

# Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

## WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Julia Konen

Name: Johannes Hergt

Datum: 15.12.2010

Gruppe 9: Kohlenhydrate

Versuch (selbst): Entfärbung von Iod-Stärke-Lösung mit Speichel

### Zeitbedarf

Vorbereitung: 10 Minuten

Durchführung: 30 Minuten (mit Warten)

Nachbereitung: 10 Minuten

### Reaktionsgleichungen

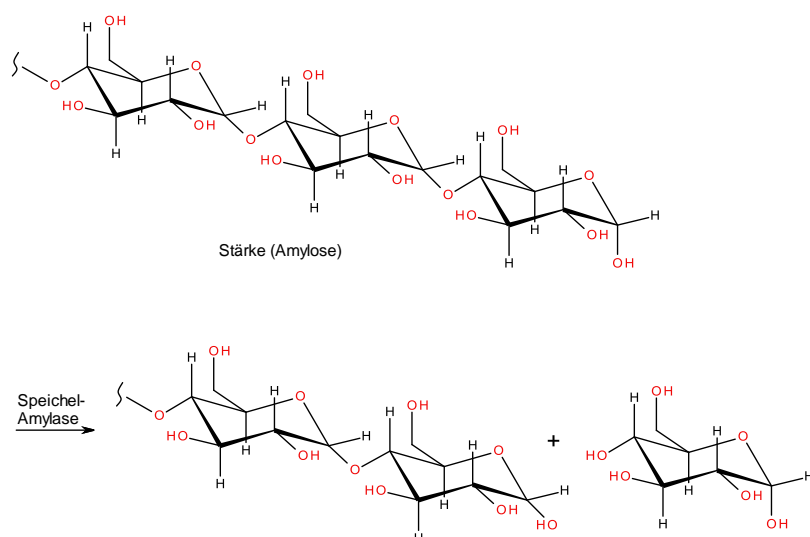


Abb. 1: Enzymatische Spaltung von Stärke.

### Chemikalien [2,3]

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

| Eingesetzte Stoffe | Summenformel                   | Menge         | R-Sätze  | S-Sätze      | Gefahrensymbole | Schuleinsatz |
|--------------------|--------------------------------|---------------|----------|--------------|-----------------|--------------|
| Kaliumiodid-Lösung | $KI_{(aq)}$                    | 1 Pipette     |          |              |                 | S1           |
| Iodlösung          | $I_{2(aq)}$                    |               | 20/21-50 | (2)-23-25-61 | Xn, N           |              |
| Stärkelösung       | $[C_6H_{12}O_6]_{n(aq)}$       | ¼ Reagenzglas |          |              |                 | S1           |
| Speichellösung     | Speichel-Amylase (Bestandteil) | 10 mL         |          |              |                 | S1           |

## Geräte

- Reagenzglas
  - Stopfen
  - Magnetrührer mit Rührfisch
  - Becherglas (250 mL)
- } Wärmebad

## Aufbau

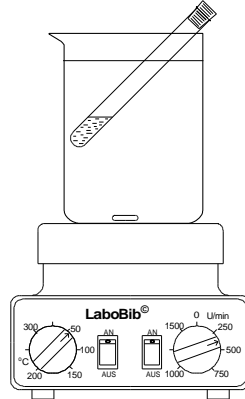


Abb. 2: Versuchsaufbau.

## Durchführung

Ein Reagenzglas wird zu einem Viertel mit Stärkelösung gefüllt (1 Spatelspitze Stärke in einem Viertel Reagenzglas Wasser) und eine Pipette Kaliumiodid-Iod-Lösung zugeführt. Nun werden ca. 10 mL einer frisch angesetzten Speichellösung dazugegeben. Das Reagenzglas wird mit einem Stopfen verschlossen, geschüttelt und in das warme ( $T < 40^{\circ}\text{C}$ ) Wasserbad gestellt.

