

Hinweise für den Prüfling

Bearbeitungszeit (insgesamt): 255 Minuten

Auswahlverfahren

Wählen Sie aus den Aufgabengruppen A und B jeweils einen der beiden vorliegenden Vorschläge zur Bearbeitung aus. Die nicht ausgewählten Vorschläge werden 60 Minuten nach Beginn der Bearbeitungszeit von der Aufsicht führenden Lehrkraft eingesammelt.

Erlaubte Hilfsmittel

1. ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
2. ein eingeführter Taschenrechner (Bei grafikfähigen Rechnern und Computeralgebrasystemen ist ein Reset durchzuführen.)
3. eine Liste der fachspezifischen Operatoren

Sonstige Hinweise

keine

In jedem Fall vom Prüfling auszufüllen

Name: _____

Vorname: _____

Prüferin/Prüfer: _____

Datum: _____

Neurobiologie und Verhaltensbiologie

Coffee to fly

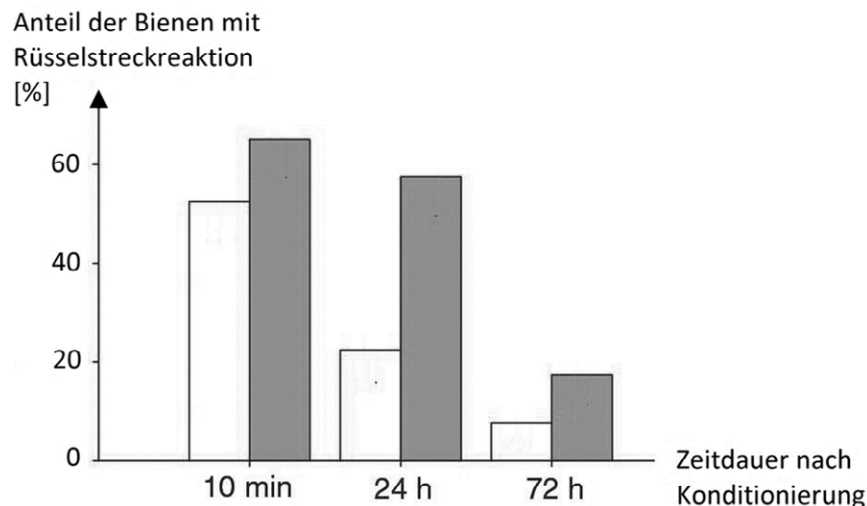
Aufgaben

- 1 Beschreiben Sie die beiden Lernformen klassische und operante Konditionierung. Ordnen Sie den in Material 1 dargestellten Lernvorgang begründet einer Konditionierungsform zu.
(Material 1)
(13 BE)
- 2 Analysieren Sie die Wirkung von Koffein auf die Gedächtnisleistung von Bienen. (Material 1)
(9 BE)
- 3 Fassen Sie die experimentellen Ergebnisse in Material 2 zusammen und deuten Sie diese im Zusammenhang mit Material 1. Stellen Sie mögliche Auswirkungen auf die Sammelaktivität des gesamten Bienenvolks dar. (Material 1 und 2)
(13 BE)
- 4 Untersuchen Sie die unterschiedlichen Strategien von Blütenpflanzen zur Bestäubung durch Bienen unter Kosten-Nutzen-Aspekten und beurteilen Sie mögliche Folgen für ein Bienenvolk. (Material 1, 2 und 3)
(15 BE)

Material 1**Wirkung von Koffein auf das Bienengedächtnis**

Forscherinnen der britischen Universität von Newcastle untersuchten die Wirkung von Koffein auf das Gehirn und die Gedächtnisleistung von Bienen. Dafür lernten die Bienen zunächst, auf einen bestimmten Duftstoff mit dem Ausstrecken ihres Saugrüssels zu reagieren. Dabei wurde die Tatsache ausgenutzt, dass Bienen auf den Kontakt mit Zuckerlösungen, wie z. B. Nektar, immer mit dem Herausstrecken ihres Saugrüssels reagieren. Dieser Reflex wird als Rüsselstreckreaktion bezeichnet. Für den Lernvorgang wurde der Duftstoff zeitgleich mit einer Zuckerlösung mit bzw. ohne Koffein präsentiert, bis die Bienen bereits auf den Duftstoff mit dem Ausstrecken ihres Saugrüssels reagierten.

