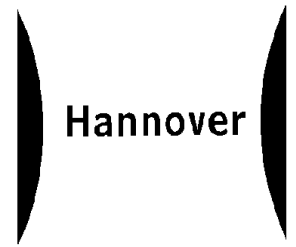


Landeshauptstadt
Hannover



Schulbiologiezentrum



22.1 Couch Potato in Aktion – Versuche zur Enzymatik



Titel: Unterrichtshilfe 22.1 Couch Potato in Aktion - Versuche zur Enzymatik
Verfasser: Hendrika van Waveren
Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhalt

Einleitung	3
Sachinformationen:	4
Didaktische Überlegungen	9
Materialliste.....	10
Kurze Beschreibung der Unterrichtsinhalte.....	12
Erwünschte Vorkenntnisse der Schüler	12
Einbettung in den Unterricht	12
Vorschlag eines Unterrichtsverlaufs in tabellarischer Form	13
Kompetenzen	15
Prozessbezogene Kompetenzen	15
Inhaltsbezogene Kompetenzen.....	15
BNE-Kompetenzen.....	15
Basiskonzepte	15
Arbeitsblätter	15
Literatur:	33
Erklärung zur Laborsicherheit:	34

Einleitung

In der Sekundarstufe I begegnen SchülerInnen Enzymen am häufigsten im Zusammenhang mit Verdauungsvorgängen. Dies festigt bei Lernenden meist die Vorstellung, dass Enzyme nur im Verdauungstrakt und bei Abbauprozessen vorkommen und erschwert in der Sek II ein Verständnis enzymgesteuerter Lebensprozesse wie z.B. der Zellatmung oder der lichtunabhängigen Reaktion bei der Fotosynthese. Pflanzen werden als sowieso langweilig empfunden, weil „die ja nichts machen“. In dieser Unterrichtshilfe wird darum in die Enzymatik im Zusammenhang "Fotosynthese“ und „Stärkespeicherung bei der Kartoffelpflanze“ eingeführt. Es wird auf der einen Seite am Alltagswissen der SchülerInnen angeknüpft und auf der anderen Seite werden Enzyme als Lebensprozesse steuernde Proteine vorgestellt um so diesen eingeschränkten Vorstellungen entgegen zu wirken. Die Materialien sind relativ einfach zu beschaffen bzw. bei uns im Schulbiologiezentrum ausleihbar. Die Versuche bauen nur zum Teil aufeinander auf und können ab Klasse 8 im regulären Unterricht - vielleicht nur in einer Auswahl oder notfalls nur als Demonstrationsversuch, im Stationenlernen, in WP-Kursen oder im Projektunterricht eingesetzt werden. Sie eignen sich jedoch auch als (wiederholender) Einstieg in die Enzymatik der Sek II. Hier wird ein möglicher Unterrichtsgang vorgeschlagen, der jedoch so nicht zwingend ist. Bei Verwendung in der Sek II ist eine Erweiterung notwendig, in der auf Substratkonzentration, Hemmungen etc. eingegangen wird. Diese finden Sie in der Unterrichtshilfe 22.2 Versuche zur Enzymatik in der Sek II.

Sachinformationen:

Kartoffel:

Die Kartoffel ist noch immer eine der wichtigsten Feldfrüchte in Norddeutschland. Ursprünglich stammt sie aus den südamerikanischen Anden und wird auch heute noch in sehr vielen ursprünglichen Sorten auf den dortigen Märkten angeboten. Botanisch ist die Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) ein Nachtschattengewächs (*Solanaceae*) und mit Tomaten, Paprika und Tabak verwandt. Alle grünen Teile enthalten ein giftiges Alkaloid, weshalb nur die Knollen essbar sind. Die Knollen sind verdickte unterirdische Sprosse und dienen der Pflanze als Speicherorgan für Stärke, aber auch für Mineralien und Vitamine. So hat die Pflanze im Frühjahr genügend Energie zur Verfügung um rasch austreiben zu können.

Die Kartoffelproduktion weltweit wurde 2012 auf ca. 365 Tonnen (FAOSTAT, 2014) geschätzt. Derzeit unterliegt der Kartoffelanbau einem großen Wandel: Während traditionell Europa der größte Produzent, aber auch Konsument von Kartoffeln war, steigt die Kartoffel-Produktion in den Ländern Asiens, Afrikas und Lateinamerikas seit Mitte des letzten Jahrhunderts ständig und überstieg 2005 erstmals die Produktion in den Industrieländern. China ist zurzeit der größte Weltproduzent von Kartoffeln. Wegen ihres hohen Stärkegehaltes in den Knollen ist die Kartoffel eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel und steht weltweit nach Reis, Weizen und Mais an Platz vier. Aufgrund ihres relativ hohen Gehalts an Vitamin C sowie Mineralien und Proteinen ist die Kartoffel ein sehr hochwertiges Nahrungsmittel. Sie ist deshalb zu Unrecht als Dickmacher in Verruf geraten. Der Pro-Kopf Verbrauch ist seit den 1960er Jahren nicht nur in Deutschland beständig gesunken. Während noch weit in das 20. Jahrhundert hinein in Niedersachsen die Kartoffel täglich auf dem Speiseplan stand, kommen Salzkartoffeln heute seltener auf den ja auch kaum noch vorhandenen Mittagstisch. Der ermittelte jährliche Pro-Kopfverbrauch von Kartoffeln ist von durchschnittlich 186 kg (für 1956) auf 65 kg (für 2014) gesunken, wobei er um 2009 sogar noch niedriger, nämlich bei 60 kg pro Kopf lag. Ein großer Teil der Kartoffelproduktion wird heute nicht mehr als Speisekartoffel gegessen, sondern als industriell verarbeitetes Kartoffelprodukt, wie z.B. Kartoffelchips oder Pulver für Kartoffelpüree.

Dagegen hat die industrielle Verwendung von Kartoffeln kontinuierlich zugenommen und die Kartoffel ist inzwischen als nachwachsender Rohstoff sehr gefragt. Ihre Stärke wird - wie Maisstärke - zunehmend für Papier und Pappe, Kleister und Leim, Baustoffe und Verpackungen, ja sogar für Waschpulver, Zahnpasta, Tabletten und vieles andere genutzt.

Stärke und ihre Bestandteile

Biochemisch ist Stärke ein Polysaccharid, welches aus einzelnen Zuckerbausteinen (Glukose) aufgebaut ist. Sie ist der wichtigste Energiespeicher der Pflanze.

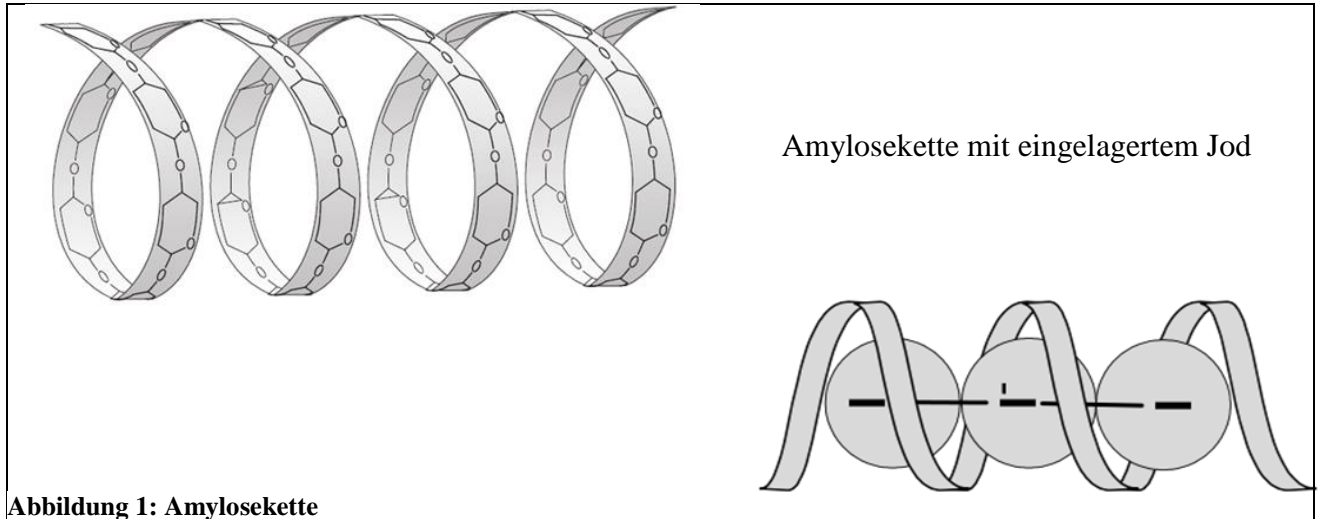


Abbildung 1: Amylosekette

Kartoffeln produzieren zwei unterschiedliche Stärketypen, nämlich Amylopektin und Amylose. Das Mengenverhältnis dieser beiden ist sortenabhängig, der Unterschied ist für die Ernährung nicht relevant. Amylopektin ist verzweigt, Amylose ist spiralförmig. Beide werden für unterschiedliche Zwecke als Verdickungsmittel eingesetzt.

