

# Wichtige Begriffe der Biologie

## Aktinfilamente (Mikrofilamente):

- Mikrofilamente bilden neben den Mikrotubuli das 2. große Strukturelement des Cytoskeletts
- bestehen aus 2 Hauptproteinen: Actin und Myosin
- Mikrofilamente bilden die "Zellmuskulatur"
- entstehen durch Polymerisation granulärer Aktinmonomere unter ATP- Spaltung
- zwei Aktinketten winden sich helixartig umeinander
- Kontraktion erst nach Assoziation mit Myosin → Myofilamente
- Actin (dünn) und Myosin (dick) bilden die Myofilamente im Skelettmuskel
- Wechselwirkungen Myosin-Aktin führen zur Zellbewegung

## Antikörper:

dienen der Infektionsabwehr

Immunglobuline

- aus vier Proteinketten (zwei leichte, zwei schwere) aufgebaut, die jeweils konstante und variable Bereiche besitzen
- die Heterogenität der Antikörper entsteht durch
  - Existenz von variablen und hypervariablen Stücken
  - verschiedene Kombinationen der einzelnen Stücke ("Baukastenprinzip")

## Barr-Körperchen:

- stark anfärbbare Bereich im Kern weiblicher Zellkerne unterhalb der Kernmembran
- zweites, inaktiviertes X-Chromosom (zum Gendosis Ausgleich mit männlichen Zellen)
- fakultatives Heterochromatin
- Inaktivierung findet im frühen Embryonalstadium statt (12.-18.Tag); ein kleiner Teil am kurzen Arm entgeht der Inaktivierung

## Basenpaare der DNA:

- komplementär

Adenin und Thymin: 2 Wasserstoffbrückenbindungen

Cytosin und Guanin: 3 Wasserstoffbrückenbindungen

- in der RNA statt Thymin Uracil

## Bakterienkapsel, Bedeutung und lichtmikroskopischer Nachweis:

- Auflagerung von mehr oder weniger dicken Schichten auf die Zellwand; bestehen aus Polysacchariden oder Polypeptiden

- Maskieren Oberflächenantigene der Bakterienzellwand, verhindern Agglutination der Zellen durch Antikörper, machen Zellen resistent gegen Phagocytose
- Nachweis durch Negativfärbung mit Tusche

### **Cholesterin, Aufnahme in Zellen (durch rezeptorvermittelte Endocytose):**

- Cholesterin zum Transport im Blut an LDL (low density lipoprotein gebunden
- Rezeptoren auf der Zellmembran erkennen und binden die Proteine
- Intrazelluläre Aktinfilamente bewirken Eindellung, Invagination und Vesikelbildung
- Chlatringerüst auf der Membraninnenseite der Rezeptorregion gibt dem Vesikel sein namensgebendes Aussehen (Stachelbaumvesikel)
- diese Form der Endocytose ist hochgradig spezifisch und hochgradig konzentrierend

### **Chromosom:**

Das während der Mitose zu sichtbaren Strukturen kondensierte Chromatin des Zellkerns enthält Gene in linearer Anordnung.

### **Chromosom, Strukturelemente für Erhalt und Weitergabe des genetischen Materials:**

Zentromer: hält Schwesterchromatiden zusammen und bildet Anknüpfungspunkt für Spindelapparat, anheften der Spindelfaser

Origin: Startstelle der Replikation

Telomer: verhindert Zusammenkleben der Chromosomen, verschließen der Chromosomenenden

### **Cilien, Aufbau und Bewegungsmechanismus:**

Fadenförmiges Organell an Zelloberflächen, das in großer Zahl auftritt und Einzelzellen zur Bewegung befähigt oder als Flimmerepithel in Körperhöhlen zum Transport von Stoffen dient

- dünne Ausläufer des Cytoplasmas, membranumschlossen
- Struktur:  $(9 \times 2) + 2$  Tubuli

Wenn ein Dyneinarm einen benachbarten  $\beta$ -tubulus berührt, spaltet das Dynein ATP in ADP (ATPase Aktivität!). Die dadurch freiwerdende Energie verschiebt den Doppeltubulus → Beugung des Ciliums (Kraftschlag)

- lösen des Dyneinarms – Zurückschnellen des Ciliums (Erholungsschlag)

### **Colchizinzugabe, zytologische Auswirkung**

- verhindert Polymerisation von Tubulin zu Mikrotubuli → Spindelfaserapparat kann sich nicht Ausbilden
- hält die Zellen in der Metaphase an, verhindert Mitose

### **Crossing – Over:**

- Vermischung von väterlichem und mütterlichem Erbgut während der Meiose
- die gepaarten Chromatiden homologer Chromosomen überkreuzen sich → Bindungsbruch, Knüpfung neuer Bindung unter Austausch von Chromosomenstücken
- Cross-over Ereignisse sind als Chiasmata cytologisch erkennbar

### **Desmosomen:**

gürtel- (Zonula adhaerens) oder punktförmig (Maccula adhaerens); Interzellularraum vorhanden bzw. sogar erweitert, mechanischer Zusammenhalt ohne Einschränkung der freien Diffusion

Schutz gegen Scherkräfte

### **Diffusion:**

einfach: nicht selektiv, passiver Konzentrationsausgleich entlang eines Konzentrationsgefälles  
erleichtert: molekülspezifisch durch Permeasen; starke Beschleunigung der Diffusion; Sättigung (da die Zahl der Permeasen beschränkt ist)

### **DNA, $\beta$ -Form, strukturelle Eigenschaften:**

(Watson-Crick-Doppelhelix)

- zwei Polynucleotidstränge
- komplementäre Basenpaarung (A-T; C-G)
- antiparallele Einzelstränge; gegenläufige Parallelität
- Phosphatreste außen
- enge und weite Furche durch die Asymmetrie der Basen
- Zusammenhalt durch H-Brücken und hydrophobe Wechselwirkungen
- 5'-3' Polarität

### **DNA - Klonierung:**

Zellklon beinhaltet alle Zellen, die durch Zellteilung aus einer Stammzelle hervorgegangen sind  
→ identisch

Ziel der Klonierung: Vermehrung der zu untersuchenden DNA um viele Größenordnungen

Strategie: Einsetzen der Passagier-DNA, Einschleusen des beladenen Vektors und seine Vermehrung

### **DNA, Kondensationsstufen zum Metaphasechromosom:**

- Doppelhelix (Verkürzungsfaktor 7)
- Nukleosomen-Fibrille (Faktor 6)
- Solenoid - Fibrille (Faktor 40)
- Schleifenbildung (Faktor 4)

### **DNA- Replikation, Erfordernisse und Ablauf:**

- semikonservativ
- Replikation an beiden Strängen zugleich
- Problem: 5´ - 3´ - Replikation, daher:
  - Vorwärtsreplikation nur an einem Strang
  - am gegenläufigen Strang Replikation in kleinen Stücken (sog. Okazaki – Stücke)
  - Replikation am membrangebundenen Replikationskomplex (Multienzym)
- Initiation:
  - wo?: - am Startpunkt (Origin) (Prokaryont: einer; Eukaryont: viele)
  - wie?: - Originerkennung (durch Protein) u. Originaufschmelzung
    - regionale Entwindung der Helix durch Helikase
    - Bruch eines Stranges durch Topoisomerase
    - Auseinanderweichen der Einzelstränge
    - Stabilisierung der Einzelstränge
- Elongation:
  - wo?: - am freien 3´ - OH –Ende der wachsenden Kette
  - wie?: - Primase synthetisiert Primer (Starter aus RNA)
    - Elongation durch DNA – Polymerase
    - sofortiges Korrekturlesen (DNA-Polymerase übernimmt Korrekturlesefunktion)
    - Leading- / Lagging- Strand- Synthese
    - Nuklease entfernt RNA – Primer
- Ligieren:
  - wo?: - Spaltstellen zw. Replikationsfragmenten und Initiationsbruchstellen
  - Lücken in Okazaki – Stücken (lagging strand)
  - wie?: - durch Ligase Vereinigung von 5´ - Enden mit 3´ - Enden der DNA

### **DNA, Übersetzung Nukleinsäure in Protein:**

- Transkription in mRNA
- Translation an der mRNA über Tripletcode in Peptidketten an Ribosomen
- Ablesen der mRNA in Triplets beginnend mit Start Codon (= AUG)
- Ende am Stopcodon (= UAA, UAG, UGA)

