

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

# Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Biologie

## Kurzbeschreibung

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aufgabentitel</b>      | <b>Der in Cannabis enthaltene Wirkstoff THC – eine psychoaktive Substanz</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Anforderungsniveau</b> | erhöht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Inhaltsbereiche</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Informationsverarbeitung in Lebewesen               <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Grundlagen der Informationsverarbeitung                   <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen</li> <li>♦ Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</li> </ul> </li> <li>♦ Neuronale Plastizität                   <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse</li> </ul> </li> <li>♦ Fachliche Verfahren                   <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Potenzialmessungen</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Materialien</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ M 1 Postsynaptische Potenziale</li> <li>♦ M 2 Wirkungsweise von körpereigenen Cannabinoiden (Endocannabinoide)</li> <li>♦ M 3 Die Wirkung von THC auf das Endocannabinoidsystem</li> <li>♦ M 4 Freisetzung des Stresshormons Corticosteron bei Mäusen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Quellenangaben</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ M 1: Abb. 1: In Anlehnung an Linder, H. (2010), Linder Biologie, Braunschweig: Schroedel.</li> <li>♦ M 2: In Anlehnung an Kamprath, K., Untersuchungen zur Rolle des endogenen Cannabinoid-Systems bei der Anpassung an aversive Situationen, Dissertation an der Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, München, 2006.<br/>Klar, M., Präsynaptische Modulationen der Neurotransmission im Neokortexgewebe: (1) Der CB1-Rezeptor beim Menschen (2) Die spannungsabhängigen Ca<sup>2+</sup>-Kanäle beim Menschen und (3) Der Kationenstrom bei der Ratte, Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Brsg., 2008.</li> <li>♦ M 2, Abb. 2 und 3: in Anlehnung an Volker Schusdziaarra (2006). <i>Das Endocannabinoidsystem – Physiologische und klinische Bedeutung</i>. Bremen: UNI-MED Verlag AG. Bearbeitet durch</li> </ul> |

- ♦ M 4: Abb. 4: in Anlehnung an Volker Schusdziarra (2006). *Das Endocannabinoidsystem – Physiologische und klinische Bedeutung*. Bremen: UNI-MED Verlag AG. Bearbeitet durch  
 Medienzentrums, weitzel  
FK Biologie, Landesabitur Hessen
- ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.

**fachpraktischer Anteil** ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

## 1 Aufgabe

### Der in Cannabis enthaltene Wirkstoff THC – eine psychoaktive Substanz

In dieser Aufgabe wird die neurophysiologische Wirkung des Pflanzenabkömmlings THC ( $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol) untersucht sowie die Bedeutung körpereigener Cannabinoide (Endocannabinoide) in Bezug auf Stress betrachtet.

|                                                                                                                                                                                                                                                 | BE |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Benennen Sie die in M 1 (Abb. 1) dargestellten Potenzialänderungen sowie den jeweiligen Synapsentyp. Beschreiben Sie die Vorgänge an der postsynaptischen Membran, die zur jeweiligen Entstehung der Potenzialänderungen führen.              | 8  |
| 2 Erläutern Sie mithilfe der Abb. 2 und 3 die Rolle der Endocannabinoide und des CB1-Rezeptors hinsichtlich der synaptischen Signalübertragung unter besonderer Berücksichtigung der $\text{Ca}^{2+}$ -Ionenkonzentrationen im Vergleich (M 2). | 15 |
| 3 Stellen Sie mithilfe von M 2 und M 3 den Zusammenhang zwischen der Einnahme von THC und der Dopaminausschüttung dar.                                                                                                                          | 3  |
| 4 Beschreiben Sie die in M 4 (Abb. 4) dargestellten Untersuchungsergebnisse und werten Sie diese aus.                                                                                                                                           | 9  |
| 5 Entwickeln Sie eine Hypothese für den Einsatz von THC als therapeutisches Mittel. (M 1-4).                                                                                                                                                    | 5  |

## 2 Material

### Material 1

#### Postsynaptische Potenziale

Die folgende Abbildung zeigt die Veränderung des postsynaptischen Membranpotenzials bei zwei unterschiedlichen Synapsen.

