

Zusammenfassung Grundlagen der Zellbiologie

WS 23/24

Inhaltsverzeichnis

Kennzeichen einer lebenden Zelle:	3
Prokaryoten vs. Eukaryoten:	3
Bestandteile Zelle:	3
Zellmembran:.....	3
Membranpotential:	4
Zellkern:.....	4
Endoplasmatisches Retikulum (ER):	5
Mitochondrium:	5
Golgi-Apparat:.....	5
Lysosom:	5
Peroxisom:	6
Ribosomen:	6
Zytoskelett:	6
Stammzellen:	6
Regeneration von Stammzellen:	6
Embryonalentwicklung:	7
Potenzdefinition von Stammzellen:	7
Gewinnung von Stammzellen:.....	7
Organoide:	8
Anwendungsbereiche:	8
Gewebe:.....	8
Organe:	8
Systeme:	8
Zellkontakte:.....	8
Einteilung:.....	8
Tight Junctions:	9
Adherens Junctions:	9
Desmosomen:	9
Gap Juntions:	9
Fokalkontakte:	9
Hemidesmosomen:.....	9
Extrazelluläre Matrix:.....	9

Funktion:	9
Aufbau:	10
Kollagen Fasern:.....	10
Elastische Fasern:	10
Glykosaminoglykane:	10
Proteoglykane:	10
Fibronectin:.....	10
Laminin:.....	11
Zellkommunikation:	11
Kontaktarten:	11
Genexpression:.....	11
Definition:	11
Weitere Definitionen:.....	12
RNA-Polymerase:	12
RNA Splicing:	12
5´ Cap und Poly- a tail.....	12
Translation: 5´ → 3´	13
Der genetische Code:	13

Kennzeichen einer lebenden Zelle:

- entstehen immer aus Zellen
- jede Zelle hat einen kompletten Satz an Erbanlagen
- Informationsfluss verläuft immer in Richtung DNA → Protein (zentrales Dogma der Zell- und Molekularbiologie)
- sind differenzierungsfähig
- Energiespeicherung: ATP (Adenosintriphosphat)
- Genom ist zur identischen Selbstvermehrung befähigt
- Zellen sind „offene Systeme“ im Fließgleichgewicht

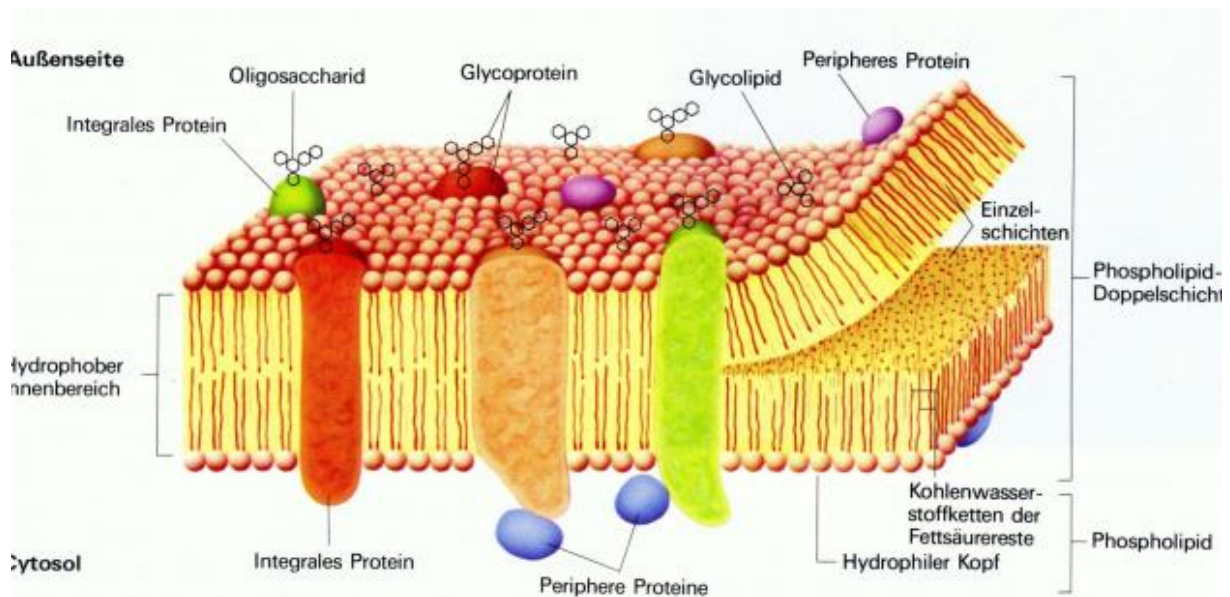
Prokaryoten vs. Eukaryoten:

