

1 DNA

1.1 Struktur

Die dreidim. Struktur der DNA ist eine *Doppelhelix*, bestehend aus zwei *komplementären* (sich gegenseitig ergänzenden) und *antiparallelen* („gegenläufigen“) Strängen.

Die Einzelbausteine eines DNA-*Riesenmoleküls*¹ werden *Nucleotide* genannt. Jedes Nucleotid besteht aus

- *Desoxiribose* (Einfachzucker, Grundgerüst aus fünf C-Atomen)
- *Phosphorsäurerest*
- einer von vier Basen – *Adenin*, *Thymin*, *Cytosin* oder *Guanin*

Die Stränge sind über *Wasserstoffbrückenbindungen* zwischen Adenin und Thymin (zwei Brücken) bzw. zw. Guanin und Cytosin (drei Brücken) miteinander verbunden. In jedem Strang ist das 3'-C-Atom (das fünfte Kohlenstoffatom) des Einfachzuckers über eine Phosphatgruppe mit dem 5'-C-Atom des nächsten Zuckers verbunden – eine Kette läuft von 3' nach 5', die andere von 5' nach 3' (siehe Antiparallelität).

1.2 Replikation

1. Vor der Replikation besteht das DNA Molekül aus zwei komplementären Einzelsträngen.
2. Die Stränge werden getrennt.
3. Die zwei „alten“ Stränge sind die Vorlage für die Bildung zweier „neuer“ komplementärer Stränge.
4. Die Nucleotide werden zu einem neuen Strang verknüpft, die entstandenen Doppelhelices bestehen nun zur Hälfte aus einem „alten“ und einem „neuen“ Strang.

Für die Verdoppelung der DNA einer menschl. Zelle (ca. 6 Milliarden Paare) werden wenige Stunden benötigt – 1 Fehler pro 10⁹ kopierter Paare.

2 Vom Gen zum Protein

2.1 Proteine des Menschen

Strukturproteine sind für Formgebung und Halt zuständig, *Collagen* und *Elastin* bilden im Bindegewebe ein faseriges Grundgerüst (Knochen, Sehnen, Bänder).

Enzyme beschleunigen als Katalysator chem. Reaktionen oder führen sie durch. *DNA-Polymerasen* sind Enzyme die den Aufbau der DNA steuern.

Hormone sind als Botenstoffe für Informationsübertragung zuständig. *Insulin* und *Glukagon* sind an der Regelung der Zuckerkonzentration im Blut beteiligt.

Transportproteine wie *Hämoglobin* (Sauerstoff im Blut) transportieren Stoffe.

Abwehrproteine schützen vor Krankheit indem sie Fremdstoffen erkennen und binden. *Immunoglobuline* (Antikörper) bekämpfen Bakterien und Viren.

Motorproteine sind für die (menschl.) Bewegung zuständig. *Myosin* sorgt (mit Strukturprot. *Actin*) für Muskelkontraktionen.

Rezeptorproteine nehmen Licht auf und binden Signalproteine. *Rhodopsin* löst durch die Aufnahme von Photonen andere Proteine.

Speicherproteine speichern Stoffe. *Ferritin* speichert das Eisen in der Leber.

2.2 Codierung

Gene *codieren*² Proteine. Damit sind sie der Bauplan für die „Baustoffe“ (Strukturproteine) und die „Bauarbeiter“ (Enzyme, Hormone, ...) von Lebewesen.

Jede Zelle des menschl. Körpers enthält die vollständige Erbinformation, die beschreibt welche Strukturen und Vorgänge in einem Organismus verwirklicht werden. Der Mensch hat „nur“ ca. 25000 Gene – die Anzahl seiner Gene hängt nicht zwingend mit der *Komplexität* eines Organismus zusammen.

2.3 RNA

Ribonucleinsäuren (RNA) bilden den „Zwischenschritt“ von den „Nucleotid-Buchstaben“ bzw. der in der DNA codierten Informationen zu den Aminosäuren aus denen Proteine aufgebaut werden.

Die Hauptunterschiede zur DNA sind wie folgt:

- besitzt *Ribose* anstatt der *Desoxiribose* (anderer Einfachzucker)
- die Stickstoffbase *Uracil* ersetzt das *Thymin*
- meist ein Einzelstrang

2.4 Transkription und Translation

Transkription ist die „Umschreibung“ der Basensequenz der DNA in die *mRNA* (DNA-gesteuerte Synthese von mRNA)

Translation ist die „Übersetzung“ der Basenabfolge der mRNA in die Aminosäureabfolge der zu bildenden Proteine (mRNA-gesteuerte Synthese von Proteinen)

Der Ablauf ist wie folgt:

¹ *Riesenmoleküle* sind sehr große, aus sich wiederholenden Struktureinheiten bestehende, Moleküle.

² *Codierung* ist die Verschlüsselung einer Nachricht mithilfe eines Systems von Zeichen (*Code*)

1. *Transkription im Zellkern.* Einer der beiden DNA-Einzelstränge dient als Vorlage für die Synthese eines mRNA-Moleküls. Es gelten die selben Basenpaarungsregeln, jedoch ersetzt hier die Base Uracil das Thymin – die mRNA ist ein Transkript der DNA-Vorlage.

