



Quarks & Co

„Die Erbsubstanz – Der Baustein des Lebens“



Autoren:

Marion Kerstholt
Ilka aus der Mark
Corinna Sachs
Lars Westermann
Tanja Winkler

Redaktion:

Claudia Heiss

Happy Birthday, Doppelhelix!! Am 2. April feiert sie ihren 50. Geburtstag – die Entdeckung der DNA-Struktur durch die beiden Briten James Watson und Francis Crick.

Seitdem ist viel passiert rund um den Stoff, aus dem die Gene sind. Man veränderte Pflanzen gentechnisch derart, dass sie resistent wurden gegen Unkrautvertilgungsmittel oder auch gegen bestimmte Krankheiten. Anfang der 80er Jahre schleuste man zum ersten Mal das Gen, das für die Bildung von Insulin verantwortlich ist, in Bakterienzellen ein. Damit war Insulin das erste gentechnisch produzierte menschliche Hormon, das zur Behandlung einer Krankheit eingesetzt wurde. Aus den USA kamen groteske Nachrichten: Durch den Einbau von Ratten-Genen ließe sich der Vitamin-C-Gehalt von Kopfsalat steigern, hörte man von US-amerikanischen Forschern. Oder auch: Die „Anti-Matsch-Tomate“ sei dank Gentechnik monatelang haltbar. Schottische Wissenschaftler klonen 1996 das Schaf Dolly und jüngst machte die Firma Clonaid Furore mit der Behauptung, das erste Klonbaby produziert zu haben.

Quarks & Co zeigt Ihnen wie die DNA – der Baustein allen Lebens – funktioniert und gibt Antwort auf folgende Fragen:

Welche Hoffnungen können wir auf die Genforschung setzen?
Welche Gefahren sind mit ihr verbunden?
Wie sicher ist ein Vaterschaftstest?
Und auf welche Weise gibt die DNA ihre Informationen weiter?

Folgen Sie uns auf der Spur des Lebens!

Meilensteine der Gentechnik

1869

Die Erbsubstanz – die DNA oder Desoxyribonucleinsäure – wird erstmals beschrieben. Friedrich Miescher, ein Biologe aus Basel, entdeckt das Molekül des Lebens, als er weiße Blutkörperchen untersucht. Welchen wichtigen Stoff er da entdeckt hat, ist Miescher jedoch nicht bewusst.

1952

Alfred Day Hershey und Martha Chase beweisen, dass die DNA – und nicht wie zuvor vermutet die Eiweiße – Träger der genetischen Information ist.



Watson und Crick erhielten für ihre Entdeckung 1962 den Nobelpreis für Medizin

1953

James Watson und Francis Crick stellen in einem eineinhalb Seiten langen Aufsatz im Wissenschaftsmagazin „Nature“ die Struktur der DNA-Doppelhelix vor. Dabei entwerfen sie einen Mechanismus der Vererbung, der sich in den folgenden Jahrzehnten als richtig und wegweisend herausstellt.

1964

Der genetische Code ist entziffert. Die Forscher kennen jetzt das genetische Alphabet. Es stellt sich heraus, dass die Wörter in der DNA immer drei Genbuchstaben lang sind. Die DNA verfügt also über einen so genannten Tripletcode. Die Wissenschaftler haben die Kombinationsmöglichkeiten der vier Genbuchstaben A, C, G und T entschlüsselt. Nun wissen sie, welchen speziellen Eiweißbaustein eine bestimmte Kombination kodiert. Mit Hilfe einer Tabelle der 64 möglichen genetischen Wörter kann man nun die Sequenz eines Gens in die Sequenz eines Eiweißes übersetzen.

1970

Das erste Eiweiß, das DNA schneidet - ein so genanntes Restriktionsenzym – wird entdeckt. Die Forscher finden es in einem Darmbakterium und nennen es – Escherichia-Coli-Restriktionsenzym römisch I oder kurz EcoRI. Mit Hilfe dieser molekularen Schere können sie die Erbsubstanz an bestimmten Stellen aufschneiden und andere Stücke DNA hineinsetzen.

1973

Herbert Boyer und Stanley Cohen finden eine Methode, DNA-Moleküle verschiedener Herkunft, zum Beispiel von der Maus und von einem Bakterium, im Reagenzglas miteinander zu verbinden. Sie stellen damit zum ersten Mal die so genannte rekombinante DNA her. Damit ist der Grundstein für die Herstellung transgener Organismen gelegt. Auf diese Weise wurden Bakterien entwickelt, die menschliches Insulin produzieren.

1975-77

Frederick Sanger, Walter Gilbert und Allan Maxam erfinden unterschiedliche Methoden, DNA zu sequenzieren. Mit seiner Methode entschlüsselt Frederick Sanger 1978 das erste vollständige Genom eines Organismus: Es handelt sich um das Genom eines Virus. Dafür erhält er 1980 den Nobelpreis.



Kary Mullis hatte die Idee für die PCR auf einer nächtlichen Autofahrt

1986

Kary Mullis veröffentlicht eine DNA-Kopiermöglichkeit: die Polymerase-Kettenreaktion oder kurz PCR. Diese Methode macht es möglich, bestimmte DNA-Stücke massenhaft exakt zu vervielfältigen. Für seine bahnbrechende Entwicklung erhält Mullis 1993 den Chemie-Nobelpreis.

1988

Die erste transgene Maus wird erzeugt.



Das erste Patent auf eine transgene Maus wird 1992 angemeldet

1990

Start der vollständigen Sequenzierung des menschlichen Erbguts. Die Human Genom Organisation rechnet damit, dass die Sequenz im Jahr 2010 fertig gestellt sein wird.

1994

Die Antimatsch – Tomate „FLAV'R SAV'R“ steht erstmals in amerikanischen Läden. Die Forscher entfernten bei ihr ein Gen, dass die Tomate nach der Ernte weiter reifen lässt. Die Früchte reifen am Strauch normal aus und bleiben nach der Ernte weitaus länger frisch als herkömmliche Tomaten.



Das Klonschaf Dolly war das erste Säugetier einer neuen Art: Ein Schaf ohne Vater

1996

Das Schaf Dolly – das erste geklonte Säugetier – wird geboren. Ian Wilmut schafft diesen Durchbruch nach zehnjähriger Forschung. Im Laufe seines Lebens entwickelt Dolly jedoch einige untypische Krankheiten.

2000

Das menschliche Genom ist vollständig sequenziert. Alle drei Milliarden Genbuchstaben sind bekannt, jedoch noch nicht in der richtigen Reihenfolge. Sie wird im Jahr 2001 veröffentlicht.

2003

Das Klonschaf Dolly wird im Alter von sechs Jahren eingeschläfert. Dolly litt an einer schweren Lungenerkrankung und an Arthritis.

Marion Kerstholt

Kleines Lexikon der DNA

Bakterien

Bakterien sind Einzeller, die keinen Zellkern besitzen. In der Gentechnik wird sehr häufig das Darmbakterium *Escherichia coli* verwendet. Manchmal besitzt es neben seinem großen DNA-Molekül noch einen kleineren DNA-Ring, das so genannte Plasmid.

