

Beim Menschen findet die **Proteinbiosynthese** nicht im Zellkern statt, wo in Form der DNA die Erbinformation für alle Proteine lagert, sondern außen im Zytoplasma an den Ribosomen. Diese räumliche Trennung zwischen dem Sitz der genetischen Information und der Produktion der Proteine erfordert eine Zwischenkopie der im genetischen Code niedergelegten genetischen Information. Die Zwischenkopie bringt die Information vom Zellkern zu den Ribosomen.

## Der genetische Code

Der **genetische Code** der DNA enthält die Baupläne für Proteine. Anders gesagt: Jede genetische Information wird durch Eiweiße symbolisiert, wobei der genetische Code sozusagen die Übersetzungsvor-

schrift darstellt. Dabei bilden jeweils drei aufeinanderfolgende Basen des DNA-Strangs eine Dreiergruppe (*Triplet*), die man auch als **Basentriplett** (DNA-Triplett) oder **Codon** bezeichnet. Ein solches Basentriplett der DNA kodiert jeweils eine Aminosäure (■ 15.2.4), die Bestandteil eines bestimmten Proteins wird.

Der Informationsgehalt eines Basentriplets bestimmt also den Einbau einer speziellen Aminosäure in ein Protein. Die vier Basen Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C) bilden die „Buchstaben“ der Schrift des genetischen Codes.

Dadurch ergeben sich für den Aufbau eines Triplets  $4 \times 4 \times 4 = 64$  verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. In menschliche Proteine werden jedoch nur 20 verschiedene Aminosäuren eingebaut. Die übrigen 44 Möglichkeiten werden aber trotzdem genutzt: Einerseits werden die meisten Aminosäuren durch mehrere Codes kodiert, andererseits werden einige **Steuer-codons** benötigt, z.B. für das Starten und Beenden einer Aminosäurekette.

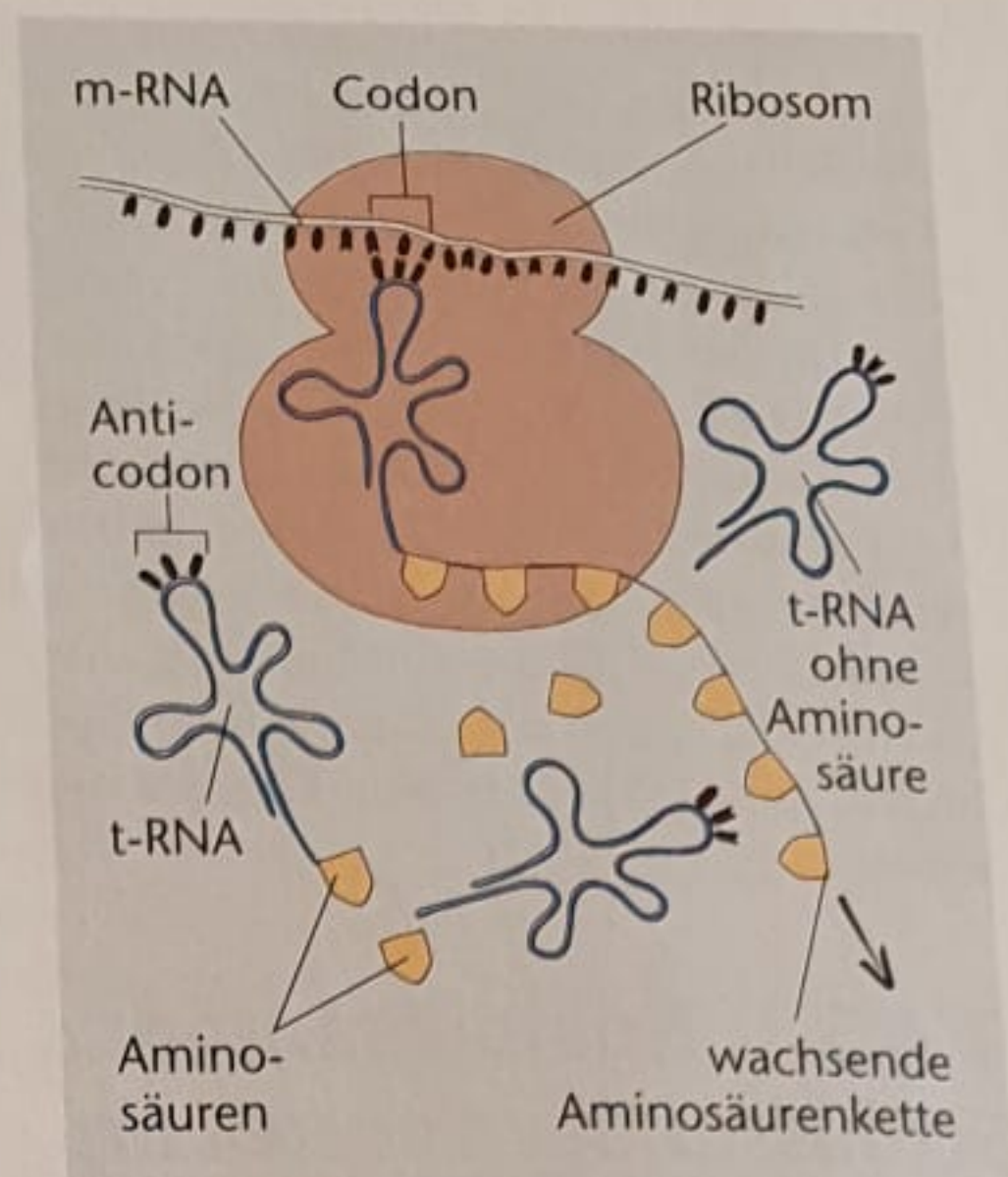
## Die Transkription und die Translation

