

Name: _____

Lasse rechts einen Korrekturrand von mindestens 9 cm.

1. Elektronenmikroskopische Bilder einer Zelle und ihrer Zellbestandteile (**M1**)
 - a) Benennen Sie die Strukturen, die in der Abb. 1, 2 und 3 mit den Ziffern 2, 3, 4 und 7 versehen sind und die Aufgaben dieser Zellbestandteile.
 - b) Handelt es sich um tierische oder pflanzliche Zellen? Begründen Sie kurz.
2. Krankheiten, die mit einer Veränderung des Stoffwechsels einhergehen, lassen sich heute bevorzugt mithilfe von Enzymen feststellen. Erklären Sie, warum Enzyme besonders geeignet sind, einzelne Substanzen in einer Vielzahl anderer Stoffe zu finden und anzuzeigen.
3. Gicht – Hilfe bringt ein Hemmstoff (Grundlagentext, siehe dazu **M2**)
 - a) Entscheiden Sie begründet, auf welchem Typ von Enzymhemmung die Wirkung des Gichtmittels Allopurinol beruht.
 - b) Leiten Sie ab, welche Folgen eine sehr hohe Einnahme von Allopurinol für das Enzym Xanthinoxidase hätte.
4. Das Diagramm in Abb. 5 (**M3**) zeigt die gegensätzliche Wirkung von zwei Effektoren (Aktivator und Inhibitor) auf die Reaktion eines allosterischen Enzyms mit dem Substrat. (Unter Substratsättigung ist dabei der Bruchteil an Enzymmolekülen zu verstehen, an die Substratmoleküle gebunden haben.)
 - a) Analysieren Sie das Diagramm und geben Sie an, wie sich die Effektoren auf die Reaktion auswirken.
 - b) Erklären Sie in diesem Zusammenhang, warum die Angabe eines K_m -Werts für allosterische Enzyme nicht eindeutig ist?
5. Die Energieproduktion in der Zelle muss dem Bedarf entsprechen. Daher gibt es Regulationsenzyme, die in ihrer Aktivität gesteuert werden können. Eines dieser Enzyme ist die Phosphofruktokinase (PFK).
 - a) In der Grafik Abb. 6 (**M4**) ist die Aktivität der Phosphofruktokinase bei zwei verschiedenen ATP-Konzentrationen angegeben. Formulieren Sie die Aussage dieser Grafik in eigenen Worten.
 - b) Begründen Sie, weshalb die Abhängigkeit der Phosphofruktokinase von der ATP-Konzentration letztlich dazu führt, dass die Energieproduktion der Zelle dem Bedarf angepasst wird? Greifen Sie bei Ihrer Begründung auf das Konzept der *negativen Rückkopplung* zurück.

Viel Erfolg

Einige Operatoren

Ableiten:	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale oder bekannter Gesetzmäßigkeiten sachgerechte Schlüsse ziehen, um eine neue Aussage zu erhalten
Analysieren:	Unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten
Begründen:	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen.
Beschreiben:	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und zutreffend mit eigenen Worten wiedergeben.
Erkläre:	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen.
Nennen / Angeben:	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen.

Materialien (M) 1/2

M 1



Abb. 1: Feinbau der Zelle (TEM-Bild).

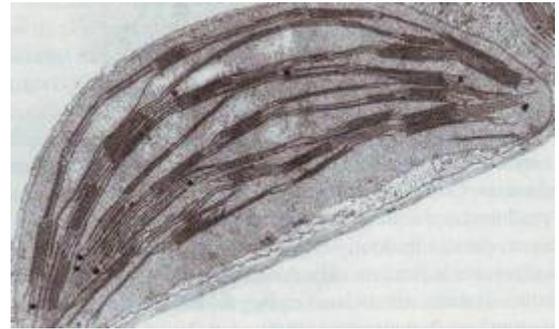


Abb. 2: Vergrößerung des Zellorganells Nr. 3.

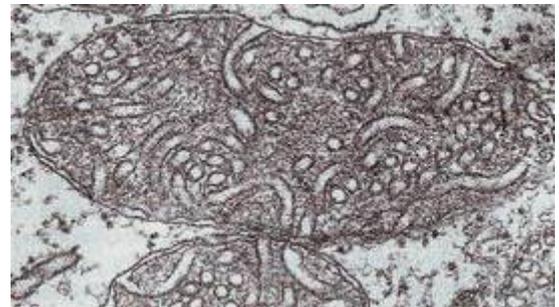


Abb. 3: Vergrößerung des Zellorganells Nr. 4.

