

## Aufgabe 1

### Textilfasern - Natürliche und synthetische Polyamide

#### Schwerpunktthema: Naturstoffe

Textilien in den verschiedensten Formen gehören zu den ältesten Produkten, die seit der Frühzeit der Menschheit hergestellt werden.

Hauptbestandteile aller textilen Erzeugnisse sind Fasern, die verspinnbar sein müssen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Natur- und Chemiefasern. Während zur ersten Fasergruppe tierische und pflanzliche Fasern zählen, die beispielsweise aus Aminosäuren aufgebaut sind, werden unter dem Begriff Chemiefasern diejenigen textilen Fasern zusammengefasst, die aus Rohstoffen wie Erdöl, Erdgas oder Kohle produziert werden.

Spielten bis vor ungefähr einhundert Jahren ausschließlich Naturfasern wie Seide oder Schafwolle eine tragende Rolle in der Textilwirtschaft, kommt heute synthetischen Fasern wie Polyester oder Polyamiden eine große Bedeutung zu.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Abbildung 1:** Schaf und Seidenraupen als Rohstoffproduzenten von Wolle und Seide

Seide besteht zu über 80% aus den Aminosäuren Glycin, Alanin und Serin. Hauptbestandteil der Seide ist das Protein Fibroin. Die dominierende, sich wiederholende Aminosäuresequenz in Fibroin ist Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala.

#### Material 1: Zusammensetzung und Aufbau von Seide

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

#### Sekundärstruktur 1

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

#### Sekundärstruktur 2

In dieser Sekundärstruktur liegen die Restgruppen (R) insgesamt relativ dicht beieinander, so dass größere Reste die Anordnung stören. So liegen die Proteinketten der Seide ausschließlich in dieser Sekundärstruktur vor.

#### Material 2: Sekundärstrukturen in Proteinen

Wolle und Seide sind die wichtigsten Proteinfasern und besitzen charakteristische Eigenschaften: Wollfasern sind stark dehnbar und elastisch: Wenn die Zugbelastung nachlässt, kehren die Fasern in die Ausgangslage zurück. Andererseits sind die Fasern nur mäßig reißfest. Charakteristische Merkmale der Seide sind eine ungewöhnliche Reißfestigkeit und eine geringe Dehnbarkeit. Wenn an einem Seidenfaden gezogen wird, dann dehnt dieser sich nicht, sondern widersetzt sich zunächst der Ausdehnung, bis er letztendlich reißt.

**Material 3:** Eigenschaften von Seide und Wolle im Vergleich

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

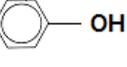
Synthetische Polyamide werden in immer größeren Mengen produziert. Wie bei den Proteinen entstehen auch die synthetischen Polyamide unter Wasserabspaltung aus Monomeren. Die erste Faser, die vollständig synthetisch hergestellt wurde, war Nylon (die Abbildung zeigt die sich in der Nylonfaser wiederholende, aus zwei Monomeren aufgebaute Sequenz). Die maximale Wasseraufnahme liegt bei ca. 3%. Daher trocknet Nylongewebe relativ schnell nach dem Waschen. Wolle, die aus vielen verschiedenen Aminosäuren aufgebaut ist, nimmt 14 bis 15 % Wasser auf.

**Material 4:** Informationen zu Nylon und Ausschnitt aus der Strukturformel

## Aufgaben

- 1.1 Erklären Sie anhand einer allgemeinen Strukturformel den Aufbau eines  $\alpha$ -Aminosäuremoleküls (bzw. 2-Aminosäuremolekül). Zeichnen Sie die Aminosäuresequenz Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala aus dem Seidenprotein Fibroin in Strukturformeln (Anhang).  
**(08 BE)**
- 1.2 Benennen und beschreiben Sie unter Berücksichtigung zwischenmolekularer Kräfte die Sekundärstrukturen bei Proteinen in Material 2.  
**(08 BE)**
- 1.3 Begründen Sie unter Berücksichtigung der Restgruppengrößen das Auftreten der Sekundärstruktur 2 bei Seidenfasern. Entwickeln Sie eine Hypothese zur Sekundärstruktur von Wolle. Erläutern Sie mithilfe der Sekundärstrukturen die Dehnbarkeit und Reißfestigkeit von Seide und Wolle (Material 2-3).  
**(07 BE)**
- 1.4 Geben Sie die Strukturformeln der Monomere an, aus denen Nylon gebildet wird. Erklären Sie anhand der Strukturen die im Vergleich zu Wolle geringere Fähigkeit von Nylon, Wasser zu binden (Material 4).  
**(07 BE)**

