**Biologie Zusammenfassung LK Luaj Taha**

Diese Zusammenfassung darf nicht zu kommerziellen Gründen verwendete bzw. unter einem falschen Namen verkauft werden! Ich wünsche euch weiterhin viel Glück beim Abitur! P.S: Bei Anmerkungen oder Fragen bitte mich unter der E-Mail [luajt12@gmail.com](mailto:luajt12@gmail.com) anschreiben.

**Genetik**

**Replikation:**

Die Replikation sorgt während der Interphase für eine Verdopplung der DNA. Dabei spielen Enzyme eine ganz wichtige Rolle:

* Die Replikation beginnt zuallererst mit der **Helikase**, die die Doppelhelix aufdreht, damit DNA-Einzelstränge entstehen.
* Die **Topoisomerase** durchschneidet und verknüpft die DNA-Stränge wieder, wenn es zu Überdrillungen (Überdrehungen) in anderen Bereichen kommt.
* Die **Primase** bereitet die Ansatzstelle **(Primer)** an dem 3' des Mutterstranges für die DNA-Polymerase vor, indem sie die ersten Nukleotiden an den Einzelstrang fügt.
* Die **DNA-Polymerase** kann dabei nur in eine Richtung wandern, nämlich von 3' nach 5' , synthetisieren jedoch von 5' nach 3'. **(Leitstrang)**
* Am **Folgestrang** muss die DNA-Polymerase in entgegengesetzter Richtung der Helikase verlaufen, um den Folgestrang anhand der Primer zu synthetisieren.
* Dabei entstehen sog. **Okazaki-Fragmente**
* Die **RNase H** entfernt die Primer
* Spezielle DNA-Polymerase füllt die Lücken des Folgestrangs mit Nukleotiden auf
* Zuletzt verknüpft die **Ligase** die synthetisierten Okazaki-Fragmente
* → 2 Doppelstränge entstehen

**Die Proteinbiosynthese läuft in 2 Schritten ab:**

**Transkription:** Buch Seite 162/163

1. **Initiation:** Auflösung der Wasserstoffbrückenbindungen, damit der DNA-Doppelstrang entwunden wird. Dabei lagert sich die RNA-Polymerase an.
2. **Elongation:** RNA-Polymerase setzt den Basen die richtigen Basen gegenüber. Die Folge ist die mRNA, also eine Kopie des Gens. Diese Polymerase läuft von 3' nach 5' ab.
3. **Termination:** RNA-Polymerase trifft auf eine Terminatorsequenz (Stopp-Sequenz) , welche die Polymerase an der weiteren Sequenzierung hindert.

Es kommt zur Ablösung der mRNA aus der DNA.

**RNA-Prozessierung:** Buch Seite 166/167

1. **Capping:** am 5' Ende der mRNA bekommt die mRNA eine Kappe aus einem modifizierten Guanin, welches die Aufgabe besitzt die mRNA vor dem Abbau zu schützen und die Proteinbiosynthese einzuleiten
2. **Polyadenylierung:** Am 3' erhält die mRNA einen Poly-A-Schwanz, welches eine Adenin-Nucleotidkette erhält. Diese hat die Aufgabe die Lebensdauer der mRNA zu regulieren und die mRNA ebenso vor einem Abbau zu schützen
3. **Editing:** Hier werden einzelne oder mehrere Basen verändert, dadurch kann die mRNA für andere Aminosäuren codieren und somit sich die Proteinvielfalt vergrößern.
4. **Splicing:** Hier werden Abschnitte der mRNA, welche unnötige Informationen enthalten, abgeschnitten (**Introns**). Die Abschnitte mit wichtigen Informationen werden beibehalten und zusammengefügt (**Exons**). Beim alternativen Spleißen werden unwichtige (Introns) von wichtigen Sequenzen (Exons) unterschieden.

Es ist zu beachten, dass die **RNA-Prozessierung** **nur** bei **Eukaryoten** auftritt, da ihre Zelle durch einen Zellmembran getrennt wird. Bei **Prokaryoten** läuft die Transkription als auch die Translation fast gleichzeitig ab, da sie nicht von einer Zellmembran voneinander getrennt wird!

**Translation:** Buch Seite 164/165

1. Ribosom startet ab einen gewissen Startcodon (AUG)
2. Ribosom setzt den Codon (Basentriplett) das ihm von der tRNA gelieferte gegenteilige Codon ein (Anti-Codon)
3. Jedes Codon wird für eine Aminosäure übersetzt, es bildet sich langsam eine Aminosäurenkette, welche am Ende der Translation für den Proteinaufbau verwendet wird
4. Die Translation endet nur dann, wenn sie auf ein Stopp-Codon codiert → (UAA/UGA/UAG)

**Merke:** Die Translation läuft von 5' nach 3' ab!

**Das Operon-Modell:** (Francois Jakob/ Jacques L. Monod 1965) Buch Seite 168/169

**Grundbegriffe:**

**Operon:** Abschnitt auf der DNA, der eine Regulationseinheit bildet und aus einem Promoter, Operator sowie mehreren Strukturgenen besteht.

**Operator:** Bindungsort für das Regulatorprotein

**Promotor:** Bindungsort für RNA-Polymerase

**Strukturgene:** Gene, die die Information von Proteinen enthalten. Die Strukturgene eines Operons werden gemeinsam abgelesen.

**Regulatorgen:** Trägt Information für das Regulatorprotein. Es kann in der Nähe des Operons, aber auch an einer anderen Stelle des Genoms liegen.

**Regulatorprotein:** Repressor/Aktivator

**Effektor:** Molekül, das mit dem Regulatorprotein eine Verbindung eingeht und eine Konformationsänderung hervorruft.

**Induktor:** Spezieller Effektor, der den Repressor vom Operon trennt. **(Substratinduktion)**

**(Lac-Operon)**

**Substratinduktion:** Hier wird die RNA-Polymerase durch den Effektor blockiert. Der Repressor ist hier am Operator gebunden. Die RNA-Polymerase wird erst für die Proteinbiosynthese freigegeben, wenn Substrate bzw. Proteine für den Stoffwechsel benötigt werden. Der Repressor wird zum Aktivator und löst sich vom Operator, aufgrund eines Substrates, welches sich am Effektor bindet. Die RNA-Polymerase liest die dort vorhandenen 3 Strukturgene ab und bildet durch die Proteinbiosynthese Lactose, welches zu Glucose und Galactose aufgespalten wird. Diesen Vorgang nennt man **Katabolismus**, also ein abbauender Prozess, wodurch Energie frei wird.

**(Trp-Operon)**

**Endproduktrepression:** Hier wird die RNA-Polymerase zunächst für die Proteinbiosynthese freigegeben, um Substrate zu produzieren. Sind genug Substrate vorhanden, so wird folglich ein Substrat an dem Effektor binden, welches die DNA-Polymerase am weiteren Ablesen der Strukturgene hindert (Repressor). Hierbei wird Energie verbraucht und ebenso gespart. Dies ist ein aufbauender Stoffwechsel, also **Anabolismus**.

**Genregulation bei Eukaryoten:** **(ausführlich)**

* **Histonacetylierung** → Acetylierung macht die DNA locker und somit einfacher für die Transkription
* Äquivalent → **DNA-Methylierung** → Dranhängen einer Methylgruppe (CH3-Moleküle) → DNA schwer
* Bevor die RNA-Polymerase starten kann, müssen sich allgemeine Transkriptionsfaktoren überlagern (am Promoter (**mit TATA-Box**))
* **Kontrollsequenz** ein Abschnitt, welcher kontrolliert, ob ein Gen häufiger oder weniger transkribiert wird
* **Aktivator** verstärken die Funktion der **Enhancer**, welche die Transkription steigern
* **Silencer** ist demnach das Gegenteil, welche **Repressoren** besitzen
* Wenn die Kontrollsequenz weit vom Promoter liegt, müssen ihre Transkriptionsfaktoren und die der Promoter miteinander verschmelzen

**Genexpression/regulation bei Eukaryoten:** (kurz) Buch Seite 170

1. Entwirren des Chromatins, damit die Proteinbiosynthese ablaufen kann (Transkription)
2. **Transkriptionskontrolle** → Durch **Enhancer** und **Transkriptionsfaktoren** verstärkt oder durch **Silencer** gehemmt
3. RNA-Prozessierung
4. Translation
5. **Polysombildung** → mehrere Ribosomen verstärken die Translation
6. Chemische Modifkation des Proteins
7. Abbau der Proteine anhand des **Proteasom**

**Mutationsformen:** Buch Seite 197 bis 199

**Genmutationen: Substitution:** Basenpaare werden ausgetauscht

Punktmutationen

1. **Misense-Mutation:** eine falsche Aminosäure wird eingebaut
2. **Nonsense-Mutation:** Aminosäure codiert für ein Stopp-Codon
3. **Stumme-Mutation**: Trotz Austausch von Basenpaaren, codiert das Codon für die selbe Aminosäure (neutral)
4. **Deletion und Insertion:** Entfernung oder Einfügung einer Base. Leseraster verändert sich dementsprechend **(Leserastermutation)**.

**Genommutationen:** Geschieht durch Fehlverteilung während der Meiose **(Nondisjunktion)**

1. **Aneuploide** → Die Anzahl von einem oder wenigen Chromosomen ist vermindert oder erhöht (z.B Trisomie 21)
2. **Polyploide** → Der Chromosomensatz (n) ist mehrfach vorhanden.

**Chromosomenmutationen:**

1. **Deletion:** Ein Bereich eines Chromosoms wird entfernt
2. **Insertion:** Mehrere Basenpaare werden in den DNA-Strang eingefügt
3. **Duplikation:** Zerbrochene Einzelstücke eines Chromosoms werden an einem anderen homologen Chromosom angebunden. Die betreffenden Stücke demnach doppelt vorhanden.
4. **Translokation:** Anlagerung der Teilstück eines auseinandergebrochenen Chromosoms an ein anderes Chromosom
5. **Inversion:** Teilstück des DNA-Stranges wird herausgeschnitten und an der gleichen Stelle in umgekehrter Orientierung (180°), wieder eingesetzt.

**Telomere:** Buch Seite 173/174

Telomere sind einzelsträngige Enden der Chromosomen, welche für die Stabilität verantwortlich sind. Mit jeder Zellteilung verkürzen sie sich bis es entweder zum Zelltod **(Apoptose)** oder Einstellung der Zellteilung **(Seneszens)** kommt. Mithilfe der **Telomerase** kann diese Verkürzung ausgeglichen und die Zelle am Leben gehalten werden. Diese Telomere spielen eine wichtige Rolle zum Thema Stammzellen. (Knochenzellen, Krebszellen etc.)

**Merke:** Die Grenze der Zellteilung des Telomers beträgt 4kp **(Hayflick-Grenze)**

**Avery-Griffith Versuch:**

Avery nahm an, dass der letale (tödliche) Faktor der S-Typ-Zellen nichts anderes als eine Art Erbinformation ist. Durch Aufnahme dieser Erbinformation werden die harmlosen R-Zellen plötzlich zu letalen S-Zellen transformiert. (Konjugation)

**Avery-Versuch:**

* S-Zellen wurden abgetötet (Denaturierung), aufgebrochen und dann zentrifugiert
* Gewinnung einer Protein-Fraktion und einer DNA-Fraktion
* Eine Probe mit lebender R-Zellen behandelte Avery nun mit der Protein-Fraktion und die zweite Probe mit der Nukleinsäure-Fraktion
* Mischung wurde in die Mäuse injiziert
* Nur das R-Zellen/Nukleinsäure Gemisch war für die Mäuse tödlich

Merke: Die R-Zellen wurden für die Mäuse tödlich, weil die Bakterien durch **Konjugation** ihre Eigenschaften ausgetauscht haben.

**Griffith-Versuch:**

* S-Zellen wurden abgetötet durch Denaturierung (Erhitzen)
* R-Zellen wurden mit toten S-Zellen in einem Reagenzglas gemischt
* Injektion in Mäuse
* lebende S-Bakterien töten Mäuse
* lebende R-Bakterien tun den Mäusen nichts
* lebende R-Bakterien mit toten S-Bakterien → Mäuse tot

**Merke:** S-Bakterien (smooth=glatt), R-Bakterien (rough-rau)!

**Hershey-Chase-Versuch**

* bestätigte die Erkenntnis, dass die DNA der Träger der Erbinformation ist
* die T2-Phagen befallen Zellen der Bakterien Art E.coli und vermehren sich in den bakteriellen Zellen
* Phagen bestehen aus 2 Komponenten: Protein und Nukleinsäure (DNA), wobei das Protein die DNA umhüllt
* T2-Phagen werden mit radioaktivem Schwefel 35s markiert
* werden dann einer Bakterienkultur zugesetzt
* Bakterien werden in einem Mixer gegeben und ordentlich „durchgerüttelt“, sodass die Phagen, die noch außen auf den Bakterien sitzen, abfallen
* Mischung aus infizierten Bakterien und abgefallenen Phagen werden zentrifugiert
* Bakterien setzen sich am Boden des Zentrifugenglases ab, die abgefallenen Phagen bleiben in der Flüssigkeit
* Ergebnis: Radioaktivität konnte nur in die Zelle eindringen, wenn der Phosphor radioaktiv markiert wurde
* DNA für die Erzeugung neuer Phagen verantwortlich

**Meselson-Stahl-Versuch:**

Bestätigung der Feststellung der semikonservativen Replikation und der konservativen Replikation.

**Semikonservative Replikation**: Zu jeweils einem Mutterstrang wird ein neuer Tochterstrang synthetisiert. Damit bleibt die DNA zur Hälfte erhalten und die andere Hälfte wird neu gebildet.

**Konservative Replikation:** Die ursprüngliche DNA bleibt in ihrer Form erhalten. Es

werden 2 neue Einzelstränge synthetisiert, die zusammen einen Doppelstrang bilden.

Verlauf:

* E. Coli auf einem Nährboden zugegeben, welcher nur das schwere Stickstoffisotop 15N besaß
* CsCL-Lösung eingegeben und zentrifugiert
* Bande im unteren, dichteren Bereich der CsCL-Lösung
* Bakterienkultur in einem Nährmedium zugegeben, in welchem das leichte Stickstoffisotop 14N enthalten war
* man wartete bis sich die Bakterien einmal geteilt hatten und entnahm eine Probe
* CsCL Lösung eingegeben und zentrifugiert
* es bildete sich eine Bande im mittlerem Bereich
* Nun bestand das DNA-Molekül zur Hälfte aus schwerem und zur Hälfte aus leichtem Stickstoff
* nochmal warteten sie bis sich die Bakterien geteilt hatten
* 3. Probe wurde entnommen → zentrifugiert
* 2 Banden → eine im mittleren Bereich und eine im oberen, weniger dicken Bereich
* Nun bestanden 50% der DNA-Moleküle zur Hälfte aus schwerem (25%) und zur Hälfte aus leichtem Stickstoff (25%)
* die andere Hälfte bestand komplett aus leichtem Stickstoff

**Bakterienwachstum:**

**Anlaufphase (lag) / Latenzphase:**

* Aufnahme der Nährstoffe im Nährmedium durch Rezeptoren in der Zellmembran der Bakterien
* Nährstoffe werden abgebaut
* Zellwachstum,- Zellteilung (Zellproliferation)

**Exponentielle Phase (log)**:

* alle 20 min. Verdopplung der Bakterien → Genaktivität bleibt hier über mehrere Zellteilungen gleich

**Stationäre Phase:**

* Nähert sich das System den Kapazitätsgrenzen des zur Verfügung stehenden Raums und der Nährstoffe, nimmt die Anzahl der im Medium befindlichen Bakterienzellen nicht mehr zu
* Gleichgewicht zwischen sich absterbenden und hinzukommenden Bakterien

**Absterbephase:**

* Aufbrauch der Nährstoffe
* Toleranzwerte der Populationsdichte erreicht
* Bakterienzellen verhungern oder sterben an Ausscheidungsprodukten des eigenen Stoffwechsels, welche in hoher Konzentration vorliegen
* Giftstoffe werden gebildet → Konkurrenz ausgeschaltet

**Was sind Viren?** Buch Seite 171/172

Viren sind intrazelluläre Parasiten, welche vom Stoffwechsel anderer Lebewesen leben. Sie bestehen meist aus einer einzelsträngige oder doppelsträngigen DNA. Jedoch auch aus einer einzelsträngigen RNA, wie es bei dem HIV-Virus der Fall ist.