## Beobachtung

Die Stärkelösung färbt sich bei Zugabe von Kaliumiodid-Iod-Lösung blau-violett. Wird nach der Zugabe der Speichellösung geschüttelt, bildet sich Schaum. Nachdem das Reagenzglas in das Wasserbad gestellt wurde, entfärbt sich die Lösung über einen Zeitraum von 20 Minuten langsam.

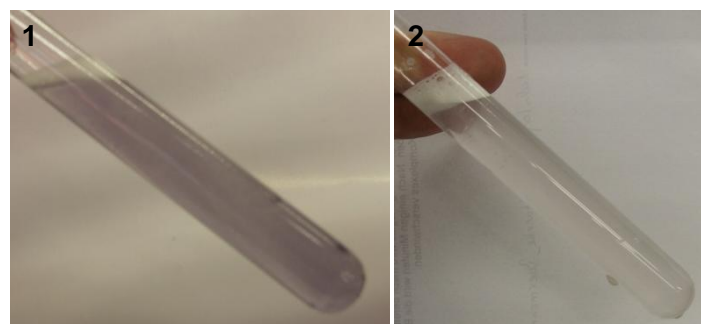


Abb. 3: Entfärbung der zunächst violette Lösung: 1 (violett) → 2 (farblos).

## Entsorgung

Das Produkt kann im Ausguss entsorgt werden.

## Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse [4-8]

Stärke ist eine Polyglucose, d.h. sie setzt sich aus zahlreichen monomeren Glucoseeinheiten zusammen. Sie ist vor allem in Mais, Kartoffeln, Reis und Getreide enthalten und ist für pflanzliche Organismen als Energiespeicher unerlässlich. Stärke besteht hauptsächlich aus zwei Typen von natürlichen Makromolekülen: Amylose ( $\approx 20\%$ ) und Amylopektin ( $\approx 80\%$ ). Der Anteil der Amylose zum Amylopektin ist je nach Stärkequelle unterschiedlich.

Die Amylose besteht aus monomeren Glucoseeinheiten, die  $\alpha$ -1,4-glycosidisch miteinander verbunden sind, d.h. das C<sup>1</sup>-Atom eines  $\alpha$ -Glucosemoleküls ist mit dem C<sup>4</sup> Atom eines anderen  $\alpha$ -Glucosemoleküls verbunden. Amylopektin besitzt die gleiche Grundstruktur der Amylose, verfügt jedoch über zusätzliche Verzweigung. Die meisten dieser Verzweigungen sind zwischen einem C<sup>1</sup>- und C<sup>6</sup>-Atom zweier Glucoseeinheiten zu finden (siehe Abb.4).

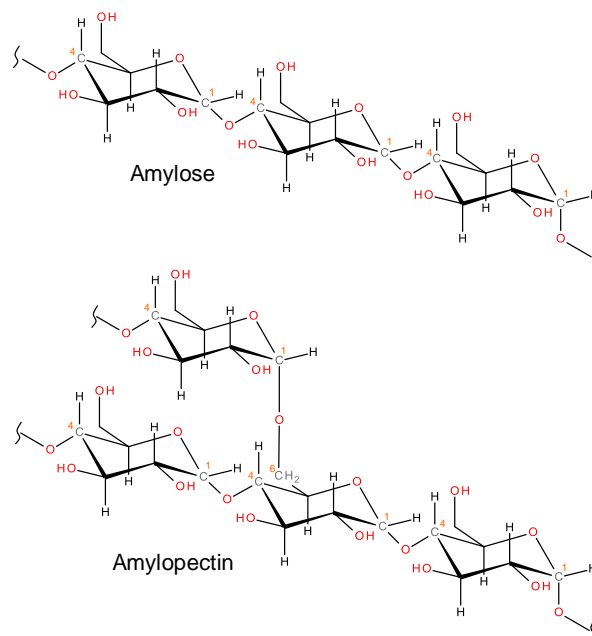


Abb. 4: Amylose und Amylopectin als Bestandteile der Stärke.