DNA



Die DNA: das Molekül des Lebens

Die Desoxyribonucleinsäure (kurz DNS oder in der englischen Abkürzung DNA) speichert die Erbinformation einer Zelle. Das DNA-Molekül besteht aus einem Rückgrat aus Phosphat und Zucker sowie vier verschiedenen Basen Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin. Die Forscher kürzen die Buchstaben als A, T, C und G ab. Wie Watson und Crick 1953 entdeckten, hat die DNA die Struktur einer Doppelhelix: Zwei Einzelstränge lagern aneinander und verdrillen sich wie eine Wendeltreppe. Das Rückgrat liegt außen, die Genbuchstaben zeigen nach innen. Jeweils zwei Buchstaben liegen sich in der Doppelhelix immer gegenüber: A und T und C und G. Das nennen die Wissenschaftler Basenpaar.

DNA-Replikation

Vor einer Zellteilung muss die DNA zuerst verdoppelt werden, damit beide Zellen nach der Teilung die vollständige Erbinformation besitzen. Zur Verdopplung der DNA werden die beiden Stränge der Doppelhelix getrennt. Nach dem Prinzip der Basenpaarung baut dann das Ableseenzym, die Polymerase, an jedem der beiden Einzelstränge wieder einen zweiten Einzelstrang. So entstehen aus zwei Einzelsträngen zwei Doppelstränge. Die Wissenschaftler nennen diese Art der Replikation semikonservativ, denn die verdoppelten DNA-Moleküle bestehen je zur Hälfte aus einem alten und einem neuen Einzelstrang.

Eiweiße

Eiweiße sind große Moleküle, die im Körper lebenswichtige Aufgaben haben. Sie bilden Muskeln, zersetzen Nahrung oder transportieren Sauerstoff durch den Körper. Eiweiße sind lange Ketten von 40 bis zu 400 Eiweißbausteinen. Von diesen Grundbausteinen, den so genannten Aminosäuren, gibt es 20 verschiedene. Ihre Abfolge nennt man die Sequenz eines Eiweißes. Sie ist in den Genen festgelegt. Jeder Eiweißbaustein verleiht dem Molekül andere Eigenschaften. Eiweiße werden auch Proteine genannt.

Elektrophorese

Die Elektrophorese ist eine Labormethode, die verschieden lange Stücke DNA voneinander trennt. Zum Trennen nutzt man elektrischen Strom. In einem elektrischen Feld lässt man die negativ geladenen DNA-Moleküle zu einem positiven Pol wandern. Das passiert in einem Gel: Man füllt die DNA in kleine Taschen im Gel und legt den Strom an. Entsprechend ihrer Größe wandern die DNA-Stücke dann in einer bestimmten Zeit unterschiedlich schnell.

Elektroporation

Mit der Elektroporation können fremde Gene in eine Zelle eingeschleust werden. Die Zellen werden dafür unter Strom gesetzt. Durch die Elektrizität öffnen sich die Zellporen und die fremde DNA kann in die Zelle gelangen.

Exon/Intron

Die Gene liegen auf der DNA nicht immer in einem aneinanderhängenden Stück vor. Oft ist die Geninformation durch unterschiedlich lange, "sinnlose" Teile von DNA unterbrochen. Diese Unterbrechungen werden Intron genannt. Im Gegensatz dazu heißen die Genstücke Exon.

Gen

Ein Gen ist der Abschnitt auf der DNA, der den Bauplan für ein Eiweiß enthält.

Genetischer Code

Der genetische Code ist die Art der Verschlüsselung, in der die Informationen auf der DNA gespeichert sind. Er ist bei allen Lebewesen gleich – bei Pflanzen, Tieren und Menschen. Immer drei Buchstaben ergeben zusammen ein „genetisches Wort“. Das bedeutet, je drei Genbuchstaben stehen für einen bestimmten Eiweißbaustein. Die Wissenschaftler nennen das den Triplett-Code der DNA. Die DNA besitzt nur vier verschiedene Genbuchstaben (A, T, C und G); die Eiweiße sind dagegen aus zwanzig verschiedenen Bausteinen aufgebaut. Deshalb bietet nur die Kombination von drei Buchstaben die Möglichkeit, alle verschiedenen Eiweißbausteine zu verschlüsseln. Mit dem Triplett-Code ergeben sich insgesamt 64 verschiedene „genetische Wörter“.

Genetischer Fingerabdruck

Mit dem genetischen Fingerabdruck kann eine Person anhand einer Blutspur oder einigen Haaren identifiziert werden. Dazu wird die DNA der gefundenen Zellen mit Hilfe der PCR vermehrt und mit der DNA der entsprechenden Person verglichen.



Genkanone

Mit einer Genkanone können fremde Gene in eine Zelle gebracht werden. Die Munition besteht aus feinsten Goldkugeln, die mit DNA beschichtet sind. Die Genkanone schießt diese Partikel unter großem Druck in die Zellen.

Genom

Das Genom ist die Gesamtzahl der Gene eines Lebewesens.

Histone



Wie um einen Lockenwickler ist die DNA um die Histone gelegt

Histone sind Eiweiße, die sich an die DNA im Zellkern binden. Der DNA-Faden ist wie um einen Lockenwickler zweimal um ein Histon gewickelt. Die Histone helfen also, die DNA im Zellkern zu verpacken. Denn der gesamte DNA-Faden im Zellkern ist etwa einen Meter lang. Damit er in den sehr kleinen Zellkern überhaupt hineinpasst, muss der DNA-Faden stark gewickelt werden. Zum Ablesen der Geninformation muss das DNA-Molekül jedoch wieder abgewickelt werden.

PCR

Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) ist eine künstliche Methode, bestimmte Stücke der DNA zu vervielfältigen. Sie nutzt das natürliche Prinzip der DNA-Replikation. Denn bei der PCR werden ebenfalls die beiden Stränge der Doppelhelix getrennt und eine Polymerase stellt an der Vorlage der Einzelstränge jeweils einen neuen Doppelstrang her. Diese Verdopplungsschritte werden bei der PCR permanent wiederholt – man spricht von einer Kettenreaktion. Die Menge an DNA steigt dabei sprunghaft an: Aus einem DNA-Molekül werden zwei, dann vier, dann acht usw. So entstehen schon nach zwanzig Schritten eine Million DNA-Stücke. Zur Trennung der Doppelhelix werden hohe Temperaturen benötigt. Erst durch die Entdeckung einer extrem hitzebeständigen Polymerase wurde die PCR möglich. Es müssen nur die Zutaten – Polymerase, Genbuchstaben und DNA – zusammen gemischt und in einen Heizapparat gestellt werden, der das Gemisch in regelmäßigen Abständen erhitzt und abkühlt.

Plasmid

Plasmide sind kurze, ringförmige DNA-Stücke in Bakterien. Manchmal tragen sie Gene, die das Bakterium resistent gegen ein Antibiotikum machen. Mit Hilfe der Gentechnik baut man in Plasmide fremde Gene ein und stellen so transgene Bakterien her, also Bakterien mit neuen Eigenschaften.

