

Forschung

## Epigenetik



**Wer die Gene kennt, kenne den Menschen – und wisse so, wie Alzheimer, Diabetes und Co zu heilen sind. Das glaubten Wissenschaftler und der Rest der Welt, als am 26. Juni 2000 der damalige US-Präsident Bill Clinton das erste entzifferte Human-Genom präsentierte. Doch schon bald darauf machte sich Ernüchterung breit: Man hatte nun einen Text mit rund drei Milliarden Buchstaben-Paaren aus den vier Lettern A, C, G und T. Doch wirklich entschlüsselt wurden die Geheimnisse des menschlichen Bauplans nicht. Inzwischen ist klar: Gene steuern nicht nur, sondern sie werden auch gesteuert.**

### Der Mensch ist mehr als die Summe seiner Gene

Das Genom des Menschen, also alle rund 25.000 Gene, erklärt noch nicht, warum der eine Alzheimer bekommt und der andere schlecht mit Stress umgehen kann, warum zwei Menschen das gleiche Krebs-Gen haben, aber nur einer von ihnen auch Krebs bekommt. Erklären lässt sich das jedoch mit der Epigenetik, einem aufstrebenden Forschungszweig der Biologie.

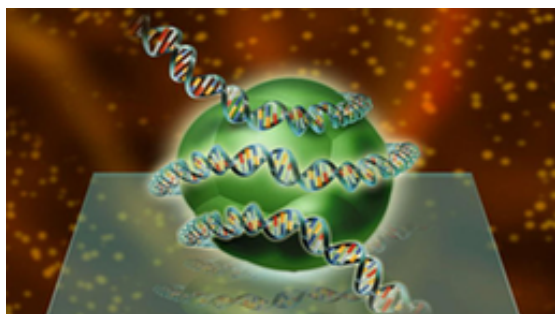
Der Begriff ist zusammengesetzt aus den Wörtern Genetik und Epigenese, also der Entwicklung eines Lebewesens. Epigenetik gilt als das Bindeglied zwischen Umwelteinflüssen und Genen: Sie bestimmt mit, unter welchen Umständen welches Gen angeschaltet wird und wann es wieder stumm wird. Experten sprechen hier von Genregulation.

## Gleiches Genom, unterschiedliche Epigenome

"Der Mensch hat mehr als 200 Zelltypen, und in fast jeder Zelle ist dieselbe DNA-Sequenz, aber nicht in jeder Zelle sind alle Gene aktiv", sagt Thomas Jenuwein vom Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik. "Die primäre Information, die einen Menschen ausmacht, ist zwar natürlich die Gen-Sequenz, sonst wären eineiige Zwillinge nicht genetisch ident und sich äußerlich so ähnlich". Doch epigenetische Veränderungen sorgen dafür, dass nur ein Zwilling anfälliger für beispielsweise Diabetes wird.

Als spanische Forscher genetisch gleiche Zwillingspaare zwischen drei und 74 Jahren untersuchten, zeigte sich eindeutig: Die jüngsten Zwillinge unterschieden sich in ihrem epigenetischen Code kaum – die ältesten Zwillinge hingegen immens. Im Laufe des Lebens machen Zwillinge unterschiedliche Dinge durch, entwickeln andere Gewohnheiten oder befinden sich in anderen Lebensumständen – und so entwickeln sich auch ihre epigenetischen Codes mitunter in verschiedene Richtungen.

## "Zweiter Code" aus Mini-Molekülen



*DNS windet sich mit Histonen zu einer Perlenkette*

Doch wie sieht so ein epigenetischer Code überhaupt aus? Die bekannteste Funktionsweise der Epigenetik ist die Methylierung. Dabei docken kleine Moleküle – sogenannte Methylgruppen aus einem Kohlenstoffatom und drei Wasserstoffatomen – an den DNS-Strang an und verhindern so, dass die nachfolgende Gensequenz abgelesen und in ein Protein übersetzt werden kann. So wird das Gen ausgeschaltet.

