

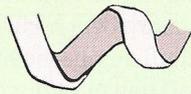
Zwei ungleiche Schwestern DNA und RNA

In ihrer Chemie steckt der Code des Lebens

von Ilka Lehnen-Beyel (Text) und Friederike Groß (Illustrationen)

DIE EINE IST BESTÄNDIG und verlässlich, die andere lebt nur für den Augenblick. Die eine bleibt zu Hause, trägt Lockenwickler und ist eher konservativ. Die andere ist mal hier, mal dort anzutreffen, wirkt ziemlich verdreht und probiert gern unkonventionelle Bindungen aus. Dabei unterscheiden sich die beiden **Nukleinsäuren** DNA und RNA eigentlich kaum voneinander – zumindest, was ihre Chemie angeht.

Zunächst einmal haben beide Rückgrat – genauer gesagt, ein **Zucker-Phosphat-Rückgrat**. Es besteht



Zucker-Phosphat-Rückgrat

aus einer Kette, in der immer abwechselnd ein Zucker- und ein Phosphat-Molekül miteinander verknüpft sind, und bildet das Grundgerüst der langgezogenen Nukleinsäure-Moleküle. Es gibt allerdings einen kleinen, aber entscheidenden Unterschied zwischen den beiden: Die RNA setzt beim Zucker auf **Ribose**, ein ringförmiges Molekül mit vier angekoppelten OH-Gruppen. Die DNA dagegen hat sich für **Desoxyribose** entschieden – gleicher Ring, aber nur drei OH-Gruppen. Diese Variante ist deutlich stabiler, was der DNA bei ihrer Aufgabe, genetische Information zu speichern, sehr zugute kommt. Die RNA dagegen wird meist nur kurzfristig benötigt – und je schneller sie anschließend zerlegt werden kann, desto besser.

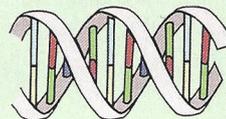
Ergänzt wird jedes Phosphat-Zucker-Duo durch ein Anhängsel, eine sogenannte **Nukleinbase** oder einfach **Base**. Davon verwenden beide Nukleinsäuren jeweils vier Varianten, von denen drei exakt



Basen

gleich sind und die sperrigen Namen **Adenin**, **Guanin** und **Cytosin** tragen, kurz **A**, **G** und **C**. Bei der vierten haben die beiden Schwestern unterschiedliche Vorlieben: Die DNA bevorzugt **Thymin**, **T**, und die RNA **Uracil**, **U**. Sie unterscheiden sich durch genau ein Kohlenstoff- und zwei Wasserstoff-Atome. Doch in beiden Fällen bildet das Trio aus Phosphat, Zucker und Base den Grundbaustein der langen Nukleinsäure-Ketten und hört auf den schönen Namen **Nukleotid**. Die Reihenfolge der Nukleotide bestimmt, welchen Job die jeweilige Nukleinsäure übernimmt – dazu mehr in einer der nächsten Folgen.

Trotz der vielen Gemeinsamkeiten im Äußeren: Der Lebensstil der beiden Schwestern könnte kaum unterschiedlicher sein. Beginnen wir mit der DNA, der bekannteren der beiden. Ihre Heimat ist der Zellkern, außerhalb trifft man sie nur in den Mitochondrien an (bild der wissenschaft 7/2012, Basiswissen **Doppelhelix**). Ihr auffallendster Charakterzug: Sie ist nicht gern allein. Deswegen findet man praktisch nie einen einzelnen DNA-Strang – die langen Moleküle tun sich immer zu zweit zusammen.



Doppelhelix

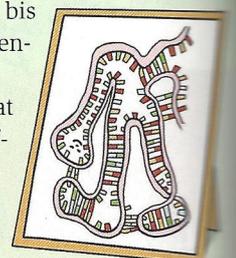
Das funktioniert so: Die Ketten aus Zucker und Phosphat zeigen nach außen, während sich die Basen einander zuwenden und sich sozusagen an den Händen fassen. (Tatsächlich bilden sich zwischen ihnen Wasserstoffbrückenbindungen, eine nicht sehr stabile Form der chemischen Bindung.) Dabei gibt es ganz feste Regeln: A wählt ausschließlich T als Partner, und C geht nur mit G zusammen. Das Ergebnis sieht aus wie

eine in sich verdrehte Strickleiter – die berühmte **Doppelhelix**.

