

Die Übertragung genetischer Information

Die in der Nukleotidbasensequenz enthaltene genetische Information wird in zwei prinzipiellen Schritten in biologische Information umgewandelt: *Transkription* und *Translation*. Dadurch entsteht ein Polypeptid mit spezifischer Struktur und Funktion (Genprodukt). Da DNA dafür nicht direkt als Vorlage dienen kann, wird die Abfolge der Basenpaare in DNA zunächst in ein Botenmolekül aus RNA übertragen (Transkription). Dieses dient anschließend als Vorlage für das Genprodukt (Translation). Die Abfolge von Aminosäuren des gebildeten Polypeptids entspricht der Abfolge der Codons in der DNA.

A. Transkription

Bei der Transkription wird die Nukleotid-Sequenz eines Strangs der DNA-Doppelhelix in ein komplementäres Molekül aus RNA (Messenger-RNA, mRNA, Boten-RNA) umgeschrieben. Die DNA-Doppel-Helix wird zuvor durch Zusammenwirken zahlreicher Proteine geöffnet. Der codierende DNA-Strang (Sinnstrang) wird in 3'- nach 5'-Richtung gelesen.

Die RNA-Synthese erfolgt gleichzeitig in 5'- nach 3'- Richtung. Die RNA hat deshalb dieselbe Orientierung wie der codierende DNA-Strang. Der gegenläufige Strang ist der Antisense-Strang. Die Transkription erfolgt enzymatisch durch einen Komplex von Enzymen (RNA-Polymerasen, vgl. S. 146).

B. Translation

Bei der Translation erfolgt die Übersetzung der Nukleotid-Basensequenz der mRNA in eine entsprechende Sequenz von Aminosäuren. Dies geschieht durch Zwischenschaltung einer weiteren Klasse von RNA, der Transfer-RNA (tRNA). Für jede Aminosäure gibt es eine eigene tRNA mit einem Bereich, der komplementär zum Codon der mRNA ist (Anticodon). Das Anticodon CCG der tRNA für Glycin passt zum mRNA-Codon GGC. Zu dem gezeigten Beispiel kann deshalb an dieser Stelle nur Glycin angehängt werden. Die Codons 1, 2, 3 und 4 der mRNA sind in die Aminosäure-Sequenz Methionin (Met), Glycin (Gly), Serin (Ser) und Isoleucin (Ile) übersetzt etc. Als 5 und 6 werden Glycin und Alanin (Ala) folgen. Codon 1 ist stets AUG (Start-Codon).

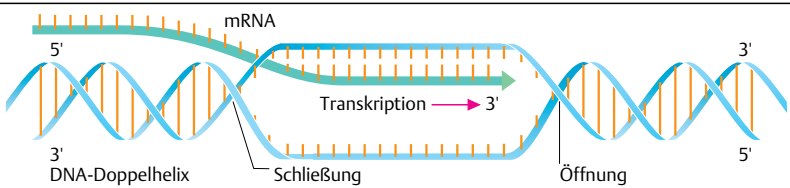
C. Stadien der Translation

Die Translation (Proteinsynthese) erfolgt in drei aufeinanderfolgenden Stadien. Sie findet bei Eukaryoten außerhalb des Zellkerns im Cytoplasma an den Ribosomen statt. Ribosomen bestehen aus Untereinheiten zahlreicher assoziierter Proteine und RNA-Moleküle (ribosomale RNA, rRNA, Seite 144). Die Translation beginnt mit der Initiation (1) eines durch Bildung aus mRNA, Ribosom und tRNA bestehenden Initiationskomplexes. Dazu sind eine Reihe von Initiationsfaktoren (IF1, IF2, IF3 etc.) erforderlich. Dann folgt die Elongation (2). Es wird eine weitere durch das nächste Codon festgelegte Aminosäure angeheftet. Ein Elongationszyklus besteht aus drei Phasen: Codon-Erkennung, Peptidbindung zum nächsten Aminosäure-Rest und Weiterbewegung (Translokation) des Ribosoms um drei Nukleotide in 3'-Richtung der mRNA. Die Translation endet mit der Termination (3), wenn eines von drei Stopp-Codons (UAA, UGA oder UAG) in der mRNA erreicht wird. Die gebildete Polypeptid-Kette verlässt nun das Ribosom, das wieder in seine Untereinheiten dissoziiert. Die hier gezeigten Stadien sind in ihrem biochemischen Ablauf stark vereinfacht.

