

# KYNOLOGEN KONGRESS

Epigenetik



Alle Informationen zum Kynologen-Kongress  
finden Sie unter [skg.ch/kynologen-kongress](http://skg.ch/kynologen-kongress)

## WANN & WO

Samstag 02. Oktober 2021  
08.30 - ca. 17.00 Uhr

BallyHouse, Schönenwerd

## REFERENTEN

Dr. rer. Nat. Peter Spork  
[www.peter-spork.de](http://www.peter-spork.de)

Dr. med. vet. Christina Sigrist  
[www.petadvice.ch](http://www.petadvice.ch)

Dr. med. vet. Renée E. Devaux  
[www.renee-devaux.ch](http://www.renee-devaux.ch)

Drei starke Partner für die Kynologie!





*Drei starke Partner  
für die Kynologie*

## Kynologen-Kongress

**Tagesprogramm vom 2. Oktober 2021**

08.30 – 09.00 Uhr	Eintreffen der Teilnehmer, Begrüßungskaffee
09.00 – 09.15 Uhr	Begrüßung
09.15 – 10.45 Uhr	Dr. rer. nat. <b>Peter Spork</b> (Die Zuhörer wissen was Epigenetik ist)
10.45 – 11.15 Uhr	Znünpause
11.15 – 12.15 Uhr	Dr. med. vet. <b>Christina Sigrist</b> (Auswirkungen in den Ausbildungen der Trainer und deren Auswirkungen auf das Verhalten der Hunde.)
12.15 – 14.00 Uhr	Mittagessen (Stehlunch)
14.00 – 15.00 Uhr	Dr. med. vet. <b>Renée Devaux</b> (Hat sich durch die Erkenntnis durch die Wissenschaft in Bezug auf Epigenetik an meinem praktischen Verhalten etwas geändert.)
15.00 – 15.30 Uhr	Zvieripause
15.30 – 16.30 Uhr	Podiumsgespräch Dr. Peter Spork, Dr. Christine Sigrist, Dr. Renée Devaux, Moderation: Hansueli Beer
16.30 Uhr	Ende

**ROYAL CANIN**

**QUALIPET**  
*Aus Liebe zum Tier*

**SKG SCS**  
hund schweiz chlen suisse cane svizzero



*Drei starke Partner  
für die Kynologie*

## **Kynologen-Kongress**

### **Inhaltsverzeichnis Kursunterlagen**

- 1** Die Zuhörer wissen was Epigenetik ist

**Dr. rer. nat. Peter Spork**

- 2** Auswirkungen in den Ausbildungen der Trainer und deren  
Auswirkungen auf das Verhalten der Hunde

**Dr. med. vet. Christina Sigrist**

- 3** Hat sich durch die Erkenntnis der Wissenschaft in Bezug auf  
Epigenetik an meinem praktischen Verhalten etwas geändert

**Dr. med. vet. Renée Devaux**

© Schweizerische Kynologische Gesellschaft SKG

Alle Rechte vorbehalten. Die Wiedergabe und Verbreitung mit Mitteln jeglicher Art – auch auszugsweise – ist nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung der SKG gestattet.

Drei starke Partner für die Kynologie!

**QUALIPET** **ROYAL CANIN** **SKG SCS**

Kynologen-Kongress  
Schönenwerd, 2. Oktober 2021  
Ein Vortrag von Peter Spork  
[www.peter-spork.de](http://www.peter-spork.de)

## Die neue Wissenschaft der Epigenetik

Wie Hunde werden, was sie sind



---

---

---

---

---

---

---

---

Drei starke Partner für die Kynologie!

**QUALIPET** **ROYAL CANIN** **SKG SCS**

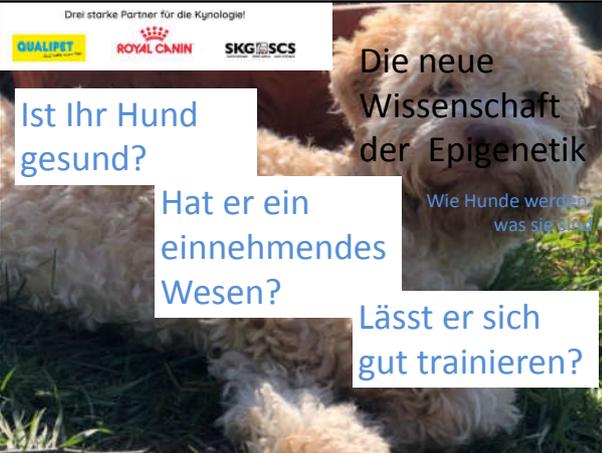
## Die neue Wissenschaft der Epigenetik

Wie Hunde werden, was sie sind

Ist Ihr Hund gesund?

Hat er ein einnehmendes Wesen?

Lässt er sich gut trainieren?



---

---

---

---

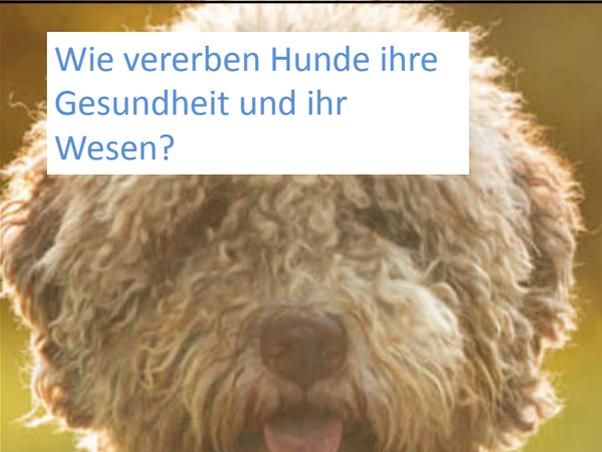
---

---

---

---

Wie vererben Hunde ihre Gesundheit und ihr Wesen?



---

---

---

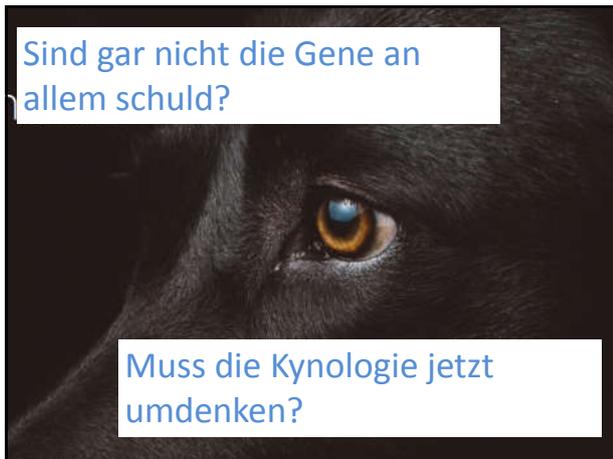
---

---

---

---

---



---

---

---

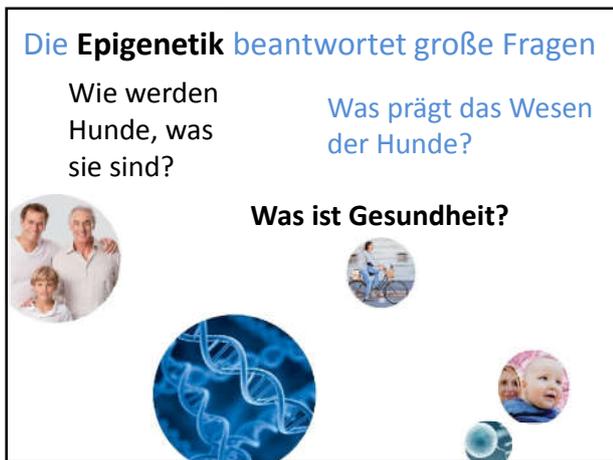
---

---

---

---

---



---

---

---

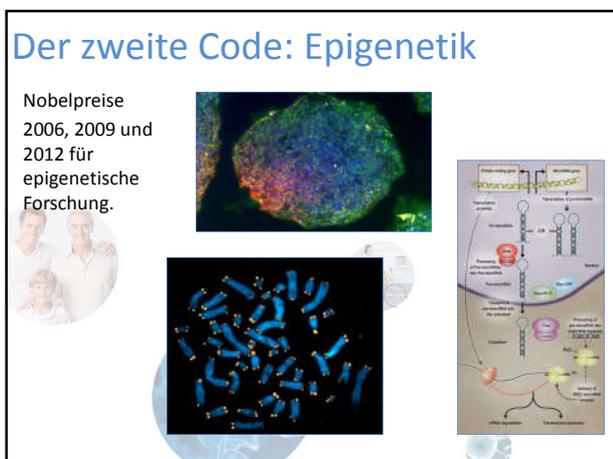
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

**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 / Aufzucht
- Ernährung
- Bewegung / Training

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!



