

Abituraufgaben Fette

1980/II/1

- 1.1 Gegeben ist das Fett mit der Formel: $C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_2(C_{18}H_{31}O_2)$.
- 1.1.1 Begründen Sie den bei normaler Temperatur flüssigen Aggregatzustand dieses natürlichen Fettes. 4 BE
- 1.1.2 Die bei 1.1 gegebene Summenformel trifft auch auf andere (synthetische) Fette zu, die jedoch bei Zimmertemperatur fest sind.
Erklären Sie, worauf diese Tatsache beruht. 4 BE
- 1.1.3 Zu einem Mol des in 1.1 gegebenen Fettes wird ohne Belichtung soviel Brom gegeben, bis im Reaktionsraum keine Veränderung mehr eintritt.
a) Welche Beobachtungen kann man im Verlauf der Reaktion machen?
b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung (Summengleichung). 4 BE

1982/IV/4

4. Gegeben ist das Fett mit der Formel $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$.
- 4.1 Welchen Aggregatzustand hat das Fett bei Zimmertemperatur? Begründen Sie Ihre Aussage! 4BE
- 4.2 Das gegebene Fett wird längere Zeit mit heißer Kalilauge behandelt.
Formulieren Sie die Reaktionsgleichung! 2BE
- 4.3 Vergleichen Sie die Wasserlöslichkeit des Fettes und der Reaktionsprodukte aus Aufgabe 4.2. ! Begründen Sie Ihre Aussagen! 8BE
- 4.4 Erklären Sie unter Mitverwendung der nötigen Gleichungen die Empfindlichkeit von Alkaliseifen
a) gegen hartes Wasser und
b) gegen Mineralsäuren! 4BE
- 4.5 Die Verseifungszahl gibt die Masse Kaliumhydroxid in mg an, die zur Hydrolyse von 1 g Fett benötigt wird.
Welche Aussagen hinsichtlich der Zusammensetzung der Fettgemenge lassen die unterschiedlichen Verseifungszahlen von Kokosfett (Verseifungszahl ca. 250) und Rinderfett (Verseifungszahl ca. 180) zu? Begründen Sie Ihre Aussagen! 6BE

1984/II/3

Ein Molekül eines natürlichen Fettes enthält 57 Kohlenstoff-Atome. 1 mol dieses Fettes addiert 3 mol Brom und liefert bei der Verseifung mit Kalilauge drei unterschiedliche Salze mit gleichem Kohlenstoffgehalt.
Geben Sie eine mögliche Strukturformel für ein derartiges Fettmolekül an, und formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Verseifung

1985/III/2

- 2.1 Stellen Sie die Strukturformel für ein Fett nach eigener Wahl auf! 2
- 2.2 Fette Öle lösen sich auch bei kräftigem Schütteln nicht in Wasser.
Begründen Sie diese Tatsache! 2
- 2.3 Nach Beendigung des Schüttelns trennen sich Wasser und fettes Öl sehr rasch wieder vollständig in zwei Schichten. Bei Zusatz von Seifenlösung zu dem System Öl/Wasser bildet sich dagegen eine stabile Emulsion, eine Trennung in zwei Schichten erfolgt nicht mehr.
Begründen Sie den geschilderten Sachverhalt! 3
- 2.4.1 Die Reaktion von Fetten mit Natronlauge wird Verseifung genannt.
Formulieren Sie diesen Vorgang in einer Reaktionsgleichung, und geben Sie an, worauf sich die Bezeichnung „Verseifung“ bezieht! 3
- 2.4.2 Für die vollständige Verseifung gleicher Massen verschiedener Fette werden unterschiedliche Mengen Natronlauge benötigt.
Erläutern Sie, welchen Aufschluß der Verbrauch an Natronlauge über die Zusammensetzung des Fettes gibt! 5