**Wie gelangen Viren in den Stoffwechsel eines Lebewesens? (kurz)**

1. Einschleusen des genetischen Materials durch Injektion, **Endocytose\*** oder Verschmelzung
2. Vervielfältigung und Ablesen der Virus-DNA (lytischer Zyklus) oder
3. Vervielfältigung und Wiedergabe der DNA (lysogener Zyklus)
4. Bildung mehrerer Virus-DNA und Proteine
5. Exocytose oder Zerstörung der Wirtszelle

ausführliche Version:

1. Der Bakteriophage bindet an das Bakterium
2. Die Phagen-DNA dringt in die Wirtszelle ein
3. Beginn lysogener Zyklus:

- Phagen-DNA wird in das Bakterienchromosom integriert und dadurch zu einem inaktiven Prophagen

- Replikation dieses Chromosoms

- Herausschnitt der Prophage aus dem Chromosom

1. Beginn lytischer Zyklus:

- DNA der Wirtszelle wird abgebaut

- Neue Phagen-DNA wird aus dem Nucleotiden der ehemaligen Wirtszellen-DNA gebildet

- Bildung von Proteinen durch Transkription und Translation

- Zusammenbau der Phagen → Lyse (Zelle platzt u. Viren gelangen hinaus)

\***Endocytose:** Einschleusen von zellfremden Material durch abschnüren und einstülpen und unter darauffolgender Entstehung von Vesikeln oder Vakuolen. **Exocytose** ist dementsprechend das Gegenteil.

**Die Lehre der Vererbung**

**Woraus besteht eine Zelle?** Buch Seite 50/51

Eine Zelle besteht aus einem Centrosom und Centriol, welche später die Spindelfasern bilden. Des Weiteren besteht sie aus einem Zellkern (Nucleolus) und einem Chromatin welcher sich später zu einem Chromosom zusammensetzt. Diese beiden Bestandteile werden von einer Kernhülle umgeben, welche wiederum von einem Zellmembran umfasst wird.

**Mitose – Zellteilung:** Buch Seite 50/51 und 152

1. **Prophase:** Die Kernhülle löst sich auf. Der Spindelapparat baut sich auf. Jede Chromatide enthält eine einzelne DNA-Doppelhelix
2. **Metaphase:** Anordnung der Chromosomen auf der Äquatorialplatte. Die Schwesterchromatiden sind nun mit den gegenüberliegenden Polen verbunden.
3. **Anaphase:** Mithilfe der Mitosespindel gelangen die Schwesterchromatiden zu den gegenüberliegenden Polen.
4. **Telophase und Cytokinese:** Aus den Schwesterchromatiden sind nun die Chromosomen der Tochterzellkerne geworden. Die Cytokinese beginnt. Auf jeder Seite sind nun 4 Ein-Chromatid-Chromosomen.
5. **Interphase:** Die Interphase beginnt mit der **G1-Phase** (Proteinbiosynthese). Danach läuft die **S-Phase**, worin die Replikation stattfindet, ab. Abschließend bereitet sich die Zelle auf die Prophase vor, indem sie die Proteine nochmals synthetisiert. Die Interphase ist nur beendet, wenn die Prophase der Mitose ansetzt.

**Meiose 1 – Trennung der homologen Chromosomen:** Buch Seite 180

1. **Prophase 1:** Die Chromosomen lagern sich zur **Tetrade** aneinander und es findet ein **Crossing-Over** statt. Die Kernhülle löst sich auf.
2. **Metaphase 1:** Die Tetraden ordnen sich auf der Äquatorialplatte an. Es bildet sich ein Spindelapparat.
3. **Anaphase 1:** Die Spindelfasern trennen die homologen Chromosomen voneinander, ohne die Centromere zu trennen.
4. **Telophase 1:** An jedem Pol liegen nun 2 Chromosomen. Diese teilt sich in zwei Zellkörper.

**Interphase:**

**1. Phase G1-Phase:**

* Ein-Chromatid-Chromosomen im entspiralisierten Zustand (Spaghettiform)
* Vermehrung des Zellplasmas inkl. Zellorganellen
* DNA- und Proteinsynthese angekurbelt
* Bereitstellung von Dexoxyribunucleotidtriphosphaten → RNA-Bausteine (ATP)

**(1. G0-Phase: nicht bei jedem)**

* nicht mehr teilungsfähige Zellen befinden sich dort wie z.B Nervenzellen
* Ruhephase → keine Vorbereitung auf die Zellteilung

**2 Phase S-Phase:**

* Verdopplung der DNA (Replikation) → 2-Chromatid-Chromosomen (auch im entspiralisierten Zustand)
* Synthese von Histonproteinen (Umgeben die DNA)

**3 Phase G2-Phase:**

* Massephase → Zellwachstum
* Mitosevorbereitung (Bereitstellung/Synthese von Zellteilungshormonen)

**Meiose 2 – Trennung der Chromatiden**

1. **Prophase 2:** Eine weitere Zellteilung wird eingeleitet.
2. **Metaphase 2:** Die Chromosomen ordnen sich auf der Äquatorialplatte an. Es bildet sich ein Spindelapparat.
3. **Anaphase 2:** Die Spindelfasern ziehen die beiden Chromatiden jedes Chromosoms am Centromer auseinander.
4. **Telophase 2:** An jedem Pol lagern sich nun 2 Ein-Chromatid-Chromosomen an. Es sind 4 Keimzellen mit je einem Chromosomensatz entstanden.

Buch Seite 180 u. 187

**Während der Meiose kommt es zu zufälligen Austausch genetischen Materials, dies nennt man Rekombination. Es gibt 3 Arten der Rekombination:**

1. **Interchromosomale Rekombination:** Zufällige Verteilung von mütterlichen und väterlichen Erbinformationen, welche in der Metaphase 1 stattfindet.
2. **Intrachromosomale Rekombination:** Es kommt zum Austausch genetischer Erbinformationen zwischen 2 Nichtschwester-Chromatiden durch mögliche Überkreuzungen (Chiasmata) bei der Tetradenanlagerung, welche in der Prophase 1 stattfindet. Dies nennt man auch **„Crossing-Over“.**
3. **Befruchtung:** Bei der Befruchtung der Eizelle haben Eizelle und Spermien jeweils eine genetische Variabilität von mindestens 8 Millionen verschiedener Kombinationsmöglichkeiten.

**Grundbegriffe zur Vererbung**

**Gen:** Ein DNA-Abschnitt, welcher die Information zur Herstellung einer mRNA trägt

**Merkmal:** Ausprägung eines oder mehrerer Gene

**Merkmalsform:** Jede Variante eines Merkmals

**Allele:** unterschiedliche Zustandsformen eines Gens

**Phänotyp**: Erscheinungsbild

**Genotyp:** Allel-Ausstattung eines Individuums

**reinerbig/homozygot:** Individuen mit zwei gleichen Allelen für ein Gene

**mischerbig/heterozygot:** Individuen mit zwei verschiedenen Allelen für ein Gen

**dominant:** Allel, welches den Phänotyp bei mischerbigen Individuen bestimmt

**rezessiv:** Allel, welches keinerlei Ausprägung bei mischerbigen Individuen zeigt

**P-Generation:** Elterngeneration

**F1-Generation:** erste Tochtergeneration

**F2-Generation:** zweite Tochtergeneration (Enkel etc.)

**monohybrider Erbgang:** Erbgang, bei dem die Elterngeneration sich nur in einem Merkmal unterscheidet.

**Dihybrider Erbgang:** Erbgang, bei dem die Elterngeneration sich in zwei Merkmalen unterscheidet

**polyhybrider Erbgang:** Erbgang, bei dem die Elterngeneration sich in drei oder mehreren Merkmalen unterscheidet

**dominant-rezessiver Erbgang:** Erbgang, bei dem ein Merkmal von einem dominanten Allel und einem rezessiven Allel bestimmt wird

**intermediärer Erbgang**: Erbgang, bei dem es kein dominantes und rezessives Allel für ein Merkmal gibt. So tritt bei mischerbigen Individuen im Phänotyp eine Mischung beider Merkmalsformen auf.

**Die Mendelschen Regeln:** Buch Seite 185/186

1. **Unformitätsregel:** Kreuzt man 2 Individuen einer Art, die sich in einem Merkmal unterscheiden, für das beide Individuen reinerbig sind, so zeigen die Nachkommen das gleiche Aussehen.
2. **Spaltungsregel:** Kreuz man diese Mischlinge unter sich, so spalten sich die Merkmale der Nachkommen in der F2-Generation im Zahlenverhältnis **1:2:1 (Genotyp)** und **3:1** im **Phänotyp** auf.
3. **Unabhängigkeitsregel:** Bei **dihybriden Erbgängen** sind die einzelnen Erbanlagen frei kombinierbar, d.h sie werden unabhängig voneinander vererbt und bei der Keimzellenbildung neu kombiniert. In der F2-Generation treten im Genotyp 9 verschiedene Kombinationen und im Phänotyp 4 Merkmalsformen im Verhätnis **9:3:3:1 auf**.

**Der genetische Fingerabdruck:**

**PCR-Methode (Polymerase-Chain-Reaction)**

1. **Denaturierung:** doppelsträngige DNA auf 94°C erhitzt um die Stränge zu trennen. Wasserstoffbrückenbindungen werden aufgelöst. Schnelle Kühlung auf 65°C, um Rückbildung zu verhindern.
2. **Primerhybridisierung:** Spezifische Anlagerung der Primer an die DNA bei einer Temperatur von 55°C.
3. **Elongation:** Taq-Polymerase (hitzebeständig) füllt die fehlenden Stränge mit freien Nukleotiden bei einer Temperatur von ca. 72°C.

**Merke:** Bei niedriger Temperatur können Geisterbahnen (nicht komplementäre Sequenzen) entstehen. Andersherum können bei hohen Temperaturen keine Primer binden.

**Restriktion:** Anhand von Restriktionsenzymen werden an bestimmten **Erkennungssequenzen** am Einzelstrang Teile abgeschnitten. Schließlich wird der DNA-Doppelstrang entweder in Fragmente mit **glatten Enden** (blunt ends) oder in Fragmente mit **versetzten Enden** (sticky ends) zerschnitten. Es können hierbei Mutationen auftreten, nämlich das eine Base an der Schnittstelle hinzugefügt oder entfernt wird. Es entstehen Fragmente anderer Länge. Dieses Phänomen wird als **Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus** (RFLP oder „Riflip“) bezeichnet.

**Abschließend wird die DNA in die Gelelektrophorese befördert:**

Mithilfe der Gelelektrophorese lassen sich geladene Makromoleküle wie DNA-Fragmente voneinander trennen. Standardmäßig geschieht dies in Agarosegelen. Hierbei ist für die Trennung die Ladung ausschlaggebend. Die negative Ladung der DNA-Ladung sorgt für die Wanderung von der Kathode (negativer Pol) zur Anode (positiver Pol). Die Molekülmasse bedingt die Wanderungsgeschwindigkeit und damit die Auftrennung der Fragmente. Die kürzeren Fragmente wandern schneller in Richtung Anode als die Längeren. Die DNA-Fragmente müssen außerdem als Banden sichtbar gemacht werden.

**Merke:** Aufgrund des Phosphates in der DNA ist die Ladung der DNA immer negativ und wandert somit zur Anode.

**STR-Analyse:** (short-tandem-repeats)

* tandemartige Wiederholung von Sequenzen (2-7 Basenpaare)
* mehrere STR-Genorte werden miteinander kombiniert
* die DNA wird dann isoliert
* daraufhin werden die STR-Genorte mit Hilfe der PCR vervielfältigt
* später in die Gelelektrophorese

**Stammbaumanalyse** (Deutungen/Hinweise)

**autosomal-rezessiver Erbgang:**

* Nicht in jeder Generation finden sich Merkmalsträger
* Frauen wie Männer sind in einem ähnlichen Verhältnis betroffen
* Eltern können gesund sein, während ihre Kinder Merkmalsträger sind

**autosomal-dominanter Erbgang:**

* Fast in jeder Generation finden sich Merkmalsträger
* Frauen wie Männer sind in einem ähnlichen Verhältnis betroffen
* Ist ein Kind für das Merkmal positiv, ist es auch ein Elternteil.

**X-gonosomal-rezessiv:**

* Überwiegend sind Männer die Merkmalsträger (da Männer nur ein X haben)
* Frauen als Konduktorinnen, ohne selbst betroffen zu sein
* Frauen sind nur betroffen, wenn Vater betroffen u. Mutter Konduktorin

**X-gonosomal-dominant:**

* In fast jeder Generation finden sich Mermalsträger
* Frauen wie Männer sind betroffen, Frauen jedoch häufiger (Frauen besitzen 2 X-Chromosomen)
* Ist der Vater Merkmalsträger, so sind es alle seine Töchter ebenfalls

**Y-gonosomal-dominant:**

* Ausschließlich sind Männer die Merkmalsträger (nur Männer besitzen ein Y-Chromosom)
* Ist der Vater betroffen, sind es ausnahmslos seine Söhne auch
* Frauen sind weder betroffen, noch Konduktorinnen

**Konduktor:** Eine Person, die ein bestimmtes Gen in sich trägt, aber kein ihm entsprechendes Merkmal aufweist.

**Krebs-Entstehung**

Krebs ist eine Folge abnormen Expressionen von Genen, die Wachstum und Zellteilung regulieren.

**Onkogene:** Stimulieren die Zellteilung und das Wachstum aufgrund ihrer erhöhten Aktivität

**Proto-Onkogene:** Codieren Proteinprodukte, die normalerweise Wachstum, Teilung und Anheftung von Zellen regulieren.

**Tumor-Suppressor-Gene:** Codieren für Proteine, die normalerweise unkontrollierte Zellteilung unterdrücken.

**Transformation** von Proto-Onkogenen zu krebserregenden Onkogenen durch:

1. **Genamplifikation**: Onkogene liegen in ungewöhnlich großer Zahl in der Zelle vor.
2. **Chromosomale Translokation**: Chromosomenabschnitte sind abgebrochen und haben sich einen neuen Platz an einem anderen Chromosom gesucht. Proto-Onkogene kann dadurch an einem aktiven Promoter gelangen oder einer anderen Kontrollsequenz → Stimulation der Transkription → Starke Zellteilung
3. **Gentransposition:** Proto-Onkogen könnte durch ein Transposon an einen neuen Genort gebracht werden, wo es unter die Kontrolle eines besonders aktiven Promoter gerät.
4. **Punktmutation:** Könnte das Proto-Onkogen in eine Form des Onkogens überführen, indem es die Gene resistenter macht und somit schwerer abzubauen sind.

