

## Arbeitsaufträge MSS 11 LK Biologie Burkhardt

Erstelle zu dem ausgeteilten Arbeitsblatt fünf weitere Fragen, die nicht durch die bereits angegebenen Fragen abgedeckt sind und beantworte diese Fragen richtig.

Schreibe die Fragen und die dazugehörigen Antworten auf, nach den Osterferien werden wir diese Fragen im Unterricht besprechen.

Bearbeite die Arbeitsblätter und beantworte die Fragen schriftlich.

Beachte:

Enzymatik: ABlatt S. 47; S. 53; S. 54

Dissimilation: ABlatt S. 79; S. 81; S. 85

Alle Arbeitsblätter sind angehängt.

## Pepsin zerlegt Proteine

Pepsin (Abb. 1) ist ein Verdauungsenzym des Magens und besteht aus 326 Aminosäuren. Es spaltet unter Wasseranlagerung (*Hydrolyse*) die Peptidbindungen eiweißhaltiger Nahrungsbestandteile. Die Hydrolyse erfolgt vorwiegend dort, wo die Aminosäuren Phenylalanin und Tyrosin im Protein vorkommen (Abb. 2). Deren unpolare Restgruppen passen räumlich in eine ebenfalls unpolare Tasche des aktiven Zentrums.

Die Reaktion wird von den Restgruppen spezifischer Aminosäuren des Pepsins (Aspartat-Reste 32 und 215) katalysiert (Abb. 3a). Von diesen hat eine Aminosäure ein  $H^+$ -Ion aufgenommen. Die Aufnahme ist nur bei einem niedrigen pH-Wert (1 bis 2) möglich, wie er im Magen vorliegt. Die Hydrolyse verläuft in den Schritten, die in Abbildung 3a - c dargestellt sind.

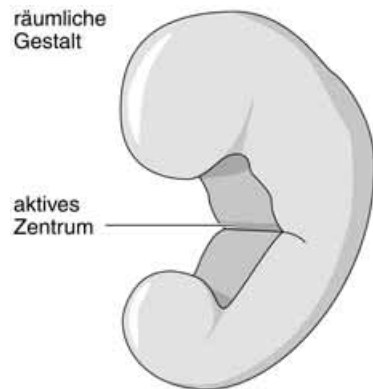


Abb. 1 Pepsin

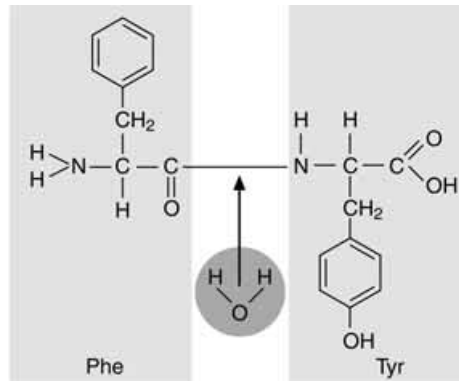


Abb. 2 Phenylalanin und Tyrosin

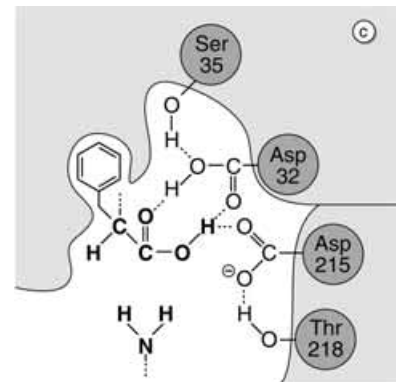
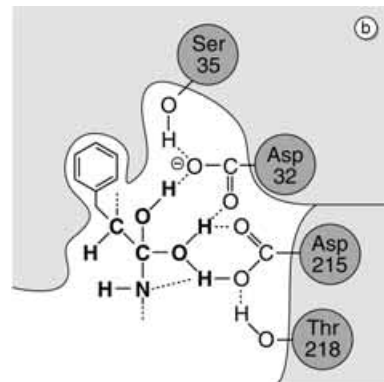
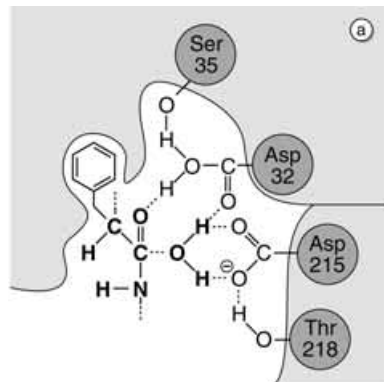