### **DNA, Zusammensetzung und Struktur:**

- Nucleotide aus Basen: Desoxyribose und Phosphat (doppelsträngig)
- Basenpaarung: A/T, C/G
- $\alpha$ - Helix (Doppelhelix)
- antiparallel
- 5´-3´ Polarität
- Komplementarität

### **Ductus Botalli:**

Während der Ontogenese des Menschen aus 6. Kiemenbogenarterie sich entwickelnde Verbindung von Arteria Pulmonalis zur Aorta, die nach der Geburt degeneriert

### **Ektoderm (äußeres Keimblatt), Strukturen:**

entsteht während der Gastrulation

Organentwicklung aus dem Ektoderm:

- Epidermis mit Anhangsorganen Haare und Nägel
- Sinnesorgane
- zentrales und peripheres Nervensystem
- Chorion- und Amnionepithel (Chorion: äußere Eihaut, mit Zotten versehen, über die die Ernährung des Embryos erfolgt; Amnion: innere Eihaut, gefüllt mit Amnionflüssigkeit (Fruchtwasser), in der sich der Embryo entwickelt)
- Nebennierenmark
- Adenohypophyse (Vorderlappen)

### **Embryonalentwicklung (frühe), Stadien:**

- Zygote

Furchung zum 2, 4, 8, 16 Zellstadium

- totale, gleichmäßige, äquale Teilung zur
  - Morula aus
    - Embryoblast (innerer Zellhaufen)
    - Trophoblast (äußere Zellschicht)
  - Blastula
    - Blastocoel (Hohlraumbildung)
    - Embryoblast (an Implantationsstelle)
  - Gastrulation (Bildung der Keimblätter): Gastrula
  - Neurulation (Bildung des Neuralrohrs): Neurula

### **Entoderm (inneres Keimblatt), Strukturen:**

entsteht während der Gastrulation

Organentwicklung aus dem Entoderm:

- Magen, Darm, Leber, Pankreas (Bauchspeicheldrüse)
- Harnröhre, Harnblase
- Lunge, Luftröhre, Kehlkopf
- Dottersack und Allantoisepithel

### **Epithelzellen, Zellkontakte zwischen:**

- bedecken als Gewebe die Oberfläche unseres Körpers und kleiden alle inneren Hohlräume aus
- Zellkontakte zwischen Epithelzellen sind möglich

- Zell – Zell – Kontakte in multizellulären Organismen:

| Name                  | Synonym                             | Form                   | Funktion                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verschlußkontakt      | Zonula occludens,<br>tight junction | gürtelförmige<br>Nähte | Permeationseinschränkung; Verschluß des Interzellularraums; Einschränkung der lateralen Diffusion von Transportproteinen in einer Membran                                                           |
| Gürteldesmosom        | Zonula adhaerens                    | gürtelförmiges<br>Band | mech. Zusammenhalt; Beteiligung auch an embryonaler Organbildung; Interzellularraum normal                                                                                                          |
| Punkt-desmosom        | Macula adhaerens                    | druckknopfartig        | mech. Zusammenhalt; Interzellularraum normal bis breiter                                                                                                                                            |
| Kommunikationskontakt | Macula communicans,<br>gap junction | fleckförmig            | Zellkommunikation; Passage von Molekülen; Synchronisation der Gewebsdifferenzierung; embryonale Wachstumskontrolle; elektr. Kopplung; Erregungsleitung; Abkopplung toter Zellen aus dem Zellverband |

- Zonula occludens (tight junction) → gegen Permeation; Einschränkung der Lateraldiffusion von Transportproteinen in der Zellmembran
- zonula adhaerens; mechanischer Zusammenhalt (Verdichtung im Interzellularraum)
- macula adhaerens; mechanischer Zusammenhalt (Verdichtung im Interzellularraum)
- macula communicans (gap junction); funktionelle Zellkopplungen; 6 Connexine bilden ein Connexon (zur Zellkommunikation, Synchronisation der Gewebsdifferenzierung, Wachstumskontrolle; elektrische Kopplung)

**Erbgänge:**

dominant: Heterozygote sind Merkmalsträger

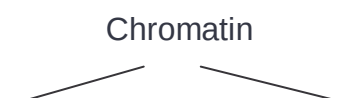
rezessiv: nur Homozygote sind Merkmalsträger

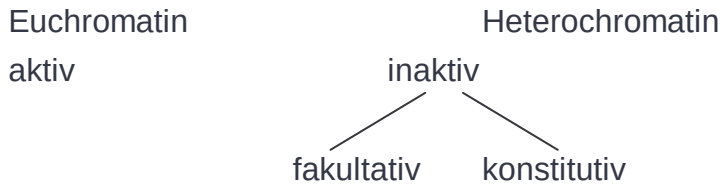
autosomal: an Autosomen gebunden; d.h. Vererbung ist geschlechtsunabhängig

X-chromosomal: an X-Chromosomen gebunden

**Euchromatin:**

- dekondensiertes, genaktives Chromatin (Aktivität ist abhängig vom jeweiligen Differenzierungszustand der Zelle)
- transkribierbar
- frühe Replikation
- entspiralisiert
- unterschiedlicher Kondensationsgrad in Mitose und Interphase





### **Exocytose:**

- Abgabe von Partikeln aus der Zelle durch Abschnürung von Zellmembranvesikeln.
- Sekretion, Ausstoßung von Schadstoffen
- permanent und schubweise

Endocytose: Aufnahme, Ernährung; Körperabwehr

- Pinocytose (kleine Partikel, Tröpfchen)
- Transcytose (Transport von Vesikeln durch die Zelle)
- Phagocytose (große Partikel)

### **Exportproteinsynthese im rER:**

vgl. Translation

### **Expression eines Gens, beeinflussende Elemente:**

→ Operon Modell

- beeinflussende Elemente:

Promotor: stark oder schwach

Operator

Repressor/Aktivator

niedermolekularer Induktor

Sigmafaktor

### **Furchungstypen:**

- Isolecithale Eier: total, äquale Furchung (bei Stachelhäutern, Säugern)

→ der Dotter ist annähernd gleichmäßig verteilt; es entstehen bei der Furchung in etwa gleich große Blastomeren

- Mesolecithale Eier: total inäquale Furchung (bei Amphibien)

→ der Dotter ist ungleichmäßig zum vegetativen Pol verschoben; die Dottermasse ist aber relativ klein

- Telolecithale Eier: partielle, dicoidale Furchung (bei Fischen, Vögeln, Reptilien)

→ extrem dotterreich; Furchung beschränkt sich auf den animalen Teil des Eis → Keimscheibe

### **Gen:**

Linearer Abschnitt auf einem Chromosom, dessen Nucleotidsequenz für ein Protein bzw. eine spezifische RNA codiert.

### **Genetischer Code:**

- Eigenschaften:

degeneriert (Existenz von Synonymen)

nicht überlappend

kommafrei

universell

Triplett- Code

- Triplett- Raster- Code mit 4 Basen, welche 64 Möglichkeiten für 20 AS ergeben
- Degeneration des Codes, da eine AS durch mehrere Sequenzen codiert ist; sie schafft durch Variabilität in der Codierung eines Triplett's Toleranz für spontane Mutationen

### **Genetische Information, Übersetzung Nukleinsäure in Protein:**

vgl. DNA

### **Genbegriff:**

- Transkriptionseinheit: kodierende und regulatorische Elemente
- Information für Polypeptide rRNA, tRNA, Komplementationseinheit

### **Genregulation (interzelluläre Regulation):**

1) Auf DNA Niveau:

- Gen-Amplifikation: Vervielfachung eines Gens oder einer Gengruppe für eine regulative, zeitlich z.B. Vermehrung der rRNA in Oozyten begrenzte Verstärkung der entsprechenden Genaktivität
- DNA- Kopien- Verminderung durch Abbau von Genen oder Ausstoßung des Kerns

2) auf Transkriptionsniveau

- differentielle Transkription

→ Steuerung der Bereitstellung von mRNA

→ negative Regulation durch Repressor; Attenuator

- Substratinduktion

- Endproduktrepression

- positive Regulation bei Pro- und Eukaryonten unter Auf- und Abbau von cAMP (Aktivatorproteine erleichtern Transkription;  $\delta$  - Faktoren verändern Aktivität der RNA – Polymerase)

