|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zentralabitur 2024** | **Biologie** | **Material für Prüflinge** |
| **Funktionszusammenhänge: Informationsverarbeitung** | **eA** | **Prüfungszeit\*: 300 min** |

\*einschließlich Auswahlzeit.

**Name:** \_%\_

**Klasse:** \_%\_

## Aufgabe 2 (40 BE)

#### Schwerpunkt: Informationsverarbeitung

Seeanemonen sind ausschließlich im Salzwasser lebende Tiere. Einige Seeanemonenarten besitzen Nesselfäden, die beim Fangen und Töten von größeren Beutetieren eingesetzt werden. Über die Nesselfäden wird das Nervengift Palytoxin in die Beutetiere injiziert. Seeanemonen leben häufig mit Anemonenfischen zusammen, die unter bestimmten Umständen ihr Geschlecht ändern.

2.1 Erläutern Sie die Bedeutung der Natrium-Kalium-Ionenpumpe für das Ruhepotenzial eines Neurons (M1, Abb. a). **[07 BE]**  
\_%\_

Fassen Sie die Veränderungen an der Natrium-Kalium-Ionenpumpe aufgrund des Bindens und Lösens von Palytoxin zusammen (M1). **[04 BE]**  
\_%\_

Entwickeln Sie anhand der Befunde zur Wirkungsweise von Palytoxin auf die Natrium-Kalium-Ionenpumpe eine Hypothese zu möglichen Veränderungen  
des Membranpotenzials eines Neurons bei Gabe von Palytoxin (M1). **[07 BE]**\_%\_

2.2 Deuten Sie unter Berücksichtigung von M2a die Befunde zum Experiment zur Geschlechtsumwandlung bei Anemonenfischen (M2b). **[10 BE]**  
\_%\_

2.3 Nennen Sie die Befunde des DNA-Chips (M2c). **[04 BE]**  
\_%\_

Prüfen Sie, inwiefern die Befunde des DNA-Chips die in M2c dargestellte Hypothese stützen (M2a). **[08 BE]**  
\_%\_

# Material

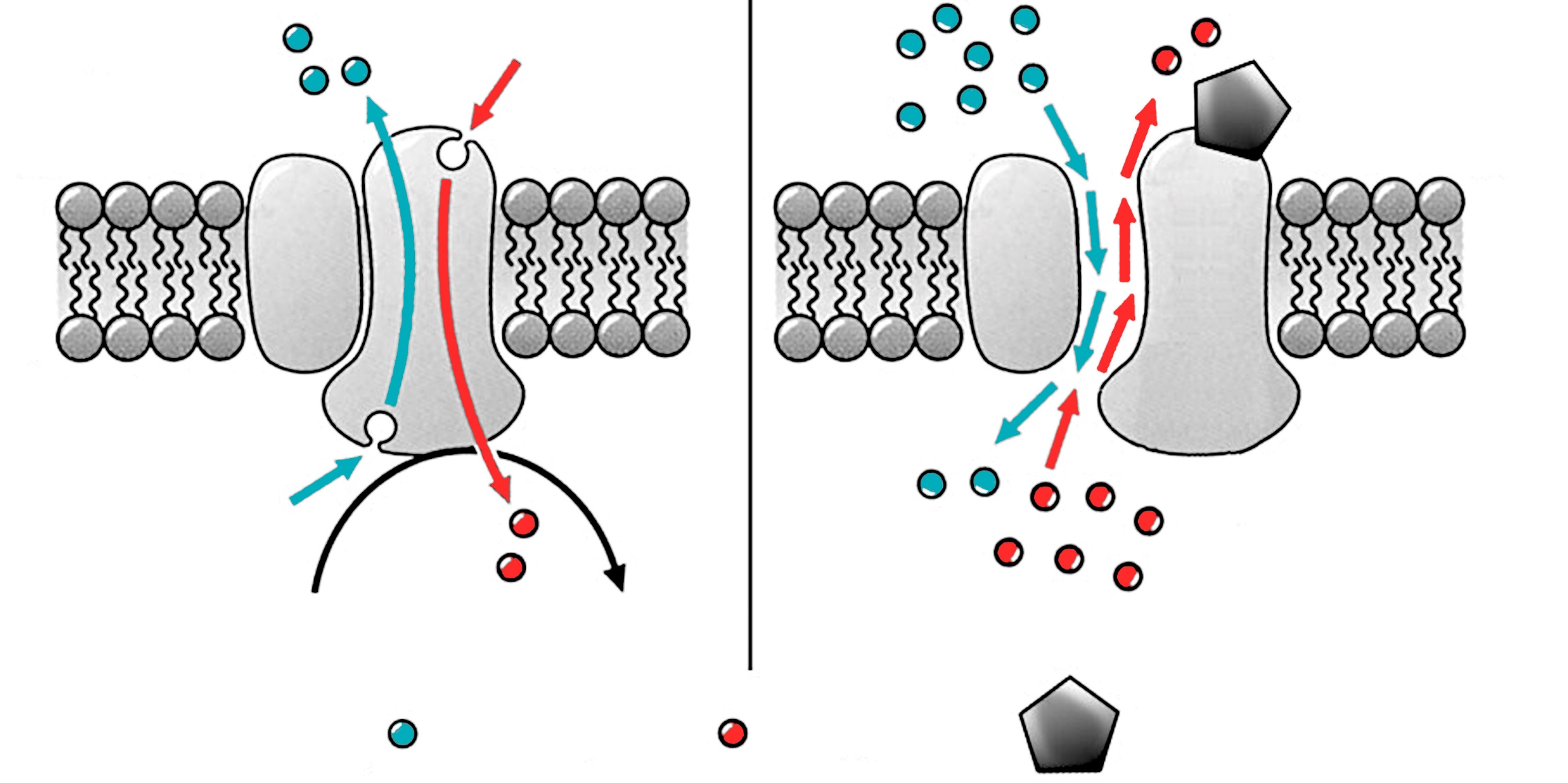
## M1 Palytoxin ‒ das Gift der Seeanemonen

