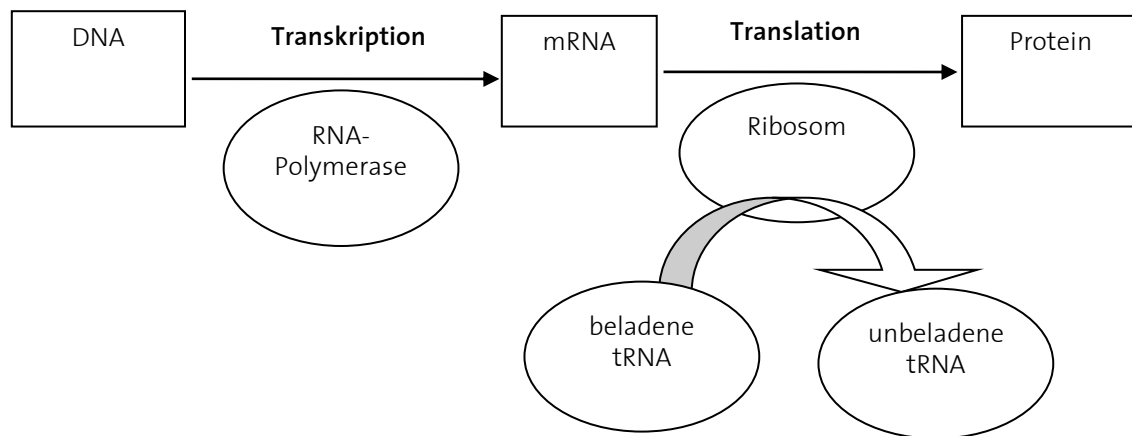


**Aufgabe 1:**

- a) Erstellen Sie ein Fließdiagramm, welches die gesamte Proteinsynthese systematisch darstellt. Verwenden Sie dazu die Begriffe: Translation, unbeladene tRNA, DNA, RNA-Polymerase, Protein, beladene tRNA, Ribosom, Transkription, mRNA.



- b) Erklären Sie folgende Begriffe möglichst in Ihren eigenen Worten (1 kurzer Satz):

Gen *z.B. Die DNA-Sequenz, welche ein funktionsfähiges Protein codiert.*

Nukleotid *z.B. Bausteine der Nukleinsäuren. Sie setzen sich aus einer Base, einem Zuckerrest und einer Phosphatgruppe zusammen.*

RNA-Polymerase *z.B. Das Enzym, welches die Bildung der RNA (Transkription) katalysiert.*

Promotor *z.B. Spezifische DNA-Sequenzen, die sich am 5'-Ende vor einem Gen befinden und den „Startpunkt“ der Transkription signalisieren.*

Codon *z.B. Ein Basen-Triplett auf der mRNA*

Anti-Codon *z.B. Ein Basen-Triplett auf der tRNA, welches komplementär zu einem Codon auf der mRNA ist.*

### Kapitel 3.3

Stop-Codon *z.B. Ein Basen-Triplett auf der mRNA, zu welchem kein komplementäres Anti-Codon existiert und welches somit die Translation beendet.*

- c) Man unterscheidet 4 verschiedene Nucleinsäuren (DNA, rRNA, tRNA und mRNA). Sie unterscheiden sich nicht nur in ihrer Funktion, sondern auch in ihrer Grösse und ihrem chemischen Aufbau. Entscheiden Sie ob die folgenden Aussagen Richtig oder Falsch sind.

	Richtig	Falsch
Alle RNA-Moleküle haben den gleichen chemischen Aufbau.	X	
Eine mRNA enthält die Abschrift aller Gene der DNA. <i>Eine mRNA enthält nur die Abschrift der Gene, welche von der Zelle gebraucht werden.</i>		X
Sowie die DNA befinden sich die tRNAs im Zellkern. <i>Die tRNA befinden sich im Zytoplasma der Zelle.</i>		X
Die Funktion der rRNA ist die Übertragung der Aminosäuren zum Proteinsynthese-Apparat. <i>Das ist die Funktion der tRNA.</i>		X
Die tRNA ist die kleinste Nucleinsäure.	X	

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht über die verschiedenen Nucleinsäuren:

