

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Bienensterben durch Neonicotinoide
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	♦ Informationsverarbeitung in Lebewesen ♦ Grundlagen der Informationsverarbeitung ♦ zelluläre Prozesse des Lernens
Materialien	♦ M 1 Wirkung von Thiacloprid ♦ M 2 Lernen bei Honigbienen ♦ M 3 Laborexperimente mit Bienen zur Lern- und Gedächtnisleistung ♦ M 4 Folgen und Begründung des Verbots von Thiacloprid
Quellenangaben	♦ M 1, Abb. 1: In Anlehnung an Daten aus Bodereau-Dubois, B., List, O., Calas-List, D., Marques, O., Communal, P.-Y., Thany, S. H., & Lapied, B. (2012). Transmembrane Potential Polarization, Calcium Influx, and Receptor Conformational State Modulate the Sensitivity of the Imidacloprid-Insensitive Neuronal Insect Nicotinic Acetylcholine Receptor to Neonicotinoid Insecticides. <i>The Journal of pharmacology and experimental therapeutics</i>, 341(2), 326-339. doi: 10.1124/jpet.111.188060. ♦ M 2, Abb. 2: In Anlehnung an Menzel, R. & Tison, L. (2019). Mit den Waffen der Chemie gegen Insekten. <i>Biologie in unserer Zeit</i>, 49 (3), 198-206. doi: 10.1002/ biuz.201910675. Verfügbar unter: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/biuz.201910675 (Zugriff am 22.03.2021) ♦ M 3, Abb. 3a: Menzel, R. & Tison, L. (2019). Mit den Waffen der Chemie gegen Insekten. <i>Biologie in unserer Zeit</i>, 49 (3), 198-206. doi: 10.1002/ biuz.201910675. Verfügbar unter: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/biuz.201910675 (Zugriff am 22.03.2021) ♦ M 3, Abb. 3b-d: In Anlehnung an Menzel, R. & Tison, L. (2019). Mit den Waffen der Chemie gegen Insekten. <i>Biologie in unserer Zeit</i>, 49 (3), 198-206. doi: 10.1002/ biuz.201910675. Verfügbar unter:

	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/biuz.201910675 (Zugriff am 22.03.2021) ♦ M 4 Abb. 4: Entomart (2007). <i>Ceutorhynchus assimilis</i> (2007-05-13). Verfügbar unter: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceutorhynchus_assimilis_(2007-05-13).jpg (Zugriff am 03.06.2021) ♦ M 4, Text: Im Auftrag des IQB erstellt, Zitat Kyriakides: Pressemitteilung der Europäischen Kommission. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/germany/news/20200113insektengift-thiacloprid-wird-europa-verboten_de (Zugriff am 06.04.2021) ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.
Hilfsmittel	-
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

1 Aufgabe

Bienensterben durch Neonicotinoide

Neonicotinoide sind Insektizide, die aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit und der Tatsache, dass sie – richtig dosiert – auf Bienen nicht tödlich wirken, erst sehr geschätzt wurden. Dann gerieten sie mehr und mehr in Verruf, unter anderem, weil sie den Bienen auf andere Weise massiv schaden und mit für das Sterben ganzer Bienenvölker verantwortlich gemacht werden.

	BE
1 Beschreiben Sie die Rolle von ACh und Thiacloprid bei der Signalübertragung (prä- und postsynaptisch) an einer erregenden Synapse (M 1, Abb. 1).	8
2 Erläutern Sie die molekularen Prozesse beim dargestellten Lernprozess bei Bienen (M 2, Abb. 2).	6
3 Erklären Sie die Bedeutung des Lernens am Beispiel der Verknüpfung von Duftsignalen mit der Aufnahme von Zucker bei der Honigbiene (M 1 und M 2).	4
4 Formulieren Sie eine Fragestellung, die der Gesamtuntersuchung (M 3) zugrunde lag sowie jeweils eine Frage zu den in Abb. 3 b-d dargestellten Teilexperimenten (M 3).	4
5 Beschreiben Sie die Ergebnisse der Untersuchungen und werten Sie diese aus (M 3, Abb. 3).	10
6 Beurteilen und bewerten Sie die Entscheidung der EU-Kommission, Thiacloprid zu verbieten (M 3 und M 4).	8

