

Musterprüfung Nr. 001 für das Abitur
zum Erwerb der fachgebundenen Hochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

9:00 Uhr – 12:00 Uhr

Biologie

Ausbildungsrichtung Agrarwirtschaft,
Bio- und Umwelttechnologie

Hinweise

- Bearbeitungszeit: 180 Minuten. Bearbeiten Sie alle Aufgaben.
- Hilfsmittel: Taschenrechner.
- Skizzen und Diagramme sind sauber, vollständig beschriftet und mit Bleistift anzufertigen.
- Die Aufgabenblätter sind am Ende der Bearbeitungszeit mit abzugeben.

Name	Klasse

BE

1 Organophosphate wurden jahrzehntelang als Insektizide in Landwirtschaft und Gartenbau eingesetzt. Einer der bekanntesten Wirkstoffe, Chlorpyrifos, ist in der EU seit 2020 nicht mehr zugelassen, wird aber weltweit noch verwendet. Organophosphate hemmen bei Insekten und beim Menschen dauerhaft das Enzym Acetylcholinesterase. Bei einer Vergiftung des Menschen treten typische Symptome auf: stark verengte Pupillen, vermehrter Speichel- und Tränenfluss, ein verlangsamter Herzschlag, Muskelzucken und Muskelkrämpfe und schließlich eine Lähmung der Atemmuskulatur.

7 1.1 Erstellen Sie eine beschriftete Schemazeichnung einer neuromuskulären Synapse und beschreiben Sie in nummerierten Schritten die Erregungsübertragung vom Eintreffen eines Aktionspotenzials im Endknöpfchen bis zur Spaltung des Acetylcholins.

Abbildung 1 zeigt den Verlauf des Membranpotenzials einer Muskelfaser nach einem einzelnen Nervenimpuls ohne Insektizid (A) und nach Aufnahme eines Organophosphats (B).

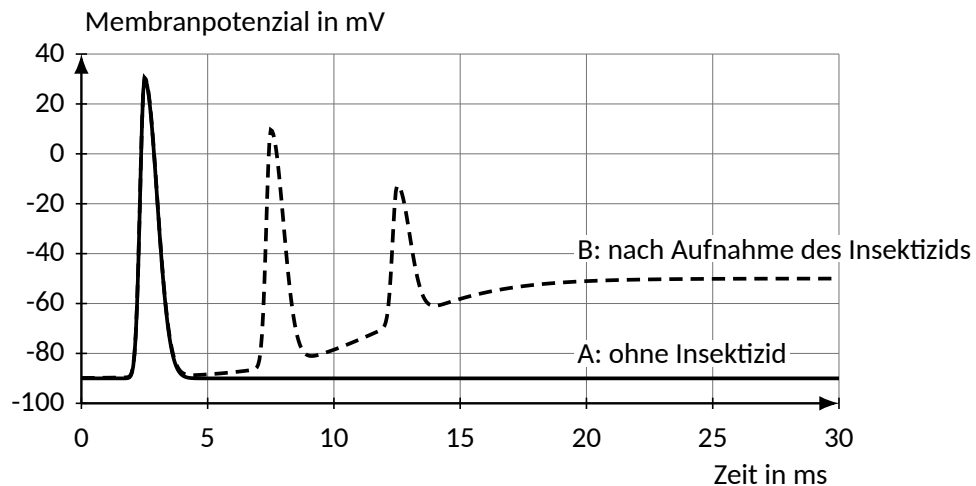


Abbildung 1: Membranpotenzial einer Muskelfaser nach einem einzelnen Nervenimpuls, der kurz nach Beginn der Messung eintrifft; bis etwa 5 ms verlaufen A und B gleich (schematisch).

5 1.2 Erklären Sie die Verläufe A und B und die bei einer Vergiftung beobachteten Symptome Muskelzucken und Lähmung.

