

# Abiturprüfungsklausur im Prüfungsfach Biologie

28. 04. 2003

1.1.)

Im der Abbildung 1 werden die Wirkungen einer Reizung auf ein Tintenfischaxon und eine Armleuchtteralgezelle dargestellt. Hierbei ist A der Reizung des Tintenfischaxons und B der Reizung der Armleuchtteralgezelle zuzuordnen.

Abbildung 1 zeigt den Verlauf eines Aktionspotentials. Der ausgeübte Reiz führt zu einer kurzzeitigen

$R_n$  Spannungsumpolung, so daß die positive Ladung im Gegensatz zum Ruhepotential nun innen liegt. Diese Spannungsumpolung

$?$  entsteht, da das AP über dem Neuriten geleitet wird und die Natriumpore, die durch zwei Proteinkette verschlossen ist, durch Konzentrationsveränderung geöffnet wird.

$f_{\text{m}}$  Die Natriumpore ist nun zunächst für  $\text{Na}^+$ -Ionen durchlässig, was zur Ausbildung der Natriumausströmflanke führt. Da die  $\text{Na}^+$ -Ionen nach innen strömen

-t 2



Kurz darauf wird die Membran auch für  $K^+$ -Ionen durchlässig. Was in der Abbildung durch die Kaliumabstiegsflanke verdeutlicht wird. Denn nun strömen die  $K^+$ -Ionen nach außen.

$R_{K}$

Anschließend wird die Membran sofort wieder verschlossen. Da der  $K^+$ -Ausstrom jedoch nicht sofort gestoppt werden kann, kommt es zu einem Overshoot. (vgl. 4. u. 5.)  
Dann stellt sich jedoch wieder das Ruhepotential her.

Die Abbildung B zeigt die Auswirkung bei einer Reizung einer Armleuchtteralgazelle. Auch hier wird ebenfalls ein Aktionspotential ausgebildet. Jedoch sind einige grundlegende Unterschiede festzustellen. Zunächst ist das Ruhepotential wesentlich höher bzw. negativer als beim Tintenfischaxon. In Abbildung A liegt es bei  $-60 \text{ mV}$  und in Abb. B beträgt es  $-165 \text{ mV}$ . In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu bemerken, dass eine unterschiedliche Reizschwelle vorliegt. Im Abb. A liegt diese bei circa

nicht ersichtlich!



Fehlinterpretation  
des Spikes in der Abb.

-10mV. In Abb. B hingegen wird ein Aktionspotential bereits bei ungefähr -90mV ausgelöst. Beim Verlauf des Anstiegs und des Abfalls der Meßwerte sind überwiegend Übereinstimmungen zu verzeichnen, wobei man die Verschiebung um circa 100mV nicht vergessen darf. Weiterhin besteht ein Unterschied, da in Abb. A nach der Abstiegflanke ein Overshoot zu erkennen ist, der in Abb. B fehlt. Zum Schluß ist jedoch auch in Abb. B wieder der gleiche Meßwert wie am Anfang festzustellen. Demnach bildet sich auch bei der Armleuchtalgeizelle nach kurzzeitiger <sup>(Depolarisation)</sup> Spannungsänderung, wobei diese Spannung jedoch negativ bleibt, wieder das Ruhepotential aus.

• vollständig gelöst

1.2.) Mit Hilfe einer Mikroelektrode kann man feststellen, dass aus unerregtem Nerv des Tintenfisch-axons eine charakteristische Ionenverteilung herrscht. Im Zellinneren befinden sich überwiegend  $K^+$ -Ionen sowie



organische Anionen. In der um-  
gebenden Zellflüssigkeit findet man  
demgegenüber vorwiegend

$\text{Na}^+$ -Ionen und  $\text{Cl}^-$ -Ionen.