2 Material

Material 1

Wirkung von Thiacloprid

Neonicotinoide sind eine Gruppe von Insektiziden, die auf das Nervensystem von Insekten weit stärker wirken als auf das von Wirbeltieren. Sie werden daher gegen pflanzenschädigende Insektenarten eingesetzt. Allerdings sind einige Neonicotinoide in der EU aufgrund der Schädlichkeit für Wild- und Honigbienen im Jahr 2018 verboten worden. Zu den in der EU erlaubten Neonicotinoiden gehörte Thiacloprid, bei dem man von einer geringen Giftigkeit ausging, weshalb es der Hersteller als ungefährlich für Honigbienen ausgewiesen hatte. Es zeichnete sich im Gegensatz zu seinen Vorläufern nicht nur durch eine geringere Giftigkeit für nicht schädliche Insektenarten aus, sondern wirkte auch zuverlässiger gegen bestimmte Schadinsekten wie z. B. Kohlschotenmücke und Kohlschotenkäfer. Thiacloprid war bis zum Ablauf der Zulassung am 13. Januar 2020 der Wirkstoff in etwa 50 Prozent der in der Landwirtschaft, im Obstbau und im Weinbau eingesetzten Insektizide. Thiacloprid wirkt am nAChR1-Rezeptor-Kanal der postsynaptischen Membran (Abb. 1).

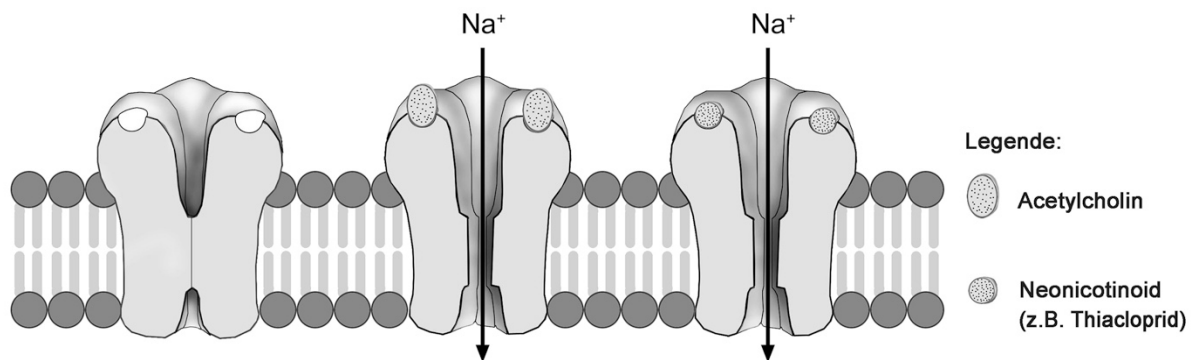


Abb. 1: Ausschnitt aus der postsynaptischen Membran mit drei nAChR1-Rezeptorkanälen ohne bzw. mit Einfluss von Acetylcholin und Neonicotinoiden, IQB, in Anlehnung an Bodereau-Dubois et al., 2012, S. 329.

Material 2

Lernen bei Honigbienen

Die Arbeiterinnen sammeln Honig als Nahrung für ihre Larven. Je effizienter und zielgerichteter die Bienen sammeln, desto besser ist das für das Bienenvolk. Bei ihren Sammelflügen nutzen Bienen z. B. Duftreize oder auch Farbmerkmale von Blüten. Diese Reize steuern das Bienenverhalten, wobei auch die nAChR1-Rezeptor-Kanäle eine Rolle spielen. Darüber hinaus steigern die Bienen ihre Sammelleistung durch einen Lernvorgang: Sie lernen schnell, bestimmte Reize damit zu verbinden, ob diese erfolgversprechend oder nicht erfolgversprechend sind (Abb. 2).