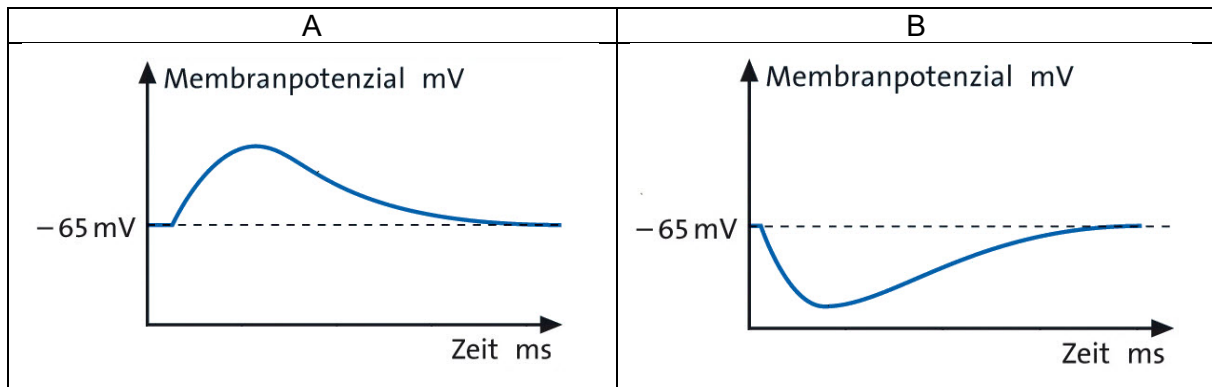


Abb. 1: Änderungen der Membranpotenziale, Anlehnung an Linder, 2010, S. 264.

### Material 2

#### Wirkungsweise von körpereigenen Cannabinoiden (Endocannabinoiden)

Das Endocannabinoid-System ist an der Regulation vielfältiger Funktionen im Zentralnervensystem beteiligt, es repräsentiert ein körpereigenes, physiologisches Regulationssystem.

Das Endocannabinoid-System besteht aus Cannabinoid-Rezeptoren (z. B. CB1), ihren endogenen Botenstoffen, den Endocannabinoiden (EC) sowie Enzymen für die Synthese von Endocannabinoiden und deren Abbau.

Die Wirkdauer der bisher bekannten Endocannabinoide bewegt sich im Bereich von einigen Minuten.

In den Abb. 2 und 3 sind zwei vorgeschaltete Neurone (Neuron 1 und Neuron 2) in ihrer Wirkung in unterschiedlichen Erregungssituationen auf ein postsynaptisches Neuron dargestellt.

Das nachgeschaltete Neuron setzt bei Erregung an seiner chemischen Synapse Dopamin frei. Dopamin ist ein Neurotransmitter, der hauptsächlich im Belohnungszentrum im Gehirn wirkt. Bei Ausschüttung von Dopamin entstehen positive Gefühle wie Glück sowie auch Motivationssteigerungen.

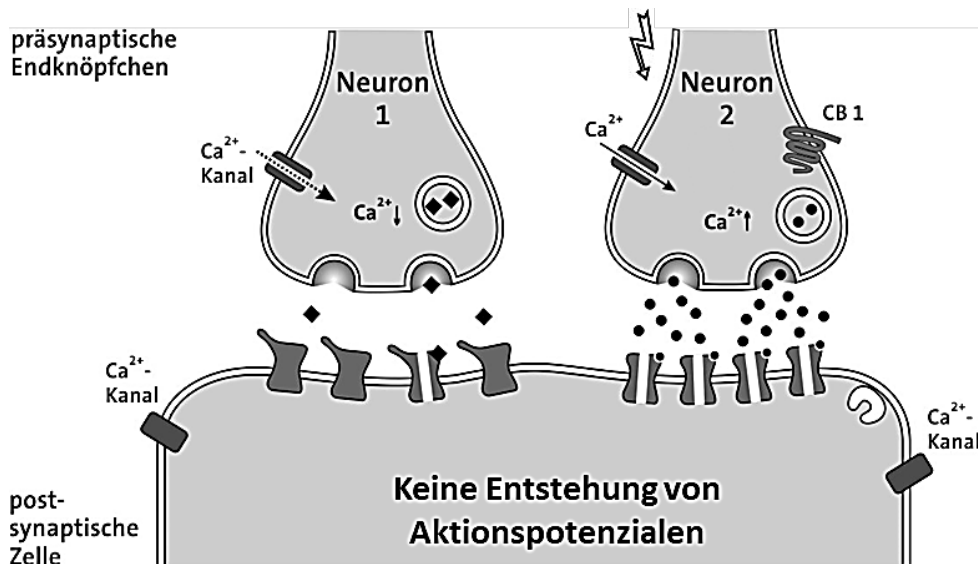


Abb. 2: Erregungssituation in Zustand A, in Anlehnung an Schusdziarra, 2006, S. 29.

