

Chemie Nr.: 7	Dem Rhabarber auf der Spur	Klassenstufe: 10
----------------------	-----------------------------------	-------------------------

<p>Kompetenzen</p> <p>Fachwissen: Stoff-Teilchen- Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • F 1.1 • F 1.1 <p>Struktur-Eigenschafts- Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • F 2.3 <p>Chemische Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • F 3.3 • F 3.3 <p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • E 1 • E 3 • E 4 • E 5 • E 6 • E 7 	<p>Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>Erkennen unedle Metalle als Reduktionsmittel und Säure als Oxidationsmittel. (Aufgabe 5)</p> <p>Erstellen einen Steckbrief von Oxalsäure anhand der Arbeitsmaterialien und den durchgeführten Experimenten. (Aufgabe 6)</p> <p>Nutzen den pH-Wert, um den Säuregehalt zu quantifizieren. (Aufgabe 4 a)</p> <p>Stellen eine Hypothese über die Wirkung von Oxalsäure auf Aluminium auf. (Aufgabe 5a)</p> <p>Erklären aus der Schwerlöslichkeit des Calciumoxalates die Empfehlungen der Packungsbeilage des Calciumpräparates sowie weitere Beobachtungen. (Aufgaben 2c; 3a und 3b)</p> <p>Beschreiben experimentelle Beobachtungen. (Aufgabe 2b; Aufgabe 4a)</p> <p>Wählen Daten aus, um Sicherheitshinweise formulieren zu können und um die Vor- und Nachteile von Rhabarber aufzuführen zu können. (Aufgaben 1, 4 b)</p> <p>Beantworten Fragen unter Zuhilfenahme erworbenen Wissens. (Aufgabe 2c; Aufgaben 3 a und b)</p> <p>Stellen eine Hypothese über den Zusammenhang von Oxalsäure und Aluminium auf und überprüfen diese experimentell. (Aufgaben 5a und b)</p> <p>Führen Experimente durch, protokollieren diese und werten sie aus. (Aufgabe 2 b; Aufgabe 4 a; Aufgabe 5 b)</p> <p>Beachten die Sicherheitsaspekte. (Aufgabe 1; Aufgabe 2b; Aufgabe 4a; Aufgabe 5b)</p>
---	--

Kommunikation	
<ul style="list-style-type: none"> • K 1.1 • K 1.3 • K 1.4 • K 2.1 • K 2.3 	<p>Recherchieren (Aufgaben 1 und 4 b)</p> <p>Wählen aussagekräftige Informationen aus. (Aufgaben 1 und 4 b)</p> <p>Stellen einen Zusammenhang zwischen einer Alltagserscheinung (Calciumpräparate mit oxalsäurehaltigen Lebensmitteln/stumpfe Zähne/ Aluminiumkochtopf) und eines naturwissenschaftlichen Sachverhaltes her. (Fällungsreaktion/Oxidation) (Aufgaben 2c; 3a und b; 5a)</p> <p>Diskutieren in Dialogform über die Vor- und Nachteile von Rhabarber. (Aufgaben 4 b)</p> <p>Erörtern in einer Gruppe den Begriff Wechselwirkungen. (Aufgaben 2 a)</p>
Bewertung	
<ul style="list-style-type: none"> • B 5 	<p>Nutzen erworbenes Wissen zur Bewertung eines Sicherheitsrisikos. (Aufgaben 4 b)</p>

Quellenangaben:

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Rhabarber>
- http://www.foodnews.ch/x-plainmefood/20_lebensmittel/Rhabarber.html
- <http://www.wdr.de/tv/daheimundunterwegs/service/markt/20040430.phtml>
- <http://www.swr.de/kaffee-oder-tee/vvv/alles-frisch/2002/05/02/index.html>
- <http://www.nutriinfo.de>
- <http://www.axel-schunk.de/experiment/edm0212.html>
- Kehren W.: Oxalsäure. In Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie 8 (1997) Nr. 41
- Fabricius, V., Riacanova, P. und Sommer, K.: Warum soll man ab Juni keinen Rhabarber mehr essen? Anregungen für einen zeitgemäßen Chemieunterricht rund um die Oxalsäure. In Praxis der Naturwissenschaften-Chemie 7/48 Jg. 1999
- Graf, E.: Oxalsäure im Unterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie 8 (1997) Nr. 41
- Falbe, J. & Regitz, M.: Römp Chemie Lexikon, 9. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1995

Lernvoraussetzungen:

-

Arbeitsmaterial:



Sherlock Duck: „Ganz klar! *Rheum rhabarbarum* – auch unter dem Decknamen Rhabarber bekannt. Was wissen wir darüber, Chemie-Whatson?“

Chemie-Whatson: „Das Gemüse ist vor allem zwischen April und Juni überall am Markt beteiligt. Besonders bei Kuchen und Kompott hat er seine Finger im Spiel.“