---

---

---

---

---

---

---

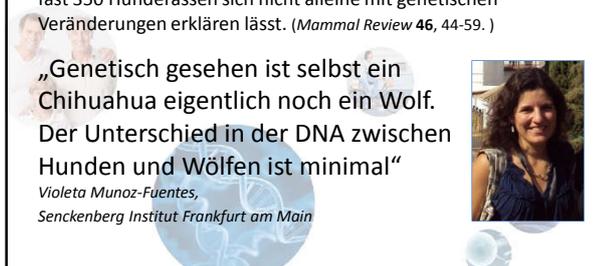
---

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

---

---

---

---

---

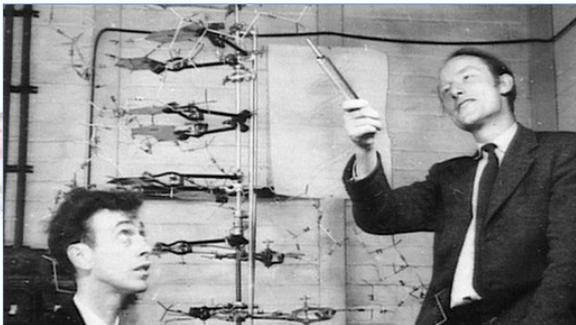
---

---

---

### Der erste Code

Das Zeitalter der Genetik (1953 – 2003)



James Dewey Watson

Francis Harry Compton Crick

---

---

---

---

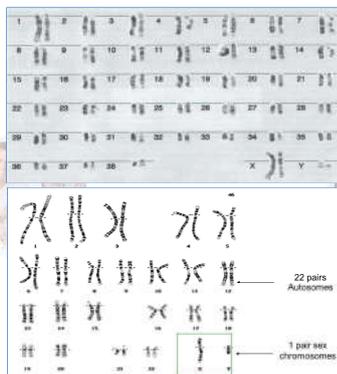
---

---

---

---

### Der erste Code



Hund:  
38 Autosomen-Paare  
2 Geschlechts-  
chromosomen

Mensch:  
22 Autosomen-Paare  
2 Geschlechts-  
chromosomen

---

---

---

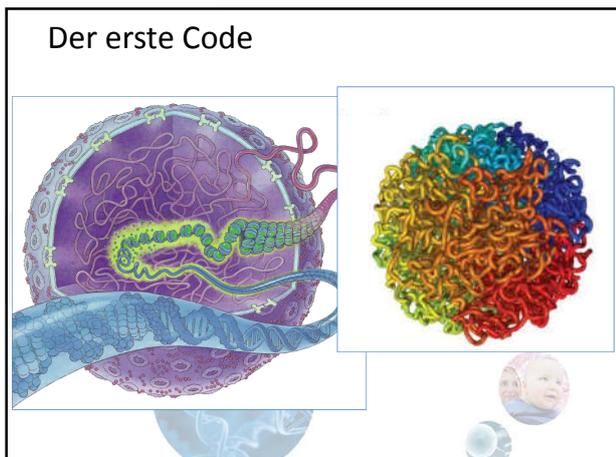
---

---

---

---

---



---

---

---

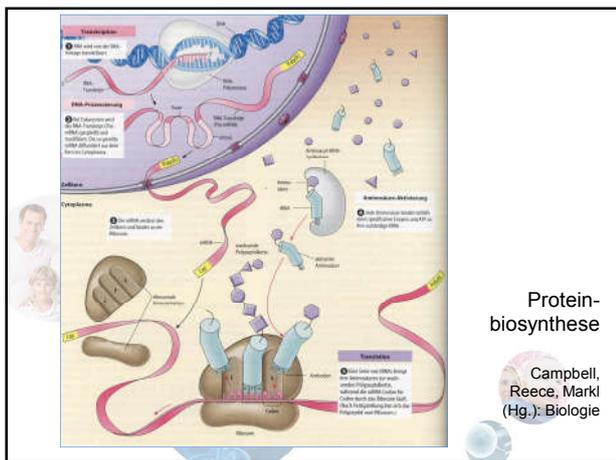
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

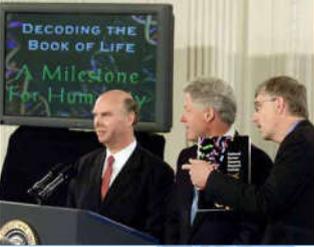
---

---

---

---

### Von der Genetik zur Epigenetik



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



---

---

---

---

---

---

---

---

### Von der Genetik zur Epigenetik



pixabay

- 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?



---

---

---

---

---

---

---

---

### Erst die Genregulation bestimmt das Schicksal einer Zelle!



„Das Zeitalter der Epigenetik hat begonnen“ (Time 2010)

- 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?



---

---

---

---

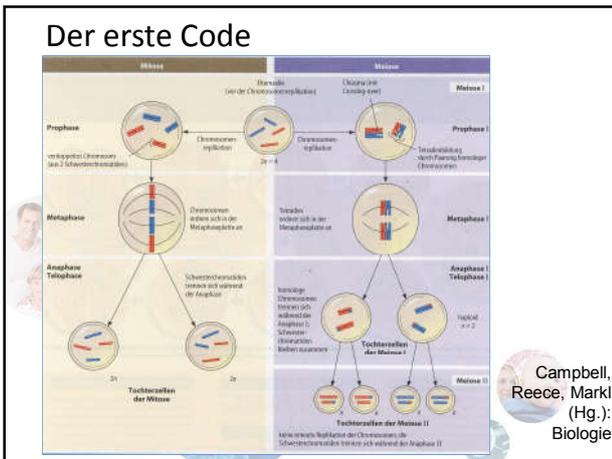
---

---

---

---






---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### X-Chromosom-Inaktivierung

Oder: Warum Glückskatzen immer weiblich sind



---

---

---

---

---

---

---

---

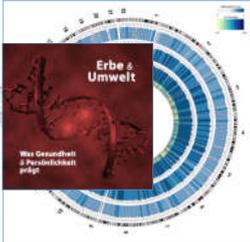
### Gesundheit messen mit der „epigenetischen Uhr“

Horvath's clock (Steve Horvath, 2013) analysiert 353 CpG-Inseln und bestimmt biologisches Alter auf 3,6 Jahre genau



Neu: *Genetic Age Test* (Cerascreen) analysiert 140 CpG-Inseln. Angeblich auf +/- 2,5 Jahre genau.

Erfahrungsbericht bei *Erbe&Umwelt*: Ich altere angeblich 10% langsamer, macht bis heute 5 gewonnene gesunde Lebensjahre:  
[www.rtfreporter.de/de/wissen/epigenetische-uhr/](http://www.rtfreporter.de/de/wissen/epigenetische-uhr/)



H. Heyn et al.: PNAS 109, 2012

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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).



---

---

---

---

---

---

---

---

### Zwei Jahre jünger in acht Wochen?

Pilot-Studie vom 12. April 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. Fitzgerald<sup>1</sup>, Romilly Hodges<sup>2</sup>, Douglas Hanes<sup>1</sup>, Emily Stack<sup>1</sup>, David Chelshvili<sup>1</sup>, Moshe Szyf<sup>1</sup>, Janine Henkel<sup>1</sup>, Melissa W. Tweed<sup>1</sup>, Despina Giannopoulou<sup>1</sup>, Josette Herdell<sup>1</sup>, Sally Logan<sup>1</sup>, Ryan Bradley<sup>1\*</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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      Erziehung      Klima  
 Hunger      Nahrung      Traumata  
 Training      Erlebnisse im Mutterleib      Stress  
 Aufzucht-Bedingungen      Vergiftungen  
 Auslauf      Hormone  
 Haltung      Bindung zum Muttertier

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Wie Hunde werden, was sie sind

Epigenetische Prägung von Wesen und Krankheitsanfälligkeit



The image shows two German Shepherd dogs. On the left, a dog is sitting calmly with its tongue out. On the right, a dog is barking with its mouth wide open. The background features faint DNA double helix structures.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Und was macht die Natur damit?



The image shows a caterpillar on the left and a butterfly on the right. The caterpillar has yellow and black stripes, and the butterfly has yellow wings with black markings and red spots. The background features faint DNA double helix structures.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Gleiche Gene – andere Physiologie

Entwicklungsbiologische Programme und Umweltsignale beeinflussen Fruchtbarkeit und Langlebigkeit.



The image shows a wood ant on the left and a queen bee on the right. The ant is orange and black, and the queen bee is larger and more developed than the other bees in the background. The background features faint DNA double helix structures.

