

Was ist DNA?

Open Science > Genetik und Zellbiologie > Was ist DNA?



Die DNA beinhaltet den Bauplan des Lebens, in ihr sind unsere Erbanlagen gespeichert, Bild: Pixabay, CC0

Die Deoxyribonukleinsäure (DNA) ist der Schlüssel zu allem Leben auf unserer Erde. Sie enthält die Erbinformation aller Lebewesen sowie DNA-Viren und zählt neben RNA und Proteinen zu den wichtigsten Bausteinen des Lebens. Obwohl die DNA eine ähnliche Struktur wie die RNA aufweist, haben diese beiden Nukleinsäuren unterschiedliche Funktionen. Dieser Artikel erklärt die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Nukleinsäuren und gibt einen Einblick in die Struktur und Funktion der DNA.

Struktur von DNA und RNA: Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Sowohl die Desoxyribonukleinsäure (DNS oder DNA, Abkürzung für den englischen Begriff deoxy-ribonucleic acid) als auch die Ribonukleinsäure (RNS oder RNA für den englischen Begriff ribonucleic acid) zählen zu den Nukleinsäuren. Bei beiden handelt es sich um Makromoleküle, die aus einzelnen Bausteinen, den Nukleotiden, bestehen. Nukleotide können vom Körper selbst aufgebaut und zu langen Ketten verknüpft werden. Im Fall der DNA bilden die Nukleotide eine Doppelhelix, bei der RNA handelt es sich – mit wenigen Ausnahmen – um eine einfache Helix.

Dass die DNA-Struktur einer elegant gedrehten Strickleiter ähnelt, entdeckten James Watson und Francis Crick im Jahr 1953. Die beiden Molekularbiologen erhielten 1962 gemeinsam mit Maurice Wilkins dafür den Nobelpreis für Medizin. Die Arbeit Rosalind Franklins, deren Forschungsergebnisse und Röntgenstrukturdaten den Weg für diese bahnbrechende Entdeckung geebnet hatte, wurde allerdings nicht anerkannt.

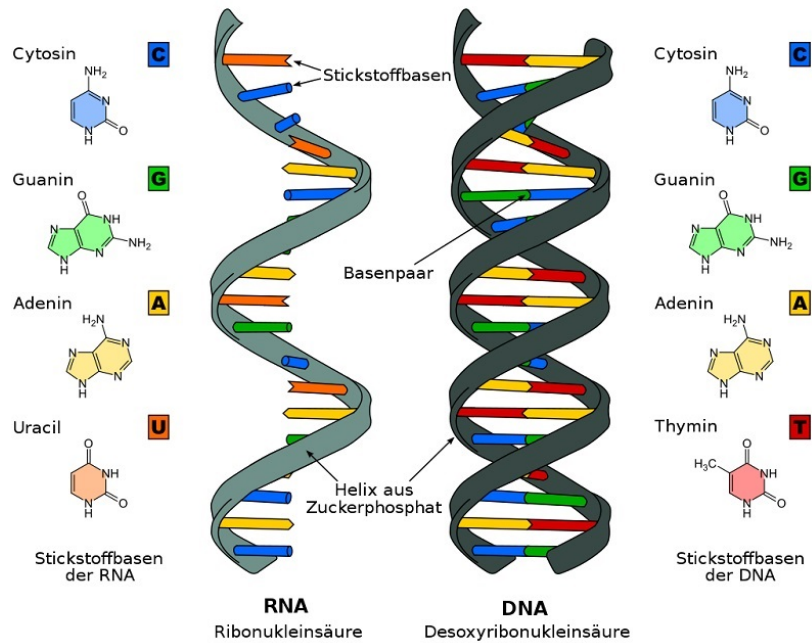


Abbildung 1: Gegenüberstellung eines RNA-Strangs und eines DNA-Doppelstrangs mit Darstellung der jeweiligen Nucleobasen, Bild: [Sponk, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons](#)

Sowohl bei der DNA als auch bei der RNA besteht jedes Nucleotid aus einem Basen-, einem Zucker- und einem Phosphatteil. Der Zucker- und Phosphatteil bildet dabei das sogenannte „Rückgrat“ der Nucleinsäure. Die RNA liegt vorwiegend als Einzelstrang vor, sie kann aber auch Doppelstrangabschnitte bilden.

