

## Bestimmung des Ascorbinsäuregehalts einer Vitamin C-Brausetablette durch Redoxtitration

Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Gesundheitserziehung, Ernährung
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Hinweis	Vor jedem erstmaligen Umgang mit einem bestimmten Gefahrstoff bzw. einer Gefährdungsquelle im Unterricht ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und zu dokumentieren.

### Didaktischer Kommentar

Die Redoxtitration von Vitamin C-Brausetabletten eignet sich gut, um den Themenbereich Redoxreaktionen und Redoxtitration der Seminarsitzung 9 des Rahmenplans zur ILV zu wiederholen. Die Fähigkeit Redoxreaktionen sicher aufstellen zu können, ist unter anderem wesentlich für Lernbereich 8 der Jahrgangsstufe 12. Gleichzeitig ist die Ascorbinsäure thematisch im Lernbereich 2 (Lebensmittelchemie) der 11. Jahrgangsstufe verortet. Auch gelingt durch das eigenständige Experimentieren eine Förderung und Vertiefung der Experimentierkompetenzen gemäß Lernbereich 1 der 11. Jahrgangsstufe.

Je nach Leistungsstand der SuS kann die Doppelstunde im problemorientierten Unterrichtsverfahren materialgeleitet mit einer Fragestellung starten (z. B.: Wieviel Vitamin C steckt wirklich in einer Brausetablette?). Die SuS lösen dann die Aufgabenstellung in Kleingruppen eigenständig. Ebenso möglich ist aber auch eine Wiederholung der Prinzipien der Redoxreaktionen sowie der Titration gefolgt von einem geleiteten von SuS durchgeführten Experiment.

Die vorgeschlagene Titration wird im Halbmikromaßstab durchgeführt.<sup>1</sup> Natürlich kann, bei entsprechender Ausstattung, die Titration auch im Labormaßstab durchgeführt werden. Die Mengenangaben sind in diesem Fall anzupassen. Der Vitamin C-Gehalt der verschiedenen Nahrungsergänzungsmittel ist unterschiedlich. Entsprechend muss die Konzentration der Iodat-Lösung angepasst werden, damit die Titration mit einer Spritze durchgeführt werden kann.

### Vorbereitungen:

<sup>1</sup> Bauer, C., Blachut, K., Andre, C. (2021). Chemie? - Aber sicher! Experimente kennen und können!. (n.p.): Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP).



### Herstellung der Probelösung

Eine Brausetablette wird in etwas destilliertem Wasser in einem 100 mL-Maßkolben gelöst. Anschließend wird die Kohlenstoffdioxidentwicklung abgewartet und der Maßkolben auf 100 mL aufgefüllt.

### weitere Chemikalien:

frische Stärke-Lösung, Kaliumiodidlösung 5%, Kaliumiodat-Titrierlösung 1 N ( $\frac{1}{60}$  mol/L), Schwefelsäure 1 mol/L

### Materialien (pro Gruppe)

25 mL-Erlenmeyerkolben, 1 mL-Tuberkulinspritze mit präparierter Eppendorf-Pipettenspitze<sup>1</sup>

### Hinweise zur Halbmikrotitration

Die Halbmikrotitration ist eine Möglichkeit mit Materialien aus der Medizintechnik eine Titration durchzuführen. Es sind keine klassischen Titrationsapparaturen notwendig. Auch wird mit wesentlich geringeren Stoffmengen gearbeitet, was von Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführte Experimente in größeren Lerngruppen erleichtert. Hinweise zum Arbeiten im Halbmikromaßstab finden sich im Kapitel Arbeitstechniken des Akademieberichts 457<sup>1</sup>.



## Aufgabenstellung

1. In den Erlenmeyerkolben werden folgende Stoffe gegeben:

3 mL Probelösung

10 mL Wasser (dest.)