Im Experiment wurde zu verschiedenen Zeitpunkten nach diesem ersten Lernvorgang erneut getestet, ob die Präsentation des Duftstoffs bei den Bienen die Rüsselstreckreaktion auslöste und welchen Einfluss zuvor in der Zuckerlösung enthaltenes Koffein hatte (Abbildung 1.1).

Abbildung 1.1: Wirkung von Koffein auf die Gedächtnisleistung von Bienen**Erläuterung:**

 Zuckerlösung  Zuckerlösung + Koffein

Im Bienenhirn, das mit ca. 960 000 Neuronen bei Insekten zu den komplexen Gehirnen zählt, spielt der Pilzkörper eine zentrale Rolle bei der Gedächtnisbildung. In weiteren Experimenten bestimmten die Wissenschaftlerinnen daher Spannungsänderungen in bestimmten Neuronen des Pilzkörpers. Diese so genannten Kenyon-Zellen verarbeiten sensorische Informationen und leiten sie in andere Bereiche des Bienenhirns weiter.

Der Einfluss von Koffein auf einzelne Kenyon-Zellen wurde am intakten Bienenhirn experimentell untersucht (Abbildung 1.2).

Abbildung 1.2: Wirkung von Koffein auf Kenyon-Zellen im Bienenhirn

	Ohne Koffein	Nach Koffeinzugabe
Ruhepotenzial der Neuronen [mV]	- 67	- 52

Erläuterung: Die Einwirkung von Koffein löste keine Aktionspotenziale aus.

Material 2**Tanzende Bienen**

Der Verhaltensbiologe Karl von Frisch beschrieb erstmals die „Tanzsprache“ der Bienen. Er beobachtete, dass in den Bienenstock zurückkehrende, erfolgreiche Futtersammlerinnen mithilfe eines „Schwänzeltanzes“ Informationen über Nahrungsquellen an ihre Artgenossinnen im Bienenstock weitergeben. Die zurückgekehrten Bienen laufen zwischen ihren Artgenossinnen im Kreis und schütteln heftig ihren Hinterleib, was als „Schwänzeln“ bezeichnet wird. Durch den Schwänzeltanz teilen Bienen die Richtung der Nahrungsquelle sowie deren Entfernung vom Bienenstock mit. Auch gibt die Intensität des Schwänzels den anderen Bienen Aufschluss über die Ergiebigkeit der Futterstelle. Diese Tänze regen weitere Bienen dazu an loszufliegen und an der kommunizierten Position nach Futter zu suchen. Bei weniger reichhaltigen Nahrungsquellen bleibt der Schwänzeltanz aus.

Weltweit sind weniger als zehn Pflanzenarten bekannt, die als Schutz gegen Insektenfraß Koffein in ihren Blättern und Blütenbestandteilen anreichern. Zu ihnen gehören unter anderem Tee, Kaffee und Zitrusgewächse. Da das produzierte Koffein in geringeren Konzentrationen auch im Blütennektar dieser Pflanzen nachweisbar ist, untersuchten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität von Sussex seine mögliche Wirkung auf Bienen und ihre Kommunikation im Stock.

Dazu beobachteten sie die Futtersammelaktivität von zuvor markierten Bienen eines Stocks an Futterbehältern und untersuchten das Tanzverhalten der Bienen nach ihrer anschließenden Rückkehr in den Stock. Sie boten den Bienen zwei Futterbehälter mit Zuckerlösung an, wobei in einem Fall zusätzlich Koffein in einer Konzentration zugefügt wurde, wie sie auch natürlicherweise in Blütennektar mancher Pflanzen vorkommt. Die im Folgenden angegebenen Messwerte stellen Durchschnittswerte für einen Zeitraum von 3 Stunden dar.