- Regulatorgene steuern Aktivität des Operators; codieren Repressor (Mittler zwischen Regulatorgenen und Promotor)

- Operatorgene steuern Aktivität der Strukturgene

- Promotorregion: hier bindet die DNA- Polymerase (→ Transkription)



- Promotor + Operator = Operon
- Effektor kann Repressor inaktivieren (bei der Substratinduktion) und aktivieren (Endproduktrepression)
- ein aktiver Repressor verhindert immer die Informationsabgabe eines Operons
- Bsp. Tryptophan- Operon → Endproduktrepression, Tryptophan als Co- Repressor
- zw. Operator und Strukturgenen → Attenuator (Terminator)
- Attenuator: Kontrollregion; sollte trotz ausreichend vorhandenen Tryptophans die RNA-Polymerase noch nicht zufriedenstellend in ihrer Aktivität gehemmt werden, so stoppt der Attenuator das Weiterlesen; bei Tryptophanmangel → Weiterlesen

### 3) auf Translationsniveau

- Veränderung der Halbwertszeit der mRNA
- Steuerung der Faktoren der Proteinbiosynthese
- Blockade des cap

### 4) Heterochromatinbildung

### **Gramfärbung:**

- Anfärbung mit Kristallviolett
  - Behandlung mit Jodlösung
  - dadurch Bildung eines tiefblauvioletten wasserunlöslichen Farbstoff- Jod- Komplexes in einer Zelle (im oder am Protoplasten)
  - Behandlung mit Alkohol (Differenzierung)
  - gramnegative Bakterien werden entfärbt, da nur einschichtiger, weniger vernetzter Mureinsacculus vorhanden und da äußere lipidhaltige Zellwandschichten durch den Alkohol abgelöst werden → kein Farbstoff- Jod- Komplex mehr
  - Gegenfärbung mit Safranin → Bakterien sind orange bis rot (gramnegativ)
  - grampositive Bakterien: vielschichtiger, stark vernetzter Mureinsacculus; Farbstoff- Jod- Komplex wird bei der Alkoholbehandlung zurückbehalten → Zellen = blauviolett
- Mureinsacculus = Stützschiicht in der Zellwand der Bakterien und Blaualgen*

### **Hai, Sinnesorgane:**

Seitenliniensystem: (aus Neuromasten) Strömungssinnesorgan

Lorenzinische Ampullen: Elektrorezeptoren

Auge: Sehorgan

Inneres Ohr/ Innenohr/ Labyrinth/ Bogengänge: Gleichgewichtssinn, Schweresinn, Drehsinn; Bogengänge mit Endolymph gefüllt, Trägheit der Masse sorgt bei Bewegung für Auslenkung und damit Reizung der in Ampullen angeordneten Sinneszellen (Kinocilien), Messung der Winkelbeschleunigung im Bogengangapparat

Aufbau:

- vorderer, hinterer und lateraler Bogengang des Labyrinths mit jeweiligen Ampullen

- Sacculus: Ansatz- u. Endpunkt der Bogengänge
- Lagena: Erweiterung des Sacculus
- Statocysten (offenes o. geschlossenes Bläschen, flüssigkeitsgefüllt; beinhaltet die Statolithen = kleine Steinchen) und Sinneshaare in Utriculus, Sacculus, Lagena (wird im Lauf der Evolution zu Cochlea)

Ductus endolymphaticus: beim Hai steht das Hohlraumsystem des Labyrinths mit der Außenwelt über den D.e. in offener Verbindung

- der D.e. fehlt bei erwachsenen höheren Wirbeltieren, ist embryonal aber vorhanden
- das innere Ohr ist ursprünglich kein Gehörgang;

das eigentliche Gehörorgan entwickelt sich erst bei den höheren Wirbeltieren aus der Lagena, die sich verlängert und bei Säugetieren zur Schnecke (Cochlea) aufwindet

### **Herzanatomie:**

Herzkreislauf: rechter Vorhof → rechte Kammer → Lunge → linker Vorhof → linke Kammer

Frosch: Septum (Scheidewand) im Atrium (Vorhof) aber noch kein Septum im Ventrikel (Hauptkammer), Aorta links und rechts, Kiemenbögen noch vollständig ausgeprägt; Vorhöfe und Kammern nicht getrennt

Mensch:

- Ductus Botalli, foramen ovale, ductus venosus (die drei Kurzschlußwege) degenerieren nach der Geburt
- Septum wird vollständig
- rechte von linker Herzhälfte getrennt
- separierte Mündungen der Venen, separierte Quellen der Arterien
- Aorta einseitig
- Rückbildung der Kiemenbögen

### **Herz- und Gefäßsystem; Veränderung bei der Geburt eines Säugers:**

- Degeneration der Umbilicalvenen/ gefäße (Gefäße der Nabelschnur; standen mit der Placenta in Verbindung)
- die drei Kurzschlußwege degenerieren:

Ductus Botalli (wichtig für die O<sub>2</sub> Versorgung/ „Atmung“ des Embryos)

foramen ovale (Loch in der Scheidewand zwischen rechtem und linkem Vorhof)

ductus venosus (Verbindung zur Vena cava inferior)

- Lungenkreislauf setzt ein
- Rechts- links- Wechsel

### **Heterochromatin:**

wegen seines starken Kondensierungszustandes besonders anfärbbares, genetisch inaktives Chromatin; spät repliziert, mutationsarm

konstitutiv: hochrepetitive Sequenz der DNA (in allen Zellen vorhanden); → Zentromer  
fakultativ: dem physiologischen Zustand bzw. Entwicklungszustand der Zellen entsprechendes Heterochromatin; enthält aktivierbare Gene → inaktiviertes X-Chromatin

### **Hominidenevolution (es gibt keine verlässlichen Angaben!!!):**

Homo habilis; vor ca. 2 Mio.

Homo ergaster; Afrika; 1,5 – 1,4 Mio.

Homo erectus; Asien; 1,0 Mio. – 400.000

Homo heidelbergensis; Eurasien; 250.000 – 40.000

Homo sapiens; Afrika; Asien; Eurasien; 400.000 – 250.000

Homo sapiens sapiens; vor 40.000

### **Hominoiden zum Hominiden, Entwicklungsmerkmale:**

- aufrechter Gang
- Vergrößerung des Gehirns
- Werkzeuggebrauch
- Entwicklung des Gehirns, Sprache
- Seßhaftwerdung
- Juvenilphase verlängert

### **Homologieprinzip:**

- gemeinsame Abstammung, gemeinsame Gene
- homolog: in der Phylogenie stammesgeschichtlich gleichwertig z.B. Vorderextremitäten bei Wirbeltieren können als Flossen, Laufbeine, Flügel; Arme oder Grabwerkzeuge ausgebildet sein

bei Organen:

1. Homologiekriterium der Lage (gleiche Lage im gemeinsamen Bauplan)
2. Homologiekriterium der spezifischen Qualität (Übereinstimmung in speziellen Merkmalen)
3. Homologiekriterium der Stetigkeit (Existenz der Übergangsformen)

### **IMViC Reaktion:**

Zweck: Unterscheidung zwischen den sehr ähnlichen Escherichia Coli (Darmbakterium, weist auf Fäkalienverunreinigung hin) und Enterobacter aerogenes (Bodenbakterium, ungiftig)

I – Indolbildung

M – Methylrotbindung

Vi – Voges-Proskauer Reaktion

C – Citratwertung

E.Coli: ++--

Enterobacter: --++

Bedeutung: relativ schnelle und vor allem einfache Untersuchung von Trinkwasser

### **Inductor, Wirkungsweise bei der Expression des lac-Operons:**

- Induktor  $\cong$  Effektor
- Induktor (Laktose) bindet an Repressor, der auf dem Operator sitzt
- dadurch Schwächung der Bindung des Repressors an Operator DNA
- wird von Operator DNA abgelöst
- RNA- Polymerase kann Strukturgene ablesen
- Inaktivierung des Repressors
- Effektor kann auch aktivieren

