

Caniva

26. September 2023, 19 Uhr
Ein Webinar von Peter Spork
www.peter-spork.de

Kostenloser Newsletter
Sporks Science News:
www.riffreporter.de/de/wissen/erbe-umwelt-news-newsletter-riffreporter-magazin

Die neue Wissenschaft der Epigenetik

Wie Hunde werden wie sie sind

Ist Ihr Hund gesund?

Hat er ein einnehmendes Wesen?

Foto: Jutta Bauernschmitt

Lässt er sich gut trainieren?

Wie vererben Hunde ihre Gesundheit und ihr Wesen?

Foto: Jutta Bauernschmitt

Epigenetik gibt neue Antworten

Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Muss die Kynologie jetzt umdenken?

Foto: Jutta Bauernschmitt

Wie stark prägen verschiedene genetische Varianten die Unterschiede im Wesen von Hunden verschiedener Rassen?

Genetische Analyse: 2155 Hunde, 200.000 Antworten von Hundehaltern

RESEARCH ARTICLE

DOG GENOMICS

Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes

Kathleen Morril^{1,2,3}, Jessica Hekman⁷, Xue Li^{2,3}, Jesse McClure⁴, Brittney Logan^{1,3}, Linda Goodman⁴, Mingshi Gao², Yinan Dong^{2,3}, Marjie Alonso^{6,8}, Elena Carmichael^{1,3,7}, Noah Snyder-Mackler^{8,9,10}, Jacob Alonso⁷, Hyun Ji Noh¹, Jeremy Johnson¹, Michele Koltschkan¹, Charlie Liu¹¹, Kate Megquier⁷, Ross Swafford⁷, Jason Turner-Maier⁷, Michelle E. White^{1,2,3}, Ziping Weng⁷, Andrés Colubri¹², Diane P. Genereux¹, Kathryn A. Lord¹, Elinor K. Karlsson^{1,2,3,11,12}

Science 376, 29.04.2022

Sandy: An der Studie beteiligter Mischlingshund (Australischer Treibhund, Collie, Cocker Spaniel u.a.), Foto: Angela Lek

Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Genetische Analyse: 2155 Hunde, 200.000 Antworten von Hundehaltern

RESEARCH ARTICLE

DOG GENOMICS

Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes

Kathleen Morril^{1,2,3}, Jessica Hekman⁷, Xue Li^{2,3}, Jesse McClure⁴, Brittney Logan^{1,3}, Linda Goodman⁴, Mingshi Gao², Yinan Dong^{2,3}, Marjie Alonso^{6,8}, Elena Carmichael^{1,3,7}, Noah Snyder-Mackler^{8,9,10}, Jacob Alonso⁷, Hyun Ji Noh¹, Jeremy Johnson¹, Michele Koltschkan¹, Charlie Liu¹¹, Kate Megquier⁷, Ross Swafford⁷, Jason Turner-Maier⁷, Michelle E. White^{1,2,3}, Ziping Weng⁷, Andrés Colubri¹², Diane P. Genereux¹, Kathryn A. Lord¹, Elinor K. Karlsson^{1,2,3,11,12}

Science 376, 29.04.2022

Sandy: An der Studie beteiligter Mischlingshund (Australischer Treibhund, Collie, Cocker Spaniel u.a.), Foto: Angela Lek

Klar gibt es ein rassetypisches Wesen von Hunden.

Aber: Rassetypische Gene von Hunden sagen wenig über deren Verhalten aus.

- 11 Gene mit Verhalten eng assoziiert, keines davon mit Zucht
- Moderne Rassen gibt es erst seit 200 Jahren
- „Zucht beeinflusst Verhalten kaum“: nur 9% der Unterschiede
- Strengster Einfluss: Alter und Geschlecht der Hunde

Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Genetische Analyse: 2155 Hunde, 200.000 Antworten von Hundehaltern

RESEARCH ARTICLE

DOG GENOMICS

Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes

Kathleen Moritz^{1,2,3}, Jessica Hekman², Xue Li^{2,3}, Jesse McClure¹, Brittany Logan^{1,2}, Linda Goodman^{4,5}, Mingzhi Guo^{2,3}, Yanan Dong^{2,3}, Marjie Alonso⁶, Emma Carmichael^{1,2,3}, Noah Snyder-Mackler^{7,8,9}, Jacob Alonso², Hyun Ji Noh¹, Jeremy Johnson¹, Michele Kollmann¹⁰, Charlie Liu¹¹, Kate Megginer¹, Ross Swiftford¹, Jason Turner-Mailer¹, Michelle E. White^{2,3}, Zhiping Wang¹², Andrés Colchero¹³, Diane P. Gommeret¹⁴, Kathryn A. Lord¹, Elinor K. Karlsson^{1,2,3,15,16,17}

Science 376, 29.04.2022

Elinor Karlsson: „Die meisten Verhaltensweisen, die wir als Merkmale bestimmter moderner Hunderassen ansehen, sind höchstwahrscheinlich im Laufe der Jahrtausende während Evolution vom Wolf über den Wildhund zum Haushund und schließlich zu den modernen Hunderassen entstanden. **Diese vererbaren Merkmale liegen Tausende von Jahren vor unserem Konzept der modernen Hunderassen.**“

Sandy: An der Studie beteiligter Mischlingshund (Australischer Treibhund, Collie, Cocker Spaniel u.a.). Foto: Angela Lek



Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Epigenetische Marker korrelieren mit der Persönlichkeit von Hunden

Association of DNA methylation with energy and fear-related behaviors in canines

Abigail R. Sanders^{1*}, Neha Bhongir^{1*}, Bridgett vonHoldt^{1*} and Matteo Pellegrini^{2*}

Frontiers in Psychology, 14.12.2022

„Wir fanden heraus, dass Verhaltensmerkmale wie **Antrieb, Anhänglichkeit/Aufmerksamkeitssuche, nicht-soziale Angst und auf Fremde gerichtete Angst** signifikant mit der **DNA-Methylierung an 3.059 Loci** verbunden sind. Nach Bereinigung um das Alter als Störvariable blieben Antrieb und Angst vor Fremden signifikant mit der Methylierung verbunden.“



Hundezucht muss umdenken

Berichte bei RiffReporter Erbe&Umwelt:

- www.riffreporter.de/de/wissen/genanalyse-genetik-hunde-verhalten-wesen-kein-rassen-zucht-merkmal
- www.riffreporter.de/de/wissen/hunde-rasse-zucht-epigenetik-bestimmt-persoenlichkeit-wesen-modell-fuer-mensch

Wesenstest für Hunde: Gen-Analyse zwingt Zuchtverbände zum Umdenken

Alle Chihuahua, Beagle oder Dalmatiner sehen sich nicht nur ähnlich, sie haben oft auch viele typische Persönlichkeits- und Verhaltensmerkmale. Laut genetischen Analysen von mehr als 2.000 Tieren hat das Wesen des Hundes allerdings nur wenig mit seiner Rasse zu tun.