Polymerase

Die Polymerase ist ein Eiweiß. Von ihr gibt es verschiedene Arten mit leicht unterschiedlichen Aufgaben. Die RNA-Polymerase liest die Information der Gene ab und stellt eine RNA-Kopie des Gens zur Produktion eines Eiweißes her. Die DNA-Polymerase fährt ebenfalls an der DNA entlang, stellt aber eine DNA-Kopie her. Wenn z.B. die Zelle sich teilen will: Dann verdoppelt die Polymerase die DNA.

Restriktionsenzym



Das Ribosom übersetzt die Information in den Genen

Restriktionsenzyme sind Eiweiße, die die DNA-Doppelhelix durchschneiden. Allerdings durchtrennen sie die Doppelhelix nicht glatt, sondern in beiden Strängen um einige Genbuchstaben versetzt. Jedes dieser Restriktionsenzyme – heute kennt man über 200 verschiedene Arten – schneidet die DNA an einer bestimmten Abfolge von Buchstaben. Die Forscher nutzen Restriktionsenzyme, um fremde Gene in die DNA einzufügen.

Ribosom

Das Ribosom ist die Eiweißfabrik der Zelle. Es übersetzt den Bauplan in den Genen in die Sequenz der Eiweißbausteine. Das Ribosom ist aus Eiweißen und RNA-Molekülen aufgebaut.

RNA

RNA ist die Abkürzung für Ribonucleinsäure; sie hat einen sehr ähnlichen Aufbau wie die DNA. Allerdings ist ihr Rückgrat etwas anders zusammengesetzt und ein Genbuchstabe ist verändert: Statt Thymin (T) enthält das RNA-Molekül den Buchstaben Uracil (U). Die RNA kommt in der Zelle meist nur als Einzelstrang vor. Sie hat viele verschiedene Boten- und Regulationsaufgaben. Besonders wichtig ist die RNA beim Ablesen der Gene und der anschließenden Herstellung der Eiweiße. Die Genkopie, die beim Ablesen der Gene hergestellt wird, ist eine RNA. Diese Boten-RNA nennen die Wissenschaftler messenger RNA (mRNA). Auch die Transport-Moleküle, die beim Übersetzen der Geninformation am Ribosom die Eiweißbausteine anliefern, bestehen aus RNA. Sie werden Transfer-RNA (tRNA) genannt. Lange Zeit wurde die RNA als die kleine Schwester der DNA angesehen. Heute zeigen neueste Forschungsergebnisse, dass die RNA wichtige Kontrollaufgaben in der Zelle erfüllt.

transgen

Ein Lebewesen ist transgen, wenn ein fremdes Gen aus dem Erbgut eines anderen Lebewesens in seine DNA eingefügt wurde. So übertrugen Wissenschaftler Fadenwürmern das Gen einer Qualle. Anschließend leuchteten die Würmer wie die Qualle.

Viren

Im Gegensatz zu anderen Lebewesen bestehen Viren nur aus einer Eiweißhülle und der Erbsubstanz. Viren haben deshalb nicht die Möglichkeit, sich allein zu vermehren. Sie brauchen dafür die Polymerasen und Ribosome einer anderen Zelle. Der Virus schleust seine Erbinformation – das kann DNA oder RNA sein – in die Zelle, wo sie vervielfältigt wird. Anschließend stellt die Eiweißfabrik der Zelle anhand der Viren-Erbinformation die Eiweißhüllen her. Die vermehrten Viren setzen sich in der Zelle wieder zusammen und zerstören die Zelle. Dann ziehen sie weiter, um sich in einer anderen Zelle weiter zu vermehren.

Zellkern



Das Kontrollzentrum der Zelle:
der Kern

Der Zellkern ist die Kommandozentrale der Zelle. Im Zellkern liegt das Erbgut geschützt durch die Kernhülle. Alle notwendigen Informationen sind hier auf der DNA gespeichert. Der Kern ist daher für die Vererbung der Information der DNA zuständig. Außerdem werden von den Genen auf der DNA alle Prozesse in der Zelle kontrolliert. Hier wird die DNA abgelesen. Allerdings haben nicht alle Lebewesen einen Zellkern. Bei Viren und Bakterien liegt das Erbgut direkt in der Zelle.

Marion Kerstholt

Entdeckung der DNA

Ein kuriozes Gespann



James Watson und Francis Crick nutzten jede freie Minute, um über die Molekülstruktur der Erbsubstanz nachzugrübeln

Ein ungewöhnliches Paar war das, das 1951 in Cambridge zusammentraf: Der 35jährige Brite Francis Crick und der zwölf Jahre jüngere Amerikaner James Watson. Was sie verband war ihr Ehrgeiz, ihr jugendlicher Leichtsinn und vor allem eins: ihre Faszination für das menschliche Erbgut. Eigentlich waren sie für ganz andere Aufgaben am berühmten Cavendish-Laboratorium angestellt. Crick sollte über Proteine promovieren und Watson hatte ein Stipendium für molekularbiologische Studien bekommen. In den Jahren von 1951 bis 1953 hatten die beiden Jungforscher aber etwas ganz anderes im Kopf. Jede freie Minute – vor allem in der „Teezeit“ um 16 Uhr im Büro des Labors und in ihrer Stammkneipe „Eagle“ – diskutierten sie aufgeregt und wild gestikulierend über die Struktur des menschlichen Erbguts.

Keine Lust auf Chemie

Dabei waren Crick und Watson wirklich keine Größen in Chemie. Watson wollte das Erbgut entschlüsseln, „ohne dafür Chemie lernen zu müssen“. Und in einem Gespräch mit dem berühmten Chemiker Erwin Chargaff vergaß Crick plötzlich wichtige Molekülstrukturen. Das war peinlich, zumal Watson im selben Gespräch unpassende Bemerkungen machte, die seine Naivität auf dem Gebiet der Chemie offenbarten. So nannte Erwin Chargaff die jungen Kollegen später „wissenschaftliche Clowns“. Aber Watson und Crick ließen sich davon nicht beirren und hielten an ihrem Plan fest. „Think big!“ war ihr Motto. Sie wollten den Nobelpreis – nichts leichter als das!