2.5 Der Aggregatzustand eines Fettes (Reinstoff) bei Zimmertemperatur wird vom Molekülbau bestimmt.

Erläutern Sie diesen Sachverhalt! 4

3.1 In einem technischen Prozeß wird Glycerin mit Salpetersäure verestert.

Stellen Sie diese Reaktion in einer Strukturformelgleichung dar, und erläutern Sie, warum die Bezeichnung „Nitroglycerin“ für das Reaktionsprodukt aus chemischer Sicht unzutreffend ist! 3

1986/I/1.2

2 Ein Fett unbekannter Struktur ist optisch aktiv. Nach Verseifen des Fettes und Ansäuerung erhält man Palmitinsäure (n-Hexadecansäure) und Ölsäure (cis-9-Octadecensäure) im Stoffmengenverhältnis 2 : 1.

2.1 Erstellen Sie die Strukturformeln des Fettmoleküls, und kennzeichnen Sie das Chiralitätszentrum im Molekül! 3

2.2 Erklären Sie den Begriff „optische Aktivität“, und beschreiben Sie kurz, wie man mit physikalischen Hilfsmitteln die optische Aktivität einer Substanz nachweisen kann! 4

2.3 Beschreiben und formulieren Sie den Vorgang der Verseifung des unter Nr. 2.1 beschriebenen Fettes, und erklären Sie unter Mitverwendung von schematischen Zeichnungen die Wirkungsweise der dabei entstehenden waschaktiven Substanzen!

1987/III/4

4 Eine Lösung des Natriumsalzes der Ölsäure ($C_{17}H_{33}COONa$) in Wasser wird mit Salzsäure angesäuert.

4.1 Beschreiben Sie die Beobachtungen, und begründen Sie unter Mitverwendung einer Summengleichung den Reaktionsverlauf! 5

4.2 Erhitzt man bei Raumtemperatur flüssige Ölsäure unter Luftausschluß längere Zeit auf ca. 200 °C, so erhält man ein bei Raumtemperatur festes Reaktionsprodukt der Zusammensetzung $C_{17}H_{33}COOH$.

Erläutern Sie diesen Vorgang unter Mitverwendung von Strukturformelausschnitten! 5

1988/I/3

3 Fette und fette Öle sind in Abhängigkeit von ihren Bausteinen feste, halb feste oder flüssige Produkte von Pflanzen und Tieren.

3.1 Beschreiben Sie unter Mitverwendung eines selbstgewählten Formelbeispiels den chemischen Aufbau eines Fettes bzw. fetten Öles! 3

3.2 Entscheiden Sie, ob das von Ihnen unter Nr. 3.1 formulierte Fettmolekül optische Aktivität zeigt!

Begründen Sie Ihre Entscheidung, und geben Sie gegebenenfalls an, wie das von Ihnen unter Nr. 3.1 formulierte Fettmolekül aufgebaut sein müßte, damit es optische Aktivität zeigt! 2

1989/III/3

3 Die „Iodzahl“ gibt an, wieviel Gramm Iod 100 g Fett addieren können.

3.1 Für ein als Reinstoff vorliegendes Fett mit der molaren Masse

$M = 874 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ wurde die Iodzahl 232,3 ermittelt.

Berechnen Sie die Zahl der pro Fettmolekül vorhandenen C,C-Doppelbindungen! 5

3.2 Nennen und begründen Sie zwei zu erwartende Eigenschaften dieses Fettes, die auf das Vorhandensein der C,C-Doppelbindungen im Molekül zurückzuführen sind! 4

3.3 Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem Sie den allen Fetten und fetten Ölen gemeinsamen chemischen Baustein qualitativ nachweisen können, und formulieren Sie gegebenenfalls die entsprechende Reaktion! 3

1990/I/2

2 Glycerin (1,2,3-Propantriol) bildet mit der gleichen Stoffmenge Stearinsäure (n-Octadecensäure) und der doppelten Stoffmenge Ölsäure (cis-9-Octadecensäure) ein Fett.