Wie sehr bestimmt die Rasse das Wesen eines Hundes? Typenprägung oder größere Rolle als Genetik?

Forscherinnen messen erstmals systematisch Verhaltensmerkmale von Hundes. Das Ergebnis für diese Persönlichkeit und Gegenstück: Hundesinnerlichkeit ist schon bei Welpen klar, aber sie spüren erst mit der Zeit, wie sie Familienhund eignen – unabhängig von der Rasse.



Die Epigenetik beantwortet große Fragen

Wie werden Hunde, was sie sind?

Was prägt das Wesen der Hunde?

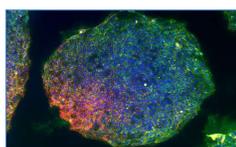
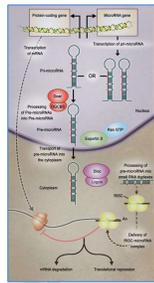
Was ist Gesundheit?






Der zweite Code: Epigenetik

Nobelpreise 2006, 2009 und 2012 für epigenetische Forschung.


Jeanne Louise Calment

geboren am 21.2.1875 in Arles, gestorben am 4.8.1997 mit 122 Jahren, 5 Monaten und 14 Tagen

Genetische Vererbung (20 - 25%)

Erbe-Umwelt-Interaktion

- Entspannung
- Ernährung
- Bewegung

Lebensstil der Vorfahren (NEU!)

- perinatale Prägung
- epigenetische Vererbung



Wie ist die Situation bei Hunden?

Was beeinflusst ihre Gesundheit und ihr Wesen?

Genetische Vererbung (vermutlich höher als beim Menschen)

Erbe-Umwelt-Interaktion

- Entspannung
- Ernährung
- Bewegung

Lebensstil der Vorfahren (Umdenken in der Hundezucht?)

- perinatale Prägung
- epigenetische Vererbung



Die falsche Frage

Gene oder Umwelt?



Prägung: Produkt aus Erbe und Umwelt

Gene **UND** Umwelt!

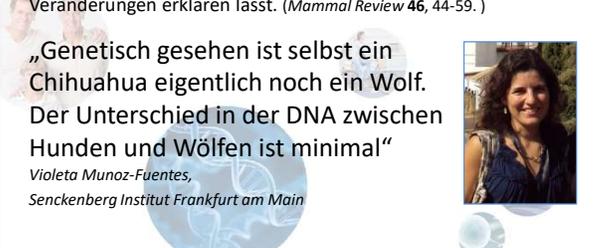


Ist Hundezucht mehr als Genetik?

Wissenschaftler des Senckenberg-Forschungsinstituts in Gelnhausen fanden heraus, dass die ungewöhnliche Vielfalt der fast 350 Hunderassen sich nicht alleine mit genetischen Veränderungen erklären lässt. (*Mammal Review* 46, 44-59.)

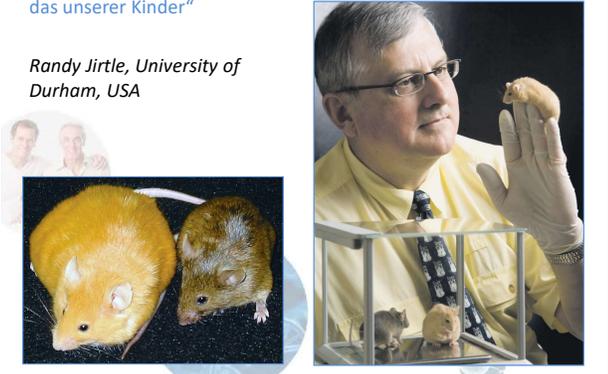
„Genetisch gesehen ist selbst ein Chihuahua eigentlich noch ein Wolf. Der Unterschied in der DNA zwischen Hunden und Wölfen ist minimal“

Violeta Munoz-Fuentes,
Senckenberg Institut Frankfurt am Main



„Wir haben eine ungeahnte Macht über unser Erbgut und das unserer Kinder“

Randy Jirtle, University of Durham, USA



Der erste Code

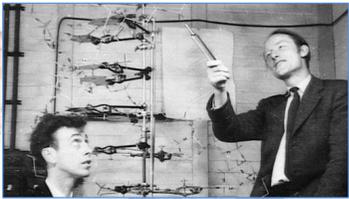
Das Zeitalter der Genetik (1953 – 2003)



Craig Venter Francis Collins

Der erste Code

Das Zeitalter der Genetik (1953 – 2003)



James Dewey Watson Francis Harry Compton Crick

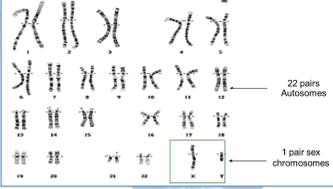


Rosalind Franklin
© MRC Laboratory of Molecular Biology

Der erste Code

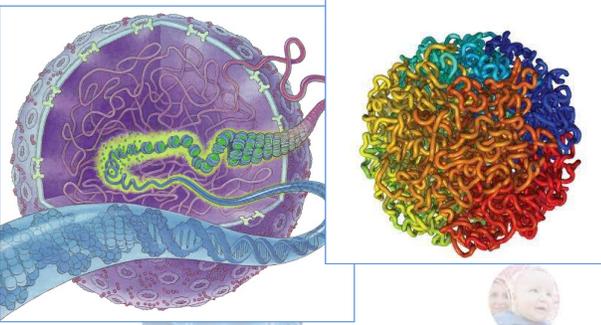
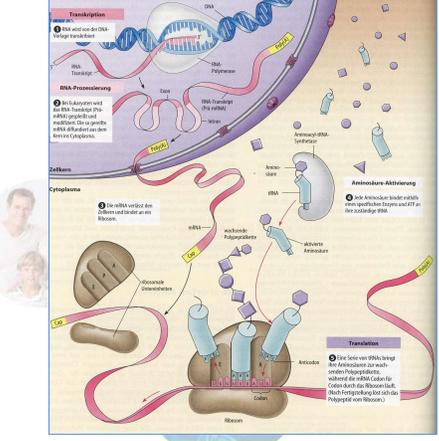


Hund:
38 Autosomen-Paare
2 Geschlechtschromosomen



Mensch:
22 Autosomen-Paare
2 Geschlechtschromosomen

Der erste Code

Transkription
1 Die DNA wird von der DNA-Polymerase abgelesen und in mRNA transkribiert.

mRNA-Prozessierung
2 Die prä-mRNA wird im Zellkern zu mRNA verarbeitet. Dabei werden Introns entfernt und Exons verbunden.

