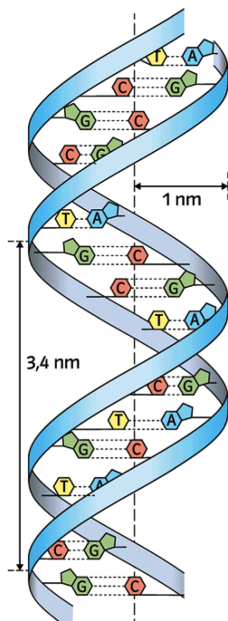


Die Nucleinsäuren DNA und RNA

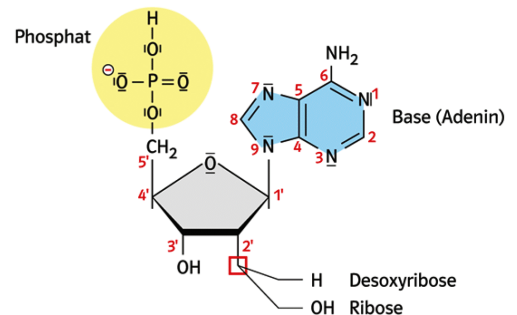


DNA-Doppelhelix

Im Jahr 1962 erhielten FRANCIS CRICK (1916 – 2004), JAMES WATSON und MAURICE WILKINS (1916 – 2004) den Nobelpreis für Medizin. Sie benutzten Daten und Entdeckungen anderer Wissenschaftler wie ROSALIND FRANKLIN (1920 – 1958) und leiteten daraus anhand eines Modells die räumliche Struktur der DNA ab.

Der Bau der Nucleotide

Es war bereits bekannt, dass DNA aus unverzweigten Ketten besteht, in denen vier verschiedene Bausteine, die man *Nucleotide* nennt, miteinander verknüpft sind. In einem Nucleotid sind jeweils ein Molekülrest der Desoxyribose, der Phosphorsäure und einer organischen Base miteinander verbunden (Abb. 2). Die Kohlenstoffatome der Base und der Desoxyribose werden nummeriert. Die Nummerierung der Desoxyribose erhält einen Strich als Index an jeder Zahl, um sie von der Nummerierung der Basen zu unterscheiden. Die Base ist immer an das 1', der Phosphatrest an das 5'-Kohlenstoffatom der Desoxyribose gebunden (Abb. 2). In der DNA kommen vier verschiedene Nucleotide vor, die jeweils eine der Basen Adenin, Thymin, Guanin oder Cytosin enthalten.

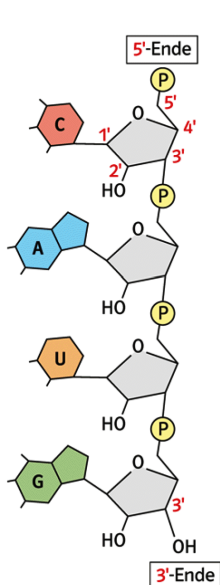


2 Bau eines Nucleotids

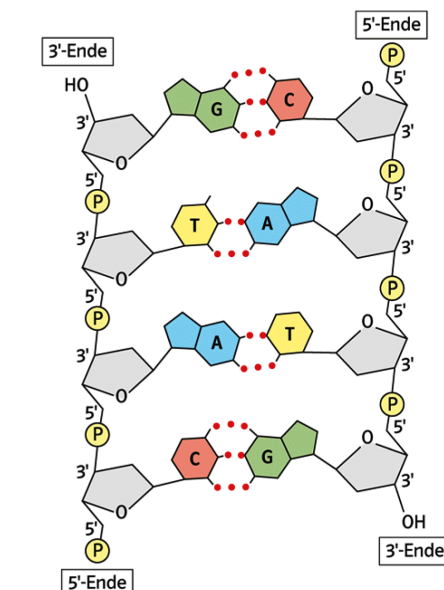
Der Bau der DNA

Die Nucleotide der DNA-Kette sind durch Bindungen zwischen Phosphat und Desoxyribose miteinander verknüpft. Ein DNA-Strang endet unabhängig von seiner Gesamtlänge an einem Ende mit der Hydroxygruppe am 3'-C-Atom (3'-Ende) und am anderen Ende, dem 5'-Ende, mit der Phosphatgruppe am 5'-C-Atom.

Zwei DNA-Stränge bilden einen Doppelstrang, in dem sich die Basen gegenüberliegen. Sie werden durch Wasserstoffbrückenbindungen zusammengehalten. Dabei liegt das 5'-Ende des einen Strangs immer dort, wo das 3'-Ende des anderen Strangs liegt. Man sagt, die Stränge verlaufen antiparallel (Abb. 1). Sie bilden zusammen eine spiralförmige Struktur, die man als Doppelhelix bezeichnet (s. Randspalte).



RNA-Einzelstrang



1 DNA-Doppelstrang mit Wasserstoffbrücken

Mitentscheidend für den Erfolg von WATSON und CRICK war die von ERWIN CHARGAFF (1905 – 2002) entdeckte Regel, dass in der DNA immer ebenso viele Adenin- wie Thyminreste auftreten und die Anzahl der Cytosin- mit der Anzahl der Guaninreste übereinstimmt. Daraus wurde auf die Basenpaarungen zwischen den DNA-Strängen geschlossen. Adenin und Thymin werden von zwei, Cytosin und Guanin von drei Wasserstoffbrückenbindungen zusammengehalten. Man sagt, Adenin ist *komplementär* zu Thymin, Cytosin ist komplementär zu Guanin. Auch die beiden Stränge bezeichnet man als zueinander komplementär (Abb. 1). Die Reihenfolge der Nucleotide wird mit der