**Anhang: Übersicht - Aminosäurereste**

Name	Abkürzung	Aminosäurerest
Glycin	Gly	— H
Alanin	Ala	— CH <sub>3</sub>
Serin	Ser	— CH <sub>2</sub> OH
Valin	Val	$\begin{array}{l} \text{—CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$
Leucin	Leu	$\text{—CH}_2\text{—CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array}$
Isoleucin	Ile	$\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_2\text{—CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Phenylalanin	Phe	— CH <sub>2</sub> — 
Tyrosin	Tyr	— CH <sub>2</sub> —  — OH
Cystein	Cys	— CH <sub>2</sub> SH
Asparaginsäure	Asp	— CH <sub>2</sub> — COOH
Glutaminsäure	Glu	— CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> — COOH
Methionin	Met	— CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> — S— CH <sub>3</sub>
Lysin	Lys	— CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
Threonin	Thr	$\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
Glutamin	Gln	— CH <sub>2</sub> — CH <sub>2</sub> — CONH <sub>2</sub>
Asparagin	Asn	— CH <sub>2</sub> — CONH <sub>2</sub>
Arginin	Arg	$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH—C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array}$

## Aufgabe 2

### Die Chemie des Honigs

#### Schwerpunktthema: Naturstoffe

Bienenhonig ist ein Naturprodukt. Bisher wurden 245 natürliche Substanzen in verschiedenen Honigsorten nachgewiesen. Honig wird als Süßungsmittel oder Süßigkeit, aber vor allem als Brotaufstrich eingesetzt. Zu diesem Zweck hat man bereits im 19. Jahrhundert versucht eine günstigere, industriell herstellbare Alternative zu Bienenhonig zu entwickeln. Anfang des 20. Jahrhunderts war aromatisierter Kunsthonig mit Honigzusatz dann schon weit verbreitet. Kunsthonig ist eine zähflüssige Masse aus invertierter Saccharose.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Abbildung 1:** Honigproduzent Biene

In Deutschland ist seit 1977 der Begriff "Kunsthonig" in der Produktkennzeichnung nicht mehr erlaubt, stattdessen muss der Ausdruck „Invertzuckercreme“ verwendet werden, um eine Täuschung des Verbrauchers zu vermeiden.

In einem Becherglas werden 70 g Haushaltszucker in 100 ml Wasser unter Rühren gelöst. Nach Zugabe einer wässrigen Citronensäure-Lösung erhitzt man ca. 1 Stunde unter Rühren und lässt die Lösung dann abkühlen.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

Aus der zunächst farblosen Flüssigkeit entsteht beim Erhitzen eine gelbe viskose Masse: Kunsthonig. Es hat eine Inversion der Saccharose stattgefunden, bei der die Saccharose unter dem katalytischen Einfluss der Säure hydrolysiert wird. Als Reaktionsprodukte entstehen Glucose und Fructose.

**Material 1:** Experiment zur Herstellung von Kunsthonig und Strukturformel von Saccharose

Bestandteil	Prozentualer Anteil
Wasser	17,2
Fructose	38,2
Glucose	31,3
Saccharose	1,3
Maltose	7,3
Höhere Zucker	1,5
Sonstiges: Enzyme, Vitamine, Aromastoffe	2
Säuren	0,6
Mineralstoffe	0,17

Mit folgendem Experiment kann man Kunsthonig und natürlichen Honig unterscheiden: Zu einer Probe Kunsthonig und einer Probe natürlichem Honig wird etwas Stärkelösung gegeben. Man lässt die Lösungen eine Stunde im Wasserbad bei 40 °C stehen. Anschließend gibt man einige Tropfen Iod/Kaliumiodid-Lösung dazu.

In natürlichem Honig sind verschiedene Enzyme enthalten u.a. auch die Amylase. Dieses Enzym kann Polysaccharide wie Stärke in das Disaccharid Maltose aufspalten.

