

## Zelle und Organismus

~ Zelle als elementare Funktionseinheit:

- Kleinste Bau- und Funktionseinheit als Organismus
- Stoffaufnahme, -umbau und -freisetzung
- Wachstum-Teilung-Reaktion (auf Reize)

~ Mensch = Vielzeller:

- Große Organismus = viele Zellen
- Menschlicher Körper = 10.000 Mrd. Zellen
- Funktionelle Zelldifferenzierung entsprechend der Zellaufgabe

~ Differenzierung menschlicher Zellen (Beispiele):

- Knochenzelle
- Drüsenzelle
- Sinneszelle
- Epithelzelle (Haut / Schleimhaut)
- Blutzelle
- Bindegewebezelle
- Muskelzelle
- Knorpelzelle
- Nervenzelle
- Eizelle / Samenzelle

~ Funktion / Gestalt:

- Funktionelle Differenzierung bedingt unterschiedliche Gestalt, Form und Größe
- Dennoch grundlegende Gemeinsamkeiten

## Gemeinsamkeiten aller Zellen

~ Zelleib

~ Zytosol

~ Zellkern

~ Zellorganellen

### ~ Zellmembran I

- Hauchdünne Membran, die die Zelle umhüllt
- Zytoplasma-Membran / Plasmalemm
- Doppelfil fettähnlicher Substanzen (Glykolipide + Phospholipide)
- Lipidemolekül: wasserabstoßender Schwanzteil (hydrophob) sowie wasseranziehender Kopfteil (hydrophil)
- Zwei Lipidemoleküle gegenüber: Doppelmembran

### ~ Zellmembran II

- Für Membranfunktion sind membranständige Proteine verantwortliche:
  - Rezeptoren
  - Enzyme
  - Transportproteine
- Unterschiedliche Lagerung – an-, eingelagerte oder durchdringende Proteine
- ◆ **Periphere, integrale oder Transmembran-Proteine**

## Zelloberfläche (Glykokalix)

- ~ Membranproteine mit antennenartigen Zuckermolekülen versehen
- ~ Äußere Zelloberfläche besteht im Wesentlichen aus Zuckern = Glykokalix
- ~ Schutz gegen mechanische und chemische Noxen
- ~ Distanzwahrung gegenüber anderen Zellen und Fremdkörpern
- ~ Vorübergehende Kontaktvermittlung zwischen Zellen (z.B. Blutgerinnung, Entzündung)

## Selektive Membranpermeabilität (Regulation des Stoffdurchtritts)

~ Molekülgröße

~ Fettlöslichkeit

~ Elektrische Ladung

~ Membrantransportproteine für

hydrophile und geladene Teilchen

~ Carrier-Proteine und Kanalproteine

Selektive Permeabilität (Aufrechterhaltung von Konzentrationsgradienten)

## Zellorganellen (Übersicht)

~ Zellkern (Chromosomen, Nucleoli)

~ Ribosomen (Proteine und ribosomale RNA)

~ Endoplasmatisches Reticulum (glatt / rau)

~ Golgi-Apparat

~ Lysosomen / Peroxysomen

~ Mitochondrien

~ Zytoskelett und Zentriolen

~ Zelleinschlüsse

## Zellkern

- ~ Körperzellen meist einkernig, selten auch mehrkernig
- ~ Steuerungszentrum, genetische Informationen
- ~ Kernhülle mit Kernporen
- ~ Karyoplasma mit Chromosomen (46), einem oder mehreren Kernkörperchen
- ~ Nuclear-Sol: lösliche Anteil des Kerns

## Chromosomen

- ~ Lose gewundene Fäden im Zellkern, aus langen DANN-Molekülen bestehend
- ~ Kompleziert mit Proteinen = CHROMATIN
- ~ Während Kernteilung sichtbar im Lichtmikroskop
- ~ Bei Kernteilung werden beide Chromosomenschenkel verdoppelt = Chromatiden
- ~ In der Teilungsphase werden die Chromatiden getrennt

## Ribosomen

- ~ Proteinbiosynthese      ~ Körnchenstruktur      ~ Proteine & ribosomale RNA
- zusammengelagert zu Polysomen