Abb. 3a – c Verschiedene Phasen der Substratumsatzung

## Aufgaben

- Beschreiben Sie den Ablauf der Hydrolyse bei der Peptidspaltung (Abb. 3a – c).
- Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit dreier Enzyme vom pH-Wert. Für die Enzyme ist jeweils die Aktivität (Substratumsatz / Zeiteinheit) in Prozent (%) des Maximalwertes in gerundeten Werten angegeben. Übertragen Sie die Werte in ein geeignet eingeteiltes Koordinatensystem und erläutern Sie den Kurvenverlauf.

pH-Wert	0	2	4	5	6	7	8	10	12
Enzym 1	60	100	10	0	0	0	0	0	0
Enzym 2	0	0	2	40	98	98	40	0	0
Enzym 3	0	0	0	0	2	40	99	50	0

## Allosterische Enzyme

Der Begriff *Allosterie* bezeichnet eine Eigenschaft vieler Proteine, die sich auf die räumliche Gesamtstruktur bezieht. Kann ein Molekül seine dreidimensionale Anordnung abwandeln, ohne seine chemische Zusammensetzung zu variieren, spricht man von *Konformationsänderung*. Betrifft dies Enzyme, wird damit auch das aktive Zentrum verändert. Somit verändert sich die Fähigkeit des Enzyms, sein Substrat umzusetzen.

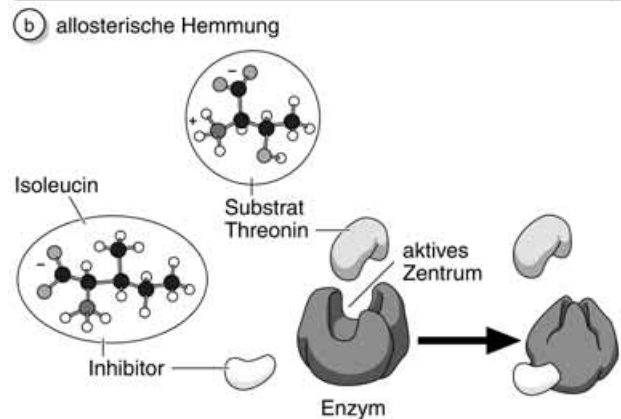
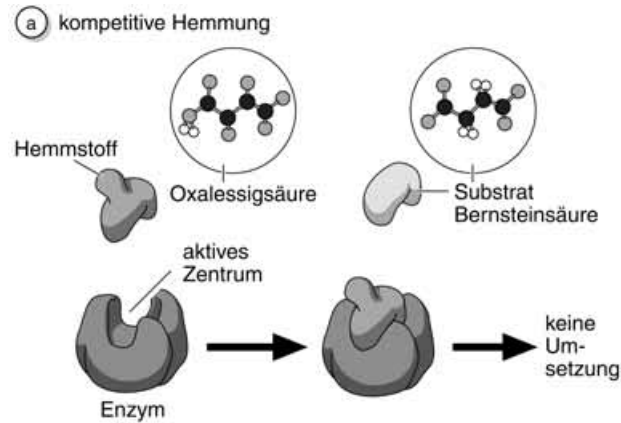