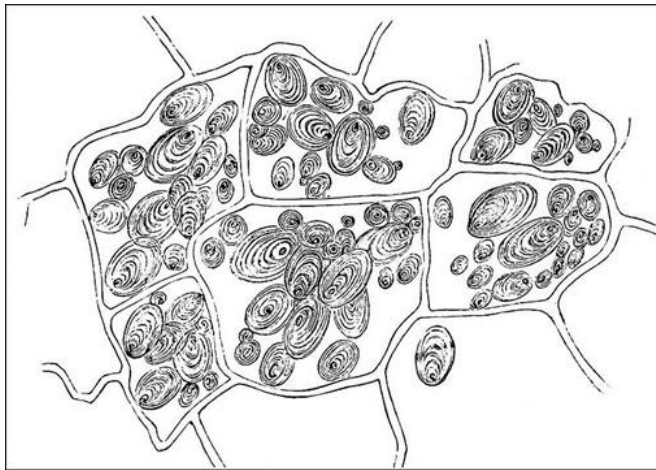


Abbildung 2 Stärkekörner

Amylose kann mit Jod-Kalium-Jodid-Lösung (Lugol'sche Lösung) spezifisch nachgewiesen werden, weil sich Polyjodid-Ionen in das spiralförmige Stärkemolekül einlagern. Dadurch verändert sich das Absorptionsspektrum und die Stärke erscheint blau/schwarz. Mit Hilfe eines Spektrometers^{*1} kann diese Eigenschaft direkt zur Messung der Stärkekonzentration genutzt werden.

In der Kartoffelknolle ist Stärke in Stärkekörnern (Amyloplasten) eingelagert, deren Schichtenaufbau im Mikroskop gut sichtbar wird, wenn man mit stark verdünnter Lugol'sche Lösung anfärbt. (Abb.2)

¹ Im Text mit * gekennzeichnete Materialien sind im Schulbiologiezentrum erhältlich, bzw. ausleihbar

Enzyme

Enzyme sind meist globuläre Proteine, welche in, aber auch außerhalb von Zellen Reaktionen katalysieren. Sie haben häufig eine Verbindung mit einem "Co-Faktor" genannten Nicht-Protein und werden als sogenannte Biokatalysatoren betrachtet. Wie alle Katalysatoren nehmen sie an chemischen Reaktionen teil, gehen jedoch am Ende der Reaktion unverändert aus ihr hervor. Sie können die Reaktionsgeschwindigkeit verändern, jedoch nicht das chemische Gleichgewicht. Im Grunde schlägt eine durch Enzyme katalysierte Reaktion lediglich einen „Umweg“ ein. Enzym und Substrat durchlaufen eine Zwischenreaktion welche eine niedrigere Aktivierungsenergie benötigt als Reaktionen zwischen Reaktionspartnern ohne Biokatalysatoren. Vereinfacht könnte man es so darstellen:

Ohne Enzym :

Reaktionspartner a + Reaktionspartner b → Produkt

Mit Enzym:

Reaktionspartner A + Enzym → Zwischenprodukt → Zwischenprodukt + Reaktionspartner B → Produkt + Enzym

Das Enzym wird also für die Formierung des Zwischenproduktes benötigt, wird bei der Formierung des Produktes wieder frei und kann die nächste Reaktion katalysieren. Weil das einzelne Enzymmolekül darum häufig wiederverwendet werden kann, sind Enzyme in sehr niedrigen Konzentrationen hoch wirksam.

In dem einfachsten Modell zur Wirkung von Enzymen passt das Substrat in das aktive Zentrum, wie ein Schlüssel in ein Schloss (Schlüssel-Schloss Hypothese) zur Bildung des Enzym-Substrat Komplexes, dem Zwischenprodukt.

In der komplexeren Induced-fit-Hypothese (herbeigeführtes Zusammenpassen) verändert das Enzym im Kontakt mit dem Substrat seine Form. Hier wird mit in Betracht gezogen, dass in Molekülen einfache kovalente Bindungen rotieren und so Moleküle ihre Form verändern (siehe Abb.3).

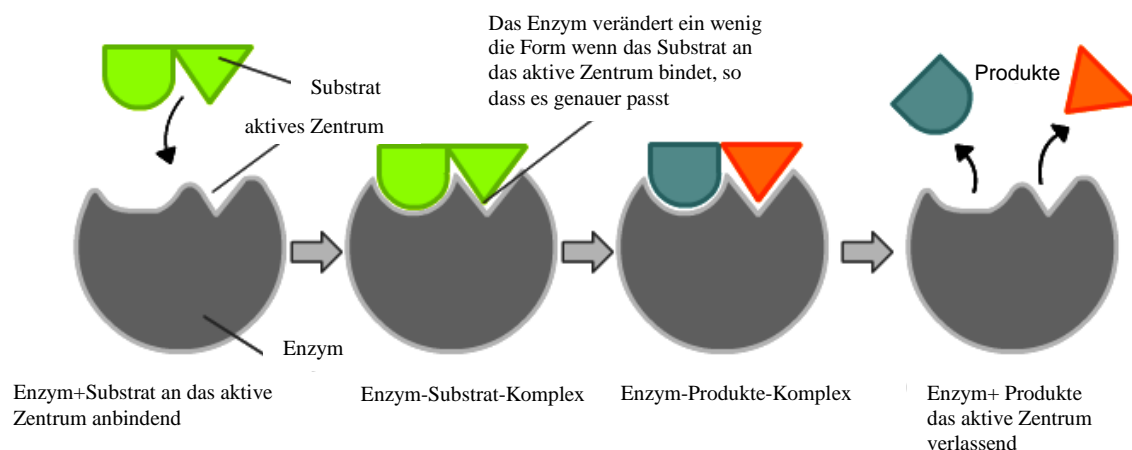


Abbildung 3: Induced-fit-Hypothese

Aus all diesem lassen sich die Eigenschaften von Enzymen ableiten, bzw. erklären:

1. Enzyme sind substratspezifisch (siehe Versuch Stärkeabbau, Proteinabbau).

Anders als abiotische Katalysatoren, die häufig unspezifisch sind und verschiedene Reaktionen katalysieren, sind Enzyme hoch substratspezifisch und katalysieren meist nur eine einzige Reaktion. Diese Spezifität lässt sich darauf zurückzuführen, dass sie Proteinmoleküle mit ganz bestimmten Formen sind (siehe auch Funktionsmodell*), die in kleinsten Mengen die Aktivierungsenergie für Reaktionen herabsetzen, in denen Substanzen umgebaut, abgebaut oder aufgebaut werden.

2. Enzyme sind wirkungsspezifisch (siehe u.a. Unterrichtshilfe Enzymatik Sek II)

Auch die Wirkungsspezifität lässt sich auf die Proteinstruktur und darauf, dass der Enzym-Substrat-Komplex ein Zwischenprodukt darstellt, zurückführen.

3. Enzyme wirken konzentrationsabhängig

(siehe u.a. Unterrichtshilfe 21.2 Enzymatik Sek II)

Dies trifft natürlich für alle chemischen Reaktionen zu. Da Enzyme jedoch nach Bildung des Produktes die nächste Reaktion mit dem Substrat eingehen können, wirken sie bereits in sehr niedrigen Enzymkonzentrationen. Je höher das Substrat dosiert ist, desto höher ist die Enzymaktivität weil die Wahrscheinlichkeit, dass ein Enzymmolekül auf ein Substratmolekül trifft steigt. Aber ab einer gewissen Konzentration sind alle Enzymmoleküle mit einem Substratmolekül belegt und Substrat-Enzym-Komplexe müssen erst wieder zerfallen, bevor die aktiven Zentren wieder Substrate umsetzen können. Darum steigt die Enzymaktivität ab diesem Sättigungspunkt nicht mehr weiter an und die Enzymaktivität bleibt auf diesem Level.