**Ras-Protein**

* Aktivierung einer Rezeptortyrosekinase führt zur Aktivierung des Ras
* Ras als molekularer Schalter, welche bei gebundenem GTP aktiv und bei gebundenem GDP inaktiv ist
* durch Wechselwirkung mit einem aktivieren Protein tauscht Ras sein GDP geben GTP aus
* Hydrolisierung kann dementsprechend das Gegenteil veranlassen (GTP zu GDP)
* Aktives Ras setzt eine Phosphorylierungskaskade in Gang
* Proteinkinasen phosphorylieren und aktivieren sich gegenseitig und nacheinander
* Signal vom Ras wird in den Zellkern somit befördert
* letzte Proteinkinase phosphoryliert bestimmte Genregulatorproteine, wie z.B p53, welches das Überleben der Zelle sichert, sie zum Zellwachstum fördert oder sie die Zelle bzw. DNA repariert

**Ökologie**

Die Ökologie beschäftigt sich mit dem System der ungestörten, wechselseitigen Beziehungen der Lebewesen zueinander und zu ihrer Umwelt. Hierbei gibt es 3 Arten der Ökologie.

**Arten der Ökologie:**

1. **Synökologie:** Erforschung der Lebensgemeinschaften (Biozönosen) und Ökosysteme
2. **Demökologie:** Erforschung der ökologischen Beziehungen der Populationen
3. **Autökologie:** Erforschung der Einzelorganismen

**Konkurrenzausschlussprinzip** (Buch Seite 333)**:** 2 verschiedene Arten können nicht gleichzeitig die identische ökologische Nische besetzen. Das führt unweigerlich dazu, dass der Konkurrenzstärkere sich behauptet und den Konkurrenzschwächeren aus der ökologischen Nische verdrängt.

**Ökologische Nische** (Buch Seite 319)**:** Beschreibt das Wirkungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt. Es beschreibt eher eine Rolle oder einen Beruf.

**Toleranzbereich** (Buch Seite 314)**:** Bezeichnet einen Bereich in dem die bloße Existenz des Lebewesens möglich ist.

**Randbereich (Pessimum)** (Buch Seite 314)**:** Bezeichnet einen Bereich in dem eine kurzzeitige Existenz, aber keine Fortpflanzung, Entwicklung und ähnliches möglich ist.

**Optimum/Präferendum** (Buch Seite 314)**:** Beschreibt den für die Organismenart günstigen Wert, den Vorzugsbereich. Hier erreichen die Lebensvorgänge ihren höchsten Wert.

**Ökologische Potenz** (Buch Seite 314)**:** Beschreibt die Fähigkeit eines Lebewesens sich inmitten von abiotischen und biotischen Faktoren innerhalb eines Toleranzbereiches fortzupflanzen und zu gedeihen.

**Physiologische Potenz:** Fähigkeit eines Lebewesens ohne Konkurrenz durch andere Organismen, Schwankungen eines Umweltfaktors innerhalb des Toleranzbereiches zu ertragen.

**Fundamentalnische** (Buch Seite 320)**:** Beschreibt den optimalen Lebensraum der jeweiligen Art ohne interspezifische Konkurrenz. Das Äquivalent von der physiologischen Potenz.

**Realnische** (Buch Seite 320)**:** Beschreibt den standardmäßigen Lebensraum mit abiotischen und biotischen Faktoren. Das Äquivalent von der ökologischen Potenz.

**stenöke Arten** (Buch Seite 314)**:** Beschreiben Lebewesen mit einem engen Toleranzbereich.

**euryöke Arten** (Buch Seite 314)**:** Beschreiben Lebewesen mit einem breiten Toleranzbereich.

**Minimum/Maximum** (Buch Seite 315)**:** Bilden die äußersten Grenzen für die Lebensfähigkeit des Organismus. Werden diese Punkte überschritten, tritt der Tod ein.

**Abiotische Faktoren** (Buch Seite 313: Einwirkungen der unbelebten Umwelt z.B Klima, pH-Wert etc.

**Biotische Faktoren** (Buch Seite 313): Einwirkungen der belebten Umwelt z.B Konkurrenz, Symbiosen etc.

**Indikatoren/Zeigerarten** (315)**:** Bezeichnet man Pflanzen, welche sehr stark auf einen abiotischen Faktor angewiesen sind. Sie kommen dort nur vor, wenn dieser Faktor gegeben ist.

Buch Seite 324

**Symbiose:** Ist das Zusammenleben zweier Lebewesen verschiedener Art zu beiderseitigem Vorteil. Hierbei unterscheidet man zwischen Endo- und Ektosymbiose:

1. **Endosymbiose:** im Inneren des anderen Partners
2. **Ektosymbiose:** im äußeren des anderen Partners, ergo körperlich getrennt

Des Weiteren unterscheidet man zwischen:

1. **Allianz:** locker, vorübergehend und nicht aufeinander angewiesene Symbiose
2. **Mutualismus:** regelmäßig und länger andauernd, aber nicht lebensnotwendig
3. **Eusymbiose:** überlebensnotwendig

**Parasitismus:** Hierbei lebt ein Organismus, der Parasit, auf Kosten eines anderen Organismus. Hierbei unterscheidet man zwischen Endo- und Ektoparasitismus:

1. **Endoparasitismus:** Parasiten leben im Innern des Wirts (z.B Viren)
2. **Ektoparasitismus:** Parasiten leben im äußeren des Wirts (z.B Zecke)

Des Weiteren unterscheidet man bei den Endoparasiten zwischen:

1. **intrazelluläre Parasiten:** In Zellen lebende Parasiten
2. **extrazelluläre Parasiten:** In Zellzwischenräumen lebende Parasiten

**Merke:** Es gibt noch mehrere Abgrenzungsvarianten zwischen Parasiten und Symbionten. Hierbei handelt es sich um die Grundlagen, welche man in der Ökologie auf jeden **Fall** kennen sollte!

Buch Seite 348

**Bruttoprimärproduktion:** Bezeichnet man die gesamte Anzahl der Bio- und Energiemasse, die man durch Fotosynthese erhält, ohne das etwas davon abgegeben wird.

**Nettoprimärproduktion:** Bezeichnet man die verbliebene Anzahl der Bruttoprimärproduktion, welche für den Stoffwechsel eines Lebewesens von großer Relevanz ist.

Buch Seite 325

**Herbivoren:** Pflanzenfresser

**Carnivoren:** Fleischfresser

**Saprovoren:** Abfallfresser

Buch Seite 352

**Was ist die Eutrophierung?**

1. Nährstoffreich und Sauerstoffreich, anhand anthropogene Gründe, z.B Fäkalien
2. Viel Entstehung von Konsumenten und viel Tod der Konsumenten
3. Viel Sauerstoffverbrauch durch Destruenten
4. Anaerobe Bedingungen im Epilimnion, worin mikrobielle Prozesse stattfinden, z.B Methan, Faulgase, Faulschlamm, Ammonium etc.
5. Umkippen des Sees

**Merke:** Ein **oligotropher See** ist hierbei das totale **Gegenteil**!

**Stickstoffkreislauf:** Buch Seite 351

Der Stickstoffkreislauf ist dazu da, dass Produzenten diesen Stickstoff in Form von organischen Stoffen (Proteine, DNA) einbauen. Er verläuft in mehreren Richtungen:

1. **Stickstoff-Fixierung:** Bestimmte Prokaryoten können Stickstoff fixieren, das heißt, N2 zu Ammonium (NH4+) reduzieren. In den Seen tragen meistens Cyanobakterien (Blaualgen) zur Stickstoff-Fixierung bei.
2. **Ammonifikation:** Bei der Zersetzung dieser Stoffe in der **tropholytischen Schicht** (Zehrschicht) werden die stickstoffhaltigen Verbindungen von Destruenten zu Ammonium abgebaut.
3. **Nitrifikation:** **Aerobe Bakterien** wandeln Ammonium über Nitrit (N02-) in Nitrat (NO3-) um, damit sie die Energie für ihren Stoffwechsel gewinnen können.
4. **Denitrifikation:** **Anaerobe Bakterien** wandeln das Nitrit über Stickstoffoxide (N20) zu Stickstoff wieder um, da sie Sauerstoff aus dem Nitrat entnehmen können. Dieser Vorgang läuft in sauerstofffreien Verhältnissen ab, ergo tropholytische Schicht. Das entstandene Stickstoff gelangt wieder in die Atmosphäre.
5. **Nitratammonifikation:** Andere anaerobe Bakterien können Nitrat bis zu Ammonium abbauen, um Sauerstoff für ihren Stoffwechsel zu gewinnen. Dieser Vorgang entspricht der Umkehrung der Nitrifikation: Nitrat wird über Nitrit zu Ammonium reduziert.

**Kohlenstoffkreislauf:** Buch Seite 350

1. **Atmosphäre:** CO2 wird aus der Atmosphäre von Pflanzen **aufgenommen** (Assimilation). Diese produzieren Sauerstoff.
2. Der Sauerstoff wird von den Lebewesen, die keine Photosynthese betreiben, **veratmet** (Respiration/Dissimilation). Hierbei wird wieder CO2 produziert, was in die Atmosphäre gelangt.
3. **Pedosphäre: Anthropogen** werden fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle) verbrannt.
4. CO2 wird frei und zurück in die Atmosphäre transportiert.
5. **CO2 Verluste** auf den Landflächen werden durch Auswaschung und Abtragung ins Wasser transportiert.
6. **Hydrosphäre:** Zwischen der Hydrosphäre und der Atmosphäre laufen in beiden Richtungen CO2-Diffusionsvorgänge (Abstoßen und Anziehung der Moleküle) ab.
7. **Phytoplantkon** assimiliert CO2. Meerestiere nutzen das Phytoplanktion als Nahrungsquelle und geben mit ihren Exkrementen wiederum organisches Material (CO2) ab, welches zersetzt wird und sich absetzt.

**Die ökologische Zonierung eines Sees:** Buch Seite 333

**Sprungschicht (Thermokline):** Trennt das warme Oberflächenwasser vom kalten Tiefenwasser.

**Nährschicht (trophogene Zone):** Teil des Wassers, worin Photosynthese durch Phytoplankton und Wasserpflanzen möglich ist.

**Zehrschicht (tropholytische Zone):** Teil des Wassers, worin genau so viel Sauerstoff produziert wie verbraucht.

**Kompensationebene:** Trennt die Nährschicht von der Zehrschicht

**Litoral (Uferbereich):** Ist durch eine typische und bestimmte Abfolge von Pflanzen bewachsen.

**Profundal:** Tiefe Bodenzone des Sees, die nicht vom Licht erreicht wird.

**Benthal:** Bildet sich aus dem Profundal und Litoral.

**Pelagial:** Freiwasserzone eines Sees

Buch Seite 322

**Allensche Regel (Proportionsregel):** Je kälter das Klima, desto kleiner sind die Körperanhänge (Ohren) von Individuen der gleichen oder nah verwandten Art relativ zu ihrer Körpergröße ausgebildet.

**Bergmannsche Regel:** In kalten Gebieten ist die Körpergröße homoiothermer (gleichwarmer) Tiere der gleichen oder nah verwandter Arten größer als in wärmeren Klimaten.

Buch Seite 75

**RGT-Regel:** Sie besagt, dass Stoffwechselprozesse bei einer Temperaturerhöhung um 10°C doppelt bis dreimal so schnell ablaufen. Ab einer Temperatur von über 28°C kommt es zu Denaturierungserscheinungen (Hitzekollaps).

Buch Seite 317

**Gleichwarme Tiere (homoiotherm):**

* endotherm (Körpertemperatur reguliert von innen her)
* Säugetiere
* halten Körpertemperatur konstant
* Erwärmen des Körpers durch Stoffwechselwärme
* Aufnahme von viel Nahrung bei niedrigen Temperaturen für Wärmeenergie
* können bei Kälte aktiv sein

**Wechselwarme Tiere (polkilotherm):**

* exotherm (Körpertemperatur von der Umwelt abhängig)
* Insekten, Reptilien
* Kältestarre, Wärmestarre
* zum Aufwärmen z.B in Sonne legen

**Einfluss der Temperatur auf die Tiere:** Buch Seite 314

**Stenotherm:** Organismen vertragen keine hohen Temperaturschwankungen

**Eurytherm:** Organismen vertragen hohe Temperaturschwankungen

**Winterschlaf (Hibernation):** Buch Seite 318

* **langfristiger Topor** (Sparzustand)
* bei **homoiothermen** Tieren
* Körpertemperatur ist gleichbleibend, aber stark abgesenkt
* Stoffwechselraten sind stark verringert
* einige Tiere unterbrechen ihren Winterschlaf
* Länge variiert (bis zu 1 Jahr möglich)
* Auslöser → Einfluss der Außentemperatur
* Aufwachen bei erhöhter Außentemperatur durch Muskelzittern

**Winterruhe:**

* verlängerter Schlaf (kein Topor)
* bei homoiothermen Tieren
* Körpertemperatur ist gleichbleibend, aber leicht abgesenkt
* Aufwachen zur Nahrungssuche

**Winterstarre:**

* bei **poikilothermen** Tieren
* Temperatur ist unter dem tolerierten Minimum
* kaum Stoffwechsel
* kann den Kältetod sterben
* wird zwingend von fallenden Temperaturen eingeleitet
* Glucose/Harn verhindert ein volles, tödliches Einfrieren der Körperflüssigkeiten

**Was sind r-Strategen?** Buch Seite 340/341

Bezeichnet man Arten mit hohen Zuwachsraten, da sie viel Energie in die Erzeugung hoher Nachkommenzahlen investieren.

**Was sind k-Strategen?**

Bezeichnet man Arten die mehr Energie in die Sicherung der individuellen Existenz investieren, indem sie die Nachkommen oft aufwendig versorgen.

**Lotka-Volterra-Regel** Buch Seite 343

Die Lotka-Volterra-Regel beschäftigt sich mit dem Verhältnis der **Räuber-Beute-Beziehung**. Räuber grenzen die Anzahl der Beutetiere an, umgekehrt bestimmt die Anzahl der Beutetiere, wie viele Räuber existieren können. Man erhält später eine Exponentialfunktion. Es gibt 3 Regeln:

1. Die Populationsdichte von Beute und Fressfeind schwanken **zeitlich** und **periodisch** gegeneinander verschoben (phasenverschoben).
2. Die Dichte jeder Population schwankt um einen **Mittelwert**.
3. Bei einem Anstieg der Beute, kommt es zum direkten Anstieg der Räuberpopulation. Sinken beide Population in gleicher Maßen, so steigt die Anzahl der Beutepopulation schneller an als die der Räuber.

Hierbei ist noch zu beachten:

* Nährstoffe und Gebiet nimmt stark ab, sodass eine Vermehrung nicht möglich ist (Kapazität erreicht)
* Kultur befindet sich in einer stationären Phase

**Was ist ein logistisches Wachstum?** Buch Seite 339

Damit bezeichnet man ein Wachstumsverhalten, bei dem ein Sättigungswert (konstanter Wert) erreicht wird.

**Was ist ein Ökosystem?** Buch Seite 325

Ein Ökosystem ist der natürliche Lebensraum worin Lebewesen beheimatet sind.

Hier gibt es diese Struktur:

1. Produzenten (Pflanzen)
2. Erstkonsumenten (Herbivoren): Ernähren sich von den Pflanzen
3. Zweitkonsumenten (Carnivoren): Ernähren sich von dem Erstkonsumenten
4. Endkonsumenten (Carnivoren): Ernähren sich von allen 3, am meisten jedoch vom Zweitkonsument
5. Destruent: Ernährt sich vom Abfall aller Konsumenten

Jedoch gibt es hierbei ein Manko: Von Konsument zu Konsument gibt es immer weniger. Es gibt zum Beispiel viel weniger Endkonsumenten als Zweitkonsumenten. Wieso jedoch?