Zellkern
3 Die mRNA verlässt den Zellkern und bindet an ein Ribosom.

Antisense-Ablesung
4 Die Antisense-Seite der mRNA wird abgelesen und in ein Antisense-Ribonucleoprotein (ARNP) überführt.

Translation
5 Die Sense- und Antisense-Seiten der mRNA werden an die Ribosomen gebunden. Die Ribosomen lesen die mRNA ab und synthetisieren ein Polypeptid.

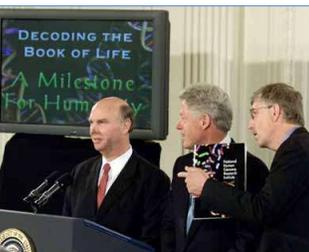
Campbell, Reece, Markl (Hg.): Biologie

Von der Genetik zur Epigenetik



Craig Venter Bill Clinton Francis Collins

Von der Genetik zur Epigenetik

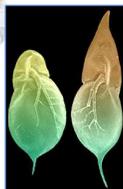


„Im Rückblick waren wir so naiv, dass es fast schon peinlich ist.“
(Craig Venter)

Von der Genetik zur Epigenetik

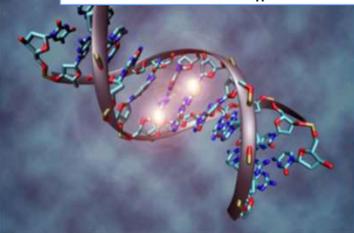
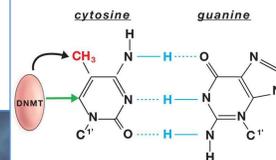


- Warum sind Mensch und Schimpanse so verschieden? (98,7 % der Gene sind identisch)
- Warum haben Menschen (23.000) nicht mehr Gene als z.B. Würmer (20.000) oder Wasserflöhe (31.000)?
- Warum machen Gene nur 1,5 Prozent des menschlichen DNA-Textes aus?



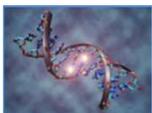
DNA-Methylierung

Anlagerung von Methylgruppen an Cytosin-Basen.
Stichwort: CpG-Inseln



CpG-Inseln

Stellen im DNA-Code mit gehäufter Abfolge der Basen Cytosin (C) und Guanin (G)



```

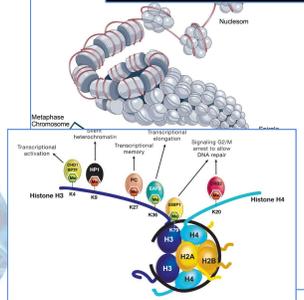
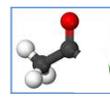
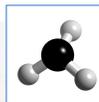
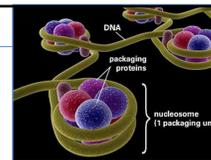
CATTCCCTTCTCTCCAGTGGTGGGA  CTTTAACTTTGGGTCATTTGCTGGCTCCAAA
GGTCTTTTGGTGGTCTGTGTAAAGAGCCAGG  CTAGATGTAAGCTCTGTAAAAAARACTACTCTGT
CAGCTTCCGGATGCTCACCCTCTGG  GTTCTATCTGTGAGCTCATAGTAGTATCCAGGA
GGTCCCTCCACCTTTTGCCTGT  AGTAGTAGGTTGACTGCTATTGATGGGACTACAC
CCTGAGATTTTCTTCCATCTCCCTTTAGTTCCT  TGGAGATTTTCTTCCATCTCCCTTTAGTTCCT
CACTCTGGCTCCATGTCACAGCTCC  TTTTCTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTT
CTG  GGTCCAGGACCTCCGGCCCTCC  TTTTCTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTTCTT
CTCCACTGATCAATCTTTGTCCTCATAAAG  GTGCAGTGGTGTATCTGGCTCACTGTAGCCCTCC
GATATGGGTGGCTGGGGGCTGGTGGTAA  ACCTCCAGAGTCCAGAGATCTGCTGCTTAGCC
AATGCCCTGGGGTCCACGGAGGAACTC  CCAGTAGCTGGGATACAGACACCACCACT
GGCTCGCTTGGGACAGCCAGCCCTGGT  TCTGGCCATTTTTTTTTTTGATTTTGTAGAA
TGAGCGCCAGCCAGGGGCT  CAGGGTTCCACCATGTTGGTGTCTGTGTCCAGA
ATGTTCTGACAGCCCTCCAGCAGCCACTCC  CTCTGGGGCCTAGATCCCTGCTCCAGCT
CCTGACCTAATTGGCTGGCCAG  CCGAGAGCTTAGAGATACAGAGAGAGCACTGT
CTGTGTGCTGTGATGTCACAGCCAGTGTCT  ACCGGCTCTCCCTCCAGTTCCAGTTGGATCCAA
GGCCGGGATAGAGAGGCTCA  GGGAGATAGTTAGATAGAGGTTAATTGAAAT
GAGGCCAGCTGGGTGCTCCAG  CTTTGATTACAGAAATTTGTCACCTTTACACCT
ACTGGGATTTAGGGGAAAG  AGAGTTGAACTTAGCTGGAGAGCCCTTAGACT
GGGAGATGTAAGCAGGTCCTGGAGG  AAGCCCTAGCCAGCTCCAGCAAGTGGATCGT
GCTGGGAGCTGGCTGCTCA  CAGGTTTGGCAGAGATTTCCCTGAGATGACT
GGTCCACCTCCCTGCTCC  GAGAGCCACACCTGGCTGTCCATACCCTCC
TCCACTCCTCTGCTCCCTCCAC  CCTATCCTAGTAGAGCAAACTCTTTGTCCTCT
CCGACTCCCACTATTGCTGGCTGG  CTCTCTCTTAGTAGAGCAAAATTTAGCTCA
TGATGGGGGCTGGAGGCTCCCTG  AAGATGAAATAGCTGTCTACCTTTGGCCCTAG
CTGGCTCTGATGAGGCTT  CCTCTCTGACTCAGGGCTTCTTTATGAAAT
GTGGCCGCCCTCCCTCC  GAGATCTTCCAGGCTCCGATGTGGCAGATG
GCTGCTTTGGCTGTCCTGTTG  AAGAGACTGTTCAACCTGACCTGGGGGAAAG
AGGCTAGGATAGGCTGGGCTGG  CCTTTGTGAAGGCTCAGGAG
GTGGGCTGGGGAGG  GGCTCCGGGAGGAGGCTGGCCGG
GGTCCGGGCTGGGGGA
    
```