Unter der Bedingung, dass die Substratkonzentration hoch, die Temperatur und der pH Wert konstant gehalten werden, ist die Substratumsatzrate proportional zur Enzymkonzentration.

4. Enzyme wirken pH-Wert abhängig (Versuch: Hat der pH-Wert einen Einfluss auf die Enzymaktivität?)

Genau wie die Temperatur hat der pH-Wert einen Einfluss auf inter- und intramolekulare Bindungen, wodurch sich die Form des Enzyms verändert, es also denaturiert und damit seine Effektivität verliert.

Die meisten Enzyme haben nur einen sehr schmalen pH-Wertbereich, in dem ihre Aktivität hoch ist.

5. Enzyme wirken temperaturabhängig (siehe Versuch: Hat die Temperatur einen Einfluss auf die Wirksamkeit von Enzymen?)

Bei steigender Temperatur steigt die kinetische (=Bewegungs-)Energie der Reaktionspartner. Darum steigt auch hier die Wahrscheinlichkeit, dass ein Enzymmolekül auf ein Substratmolekül trifft. Enzyme haben einen Optimum-Bereich, in dem die Enzymaktivität am höchsten ist. Für menschliche Enzyme liegt dieser Bereich meist zwischen 35°C und 37,5°C. Oberhalb einer bestimmten Temperatur werden inter- und intramolekulare Bindungen gelöst, dadurch wird das Protein denaturiert. Bei den meisten Enzymen ist dies oberhalb von 60°C der Fall. Da das Enzym so seine spezifische Form verliert, kann es dann natürlich nicht mehr katalytisch wirksam sein.

Enzyme werden inzwischen in großen Mengen kommerziell genutzt, z.B. in der Waschmittel-, Lebensmittel- und Brauindustrie. So werden Proteasen eingesetzt, um Flecken wie z.B. Blut aus Kleidung zu entfernen. Pektinasen werden zur Klärung von Fruchtsäften verwendet. Bei den aus der Süßmilchgerinnung mit Lab (Chymosin) hergestellten Käsesorten - das sind nahezu alle Schnitt- und Hartkäse- werden Enzyme zur Fällung des Milchproteins genutzt; sogar Frischkäsesorten, bei denen eigentlich die Sauermilchgerinnung zur Milcheiweißfällung führt, können mit dem Einsatz von Enzymen hergestellt sein. Die Gewinnung von Enzymmengen in diesem Ausmaß ist nur durch den Einsatz transgener Mikroorganismen in großen Fermentern möglich.

Die für die folgenden Versuche verwendeten Enzyme wirken auch außerhalb zellulärer Systeme, sind leicht zugänglich, liefern schnell zuverlässige Ergebnisse und sind deshalb gut im Unterricht einsetzbar:

Amylase*:

Polysaccharid-spaltende Enzyme kommen bei den meisten Lebewesen vor. Im menschlichen Körper werden in den Speicheldrüsen und in der Bauchspeicheldrüse zwei unterschiedliche Amylasen gebildet, die Stärke entweder zu kürzeren Ketten oder zu unterschiedlichen Zuckern wie z.B. Glukose und Maltose spalten. In der Lebensmittelindustrie, z.B. bei der Pralinenherstellung, werden aus Bakterien oder Schimmelpilzen gewonnene Amylasen eingesetzt. In diesem Verfahren wird eine zunächst feste Füllung, der das Enzym beigeetzt ist, mit Schokolade ummantelt. Das Enzym bewirkt dann eine Verflüssigung der Füllung. Ebenfalls sind Amylasen inzwischen häufig in Geschirrspülern und in vielen Waschpulvern enthalten. Für den Unterricht kann man gut wirksame Amylasen einfach gewinnen indem man einige Stunden nach dem Essen einen Schluck Wasser mehrere Minuten im Mund behält und die Wangen ausspült. Es hilft, wenn man dabei noch an eine Leckerei denkt. Die so gewonnene Amylase ist im Kühlschrank gut eine Woche haltbar. Man kann jedoch auch Amylase in Pulverform kaufen bzw. im Schulbiologiezentrum erhalten und in destilliertem Wasser auflösen.

Katalase (siehe Versuch: Verfügen Lebewesen über Substanzen, die Wasserstoffperoxid unschädlich machen?) kommt in allen lebenden Zellen vor und ist lebensnotwendig, weil sie den sehr raschen Zerfall des bei metabolischen Prozessen entstehenden Zellgifts H_2O_2 zu Wasser und Sauerstoff ermöglicht. Da es so weit verbreitet ist, lässt sich dieses Enzym sehr leicht aus sehr unterschiedlichen Zellgeweben gewinnen. Hervorragend geeignet sind frische Leber oder Kartoffelknollen.

Aus der entstehenden Sauerstoffmenge lässt sich direkt auf das Maß der Enzymaktivität schließen.

Glukose1-P-Adenyltransferase und Stärkesynthese (Versuch: Kann aus Glukose Stärke aufgebaut werden?) lassen sich ebenfalls einfach aus Kartoffeln gewinnen. Sie sollten möglichst frische Kartoffeln verwenden. Die Kartoffeln sollen kühl gelagert und möglichst kühl zur Enzymgewinnung zerrieben werden. Es genügt, das zerriebene Gewebe durch einen Kaffeefilter laufen zu lassen. Der enzymhaltige Kartoffelsaft lässt sich so

leicht vorbereiten und ist im Kühlschrank auf Eis gelagert ca. 2 Stunden haltbar. Glukose-1-P-Adenylyltransferase aktiviert Glukose-1-phosphat durch ATP zu ADP-Glukose. Danach werden durch das Enzym Stärkesynthesease die aktivierten ADP-Glukose Monomere unter Abspaltung von ADP zu Stärkeketten zusammengefügt.

Didaktische Überlegungen

Natürlich lassen sich alle Versuche, insbesondere wenn eine Dokumentenkamera zur Verfügung steht, als reine Demonstrationsversuche einsetzen. Der eigentliche Sinn der hier vorgestellten Versuche ist jedoch, prozessbezogene Kompetenzen und das forschenden Lernen zu fördern. Darum sollten die Schülerteams möglichst selbständig arbeiten.

Damit dies möglich ist, muss die Gestaltung des Fachraumes und der Materialzugriff für die SchülerInnen gut geplant werden. Zeit, die man in eine gut geplante Verteilung der Versuchsmaterialien steckt, zahlt sich in der Praxis durch zügigeres und sicheres Arbeiten der SchülerInnen aus. Das Aufräumen des Arbeitsplatzes sollte ebenfalls mit Schülern im Vorfeld „trocken“ eingeübt werden, genauso wie man ein Versuchsprotokoll liest oder unbekannte Begriffe aus der Versuchsanleitung wie z.B. „Invertieren“ besprochen werden. Die Schülerteams sollten aus höchstens drei Personen bestehen.

Der Zeitbedarf für die einzelnen Versuche ist unterschiedlich. Werden die Versuche im Rahmen von Lernstationen durchgeführt, so ist es bei einer großen Schülerzahl ratsam, einzelne Stationen doppelt anzubieten. Zu berücksichtigen ist ebenfalls, ob die SchülerInnen Neulinge im Stationenlernen/ im Experimentieren sind oder diese Techniken bereits kennen. Andernfalls ist mindestens eine Unterrichtsstunde mit der sorgfältigen Vorbereitung der SchülerInnen einzuplanen.

Auch die selbständige Darstellung der Versuchsergebnisse in Graphen gelingt nur, wenn die SchülerInnen dies gelernt haben. Es spricht nichts dagegen diese Methoden erst an einigen Versuchen gemeinsam einzuüben und dann die Schüler die übrigen Versuche selbstständig im Stationenlernen durchführen und auswerten zu lassen.

Investierte Zeit, die sich für den Rest der Schullaufbahn und hoffentlich darüber hinaus auszahlt!