Wettlauf der Wissenschaftler



So sieht die Struktur der Erbsubstanz aus: Ein dreidimensionaler, spiralförmiger Doppelstrang

Crick und Watson waren aber nicht die Einzigen, die dieses Ziel vor Augen hatten. Auch andere Wissenschaftler forschten fieberhaft an der Entschlüsselung des Erbguts – schließlich war damals allgemein bekannt, aus welchen chemischen Stoffen das Molekül der DNA besteht. Jetzt galt es herauszufinden, wie genau all diese Bestandteile angeordnet waren. Crick und Watson konnten bei ihren Überlegungen auf Forschungsergebnisse anderer Wissenschaftler zurückgreifen. Die beiden Forscher stellten fest, dass sich jeweils zwei Basen gegenüberstehen: Adenin und Thymin und Guanin und Cytosin. Das erklärte aber noch nicht die komplette Molekülstruktur. Nun musste die Anordnung der äußeren Struktur aus Phosphat und Zucker ergründet werden: Irgend etwas musste die Basen schließlich zusammenhalten. Auf die richtige Idee kamen sie erst ein gutes Jahr später – durch eine Röntgenstrukturanalyse der DNA von der Physikerin Rosalind Franklin. Sie hatte Crick und Watson diese Aufnahme allerdings nicht freiwillig gezeigt. Für die beiden war es ein Glück, dass Franklins Kollege Maurice Wilkins sie ihnen zugesteckt hatte. Aus der Röntgenaufnahme lasen Watson und Crick schließlich die Gestalt unseres Erbguts heraus.

Der Triumph



1953 veröffentlichten James Watson und Francis Crick ihre Entdeckung in der Zeitschrift „Nature“

Sie stellten fest: Das DNA-Molekül ist ein dreidimensionaler, spiralförmiger Doppelstrang, in dessen Innenraum sich die vier Basen immer jeweils zu zweit zusammenschließen. Unsere Erbsubstanz sieht aus wie eine Wendeltreppe. Dabei muss man sich die Basen als Treppenstufen und Zucker und Phosphat als Treppengeländer vorstellen. Das Besondere an dieser Struktur sei, so die beiden Forscher, dass sie sich selbst kopieren könne. Damit hatten Watson und Crick auch den Mechanismus der Vererbung erklärt. Auf dieser Grundlage haben die beiden im Februar 1953 ihr berühmtes Modell gebastelt – aus Draht, Pappe und Klammern. Überall haben sie damit angegeben. Und natürlich wollten sie diese Entdeckung auch veröffentlichen. Am 2. April 1953 schickten sie eine Din A4-Seite an die Zeitschrift „Nature“. Drei Wochen später wurde der Artikel veröffentlicht. Damals machte er nicht viel Furore, aber das sollte sich ändern. In den Jahren danach zeigte sich, dass Watson und Crick mit ihren Vermutungen Recht hatten. Erst 1962 bekamen sie, zusammen mit Maurice Wilkins, den Nobelpreis für Medizin. Durch ihre Entdeckung revolutionierten sie die gesamte Wissenschaft und läuteten das Zeitalter der Gentechnik ein.

Ilka aus der Mark

Anleitung zur Isolierung von DNA aus Tomaten



Ranga geht bei der Isolierung der DNA ganz nach Rezept vor

Aus Tomaten und ähnlichen Früchten kann man die DNA selbst isolieren. Theoretisch ist die Isolierung des genetischen Materials aus jeder Frucht möglich (besonders geeignet: Tomate oder Zwiebel).

Sie benötigen:

- 10 ml Spülmittel
- 3 g Kochsalz
- 100 ml Wasser
- 20 ml Brennspiritus
- eine Frucht
- eine Filtertüte
- ein sehr schmales Glas (ähnlich Reagenzglas)
- einen Pürierstab

Und so geht's:

1. Geben Sie zunächst 3 g Kochsalz in 10 ml Spülmittel und füllen die Mischung unter Rühren mit 100 ml Wasser auf.
2. Fügen Sie dann klein geschnittene oder zerdrückte Fruchtstücke hinzu. Das Spülmittel bricht die Zellmembranen auf, so dass die DNA aus der Zelle freigegeben wird.
3. Lassen Sie die Mischung bei Zimmertemperatur mindestens 15 Minuten stehen. Wärme, nicht Hitze, ist hilfreich: sie beschleunigt den Prozess und zerstört die so genannten DNAasen – das sind die Enzyme, die DNA abbauen.
4. Pürieren Sie die Probe 5 - 10 Sekunden lang.
5. Gießen Sie die Mischung durch einen Kaffeefilter, dabei werden die festen Zellwandbestandteile von der gelösten DNA und Proteinen getrennt. Fangen sie ca. 20 ml des Filtrats in einem hohen schmalen Glas auf.
6. Geben sie nun langsam die gleiche Menge Brennspiritus hinzu. Die Flüssigkeit trennt sich in 2 Phasen:
Oben Brennspiritus und unten der Fruchtextrakt. An der Grenzlinie zwischen diesen beiden Flüssigkeiten, fällt die isolierte DNA als schleimiger weißer Ring aus. Mit Hilfe eines Holzstäbchens können Sie dieses Erbgut der Tomate als „Faden“ herausheben.



An der Grenzlinie zwischen den beiden Flüssigkeiten, fällt die isolierte DNA als schleimiger weißer Ring aus.

Corinna Sachs, Lars Westermann

Einheitswährung DNA



Die Doppelhelix der DNA wird entwunden



Die Polymerase – das Ablesegerät der Zelle – kopiert die Information des Gens



Die mRNA trägt die Geninformation aus dem Kern heraus



Das Ribosom kann die verschlüsselte Information der Gene übersetzen



Die Transportmoleküle liefern die verschiedenen Eiweißbausteine an das Ribosom

Die Erbsubstanz im Kern trägt alle lebenswichtige Informationen – die Gene. Sie sind Baupläne der Zelle. In ihnen stehen die Anweisungen, um Eiweiße herzustellen. Und so funktioniert das in der Zelle: Wird ein neues Eiweiß gebraucht, muss der dazugehörige Bauplan auf der DNA, also ein spezielles Gen, abgelesen werden. Zum Ablesen der Information muss der Doppelstrang der DNA jedoch zuerst geöffnet werden.

Das Ablesegerät bei der Arbeit

Nach der Öffnung des DNA-Doppelstrangs kann das Ablese-Eiweiß – das Enzym Polymerase – an einer Seite des Erbgutfadens andocken. Dafür gibt es bestimmte Andockstellen vor jedem Gen. Das Ablese-Eiweiß fährt dann an den Buchstaben der DNA entlang und produziert dabei eine exakte Kopie der Gensequenz – einen Einzelstrang.

Botschaft aus dem Zellkern

Wie ein Bote trägt dieses Stück Einzelstrang – die Forscher nennen es mRNA – die Information des Gens aus dem Zellkern heraus. Denn außerhalb des Zellkerns befindet sich die Eiweißfabrik der Zelle: das Ribosom.

Übersetzer des Bauplans

Die Genkopie aus dem Zellkern bindet sich an das Ribosom. Es übersetzt nun die Information des Gencodes und stellt auf der Basis des gelieferten Bauplans das gewünschte Eiweiß her. Das Ribosom wandert dazu immer in Schritten von drei Buchstaben an der Sequenz der Genkopie entlang. Denn die genetischen Wörter sind immer drei Buchstaben lang. Jedes Wort steht für einen bestimmten Eiweißbaustein.