Die Membranpore erlaubt, dass

im unregelmäßigen Zustand  $\text{K}^+$ -

Ionen vom Inneren nach Außen

diffundieren. Andere Ionen

wandern nur im geringsten Maße

durch die Membran. Somit ergibt

sich, daß das Zellinnere aufgrund

der zurückgebliebenen negativ

geladenen organischen Anionen

negativ geladen ist und die

umgebende Zellflüssigkeit auf-

grund der  $\text{Na}^+$ -Ionen positiv

geladen ist. Kommt nun ein

Reiz ~~ein~~ Reiz über den Nerven

an der Membran an wird diese

geöffnet und wenn die Reiz-

Schwelle überschritten wird, kommt

es zur Ausbildung eines Aktions-

potentials, wie bereits in Aufgabe

1.1 zu Abb. A beschrieben.

Ergänzend ist jedoch noch hinzu-

zufügen, dass die Messung eines

Aktionspotentials nur an dem

Ranvier'schen Schnürring möglich

ist, da nur dort ein Kontakt

R

R

✓

f111

f111 durchlässig für...

✓✓✓ (u.a.)

↓

↓

↓

↓

↓

↓



Diff.

zwischen Zellmembran und der umgebenden Zellflüssigkeit besteht.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die Ionenverteilung im Zellinnern und an der Membranaußenseite der Armbuchteralgenzelle nicht mit der des Timblefischaxons übereinstimmt.

Im unregelmäßigen Zustand der Zelle findet man alle vorhandenen Ionenarten ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , organische Anionen) überwiegend im Nitella-Zellsaft.

Wobei hier wiederum  $\text{Cl}^-$ -Ionen und  $\text{K}^+$ -Ionen deutlich überwiegen.

Im unregelmäßigen Zustand ist demnach der Nitella-Zellsaft

hauptsächlich aufgrund der  $\text{Cl}^-$ -Ionen und der organischen Anionen negativ geladen. Die Membranaußenseite hingegen

ist positiv geladen, was durch die  $\text{Mg}^{2+}$ , die  $\text{Ca}^{2+}$ , die  $\text{Na}^+$ -

und die  $\text{K}^+$ -Ionen verursacht wird. Wird nun ein Reiz auf

die Armbuchteralgenzelle ausgeübt verändert sich diese Ionenverteilung. Betrachtet man

Abb. 1 B wird deutlich, dass

✓ Anordnung der Ionen zur Entstehung einer Ladung:



der Nitella - Zelle weniger negativ geladen wird. Somit muß es also zu einem  $\text{Cl}^-$  - Ausstrom kommen. Weiterhin diffundieren eventuell  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , oder  $\text{K}^+$  - Ionen ins Zellinnere und tragen somit ebenfalls zur Depolarisation bei.

✓ ✓ 2n

(f/v) nur aktiv möglich!

- Teillösung
- Es fehlen zutreffende Überlegungen zum RP bei Pflanzen!

1.3.) Vergleicht man nun die potentialbildenden und potentialverändernden Vorgänge sind mehrere Unterschiede festzustellen.

2

Zunächst ist die grundsätzliche Ionenverteilung am unregierten Nerv unterschiedlich. Zum einen sind bei der Armbauchalgenzelle mehrere unterschiedliche Ionen beteiligt. Weiterhin befindet sich beim Timmfisch die höhere  $\text{Na}^+$  - und  $\text{Cl}^-$  - Ionenkonzentration außerhalb der Zelle und nicht im Innern. Außerdem ist aufgrund der Ionenverteilung das RP der Armbauchalgenzelle wesentlich höher, bzw. negativer.

2

Auch bezogen auf die Reizauslösung besteht ein Unterschied. Denn beim Timmfisch kommt

(f/v)

- Weitere Unterschiede (in 1, 2), v



es zur Spannungsumpolung, von positiv zu negativ. Bei der Armleuchteralgenzelle ist diese jedoch nicht festzustellen. Dort wird die Spannung nur weniger negativ, gelangt jedoch nicht in den positiven Bereich. Eine logische Konsequenz daraus ist, dass die Reizschwelle unterschiedlich sein muß.