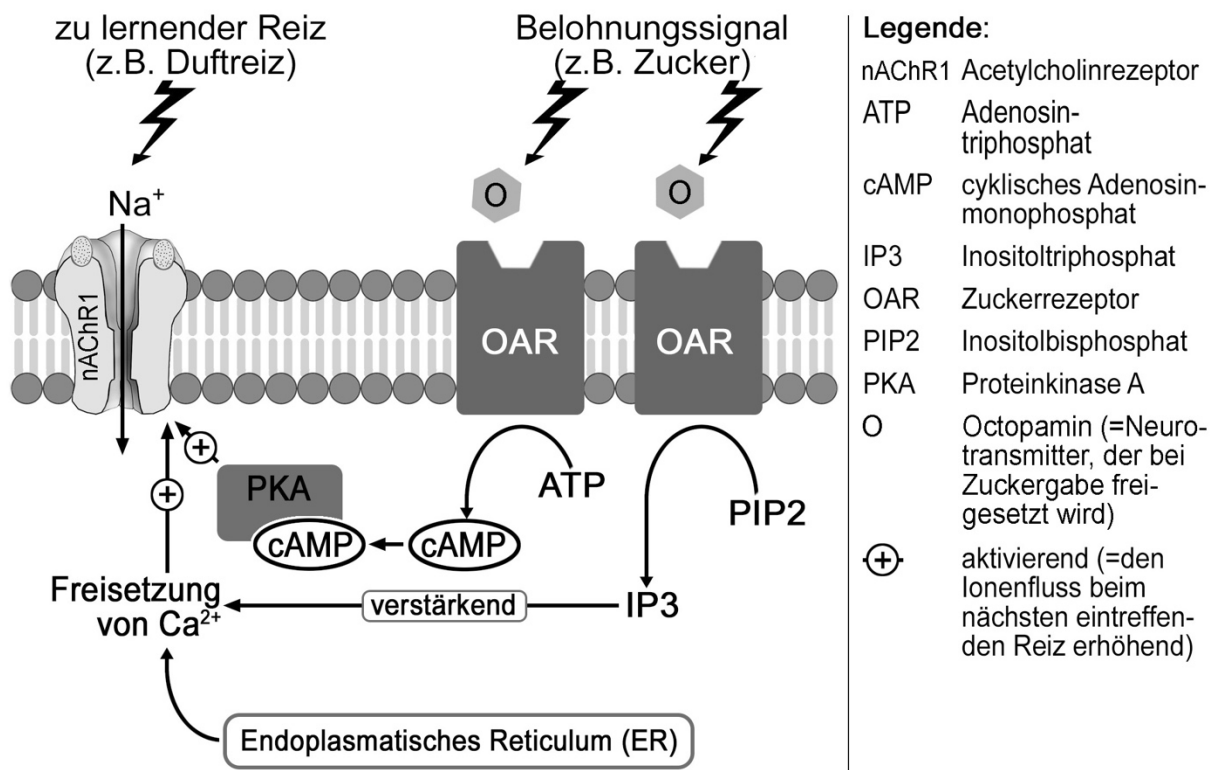


Abb. 2: Molekulare Vorgänge beim assoziativen Lernen bei Bienen, IQB, in Anlehnung an Menzel & Tison, 2019, S. 200.

Material 3

Laborexperimente mit Bienen zur Lern- und Gedächtnisleistung

Honigbienen dienen als Modellorganismen für die Untersuchung von Lernvorgängen, Gedächtnisbildung und Nutzung des Gedächtnisses im Zusammenhang mit dem Besuch von Blüten. Weil die Tiere schnell einen Duft als Belohnungssignal erlernen und lebenslang erinnern, lassen sich diese Verhaltensleistungen im Labor gut untersuchen. Diese sogenannte Duftkonditionierung wurde als Grundlage für die folgenden Experimente verwendet:

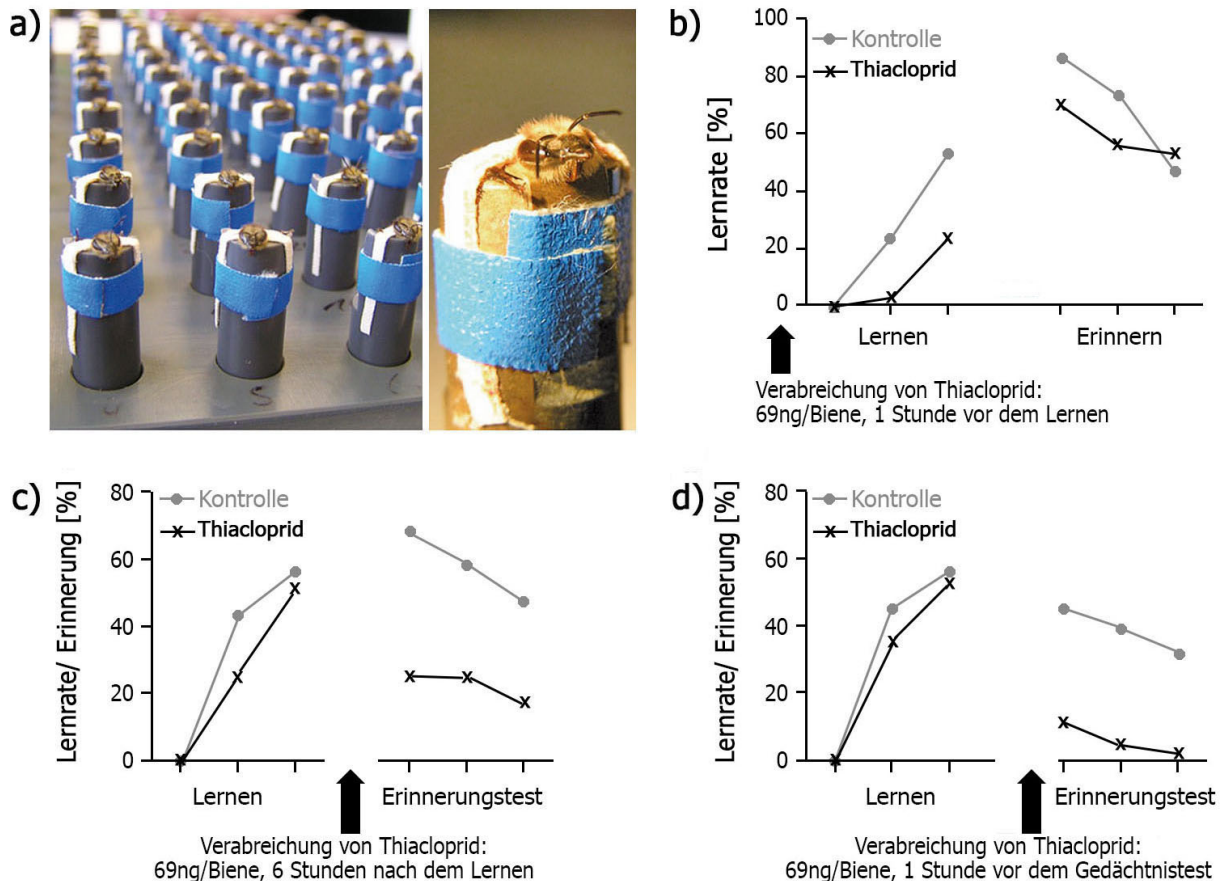


Abb. 3: Laborexperimente mit Honigbienen (a: fixierte Bienen, Menzel & Tison, 2019, S. 201; b-d: Ergebnisse der Experimente zur Lern- und Gedächtnisleistung, IQB, in Anlehnung an Menzel & Tison, 2019, S. 201).

Die Bienen werden für die Experimente am Tag vor der Duftdressur so in Röhrchen fixiert, dass sie ihre Antennen und den Rüssel frei bewegen können (Abb. 3 a). Am Abend werden alle Tiere mit der gleichen Menge Zuckerlösung gefüttert.

Bläst man einen Duftstrom über die Antennen und belohnt die Tiere anschließend mit einem winzigen Tröpfchen Zuckerlösung, assoziieren sie den Duft mit Belohnung und strecken ihren Rüssel in Erwartung der Belohnung schon nach wenigen Lernakten aus, sobald sie den Duftstrom wahrnehmen. Dieses Lern- bzw. Erinnerungsverhalten wurde gemessen, indem in drei Experimenten jeweils der Anteil der Tiere bestimmt wurde, die ihren Rüssel ausstrecken, wenn sie den Duft wahrnehmen (Abb. 3 b-d).