In der DNA kommen – wie auch in der RNA – die Basen Adenin (A), Guanin (G) und Cytosin (C) vor. Die DNA unterscheidet sich jedoch von der RNA, denn sie enthält die Base Thymin (T) statt Uracil (U). Die DNA besitzt außerdem um eine Hydroxygruppe weniger am Zucker als die RNA.

DNA und RNA haben unterschiedliche Funktionen: Während die RNA eine zentrale Rolle bei der Proteinbiosynthese sowie wichtige regulatorische Funktionen hat, ist in der DNA der Bauplan des Lebens gespeichert.

DNA – Speicher der Erbinformation

Die in Form von DNA gespeicherte Erbinformation befindet sich bei Eukaryonten im Zellkern. Sie ist in jeder einzelnen Zelle eines Individuums gleich und liegt nicht ungeordnet, sondern streng strukturiert und dicht verpackt vor. Die DNA und die mit ihr assoziierten Proteine bilden bei Lebewesen mit Zellkern fadenförmige kompakte Strukturen aus, die sogenannten **Chromosomen**.

Auf den Chromosomen sind die **Gene** angeordnet, welche die kleinste Einheit der biologischen Erbinformation darstellen. Der DNA-Abschnitt eines Gens enthält die Information zur Herstellung einer mRNA und dient als Bauplan für Eiweiße (Proteinbiosynthese). Je nach Aufgabe des zu erzeugenden Proteins kann die Länge eines Gens unterschiedlich sein

und umfasst meist mehrere tausend Basenpaare. Ein Gen kann für mehrere Proteine codieren. Neben dem DNA-Bereich, der für mRNA (und somit für ein funktionsfähiges Protein) codiert, werden auch DNA-Elemente zur Regulation der Genaktivität zu den Bestandteilen eines Gens gerechnet.

Die Gesamtheit der vererbaren Information eines Menschen wird als **Genom** bezeichnet.

Die Gesamtheit der Chromosomen einer Zelle wird als **Chromosomensatz** bezeichnet. Hier muss man allerdings zwischen Keimzellen und Körperzellen unterscheiden: In den Körperzellen liegt jedes Chromosom in doppelter Ausführung vor, in den Keimzellen nur in einfacher. Man spricht von einem doppelten oder einfachen Chromosomensatz.

Chromosomen, die an der Bestimmung des Geschlechts beteiligt sind, werden als Geschlechtschromosomen (Gonosomen) bezeichnet - beim Mensch das X- und das Y-Chromosom. Die Chromosomen, die keine Geschlechtschromosomen sind, werden als Autosomen bezeichnet.

Je nach biologischer Art ist das Erbgut auf eine unterschiedliche Anzahl von Chromosomen verteilt. Dies sagt jedoch nichts darüber aus, wie weit entwickelt oder intelligent ein Lebewesen ist: So etwa besitzt ein Hund 78 Chromosomen in seinen Körperzellen, ein Goldfisch sogar 94. **Der Mensch hat im Vergleich dazu „nur“ 46 Chromosomen in seinen Körperzellen.**

Beim Menschen besteht das haploide Genom einer Keimzelle aus etwas mehr als 3 Milliarden Basenpaaren, in diploiden Körperzellen des Menschen sind es etwas mehr als 6 Milliarden Basenpaare. Das Erbgut zweier Menschen ist zu 99,9 % identisch. Es gibt aber auch Stellen im Genom, die sich bei verschiedenen Individuen unterscheiden.

Der genetische Code

Die Information der Gene für die Proteinbiosynthese ist in der DNA in einem **Tripletcode** verschlüsselt. Die DNA wird zunächst in mRNA übersetzt (Transkription), die dann als Vorlage für das Aneinanderreihen der Aminosäuren zum Protein dient (Translation). Je drei Nukleotide bilden dabei eine Informationseinheit (Basentriplett = Codon) für eine Aminosäure. Zusätzlich gibt es noch Codons für den Beginn (Start) und das Ende (Stopp) eines Gens.