Materialliste

Im Text mit * bezeichnete Materialien sind im Schulbiologiezentrum Hannover erhältlich bzw. ausleihbar

Pro Lerngruppe (ca. 25 Schülerinnen):

- 8 Kartoffelknollen (4 roh und 4 gekocht; Anzahl der Tischgruppennzahl anpassen) möglichst eine gut belichtete Kartoffelpflanze (lässt sich gut in einem großen Topf ca. 6-8 Wochen vorher aus Kartoffelknollen anzüchten, alternativ Topf oder Bund Schnittlauch, ebenfalls gut belichtet)
- Geräte für alle: Wasserbad*
- Zentrifuge*
- Mixer*
- Funktionsmodell Enzym*

4 Tischgruppen mit je 3 Arbeitsgruppen einrichten (2 - 3 Schüler pro Arbeitsgruppe)

Für jede Tischgruppe:

- 1 mittelgroße Kartoffel roh,
- 1 kleine (oder große halbe) Kartoffel gekocht,
- Lugol'sche Lösung*,
- Fehling I und II*,
- Wasserstoffperoxid (5%)*
- 250 ml Wasser,
- Glukose*,
- 250 ml Stärkelösung 1%,
- 100 ml (5%) Wasserstoffperoxid Lösung (H_2O_2)*,
- Sand, als Negativ-Probe
- Manganoxyd (MnO_2)* , als anorganischen Katalysator

Für jede Arbeitsgruppe:

- Arbeitsunterlage,
- laminierte Anweisung,
- möglichst 2 große Kartoffelblätter, sonst 8 Blätter Schnittlauch,
- 1 Küchenmesser,
- Tropfpipetten,
- Reagenzglasständer*,
- Reagenzgläser*,
- Spatel*,
- Glimmspan (= Holzspieß)

Zusätzliche Materialien für die jeweiligen Versuche:

Versuch Stärkegehalt

zusätzlich pro Arbeitsgruppe

1 Tüpfelplatte* (alternativ Petrischale)

Petrischalen*

Versuch Glukosegehalt:

Zusätzlich pro Arbeitsgruppe

5 Reagenzgläser

1 Mörser und Pistill*

1 grobe Gemüsereibe*

3 Tropfpipetten oder Pasteurpipetten

5 Reagenzgläser*

Versuch Stärkeaufbau:

Zusätzlich pro Lerngruppe Vorbereitung ca. 15 min, z.B. als Demonstrationsversuch:

Herstellung Kartoffelsaft (= Enzymlösung)

Materialien:

1 große Kartoffel,

1 Küchenreibe,

1 Trichter,

1 Filterpapier

1 Reagenzglas

Herstellung der Enzymlösung, frühestens 2h vor dem Versuch: Eine gut gekühlte, große Kartoffel reiben (mit Handreibe oder elektr. Schnitzelwerk mit entsprechendem Reibeinsatz, bei sehr großen Klassen zwei Kartoffeln)

Kartoffelsaft durch Filterpapier (im Kühlschrank) tropfen lassen. Das dauert länger als das Filtrat mit Wasserstrahlpumpe abzunutschen oder durch Mullauflagen abzufiltern, ist dafür aber eher stärkefrei. (Die Lösung ist nur ca. 1h nutzbar, kühl aufbewahren!) Man kann es auch in Gegenwart der Schüler vorbereiten, oder die Arbeitsgruppen machen lassen, oder in Arbeitsteilung der Schülergruppen.

Kartoffelsaft (= Enzymlösung) mit Lugol auf Stärkefreiheit testen, sonst nochmals abfiltern, pro Arbeitsgruppe jeweils ca. 1 ml in Reagenzgläser (oder 1,5 ml Reagenzgefäße) abfüllen und an die Arbeitsgruppen verteilen.

Möglichst vorher versuchen, wie lange es dauert, bis Stärke entstanden ist. Dies kann je nach Außentemperaturen und Kartoffelsorte variieren. Falls es innerhalb weniger Sekunden geht, Glukose-1-phosphat-Lösung etwas verdünnen, falls es über 5 Minuten dauert, Menge der Enzymlösung erhöhen. Das Enzym wird nach unseren Beobachtungen scheinbar durch Lugol gehemmt, bzw. das Volumen wird zu stark erhöht, darum Lugol erst später zugeben.

Pro Tischgruppe zusätzlich

3 Reagenzgläser bzw. -gefäße vorbereiten (siehe oben) mit:

A: ca. 1 ml 1% Glukose-Lösung

B: ca. 1 ml 1% Glukose-1-phosphat-Lösung

C: ca. 1 ml Kartoffelsaftlösung

Versuch Katalase

Pro Tischgruppe zusätzlich:

100ml verdünnte (5%) Wasserstoffperoxid Lösung (H_2O_2),

Kartoffel roh und gekocht,

Sand,

Manganoxyd (MnO_2)

Pro Arbeitsgruppe zusätzlich:
5 Reagenzgläser mit Stopfen,
Reagenzglasständer,
Lineal,
Schutzbrillen,
Spatel,
Glimmspan

Versuch Temperaturabhängigkeit

Für jede Lerngruppe:
Behälter für unterschiedliche Temperaturumgebungen z.B. Styroporbehälter mit Eis,
Wasserbäder/ Babyflaschenwärmer*,
Thermometer*

Pro Arbeitsgruppe zusätzlich
5 Reagenzgläser
1 Reagenzglasständer

Versuch pH-Abhängigkeit und Substratspezifität

Pro Tischgruppe:
Zitronensaft,
Stärkelösung,
Amylase-Lösung,
Streifen aus Blattgelatine (möglichst rote),
Lugol'sche Lösung,
Waschpulver (darauf achten, dass es ein enzymfreies Waschpulver ist (sensitiv oder „Öko“! Viele Waschpulver enthalten Proteasen und Amylasen),
Wasser,
pH-Wert Teststreifen oder pH-Meter

Pro Arbeitsgruppe:
6 Reagenzgläser
1 Reagenzglasständer,

Kurze Beschreibung der Unterrichtsinhalte

Enzymatische Versuche zum Stärkeaufbau und Stärkeabbau, Temperatur-, pH-Wert und Substratabhängigkeit von Enzymaktivität, Einführung in die Datendokumentation mit Diagrammen,

Erwünschte Vorkenntnisse der Schüler

Lesen von Versuchsanleitungen, selbständiges Arbeiten in Arbeitsgruppen, Stärke und Glukose als Fotosyntheseprodukte, Stärkenachweis mit Lugol, Glukosenachweis mit Fehling, Umgang mit Mikroskop und Tropfpipetten, Tortendiagramm, Linienendiagramm, Balkendiagramm

Einbettung in den Unterricht

Ernährung und Verdauung oder Fotosynthese, Enzymatik

Vorschlag eines Unterrichtsverlaufs in tabellarischer Form

Zeitbedarf	Phase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform	Medien/Material
10 min	Einstieg	<p>L: zeigt eine Kartoffelknolle (wenn jahreszeitlich möglich, eine Kartoffelpflanze) „Wer von Euch kennt diese Pflanze? Hat gestern ein Kartoffel-Produkt gegessen?“ Gespräch auf Nahrungsaufnahme/Wachstum/Energiezufuhr lenken, dann auf Energiestoffe Zucker und Stärke</p> <p>L: „Beobachtet die Pflanze genau und beschreibt, was die Pflanze macht.“</p> <p>Schülerreaktionen aufgreifen: “Nichts“ L: „Also eine ganz langweilige Couch Potato, die nichts tut? Ich behaupte, dass die Pflanze in Wirklichkeit ganz aktiv ist, man es aber nur durch Versuche zeigen kann.“</p> <p>Oder S: „Fotosynthese“ „Könnt ihr das wirklich beobachten?“</p>	Klassengespräch	Präsentation Kartoffel als nachwachsender Rohstoff/Nahrungspflanze Kartoffelpflanze
35 min	Nachweisversuch von Zucker in den Blättern und Stärke in der Knolle	<p>L: „Nennt Nachweisreaktionen für Glukose/Zucker u. Stärke.“</p> <p>Versuche: „Zuckernachweis/Stärkenachweis“ in Blättern und Knolle. In den Blättern kann Glukose nachgewiesen werden, in der Knolle Stärke, häufig auch Glukose.</p> <p>Betrachten von Stärkekörnern im Mikroskop</p> <p>Hypothesenbildung: Aus Glukose wird Stärke aufgebaut.</p>	Klassengespräch Arbeitsgruppen	<p>Mikroskope, Objektträger, Deckgläschen, Lugol'sche Lösung</p> <p>Versuchsanleitung und Aufbau: Können Glukose und Stärke in den Blättern und in der Knolle nachgewiesen werden?</p>
30 min	Stärke Aufbau aus Glukose-Monophosphat	<p>Fragestellung: Kann aus Glukose Stärke aufgebaut werden?</p> <p>SuS führen Versuch Stärkenachweis und Glukosenachweis durch.</p> <p>SuS führen Versuch zum Stärkeaufbau durch Schlussfolgerung: Lebewesen verfügen über Stoffe, die Stoffwechselprozesse herbeiführen.</p>	Arbeitsgruppen Klassengespräch	Versuchsanleitung und Aufbau: Kann aus Glukose Stärke aufgebaut werden?
35 min	Katalase – ein Enzym	Versuch durchführen lassen; in der Auswertung Begriffe Enzym/Biokatalysatoren einführen, evtl. hier schon Modell* Enzym-Substrat Komplex/Schlüssel-Schloss Hypothese, Basiskonzept Oberflächenvergrößerung	Klassengespräch Arbeitsgruppen	Versuchsanleitung und Aufbau: Verfügen Lebewesen über Substanzen, die Wasserstoffperoxid unschädlich machen?