## Endoplasmatisches Reticulum

- ~ Verzweigtes, membranumschlossenes Hohlssystem
- ~ Membran mit Ribosomen besetzt = rauhes ER
- ~ Fehlen die Ribosomen = glattes ER
- ~ Glattes ER: Lipidsynthese (etwa Steroidhormone)
- ~ Rauhes ER: Proteinsynthese zum intrazellulären oder extrazellulären Gebrauch

## Golgi-Apparat

- ~ In Kernnähe gestapelte Membransäckchen
- ~ Gefüllt mit Golgi-Vesikeln (portionierte Proteine oder andere Substanzen)
- ~ Sekretorische Funktion

## Lysosomen / Peroxysomen

- ~ Vesikel – Verdauung aufgenommener Fremdkörper
- ~ Verschmelzung zu sekundären Lysosomen
- ~ Peroxysomen: endogene Entgiftung

## Mitochondrien

- ~ Kraftwerke der Zelle: Energiebereitstellung      ~ Eiform mit innerer und äußerer Membran
- ~ Innere Membran mit Einfaltung (cristae) zur Oberflächenvergrößerung
- ~ Komplexe chemische Reaktionskette mit Generierung von ATP-Molekülen
- ~ Zahl der Mitochondrien spiegelt den Energiebedarf der Zelle wieder (z.B. Herz-, Skelettmuskelzellen)

## Zytoskelett und Zentriolen (Zytoskelett: Stabilisierende Strukturen im Zytoplasma)

### ~ Zytoskelett: Mikrofilamente

- Lange fadenförmige Gebilde: Aktin & Myosin
- Filamentbündel, Fibrillen
- Zellbeweglichkeit und Stabilisierung

### ~ Zytoskelett: Mikrotubuli

- Röhrenförmige Gebilde, die ein inneres Zellgerüst ausbilden
- Erhaltung der Zellform
- Wichtige Fixpunkte für die Zellteilung
- *Bestimmte Medikamente (Krebstherapie) können Mikrotubuli blockieren und damit Zellteilung verhindern (z.B. Vincristin)*

## Zentriol

### ~ Zentralkörperchen

- ~ Als Zentriolenpaar in Kernnähe
- ~ Wichtige Fixpunkte für die Zellteilung

## Zelleinschlüsse

### ~ Ansammlung von produzierten Substanzen

### ~ Meist typische Form und Farbe

- ~ z.B. Melanin (Farbstoff → kann zum Leberfleck führen)
- ~ z.B. Fetttröpfchen (Leberzellen nehmen viele Fetttröpfchen)
- ~ z.B. Glucose / Glykogen (kann gespeichert werden als Energiespeicher)

## Extrazelluläre Flüssigkeiten

### ~ Intravasalraum: 2,7 Liter Blutplasma

### ~ Interstitielle Flüssigkeitsraum: 10 Liter (umgibt alle Zellen wie ein 3D-Kanalnetz)

### ~ Transzelluläre Flüssigkeit in eingeschlossenen Räumen (Magen-Darm-Trakt etc.) 2 Liter (Flüssigkeit auf „Wanderschaft“)

2-3l tägliche Wasseraufnahme, in heißer Umgebung oder unter körperlicher Belastung bis zu 10l.

- Säuglinge und Kleinkinder benötigen vergleichsweise mehr Flüssigkeit: Ungünstiges Oberflächen-Volumen-Verhältnis

## Stofftransport

1. Stoffaustausch zwischen Kapillaren und Interstitium
2. Stoffaustausch zwischen Interstitium und Lymphkapillaren
3. Stoffaustausch zwischen Interstitium und Zelle
4. Passive Transportprozesse – Diffusion
5. Passive Transportprozesse – Osmose
6. Osmolarität
7. Kolloidosmotischer Druck
8. Passive Transportprozesse – Filtration
9. Aktiver Transport (Energieverbrauchend)
10. Bläschentransport

- ~ Wichtig für Zellfunktion
- ~ Heranführen von Sauerstoff und Nährstoffen
- ~ Stoffwechselprodukte (z.B. CO<sub>2</sub>) müssen entsorgt werden

Isoosmolarelösung (→ Blutkreislauf) – Kochsalzlösung / Ringer: Zunahme von Volumen (Träger für Medikamente)