3 Tropfen Stärke-Lösung

10 Tropfen Schwefelsäure

10 Tropfen Kalium**iodid**-Lösung

Die Spritze wird mit Kalium**iodat**-Lösung befüllt. Achten Sie darauf, dass sich keine Luftblasen in der Spritze befinden.

2. Starten Sie die Titration durch langsames Zutropfen der Iodat-Lösung. Der Erlenmeyerkolben muss dabei immer leicht geschwenkt werden, damit sich die Reagenzien besser vermischen. Die Titration ist beendet, wenn sich die Lösung blau-violett färbt. Notieren Sie den Verbrauch der Kaliumiodat-Lösung.

3. Um den Äquivalenzpunkt einer Titration ohne Messsonde zu bestimmen, werden bei der Säure-Base-Titration oft Indikatoren zugesetzt. Erläutern Sie, wodurch der Farbumschlag bei dieser Titration verursacht wird. Hinweis: Erinnern Sie sich an die Nährstoffnachweise zurück.

4. Stellen Sie die Redoxgleichung mit Teilgleichungen auf.

Hinweise: Bestimmen Sie hierzu zunächst die Oxidationszahlen der mit einem roten Stern markierten Kohlenstoffatome der oxidierten bzw. reduzierten Form von Ascorbinsäure aus Abbildung 2.

Während der Titration reagieren Iodat-Teilchen zu Iodid-Teilchen.

5. Berechnen Sie die Menge an Ascorbinsäure Ihrer Probelösung in Milligramm und berechnen Sie davon ausgehend anschließend die Menge an Ascorbinsäure einer Brause-tablette.

## Material

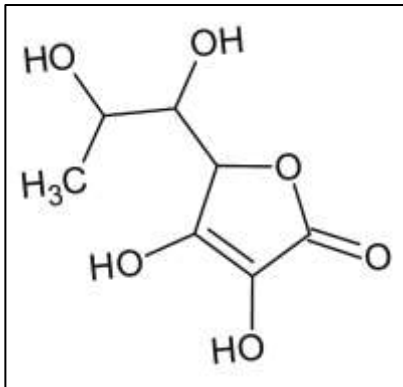


Abb.1: Strukturformel von Ascorbinsäure

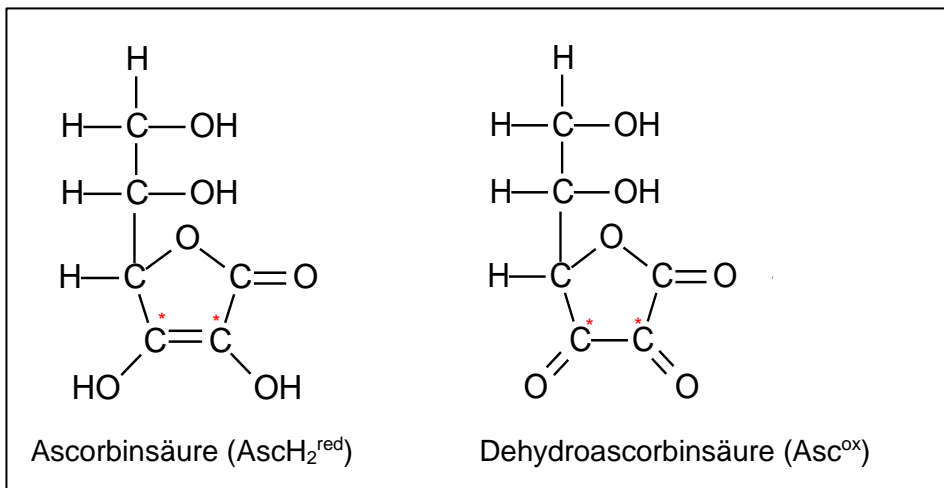


Abb.2: Strukturformeln der reduzierten ( $\text{AscH}_2^{\text{red}}$ ) und oxidierten Form ( $\text{Asc}^{\text{ox}}$ ) der Ascorbinsäure

### Infotext<sup>2</sup>:

Ascorbinsäure (Vitamin C) ist ein farb- und geruchloser, kristalliner, gut wasserlöslicher Feststoff mit saurem Geschmack. Eine wichtige Eigenschaft ist die physiologische Wirkung als Vitamin beim Menschen. Ein Mangel kann die Krankheit Skorbut auslösen.