Nucleinsäure	voller Name	Grösse [Basen B / 1000 Basenpaaren Kbp]	Chemischer Aufbau	Funktion
DNA	Desoxy-ribonucleinsäure	Virus: ca. 5-300 Kbp Bakterium: ca 700-5000 Kbp Hefe: 12'600 kKp (in 16 Chromosomen) Mensch: 2'900'000 Kbp (in 23 Chromosomen)	Desoxyribose + Adenin, Guanin, Cytosin oder Thymin + Phosphat	Träger der genetischen Information. Dient als Vorlage für die Transkription
rRNA	ribosomale Ribonucleinsäure	120, 1540 oder 2900 B	Ribose + Adenin, Guanin, Cytosin oder Uracil + Phosphat	Struktur- und Funktions-Elemente der Ribosomen
tRNA	transfer Ribonucleinsäure	80-95 B	Ribose + Adenin, Guanin, Cytosin oder Uracil + Phosphat	Übertragung von Aminosäuren zum Proteinsynthese-apparat
mRNA	messenger Ribonucleinsäure	einige hundert bis mehrere tausend B	Ribose + Adenin, Guanin, Cytosin oder Uracil + Phosphat	Enthalten Abschriften der Gene und programmieren den Proteinsynthese-apparat

### Aufgabe 2:

Die Transkription ist ein endergonischer Vorgang, welcher Energie benötigt.

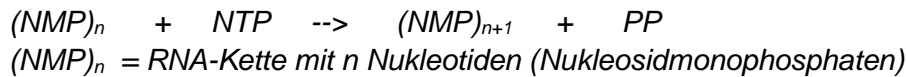
**Kapitel 3.3**

- a) Wie ist dies thermodynamisch zu erklären?

*Die Bildung einer hochmolekularen Nukleinsäure mit festgelegter Ordnung aus vielen ungeordneten, monomeren Nukleotiden durch die Verknüpfung über eine Esterbindung stellt eine Verringerung der Entropie dar, welche nur mit Energieaufwand möglich ist.*

- b) In welcher Form wird der Reaktion diese Energie zugeführt und welches Nebenprodukt entsteht dabei? Zeichnen Sie eine allgemeine Reaktionsgleichung schematisch auf.

*Die Energie wird in Form von energiereichen Nukleosidtriphosphaten NTP (ATP, UTP, GTP oder CTP) geliefert. Diese werden unter Abspaltung eines Diphosphats PP an die wachsende RNA-Kette angehängt (Vgl. Skript Folie 17):*

**Aufgabe 3:**

- a) Die Translation findet im Zytoplasma statt und besteht aus 3 Teilschritten (Initiation, Elongation und Termination). Bringen Sie die Sätze in die richtige Reihenfolge.

*Die richtige Reihenfolge der Sätze lautet: F, G, B, D, I, H, A, J, C, E*

- b) Wie viele Triplets lassen sich aus vier Basen theoretisch bilden? Warum besteht ein Codon aus 3 und nicht aus 2 oder 4 Basen? Was könnte der Vorteil für eine Zelle in Bezug auf Mutationen sein, dass eine Aminosäure durch mehrere mögliche Triplets codiert wird?

*3 Basen mit je 4 Möglichkeiten =  $4^3 = 64$  mögliche Triplets*

*2 Basen: 16 mögliche Triplets*

*4 Basen: 256 mögliche Triplets*

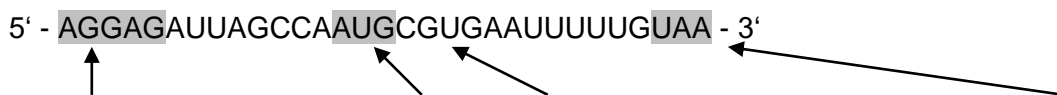
**Kapitel 3.3**

→ Für die Bildung von 20 Aminosäuren sind 2 Basen zu wenig und 4 deutlich zu viel.

Auch 64 mögliche Triplets sind zu viel für die Bildung von 20 Aminosäuren. Eine Aminosäure kann also durchschnittlich aus 3 verschiedenen Triplets gebildet werden. Dies vergrössert die Chance, dass bei einer Mutation (z.B. Austausch einer Base) keine Änderung in der Aminosäuresequenz entsteht und die Proteinsynthese weiterläuft. Beispiel: Mutation UUU --> UUC (vgl. Skript Folie 12). Wenn jede Aminosäure nur durch ein Triplet codiert würde (--> Pro AS nur eine tRNA), gäbe es 44 Stop-Codons. Dann würde eine Mutation mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer Termination führen.

c) Eine mRNA weist folgende Sequenz auf:

5' - AGGAGAUUAGCCAAUGCGUGAAUUUUUGUAA - 3'

The diagram shows the mRNA sequence 5' - AGGAGAUUAGCCAAUGCGUGAAUUUUUGUAA - 3'. Four arrows point to specific regions: one points to the first 'A' of 'AGG', one to the 'AUG' start codon, one to the 'GUG' codon, and one to the 'UAA' stop codon.

**Shine-Dalgarno-Sequenz, Start-Codon, Aminosäure-Codons für das Protein, Stop-Codon**

Markieren und benennen Sie die verschiedenen Regionen der m-RNA (Shine-Dalgarno-Sequenz, Start-Codon, Stop-Codon, Aminosäure-Codons für das Protein).