Eiweißbausteine werden frei Haus geliefert

Bestimmte Transportmoleküle liefern die einzelnen Bausteine an. An ihrer Unterseite tragen sie jeweils die drei Genbuchstaben, die im genetischen Code für den jeweiligen Eiweißbaustein stehen. Nur wenn diese drei Genbuchstaben exakt zu der Sequenz der Genkopie passen, dockt das Transportmolekül an. Das Ribosom kann dann den Eiweißbaustein, den der Transporter geliefert hat, an die wachsende Eiweißkette hängen. So wird also der Code der DNA in die lebenswichtigen Eiweiße übersetzt.

Marion Kerstholt

Vaterschaftstest

Das Wissen über das komplette menschliche Genom, das heißt die Kenntnis sämtlicher Sequenzen der menschlichen DNA und moderne Analysemethoden machen es möglich: Anhand von DNA-Proben kann man enge Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Menschen feststellen. Je direkter die Abstammung ist, desto sicherer sind die Aussagen einer solchen DNA-Analyse. Besonders sicher kann also die Verwandtschaft zwischen Eltern und Kindern bestimmt werden. Der Test, mit dem das möglich ist, wird „Vaterschaftstest“ genannt, weil in den allermeisten Fällen nach dem Vater gefahndet wird. Die Mutterschaft lässt sich jedoch auf die gleiche Art nachweisen. Ein „Mutterschaftstest“ wird dann gemacht, wenn die Vermutung besteht, dass Babies vertauscht wurden oder wenn Mutter und Kind zum Beispiel in Kriegswirren getrennt wurden.

Warum ein Vaterschaftstest?

Die Menschen, die einen Vaterschaftstest veranlassen, stammen aus allen Bevölkerungsschichten. Es ist gar nicht immer der mögliche Vater, der Angst hat, dass ihm ein Kind untergeschoben werden soll. Häufig sind es Frauen, die sich nicht ganz sicher sind, wer der Vater ihres Kindes ist. Oder es sind Väter, die kursierenden Gerüchten eine Ende machen wollen und ihre Vaterschaft schwarz auf weiß bestätigt haben wollen.

Die Frage nach der Vaterschaft beschäftigt viele Menschen. Nach gängigen Schätzungen stammen fünf bis 10% aller Kinder nicht vom vermeintlichen Vater. Diese Zahlen sind allerdings nicht wissenschaftlich erhoben, sondern stammt aus der „Vaterschaftstestbranche“. Diese Branche boomt seit ein paar Jahren, obwohl der Test in seiner einfachsten Ausführung nicht gerade billig ist: Rund 1000 Euro muss man dafür anlegen. In der Apotheke kann man verschiedene Vaterschaftstests kaufen. Die Auswertung erfolgt immer im Labor.

Wie funktioniert der Test?



Mit einem Wattestab kann man ganz einfach Zellen aus der Mundschleimhaut entnehmen



Mit der PCR-Maschine kann DNA vermehrt werden

Je nach dem welches Verwandtschaftsverhältnis geprüft werden soll, benötigt man für den Test DNA-Proben der Mutter oder der möglichen Väter sowie natürlich vom Kind. Am sichersten ist der Test, wenn man Proben aller Beteiligten hat. Die Proben nimmt man normalerweise durch einen Abstrich von der Mundschleimhaut. Aus den so entnommenen Schleimhautzellen wird im Labor die Erbsubstanz isoliert. Mit Hilfe der PCR, wird die gewonnene DNA vermehrt. Die PCR (Polymerase-Chain-Reaktion, oder deutsch: Polymerase-Kettenreaktion) ist ein Verfahren, bei dem mit Hilfe von Enzymen und starken Temperaturwechseln DNA vervielfältigt, also quasi kopiert werden kann.

Auf den menschlichen Chromosomen gibt es bestimmte Abschnitte, die bei allen Menschen fast gleich sind. Diese Abschnitte enthalten keine Information. Das heißt, sie sind nicht die Grundlage für ein Merkmal, wie Augen- oder Haarfarbe. Im Buch unserer Erbinformation sind sie praktisch eine leere Seite. Dennoch kann die Reihenfolge der vier Basen Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C) in diesen Abschnitten für den Test herangezogen werden. Denn die Abfolge der Basen wird unterschiedlich oft wiederholt. In Europa gibt es beispielsweise Menschen mit sechs, acht, elf oder 15 Wiederholungen einer bestimmten Basenabfolge.



Am Computermonitor können die Wissenschaftler die DNA von Eltern und Kind vergleichen

Kinder erben jeweils eine Wiederholungsanzahl vom Vater und eine von der Mutter. Im Labor wird nun an 16 solcher Abschnitte überprüft, ob die Wiederholungszahlen des Kindes auf die Mutter und den möglichen Vater zurückzuführen sind. Diese Untersuchung läuft vollautomatisch ab. Ein Apparat liest gewissermaßen bestimmte Kapitel auf der DNA von Vater, Mutter und Kind. Hat das Kind an allen oder fast allen der untersuchten Abschnitte Übereinstimmungen mit dem möglichen Vater, kann man sehr sicher sein, dass er tatsächlich der Vater des Kindes ist. Gleiches gilt natürlich für die Mutter.

Wie sicher ist der Vaterschaftstest?

Die Firmen bieten mittlerweile eine Sicherheit von 99,99995%. Das liegt an der hohen Zahl der miteinander verglichenen DNA-Abschnitte. Verwechslungen sind damit praktisch ausgeschlossen. Der Test ist sogar genauer als vergleichbare Verfahren der Kriminalistik, also beispielsweise der „genetische Fingerabdruck“ mit einer Sicherheit von 99% – 99,5%.

Was beweist der Vaterschaftstest?



Schön, wenn das Ergebnis so ist, wie man es sich gewünscht hat

Obwohl der Test so sicher ist, beweist ein privat in Auftrag gegebener Vaterschaftstest zunächst überhaupt nichts – jedenfalls nicht im juristischen Sinne. Als Beweis gilt er nur, wenn er gerichtlich in Auftrag gegeben wurde und notariell sicher gestellt ist, dass bei der Probennahme und auf dem weiteren Weg der Proben durchs Labor alles mit rechten Dingen zugegangen ist.

Eine DNA-Untersuchung ist in Deutschland nur auf freiwilliger Basis oder auf einen richterlichen Beschluss hin erlaubt. Wer hinter dem Rücken der Betroffenen einen Vaterschaftstest durchführen lässt, macht sich strafbar.

Dann kann man ja alles klären

Der Test gibt zwar die Antwort auf die Frage: Wer ist der biologische Vater eines Kindes? Aber wer einen solchen Test durchführen lässt, sollte sich der möglichen Konsequenzen bewusst sein. Wenn zum Beispiel herauskommt, dass der Ehemann und vermeintliche Vater des Kindes nicht der leibliche Vater ist, stellt das die Familie vor eine große Belastungsprobe. Das Kind steht plötzlich ohne Vater da und auch dessen Beziehung zu „seinem“ Kind wird extrem belastet. Andererseits wäre es wohl auch nicht richtig, wenn die Mutter alleine, eine Art Herrschaftswissen in der Familie besitzt. Rechtsmediziner, Familienpsychologen und Paartherapeuten warnen inzwischen vor dem allzu leichtfertigen Griff nach der Schachtel mit dem Vaterschaftstest. Nach ihrer Erfahrung schafft er mehr Probleme als Lösungen, insbesondere für die Kinder. Der Fortschritt in der Wissenschaft, ist nicht immer ein Segen für die Betroffenen.