Auch die RNA bildet hin und wieder eine solche Doppelhelix. Während ihre Schwester jedoch ausschließlich in dieser Form vorkommt, setzt die RNA auf Abwechslung: Manchmal legt sie sich in große Schleifen oder Kringel, dann wieder in eine Struktur, die an ein Streichholz mit Stiel und Kopf erinnert, oder sie bleibt Single und agiert als Einzelstrang. Stabilisiert werden die verschiedenen Erscheinungsformen ebenfalls durch Paarbildungen unter den Basen. Und auch hier tut sich meist C mit G und A mit U, dem Pendant vom T, zusammen. So streng wie die DNA sieht die RNA diese Regel jedoch nicht: Es kommt durchaus vor, dass G mit U oder A mit C anbandelt.

Diese Vielfalt kommt nicht von ungefähr: RNAs erfüllen in der Zelle eine ganze Reihe von Aufgaben, und sie kommen in praktisch jeder Unterabteilung der Zellfabrik vor. Im Ribosom beispielsweise gehört die **rRNA** zum Inventar und hilft beim Produzieren von Eiweiß-Molekülen. Ebenfalls an der Proteinproduktion beteiligt ist die **mRNA**, die eigentlich nichts anderes ist als die Kopie eines DNA-Stücks. Schließlich wird noch die **tRNA** gebraucht, die als Übersetzerin fungiert. Außerdem wimmeln in der Zelle mehrere kleine RNAs herum. Sie haben die unterschiedlichsten Funktionen: von der Nachbearbeitung der Proteine bis zur Steuerung der Gen-Aktivität.

Die DNA dagegen hat nur eine einzige Aufgabe: Sie muss die ge-



RNA

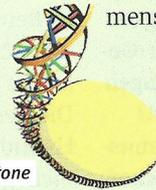
Illustrationen: F. Groß für bfw

netische Information speichern. Und davon gibt es eine ganze Menge in einer menschlichen Zelle – so viel, dass insgesamt 6,4 Milliarden Nukleotide fürs Speichern nötig sind. Hintereinandergelegt würden sie einen DNA-Faden von etwa zwei Meter Länge ergeben. Und das ist ein Problem, denn der Kern hat nur einen Durchmesser von sechs Mi-

krometern (Tausendstel Millimetern). Die DNA darin zu verpacken, kommt dem Versuch gleich, einen Spinnenseidenfaden von zwei Kilometer Länge in ein erbsengroßes Gefäß zu stopfen – ohne ihn zu verheddern oder zu verknoten und so, dass man jederzeit an jedes Stück des Fadens herankommt.

Das klingt nahezu unmöglich – ist es aber nicht. Allerdings bedarf es mehrerer Verpackungsstufen. Schritt eins: Man teilt die DNA in 46 Stücke. Die einzelnen Fäden aus Doppelstrang-DNA, durchschnittliche Länge knapp fünf Zentimeter, wickelt man anschließend auf spezielle „Lockenwickler“ – scheibenförmige Konglomerate aus jeweils acht Proteinen, den **Histonen**. Daraus entsteht dann etwas, das im Mikroskop wie eine Perlenkette aus-

sieht. Die wird ebenfalls aufgewickelt, möglicherweise in Form einer Spirale – genau wissen die Forscher das noch nicht. Auf jeden Fall ist die entstehende Schnur deutlich kompakter und wird nach ihrer Dicke 30-Nanometer-Faser genannt. Im nächsten Schritt legt sich diese Faser vermutlich in große Schleifen, die von einzelnen Knoten zusammengehalten werden. Anschließend bildet diese Schleifenschnur wiederum eine Spirale. Am Ende ist die Länge der DNA so um den unglaublichen Faktor 10 000 reduziert, und die Nukleinsäure steckt ordentlich verpackt in den 46 **Chromosomen**, die in einer typischen menschlichen Zelle vorkommen. ■



Histone

Auch in der nächsten Folge spielt die DNA die Hauptrolle – dann geht es um ihre inneren Werte.