Hyperosmolare: Wasser kann ins Gefäßsystem eintreten

Hypoosmolar: Wasser tritt aus den Gefäßen ins Interstitium

Exsiccose – Austrocknung

### Stoffaustausch zwischen Kapillaren und Interstitium

- ~ Grenze zwischen Blutplasma & Interstitium:  
riesige Austauschfläche der kleinen Haargefäße (Kapillaren)
- ~ Flüssigkeitsaustausch
- ~ Wasser & kl. Moleküle ins Gewebe abgepresst, Zellen und Proteine bleiben im Haargefäß zurück

### Stoffaustausch zwischen Interstitium und Lymphkapillaren

- ~ Interstitielle Flüssigkeit auch mit Lymphkapillaren in Verbindung
- ~ Lymphkapillaren – Lymphgefäße – Lymphknoten
- ~ Drainagesystem

### Stoffaustausch zwischen Interstitium und Zelle

- ~ Zellmembrane = Hindernisse für Teilchentransport = nur teilweise durchlässig = semipermeabel
- ~ Passiver Transport (ohne Verbrauch von Energie): Diffusion, Osmose & Filtration
- ~ Aktiver Transport (unter Verbrauch von Energie)

### Diffusion (passiver Transport)

- ~ Alle Teilchen (Moleküle, Ionen) ständig in Bewegung (*Brownsche Molekularbewegung*)
- ~ Hohe Konzentration – viele Zusammenstöße //// niedrige Konzentration – wenig Zusammenstöße
- ~ Teilchenwanderung vom Ort der hohen Konzentration hin zum Ort der niedrigen Konzentration (entsprechend dem Konzentrationsgradienten)
- ~ **Diffusion** – gerichteter Teilchentransport entlang des Konzentrationsgefälles (z.B. Tintenpropfen im Wasserglas)

### Diffusion von Sauerstoff und Kohlendioxid (passiver Transport)

- ~ O<sub>2</sub> entlang des Konzentrationsgefälles von Kapillare in die Zelle, wo O<sub>2</sub> fehlt
- ~ Ständiger Verbrauch von O<sub>2</sub> in der Zelle – es resultiert kein Konzentrationsausgleich
- ~ Entgegengesetztes Konzentrationsgefälle existiert für CO<sub>2</sub>, welches durch die Zellmembran in Interstitium diffundiert und über das Blut zur Lunge gebracht wird; dort Abatmung

Klausur: alveolokapilläre Membran

### Erleichterte Diffusion (passiver Transport)

- ~ Kanalproteine, Carrier-Proteine
- ~ für große oder schlecht lösliche Moleküle
- ~ z.B. Glucose

### „Wasserbasis“ des Organismus

- ~ Neugeborene bestehen zu 75% aus Wasser
- ~ Erwachsene aus 60%
- ~ Frauen < Männer, da wasserarmes Fettgewebe stärker ausgebildet
- ~ 70kg – Erwachsener
  - 30 Liter Wasser intrazellulär
  - Extrazelluläres Wasser in 3 Kompartimenten verteilt

### Osmose (passiver Transport)

- ~ Lösungsmitteltransport durch eine semipermeable Membran, die zwei Lösungen unterschiedlicher Teilchenkonzentration voneinander trennt
- ~ Semipermeable Membran durchgängig für Lösungsmittel (Wasser), aber nicht permeabel für größere Moleküle
- ~ Strom entsprechend dem Konzentrationsgefälle

## Osmotischer Druck

- ~ Gleichgewicht erreicht
- ~ Molekülwanderung gleicht sich aus
- ~ Der durch die Flüssigkeitssäule erzeugte Druck (hydrostatische Druck) ist genauso groß wie der Osmotische Druck
- ~ Seine Größe hängt ab von Teilchenkonzentration

## Osmolarität

- ~ Abhängigkeit des osmotischen Drucks von der Konzentration der osmotische wirksamen Teilchen
- ~ Osmolarität (Wirkstoffkonzentration =  $\text{osmol} / \text{l}$ )
- ~ Blutplasma:  $0.3 \text{ osmol} / \text{l}$  („Vielkomponenten – Lösung“)
- ~ Infusionslösungen : isoton, hyperten, hypoton
- ~ z.B. physiologische Kochsalzlösung ( $9 \text{g NaCl pro Liter Wasser} = \text{isoton}$ )

