

# Duplo- Legos als Anschauungsmaterial für die Arbeitsweise der Verdauungsenzyme

## **Enzyme zerteilen Kohlenhydrate, Proteine und Fette ohne sich dabei zu verändern und Nährstoffe und Enzyme passen wie Schlüssel und Schloss ineinander**

Im Verdauungsprozess zerkleinern Enzyme teils bereits ab dem Mund Kohlenhydrate, Eiweisse und Fette in ihre Untereinheiten. Komplizierte Zucker werden in ihre Einfachzucker, Eiweisse in kleinere Aminosäureketten (Peptide) oder einzelne Aminosäuren, und Fette in Fettsäuren und Glycerine zerlegt (vgl. Beilage 1).

Wir zeigen dies mit Duplo-Lego (Beilage 2), welche in unser Versuchen sowohl Enzyme wie auch Nährstoffe darstellen. Wir haben uns für Duplo-Legos entschieden, weil so zwei bis vier SchülerInnen in Gruppen die Nährstoffzerkleinerung modellmässig durchspielen können. Bei einfachen „normalen“ Legos bieten sich wegen der Legogrösse maximal Zweiergruppen an. Auch wenn die Lehrperson mehreren SchülerInnen am Lehrerpult, Schülertisch, an einem Visualizer usw. einzelne Schritte vorzeigt, eignen sich die Duplo-Legos eher dafür als die kleineren „normalen“ Legos. Wir haben über die Plattform Ricardo ca. 70 Duplo-Legos für 40 Fr. ersteigert. Es werden aber vermutlich einige eurer SchülerInnen noch jüngere Geschwister oder in der Nähe wohnende Cousins- und Cousinen usw. haben, die entsprechende Legos noch benützen, und die bereit wären, diese für entsprechende Experimente in die Schule mitzubringen, so dass ihr nicht eigens für diese Modelle für eure Schule Duplo-Legos anschaffen müsst. Wir sind der Meinung, dass sich Legos auch als Anschauungsmaterial für die Funktion von anderen biologischen Strukturen und Prozessen eignen könnten (z.B. Aufbau der DNS), so dass sich die Anschaffung eines einfachen neuen Grundbausteinsatzes von Duplo- Legos, der im Internet neu zwischen 60 und 70 Fr. kostet, allenfalls lohnen könnte.

Je nach Niveau der SchülerInnen sollten die Enzyme vielleicht immer mit der gleichen Legofarbe dargestellt werden und Kohlenhydrate, Fette und Proteine je auch mit einer gleichen Legofarbe, beispielsweise Enzyme grün, Fette gelb, Kohlenhydrate blau und Eiweisse blau (in der Beilage 2 sind keine bestimmten Farben für Enzyme oder bestimmte Nährstoffe gewählt worden). Bei den Enzymen könnte zusätzlich bei der Schnittstelle mit wasserlöslichen Stiften mit Pfeilen markiert werden, wo die Nährstoffe zerteilt werden.

Natürlich kann die Zerkleinerungsaktivität von Enzymen auch mit Scheren stellvertretend für Enzyme und Nährstoffen in Papierform gezeigt werden (vgl. Beilage 3). Auf diese Weise wird allerdings nur gezeigt, dass Enzyme nach ihrer Tätigkeit unverändert aus dem Arbeitsprozess hervorgehen. Die zweite Eigenschaft der Enzyme, die mit den Duplo-Legos in der obigen Vorgehensweise auch gezeigt wird, nämlich, dass die noch nicht oder erst teils zerkleinerten Nährstoffe und Enzyme während der Enzymaktivität wie Schlüssel und Schloss ineinander passen kann ich mit Schere und Papier leider nicht zeigen.

# Beilage 1

## Die Bestandteile der Nahrung und ihre Verdauung

Die vielfältigen *Verdauungsfunktionen* sind auf mehrere spezialisierte Abschnitte unseres *Verdauungssystems* verteilt. Durch sie werden Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße in ihre Bausteine zerlegt.



**Kohlenhydrate**  
Polysaccharide  
Monosaccharide



**Fette**  
Triglyceride  
Fettsäuren



**Eiweiße**  
Polypeptide  
Aminosäuren

Vitamine (fettlösliche A, D, K; wasserlösliche B, C, H, Niacin, Folsäure, Pantothensäure)

Mineralstoffe (Ca, P, S, K, Cl, Na, Mg, Fe, F, Zn, Cu, Mn, I, Co, Se, Cr, Mo)

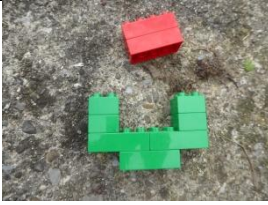

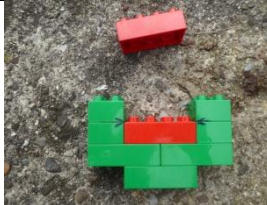

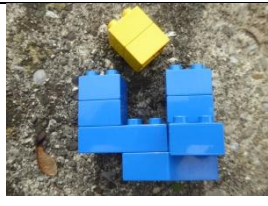

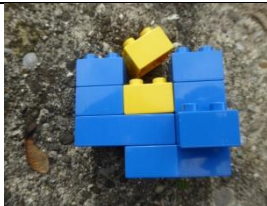
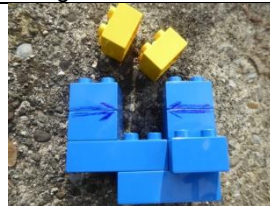