Die Geschichte des Insulins



Gegen Diabetes gab es Anfang des 20. Jahrhunderts kein anderes Mittel als Hungern

Noch Anfang des vergangenen Jahrhunderts glich die Diagnose „zuckerkrank“ einem Todesurteil. Vor allem Kinder waren davon betroffen. Bis dahin wusste man nur, dass im Körper der Kranken zu viel Zucker vorhanden war – denn selbst der Urin schmeckte süß. Also ließ man die Kinder hungern, um den Zuckergehalt zu senken. Das war die einzige Therapie damals. Damit wurde das Leben zwar verlängert, aber auch das Leiden. Geheilt wurde auf diese Weise niemand – kein Erwachsener und kein Kind.

Dem heilenden Stoff auf der Spur



Frederick Banting extrahierte als erster Forscher Insulin aus den Bauchspeicheldrüsen von Hunden

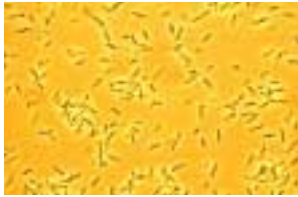
Mehrere Forscher arbeiteten damals daran, die Zuckerkrankheit zu heilen. Einige stellten einen Zusammenhang zwischen dieser Krankheit und der Bauchspeicheldrüse her: Hunde, denen sie die Bauchspeicheldrüse entfernt hatten, entwickelten Diabetes. Trotzdem gelang es keinem Forscher, ein Gegenmittel zu finden. Denn noch kannte niemand den Stoff, der den Zuckerkranken fehlt und bei Gesunden in der Bauchspeicheldrüse gebildet wird. Schließlich führte der junge Arzt Frederick Banting zusammen mit seinen Kollegen Charles Best und James Collip das entscheidende Experiment durch: Sie stellten aus den Bauchspeicheldrüsen von Hunden einen Extrakt her und behandelten damit einen Versuchshund mit Diabetes: Der Hund erholte sich. Wenige Monate später, im Januar 1922, behandelten sie den ersten Menschen – mit Erfolg: Das Insulin war entdeckt! Verschiedene Firmen begannen daraufhin, Insulin aus den Bauchspeicheldrüsen von Tieren zu produzieren. Das war die Rettung: Kein Mensch musste mehr an der Zuckerkrankheit sterben.

Nicht genug für alle?

Nach dem Zweiten Weltkrieg kamen erste Probleme auf: Die Bevölkerung wuchs und Diabetes nahm zu. Mitte der 70er Jahre rechneten Studien hoch, dass schon etwa 20 Jahre später das Insulin nicht mehr für alle DiabetikerInnen reichen würde. Immerhin brauchte man für eine/n DiabetikerIn die Bauchspeicheldrüsen von rund 100 Schweinen pro Jahr. Dazu kam ein anderes Problem: Das tierische Insulin unterscheidet sich in einigen wenigen Bestandteilen vom menschlichen Insulin und etwa 5% der DiabetikerInnen reagierten allergisch darauf. Ob die Allergien tatsächlich auf das tierische Insulin zurückzuführen waren oder vielleicht von den Trägerstoffen ausgelöst wurden, weiß man bis heute nicht. Diese Probleme ließen die Wissenschaftler weiter forschen.

Kleine Helfer bauen auf DNA

Ende der 70er stellten einige Forscher in den USA ein Lösungsmodell vor: Bakterien sollten menschliches Insulin produzieren. Dazu haben sie in die Erbsubstanz der Darmbakterien Escherichia coli das menschliche Gen für Insulin eingepflanzt. Und zwar so, dass dieses Gen an bakterielle DNA gekoppelt war. Auf dieser bakteriellen DNA befinden sich bestimmte Kontrollabschnitte. Sie bestimmen, wie oft die bakteriellen Enzyme das Insulin-Gen ablesen und in das Eiweiß – in diesem Fall in das Hormon Insulin – übersetzen sollen.



Die Bakterien Escherichia coli gehören zu unserer gesunden Darmflora und stehen jetzt auch im Dienst der Medizin

Die Bakterien produzieren auf diese Weise Insulin, das genauso aussieht wie menschliches Insulin. Es war das erste gentechnisch produzierte Medikament, das zur Behandlung einer Krankheit eingesetzt wurde.

Allerdings wurden auch hier wieder skeptische Stimmen laut: Einige PatientInnen hatten bei der Umstellung von tierischem auf menschliches Insulin Probleme. Sie gerieten so schnell und unbemerkt in einen unterzuckerten Zustand, dass sie ins Koma fielen. Bei DiabetikerInnen, die von Anfang an dieses „menschliche“ Insulin bekamen, traten diese Symptome nicht häufiger auf als bei tierischem Insulin.

1982 wurde Insulin als erstes gentechnisch produziertes Medikament in den USA zugelassen. Seit Ende der 90er Jahre wird menschliches Insulin auch in Deutschland produziert. Weltweit gibt es kaum noch tierisches Insulin auf dem Markt. Das Insulin machte damals den Anfang. Inzwischen werden mit dieser Technik – der Gentechnik – viele medizinische Wirkstoffe produziert. Allein in Deutschland sind es bereits über 100.

Tanja Winkler

Das Geheimnis der Sequenz

Im Sommer 2000 schaffte die internationale Forschergemeinschaft der Human Genom Organisation (HUGO) den Meilenstein: Sie entschlüsselte alle drei Milliarden Genbuchstaben des menschlichen Erbguts. Dabei entdeckten die Wissenschaftler Überraschendes: Der Mensch besitzt weitaus weniger Gene als erwartet. Nur etwa 35.000 Bauanleitungen fanden die Forscher im Zellkern des Menschen. Fast genauso viele wie bei der Maus.

Nur 35.000 Gene bestimmen also, was wir sind. Doch neue Forschungsergebnisse zeigen, dass es neben der Abfolge der Genbuchstaben der DNA vermutlich noch weitere Informationen gibt. Die Wissenschaftler haben bisher drei Mechanismen entdeckt, die die Information des Erbguts verändern können.

Blockierte Eiweiße



Die Histone verpacken das große DNA-Molekül im Zellkern

Im Zellkern liegt die DNA nicht als nackter Doppelhelix-Faden. Eiweiße binden sich an das Molekül. Sie verpacken und organisieren die DNA im Zellkern. Um eine Art dieser Eiweiße – die so genannten Histone – wickelt sich die DNA wie um einen Lockenwickler. Dadurch liegt das Molekül des Lebens geordnet im Zellkern. Wenn nun die Information der DNA abgelesen werden soll, muss sich der Erbgutfaden zunächst von den Histonen abwickeln. Doch es gibt Mechanismen, die das Ablesen unterbinden. Zum Beispiel, kann das Abwickeln des Erbgutfadens verhindert werden. Dabei wird das Histon, das die DNA trägt, chemisch blockiert, so dass sich die DNA nicht abwickeln lässt. Die Gene, die auf diesem Stück des Erbguts sitzen, können dann nicht abgelesen werden. Sie sind blockiert.