**Material 2:** Zusammensetzung von Honig (exemplarisch) und Informationen zu Amylase

**Material 3:** Experiment zur Unterscheidung von Honig und Kunsthonig

Die Inversion von Saccharose lässt sich mit Hilfe der Polarimetrie verfolgen. Der Drehwinkel der Lösung wurde im Verlauf der Reaktion gemessen.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

Der Drehwinkel  $\alpha$  errechnet sich aus dem spezifischen Drehwinkel  $\alpha_{sp}$ , der Massenkonzentration  $\beta$  und der Länge der Messzelle  $l$ .  $\alpha = \alpha_{sp} \cdot l \cdot \beta$

Stoff (wässrige Lösung)	D-Glucose	D-Fructose	Saccharose
spezifischer Drehwinkel in (grad · cm <sup>3</sup> )/(g · dm)	+53	-92	+66,5

**Material 4:** Versuchsauswertung zur Inversion von Saccharose und spezifische Drehwinkel von Glucose, Fructose und Saccharose

### Aufgaben

- 2.1 Geben Sie für die saure Hydrolyse von Saccharose (Inversion) die Reaktionsgleichung in Haworth-Projektionsformeln an und benennen Sie die Produkte (Material 1). Vergleichen Sie die Zusammensetzung von natürlichem Honig und Kunsthonig (Material 1 und 2).  
**(07 BE)**
- 2.2 Erläutern Sie die Iod-Stärke-Probe. Entwickeln Sie eine Hypothese über das Versuchsergebnis in Material 3 (Material 2).  
**(05 BE)**
- 2.3 Erläutern Sie anhand eines selbst gewählten Beispiels die Begriffe "optische Aktivität" und "D/L-Konfiguration" bei Kohlenhydraten unter Angabe der Fischer-Projektionsformeln.  
**(08 BE)**
- 2.4 Erklären Sie den Kurvenverlauf in Material 4. Begründen Sie, ob die Tollensprobe als Nachweis für die Inversion von Saccharose angewendet werden kann (Material 1).  
**(10 BE)**

### Aufgabe 3

#### Katalytische Prozesse in der Industrie – Erdölverarbeitung

##### Schwerpunktthema: Reaktionskinetik und Katalyse

In der chemischen Industrie nimmt das Erdöl als Rohstoff eine bedeutende Stellung ein. Die meisten chemischen Erzeugnisse lassen sich aus ca. 300 Grundchemikalien aufbauen, die heute zu ca. 90 % aus Erdöl und Erdgas gewonnen werden können.

Erdöl ist ein Gemisch aus mehreren hundert verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Durch fraktionierte Destillation kann das Erdöl in Fraktionen von Kohlenwasserstoffgemischen mit charakteristischen Siedebereichen zerlegt werden.

Ein Vergleich zwischen Angebot und Nachfrage für die einzelnen Erdölfraktionen zeigt ein Missverhältnis auf. Erdöl enthält relativ große Mengen an langkettigen, hoch siedenden Fraktionen und zu wenig der kurzkettigen, niedrig siedenden Fraktionen wie zum Beispiel Benzin (Abbildung 1).

Durch technische Prozesse wie Cracken, Isomerisierung und Hydrierung lassen sich jedoch aus den weniger benötigten Fraktionen große Mengen der benötigten Erdölkomponenten herstellen. Bei diesen Prozessen spielen Katalysatoren eine entscheidende Rolle.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Abbildung 1:** Fraktionen des Erdöls – Vorkommen (exemplarisch Zusammensetzung des Erdöls aus der Nordsee) und Bedarf

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

Um der Nachfrage an niedrig siedenden Fraktionen nachzukommen, werden hoch siedende Kohlenwasserstoffe durch Cracken in niedrig siedende überführt. Ein wichtiges Produkt beim Cracken ist zum Beispiel Ethen.

**Material 1:** Vereinfachtes Schema einer katalytischen Crack-Anlage

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Material 2:** Mechanismus der katalytischen Hydrierung von Ethen

Ein wichtiger Faktor für die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Hydrierung von Ethen an einer Katalysatoroberfläche ist das Verhältnis der Konzentrationen von Wasserstoff und Ethen. Variiert man bei konstanter Ethenkonzentration die Konzentration an Wasserstoff, so ergibt sich für die Hydrierung von Ethen an einer Metalloberfläche folgendes Ergebnis:

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Material 3 :** Reaktionsgeschwindigkeit der Metall-katalysierten Hydrierung von Ethen

**Aufgaben**

- 3.1 Stellen Sie die Schritte beim katalytischen Cracken in einer großindustriellen Anlage dar (Material 1). Erläutern Sie anhand eines selbstgewählten Beispiels unter Verwendung von Strukturformeln die Synthese von Ethen aus einem langkettigen Alkan. **(10 BE)**
- 3.2 Beschreiben Sie die Vorgänge bei der Hydrierung von Ethen an der Katalysatoroberfläche (Material 2) und erklären Sie anhand dieses Beispiels den Begriff „heterogene Katalyse“. **(06 BE)**
- 3.3 Zeichnen Sie eine grafische Darstellung der Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung. Erläutern Sie mithilfe der Grafik die Auswirkung eines Katalysators auf eine chemische Reaktion. **(06 BE)**
- 3.4 Beschreiben Sie die Grafik in Material 3. Stellen Sie eine Hypothese zur Entwicklung der Reaktionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wasserstoffkonzentration unter Berücksichtigung des Hydrierungsmechanismus auf (Material 2 und 3). **(08 BE)**