Der erste Schritt der Übertragung von genetischer Information vom Zellkern ins Zytoplasma besteht in der Herstellung einer Zwischenkopie der DNA, der **Messenger-Ribonukleinsäure** oder kurz **m-RNA** (engl. messenger = Bote). Dieser Vorgang wird als **Transkription** (Überschreibung ■ Abb. 7.14) bezeichnet.

Wie bereits erwähnt, ist bei der m-RNA – im Unterschied zur DNA – die Base Thymin durch Uracil ersetzt, und anstatt des Zuckermoleküls Desoxyribose wird Ribose verwendet. Die neugebildete Messenger-RNA wandert durch die Poren der Kernmembran zu den Ribosomen ins Zytoplasma, wo sie bei der Translation als Vorlage dient.

Als **Translation** bezeichnet man die Übersetzung des m-RNA-Codes in den „Bauplan“, der die entsprechende Zusammenstellung von Eiweißbausteinen (Aminosäuresequenz) an den Ribosomen festlegt. Sobald die m-RNA ein Ribosom erreicht, verkoppeln sich dessen beide Untereinheiten (■ Abb. 7.15), die „Botschaft“ wird gelesen, und die Proteinbiosynthese beginnt. Als Verbindungsstück fungieren dabei die relativ kleinen, beweglichen **Transfer-Ribonukleinsäuren (t-RNA)**.

Die kleeblattartig gefaltete t-RNA transportiert die Aminosäuren, die in der Zelle



**Abb. 7.15: Translation.** Codon und Anticodon passen wie der Schlüssel zum Schloss zueinander. Entsprechende t-RNA-Moleküle lagern sich an der m-RNA an. Ihre anhängenden Aminosäuren verbinden sich bei diesem Vorgang, und die Aminosäurekette wird dadurch jeweils um die „richtige“ Aminosäure verlängert. Nach Knüpfung der Aminosäureverbindung verlässt die t-RNA ihre Aminosäure, um sich mit einer frei herumschwimmenden Aminosäure neu zu beladen. [A400-190]