Sherlock Duck: „Was hat er so in sich? Was ist sein Markenzeichen?“

Chemie-Whatson: „OXALSÄURE! Die Säure ist in vielen Pflanzen enthalten, besonders aber im Rhabarber!“

Sherlock Duck: „Ist die Oxalsäure die Einzige, oder gibt es noch weitere Komplizen?“

Chemie-Whatson: „Äpfel- und Zitronensäure sind auch immer dabei. Aber wissen Sie was seltsam ist. Der Rhabarber bandelt immer mehr mit der Milchgang an: Schlagsahne, Jogurt und Quark.“

Sherlock Duck: „Was das wohl zu bedeuten hat?“

Chemie-Whatson: „Ja. Das frage ich mich allerdings auch. Der Rhabarber hat’s ganz schön in sich! Mal sehen, was wir alles herausfinden...!“

Text 1:

Oxalsäure (Abb. 1) ist eine der am meisten verbreiteten Pflanzensäuren. Sie ist ein kristalliner Feststoff, der in wässriger Lösung zwei Protonen abgibt. Als Säurerestion verbleibt Oxalat ($C_2O_4^{2-}$).



Abb. 1

Text 2: Textauszug aus einem Beipackzettel eines Calciumpräparates

Text 3: Kochtipps für Rhabarber auf <http://www.kochatelier.de>

Wirkstoffe: Calciumcarbonat und Colecalciferol

Zusammensetzung

Arzneilich wirksame Bestandteile: 1 Kautablette enthält 1500,3 mg Calciumcarbonat entsprechend 600 mg Calcium-Ion und 4 mg Colecalciferol-Trockenkonzentrat mit 100 000 I.E./g entsprechend 400 I.E. Vitamin D₃

Sonstige Bestandteile: Gelatine, Magnesiumstearat (Ph.Eur.), Maisstärke, Saccharin-Natrium 2H₂O, partiell hydriertes Sojaöl, Sucrose, α-Tocopherol (Ph.Eur.), Xylitol, Tutti-Frutti-Aroma

Anwendungsgebiete

Unterstützende Behandlung der Osteoporose.

Wechselwirkungen mit anderen Mitteln

Welche anderen Arzneimittel beeinflussen die Wirkung von Calcium D₃ STADA®?

Welche Genussmittel, Speisen und Getränke sollten Sie meiden? Nahrungsmittel, die einen hohen Anteil an Phosphat, Phytin- oder Oxalsäure haben, können die Calciumaufnahme hemmen.

Zubereitung:

Die Rhabarberstängel sind gründlich zu schälen, da sich die Hauptmenge der Oxalsäure in den Blättern und in der Schale befindet. Auch beim Blanchieren der Stängel löst sich die Oxalsäure nicht auf, sondern sie geht in das Kochwasser über, das anschließend wegzugießen ist. Außerdem sollte Rhabarber nie in Aluminiumtöpfen gekocht werden, da das Metall auf die Oxalsäure reagiert und somit das Aluminium in die Nahrung gelangen kann.



Arbeitsauftrag/Fragen:

1. 5 bis 15 Gramm reine Oxalsäure können für einen Erwachsenen tödlich sein. In 100 g Rhabarber befinden sich 230-500 mg Oxalsäure.
Auch beim Experimentieren mit dieser Säure im Labor ist auf angemessene Sicherheitsvorkehrungen zu achten. Recherchiere und formuliere Sicherheitshinweise.
2. Lies dir sorgfältig die Gebrauchsinformation zu dem Calciumpräparat durch. (Text 2)
In der Packungsbeilage ist von „Wechselwirkungen mit andern Mitteln“ die Rede.
 - a) Diskutiere in einer Gruppe, was du unter Wechselwirkungen verstehst und welche du erwartest.
 - b) Um die Wechselwirkungen zu überprüfen, stehen dir Lösungen einiger Salze (z. B. von Calciumchlorid, Natriumphosphat, Natriumnitrat,...) sowie eine Oxalsäurelösung zur Verfügung. Fertige ein Versuchsprotokoll zur Überprüfung der Wechselwirkungen an und führe den Versuch durch.
 - c) Erkläre mit Hilfe deiner Beobachtungen, warum ein Calciumpräparat nicht gleichzeitig mit oxalsäurehaltigen Lebensmitteln eingenommen werden soll.
3.
 - a) Milchprodukte passen nicht nur geschmacklich gut zum Rhabarber! Erkläre, worin die Vorteile liegen, wenn erfahrene Köche Rhabarberspeisen mit Milchprodukten servieren.
 - b) Der einzige Nachteil, wenn Rhabarber mit Milchprodukten serviert wird: Die Zähne fühlen sich nach einiger Zeit stumpf und pelzig an.
Formuliere eine begründete Vermutung, wie es zu den stumpfen Zähnen kommen kann.
4. Lies dir sorgfältig den Comic und Text 3 durch.
 - a) Überprüfe experimentell, ob sich durch Kochen von Rhabarber der Oxalsäuregehalt mindern lässt. Dir stehen dazu ein pH-Messgerät (oder geeignetes pH-Papier) und Calciumbrausetabletten zur Verfügung.
Fertige ein Versuchsprotokoll an.
 - b) Nach den Erfahrungen, die ihr in dieser Versuchsreihe mit Rhabarber gemacht habt, stellt euer Tischnachbar fest: „Ich esse nie wieder Rhabarber! Das ist ja nicht gesund.“ Schreibe einen Dialog, der Argumente für und gegen den Verzehr von Rhabarber aufführt. Recherchiere dazu im Internet.
5. Im Text 3 hast du bereits etwas über den Zusammenhang von Rhabarber und Aluminium gelesen. Auch auf der Verpackung von Aluminiumfolie steht der Hinweis: „Aluminiumfolie nicht in Verbindung mit stark säurehaltigen Lebensmitteln benutzen.“
 - a) Stelle eine Hypothese über den Zusammenhang von Rhabarber und Aluminium auf.
 - b) Führe ein Experiment durch, mit dem du deine Hypothese verifizieren kannst.
6. Erstelle einen Steckbrief zu Oxalsäure.