Die Zuordnung der Triplets zu spezifischen Aminosäuren bezeichnet man als genetischen Code. Dieser ist universell gültig und wird von allen Lebewesen gleich übersetzt (siehe dazu im Detail [unser Beitrag "Der genetische Code"](#)).

Wie passen zwei Meter DNA in eine Zelle?

Um das gesamte Erbgut im winzigen Zellkern unterbringen zu können, sind unsere Zellen zu wahren Verpackungskünstlern geworden. Würde man alle 46 Chromosomen einer menschlichen Zelle zu Fäden auseinanderziehen und diese aneinanderreihen, so wäre der entstehende Faden zwei Meter lang. Und doch muss dieser in einem Zellkern Platz finden, dessen Durchmesser nur rund einen hundertstel Millimeter beträgt. Wie es möglich ist, dass unsere Zellen das schaffen, beschäftigt die Wissenschaft schon seit langem.

Heute weiß man, dass hier vor allem die **DNA-assoziierten Histone** eine wichtige Rolle spielen. Im Zellkern liegt unser Erbmaterial nicht lose vor, sondern ist mit diesen speziellen Proteinen assoziiert. Den Komplex aus DNA und Histonen sowie aus weiteren Proteinen, die sich an die DNA anlagern, bezeichnet man als Chromatin. Die Histone bilden einen Komplex aus jeweils acht Untereinheiten (**Histon-Oktamer**), um den sich die DNA legt und platzsparend aufgewickelt und kontrolliert zusammengefaltet wird. Wie um eine Spule sind 146 oder 147 Basenpaare der DNA um ein Histon-Oktamer aufgewickelt, wodurch sich die Länge der DNA verkürzt. Dadurch ist sie um ein Vielfaches komprimierter und kompakter als unverpackte DNA. Die Einheit von DNA und einem Histonoktamer bezeichnet man als **Nukleosom**. Die Nukleosomen sind kettenförmig aneinandergereiht und werden mit Hilfe weiterer Proteine noch dichter gepackt, sodass eine rund 30 Nanometer dicke, kompakte und fadenförmige Chromatinfaser entsteht.