CpG-Inseln: 1/10 des Codes ist CG Normal: CG ca. 1/100 des Codes
(ATG = Promotor-Startsequenz)

Grafik: Wikipedia / CFCF

Der Histon-Code

Beeinflussung der Bindung zwischen DNA und Nucleosomen sowie andere Effekte.



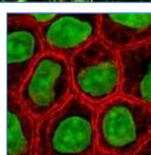
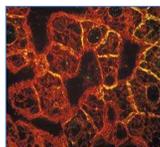
Leber, Nerven, Haut...

Epigenetische Schalter und Dimmer entscheiden, welche Gene aktivierbar sind und welche nicht.

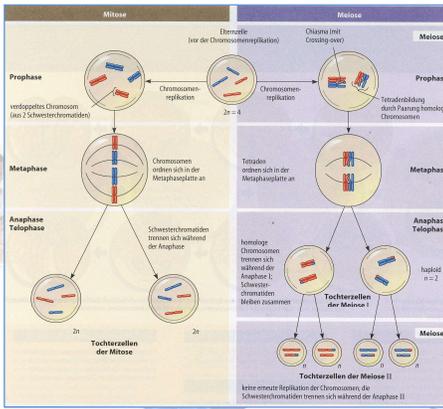
Sie sind erworbene Umwelthanpassungen, die nicht im DNA-Code gespeichert sind.

Sie verleihen der Zelle

- eine Identität
- ein Gedächtnis
- werden weitergegeben (vererbt)
- und sind reversibel!



Der erste Code



Campbell, Reece, Markl (Hg.): Biologie

Imprinting: Der Kampf der Geschlechter

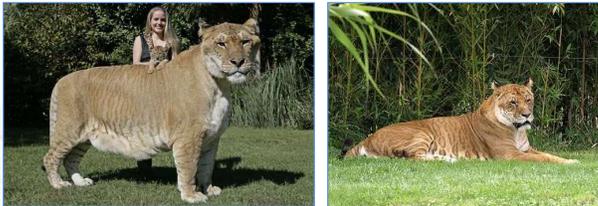


Maultier
Pferdestute & Eselhengst

Maulesel
Pferdehengst & Eselstute

Bilder: Wikipedia

Imprinting: Der Kampf der Geschlechter



Liger = Mutter Tiger, Vater Löwe
Riesenwuchs!

Töwe = Mutter Löwe, Vater Tiger

X-Chromosom-Inaktivierung

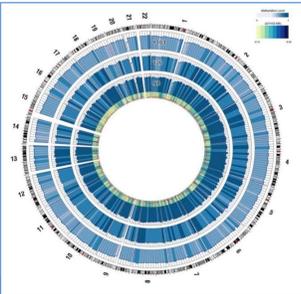
Oder: Warum Glückskatzen immer weiblich sind



Die epigenetische Uhr

DNA-Methylierung verändert sich im Laufe des Lebens systematisch.

Es gibt ca. 30.000 CpG-Inseln. Sie sind besonders wichtig für die epigenetische Genregulation



H. Heyn et al., PNAS 109, 2012

Die epigenetische Uhr

Horvath's clock (Steve Horvath, *Genome Biology*, 2013) analysiert 353 CpG-Inseln und bestimmt das Alter eines Menschen auf 3,6 Jahre genau. (Speichelproben: 2,7 Jahre, Leukozyten: 1,7 Jahre)

Research | Open Access | Published: 30 December 2013

DNA methylation age of human tissues and cell types

Steve Horvath

Genome Biology 14, Article number: 3156 (2013) | [View this article](#)

2676 Accesses | 3076 Citations | 1290 Altmetrics | [Metrics](#)

An Equator to this article was published on 13 May 2015



Erste Idee (5 Jahre genau):
Sven Bocklandt et al.: *Epigenetic predictor of age. PLoS One* 6, 22.06.2011, S. e14821

Verjüngung mittelalter Männer

Neun Männer zwischen 51 und 61 Jahren erhielten 1 Jahr lang Wachstumshormon, DHEA und Metformin.

Der Thymus regenerierte, sie waren im Mittel hinterher epigenetisch 1,5 Jahre jünger als zu Beginn der Studie (Vorsicht: kleine Studie).

Ageing Cell | ANATOMICAL SOCIETY

ORIGINAL ARTICLE | Open Access

Reversal of epigenetic aging and immunosenescent trends in humans

Gregory M. Fahy, Robert T. Brooke, James P. Watson, Zinaida Good, Shreyas S. Vasavanala, Holden Mäcker, Michael D. Leopold, David T. S. Lee, Michael S. Kobor, Steve Horvath

First published: 08 September 2019 | <https://doi.org/10.1111/acel.13028> | Citations: 1



Zwei Jahre jünger in acht Wochen?

Pilot-Studie aus 2021. Sehr klein: 18 + 20 Teilnehmer.
 Horvath'sche Uhr zeigt: 8 Wochen 7 h Schlaf, Entspannungsübungen, 30 min täglich Sport, epigenetische Diät verjüngen epigenetisches Alter um knapp 2 Jahre.
 Signifikanz fragwürdig. Größere Studie nötig.

www.aging-us.com AGING 2021, Vol. 13, No. 7
 Research Paper
Potential reversal of epigenetic age using a diet and lifestyle intervention: a pilot randomized clinical trial
 Kara N. Fitzgerald¹, Romilly Hodger², Douglas Hanes³, Emily Stack⁴, David Cheshwill⁵, Moshe Szyf⁶, Janine Henkel⁷, Melissa W. Tweed⁸, Despina Giannopoulou⁹, Josette Herdell¹, Sally Logan¹, Ryan Bradley^{1*}

Bin ich gesund?