Zeitbedarf	Phase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform	Medien/Material
30 min	Enzyme sind in lebenden Geweben vorhanden und werden durch Hitze zerstört	Versuch durchführen lassen In der Auswertung auf Oberflächenvergrößerung und Kontrollexperiment eingehen. Hypothesenbildung: Enzyme sind Hitze empfindlich/ wirken nur in lebenden Zellen	Klassengespräch Arbeitsgruppen	Versuchsanleitung und Aufbau: Gibt es Substanzen, die in Lebewesen Stoffwechselreaktionen, wie den Auf- oder Abbau von Stoffen beeinflussen können?
30 min	Enzymaktivität ist temperaturabhängig	Fragestellung erarbeiten: Unterliegen biochemische Reaktionen den gleichen Regeln wie chemische Reaktionen? Hypothese: Enzymatische Reaktionen laufen bei höheren Temperaturen schneller ab Versuch durchführen lassen; Auswertung: Enzyme als Proteine, Enzyme lassen Reaktionen bereits bei Körpertemperatur ablaufen, sie sind temperaturabhängig, werden bereits bei 60°C zerstört.	Klassengespräch, Arbeitsgruppen	Versuchsanleitung und Aufbau: Gilt die RGT- Regel auch für Enzyme?
40 min	Enzyme sind pH-Wert abhängig	Fragestellung erarbeiten: Gibt es auch andere Faktoren von denen die Enzymaktivität abhängen kann? Versuch durchführen lassen, Hypothesenbildung besprechen und Ergebnis festhalten.	Klassengespräch Arbeitsgruppen	Versuchsanleitung und Aufbau: Hat der pH-Wert einen Einfluss auf die Enzymaktivität?
20 min	Enzyme sind substratspezifisch	Versuch durchführen, Hypothesenbildung, Ergebnis besprechen und Ergebnis festhalten.	Klassengespräch Arbeitsgruppen	Versuchsanleitung und Aufbau: Können Enzyme für jede Stoffwechselreaktion eingesetzt werden?
30 min		Arbeitsergebnisse zusammenfassen, Eigenschaften der Enzyme klar auflisten Diskussion über Lernzuwachs führen.	Klassengespräch	

Kompetenzen

Prozessbezogene Kompetenzen

- Durchführung von Untersuchungen und Experimenten (auch Nachweisverfahren) mit qualifizierenden und quantifizierenden Verfahren,
- Nennen möglicher Fehler beim Experimentieren,
- eigenständiges Ermitteln von Messdaten und Darstellung in Diagrammen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

- SuS erläutern die Fotosynthese als Prozess, mit dem Pflanzen durch Aufnahme von Lichtenergie ihre eigenen energiereichen Nährstoffe und Sauerstoff herstellen.
- Die SuS beschreiben Enzyme als Hilfsstoffe, die Stoffwechselprozesse ermöglichen.
- SuS erläutern Enzyme als substrat- und wirkungsspezifische Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen,
- erläutern die Temperaturabhängigkeit von Stoffwechselprozessen.

BNE-Kompetenzen

1. Gemeinsam mit anderen planen und handeln können
2. Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen
3. Selbstständig planen und handeln können
4. Weltoffen neue Perspektiven und integrierend Wissen aufbauen

Basiskonzepte

Form und Funktion: Schlüssel-Schloss Prinzip, Oberflächenvergrößerung,

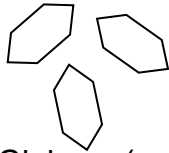
Arbeitsblätter

Siehe folgende Seiten. Die Reihenfolge der Blätter entspricht dem angedachten Unterrichtsgang, sie muss aber nicht eingehalten werden, darum sind nur die Seiten nummeriert. Beim Ausdrucken bitte darauf achten, dass die richtigen Seiten zusammen ausgedruckt werden.

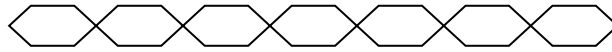
Bitte beachten: Es gehört immer die gerade nummerierte Seite mit der darauf folgenden ungeraden Seite zusammen. Diese können als Vorder- und Rückseite ausgedruckt und laminiert werden, oder aber als zwei Seiten auf einem Ausdruck. Eine Gefährdungsbeurteilung für die einzelnen Versuche liegt ebenfalls im Schulbiologiezentrum vor.

Problemstellung:

Glukose ist ein Kohlenhydrat und Einfachzucker (Monosaccharid). Stärke ist ein Kohlenhydrat, welches aus sehr vielen Glukose-Untereinheiten in einer langen Kette zusammengesetzt ist (Polysaccharid). Stärke ist wasserunlöslich und kann darum nicht in den Leitbündeln der Pflanze transportiert werden.



Glukose (wasserlöslich)



Stärkeketten (wasserunlöslich)

Forschungsfrage:

Wo können Glukose und Stärke in einer Kartoffelpflanze nachgewiesen werden?

Materialien:

Blätter (möglichst Kartoffel, sonst Schnittlauch),
Stärke,
Glukose,
Messer,
Mörser und Pistill,
Gemüsereibe,
Spatel,
5 Reagenzgläser,
Tüpfelplatte,
Lugol'sche Lösung,
Fehling I und Fehling II,
Wärmebad

Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend



Fehling'sche Lösung I: Kann gefährlich für Wasserorganismen sein. Freisetzung in die Umwelt meiden.



Fehling'sche Lösung II kann Verätzungen an Haut und Augen verursachen



Schutzbrille tragen



!!!!

Durchführung:**Versuch 1: Kartoffelblätter**

1. Beschriftet 5 Reagenzgläser mit Euren Anfangsbuchstaben (z.B. AM für Anne und Marie) und von 1-5.
2. Beschriftet 5 Vertiefungen der Tüpfelplatte von A-E.
3. Zerreibt ein ganzes Kartoffelblatt im Mörser.
4. Zerreibt mit einer Reibe ein kleines Stück Kartoffel ca. 2 x 2 cm in die Petrischale.
5. Befüllt die Reagenzgläser nach dem Schema in der Tabelle.
6. Stellt die Reagenzgläser 15 min in ein heißes Wasserbad.

1	2	3	4	5
2 Spatelspitzen Kartoffelblatt- Mus	2 Spatel- spitzen gerie- bene Kartof- felknolle	1 Spatel- spitze Gluko- se	1 Spatel- spitze Stärke	6 Tropfen Wasser
10 Tropfen Fehling I 10 Tropfen Fehling II	10 Tropfen Fehling I 10 Tropfen Fehling II	10 Tropfen Fehling I 10 Tropfen Fehling II	10 Tropfen Fehling I 10 Tropfen Fehling II	10 Tropfen Fehling I 10 Tropfen Fehling II
Färbung:	Färbung:	Färbung:	Färbung:	Färbung:

7. Befüllt die Tüpfelplatte nach der folgenden Tabelle:

A	B	C	D	E
1 Spatelspitze Kartoffelblatt- Mus	1 Spatel- spitze gerie- bene Kartof- felknolle	1 Spatel- spitze Gluko- se	1 Spatel- spitze Stärke	6 Tropfen Wasser
2 Tropfen Lugol	2 Tropfen Lugol	2 Tropfen Lugol	2 Tropfen Lugol	2 Tropfen Lugol
Färbung:	Färbung:	Färbung:	Färbung:	Färbung:

8. Bearbeitet folgende Aufgaben:
 Erklärt die Funktion der Versuche 3, 4, 5 und C, D, F.
 Wertet die Versuche aus und beantwortet die Forschungsfrage.
 Stellt eine Hypothese auf, wie die Verteilung von Stärke und Glukose in der Pflanze zustande kommt.