Markierungen im Text



Die markierten Genbuchstaben blockieren die Information der Gene

Die Sequenz der DNA ist aus nur vier Genbuchstaben aufgebaut: Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C) und Thymin (T). Allerdings kommt es vor, dass der Buchstabe C, das Cytosin, chemisch markiert wird. Methylierung nennen das die Forscher. Etwa fünf Prozent des Buchstaben C im Erbgut sind so markiert. Durch die Markierung wird das gesamte Gen, das mehrere gekennzeichnete Buchstaben enthält, stillgelegt. Denn das Ablese-Enzym, die Polymerase, kann dann nicht an die DNA andocken und das Gen ablesen.

Abfangjäger in der Zelle



Die Abfangjäger erkennen die Genkopie mit ihren angehängten Genbuchstaben

Die Information des Bauplans eines Gens kann aber auch erst im letzten Schritt abgefangen werden. Erst vor kurzem haben die Forscher diese Möglichkeit entdeckt. Dabei wird die DNA zunächst ganz normal von der Polymerase abgelesen. Das Ablese-Enzym produziert dabei eine Genkopie, die aus dem Zellkern wandert. Und hier im Inneren der Zelle kann es zu Störungen kommen: Abfangjäger können die Genkopie angreifen. Sie tragen kurze Stücke der Ribonucleinsäure (RNA), die exakt zur Genkopie aus dem Zellkern passen. Ausgestattet mit diesem Steckbrief können die Abfangjäger die gesuchte Genkopie gezielt aufstöbern. Anschließend zerlegen sie die Kopie.

Auf diese Weise kann die Information des Gens nicht weitergeleitet werden. Das zugehörige Eiweiß wird nicht hergestellt.

Eine Zelle wird erwachsen

Diese Eingriffe in das Ablesen der Gene nennen die Wissenschaftler Epigenetik. Epi bedeutet im Griechischen über. Eine Über-Genetik also. Dabei wird die Sequenz der DNA nicht verändert; sie bleibt gleich. Vergleicht man den genetischen Code des Lebens mit einem geschriebenen Text, so bestimmen die epigenetischen Prozesse, wie und wann dieser Text gelesen wird. Es sind Anmerkungen an den Text geschrieben. Denn die Epigenetik ist sozusagen die Formatierung des Buchs des Lebens. Sie markiert Teile des Textes oder streicht einige Passagen.

Besonders wichtig ist das bei der Entwicklung der Zellen eines Embryos. Da gibt es viele zelluläre Veränderungen. Wenn aus einer Embryozelle eine Hautzelle wird, müssen im Erbgut der Zelle immer wieder Gene an – und abgeschaltet werden. Das ist die Aufgabe der Epigenetik. Denn Gene, die im Embryostadium wichtig für die Zelle waren, werden später nicht mehr benötigt. Solche Abschnitte der Erbsubstanz können dann so lange stillgelegt werden, bis sie wieder gebraucht und aktiviert werden müssen.

Marion Kerstholt

Klonen – Theoretisch ganz einfach



Dolly war eine Sensation!

Das Schaf Dolly war das erste geklonte Säugetier. Es kam am 5. Juli 1996 in Schottland im Roslin-Institute zur Welt. Dolly war die perfekte Kopie ihrer „Mutter“ – eines 6 Jahre alten Schafes.

Der Geburt von Dolly war eine aufwendige Prozedur vorangegangen. Die Forscher entnahmen einem Schaf eine Eizelle und entfernten deren Zellkern mit der gesamten Erbinformation. Dollys „Mutter“ wurde eine Euterzelle entnommen und deren Zellkern in die leere Hülle der entkernten Eizelle eingesetzt. Hier sollte sich der fremde Kern wieder zurückentwickeln: Vom Kern einer ausdifferenzierten, „erwachsenen“ Euterzelle zu einem embryonalen Kern. Um das zu erreichen, wenden die Forscher verschiedene Tricks an: Mit Hilfe von elektrischen Impulsen sollen Zellkern und -hülle miteinander verschmelzen. Wenn das funktioniert, beginnt sich die Eizelle zu teilen und es entwickelt sich ein Klon-Embryo. Bei Dolly hat das geklappt: Der Embryo wurde einem Leihmuttereschaf eingepflanzt, die ein paar Monate später ein gesundes Lamm zur Welt brachte: Dolly – eine genetisch exakte Kopie eines erwachsenen Schafes.

Klonen – in der Praxis schwierig

Bis Dolly das Licht der Welt erblickte, wurde diese Prozedur 277 Mal durchgeführt: 277 Zellkerne wurden in 277 Spender-Eizellen eingesetzt und über 10 Jahre lang in insgesamt 13 Leihmütter eingepflanzt. Nur eine dieser Schwangerschaften verlief erfolgreich.

Die Kopie ist nie so gut wie das Original



Dolly musste eingeschlafert werden

Dolly war zu dick und musste Diät halten. Sie bekam mit 5 Jahren Arthritis und sie alterte zu schnell. Im Februar 2003 musste sie wegen einer Lungenentzündung eingeschläfert werden. Sie wurde nur 6 Jahre alt, obwohl Schafe normalerweise mehr als doppelt so alt werden.

Krank durch Klonen



Die Schäden bei Klonieren sind ganz unterschiedlich: Dieses Kälbchen stirbt an Anämie.

Hinter jedem Klontier, das auf die Welt kommt, stecken im Durchschnitt 100 Embryonen, die es nicht geschafft haben. Die Hälfte stirbt noch kurz vor oder nach der Geburt. Die Schäden sind vielfältig: Oft sind die Organe nicht funktionsfähig oder die Tiere leiden an Immundefekten oder Blutarmut. Besonders häufig kommen die Tiere übergroß zur Welt – die Forscher nennen das das „Large Offspring Syndrome“ LOS. Diese Entwicklungsstörung entsteht durch gestörte Regulation der Zellen, dadurch wird der Körper zu groß und die Gliedmassen verkümmern. Doch selbst wer die ersten Lebensmonate übersteht, hat keine Aussicht auf ein langes gesundes Leben: Klontiere sterben früher als ihre natürlich gezeugten Artgenossen, leiden häufiger an Krebs oder Leberschäden.

Inzwischen wurden Schafe, Mäuse, Kühe, Schweine, Ziegen, Kaninchen und eine Katze geklont. Und angeblich wurde im Dezember 2002 der erste geklonte Mensch „Eve“ geboren. Angesichts der Erfahrungen mit Klontieren ein grauenvolle Vorstellung.