4 1.3 Als Gegenmittel spritzt der Notarzt Atropin. Atropin blockiert die Rezeptoren für Acetylcholin an den Organen, die vom Parasympathikus versorgt werden, nicht aber die Rezeptoren für Acetylcholin an der neuromuskulären Synapse. Erläutern Sie, welche der in Aufgabe 1 genannten Symptome Atropin lindert und welche nicht.

2 Bayern galt lange als Jodmangelgebiet; vergrößerte Schilddrüsen (Kropf, Struma) waren dort häufig. Seit Jahrzehnten wird deshalb die Verwendung von jodiertem Speisesalz empfohlen. Die Schilddrüse bildet die jodhaltigen Hormone Thyroxin (T_4) und Trijodthyronin (T_3), die unter anderem den Grundumsatz steigern. Ihre Ausschüttung wird über die Hormone TRH des Hypothalamus und TSH der Hypophyse gesteuert.

7 2.1 Erstellen Sie ein beschriftetes Schema des Regelkreises, mit dem der Körper die Konzentration der Schilddrüsenhormone im Blut weitgehend konstant hält. Verwenden Sie dabei die Fachbegriffe Regelgröße, Sollwert, Fühler, Regler und Stellglied.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

5 **2.2** Erklären Sie, wie bei anhaltendem Jodmangel ein Kropf entsteht, und begründen Sie, warum jodiertes Speisesalz dem vorbeugt.

6 **2.3** Tabelle 1 zeigt Laborwerte von drei Patientinnen.

Tabelle 1: Laborwerte im Blut von drei Patientinnen; Referenzbereich = Bereich der Werte gesunder Erwachsener.

	TSH in mU/l	freies T ₄ in ng/dl
Patientin A	12,5	0,5
Patientin B	0,05	3,1
Patientin C	0,2	0,6
Referenzbereich	0,4 bis 4,0	0,9 bis 1,7

Ermitteln Sie für jede Patientin, ob eine Über- oder eine Unterfunktion vorliegt und ob die Ursache in der Schilddrüse selbst oder in der übergeordneten Steuerung liegt. Begründen Sie Ihre Zuordnung jeweils mithilfe des Regelkreises.

34

BE

- 3 Der Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) ist ein einjähriges, windbestäubtes Gras und eines der wichtigsten Ungräser im Winterweizen; er keimt vor allem im Herbst. Eine Pflanze bildet viele Hundert Samen, die mehrere Jahre im Boden keimfähig bleiben. Auf vielen Äckern wirken Herbizide, die das Enzym ACCase hemmen, nicht mehr: Häufige Ursache sind Punktmutationen im Gen für dieses Enzym, die die Bindung des Wirkstoffs verhindern. Das Allel R für Resistenz ist dominant über das Allel r für Empfindlichkeit. Abbildung 2 zeigt modellhaft, wie sich der Anteil resistenter Keimlinge auf einem Acker entwickelt, auf dem jedes Jahr dasselbe Mittel ausgebracht wird.

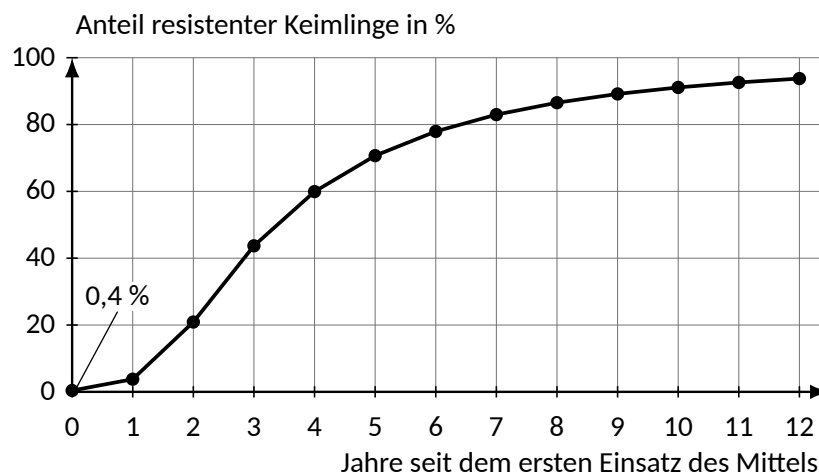


Abbildung 2: Anteil resistenter Keimlinge des Ackerfuchsschwanzes bei jährlichem Einsatz desselben Herbizids (Modelldaten).