so f(u)

z

z

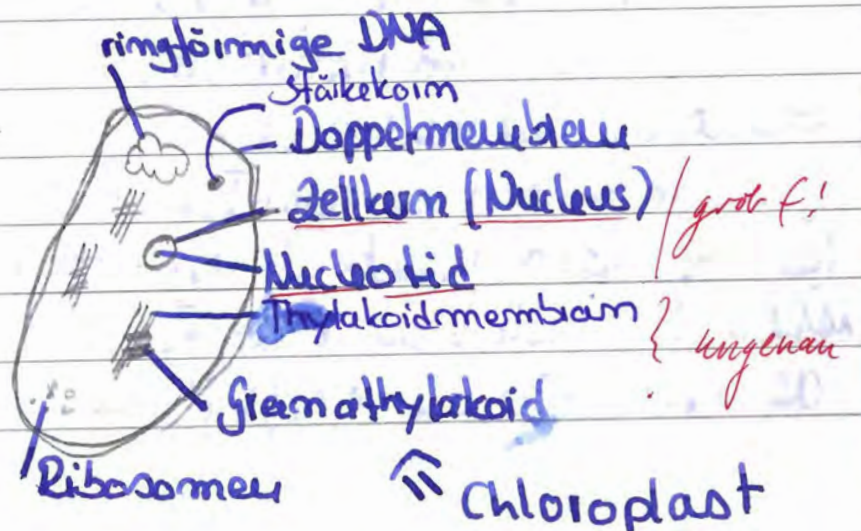
z

f(u)

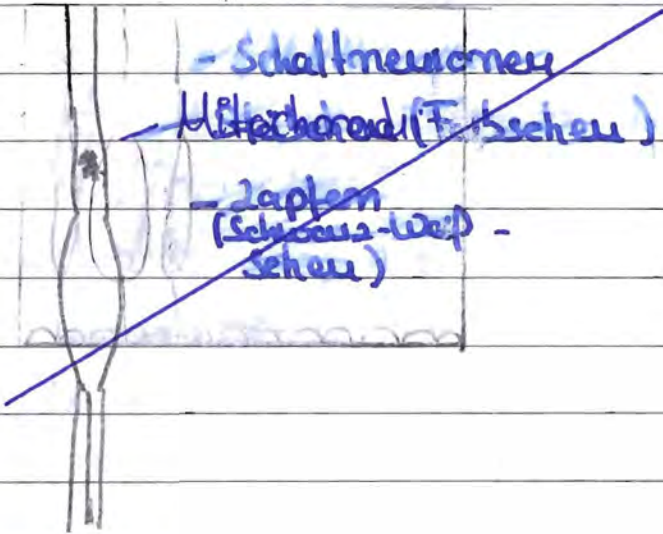
Bei weiteren Punkt an dem der Unterschied zwischen Tier und Pflanze deutlich wird ist die Geschwindigkeit der Erregungsleitung. Die Leitungsgeschwindigkeit beim Tintenfischaxon ist mit 1m in 4 Sekunden deutlich höher als bei der Armleuchterzelle, die für 1m 50 Sekunden benötigt. Zurückzuführen ist dieser Unterschied auf den unterschiedlichen Aufbau der Erregungsleitungen. Beim Tintenfisch handelt es

1.3.: Teillösung

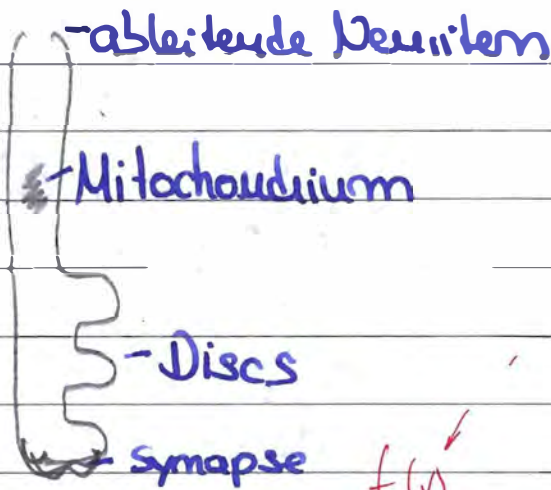
2.1)







## Schzelle:



$f(\omega)$

$\omega$

$\omega$

• wenig gelungene Skizzen.

$f(\omega)$

2.2.) Das Licht wird bei Pflanzen und bei Tieren grundsätzlich als Reiz aufgenommen, der einen bestimmten Zyklus auslöst.