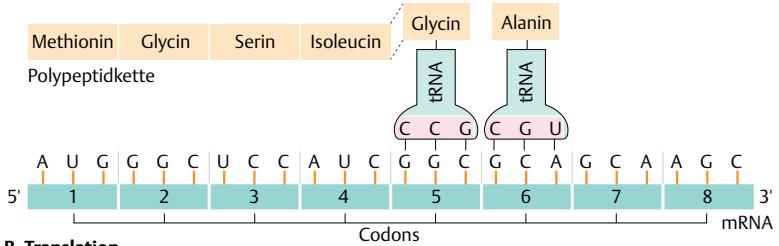
D. Struktur von Transfer-RNA (tRNA)

Transfer-RNA hat eine charakteristische, einem Kleeblatt ähnliche Struktur, dargestellt am Beispiel Phenylalanin-tRNA in Hefe (1). In drei Bereichen bilden sich einsträngige Schleifen, in vier Bereichen ist die tRNA doppelsträngig. Die dreidimensionale Struktur (2) ist komplex und lässt verschiedene Bereiche unterscheiden, wie die Erkennungsstelle der tRNA für das Codon der mRNA (Anticodon) und die Bindungsstelle für die jeweilige Aminosäure (Akzeptorstamm) am 3'-Ende (Akzeptorende). (Abb. modifiziert nach Alberts et al [2008] und Lodish et al [2004])

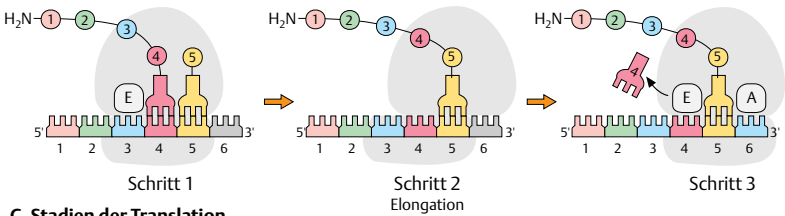
- Alberts B et al: Molecular Biology of the Cell. 5th ed. Garland Publishing, New York, 2008.
 Brenner S, Jacob F, Meselson M: An unstable intermediate carrying information from genes to ribosomes for protein synthesis. Nature 190: 576-581, 1961.
 Ibbas M, Söll D: Quality control mechanisms during translation. Science 286: 1893-1897, 1999.
 Lodish H et al: Molecular Cell Biology. 5th ed. WH Freeman, New York, 2004.
 Watson JD et al: Molecular Biology of the Gene. 5th ed. Coldspring Harbor Laboratory Press, 2004.



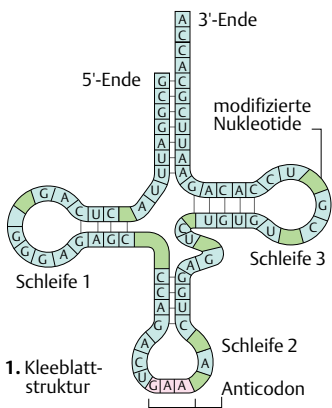
A. Transkription



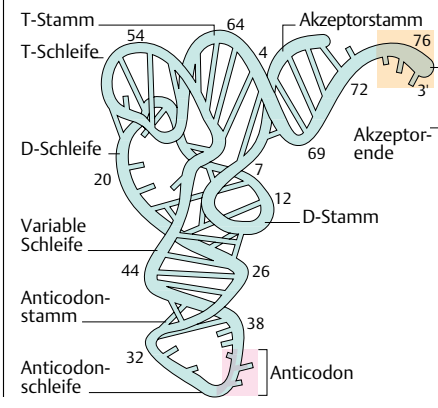
B. Translation



C. Stadien der Translation



D. Struktur von Transfer-RNA (t-RNA)



2. Dreidimensionale Struktur