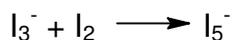
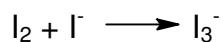


Versuchsprotokoll

Aktivität der Speichelamylase

Gruppe 10, Typ: Assiversuch

1. Reaktionsgleichung



2. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	15 min
Durchführung	60 min
Nachbearbeitung	10 min

3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Schwarzer Tee		-	-	-	S I
Grüner Tee		-	-	-	S I
Früchtetee (z.B. Hagebutte)		-	-	-	S I
Wasser		-	-	-	S I
Stärke­lösung w = 0,1	(C ₆ H ₅ O ₅) _n	-	-	-	S I
Amylase­lö­sung (Speichel)		-	-	-	S I
Iod-Kaliumiodid- Lösung (Lugolsche- Lösung)	KI·I ₂	-	-	-	S I

4. Materialien/Geräte

4 Magnetrührer, 300-mL Becherglas, 3 100-mL Bechergläser, Reagenzglas­ständer, 4 Reagenz­gläser, Tüpfelplatte, 5 Pipetten, Messzylinder, Uhr

5. Versuchsaufbau

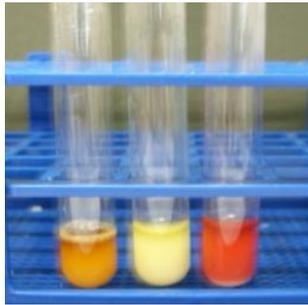


Abb. 1: Schwarzer Tee, Grüner Tee und Hagebuttentee mit Stärkelösung und Amylase-Lösung

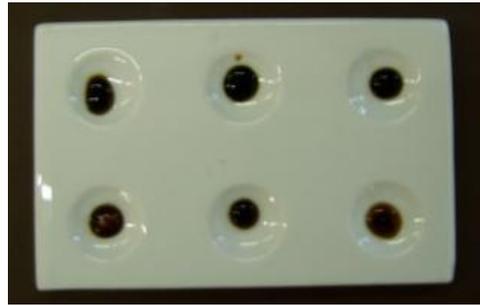


Abb. 2: Tüpfelplatte mit Lugolscher-Lösung und je einem Tropfen der drei Lösungen aus Abb. 1, oben direkt nach dem Zusammengeben, unten nach 2 min

6. Versuchsdurchführung

Man bringt 300 mL Wasser auf dem Magnetrührer zum Kochen und verteilt das Wasser gleichmäßig auf die drei Bechergläser, wobei in das erste der Beutel Schwarzer Tee, ins zweite der Grüne Tee und ins dritte der Teebeutel mit dem Hagebuttentee steckt. Man lässt den Tee jeweils fünf Minuten ziehen und anschließend etwas abkühlen. Es ist dabei wichtig, dass die Teebeutel gleich entfernt werden, also entweder jeden Beutel auspressen oder keinen, damit die Konzentration überall gleich ist.

Um die Amylaselösung herzustellen wird mit 10 mL destilliertem Wasser die eigene Mundhöhle ca. 30 sek. ausgespült. Es empfiehlt sich hierfür z.B. Bügelwasser von zu Hause mitzubringen. Die Lösung wird durch einen Trichter in einen Messzylinder „gespuckt“. Anschließend wird die Lösung mit destilliertem Wasser auf das doppelte Volumen verdünnt.

In jede Vertiefung auf der Tüpfelplatte werden zwei Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung gegeben.

Man gibt in jeder der vier Reagenzgläser 1 mL Stärkelösung. Außerdem gibt man in das

- 1. Reagenzglas 1 mL destilliertes Wasser (Blindprobe)
- 2. Reagenzglas 1 mL Schwarzen Tee
- 3. Reagenzglas 1 mL Grünen Tee
- 4. Reagenzglas 1 mL Hagebuttentee.

Anschließend gibt man zu jeder Lösung 1 mL Amylase-Lösung. Mit einem Blick auf die Uhr wird sofort je ein Tropfen der Reagenzgläser 2 – 4 zu den Iod-Kaliumiodid-Tropfen in den Vertiefungen der Tüpfelplatte gegeben. Man wiederholt diesen Vorgang nach 2, 4, 6, 8, 10, 20, und 60 min.

7. Beobachtung

Nach Zugabe der Tees in die Reagenzgläser färbt sich die Lösung in Reagenzglas 2 orange, in RG 3 gelb und in RG 4 rot. Durch Zutropfen der Amylaselösung tritt keine weitere Farbänderung ein (Abb. 1). Direkt nach dieser Zugabe färbt sich die Lugolsche-Lösung tief blau. Nach 2 min ist noch ein dunkles Braun zu erkennen (Abb. 2). Je mehr Zeit verstreicht, um heller bleibt die Lugolsche-Lösung. Es ist jedoch zu erkennen, dass der Schwarze Tee am schnellsten eine hellbraune Lugolsche-Lösung hinterlässt. Nach einer Stunde ist mit dem Auge kein Farbunterschied zwischen der reinen

Lugolschen-Lösung und den mit Tee-Amylase-Mischung versetzten Lugolschen-Tropfen zu beobachten (Abb. 5).