Problemstellung:

In der Fotosynthese wird Glukose in den Blättern gebildet. Diese ist wasserlöslich und osmotisch wirksam. Sie kann darum zwar innerhalb der Pflanze transportiert werden, eignet sich jedoch nicht als Speicherstoff, da sie Wasser anziehen würde und die Zellen bei hohem Glukosegehalt platzen würden. Als Speicherstoff ist Stärke gut geeignet, da sie nicht wasserlöslich ist. Stärke ist zum Teil in den Vakuolen der Pflanzenzellen zu finden, ganz besonders jedoch in den Speicherorganen einer Pflanze, wie z.B. Knollen oder Zwiebeln. In der Kartoffelknolle ist Stärke in Stärkekörnern (Amyloplasten) eingelagert, deren Schichtenaufbau im Mikroskop gut sichtbar wird, wenn man sie mit stark verdünnter Lugol'scher Lösung anfärbt.

Forschungsfrage:**Kann aus Glukose Stärke aufgebaut werden?****Materialien:**

RG-Ständer,
Tüpfelplatte,
Tropfpipetten,
Lugol'sche Lösung ,
Wasser,
Lösung A: Glukose-Lösung (1 %),
Lösung B: Glukose-1-phosphat-Lösung (1 %)
Lösung C: Kartoffelsaft

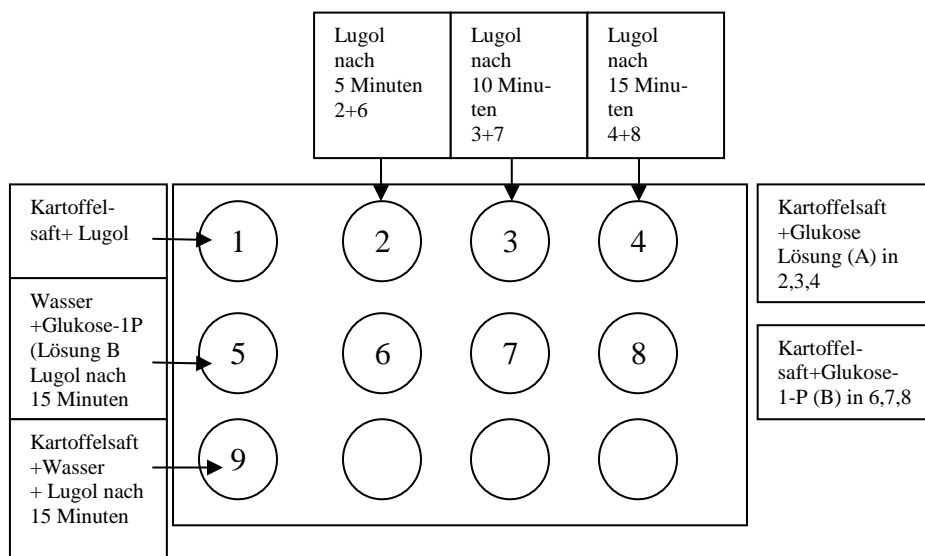
Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend



Durchführung:

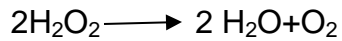
1. In zwei Reihen die einzelnen Vertiefungen auf der Tüpfelplatte von 1 bis 9 durchnummerieren.
2. In Vertiefung 1 zwei Tropfen Kartoffelsaft mit 1 Tr. Lugol'scher Lösung versetzen (s. Skizze) und auf Anwesenheit von Stärke testen
3. In Vertiefung 5 zwei Tropfen Wasser geben
4. In die Vertiefung 9 zwei Tropfen Kartoffelsaft und drei Tropfen Wasser geben.
5. in die Vertiefungen 2, 3, 4 und 6, 7, 8 der Tüpfelplatte jeweils drei Tropfen Kartoffelsaft geben
6. In die Vertiefungen 2, 3, 4 drei Tropfen Glukoselösung (Lösung **A**) geben
7. In die Vertiefung 5 bis 8 Glukose-1-phosphat (Lösung **B**) geben (siehe Skizze)
8. Nach 5 Minuten je 1 Tr. Lugol'sche Lösung zu Vertiefung 2 und 6 zugeben
9. Nach 10 Minuten zu Vertiefung 3 und 7
10. Nach 15 Minuten zu Vertiefung 4,5, 8 und 9 (siehe Skizze).



11. Notiert die jeweiligen Ergebnisse
12. Erklärt die Funktion der Experimente in Vertiefung 1, 5 und 9.
13. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die Funktion des Kartoffelsafts auf.

Problemstellung:

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist ein Abfallprodukt bei vielen Stoffwechselprozessen. Es ist ein starkes Zellgift, da es Zellen bei höheren Konzentrationen zerstört. Wasserstoffperoxid zerfällt im Kontakt mit Metallsalzen, die als Katalysatoren wirken, in harmloses Wasser und weniger aggressiven Sauerstoff.



Forschungsfrage:

Verfügen Lebewesen über Substanzen, die Wasserstoffperoxid unschädlich machen?

Materialien:

5 Reagenzgläser mit Gummistopfen
verdünnte (5%) Wasserstoffperoxid Lösung (H_2O_2)
Kartoffel roh und gekocht
Sand, Manganoxid (MnO_2)
Spatel,
Glimmspan

Sicherheitshinweise:

Manganoxid ist gesundheitsschädlich, wenn es in die Lunge kommt.



Wasserstoffperoxid ist ein Zellgift und stark bleichend!!

Schutzbrille tragen



!!!!



Durchführung:

1. Beschriftet die Reagenzgläser von 1-5.
2. Schneidet zwei ca. 5x 5 x 20 mm Streifen aus der rohen Kartoffel und einen gleich großen Streifen aus der gekochten Kartoffel.
3. Zerschneidet einen der beiden rohen Kartoffel-Streifen in möglichst kleine Stückchen.
4. Befüllt die Reagenzgläser wie unten in der Tabelle angegeben.
5. Legt jeweils den Stopfen locker auf.
6. Messt die Schaumbildung in den Reagenzgläsern mit einem Lineal
7. Führt eine Glimmspanprobe nach 3 Minuten durch.
8. Notiert alle Beobachtungen in der Tabelle.

Reagenzglas 1	Reagenzglas 2	Reagenzglas 3	Reagenzglas 4	Reagenzglas 5
2ml H ₂ O ₂ gehäufte Spatelspitze Sand	2ml H ₂ O ₂ gehäufte Spatelspitze MnO ₂	2ml H ₂ O ₂ Streifen rohe Kartoffel	2ml H ₂ O ₂ zerkleinerter Streifen rohe Kartoffel	2ml H ₂ O ₂ Streifen gekochte Kartoffel

Beobachtung:

Reagenzglas 1	Reagenzglas 2	Reagenzglas 3	Reagenzglas 4	Reagenzglas 5

9. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die unterschiedlichen Ergebnisse für die rohe, die zerkleinerte und die gekochten Kartoffel auf.

Problemstellung:

Stärke kann durch Hitze und Säurebehandlung wieder zu Glukose abgebaut werden. Bei diesen chemischen Reaktionen gilt, dass sie schneller bei höheren Temperaturen ablaufen. Enzyme wie Amylase sind Biokatalysatoren, die Stärke zu Zucker abbauen.

Forschungsfrage:

Hat die Temperatur einen Einfluss auf die Wirksamkeit von Enzymen?