### **Initiationsreaktion, Unterschied zwischen Pro- und Eukaryonten:**

- Ribosom (30S- Untereinheit) sucht AUG – Startsignal auf mRNA
- Pro.: shine Dalgarnor Sequenz ist komplementär zu 3' Ende der 16S r-RNA
- Eu.: CAP (modifiziertes Guanin) am 5' Ende wird "erkannt", nächstgelegenes AUG wird als Startsignal gelesen
- fmet – RNA (= Formylmethionin) lagert sich in P-Stelle an, wenn AUG dort erscheint
- Initiationsfaktoren: u.a. IF<sub>2</sub>; IF<sub>3</sub>; Energie aus GTP
- Anlagerung von 50S – Untereinheit
- Entstehung des 70S - Initiationskomplexes

### **Ionenkanäle, Regulation:**

- Kapazität/ mechanische Regulation
- Spannungsregulation: können sich nur schließen, wenn das Membranpotential seinen Grundzustand (Ruhepotential) hat; Membranpotential, Depolarisation → Öffnung, Inaktivierung → Schließen
- Ligandenregulation (extrazellulär und interzellulär)

### **Karyogramm:**

- Metaphasen werden bei Verdacht auf Chromosomenstörungen überprüft
- Normal: 46 Chromosomen, diploider Chromosomensatz, (2\*23); 44 Autosomen + 2 Geschlechtschromosomen (Gonosomen)
- Mann: XY
- Frau: XX
- Chromosomen unterscheiden sich in Länge und Lage des Zentromers; metazentrisch, akrozentrisch und subzentrisch
  - Keimzellen besitzen einen haploiden Chromosomensatz
  - Einteilung eines Karyogramms in sieben Gruppen (A-G) unterteilt

### **Karyotyp**

Chromosomensatz einer Zelle eines Organismus, charakteristisch durch Zahl und Struktur der Chromosomen.

normaler Karyotyp einer Frau 46, XX

normaler Karyotyp eines Mannes 46, XY

### **Klon:**

Von einem gemeinsamen Ursprung abgeleitete Population; alle Mitglieder des Klons sind identisch.

### **Lichtmikroskop, Auflösung:**

NA = Numerische Appertur; maßgebende für die Auflösung;  $NA = n \cdot \sin \alpha$

n = Brechungsindex des Mediums; in Luft = 1

$\lambda$  = Wellenlänge des Lichtes

$\alpha$  = halber Öffnungswinkel, unter dem die Objektöffnung vom Objekt aus betrachtet erscheint

kleinster noch trennbarer Punktabstand:  $d = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha}$

### **Ligasen, Reaktionen die dadurch katalysiert werden:**

- Enzym, das das Verschließen eines DNA – Einzelstrangbruchs, die Verbindung zweier DNA – Ketten bewirkt

- (im lagging strand):

Schließung von 5' Phosphat und 3' OH Lücken in der DNA unter Kofaktorbeteiligung (ATP oder NAD)

### **Lysosom:**

Vesikel, abgeschürt von der Reifungsseite des Golgi-Apparates, gefüllt mit Verdauungsenzymen; primär (leer) und sekundär (entstehen durch Fusion mit Substratvesikeln)

### **Lysosomen:**

Enzyme: Nukleasen, Phosphatasen, Peptidasen, Esterasen, Glycosidasen, usw.

PH-Wert = 5,0

Aufgabe:

- hydrolytische Spaltung von Makromolekülen; Abbau
- Verdauung von zelleigenem (Autophagie) bzw. zellfremden (Heterophagie) Material
- Ernährung
- Körperabwehr

### **Meiose:**

vier Keimzellen, halber Chromosomensatz

Meiose führt zu vier haploiden Gameten aus einer diploiden Zelle  
genetisches Material wird gleichzeitig auf die Tochterzellen verteilt

- Teilungsvorgänge, die während der Bildung von Keimzellen zur Reduktion eines diploiden zum haploiden Chromosomensatz führen
- der Prozeß der Meiose besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Teilungsvorgängen:
  1. Reduktionsteilung
  2. Äquationsteilung (ähnlich der Mitose)
- Stadien der Meiose:
  - S-Phase der Interphase: Verdopplung des Chromatin-Gehaltes
  - Prophase I (5 Stadien):
    1. Leptotän: Chromosomenkondensation (Spiralisierung)
    2. Zygotän: Paarung homologer Chromosomen → Bivalente bzw. Tetraden
    3. Pachytän: Crossing-over-Ereignisse
    4. Diplotän: Chiasmata
    5. Diakinese: max. Kondensation, Auflösung der Kernmembran
  - Metaphase I: Ausrichtung der homologen Chromosomen in der Äquatorialebene
  - Anaphase I: Trennung der homologen Chromosomen unter Lösung der Chiasmata
  - Telophase I: aus einer Keimzelle mit diploidem Chromosomensatz entstehen zwei Zellen mit haploidem Satz u. durchmischem genetischen Material
  - Prophase II, Metaphase II, Anaphase II, Telophase II entsprechen der Mitose
  - Interphase zw. 1. und 2. Reifeteilung ohne S-Phase
  - Anaphase II trennt Schwesterchromatiden
  - Endresultat: 4 Zellen mit haploidem Chromosomensatz

### **Membran (integrale) in Doppelschicht, Verankerung von:**

- Lipiddoppelschicht (bilayer) mit asymmetrischer Verteilung der Bestandteile (Lipide: Phosphol., Cholesterin, Glycol.; periphere, integrale Glycop.)
- Fluidität (je höher Lipidgehalt, Cholesteringehalt, Temperatur, Anteil ungesättigter Fettsäuren, um so flüider)
- Permeationsschranke
- Abgrenzung
- Erkennungsfunktion – Rezeptoren
- Erregungsfortleitung
- interzelluläre Kommunikation
- hydrophobe Wechselwirkungen
- $\alpha$ - Helix Aktin (transmembrane Domäne) Spektrin- Moleküle
- zonula occludens
- periphere, transmembrane Proteine (integral oder nicht)

- Spektrin: eines der Hauptmembranmoleküle; es liegt der Membraninnenseite auf es ist fädig u. myosinartig  
Verbindung zum Cytoskelett über Aktinfilamente → Wahrung der Form

### **Mesoderm (mittleres Keimblatt), Organausbildung:**

- entsteht während der Gastrulation
- Organausbildung aus dem Mesoderm:
  - Muskulatur (aus Myotom = Muskelanlage im Somit)
  - Knochen und Knorpel (aus Sklerotom = Wirbelanlage des Somits; Somit = Ursegment)
- Haut (aus Dermatome)
- Herz, Blut, Blutgefäßsystem
- Harnleiter, Niere
- innere Sexualorgane

### **Mitose:**

- Zellteilung/ Kernteilung, führt zu zwei genetisch identischen Tochterzellen
- Bestandteil des Zellzyklus
- Stadien der Mitose:
  - Prophase: Chromosomenkondensation, Kernmembran löst sich auf; Zentriolen wandern an die Zellpole; Auflösung des Nukleolus, Bildung der Spindeln
  - Metaphase: Chromosomen ordnen sich in der Äquatorialplatte an
  - Anaphase: Verschiebung der Chromatiden zu den Zellpolen
  - Telophase: Ausbildung eines Teilungsringes; Bildung neuer Kernmembranen; Dekondensation des Chromatins, Beginn der rRNA-Synthese (ribosomale RNA), Formierung der Nucleoli
  - Cytokinese: Durchschnürung der Mutterzelle u. Bildung von 2 Tochterzellen unter Verteilung der Organellen

### **Mitochondrien**

(gr. mitos Faden; Chondr-\*) n.pl: (engl.) mitochondria; etwa bakteriengroße (1-5-µm lang), ovale, lipidreiche Zellorganellen der Eukaryonten, die von einer Doppelmembran umgeben sind; die innere Membran ist zur Oberflächenvergrößerung kammähnlich (Cristae) od. röhrenförmig (Tubuli) eingefaltet. M. sind meist in der Nähe von Energiequellen (z.B. Fettvakuolen) od. ATP-bedürftigen Zellstrukturen lokalisiert u. enthalten die Enzyme der Atmungskette, der oxidativen Phosphorylierung, des Zitronensäurezyklus\* u. der Betaoxidation. Aufgaben: Energiegewinnung durch Oxidation der versch. Nährstoffe in d. Zelle, wobei zugleich Rohstoffe für Biosynthesen anfallen (Phospholipide, Aminosäuren, Porphyrin, Häm). Die frei werdende Energie wird zur Bildung von ATP (vgl. Adenosinphosphorsäuren) verwendet. M. mit vielen Lamellen, z.B. in aerob arbeitenden Muskeln, dienen vorwiegend der inneren Atmung\* u. Energieproduktion (ATP-Erzeugung); M. mit weniger Innenmembranen (z.B. in Leberzellen) enthalten viele synthetisierende Enzyme. Während die M. in Muskelzellen

mehr od. weniger fixiert sind, können sich M. in Leberzellen frei im Zytoplasma bewegen. Alle M. enthalten eigene ringförmige DNA\* sowie besondere Ribosomen\* (vom 70S-Typ), die bakteriellen Ribosomen nahestehen; die Fähigkeit zur Selbstreduplikation deutet daraufhin, daß sich die M. evolutionär von intrazellulären Symbionten herleiten.