Lösungserwartungen und Kompetenzeinschätzungen (mit Anforderungsbereichen):	I	II	III
<p>1. Oxalsäure ist gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken. Es müssen eine Schutzbrille und –kittel getragen werden. Durch sauberes Arbeiten, muss ein Hautkontakt vermieden werden. Sollte es dennoch dazu kommen, muss die Säure umgehend mit Wasser abgespült werden. Es darf im Labor nicht gegessen oder getrunken werden.</p> <p>2. a) Die Schülerinnen und Schüler sollen sich klar machen, welche Wechselwirkungen hier gemeint sind und wie sie im vorgegeben Fall aussehen könnten. Die Aufgabe dient vor allem der Vorbereitung des Experimentes. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Anschluss eine Erwartung haben und untersuchen, ob diese durch den Versuch bestätigt wird.</p> <p>b) Die Schüler und Schülerinnen können die Wechselwirkung von Calcium mit anderen Mitteln experimentell überprüfen.</p>	E K	K	E
<p><u>Versuchsdurchführung:</u> Fülle drei Reagenzgläser zwei fingerbreit mit der Calcium-, Phosphat- und Nitratsalzlösung und füge zu jedem, je eine Pipette Oxalsäurelösung (0,5 M) hinzu.</p> <p><u>Beobachtung:</u> Bei den Experimenten beobachtet man einen feinen Niederschlag bei der Zugabe von Oxalsäure, bzw. einer Phosphatsalzlösung zu der Lösung des Calciumpräparates. Keinen Niederschlag beobachtet man etwa bei der Zugabe von Natriumnitrat.</p> $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow$ $3 \text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ $\text{Ca}^{2+} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{⌀}$			
<p>c) Calciumionen bilden mit oxalsäurehaltigen Lebensmitteln einen schwerlöslichen Niederschlag. Die Calciumionen werden somit von oxalsäurehaltigen Mitteln gebunden und stehen dem Körper nicht mehr zur Verfügung. Das Präparat verliert seine Wirksamkeit.</p>		F E K	
<p>3.</p> <p>a) Der Oxalsäuregehalt der Speisen wird durch die in der Milch vorhandenen Calciumionen durch Ausfällung gemindert. Die Oxalsäure kann dann dem Körper nicht noch weiteres Calcium entziehen.</p> <p>b) Bei dieser Aufgabe sind zwei Schlussfolgerungen möglich, die durch gute Begründung als richtig zu werten sind, wobei die erste Aussage die zutreffende ist.</p> <p>I) In Milchprodukten sind Calciumionen enthalten. Die Calciumionen verbinden sich mit der Oxalsäure im Rhabarber. So wird der Oxalsäuregehalt der tatsächlich aufgenommen wird, gemindert. Der entstehende Niederschlag lagert sich auf den Zähnen ab und es kommt zu einem stumpfen Gefühl auf den Zähnen.</p> <p>II) Oxalsäure verbindet sich mit den Calciumionen, welche unter Anderem in den Zähnen vorhanden sind. Die Oxalsäure, die nicht von dem Calcium in den Milchprodukten gebunden wird, kann die Zähne angreifen und dort Calcium entziehen. Dadurch verändert sich die Struktur der Zähne und man empfindet die Zahnoberfläche als stumpf.</p> <p><u>Anmerkung:</u> Das die zweite Aussage nicht zutreffend ist, lässt sich leicht überprüfen, indem man in ein Stück Rhabarber, ohne die Beilage von calciumhaltigen Produkten, beißt. Die Zahnoberfläche bleibt glatt.</p>		F	E K