Da bei gegenseitiger Vermehrung der der Konsumenten und Produzenten Energie ständig gewonnen und abgegeben wird, bekommt der Endkonsument am wenigsten, da er am Ende der Schlange steht. Endkonsumenten ernähren sich von Zweitkonsumenten, die einen 100tel der Energie vom Produzenten besitzen. Hierbei verliert der Endkonsument diese wenig gewonnene Energie durch Wärmeabgabe oder Biomasse. Dies gilt für alle, jedoch sinkt diese Energie ab den Produzenten immer auf ein 10tel. Die Destruenten gewährleisten hierbei den Energiehaushalt, indem sie die anorganische Masse in organische Masse umwandeln und es wieder von neu losgeht.

**Anreicherung von Pestiziden in der Nahrungskette**

Pestizide sind Stoffe, welches das Immunsystem zerstören.

**PCB:** Polychlorierte Biphenyle sind Stoffe; welche bei mehr als 4 Chloratomen weder brennbar noch oxidierbar sind. Sie sind also sehr stabil. Diese Stoffe führen bei langfristiger Aufnahme zu Schädigungen von Leber, Milz und Niere und zu Krebs.

**Chlordane:** Ist ein chlorierter Wasserstoff, der ebenfalls sehr schlecht abbaubar ist. Nach Aufnahme reichert er sich im Fett- und Muskelgewebe an; er ruft Schäden in Leber, Niere, Herz, Lunge und Darm hervor. Außerdem steht er in Verdacht, Krebs zu erregen.

**Veränderungen der Wassertemperaturen**

**Frühjahrszirkulation:** Der Wind im Frühling sorgt für eine Vollzirkulation im See und damit zu einer Auflösung der Wasserschichtung. Infolgedessen kommt es zu einer gleichmäßigen Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen. Die Temperatur beträgt 4°C.

**Herbstzirkulation:** Wiederholung der Zirkulation. Temperatur beträgt im See konstant 10°C, da der Herbst nach dem Sommer folgt und es im Sommer sehr warm ist.

**Sommerstagnation:** Aufgrund der hohen Lichtintensität kommt es zu hoher Photosyntheserate. Dementsprechend arm an Nährsalzen wird das Epilimnion. Im Hypolimnion entsteht keine Photosyntheserate, da dort nicht so viel Licht scheint. Es existiert dort kein gelöster Sauerstoff. Es entsteht dort ein hoher Nährsalzgehalt. Aufgrund der Dichteanomalie des Wassers kommt es zu einer stabilen Wasserschichtung. Im Hypolimnion ist es 4°C und im Epilimnion 20°C. Die Sprungschicht trennt diese beiden Schichten voneinander.

**Winterstagnation:** Zunächst schließt eine Eisdecke den See ab, da die Temperaturen sich knapp über dem Gefrierpunkt befinden. Der Sauerstoff nimmt während des Winters ab, weil er von Meereslebewesen verbraucht wird. Sauerstoff wird hierbei nicht zugeführt, da das meiste Plankton verstorben ist. Die Dichteanomalie des Wassers sorgt wieder für eine konstante Temperatur von exakt 4°C.

**Begriffe zur Fotosynthese:** Buch Seite 115/135

**Reduktion:** Elektronenaufnahme

**Oxidation:** Elektronenabgabe

**Redoxsysteme:** Stoffe, die vom oxidierten Zustand zum reduzierten Zustand nacheinander wechseln.

**Redoxreaktion:** Prozesse, bei welchen einem Stoff Elektronen entzogen und auf einen anderen Stoff übertragen werden

**Reduktionsäquivalente:** Bezeichnet man Elektronenüberträger wie NADH, NADPH und FADH, da sie formal zwei reduzierten Elektronen entsprechen.

**Heterotroph (fremdernährt):** Tiere, welche ihre Energie aus energiereichen organischen Stoffen, die von Pflanzen und Tieren stammen, entnehmen.

**Autotroph (selbsternährt):** Pflanzen, welche ihre freie Energie von der Sonne beziehen.

**Assimilation:** Aufnahme

**Dissimilation/Respiration:** Veratmung

**Fotosyntheseablauf:**

**Lichtabhängige Reaktion:** Buch Seite 139/140

* durch Absorption von Lichtenergie wird das Chlorophyll-a-Paar im Fotosystem 2 angeregt → 2 Elektronen werden abgespalten
* Diese Elektronen werden an einen primären Elektronenakzeptor weitergegeben
* Vom Fotosystem 2 gelangen die Elektronen über eine Elektronentransportkette (Plastichinon, Cytochrom-Bf-Komplex und Plastocyanin), worin Redoxreaktionen stattfinden zum Fotosystem 1
* Lücke, die durch Elektronenabgabe entstanden ist, wird durch ein wasserspaltendes Enzym-Komplex kompensiert, indem dieser 2 H20-Moleküle in ein Sauerstoffmolekül, 4 Protonen und 4 Elektronen spaltet
* Diese Elektronen werden dann auf das Chlorophyll-A-Paar im Fotosystem 2 übertragen
* die Protonen sammeln sich im Thylakoidinnenraum an und führen zur Photophosphyrilierung (ADP zu ATP)
* Im Fotosystem 1 entsteht eine Elektronenlücke, die durch die 2 Elektronen aufgefüllt wird
* Das durch Lichtenergie angeregte P700 im Fotosystem 1 gibt 2 Elektronen an einen primären Elektronenakzeptor
* Dieser leitet die Elektronen weiter an das Ferredoxin
* Von dort aus wandern die Elektronen zu dem Enzym NADP-Reduktase
* Dieses überträgt die beiden Elektronen und ein Proton, welches sich im Stroma befindet, auf das Cosubstrat NADP+, so dass NADPH entsteht

**Lichtunabhängige Reaktion (Dunkelreaktion)** Buch Seite 140/141

* Das Enzym Rubisco bildet aus Ribulose-1,5-Bisphosphat und CO2 2 Moleküle 3-Phosphoglycerat
* 3-Phosphoglycerat wird zu 3-Phosphoglycerinaldehyd reduziert
* Ein Sechstel des 3-PGA wird zur Synthese von Zucker (1C6) abgezweigt
* Der Rest des 3-PGA wird unter ATP-Verbrauch zu Ribulose-1,5-Bisphospat umgewandelt
* Ribulose-1,5-Bisphospat steht wieder für die CO2-Fixierung zur Verfügung

**Photorespiration:**

* Bei Senkung der CO2-Konzentration in den Blättern der C3-Pflanzen, können sie weniger Zucker erzeugen und wachsen entsprechend schlecht
* Steigt dann der O2-Partialdruck in den luftgefüllten Hohlräumen der Blätter über den CO2-Partialdruck, bindet das Enzym Rubisco O2 statt CO2
* Ribulose-1,5-Bisphospat wird oxidiert
* Es entsteht weder ATP noch Glucose → Vermindert die Photosyntheseleistung, weil sie organisches Material aus dem Calvin-Zyklus in Form von CO2 abzieht

**Fotosynthese bei Sukkulenten (Trockenpflanzen):**

**C4-Pflanzen:**

* zuallererst wird mithilfe des Enzyms PEP-Carboxylase CO2 an PEP effektiv gebunden und zu Oxalacetat umgewandelt
* Oxalacetat wird durch NADPH\* zu Malat umgewandelt
* Malat wird in die Bündelscheidenzellen transportiert
* Malat wird durch Malat-Enzym vom CO2 befreit
* NADPH-H+ und CO2 gelangen in den Calvin-Zyklus
* Malat wird zu Pyruvat umgewandelt und zurück in die Mesophylzellen transportiert
* Pyruvat wird unter ATP-Verbrauch zu PEP ,zur wiederholten Fotosynthese, umgewandelt

**Merke:** Bei den C4-Pflanzen ist die Fotosynthese **räumlich getrennt**!

**CAM-Pflanzen (Crassulacean-Acid-Metabolism):**

* Nachts wird das CO2 fixiert, weil dann die Stomata weit geöffnet werden können und somit kein Wasserverlust durch Transpiration (Verdunstung) zu befürchten ist
* CO2 wird über Oxalacetat (C4-Körper) zu Malat umgewandelt
* Malat wird in der Vakuole als Apfelsäure zwischengespeichert, damit es am Tag bei geschlossenen Stomata als CO2-Spender dient
* Malat wird bei der Lichtreaktion abgebaut und CO2 wird freigesetzt
* CO2 gelangt in den Calvin-Zyklus
* Ein anderer Teil von Malat wird über Pyruvat zu Stärke umgewandelt, damit die Fixierung von CO2 in der Nacht erfolgen kann

**Merke:** Fotosynthese erfolgt in einem **Tag-Nacht-Rhythmus** (diurnaler Säurerhythmus)!

**Beeinflussung der Fotosynthese:**

* Je mehr Zucker pro Zeiteinheit produziert wird, desto höher ist die grundliegende Fotosyntheseleistung
* Je mehr CO2 zur Verfügung steht, desto höher ist die Fotosyntheserate (Pflanzen haben ab 0,005% eine Grenze → Pflanzen über diesen Wert werden beschädigt)
* Kompensationspunkt → Fotosynthese und Zellatmung halten sich die Waage
* bei Überschreitung → Sauerstoffabgabe übersteigt in der Fotosynthese die Sauerstoffaufnahme im Zuge der Zellatmung
* Temperatur → RGT-Regel
* Lichtintensität → Sonnenpflanzen erreichen später den Kompensationspunkt als die Schattenpflanzen, da Sonnenpflanzen eine starke Strahlung benötigen, um mehr O2 zu produzieren als sie bei der Zellatmung verbrauchen. Schattenpflanzen haben außerdem kleinere Zellen als die Sonnenpflanzen.
* Lichtqualität → 450nm – 680nm (Wirkungsspektrum) → Pigmente arbeiten in diesem Spektrum (Chlorophyll, Carotinoide, Xantophylle)

**Falls besprochen!**

**Biodiversität (Vielfalt des Lebens):** Buch Seite 371 u. 372

* **Artenvielfalt:** Die Art ist die am leichtesten zu fassende „Einheit“
* **genetische Vielfalt:** Werden Arten selten, so verschwinden Allele aus dem Genpool. Demnach wird die genetische Vielfalt eingeschränkt.
* **Vielfalt der Ökosysteme:** Arten leben nicht isoliert, sondern integriert in verschiedenen Ökosystemen, die durch zahlreiche charakteristische Wechselwirkungen gekennzeichnet sind

**Hotspots:** Orte höchster Vielfalt, also Regionen in welchem eine große Zahl an Pflanzen und Tierarten vorkommen und worin deren Natur in besonderem Maße bedroht ist.

**Permafrostböden:** Mächtige Torfablagerungen, worin 25% des weltweiten Bodenkohlenstoffes eingefroren sind.

**Kohlenstoffsenken:** Damit sind Gebiete gemeint, in denen bereits in die Atmosphäre gelangtes CO2, wieder entsorgt und „endgelagert“ werden kann.

**Global-warming:** Bezeichnet den schnellen Anstieg der Durchschnittstemperaturen auf der Erde, beispielsweise durch den **Treibhaus-Effekt.**

**Treibhaus-Effekt:** Bezeichnet den Effekt, worin das CO2 die einstrahlenden Sonnenstrahlen aufnimmt und nicht zurück reflektiert. Damit bleibt die Wärme unter der Ozonschicht, es kommt also zu höheren Temperaturen.

**Archaeophyten:** Bezeichnet Arten, die bereits früh unter menschlichen Einfluss heimisch wurden.

**Neophyten:** Umfassen die Arten, die sich in Gebieten verteilt haben, worin sie natürlich nicht vorkommen.

**Biodiversitätsverlust:** Bezeichnet die Folge durch enormen Wachstum der Weltbevölkerung und der daraus folgenden Beeinflussung sämtlicher Ökosysteme auf der Erde.

**Neobiota:** Bezeichnet natürliche Verbreitungsschranken, die im Gefolge von Lebewesen (Mensch, Tier etc.) überwunden werden.

**Evolution**

Evolution (lat. evolvere → „entwickeln“) ist die allmähliche Veränderung der vererbbaren Merkmale einer Population von Lebewesen von Generation zu Generation.

Grundlegende Namen in diesem Themengebiet ist Charles Darwin.

**Darwins Theorie:** Darwin nimmt an, dass Individuen einer Art in unterschiedlichen Varianten vorkommen. Diese Unterschiede basieren auf Vererbung. Diese Varianten oder Arten konkurrieren um begrenzte Ressourcen („struggle for life“). Nur die Varianten, die am besten an die Umweltbedingungen angepasst sind, überleben. („survival of the fittest“)

**Lamarcks Theorie:** Jean-Baptiste-Lamarck nimmt an, dass Individuen sich durch die Umweltbedingungen verändern. Aufgrund eines inneren Bedürfnisses nach Vervollkommnung, kommt es zum Erwerb neuer Eigenschaften, z.B strecken des Halses einer Giraffe führt zum langen Hals der Giraffe. Diese erworbenen Eigenschaften, werden dann von Generation zu Generation weitergegeben.

**Synthetische Evolutionstheorie:** Diese Theorie umfasst mehrere Meinungen vieler Evolutionstheoretiker, welche von Charles Darwin in einem zusammengefasst worden sind. Hierbei spielen Mutation, Isolation, Selektion, Genetischer Drift, Migration und Rekombination eine Rolle. Im folgenden werden wir alle diese Begriffe erklären.

Die Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination und Gendrift sind Zufallsfaktoren. Sie bilden gleichsam das Rohmaterial, an dem die Selektion ansetzt. Es gibt jedoch auch abiotische und biotische Faktoren, welche wir schon bereits oben kennengelernt haben.

Erst die Selektion gibt dem Evolutionsgeschehen eine Richtung. Sie prüft im übertragenden Sinne, welches Individuum in einer gegebenen Umwelt mehr oder weniger angepasst ist und sich fortpflanzen kann. Was sind jedoch diese Zufallsfaktoren? Was eine Mutation und eine Rekombination ist, haben wir im oberen Verlauf (siehe Genetik) erklärt. Was ist jedoch der Genetische Drift?

Der Genetische Drift ist eine zufällige Veränderung der Allelfrequenz innerhalb eines Genpools einer Population. Er wird in zwei Effekte eingeteilt:

Buch Seite 257

1. **Flaschenhals-Effekt:** Bezeichnet den Effekt, in welchem die Allelzusammensetzung einer Restpopulation **zufällig** verändert wird. Dieser Vorgang wird durch stark beeinflussende Umweltfaktoren, wie z.B Klimakatastrophen etc., begünstigt. Daher auch „Restpopulation“, nämlich da diese von der Ursprungspopulation getrennt worden sind.
2. **Gründer-Effekt:** Bezeichnet den Effekt, in welchem die Allelzusammensetzung **zufällig** verändert wird. Dieser Vorgang wird durch Migration einer kleinen Gruppe, später namens Gründerpopulation, begünstigt. Diese Gründerpopulation lebt isoliert von der Ursprungspopulation

Ein wichtiger Bestandteil der Evolution ist die Fortpflanzung. Hierbei fällt der Fachterminus „reproduktive Fitness“des öfteren.