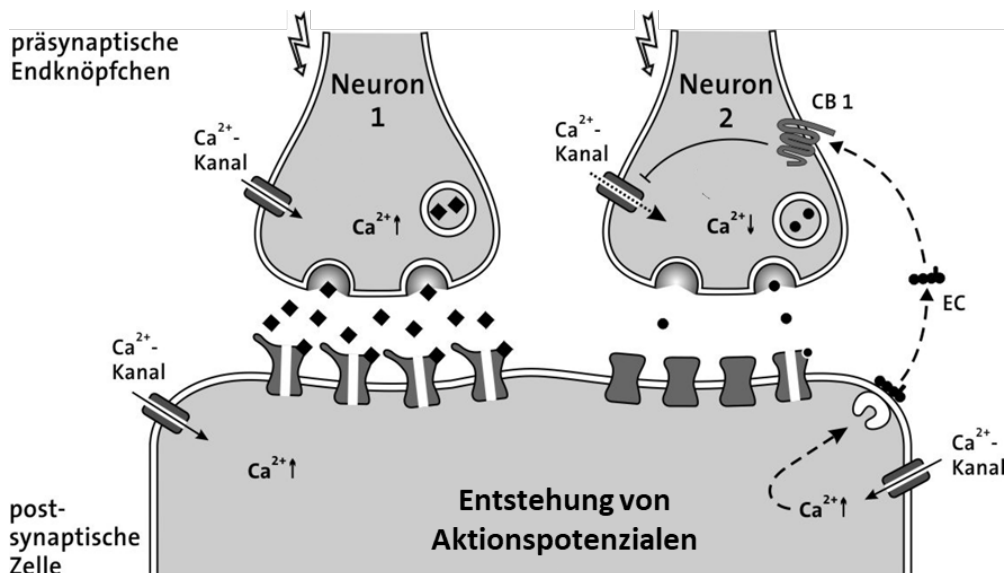


Abb. 3: Erregungssituation in Zustand B, in Anlehnung an Schusdziarra, 2006, S. 29.

### Legende zu Abbildung 2 und 3:

- ◆ Glutamat: wichtigster erregender Neurotransmitter im Gehirn
- GABA: wichtigster hemmender Neurotransmitter im Gehirn
-  Enzyme für die EC-Synthese, die durch Ca<sup>2+</sup>-Ionen aktiviert werden
-  CB1: Cannabinoid-Rezeptor
-  EC: Endocannabinoid (endogener Botenstoff)
- Ca<sup>2+</sup>↑ hohe Ca<sup>2+</sup>-Konzentration
- Ca<sup>2+</sup>↓ niedrige Ca<sup>2+</sup>-Konzentration
- normaler Einstrom
- ⋯→ geringer Einstrom
- | Hemmung
- - - - - Diffusionsrichtung
-  Vesikel mit Neurotransmittern
-  Erregung

## Material 3

### Die Wirkung von THC auf das Endocannabinoidsystem

Der im Cannabis enthaltene Wirkstoff THC bindet ebenso wie endogene Cannabinoide an CB1-Rezeptoren und nimmt hierüber Einfluss auf Prozesse, die vom Cannabinoid-System gesteuert werden. Während Endocannabinoide schnell wieder abgebaut werden, verbleibt THC jedoch länger im synaptischen Spalt und führt zu einer länger anhaltenden Aktivierung. Damit hat THC Auswirkungen auf die Aktivität nachgeschalteter Neuronen wie die GABAergen und Dopaminergen Neuronen.

## Material 4

### Freisetzung des Stresshormons Corticosteron bei Mäusen

In einem Experiment wurde der CB1-Rezeptor bei Nervenzellen von Mäusen durch Injektion des CB1-Antagonisten SR141716A blockiert und bei diesen sowie bei Kontrollmäusen die Konzentration des Stresshormons Corticosteron unter stressfreien Bedingungen und unter Stress bestimmt.