- Prokaryoten (Bakterien):
 - o Niedrigere Organisationseinheit
 - o DNA ohne Zellkern
 - o Weniger Zellorganellen, darunter Ribosomen
- Struktur eukaryotischer Zellen:
 - o Kleinste Baueinheit
 - o Träger der Lebenserscheinung (durch Wechselwirkung zwischen Zellen)
 - o Zusammen mit den zwischen den Zellen liegenden Materialien bauen sie die Struktur des Körpers auf
 - o Nach einheitlichem Bauplan angelegt
 - o Kommen aus befruchteter Eizelle hervor und spezialisieren sich durch Differenzierungsvorgänge
 - o Haben bestimmte Gestalt/ Form
 - Kann für bestimmte diagnostische Zwecke herangezogen werden
 - o Größe nach Funktion variabel → 30-50 µm
 - o Ca. 50 mio. Zellen/ Sekunde sterben, fast genauso viele werden gebildet

Bestandteile Zelle:

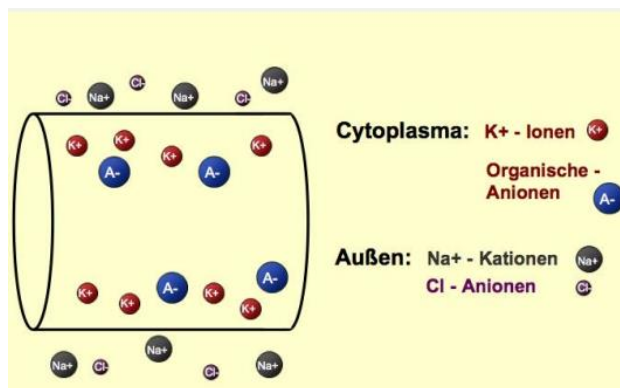
Zellmembran:

- Abgrenzung der Zelle nach außen → „Schutzwall“
- Funktion:
 - o Aufrechterhaltung des Ionen-Gleichgewichts
 - o Geregelter Transport von Salzen und Nährstoffen
 - o Geregelter Kommunikation mit Nachbarzellen (um Funktion des Gewebes/ Organs nachkommen zu können)
- Besteht aus einer Phospholipid Doppelschicht.
 - o Hydrophiler Außenbereich (hydrophile Kopfgruppe aus Phosphat und Glycerol)
 - o Hydrophober Innenbereich (Hydrophobe Schwanzgruppe aus Fettsäuren)
 - Phospholipid Moleküle sind amphipatisch
 - o Verschiedene Proteine: integral oder peripher



Membranpotential:

- Zellmembran trennt positive und negative Ladungen zwischen Intrazellulärraum und Extrazellulärraum
- Durch unterschiedliche Ladungen wird eine elektrische Spannung aufgebaut
→ Membranpotential
 - o Ruhepotential zwischen -60 und 90 mV

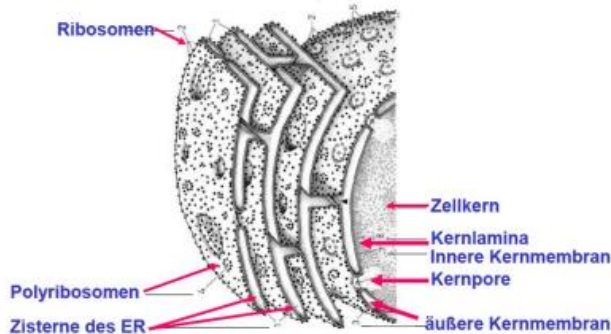


Zellkern:

