Enzymatik – Einflussfaktoren und Hemmung (Leichtere Fassung)

Ein Experiment planen und Diagramme Schritt für Schritt auswerten

Warum kann das Enzym Pepsin im Dünndarm nicht mehr arbeiten? Das findest du hier heraus. Du planst ein Experiment, liest Diagramme und lernst, wie ein Hemmstoff ein Enzym stört.

Wichtige Wörter:
• Enzym: ein Eiweiß, das eine chemische Reaktion beschleunigt.
• Substrat: der Stoff, den das Enzym umbaut.
• Aktives Zentrum: die Stelle am Enzym, an die das Substrat passt (wie ein Schlüssel ins Schloss).

Schreibe in ganzen Sätzen. Die Satzanfänge helfen dir.

Hilfe: Bei einem Experiment gibt es verschiedene Größen.
• Unabhängige Variable = Das ändere ich absichtlich.
• Abhängige Variable = Das messe ich.
• Kontrollvariable = Das halte ich immer gleich.
• Hypothese = Eine begründete Vermutung, was passiert.
• Kontrollansatz = Zum Vergleich: ein Ansatz ohne den untersuchten Faktor (z. B. ohne Enzym).
Beispiel: Ich untersuche, wie die Temperatur das Wachstum von Bohnen beeinflusst. Die Temperatur ist die unabhängige Variable. Die Wuchshöhe ist die abhängige Variable.

1 Ordne jeden Fachbegriff der passenden Beschreibung zu.

1. Unabhängige Variable	____	A) Größe, die im Experiment gemessen wird (z. B. die Reaktionsgeschwindigkeit)
2. Abhängige Variable	____	B) Bedingung, die in allen Ansätzen gleich gehalten wird (z. B. der pH-Wert)
3. Kontrollvariable	____	C) Vergleichsansatz ohne den untersuchten Faktor bzw. ohne Enzym
4. Hypothese	____	D) Größe, die im Experiment gezielt verändert wird (z. B. die Temperatur)
5. Kontrollansatz	____	E) Begründete, überprüfbare Vermutung über den Ausgang des Experiments

Hilfe (Experiment planen):
Das Enzym Katalase zerlegt Wasserstoffperoxid (das Substrat) in Wasser und Sauerstoff. Je mehr Sauerstoff in einer bestimmten Zeit entsteht, desto aktiver ist das Enzym.

Gehe in 4 Schritten vor:
1. Hypothese: Was vermutest du? Satzanfang: „Wenn die Temperatur steigt, dann …“
2. Unabhängige Variable: Welche Temperaturen testest du? Wie stellst du sie ein (z. B. Wasserbad)?
3. Abhängige Variable: Was misst du? (Tipp: Sauerstoff, der entsteht, z. B. in einem Messzylinder oder Kolbenprober.)
4. Kontrolle: Was bleibt gleich (z. B. Menge Enzym, Menge Wasserstoffperoxid, Zeit, pH-Wert)? Was ist dein Kontrollansatz?

Beispiel (gelöst, aber für anderes Thema): „Ich untersuche den Einfluss von Licht auf Pflanzen. Unabhängige Variable: die Lichtmenge. Abhängige Variable: die Höhe der Pflanze nach 10 Tagen. Gleich bleiben: Erde, Wasser, Topfgröße.“

2 Schreibe deine Hypothese zur Temperatur und zur Aktivität der Katalase auf.
Satzanfang: „Wenn die Temperatur steigt, dann …, weil …“

3 Beschreibe den Versuchsaufbau und die Durchführung. Nenne dabei: (1) die Temperaturen, die du testest, (2) was du misst, (3) was du gleich hältst, (4) deinen Kontrollansatz.
Satzanfänge: „Ich bereite mehrere gleiche Ansätze vor mit …“ – „Die Ansätze stelle ich in Wasserbäder mit …“ – „Ich messe …“ – „Gleich bleiben …“ – „Als Kontrollansatz nehme ich …“