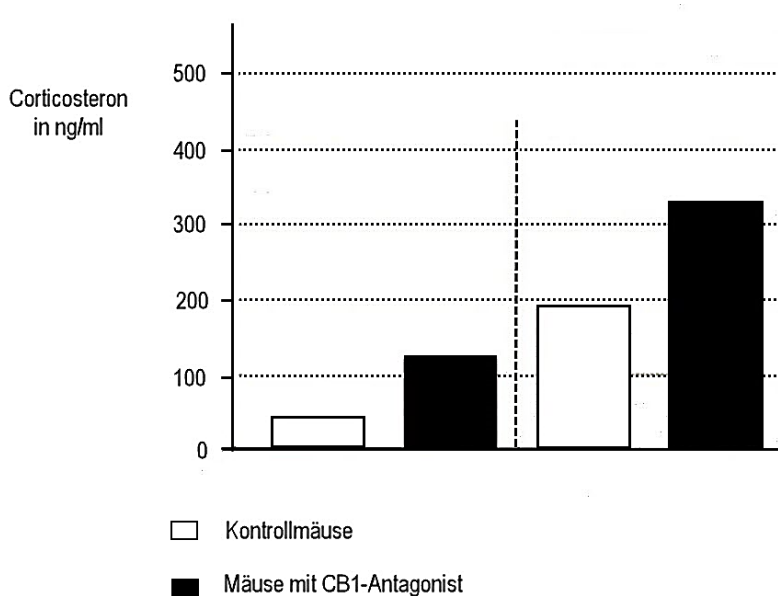


Abb. 4: Stresshormon-Ausschüttung in Kontroll- und CB1-Rezeptor-Antagonist-behandelten Mäusen, in Anlehnung an Schusdziarra, 2006, S. 43.