## Kolloidosmotischer Druck

- ~ Kapillarwände zwischen Blut und interstitieller Flüssigkeit = semipermeable Membran
- ~ Durchlässig für Salze, Glucose unter anderem kleine Moleküle
- ~ Schranke für die großen Plasmaproteine (sogenannte Kolloide)
- ~ Nur Proteine für osmotischen Druck verantwortlich = *kolloidosmotischer Druck*
- ~ z.B. „Hungerödem“ beim Absinken der Plasmaproteinkonzentration

Durch Hungersnot – Eiweißmangel – Druck wird geringer, Wasser fließt ins Interstitium

## Filtration (passiver Transport)

- ~ Transport von Flüssigkeiten durch semipermeable Membranen
- ~ Menge der abgefilterten Flüssigkeit ist abhängig von der Druckdifferenz beidseits der Membran und von der Membranfläche
- ~ Filtration erfolgt meist im Bereich der Kapillarwände (Membranen)
- ~ Hydrostatischer Druck (durch Herzschlag erzeugt) führt zum Abpressen von Flüssigkeit
- ~ (Beispiel: dicke Beine)

## Aktiver Transport

- ~ Energie-abhängige Molekültransporte gegen ein Konzentrationsgefälle durch Membranen
- ~ Aufrechterhaltung lebenswichtiger Konzentrationsunterschiede (zw. Zellinnen- und Extrazellularraum)
- ~ Immer von Carrier-Proteinen ausgeführt

## Bläschentransport

- ~ Für größere Partikel Membran undurchlässig (Eiweißkörper, Reste abgestorbener Zellen etc.)
- ~ Aufzunehmendes Teilchen wird von Cytoplasmaausläufern umschlossen (Pseudopodien), dann Verschmelzen mit der äußeren Zellmembran = Bläschen (Vesikel)
- ~ Ablösen und freies Schwimmen im Cytoplasma
- ~ Im Regelfall Verschmelzen mit Lysosomen und Abbau der aufgenommenen Partikel
- ~ Endocytose / Phagocytose
- ~ Umgekehrt werden auch Makropartikel so an den Extrazellularraum abgegeben (z.B. Ausschüttung von Hormonen, Antikörpern, Drüsensekreten)

## Proteinsynthese (Eiweißsynthese)

### Proteine

- ~ bestimmen wesentlichen Aufbau und Struktur der Zelle
- ~ z. B. als Bestandteil der Zellmembran
- ~ Zudem Regulierungsfunktion (Enzyme)

## Leben ist gekoppelt an die Fähigkeit der Zellen zur Proteinsynthese

- ~ Im Zellkern DNA mit Erbinformation für die Proteinsynthese
- ~ Proteinsynthese im Cytoplasma in Bindung an die Ribosomen

## Der Genetische Code

- ~ DNA enthält Baupläne für Proteine
- ~ 3 aufeinanderfolgende Basen eines DNA-Stranges = Basentriplett = Codon
- ~ Codon codiert jeweils eine Aminosäure

## DNA-Basen

- |          |           |
|----------|-----------|
| ~ Adenin | ~ Thymin  |
| ~ Guanin | ~ Cytosin |

Von 64 möglichen Basen-Tripletts codieren 61 Aminosäuren. Die restlichen 3 Tripletts sind Steuer-Codons.

Die verschiedenen Tripletts ergeben zusammen den genetischen Code. Der genetische Code ist bis auf wenige Ausnahmen universal (Bakterium ..... Mensch)



## Transkription

- ~ Erster Schritt der Übertragung von genetischen Informationen
- ~ Herstellung einer Zwischen-Kopie
- ~ DNA wird umgeschrieben in messenger-Ribonucleinsäure (m-RNA)
- ~ DNA entspiralisiert, Basenpaare brechen auf, Anlagerung von RNA-Moleküle
- ~ Einsträngige RNA = Spiegelbild der D N A
- ~ D N A und RNA-Copie nur Teil mit codierenden Sequenzen (EXONS), der Rest sind INTRONS (Datenschrott), welche abgespleißt werden
- ~ Verbleibende RNA wandert durch Kernsporen in das Cytoplasma