- 2.1 Geben Sie für eines der möglichen Fettmoleküle die Strukturformel an! 2
 2.2 Begründen Sie die Konsistenz dieses Fettes bei Zimmertemperatur! 3
 2.3 Das Fett wird einige Zeit mit konzentrierter Natronlauge erhitzt. Formulieren Sie die Gleichung für die eintretende Reaktion! Erklären Sie unter Mitverwendung von schematisierten Zeichnungen die Wirkungsweise der dabei entstehenden waschaktiven Substanzen! 5

1992/II/3

- 3 Fette sind wichtige Ausgangsstoffe für die Herstellung waschaktiver Substanzen.
 3.1 Formulieren Sie die Strukturformel für ein Fettmolekül, das 57 Kohlenstoffatome enthält, zwei Moleküle Brom addieren kann und bei der Hydrolyse insgesamt drei unterschiedliche Moleküle liefert! 4
 3.2 Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die Verseifung der unter Nr. 3.1 beschriebenen Verbindung mit Natronlauge auf! 2

1993/II/3.1

- 3 Die Moleküle eines synthetischen Fettes werden durch die Formel $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$ beschrieben.
 3.1 Geben Sie an, welchen Aggregatzustand dieses Fett bei Zimmertemperatur hat, und begründen Sie Ihre Aussage! 4
 3.2 Das gegebene Fett wird längere Zeit mit Kalilauge gekocht. Formulieren Sie die Gleichung für die eintretende Reaktion! 2
 3.3 Die Verseifungszahl gibt die Masse Kaliumhydroxid in Milligramm an, die zur Hydrolyse von 1 g Fett benötigt wird. Erläutern Sie, worauf der Unterschied in den Verseifungszahlen von Kokosfett (Verseifungszahl ca. 250) und Rinderfett (Verseifungszahl ca. 190) zurückzuführen ist! 6
 4 Das beim biologischen Fettabbau entstehende Glycerin wird zu Glycerinaldehyd oxidiert.
 4.1 Nennen Sie die Hauptabschnitte des biologischen Abbaus von Glycerinaldehyd zu Kohlenstoffdioxid und Wasser! 3
 4.2 Erläutern Sie den Hauptabschnitt des Abbauweges, bei dem am meisten Adenosintriphosphat entsteht! 7

1994/II/3

- 3 Die Fette A, B, und C enthalten, bezogen auf den Gesamtfettsäuregehalt, folgende Fettsäureanteile:

Fett A	Fett B	Fett C
1 /3 Stearinsäure (Octadecansäure);	2 /3 Stearinsäure; 1 /3 Ölsäure;	1 /3 Stearinsäure; 1 /3 Butansäure
2 /3 Ölsäure (cis-9-Octadecensäure);		; 1 /3 Ölsäure.

- 3.1 Geben Sie die Strukturformel eines Fettmoleküls an, das den Vorgaben zu Fett C entspricht! 2BE
 3.2 Ordnen Sie die Fette A, B und C nach steigenden Schmelzbereichen und begründen Sie Ihre Zuordnung! 4BE
 3.3 Vergleichen Sie die drei Fette im Hinblick auf ihre Iodzahlen, und erklären Sie die Unterschiede! (Die Iodzahl gibt an, wie viele Gramm Iod von 100 g Fett addiert werden können. 5BE)

1995/IV/3

- 3 Ein Fett (Reinstoff) kann mit der Formel $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$ beschrieben werden.

- 3.1 Stellen Sie eine Strukturformel für das Molekül dieses Fettes auf! 2
 3.2 Begründen Sie aus dem Molekülbau den Aggregatzustand des Fettes bei Zimmertemperatur! 4

1998/II/3.1.