### **Mitochondrien- Matrix, Leistungen:**

Sitz von abbauenden Enzymen: Zitronensäurezyklus,  $\beta$ -Oxidation

### **Mitochondrien Membran (innere), Leistungen:**

- Sitz der Enzyme der Atmungskette
- Import und Export von Metaboliten
- Elektronentransport
- Protonentransport
- ATP- Synthese

### **mutagene Reagenzen:**

- lösen Mutationen aus
- chem. Substanzen:

salpetrige Säure ( $\text{HNO}_2$ ): Basenveränderung (Deaminierung):

→ Substitution der ursprünglichen Base durch eine andere

Benzpyren (wird durch Oxidation aktiviert): DNA Adduct (Reaktion mit DNA); wirkt kanzerogen

- alkylierende Substanzen:

→ Alkylierung von Basen, kann zur Veränderung der Basenpaarung führen → Strangbruch

- energiereiche und ionisierende Strahlen:

(UV-, Röntgen-,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, Strahlen)

- UV-Licht: → wird von Nucleinsäuren absorbiert!
- es kommt zur Dimerisierung von Basen, z.B. zur Bildung von Pyrimidinhydraten
- Strangbruch
- Basenanalogue, z.B. Bromuracil: Einbau falscher Basen

### **Mutation:**

- Punktmutation (Substitution, Deletion (Leserasterverschiebung), Addition (Leserasterverschiebung))

→ Missense, Nonsense durch Rasterverschiebung, vorzeitiger Abbruch (verstümmeltes Protein)

- Blockmutation (Deletion, Inversion, Translokation → Gen unter Kontrolle eines anderen Promotors, Duplikation)

- mehrere Nucleotide sind betroffen
- diese Mutationen können am Chromosom zu sichtbaren Strukturveränderungen führen
- Deletion: Verlust eines Teilstücks
- Duplikation: Teilstück wird in die Schwesterchromatide eingegliedert



→ Inversion: doppelter Bruch, umgekehrtes einfügen

→ Translokation: Anheften an eine Chromatide eines nicht homologen Chromosoms;

Gen unter Kontrolle eines anderen Promotors

- Genommutation → numerische Aberration (Monosomie, Trisomie)

### **Mutagenitätstest**

- z.B. Ames – Test (Schnelltest für nicht pathogene Salmonella – Stämme)

- diese Stämme können eine spezifische AS nicht synthetisieren, d.h. sie wachsen nicht auf Agar ohne Histidin

- Behandlung mit chem. Mutagen → Rückmutation (Bakterien werden wieder autotroph; wachsen auf Agar ohne Histidin)

(je mehr Rückmutationen desto mutagener die chem Substanz (Noxe))

### **Natrium – Kalium – ATPase, Funktionsweise:**

- aktiver Transport

- im energetisierten Zustand besitzt die  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  - Pumpe an der Membraninnenseite 3 Bindungsstellen für  $\text{Na}^+$ -Ionen

→ 3  $\text{Na}^+$  werden nach außen gebracht und entlassen

- in diesem Zustand hat die Pumpe zwei Bindungsmöglichkeiten für  $\text{K}^+$  - Ionen

- wenn an der Membraninnenseite  $\text{K}^+$  abgegeben worden ist, ist die Pumpe entspannt

- durch Energiezufuhr wird die Pumpe wieder energetisiert, d.h. gespannt; die Energie wird aus der Spaltung von ATP bezogen

- diese Pumpe ist eine ATP-ase, ein Protein (Enzym), das in Abhängigkeit von  $\text{Na}^+$  u.  $\text{K}^+$  ATP spaltet

- die ATP-ase reicht durch die Membran hindurch

- Konformationsänderung durch die jeweilige Bindung mit  $\text{Na}^+$  oder  $\text{K}^+$  führt zur Rotation des Enzyms

- Phosphorylierung u. Dephosphorylierung

- 30% des Gesamtenergieverbrauchs werden für die  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  - Pumpe verbraucht

- arbeitet gegen Konzentrationsgradienten → Erhaltung des Membranpotentials

### **Nucleolus:**

- ein oder mehrere "Kleinkerne" sind während der Interphase im Nukleus sichtbar (an der Nukleolus- Organisator- Region akrozentrischer Chromosomen)

Aufgabe: Produktion ribosomaler Untereinheiten

- membranlos, zentral: fibrilläres Material (DNA – Schleifen, die r-RNA Gene tragen, r-RNA Transkripte)

peripher granuläres Material (z.T. in komplette ribosomale Untereinheiten)

## Aufgabe: Produktion ribosomaler Untereinheiten

### Nukleotid:

Zuckermolekül (Ribose bei RNA, Desoxyribose bei DNA), organische Base (Adenin, Cytosin und Guanin; bei DNA: + Thymin, bei RNA + Uracil) und Phosphorsäurerest

→ Nucleosid: Zucker + Base

### Ontogenese der Säugerniere:

Vorniere: Pronephron; segmentaler Flimmertrichter; primärer Harnleiter (Wolff'scher Gang) endet im Darm

Urnier: Mesonephron; Kapillarsystem (primitive Glomeruli mit Bowman'scher Kapsel) in der Nähe des Flimmertrichters (noch segmental)

Nachnieren: Metanephron, nicht mehr segmental, keine Flimmertrichter, nur noch Glomeruli, sekundärer Harnleiter

dazu: → biogenetische Grundregel (nach Haeckel):

Die Entwicklung eines Einzelwesens (die Ontogenese) ist eine kurze und schnelle Wiederholung seiner Stammesentwicklung (der Phylogenese) (mit Einschränkungen)

→ Entwicklung des Urogenitalsystems:

- im Verlauf der Phylogenese treten bei den Vertebraten 3 Entwicklungsstufen der Niere auf
- primitivste Form: Vorniere (Pronephron) bei den Fischen und Amphibien (Anamnia) während der Embryonalentwicklung
- sie besteht aus segmental organisierten Flimmertrichtern in der Leibeshöhle, die über den primären Harnleiter (Wolff'scher Gang) in den Darm einmünden
- eine paarige Vornierenanlage spezialisiert sich separat zum Müllerschen Gang, dem späteren Eileiter
- bei erwachsenen Anamnia ist das Ausscheidungsorgan die Urnieren (= Mesonephron)
- wie bei der Vorniere münden segmentale Flimmertrichter in den Wolff'schen Gang
- Flimmertrichter u. Kanälchen der Urnieren treten mit segmentalen Blutgefäßen zusammen → Kapillarnetz  $\cong$  die primitiven Glomeruli
- zu Beginn der Nierenevolution werden die Glomeruli in der Nähe der Flimmertrichter angelegt; während der Urnierenentwicklung werden sie in das Nierengewebe einbezogen u. von Ausstülpungen der Nierenkanälchen umschlossen → Bowmansche Kapsel
- mit zunehmender Organisation der Glomeruli verlieren die Flimmertrichter ihre Funktion u. werden rudimentär
- bei erwachsenen Anamnia ist die Vorniere zurückgebildet, nur ein segmentales Flimmertrichterpaar mit seinen Gängen bleibt der Eileiter erhalten (Müllerscher Gang)
- bei den Reptilien, Vögeln u. Säugern entwickelt sich die Nachnieren  $\cong$  Metanephron, die nicht mehr segmental gegliedert ist u. die die Kanälchen zum sekundären Harnleiter bündelt

- keine Flimmertrichter; Glomeruli besitzen Ausscheidungsfunktion
- aus der Niere entwickelt sich der Hoden; der Wolffsche Gang wird zum Samenleiter

### **Operatorsequenzen (prokaryontisch):**

Liegen zwischen Promotor und Strukturgenen, Anbindungsstelle der Repressoren, die die Wirkung der RNA-Polymerase blockieren