Die Amylose-Makromoleküle, die aus einigen hundert Glucoseeinheiten bestehen können, bildet in der Sekundärstruktur Helixen aus (siehe Abb. 5 - links).

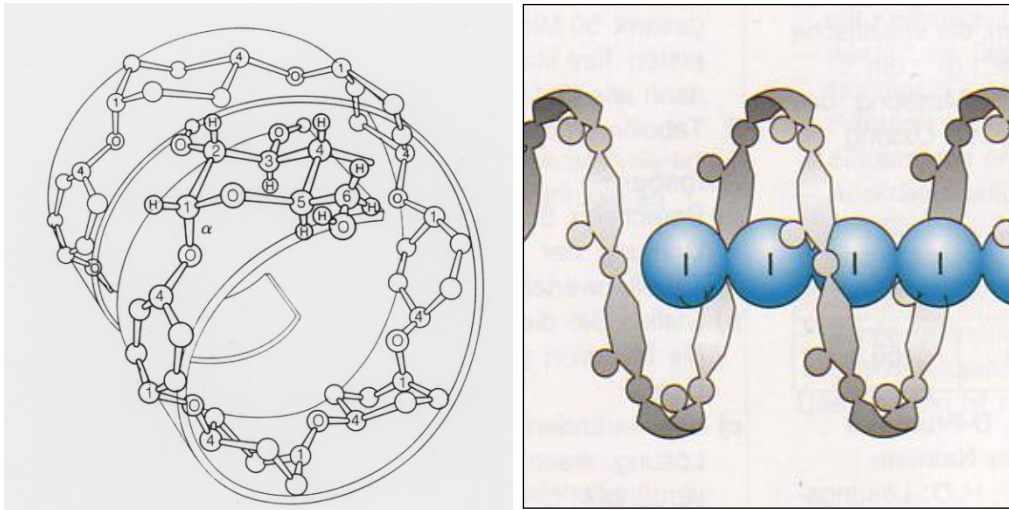
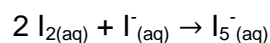
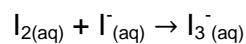


Abb. 5:<sup>[5,6]</sup> Helix der Amylose in der Sekundärstruktur (links). Einlagerung von Polyiodid (rechts).

Im Versuch liegen nun neben der helikalen Amylose auch Polyiodidionen in einer wässrigen Lösung vor. Letztere können sich aufgrund ihrer linearen Eigenschaften in die Amylosehelix einlagern (siehe Abb. 5 - rechts). Die Elektronen der linear aneinander gereihten Polyiodidmoleküle (Charge-Transfer-Komplexe) sind nun delokalisiert und ein violetter bis schwarzer Farbeindruck entsteht.

Polyiodidionen entstehen durch die Reaktion von Iod mit Iodidmolekülen (Beide liegen in der im Versuch verwendeten Lösung vor):



Nach Zugabe der Speichellösung zu der violett eingefärbten Lösung, entfärbte sich diese langsam. Diese Beobachtung ist darin begründet, dass die Helices der Amylose zerstört werden. Es findet eine Spaltung der  $\alpha$ -1,4-glycosidischen Bindungen zu Maltose- und Glucose-Einheiten statt. Verantwortlich für diesen Vorgang ist die sog. Speichelamylase. Sie ist ein Enzym, das im Mundspeichel, aber vor allem im Sekret der Bauchspeicheldrüse (Drüse des Dünndarms) vorhanden ist.

Wie alle Enzyme „arbeitet“ die Speicheldrüse bei Körpertemperatur (37 °C) und einem pH-Wert der leicht im Basischen liegt am besten. Aus diesem Grund wird das Reagenzglas mit der Lösung in das warme Wasserbad gestellt. Dieses sollte nicht mehr als 40 °C warm sein, da die Enzyme sonst denaturieren.



Abb. 6:<sup>[8]</sup> Speichelamylase.