- 5 3.1 Erklären Sie den Verlauf in Abbildung 2 mithilfe der erweiterten Evolutionstheorie.
- 6 3.2 Auf einem anderen Acker sind vor der Behandlung 84 % der Keimlinge resistent. Berechnen Sie unter der Annahme einer idealen Population die Häufigkeiten der Allele R und r sowie den Anteil heterozygoter Keimlinge. Nennen Sie zwei Bedingungen einer idealen Population, die auf diesem Acker nicht erfüllt sind.
- 4 3.3 Ein Landwirt erwägt zwei Vorgehensweisen: (1) die Aufwandmenge desselben Mittels zu verdoppeln; (2) Herbizide mit unterschiedlichen Wirkorten im Wechsel einzusetzen, Sommergetreide in die Fruchtfolge aufzunehmen und vor der Saat zu pflügen. Bewerten Sie beide Vorgehensweisen danach, wie sie die weitere Ausbreitung der Resistenz beeinflussen.
- 4 Rothirsche (*Cervus elaphus*) leben in Bayern unter anderem im Bayerischen Wald und in den Alpen. In der Brunft im Herbst verteidigt ein Platzhirsch eine Gruppe von Weibchen gegen Rivalen. Begegnen sich zwei Hirsche, röhren sie (Abbildung 3) zunächst im Wechsel; oft gehen sie danach nebeneinander her (Parallelmarsch). Nur ein Teil der Begegnungen endet in einem Geweihekampf, bei dem schwere Verletzungen möglich sind.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE



KI-generiert

Abbildung 3: Röhrender Rothirsch in der Brunft.

Abbildung 4 zeigt modellhaft, wie häufig Begegnungen in einen Geweihkampf übergehen, abhängig davon, wie stark sich die beiden Hirsche in der Zahl ihrer Röhrlaute je Minute unterscheiden.

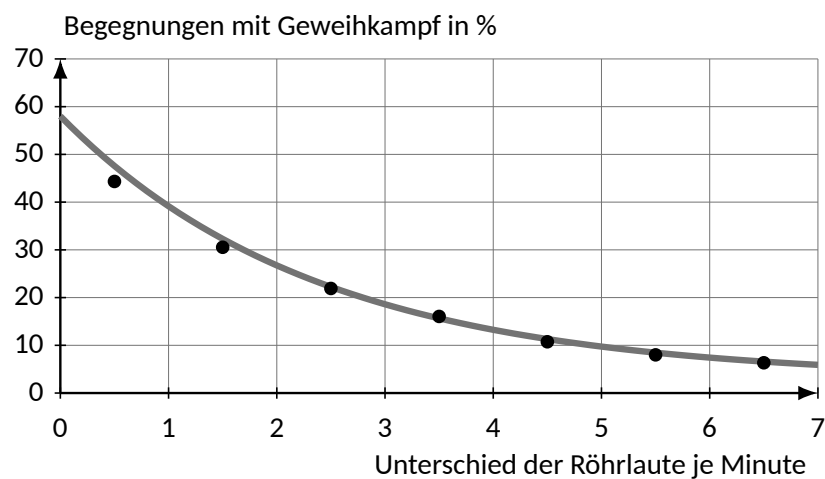


Abbildung 4: Anteil der Begegnungen zweier Hirsche, die in einen Geweihkampf übergehen (Modelldaten; Punkte: Messwerte je Klasse, graue Linie: Trend).

- 6 **4.1** Erläutern Sie den Zusammenhang in Abbildung 4 und den Anpassungswert dieses Verhaltens für beide Hirsche.
- 4 **4.2** Erklären Sie sowohl proximat als auch ultimat, warum Rothirsche nur während der Brunft um Weibchen kämpfen.