Material:

6 Reagenzgläser,
Amylase-Lösung,
Stärkelösung,
Jodlösung,
Tropfpipette,
Eis,
Wärmebäder,
Thermometer

Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend

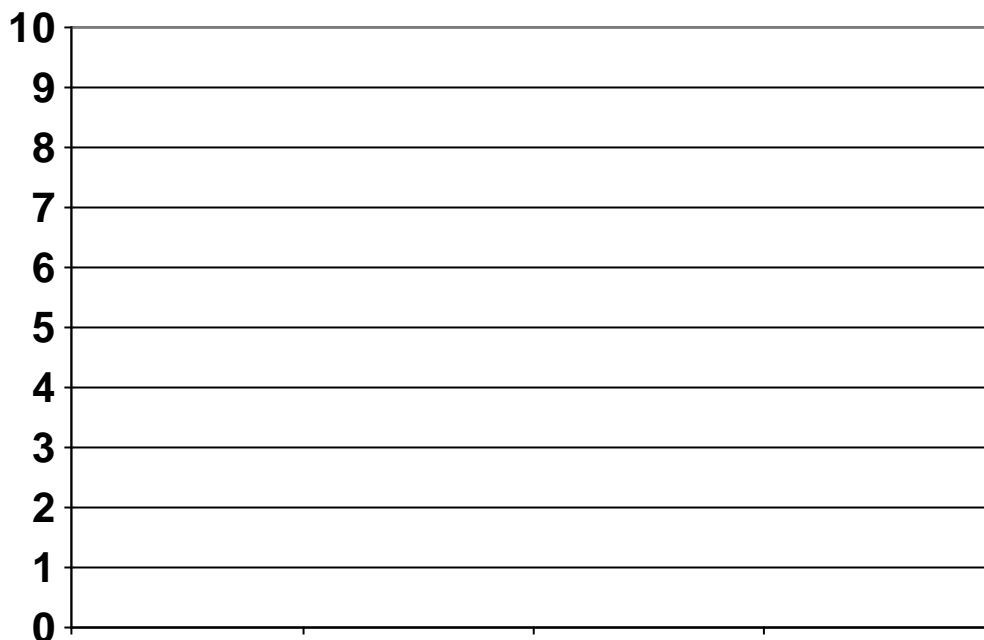


Durchführung:

1. Beschriftet sechs Reagenzgläser mit Euren Anfangsbuchstaben (z.B. AM für Anne und Marie) und nummeriert sie von 1-6
2. Befüllt die Reagenzgläser wie unten in der Tabelle angegeben
3. Stellt jedes Reagenzglas für 15 Minuten in die angegebene Temperatur-Umgebung
4. Notiert nach jeweils 2, 5, 10 und 15 Minuten die Färbung in den einzelnen Reagenzgläsern.

Reagenzglas Nr.	1	2	3	4	5	6
Inhalt	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 3 ml Stärke 3 Tropfen Iod-Lösung
Temperatur	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
Farbe nach						
2 min						
5 min						
10 min						
15 min						

5. Zeichnet einen Graphen, der das Versuchsergebnis darstellt



6. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die Wirkung der Temperatur auf.

Problemstellung:

In den Zellen aller Lebewesen werden sehr viele, sehr unterschiedliche Stoffe mit Hilfe von Enzymen auf- und abgebaut. Amylase ist ein Enzym, das in den Speicheldrüsen und in der Bauchspeicheldrüse gebildet wird. Pepsin ist ein Enzym, welches im Magen gebildet wird.

Forschungsfrage:

Können Amylase und Pepsin die selben Nährstoffe umsetzen?

Materialien:

4 Reagenzgläser
Reagenzglasständer
Amylaselösung
Pepsinlösung
Stärkelösung
Gelatinestreifen
Lugol'sche Lösung

Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend



**Zitronensaft darf nicht in die Augen gelangen, da er reizend wirkt.
Bei Berührung mit den Augen sofort spülen und den Arzt konsultieren.**



Handschuhe und Schutzbrille tragen



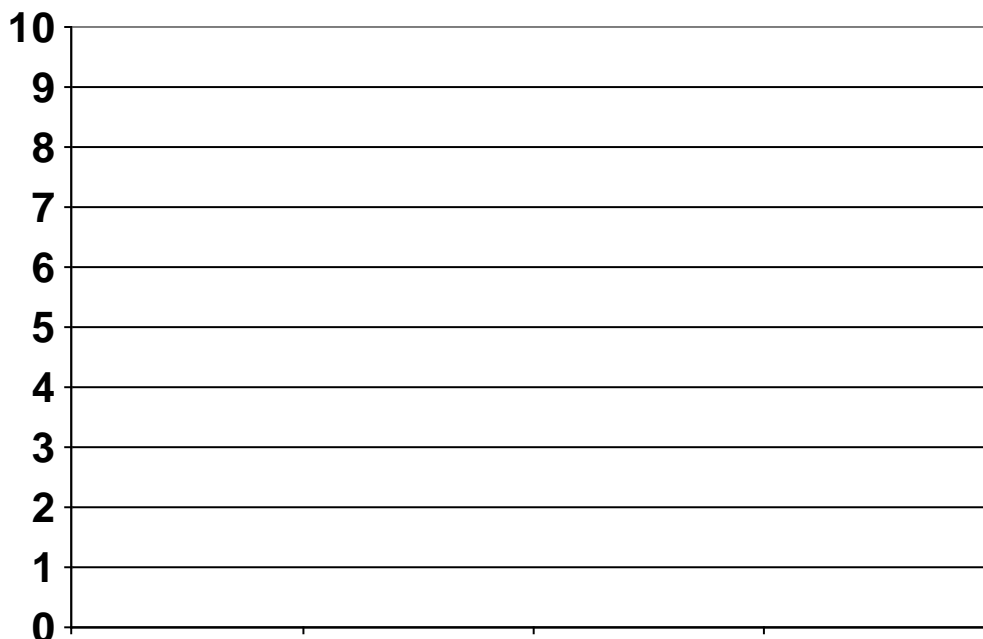
!!!!

Durchführung

1. Beschriftet die Reagenzgläser mit Euren Anfangsbuchstaben und nummeriert sie dann von 1-4.
2. Befüllt die Reagenzgläser entsprechend der unteren Tabelle und invertiert² zum Durchmischen.
3. Stellt die Proben für 10 Minuten in das Wasserbad (30°C).
4. Notiert die Beobachtungen.

Reagenzglas Nr.	1	2	3	4
Inhalt	5 ml Amylase 3 ml Stärkelösung 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Pepsin 3 ml 2 ml Zitronensaft Stärkelösung 3 Tropfen Iod-Lösung	5 ml Amylase 1 Streifen Gelatine	5 ml Pepsin 1 Streifen Gelatine 2 ml Zitronensaft Stärkelösung
Temperatur	30°C	30°C	30°C	30°C
Beobachtung	braun	blau/schwarz	Gelatinesteifen gut sichtbar	Gelatinestreifen mit Löchern, oder aufgelöst

5. Stellt die Aktivität der beiden Enzyme für Stärke und Proteine dar. Entscheidet, ob Euer Ergebnis in einem Liniendiagramm, einem Tortendiagramm oder einem Balkendiagramm dargestellt werden muss.



6. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die Wirkungsweise von Enzymen auf verschiedene Stoffe auf.

² Invertieren: umdrehen, auf den Kopf stellen (dazu das Reagenzglas mit dem Daumen verschließen)

Problemstellung:

Amylase ist ein im Speichel vorkommendes Enzym. In der Mundhöhle misst man einen pH-Wert von ca. 7-7,5, also im neutralen Bereich.

Pepsin ist eine Peptidase, also ein an der Eiweißverdauung beteiligtes Enzym, das im Magen gebildet wird. Im Magen misst man einen pH-Wert von 2-3, also ein saures Milieu.

Forschungsfrage:

Hat der pH-Wert einen Einfluss auf die Enzymaktivität?

Gruppe A: Amylase

Material:

Reagenzglasständer, 6 Reagenzgläser, Zitronensaft, Stärke, Amylase-Lösung, Stärke-Lösung, Lugol'sche Lösung, Waschpulver, Wasser, Papiertücher, pH-Wert Teststreifen, Wasserbad 30°C

Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend



Zitronensaft darf nicht in die Augen gelangen, da er reizend wirkt. Bei Berührung mit den Augen sofort spülen und den Arzt konsultieren.



Seife kann ebenfalls reizend auf Augen und Schleimhäute wirken. Bei Berührung mit den Augen sofort spülen und den Arzt konsultieren. Pulver nicht einatmen und nicht herunterschlucken.



Handschuhe und Schutzbrille tragen



!!!!

Durchführung:

1. Nummeriert 10 Reagenzgläser von 1-10.
2. Befüllt die Reagenzgläser nach der unten angegebenen Tabelle.
3. Vermischt die Flüssigkeiten vorsichtig, indem ihr sie mit dem Daumen verschließt und einmal auf den Kopf dreht (invertiert) (Handschuhe!!)
4. Messt den pH-Wert mit einem Test-Streifen und notiert ihn für jedes Reagenzglas.
5. Stellt es 3Min ins Wasserbad.
6. Holt die Reagenzgläser aus dem Wasserbad und gebt in jedes 3 Tropfen Lugol'sche Lösung.
7. Notiert die Beobachtungen (Färbung.)