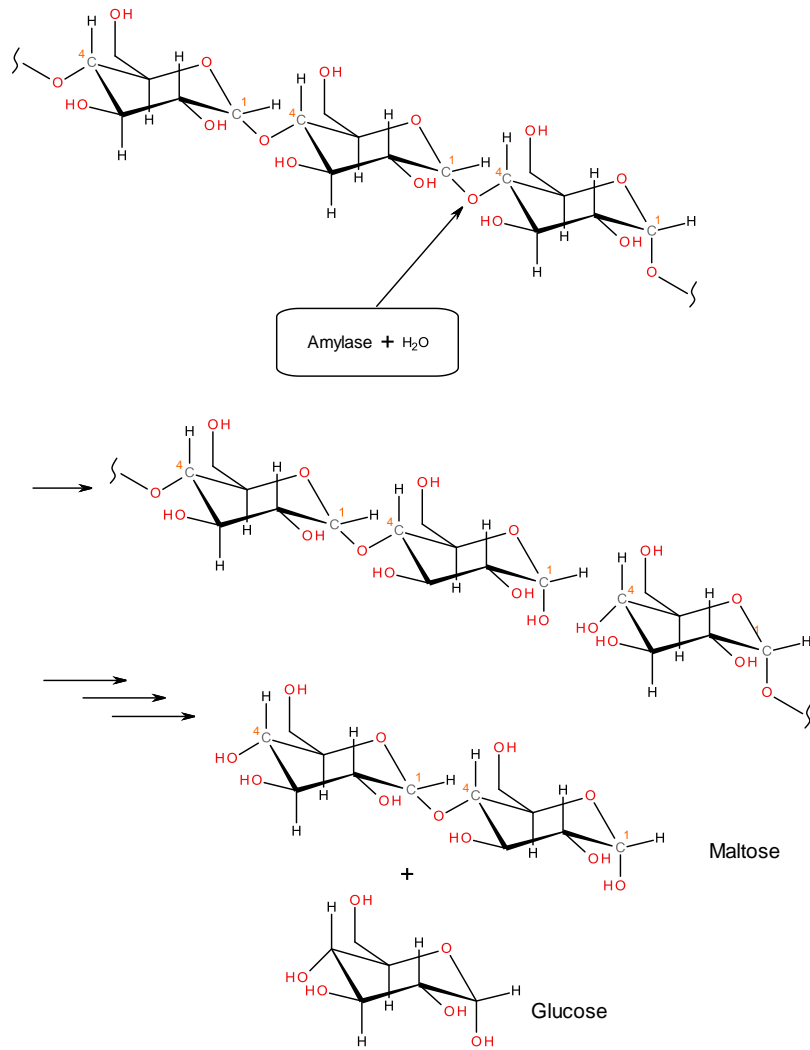


Abb. 7: Spaltung der Amylose durch Amylase.

Anhand von Abb. 7 kann erklärt werden, weshalb Brot, wenn es über längere Zeit im Mund zerkaut wird, süß schmeckt: Die aus der Stärke durch die Speichelamylase „herausgelösten“ Glucosemoleküle verleihen dem Zerkauten den süßen Geschmack.

## Methodisch-Didaktische Analyse

### **1 Einordnung<sup>[9]</sup>**

Laut hessischem Lehrplan sollen das Vorkommen, die Eigenschaften und Strukturen von Polysacchariden, wie z.B. Stärke, in der Qualifikationsphase 2 (im zweiten Halbjahr der elften Klasse) behandelt werden.

Da es sich bei der Speichel-Amylase um eine relativ komplexe Verbindung handelt, eignet sich der Versuch eher zur Wiederholung und Festigung. Zuvor könnte die säurekatalysierte Spaltung besprochen werden.

Sehr positiv ist der fächerübergreifende Aspekt des Versuchs: Ein biologisches Phänomen wird chemisch erklärt. Stark vernetztes, anwendbares Wissen ist nachhaltiger als träges, „auswendig zu lernendes“ Faktenwissen. Da Speichel eine Substanz ist, die jedem Schüler bekannt ist, besteht zudem ein sehr guter Zugang zum Versuch.

