

## Humanes Genom

3 Mrd. Basen entspricht ca. 1.250.000 Seiten Bibel  
(1000 St.)

**1 Gramm DNA enthält**

**Information von 1 Billion CDs !**



Gutenberg-Bibel

(42-Schrift, 1250 Seiten)

# Genetischer Fingerabdruck



Alec Jeffrey 1984

- Kriminalistik
- Verwandtschaftsnachweis
- Jede Sequenz ist einmalig

# DNA-Kunst



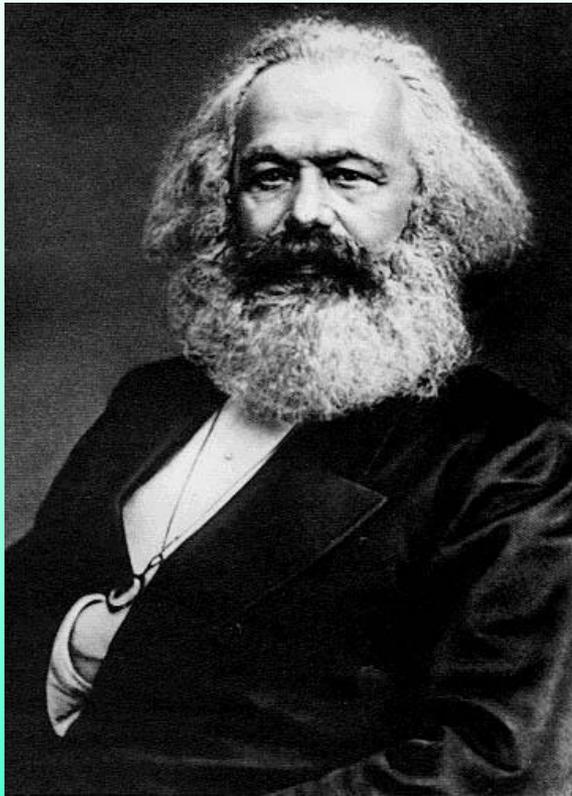
Der eigene genetische  
Fingerabdruck als Wandbild

„Melodie des Genoms“

Vertonung von DNA-Sequenzen in Noten

LIFE SCIENCE DAY 2013

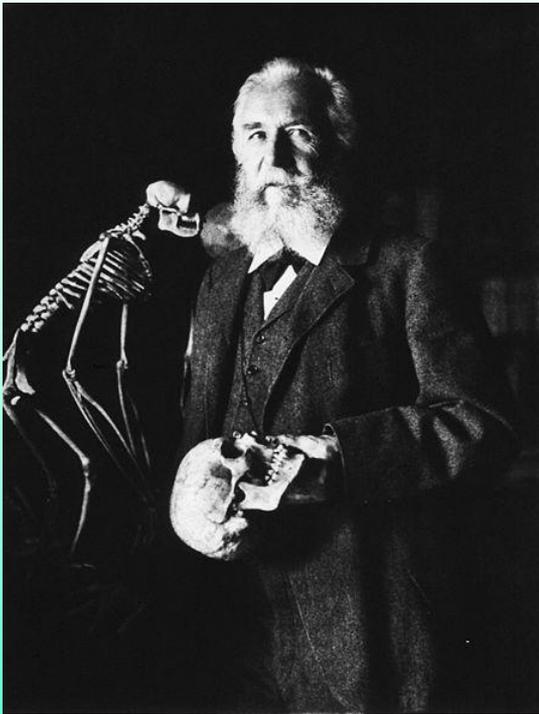
# „Das Sein bestimmt das Bewußtsein“



Die menschliche Gesellschaft  
entwickelt sich nach eigenen  
Gesetzmäßigkeiten!

Karl Marx 1848

# Alles ist in den Genen kodiert !



*Die Ontogenesis ist eine kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenesis, bedingt durch die physiologischen Funktionen der Vererbung (Fortpflanzung) und Anpassung (Ernährung).*

Ernst Haeckel, 1866 „Biogenetisches Grundgesetz“

## Personalisierte Medizin



"Here's my  
sequence..."