**Aufgabe 4**

**Milch - Enzyme bestimmen die Qualität**

**Schwerpunktthema: Reaktionskinetik und Katalyse**

Der Einfluss von Enzymen auf chemische Reaktionen spielt auch in der Lebensmittelindustrie eine wichtige Rolle, z.B. in der Milchverarbeitung. Ein Qualitätsparameter für Milch ist der Gehalt an freien Fettsäuren (FFA - *free fatty acids*), die schlechte Gerüche in Milchprodukten hervorrufen können. Die Überschreitung von Grenzwerten führt zu einer Reduktion des Milchpreises. Das Auftreten von FFA in Milch beruht im Wesentlichen auf der natürlichen Aktivität des Enzyms Lipoprotein-Lipase.

Da der Geruch der Milch und ihre Haltbarkeit durch die FFA beeinflusst werden, ist es für die Industrie von großem Interesse herauszufinden, wie schnell sie in der Milch entstehen und durch welche Maßnahmen der Prozess verlangsamt oder beschleunigt wird.

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i>	Natürliche Fette bestehen zum überwiegenden Teil aus Triglyceriden. Propantriol (Glycerin) ist dabei mit drei Fettsäuren (langkettige Carbonsäuren) verestert.
<b>Material 1:</b> Beispiel für ein Triglycerid (Fettmolekül) und Informationen über den strukturellen Aufbau von Fetten	

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i>	Lipasen sind Enzyme, die Esterbindungen von Fetten hydrolytisch spalten. Die katalytische Hydrolyse von Milchfett findet an der Phasengrenzfläche zwischen Wasser und Ölphase, die von den Fetttropfchen gebildet wird, statt.
<b>Material 2:</b> Schematische Darstellung der Funktion von Lipasen und Informationen zu Lipasen	

Die FFA-Konzentrationen von zwei Rohmilchproben wurde während einer fünfstündigen Lagerung gemessen:

Lagerungsdauer bei 6°C (h)	0	0,5	1	1,5	2	3	4	5
c(FFA) [mmol/kg] Milchfett in Rohmilch	17	17,5	18	18	18	18,5	19	19,5
c(FFA) [mmol/kg] Milchfett in homogenisierter* Rohmilch	25	46	55	57	59	59,5	60	60,5

**\*Homogenisierung:** Bei der Homogenisierung wird der Durchmesser der in der Milch vorhandenen Fetttropfchen stark reduziert, um eine Entmischung von Milchfett- und Wasserphase zu verhindern. Wegen der vergrößerten Gesamtoberfläche des Fettes ist die Milch leichter verdaulich.

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

**Material 3:** FFA-Konzentration in Rohmilch und homogenisierter Rohmilch und Diagrammvorlage für Aufgabe 4.3

## Aufgaben

- 4.1 Erläutern Sie die Wirkung von Enzymen auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen. **(05 BE)**
- 4.2 Geben Sie die Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die Entstehung von freien Fettsäuren (FFA) in Milch an (Material 1 und 2). Benennen Sie die Produkte und beschreiben Sie die ablaufende Reaktion. **(08 BE)**
- 4.3 Zeichnen Sie anhand der Messwerte aus Material 3 ein Konzentrations-Zeit-Diagramm für die FFA-Konzentrationen in Rohmilch und homogenisierter Rohmilch. Ermitteln Sie für die Entstehung von FFA in homogenisierter Rohmilch die Durchschnittsgeschwindigkeiten in den Lagerungszeiträumen von 0-1 und 1,2-2 Stunden. Erläutern Sie die Unterschiede der beiden Reaktionsgeschwindigkeiten. **(10 BE)**
- 4.4 Begründen Sie die Unterschiede der FFA-Konzentration in den ersten drei Stunden Lagerungszeit bei Rohmilch und homogenisierter Rohmilch (Material 2 und 3). **(07 BE)**

## Anhang

### Diagrammvorlage für Aufgabe 4.3

*Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.*

## Schriftliche Abiturprüfung 2015 im dritten Prüfungsfach

### Grundkurs Chemie

Freitag, 24. April, 9.00 Uhr

---

#### Unterlagen für Referenten und Korreferenten

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

---

#### Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
  - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
  - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
  - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
  - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
- 

#### Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schülerinnen und Schüler auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Bildung und Wissenschaft von 7.00 bis 9.30. Die von der Senatorin für Bildung und Wissenschaft vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den vier vorgelegten Aufgaben drei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Chemie den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten.
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Periodensystem der Elemente (als Bestandteil des Aufgabenvorschlages), Taschenrechner.

**Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
1.1	<p>Am zentralen Kohlenstoffatom eines <math>\alpha</math>-Aminosäure- bzw. 2-Aminosäuremoleküls sind eine Aminogruppe, eine Carboxygruppe, ein Wasserstoffatom sowie ein organischer Rest gebunden. Der Rest R kann weitere funktionelle Gruppen enthalten.</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p> <p>Aminosäuresequenz aus dem Seidenprotein Fibroin:</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p>	4	4	
1.2	<p>Bei der Sekundärstruktur 1 handelt es sich um die <math>\alpha</math>-Helix-Struktur, bei der Sekundärstruktur 2 um eine <math>\beta</math>-Faltblattstruktur.</p> <p>Die <math>\alpha</math>-Helix ist eine spiralförmige Struktur, bei der eine Polypeptid-Hauptkette den inneren Teil der Spirale bildet und die Seitenketten nach außen ragen. Diese Sekundärstruktur wird durch intramolekulare Wasserstoffbrücken-Bindungen stabilisiert.</p> <p>Das <math>\beta</math>-Faltblatt weist eine eher plattenartige Struktur auf. Zwei oder mehrere Polypeptid-Ketten liegen nebeneinander, die parallel oder antiparallel angeordnet sein können und über Wasserstoffbrücken-Bindungen intermolekular miteinander verbunden sind. Die Restgruppen (R) stehen abwechselnd oberhalb und unterhalb des gefalteten Blattes.</p>	8		
1.3	<p>Seide enthält im Wesentlichen Glycin, Alanin und Serin, also Aminosäuren mit relativ kleinen Resten, die es ermöglichen, dass die Seidenfasern in der Sekundärstruktur 2 vorliegen.</p> <p>Dabei sorgt der Zusammenhalt zwischen den einzelnen Polypeptidketten für eine hohe Reißfestigkeit und eine geringe Dehnbarkeit von Seide. Wolle muss dagegen einen hohen Anteil an der Sekundärstruktur 1 haben. Dabei ergeben sich eine größere Dehnbarkeit und Flexibilität sowie eine geringere Reißfestigkeit im Vergleich zur Seide, da man die spiralig gewundene Struktur unter Lösung der Wasserstoffbrücken-Bindungen auseinanderziehen kann, sie aber auch wieder in die ursprüngliche Form zurückkehren kann.</p>		4	3
1.4	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p> <p>Wolle und Nylon bestehen aus Polyamidketten, deren polare Amidgruppen Wasser über Wasserstoffbrücken-Bindungen binden. Weitere polare Gruppen, die weitere Wassermoleküle binden könnten, sind bei Nylon im Gegensatz zu Wolle, die über zahlreiche weitere polare funktionelle Gruppen neben den Peptidbindungen verfügt, nicht vorhanden. Daher ist die Fähigkeit, Wasser zu binden, von Nylon im Vergleich zu Wolle geringer.</p>	1	6	
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>3</b>

## Quellen

$\alpha$ -Helix: Karlson, Doenecke, Koolman: "Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler", Georg Thieme Verlag Stuttgart, 14. neubearbeitete Auflage 1994, ISBN 3-13-357814-6

Textilfasern: <http://de.wikipedia.org/wiki/Textilie> (letzter Zugriff Januar 2015)

Textilfasern: [http://www.jugend-und-bildung.de/files/860/AB\\_Stoffwechsel\\_06\\_2011.pdf](http://www.jugend-und-bildung.de/files/860/AB_Stoffwechsel_06_2011.pdf) (letzter Zugriff Januar 2015)

Technische Kunststoffe: <https://www.kunststoffe.de/themen/basics/list/technische-kunststoffe/> polyamid-pa (letzter Zugriff Januar 2015)

Abbildungen:

Foto (Schaf) : [http://www.planet-wissen.de/alltag\\_gesundheit/werkstoffe/wolle/index.jsp](http://www.planet-wissen.de/alltag_gesundheit/werkstoffe/wolle/index.jsp) (letzter Zugriff Januar 2015)

Strukturformel von Fibroin (bearbeitet): <http://de.wikipedia.org/wiki/Seide> (letzter Zugriff Januar 2015)