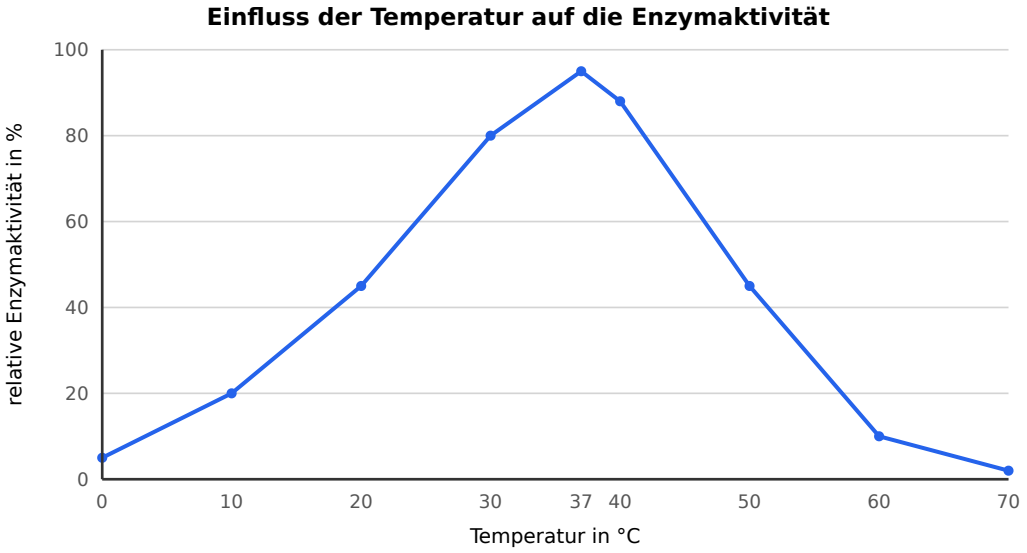


Abbildung 1: Messergebnisse eines Experiments zur Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität

Hilfe (Diagramm auswerten):
• Temperaturoptimum: die Temperatur, bei der das Enzym am aktivsten ist.
• RGT-Regel: Wird es 10 °C wärmer, läuft die Reaktion etwa 2- bis 3-mal so schnell. Grund: Die Teilchen bewegen sich schneller und stoßen häufiger zusammen. So bilden sich mehr Enzym-Substrat-Komplexe.
• Denaturierung: Bei zu großer Hitze lösen sich schwache Bindungen im Enzym (z. B. Wasserstoffbrücken). Das Enzym verliert seine Form. Das aktive Zentrum passt dann nicht mehr zum Substrat. Das passiert dauerhaft.

Tipp: Gehe in zwei Teilen vor – erst beschreiben (was sehe ich?), dann erklären (warum ist das so?).

4 Beschreibe den Kurvenverlauf in Abbildung 1.
Satzanfänge: „Bei 0 °C beträgt die Aktivität etwa … %.“ – „Die Aktivität steigt bis …“ – „Das Maximum liegt bei … °C und beträgt …“ – „Danach …“

5 Erkläre den Anstieg der Kurve bis 37 °C. Nutze die RGT-Regel.
Satzanfang: „Bis 37 °C gilt die RGT-Regel. Das bedeutet: …“

6 Erkläre den Abfall der Kurve nach 37 °C. Nutze die Wörter „Denaturierung“, „Wasserstoffbrücken“ und „aktives Zentrum“.
Satzanfang: „Bei hoher Temperatur …“

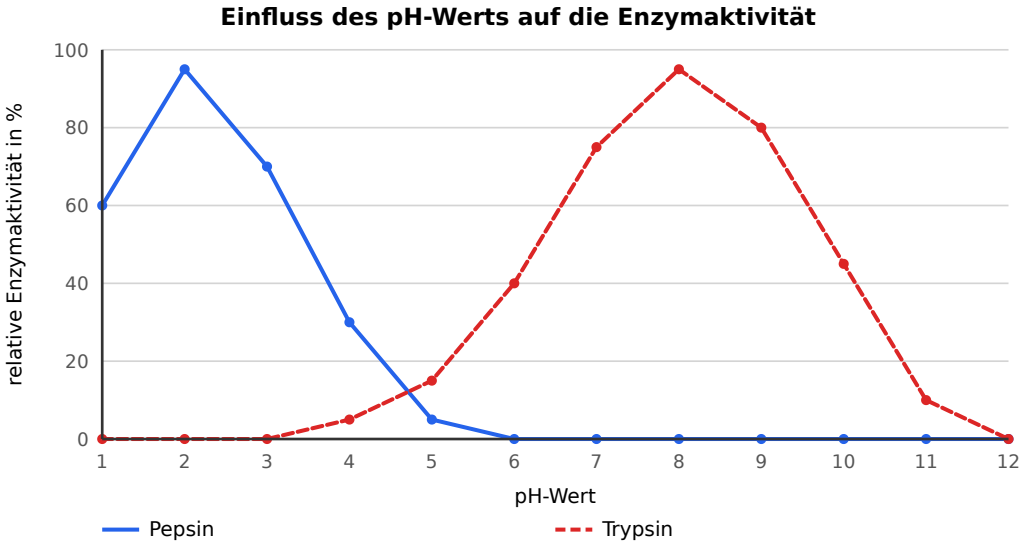


Abbildung 2: pH-Abhängigkeit der Aktivität zweier Verdauungsenzyme

Hilfe (pH-Wert):
• pH-Wert: zeigt, wie sauer oder basisch etwas ist. pH 1–6 = sauer, pH 7 = neutral, pH 8–14 = basisch (alkalisch).
• pH-Optimum: der pH-Wert, bei dem das Enzym am aktivsten ist.
• Wirkort: der Ort im Körper, an dem das Enzym arbeitet.