Abb. 1 Verschiedene Formen der Hemmung

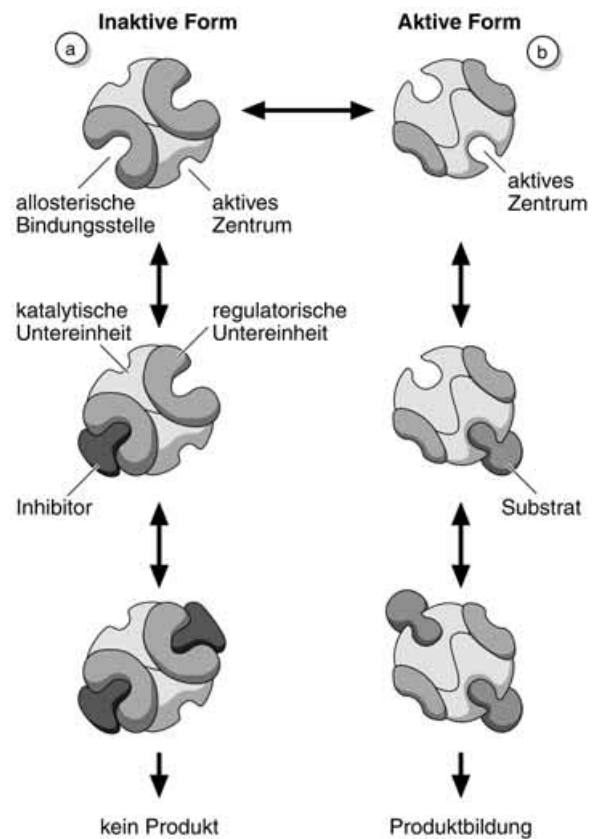


Abb. 2 Aktive und inaktive Form eines allosterischen Enzyms

## Aufgaben

1. Wodurch unterscheiden sich kompetitive und allosterische Hemmung (Abb. 1)?
2. „Negative Regulatoren stabilisieren die inaktive Form eines allosterischen Enzyms, positive Regulatoren stabilisieren seine aktive Form.“ Erklären Sie diesen Satz mithilfe von Abbildung 2.
3. Die Umsetzung der Aminosäure Threonin zu Isoleucin erfolgt im tierischen Organismus über mehrere Zwischenprodukte (Abb. 3). Die Reaktionen werden von verschiedenen Enzymen katalysiert. Nach ausreichender Produktion von Isoleucin kommt die Reaktion zum Stillstand. Welcher Mechanismus ist dafür verantwortlich? Erklären Sie auch seine biologische Bedeutung.

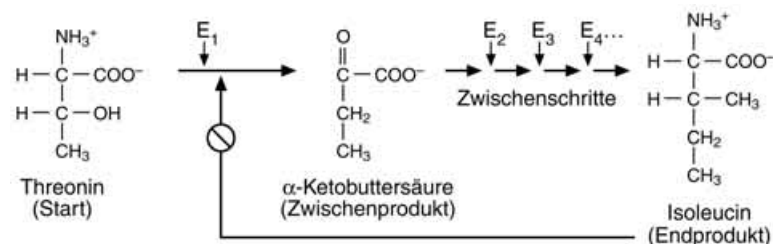


Abb. 3 Entstehung von Isoleucin

# Projekt: Biotechnologie

Biotechnologie, Fermenter, Geschichte – Biotechnologie, Projekt, Reaktor

## Was ist Biotechnologie?

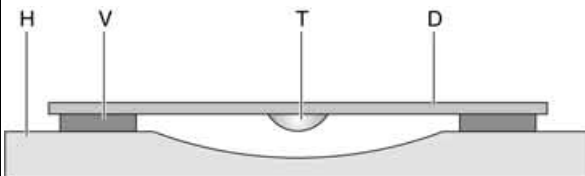
„Unter Biotechnologie versteht man die Herstellung oder Veränderung von chemischen Verbindungen mithilfe lebender Organismen oder Teilen von Organismen auch im Rahmen industrieller Verfahren“.

Durch Literatur- oder Internetrecherche wird diese Definition belegt, ergänzt und eine umfassende Liste von Beispielen erstellt.

Mögliche Quellen dazu: Folienserie mit Textheft oder CD-ROM des Fonds der chemischen Industrie (Nr. 20) oder Bundesministerium für Bildung und Forschung (<http://www.bmbf.de>, Stichwortsuche: Biotechnologie)

## Die Hängetrophenkultur

Dieses Kulturverfahren für Mikroorganismen, bei dem ihre Entwicklung direkt im Mikroskop betrachtet werden kann (s. Abb.), eignet sich auch für längere Beobachtungszeiten. Es wurde von ROBERT KOCH zum Nachweis des Milzbrandbakteriums (*Bacillus anthracis*) eingeführt. (Dieses wird hier natürlich nicht untersucht.)