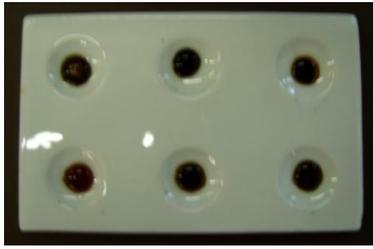


Abb. 3: oben nach 4 und unten nach 6 min

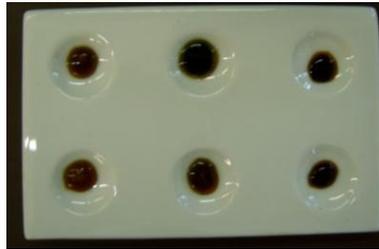


Abb. 4: oben nach 8 und unten nach 10 min



Abb. 5: oben nach 20 und unten nach 60 min

8. Entsorgung

Die Lösungen können in den Abguss gegeben werden.

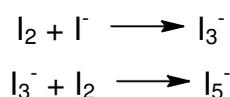
9. Fachliche Analyse

Dieser Versuch hat leider nicht so funktioniert, wie er funktionieren sollte. In der Vorschrift, die ich für diesen Versuch benutzt habe, steht, dass der Schwarze Tee die Speichelamylase am stärksten hemmt. Bei dieser Lösung bleibt jedoch am frühesten der Farbumschlag nach dunkelblau aus. Die drei Teesorten reagieren nach dem Farbumschlag der Lugolschen-Lösung ähnlich schnell mit der Amylase, es ist jedoch eine kleine Abgrenzung des Schwarzen Tees beobachtbar.

In Tees sind die so genannten Polyphenole vorhanden. Dabei handelt sich um eine Vielzahl von Verbindungen, die zu den sekundären Pflanzenstoffen (Substanzen, die in speziellen Zelltypen hergestellt werden) gezählt werden. Die Hauptgruppen dieser Stoffklasse bilden die Phenolsäure und die Flavanoide. Letztere sind für den herben Geschmack des Schwarzen und Grünen Tees verantwortlich. Allgemein sind die Polyphenole in den Geschmack-, Geruchs- und Farbstoffen der Pflanzen wieder zu finden.

Diese Polyphenole hemmen die Aktivität der Speichelamylase. Die Speichelamylase besteht aus verschiedenen Enzymen und baut Stärkereste, die an den Zähnen haften bleiben, über verschiedene Zwischenprodukte zu Maltose ab. Diese Maltose wird von Mikroorganismen im Mund unter Säurebildung zersetzt, wodurch eine Zahnschädigung entsteht. Polyphenole verhindern jedoch diesen Abbau von Stärke zu Maltose. Um dies zu verdeutlichen wäre eine Probe Stärkelösung mit Speichelamylase interessant gewesen, was mir allerdings erst jetzt in der Auswertung auffällt.

Die Iod-Kaliumiodid-Lösung wird auch als Lugolsche-Lösung bezeichnet. Das Iod löst sich darin in Gegenwart von Iodidlösung zu I_3^- und I_5^- .



Wenn diese Iod-Anionen auf Stärke treffen, lagern sie sich im inneren Hohlraum der Amylase an.

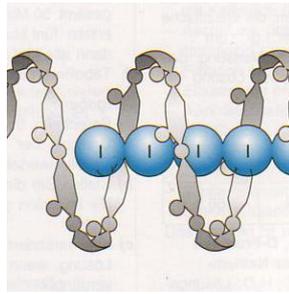


Abb. 6: Iodstärke^[2]

Die Iod-Anionen (blaue Kugeln) lagern sich innerhalb der gewundenen Stärke an.

Durch diese Einlagerung entsteht ein tiefblauer Charge-Transfer-Komplex, also ein lockerer Zusammenschluss von verschiedenen Molekülen der auf Wechselwirkung der π -Elektronen zwischen den elektronenreichen Iod-Anionen und der elektronenarmen Stärke-Helix beruht.

Sobald die Stärke abgebaut wird ist dieser Komplex nicht mehr beobachtbar. Je mehr Zeit vergeht, umso mehr wurde die Stärke-Lösung von der Speichelamylase abgebaut und umso schwächer wird der Farbwechsel, also die Einlagerung der Iod-Anionen in der Stärke-Helix, bis schließlich keine Farbänderung und damit keine Anwesenheit von Stärke mehr festgestellt werden kann.