## Translation

- ~ Übersetzung des m-RNA-Codes in eine Aminosäure-Sequenz der Proteine an den Ribosomen
- ~ RNA in 3dimensionaler Struktur („Kleeblatt-Struktur“): oberes Blatt mit ANTICODON, am unteren Ende die dazugehörige Aminosäure

Virusfolge auf Zelle: Zelltod oder Umwandlung in eine Tumorzelle

## Abschluss der Proteinsynthese

- ~ Im Syntheseverlauf wandert das Ribosom entlang der RNA von Codon zu Codon
- ~ Ein endständiges Steuer-Codon (Stop-Codon) beendet die Proteinsynthese
- ~ Durch dort angebundene Freisetzungsfaktoren wird die vollendete Eiweißkette ins Cytoplasma freigesetzt

## GEN

Aus vielen Basen-Triplets bestehender Abschnitt der D N A mit Information zur Bildung eines bestimmten Proteins.

Menschliche Gene bestehen im Schnitt aus etwa 1.000 Basen-Triplets.

## Proteinsynthese

1. Genetischer Code
2. Transkription
3. Translation (RNA → Protein)
4. Abschluss der Proteinsynthese

## Gentechnologie: Fluch oder Segen

- ~ Code ist universal
- ~ DNA – Bruchstücke können von einem Organismus auf den anderen übertragen und dort biologisch aktiv werden
- ~ Chancen und Risiken sind enorm

- + : Synthese von Hormonen oder Gerinnungsfaktoren ohne Infektionsrisiko, Reparatur von Krebsgenen etc.
- : Allergiegefahren (gentechnolog. veränderte Nahrungsmittel), unkontrollierte Ausbreitung veränderter Gene, genetische „Verbesserung“ von Menschen durch Eingriffe in das Erbgut von Ei- und Samenzelle

## Vererbung

- ~ Gene und Chromosomen
- ~ Regeln der Vererbung
- ~ Dominanz und Rezessivität
- ~ Geschlechtschromosomen-gebundene Erbgänge

Lehre der Vererbung = GENETIK

## Humangenetik

- ~ Erkennung von genetisch bedingten Erkrankungen und neue Therapien (Gentherapie)

## Gene & Chromosomen

- ~ Phänotyp (äußeres Erscheinungsbild)
- ~ Zusammensetzung aus einer Vielzahl von Einzelmerkmalen (z.B. Haarfarbe, Geschlecht)
- ~ Genotyp (Gesamtheit der genetischen Informationen)
- ~ 1 Gen codiert 1 Protein
- ~ Für 1 Merkmal meist mehrere Gene verantwortlich
- ~ Alle Gene im Zellkern auf den Chromosomen lokalisiert
- ~ Jede Zelle mit 46 Chromosomen, alle Chromosomen liegen paarweise vor
- ~ 23 Chromosomen vom Vater, 23 Chromosomen von der Mutter
- ~ Karyogramm: farberisch dargestellte Chromosomenkarte
- ~ 22 Autosomen, 2 Genosomen (Geschlechtschromosomen)

## Regeln der Vererbung

- ~ Die homologen Chromosomen liegenden Gene nennt man ALLELE
- ~ Allele identisch = homozygoter Genotyp
- ~ Allele unterschiedlich = heterozygoter Genotyp
- ~ Vererbung folgt den Mendelschen Regeln

### 1. Mendelsche Regel

- ~ Elterngeneration / Geschlechtszellen: Allel 1 oder Allel 2
  - F-1-Generation: alle heterozygot (mischerbig)

## 2. Mendelsche Regel

~ F-2-Generation: Aufspaltungsregel

~ 1 : 2 : 1

### Dominanz & Rezessivität

~ Bei heterozygoten Allelen oft die Genwirkung eines Allels stärker als die des anderen Allels:

**dominantes Allel**

~ Das schwächere Allel wird als **rezessives Allel** bezeichnet

Dominantes Gen wird sich bei mischerbigigen Eltern in 75% durchsetzen, das rezessive Gen bei 25% in der Kindergeneration