Chronik des Klonens



1996 Dolly wird in Schottland geboren;
Eizellverbrauch: 277,
Leihmütter: 13



1997 Die ersten Mäuse werden in Hawaii von Ryuzu Yanagimachi geklont;
Eizellverbrauch: 800,
Leihmütter: 54



1998 Charlie und George, die ersten geklonten Rinder, werden in Amerika geboren;
Eizellverbrauch: 248,
Leihmütter: 5



2000 In Schottland werden die ersten geklonten Ferkel geboren;
Eizellverbrauch: 586,
Leihmütter: 10. (Einem Muttertier pflanzt man sogar knapp 100 Embryonen auf einmal ein.)



2001 „CC“ Carbon Copy, die erste geklonte Katze, kommt in Texas zu Welt;
Eizellverbrauch: 275,
Leihmütter: 8

2002 Angeblich wird der erste geklonte Mensch „Eve“ geboren. Brigitte Boisselier und die Firma „Clonaid“ geben die Geburt bekannt, liefern aber keinerlei Beweise für diese Behauptung. Über den Eizellverbrauch und die Anzahl der Leihmütter geben sie nichts bekannt.

Corinna Sachs

Lesetipps

„Die Doppelhelix“

Ein fesselnder, persönlicher Bericht vom Wissenschaftler selber, der nach der Nobelpreisverleihung 1962 alles aufschrieb, was ihm zu den aufregenden Jahren ab seinem ersten Zusammentreffen mit Francis Crick einfiel. Dieser Bericht liest sich wie ein spannender Roman und ist sowohl für den kundigen Naturwissenschaftler sowie auch für den Laien interessant. Amüsant sind die vielen kleinen zwischenmenschlichen Anekdoten und die vielen Originalfotos. Allerdings wurde James Watson im Nachhinein seine abschätzende Beschreibung Rosalind Franklins vorgeworfen.

Autor: James Watson

Titel: Die Doppelhelix

Verlagsangaben: rororo Taschenbuch

Sonstiges: 224 Seiten, Preis 7,50 EUR

„Am Anfang war die Doppelhelix“

Der Autor zeichnet den Lebensweg von James Watson nach. Dabei geht er sowohl auf dessen wissenschaftliche Verdienste ein, bringt dem Leser aber auch die Persönlichkeit Watsons nah. Zahlreiche Abbildungen runden diese Geschichte ab.

Autor: Ernst Peter Fischer

Titel: Am Anfang war die Doppelhelix. James D. Watson und die neue Wissenschaft vom Leben

Verlagsangaben: Ullstein-Verlag

Sonstiges: 326 Seiten, Preis 22 EUR

„Dem Leben auf der Spur“

Auf der Grundlage der Entschlüsselung der DNA vor 50 Jahren erzählt dieses Buch, wie sich die Gentechnik in den Jahren danach entwickelt hat. Ersatzorgane nach Bestellung, die Modellierung des Menschen nach Maß und die Entschlüsselung des menschlichen Genoms – der Autor diskutiert engagiert die Chancen und Gefahren der neuen gentechnischen Möglichkeiten. Er geht dabei auch auf die schillernden Gestalten ein, die die Gentechnik geprägt haben und noch prägen.

Autor: Werner Bartens

Titel: Dem Leben auf der Spur. Biographie einer Entdeckung

Verlagsangaben: DVA-Verlag

Sonstiges: 222 Seiten, gebunden, Preis 19.90 EUR

„Wieviel Wahrheit braucht mein Kind“

Kleine Unwahrheiten kommen uns unseren Kindern gegenüber einfach über die Lippen, große seelische Lasten halten wir von ihnen fern. Ob und wie Kinder später Wahrheiten verkraften, hängt davon ab, wie die beteiligten Erwachsenen selbst damit umgehen. Dieses Buch ist ein Plädoyer und Ratgeber, aufrichtig und eindeutig zu sein.

Autor: Irmela Wiemann

Titel: Wieviel Wahrheit braucht mein Kind

Verlagsangaben: Rowohlt TB 2001

Sonstiges: KBN: 3-499-60956-8, 240 Seiten, Preis 20,50 EUR

Linktipps

zur „Entdeckung der DNA“

Mehr zur Desoxyribonucleinsäure (=DNA)

http://library.thinkquest.org/26829/text-only_3-dna_g.htm?tqskip1=1&tqtime=0318

Mehr zur Person James Watson

http://www.rasscass.com/templ/te_bio.php?PID=414&RID=1

Mehr zur Person Francis Crick

http://www.rasscass.com/templ/te_bio.php?PID=474&RID=1

Mehr zur Person Rosalind Franklin

<http://home.tiscalinet.ch/biografien/biografien/franklin.htm>

zum „Insulin“

Das Deutsche Krebsforschungszentrum gibt mit dieser etwas älteren Seite einen Einblick in die Herstellung und Anwendung gentechnisch hergestellter Medikamente.

http://www.dkfz-heidelberg.de/einblick/ein1998/4_1998/4_98_11.htm

Speziell für Kinder sind diese Seiten des „Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“. Sie erklären die Gene und alles was dazugehört – natürlich auch gentechnisch hergestellte Medikamente

<http://www.gene-abc.ch/welt/doctor/docoo2/index.html>

Diese Seite des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung informiert nicht nur über gentechnisch hergestellte Medikamente, sondern über viele Themen, die zum Komplex Gentechnik gehören. Insgesamt kurz und bündig.

<http://www.bmggesundheits.de/bmg-text/themen/gentechnik/dokumente/fragen.htm>

Die größte deutsche Selbsthilfeorganisation für DiabetikerInnen gibt Infos zu allen Aspekten rund im Diabetes und vermittelt auch Kontakte zu örtlichen Selbsthilfe-Gruppen.

<http://www.diabetikerbund.de/>

Zu Ehren des Entdeckers des Insulins als Therapeutikum gibt es englische Seiten aus Canada, auf denen man den Spuren von Frederick Banting nachgehen kann.

http://www.diabetes.ca/Section_About/BantingIndex.asp

zur „DNA allgemein“

Kurs über Molekularbiologie von der Universität Bern. Mit Fragen und Übungsaufgaben.
http://www.aum.iawf.unibe.ch/vlz/BWL/Gen_Kurs/Gen_Kurs/transla/translo2.htm

zur „Epigenetik“

Forschergruppe aus Heidelberg, die sich mit der Krebsentstehung durch epigenetische Einflüsse beschäftigt.

<http://www.dkfz-heidelberg.de/epigenetik/>

Der Zusammenhang von Epigenetik und Klonen.

<http://www.cshl.org/AnnualReport1999/rh5.html>

Homepage der Arbeitsgruppe von Prof. Jörn Walter. Er forscht zum Thema Epigenetik.

<http://www.uni-saarland.de/fak8/genetik/>

Impressum:

Herausgegeben
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich
Quarks & Co,
Claudia Heiss

Redaktion
Claudia Heiss

Autoren
Marion Kerstholt
Ilka aus der Mark
Corinna Sachs
Lars Westermann
Tanja Winkler

Gestaltung
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte
Alle: © WDR

Ausser:
S. 15 © Lilly Pharma Holding
S. 15 © Banting House National Historic Site
S. 18 © Reuters
S. 18 © National Institute of Animal Industry Tsukuba

© WDR 2003