Persönliche Daten

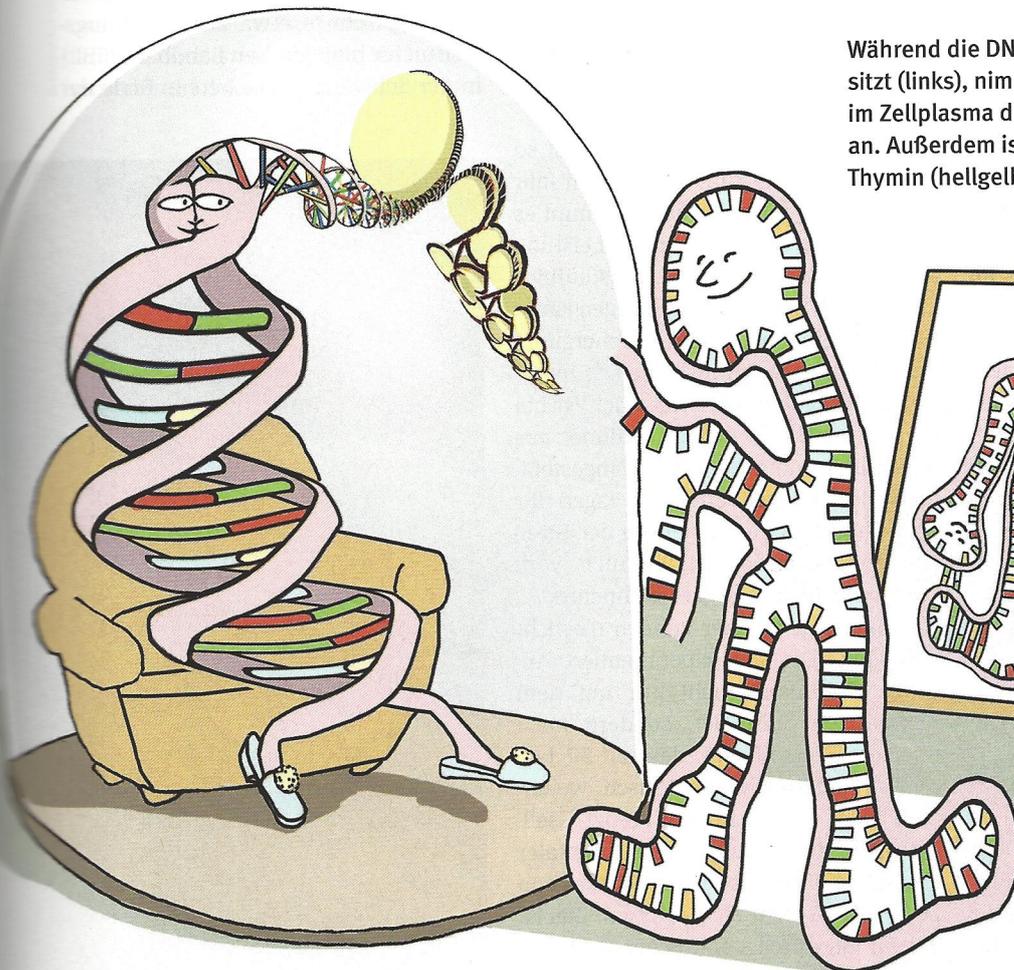
Familienname: Nukleinsäure

Vornamen: Desoxyribo und Ribo

Wohnort: Zellkern und Mitochondrien beziehungsweise gesamte Zelle

Größe: zwischen einigen Nanometern (RNA) und knapp 5 Zentimetern (DNA)

Besondere Kennzeichen: Erbsubstanz aller Lebewesen inklusive der Viren



Während die DNA formstabil in ihrem Zellkern sitzt (links), nimmt ihr Schwerstermolekül, die RNA, im Zellplasma die unterschiedlichsten Gestalten an. Außerdem ist bei ihr eine Base anders: Statt Thymin (hellgelb) verwendet sie Uracil (orange).