Um die Vertiefung eines Hohl-schliffobjektträgers (H) wird Vaseline (V) aufgetragen und dann ein Deckglas (D) mit einem Tropfen (T) der Mikroorganismen so aufgelegt, dass der Tropfen (nach unten) im abgeschlossenen Hohlraum liegt und damit auch bei längerer Bebrütung nicht austrocknen kann. Bei Bedarf kann in den Hohl-schliff des Objektträgers ein Tropfen Nährmedium (einfache Zuckerlösung oder Saccharose-Gelatine) aufgetragen und die Entwicklung im abgeschlossenen System beobachtet werden. Soll die „feuchte Kammer“ höher sein, kann auf die Vaseline verzichtet werden; stattdessen wird eine gleichmäßig dicke „Schnur“ aus Kinder-Knete (Plastilin, Fimo, o. ä.) um die Vertiefung auf den Objektträger gelegt und das Deckglas gut festgedrückt. Das Präparat lässt sich in verschiedenen optischen Ebenen durchmustern und stellt – da es nicht geöffnet werden muss – keine gesundheitliche Gefahr dar und kann geschlossen entsorgt werden.

## Medienhinweise

<http://www.geschichte-der-biologie.de> (mit zahlreichen Links)

<http://www.foodnews.ch> (Stichwortsuche z. B. Bierherstellung)

Klett Mediothek Biologie 1 – Zelluläre Phänomene

FWU 4201736 Vom Halm zum Glas (1994)

FWU 4201756 Waschmittel: Chemische Grundlagen (1994)

Nährböden für Hefen und Pilze (Fa. Merck Darmstadt)

## Biotechnologie – geschichtlicher Überblick

- ca. 6000 v. Chr.: Säuerung von Lebensmitteln; alkoholische Gärung von Pflanzensäften
- ca. 3000 v. Chr.: Sauerteig, Bierherstellung
- ca. 1700 v. Chr.: erste Brauverordnungen
- ca. 800 v. Chr.: Destillation (China)
- ca. 300 v. Chr.: Essig aus Wein
- ca. 250 n. Chr.: Weinbau in Deutschland
- um 1200: Alkoholdestillation (Weingeist, Europa)
- 1400: Weinessigproduktion (Orleans)
- 1680: Entdeckung der Mikroorganismen (A. VAN LEEUWENHOEK)
- 1818: Beschreibung der Hefegärung (ERXLBEN)
- 1857: Beschreibung der Milchsäuregärung (L. PASTEUR)
- 1879: Entdeckung der Essigbakterien (E. HANSEN)
- 1881: Herstellung von Milchsäure durch Gärung
- ab Ende 19. Jh.: erste kommunale Anlagen zur Abwasserreinigung
- 1912: Reaktionsschema zur alkoholischen Gärung (C. NEUBERG)
- 1915/1916: Herstellung von Aceton/Butanol durch Gärung (WEIZMANN); Herstellung von Glycerin durch Gärung (CONNSTEIN, LÜDECKE)
- ab ca. 1920: Citronensäureproduktion mit Aspergillus
- 1928–1929: Beschreibung der antibiotischen Wirkung von Penicillin (A. FLEMING)
- 1941–1944: chemische Struktur und Einsatz von Penicillin
- 1943/1944: Identifikation von DNA als Erbmaterial (O. T. AVERY); Entdeckung von Streptomycin (S. A. WAKSMAN)
- 1949: Submersverfahren zur biol. Essigproduktion
- ab ca. 1949: Vitamin B<sub>12</sub> aus Mikroorganismen
- 1953: Struktur und Replikation der DNA (J. D. WATSON und F. H. C. CRICK)
- 1955/1960: Submersverfahren zur biologischen Citronensäureproduktion
- 1957: Aminosäuren aus Bakterien (KINOSHITA)
- 1960: Enzyme in der Waschmittelindustrie
- 1962/1966: Aufklärung der Proteinbiosynthese
- 1963: Regulation der Genexpression (F. JACOB und J. L. MONOD)
- 1965: Rennin (Labferment) aus Mikroorganismen zur Caseinfällung (Käse)
- 1972: Restriktionsendonucleasen zur sequenzspezifischen DNA-Schneidung
- 1972/1973: Rekombination von DNA, Plasmidvektoren (COHEN und BOYER)
- 1977: Säugerhormone aus Coli-Bakterien
- 1978: chemische Synthese eines Gens (H. G. KHORANA)
- 1979: großtechn. Produktion von Einzellerprotein
- 1982: Vermarktung von Insulin aus Coli-Bakterien
- 1986: verbreitete Nutzung des Bacillus-Toxins gegen Insekten
- ca. 1974 bis heute: transgene Organismen zur Erzeugung von Enzymen, Arzneimitteln, Resistenzen, Proteinen, Polymeren u. a. Bioprodukten