### 3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | BE/AFB |    |     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|-----|
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | I      | II | III |
| 1 | <p><i>Benennen Sie die in M 1 (Abb. 1) dargestellten Potenzialänderungen sowie den jeweiligen Synapsentyp. Beschreiben Sie die Vorgänge an der postsynaptischen Membran, die zur jeweiligen Entstehung der Potenzialänderungen führen.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] der Biologie sachgerecht.</p> <p>Abbildung A zeigt ein erregendes postsynaptisches Potenzial (EPSP) an einer erregenden Synapse, Abbildung B ein inhibitorisches postsynaptisches Potenzial (IPSP) an einer hemmenden Synapse, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ EPSP: Die postsynaptische Membran wird depolarisiert, nachdem sich durch Transmitterwirkung transmittergesteuerte Na<sup>+</sup>-Kanäle der postsynaptischen Membran geöffnet haben und Na<sup>+</sup>-Ionen entsprechend ihrem Konzentrationsgefälle in die postsynaptische Zelle einströmen.</li> <li>♦ IPSP: Die postsynaptische Membran wird hyperpolarisiert, nachdem sich durch Transmitterwirkung transmittergesteuerte K<sup>+</sup>- oder Cl<sup>-</sup>-Kanäle der postsynaptischen Membran geöffnet haben. Dadurch strömen K<sup>+</sup>-Ionen aus dem postsynaptischen Neuron bzw. Cl<sup>-</sup>-Ionen entsprechend ihrem Konzentrationsgefälle in das postsynaptische Neuron.</li> </ul> | 2      |    |     |
| 2 | <p><i>Erläutern Sie mithilfe von der Abb. 2 und 3 die Rolle der Endocannabinoide und des CB1-Rezeptors hinsichtlich der synaptischen Signalübertragung unter besonderer Berücksichtigung der Ca<sup>2+</sup>-Ionenkonzentrationen im Vergleich (M 2).</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 erläutern Prozesse in [...] lebenden Systemen [...].</p> <p>Die Erläuterung der Rolle der Endocannabinoide und des CB1-Rezeptors hinsichtlich der Verrechnung an Synapsen unter besonderer Berücksichtigung der Ca<sup>2+</sup>-Ionenkonzentrationen sollte folgende Aspekte enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Die beiden vorgeschalteten Neurone enthalten unterschiedlich wirkende Transmitter (GABA und Glutamat). Das nachgeschaltete Neuron besitzt Rezeptoren für beide Transmitter, sodass es mit Neuron 1 eine exzitatorische Synapse und mit Neuron 2 eine inhibitorische Synapse bildet.</li> <li>♦ Trifft das hemmende GABA-Signal gleichzeitig mit einem schwach erregenden Signal (bzw. etwa dem Neurotransmitter Glutamat) an einer nachgeschalteten Empfängerzelle ein, werden keine Aktions-</li> </ul>                                                                                                                                                                         |        | 3  |     |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|
|   | <p>potenziale ausgebildet. Die postsynaptischen <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Kanäle sind geschlossen. Es findet keine Produktion von Endocannabinoiden statt: Zustand A.</p> <p>♦ Wenn sich die postsynaptische <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Konzentration durch eine Erregung der glutamatergen Synapse erhöht, führt dies zur Freisetzung von Endocannabinoiden. Postsynaptisch einströmende <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Ionen aktivieren Enzyme zur EC-Bildung. Die EC diffundieren zu ihren entsprechenden Rezeptoren (CB1) auf der GABA-Nervenzelle. Der EC-CB1-Komplex verringert die Öffnungsmöglichkeiten der präsynaptischen <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Ionenkanäle. Dadurch sinkt der präsynaptische <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Spiegel und als Folge davon sinkt die Ausschüttung von GABA. Dadurch können die erregenden Signale der glutamatergen Synapse an der nachgeschaltete Zelle Aktionspotenziale auslösen: Zustand B.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   | 5 |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 7 |  |
| 3 | <p><i>Stellen Sie mithilfe von M 2 und M 3 den Zusammenhang zwischen der Einnahme von THC und der Dopaminausschüttung dar.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>E 9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen;</p> <p>K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.</p> <p>GABA hemmt die Dopaminausschüttung. Durch die Einnahme von THC wird wiederum die GABA Ausschüttung gehemmt. Dadurch fördert THC indirekt die Dopamin Ausschüttung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   | 3 |  |
| 4 | <p><i>Beschreiben Sie die in M 4 (Abb. 4) dargestellten Untersuchungsergebnisse und werten Sie diese aus.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>E 9 finden in [...] Daten, Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen.</p> <p>Abb. 4 zeigt die Ausschüttung des Stresshormons Corticosteron bei mit CB1-Rezeptor-Antagonist-behandelten Mäusen und Kontrollmäusen unter stressfreien Bedingungen und unter Stress.</p> <p>Unter stressfreien Bedingungen liegt die Corticosteronkonzentration in den Kontrolltieren bei ca. 35 ng/ml, in behandelten Mäusen hingegen ist dieser deutlich erhöht und beträgt ca. 130 ng/ml.</p> <p>Unter Stressbedingungen erhöht sich bei beiden Gruppen die Konzentration des Stresshormons, jedoch lässt sich auch hier ein klarer Unterschied feststellen: Die Konzentration in den Kontrolltieren steigt auf nahezu 200 ng/ml Corticosteron, in den behandelten Tieren auf über 300 ng/ml.</p> <p>Die Ausschüttung des Stresshormons wird offenbar bereits unter stressfreien Bedingungen durch eine Hemmung über das Endocannabinoidsystem reguliert. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass das Endocannabinoidsystem sowohl unter stressfreien Bedingungen als auch unter Stress</p> | 2 | 4 |  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |           |           |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|   | die Reaktionen des Körpers so reguliert, dass keine übermäßige Hormonausschüttung erfolgt und überschießende Reaktionen auf Umweltreize vermieden werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |           | 3         |
| 5 | <p><i>Entwickeln Sie eine Hypothese für den Einsatz von THC als therapeutisches Mittel. (M 1-4).</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen;</p> <p>E 3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf;</p> <p>E 14 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.</p> <p>Folgende begründete (und experimentell überprüfbare) Hypothesen sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Durch seine Wirkung an dopaminergen Synapsen könnte THC eine euphorisierende Wirkung erzielen und gegebenenfalls bei Depressionen zum Einsatz kommen (vgl. M 2 und 3).</li> <li>♦ Bei Personen, die an einem Übermaß an Stress leiden, könnte ein Einsatz von THC den Stresshormonspiegel senken bzw. unter Kontrolle halten (vgl. M 4).</li> </ul> |           |           | 5         |
|   | <b>Summe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>10</b> | <b>22</b> | <b>8</b>  |
|   | <b>Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>25</b> | <b>55</b> | <b>20</b> |

## 4 Standardbezug

| Teilaufgabe | Kompetenzbereich |       |   |   |
|-------------|------------------|-------|---|---|
|             | S                | E     | K | B |
| 1           | 1                |       |   |   |
| 2           | 7                |       |   |   |
| 3           |                  | 9     | 5 |   |
| 4           |                  | 9     |   |   |
| 5           | 4                | 3, 14 |   |   |

## 5 Bewertungshinweise

---

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist Bewertungsraster<sup>1</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

---

<sup>1</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.