$\beta$ -Faltblattstruktur: <http://de.wikipedia.org/wiki/%CE%92-Faltblatt> (letzter Zugriff Januar 2015)

Nylon (Abbildungen zum Teil bearbeitet (Material 4)):

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/9/mac/stufen/polykondensation/polyamide/pafaser.vlu.html> (letzter Zugriff Januar 2015)

Allgemeine Strukturformel einer Aminosäure: [www.wikibooks.org](http://www.wikibooks.org) (letzter Zugriff Januar 2015)

**Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
2.1	<p>Inversion von Saccharose:</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p> <p>Natürlicher Honig und Kunsthonig enthalten größtenteils Wasser und Kohlenhydrate. In beiden Honigtypen liegen die Einfachzucker Glucose und Fructose vor. Im Kunsthonig ist außerdem Citronensäure vorhanden. Im Gegensatz zu Kunsthonig enthält natürlicher Honig die Zweifachzucker Saccharose und Maltose, sowie verschiedene Enzyme, Vitamine, Aromastoffe, Säuren und Mineralstoffe.</p>	2	5	
2.2	<p>Die Iodstärke-Reaktion beruht auf dem Einbau von Iod-Molekülen in die spiralförmigen Moleküle der Stärke, wobei Iodstärke als Einschlussverbindung entsteht. Sie erscheint blau.</p> <p>Daher dürfte bei natürlichem Honig keine bis schwache Blaufärbung auftreten, weil die Amylase die zugefügte Stärke aufgespalten hat und es zu keiner Iod-Stärke-Reaktion kommen kann. Bei Kunsthonig dagegen wird eine deutliche Blaufärbung zu sehen sein, hier wurde die Stärke nicht aufgespalten.</p>	2	1	2
2.3	<p>Mögliches Beispiel: Glucose</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p> <p>Die D-Glucose lässt sich mit ihrem Spiegelbild, der L-Glucose, nicht zur Deckung bringen, die Moleküle sind chiral und optisch aktiv, d.h. sie drehen die Ebene des linear polarisierten Lichtes. Die Chiralität der Glucose-Moleküle begründet sich durch das Vorhandensein von asymmetrischen C-Atomen, die jeweils über vier verschiedene Substituenten verfügen.</p> <p>Die Bezeichnung "D/L-Konfiguration" ergibt sich aus der Position der OH-Gruppe, die an dem asymmetrischen C-Atom hängt, das am weitesten von der Aldehydgruppe entfernt gebunden ist. Bei der D-Konfiguration steht die OH-Gruppe in der Fischer-Projektion rechts, bei der L-Konfiguration links.</p>	8		
2.4	<p>Wegen des rechtsdrehenden Edukts Saccharose liegt der Drehwinkel zu Beginn des Versuchs deutlich im positiven Bereich. Im Verlauf der Reaktion nimmt der Drehwinkel kontinuierlich ab, weil Saccharose in äquimolare Stoffmengen der linksdrehenden D-Fructose sowie der rechtsdrehenden D-Glucose gespalten wird. Da D-Fructose stärker linksdrehend ist als D-Glucose rechtsdrehend, weist das Produktgemisch einen negativen Drehwinkel auf. Invertierte Saccharose ist also linksdrehend.</p> <p>Mit der Tollensprobe lassen sich reduzierende Zucker wie Glucose nachweisen. Saccharose hingegen ist ein nichtreduzierender Zucker. Die Probe wird also bei den Edukten der Reaktion negativ und bei den Produkten positiv ausfallen und lässt sich damit als Nachweis für die Inversion der Saccharose einsetzen.</p>		9	1
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>12</b>	<b>15</b>	<b>3</b>

### Quellen

Graph Inversion Saccharose: Belitz, Grosch: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer Verlag 1992, S. 102.

Spezifische Drehwinkel: Beyer, Walter, Lehrbuch der Organischen Chemie, Hirzel Verlag 2004, S. 483.

Herstellung von Kunsthonig: Schwedt, Experimente mit Supermarktprodukten, VCH 2003, S. 20f.