25

BE

- 5 Die Afrikanische Schweinepest (ASP) ist eine für Haus- und Wildschweine fast immer tödliche Viruserkrankung; für Menschen ist sie ungefährlich. Seit 2020 tritt sie in Deutschland bei Wildschweinen auf. Um einen Ausbruch früh zu erkennen, werden in Bayern Proben tot aufgefundenener Wildschweine mit der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) untersucht. Das Erbgut des Virus besteht aus DNA; die PCR vervielfältigt einen 257 Basenpaare (bp) langen Abschnitt aus dem Gen für ein Strukturprotein des Virus.
- 5 **5.1** Vergleichen Sie die PCR mit der Replikation der DNA in einer Zelle.
- 3 **5.2** Berechnen Sie, wie viele Kopien des Abschnitts nach 30 Zyklen theoretisch aus einem einzigen DNA-Doppelstrang entstehen, und erläutern Sie, warum es in der Praxis weniger sind.
- 5 **5.3** Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Gelelektrophorese für vier Wildschweinproben (1 bis 4), eine Positivkontrolle (P) mit Virus-DNA, eine Negativkontrolle (N) mit Wasser statt einer Probe und einen Längenstandard (M).

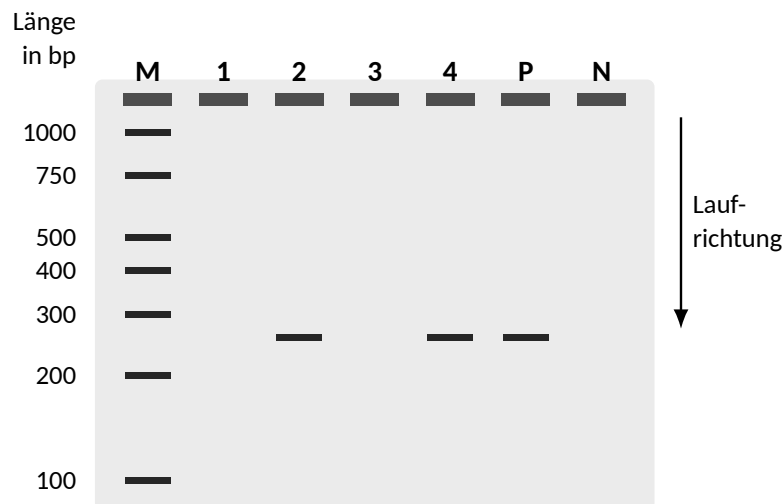


Abbildung 5: Gelelektrophorese der PCR-Produkte (schematisch).

Werten Sie das Gelbild aus und begründen Sie, wozu die beiden Kontrollen nötig sind.

- 6 In einem Bienenvolk ist nicht genetisch festgelegt, ob aus einem befruchteten Ei eine Königin oder eine Arbeiterin wird. Larven, die während der gesamten Larvenzeit mit Gelée royale gefüttert werden, werden zu Königinnen (Abbildung 6); Larven, die nach drei Tagen Arbeiterinnenfutter erhalten, werden zu Arbeiterinnen. In Arbeiterinnen sind bestimmte Gene stärker methyliert als in Königinnen. Das Enzym Dnmt3 methyliert die DNA.

BE



KI-generiert

Abbildung 6: Königin (Mitte oben, langer, schlanker Hinterleib) mit Arbeiterinnen auf einer Brutwabe, darunter drei Königinnenzellen (Weiselzellen), eine aufgeschnitten mit Larve.

- 4 **6.1** Erläutern Sie, wie die Methylierung der DNA dazu führen kann, dass sich Larven je nach Futter zu unterschiedlich gebauten Tieren entwickeln.
- 4 **6.2** In einem Experiment wurden Larven in drei Gruppen aufgezogen: Gruppe A mit Arbeiterinnenfutter, Gruppe B ebenfalls mit Arbeiterinnenfutter, aber nach Hemmung der Bildung von Dnmt3, Gruppe C mit Gelée royale. Abbildung 7 zeigt das Ergebnis.