### **Ölimmersion:**

- Öl hat einen höheren Brechungsindex als Luft, von  $n = 1,55$
- die Strahlen, die sonst in der Luft vorbeilaufen, werden durch das Öl auf die Linse projiziert → höhere NA

### **Plasmide, Charakteristika:**

- zirkulär
- extrachromosomal
- autonome Replikation

### **Populationsentwicklung, Strategie:**

r- Strategie: "rate", exponentielles Wachstum

z.B. Fliege    Lebensraum instabil, kaum begrenzte Ressourcen  
                   Dichte variabel  
                   geringe Konkurrenz  
                   hohe Zuwachsrate, kaum dichteabhängig  
                   meist kleine Körpergröße  
                   geringe Lebensdauer → hohe Nachkommenszahl

k- Strategie: "Kapazität", angepaßt an den Lebensraum

z.B. Elefant    Lebensraum stabil, knappe Ressourcen  
                   Dichte nahe der Umweltkapazität  
                   Konkurrenz  
                   niedrige Zuwachsrate, dichteabhängig  
                   große Körpergröße  
                   höhere Lebensdauer → wenige Nachkommen

### **Primärtransskripte (eukaryontisch), Teilschritte der Reifung:**

→ Reifung der mRNA bei Eukaryonten:

- die heterogene, nucleäre RNA (hnRNA) ist das primäre Transkript des DNA-Abschnittes, der die Information für ein Gen trägt
- die hnRNA ist die genaue Kopie der DNA u. enthält sowohl Transkripte der Introns als auch der Exons

- Introns haben keinen Informationswert u. werden auf RNA – Niveau herausgeschnitten → gespleißt
- das 5´- Ende wird durch Ankopplung einer spez. Nucleotidsequenz verändert → Käppchen/ cap der RNA zur späteren Fixierung am Ribosom
- an das 3´- Ende werden bis zu 200 Adenylreste angehängt → Poly- A- Schwanz
- die Verbarrikadierung der Enden, die die Prokaryonten nicht haben, bietet das Bedürfnis der Eukaryonten, die RNA länger stabil zu halten
- Ausschleusen der gereiften mRNA ins Cytoplasma

### **Prokaryont (Organisation des genetischen Materials):**

- kein Kern
- kein Processing ( $\cong$  Reifen)
- keine Chromosomen
- ringförmige DNA
- keine membranumgrenzten Organellen

### **Proteine, Aufbau:**

- 20 verschiedene Aminosäuren
- Primärstruktur: AS- Sequenz, kovalente Verknüpfung durch Peptidbindung
- Sekundärstruktur:  $\alpha$ - Helix,  $\beta$ - Faltblatt
- Tertiärstruktur: räumliche Anordnung im Gesamtmolekül
- Quartärstruktur: Zusammenlagerung mehrerer Proteinmoleküle
- Modifikation → Veränderung nach der Synthese; findet im Golgi – Apparat statt
  - ↙
    - proteolytische Spaltung
    - Phosphorylierung
    - Glykosylierung
    - Acetylierung
    - Acylierung
    - Kombination mit Lipiden → Lipoproteine
    - Methylierung
- die Proteine werden im Golgi – Apparat sortiert, in Vesikel verpackt u. verschickt

### **Proteinbiosynthese:**

- findet an Ribosomen statt
- Ribosomen sind Komplexe aus rRNA u. Proteinen, die in „Fließbandarbeit“ Proteine herstellen

- sie bestehen aus einer großen u. einer kleinen Untereinheit, die sich im Moment der Proteinbiosynthese zu einem kompletten Ribosom zusammenfügen
- rRNA ist ein Strukturelement
- während der Proteinbiosynthese wird die Information der Nucleinsäuresequenz in eine AS – Sequenz umgesetzt
- 2 Schritte:
  - Transkription: vorbereitender Schritt: umschreiben der Nucleotid- (oder Basen-) sequenz der DNA in RNA
  - Translation: eigentliche Reaktionsschritte  
Übersetzung der Nucleotidsequenz (der mRNA) in Aminosäuresequenz

### **Proteine, Veränderung nach ihrer Synthese (Modifikationen):**

- protolytische Spaltung
- Phosphorylierung
- Glykosylierung
- Acetylierung
- Acylierung
- Kombination mit Lipiden --> Lipoproteine
- Methylierung

### **Rattendarm und -leber, Verbindungen:**

- Verbindungen:
- Vena portae (Leberpfortader): mit Abfallprodukten angereichertes Blut gelangt vom Dünndarm in die Leber
- Ductus choledochus (Gallengang): Verbindung zw. Leber- Duodenum; führt Gallensäuren

### **Rattengastrointestinaltrakt, von Mund bis After:**

- Mund
- Speicheldrüsenausführungsgänge
- Oesophagus (Speiseröhre)
- Magen (Cardia, Fundus, Pylorus)
- Duodenum (Zwölffingerdarm)
  - Ductus choledochus (Gallengang) (mündet ein)
  - Ductus pancreaticus (mündet ein)
- Jejunum (Leerdarm)
- Ileum (Hüft darm)
- Caecum (Blinddarm)
- Colon (ascendens, transversum, descendens)
- Rectum (Mastdarm)

- Mund → Oesophagus (Speiseröhre), mündet vorn unter dem Leberlappen in den als Cardia bezeichneten Teil des Magens → ihm schließt sich der Fundus an → Pylorus Region endet mit Pylorus – Schließmuskel, der die Übergangsstelle zum Dünndarm bildet; links dorsal vom Magen liegt die Milz

- 3 Abschnitte des Dünndarms: Duodenum (Zwölffingerdarm), 1. Darmschlinge; in sie mündet, nahe dem Pylorus, der von den Leberlappen ausgehende Gallengang (die Ratte hat keine Galle!);

im Mesenterium des Duodenums liegt das drüsenförmige Pankreas, seine Ausführungsgänge münden über den ductus pancreaticus ebenfalls ins Duodenum

→ Jejunum (Leerdarm) → Ileum (Hüft darm) → Caecum (Blinddarm)

→ Colon (Grimmdarm) gliedert sich in colon ascendens, colon transversum u. colon descendens

→ Rectum (Mastdarm)

### **Gefäße im Bauchraum:**

- die Hauptstammäste sind die Aorta dorsalis u. Vena cava posterior (hintere Hohlvene), die durch das Diaphragma in den Bauchsitus der Ratte eintreten

- in die Leberpfortader (die in die hintere Hohlvene mündet) münden vordere Mesenterilavene (Blut aus Dünn- u. Dickdarm), hintere Mesenterilvene (Rectum, Colon): hintere Pankreas – Duodenumvene, Milzvene (Milz, Magen), Pylorusvene (Pankreas; Magen, Duodenum)

### **Rattengeschlechtsdrüsen (akzessorisch) die in die Urethra münden:**

- Prostata (Vorsteherdrüse) mit Koagulationsdrüsen: Sekret bildet einen die Vagina verschließenden Pfropf nach der Kopulation

- Glandulae vesiculares (widderhornförmige Drüsen)

- Glandulae bulbo-urethrales (Cowper´sche Drüsen)

tragen beide zur Bildung der Samenflüssigkeit bei

### **Rattenherz:**

zuführende Gefäße:

vena cava posterior

vena azygos --> vena cava anterior sinister (rechtes Atrium)

vena cava anterior dexter (rechtes Atrium)

vena pulmonales (linkes Atrium)

### **abführende Gefäße:**

rechter Ventrikel --> Arteria pulmonales

linker Ventrikel --> Aortenbogen

- truncus anonymus --> rechte Aorta carotis, rechte Aorta subclavia
- linke Aorta carotis
- linke Aorta subclavia

### **Ratte, Verlauf von Epidymis bis Harnröhrenausgang:**

- Nebenhodenkopf und -schwanz (Epidymis)
- Vasa deferentia (Wolff'sche Gänge)
- Harnblase
- Prostata (Vorsteherdrüse/ Koagulationsdrüsen)
- Glandulae vesiculares (Widderhornförmige Bläschendrüsen)
- Glandulae bulbo-urethrales (Cowper'sche Drüsen)
- Präputialdrüsen des Penis

### **Ratte, Vena cava posterior, Gefäße, die einmünden:**

münden alle in vena portae hepatica --> Leber --> Lebervene --> vena cava posterior