- Bau: Doppelmembran, durch Poren unterbrochen
- Alle eukaryotischen Zellen (außer Erythrozyten) haben einen Zellkern
- Beinhaltet nahezu das gesamte genetische Material der Zelle
- DANN liegt im Zellkern je nach Organisationsform entweder als Heterochromatin oder als Euchromatin vor (Chromatin = DNA + Proteine)
 - o Heterochromatin: stark verdichtet, gut färbbar. DNA ist stark an Histon- und Nichthiston-Proteine gebunden
 - o Euchromatin: aufgelockertes und geringer färbbares Chromatin. Hier befinden sich die meisten, in Form von Genen zu Expression kommenden DNA-Abschnitten.

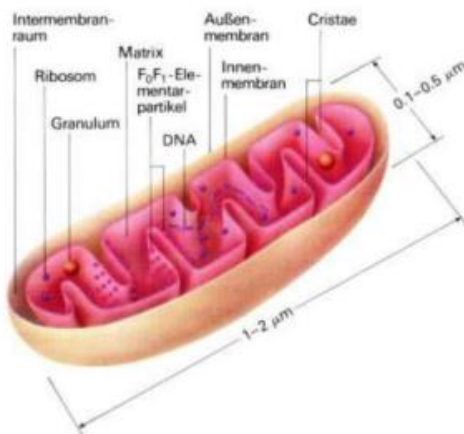
Endoplasmatisches Retikulum (ER):

- Besetzt mit Ribosomen ist das ER ein Transportsystem für neu gebildete Proteine
- Zisternen des ER dienen dem Transport von Proteinen
- Funktion allgemein: Stofftransport, Synthese (Herstellung von Proteinen)



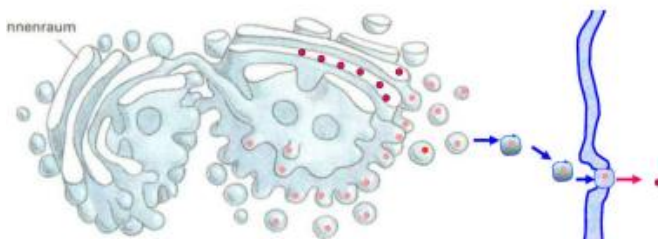
Mitochondrion:

- Kraftwerk der Zelle
- Nimmt bis zu 25% des Zellvolumens ein
- Besitzt eigene DNA und Ribosomen
- Symbiontentheorie



Golgi-Apparat:

- Funktion: Makromoleküle für die Sekretion oder den Transport zu anderen Organellen umwandeln, sortieren und verpacken



Lysosom:

- Dient Abbau „gealterter“, falscher und geschädigter Makromoleküle

Peroxisom:

- Zelluläre „Entgiftungsanlage“
- Wasserstoffperoxid „entgiften“

Ribosomen:

- Proteinbiosynthese
- Vorkommen: hängen weitestgehend morphologisch mit dem ER zusammen, können auch im Zytoplasma vorkommen
- Aufgabe: einzeln gelagert inaktiv, als Polyribosom gelagert aktiv

Zytoskelett:

- Durchzieht ganzes Zytoplasma und bildet Aufhängestruktur für verschiedene intrazelluläre Organellen → stabilisierend
- 15 nm dicke, kabelartige Strukturen, die unregelmäßig verzweigt sind
- 3 verschiedene Filamenttypen
 - Mikrofilamente:
 - Kleinste Bestandteile des Zytoskelettes (6-9 nm)
 - Aktin
 - Aufgaben:
 - Zellmorphologie: Erhaltung Zellgestalt → Stabilisierung der Zelle
 - Binden Membranproteine
 - Essenziell bei Muskelkontraktion
 - Zelluläre Fortbewegung über Aktin-Filamente (z. B. bei Wundverschluss)
 - Mikrotubuli:
 - Röhrenförmig aufgebaut
 - Durchmesser ca. 20-30 nm
 - Aus Tubulin
 - Aufgaben:
 - Transport von Stoffen → Schienensystem für intrazelluläre Transporte von Membranvesikeln und Organellen der Zelle
 - Beteiligt an der Mitosespindel
 - Intermediärfilamente:
 - Besteht aus Cytokeratin, Vimentin, Desmin, Lamin, Neurofilamentproteine
 - Mechanische Stabilisierung der Zelle