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 Epigenome 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.“**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Der neue Blick auf Gesundheit

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

Genetische Veranlagung = **ERBE**

Erbe-Umwelt-Interaktion = **UMWELT**

- Entspannung / Aufzucht
- Ernährung
- Bewegung / Training

Lebensstil der Vorfahren = **VERGANGENHEIT**

- perinatale Programmierung
- epigenetische Vererbung



---

---

---

---

---

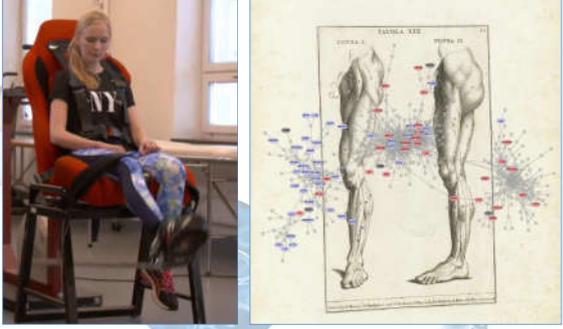
---

---

---

### Sport wirkt

Training nur eines Beines verändert Epigeneome nur in diesem Bein:  
Gene im Muskelgewebe betroffen (Lindholm et al.: Epigenomics 12/2014)



---

---

---

---

---

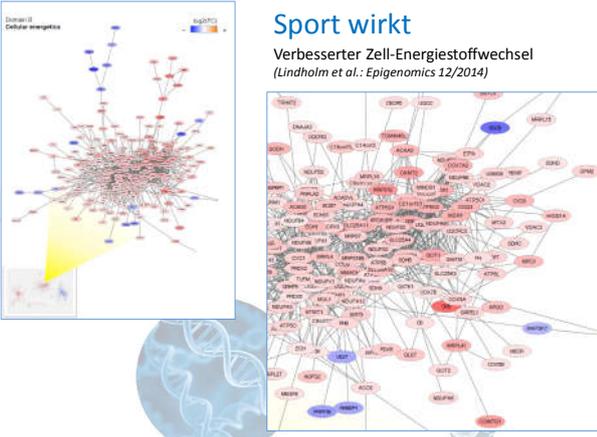
---

---

---

### Sport wirkt

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



---

---

---

---

---

---

---

---

### Der ganzheitliche Blick: Systembiologie

Die Medizin – und die Hundezucht – müssen lernen, in Netzwerken zu denken



---

---

---

---

---

---

---

---

### 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  
erstmalig gemessen, dass eine  
Verhaltenstherapie die Methylierung  
des MAOA-Gens verstellen kann“  
(Katharina Domschke, Freiburg)



---

---

---

---

---

---

---

---

### Ernährung wirkt

Randy Jirtle, University of  
Durham, USA

- Folsäure
- Vitamin B12
- Cholin
- Betain
- Genistein
- Methionin
- Zink

- schlecht: Bisphenol A!



---

---

---

---

---

---

---

---

### Die epigenetische Landschaft

(Conrad Hal Waddington)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Die wagenrätische Landschaft

Conrad Hal Waddington, 1905 - 1975

---

---

---

---

---

---

---

---

### Epigenetische Prägung der Bindung

**Der Treue-Schalter**

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 Histondeacetylase-Hemmern Trichostatin A (TSA) oder Natriumbutyryl. Diese blockieren das Enzym Histondeacetylase (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 zu haben.

Männliche und weibliche Prärie-Wühlmäuse leben streng monogam. Sie können sich gewissermaßen um dem Nächsten und versorgen Eindeutige anderen Geschlechts.

[www.newsletter-epigenetik.de](http://www.newsletter-epigenetik.de)

---

---

---

---

---

---

---

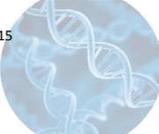
---

### 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.



---

---

---

---

---

---

---

---

### Epigenetik prägt die Persönlichkeit

Schlecht umsorgte Ratten haben ein verändertes Gehirn und reagieren deshalb zeitlebens empfindlicher auf Stress.  
 -- Methylierung des Glucocorticoid-Rezeptor-Gens im Hippocampus

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Epigenetik prägt die Persönlichkeit

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Perinatale Prägung verändert den Blick auf Prävention (und auf die Hundezucht?)

**Policy**  
**Losing the War Against Obesity: The Need for a Developmental Perspective**  
 Peter D. Gluckman,<sup>1,2\*</sup> Mark Hanson,<sup>3</sup> Paul Zimmet,<sup>4</sup> Terrence Forrester<sup>5</sup>  
 Developed countries are struggling to control epidemics of obesity and related chronic diseases; thus, we can expect only limited success from applying the current approaches to the developing world, which is experiencing an alarming increase in such disorders. This failure results in part from the fact that our focus on adult life styles, although important, ignores data that suggest that biological and cultural factors operating early in life affect adult health status. To stem the rising obesity burdens in developing countries, scientists and policy-makers must address obesity-promoting factors from early development to adulthood.

*Science Translational Medicine* 3, 27.07. 2011

**Birth Weight and Long-Term Overweight Risk: Systematic Review and a Meta-Analysis Including 643,902 Persons from 66 Studies and 26 Countries Globally**  
 Karen Schaffner<sup>1,2</sup>, Sandra Schulz<sup>3</sup>, Thomas Harder<sup>4</sup>, Andrea Plagemann<sup>5</sup>  
 Dept of Obstetrics, University of Bonn Medical Center, University of Bonn, Germany

10/2012: Geburtsgewicht > 4.000 g = später verdoppeltes Übergewichtsrisiko

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Der neue Blick auf die Prävention

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

Fridéric Guiraud<sup>1</sup>, Yves Deshaies<sup>2,3</sup>, Katherine Cianflone<sup>4</sup>, John G. Kraff<sup>5</sup>, Piedad Marcoux<sup>6</sup>, and Marie-Claude Vohl<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Nutrition and Functional Foods and Department of Food Science and Nutrition, and Department of Medicine and Surgery, Laval University, Québec City, QC G1R 5A5, Canada; <sup>2</sup>Queen Mary and Lang Institute, Queen's City, QC G1R 4G5, Canada; and <sup>3</sup>Department of Surgery, State University of New York Downstate Medical Center, Brooklyn, NY 11203

Edited by C. Ronald Kahn, Johns Diabetes Center, Harvard Medical School, Boston, MA, and approved April 19, 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“**



---

---

---

---

---

---

---

---

### Epigenetik prägt auch das Wesen von Hunden

Was bedeutet das für Sie?

*„Hundezüchter-Vereine sollten in Zukunft ....“*

*„Wenn Kynolog\*innen nicht ....“*

*„Ich als Hundefreund werde bei meinen Hunden von nun an ...“*



---

---

---

---

---

---

---

---

## Werden Stress, Krankheit, Trauma und Resilienz vererbt?

Über transgenerationale Epigenetik



---

---

---

---

---

---

---

---

## Die perinatale Phase ist wichtig

**Blame the breeders!** Unserer Haustiere können sich nur dann artgerecht verhalten, wenn sie auch artgerecht groß geworden sind und bereits im Mutterleib artgerecht 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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Perinatale Prägung des Übergewichts

Eine „Hochfetttdiät“ lässt auch weniger vorbelastete Tiere dick und krank werden.



The slide contains three photographs. On the left is a large, grey mouse sitting on a light-colored surface. On the right, there are two smaller images: the top one shows a large, brown dog, and the bottom one shows a smaller, dark-colored mouse sitting on yellow bedding.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Perinatale Prägung des Übergewichts

... und jetzt steigt auch das Risiko der Nachkommen!  
Ähnliches Modell: Traumatisierung.



The slide contains three photographs. On the left is a large, grey mouse sitting on a light-colored surface. On the right, there are two smaller images: the top one shows a large, brown dog, and the bottom one shows a smaller, dark-colored mouse sitting on yellow bedding.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Beginnt die perinatale Programmierung bereits vor der Zeugung?

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



The slide features a collage of four images. Top left: a circular photo of a family of four. Bottom left: a blue and white DNA double helix. Center: a large white statue of a dog sitting on a pedestal by a body of water. Right: a circular photo of a baby's face.