*New Yorker, 2000*

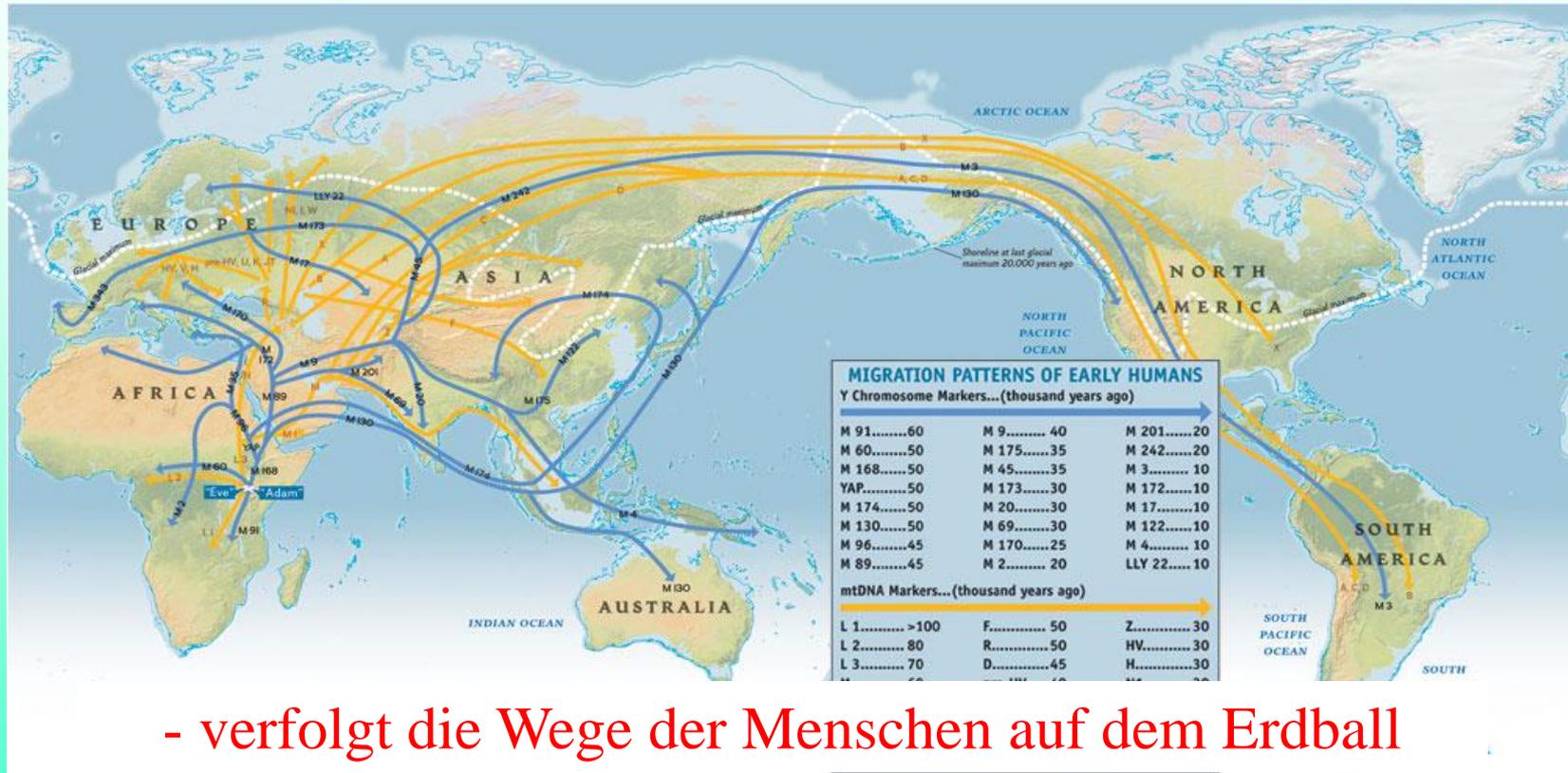


The shocking announcement that Angelina Jolie went under the knife and had a double mastectomy leaves many wondering and questioning, while others simply accept these surgeries as the only solution to cancer. But was she right?