6. Oxalsäure ist ein weißer kristalliner Feststoff und gesundheitsschädlich. 5 bis 15g können für einen Erwachsenen tödlich sein. Die Säure kann zwei Protonen in wässriger Lösung abgeben und kommt unter anderem in Rhabarber vor. Die wasserlösliche Oxalsäure bildet mit Calcium einen weißen schwerlöslichen Niederschlag und ist in der Lage unedle Metalle wie Aluminium zu oxidieren.	F		
---	---	--	--

Bemerkungen:

Zu 1:

Sicherheitshinweis zum Arbeiten mit Oxalsäure:

Kennbuchstabe: Xn

R-Sätze: 21/22

S-Sätze: (2)-24/25

E-Sätze: 5

Wassergefährdungsklasse: 1

Gefahr der Hautresorption

Zubereitungen mit einem Oxalsäure-Massenanteil $w \geq 5\%$ sind als gesundheitsschädlich einzustufen, Zubereitungen mit einem Oxalsäure-Massenanteil $w < 5\%$ sind nicht mehr als Gefahrstoff einzustufen.

Schülerexperimente sind erlaubt.

(aus der Gefahrenstoffliste zur GUV-Regel, Ausgabe Januar 1998, aktualisierte Fassung Juli 2002)

Zu 2:

Alternativer geschlossener Arbeitsauftrag:

Führe folgenden Versuch aus, um die Wechselwirkungen zu überprüfen:

Befülle vier Reagenzgläser zwei fingerbreit mit Oxalsäure-, Phosphatsalz- und Nitratsalzlösung und destilliertem Wasser. Füge zu jedem je eine Pipette Oxalsäurelösung hinzu. Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle und stelle eine Reaktionsgleichung auf.

	Natriumphosphat	Natriumnitrat	Oxalsäurelösung	Wasser
Calciumchlorid				
Reaktionsgleichung				

Zu 4a: Alternativer Arbeitsauftrag:

Viele Gemüsesorten sollten nicht roh verzehrt, sondern gekocht werden. Untersuche experimentell, ob sich dadurch der Oxalsäuregehalt von Rhabarber mindern lässt und beachte dabei unterschiedlich lange Kochzeiten. Nutze in deinem Versuch pH-Wert-Messungen und eine Calciumsalzlösung. Schreibe eine Versuchsdurchführung, führe den geplanten Versuch durch und werte ihn aus. Erstelle dazu einen tabellarischen Überblick zu deinen Versuchsergebnissen.

Eine mögliche Variante:

Versuchsdurchführung:

Wiege 50 g Rhabarber ab und zerkleinere diesen. Bringe in einem kleinen Topf mit Deckel 100 ml destilliertes Wasser zum Kochen und gib anschließend das Gemüse für eine Minute dazu. Filtriere das Kochwasser und führe eine pH-Wert-Messung, nachdem die Lösung abgekühlt ist, durch. Wiederhole diesen Vorgang mit Kochzeiten von zwei, vier, sechs, acht und zehn Minuten.

Gib zudem 50 g zerkleinerten Rhabarber für zehn Minuten in kaltes Wasser und miss ebenfalls den pH-Wert der Lösung. Filtriere je zwei fingerbreit des erhaltenen Kochwassers in ein Reagenzglas. Versetze jede Lösung mit einer Pipette Calciumsalzlösung und notiere deine Beobachtungen.

Tab.1: Versuchsergebnisse in tabellarischer Form

Kochzeit	pH-Wert (analoges Messgerät)	Nachweis mit Ca^{2+}
Kaltes Wasser (10 Minuten)	4,50	negativ
1 Minute	3,75	positiv
2 Minuten	3,60	positiv
4 Minuten	3,45	positiv
6 Minuten	3,40	positiv
8 Minuten	3,40	positiv
10 Minuten	3,40	positiv

Auswertung:

Die pH-Wert-Messung zeigt eine deutliche Erniedrigung des pH-Wertes innerhalb der ersten zwei Minuten, danach bleiben die Werte konstant. Der Nachweis mit den Calciumionen zeigt, dass durch das Kochen dem Rhabarber tatsächlich Oxalsäure entzogen wird.

Zu 5: Alternativer Arbeitsauftrag:

a) Führe ein Experiment durch, mit dem man die Wirkung zeigen und das entstehende Gas nachweisen kann. Verwende hierzu Aluminiumspäne und Oxalsäure.

b) Stelle mit Erläuterung eine Vermutung auf, welche der folgenden Metalle anstelle von Aluminium ebenfalls positiv mit Oxalsäure reagieren würden: Eisen, Kupfer, Magnesium, Silber, Zink.