---

---

---

---

---

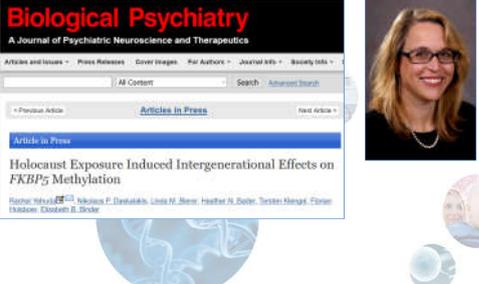
---

---

---

### Spuren des Holocaust

Rachel Yehuda, New York, und Kollegen finden epigenetische Veränderungen bei den Kindern von Holocaust-Überlebenden  
(Rachel Yehuda et al.: *Biological Psychiatry* 2016)



**Biological Psychiatry**  
A Journal of Psychiatric Neuroscience and Therapeutics

Articles and Issues | Press Releases | Cover Images | Past Authors | Journal Info | Society Info

All Content | Search | Advanced Search

Articles in Press

Articles in Press

Holocaust Exposure Induced Intergenerational Effects on FKBP5 Methylation

Rachel Yehuda<sup>1,2</sup>, Ekaterina P. Denstadli<sup>1,2</sup>, Linda H. Brown<sup>1,2</sup>, Heather H. Datta<sup>1,2</sup>, Terese Margat<sup>1,2</sup>, Corine Ueland<sup>1,2</sup>, Chabert B. Binder<sup>1,2</sup>

---

---

---

---

---

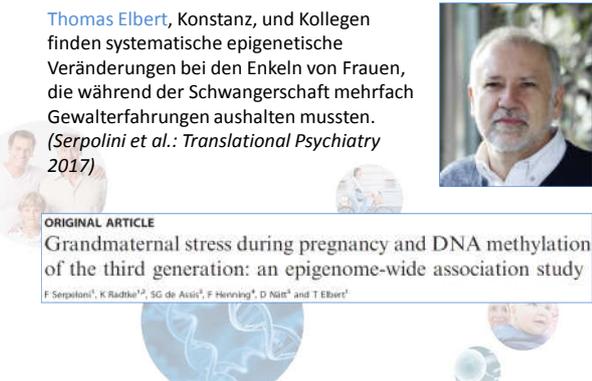
---

---

---

### 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 Serpolini<sup>1</sup>, K Radtke<sup>2,3</sup>, SG de Assis<sup>4</sup>, F Henning<sup>5</sup>, D Nait<sup>6</sup> and T Elbert<sup>1</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---

### Vererben auch wir unsere Umwelthanpassungen?



Överkalix

Niederländischer Hungerwinter, 1944/45

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zwei Jahre für ein ganzes Leben

Perinatale Prägung beginnt drei Monate vor der Zeugung

Behavioral/Cognitive  
**Paternal Stress Exposure Alters Sperm MicroRNA Content and Reprograms Offspring HPA Stress Axis Regulation**

Ali B. Rodgers, Christopher P. Morgan, Stefanie L. Bronson, Sonia Revilla, and Tracy L. Bale  
Department of Animal Biology, School of Veterinary Medicine, University of Pennsylvania Philadelphia, Pennsylvania 19104



Stress verändert bei Mäusen das Mikro-RNA-Muster in den Spermien. Das hat Folgen für die Nachkommen.



Tracy Bale, Philadelphia, 2013

---

---

---

---

---

---

---

---

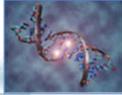
### Traumata werden vererbt



Isabelle Mansuy, Zürich

Seit dem Jahr 2010 zahlreiche Studien über die **transgenerationale epigenetische Vererbung** traumatischer Erlebnisse bei Mäusen:

1. Veränderungen am **DNA-Methylom** der Spermien und am **Mikro-RNA-Muster**
2. Folgen bis in die vierte Folgegeneration
3. Effekte müssen nicht immer nur negativ sein
4. Effekte sind reversibel



---

---

---

---

---

---

---

---

### Auch erworbener Diabetes wird über Ei- UND Samenzellen vererbt



Johannes Beckers, Martin Hrabě de Angelis, Peter Huypens, Helmholtz Zentrum München (2016)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Transgenerationelle 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. Bohacek et al.: Mol. Psych., 2015*

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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Transgenerationelle epigenetische Vererbung?

Ratten, Mäuse, Meerschweinchen

Epigenetische Vererbung **über vier Generationen** bei Mäusen  
*G. v. Steenwyk et al., Environmental Epigenetics 4, 2018*



---

---

---

---

---

---

---

---

### Transgenerationelle epigenetische Vererbung?

Ratten, Mäuse, Meerschweinchen

...sehr wahrscheinlich auch beim Hund.  
Und wirklich nicht beim Mensch?



---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

**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 % !



---

---

---

---

---

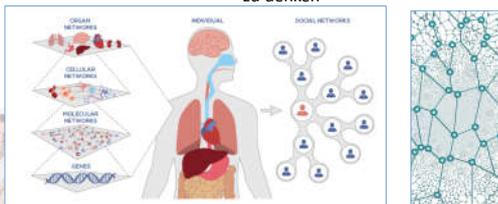
---

---

---

### Der ganzheitliche Blick: Systembiologie

Die Medizin – und die Hundezucht – müssen lernen, in Netzwerken zu denken



---

---

---

---

---

---

---

---

### 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 Jahrtausenden macht!

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sind die Resultate wirklich übertragbar?

Perditi sind für reiferen Welpen eine zwingende Entscheidung, so ist das ein großer Fehler



Was von einer wendigen Mutter ist Stress empfinden wir und was nicht, das können wir. Aber das geht nicht bis ins Detail einsteigen.

Gansloßer / 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.

Gansloßer / Krivy: Ein guter Start ins Hundeleben

---

---

---

---

---

---

---

---



**Epigenetik**  
in der Ausbildung von  
Hundetrainer\*innen,  
Hunden und deren  
Halter\*innen



---

---

---

---

---

---

---



Domestikation- ein epigenetisches Phänomen?

---

---

---

---

---

---

---

Domestikation: ein epigenetisches Phänomen?

Der Hund (ein strikt und umfassend domestizierter Wolf) ist der beste Beweis dafür, welches immenses Potenzial "nurture" (oder eben Epigenetik) sogar auf den Verlauf der Evolution (Phylogenese) haben kann, denn.....

*die Domestikation des Wolfes versteht sich als Resultat kontinuierlicher Förderung "domestizierten" Verhaltens ("nurture") und der anschließenden gezielten oder strikten Verpaarung von Individuen, die dieses erwünschte Verhalten ausgeprägt zeigen, sodass dieses letztendlich Teil ihrer Genetik bzw. "Natur" ("nature") wird (Bouchard, 1994).*

---

---

---

---

---

---

---

### Von der Theorie zur praktischen Anwendung

- aus der Kernfrage «Nature or Nurture»? wird die Antwort «**Nature AND Nurture**»



---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND NURTURE

oder

- Umwelt-Faktoren im erweiterten Sinn beeinflussen die Gen-Expression (mehr oder weniger massgeblich!)



---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND Nurture

- Umwelt-Faktoren sind nicht nur Ernährung, Klima, Haltungssystem, sondern auch Begegnungen, Konfrontationen, Interaktionen, «Tätigkeiten», u.v.m.

- v.a. aber **Lernen, Erfahren, Erleben, Wahrnehmen**



---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND Nurture

- (längst) nicht alles, was ein Hund (insbesondere ein Welpe) mitbringt bzw. in sich trägt, ist «in Stein gemeisselt»



---

---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND Nurture

Aufgepasst!

- sehr bedeutungsvoll (nicht nur, aber ganz besonders auch) für die gesunde Verhaltensentwicklung ist die Frühphase des Lernens (Beginn ab dem letzten Drittel der Trächtigkeit!)
- d.h. **Mütter, Leihmütter, Ammen sind die ersten und wichtigsten «Lehrmeisterinnen»**



---

---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND Nurture

- bis und mit 2. Phase der Sozialisierung lässt sich «das Blatt verhaltensmässig noch (in die hoffentlich richtige Richtung!) wenden»



---

---

---

---

---

---

---

---

### Nature AND Nurture

- besonders negativ wirkt sich **chronischer Stress** auf eine gesunde (Verhaltens)entwicklung aus
- zu vermeiden sind also zwingend:
  - ungeeignete **Ausbildungsmethoden**
  - schlechte **Lernatmosphäre**
  - **Über- und/oder Unterforderung**
  - **inadäquate, nicht tiergerechte Haltungsumwelt**




---

---

---

---

---

---

---

---

### Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Was wir «intuitiv» schon immer wussten.....

- Einfluss der **Mutter** (Genetik, Typus, Persönlichkeit, prä- und post-partal) muss «doppelt» gezählt werden




---

---

---

---

---

---

---

---

### Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Was wir «intuitiv» schon immer wussten.....

- Bedeutung der **Bindung**, der Bindungsförderung und der Etablierung einer sicheren Bindung




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Was wir «intuitiv» schon immer wussten.....