- 3 Wichtige Reservestoffe der Organismen gehören der Stoffklasse der Ester an.
 3.1 Ein typischer Bestandteil eines natürlichen Fettes hat die Summenformel $C_3H_5(C_{12}H_{23}O_2)(C_4H_7O_2)(C_{18}H_{29}O_2)$.
 3.1.1 Zeichnen Sie eine mögliche Strukturformel dieses Fettbestandteils! 3
 3.1.2 Dieser Fettbestandteil wird nach seiner Isolierung mit Brom umgesetzt. Schildern und erklären Sie die Beobachtungen! Formulieren Sie die Reaktionsgleichung! 6

1998/III/4.2

- .1 Fette Öle lösen sich auch bei kräftigem Schütteln nicht in Wasser. Nach dem Schütteln schwimmt wieder eine Ölschicht auf dem Wasser. Bei Zusatz von Seifenlösung zu dem System Öl / Wasser bildet sich dagegen eine stabile Emulsion. Begründen Sie diese Sachverhalte! 4
 4.2 Die Reaktion von Fetten mit Natronlauge wird Verseifung genannt. Für die vollständige Verseifung von Stoffportionen gleicher Masse werden für verschiedene Fette unterschiedliche Mengen Natriumhydroxid verbraucht. Legen Sie dar, welche Informationen aus einem hohen Verbrauch an Natriumhydroxid abgeleitet werden kann! 4

1999/III/3

- 3 Das Erweichungsintervall der Fette ist abhängig von den in den Molekülen gebundenen Fettsäureresten. Gegeben ist ein Fett mit der Formel $C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_2(C_{18}H_{31}O_2)$.
 3.1 Begründen Sie den bei Zimmertemperatur flüssigen Aggregatzustand dieses natürlichen Fettes! 5
 3.2 Die unter Nr. 3 gegebene Formel trifft auch auf andere (synthetische) Fette zu, die jedoch bei Zimmertemperatur fest sind. Erklären Sie den Befund! 3
 3.3 Die Iodzahl gibt an, wie viel Gramm Iod an 100 g Fett addiert werden können. Ermitteln Sie für das unter Nr. 3 angegebene Fett die Iodzahl! 4
 4 Während Fette technisch vielfach durch Wasserdampf bei hoher Temperatur hydrolysiert werden, erfolgt die biochemische Umsetzung in Glycerin und Fettsäuren im Organismus bereits bei Körpertemperatur.
 4.1 Erklären Sie die unterschiedlichen Temperaturerfordernisse für die technische und die biochemische Fetthydrolyse! 3
 4.2 Stellen Sie die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeit der biochemischen Fetthydrolyse grafisch dar und erklären Sie den Kurvenverlauf! 5

2002/III/4.1

- 4 Die Härtung pflanzlicher Öle ist die Grundlage der Margarineherstellung.
 4.1 Erstellen Sie die Strukturformel eines charakteristischen Bestandteils eines fetten Öls und formulieren Sie, von diesem Edukt ausgehend, die Reaktionsgleichung für den Vorgang der Fetthärtung! Geben Sie die Reaktionsbedingungen an! 5
 4.2 Das gehärtete Produkt wird längere Zeit mit Natronlauge gekocht; dabei erhält man unter anderem ein Tensid.
 4.2.1 Erstellen Sie die Strukturformelgleichung für die ablaufende Reaktion! 2
 4.2.2 Erklären Sie
 a. unter Mitverwendung beschrifteter Skizzen die Waschwirkung dieses Tensids und

- b. unter Mitverwendung von Reaktionsgleichungen die Nachteile dieses Tensids beim Waschvorgang! 8

2003/III/3.1

- 3.1 Zwei isomere Triacylglycerinmoleküle mit gleich langen, unverzweigten Säureresten unterscheiden sich in ihrem Aggregatzustand bei Zimmertemperatur. Erläutern Sie diesen Sachverhalt ausführlich. 5
- 3.2 Die Verseifungszahl gibt die Masse Kaliumhydroxid in Milligramm an, die zur vollständigen Hydrolyse von 1 g Fett benötigt wird. Erläutern Sie, worauf der Unterschied in den Verseifungszahlen von Kokosfett (Verseifungszahl ca. 250) und Rinderfett (Verseifungszahl ca. 190) zurückzuführen ist! 6

