


Lehrerversuch – Bestimmung der Iodzahl

Die Iodzahl ist eine der Kenngrößen für Fette und gibt die Masse an Iod an, welche an die Doppelbindungen des ungesättigten Fetts addiert werden kann. Sie ist also ein Maß dafür, wie viele ungesättigte Fettsäuren ein Fett (z. B.: Speiseöl) enthält. Für Menschen ist es besonders wichtig viele ungesättigte Fettsäuren durch die Nahrung aufzunehmen, da manche von ihnen nicht vom menschlichen Körper hergestellt werden können. Es bietet sich an, die ersten Versuchsschritte bereits vor der Unterrichtsstunde zu erledigen, damit der Zeitaufwand nicht zu groß wird.

Gefahrenstoffe		
1 - Butanol	H: 225 - 318 - 336	P: 210 - 233 - 305 + 351 +338 - 313 -280
Iod	H: 332 - 312 - 400	P: 273 - 302 + 352
Stärkelösung (1%ig)	H: -	P: -
Natriumthiosulfatlösung (0,1 M)	H: -	P: -
Salicylsäure	H: 302 - 318 -315 - 335	P: 261 - 270 - 280 - 302 + 352 - 305 + 351 + 338
Speiseöl	H: -	P: -
		

Materialien: Magnetrührer, 100 mL Erlenmeyerkolben, 300 mL Erlenmeyerkolben, Bürette, Stativmaterial, Becherglas, 10 mL Pipette

Chemikalien: 1-Propanol, Iod, Stärkelösung, Natriumthiosulfat, Salicylsäure, Speiseöl

Durchführung: Im 100 mL Erlenmeyerkolben werden 8,47 g Iod in 50 mL 1-Propanol unter Erwärmen gelöst und nach dem Abkühlen der Lösung mit 1-Propanol auf 100 mL aufgefüllt. Zur Herstellung der Stärkelösung wird 1 g Stärke in 100 mL Wasser gelöst und bis zum Sieden erhitzt, anschließend wird 0,1 g Salicylsäure hinzugegeben.

Es werden im 300 mL Erlenmeyerkolben 0,16 g des Öls in 10 mL 1-Propanol gelöst (eventuell leicht erhitzen). Nachdem die Lösung abgekühlt

ist werden 10 mL der Iodlösung hinzupipettiert und anschließend langsam 80 mL Wasser hinzugegeben. Der Kolben wird mit einer Petrischale verschlossen und ca. 7 Minuten stengelassen.

Nun wird das überschüssige Iod gegen Natriumthiosulfatlösung zurücktitriert. Zunächst wird titriert, bis sich eine leichte Gelbfärbung ergibt, dann werden 2 mL der Stärkelösung hinzugegeben und bis zur Entfärbung weiter titriert (siehe Abbildung 1).

Abschließend wird die Blindprobe durchgeführt, wozu zunächst 10 mL der Iodlösung gegen Natriumthiosulfatlösung titriert werden, bis ein Aufhellen zu erkennen ist. Dann werden 80 mL Wasser und 2 mL Stärkelösung hinzugegeben und bis zur Entfärbung titriert.

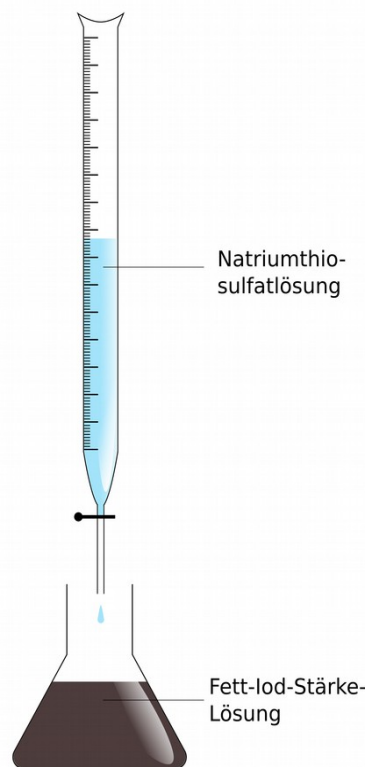
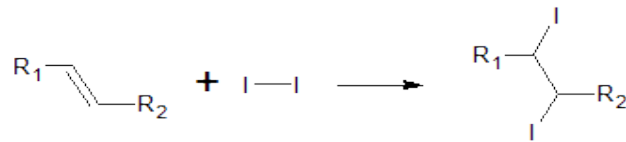


Abbildung 1: Die Titration von Natriumthiosulfatlösung zu der Probelösung.

Beobachtung: Wenn die Fettlösung mit der Iodlösung zusammengegeben wird entsteht eine orangefarbene Lösung, welche bei der Titration mit Natriumthiosulfatlösung gelblich wird. Nach Zugabe von Stärke wird die Lösung schwarz und entfärbt sich bei weiterer Titration mit Natriumthiosulfatlösung. In der Blindprobe werden 23,4 mL

Natriumthiosulfatlösung bis zur Entfärbung hinzutitriert und bei der Probelösung 9,1 mL.