Das Gift der Seeanemonen, das Palytoxin, wirkt auf die Natrium-Kalium-Ionenpumpen von Zellen.

Die nebenstehende Abbildung stellt die Natrium-Kalium-Ionenpumpe ohne Einwirkung von Palytoxin (a) und in Gegenwart von Palytoxin (b) dar. Palytoxin bindet immer wieder reversibel an die Natrium-Kalium-Ionenpumpe. Beim Binden und Ablösen des Palytoxins ändert sich immer auch der Zustand der Natrium-Kalium-Ionenpumpe.

#### Hinweis:

Die Grafik befindet sich auf der nächsten Seite.



**a**

**b**

Außen-  
medium

Axon-  
innenraum

ATP

ADP +P

Außen-  
medium

Axon-  
innenraum

**Legende:** Na+-Ion K+-Ion Palytoxin

#### Hinweis:

Aufgrund der hohen Affinität des Giftes liegt aber zu 90 % der Zustand (b) und  
zu 10 % der Zustand (a) vor.

#### Zusammengestellt und verändert aus:

Brandes, R. et al. (Hrsg.): Physiologie des Menschen. Springer Verlag, Berlin 2019, S. 25. Patocka, J. et al.: Toxic potential of palytoxin.  
In: J. Huazhong Univ. Sci. Technol. 35 (2015), S. 773.

Gadsby, D. C. et al.: Peering into an ATPase ion pump with single-channel recordings. Phil. Trans. R. Soc. B 364 (2009), S. 229-238.

## M2 Hormonwirkung bei Anemonenfischen

#### M2a: Wirkung von Stress auf Anemonenfische

Anemonenfische leben in Polyandrie. Dabei lebt ein Weibchen mit mehreren Männchen in einer Seeanemone. In dieser Gruppe gibt es eine deutliche Rangordnung. Das größte Tier in einer Gruppe ist immer das dominierende Weibchen. Es ist sehr aggressiv und verteidigt sein Revier gegen Eindringlinge.  
Auch hetzt es die kleineren Männchen kontinuierlich und verursacht dadurch Stress bei diesen Tieren. Die kleineren Männchen werden häufiger vom Weibchen gehetzt als die größeren Individuen. Das Hetzen verursacht beim Weibchen selbst keinen Stress.

Nur das größte Männchen ist fruchtbar und somit fortpflanzungsfähig. Stirbt  
das Weibchen, wandelt sich das größte Männchen in ein Weibchen um. Diese Umwandlung beginnt sofort, dauert bis zur Vollendung aber mehr als ein Jahr.