2006/IV/2

- 2 Fette sind wichtige Nahrungsbestandteile.
- 2.1 Die chemische Analyse eines Fettes umfasst die qualitative und die quantitative Bestimmung der jeweiligen Fettsäurereste. Zur quantitativen Analyse des mit der Baeyer-Probe qualitativ nachgewiesenen Strukturelements ermittelt man die "Iodzahl". Diese Kennzahl gibt an, wie viel Gramm Iod von 100 g eines Fettes addiert werden können.
- 2.1.1 Für ein als Reinstoff vorliegendes Fett mit der molaren Masse $M(\text{Fett}) = 874 \text{ g/mol}$ wurde die Iodzahl 232,3 ermittelt. Treffen Sie eine durch Rechnung begründete quantitative Aussage über das für die Addition von Iod verantwortliche Strukturmerkmal der untersuchten Fettmoleküle! 3
- 2.1.2 Das folgende Diagramm zeigt die Schmelztemperaturen homoacider Triacylglycerine. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen der Struktur der Fettsäurereste und den gemessenen Schmelztemperaturen!

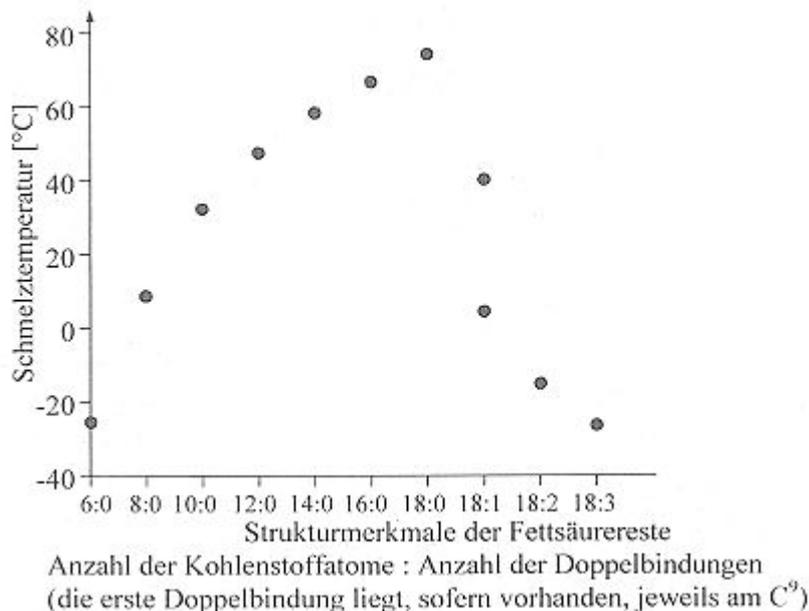


Abb. 1: Schmelztemperaturen homoacider Fette

7 BE

- 2.2 Acrolein (Propenal) ist eine sehr giftige Flüssigkeit von stechendem Geruch. Es kann durch Erhitzen von Glycerin mit wasserentziehenden Mitteln hergestellt werden. Acrolein entsteht auch beim Überhitzen von Fetten und ist für den scharfen Geruch beim Anbrennen von Fetten verantwortlich.

2.2.1 Formulieren Sie eine Strukturformelgleichung für die Bildung von Acrolein aus Glycerin und begründen Sie das Entstehen von Acrolein beim Überhitzen von Fetten!
3 BE

2.2.2 Beschreiben Sie den räumlichen Bau des Acroleinmoleküls unter Mitverwendung einer beschrifteten Orbitalskizze!
Vergleichen Sie die Bindungslängen der beiden C,C-Bindungen im Molekül mit den C,C-Bindungslängen im Propenmolekül und begründen Sie Ihre Aussage! 7 BE

2007/C2

1 Omega-3-Fettsäuren sind essentielle ungesättigte Fettsäuren. Die Positionsangabe „3“ bedeutet, dass sich die erste Doppelbindung vom Methylende aus gezählt zwischen dem C³- und dem C⁴-Atom befindet.