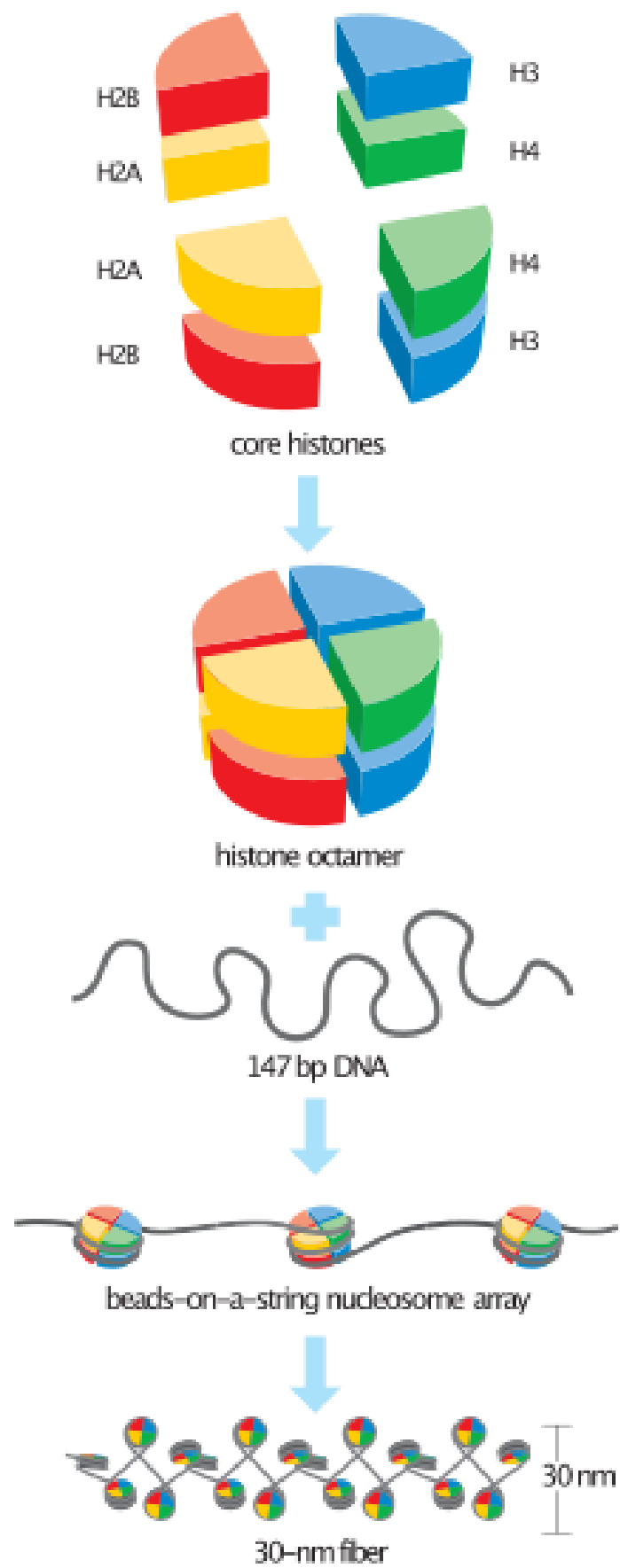


Abbildung 2: Einheit von DNA und Histon-Oktameren, die aus je zwei Exemplaren der Proteine H2A, H2B, H3 und H4 bestehen, Bild: [David O Morgan, Attribution, via Wikimedia Commons](#)

Die Histon-Proteine haben auch bei der epigenetischen Kontrolle der Genexpression eine Schlüsselfunktion. Diese stellt eine weitere Kontrollebene über der DNA dar: spezielle Mechanismen fungieren als „Schalter“ und können Gene ein- und ausschalten, und das zum Teil dauerhaft. Mehr dazu in unserem Beitrag "[Epigenetik 1: Wie unsere Gene gesteuert werden - eine Einführung](#)".

Um die DNA tatsächlich in den Zellkern packen zu können, ist jedoch noch eine weitere Verdichtung nötig. Aus den Nukleosomen entstehen die noch kompakteren Solenoide - Verdichtungen mehrerer Nukleosomen - und DNA-Schleifen, die sich weiter zu den Chromosomen verdichten. Dabei sind auch noch andere Proteine als die Histone involviert. So etwa ist von anderen Kernproteinen, den Kohesinen, bekannt, dass sie für das Kompaktieren der DNA auch eine wichtige Rolle spielen.

Experiment: Isolieren von DNA aus Obst und Gemüse

DNA ist ein auch ein wertvoller Bestandteil unserer Nahrung. Egal, ob jemand lieber Schnitzel, Tofu, Reis, Nudeln, Äpfel, Gugelhupf oder Schokolade isst – überall ist DNA drin. Denn unsere Lebensmittel stammen aus der Natur, von Pflanzen, Tieren und Pilzen. Und alles, was lebt, besteht aus Zellen, deren Zellkerne als Erbmaterial DNA enthalten. Täglich nehmen wir mit der Nahrung in etwa ein Gramm DNA auf, die im Magen in einzelne, winzige Bausteine zerlegt wird.

Mit [einem einfachen Experiment kann eindrucksvoll DNA aus verschiedenen Obst- und Gemüsesorten gewonnen werden](#). Gleich ausprobieren!

as, 20.12.2023

Quellenangaben

Referenzen:

[1] French KL, Hallmann C., Hope JM, Schoon PL, Zumberge JA, Hoshino Y., Peters CA, George SC, Love GD, Brocks JJ, Buick R., Summons RE: Reappraisal of hydrocarbon biomarkers in Archean rocks (2015). PNAS, 12 May 2015