Guardian Express

Ohne Kenntnis der Gensequenz wird moderne  
Medizin nicht mehr möglich sein!

# Genographische Projekt



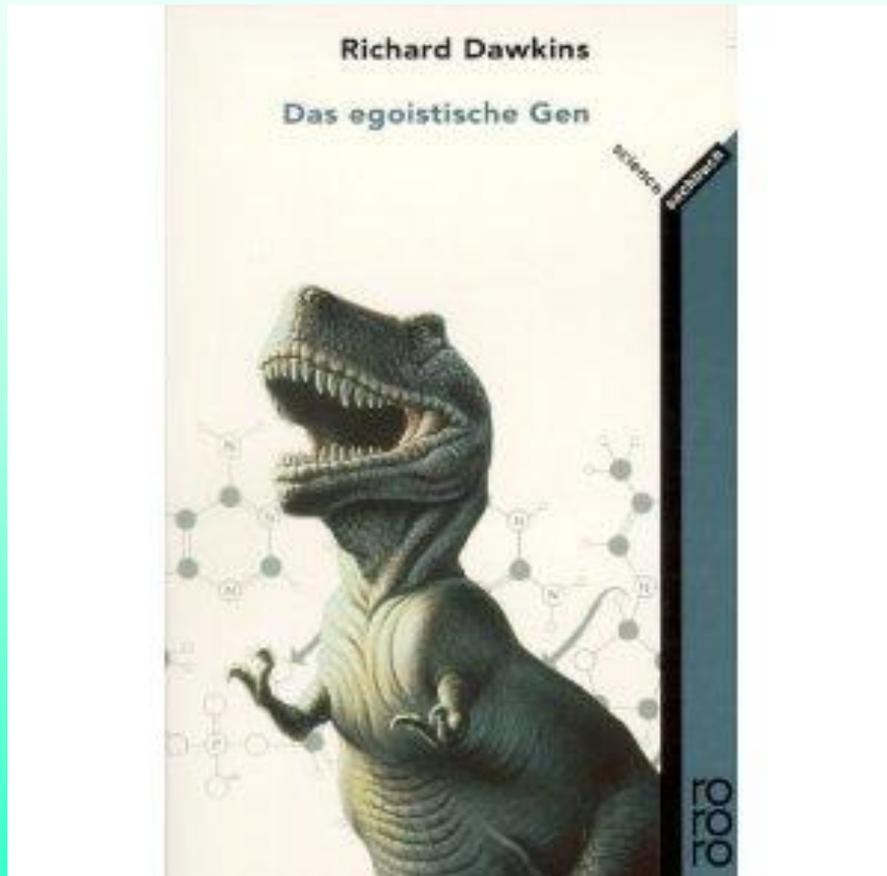
- verfolgt die Wege der Menschen auf dem Erdball