Die **reproduktive Fitness** bezeichnet die Fähigkeit, mehr Nachkommen als andere zu erzeugen. Ursachen für die unterschiedliche Fitness sind:

* unterschiedliche Lebenserwartungen, d.h je größer die Lebenserwartung ist und je früh die Geschlechtsreife eintritt, desto mehr Nachkommen können erzeugt werden.
* Unterschiedlicher Ernährungszustand, gut ernährte Tiere bekommen in der Regel mehr Nachkommen.
* Unterschiedliche Fortpflanzungsrate, d.h je mehr Nachkommen erzeugt werden bzw. je mehr Nachkommen das fortpflanzungsfähige Alter erreichen, desto höher die Fitness
* unterschiedliche Fähigkeit, einen Geschlechtspartner zu finden
* unterschiedliche Generationsdauer

**Fressfeinde und Beute:** Buch Seite 327 u. 328

**Beutetiere haben Strategien entwickelt, welche ihnen einen Selektionsvorteil bieten.**

**Man unterscheidet hierbei zwischen Mimikry und Mimese:**

**Mimikry:** Als Mimikry oder **Scheinwarntracht** wird die Nachahmung wehrhafter oder giftiger Tiere durch völlig harmlose bezeichnet. Voraussetzung dafür ist die Lernfähigkeit des Fressfeindes und eine geringe Zahl der Nachahmer, damit der Fressfeind die Gefährlichkeit der Orginale lernen kann.

**Mimese:** Die Tarnung durch Nachahmung bestimmter Gegenstände wird als Mimese bezeichnet.

**Selektionstypen Quelle:** TheSimpleBiology/Buch Seite 255

Es gibt verschiedene Selektionstypen, welche man in 3 Typen unterteilt. Entweder werden die Normalfälle begünstigt oder benachteiligt.

1. Typus: **Die stabilisierende Selektion:** Bei der stabilisierenden Selektion ist es so, dass der Normalfall begünstigt wird, d.h der Mittelwert bleibt stabil. Der Selektionsdruck existiert an beiden Seiten, nämlich worin die Extremformen leben.

**Beispiel:** Ein Adler mit kurzen Flügeln, mit normalen Flügeln und sehr großen Flügeln leben an einem Ort. Aufgrund des Selektionsdrucks werden die Arten, welche sich vom Normalfall abheben, selektiert, in diesem Fall die Adler mit entweder kurzen (nicht ideal für Flucht) oder sehr großen Flügeln (starker Energieverbrauch, aufgrund des Gewichtes). Der Adler mit den normalen Flügeln besitzt hierbei den Selektionsvorteil.

1. Typus: **Die transformierende Selektion (gerichtete Selektion):** Hierbei wird der Mittelwert auf die Seite, worin ein Selektionsvorteil vorherrscht geschoben. Der Normalfall wird benachteiligt und eine Extremform wird begünstigt.

**Beispiel:** Betrachten wir hier 3 Hasen, welche in einem Ort leben. Ein Hase, welcher sehr langsam ist, ein Hase welcher eine Normallgeschwindigkeit besitzt und ein sehr schneller Hase. Der sehr schnelle Hase wird hierbei den Selektionsvorteil besitzen, da er bei drohender Gefahr schneller flüchten kann. Das heißt, dass die andern beiden Hasen einen Selektionsdruck besitzen. Der Mittelwert verschiebt sich dementsprechend auf die Seite des schnellen Hasen.

1. Typus: **Die disruptive Selektion:** Hierbei wird der Mittelwert in zwei Werte aufgespalten. Das bedeutet, dass zwei Extremfälle begünstigt werden und der Normalfall benachteiligt wird.

**Beispiel:** Drei Eulen, wovon zwei von denen von der Normalform abweichen, indem eine Eule einen kleinen Schnabel besitzt und die andere einen sehr starken und großen Schnabel. Die Eule mit dem kleinen Schnabel kann sich von kleineren Nahrungsmittel ernähren, worin die Eule mit dem großen Schnabel andere schwere und harte Nahrungsmittel aufbrechen kann. Die Normalform ist hierbei zu nichts zu gebrauchen.

**Merke:** Man zählt zu diesen 3 Typen eigentlich noch den Genetischen Drift mit, welchen wir oben schon erklärt haben!

Man kann sich diese drei Merken, indem man die anfänglichen Wörter als Eselsbrücken verwendet:

* stabilisierend → stabiler Mittelwert
* transformierend oder gerichtet → von transformieren (verändern) oder gerichtet von richten → Richtung des Mittelwertes
* disruptiv → Englisch von to disrupt → zerreißen → 2 neue Werte/Aufspaltung

Es gibt außerdem eine weitere Form der Selektion, nämlich der sexuellen Selektion, welche man auch Sexualdimorphismus bezeichnet. Man unterscheidet hierbei zwischen interspezifischer und intraspezifischer Selektion:

**Interspezifische Selektion:** Selektion zwischen 2 verschiedenen Geschlechtern einer Art. Das Weibchen sucht sich beispielsweise das Männchen aus, welches das bessere bzw. größere Geweih hat. Sie möchte sich mit ihm fortpflanzen, damit ihre Nachkommen auch ein großes Geweih erhalten und somit auch einen Selektionsvorteil besitzen.

**Intraspezifische Selektion:** Selektion zwischen einem Geschlecht einer Art. Männchen konkurrieren miteinander durch Rivalenkämpfe, um das Weibchen (z.B Hirsche)

Es gibt mehrere Fachbegriffe zu dieser Selektion, welche ich im weiteren Verlauf erläuternd darstellen werde. (**Falls besprochen** →  **LK!)**

**Polyandrie:** Bei der Polyandrie geht es darum, dass Weibchen mit mehreren Männchen kopulieren, um mehr Nachkommen zu erzeugen, Energie zu sparen, Schutz zu erhalten und Nahrung zu bekommen.

**Promiskuität:** Bei der Promiskuität handelt es sich, um die wahllose Verpaarung innerhalb einer Population. Nach der Verpaarung haben die Partner keine Bindung.

**Polygynandrie:** Handelt es sich um eine feste Bindung zwischen mehreren Männchen und Weibchen. Weibchen ziehen hierbei durchschnittlich weniger Jungen auf als Männchen.

**Unipaare Fortpflanzung:** Die Tiere pflanzen sich nur einmal fort und sterben danach. Alle Energie wird für die Fortpflanzung verbraucht.

**Multipaare Fortpflanzung**

Monogamie: Bei der Monogamie handelt es sich um Ehen, die entweder dauerhaft sind (Dauerehen), nur für einen Fortpflanzungszyklus bestehen bleiben (Saisonehen) oder auf Orte beschränkt sind (Ortsehen).

**Polygnie:** Handelt es sich um die mehrfache Kopulation der Männchen mit mehreren Weibchen, um die Nachkommenszahl zu erhöhen, indem sie entweder das Revier des Weibchens oder das Weibchen selber beschützen. Oder aber auch, durchs Umherstreifen und Suchen nach Weibchen. Sie werben also für sich selber.

**Isolation** Quelle: Biologie-schule.de

Die Isolation bezeichnet einen Zustand oder eine Situation, in welchem Lebewesen getrennt und „abgedichtet“ von anderen Lebewesen leben oder in einem Raum, worin sie sich nicht begegnen oder sich fortpflanzen können. Man teilt hierbei ca. 8 Isolationsmechanismen auf, welche sehr relevant für die Selektion sind.

1. **Zeitliche Isolation:** Arten können sich nicht miteinander fortpflanzen, weil sie sich während unterschiedlicher Jahreszeiten/Tageszeiten fortpflanzen.
2. **Genetische Isolation:** Durch zufällige Mutationen können Individuen nicht mehr mit der Ursprungspopulation fortpflanzungsfähig sein.
3. **Physiologische Isolation:** Aufgrund der unterschiedlichen Form der Kopulationsorgane könne sich bestimmte Arten nicht miteinander fortpflanzen.
4. **Ökologische Isolation:** Durch das Ausnutzen von unterschiedlichen ökologischen Nischen im selben Gebiet, kommt es zu einer reproduktiven Isolation, da kein Genfluss mehr besteht. Es bilden sich also neue Arten.
5. **Geographische Isolation:** Wegen geographischen Barrieren können Teilpopulationen einer Art sich nicht untereinander fortpflanzen (z.B Kontinentaldrift)
6. **Verhaltens- oder ethologische Isolation**: Aufgrund von unterschiedlichem Verhalten während der Paarungszeit, isolieren sich Arten voneinander ab (z.B anderes Balzverhalten, chemisches Artkennzeichen, optische Kennzeichen etc.)
7. **Sterilität:** Bei der Kreuzung zweier nicht verwandter Arten können Bastarde mit einem ungeraden Chromosomensatz entstehen, welche nicht fortpflanzungsfähig sind.
8. **Polyploide Isolation:** Versteht man das Vorhandensein von mehr als 2 Chromosomensätzen. Fortpflanzung ist nur unter Individuen mit identischer Anzahl von Chromosomensätzen möglich. Dies gilt meistens nur für Pflanzen!

Buch Seite 275

Hierbei unterscheidet man zwischen **präzygotischen** und **postzygotischen** Barrieren.

* **Präzygote Barrieren** sind Barrieren, welche **vor** der Befruchtung auftauchen, d.h durch andere Verbreitung, Bildung neuer Signale oder Veränderung der Geschlechtsorgane.
* **Postzygote Barrieren** sind Barrieren, welche **nach** der Befruchtung auftauchen,

d.h Sterilität, Unverträglichkeit von Keimzellen oder genetisch geänderte Steuerung.

Buch Seite 276/277

Diese Isolationen sind die Folgen einer Artbildung, wie wir sie in der Evolution zuweilen sehr oft gehört haben. Die Artbildungsmöglichkeiten lassen sich in drei Formen aufteilen.

1. Form: **Allopatrische Artbildung:** Hierbei wird eine Teilpopulation von der Ursprungspopulation abgetrennt, beispielsweise durch geographische Isolationen.
2. Form: **Sympatrische Artbildung:** Hierbei entsteht eine neue Form in derselben Population, beispielsweise durch eine adaptiven Radiation, worin sich verschiedene Merkmale entwickelt haben und diese Formen mit den neuen Merkmalen sich nur untereinander fortpflanzten.
3. Form: **Parapatrische Artbildung:** Hierbei nimmt eine Form eine neue Nische ein, beispielsweise ökologische Isolation. Sie leben auf der selben Insel, jedoch nicht in den selben Gebieten. Sie sehen sich quasi nicht mehr.

Buch Seite 278 u. 320

Diese Artbildungsbegriffe fallen immer im Zusammenhang mit der adaptiven Radiation.

Was ist jedoch die adaptive Radiation?

Die adaptive Radiation ist ein Vorgang, worin eine Ursprungspopulation in mehrere Populationen aufgespalten werden und sich durch mehrere Faktoren innerhalb eines kurzen Zeitraumes zu neuen Arten entwickeln. Diese verläuft sukszessive:

1. **Seperation:** Hierbei wird eine Teilpopulation von der Ursprungspopulation durch geographische Veränderungen abgetrennt (allopatrische Artbildung).
2. **Einnischung** dieser Teilpopulationen im Gebiet
3. Durch **hoher Nahrungsvielfalt** und **fehlender Konkurrenz** (Konkurrenzvermeidung), kommt es zu vielen Nachkommen
4. Durch **Mutation** und **Rekombination** entwickelt sich die Teilpopulation zu verschiedenen Arten (sympatrische Artbildung). Es kommt zur interspezifischen Konkurrenz.
5. Durch **Nischenspezialisierung** derer, isolieren sich diese Arten voneinander. Sie leben nun auf der selben Insel, jedoch nicht im selben Gebiet. Es kommt zur parapatrischen Artbildung.

Buch Seite 274/275

Im Verlauf dieser Artbildungsprozesse haben wir viel über eine Art kennengelernt. Was ist jedoch eine Art bzw. was charakterisiert eine?

Hierbei gibt es mehrere Definitionen über den Artbegriff, worin sich die Biologen nicht einig geworden sind.

**Morphologischer Artbegriff:** Arten sind Gruppen von Organismen, die sich anhand morphologischer Merkmale, also anhand von Formen und Strukturen, voneinander unterscheiden lassen. Zwischenformen fehlen.

**Kryptische (versteckte) Arten:** Gruppen von Organismen, die man nur schwer von ihrer Morphologie her zu unterscheiden sind.

**Biologischer Artbegriff:** Eine Art ist eine Gruppe der Individuen, die sich untereinander fruchtbar fortpflanzen können. Eine solche Gruppe ist genetisch von anderen Gruppen isoliert und sich als eine Einheit weiterentwickelt (evolviert).

**Phylogenetischer Artbegriff:** Eine Art ist die gesamte Gruppe von Individuen und Populationen, die für einen bestimmten Zeitraum auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückgeführt werden kann.

**Einheitliche Definition einer Art:** Eine Art umfasst eine Gruppe von ähnlichen Individuen, die in Zeit und/oder Raum über die Fortpflanzung miteinander verbunden sind.

**Homologie und Analogie** Buch Seite 294

Man kann die nahe Verwandtschaft von Tieren aufgrund ihrer Homologie nachweisen und aufgrund ihrer Analogie entkräften. Im folgenden werde ich beide erklären:

Als Homologie bezeichnet man eine Ähnlichkeit biologischer Strukturen bei verschiedenen Lebewesen aufgrund ihrer übereinstimmender Erbinformation. Man teilt die Homologie in drei Kriterien ein:

1. **Kriterium der Lage:** Strukturen sind dann homolog (gleich), wenn sie in einem vergleichbaren Gefügesystem die gleiche Lage einnehmen.
2. **Kriterium der spezifischen Qualität:** Komplex gebaute Organe sind homolog, wenn sie in besonderen Einzelheiten ihres Aufbaus übereinstimmen. Hierbei kann das erste Kriterium in sehr seltenen Fällen missachtet werden (siehe TheSimpleBiology)
3. **Kriterium der Stetigkeit:** Homologie liegt auch dann vor, wenn stark abgewandelte Organe durch eine Reihe von Zwischenformen so miteinander verbunden sind, dass sie einen Übergang von der einen Struktur zu anderen erkennen lassen.

Dies geschieht durch eine divergente Entwicklung, d.h durch eine Entwicklung die von einem gemeinsamen Ursprung aus in zwei verschiedene Wege aufgeteilt worden ist.

**Merke:** Das letzte Kriterium kann nur nachgewiesen werden, wenn Zwischenformen in der Klausur als Material ausgehändigt werden!

**Analogie:** Analogie bezeichnet die Funktionsähnlichkeit biologischer Strukturen bei verschiedenen Lebewesen. Dies geschieht durch eine konvergente Entwicklung, d.h durch eine Entwicklung die zwar parallel verlaufen ist, jedoch an einem gemeinsamen Punkt gelangt.

Zum Thema „Ähnlichkeit“ gibt es eine eine Theorie die uns zeigt, welche Merkmale wir in unserer Embryonalphase bis hin zum ausgewachsenen Individuum beibehalten haben (Ontogenese). **Ernst Haeckel** war der Verfechter der **Rekapitulationstheorie** oder auch genannt als biogenetische Grundregel.

Hierbei ist es wichtig, die zwei Fachterminologien der Ontogenese und Phylogenese zu erklären.

**Ontogenese:** Individuelle Entwicklung eines Lebewesens (Zeitraum ab Befruchtung der Eizelle, bis hin zum ausgewachsenen Individuum)

**Phylogenese:** Stammesgeschichtliche Entwicklung der Arten. Im engeren Sinne nur auf die Stammesgeschichte näher verwandter Art bezogen.

In dieser Theorie nimmt man an, dass Embryonen verschiedener Tierarten sich stark im frühen Entwicklungsstadium ähneln. Außerdem sehen Embryonen von Tierarten, die sich erdgeschichtlich früher getrennt haben (Mensch → Fisch), unterschiedlicher aus als jene, die vergleichsweise näher miteinander verwandt sind. (Mensch → Schwein). Des Weiteren entwickeln Embryonen Merkmale, die sie bei der Geburt nicht mehr Aufweisen.