Die Schüler/-innen erarbeiten Erläuterungen zu den biotechnologischen Verfahren und die Bedeutung und Wandlung der Inhalte der Biotechnologie.

Quelle: Lexikon der Biologie. Spektr. Akad. Verlag, Heidelberg 2004

## Übungsfragen

1. Für welches Monosaccharid besitzen die Zellen einen speziellen Abbauweg?	2. Wie heißt der erste Teil des Glucose-Abbauweges in der Zelle?	3. In welche Substanz wird die Glucose im Verlauf der Glykolyse zerlegt?
4. Welche Substanz wird zur Anregung des Glucose-Moleküls am Anfang der Glykolyse benötigt?	5. Wie groß ist der Nettogewinn an Energie bei der Glykolyse pro Molekül Glucose?	6. Welches Coenzym wird in der Glykolyse bereitgestellt?
7. Mit welchem Fachbegriff wird der Neuaufbau von Glucose bezeichnet?	8. Wie heißt die tierische Stärke, die in der Leber gespeichert werden kann?	9. Welche Substanz wird bei der Umwandlung der Brenztraubensäure zur aktivierten Essigsäure abgespalten?
10. Wie wird die Umwandlung der Brenztraubensäure in aktivierte Essigsäure genannt?	11. Welche Substanzen sind zum Aufbau der aktivierten Essigsäure notwendig?	12. Wie heißt der zentrale Kreisprozess des Kohlenhydratstoffwechsels?
13. Welcher Akzeptor steht im Tricarbonsäurezyklus für das Acetyl-CoA zur Verfügung?	14. In welche Substanzen wird der Essigsäurerest im Verlauf des Tricarbonsäurezyklus zerlegt?	15. Welche Abbauschritte erfolgen an der inneren Mitochondrienmembran?
16. Warum stellen NADH + H <sup>+</sup> und FADH <sub>2</sub> energiereiche Moleküle dar?	17. Was bewirkt die Elektronentransportkette in der inneren Mitochondrienmembran?	18. Mit welchem Fachbegriff werden die Reaktionen der Atmungskette zusammengefasst?
19. Welche Kraft treibt die ATP-Bildung an der inneren Mitochondrienmembran an?	20. Wie heißt die stark exergonische chemische Reaktion, bei der Elektronen von Wasserstoff auf Sauerstoff übertragen werden?	21. In welche großen Abschnitte kann man den aeroben Abbau der Glucose unterteilen?
22. Zu welchen Substanzen wird Glucose bei aerobem Abbau zerlegt?	23. Wie viel Gramm sind ein mol Glucose?	24. Wie viel Energie steckt in einem mol Glucose?
25. Wie viel Energie steckt in einem mol ATP?	26. Wie viel mol ATP werden pro mol Glucose beim aeroben Abbau gewonnen?	27. Mit welcher Energieausbeute arbeitet der aerobe Abbau?
28. Welche Vorgänge laufen unter anaeroben Bedingungen ab?	29. Warum sind Gärungsvorgänge für Hefepilze und Milchsäurebakterien nur „Notlösungen“?	30. Welche Substanz ist Ausgangspunkt der Gärungsvorgänge?
31. ...	32. ...	33. ...