Dieser sogenannte Rhodopsin-Zyklus

verläuft folgendermaßen:

Zunächst entsteht aus der

gekrümmten All-trans-Form des

Retinals die geheckte M-cis-Form.

Diese löst sich dann vom Opsin

ab. Das Opsin zerfällt au-

$f(\omega)$

$-z$

$f(s)$



- schließend und wird zu einem wirksamen Enzym und setzt so einen Ionenstrom in Gang. Damit dieser Zyklus sich wiederholen kann wird anschließend aus dem All-trans-Retinal das All-trans-Retinal, mit dem das All-trans-Retinal reduziert wird. Dann wird dieses isomergiert und somit entsteht das 11-cis-Retinal, was nun zum 11-cis-Retinal oxidiert wird. Anschließend verbindet <sup>sich</sup> dieses wieder mit dem Opsin und der Ausgangsstoff für den Rhodopsin-Zyklus ist wieder hergestellt.

- Im Abbildung 2a wird das Absorptionsspektrum von Chlorophyll a und b im Ethylether dargestellt.
- Betrachtet man den Kurvenverlauf kann man feststellen, dass Chlorophyll a und b jeweils Licht unterschiedlicher Wellenlänge unterschiedlich absorbieren. Für Chlorophyll a liegt das absolute Maxima bei 420 nm und für Chlorophyll b bei 460 nm. Ein weiteres Maxima für Chlorophyll a liegt bei 660 nm und für Chlorophyll b bei 600 nm.

f(λ)

nm



Beide Farbstoffe können Licht der Wellenlänge von ungefähr 470 nm und 630 überhaupt nicht oder nur sehr schlecht ausnutzen. Diese Tatsache ist für den Prozess der Photosynthese sehr wichtig. Denn die Pflanzen enthalten Chlorophyll a und b und wenn sie mit Licht der Wellenlänge bestrahlt werden, welches nicht genutzt werden kann, können sie auch keine Photosynthese betreiben. Weiterhin kann die Photosyntheseintensität durch Bestrahlung von Licht mit bestimmter Wellenlänge verstärkt werden. Auch in Abbildung 2b wurde Absorptionsspektrum von Seefarbstoffen im einzelnen Zapfen der Petunia eines Wübelkessers wird deutlich, dass unterschiedliche Farbstoffe Licht unterschiedlicher Wellenlängen verschieden gut ausnutzen können. Eine optimale Ausnutzung des Lichts ist bei 440 nm, bei 540 nm und bei 570 nm. Anders als in Abbildung 2a wird hier nicht deutlich, dass ein Bereich des

bis

✓ Bezug Aufgabe

f(λ)

R

f(λ) absorbieren...



2.2. : - wenig angemessen bearbeitet

- Empfängerprinzip

- Absorption von Licht und Folgevorgänge nur unzureichend bearbeitet

lichts vorhanden ist, der überhaupt nicht genutzt werden kann. ↓

3.) Abbildung 3 zeigt die Ontogenese des Tintenfischauges und des Wirbeltierauges. Hierbei ist A dem Tintenfischauge zuzuordnen, da das Tintenfischauge aus einem Teil der Epidermis entstanden ist. B hingegen ist dem Wirbeltier zuzuordnen, denn bei dem Wirbeltierauge handelt es sich um eine Zwischenhirnneubildung. Beide Augentypen haben demnach eine unterschiedliche Ontogenese durchlaufen. Abbildung A zeigt, dass das Tintenfischauge zunächst eine Wölbung der Epidermis war, die sich dann zu einer abgeschlossenen Augenblase weiterentwickelte. Weiterhin bildeten sich dann vor dieser Blase mehrere Häute aus, die zum einen zum Schutz dienen, wie zum Beispiel die Hornhaut, oder die aber zur Lichtbrechung dienen, wie zum Beispiel die Iris.

Lichtbrechung  
Iris nicht zur Lichtbrechung!



und die Linse. In der letzten Abbildung vom A wird dann auch die Netzhaut ausgebildet. Betrachtet man die heutigen Funktionen der einzelnen Augenbestandteile, kann man den Rückschluß ziehen, dass am Anfang der Entwicklung, bis zur Ausbildung der Netzhaut, noch keine reelles Abbild der Umwelt entstehen konnte.