- **Persönlichkeit** ist nur bedingt (max. 50%?) «erblich»




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

- es gibt speziell sensible Lebens- und Verhaltensentwicklungsphasen (Anpassung der Lerninhalte, Lernziele und Lehr-/Lernmethoden erforderlich!)
- alters-homogene Trainingsgruppen sind nicht zwingend homogen (oft sogar speziell inhomogen)
- dasselbe gilt für rassen-homogene Gruppen

Was wir («intuitiv») schon immer wussten.....

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

- (letztes Drittel der) **Trächtigkeit**
- Neugeborenen- v.a. aber **1. Sozialisierungsphase** ab der 3. LW bis und mit ca. 20. LW
- **Adoleszenz-Phase** oder mentale Pubertätsphase (Phase der zweiten Sozialisierung) (Beginn Pubertäts-Zeitpunkt, Ende: Erreichen der sozialen Reife = Erwachsen-Sein)
- evtl. Beginn des physischen oder psychischen, mentalen Alterns

epigenetisch «sensible» Lebens- & Entwicklungsphasen

---

---

---

---

---

---

---

---

## Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

## (Verhaltens(entwicklungs)phasen-gerechte) Spezial-Ausbildungen für

- Züchter
- **Welpen-Trainer/Welpen-Trainings**
- Trainer und Training von adoleszenten Hunden (Beginn bis Ende mentale Pubertät)
- (evtl. Trainer und Training von Hunde-Senioren)

---

---

---

---

---

---

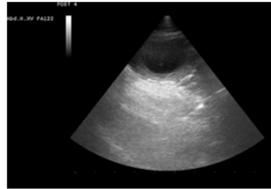
---

---

## Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

## &gt; 40. Trächtigkeitstag

- ✓ Hundefoeten werden klassisch konditioniert (taktil, geruchlich, gustatorisch) bzw. gewöhnt und „geprägt“
- ✓ **Hundefoeten haben Emotionen und sprechen auf die Stimmungslage ihrer Mütter an**




---

---

---

---

---

---

---

---

## Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

- ✓ Stress
- ✓ traumatische Erlebnisse
- ✓ schlechtes oder vernachlässigtes Handling der trächtigen Hündin
- ... können beim Welpen zu emotionaler Überreaktion und Überempfindlichkeit oder aber zu starker Gehemmtheit führen**

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**stabile Mütter- stabile Welpen**



**sichere Primärbindung**

- ✓ Stressreduktion
- ✓ bessere emotionale Stabilität
- ✓ grössere Sozialverträglichkeit u.-kompetenz
- ✓ geringere Reaktivität

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**Züchter-Ausbildung**



- züchterischen Fokus vermehrt auf Berücksichtigung von Verhaltens- und Persönlichkeitsmerkmalen richten (Phänotyp stärker als Genotyp bewerten!)
- Vermitteln der Merkmale eines idealen Mutter-Typus
- Etablierung und Skizzierung eines Plan B für die Welpenerziehung in den ersten LW promoten

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**Züchter-Ausbildung**

Aufgepasst!

Die Aufzucht- und Betreuungsverantwortliche/n Hunde im Bestand sind hauptverantwortlich für die spätere womöglich lebenslange Verhaltensentwicklung der von ihnen umsorgten und erzogenen Welpen und beeinflussen deren Mutter-, Vater- oder Sozial-Kompetenzen im Umgang mit ihnen anvertrauten Welpen (Sozialkompetenz und Bindungsmuster werden «tradiert», nicht vererbt!)




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Züchter-Ausbildung

- Z. sollten darauf sensibilisiert werden, dass sie ab ab der 8.-10. LW mit ihren (zurückbehaltenen) Welpen an Welpenkursen teilnehmen
- Z. sollten Welpeninteressenten auch nach dem Kriterium aussuchen, ob diese bereit sind, mit ihrem Welpen an W-Trainings teilzunehmen




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Züchter-Ausbildung

- Z. sollten sich vermehrt auch mit Welpen-Trainern austauschen, mit diesen zusammenarbeiten oder, noch besser...
- Z. sollten eine Karriere (auch) als Welpentrainer anstreben ☺




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

Züchter-Ausbildung

Zum Zeitpunkt der Übernahme durch den neuen Halter ist ein Welpen i.d.R. bereits epigenetisch «geprägt», d.h. er ist ein «Abbild seiner Aufzuchtbedingungen» und ganz besonders des Erziehungsstils und der Persönlichkeit seiner präsenten Mutter




---

---

---

---

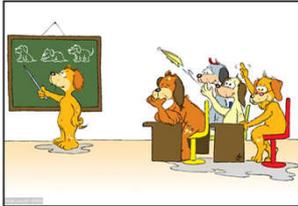
---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)



**Welpen Trainer und Welpen-Training**

- auf die vollendete 8. – 20./22. LW beschränkt
- hauptsächliche Lernform: sog. Sozialisierungs-Lernen
- Hauptziel: Vermittlung der (lebens)wichtigen LZ und LI an den HH und Sicherstellen, dass der Lerntransfer im Alltag korrekt und umfassend sowie regelmässig stattfindet

---

---

---

---

---

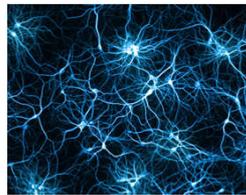
---

---

---

Epigenetik und Neurobiologie der Sozialisierungsphase

- bis im Alter von 4-6 Wochen Gehirn-Wachstums-Schub
- 1 Milliarde Zellen (Neuronen)
- 15000 Synapsen pro Zelle (Andock- und Schaltstellen zu Nachbarneuronen)



• = GENETIK

---

---

---

---

---

---

---

---

Epigenetik und Neurobiologie der Sozialisierungsphase

- ab Beginn der 5.-6. Woche Abbau der Andockstellen (Synapsen) und der Neuronen
- Prinzip der «Festplatten-Bereinigung»
- bis zu 50% der Neuronen und Synapsen werden bis Ende der Sozialisierungsphase zerstört- zerstört wird mehr oder weniger nur, was in dieser «sensiblen» Lebensphase nicht stimuliert bzw. genutzt wurde



• = EPIGENETIK

---

---

---

---

---

---

---

---

Epigenetik und Neurobiologie der Sozialisierungsphase

- Erreicht wird dabei eine massive Effizienz-Steigerung und die Verbesserung der Leitungsgeschwindigkeit, zudem eine fälschungssichere Verknüpfung



• ≈ EPIGENETIK

---

---

---

---

---

---

---

---

Epigenetik und Neurobiologie der Sozialisierungsphase

**Merke!**  
 Der einzige sichere Schutz vor dem autolytischen (=selbsterstörerischen) Prozess im Gehirn ist ein reger «Gebrauch» (**zeitlicher Umfang ca. 30 Min. insgesamt!**) bzw. eine Stimulierung und Sensibilisierung der entsprechenden Hirnzellen im Verlaufe der Sozialisierungsphase  
 ≈ EPIGENETIK




---

---

---

---

---

---

---

---

Sozialisierungsdefizite und/oder –fehler: Konsequenzen

- Risiko für sog. (Verhaltens)Entwicklungsstörungen, insbesondere die sog. **Déprivation**
- u.U. lebenslange Verhaltensprobleme, lebenslange Beeinträchtigung des Wohlbefindens, lebenslange Einschränkung (sowohl für den betroffenen Hund, wie für seine/n Halter!)




---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**Welpen Trainer**

- Nicht für die Schule, sondern für's Leben lehren
- eigtl. HH-Coaches (Berater und Begleiter) (≠ «die Schule soll es richten»)
- Ausbildung des Halters (fast) wichtiger als jene der Hunde(welpen)

**Welpen-Training**

- eigtl. Welpen-Förder-Unterricht
- eigtl. Lebensschule (nicht für die Schule, sondern für's Leben sollten Welpen lernen!)
- Förderung von (Selbst)Vertrauen, Selbstsicherheit, Resilienz, Selbstwirksamkeit, emotionaler Stabilität, Lernbereitschaft («Empowerment»-Training)!

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)



**Welpen-Training**

Motto:  
Was Du gelernt hast, gehört Dir!

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)



**Welpen-Training**

- Schaffen und Kommunizieren einer optimalen Lernatmosphäre und Anwendung/Erläuterung adäquater, non-aversiver und tiergerechter Lernmethoden wichtiger als Lerninhalte und Lernziele
- oder kurz: Der Weg ist das Ziel!