#### Zusammengestellt und verändert aus:

Fautin, D. G. et al.: Anemonenfische und ihre Wirte.  
Tetra-Verlag, Melle 1994, S. 9-14.

https://scilogs.spektrum.de/die-sankore-schriften/geschlechtswechsel-vom-maennchen-zum-weibchen-beim-anemonenfisch-amphiprion-ocellari-beginnt-im-gehirn/ (zuletzt abgerufen: 09.11.2023).

#### M2b: Experiment zur Geschlechtsumwandlung bei Anemonenfischen

In einem Experiment wurden zum Zeitpunkt 0 zwei fortpflanzungsfähige Männchen von ihren dominanten Weibchen getrennt und in dasselbe Aquarium gesetzt. Augenblicklich fingen beide Männchen an, sich zu bekämpfen. Das überlegene Männchen agierte in der folgenden Zeit weiterhin sehr aggressiv und hetzte das unterlegene Tier kontinuierlich durch das Aquarium. Bei den Tieren wurden während des Experiments die Körperlänge, der Anteil des Spermien bildenden Gewebes in den Keimdrüsen und die Konzentrationen der beiden Geschlechtshormone  
11-Ketotestosteron und Estradiol ermittelt. 11-Ketotestosteron beeinflusst Gewebe  
in den Keimdrüsen, während Estradiol unter anderem das Wachstum beeinflusst.

**Anteil an Gewerbe zur Bildung von  
Spermien in den Keimdrüsen in %**

**Zeit in Monaten**

0 6 12

100

80

60

40

20

0

0 6 12

**Körpergröße in cm**

**Zeit in Monaten**

10

8

6

4

2

0

**Legende:** dominantes Tier untergeordnetes Tier

**Konzentration von  
11-Ketotestosteron in pg · mL-1**

**Zeit in Monaten**

1.000

800

600

400

200

0

0 6 12

**Konzentration von   
Estradiol in pg · mL-1**

**Zeit in Monaten**

5.000

4.000

3.000

2.000

1.000

0

0 6 12

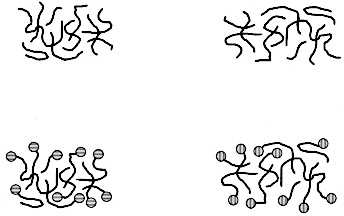
#### Verändert aus:

Dodd, l. D. et al.: Active feminization of the preoptic area […] in Amphiprion ocellaris.  
In: Hormones and Behavior 112 (2019), S. 65-76.

#### M2c: Untersuchung der Ursache für die Geschlechtsumwandlung bei Anemonenfischen

**Hypothese:** Die Ausschüttung des Stresshormons Cortisol bei schwächeren, gestressten Männchen beeinflusst die Aktivität von Genen, deren Genprodukte  
zur Ausbildung von weiblichen Geschlechtsmerkmalen bei den Tieren führen.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden fortpflanzungsfähige Männchen in zwei Gruppen eingeteilt. Die Tiere beider Gruppen wurden isoliert und in einer stressfreien Umgebung in Aquarien gehalten. Einer Gruppe der Fische wurde kontinuierlich über die gesamte Zeitspanne hinweg Cortisol verabreicht, der anderen Gruppe zu Kontrollzwecken nicht. Nach zwei Monaten wurden die Genaktivitäten einer Auswahl geschlechtsbestimmender Gene bei beiden Gruppen mit Hilfe des DNA-Chip-Verfahrens ermittelt.



reverse Transkription und Markierung mit Fluoreszenzfarbstoff 1

Gewebe der Kontrolltiere

Gewebe der Tiere, die mit Cortisol behandelt wurden

mRNA

reverse Transkription und Markierung mit Fluoreszenzfarbstoff 2

mRNA

markierte cDNA

markierte cDNA

cDNA-Chip

1 2 3 4

A

B

C

D

**Legende:**

nur Bindung von cDNA der Kontrolltiere

nur Bindung von cDNA der Tiere,  
die mit Cortisol behandelt wurden

keine Bindungen der cDNA

Bindung von cDNA beider Tiere

**Erstellt nach Befunden aus:** Casas, L. et al.: Sex Change in Clownfish: Molecular Insights from Transcriptome Analysis.  
In: Scientific Reports 6:35461 (2016), S. 1-19.

#### Gesamtergebnis

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aufgabe** | **Mögliche Punkte** | **Erreichte Punkte** |
| **2.1** | **7 BE** |  |
|  | **4 BE** |  |
|  | **7 BE** |  |
| **2.2** | **10 BE** |  |
| **2.3** | **4 BE** |  |
|  | **8 BE** |  |