## Aufgaben

1. Beantworten Sie die Fragen oben möglichst kurz und genau.
2. Finden sie weitere ähnliche Fragen und legen Sie sich eine entsprechende Kartei zum effektiven Wiederholen schwieriger Sachverhalte an. Diese Kartensammlung kann durch einfache „Definitionskarten“ (= kurze Beschreibung schwieriger Fachbegriffe) ergänzt werden und bei mehrfacher Wiederholung das Wissensgedächtnis stützen.

## Samenkeimung: Aus Fetten werden Kohlenhydrate

Fette sind ein wesentlicher Bestandteil von Pflanzensamen. Vor allem bei der Keimung dienen sie als Energiequelle. Hauptsächliches Abbauprodukt der Fette ist dabei aktivierte Essigsäure. Abbildung 1 zeigt vereinfacht den Stoffwechselweg von den Fetten zu den Kohlenhydraten über den Glyoxylsäurezyklus. Die Reaktion von Citronensäure zu Glyoxylsäure wird durch das Enzym Lyase katalysiert. Das wasserlösliche Disaccharid *Saccharose* (Rohrzucker) ist die übliche Transportform von Zucker innerhalb der Pflanze.

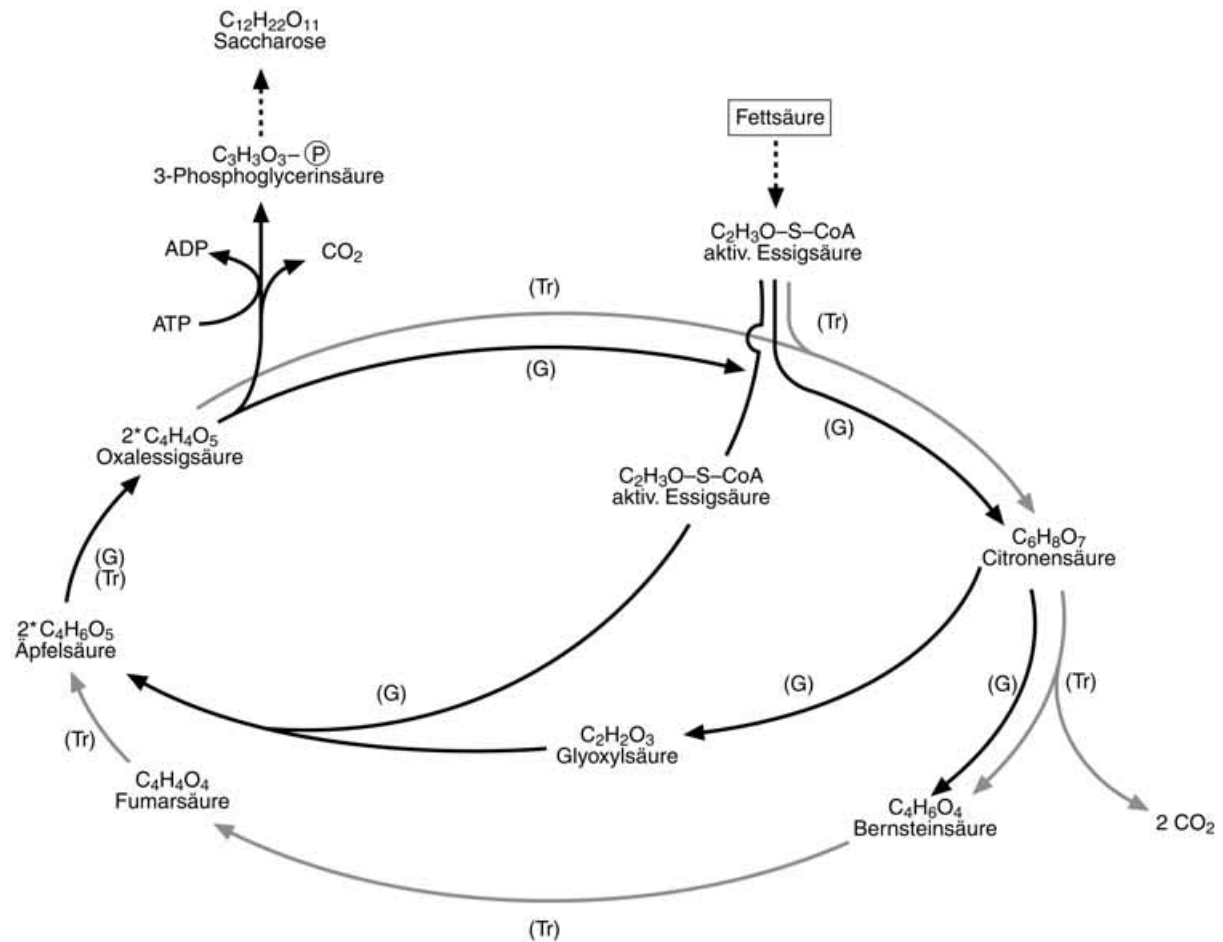