Weitere Fachbegriffe die passend dazu sind:

**Atavismen:** Versteht man das zufällige Auftreten eines anatomischen Merkmals, das im Laufe der Stammesgeschichte schon einmal vorhanden war, dann aber irgendwann im Laufe der Evolution phänotypisch verloren ging. Zu diesen Faktoren gehört die Mutation. Diese Atavismen deuten daraufhin, dass die früheren Merkmale weiterhin im Genotyp vorhanden sind, sich jedoch nicht ausprägen.

**Rudimente:** Bezeichnet die unvollständige Ausprägung oder fehlende Funktion von Merkmalen. Diese sind bedingt durch Evolutionsfaktoren. Früher gebrauchte Merkmale sind nun unbrauchbar und treten als Ballast im Phänotyp auf.

**Brückentiere (Mosaikform/Übergangsform):** Weisen Merkmale unterschiedlicher Tiergruppen auf, welche als Indiz dafür gelten, dass sich Lebewesen auseinander gelebt haben. Hierbei unterscheidet man zwischen **fossile Brückentiere** (bereits ausgestorbene z.B Archaeopteryx) oder **rezente Brückentiere** (heute noch lebend z.B Schnabeltier).

**Lebende Fossilien:** Versteht man Arten, die in ähnlicher Form bereits schon in einem anderen Zeitabschnitt gelebt haben. Aufgrund von stabilen ökologischen Nischen die für konstante Umweltbedingungen sorgten, konnten die Arten über Millionen von Jahren beinahe unverändert bleiben. Diese Fossilien vereinen Merkmale unterschiedlicher Tiergruppen, z.B Quastenflosser, welcher schon mehr als 2 Milliarden Jahre lebt.

Buch Seite 279/280

**Gradualismus:** Anpassungen entstehen graduell (Schritt für Schritt), als Anhäufung kleiner Änderungen, bis der Punkt erreicht ist, wo wir von neuen Arten sprechen.

**Punktualismus:** Es gibt Formen der Änderung, die einen großen Schritt oder einzigen Schritt in Richtung Artbildung machen. Evolution durch solche zeitlich begrenzte Schritte bestimmt.

**Hybridisierung:** Bezeichnet man die Kreuzung zwischen nah verwandten Arten oder entfernten Populationen der gleichen Art.

**Heterosis-Effekt:** Bezeichnet die Verbesserung der Merkmale von Hybriden, z.B Resistenz (Widerstand).

**Netzwerk-Evolution (retikulare-Evolution):** Bezeichnet, dass die Evolution auch Wiedervereinigung und Neuanfang bedeutet. Hierbei sehen die Stammbäume wie Netzwerke aus.

**Die Entstehung des Menschen**

Die Evolution befasst sich nicht nur mit den Unterschieden oder dem Leben von Tieren und Pflanzen, sondern setzt sich auch mit der Entstehung des Menschen auseinander. Die Paläoanthropologie ist ein sehr wichtiger Bereich der Evolution, welcher sich damit beschäftigt.

Bevor es losgeht ist es wichtig, dass wir die Altersdatierungsmöglichkeiten und die Bedingungen des Erstellens eines Stammbaumes klären.

**Altersdatierungsmöglichkeiten:**

Radiokarbon-Methode: Hierbei lässt sich das Alter organischer Stoffe ermitteln. Lebewesen nehmen erstmal das radioaktive Kohlenstoffisotop 14C auf (durch Nahrung). Wenn dieses Lebewesen stirbt, so kann er kein 14C mehr aufnehmen und es wird nicht abgebaut. Das übrig gebliebene 14C gibt uns das ungefähre Alter an. Die Halbwertszeit von 14C beträgt 5370 Jahre. Der Nachteil ist hierbei, dass diese HWZ eine gewisse Begrenzung ist und man somit keine zuverlässige Messungen entwickeln kann. (siehe Kalium-Argon-Methode → HWZ : 1,25 Milliarden Jahre)

**Biostratigraphie:** Mithilfe von Leitfossilien lassen sich relative Aussagen zum Alter von umliegenden Gesteinsschichten machen. Findet man 2 Leitfossilien an verschiedenen Orten, so sind sie ungefähr gleich alt. In dieser Methode gibt es jedoch Bedingungen, die erfüllt werden müssen:

* Ein Leitfossil darf nur eine kurze Zeit existiert haben, da die Zeitabschnitte sonst zu groß werden
* Ein Leitfossil muss möglichst in vielen entfernten Lebensräumen vorgekommen sein, damit man über weite Entfernungen vergleichen kann
* Ein Leitfossil muss möglichst in hoher Zahl auftreten

**Gesteinsstratigraphie:** Untere Schichten sind immer älter als die oberen Schichten.

**Nachweisen von Verwandtschaften anhand vieler Methoden**

**Serum-Präzipitin-Test:** Bei diesem Test wird die Tatsache ausgenutzt, dass Wirbeltiere über ein Immunsystem verfügen, das hochspezifische Abwehrreaktionen gegen körperfremde Eiweißstoffe bewirkt. Um die Eiweißstruktur zweier Lebewesen zu vergleichen, kann man also die immunologische Reaktion eines dritten Lebewesens ausnutzen. Dieser Test besteht aus 4 Schritten:

1. Einem Menschen wird Blut entnommen und daraus das Serum (Blut ohne feste Bestandteile) abgetrennt. Im Serum befinden sich zahlreiche Eiweißstoffe, die für den Menschen arttypisch sind. Dieses Serum wird einem Kaninchen gespritzt.
2. Das Kaninchen bildet spezifische Antikörper gegen die im Serum enthaltenen Eiweiße.
3. Dem Kaninchen wird Blut abgenommen und daraus wiederum das Serum abgetrennt. Im Serum befinden sich nun die spezifischen Antikörper gegen die menschlichen Eiweiße. Es wird im Reagenzglas mit menschlichen Serum gemischt. Die Antikörper des Kaninchenserums bilden mit den Eiweißen des Menschenserums Komplexe, wodurch es zur Verklumpung kommt. Der Grad dieser Verklumpung wird als 100% definiert.
4. Das Kaninchenserum wird nun mit dem Blutserum der Vergleichstiere gemischt. Je nachdem, wie viele der tierischen Eiweiße mit denen des Menschen identisch sind, ergibt sich ein unterschiedlicher Verklumpungsgrad.

**DNA-Hybridisierung:**

Dieser Test beruht auf einem Vergleich der Schmelzpunkte der Hybrid-DNA mit dem Schmelzpunkt „reinen“ DNA einer Art. Je näher der „Hybrid-Schmelzpunkt“ dem Schmelzpunkt der artreinen DNA ist, desto ähnlicher ist die DNA, d.h desto näher sind beide Arten verwandt. Dieser Vorgang besteht aus 5 Schritten:

1. Man gewinnt DNA aus den Zellkernen von Menschen und beispielsweise Schimpanse- Es wird je ein Ausschnitt (Fragment) von 500 Basenpaaren aus dem gleichen Abschnitt des gleichen Chromosoms von Schimpanse und Mensch ausgewählt und isoliert.
2. Die beiden DNA-Fragmente werden auf ca. 88°C erhitzt. Durch die Hitze lösen sich die Wasserstoffbrücken und es entstehen DNA-Einzelstränge (Denaturierung).
3. Einzelstränge zweier Arten werden zusammengebracht. Es entsteht eine doppelsträngige Hybrid-DNA. Je höher die Zahl gleicher Basensequenzen in den Einzelsträngen beider Arten ist, desto mehr Wasserstoffbrücken bilden sich.
4. Hybrid-DNA wird bei langsam steigender Temperatur erhitzt, bis die DNA denaturiert und wieder Einzelstränge vorliegen. Der Schmelzpunkt wird ermittelt.
5. Schmelzpunkt der Hybrid-DNA wird mit dem Schmelzpunkt der artreinen DNA verglichen. Umso näher der Schmelzpunkt der Hybrid-DNA an der artreinen DNA ist, desto mehr gleichartige Basenpaare sind vorhanden bzw. umso näher sind die miteinander verwandt.

**Aminosäuresequenz-Analyse:**

* Cytochrom-C-Molekül ein Enzym der Zellatmung, welches bei jeder Lebensform existiert, ist hier ausschlaggebend.
* 70 Aminosäuren dieses Moleküls können an verschiedenen Positionen ohne Funktionsverlust ausgetauscht sein, wohingegen 35 Aminosäuren konstant bei allen verschiedenen Arten von Lebewesen vorkommen
* Änderung von Art und Position der Aminosäuren stellen eine Mutation der DNA-Struktur dieser Organismen dar.
* Wirkungslose Mutationen, welche keinen Funktionsverlust aufweisen, sind hierbei interessant
* Je größer die Zahl der AS-Unterschiede, desto mehr Mutationen haben seit der Entstehung gemeinsamer Vorfahren stattgefunden. Was bedeutet, dass ihre phylogenetische (stammesgeschichtliche) Distanz entfernter ist.

**Merke:** Eine „Evolutionseinheit“ (Ersatz einer AS durch eine andere) beträgt bei Cytochrom-C zwischen 18 und 24 Millionen Jahren!

**Erstellung von Stammbäumen**

Bei der Erstellung von Stammbäumen müssen wichtige Dinge beachtet werden, beispielsweise das Alter und die nahe Verwandtschaft. Es gibt hierbei unterschiedliche Stammbäume.

**Phylogramme:** Sie zeigen, zu welchem relativen – oder auch absoluten – Zeitpunkt sich die verschiedenen Taxa (in eine bestimmte Kategorie eingeordnete Gruppe von Organismen) trennten und wie unterschiedlich diese seitdem geworden sind. Die Breite ihrer Stammlinien kann die Artenzahl veranschaulichen.

**Kladogramme:** Stellen nur die Aufspaltungen der Abstammungslinien dar, wobei jede Abzweigung durch eines oder mehrere neu erworbene Merkmale definiert ist.

**Monophyletisch:** Eine Abstammungsgemeinschaft (von mono → eine)

**Paraphyletisch:** Eine Abstammungsgemeinschaft, wobei eine weitere Form entstanden ist, welche sich klar von der anderen abgrenzt (Divergenz). (von para → bei, neben)

**Polyphyletisch:** Mehrere Ursprungsarten (von poly → viele)

**apomorph:** evolutiv neue Merkmale

**plesiomorph:** ursprüngliche Merkmale

**Synapomorphien:** abgeleitete Merkmale

Wir sprachen davor von Taxa und ihre kurze Definition. Woher kommt jedoch dieser Begriff und wer prägte ihn? Carl von Linné, ein Meister der Taxonomie (Klassifizierung), teilte verschiedene Organismen in verschiedene Gruppen ein und unterteilte diese in mehrere kleine Gruppen. Er gab jeder Gruppe einen Namen, welches wir bis heute in Wikipedia sehen.

SKOFGA ist hierbei der Begriff den man sich merken sollte, da er all diese Unterteilungen resümiert.

**S:** **S**tamm, **K: K**lasse, **O: O**rdnung, **F: F**amilie, **G: G**attung, **A: A**rt **U**: **U**nterart → **SKOFGAU**

**Die Entstehung des aufrechten Ganges**

Bei der Entstehung des aufrechten Ganges gab es mehrere Annahmen, wovon keine zu 100% Ausschluss darauf gibt, wie dieser entstanden sein könnte. Ich werde zunächst Annahmen notieren, welche wir **im Plenum** besprochen haben, jedoch nicht weiß, ob sie Abitur-Relevant sind.

1. **Annahme:** Der aufrechte Gang, habe sich wahrscheinlich im Wald oder in Waldrandgebieten entwickelt. Denn inmitten der Savanne hätte ein Vormensch mit zunächst recht unvollkommen ausgebildeter Zweibeinigkeit (Bipedie) keine Chance gehabt, es mit Raubtieren aufzunehmen.
2. **Annahme:** Durch fehlender Konkurrenz, hatten die Menschenaffen Zeit sich auf die Lebensbedingungen zu spezialisieren, i.d.F das aufrechte Gehen zu entwickeln. Bei Hinzukommen der Raubtiere, verschwand der aufrechte Gehen jedoch wieder.
3. **Annahme:** Viele Veränderungen des Körperbaus müssen die Urahnen der Menschheit durchlaufen haben, bevor der aufrechte Gang perfektioniert worden ist. Bipedie kann nicht durch einige wenige Erbänderungen (Mutationen) entstanden sein, sondern brauchte eine lange Zeit.
4. **Annahme:** Durch abiotische Faktoren wie z.B Temperaturschwankungen oder Kontinentaldrifte der ostafrikanischen Platten, kam es zu schlechten Lebensbedingungen, wie z.B Ausdünnung oder Barrieren. Menschenaffen mussten mit diesen Lebensbedingungen lebten und begannen zu Fuß Wege zwischen den Barrieren zu erstellen.
5. **Annahme:** Männchen gingen Nahrung sammeln und brachten die Vorräte mit den freigewordenen Händen zu ihren Weibchen. Es entstand somit ein Selektionsvorteil und Bipedie. Die Männchen erhielt Belohnung von ihren Weibchen in Form von Sex.

**Die Entstehung der Sprache**

Bei der Entstehung der Sprache gab es auch wieder mehrere Annahmen, wovon keine eindeutig bestätigt worden ist. Anhand des erlernten Wissens aus dem Plenum, werde ich die Annahmen kurz erläuternd darstellen.

1. Annahme: FOXP2, ein Gen, welches die Sprachentwicklung fördert bzw. ohne den es keine Sprache gibt, sollte zweimal als intakte Kopien beim Urahnen des Menschen existiert haben, damit dieser sprechen konnte. (vor 200.000 Jahren)
2. Annahme: Aktivität der Gene waren ausschlaggebend. Anhand der Untersuchungen von Transkiptomen (Anzahl der mRNA's), konnte man feststellen, welche Gene häufiger oder weniger häufig abgelesen werden und ob es diesbezüglich Unterschiede zwischen den verschiedenen Spezies gibt. Mehr Entwicklungen des Gehirn als der der Schimpansen. Sprache hat sich damit so gebildet.
3. Annahme: Kontakt und Warnrufe waren existent, jedoch war das Lautrepetoire begrenzt, aufgrund der mangelnden Zungen- und Atemkontrolle. Frühere beliebte Gestikulation (non-verbalität) wurde vor 500.000 Jahren beim Homo Erectus durch anatomische Veränderungen des Kehlkopfes ersetzt. Diese Veränderungen stellten Selektionsvorteile für die Männchen dar (tiefe Stimme). Bessere Atemkontrolle, aufgrund des entstandenen Platzes im Kehlkopfes.
4. Annahme: Vor 250.000 Jahren wurde beim Homo Sapiens die Sprache durch Gruppenarbeit gebildet bzw. durch Interaktion gefördert, z.B bei der Waffenbildung oder beim Informationsaustausch.

Die Entstehung des Menschen bzw. des ersten Europäers

Bei der Entstehung des ersten Europäers gibt es wiedermal mehrere Annahmen und Stammbäume, wovon keine eindeutig bestätigt worden ist. Hierbei werde ich die wichtigsten Annahmen, welche wir im Plenum besprochen haben, herausschreiben.