- Vena iliaca
- vena renalis sinister (linke Nierenvene)
- vena renalis dexter (rechte Nierenvene)
- vordere und hintere Mesenterialvene
- Pylorusvene
- Milzvene
- hintere Pankreas-Duodenumvene

### **Rattenurgenitalsystem**

- bei den Säugetieren gilt der Metanephros als bleibendes Ausscheidungsorgan mit dem Ureter (sekundärer Harnleiter)
- Reste des Mesonephros bilden mit dem Beginn des Wolff'schen Ganges den Nebenhoden (Epidymis)
- der Wolff'sche Gang hat seine Funktion als Harnleiter verloren und dient als Samenleiter
- der weibliche Geschlechtsapparat steht in keiner Beziehung zur Urniere: die Eier werden über das Ostium tuba (Flimmertrichter) vom Ovidukt (Müller'sche Gang) aufgenommen
- männl. Urogenitalsystem
- Ureteren (Harnleiter) gehen von der Niere aus und münden in die Harnblase, von der die Urethra (Harnröhre) ausgeht
- in diese münden die Vasa deferentia (Wolff'sche Gänge), Samenleiter)
- der Nebenhoden unterteilt sich in Nebenhodenkopf u. -schwanz
- akzessorische Geschlechtsdrüsen:
  - Prostata (Vorsteherdrüse/ Koagulationsdrüsen)
  - Glandulae vesiculares (widderhornförmige Drüsen)
  - Glandulae bulbo-urethrales (Cowpersche Drüsen)

- Präputialdrüsen des Penis
- weibl. Urogenitalsystem:
  - Ovarien → Ostium tubae → Eileiter → Uterus
  - bei der Ratte: Uterus duplex (rechter u. linker Uterus)

### **Replikation, semikonservativ:**

Bei der DNA-Synthese bildet je einer der parentalen, zur Replikation enthaltenen DNA-Einzelstränge mit dem an ihn replizierten Tochterstrang den neuen DNA- Doppelstrang (semi = halb, conservare = erhalten)

- erfolgt an beiden Einzelsträngen in 5´-3´ Richtung
- erfolgt kontinuierlich am Führungsstrang und diskontinuierlich am Folgestrang
- erfordert eine Helikase
- läuft während der S-Phase des eukaryontischen Zellzyklus ab

### **Restriktionsendonukleasen:**

- DNA schneidende Enzyme, die die spezifische Basensequenzen erkennen
- schneiden der spezifischen Sequenzen, von 4-8 Nukleotiden, schneiden meist palindromisch

### **RNA-Klassen:**

m-RNA: Informationsübertragung

t-RNA: Adapterfunktion

r-RNA: Strukturbildung (in Ribosomen)

kleine leit-RNA: RNA- Redaktion (Veränderung von primären m-RNA Transkripten; regulatorische Funktion)

kleine RNA: bildet Viroide (Viren in Pflanzen)

### **Signaltransduktionsmechanismus, nach Bindung eines Hormons:**

- Hormon bindet an Hormonrezeptor
- GDP löst sich von  $\alpha$ - Untereinheit des G-Proteins, aktiviert durch Bindung an Hormonrezeptor die Adenylatzyklase auf Membraninnenseite
- ATP --> cAMP (cAMP als 2. Informationsträger)
- cAMP aktiviert Proteinkinase
- Phosphorylierung verschiedener Proteine, Stoffwechseländerungen

### **Steroidhormone, Wirkung auf Transkriptionseinheit bestimmter Gene:**

- Steroidhormone sind lipophil, d.h. können Zellmembran durchdringen
  - binden im Cytoplasma an Rezeptoren, mit denen sie im Karyoplasma die Chromatinstruktur verändern
- = Förderung oder Hemmung der Transkription



### **Synthese sekretorischer Proteine:**

- Signal-Recognition-Peptide (SRP) erkennt Signalsequenz, bindet Ribosom-mRNA-Komplex, stoppt Translation
- rER: Einfädelung des begonnenen Polypeptids in das Lumen des rER, Transport in Vesikeln zum Golgi Apparat (chemische Modifikationen: z.B. Kondensationen, Glykosylierung)
- Transport in Vesikeln, Endocytose in den extrazellulären Raum

Transduktion:

Übertragung eines Gens bzw. DNA-Fragments durch einen lysogenen Phagen. (Phage nimmt DNA mit zum neuen Wirt)

### **Transduktion:**

Übertragung eines Gens, bzw. DNA – Fragments durch einen lysogenen Phagen (Bakteriophagen) (Phage nimmt DNA mit zum neuen Wirt)

### **Transfektion:**

Transformation bei Eukaryonten

### **Transformation:**

- Umbildung durch von außen zugegebener DNA
- DNA wird von kompetenten Zellen aufgenommen u. exprimiert
- Genübertragung ohne jeglichen Zellkontakt durch freie DNA

### **Translation:**

- genetische Information wird von DNA auf RNA überschrieben
- Basensequenz der RNA wird in die Aminosäuresequenz eines Proteins übersetzt
- Ribosomen = Übersetzungsmaschine, Codons der mRNA werden erkannt und die entsprechenden AS zu Proteinen verknüpft

### **Transkription:**

- nur der codogene Strang wird transkribiert
- Enzym: RNA- Polymerase
  - Core - Enzym  $\alpha_2\beta\beta'$
  - Holo - Enzym  $\alpha_2\beta\beta'\delta$
- Initiation: an Promotoren, Aufwinden des Doppelstrangs
- Elongation: Kettenverlängerung in 5'-3' Richtung, kein Korrekturlesen
- Termination: an spezifischen Basensequenzen oder durch  $\delta$ -Terminationsfaktor
- Produkte: mRNA, tRNA, rRNA

### **Translation:**

- Übersetzung der Nukleotidsequenz (der mRNA) in eine Aminosäuresequenz
- erfolgt an den Ribosomen: große Protein - RNA Komplexe

zwei Untereinheiten:

klein: 30s bei Prokaryonten, 40s bei Eukaryonten

groß: 50s bei Prokaryonten, 60s bei Eukaryonten

tRNA als Adapter

Initiation:

- kleine Untereinheit des Ribosoms sucht Startsignal auf mRNA
- tmet-tRNA lagert sich an P-Stelle an, wenn AUG dort erscheint unter Beteiligung von Initiationsfaktoren
- Anlagerung der großen Untereinheit des Ribosoms

Elongation:

Codonerkennung durch Aminoacyl-tRNA; Knüpfung der Peptidbindung, Freisetzen der tRNA, Translokation um ein Triplett

Termination:

Stopcodon; Aktivierung der Ablösefaktoren, Kettenabbruch

Transkriptionseinheit auf der DNA, Teilbereiche:

Promotor, Operator, Strukturgene

Enzym: RNA-Polymerase, an allen Teilschritten beteiligt

### **Transkription:**

- Umschreibung der Primärinformation (DNA) in ein Transkript (RNA)
- die messenger-RNA (mRNA) trägt die genetische Information der DNA ins Cytoplasma
- Initiation:
  - Start der Transkription findet an spezifischen Stellen der DNA, statt, den Promotoren; hier bindet die RNA –Polymerase mit Hilfe der  $\beta$ - Untereinheit
  - anders als bei der DNA – Replikation wird nur ein DNA – Strang abgelesen → der transkribierte Strang wird als codogen bezeichnet
  - nach der Initiation wird der  $\beta$ - Faktor abgekoppelt
- Elongation:
  - die Kettenverlängerung nimmt das Core – Enzym vor
  - im Verlauf der Transkription zieht der codogene Strang durch das aktive Zentrum der RNA – Polymerase, während der 2. Strang über den Rücken des Enzyms gleitet
  - der Doppelstrang öffnet sich nur so weit, wie das Enzym Platz braucht
  - Kettenverlängerung verläuft in 5´-3´ Richtung

- Ribonucleosidtriphosphate werden an das freie 3'-OH- Ende der wachsenden Kette angelagert u. anpolymerisiert

- RNA – Polymerase liest nicht Korrektur

Termination:

- anhand spez. Basensequenzen erkennt die RNA – Polymerase das Ende der Transkriptionseinheit

- manchmal hilft ein  $\sigma$ - Terminationsfaktor, der sich an ein Enzym lagert u. es abspaltet