Abb. 1 Tricarbonsäurezyklus (Tr) und Glyoxylsäurezyklus (G) (2\* Oxalessigsäure nur im Glyoxylsäurezyklus)

### Aufgaben

1. Vergleichen Sie in Abbildung 1 den Tricarbonsäurezyklus mit dem Glyoxylsäurezyklus. Weshalb ist es für die Pflanze weniger sinnvoll, die Speicherfette über den Tricarbonsäurezyklus in Kohlenhydrate umzuwandeln?
2. Beschreiben Sie die in Abbildung 2 dargestellten Befunde zu Stoffwechselfvorgängen bei der Samenkeimung.
3. Erklären Sie die Kurvenverläufe unter Einbeziehung der Abbildung 1 und im Hinblick auf die Abläufe der Keimung.

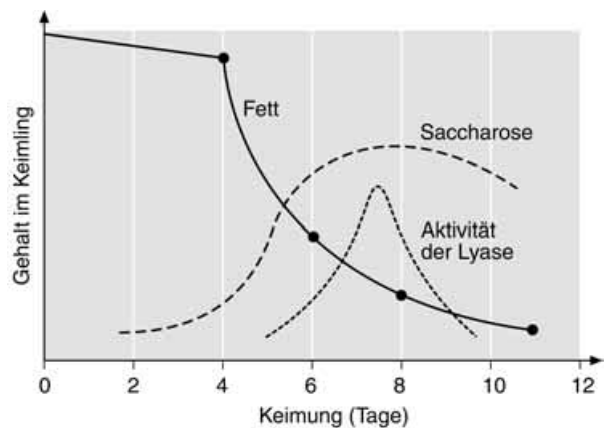


Abb. 2 Samenkeimung

## Der Atmungsstoffwechsel wird reguliert

Der Atmungsstoffwechsel kann auf unterschiedliche Weise reguliert werden. Das Enzym Phosphofruktokinase nimmt dabei eine Schlüsselstellung ein: Die Phosphorylierung von Glucose-6-phosphat zu Fructose-1,6-bisphosphat verläuft über das Zwischenprodukt Fructose-6-phosphat. Die Phosphorylierung dieses Stoffes wird durch die Phosphofruktokinase katalysiert. Je höher die Enzymaktivität ist, desto mehr Glucose wird verbraucht.