M 2

Gicht - Hilfe bringt ein Hemmstoff

Zu den bekanntesten Patienten, die an dieser Stoffwechselstörung litten, gehörte der Preußenkönig Friedrich der Große (Abb. 2). Durch eine zu hohe Harnsäurekonzentration in Blut und Geweben kommt es zur Ablagerung von Harnsäurekristallen in den Gelenken. Sehr schmerzhafte Gelenkentzündungen sind die Folge. Die schwer lösliche Harnsäure entsteht beim Abbau von Purinen, Bestandteilen von DNA und RNA. Sie wird bei Säugetieren durch das Enzym Uricase zum leicht wasserlöslichen Allantoin abgebaut und über den Urin ausgeschieden. Nur der Mensch und die Menschenaffen besitzen keine Uricase, sondern scheiden Harnsäure aus. Daher gehören sie zu den sehr wenigen Lebewesen die von Gicht bedroht sind.

Das Gichtmedikament *Allopurinol* (Handelsname Zyloric®) unterbricht den Abbauweg der Purine, bevor Harnsäure entsteht, indem es das Enzym Xanthinoxidase hemmt. Das Enzym oxidiert das leicht wasserlösliche Xanthin zu Harnsäure. *Allopurinol* hat eine dem Substrat ähnliche Struktur, wird aber vom Enzym nicht weiter abgebaut.

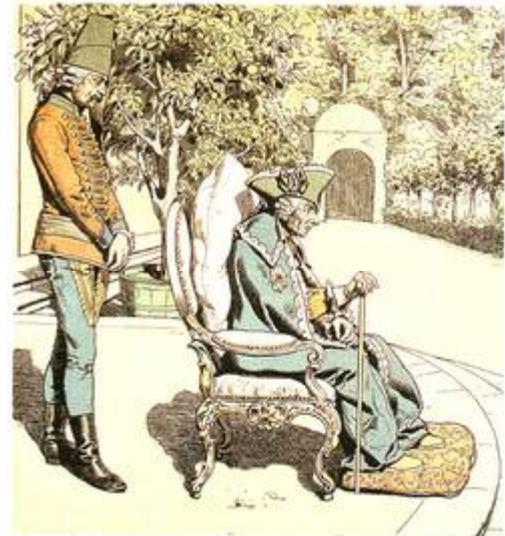


Abb. 4: Der an Gicht leidende Preußenkönig Friedrich der Große.

Materialien (M) 2/2

M3

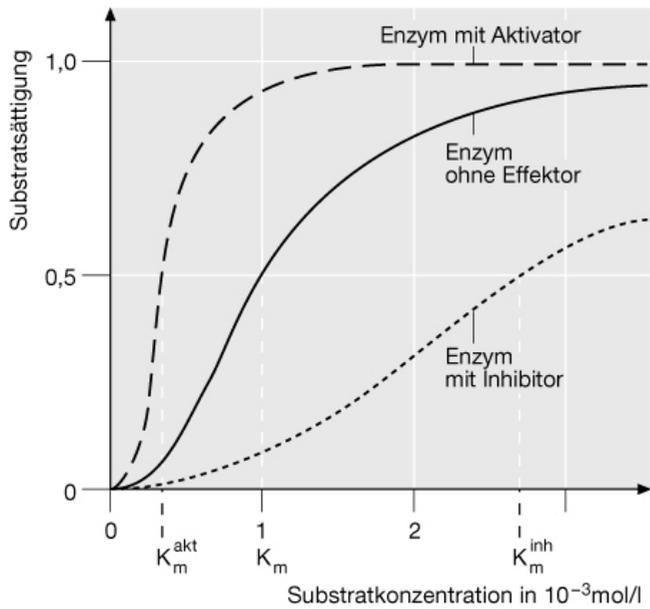


Abb. 5: Gegensätzliche Wirkung von zwei Effektoren (Aktivator und Inhibitor) auf die Reaktion eines allosterischen Enzyms mit dem Substrat

M4

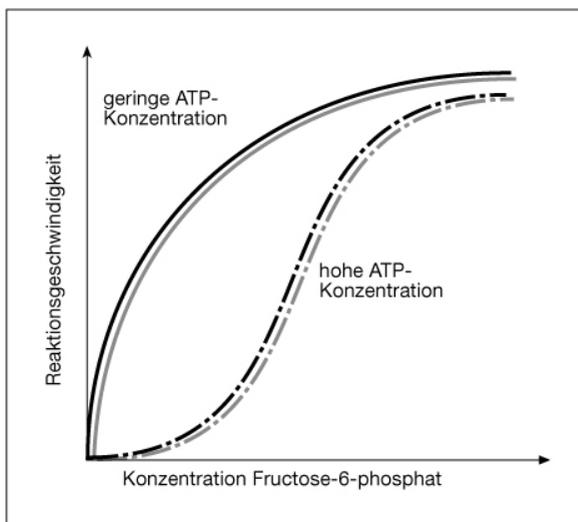


Abb. 6: Aktivität der Phosphofruktokinase bei zwei verschiedenen ATP-Konzentrationen.