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)



**Welpen-Training**

- Bindungsförderung
- Gewöhnungslernen, Anpassung an alltägliche Umweltreize
- Förderung des (selbstinitiierten) Explorationsverhaltens
- Selbst-, Impulskontroll- und Frustrationstoleranz-Training

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**Junghunde-Training**



- ab 5. - 18. Monat
- 2. Hirnreifungs- und intensive Hirn-Umbau-Phase (Phase der 2. Sozialisierung, vgl. Neurobiologie der 1. Sozialisierung)
- **Trigger für Verhaltensgenetik !!!**

---

---

---

---

---

---

---

---

Berücksichtigung der Epigenetik (in der Ausbildung)

**Junghunde-Training**



wichtige Lernziele, -inhalte und -methoden:

- typengerechte Beschäftigung
- «Auslastung» (körperlich und mental)
- viel Abwechslung, möglichst wenig «Perfektion» bzw. «Drill»
- Führungs-Arbeit, Führungs-Arbeit, FA.....
- assoziative Lernformen, hochwertige Belohnungen
- Ausbilden nach dem Premack-Prinzip
- und last but not least: Bindungsförderung

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home messages : Genetik und Epigenetik

- Die **Genetik** ist nicht alles- die Kenntnis und Berücksichtigung der Genetik ist aber ein wichtiger und unverzichtbarer «Baustein» zeitgemässer, tiergerechter und nachhaltiger bzw. fördernder Hunde-Erziehung und –Ausbildung
- Die aktuell längst noch nicht abschliessenden Erkenntnisse aus der epigenetischen Forschung zeigen auf, dass ein individuell vorgegebenes genetisches Programm sehr wohl noch im positiven wie negativen Sinn **epigenetisch** beeinflusst, abgeändert, angepasst werden kann (und evtl. sogar soll bzw. sollte)
  - Eine **gute Genetik** kann durch eine defizitäre und/oder schlechte (Grund- und Früh)Ausbildung u.U. massiv verschlechtert werden
  - Eine **eher dürftige Genetik** lässt sich durch eine kompetente, umfassende und idealerweise auch individualisierte (Grund- und Früh) Ausbildung äusserst positiv beeinflussen

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home message : Ausbildungs-Institutionen

- **Kynologische Institutionen** sollten sich darauf fokussieren, im Segment Welpentraining, idealerweise auch in den Segmenten Hundezucht sowie Junghunde-Training fundierte, umfassende, interdisziplinäre/komplementäre und zeitgemässe Hundetrainer-Ausbildungen zu konzeptionieren und anzubieten
- Kynologische Institutionen sollten sich um eine adäquate offizielle Anerkennung von Welpen/Hundetrainer-Ausbildungen bemühen

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home messages: Hunde-Ausbildende

- **Hundetrainer** sollten gleichermaßen menschen- wie hunde-affin und –kompetent sein und sich in der Rolle eigentlicher Hundehalter-Coaches (Berater und Begleiter) sehen, adäquat gefordert und wohl fühlen
- Da H-Erziehung und -(Aus)bildung hauptsächlich durch den **HH** geleistet wird bzw. zu leisten ist, müssen diese fachkompetent auf ihre Aufgabe vorbereitet und falls erforderlich oder gewünscht, engmaschig und lebenslang betreut werden

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home messages: Welpen-Ausbildende

#### Aufwertung des Trainer-Jobs im Welpen- und Junghunde-Segment

- grösserer Einflussbereich
- mehr Verantwortung, Verpflichtung
- anspruchsvollerer Job, der durchaus Haupt- oder Nebenberufs-Status hat oder haben sollte (und entsprechende Bildung, Erfahrung, Fach- und Sozial- wie auch Selbstkompetenz umfasst)
- «Epigenetik-Coach», Gesundheitsberater im ganzheitlichen Stil (körperlich, psychisch, mental/kognitiv sowie sozial)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home messages: Hunde-Ausbildende

#### Erziehung

Hunde(ersatz)mütter sind Erziehungs-Berechtigte (und v.a. aufgrund entsprechender hervorragender Qualitäten zu selektieren)

#### Ausbildung

Hundetrainer und Hundehaltende sind Ausbildungs-Beauftragte (und entsprechend seriös, umfassend und kompetent auf diese Aufgabe vorzubereiten)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Take home messages: Gesetz

- **Welpentrainings** bzw. Welpenhalter-Coachings sollten obligatorisch sein- schweizweit, für alle Hunde und alle Hundehaltenden, denn:
  - Die Phase der 1. Sozialisierung ist die wohl epigenetisch sensibelste und entscheidendste Verhaltensentwicklungsphase
  - Jeder Hund sollte ein «Recht auf Bildung und Förderung» haben ☺, damit das jeweils Beste aus seiner Genetik «herausgeholt» werden kann!

---

---

---

---

---

---

---

---

Dankeschön für Ihre Aufmerksamkeit



---

---

---

---

---

---

---

Epigenetik in der Hundezucht

DR.MED.VET. RENÉE E. DEVAUX

---

---

---

---

---

---

---

---

... auch das noch!

- ▶ Was geht mich das an?
- ▶ Habe ich als Züchter\*in bis jetzt alles falsch gemacht?

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

Was erwartet Sie in den nächsten 45 Minuten

- ▶ Zu meiner Person
- ▶ Repetition einiger wichtiger Grundlagen
- ▶ Das «Must» für Züchter punkto Genetik und Epigenetik
- ▶ Einflüsse der Epigenetik von der Wurfplanung bis ins Alter
- ▶ Schlussfolgerungen

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Zu meiner Person

4

- ▶ Züchterin von Deerhounds und Salukis seit über 40 Jahren
- ▶ Tierärztin mit eigener Praxis seit 32 ½ Jahren, überwiegend für Kleintiere
- ▶ spezialisiert auf Komplementärmedizin
- ▶ Ausstellungsrichterin SKG für Deerhounds, Salukis und Sloughis
- ▶ Wesensrichterin SKG

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

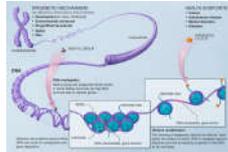
## Vererbung

5

### Genetik



### Epigenetik



Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definition Genetik

6

- ▶ Die **Vererbung** (selten auch: Heredität, abgeleitet von lateinisch hereditas ‚Erbe‘, vgl. englisch heredity) ist die Weitergabe von Erbanlagen (Genen) von einer Generation von Lebewesen an ihre Nachkommen, die bei diesen ähnliche Merkmale und Eigenschaften wie bei den Vorfahren bewirken und hervorbringen. (Wikipedia)
- = Transmission von Genen**

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

7

## Was genau ist ein Gen?

- 4 Basen Adenin, Cytosin, Guanin, Thymin > Bildung von Basentriplets, die jeweils eine Aminosäure codieren, welche ihrerseits Bausteine für Proteine sind
- Die **Basentriplets** sind in die **DNA** eingebaut und bestimmen mit ihrer Reihenfolge den genetischen Code
- Ein **Gen** ist ein Abschnitt auf der DNA, der Grundinformationen für die Entwicklung von Eigenschaften eines Individuums enthält
- DNA und spezifische Proteine bilden die **Chromosomen**

Bildquelle: Sommerfeld-Stur: Rassenhundezucht, 2016

Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

8

## Gene sind Baupläne für Proteine

- ▶ Strukturproteine: Baustoffe
- ▶ Enzyme: Regulation des Stoffwechsels
- ▶ Hormone: Botenstoffe
- ▶ Rezeptoren
- ▶ Neurotransmitter: Signalübertragung zwischen Nerven und Muskelzellen
- ▶ Immunglobuline: Abwehrfunktion
- ▶ Transportproteine

Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

9

## Vererbung: die Basics

Mendelsche Regeln:

- 1. Regel: Uniformitätsregel
- 2. Regel: Spaltungsregel bei dominant/rezessiver Vererbung

Die Uniformitätsregel aus der 1. Generation ist für die 2. Generation. Die Spaltungsregel aus der 2. Generation ist für die 3. Generation. Merkmalsträger (Individualität) werden phänotypisch nicht geäußert.

Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

10

### Vererbung: die Basics II

Mendelsche Regeln:

- 1. Regel: Uniformitätsregel
- 2. Regel: Spaltungsregel

bei intermediärer Vererbung

**Uniformitätsregel**

**Spaltungsregel**

→ unabhängig übertragene Allele für verschiedene Merkmale sind zu unterschiedlicher Vererbung "verknüpft"

→ unabhängig übertragene Allele für verschiedene Merkmale sind "verknüpft"

→ unabhängig übertragene Allele für verschiedene Merkmale sind "verknüpft"

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

11

### Vererbung: die Basics III

Mendelsche Regeln:

- 3. Die Unabhängigkeitsregel

**P-Generation**

L: Fell Länge kurz dominant  
l: Fell Länge lang rezessiv  
S: Farbe Spitzschwarz dominant  
s: Farbe Spitzschwarz rezessiv

**F1-Generation**

Phänotyp gleich Genotyp gleich alle Merkmale in beiden Merkmalen

**F2-Generation**

alle 16 Kombinationen möglich

**Aufspaltung der Merkmale im Phänotyp im Verhältnis 9:3:3:1**

	LS	Ls	lS	ls
LS	LLSS	LLSs	LlSS	LlSs
Ls	LLSs	LLss	LlSs	Llss
lS	LlSS	LlSs	llSS	llSs
ls	LlSs	Llss	llSs	llss

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

12

### Definition Epigenetik

- ▶ Fachgebiet der Biologie, das sich mit der Frage befasst, welche Faktoren die Aktivität eines Gens und damit die Entwicklung der Zelle zeitweilig festlegen. Sie untersucht die Änderungen der Genfunktion, die nicht auf Veränderungen der Sequenz der Desoxyribonukleinsäure (DNA), etwa durch Mutation oder Rekombination, beruhen und dennoch an Tochterzellen weitergegeben werden.
- ▶ Epigenetischen Vererbung: die Transmission epigenetischer Modifikationen über mehrere Generationen hinweg. (Wikipedia)

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definition Epigenetik 2

13

- ▶ Direkte Einflussmöglichkeit von Umweltfaktoren auf der Ebene der Gene selbst, wobei nicht die Gene in ihrem genetischen Code verändert werden, aber in ihrem **Aktivitätszustand**

(Sommerfeld-Stur)

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Epigenetische Mechanismen

14

- ▶ **die Methylierung:** eine Methylgruppe wird an die Base Cytosin angehängt, wodurch das Gen nicht abgelesen werden kann.
- ▶ **Die Histonmodifikation** führt dazu, dass die DNA bestimmter Gene zu stark aufgewickelt und dadurch nicht ablesbar ist.
- ▶ **Mikro-RNAs** verhindern die Verschiebung der Messenger-RNA vom Zellkern zu den Ribosomen
- ▶ **Imprinting:** Stilllegung bestimmter Gene in Abhängigkeit davon, ob sie vom Vater oder der Mutter stammen (über Methylierung oder Histonmodifikation)
- ▶ **Inaktivierung des X-Chromosoms** in der frühen Embryonalentwicklung in jeder einzelnen Zelle

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Revision des Begriffes Vererbung

15

- ▶ «Vererbung umfasst mehr als nur Gene. Gene sind nicht mehr als reine Vererbungseinheiten zu verstehen, sondern als Teile eines grösseren komplexen Entwicklungssystems. Genetik und Epigenetik ergänzen sich darin zu einem unauflösbaren Ganzen. Es besteht aus vielfältigen regulatorischen, also aktivierenden und deaktivierenden Wechselwirkungen zwischen Genen, Umwelt, Merkmalen und Verhalten.»  
(Weidt, Berlowitz 2021)

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wichtige Fakten

16

- ▶ Damit epigenetische Mechanismen greifen können, muss das entsprechende Gen vorhanden sein!
- ▶ Die Einflüsse, die Gene ein- oder ausschalten resp. dimmen, können unter anderem durch Veränderung der Umweltbedingungen gesteuert werden

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Heritabilität: was ist in welchem Ausmass genetisch determiniert?

17

- ▶ **Hohe Heritabilität:** Körperbau, Grösse, Farbe, Fellqualität, Winkelungen, Proportionen u.v.m.  
-> Merkmale sind züchterisch gut zu bearbeiten
- ▶ **Niedrige Heritabilität:** Gesundheit, Vitalität, Wesen, Verhalten, Fruchtbarkeit, Krankheitsresistenz u.v.m.  
-> epigenetische Beeinflussung

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ziele in der Hundezucht

18

- ▶ Gesundheit
- ▶ Anpassung an die Umwelt
- ▶ Schönheit / Leistung
- ▶ Genetische Verbesserung der Rasse

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---



22

### Was uns ausmacht bei komplexen Merkmalen

```

    graph TD
      A[Gene] --> D((Komplexe Merkmale))
      B[Umwelt] --> D
      C[Vergangenheit] --> D
  
```

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

23

### Einflüsse der Epigenetik von der Wurfplanung bis ins Alter

- ▶ Wurfplanung
- ▶ Decken
- ▶ Trächtigkeit
- ▶ Erste Lebenswochen
- ▶ Pubertät
- ▶ Altern

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

24

### Wichtigster Umwelt-Einfluss: Stress I

- ▶ Stress ist eine sinnvolle biologische Reaktion auf belastende Umwelteinflüsse.
- ▶ Ein gewisses Mass an Stress kann Gesundheit und Konzentrationsfähigkeit positiv beeinflussen und dazu beitragen, dass spätere Belastungen besser ausgehalten werden können.
- ▶ Dauernde, wiederholte und übermässige Stresssituationen sind aber äusserst schädlich.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

25

## Wichtigster Umwelt-Einfluss: Stress II

- ▶ Die durch Stress hervorgerufenen epigenetischen Veränderungen werden teilweise an die nachfolgenden Generationen weitervererbt.
- ▶ Solche epigenetischen Veränderungen können aber zu einem Teil durch entsprechende Unterstützung auch wieder rückgängig gemacht werden.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

26

## Themen bei der Wurfplanung

- ▶ Die bestmögliche Vorsorge für optimale Bedingungen eines Wurfes beginnt bereits vor dem Deckakt, und zwar nicht nur durch die Auswahl des genetisch passendsten Rüden.
- ▶ Belastende Erlebnisse bei Rüde und/oder Hündin schon vor Beginn der Trächtigkeit können z.B. das Verhalten der Nachkommen beeinflussen und die entsprechenden Modifikationen weitergegeben werden.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

27

## Beispiel: Angstkonditionierung des Vaters auf bestimmten Geruch

Nachkommen der 1. und 2. Generation reagieren bereits beim 1. Kontakt mit diesem Geruch mit Angstreaktionen. Spermien sind epigenetisch modifiziert

**Figure 1**

Exposure of the adult germ cells to stressors

Epigenetic marks on the P0 generation

Epigenetic marks on the P1 generation

Epigenetic marks on the F1 generation

Epigenetic marks on the F2 generation

Transgenerational effects in offspring from adult stressors

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

28



**Positiver oder negativer Stress?**  
Spass an der Arbeit <-> unter Druck geraten.      INDIVIDUELL!

Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

29

**Fragen bei Wurfplanung/Deckakt**

- ▶ Stress bei Tieren, die in Rudel rangniedrig sind, v.a. bei Rüden
- ▶ Stress durch Überforderung
- ▶ Stress der Hündin bei langer Anfahrt oder gar Flug zum Rüden
- ▶ Ist Gefriersperma gestresst?



Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

30

**Rund um den Deckakt**

- ▶ Genügend Zeit zum Sich Kennenlernen und nach Möglichkeit sogar Spielen
- ▶ Natürlicher Deckakt wäre an sich optimal
- ▶ Möglichst wenig Druck durch Halter



Dr.med.vet. Renée Devaux    Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

31

## Während der Trächtigkeit I

- ▶ Die Zeit der Embryonalentwicklung ist epigenetisch sehr sensibel, vor allem auch gegenüber Umwelteinflüssen.
- ▶ Schädlichen Stress vermeiden, aber: was sich als schädlich auswirkt, ist individuell. In der ersten Hälfte der Trächtigkeit kann es für eine Jagdhündin stressiger sein, nicht mit auf die Jagd gehen zu dürfen, als mitzugehen.
- ▶ Studien beim Menschen zeigen, dass Passivrauchen im Mutterleib und kurz nach der Geburt zu gehäuften Verhaltensauffälligkeiten und emotionalen Problemen führt. Ausserdem sind männliche Nachkommen weniger fruchtbar.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

32

## Während der Trächtigkeit II

- ▶ Viele Plastic-Spielsachen enthalten den Weichmacher **Bisphenol A**, der in den Mechanismus der Methylierung eingreift. Folgen einer Exposition vor der Geburt können Verhaltensstörungen (Aengstlichkeit), Fruchtbarkeitsprobleme und gehäuftes Vorkommen von Krebserkrankungen sein.
- ▶ Und dann sind da noch die Röntgenaufnahmen vor der Geburt, die für viele Züchter dazugehören. Embryonale und foetale Zellen sind besonders empfindlich gegen Röntgenstrahlen!