Der Versuch zeigt zudem, dass Nahrung bereits im Mund „vorverdaut“ bzw. mit Verdauungsenzymen versetzt wird. Der Versuch besitzt deshalb einen Alltagsbezug und führt, sofern er verstanden wird, zu einem Erkenntnis- bzw. Kompetenzgewinn.

### **2 Aufwand**

Der Versuch ist mit keinem großen Aufwand verbunden. Für den Aufbau des Wasserbads wird ein gewisses Maß an Zeit benötigt, aufwändige Apparaturen müssen jedoch nicht aufgebaut werden. Die verwendeten Chemikalien sind billig und zum Teil sogar körpereigen (Speichel), sodass der Versuch auch unter Verwendung größerer Mengen an Chemikalien durchgeführt werden kann.

Der Lehrer sollte evtl. die Stärkelösung in größerem Maß vor der Unterrichtsstunde ansetzen, um Zeit zu sparen.

### **3 Durchführung**

Aufgrund der visuellen Effekte bietet sich der Versuch insbesondere als Schülerversuch an. Der Lehrer sollte die Schüler bitten, ihre Beobachtungen zu notieren und evtl. Fotos zu machen. Da im Versuch eine gewisse Wartezeit zur Entfärbung der Lösung benötigt wird, bietet er sich auch sehr gut als Stationsversuch an. Die Schüler könnten während des Wartens bereits einen anderen Stationsversuch durchführen.

Im Anschluss an den Versuch könnte die Theorie gemeinsam mit dem Lehrer im Plenum erarbeitet werden.

### **4 Wissensvermittlung und Fazit**

Aufgrund seiner Simplizität, günstiger Chemikalien, visueller Effekte sowie der guten Einordnung in den Lehrplan eignet sich der Versuch sehr gut als Schülerversuch.

## Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: [http://www.elsenbruch.info/ch10\\_down/Station\\_Enzymatischer\\_Abbau\\_von\\_Staerke.pdf](http://www.elsenbruch.info/ch10_down/Station_Enzymatischer_Abbau_von_Staerke.pdf)  
Titel: Enzymatischer Abbau von Stärke  
Urheber: Felix Elsenbruch  
Zugriff am: 15. Dezember 2010
- [2] GESTIS - Stoffdatenbank:  
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>  
(Zugriff am 8. Januar 2011)
- [3] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht  
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [4] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: *Organische Chemie*. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag, Weinheim **2005**. S. 1292 f.
- [5] <http://www.nd.edu/~aseriann/amylose.html>  
Titel: Chemistry 420 - The Principals of Biochemistry  
Urheber: Anthony S. Serianni - Professor of Biochemistry (University of Notre Dame)  
Zugriff am: 8. Januar 2011
- [6] [http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/expvotr/775Pflanzeninhaltsstoffe\\_Heinlein.docx](http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/expvotr/775Pflanzeninhaltsstoffe_Heinlein.docx)  
Titel: Pflanzeninhaltsstoffe (Experimentalvortrag)  
Urheber: Siegrid Heinlein  
Zugriff am: 8. Januar 2011
- [7] [http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0089Hydrolyse\\_Staerke.pdf](http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0089Hydrolyse_Staerke.pdf)  
Altprotokoll: Katrin Hohmann - Hydrolyse von Stärke mit Speichel
- [8] [http://static.f-lex.com/pictures/b/c/5/t/Salivary\\_alpha-amylase\\_1SMD.png](http://static.f-lex.com/pictures/b/c/5/t/Salivary_alpha-amylase_1SMD.png)  
(nur Graphik)  
Titel: Amylase  
Urheber: Factolex  
Zugriff am: 8. Januar 2011
- [9] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**  
[http://www.hessen.de/irj/HKM\\_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2](http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)  
(Zugriff am 8. Januar 2011)