Ebenfalls eine wichtige Rolle bei der epigenetischen Markierung spielt die sogenannte Histon-Acetylierung: Damit der gut zwei Meter lange DNS-Strang einer Zelle auch in den winzig kleinen Zellkern passt, muss er ganz dicht gepackt werden. Dabei windet sich der Strang um bis zu Hunderttausende Perlen, die Histonkomplexe.

Um die dort befindlichen Gene zu aktivieren, muss das Erbgut erst wieder "entpackt" werden. Dabei helfen kleine Moleküle, die Acetylgruppen, welche den DNS-Strang lockern und die Gene an dieser Stelle lesbar machen.

Auf der Karte des menschlichen Genoms kann man dann die Stellen mit den Sondernolekülen markieren und erhält so neben dem genetischen Code das Epigenom als "zweiten Code". Allerdings gibt es nicht "den einen" zweiten Code: Ein Mensch hat unzählige Epigenome. Immerhin enthält jeder Zelltyp zwar die gleiche Gensequenz, aber andere Markierungen.

## Grüner Tee und Gelée royale schalten gute Gene an

Die Epigenetik öffnet so manche Blackbox: Schon länger ist bekannt, dass grüner Tee so gesund ist, dass er in Japan die Krebsstatistik verbessert. Doch warum das so ist, ließ sich erst mit der Epigenetik klären. Beim Aufbrühen der unfermentierten Teeblätter löst sich ein Stoff mit dem komplizierten Namen Epigallocatechin-3-Gallat (EGCG) heraus.

Dieser Stoff reaktiviert ein Gen, das den Bauplan für einen Krebs-bekämpfenden Stoff liefert. Gerade bei älteren Menschen ist dieses Gen oft methyliert und deswegen stumm – die Anti-Krebs-Wirkung dieses einen Gens wäre also dahin. Der grüne Tee wirkt wie ein Peeling für die Gensequenz.



*Grüner Tee gegen Tumore*

Auch bei Bienen wird deutlich, wie sehr allein Nahrung epigenetisch wirken kann: Wer einen Honig-Pollen-Brei bekommt, wird eine sterile Arbeiterbiene, und wer Gelée royale naschen darf, wird eine Königin. Warum das so ist, haben Wissenschaftler mittlerweile herausgefunden:

Der Honig-Pollen-Brei sorgt dafür, dass Gene für die Bienenentwicklung außerordentlich methyliert und somit stummgeschaltet werden. Umgekehrt enthält das königliche Gelée bis zu fünf Prozent einer Fettsäure, die

stummgeschaltete Gene epigenetisch wieder aktivieren kann.

## "Traumata vernarben Erbgut"



*Mutterliebe prägt Stressreaktionssystem des Babys*

Auch menschliche Beziehungen haben nachhaltigen Einfluss auf das Epigenom und somit auf das Leben und die Gesundheit: Ein Säugling zum Beispiel, der zu wenig Liebe und Geborgenheit erhält, soll nicht nur Bindungsprobleme bekommen, sondern auch biologisch nachweisbar Störungen im Stresshormon-System haben.

"Traumata sorgen nicht nur für Narben in der Seele, sondern auch für Narben im Erbgut", veranschaulicht der Depressionsforscher Florian Holsboer die epigenetischen Markierungen. Wenn diese Narben auch im Erbgut der Keimzellen sind, dann werden sie sogar weitervererbt, wie Epigenetiker herausgefunden haben.

## Epigenetische Markierungen können vererbt werden

Ein Beispiel für das epigenetische Gedächtnis ist jenes der schwangeren Holländerinnen aus dem Hungerwinter 1944/45. Dass die Frauen untergewichtige Babys zur Welt brachten, erscheint plausibel. Doch dann zeigte sich: Der Nachwuchs hatte überdurchschnittlich oft Depressionen, Übergewicht oder Schizophrenie; erstaunlich früh bekamen die Kinder Alterskrankheiten wie Herzprobleme oder Diabetes.