Das Verhalten von mit Thiacloprid behandelten Tieren unterscheidet sich in allen Experimenten von der Kontrollgruppe hoch signifikant, es ist also höchst unwahrscheinlich, dass die Unterschiede zufällig sind.

Material 4

Folgen und Begründung des Verbots von Thiacloprid



Foto verändert nach: entomart (www.entomart.be)
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cauterhynchus_assimilis_\(2007-05-13\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cauterhynchus_assimilis_(2007-05-13).jpg)
 Abb. 4: Kohlschotenrüssler, Entomart, 2007.

Betroffen vom Ablauf der Zulassung und damit vom Verbot ist in Deutschland das Mittel Biscaya, das vor allem im Anbau von Raps, aber auch bei Kartoffeln und Getreide eine Rolle spielt. Der Wirkstoff galt als wichtiger Baustein in der Bekämpfung von Schädlingen wie dem Kohlschotenrüssler (Abb. 4) und der Kohlschotenmücke, wenn diese resistent gegen andere Mittel waren.

Gegen den Kohlschotenrüssler war die Wirkung von Biscaya nicht überragend, aber besser als mit anderen Wirkstoffen, gegen die zum Teil bereits Resistenzen beobachtet wurden.

Aus Sicht der Agrarindustrie erschwert das Verbot von Biscaya den Rapsanbau. Die Bekämpfung der Larven der Kohlschotenmücke ist so kaum noch möglich. Ein weiteres wirksames Neonicotinoid (Acetamiprid) hat beispielsweise keine Zulassung.

Die für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zuständige EU-Kommissarin Stella Kyriakides betonte: „Die wissenschaftliche Stellungnahme der EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) ist eindeutig: Es gibt Umweltprobleme im Zusammenhang mit der Verwendung dieses Pestizids, insbesondere seine Auswirkungen auf das Grundwasser, aber auch in Bezug auf die menschliche Gesundheit, was die Reproduktionstoxizität (Giftigkeit bzgl. der Geschlechtszellen) betrifft.“

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	<i>Beschreiben Sie die Rolle von ACh und Thiaplopid bei der Signalübertragung (prä- und postsynaptisch) an einer erregenden Synapse (M 1, Abb. 1).</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben biologische Zusammenhänge [...] sachgerecht; K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen. Sinngemäße Beschreibung, dass beim Eintreffen eines Aktionspotenzials an der präsynaptischen Membran durch den Einstrom von Calciumionen Vesikel mit Acetylcholin mit der präsynaptischen Membran verschmelzen und den Neurotransmitter ACh in den synaptischen Spalt ausschütten. Dieser öffnet durch Anlagerung an spezifische Bindungsstellen nAChR1-Rezeptorkanäle, die sich daraufhin öffnen und den Einstrom von Natriumionen in die postsynaptische Zelle bewirken. Hier entsteht ein EPSP. Der Wirkstoff Thiaplopid lagert sich an die gleichen Bindungsstellen der nAChR1-Rezeptorkanäle an und bewirkt ebenso wie das ACh deren Öffnung und den Einstrom von Natriumionen in die postsynaptische Zelle.	8		
2	<i>Erläutern Sie die molekularen Prozesse beim dargestellten Lernprozess bei Bienen (M 2, Abb. 2).</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] sachgerecht; S 3 erläutern biologische Sachverhalte [...]; K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen. Sinngemäße Erläuterung, dass der zu lernende Reiz die Öffnung ligandengesteuerter Natriumionenkanäle bewirkt. Gleichzeitig wird durch ein Belohnungssignal (Zuckergabe) Octopamin freigesetzt, welches über Transmembranzuckerrezeptoren die Umwandlung von ATP in cAMP, die Aktivierung der PKA sowie die Bildung von IP3 aus PIP2 mit der Folge einer verstärkten Calciumionenfreisetzung einen aktivierenden Einfluss auf den Natriumioneneinstrom ausübt.		6	