Foto: FPZ

Die epigenetische Uhr misst die Gesundheit

Berechnung des persönlichen Alterungstempus mit Hilfe von Selbsttests

Genetic Age Test (Fraunhofer Inst. f. Molekularbiologie / Cerascreen) analysiert 140 CpG-Inseln. Angeblich auf +/- 2,5 Jahre genau.

EpiAge-Test (Moshe Szyf, McGill University): Nur noch 13 CpG-Inseln; +/- 2,8 Jahre genau.

Cygenia (epigenetische Diagnostik für Wissenschaft; keine Selbsttests)

Persönliche Erfahrung: Laut Genetic Age Test altere ich 10% langsamer, macht bis heute gut 5 gewonnene gesunde Lebensjahre.

EpiAge-Test 2 Jahre später: **Fast 10 Jahre jünger.**

Erfahrungsbericht nachlesen: www.riffreporter.de/de/wissen/epigenetische-uhr/

Ist Ihr Hund gesund?

Foto: Jutta Bauernschmitt

Epigenetik und Gesundheit

„Das Epigenom ist die Sprache, in der das Genom mit der Umwelt kommuniziert.“

Rudolf Jaenisch, Whitehead Institute, Boston, USA

Der zweite Code: Epigenetik

Prügel, Hunger, Training, Aufzucht-Bedingungen, Haltung

Erziehung, Nahrung, Erlebnisse im Mutterleib, Auslauf, Hormone

Klima, Traumata, Stress, Vergiftungen, Bindung zum Muttertier

Caniva

26. September 2023, 19 Uhr
Ein Webinar von Peter Spork
www.peter-spork.de

Kostenloser Newsletter
Sporks Science News:
www.riffreporter.de/de/wissen/erbe-umwelt-newsletter-riffreporter-magazin

10 Minuten Pause

Wie Hunde werden wie sie sind

Wie Hunde werden wie sie sind

Epigenetische Prägung von Wesen und Krankheitsanfälligkeit

Und was macht die Natur damit?

Gleiche Gene – andere Physiologie

Entwicklungsbiologische Programme und Umweltsignale beeinflussen Fruchtbarkeit und Langlebigkeit.

2 Kasten der Holzameise (*Camponotus floridanus*)
R. Bonasio et al. Science 239 (2010)

Bienenkönigin
F. Lyko et al. PLoS Biology 8 (2010)

Gleiche Gene – anderes Programm
andere Gesundheit und Persönlichkeit

M.F. Fraga et al. PNAS 102 (2005)
P. Poulson et al. Pediatric Research 61 (2007)

Eine Brücke zwischen sozialen und biologischen Prozessen

„Wenn die Umwelt eine Rolle bei der Veränderung unserer Epigene spielt, dann können wir eine Brücke schlagen zwischen biologischen und sozialen Prozessen.“

Moshe Szyf, McGill University Montréal

Und das ändert unsere Sicht des Lebens total.“

Und die Hunde?



www.petadvice.ch

„Man geht 2,5 mal um die Welt, um den perfekten Zuchtrüden zu finden. Und dann verhaut man's.“

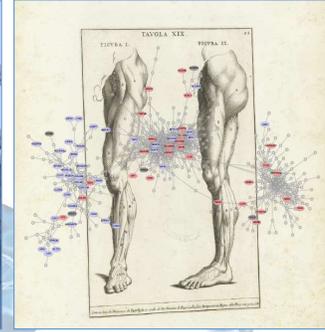
Christina Sigrist, Dozentin für Hunde- und Katzen-Rassenkunde, Schweiz:

1. „Bildung sollte ein Grundrecht für Hunde sein.“
2. Es gibt große individuelle Unterschiede: „tiergerecht - nicht artgerecht“
3. Verhaltensentwicklung beginnt ab dem letzten Drittel der Trächtigkeit, d.h. Mütter, Leihmütter, Ammen, sind die ersten und wichtigsten „Lehrmeisterinnen“

Training wirkt

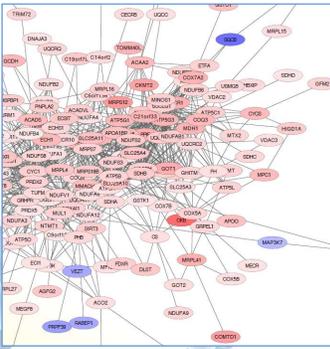
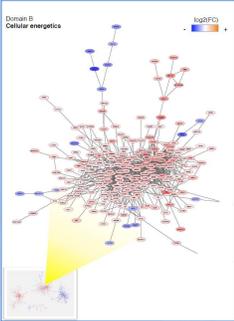
Training nur eines Beines verändert Epigenome nur in diesem Bein:

Gene im Muskelgewebe betroffen (Lindholm et al.: Epigenomics 12/2014)



Sport wirkt

Verbesserter Zell-Energiestoffwechsel (Lindholm et al.: Epigenomics 12/2014)



Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Epigenetische Marker korrelieren mit der Persönlichkeit von Hunden

Association of DNA methylation with energy and fear-related behaviors in canines

Abigail R. Sanders¹, Neha Bhongir¹, Bridgett vonKühl¹ and Matteo Pellegrini^{1*}

¹Department of Molecular, Cell, and Developmental Biology, University of California, San Diego, La Jolla, CA, United States; ²Department of Biology and Environmental Biology, Brunel University, Uxbridge, UK; ³USA, United States



Frontiers in Psychology, 14.12.2022

Bild: depositphotos

„Wir fanden heraus, dass Verhaltensmerkmale wie **Antrieb, Anhänglichkeit/Aufmerksamkeitssuche, nicht-soziale Angst und auf Fremde gerichtete Angst** signifikant mit der **DNA-Methylierung an 3.059 Loci** verbunden sind.