Zusammensetzung von Honig: <http://www.lebensmittellexikon.de> (letzter Zugriff Januar 2015)

Methode der Polarimetrie: <http://www.spektrum.de/lexikon/chemie/polarimetrie/7244> (letzter Zugriff Januar 2015)

Informationen über Kunsthonig: <http://www.welt.de/wissenschaft/article4155486/Viele-verschnittene-Lebensmittel-sind-Klassiker.html> (letzter Zugriff Januar 2015)

Iod-Stärke-Probe mit Honig: [www.chids.de/dachs/expvotr/717Honig\\_Heinrich\\_unkorrigiert.doc](http://www.chids.de/dachs/expvotr/717Honig_Heinrich_unkorrigiert.doc) (letzter Zugriff Januar 2015)

**Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
3.1	<p>Im Erhitzer werden die zu spaltenden Kohlenwasserstoffe vorgeheizt und danach mit dem aus dem Regenerator kommenden <u>Katalysator</u> versetzt. Anschließend gelangt das Gemisch in den Reaktor, wo der Crackprozess bei 650° stattfindet.</p> <p>Der im Reaktor eingebaute Abscheider trennt die Crackprodukte von dem verbrauchten Katalysator ab. Die gecrackten <u>Kohlenwasserstoffe</u> werden in einen Destillationsturm geleitet. Der verbrauchte Katalysator wird im Regenerator mit Luft vermischt, wodurch er regeneriert und das entstandene Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird.</p> <p>Beim Crackprozess werden Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen homolytisch gespalten und es entstehen gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit kürzeren Kettenlängen.</p> <p>Beispiel:  <i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p>	5	5	
3.2	<p>Wasserstoff- und Ethenmoleküle werden an der Katalysatoroberfläche adsorbiert. Dabei werden Bindungen in den Ethen- bzw. Wasserstoffmolekülen gespalten. Die Wasserstoffatome werden nacheinander an die Kohlenwasserstoffmoleküle übertragen. Anschließend desorbieren die entstandenen Ethanmoleküle vom Katalysator.</p> <p>Unter einer heterogenen Katalyse versteht man einen Katalyseprozess, bei dem die Edukte und der Katalysator in unterschiedlichen Phasen vorliegen. In diesem Beispiel sind Wasserstoff und Ethen gasförmig, das Metall als Katalysator ist ein Feststoff.</p>	5	1	
3.3	<p>Ein Katalysator setzt die für eine Reaktion erforderliche Mindestenergie herab. Es sind dann mehr Teilchen befähigt, eine Reaktion einzugehen. Die Folge ist eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit.</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p>	3	3	
3.4	<p>Die Grafik zeigt die Entwicklung der Reaktionsgeschwindigkeit bei der katalysierten Hydrierung von Ethen in Abhängigkeit von der Wasserstoffkonzentration. Mit zunehmender Wasserstoffkonzentration steigt auch die Reaktionsgeschwindigkeit am Anfang proportional und dann immer schwächer. Nach Erreichen der maximalen Geschwindigkeit sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit bei zunehmender Wasserstoffkonzentration wieder.</p> <p>Bei niedriger Wasserstoffkonzentration ist die Katalysatoroberfläche vorwiegend von Ethen bedeckt, so dass die Reaktionsgeschwindigkeit durch die relativ geringe Menge an gebundenem Wasserstoff begrenzt wird. Bei zunehmender Wasserstoffkonzentration steht mehr Wasserstoff für das gebundene Ethen als Reaktionspartner zur Verfügung. Deren Umsetzung ist nicht gehindert und ergibt einen nahezu proportionalen Anstieg der Reaktionsgeschwindigkeit. Die höchste Geschwindigkeit wird erreicht, wenn die Katalysatoroberfläche etwa zur Hälfte mit Wasserstoff und Ethen besetzt ist. Bei weiter steigender Wasserstoffkonzentration wird die Oberfläche zunehmend von Wasserstoff bedeckt, so dass die Hydrierungsreaktion</p>		5	3

---

der adsorbierten Moleküle nur eingeschränkt oder gar nicht stattfinden kann. Als Folge sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit.			
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>3</b>

### Quellen

Erdölverarbeitung: Eicke, A.: Salters Chemie – Chemical Storylines, Deutsche Ausgabe, Schroedel-Verlag 2012, Seite 29-31.

Sterische Aspekte der Hydrierung (Abbildungen bearbeitet): Hawkins, S.: Technische Katalyse, VCH Verlagsgesellschaft 1996.

Cracken von Erdöl (Abbildungen bearbeitet): <http://www.seilnacht.com/Lexikon/erdoel.html> (letzter Zugriff Januar 2015)

Mechanismus der Hydrierung (Abbildung bearbeitet):

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu\\_organik/alkene/hydrierung.vlu/Page/vsc/de/ch/12/oc/alkene/hydrierungen/hydrierungen.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/alkene/hydrierung.vlu/Page/vsc/de/ch/12/oc/alkene/hydrierungen/hydrierungen.vscml.html) (letzter Zugriff Januar 2015)

Hydrierungsgeschwindigkeit (Abbildung bearbeitet):

[http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/studium/abschlussarbeiten/heterogene\\_katalyse/mechanismen/index.html](http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/studium/abschlussarbeiten/heterogene_katalyse/mechanismen/index.html) (letzter Zugriff Januar 2015).