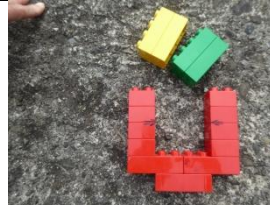
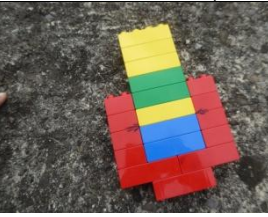
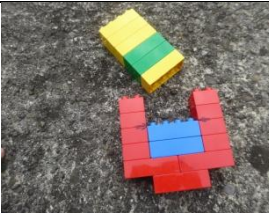
Ballaststoffe (u.a. Zellulose)

Wasser

**Weitere Bestandteile**


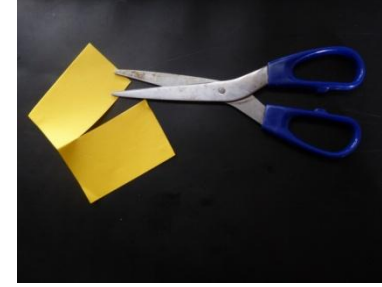

		Kohlenhydrate	Fette	Eiweiße
<b>Mund</b> <p>Mundhöhle, Zähne, Zunge Speicheldrüsen <b>Speichel</b> pH 6-7 Speiseröhre</p>	<p>Amylase baut Stärke zu Doppelzucker ab</p>	<p>Fette und Eiweiße werden nicht abgebaut</p>		
<b>Magen</b> <p>Magen <b>Magensaft</b> pH 1-3,5 Zwölffingerdarm <b>Dünndarmsekret</b> pH 7,5-8</p>	<p>Stärke und Doppelzucker werden nicht weiter abgebaut</p>	<p>Fette werden nicht abgebaut</p>	<p>Eiweiß Peptid Pepsinogen beginnt mit Eiweißabbau</p>	
<b>Zwölffingerdarm</b> <p>Bauchspeicheldrüse <b>Bauchspeichel</b> pH 8-8,3 Leber <b>Gallensaft</b> pH 4,5-8,6 Gallenblase</p>	<p>Amylase und Glucosidase bewirken Abbau zu Glucose</p>	<p>Gallensaft emulgiert und Lipasen zerlegen Fette in Grundbausteine</p>	<p>Peptid Aminosäuren Trypsin, Chymotrypsin und Peptidasen bauen Peptide zu Aminosäuren ab</p>	
<b>Dünndarm</b> <p>Dünndarm pH 7,5-8</p>				
<b>Dickdarm</b> <p>Dickdarm pH 7,5-8 Enddarm</p>	<p><b>Aufbau der Darmwand (Schema)</b></p>			

## Beilage 2

			
<p>Ausgangslage: grün: Kohlenhydrate- spaltendes Enzym rot: Zweifachzucker</p>	<p>Enzym und Zucker passen wie Schlüssel und Schloss ineinander und Stift (Pfeil) zeigt, an welcher Stelle das Enzym den Zweifachzucker spaltet.</p>		<p>Resultat: Das Enzym bleibt nach verrichteter Tätigkeit unverändert, der Zweifachzucker wurde in zwei Einfachzucker zerlegt.</p>
			
<p>Variante von oben: blau: zuckerspaltendes Enzym gelb: Zweifachzucker</p>			
			
<p>rot: fettspaltendes Enzym gelb/grün: Fett</p> <p>(könnte ebenso ein koh- lenhydratspaltendes Enzym und ein Zweifachzucker oder ein eiweisspaltendes Enzym und ein Eiweiss sein)</p>	<p>Fett wird vom Enzym in Fettsäure und Glycerin gespalten</p>		
			
<p>rot: Eiweisspaltendes Enzym gelb/grün/blau: Eiweiss</p> <p>(könnte ebenso ein fettspaltendes Enzym und ein Fett sein)</p>	<p>Resultat: Eiweiss wurde zwischen Aminosäuren aufgespalten</p>		

### Beilage 3

Unten dargestellt ist das Zerkleinern eines Zweifachzuckers, z.B. Maltose in zwei Einfachzucker (z.B. Glucose). Ähnlich könnte die Zerkleinerung von Fetten in Fettsäuren und Glycerin und die Zerkleinerung von Eiweißen in Aminosäuren dargestellt werden.

		
<p>Schere, die das kohlenhydratspaltende Enzym und gelbes Papier, das die Maltose (den Zweifachzucker) darstellt.</p>	<p>kohlenhydratspaltendes Enzym spaltet den Zweifachzucker in zwei Einfachzucker (Glucose).</p>	

Darstellung und Fotos: Sarah Marti