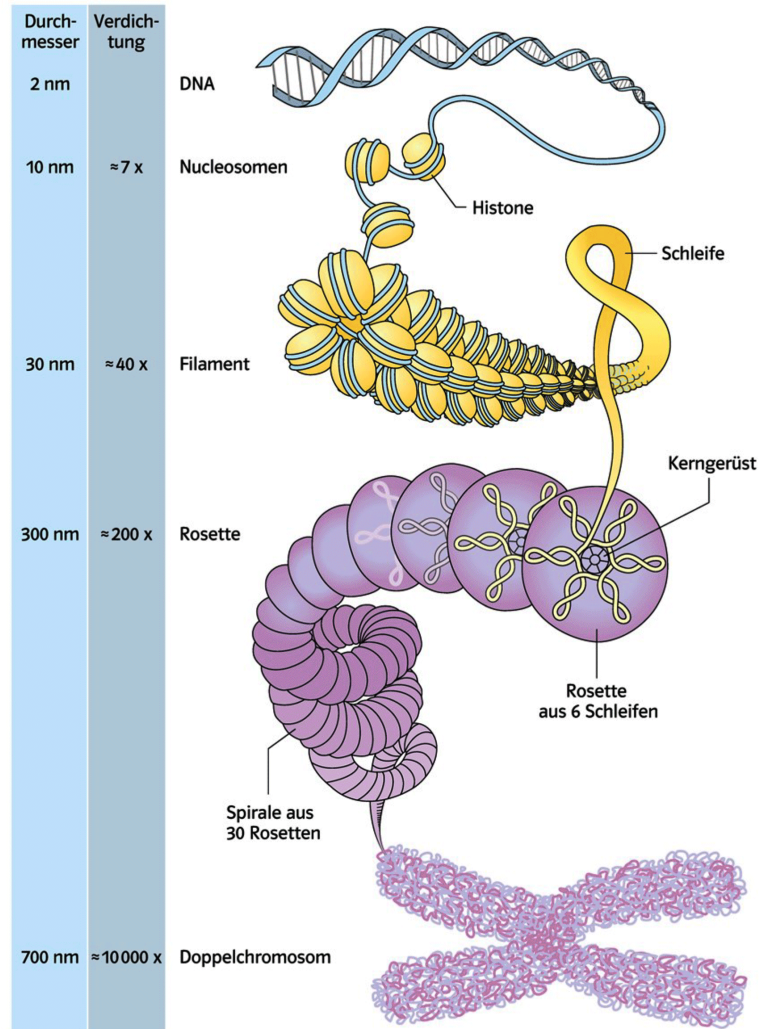
Reihenfolge der Basen beschrieben und als *Basensequenz* bezeichnet. Mit der Basensequenz des einen Strangs ist zugleich die des anderen festgelegt. Die Länge eines DNA-Doppelstrangs wird durch die Anzahl der Basenpaare (Bp) angegeben.

Chromosomen

Bei Eukaryoten ist die DNA auf mehrere lineare Teilstücke verteilt, die *Chromosomen*. DNA macht jedoch weniger als die Hälfte der Masse eines Chromosoms aus. Der Rest besteht aus Proteinen. Der größte Teil der Proteine sind sogenannte Histone, auf die die DNA aufgewickelt wird. Die Chromosomen sind deshalb kürzer als die DNA-Fäden (Abb. 3). Man sagt, die DNA ist verdichtet. Vor der Zellteilung wird die DNA verdoppelt. In den anschließend vorliegenden Doppelchromosomen wird die DNA noch stärker verdichtet (Abb. 3).

Ribonucleinsäure (RNA)

Viele Viren enthalten keine DNA, sondern Ribonucleinsäure (RNA) als genetisches Material (s. Randspalte, S. 146). RNA-Moleküle haben in eukaryotischen Zellen viele unterschiedliche Funktionen. Ähnlich wie Enzyme katalysieren sie z. B. chemische Reaktionen. Ribonucleinsäuren bestehen ebenfalls aus langen Ketten miteinander verknüpfter Nucleotide, die jedoch Ribosereste anstelle der Desoxyribosereste enthalten. Der Zucker Ribose hat eine OH-Gruppe anstelle eines Wasserstoffatoms. Thymin kommt in der RNA nicht vor. Es wird von Uracil (U) ersetzt, das ebenfalls komplementär zu Adenin ist. RNA-Moleküle sind meist einzelsträngig. Sie können aber auch Doppelstränge bilden, sowohl untereinander als auch mit DNA-Einzelsträngen. Das Genom von sogenannten *Rotaviren* besteht z. B. aus doppelsträngigen RNA-Molekülen. Trotz gleichartiger Verknüpfung der Nucleotide ist RNA wesentlich kurzlebiger als DNA. Die OH-Gruppe am 2'-Kohlenstoffatom der Ribose erleichtert den Abbau der Kette bei pH-Werten über 7 und ist Angriffspunkt bestimmter Enzyme, die den Abbau von RNA, nicht aber den von DNA katalysieren können.



3 Packstrukturen der DNA

AUFGABEN >>

- 1 Beschreiben Sie die Struktur eines DNA-Doppelstrangs. Nehmen Sie exakt Bezug auf die Verknüpfungen der Nucleotide, die Richtungen der Stränge und die Anzahl der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basen.
- 2 Nennen Sie Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Bau von DNA- und RNA-Molekülen.
- 3 Bei der Analyse eines 900 Bp langen DNA-Strangs erhielt man 250 Adeninmoleküle. Berechnen Sie die Anzahl der anderen Basenmoleküle des Strangs und begründen Sie Ihre Lösung mithilfe der Regel von CHARGAFF.