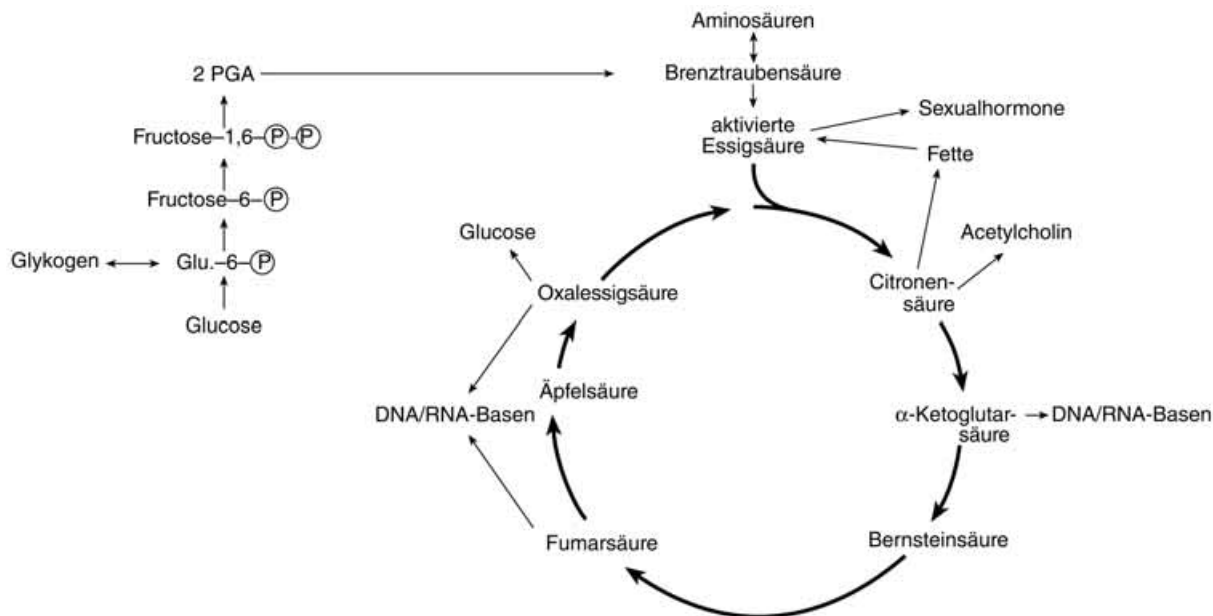


Abb. 1 Atmungsstoffwechsel

## Aufgaben

1. Unter aeroben Bedingungen wird in einer Hefesuspension die Kohlenstoffdioxidproduktion in Abhängigkeit von der Glucosekonzentration ermittelt. In einer parallelen Versuchsreihe wird zusätzlich Citronensäure zugegeben (Abb. 2). Beschreiben und deuten Sie die Messergebnisse, die für die Lösung ohne Citronensäure gewonnen wurden.
2. Beschreiben Sie vergleichend mit den Ergebnissen aus Aufgabe 1 den Verlauf der Kohlenstoffdioxidkonzentration bei Citronensäurezugabe (Abb. 2). Deuten Sie den Befund.
3. Das Enzym Phosphofruktokinase katalysiert die Bildung von Fructose-1,6-bisphosphat aus Fructose-6-phosphat. Aus der Leber wird das Enzym isoliert und einer Fructose-6-phosphat-Lösung mit ATP zugesetzt. Die Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms wird in Abhängigkeit von der Konzentration an Fructose-6-phosphat bei niedriger und hoher ATP-Konzentration ermittelt. Beschreiben und deuten Sie die Kurvenverläufe (Abb. 3).
4. Senkt man in der Lösung aus Aufgabe 3 den pH-Wert, so sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit deutlich. Erklären Sie die biologische Bedeutung dieses Phänomens.

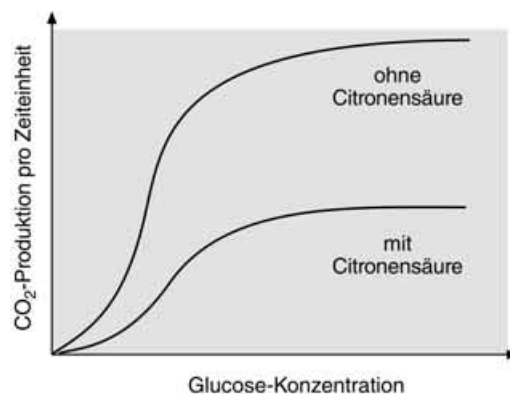


Abb. 2 Kohlenstoffdioxidproduktion und Citronensäure

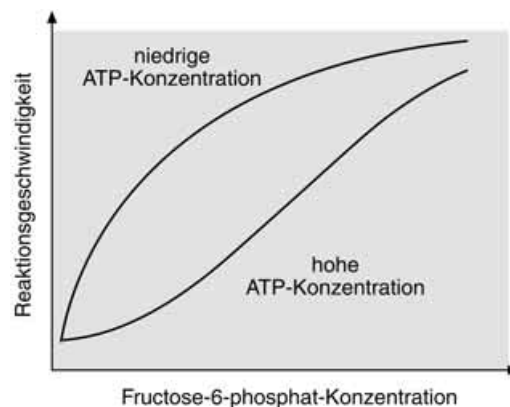


Abb. 3 Reaktionsgeschwindigkeit von Phosphofruktokinase