In der Nahrung kommt Vitamin C vor allem in Obst und Gemüse vor. Zitrusfrüchte wie Orangen, Zitronen und Grapefruits enthalten – in reifem Zustand unmittelbar nach der Ernte – viel Vitamin C. Grünkohl, Rotkraut und Weißkraut sind ebenfalls Vitamin C-Lieferanten. Sauerkraut (= verarbeitetes Weißkraut) war lange Zeit in der Seefahrt von Bedeutung, wo ein haltbares Vitamin C-reiches Nahrungsmittel benötigt wurde. Die höchsten natürlichen Vitamin C-Konzentrationen wurden in der Buschpflaume gefunden.

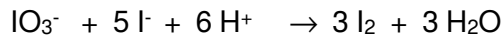
<sup>2</sup> verändert nach: Wikipedia-Autoren. (2002b, Juni 11). *Ascorbinsäure*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Ascorbins%C3%A4ure>



## Lösungshinweise

### zu 3.:

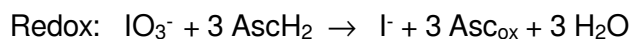
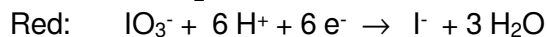
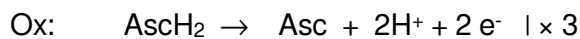
Der Stärkenachweis dient in der Titration zur Anzeige des Äquivalenzpunktes. Sind alle Ascorbinsäure-Teilchen oxidiert, können keine Iodat-Teilchen mehr zu Iodid-Teilchen reagieren. Iodid- und Iodat-Teilchen reagieren dann weiter zu Iod-Teilchen. Iod- und Stärke-Teilchen führen dann zu einem positivem Stärkenachweis.



### Hintergrundinformation:

Es liegen auch zu Beginn bereits Iodid- und Iodat-Teilchen in der Lösung vor. Hierbei ist aber die Reaktionsgeschwindigkeit der Redoxreaktion mit den Ascorbinsäure-Teilchen wesentlich schneller als die Reaktion zu Iod-Molekülen. Folge: Erst wenn alle Ascorbinsäure-Teilchen reagiert haben, wird der Stärkenachweis positiv.

### zu 4.:



### zu 5.:

Beispiel: Verbrauch Iodat-Lösung von 1 mL

#### Stoffmenge an Iodat

$$n = c \cdot v$$

$$n = 0,0167 \text{ mol/L} \cdot 0,001 \text{ L}$$

$$n = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

#### Äquivalentkonzentration an Ascorbinsäure

pro Iodat-Teilchen reagieren drei Ascorbinsäure-Teilchen

$$n_{\text{Asc}} = 3n_{\text{Iodat}}$$

$$n_{\text{Asc}} = 5,01 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

#### Masse an Ascorbinsäure in der Probenlösung

$$M_{\text{Asc}} = 176,13 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m_{\text{Asc}} = 5,01 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot 176,13 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{Asc}} = 8,82 \text{ mg}$$

In der Probenlösung befinden sich 8,82 mg Ascorbinsäure.

#### Masse in einer Brausetablette

Die ursprüngliche Entnahmemenge aus der Probenlösung betrug 3 mL. Die Brausetablette wurde in 100 mL aufgelöst. Daher gilt:

$$m_{\text{Asc}}^{\text{ges}} = 8,82 \text{ mg} \cdot 33,3$$

$$m_{\text{Asc}}^{\text{ges}} = 293,7 \text{ mg}$$

In der Brausetablette sind 293,7 mg Ascorbinsäure enthalten.