(v)

R<sub>n</sub>

(R)

Statt dessen wurden Hell- und Dunkelunterschiede wahrgenommen.

spekulativ

In Abbildung B, der Ontogenese eines Wirbeltierauges sieht man eine sehr ähnliche Entwicklung. Jedoch ist der Ursprung der Entwicklung ein vollkommen anderer. Das Wirbeltierauge ist eine Ausstülpung des Zwischenhirns. Jedoch entstand beim Wirbeltier ähnlich wie beim Tintenfisch zunächst eine einfache Augenblase, die mit starken oder weniger starken Lichtreizen versehen konnte.

(v.e.)

Ausschließend bildeten sich wie beim Tintenfisch Häute die zum Schutz, sowie zum Brechen von Licht dienen.

(v)

f(x)

epidermale Bildungen!

(v)

z  
z



(v) Es entstanden ebenfalls eine Linse, eine Iris und eine Hornhaut. Wie auch beim Tintenfisch kann auch beim Wirbeltier im letzten Entwicklungsschritt die Netzhaut bilden. So daß Tintenfisch und Wirbeltier mit ihrem Auge ein reelles Bild der Umwelt auf der Netzhaut entwerfen können, ähnlich wie eine Fotokamera.

R<sub>n</sub>

2. Einige Unterschiede sind jedoch in den zwei Abbildungen immer noch zu verzeichnen. So steht zum Beispiel die Linse beim Tintenfisch deutlich weiter vor als beim Wirbeltier. Beim Wirbeltier ist dort noch die vordere Augenkammer zu finden. Dieser Platz wird beim Tintenfisch noch von der Linse ausgefüllt.

Betrachtet man jedoch nicht nur die Ontogenese der beiden Augentypen, sondern stellt sie in den Zusammenhang der gesamten evolutionärsbiologischen Entwicklung, muß man feststellen, dass das Tintenfischauge und das Wirbeltierauge analog zueinander sind. Sie haben zwar

f(A)

z. Z<sub>n</sub>



einen unterschiedlichen Grund-  
bauplan, erfüllen jedoch die  
gleiche Funktion. Betrachtet  
man nur die Endstadien der  
Entwicklung könnte man leicht  
zu der Annahme gelangen, dass diese  
beiden Organe auch homolog  
sind, also den gleichen Grundbau-  
plan haben. Diese Täuschung  
entsteht, da beide Organe im  
Laufe ihrer Entwicklung eine  
konvergente Entwicklung durch-  
gemacht haben. Das bedeutet,  
dass sich zwei analoge Organe,  
in Anpassung an die Umwelt,  
auch äußerlich in die gleiche  
Richtung entwickelt haben. Dies  
führt also dazu, dass das  
Tintenfischauge und das Wirbel-  
tierauge sich auch äußerlich  
stark ähneln. Ergänzend hinzu-  
zufügen ist noch, dass die  
Entwicklung, in beiden Fällen,  
überhaupt erst aufgrund des  
Vorhandenseins von genetischer  
Variation ablaufen konnte.  
Denn so gab es Tiere die  
aufgrund der Ausbildung ihrer  
Augen Vorteile in der Auserei-

✓ 19

2

19

2<sub>n</sub>

2

2

✓ 19

V.a.o.



andersetzung mit der Natur hatten und somit überleben. Die weniger gut angepassten Tiere sterben nach und nach aus. Somit vermehren sich die Tiere mit besser ausgebildeten Augen aufgrund einer natürlichen Selektion.

- Erklärung
- Aussagen zur Lage der Schellen (Nebenhaut) und zur biogenetischen Grundregel fehlen.

↗ Trotzdem kann dies, ähnlich wie bei Pflanzen für die Photosynthese, auch beim Wirbeltier Auswirkungen haben. Denn durch Bestrahlung mit Licht das schlecht ausgenutzt werden kann, können bestimmte Vorgänge gehemmt werden.

f(2)