# Unsere Mutter ist eine Afrikanerin!

P. Seibel

H. Asche

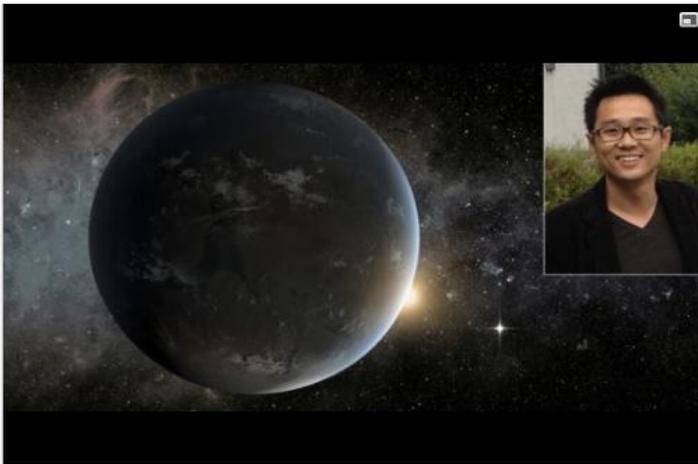
# Der biologische Sinn des Lebens



... der Erhalt und die Weitergabe unseres individuellen Genpools !

## «Es muss irgendwo Ausserirdische geben»

von V. Fehlmann - Forscher der Uni Bern haben auf der Suche nach Ausserirdischen einen entscheidenden Erfolg erzielt. Mit einer Wolkenkarte können sie Planetenatmosphären erforschen.



1|3

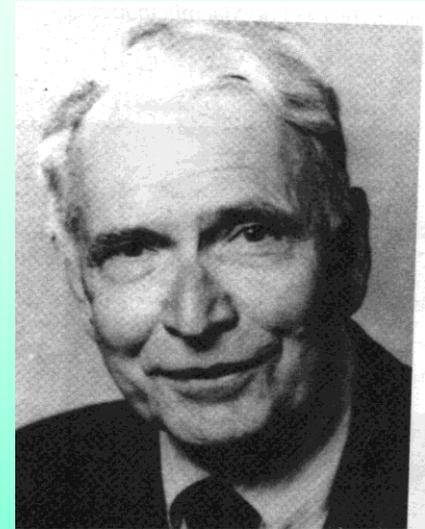
Das Berner Forschungsteam um Prof. Dr. Kevin Heng (Bild) war an der Erstellung einer Wolken-Karte des Planeten Kepler 7b beteiligt, wie die Universität Bern am 28. September 2013 mitteilte. Damit sei man auf der Suche nach ausserirdischem Leben einen entscheidenden Schritt weiter gekommen.

1. Gibt es Leben ohne DNA?
2. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit nochmal DNA-Strukturen im Universum zu finden?
3. Wer oder was hat die DNA erschaffen?

## *Der Geist ist aus der Flasche ...*

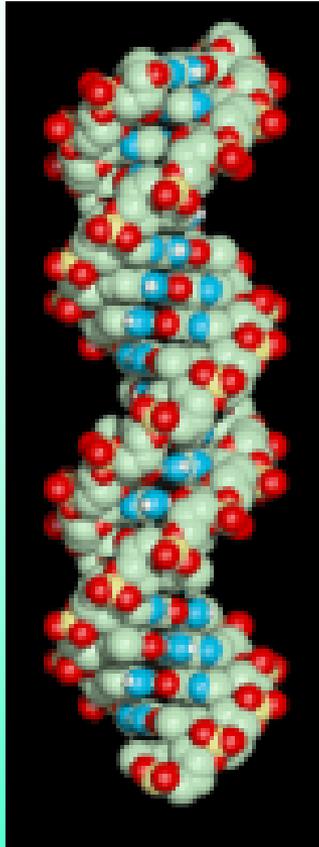
„Zwei verhängnisvolle wissenschaftliche Entdeckungen haben mein Leben gekennzeichnet: erstens die Spaltung des Atomkerns, zweitens die Aufklärung der Chemie der Vererbung.

In beiden Fällen geht es um die Mißhandlung eines Kerns: des Atomkerns, des Zellkerns. In beiden Fällen habe ich das Gefühl, dass die Wissenschaft eine Grenze überschritten hat, die sie hätte scheuen sollen.“



Erwin Chargaff:

„In allen DNA-Molekülen gilt:  $A=T$  und  $C=G$  und  $A+G=T+C$ .“



**HAPPY BIRTHDAY**

**DNA!!!**