Wissen zum Verdauungstrakt:
• Magen: sehr sauer (etwa pH 1–2), weil dort Salzsäure ist. Hier arbeitet Pepsin.
• Dünndarm: leicht basisch (etwa pH 8). Hier arbeitet Trypsin.

Zum Erklären: Der pH-Wert verändert die elektrischen Ladungen im Enzym. Dann lösen sich Bindungen, die das Enzym in Form halten.

7 Lies Abbildung 2 ab und ergänze den Lückentext.
Das pH-Optimum von Pepsin liegt bei pH _____. Das pH-Optimum von Trypsin liegt bei pH _____. Pepsin arbeitet im _____, denn dort ist es sauer. Trypsin arbeitet im _____, denn dort ist es leicht basisch.

8 Erkläre, warum Pepsin im Dünndarm nicht arbeiten kann.
Satzanfänge: „Im Dünndarm ist der pH-Wert etwa …“ – „Dadurch ändern sich die Ladungen im Pepsin und …“ – „Das aktive Zentrum …“ – „Deshalb …“

Hilfe:
Km-Wert (Michaelis-Konstante): Er zeigt, wie gut ein Enzym sein Substrat bindet.
• Kleiner Km-Wert = Das Enzym bindet sein Substrat schon bei wenig Substrat gut (hohe Affinität).
• Großer Km-Wert = Das Enzym braucht viel Substrat (geringe Affinität).
Affinität bedeutet: wie gut zwei Stoffe zueinander „passen“ und sich verbinden.

9 Ein Enzym hat einen sehr kleinen Km-Wert. Welche Aussage stimmt?

- ☐ Das Enzym besitzt eine hohe Affinität zu seinem Substrat.
- ☐ Das Enzym besitzt eine geringe Affinität zu seinem Substrat.
- ☐ Das Enzym erreicht eine besonders hohe Maximalgeschwindigkeit Vmax.
- ☐ Das Enzym denaturiert schon bei sehr niedriger Substratkonzentration.

Hilfe (Enzymhemmung):
Ein Hemmstoff (Inhibitor) macht ein Enzym langsamer.
• Kompetitive Hemmung: Der Hemmstoff sieht dem Substrat ähnlich. Er setzt sich ins aktive Zentrum. Substrat und Hemmstoff „konkurrieren“ um den Platz. (Merkhilfe: kompetitiv = Wettbewerb)
• Nicht-kompetitive Hemmung: Der Hemmstoff setzt sich an eine andere Stelle am Enzym. Dadurch ändert sich die Form des Enzyms und auch die des aktiven Zentrums.
• Vmax = die höchste Reaktionsgeschwindigkeit, die ein Enzym erreichen kann.

Gelöstes Beispiel zum Muster: „Bei der kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff im aktiven Zentrum. Dort konkurriert er mit dem Substrat.“

10 Ergänze den Lückentext zu den zwei Hemmtypen.
Bei der kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff im _____ . Er ähnelt dem _____ . Bei der nicht-kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff _____ des aktiven Zentrums. Dadurch ändert sich die _____ des Enzyms.

11 Vergleiche die beiden Hemmtypen. Schreibe, wo der Hemmstoff bindet und was er beim Enzym bewirkt.
Satzanfänge: „Bei der kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff … Er bewirkt …“ – „Bei der nicht-kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff … Er bewirkt …“

Hilfe (Experiment zur Unterscheidung):
Idee: Du gibst immer mehr Substrat dazu und misst jedes Mal die Reaktionsgeschwindigkeit.
• Bei kompetitiver Hemmung: Viel Substrat verdrängt den Hemmstoff aus dem aktiven Zentrum. Die Hemmung verschwindet und Vmax wird erreicht.
• Bei nicht-kompetitiver Hemmung: Mehr Substrat hilft nicht, weil der Hemmstoff an einer anderen Stelle sitzt. Vmax bleibt niedrig.

12 Beschreibe ein einfaches Experiment, mit dem du herausfindest, welcher Hemmtyp vorliegt.
Satzanfänge: „Ich erhöhe schrittweise die …“ – „Ich messe jedes Mal …“ – „Wenn die Hemmung verschwindet, dann liegt … vor, weil …“ – „Wenn die Hemmung bleibt, dann liegt … vor, weil …“

Lösungen

Enzymatik – Einflussfaktoren und Hemmung (Leichtere Fassung) · Biologie · Klasse 12

Für dich als Lehrkraft: leichtere Fassung in einer Minute

QR scannen oder lehreule.de/anpassen/enzyme-einflussfaktoren-und-hemmung-klasse-12 öffnen: kostenloses Konto, dann schreibt Lehreule die leichtere Fassung mit Hilfen — oder Zusatzaufgaben für Schnelle, eine Word-Datei, einen QR-Code für die Klasse.