Nach Bereinigung um das Alter als Störvariable blieben Antrieb und Angst vor Fremden signifikant mit der Methylierung verbunden.“

Auch Stress wirkt

Epigenetische Veränderung schon nach 10 Minuten

(Unternaehrer et al.: Translational Psychiatry 2012)



Psychotherapie wirkt

Epigenetische Veränderungen am MAOA-Gen bei Patientinnen mit Panikattacken (Ziegler et al.: Translational Psychiatry 2016)

6 Wochen Therapie:

„Nach unserer Kenntnis, haben wir erstmals gemessen, dass eine Verhaltenstherapie die Methylierung des MAOA-Gens verstellen kann“ (Katharina Domschke, Freiburg)



Die epigenetische Landschaft oder: Was prägt den Hund?

Conrad Hal Waddington, 1905 - 1975

Epigenetische Prägung der Bindung

Der Treue-Schöller

Hui Wang et al.: Histone deacetylase inhibitors facilitate partner preference formation in female prairie voles. *Nature Neuroscience* 16, 07/2013, S. 919-924.

Prärie-Wühlmäuse sind erstaunlich monogam. Nach der ersten Paarung bleiben sie auf immer treu. Nun fanden US-Biologen, dass epigenetische Veränderungen im Gehirn den tiefen Wandel des Sozialverhaltens zumindest mit bewirken. Bekannt war bereits, dass die enge Paarbindung über die Bindungshormone Oxytocin und Vasopressin vermittelt wird. Jetzt spürten die Forscher epigenetische Schalter für diese Reaktion auf.

Das Team um Hui Wang behandelte weibliche, noch nicht vergebene Prärie-Wühlmäuse mit den Histone-deacetylase-Hemmern *Trichostatin A (TSA)* oder *Natriumbutyrate*. Diese blockieren das Enzym Histone-deacetylase (HDAC), das Acetylgruppen von Histoneiweißen entfernt und machen dadurch Gene aktivierbar. Tatsächlich zeigten die behandelten Tiere eine verstärkte Bindung zu bekannten Männchen, ohne sich gepaart

Männliche und weibliche Prärie-Wühlmäuse leben streng monogam. Sie kümmern sich gemeinsam um den Nachwuchs und verjagen Eindringlinge anderen Geschlechts.

www.newsletter-epigenetik.de

Epigenetik prägt Persönlichkeit und Resilienz

J. Thesing et al.: *Proc R Soc B*, 19.11.2015

Berghänel et al.: *Proc R Soc B*, 21.09.2016

Die non-licking rats des Michael Meaney

Wenn Rattenmütter ihre Kinder nicht ausreichend lecken und pflegen (*licking & grooming*), werden diese ängstlich und aggressiv.

Epigenetik prägt die Persönlichkeit

Schlecht umsorgte Ratten haben ein verändertes Gehirn und reagieren deshalb zeitlebens empfindlicher auf Stress.

59

Epigenetik prägt die Persönlichkeit

Schlecht umsorgte Ratten haben ein verändertes Gehirn und reagieren deshalb zeitlebens empfindlicher auf Stress.

-- Methylierung des Glucocorticoid-Rezeptor-Genes im Hippocampus

Time (min)	TSST-G (Intensity)	Control (Intensity)
0	~7	~7
10	~15	~7
20	~18	~7
30	~15	~7
40	~12	~7
50	~10	~7
60	~8	~7
70	~7	~7
80	~7	~7

Epigenetik prägt die Persönlichkeit

Eine „angereicherte Umwelt“ hilft, die frühkindlich geprägte überzogene Stressreaktion abzumildern.
Gelingt im Experiment auch medikamentös und mit Wechsel der Mutter.



Der neue Blick auf die Prävention

Differential methylation in glucoregulatory genes of offspring born before vs. after maternal gastrointestinal bypass surgery

Frédéric Guénard¹, Yves Deshaies^{2,3}, Katherine Cianflone^{4,5}, John G. Kraff⁶, Picard Marcoux⁶, and Marie-Claude Voht^{1,4}
¹Institute of Nutrition and Functional Foods and Department of Food Science and Nutrition, and Departments of Medicine and Surgery, Laval University, Québec, QC G1V 0A6, Canada; ²Qatar Heart and Lung Institute, Qatar, City, QC G1V 0A3, Canada; and ³Department of Surgery, State University of New York Downstate Medical Center, Brooklyn, NY 11203
Edited by C. Ronald Kahn, Joslin Diabetes Center, Harvard Medical School, Boston, MA, and approved April 30, 2013 (received for review October 10, 2012)



PNAS 9.7.2013: Vergleich von Geschwistern vor und nach „Magenbypass-OP“ der Mutter: 5.928 Gene sind unterschiedlich methyliert.

Betroffen sind Gene „für“ Entzündungen, Herz-Kreislauf-Krankheiten und Diabetes.

„Don't blame the mothers“

Sarah Richardson et al., Nature 2014

„But blame the dog breeders“



Und die Hunde?



www.petadvice.ch

Christina Sigrist, Dozentin für Hunde- und Katzen-Rassenkunde, Schweiz

1. „Das Junghundetraining wird extrem vernachlässigt.“
2. „Besonders negativ wirkt sich chronischer Stress auf eine gesunde Entwicklung aus.“

Zu vermeiden sind also zwingend: ungeeignete Ausbildungsmethoden, schlechte Lernatmosphäre, Über- und Unterforderung, Inadäquate, nicht tiergerechte Haltungsumwelt“

Und die Hunde?



www.petadvice.ch

Christina Sigrist, Dozentin für Hunde- und Katzen-Rassenkunde, Schweiz

1. Sichere Bindung ist extrem wichtig: „Je stabiler eine Primärbindung, desto leichter die spätere Bindungen. Man muss in sichere Bindungen investieren.“
Kurz gesagt: „liebende Fürsorge“
2. Welpentraining und Junghundetraining: „Man müsste die Züchter ins Ausbildungssystem, holen.“
3. Zeitpunkt des Junghundetrainings von Verhalten des Hundes abhängig, nicht vom Alter.

Werden Stress, Krankheit, Trauma und Resilienz vererbt?

Über transgenerationale Epigenetik



Die perinatale Phase ist wichtig

Blame the breeders! Unserer Haustiere können sich nur dann tiergerecht verhalten, wenn sie auch tiergerecht groß geworden sind und bereits im Mutterleib angemessen behandelt wurden.



Epigenetische Vererbung

Für Zuchttiere besonders wichtig: Eine gesunde Lebensweise wirkt sich sehr wahrscheinlich auch auf Gesundheit und Charakter **mehrerer** folgender Generationen aus



Im Tierversuch sind **transgenerationale epigenetische Effekte** bei Säugetieren bis in die vierte Folgegeneration messbar

Beginnt die perinatale Programmierung bereits vor der Zeugung?