Deutung: Das Iod wird an die Doppelbindungen des Speiseöls addiert, wobei folgende Reaktion abläuft



Die Iodzahl IZ ist definiert als die Masse Iod in Gramm, die an 100 g des jeweiligen Fettes angelagert wird. Wenn weniger als 100 g Fett verwendet werden lässt sie sich nach folgender Formel berechnen

$$IZ = \frac{m(I_2) \cdot 100}{m(\text{Fett})} .$$

Um die Masse des addierten Iods zu berechnen, wird zunächst die Stoffmenge benötigt. Diese ergibt sich aus der Hälfte der Stoffmenge von Natriumthiosulfat (da pro Umsatz eines Iodmoleküls zwei Thiosulfatsmoleküle notwendig sind). Es gilt

$$n(I_2) = \frac{n(\text{Na}_2\text{SO}_3)}{2} .$$

Die Stoffmenge des Natriumthiosulfats lässt sich aus der Konzentration und dem zugegebenen Volumen errechnen, es gilt

$$n(I_2) = 0,5 \cdot c(\text{Na}_2\text{SO}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{SO}_3) .$$

Die Stoffmenge an addiertem Iod ergibt sich aus der Differenz zwischen der Stoffmenge der Blindprobe und der Probelösung. Wird die Beziehung $m = n \cdot M$ und die obige Gleichung nacheinander eingesetzt ergibt sich

$$n(I_2)_{\text{add}} = n(I_2)_{\text{Blind}} - n(I_2)_{\text{Probe}}$$

$$m(I_2) = M(I_2) \cdot [n(I_2)_{\text{Blind}} - n(I_2)_{\text{Probe}}]$$

$$m(I_2) = 0,5 \cdot M(I_2) \cdot c(\text{Na}_2\text{SO}_3) \cdot [V_{\text{Blind}}(\text{Na}_2\text{SO}_3) - V_{\text{Probe}}(\text{Na}_2\text{SO}_3)] ,$$

Wird nun die Konzentration von 0,1 mol/L und die molare Masse von I₂ eingesetzt ergibt sich schließlich die Formel zur Errechnung der Masse an addiertem Iod

$$m(I_2)_{add} = 12,69 \text{ g/L} \cdot [V_{Blind} - V_{Probe}] ,$$

woraus sich nun die Iodzahl berechnen lässt. Für die gemessenen Werte von $V_{blind} = 23,4 \text{ mL}$ und $V_{probe} = 9,1 \text{ mL}$ ergibt sich bei einer Fettmasse von 7,23 g folgende Iodzahl

$$IZ = \frac{12,69 \text{ g/L} \cdot [V_{Blind} - V_{Probe}] \cdot 100}{m_{Fett}} = \frac{12,69 \text{ g/L} \cdot [23,4 - 9,1] \cdot 0,1 \text{ L}}{0,2 \text{ g}} = 90,1 .$$

Für Sonnenblumenöl wird eine Iodzahl von ungefähr 132 angegeben^[2], was eine Abweichung des gemessenen Wertes von ungefähr 32 % bedeutet. Ein Grund dafür kann sein, dass die Iodatome noch nicht an alle Doppelbindungen addiert wurden. Dieser Fehler kann verhindert werden, indem die Lösung nach der Zugabe der Iodlösung länger stehen gelassen wird. Weitere Fehlerquellen sind Ungenauigkeiten bei der Titration.

Literatur:

[1] S. Henkel,

http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0219Bestimmung_der_Iodzahl_im_Schuelerversuch.pdf (Zuletzt abgerufen am 12.08.15 um 14:20 Uhr)

[2] <http://www.lebensmittelwissen.de/lexikon/j/jodzahl.php> (Zuletzt abgerufen am 12.08.15 um 14:22 Uhr)

Der Versuch eignet sich gut, um einige bereits gelernte Fähigkeiten bei den SuS zu trainieren. So kann die Titration von SuS durchgeführt werden, wobei auf sauberes Arbeiten zu achten ist. Die Auswertung des Versuchs trainiert den Umgang mit bekannten Formeln und stellt eine gute Übung darin dar. Es können auch verschiedene Öle und Fette von verschiedenen Gruppen untersucht (Vorbereitung der Lösungen durch die Lehrkraft) und die Ergebnisse später verglichen werden. Es kann darüber diskutiert werden, wie aussagekräftig die Iodzahl überhaupt ist und ob noch weitere Informationen für eine Qualitätsbeurteilung des Öls notwendig sind, wofür Vorwissen über essentielle Fette notwendig ist. Bei der Vorbereitung des Versuchs ist es besonders wichtig darauf zu achten, dass das Fett gut gelöst wird, da sich sonst zwei Phasen bilden und nicht an alle Doppelbindungen Iod addiert wird.