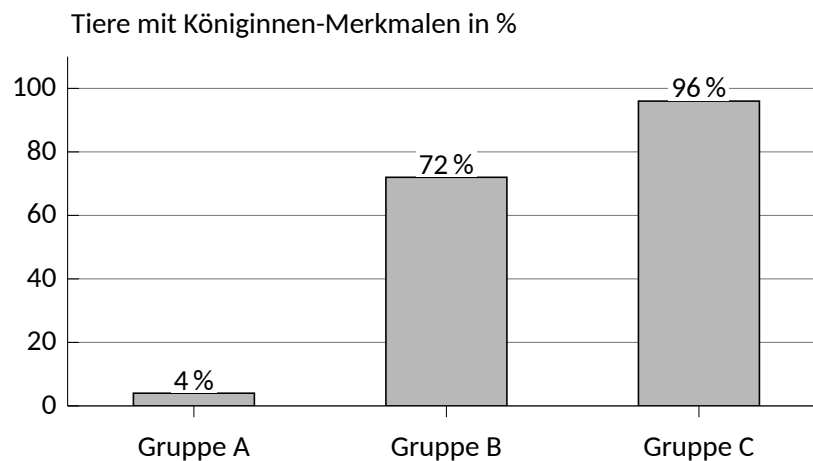


Abbildung 7: Anteil der Larven, die sich zu Tieren mit Merkmalen einer Königin (entwickelte Eierstöcke) entwickelten (Modelldaten).

Interpretieren Sie das Ergebnis und formulieren Sie eine Hypothese zur Wirkung von Gelée royale.

21

BE

- 7 Im Allgäu wird ein großer Teil der Milch zu Käse verarbeitet. Dabei fällt Molke an, die viele gelöste organische Stoffe enthält; ihr BSB_5 beträgt etwa 35 g je Liter. Aus dem undichten Lagertank einer kleinen Käserei sickerte über Monate Molke in einen Bach. An einem Tag lief schließlich der gesamte Tankinhalt von 6000 l Molke in den Bach. Ein Einwohnergleichwert entspricht einer BSB_5 -Fracht von 60 g pro Tag.
- 4 7.1 Berechnen Sie die BSB_5 -Fracht der an diesem Tag eingeleiteten Molke und die Zahl der Einwohnergleichwerte. Deuten Sie das Ergebnis.
- 5 7.2 Abbildung 8 zeigt modellhaft den Sauerstoffgehalt und den BSB_5 des Bachwassers oberhalb und unterhalb der Einleitungsstelle an diesem Tag.

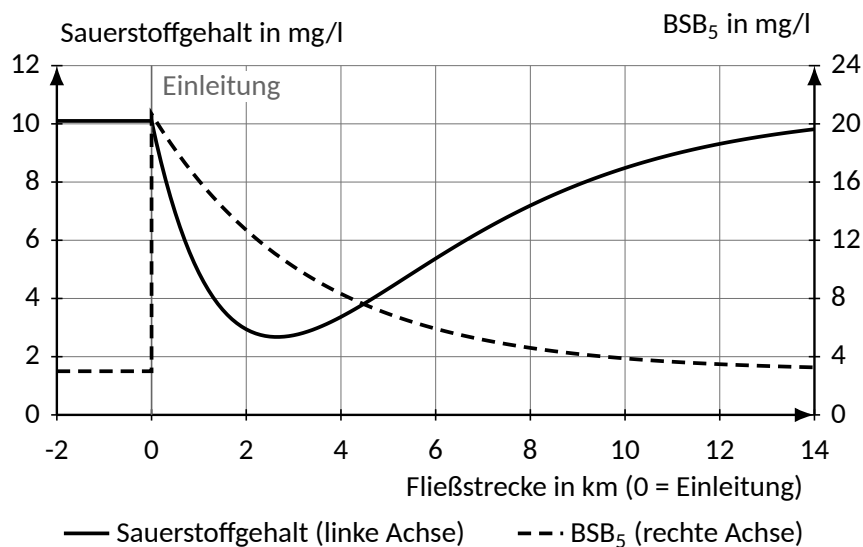


Abbildung 8: Sauerstoffgehalt und BSB_5 entlang des Bachs (Modelldaten; die beiden Kurven gehören zu verschiedenen y-Achsen, ihr Schnittpunkt hat keine Bedeutung).