- Magenbypass verändert Epig Genome der Spermien, Stress und Nikotin auch.
- Mediziner diskutieren „präkonzeptionelle Gesundheit“.



Spuren der Gewalt

Thomas Elbert, Konstanz, und Kollegen finden systematische epigenetische Veränderungen bei den Enkeln von Frauen, die während der Schwangerschaft mehrfach Gewalterfahrungen aushalten mussten. (Serpolini et al.: *Translational Psychiatry* 2017)



ORIGINAL ARTICLE

Grandmaternal stress during pregnancy and DNA methylation of the third generation: an epigenome-wide association study

F Serpeloni¹, K Radtke^{1,2}, SG de Assis³, F Henning⁴, D Nätt⁵ and T Elbert¹

Transgenerationale epigenetische Vererbung?

Ratten, Mäuse, Meerschweinchen



Vergiftung (Vinclozolin, **Glyphosat**):

M.D. Anway et al: *Science* 308, 2005, **Skinner 2019**

Übergewicht/Diabetes:

S.-F. Ng et al: *Nature* 467, 2010

Suchtverhalten:

Q. Le et al.: *Nat Commun.*, 5/2017



Leberstoffwechsel:

A. Weyrich et al.: *Mol. Ecol.*, 2016

Traumatisierung:

T. B. Franklin et al: *Biol. Psych.*, 2010

K. Gapp et al.: *Nat Commun.*, 11/2014

J. Boháček et al.: *Mol. Psych.*, 2015

Fehlernährung:

E. J. Radford et al.: *Science*, 2014

Transgenerationale epigenetische Vererbung?

Ratten, Mäuse, Meerschweinchen

Epigenetische Vererbung **über vier Generationen** bei Mäusen

G. v. Steenwyk et al., *Environmental Epigenetics* 4, 2018



Was tun?

Erbe, Umwelt und Vergangenheit bestimmen immer **GEMEINSAM** komplexe Merkmale wie Gesundheit und Persönlichkeit

Klassische Hundezucht = ERBE

Art der Haltung = UMWELT

- Entspannung / Aufzucht
- Ernährung
- Bewegung / Training

Lebensstil der Vorfahren = VERGANGENHEIT

- perinatale Programmierung
- epigenetische Vererbung



Was tun?

Erbe, Umwelt und Vergangenheit bestimmen immer **GEMEINSAM** komplexe Merkmale wie Gesundheit und Persönlichkeit

Klassische Hundezucht = ERBE

Art der Haltung = UMWELT

- Entspannung / Aufzucht
- Ernährung
- Bewegung / Training

Lebensstil der Vorfahren = VERGANGENHEIT

- perinatale Programmierung
- epigenetische Vererbung

Komplexe Merkmale!



Eine neue Biologie der Vererbung

Warum zumindest theoretisch bestimmte Wesensmerkmale in einer Zuchtlinie gehäuft sein können – ganz ohne zugehörige Genvarianten.

Positive Nachricht: Diese Merkmale sind veränderlich!



Welche Merkmale des Hundes sind komplex?

Komplexe Merkmale wie Persönlichkeit, Gesundheit und Intelligenz hängen von der Regulation vieler Gene zugleich ab. Studien bei Menschen:

(Lars Bertram, Lübeck; Okbay et al.: Nature Genetics 2016; 150 Forscher, 300.000 Probanden)

Genvarianten sind „nur für einen Bruchteil der Erblichkeit von **psychologischem Wohlbefinden** verantwortlich“.

Sie erklären „weniger als ein Prozent der Unterschiede im Wohlbefinden in der Bevölkerung“

Beispiel **Übergewicht**: Alle bislang bekannten genetischen Anlagen machen gerade 2 – 3 % des Risikos aus. Erblichkeit liegt dennoch bei 50 – 80 % !



Sind gar nicht die Gene an allem schuld?

Genetische Analyse: 2155 Hunde, 200.000 Antworten von Hundehaltern

RESEARCH ARTICLE

DOG GENOMICS

Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes

Kathleen Morrill^{1,2,3}, Jessica Hekman¹, Xue Li^{2,3}, Jesse McClure¹, Brittney Logan^{1,2}, Linda Goodman⁴, Mingshi Gao², Yinan Dong², Marjio Alonso², Elena Carmichael^{2,3}, Noah Spiller-Mackler^{5,6}, Jacobo Alonso⁷, Hyun Ji Noh⁷, Jeremy Johnson⁸, Michele Kolbodoran⁹, Charlie Liu¹⁰, Kate Megquier¹, Ross Swofford¹, Jason Turner-Mailer¹, Michelle E. White^{2,3}, Zhiping Weng¹, Andrés Colubri¹¹, Diane P. Genevoux¹, Kathryn A. Lord¹, Elinor K. Karlsson^{2,3,12,13}

Science 376, 29.04.2022

Klar gibt es ein rassetypisches Wesen von Hunden.

Aber: Rassetypische Gene von Hunden sagen wenig über deren Verhalten aus.

- 11 Gene mit Verhalten eng assoziiert, keines davon mit Zucht
- Moderne Rassen gibt es erst seit 200 Jahren
- „Zucht beeinflusst Verhalten kaum“: nur 9% der Unterschiede
- Stärkster Einfluss: Alter und Geschlecht der Hunde

Sandy: An der Studie beteiligter Mischlingshund (Australischer Treibhund, Collie, Cocker Spaniel u.a.), Foto: Angela Lek



Gesundheit ist ein Generationen überschreitender Prozess

Gesundheit ist bestimmt nicht das Gegenteil von Krankheit

Eine neue (alte) Definition der Gesundheit:

»Gesundheit ist die Fähigkeit, sich anzupassen«

Georges Canguilhem (1943)



Ändern wie wir leben – nicht, wie wir sind

„Wir sollten aufhören, ändern zu wollen, wie wir sind, sondern endlich damit beginnen, zu verändern, wie wir leben.“

Steve Jones,
University College London



Das Gegenteil von dem, was die Kynologie seit 200 Jahren macht!

Und die Hunde?