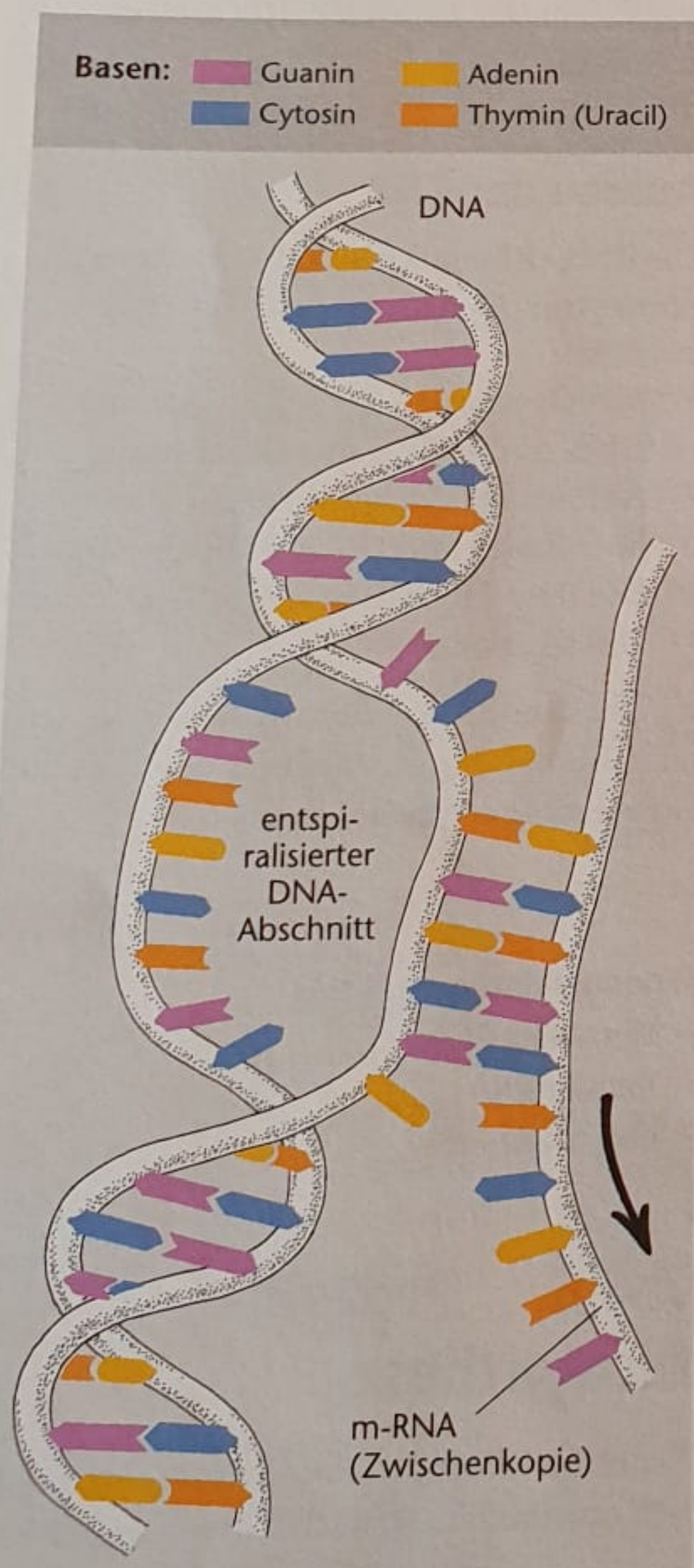
verstreut liegen, zu den Ribosomen und bringt sie dort nach den Anweisungen der m-RNA an die vorgesehene Stelle. An jeder t-RNA hängt wie ein Rucksack eine Aminosäure. Genauso wie eine Aminosäure durch ein Triplet der DNA bzw. die Botschaft (Codon) der m-RNA bestimmt wird, so bestimmt ein spezifisches Triplet an der t-RNA ebenfalls eine Aminosäure. Weil dieses Triplet den Code der m-RNA in den der DNA rückübersetzt, wird es als Anticodon bezeichnet.

Das Ribosom wandert nun entlang der m-RNA von Codon zu Codon, wobei jeweils die passende Aminosäure dem wachsenden Aminosäurestrang angeheftet wird.

Die dritte Art von Ribonukleinsäure, die **ribosomale RNA (r-RNA)**, ist Bestandteil der Ribosomen, also der Organellen, an denen die einzelnen Aminosäuren verknüpft werden. Sie bildet das Gerüst, an dem die Aminosäuren während des Zusammenbaus zum Polypeptid vorübergehend angeheftet werden. Alle diese Vorgänge setzen sich so lange fort, bis das komplette Eiweißmolekül aufgebaut ist.

## Abschluss der Proteinbiosynthese

Das Ende des Zusammenbaus eines Proteins am Ribosom ist dann erreicht, wenn an der m-RNA das Steuer-codon für das Ende



**Abb. 7.14: Transkription (Überschreibung).** Am entspiralisierten DNA-Abschnitt wird eine einsträngige Zwischenkopie (m-RNA) des DNA-Strangs gebildet. Für jede Base des abzulesenden DNA-Strangs wird die komplementäre (ergänzende) Base am m-RNA-Strang angebaut. Die Basensequenz des m-RNA-Strangs ist somit die komplementäre Abbildung des DNA-Strangs, vergleichbar mit dem Negativ und dem Positiv einer Fotografie. [A400-190]