Hierbei gibt es die zwei populärsten Hypothesen:

**Hypothese vom multiregionalen Ursprung des modernen Menschen**

Die Anhänger dieser Hypothese vermuten, dass sich einige der für die heutigen großen Menschengruppen charakteristische Merkmale in einem langen Zeitraum herausgebildet haben. Dies geschah auch ungefähr dort, wo diese Menschen heute leben. Hierbei galt der Homo Erectus (1 Mio. Jahre) als unser Vorfahre, welcher durch mehrere Auswanderungswellen in die verschiedenen Kontinente eingewandert ist und sich somit zu den verschiedenen Arten der Hominiden unabhängig voneinander entwickelt haben, zum Beispiel Erectus → archaische Homo Sapiens Formen → Neandertaler → heutiger Homo Sapiens. Unsere Vorfahren haben sich an die regionaltypischen Umstände ihrer Lebensräume angepasst und somit spezifische Merkmale entwickelt, die bis dato noch sichtbar sind.

**Hypothese vom afrikanischen Ursprung des modernen Menschen (Out-of-Africa-Modell)**

Für die Anhänger dieser Hypothese hat die gesamte Menschheit dagegen eine gemeinsame und vergleichsweise junge Wurzel. Ihrer Meinung nach ist Homo Sapiens vor etwa 150.000 Jahren in Afrika entstanden, welcher sich von dort aus über die gesamte Welt ausgebreitet und die in anderen Regionen der Alten Welt lebenden Menschen verdrängt hat. Für die Herausbildung genetischer Unterschiede zwischen verschiedenen Menschengruppen stand also nur wenig Zeit zur Verfügung. Entsprechend wir auch „Rassenunterschiede“ nur geringe Bedeutung zugeschrieben. Dadurch, dass die Kontinente damals zusammen waren, fiel es den Homo Sapiens leicht sich auf die nun verschiedenen Kontinente zu verteilen. Hierbei erfolgte die Besiedlung Europas vor 35.000 bis 40.000 Jahren. Diese Hypothese wird durch die Untersuchungswerte der mtDNA (Mitochondrien-DNA) und der größten Variabilität bei Schwarzafrikanern gestützt.

-------------------------------**Unterschiede der Hominiden kommt nicht!**----------------------------

--------------------------------(unsicher, da es mehrere Messungen gibt) -------------------------------

**Neurologie**

Die Neurologie ist die Lehre vom Nervensystem, seinen Erkrankungen und deren medizinischer Behandlung.

**Grundbegriffe:**

**Das vegetative Nervensystem:**

Das vegetative Nervensystem steuert viele lebenswichtige Körperfunktionen (Atmung etc.) Hierbei spielt das Gehirn und die Hormone eine wichtige Rolle. Gemeinsam mit dem Hormonsystem sorgt das Gehirn dafür, dass die Organe gut funktionieren. Das übergeordnete Zentrum des VNS ist der Hypothalamus. Es arbeitet praktisch von allein, daher auch der Name autonomes Nervensystem.

**Das zentrale Nervensystem:**

Das zentrale Nervensystem besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark. Es enthält mehr als 100 Milliarden Nervenzellen, welche auf vielfältiger Art und Weise miteinander kommunizieren, um den Organismus für die Bewältigung seiner komplexen Lebensweise vorzubereiten, z.B logisches Denken, Emotionen, eigenes Bewusstsein etc.

**Was ist der Sympathicus und der Parasympathicus?**

**Sympathicus:** Der Sympathicus löst all das aus, was eine Fluchtreaktion ausmacht. Er bringt also hohe Leistungssteigerung des Menschen. Er ist zudem ein Teil des VNS und der Antagonist des Parasympathicus und überall im Körper verteilt.

**Parasympathicus:** Der Parasympathicus bringt den Menschen in einen Ruhezustand (z.B Blutdrucksenkung).

Wie werden überhaupt Reize aufgenommen bzw. wie werden sie zu einer sinnvollen Reaktion umgewandelt? Hierbei müssen wir unser Augenmerk auf zwei Arten von Nervenfasern legen, nämlich die **efferenten** und **afferenten** Nervenfasern.

**Efferente Nervenfasern** transportieren Signale vom Nervensystem weg, hin zu den Zielorganen. (**motorisches Neuron**)

**Afferente Nervenfasern** übertragen von Rezeptoren aufgenommene Informationen zum zentralen Nervensystem. (**sensorisches Neuron**)

Hierbei ist es so, dass es bei der Unterscheidung bzw. bei der Benennung dieser Nervenbahnen viele Fehler auftreten können. Daher ein Tipp bzw. eine Eselsbrücke!

Efferent vom lateinischen **effere** hinaustragen, hinausführen und Afferent vom lateinischen **affere** → hintragen, zuführen)

**Aufbau einer Nervenzelle (Neuron)**

Das Neuron besteht aus 3 wesentlichen Hauptbestandteilen, welche nochmals in kleinere Bestandteile unterteilt werden kann.

1. **Soma:** Im Soma befinden sich der Zellkern, der Zellkörper und die Dendriten.

**Zellkörper:** Enthält den Zellkern der Nervenzelle und alle wichtigen Zellorganellen, die für die Proteinbiosynthese benötigt werden.

**Dendriten:** Kurze, vom Soma ausgehende und sich stark verzweigende Zellfortsätze, die Erregung aufnehmen und in Richtung des Somas (Axonhügel) leiten.

**Axonhügel:** Das Axon entspringt aus dem Axonhügel, von dort aus werden die Aktionspotenziale an das Axon weitergeleitet.

* 1. **Axon:** Im Axon befindet sich die Myelinscheide, die Schwann'schen-Zellen und die Ranvierschnürringe

**Myelinscheide:** Dient zur elektrischen Isolation des Axons (nur bei Wirbeltieren) und besitzt kleine Lücken (Ranviersche Schnürringe)

**Ranviersche Schnürringe:** Unterbrechen die Schwann'schen Zellen. Überträgt die Erregung von Schnürring zu Schnürring (saltatorische Erregungsweiterleitung)

**Schwann'sche Zellen:** Lipidreiche (fettreiche) Zellen (Myelin), die das Axon von der Umgebung elektrisch isolieren.

1. **Synapsen:** Dort befindet sich das Axontermimal, welches die weitergegebenen Reize aufnimmt und zur Synapse weiterleitet. Dort erfolgt eine Verarbeitung der Reize bzw. eine Reaktion.

Wie die Synapse genau aufgebaut ist und wie sie ein Reiz verarbeitet, werde ich im Folgenden näher erläutern.

Wir sprachen vor kurzem von Myelinscheiden bzw. von lipidreichen Zellen, welche keine Elektrizität weitergibt. Man unterscheidet in der Neurologie zwischen markhaltigen oder myelinisierten Nervenfasern und marklose bzw. nichtmyelinisierten Nervenfasern.

**Markhaltige Nervenfasern:** Markhaltige Nervenfasern sind dichtverpackte Fasern, welche aus Lipiden (Fetten) und Proteinen bestehen und keine elektronische Leitfähigkeit besitzen und in Verbindung mit den Ranvierschen Schnürringen eine schnellere Erregungsleitung leisten. (saltatorische Erregungsweiterleitung)

**Marklose Nervenfasern:** Hierbei handelt es sich um das Äquivalent, da diese Fasern nämlich, locker-bepackte Fasern sind, welche keine Myelinscheide noch Ranviersche Schnürringe besitzen. Hierbei kann die Elektrizität somit ungehindert weitergeleitet werden, jedoch langsamer als bei den markhaltigen Fasern. (**kontinuierliche Reizweiterleitung**)

**Membranpotenzial**

Nachdem wir den Aufbau der Nervenzelle und die Aufgaben der Bestandteile erklärt haben, so widmen wir uns der Reizaufnahme. Mehrere Reize werden von den Dendriten aufgenommen und zum Axonhügel weitergeleitet. Ob es jedoch zu einem Aktionspotenzial kommt oder es beim Ruhepotenzial bleibt ist noch nicht klar. Daher ist es wichtig, die einzelnen Vorgänge nochmals lapidar zu erklären.

**Ruhepotenzial**

Das Ruhepotenzial beschreibt den Zustand des negativen Potenzial einer unerregten Nervenzelle. Dieses negative Potenzial lässt sich auf ein Ladungsungleichgewicht der Ionen zwischen Extrazellülärraum und Cytoplasma zurückführen. Ohne eine Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials, wäre die Weiterleitung von Nervenimpulsen im Rahmen des Aktionspotenzials gar nicht möglich.

* Ladungsunterschied zwischen Extrazellülärraum und Intrazellulärraum
* Neuron muss eine negative Ladung im Inneren zuerst aufbauen und dann dauerhaft halten
* Aufgrund der Brownschen Molekularbewegung diffundieren positiv-geladene Kaliumionen ins Zelläußere über offene K+-Kanäle (nur K+ dazu im Stande, den Membran zu durchlaufen)
* Zellinneres wird negativer und Zelläußeres wird positiver
* Von Außen strömen Na+-Teilchen über Leckströme in die Zelle und würden früher oder später für einen Ausgleich der Ladungen sorgen (Ruhepotenzial zerstört)
* Natrium-Kalium-Pumpen sorgen für einen Rücktransport der eingeströmten Na+-Ionen
* Unter ATP-Verbrauch werden drei Na+-Ionen nach Außen transportiert und im Gegenzug zwei K+-Ionen nach innen
* -70mV (Wert des Ruhepotenzials) wird somit aufrechterhalten

**Aktionspotenzial**

Ist das Ruhepotenzial aufrechterhalten worden, so kann das Aktionspotenzial erfolgen. Hierbei gibt es jedoch auch Bedingungen die beachtet werden müssen, damit es überhaupt zu einen Aktionspotenzial kommt. Im Folgenden werde ich diese zusammen mit dem Vorgang erklären.

**Das Aktionspotenzial besteht aus 5 Vorgängen:**

1. **Ruhepotenzial**
2. **Überschreitung des Schwellenpotenzials/ leichte Depolarisation:** Das Schwellenpotenzial (-40mV) muss überschritten werden, damit ein Aktionspotenzial erfolgen kann. Wird dieses nicht überschritten, so kommt es zu keiner Reizweiterleitung (Alles-oder-Nichts-Gesetz).
3. **Depolarisation:** Spannungsgesteuerte Na+-Kanäle öffnen sich und von außen strömen schlagartig (aufgrund des chemischen und elektrischen Potenzials) Na+-Ionen in das Zellinnere des Axons. Es kommt zum Overshoot (+40mV)
4. **Repolarisation:** Nachdem sich die spannungsgesteuerten Na+-Kanäle geschlossen haben, so öffnen sich die spannungsgesteuerten Kalium-Kanäle. Positiv geladenes Kalium diffundiert aus dem Zellinneren hinaus und gelangt ins Zelläußere. Dieses erfolgt aufgrund des chemischen Gleichgewichts (Außen weniger Teilchen als Innen) und des elektrischen Gleichgewichts (Außen negativer als Innen). Nachdem das Kalium ins Zelläußere diffundiert ist wird die elektrische Ladung im Zellinneren negativ.
5. **Hyperpolarisation:** Da sich die spannungsgesteuerten Kalium-Kanäle langsamer schließen als die spannungsgesteuerten Natrium-Kanäle, kann weiteres K+ ins Zelläußere diffundieren. Das Zellinnere wird negativer (-90mV).

**Merke:** Nachdem die Na+-Kanäle sich im Laufe der Repolarisation geschlossen haben, ist ein erneutes Aktionspotenzial unmittelbar darauf nicht möglich. Diese Zeitspanne nennt man **Refraktärzeit** und dauert ungefähr 2ms.

Wir sprachen vorhin von saltatorischer Erregungsweiterleitung, jedoch um was handelt es sich hierbei bzw. wie läuft diese ab?

Bei der **saltatorischen Erregungsweiterleitung** handelt es sich um die schnelle Reizweiterleitung über die Ranvierschen Schnürringen. Daher, dass es zwischen den Schwanschen Zellen, welche isoliert sind, Ranviersche Schnürringe gibt, kann der Reiz „sprunghaft“ weitergegeben werden. Dies erfolgt erst einmal über ein Aktionspotenzial, welches im ersten Schnürring abläuft. Bei Einstrom des positiv geladenen Natriums, kommt es zur Diffundierung des Natriums an das benachbarte Schnürring, da die Schnürringe im Membran nicht voneinander getrennt sind. Wenn es beim ersten Schnürring zum Ruhepotenzial kommt, erfolgt beim zweiten Schnürring schon das Aktionspotenzial. Diese Kettenreaktion läuft dann so weiter, bis der Reiz die Synapse erreicht.

Das Gegenteil der saltatorischen Erregungsweiterleitung ist die **kontinuierliche Erregungsweiterleitung**. Diese verläuft langsamer, da sie keine Schwannschen Zellen besitzt, welche isoliert sind und keine Reizweitergabe ermöglichen.

**Merke:** Saltatorisch bedeutet sprunghaft → lat. Saltare!

**Reizstärkecodierung**

Diese besagt schlicht und ergreifend, umso höher die Reizstärke, desto mehr nimmt die Aktionspotenzialfrequenz zu.

**Informationsübertragung an chemischen Synapsen – Vorgänge an der cholinergen Synapse**

Die **Synapse** ist die sogenannte Endstation des Reizes, welches die Reize aufnimmt und in eine Reaktion umwandelt. Dieser Vorgang besitzt mehrere Schritte, welche ich euch kurz erklären werde.

* Aktionspotenzial in der **präsynaptischen Membra**n
* Spannungsgesteuerte Calcium Kanäle öffnen sich kurzzeitig
* Calcium diffundiert in den präsynaptischen Membran
* Vesikel mit dort enthaltenen Neurotransmittern (Acetylcholin) verschmelzen mit dem präsynaptischen Membran (Calcium fungiert als Signalion)
* Neurotransmitter gelangen in den **synaptischen Spalt** durch Exocytose
* AcH diffundiert zum postsynaptischen Membran und dockt sich an den Rezeptoren der Transmitter gesteuerten Na+-Kanälen an
* Na+-Kanäle öffnen sich → Na+ gelangt in das Zellinnere der **postsynaptischen Membran** → Depolarisation
* Es entsteht ein exzitatorisch, erregendes postsynaptisches Potenzial
* Die Depolarisation setzt sich dann elektronisch über den Dendriten und das Soma bis zum Axonhügel fort → Aktionspotenzial erfolgt dort wieder (Hierbei reicht ein EPSP jedoch nicht aus)
* Zuletzt wird das AcH durch bestimmte Enzyme wieder aufgenommen und für den späteren Gebrauch verwendet

**Was sind EPSP's und IPSP's?**

**EPSP's** (exzitatorische postsynaptische Potenziale) sind fördernde Potenziale, welche zu einer starken Reizweiterleitung beitragen. Hierbei unterscheidet man zwischen räumlicher Summation und zeitlicher Summation.

**Räumliche Summation:** Von räumlicher Summation spricht man, wenn mehrere Signale gleichzeitig eintreffen und sich ihre EPSP's an der Zellmembran überlagern. Die lokale Erregung der Membran kann dann stark genug werden, um am Axonhügel über den Schwellenwert zu liegen.

**Zeitliche Summation:** Von zeitlicher Summation ist die Rede, wenn ein weniger einflussreiches Signal mehrere Male kurz hintereinander auftritt. Dann können sich seine EPSP's zeitlich überlagern und sich positive Ladungsträger derart an der Zellmembran konzentrieren, dass ein Aktionspotenzial entsteht.

Man kann also festhalten, dass EPSP's eine Depolarisation herbeiführen bzw. ein Aktionspotenzial.

**IPSP's** (inhibitorische postsynaptische Potenziale) sind hingegen das Äquivalent, da sie die Reizweiterleitung hemmen, indem sie eine Hyperpolarisation in der Zelle herbeiführen.