Stammzellen:

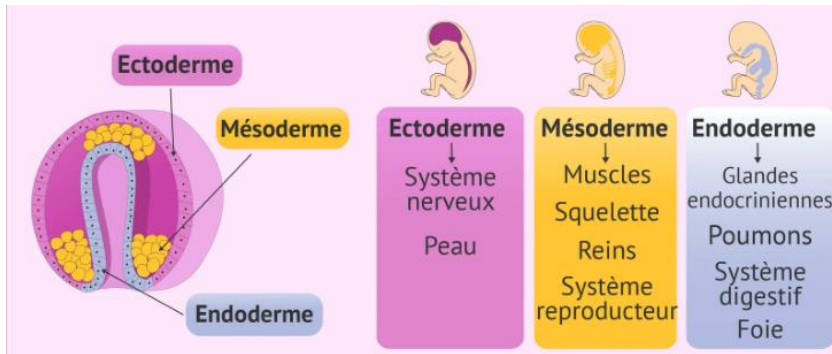
- Nicht endgültig differenziert
- Können sich unbegrenzt teilen (kein vorprogrammierter Zelltod)
- Wenn sie sich teilt, kommt für jede Tochterzelle die Entscheidung: entweder sie bleibt eine Stammzelle oder sie differenziert sich aus

Regeneration von Stammzellen:

- Asymmetrische Teilung:
 - Faktor in Zelle
- Independent Choice Teilung:
 - Faktor in der Umgebung

Embryonalentwicklung:

- Ab 6. Tag: Blastocyste (verschiedene Zellschichten)
- Ektoderm: Haut, Nervensystem, Sinnesorgane
- Mesoderm: Knochen, Muskeln, Bindegewebe
- Endoderm: Verdauungstrakt, Schilddrüse, Atmungstrakt



Potenzdefinition von Stammzellen:

- Totipotent:
 - o bis zum 8 Zellstadium
 - o können in geeigneter Umgebung zu komplettem Organismus heranwachsen
- Pluripotente embryonale Stammzelle:
 - o können noch zu Zellen der Keimblätter heranwachsen
- Multipotent:
 - o Nur noch Zelltypen einer Linie
- Unipotent:
 - o Aus diesen Stammzellen entsteht nur ein einziger Zelltyp

Gewinnung von Stammzellen:

- Adulte Stammzellen:
 - o Aus verschiedenen Geweben / Blut isolierbar
 - o Multipotent: hohes Differenzierungspotential
 - o Autolog verwendbar
 - o Zeitintensiv
 - o Gefahr der Entartung
- Embryonale Stammzellen:
 - o Isolation aus der inneren Zellmasse von Blastocysten
 - o Ethisch sehr umstritten
 - o Aktuell in DE verboten
- Induzierte pluripotente Stammzellen:
 - o Reprogrammierung von nicht- pluripotenten Stammzelle
 - o Hohes Differenzierungspotential
 - o Autolog verwendbar
 - o Aufwändig, teuer, zeitintensiv

Organoide:

- Kleine vereinfachte Versionen von verschiedenen Geweben / Organen
- Können aus adulten, embryonalen oder induzierten pluripotenten Stammzellen generiert werden, oder auch aus Tumorgewebe
- Innerhalb der Organoide führen die Zellen ähnliche Funktionen aus wie im Ursprungsorgan

Anwendungsbereiche:

- Therapeutisches potential → Mutationen in kranken Geweben nachweisen
- Virus- und Bakterieninfektionen nachstellen
- Verschiedene Krankheiten verstehen und Anwendungen testen
- Tierversuche minimieren
- „Lab on a chip“ / „Organ on a chip“
 - o Gewebesystem nachbauen: Gewebezellen, Fettzellen, Bindegewebe, Blutzellen