Erklären Sie die Verläufe in Abbildung 8.

BE

- 6 7.3 In den Monaten, in denen Molke einsickerte, bestimmte das Wasserwirtschaftsamt oberhalb und unterhalb der Einleitungsstelle die Häufigkeit h von Zeigerorganismen (1 = Einzelfund bis 7 = massenhaft; Tabelle 2).

Tabelle 2: Zeigerorganismen mit Saprobiewert s und Häufigkeit h an den beiden Messstellen (– = nicht gefunden).

Zeigerorganismus	s	h oberhalb	h unterhalb
Steinfliegenlarve	1,0	3	–
Eintagsfliegenlarve	1,5	5	–
Bachflohkrebs	2,0	6	1
Köcherfliegenlarve	2,0	4	–
Wasserassel	2,8	–	4
Egel	3,0	–	4
Rote Zuckmückenlarve	3,5	–	6
Schlammröhrenwurm	3,8	–	6

$$\text{Saprobienindex } S = \frac{\sum(s \cdot h)}{\sum h}$$

Gewässergüteklassen:

I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
1,0–1,49	1,5–1,79	1,8–2,29	2,3–2,69	2,7–3,19	3,2–3,49	3,5–4,0

Ermitteln Sie für beide Messstellen den Saprobienindex und ordnen Sie jeweils die Gewässergüteklasse zu.

- 5 7.4 Der Infokasten fasst Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes zusammen.

Wasserhaushaltsgesetz (sinngemäß, Auszüge)

Jede Person ist verpflichtet, eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften zu vermeiden. Wer Stoffe in ein Gewässer einleiten will, braucht eine behördliche Erlaubnis. Anlagen zum Lagern von Stoffen, die die Wasserbeschaffenheit verändern können, müssen so beschaffen sein, dass keine nachteilige Veränderung von Gewässern zu befürchten ist.

Diskutiert werden drei Maßnahmen: (1) Die Käserei zahlt ein Bußgeld und setzt im Bach neue Fische ein. (2) Die Käserei lagert die Molke künftig in einem doppelwandigen Tank mit Auffangwanne und Leckanzeige und gibt sie an eine Biogasanlage ab. (3) Die Gemeinde baut ihre Kläranlage aus, damit auch die Molke dort gereinigt werden kann. Bewerten Sie die drei Maßnahmen unter Berücksichtigung des Gesetzestextes danach, wie gut sie den Bach künftig schützen.

20

Quellenverzeichnis

Abbildung 1: eigene Darstellung; Modelldaten.

Tabelle 1: eigene Zusammenstellung; Referenzbereiche gerundet (sie unterscheiden sich je nach Labor).

Abbildung 2: eigene Darstellung; Modelldaten.

Abbildung 3: KI-generiertes Bild (OpenAI GPT Image), 2026.

Abbildung 4: eigene Darstellung; Modelldaten in Anlehnung an Freilanduntersuchungen an Rothirschen.

Abbildung 5: eigene Darstellung (schematisch).

Abbildung 6: KI-generiertes Bild (OpenAI GPT Image), 2026.

Abbildung 7: eigene Darstellung; Modelldaten nach Kucharski, R. u. a. (2008), Science 319, 1827–1830.

Abbildung 8: eigene Darstellung; Modelldaten.

Tabelle 2: eigene Zusammenstellung; Saprobiewerte vereinfacht.

Infokasten: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), §§ 5, 8 und 62, sinngemäß verkürzt.