Welche Aminosäuresequenz wird daraus gebildet?

**Met – Arg – Glu – Phe – Leu**

**Aufgabe 4:**

a) Diskutieren Sie die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede des Sigma-Faktors der RNA-Polymerase und der 30S Untereinheit des Ribosoms.

*Gemeinsamkeiten:*

- Es sind Untereinheiten von Komplexen, welche bei der Proteinsynthese eine wichtige Rolle spielen.
- Sie sind nicht fest an den Komplex gebunden und sind im inaktiven Zustand frei.

**Kapitel 3.3**

- *Sie können eine bestimmte Abfolge von Nukleinsäuren erkennen und daran andocken.*

**Unterschiede:**

- *Der Sigma-Faktor der RNA-Polymerase spielt eine Rolle bei der Transkription. Er erkennt spezielle Sequenzen eines Promotors auf der DNA. Es handelt sich um ein Protein. Er ist Teil eines Enzyms.*
- *Die 30S Untereinheit des Ribosoms ist Teil einer grösseren Struktur, welche aus Proteinen und rRNA besteht. Sie erkennt und bindet an eine spezielle Sequenz auf der mRNA (Shine-Dalgarno-Sequenz). Sie ist daher bei der Translation von grosser Bedeutung.*

b) Was könnten Gründe dafür sein, dass die Zelle Proteine nicht direkt aus der DNA synthetisiert, sondern den Umweg über die mRNA macht?

- *Die DNA liegt nur in zwei Kopien im Zellkern vor. M-RNAs dagegen können in einer riesigen Anzahl hergestellt und für die Proteinsynthese verwendet werden. Dies bedeutet eine massive Erhöhung der Effizienz und der Reaktionsgeschwindigkeit auf äussere Einflüsse.*
- *Die Proteinsynthese findet an den Ribosomen im Cytoplasma statt. Die Proteine werden also zum grossen Teil da produziert, wo sie später gebraucht oder weiterverarbeitet werden. Die DNA dagegen befindet sich geschützt im Innern des Zellkerns. M-RNA ist mobil und wandert nach der Transkription aus dem Zellkern zu den Ribosomen.*
- *Die enorme Länge und die Doppelhelixstruktur der DNA würde ein System mit tRNA und Anticodon zur Proteinsynthese direkt an der DNA erschweren oder sogar verunmöglichen. Ein viel komplexeres System wäre nötig.*
- *Auf der DNA eukaryontischer Zellen befinden sich innerhalb der Gene gewisse Sequenzen, welche keine Proteine codieren. Diese werden auf die mRNA mitkopiert aber vor der Translation herausgeschnitten. Dieser Vorgang wird Spleissen genannt. Er wurde in der Vorlesung jedoch nicht behandelt.*

**Kapitel 3.3****Aufgabe 5:**

Die Zellatmung besteht aus 3 Teilprozessen: Glycolyse, Citratzyklus und Atmungskette. Entscheiden Sie ob die jeweilige Aussage richtig oder falsch ist.

	Richtig	Falsch
Bei Eukaryoten finden der Citratzyklus und die Atmungskette im Mitochondrium statt.	X	
In der menschlichen Zelle befindet sich die ATPase an der Zellmembran und nutzt den Protonengradienten zur Gewinnung von ATP. Die ATPase befinden sich an der Innenmembran des Mitochondriums.		X
H <sub>2</sub> O liefert die Protonen (H <sup>+</sup> -Atome), welche für die Atmungskette benötigt werden. NADH liefert die Protonen für die Atmungskette.		X
38 ATP Moleküle können aus einem Glucose-Molekül gewonnen werden.	X	

**Aufgabe 6:**

*Bei Substanzen wie DNP, die den Protonengradienten über der mitochondrialen Membran aufheben, spricht man von Entkopplern. Glucose wird zwar immer noch vollständig zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O abgebaut, aber die Energie kann nicht mehr für den ATP Aufbau durch die ATP-Synthase (oxidative Phosphorylation) genutzt werden. Die Energie wird in Form von Wärme frei. ATP wird nur noch durch die sogenannte „substrate-level phosphorylation“ in der Glycolyse und dem Citratzyklus aufgebaut. Aus Aufgabe 2.a wissen wir, dass somit nur 4 ATP pro Glucosemolekül aufgebaut werden. Mit intaktem Protonengradienten kämen wir aber auf 38! Somit muss die Zelle ihren Stoffwechsel beschleunigen um genügend ATP bereitzustellen. Es muss also sehr schnell viel Glucose abgebaut werden, was dann schliesslich zu Gewichtsverlust führen kann.*