Schließlich stellte sich noch heraus: Die betroffenen Frauen wiederum gebaren selbst verhältnismäßig kleine Kinder, obwohl diese doch in Zeiten mit Nahrung im Überfluss und mit weniger Nöten gezeugt worden waren. Die Erbsubstanz der Enkel enthielt also auch Informationen über die Lebensbedingungen der Großeltern.



*Hungerwinter 1944/1945 in Holland*

## Diskussion um Evolutionstheorien

Auf einmal ging es in der Forschergemeinschaft nicht mehr nur um Methylgruppen, Gene und Datenbanken – sondern um die Evolutionstheorie. "Das epigenetische Gedächtnis zeigt, dass Lamarck rehabilitiert werden muss", sagten die einen. Zur Erinnerung: Jean-Baptiste Lamarck war der Kontrahent von Charles Darwin, jener französische Biologe, der die Evolution anhand von Giraffen erklärte.

Je höher die schmackhaften Blätter hingen, desto mehr reckten die Tiere ihren Hals; dieser verlängerte Schlund würde dann an die Nachkommen vererbt. Eigenschaften, die sich erst im Laufe eines Lebens entwickeln, werden vererbt: Das war Lamarcks These – und so geschieht es bei der Epigenetik, wenn Genschalter in Samen- oder Eizelle umgelegt werden und diese Weichen auf den Nachwuchs übergehen.

Man kann es aber auch so sehen: Epigenetik ist Teil des Darwin'schen Anpassungsmechanismus, denn dem Postulat zufolge überlebt ja nicht der Stärkste, sondern das am besten angepasste Individuum. Epigenetiker Thomas Jenuwein erklärt das so:

"Epigenetik stellt weiche Veränderungen dar, Veränderungen, die die Anpassungsfähigkeit in einem Leben ausmachen, die aber durchaus rückgängig gemacht werden können. Die Genetik hingegen sorgt für harte Veränderungen, denn DNS-Mutationen sind nicht reversibel. Damit treiben diese Mutationen aber eben die Evolution nach vorne."

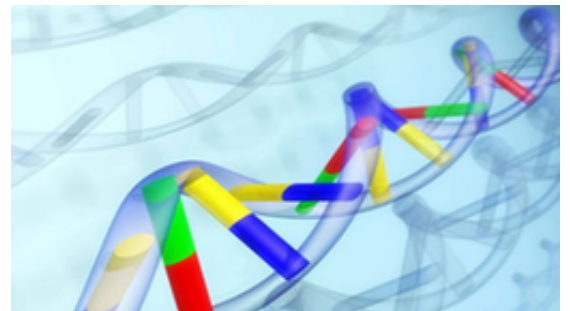
Vielleicht ist Lamarcks Evolutionstheorie einfach ein Teil innerhalb Darwins Theorie? Die Epigenetiker werden das wohl nicht ausdiskutieren. Lieber forschen sie weiter: Wo zeigt sich noch, dass epigenetische Veränderungen vererbt werden? Wie genau funktionieren die epigenetischen Mechanismen im Detail? Welche Gene werden durch welche Lebensmittel und Lebensstile angeschaltet, welche ausgeschaltet? Und wie lässt sich das für Therapien



*Evolutionstheorie: Hatte Lamarck auch recht?*

nutzen? Epigenetikern wird in den nächsten Jahren nicht langweilig.

**Autorin:** Franziska Badenschier



*DNS-Sequenz: vier Buchstaben für die Evolution*

---

## Sendung

Mit Neurodermitis leben | **mehr**

[<http://www1.wdr.de/sendungen/sendung-neurodermitis-100.html>]

---

## Weiterführende Infos

Evolutionforschung | **mehr**

[<http://www1.wdr.de/natur/forschung/evolutionforschung/index.html>]