- der fertige: RNA-Strang wird freigesetzt

- Produkte: m-RNA, r-RNA, t-RNA

- Transkriptionseinheit auf der DNA: Promotor, Operator, Strukturgene

### **Translation:**

- Übersetzung der Nukleotidsequenz (der mRNA) in eine Aminosäuresequenz → Proteinbiosynthese

- erfolgt an Ribosomen im Cytoplasma (Ribosomen bestehen aus einer kleinen u. großen Untereinheit)

- es gibt an Ribosomen 2 ausgezeichnete funktionelle Stellen, P-Stelle u. A-Stelle

- P-Stelle: Ort, an dem sich die wachsende Polypeptidkette befindet

- A-Stelle: Ort an dem neu hinzufügende AS mit ihrer tRNA angelagert werden

- Initiation:

- mRNA wird an die kleine Untereinheit gebunden

- das Startcodon AUG rückt in die P-Stelle → Bildung des 30 S – Initiationskomplexes

- Initiationsfaktoren sind an dem Vorgang beteiligt, um ungewünschte Nebenreaktionen zu vermeiden

- die große Untereinheit bleibt zunächst abgekoppelt

- GTP liefert Energie

- AUG ist das Triplett für Methionin → Startcodon

- sobald das erste AUG – Codon in der P-Stelle erscheint, führt das Enzym IF<sub>2</sub> die tRNA heran, die mit Met. beladen ist

- fmet – tRNA lagert sich an der P-Stelle an, um das Met. zu modifizieren, da es als Start – AS in die P-Stelle eingelagert werden soll

P-Stelle: Peptidyl – Stelle A-Stelle: Aminoacyl – tRNA – Akzeptor - Stelle

- sobald das Anticodon der Formyl – methionyl – tRNA an das AUG gebunden hat, wird die große Ribosomen-Untereinheit angekoppelt

→ Ribosom – Untereinheit angekoppelt → 70 S – Initiationskomplex

- Elongation:

- Ablesen der mRNA in 5'3'-Richtung

- Peptidkette wächst vom N-terminalen zum C-terminalen Ende hin

- Codonerkennung der Aminoacyl-tRNA wird vom Elongationsfaktor TU vermittelt

- das Startcodon AUG liegt in der P-Stelle, das nächstfolgende Triplet in der A-Stelle u. wartet auf die passende mit einer AS – beladenen tRNA; wieder sind Elongationsfaktoren beteiligt
- die AS aus der Peptidyl-tRNA in der P- Position wird auf die Aminoacyl-tRNA in der A-Stelle übertragen; die Peptidyl-Transferase knüpft die Peptidbindung
- dieses Enzym bringt die wachsende Kette von der P-Stelle in die A-Stelle
- leere tRNA löst sich aus der P-Stelle → Translokation um ein Triplet, A-Stelle wird wieder frei
- Termination:
  - Stopcodons UAG, UGA, UAA erscheinen in der A-Stelle
  - Ablösefaktoren werden aktiviert
  - Kettenabbruch

### **Trisomie (freie), Vorgänge für Entstehung:**

bei der Keimzellenbildung: Non-disjunction in der ersten meiotischen Anaphase; Non-disjunction in der zweiten meiotischen Anaphase  
 Non-disjunction während der ersten postzygotischen Anaphase

### **t-RNA, charakteristische Strukturmerkmale:**

Akzeptorende: am 3' Ende zur Aufnahme der Aminoacylreste  
 Anticodon: Zur Basenpaarung mit dem Codon auf der mRNA

### **t-RNA-Schleifen:**

- seltene Basen, die erst bei der t-RNA-Reifung eingebaut werden, führen zur Schleifenbildung
- TψU-Schleife → große Rolle bei Wechselwirkungen mit rRNA
- DHU-Schleife → Anlagerung an Synthetasen
- Extra-Schleife → Funktion unklar

### **Vektor:**

Plasmid oder Virus zur Klonierung von DNA

### **Vektor (hier: Plasmid) in der Gentechnik:**

kreisförmiges DNA-Molekül, normalerweise nicht essentiell

Gentechnik braucht folgende Eigenschaften:

- a) unabhängiges Replicon → stärkere Vervielfältigung als DNA
- b) Fähigkeit Passagier DNA aufzunehmen; durch Austausch oder Adaption
- c) muß mit hoher Effizienz in Wirtszelle eingeführt werden können
- d) muß Resistenzfaktoren tragen (sonst kein Nachweis möglich)

### **Vektorentypen:**

- Plasmide → Klonierung von DNA Stücken
- Cosmide (Resistenzgeninfo) → Klonierung von großen DNA-Stücken
- YAC's → Klonieren besonders großer DNA-Stücke

### **Vesikelarten, die über Golgi-Apparat produziert werden:**

- Lysosome
- Vesikel zur Signalinduzierten Exocytose
- Vesikel zur Signalunabhängigen (ständigen) Exocytose
- Residualkörper

### **Vesikel, Sortierung der Proteine in versch. Vesikelarten und deren Exocytose:**

Proteinsignalsequenzen kodieren die "Verwendung".

### **Wachstum (exponentiell), Standardformel:**

$N(t) = N_{(0)} \cdot e^{rt}$  → Verdopplungszeit  $t = \ln 2 / r$       $r$ : spez. Wachstumsrate  
 $t$  = Zeit  $N$  = Populationszahl

### **Wachstumskontrollgene, Aktivierung zu Onkogenen:**

- Chromosomentranslokation
- Stabilisierung (nicht Abbau) des Genprodukts
- Integration von Tumoviren
- Initiation (verkürzter) Zellwachstumsrezeptoren
- Initiation von Wachstumsfaktoren
- starker Promotor

### **Zellmembran, Aufbau:**

Lipide: Phospholipide, Glycolipide und Cholesterin

Natur der Membranlipide: hydrophiler Kopf, hydrophober Schwanz

- Proteine
- Glycokalix

### **Zellmembran, Funktionen:**

- innere Struktur der Zelle von der Außenwelt zu trennen
- Transport zulassen oder verhindern
- das innere Milieu der Zelle soll durch die Zellmembran unabhängig von außen sein
- Träger der Eigenschaften einer Zelle
- Signaltransduktion
- wichtigste Eigenschaft: Fluidität

### **Zelltransport (nicht einfache Diffusion):**

Transmembranproteine: Bilden einen Komplex, der in der Zellmembran fest verankert ist; formen dabei eine hydrophile (polare) Pore

### **Transporttypen (erleichterte Diffusion):**

Uniport: eine bestimmte Substanz in eine Richtung

Symport: transportiert zwei Substanzen gleichzeitig

Antiport: "Austauscher"; transportiert eine Substanz nach innen und gleichzeitig eine andere nach außen

### **Zellzyklus der Eukaryonten:**

vgl. Mitose

### **Zellzyklus, Phasen:**

G1: Zunahme der Zellmasse, intensive Proteinsynthese

S: DNA- Replikation

G2: Vorbereitung auf Mitose

M: Mitose

### **Zellzyklus, Darstellung:**

### **Zuwachsrate beim Menschen:**

ca. 2%

### **Zytoskelett von Zellen, wichtigste Elemente:**

- Aktin
- Mikrotubuli
- Intermediärfilamente

## Fragen zur Genetikvorlesung:

Aus welchen Bestandteilen ist DNA zusammengesetzt?

DNA = Desoxyribonucleinsäure

Basen:

Purine: Guanin, Adenin

Pyrimidine: Cytosin, Thymin

Base + Pentose = Nukleosid

Orthophosphat + Nukleosid = Nukleotid

Geben Sie eine hinreichende Erläuterung der DNA-Struktur

Doppelhelix            2            Polynukleotidstränge            sind            zu            einer            Doppelschraube  
umeinandergewunden

Polarität            Die Stränge besitzen eine gegenläufige Polarität

Basenpaarung            Es besteht eine spezifische Basenpaarung: A=T und G≡C

Drehsinn            Der Drehsinn ist aufsteigend gegen den Uhrzeigersinn, eine volle  
Umdrehung ist            nach 10 Basenpaaren erreicht

Stabilität            Hydrophobe Bindungen beieinanderliegender Basen schaffen den  
Zusammenhalt

Was bedeutet 5'3' Polarität?

Welche chemischen Bindungen und Wechselwirkungen kommen in der DNA zum Tragen?

Wasserstoffbrückenbindungen

Disulfidbrücken