Karies ist die in den Industrieländern am häufigsten vorkommende Krankheit von der ca. 95 % der Bevölkerung betroffen sind. Der Name Karies kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Morschsein bzw. Fäulnis. Sie tritt ernährungsbedingt auf. Verantwortlich dafür sind die Kohlenhydrate. Dies wurde durch eine Studie bewiesen, in der man bestimmten Tieren kohlenhydratreiche Nahrung gab und anderen wiederum die Nahrung mit einer Magensonde verabreichte. Zweitere bekamen keine Karies. Die Kohlenhydrate werden von Mikroorganismen, die sich zu Hauf im feuchten Mundraum wieder finden. Diese zersetzen die Kohlenhydratreste und senken durch ihre sauren Stoffwechselprodukte den pH-Wert der Zahnoberfläche, wodurch das Zahngewebe, der Zahnschmelz, angegriffen und teilweise aufgelöst wird. Da der Speichel alkalisch ist kann dieser die sauren Produkte, die durch die Mikroorganismen entstehen, zumindest teilweise neutralisieren und den Zahnschmelz festigen (Remineralisation). Der Zahn nimmt dabei die Speichel vorhandenen Phosphat- und Kalzium-Ionen auf. Gutes Kauen der Nahrung erleichtert also nicht nur dem Magen seine Arbeit, sondern sorgt mit vermehrter Ausschüttung von Speichel auch dafür, dass der pH-Wert im Mund nicht zu stark absinkt und eine Karies verursacht. Je weniger Plaque (auch Zahnbelag genannt, der eine Ansammlung von Mikroorganismen und Bakterien ausdrückt) auf den Zähnen vorhanden ist, umso besser kann der Speichel die Zähne erreichen und umso besser wird einer Karies vorgebeugt.

Es gibt jedoch ein weiteres Mittel gegen Karies: Fluorid. Dieses befindet sich zu 95 % des im menschlichen Körper vorhandenen Fluorids in Knochen und Zähnen. Es ist in Apatit eingebaut, welches die Knochen und Zähne härtet. Dadurch werden diese widerstandsfähiger z.B. gegenüber den Angriffen der Säuren im Mund. Bei Säuglingen tritt häufig ein Fluorid-Mangel auf. Deshalb gibt man Kindern oft Fluorid-Tabletten um diesen auszugleichen und für die nötige Zahn- und Knochenhärte zu sorgen. Zu hohe Konzentrationen wirken jedoch toxisch.

10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch passt in die Unterrichtsreihe zum Thema Kohlenhydrate in Jahrgangsstufe 12. An dieser Stelle lernen die Schüler die verschiedenen Saccharide und entsprechende Nachweisreaktionen kennen, so auch den Iod-Stärke-Komplex, der in diesem Versuch den Abbau der Stärke durch die Speichelamylase beschreibt. Aus Sicht der Biologie haben die Schüler die Naturstoffklasse der Kohlenhydrate bereits in Jahrgangsstufe 11 kennen gelernt. An dieser Stelle lernen sie ihre chemischen Eigenschaften kennen.

Da bis heute jedoch noch nicht geklärt ist, wie genau der Abbau der Stärke durch Speichelamylase durch die Polyphenole gehemmt wird, ist es fraglich, ob dieser Versuch für die Schule gut geeignet ist. Er dauert sehr lange und in diesem Fall sind nicht einmal die richtigen Ergebnisse heraus gekommen. Würde der Versuch gut funktionieren und wäre ein fächerübergreifender Unterricht mit der Biologie zum Thema Kohlenhydrate möglich, dann wäre dieser Versuch sehr gut für die Schule geeignet. Man könnte über die Biologie erklären, wie die Stärke abgebaut wird und wie die Polyphenole diesen Prozess hemmen. Für die Chemie sind diese Erklärung jedoch unzureichend.

11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Höhner, K., Schneider, J., Chemie des Mundes, Kariesprophylaxe durch Enzymhemmung, Praxis der Naturwissenschaften, 1/56, 2007

Fachquellen:

[2] Compuchem, Software Chemie, Hydratisierung, <http://www.compuchem.de/literat/book.pdf>, (letzter Zugriff: 28.12.08, 20:09 Uhr)

[3] Deutscher Teeverband e.V., *Die kariespräventive Wirkung von Tee (II): Die Wirkung der Polyphenole*, <http://www.teeverband.de/texte/download/wit2-2000-beitrag1.pdf>, (letzter Zugriff: 28.12.08, 15:09 Uhr)

[4] Deutsches Grünes Kreuz e.V., *Karies*, <http://www.rundum-zahngesund.de/verbraucher/karies.html>, (letzter Zugriff: 28.12.08, 15:09 Uhr)

[5] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 (http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)

[6] Novamex, Nährstoffe – Die täglichen Bausteine des Lebens, <http://www.novamex.de>, (letzter Zugriff: 28.12.08, 15:09 Uhr)

[7] Unfallkasse Hesse (UKH), Hessisches Kultusministerium, *Hessisches GefahrstoffInformations System Schule (HessGISS)*, Version 11.0, 2006/2007

[8] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 28.12.08, 15:09 Uhr)