3	<i>Erklären Sie die Bedeutung des Lernens am Beispiel der Verknüpfung von Duftsignalen mit der Aufnahme von Zucker bei der Honigbiene (M 1 und M 2).</i> Die Lernenden ... S 3 erläutern biologische Sachverhalte [...]; S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt. Sinngemäße Erläuterung, dass die Bienen bei ihren Sammelflügen Düfte wahrnehmen, die zunächst keine Bedeutung für die Bienen haben. Wird neben dem Duft aber auch Zucker wahrgenommen, so verstärkt die Zuckerwahrnehmung die Öffnung von Natriumionenkanälen beim nächsten Eintreffen des Duftreizes. Durch (assoziatives) Lernen erlangen also (neutrale) Reize für den Organismus eine Bedeutung, indem sie mit (hier) positiven Reizen verknüpft werden: Klassische Konditionierung. Bestimmte Düfte (von Blüten) werden also als Hinweis auf Nahrungsquellen erkannt und erinnert.		4	
4	<i>Formulieren Sie eine Fragestellung, die der Gesamtuntersuchung (M 3) zugrunde lag sowie jeweils eine Frage zu den in Abb. 3 b-d dargestellten Teilexperimenten (M 3).</i> Die Lernenden ... S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt; E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten. Formulierung einer Fragestellung für die Gesamtuntersuchung wie z. B.: a. Welchen Einfluss hat eine nicht letale Dosis Thiacloprid auf die Lern- und Gedächtnisleistung von Honigbienen? Formulierung von Fragestellungen für die Teilexperimente wie z. B.: b. Welchen Einfluss hat Thiacloprid auf Lernen und Erinnern, wenn es eine Stunde vor dem Lernexperiment gegeben wird? c. Welchen Einfluss hat Thiacloprid auf die Erinnerungsleistung, wenn es 6 Stunden nach dem Lernen verabreicht wird? d. Welchen Einfluss hat Thiacloprid auf die Erinnerungsleistung, wenn es eine Stunde vor dem Erinnerungstest verabreicht wird?		4	
5	<i>Beschreiben Sie die Ergebnisse der Untersuchungen und werten Sie diese aus (M 3, Abb. 3).</i> Die Lernenden ... S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt; E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen;			

	E 9 finden in [...] Daten [...] Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen; K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. Beschreibung, dass alle Abweichungen zwischen den Gruppen hoch signifikant, also mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht zufällig sind: b. Vor dem Lernexperiment nicht behandelte Tiere zeigen schon beim zweiten und erst recht beim dritten Lernakt häufiger eine Suchbewegung nach Zucker als behandelte Tiere und zeigen dies auch im Erinnerungstest zunächst häufiger. Behandelte Tiere lernen langsamer und vergessen schneller. c. Sechs Stunden nach dem Lernen behandelte Tiere zeigen im Erinnerungstest deutlich seltener die Suchbewegung, sie vergessen schneller als unbehandelte Tiere. d. Kurz vor dem Gedächtnistest behandelte Tiere zeigen noch seltener eine Suchbewegung, sie können kaum Verknüpfungen zwischen Duft und Zuckergabe herstellen. Auswertung, dass Thioclopid sowohl das Lernen verhindert oder zumindest erschwert (b) und außerdem das Gedächtnis stark beeinträchtigt (c) und den Abruf von Erlerntem verhindert (d).	2	4	4
6	<i>Beurteilen und bewerten Sie die Entscheidung der EU-Kommission, Thioclopid zu verbieten (M 3 und M 4).</i> Die Lernenden ... S 4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet [...] Aussagen; K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen; B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive. Beurteilung und Bewertung auf der Basis: ♦ einer Zusammenfassung der für die ethische Bewertung relevanten Aspekte (für die Agrarindustrie wichtiges Insektizid, Untersuchung belegt Bienenschädlichkeit, Argumente der EFSA, ...), ♦ einer Beschreibung des Dilemmas (hier zwischen ökonomischem und ökologischem/gesundheitlichem Interesse), ♦ der Nennung der jeweils tangierten Werte (z. B. finanzieller Gewinn, Umwelt- bzw. Gesundheitsschutz), ♦ einer begründeten Hierarchisierung der Werte. Formulierung einer Entscheidung.		4	4
	Summe	10	22	8
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	25	55	20

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1		2	
2	1, 3		2	
3	3, 7			
4	7	2		
5	7	1, 9	5	
6	4		2	12

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 ein Bewertungsraster¹ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

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