Beide Stränge können als Informationsgrundlage dienen (also *codierend* sein), derjenige Strang der tatsächlich verwendet wird ist der *codogene* Strang. Das daraus entstehende Transkript entspricht dem nicht codogenen Strang (dem *codierenden* Strang) mit Ausnahme des Thymins.

2. *Translation an den Ribosomen (Cytoplasma).* Hier wird die Sprache gewechselt: eine Abfolge von drei Basen („Buchstaben“) bildet ein Wort (*Triplet* oder *Codon*). Jedes dieser Triplets steht für eine Aminosäure die an die Proteinkette angehängt wird.

2.5 RNA-Reifung

Bei *eukaryotischen* Zellen³ wird die mRNA vor ihrem Verlassen des Zellkerns (*prä-mRNA*) verändert – dieser Vorgang wird als *RNA-processing* bzw. *RNA-Reifung* bezeichnet und besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen:

1. *Veränderung an den Enden der mRNA*: Das 5' Ende (der „Anfang“) bekommt eine aus modifizierten Guanin bestehende „Kappe“. Am 3' Ende werden 50–200 Adenin-Nucleotide angebracht (*Poly(A)-Schwanz*). Die markierung wird durch Basenabfolgen zu Beginn (*Leader*) und am Ende (*Trailer*) gekennzeichnet.
2. *Schaffung von Mosaikgenen durch Spleißen*⁴: Nicht codierende Basenabfolgen (*Introns*, ca. $\frac{3}{4}$ der Nucleotide) werden beim RNA-Spleißen entfernt, es bleiben nur *Exons* über.

2.6 Genetischer Code

Proteine sind aus Abfolgen 20 versch. Aminosäuren aufgebaut. In der mRNA sind vier Basen (A, U, G, C) vorhanden, ein Wort muss also aus drei Buchstaben bestehen um die 20 Aminosäuren codieren zu können ($4^2 = 16$ wäre zu wenig, $4^3 = 64$ ist weit ausreichend).

Die „Code-Sonne“ ist von innen nach außen zu lesen. AUG definiert den Beginn der Translation (*Startcodon*), {UAA, UAG, UGA} signalisieren jeweils das Ende der Translation (*Stoppcodon*).

2.7 tRNA und rRNA

An den Ribosomen außerhalb des Zellkerns werden die Proteine zusammengebaut (Translation). Jedes Ribosom besteht aus einer kl. und einer gr. Untereinheit die aus Proteinen und RNA-Molekülen (ribosomale

RNA, *rRNA*) zusammengesetzt sind. Die mRNA gleitet durch ein Ribosom wo die Codons in Aminosäuren übersetzt werden (wofür die *tRNA* zuständig ist).

Es gibt an den Ribosomen drei tRNA- Bindungsstellen, die A- („Ankommen“), P- („Parken“) und E- („Entlassen“) Stelle.

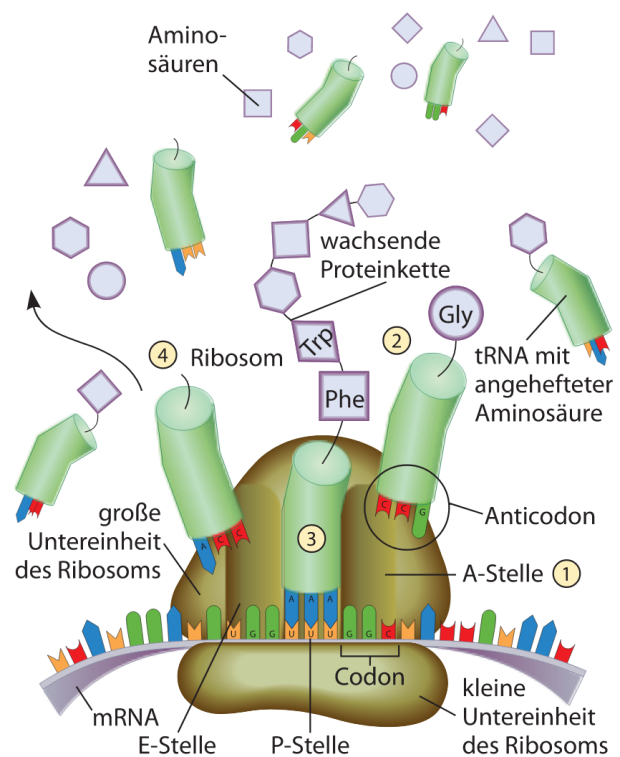


Abbildung 1: Die Translation im Detail

Abbildung 1 beschreibt den folgenden Vorgang:

1. tRNA_A liefert die zum Codon der mRNA passende Aminosäure
2. Die wachsende Proteinkette wird von tRNA_P auf tRNA_A übertragen
3. tRNA_A wechselt auf die P-Stelle, tRNA_P wechselt auf die E-Stelle
4. tRNA_E wird entlassen, die A-Stelle ist wieder frei

tRNA-Synthetasen erlauben die „Schlüssel-Schloss-Verbindung“ von Aminosäuren mit der jeweils passenden tRNA.

³Zellen, die einen Kern und Kompartimentierung (Zellwände) aufweisen (im Ggs. zu Bakterien et al.).

⁴Zerschneidung und Wiederverbindung der prä-mRNA mit dem Ziel Teile herauszuschneiden.