Schmelztemperatur [°C]	- 5	- 11	16	- 54	- 44,5
Distelöl	75	0	<10	0	0
Sonnenblumenöl	65	0	<10	0	0
Walnussöl	62	9	<10	0	0
Sesamöl	59	13	<10	0	0
Sojaöl	57	8	<10	0	0
Weizenkeimöl	56	7	15	0	0
Leinöl	13	53	20	0	0
Rapsöl	22	9	60	0	0
Olivenöl	10	0	76	0	0
Lebertran	6	1	51	10	10
Fischöl	17	0	28	18	12

Fettsäuren: Schmelztemperaturen und Vorkommen (Massenprozent) in verschiedenen Fetten. Die Angabe 18:2 bedeutet, dass das Fettsäure-Molekül 18 C-Atome und 2 Doppelbindungen enthält.

1.1 Erläutern Sie mit Hilfe der Tabelle, welche Nahrungsmittel zur Therapie eines Mangels an Omega-3-Fettsäuren besonders empfohlen werden können!4 BE

1.2 Vergleichen Sie die Schmelztemperaturen von Ölsäure und Cervonsäure und begründen Sie die Unterschiede aus dem Molekülbau!7 BE

1.3 Aus Fettsäuren und Glycerin kann der Emulgator E 471 hergestellt werden, ein Mono-acylglycerin. Emulgatoren verhindern die Entmischung von Öl-Wasser-Gemischen. Erläutern Sie unter Mitverwendung der Strukturformel eines Monoacylglycerins von Linolsäure diese Emulgatorwirkung!6 BE

2011/C1

Die Sojabohne ist aufgrund ihres hohen Gehalts an verschiedenen Nährstoffen von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wesentlichen Inhaltsstoffe in einer frischen Sojabohne.

Tab. 1: Anteil verschiedener Nahrungsbestandteile in frischen Sojabohnen¹

	Anteil [mg/100g]
Kohlenhydrate	
Glucose, Fructose, Maltose, Lactose	0
Saccharose	396
Oligosaccaride: v. a. Stachyose	9000
Stärke	4
stickstoffhaltige Verbindungen	
Proteine	37000
Harnsäure	190
Purine	63
in den Fettmolekülen gebundene Fettsäuren	
Dodecansäure (Laurinsäure)	22
Tetradecansäure (Myristinsäure)	43
Hexadecansäure (Palmitinsäure)	2314
Octadecansäure (Stearinsäure)	778
Eicosansäure (Arachinsäure, C ₂₀ H ₄₀ O ₂)	65
Docosansäure (C ₂₂ H ₄₄ O ₂) (Behensäure)	22
(Z)-Hexadec-9-ensäure (Palmitoleinsäure)	43
(Z)-Octadec-9-ensäure (Ölsäure)	4973
(Z)-Eicos-11-ensäure (C ₂₀ H ₃₈ O ₂) (Icosensäure)	43
all-(Z)-Octadec-9,12-diensäure (Linolsäure)	11914
all-(Z)-Octadec-9,12,15-triensäure (Linolensäure)	1405

Abbildungen und Tabellen; verändert nach: http://www.daskochrezept.de/bundeslebensmittelschlüssel/naehrwerte/sojabohnen-reiffrisch_H760111_2.html verändert nach: L. Stryer: *Biochemie*. Spektrum-Verlag, Heidelberg 2003, 5. Aufl., S. 781

2 In Sojabohnen ist der Fettanteil höher als der Kohlenhydratanteil.

2.1 Zeichnen Sie die Strukturformel eines natürlichen Triacylglycerinmoleküls mit drei verschiedenen Fettsäuren! Wählen Sie dazu aus der Tab. 1 jeweils eine gesättigte, eine einfach ungesättigte und eine mehrfach ungesättigte Fettsäure aus! [6 BE]

2.2 Aus Sojabohnen kann der Fettanteil extrahiert werden.

Stellen Sie eine begründete Hypothese auf, ob hierbei ein bei Raumtemperatur flüssiges Öl oder festes Fett gewonnen wird, und erläutern Sie Ihre Aussage auch mithilfe der Molekülstruktur! [6 BE]