Gewebe:

- Ansammlung differenzierter Zellen einschließlich ihrer extrazellulären Matrix
- Zellen eines Gewebes besitzen ähnliche Funktionen und erfüllen gemeinsam die Aufgaben des Gewebes
- Arten:
 - o Epithelgewebe
 - o Binde- und Stützgewebe
 - o Muskelgewebe
 - o Nervengewebe

Organe:

- Körperteile mit einer bestimmten Funktion und einer Charakteristischen Bauweise, sind klar abgetrennt und befinden sich in einer bestimmten örtlichen Lage im Organismus (Herz, Lunge, etc)

Systeme:

- Organ- und Systemteile, die zwar nicht einheitlich gebaut sind, aber funktionell zusammengehören
- Z. B. Bewegungsapparat → Skelett, Muskeln, Bänder, Sehnen

Zellkontakte:

Einteilung:

- Verschließende Verbindungen: Tight junctions (Zell- Zell)
- Haftende (Anker)verbindungen über Aktinfilamente:
 - o Adherens Junctions (Zell- Zell)
 - o Fokalkontakte (Zell-Matrix)
- Haftende (Anker) verbindungen über Intermediärfilamente:
 - o Desmosomen (Zell- Zell)
 - o Hemidesmosomen (Zell- Matrix)
- Kommunizierende Verbindungen: Gap Junctions (Zell- Zell)

Tight Junctions:

- verschließende Verbindung
- verbinden die Zellen eines Epithels
- stellen eine selektiv permeable Barriere da
- durchlässig für kleine Moleküle
- hält Polarität der Zellen (Trennung der Membranproteine) aufrecht
- charakteristische Proteine: Occludin und Claudine

Adherens Junctions:

- Ankerverbindungen
- Aktinfilamente der Zellen sind über Ankerproteine (Vinculin, Catenin) mit Transmembranproteine verbunden (Cadherine)

Desmosomen:

- Gleiches Prinzip wie bei Adherens Junctions, nur andere Proteine und Intermediärfilamente
- Ankerproteine: Desmoplakin, Plakoglobin

Gap Junctions:

- Kommunizierende Verbindungen → erlauben Austausch von Molekülen zwischen Zellen
- Direkte Kommunikation über Connexinkanäle
 - o Durch Anlagerung von Connexonen auf beiden Seiten entstehen Kanäle
- 6 Connexine = 1 Connexon
- 2 Connexone = 1 Gap Junction

Fokalkontakte:

- Zell- Matrix Kontakte, die mit Aktinfilamenten verbunden sind
- Aktinfilamente über Ankerproteine (Vinculin, Talin, Filamin und α-Aktinin) mit Transmembranproteinen (Integrine) verbunden

Hemidesmosomen:

- Zell- Matrix Kontakte, die mit Intermediärfilamenten verbunden sind
- Aufgebaut wie Desmosomen
- Intermediärfilamente über Proteine wie Plectin mit Transmembranproteinen verbunden (Integrin)

Extrazelluläre Matrix:

- Gesamtheit aller Makromoleküle im tierischen Gewebe, welche sich im Interzellularraum befinden und stützende als auch funktionelle Bedeutung haben
- Strukturbestandteile eines Gewebes, die sich außerhalb der Zellen befinden

Funktion:

- Formgebung von Geweben und Organen
- Bietet Möglichkeit zur Adhäsion von Zellen
- Kontrolle des Zellwachstums
- Zelldifferenzierung
- Beeinflussung der Gewebserneuerung/ Wundheilung

- Speicherung und Präsentation von regulatorischen Molekülen

Aufbau:

- Fasern:
 - o Kollagen
 - o Elastische Fasern
- Grundsubstanzen:
 - o Proteoglykane und Glykosaminoglykane
 - o Adhäsionsmoleküle
 - o Wasser und gelöste Stoffe

Kollagen Fasern:

- Heterogene Proteingruppe mit 27 verschiedenen Typen
- 25% der menschlichen Körpermasse besteht aus Kollagen
- Hauptbestandteil der Haut, Sehnen, Knorpel und Knochen
- In Belastungsrichtung ausgerichtet:
 - o In jede Richtung beanspruchbares Gewebe: fasern liegen geflechtartig vor (Haut)
 - o In eine Richtung beanspruchbares Gewebe: parallel ausgerichtet (Sehnen)

Elastische Fasern:

- Sehr dehnbar
- Hohe Rückstellkraft
- Ausgrunddessen findet sich diese Fasertypen vor allem in Geweben, die stark beansprucht werden (Venen, Arterien, Lunge, Haut, Stimmbänder)

Glykosaminoglykane:

- Lange unverzweigte Polysaccharidkette bestehend aus Disaccharideinheiten (Aminozucker, Zuckersäure)
- Durch Wassereinlagerung Bildung von Gelen
- 4 Klassen:
 - o Chondroitinsulfat (Knorpel, Aorta)
 - o Dermatansulfate (Haut)
 - o Heperain/ Heperansulfat (Lunge, Epithelienoberfläche)
 - o Keratansulfat (Cornea, Knorpel)

Proteoglykane:

- Verbindung von Proteinen mit GAGs werden Proteoglykane genannt
- Aufgaben:
 - o Bildung von Gelen unterschiedlicher Porengrößen und Ladungsdichte
 - Filtereigenschaften
 - o Signalübertragung
 - o Entzündung
 - Festhalten von Chemokinen an der Entzündungsstelle

Fibronektin:

- Aufgaben: Struktur der Matrix, Zelladhäsion, Zellmigration

Laminin:

- Bestandteil der Basallamina
- Besteht aus 3 Ketten → Protein- trimer
- Interagieren mit Zelloberflächenrezeptoren
- Aufgaben: Zelldifferenzierung und Zellmigration

Zellkommunikation:

- Über Botenstoffe:
 - o Wachstumsfaktoren (Protein- oder Peptidmoleküle die das Wachstum stimulieren)
 - o Differenzierungsfaktoren (Protein- oder Peptidmoleküle, die die Differenzierung stimulieren)
- Beispiele: Hormone, Neurotransmitter, Pheromone

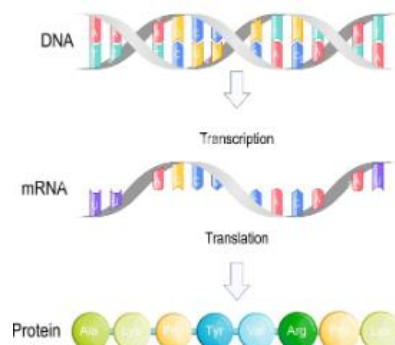
Kontaktarten:

- Parakrine:
 - o Botenstoffe von einer signalgebenden Zelle freigesetzt
 - o Zielzelle nicht direkt an signalgebender Zelle → Botenstoffe in ECM freigegeben
- Endokrine:
 - o Zelle gibt Hormone frei
 - o Hormone wandern durch Blutbahn
 - o Im Zielgewebe an Gewebe abgegeben
 - o Durch ECM an Rezeptor der Zielzelle
- Autokrin:
 - o Abgebende Zelle stimuliert sich durch eigene Botenstoffe

Genexpression:

Definition:

- Bezeichnung für den Prozess, wie aus der genetischen Information eines Gens, mitsamt aller dafür nötigen vorangehenden Prozesse, ein Protein gebildet wird (Proteinbiosynthese)
- Transkription von DNA zu mRNA
 - o Synthese von Boten- oder mRNA unter Vorgabe der DNA-Sequenz
- Translation von mRNA zu Protein
 - o Translation ist Synthese von Proteinen unter Vorgabe von mRNA-Sequenzen



Weitere Definitionen:

- Promotor: Bereich auf der DNA, Initiationspunkt der Transkription
- Exon: „expressed region“- bleibt später in der fertigen mRNA erhalten
- Intron: „intrinsic region“- wird zunächst abgelesen, fehlt aber bei der finalen mRNA
- Introns sind oft um ein Vielfaches größer als Exons
- Codon: eine aus drei aufeinanderfolgender Nukleotiden bestehende Sequenzen in DNA und mRNA, die die genetische Information für eine bestimmte Aminosäure enthalten

RNA-Polymerase:

- An die RNA-Polymerase ist eine Vielzahl an Proteinen gebunden, die alle eine spezifische Aufgabe haben „Transkriptionsmaschinerie“
- Diese Faktoren regulieren u. a. ob ein Gen abgelesen werden soll oder nicht → Transkriptionsfaktoren, diese binden an spezifische DNA-Abschnitte im Bereich des Promotors
- Weiter entfernt liegende DNA-Bereiche können ebenfalls Transkriptionsfaktoren binden, die die Transkription fördern (Enhancer) oder unterdrücken (Suppressor) können
- Initiation:
 1. RNA-Polymerase II fährt auf der DNA entlang und entdeckt Promotor
 2. Doppelhelix Struktur lässt sich auf → Open Komplex (Transkriptionsblase)
 3. RNA-Polymerase startet mit erster Base
- Elongation:
 4. An der Startnukleotid werden immer weiter Nukleotide angeheftet
 5. RNA-Polymerase II fährt weiter auf der DNA vom 3' zum 5' Ende
- Termination:
 6. Am Stopp Signal (TTTT) löst sich die RNA-Polymerase II von der DNA
 7. Neu synthetisierte mRNA löst sich vom DNA-Strang und DNA Doppelstrang schließt sich wieder
- Ergebnis der Transkription:
 - o Am Ende der Transkription besteht die gebildete mRNA aus Introns und Exons = prä-mRNA
 - o Vor der Proteinbiosynthese muss die prä-mRNA noch prozessiert werden
 - Introns müssen weg
 - o Prä-mRNA Prozessierung

RNA Splicing:

- Durch den Prozess des RNA-Splicings werden Intron-Sequenzen aus der prä-mRNA herausgeschnitten und die übriggebliebenen Exon-Sequenzen zu einem durchgehenden sekundären mRNA Strang zusammengefügt
- Bestimmte Proteine erkennen bestimmte DNA-Sequenzen am Anfang (Donor site) und am Ende (Acceptor site) des Introns
- Ribosomennukleoproteine binden an Acceptor site
- Proteine schneiden Introns aus und kleben Rest zusammen

5' Cap und Poly- a tail

- Capping Protein bindet sofort an Ende der bereits fertig synthetisierten RNA der RNA-Polymerase → 5' Cap
 - o Diese Veränderungen schützen das 5' - Ende vor Abbau und bewirken Transport der reifen RNA aus dem Kern ins Cytoplasma

- Poly-a binding Protein bindet an 3'-Ende der mRNA
 - o Schützt das 3'-Ende vor Exonukleasen und definiert ihr Alter für den späteren normalen Abbau (Turnover)
 - o TTTT (DNA) → AAA (RNA)

Translation: 5' → 3'

- Übersetzung der mRNA in entsprechende Aminosäuren (Proteine)
- tRNA enthält Basentriplet (Anticodon) und ist mithilfe von Enzymen mit passender Aminosäure beladen → aminoacyl-tRNA Synthetase
 - o bindet an Codon (Teil der mRNA)
- Untereinheit Ribosom treffen sich an einem Startcodon (meist AUG) mit Initiations-tRNA
- tRNA an P-Stelle im Ribosom → an A-Stelle bindet nächste tRNA
 - o Aminosäuren werden mit Peptidbindung miteinander verknüpft → Aminosäure an P-Stelle löst sich → Ribosom wandert um ein Codon weiter zu E-Stelle
 - Bis Stoppcodon (UAA, UAG, UGA) → Aminosäurekette löst sich → nimmt während Vorgang Sekundär- und Tertiärstruktur ein

Der genetische Code:

- kann 64 Möglichkeiten haben
- eine AS kann durch mehrere Codons codiert werden
- Code universell für alle Lebewesen
- 61 codieren für AS