Nachdem sich nämlich die Neurotransmitter an den negativ geladenen Chloridkanälen angedockt haben, werden negativ geladene Cl- Ionen in das Zellinnere befördert. Dadurch, dass das positiv geladene Kalium aus der Zelle rausdiffundiert wird das Zellinnere noch negativer. Die Spannung liegt dann sogar unter dem eigentlichen Ruhepotenzial und stoppt auf diese Weise die Erregung.

Nachdem wir nun die Vorgänge des Aktionspotenzials und der postsynaptischen Potenziale gesehen haben, bleibt uns die Frage, worin sich beide Potenziale unterscheiden. Hier sind die wichtigsten Unterschiede aufgezählt:

**Aktionspotenzial:**  **postsynaptisches Potenzial:**

* Amplitude nicht veränderbar → Amplitude veränderbar
* Spannungsgesteuerte Kanäle → Liganden/transmitter gesteuert
* Alles-oder-Nichts-Gesetz → kein Alles-oder-Nichts-Gesetz
* Ort: Axonhügel → Postsynapse

Merke: Der Amplitudencode beschreibt die Höhe des Schwellenwertes in der Neurobiologie.

**Reflexablauf**

Bevor wir zum Reflexablauf kommen stellt sich uns die Frage was ein Reflex ist.

Unter einem Reflex versteht man eine unwillkürliche immer gleich verlaufende Antwort eines Organs auf einen bestimmten Reiz.

Ein physikalischer oder chemischer Reiz trifft auf ein sensorisches Neuron, den Rezeptor. Der Rezeptor wandelt den Reiz in elektrische Signale um (Transduktion). Impulse laufen dann über eine afferente Nervenfaser ins Rückenmark wo die Verarbeitung des Reizes erfolgt. Über eine efferente Nervenfaser erreicht das Signal schließlich den Effektor. Die motorische Endplatte überträgt die elektrische Erregung von der Nervenfaser auf den Muskel. Es kommt zu einer Reaktion. Hierbei ist das Gehirn beim Reflex nicht involviert.

Man unterscheidet beim Reflexablauf/Reflexbogen 2 Typen voneinander, nämlich den monosynaptischen und polysynaptischen Reflexbogen.

**Monosynaptischer Reflexbogen:** Beim monosynaptischen Reflexbogen oder Eigenreflex genannt, erfolgt die Verschaltung über eine einzige Synapse im Rückenmark. Hierbei liegen der Rezeptor und der Effektor im selben Organ. Das führt zu einer kürzeren Reflexzeit.

**Polysynaptischer Reflexbogen:** Beim polysynaptischen Reflexbogen oder auch Fremdreflex genannt, handelt es sich um eine Verschaltung über mehrere Synapsen hinweg. Hierbei liegen der Rezeptor und der Effektor in unterschiedlichen Organen. Die Reflexzeit ist dort langsamer. Hierbei gibt es **das Interneuron**, welches zwischen dem sensorischen und motorischem Neuron existiert.

**Beispiel: Ablauf Kniesehnenreflex (monosynaptisch)**

1. Ein Schlag wird auf die Kniesehne unterhalb der Kniescheibe ausgeführt. Dabei wird der Unterschenkelstrecker-Muskel ruckartig gedehnt.
2. Durch diese Muskeldehnung wird die Muskelspindel erregt
3. Nun wird die Erregung über die afferente Faser ins Rückenmark abgeleitet.
4. Im Rückenmark wird die Erregung über nur eine Synapse auf die efferente Bahn (Motoneuron) übertragen
5. Das Motoneuron leitet die Erregung wieder zum Muskel zurück.
6. Die motorische Endplatte erregt den Unterschenkelstreckermuskel
7. Der Muskel zieht sich zusammen.

**Beispiel: Ablauf Bauchhautreflex (polysynaptisch)**

1. Schlag auf die Bauchhaut. Dabei wird der Bauchmuskel gedehnt.
2. Durch diese Muskeldehnung wird die Muskelspindel erregt
3. Nun wird die Erregung über die afferenten Fasern ins Rückenmark abgeleitet.
4. Erregung von der Bauchhaut wird über sog. Interneurone umgeschaltet
5. Es gelangt nun zum Motoneuron des Bauchmuskels
6. Über efferente Nervenfasern gelangt die Erregung zum Bauchmuskel
7. Die motorische Endplatte erregt den Bauchmuskel
8. Der Muskel zieht sich zusammen.

Wir sprechen andauernd von der motorischen Endplatte, um was es sich handelt, haben wir jedoch nicht geklärt.

Die **motorische Endplatte** ist eine chemische Synapse, die eine elektrische Erregung von dem Ende einer Nervenzelle auf eine Muskelfaser übertragen kann. Ihre Aufgabe besteht darin, eine Erregung, also ein Aktionspotenzial, das durch die Nervenfaser geleitet wurde, auf die Muskelzelle zu übertragen, wodurch es den Muskel möglich wird, sich zusammenzuziehen.

**Toxikologie**

Die Toxikologie untersucht die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen und giftigen Stoffen.

Drogenauswirkungen an der Weiterleitung in der Synapse

1. Option: Die **Ausschüttung der Transmitter wird verstärkt oder verringert,** sodass größere oder kleinere Mengen der Transmitter in den synaptischen Spalt gelangen. (z.B Speed oder Opiate)
2. Option: Opiatrezeptormoleküle werden z.B auf Schmerzfasersynapsen gefunden und können den Schmerz eines Menschen lindern, indem sie die **Transmitterausschüttung**, die für den Schmerz sorgt, **senken** und somit die Schmerzschwelle des Menschen erhöhen.
3. Option: Speed kann nicht nur die Transmitterausschüttung verringern oder verstärken, sondern auch den **Abbau von Transmittern unterbrechen** bzw. stoppen. So bleiben die Transmitter im synaptischen Spalt und führen zu einer Dauererregung.
4. Option: Es können auch **Transmittermoleküle** durch Drogen **nachgeahmt** werden wie z.B durch Cannabis. Cannabis bindet sich an den Rezeptor der präsynaptischen Membran und verhindert somit die Bindung von Transmitter und Rezeptor

**Das Auge**

Aufbau des Auges

**Lederhaut:** Umfasst das ganze Auge. Geht dann später in die Hornhaut über.

**Hornhaut (Cornea):** Die Hornhaut ist die konvex gewölbte durchsichtige Haut, welche formstabil ist. Sie dient zum Schutz des Auges und sorgt durch ihre Wölbung für eine Brechung der Lichtstrahlen.

Zwischen der Hornhaut und den Augenlidern befindet sich **Bindegewebe**, welches mit Tränenflüssigkeit bestückt ist.

Hinter der Hornhaut befindet sich die **Augenkammer** in der sich das Kammerwasser befindet. Hierbei unterscheidet man zwischen 2 verschiedenen Kammern.

**Vordere Augenkammer:** Den Teil zwischen Hornhaut und Iris

**Hintere Augenkammer:** Teil zwischen Iris, Ziliarmuskel und Glaskörper

**Regenbogenhaut (Iris):** Besitzt die Aufgabe, das Auge auf die Lichtverhältnisse anzupassen. Die Öffnung der Iris (**Pupille)** reguliert das Licht, welches ins Augeninnere tritt.

**Augenlinse:** Die Linse ist an dem ringförmigen Ziliarmuskel befestigt. Mithilfe dieses Muskels kann die Augenlinse verformt werden. Brechungswinkel des Lichts wird aktiv gesteuert **(Akkomodation)**.

**Glaskörper:** Eine gelartige Flüssigkeit, die zu 98% aus Wasser besteht. Diese dient vor allem der Formstabilität des Auges.

**Netzhaut (Retina):** Besteht aus mehreren Schichten, in denen die Lichtinformationen aus unterschiedlichen rezeptiven Feldern kombiniert und sortiert werden.

**Aderhaut:** Dient zur Versorgung mit frischem Blut. Ist verbunden mit den Photorezeptoren der Netzhaut.

**Zapfen:** Ist für das Sehen bei Tag verantwortlich und besitzt mit dem photopischen Sehen (griech. Photos= Licht) einen eigenen Fachbegriff. Man unterscheidet zwischen drei verschiedenen Typen von Zapfen. S-Zapfen (reagieren auf Blau), M-Zapfen (reagieren auf grün) und L-Zapfen (reagieren auf rot). Sie „feuern“ ein Signal in Richtung Sehnerv.

**Stäbchen:** Ermöglichen das Sehen in der Dämmerung/Nacht, das auch unter dem Begriff des skotopischen Sehens (griech. Skotos= Dunkelheit) bekannt ist. Diese Sinneszellen verfügen über eine besondere Lichtempfindlichkeit und können schon bei geringer Lichtmenge für das Gehirn verwertbare Impulse erzeugen.

**Gelber Fleck (Makula):** Eine Region, in der die Photorezeptoren besonders dicht gedrängt sind. Es handelt sich hierbei um den Ort des schärfsten Sehens. Im Zentrum des Gelben Flecks liegt die Fovea (Sehgrube), eine kleine Vertiefung, in der die Zapfen besonders dicht gedrängt sind. Dort befinden sich keine Stäbchen.

**Blinder Fleck (Papille):** Eine Region, welche keine Photorezeptoren besitzt. Sie verbindet sich direkt mit dem Sehnerv (nervus opticus). Sie leitet elektrische Impulse ins Gehirn.

**Pigmenthaut:** Schützt das Augeninnere vor störenden Reflexen mit dem dunklen Farbstoff.

**Phototransduktion**

Ort: An den **Disks (Membranstapeln)**

1. Absorption von Lichtquanten durch spezielle Sehpigmentmoleküle (Rhodopsin)
2. Das Retinal absorbiert einzelne Photonen und durchläuft mit deren Energie eine Konformationsänderung
3. Vom gewinkelten 11-cis-Retinal zum gestreckten all-trans-Retinal
4. Das führt zu einer Aktivierung von Transducin-Molekülen
5. Diese aktivieren wiederum etwa 100-PDE (Phospho-di-Esterase
6. Jede PDE wiederum wandelt etwa tausendfach cyclisches Guanosinmonophosphat (cGMP) zu hydrolysiertem GMP um
7. Gleichgewicht verschiebt sich und cGMP löst sich von cGMP-gesteuerten Na+-Kanälen
8. Na+-Kanäle schließen sich und die Sinneszelle wird hyperpolarisiert
9. Der Neurotransmitter Glutamat wird nicht mehr ausgeschüttet

Im **unbelichteten Stäbchen** sind die Rhodopsin-Moleküle inaktiv. Das cGMP ist an spezialisierte Natrium-Kanäle der Stäbchen-Außenmembran gekoppelt und hält diese offen. Der ständige Natrium-Ionen-Einstrom depolarisiert die Zellmembran. Die Folge ist eine permanente Abgabe inhibitorischer (hemmender) Transmitter am Endknöpfchen des Stäbchens und damit die Hemmung des nachgeschalteten Neurons.

Zuletzt wird das all-trans-Retinal vom Opsin abgespalten, von Proteinen zur Pigmentschicht transportiert, dort unter Verbrauch von ATP wieder in die 11-cis-Form versetzt und in die Sehzelle zurückgebracht. (nur bei lichteinfallenden Prozessen).

Merke: Das Rhodopsin besteht aus dem Opsin (nicht lichtempfindlichen Molekül) und dem Retinal (licht-absorbierenden Molekül)!

**Alzheimer (familiäre Form der Alzheimer-Demenz, kurz FAD)**

**Molekulare Scheren im Kopf**

Die Nervenzellen im Großhirn verlieren ihre Funktion, weil sich das ß-Amyloid (Aß) mit sich selbst zu sog. Oligomeren verbindet. Während kleine Mengen von Aß für die Funktionfähigkeit der Synapsen gebraucht werden, verursachen Oligomeren aus Aß das vorzeitige Absterben vieler Nervenzellen im Großhirn.

Das Peptid Aß besteht aus 42 Aminosäuren, es wird mit enzymatischen Scheren aus dem Amyloid-Vorläufer-Protein APP herausgeschnitten. APP ist ein großes Membranprotein aus 770 Aminosäuren ; das APP-Gen ist auf Chromosom 21 lokalisiert.

Zwei Enzyme schneiden das Aß aus dem Protein APP heraus. Das Enzym, das den Schnitt zwischen Aminosäure 671 und 672 führt, ist die ß-Sekretase, ungefähr zwischen den Aminosäuren-Positionen 711 und 713 schneidet die y-Sekretase. Werden zu schnell sehr große Mengen des Peptids Aß erzeugt, verbinden sich diese Aß-Peptide zu Oligomeren (Aggregation), die die Funktion der Nervenzelle beeinflussen. Zahlreiche

Oligomeren bilden Plaques, die sich interzellulär ablagern und im Mikroskop sichtbar sind.

**Markowitsch Gedächtnismodelle**

**Inhaltliche Gedächtnisformen:**

**prozedurales Gedächtnis:** Dort werden mechanische Fertigkeiten und Routinehandlungen gespeichert

**Primingsystem:** Dort wird zuvor unbewusst Wahrgenommenes eingespeichert. Höhere Wiedererkennungsleistung möglich.

**Perzeptuelles Gedächtnis:** Bewusstes Erkennen von Objekten oder Geräuschen

**Semantisches Gedächtnis:** Beinhaltet allgemeines Weltwissen und Fakten, die kontextfrei abgespeichert und erneuert werden.

**Episodisches Gedächtnis:** Beinhaltet Erlebnisse, welche einen Raum- und Zeitbezug besitzen und emotional bewertet worden sind.

**Autobiographisch-semantisches Gedächtnis:** Fakten unserer Autobiographie, die etwas mit uns zu tun haben, aber keinen Raum- und Zeitbezug aufweisen, werden in diesem Gedächtnis zugeordnet.

**Zeitliches Gedächtnis**

**Ultrakurrzeitgedächtnis:** Zeitspanne von Millisekunden. Speichert Wahrnehmungserlebnisse (z.B Geschehenes oder Gehörtes) auf.

**Kurzzeitgedächtnis:** Zeitspanne von 20- 40 Sekunden, höchstens wenige Minuten. Mehr oder weniger als 7 Sinneseindrücke werden gespeichert.

**Langzeitsgedächtnis:** Dauer und Aufnahmekapazität unbegrenzt. Das bedeutet, dass wir unser Leben lang neue Informationen aufnehmen und behalten können, ohne das dadurch bereits gelernte Inhalte gelöscht werden müssen.

**Arbeitsgedächtnis:** Zwischen dem Kurzzeitgedächtnis und dem Langzeitgedächtnis. Dort werden eingegangene Informationen bearbeitet, die man gehört hat, intern wiederholt oder mit etwas anderem assoziiert werden eingespeichert und somit für eine längerfristige Abspeicherung im Langzeitgedächtnis präpariert.

Das Arbeitsgedächtnis operiert hierbei mit zwei unabhängig voneinander agierenden Subsystemen:

1. **phonologische Schleife:** Bearbeitet **auditive** (gehörte) Informationen
2. **visuell-räumlicher Notizblock:** Ist für **visuelle** (gesehene) Informationen zuständig

**Altgedächtnis:** Alles was die Person bis dahin gelernt hat

**Neugedächtnis:** Diejenigen Inhalte, die ab einem belieben Zeitpunkt neu gelernt werden, bilden das Neugedächtnis.

**Schlusswort:**

In dieser Zusammenfassung werden alle Themen kurz und bündig erklärt. Sollte man bei paar Inhalten Einwende besitzen, so schaut euch in den vorliegenden Quellen um und versucht es so wie ihr es möchtet zu verstehen!!!

I**ch hoffe Ihr habt damit Spaß und viel Spaß beim Abitur!**