Erwartungshorizont

Aufgabe	AFB	Erwartung	Punkte
1a	I	Nr. 2: Zellsaftvakuole = Innendruck Zelle, Stoffspeicherung Nr. 3: Chloroplast = Fotosynthese Nr. 4: Mitochondrium = Zellatmung, Energiebereitstellung Nr. 7: Zellkern = Steuerzentrale, enthält die Erbinformation	
1b	I	Chloroplasten, Zellsaftvakuole und Zellwand sind Beleg für eine pflanzliche Zelle	
2	I – II	Enzyme reagieren meist sehr spezifisch nur mit ihren Substraten und katalysieren fast immer nur eine bestimmte Reaktion dieser Stoffe (Substrat- und Wirkspezifität)	
3a	II	Allopurinol wirkt auf die Xanthinoxidase zunächst nach dem Mechanismus der kompetitiven Hemmung. Es bindet an die Xanthinoxidase, da es eine ähnliche Struktur wie deren eigentliches Substrat Xanthin hat. (Von der Xanthinoxidase wird es dann jedoch zu Alloxanthin umgesetzt, das sich irreversibel an das aktive Zentrum anlagert und das Enzym dauerhaft inaktiviert.)	
3b	II	Eine sehr hohe Dosis von Allopurinol würde zu einer vollständigen Enzymhemmung führen. Der Xanthinspiegel würde steigen, der Uratspiegel fallen. Der Purinstoffwechsel käme zum Erliegen.	
4a	I - II	Das Diagramm zeigt, dass die Effektoren des allosterischen Enzyms dessen Fähigkeit zur Bindung des Substrats beeinflussen. Ohne Effektoren hat die Hälfte aller Enzymmoleküle bei einer Substratkonzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ mol/l ein Substratmolekül gebunden (Substratsättigung = 0,5), mit Aktivator ist diese Substratsättigung bereits bei $0,3 \cdot 10^{-3}$ mol/l erreicht und mit einem Inhibitor ist dazu $2,7 \cdot 10^{-3}$ mol/l Substrat notwendig. Entsprechende Unterschiede ergeben sich für die Reaktionsgeschwindigkeit (Aktivität des Enzyms), da diese von der Bindung des Substrats an das Enzym (Bildung des Enzym-Substrat-Komplexes) abhängt.	
4b	I - II	[Der K_m -Wert, benannt nach LEONOR MICHAELIS und MAUD MENTEN, bezeichnet diejenige Substratkonzentration, bei der die halbe Maximalgeschwindigkeit der enzymatisch katalysierten Reaktion erreicht ist.] Für allosterische Enzyme ändert sich der K_m -Wert, je nach Vorhandensein von Effektoren (siehe Diagramm).	
5a	II - III	Aus der Grafik lässt sich ableiten, dass die Aktivität der Phosphofruktokinase mit der Konzentration des Substrats (Fructose-6-phosphat) zunimmt. Ist die ATP-Konzentration gering, steigt die Aktivität der PFK sehr schnell auf fast maximale Werte. Der Kurvenverlauf ist hyperbolisch. Bei hoher ATP-Konzentration sind aber sehr viel höhere Substratkonzentrationen notwendig um eine vergleichbare Aktivität zu erreichen. Die Kurve verläuft sigmoid.	
5b	III	Wenn man bedenkt, dass die Glykolyse in Citratzyklus und oxidative Phosphorylierung einmündet, kann man sagen, dass die Glykolyse der ATP-Produktion dient. Wenn ATP hemmend auf die Phosphofruktokinase einwirkt, heißt das, dass das Endprodukt des Stoffwechselwegs negativ auf die Rate einwirkt, mit der Substrat in diesem Stoffwechselweg umgesetzt wird. Hier liegt also ein Fall von negativer Rückkopplung vor: Ist viel ATP in der Zelle vorhanden, werden die Reaktionen gehemmt, die zur Bildung von noch mehr ATP führen würden. Bei ATP-Mangel dagegen wird die Glykolyse beschleunigt.	

Legende

[nicht notwendig]