Christina Sigrist, Dozentin für Hunde- und Katzen-Rassenkunde, Schweiz

Berücksichtigung der Epigenetik in der Ausbildung heißt:

1. Bindungsförderung
2. Gewöhnungslernen
3. Anpassung an alltägliche Umweltreize
4. Förderung des (selbstinitiierten) Explorationsverhaltens
5. Selbst-, Impulskontroll- und Frustrationstoleranz-Training



www.petadvice.ch

Sind die Resultate wirklich übertragbar?

Findet sich für mutterlose Welpen eine fürsorgliche Ersatzpflegerin, so ist das ein großer Segen!



» Was vor einer werdenden Mama als Stress empfunden wird und was nicht, das können wir Menschen gar nicht bis ins Detail rekonstruieren.

Ganslöber / Krivy: Ein guter Start ins Hundeleben

Sind die Resultate wirklich übertragbar?



» Entspannte, ausgeglichene Welpen haben eine entspannte, ausgeglichene Mutter.



» Die Qualität des mütterlichen Verhaltens wirkt sich auf viele Eigenschaften der Nachkommen aus.

Ganslöber / Krivy: Ein guter Start ins Hundeleben

Und beim Hund? Andrea & Heinz Weidt, WuH 24/2013



Umrüttige Eingriffe des Menschen in das Geburtsgeschehen der Welpen sind kontraproduktiv.



Pfirsorge aus sicherem Instinkt: Die Welpen ruhen zwischen Vorder- und Hinterfüßen der Tackelhändin. Diese Formation wird „versorgendes und schützendes U“ genannt.



Ist eine Hündin instinktstärker, so wird sie ohne jede Vorerfahrung in der Lage sein, selbstständig ihre Welpen zu wärmen und zu versorgen. Auch bei ihrem ersten Wurf. Nach dem Wurfen, dem „Auspacken“ aus der Eihaut, dem Abnabeln und weiteren Einzelhandlungen wird jeder einzelne Welpe durch intensives Lecken massiert. Bei diesem Bratpflegeverhalten werden auch die subkutanen Zitzen angeboten, dem Nachwuchs wird Wärme und Schutz gewährt. Stängelt oder rüttelt liest die Welpen zwischen dem Instinkt der selbstständigen Gebläues oder des Abquetschens der Nabelschnur. Im Extremfall werden die Welpen von der Mutter realisiert oder toegelassen. In Einzelfällen werden sie gar aufgefressen.

Die Zusammenhänge solcher Entwicklungen kann man an dieser Stelle nicht detailliert erörtern. Vermutlich wollen wir uns aber jene naturgegebenen Normalität und Schutz gewährt. Stängelt oder rüttelt liest die Welpen zwischen dem Instinkt der selbstständigen Gebläues oder des Abquetschens der Nabelschnur. Im Extremfall werden die Welpen von der Mutter realisiert oder toegelassen. In Einzelfällen werden sie gar aufgefressen.

Heinz Weidt, „Die Pirsch“ 1985

Unsere Jagdhunde

Die Wesensentwicklung des Hundes

Ein verhaltensbiologischer Leitfaden von Heinz Weidt (7. Teil/Schluss)

...klus, die sogenannte Jahresperiodik und andere Faktoren der artigenen Umwelt, die Laufigkeit einer Hündin. Man weiß auch, daß es die Umwelt ist, welche die in einem Lebewesen vorhandenen Gene (Träger der Erbformationen) „einschaltet“ oder nicht einschaltet. Das heißt, nicht alle im Erbgut vorhandenen Anlagen werden von sich aus, also automatisch, zur Entfaltung gebracht, sondern dies steuert die Umwelt.

Die erblich vorgegebene Lernfähigkeit spielt in der Entwicklung des Wesens eines Hundes eine herausragende Rolle. Das erklärt sich daraus, daß der Hund von Natur aus ein hochbegabtes Lernlebewesen ist. Dies bedeutet, daß die erblichen Anlagen nicht aus einem fertigen Verhaltensprogramm bestehen. Vielmehr ermöglicht eine angeborene Grundausstattung innerhalb bestimmter Variationsbreiten eine bestmögliche Anpassung an die jeweils vorhandenen Lebensbedingungen.

» Als führende Größe hat die Umwelt sozusagen die Hand am genetischen Schalter!

» Dem Angeborenem steht als Gegenstück die Umwelt als großer und vielfältiger Lehrmeister gegenüber.

Im Wissen um das Wirkungsgefüge der Prägung und anderer prägenähnlicher Lernvorgänge ist es nicht zu verantworten, die Wesensentwicklung des Hundes Zufälligkeiten preiszugeben, die sich aus einer gestörten, durch unsere menschliche Zivilisation bestimmten Umwelt ergeben. Das betrübliche Wesensbild leistungsgeschädigter, aber sozial- und umweltverarmter Hunde spricht für sich.

Bisweilen suchen wir die Ursache nicht in unserem eigenen, dem Hund gegenüber gestörten Sozialverhalten. Vielmehr geben wir uns überheblich der Hoffnung hin, die Ursachen von Verhaltensstörungen, sogenannten Wesensmängel, im Erbgut unserer Hunde zu finden und züchterisch bereinigen zu können. Damit sind wir in einen Teufelskreis geraten: Erblich einwandfrei veranlagte Hunde, deren Aufzucht- und Haltungbedingungen keine normale Wesensentwicklung ermöglichen haben, werden aufgrund erworbener Mängel von der Zucht ferngehalten.

Das ist auch verständlich, denn sie unterscheiden sich durch nichts von solchen, die tatsächlich mit einem erblichen Defekt behaftet sind. Da durch entsteht auf Dauer ein bedenklicher Genverlust (Verlust bester Erbgutes), ohne der wahren Ursache erfolgreich entgegenzuwirken zu haben.

Caniva

26. September 2023, 19 Uhr
Ein Webinar von Peter Spork
www.peter-spork.de

Kostenloser Newsletter
Sporks Science News:
www.riffreporter.de/de/wissen/erbe-umwelt-newsletter-riffreporter-magazin

Die neue Wissenschaft der Epigenetik

Wie Hunde werden wie sie sind

The image displays four book covers by Peter Spork. From left to right: 1. 'Gesundheit ist kein Zufall' (Health is not chance) with a DNA helix and a person's face. 2. 'Die Vermessung des Lebens' (The measurement of life) with a molecular structure. 3. 'Wake up!' with an owl and a 'SOMMERLESEZEIT' badge. 4. 'Der Zweite Code' (The second code) with a human face and glowing points.