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

33

## Fütterung der trächtigen Hündin

Welpen entwickeln eine Vorliebe für Geruchsstoffe, welchen die Mutterhündin während der Trächtigkeit ausgesetzt war



-> vielseitige und ausgewogene Ernährung der Mutterhündin legt den Grundstein für eine breite Futterakzeptanz der Welpen



Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

34

## Fütterung der trächtigen Hündin II

- ▶ Im Normalfall reicht eine gesunde, abwechslungsreiche Ernährung während Schwangerschaft resp. Trächtigkeit, ev. mit Zugabe von Folsäure, für ein gut funktionierendes epigenetisches System aus
- ▶ Spezielle Diät, reich an Methylgruppen, während der Trächtigkeit kann aber unter Umständen genetisch bedingte Stoffwechselstörungen mildern oder unterbinden

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

35

## Experiment mit Yellow Agouti-Mäusen



Farbe und Gewicht verändern sich bei eineiigen Mehrlingen je nach Methylierung



Links: Mutter wurde während Trächtigkeit mit «epigenetischem Futter» gefüttert. Rechts: Mutter erhielt normales Futter



Eineiige Zwillinge, von unterschiedlichen Müttern ausgetragen

Bilder: Jirtle

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

36

## Inaktivierung des X-Chromosoms




Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

37

## Die ersten Lebenswochen



- ▶ Hohe Empfindlichkeit des Genoms gegenüber epigenetischen Umwelteinflüssen
- ▶ Liebevoller Betreuung durch Mutterhündin und Züchter führt nachweislich zu mehr Stresstoleranz. Gene für die Bildung von Oxytocin und Vasopressin werden aktiviert.
- ▶ Optimale Umwelt in den ersten Lebenswochen fördert eine optimale epigenetische Schaltung der Gene, die besonders stabil ist

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

38

## Die ersten Lebenswochen: Rolle der Mutter




Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

39

## Die ersten Lebenswochen

«Ob Staubsauger, Rasenmäher, spielende Kinder, Verkehrslärm, Katzen usw.: Hat der Welpe in der epigenetisch sensiblen Phase der ersten Lebenswochen etwas kennengelernt, wird es im Epigenom als akzeptabel abgespeichert.»



Zitat Sommerfeld, SHZ  
Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pubertät I

40

- ▶ Die Pubertät ist bei allen Säugetieren eine sehr schwierige Zeit, bedingt durch die Hormonumstellungen. Hundehalter können (ebenso wie Eltern) fast verzweifeln. Einerseits versuchen die Pubertierenden ihre Grenzen auszuloten, andererseits sind sie auch besonders sensibel und fühlen sich schnell angegriffen.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pubertät II

41

- ▶ Geschlechtshormone können wie das Stresshormon Cortisol direkt den Aktivitätszustand von Genen verändern. Entsprechend werden in der Pubertät epigenetische Programme häufig um- oder neu geschrieben. Dies bedeutet für uns, dass bei Hundehalter\*innen wieder, wie bei Welpen, einerseits Konsequenz, andererseits viel Einfühlungsvermögen gefordert ist. Pubertierende Hunde können schreckhaft, ängstlich, schnell eingeschüchtert sein. Entsprechend dürfte dies nicht der beste Zeitpunkt sein, um z. B. an eine Zuchtzulassungs-Prüfung zu gehen.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Altern I

42

- ▶ Epigenetische Markierungen sind reversibel.
- ▶ Das Epigenom bleibt entsprechend zeitlebens anfällig gegenüber Umwelteinflüssen -> auch bei schlecht sozialisierten Hunden (in idyllischer, reizbarer Umgebung aufgewachsen oder aber importierte Welpen oder ehemalige Strassenhunde) können durch optimale Umweltbedingungen epigenetische Schaltungen und damit Defizite teilweise korrigiert werden.
- ▶ Unsere Hunde können ebenso wie wir ihr Leben lang durch traumatische Erlebnisse massiv epigenetisch «geschädigt» werden.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Altern II

43

- ▶ Beim Lernprozess spielt das Enzym Phosphatase eine grosse Rolle, weil es das Löschen überflüssiger Erinnerungen steuert. Auch hier wird über die Methylierung eines bestimmten Gens gesteuert, ob Erinnerungen gelöscht oder erhalten bleiben. Dieses spezifische Gene spielt eine wichtige Rolle bei der Angstkonditionierung.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Altern III

44

- ▶ Die Endabschnitte der Chromosomen, die sogenannten Telomere entscheiden über die Lebensdauer der Zellen mit. Diese Telomere werden bei jeder Zellteilung kürzer, bis ein Grenze unterschritten wird und die Zelle stirbt. Das Enzym Telomerase verlängert die Telomere nach jeder Zellteilung. Die Aktivität des die Telomerase steuernden Gens wird durch Bewegung, Ernährung (z.B. Omega-3-Fettsäuren), Fasten und mehr gesteigert.
- ▶ Allerdings nutzen Krebszellen die Aktivität der Telomerase ebenfalls, was zu Tumoren führt.
- ▶ Auch hier ist das richtige Mass entscheidend

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

## Altern IV

45

- ▶ In der Alternativmedizin wie der traditionellen chinesischen Medizin, der Homöopathie, der relativ neuen Kinesiologie uva ist die Gesundheit in ihrer Ganzheit und damit verbunden die Verlängerung des Lebens das zentrale Element und Ziel. Mit Akupunktur werden die 5 Elemente und die Meridiane in ein Gleichgewicht gebracht. Die Homöopathie fokussiert nie eine Erkrankung sondern den Patienten als Ganzes. Die Behandlungen von zukünftigen Elterntieren vor und während der Trächtigkeit zielt gerade in der Homöopathie explizit auf gesündere Nachkommen.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

46

## Alten V

Samuel Hahnemann  
«Organon der Heilkunst», 6. Auflage,  
Fussnote zu § 284

„... Doch ist die Besorgung der Mütter in ihrer ersten Schwangerschaft durch eine gelinde antipsorische Cur, vorzüglich mittelst der in dieser Ausgabe (§ 270) beschriebenen neuen Dynamisationen des Schwefels unentbehrlich, um die fast stets bei ihnen vorhandene, schon durch Erbschaft ihnen mitgeteilte Psora, Erzeugerin der meisten chronischen Krankheiten, in ihnen selbst und in ihrer Leibesfrucht zu vertilgen, damit ihre Nachkommenschaft im voraus dagegen geschützt sei. Dies ist so wahr, daß die Kinder so behandelter Schwängern gemeinlich weit gesunder und kräftiger auf die Welt kommen, so daß jedermann darüber erstaunt. Eine neue Bestätigung der großen Wahrheit der von mir aufgefundenen Psora-Theorie.“

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

47

## Gesundheit

Ernährung

Fitness

Schlaf

Entspannung

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

48

## Schlussfolgerungen

- ▶ Gene werden ein Leben lang durch epigenetische Mechanismen beeinflusst.  
-> höchste Steuerung während den besonders sensiblen Phasen Embryonalentwicklung, in den ersten 16 Lebenswochen und in der Pubertät.
- ▶ Epigenetische Veränderungen des Genoms können vererbt werden -> eine optimierte Aufzucht und Haltung (nützlich) auch den folgenden Generationen.
- ▶ Massvolle, regelmäßige Aktivitäten, gesunde Ernährung und ab und zu eine Prise Stress vermögen Langlebigkeit zu fördern.
- ▶ Auch die Haustiere werden von den Erkenntnissen der zahlreichen Studien zur Epigenetik und daraus folgenden Therapiemöglichkeiten profitieren.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Erkenntnisse

49

- ▶ Epigenetik geht uns alle etwas an
- ▶ Schon viele Züchter\*innen, Halter\*innen und Tierärzte vor uns haben alles oder zumindest vieles richtig gemacht, ohne je etwas von epigenetischen Mechanismen gehört zu haben.
- ▶ Unsere Vorgänger haben sich auf ihre Beobachtungen gestützt und dann den gesunden Menschenverstand eingesetzt. In unserer heutigen, sich ständig verändernden Welt vermitteln uns Bücher, Internet und Schulungen das nötige Wissen.

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---



---



---



---



---



---



---

## Literatur

50

- ▶ Sommerfeld-Stur I.: Rassehundezucht – Genetik für Züchter und Halter, 2016
- ▶ Spork P.: Gesundheit ist kein Zufall, 2017
- ▶ Weidt A.&H., Berlowitz: div. Artikel unter Kynologos-Kompaktwissen
- ▶ Eine Fülle an Publikationen sind über die Suchmaschinen im Internet zu finden

Dr.med.vet. Renée Devaux Epigenetik und Hundezucht

---



---



---



---



---



---



---