Aufgabe 1: 1 → D, 2 → A, 3 → B, 4 → E, 5 → C

Aufgabe 2: Wenn die Temperatur steigt, dann nimmt die Aktivität der Katalase zuerst zu, weil sich die Teilchen schneller bewegen. Bei etwa 37 °C ist die Aktivität am höchsten. Bei noch höheren Temperaturen nimmt sie wieder stark ab, weil das Enzym seine Form verliert.

Aufgabe 3: Ich bereite mehrere gleiche Ansätze vor. Jeder enthält die gleiche Menge Katalase-Lösung (z. B. 2 ml) und die gleiche Menge Wasserstoffperoxid-Lösung (z. B. 10 ml, 3 %). Die Ansätze stelle ich in Wasserbäder mit unterschiedlichen Temperaturen, z. B. 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C und 70 °C. Enzym und Substrat bringe ich vor dem Mischen auf die jeweilige Temperatur. Die Temperatur ist die unabhängige Variable. Ich messe die Menge Sauerstoff, die in zwei Minuten entsteht (z. B. mit einem Kolbenprober). Das ist die abhängige Variable. Gleich bleiben die Enzymmenge, die Substratmenge und -konzentration, die Messzeit und der pH-Wert (z. B. mit einer Pufferlösung). Als Kontrollansatz nehme ich Wasserstoffperoxid ohne Enzym. So sehe ich, ob sich das Wasserstoffperoxid auch von selbst zersetzt. Jeden Versuch wiederhole ich dreimal und bilde den Mittelwert, damit Zufallsfehler kleiner werden.

Aufgabe 4: Bei 0 °C beträgt die Aktivität etwa 5 %. Die Aktivität steigt bis etwa 37 °C an. Das Maximum liegt bei 37 °C und beträgt etwa 95 %. Danach fällt die Kurve steil ab. Bei 70 °C beträgt die Aktivität nur noch etwa 2 %.

Aufgabe 5: Bis 37 °C gilt die RGT-Regel. Das bedeutet: Wird die Temperatur um 10 °C höher, läuft die Reaktion etwa 2- bis 3-mal so schnell. Die Teilchen bewegen sich schneller und stoßen häufiger zusammen. Dadurch bilden sich in der gleichen Zeit mehr Enzym-Substrat-Komplexe.

Aufgabe 6: Bei hoher Temperatur lösen sich die schwachen Bindungen im Enzym, z. B. die Wasserstoffbrücken. Das Enzym verliert seine Form. Man nennt das Denaturierung. Das aktive Zentrum ist dann verändert, und das Substrat passt nicht mehr hinein. Diese Veränderung ist dauerhaft, deshalb sinkt die Aktivität stark.

Aufgabe 7: 2, 8, Magen, Dünndarm

Aufgabe 8: Im Dünndarm ist der pH-Wert etwa 8. Das ist für Pepsin zu hoch. Dadurch ändern sich die Ladungen im Pepsin und Bindungen im Molekül lösen sich. Die Form des aktiven Zentrums verändert sich. Das Substrat passt nicht mehr hinein. Deshalb entstehen keine Enzym-Substrat-Komplexe mehr und Pepsin ist im Dünndarm inaktiv. Jedes Enzym ist an den Ort angepasst, an dem es arbeitet.

Aufgabe 9: Das Enzym besitzt eine hohe Affinität zu seinem Substrat.

Aufgabe 10: aktiven Zentrum, Substrat, außerhalb, Form

Aufgabe 11: Bei der kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff im aktiven Zentrum, weil er dem Substrat ähnlich ist. Er bewirkt, dass das Substrat nicht binden kann, solange der Hemmstoff dort sitzt. Das Enzym wird dabei nicht dauerhaft verändert. Bei der nicht-kompetitiven Hemmung bindet der Hemmstoff an einer anderen Stelle des Enzyms, außerhalb des aktiven Zentrums. Er bewirkt, dass sich die Form des Enzyms und des aktiven Zentrums verändert. Das Substrat wird dann nur noch schlecht oder gar nicht mehr umgesetzt.

Aufgabe 12: Ich erhöhe schrittweise die Substratkonzentration. Ich messe jedes Mal die Reaktionsgeschwindigkeit. Wenn die Hemmung verschwindet und die Maximalgeschwindigkeit Vmax erreicht wird, dann liegt eine kompetitive Hemmung vor, weil das viele Substrat den Hemmstoff aus dem aktiven Zentrum verdrängt. Wenn die Hemmung auch bei viel Substrat bleibt und Vmax niedrig bleibt, dann liegt eine nicht-kompetitive Hemmung vor, weil Substrat und Hemmstoff nicht um dieselbe Stelle konkurrieren.