Verhalten von Bienen unter Einfluss von Koffein

Abbildung 2.1:
Besuche am
Futterbehälter

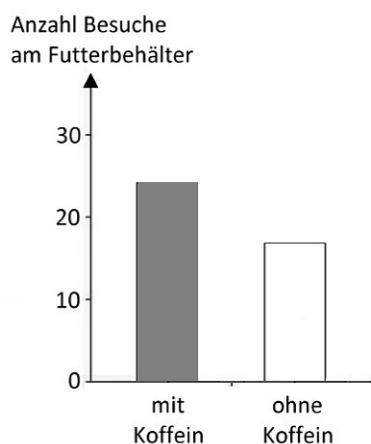


Abbildung 2.2:
Relativer Anteil
tanzender Bienen

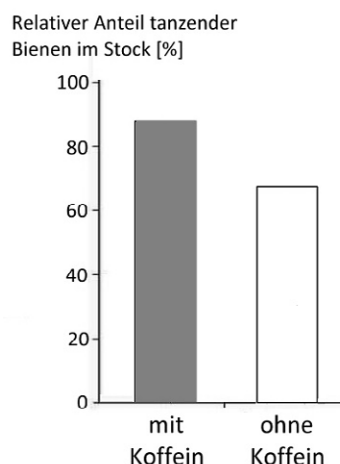
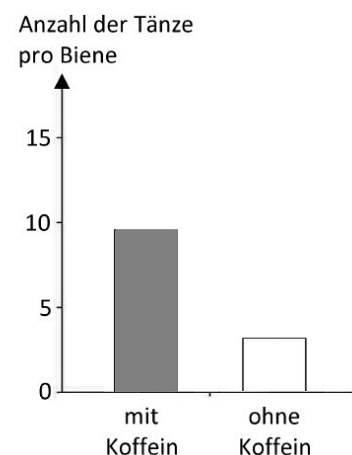


Abbildung 2.3:
Tänze pro Biene



Material 3**Die Wechselbeziehung zwischen Bienen und Blütenpflanzen – ein Wettbewerb?**

Viele Blütenpflanzen sind für ihre Fortpflanzung auf tierische Bestäuber angewiesen, wobei Bienen eine besonders wichtige Rolle einnehmen. Die Pflanzen haben vielfältige Strategien entwickelt, um Bestäuber anzulocken: Sie produzieren Nektar und haben vielfältige Düfte, Farben und Formen entwickelt. Dadurch sind sie für bestäubende Insekten attraktiv und sichern die eigene Fortpflanzung, da die Bestäuber bei ihrer Nahrungssuche auch Pollen von Pflanze zu Pflanze verbreiten. Die Produktion des kohlenhydratreichen Nektars ist für Blütenpflanzen allerdings energieaufwendig.

Die gesammelten und in den Bienenstock eingebrachten Honigreserven wiederum sind für die Bienen im Winter, wenn sie ihren Bienenstock nicht verlassen, die einzige Nahrungsquelle.

Mit Hilfe einer Modellrechnung versuchten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität von Sussex vorherzusagen, wie sich unterschiedliche Gehalte an Zucker und Koffein im Blütennektar auf die Honigreserven eines Bienenvolks auswirken könnten. Dabei sollte geprüft werden, inwieweit Blütenpflanzen durch den Zusatz von Koffein den Zuckergehalt ihres Blütennektars verändern können, ohne dabei an Attraktivität für die Bienen einzubüßen. Zu diesem Zweck wurde in der Modellrechnung folgende Umgebung für die Bienen simuliert: Ein Teil der Pflanzen enthält Nektar mit Koffein in natürlich vorkommender Konzentration. Es wird angenommen, dass die Tanzaktivität der Bienen entsprechend der in Abbildung 2.2 dargestellten experimentellen Ergebnisse beeinflusst wird. Die Tabelle zeigt das Ergebnis einer solchen Modellrechnung.

Möglicher Honigertrag eines Bienenvolks in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Blütennektars (Ergebnis einer Modellrechnung)

Zusammensetzung des Blütennektars	Zuckerlösung ($c = 1 \text{ mol/l}$) ohne Koffein	Zuckerlösung ($c = 0,8 \text{ mol/l}$) mit Koffein
Honigertrag des Bienenvolks [g/Tag]	100	86