**Aufgabe 4 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
4.1	Enzyme sind Katalysatoren; sie senken die Aktivierungsenergie und beschleunigen die Reaktion. Zwischen Enzym- und Substratmolekül entsteht zunächst ein energiereicher Übergangszustand, der als Enzym-Substrat-Komplex bezeichnet wird. Der Komplex zerfällt in die Produkte, wobei das Enzymmolekül wieder frei wird.	5		
4.2	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i>  Die drei Estergruppen des Triglycerids werden unter Anlagerung von drei Wassermolekülen aufgespalten. Es kommt zur Entstehung neuer funktioneller Gruppen, der Hydroxyl- und der Carboxylgruppen. Als Reaktionsprodukte entstehen der dreiwertige Alkohol Propantriol und drei freie Fettsäuremoleküle; bei dieser Reaktion sind das ein Stearinsäuremolekül und zwei Palmitinsäuremoleküle.	2	6	
4.3	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i>  Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit gemäß folgender Formel: $v = \Delta c / \Delta t = \Delta c(\text{FFA}) / \Delta t$ 0 h - 1,2 h: $v = (56 \text{ mmol/kg} - 25 \text{ mmol/kg}) / (1,2 \text{ h} - 0 \text{ h}) = 25,8 \text{ mmol} / (\text{kg} \cdot \text{h})$ 1,2 h - 2,5 h: $v = (59 \text{ mmol/kg} - 56 \text{ mmol/kg}) / (2,5 \text{ h} - 1,2 \text{ h}) = 2,3 \text{ mmol} / (\text{kg} \cdot \text{h})$ (Werte können geringfügig abweichen) Zu Beginn der Reaktion ist die Geschwindigkeit der Hydrolyse von Milchfett höher, aufgrund der hohen Konzentration an Triglyceriden. Im Verlauf der Reaktion wird die Konzentration an Milchfett und damit die der Triglyceride weniger, dadurch sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit.	4	6	
4.4	In den ersten drei Stunden der Lagerungszeit steigt die Konzentration von FFA bei homogenisierter Rohmilch im Gegensatz zu der unbehandelten Rohmilch stärker an. Diese Beobachtung lässt sich mit der Reduktion der Größe der Fetttropfchen bei der Homogenisierung erklären. Da die Hydrolyse des Milchfetts durch die Lipase nur an der Phasengrenzfläche stattfindet, wird bei der Homogenisierung die reaktionsfähige Oberfläche im Vergleich zu der unbehandelten Rohmilch für die Fettspaltung vergrößert. Als Folge nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit für die Bildung von FFA zu.		4	3
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>11</b>	<b>16</b>	<b>3</b>

**Quellen**

Töpel, Alfred: Chemie und Physik der Milch. Naturstoff - Rohstoff - Lebensmittel, Behr's Verlag <sup>1</sup>2004, S. 180-181.

Graph Konz. FFA/kg/h (bearbeitet): Imhof, Knecht, Bosset: Bestimmung von freien Fettsäuren in Milch und Rahm, in: FAM Information hrsg. v. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Juni 1995, 303 P/W. (letzter Zugriff Januar 2015)

Ranzigwerden der Milch: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/milch/ranzig.htm> (letzter Zugriff Januar 2015)  
Zusammensetzung der Milch: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/milch/m-zustzg.htm> (letzter Zugriff Januar 2015)  
Mechanismus Esterhydrolyse: <http://www.chempage.de/theorie/verseif.htm> (letzter Zugriff Januar 2015)  
Homogenisierung der Milch: [http://www.conatex.com/mediapool/versuchsanleitungen/VAD\\_Chemie\\_Milch-Kaese.pdf](http://www.conatex.com/mediapool/versuchsanleitungen/VAD_Chemie_Milch-Kaese.pdf) (letzter Zugriff Januar 2015)  
Bildung eines Triglycerids: <http://www.seilnacht.com/Chemie/fettre.gif> (letzter Zugriff Januar 2015)  
Wirkung von Lipasen: <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/lipasen/39519> (letzter Zugriff Januar 2015)  
FFA-Gehalt in Milch: <https://schothorst.nl/nl/downloads/download/5024?type=download> (letzter Zugriff Januar 2015)