	1	2	3	4	5
Inhalt	3 ml Amylase-Lösung 5 ml Zitronensaft 3 mg Stärke 10 ml Wasser	3 ml Amylase-Lösung 2 ml Zitronensaft 3 mg Stärke 13 ml Wasser	3 ml Amylase-Lösung 0 ml Zitronensaft 3 mg Stärke 15 ml Wasser	3 ml Amylase-Lösung 2 mg Waschpulver 3 mg Stärke 13 ml Wasser	3 ml Amylase-Lösung 5 mg Waschpulver 3 mg Stärke 10 ml Wasser
pH	2	5	7	9	12
Farbe					

8. Vergleicht Euer Ergebnis mit dem Ergebnis der Gruppe B.
9. Zeichnet einen Graphen, der die Enzymaktivität beider Enzyme bei unterschiedlichen pH-Werten darstellt.
10. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die Wirkung des pH-Wertes auf die Enzymaktivität auf.

Problemstellung:

Amylase ist ein im Speichel vorkommendes Enzym. In der Mundhöhle misst man einen pH-Wert von ca. 7-7,5, also im neutralen Bereich.

Pepsin ist eine Peptidase, also ein an der Eiweißverdauung beteiligtes Enzym, das im Magen gebildet wird. Im Magen misst man einen pH-Wert von 2-3, also ein saures Milieu.

Forschungsfrage:

Hat der pH-Wert einen Einfluss auf die Enzymaktivität?

Gruppe B: Pepsin**Material:**

Reagenzglasständer, 6 Reagenzgläser, Zitronensaft, Gelatinestreifen, Waschpulver, Wasser, Pepsinlösung, Papiertücher, pH-Wert Teststreifen, Wasserbad 30°C

Zitronensaft darf nicht in die Augen gelangen, da er reizend wirkt. Bei Berührung mit den Augen sofort spülen und den Arzt konsultieren.



Seife kann ebenfalls reizend auf Augen und Schleimhäute wirken. Bei Berührung mit den Augen sofort spülen und den Arzt konsultieren. Pulver nicht einatmen und nicht herunterschlucken.



Handschuhe und Schutzbrille tragen



!!!!

Durchführung:

11. Nummeriert 5 Reagenzgläser von 1-5.
12. Befüllt die Reagenzgläser nach der unten angegebenen Tabelle. Reihenfolge einhalten!
13. Vermischt die Flüssigkeiten vorsichtig, indem ihr sie mit dem Daumen verschließt und einmal auf den Kopf dreht (invertiert) (Handschuhe!!)
14. Messt den pH-Wert mit einem Test-Streifen und notiert ihn für jedes Reagenzglas.
15. Notiert die Beobachtungen (Färbung, bzw. Aussehen des Gelatinestreifens.)

	1	2	3	4	5
Inhalt	5 ml Pepsin 5 ml Zitronensaft 1 Gelatine-Streifen 10 ml Wasser	5 ml Pepsin 2 ml Zitronensaft 1 Gelatine-streifen 13 ml Wasser	5 ml Pepsin 0 ml Zitronensaft 1 Gelatine-streifen 15 ml Wasser	5 ml Pepsin 2 mg Waschpulver 1 Gelatine-streifen 13 ml Wasser	5 ml Pepsin 5 mg Waschpulver 1 Gelatine-streifen 10 ml Wasser
pH	2	5	7	9	12
Beobachtung					

16. Vergleicht Euer Ergebnis mit dem Ergebnis der Gruppe A
17. Zeichnet einen Graphen, der die Enzymaktivität beider Enzyme bei unterschiedlichen pH-Werten darstellt.
18. Beantwortet die Forschungsfrage und stellt eine Hypothese über die Wirkung des pH-Wertes auf die Enzymaktivität auf.

Viele Waschpulver, insbesondere solche, die bei sehr niedrigen Temperaturen waschen, enthalten Enzyme und zwar Peptidasen und Amylasen zum Eiweißabbau und Stärkeabbau.

Forschungsfrage:

Kann eine Enzymaktivität in verschiedenen Waschmitteln nachgewiesen werden?

Materialien:

1 Agarplatte mit Milchpulver (Casein)

1 Agarplatte mit Stärke

1 Reagenzglas

3 verschiedene Waschmittel

Destilliertes Wasser

Lugol'sche Lösung

Sicherheitshinweise:

Lugol'sche Lösung kann Reizungen hervorrufen und ist bei längerer Exposition gesundheitsgefährdend



Waschpulver kann ätzen, nicht einatmen oder in die Augen reiben



Durchführung

1. Bereitet Lösungen von drei verschiedenen Waschmitteln vor

2. Nehmt ein sauberes Reagenzglas und stantzt in die beiden Agarplatten vier Löcher.

Die Petrischalen nur so kurz wie nötig öffnen!

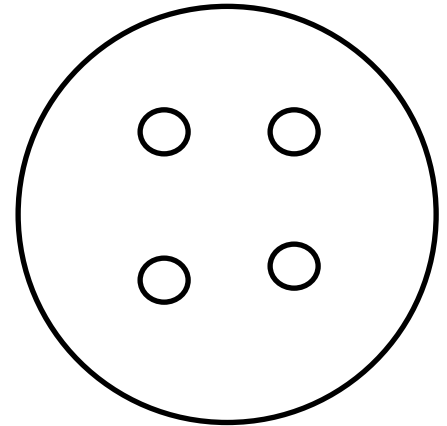
3. Mit einer Tropfpipette in jeweils ein Loch einige Tropfen Waschmittellösung geben. Dabei darauf achten, dass nichts überläuft und nichts auf die übrige Fläche tropft. Die Pipette zwischendurch gründlich ausspülen!

4. In das vierte Loch destilliertes Wasser geben.

5. Die Petrischalen für 3-4 Stunden bei 35°C inkubieren.

6. Die Petrischale mit Stärke vollständig mit Lugolscher Lösung bestreichen, 2 Minuten einwirken lassen und dann vorsichtig, ohne den Agar zu zerstören mit Wasser abspülen.

7. Die Petrischalen auf Millimeterpapier stellen und die klaren Zonen um die Löcher herum ausmessen.



Selbstkontrolle	Gut	Geht so	Sollte ich üben
Die Arbeitsanweisungen habe ich verstanden.			
Die Zusammenarbeit in der Gruppe war.			
Ich kann in einem Versuch Stärke nachweisen.			
Ich kann in einem Versuch Glukose nachweisen.			
Ich kann nach Anweisung einen Versuch selbständig durchführen.			
Ich kann beschreiben, welche Fehler bei der Versuchsdurchführung aufgetreten sind.			
Ich kann erklären, wozu eine Positiv- und eine Negativkontrolle in einem Versuch dienen.			
Ich kann beschreiben, wo und in welchem Stoffwechselprozess in der Pflanze Glukose gebildet wird.			
Ich kann beschreiben, wo und warum in der Pflanze Stärke gespeichert wird.			
Ich kann begründen, warum Stärke und nicht Glukose gespeichert wird.			
Ich kann den Zusammenhang zwischen der Struktur (dem Aufbau) eines Enzyms und seiner Funktion beschreiben und ein Beispiel nennen.			
Ich kann fünf Eigenschaften von Enzymen nennen und jeweils ein Beispiel dafür nennen.			
Ich kann das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und den Zusammenhang mit der Enzymwirkung beschreiben.			
Ich kann Versuchsergebnisse in einem geeigneten Diagramm darstellen.			

Literatur:

1. <http://faostat3.fao.org/home/E>

Bildquellen:

1. Titel: <http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/k5454-17.htm>
2. <http://www.archive.org/details/popularsciencemo21newy>
3. "Amylosekette" by H. Hoffmeister - http://hoffmeister.it/chemie/oc_kapitel14_-_kohlenhydrate.pdf. Licensed under GFDL via Wikimedia Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amylosekette.png#/media/File:Amylosekette.png>
07.01.2016
4. Verändert nach Roland Mattern (Roland1952) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], via Wikimedia Commons
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Induced_fit_diagram.png

Erklärung zur Laborsicherheit:

1. Ich gehe mit allen Geräten und Chemikalien sehr vorsichtig um.
2. Ich passe auf, dass keine Chemikalien in die Augen gelangen.
3. Ich nehme niemals Chemikalien in den Mund.
4. Ich esse und trinke nicht im Unterrichtsraum.
5. Ich gieße niemals Chemikalien einfach in das Waschbecken.
Ich frage den Lehrer vorher, was ich mit ihnen machen soll.
6. Ich wasche mir nach den Versuchen die Hände.

Ort, Datum : _____

Unterschrift: _____